

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

XVII A.P.
DÜSSELDORF
21.5-1.6 1990
CCIR

XVII ASAMBLEA PLENARIA
DÜSSELDORF, 1990

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

INFORMES DEL CCIR, 1990

(ASÍ COMO DECISIONES)

ANEXO AL VOLUMEN XI – PARTE 1

SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (TELEVISIÓN)

CCIR COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

Ginebra, 1990

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

XVII A.P.
DÜSSELDORF
21.5-1.6 1990
CCIR

XVII ASAMBLEA PLENARIA
DÜSSELDORF, 1990

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

INFORMES DEL CCIR, 1990

(ASÍ COMO DECISIONES)

ANEXO AL VOLUMEN XI – PARTE 1

SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (TELEVISIÓN)

CCIR COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

92-61-04293-7

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Ginebra, 1990

© U.I.T.

ANEXO AL VOLUMEN XI-1

SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (TELEVISIÓN)

(Comisión de Estudio 11)

CUADRO DE MATERIAS

Página

Plan de los Volúmenes I a XV de la XVII Asamblea Plenaria del CCIR (véase el Volumen XI-1, Recomendaciones)

Distribución de los textos de la XVII Asamblea Plenaria del CCIR entre los Volúmenes I a XV (véase el Volumen XI-1, Recomendaciones)

Cuadro de materias I

Índice numérico de los textos VII

Índice de los textos suprimidos IX

Sección 11A - Características de los sistemas de televisión en blanco y negro y en color

Informe 624-4 Características de los sistemas de televisión 1

Informe 1077-1 Sistemas de televisión mejorada con formato de imagen de 4:3 34

Informe 1220 Sistemas de televisión con formato de imagen más ancho 43

Informe 476-1 Normas colorimétricas para la televisión en color 46

Informe 801-4 Situación actual de la televisión de alta definición .. 48

Informe 1217 Desarrollo futuro de la televisión de alta definición 178

Informe 1224 Armonización de normas de TVAD 193

Informe 312-5 Constitución de un sistema de televisión estereoscópica 199

Sección 11B - Servicios auxiliares de televisión

Informe 802-3 Servicios adicionales que utilizan canales de radiodifusión 201

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Página

Informe 958-1 Posibilidades de incorporar la información de sonido en la señal de vídeo en un sistema de televisión terrenal 213

Informe 1078 Radiodifusión de información codificada de hora y fecha 216

Informe 1207 Modelo de referencia para la radiodifusión de datos ... 220

Informe 1080-1 Intercambio internacional de programas de televisión con subtítulos por datos codificados 226

Informe 1208 Servicios de telesoporte lógico 229

Informe 1226 Características de un sistema de control de entrega de programas (CEP) para grabación de vídeo 244

Informe 1225 Sistemas y servicios de radiodifusión de datos en un entorno de TVAD 259

Informe 956-2 Sistemas de radiodifusión de datos: calidad de la señal y del servicio, pruebas prácticas y estudios teóricos 267

Informe 1210 Estrategias de protección contra errores para servicios de radiodifusión de datos 277

Informe 1079-1 Características generales de un sistema de radiodifusión de acceso condicional 304

Sección 11C - Control, mediciones e intercambio internacional de programas de televisión

Informe 628-4 Vigilancia y control automáticos en televisión 327

Informe 311-6 Estado actual de la conversión de normas 332

Informe 804 Definiciones de parámetros para la medición automática de señales de prueba de inserción en televisión 334

Informe 1081-1 Sincronización necesaria para una recepción satisfactoria de las señales de imagen y sonido de televisión 334

Informe 1237 Periodismo electrónico por satélite 337

Informe 1218 Mediciones en TVAD 337

Sección 11D - Calidad de las imágenes y factores que la determinan

Informe 1205 Análisis y presentación de los resultados de pruebas subjetivas en televisión 347

Página

Informe 959-2 Resultados experimentales que relacionan la calidad de la imagen con la magnitud objetiva de la degradación 368

Informe 1082-1 Modificación para unificar la metodología de evaluación de la calidad de la imagen 383

Informe 1083 Tratamiento estadístico avanzado de los resultados obtenidos en pruebas subjetivas 412

Informe 404-2 Distorsión de las señales de televisión producida por la emisión con banda lateral parcialmente suprimida 414

Informe 313-6 Evaluación de la calidad de la imagen en televisión ... 418

Informe 1206 Métodos de evaluación de la calidad de la imagen en relación con las degradaciones debidas a la codificación digital de las señales de televisión 421

Informe 1216 Evaluación subjetiva de las imágenes de televisión de alta definición 437

Informe 1221 Especificaciones y procedimientos de ajuste para fuentes de señales de imagen y unidades de visualización 458

Informe 1222 Calidad subjetiva de las imágenes alfanuméricas y gráficas en el servicio de teletexto y otros servicios análogos 463

Sección 11E - Planificación de las redes de televisión, relaciones de protección, receptores y antenas de televisión

Informe 481 Relación señal deseada/señal interferente en televisión. *Evaluación subjetiva de múltiples interferencias cocanal* 465

Informe 1214 Relaciones de protección en radiofrecuencia para sistemas de televisión con modulación de amplitud de banda lateral vestigial 466

Informe 478-2 Imágenes fantasma en televisión 474

Informe 1084 Relaciones de protección para señales de datos digitales multiplexadas con las señales de televisión . 476

Informe 625-4 Características de los receptores de televisión y de las antenas receptoras fundamentales para la planificación de las frecuencias 480

Informe 482-1 Características que deben recomendarse para los sistemas de antenas de uso doméstico, colectivas e individuales, para la recepción de las emisiones terrenales 490

Página

Informe 805-1 Niveles de calidad subjetiva de los sistemas globales de televisión. *Características de las instalaciones receptoras de referencia* 493

Informe 122-4 Ventajas que ofrece la utilización de polarizaciones ortogonales al planificar servicios de radiodifusión de televisión en ondas métricas y decimétricas 497

Informe 1215 Polarización de la emisión en la radiodifusión de televisión 499

Informe 483-4 Características de los receptores de televisión en blanco y negro, de precio módico 501

Informe 1085-1 Métodos de planificación de la televisión terrenal en las bandas de ondas métricas (VHF) y decimétricas (UHF) 508

Informe 485-1 Contribución a la planificación de los servicios de televisión 531

Informe 1086-1 Factores que limitan la planificación de frecuencias. *(Sistemas de televisión de 625 líneas)* 536

Informe 1087-1 Compartición de frecuencias entre el servicio de radiodifusión (televisión) y los servicios fijo y móvil por debajo de 1 GHz 538

Informe 626-1 Simplificación de las señales de sincronismo en televisión 545

Informe 409-4 Límites de las zonas de servicio de la televisión en las zonas rurales de baja densidad de población 546

Informe 484-2 Relación señal de imagen/señal de sincronismo 547

Informe 961-1 Radiodifusión terranal de televisión en la banda de 12 GHz (Banda VI) 548

Sección 11F - Métodos digitales para transmitir la información de televisión

Informe 629-4 Codificación digital de señales de televisión en color 553

Informe 962-2 Filtrado, muestreo y multiplaje para la codificación digital de las señales de televisión en color 564

Informe 1209 Medidas para evitar la posible interferencia generada por los equipos de televisión digital para estudio 574

Informe 1088-1 Interfaces para señales vídeo digitales en sistemas de televisión de 525 líneas y 625 líneas 577

		Página
Informe 1219	Señales de sincronización para estudios de televisión en el caso de componentes digitales	584
Informe 1211	Requisitos de usuario para la transmisión de televisión	586
Informe 1089-1	Reducción de la velocidad binaria para señales digitales de televisión	599
Informe 1223	Un enfoque basado en un modelo estratificado para la televisión digital	632
Informe 1212	Mediciones y señales de prueba para las señales de televisión en color con codificación digital	637
Informe 1213	Imágenes y secuencias de prueba para la evaluación subjetiva de códecs digitales	650
DECISIONES		
Decisión 18-6	Sistemas digitales para la transmisión de señales de radiodifusión sonora y de televisión	657
Decisión 42-4	Relación de protección en radiofrecuencia y características de radiofrecuencia de los receptores para los sistemas de televisión. *Servicios terrenales y por cable*	662
Decisión 58-4	Norma para la televisión de alta definición	665
Decisión 60-3	Normas de televisión digital	669
Decisión 72-1	Servicios de radiodifusión de datos	673
Decisión 76-1	Periodismo electrónico por satélite	675
Decisión 80-1	Reorganización de las Cuestiones y Programas de Estudios de la Comisión de Estudio 11	678
Decisión 87	Determinación de la zona de coordinación *(Apéndice 28 al Reglamento de Radiocomunicaciones)*	689
Decisión 90	Reunión Especial relativa al proyecto de Recomendación sobre la norma de TVAD de estudio	689
Decisión 91	Armonización de las normas de TVAD entre aplicaciones de radiodifusión y aplicaciones distintas de la radiodifusión	691
Decisión 95	Evaluación subjetiva de la calidad de sonido y de la imagen de televisión	694
Decisión 106	Coordinación de los trabajos de las Comisiones de Estudio 1, 8 y 11, para determinar criterios de compartición entre el servicio de televisión y el servicio móvil terrestre en bandas compartidas (Título solamente)	696

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ÍNDICE NUMÉRICO DE LOS TEXTOS

ANEXO AL VOLUMEN XI-1

Página

SECCIÓN 11A: Características de los sistemas de televisión en blanco y negro y en color 1

SECCIÓN 11B: Servicios auxiliares de televisión 201

SECCIÓN 11C: Control, mediciones e intercambio internacional de programas de televisión 327

SECCIÓN 11D Calidad de las imágenes y factores que la determinan .. 347

SECCIÓN 11E: Planificación de las redes de televisión, relaciones de protección, receptores y antenas de televisión 465

SECCIÓN 11F: Métodos digitales para transmitir la información de televisión 553

INFORMES	Sección	Página	INFORMES	Sección	Página
122-4	11E	497	1081-1	11C	334
311-6	11C	332	1082-1	11D	383
312-5	11A	199	1083	11D	412
313-6	11D	418	1084	11E	476
404-2	11D	414	1085-1	11E	508
409-4	11E	547	1086-1	11E	536
476-1	11A	46	1087-1	11E	538
478-2	11E	474	1088-1	11F	577
481	11E	465	1089-1	11F	599
482-1	11E	490	1205	11D	347
483-4	11E	501	1206	11D	421
484-2	11E	547	1207	11B	220
485-1	11E	531	1208	11B	229
624-4	11A	1	1209	11F	574
625-4	11E	480	1210	11B	277
626-1	11E	545	1211	11F	586
628-4	11C	327	1212	11F	637
629-4	11E	553	1213	11F	650
801-4	11A	48	1214	11F	466
802-3	11B	201	1215	11E	499
804	11C	334	1216	11D	437
805-1	11E	493	1217	11A	178
956-2	11B	267	1218	11C	337
958-1	11B	213	1219	11F	584
959-2	11D	368	1220	11A	43
961-1	11E	548	1221	11D	458
962-2	11F	564	1222	11D	463
1077-1	11A	34	1223	11F	632
1078	11B	216	1224	11A	193
1079-1	11B	304	1225	11B	259
1080-1	11B	226	1226	11B	244
			1237	11C	337

Nota - Las Decisiones que figuran ya en orden numérico en el cuadro de materias, no se repiten en el presente índice.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ÍNDICE DE LOS TEXTOS SUPRIMIDOS AL FINAL DEL PERIODO DE ESTUDIOS 1986-1990

(Para facilitar la localización de un determinado texto, el número de la página del Volumen XI-1 de la XVI Asamblea Plenaria, Dubrovnik, 1986, se indica a continuación.)

ANEXO AL VOLUMEN XI-1

Texto	Título	N.º de página Vol. XI-1 Dubrovnik, 1986
Informe 477-2	Transcodificación de las señales de televisión en color de un sistema a otro	162
Informe 405-5	Evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión	174
Decisión 66-1	Evaluación subjetiva de la calidad de la imagen de televisión	423
Decisión 73	Estudios que debe realizar el CCIR en el periodo entre reuniones para la segunda reunión de la CAMR ORB-88	426

SECCIÓN 11A: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN EN BLANCO Y NEGRO Y EN COLOR

INFORME 624-4

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN

(Cuestión 1/11)

(1974-1978-1982-1986-1990)

En los cuadros que figuran a continuación, y que se incluyen para conocimiento, figuran ciertos detalles relativos a distintos sistemas de televisión que se utilizaban cuando se reunió la XVII Asamblea Plenaria del CCIR, Düsseldorf, 1990.

En el anexo I aparece una lista de países y zonas geográficas y de sistemas de televisión utilizados.

En el anexo II figuran las especificaciones del sistema de televisión en color SECAM IV, todavía en fase de estudio.

En los Informes 406 y 407 (XII Asamblea Plenaria, Nueva Delhi, 1970) se pueden encontrar datos sobre los resultados de las pruebas comparativas de laboratorio realizadas en el periodo 1963-1966 por organismos de radiodifusión, administraciones y organizaciones industriales con diversos sistemas de televisión en color, y se indican los principales parámetros.

Todos los sistemas de televisión a los que se hace referencia en el presente Informe, utilizan un formato de imagen (anchura/altura) de 4/3; una secuencia de exploración de izquierda a derecha y de arriba a abajo; una relación de entrelazado de 2/1, obteniéndose una frecuencia de imagen (número de imágenes por segundo) equivalente a la mitad de la frecuencia de trama. Todos los sistemas pueden funcionar cualquiera que sea la frecuencia de alimentación.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CUADRO I – *Características básicas de señales de video y señales de sincronismo*

N.° de orden	Características		Sistema								
			M	N [1]	B, G	H	I	D, K	K1	L	Rc. 472 [2]
1	Número de líneas por imagen (cuadro)		525	625	625	625	625	625	625	625	625
2	Frecuencia de trama (valor nominal) (número de tramas/s) [3]		60 (59,94)	50	50	50	50	50	50	50	50
3	Frecuencia de línea f_H y tolerancia en funcionamiento no sincronizado (Hz) [3] [4]		15 750 (15 734,264 ± 0,0003%)	15 625 ± 0,15% (± 0,00014%)	15 625 [5] ± 0,02% (± 0,0001%)	15 625 ± 0,02% (± 0,0001%)	15 625 ± 0,00002% [6]	15 625 [5] ± 0,02% (± 0,0001%)	15 625 ± 0,02% (± 0,0001%)	15 625 ± 0,02% (± 0,0001%)	15 625 ± 0,02% (± 0,0001%)
3 *a)*	Porcentaje máximo de variación de la frecuencia de línea (%/s) válido para la transmisión en blanco y negro [7] [8]		0,15		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
4 [10]	Niveles nominales y niveles de cresta de la señal compuesta de video (véase la fig. 1) (%)	Nivel de supresión (nivel de referencia)	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Nivel máximo del blanco	100	100	100	100	100	100	100	100	
		Nivel de sincronismo	−40	−40 (−43)	−43	−43	−43	−43	−43	−43	
		Diferencia entre los niveles de negro y de supresión	7,5 ± 2,5 [9]	7,5 ± 2,5 (0)	0	0	0	0-7	0 (color) 0-7 (b/n)	0 (color) 0-7 (b/n)	$0\ ^{+5}_{-0}$
		Nivel de cresta, señal de crominancia inclusive	120		133 [11]		133	115 [12]	115 [12]	124 [12]	

CUADRO I *(continuación)*

N.° de orden	Características	Sistema								
		M	N ([1])	B, G	H	I	D, K	K1	L	Rc. 472 ([2])
5	Gamma supuesta de la pantalla para la que se hace la corrección previa de la señal en blanco y negro	2,2	2,2 (2,8)	2,8 ([13])						([14])
6	Anchura de banda nominal de video (MHz)	4,2	4,2	5	5	5,5	6	6	6	5,0 ó 5,5 ó 6,0
7	Sincronismo de línea	Véase el cuadro I-1								
8	Sincronismo de trama	Véase el cuadro I-2								

([1]) Los valores entre paréntesis se aplican a la combinación N/PAL utilizada en Argentina.

([2]) Las cifras se incluyen para comparación.

([3]) Los valores entre paréntesis se refieren a la transmisión en color.

([4]) Para obtener la máxima ventaja del funcionamiento con desplazamiento de precisión en las redes de televisión se puede necesitar una estabilidad de 2×10^{-7}, cuando la señal interferente caiga en el margen superior de video (mayor a 2 MHz) de la señal deseada.

([5]) El valor exacto de la tolerancia de la frecuencia de línea, en caso de modificación de la referencia de sincronización, exige nuevo estudio.

([6]) Si se modifica la referencia de sincronización, puede admitirse una tolerancia de 15 625 ± 0,02%.

([7]) Estos valores no son válidos cuando cambia la referencia de sincronización.

([8]) Para definir el porcentaje de variación máximo de frecuencia de línea válido para la transmisión en color, es necesario un nuevo estudio. A este respecto, véase [CCIR 1978-82]. En el Reino Unido es de 0,1 Hz/s, y en Japón es de 0,1 Hz/s [CCIR, 1982-86b; CCIR, 1986-90a].

([9]) En Japón se utilizan valores de 0^{+10}_{-0}.

([10]) También es normal definir las amplitudes características de la señal de televisión de 625 líneas del modo siguiente:
Nivel de sincronismo = 0
Nivel de supresión = 30
Nivel máximo del blanco = 100
Para esta escala el nivel máximo, incluyendo la señal de crominancia, para los sistemas D, K/SECAM equivale a 110,7. (Véase [CCIR, 1982-86a].)
De acuerdo con las prácticas corrientes en los estudios, el nivel de cresta de blanco = 100 corresponde a 1,0 V medida a través de una terminación de 75 ohmios.

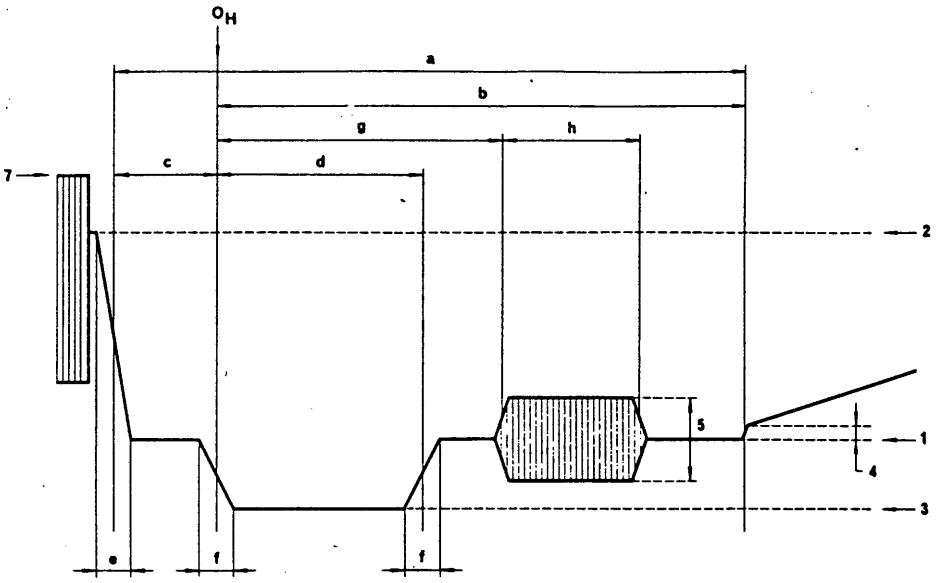
([11]) Los valores se aplican a la señal PAL.

([12]) Los valores se aplican a la señal SECAM. Para intercambio de programas, el valor es 115.

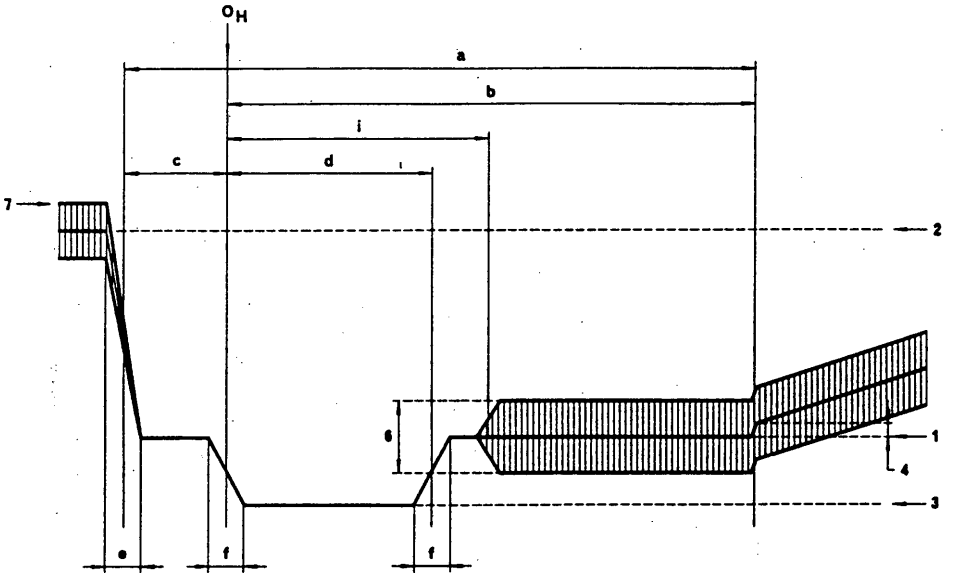
([13]) Valor supuesto para gamma total de aproximadamente 1,2. La gamma del tubo de imagen se define como la pendiente de la curva que representa el logaritmo de la luminancia reproducida en función del logaritmo de la tensión de la señal de video cuando se regula el mando de luminosidad del receptor de manera que esta curva sea lo más rectilínea posible en una gamma de luminancia correspondiente a un contraste de al menos 1/40.

([14]) En la Recomendación 472 se da un valor gamma para la señal video de aproximadamente 0,4.

ARCHIVES U.I.T. GENEVE



a) Sistemas NTSC y PAL



b) Sistema SECAM

FIGURA 1 – *Niveles de la señal compuesta y detalles de las señales de sincronismo de línea*

1 Nivel de supresión
2 Nivel máximo del blanco
3 Nivel de sincronismo
4 Diferencia entre el nivel de negro y el de supresión
5 Amplitud cresta a cresta de la ráfaga
6 Amplitud cresta a cresta de la subportadora de color
7 Nivel de cresta (señal de crominancia inclusive)

CUADRO I-1 – *Detalles de las señales de sincronismo de línea (véase la fig. 1)*

Duraciones propias de los diferentes sistemas (medidas entre los puntos situados a amplitud-mitad de los frentes considerados)

Símbolo	Características	M (1)	N (2)	B, G, H, I, D, K, K1, L (véase también la Recomendación 472)
H	Periodo nominal de línea (µs)	63,492 (63,5555)	64	64 (3)
a	Duración de la señal de supresión de línea (µs)	10,2 a 11,4 (8) (10,9 ± 0,2)	10,24 a 11,52 (12 ± 0,3)	12 ± 0,3 (4)
b	Intervalo entre la referencia de tiempos (O_H) y el borde posterior del impulso de supresión de línea (µs)	8,9 a 10,3 (9,2 a 10,3)	8,96 a 10,24 (10,5)	10,5 (5)
c	Pórtico anterior (µs)	1,27 a 2,54 (1,27 a 2,22)	1,28 a 2,56 (1,5 ± 0,3)	1,5 ± 0,3 (4) (6)
d	Impulso de sincronismo (µs)	4,19 a 5,71 (8) (4,7 ± 0,1)	4,22 a 5,76 (4,7 ± 0,2)	4,7 ± 0,2
e	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los bordes anteriores del impulso de supresión de línea (µs)	≤ 0,64 (≤ 0,48)	≤ 0,64 (0,3 ± 0,1)	0,3 ± 0,1
f	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los bordes de los impulsos de sincronismo de línea (µs)	≤ 0,25	≤ 0,25 (0,2 ± 0,1)	0,2 ± 0,1 (7)

(1) Los valores que figuran entre paréntesis se aplican a los sistemas M/NTSC.

(2) Los valores entre paréntesis se aplican al sistema N/PAL utilizado en Argentina.

(3) En Francia y en los países de la OIRT, la tolerancia para el valor instantáneo del periodo de línea es de ± 0,032 µs.

(4) Entre los países que emplean la norma de 625 líneas y el sistema de teletexto B especificado en el anexo a la Recomendación 653 para reducir las posibilidades de pérdida de datos, se prefieren los siguientes valores [CCIR, 1982-86, c y d]:

a) Duración de la señal de supresión de línea: $12^{+0,0}_{-0,3}$ µs

c) Pórtico anterior: $1,5^{+0,3}_{-0,0}$ µs

(5) Valor medio calculado para información. Para el sistema I, el valor es de 10,4 [CCIR, 1982-86b].

(6) Para el sistema I, los valores son 1,65 ± 0,1.

(7) Para el sistema I, los valores son 0,25 ± 0,05.

(8) En Japón, los valores indicados entre paréntesis se aplican a las instalaciones de los estudios.

FIGURA 2 – *Detalle de las señales de sincronismo de trama*

FIGURAS 2-1 – *Diagramas aplicables a todos los sistemas excepto M*

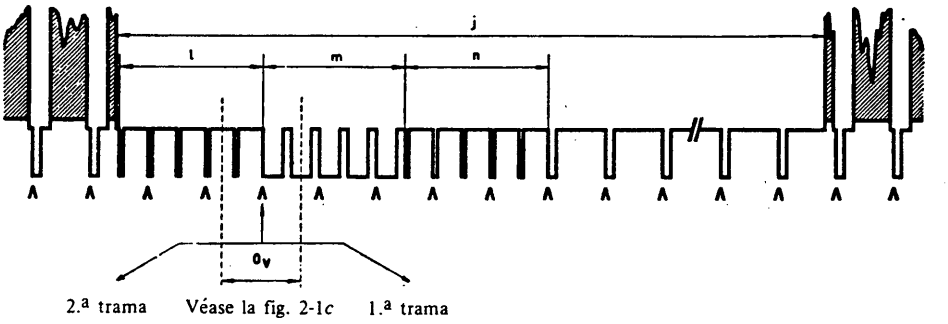


FIGURA 2-1*a* – *Señal al principio de cada primera trama*

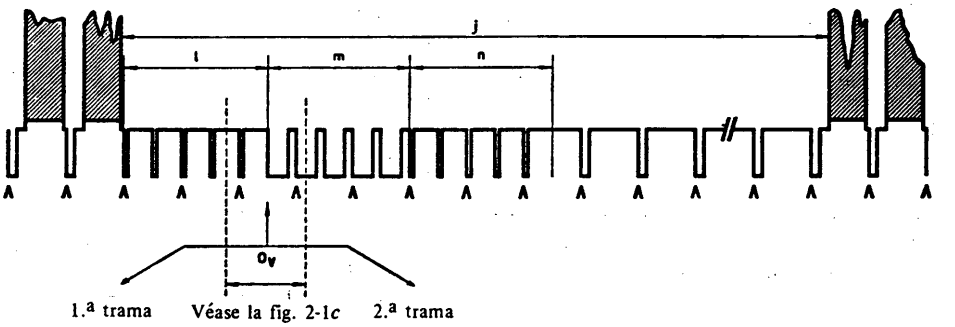
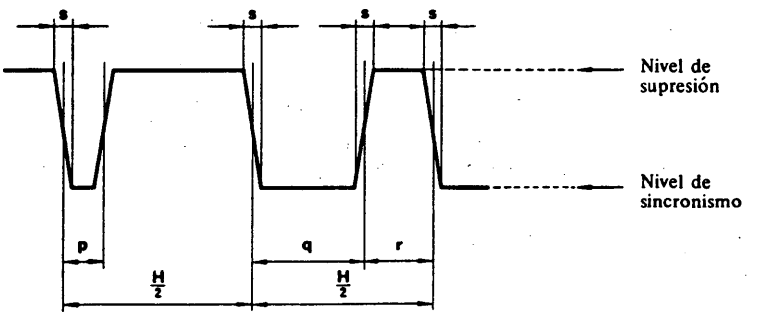


FIGURA 2-1*b* – *Señal al principio de cada segunda trama*

Nota 1. – ΛΛΛ indica la secuencia ininterrumpida de los frentes de los impulsos de sincronismo de línea durante el periodo de supresión de trama.

Nota 2. – Al principio de cada una de las primeras tramas, los frentes de los impulsos de sincronismo, O_V, coinciden con el frente del impulso de sincronismo de línea, cuando *l* es un número *impar* de semiperiodos de línea, como muestra la figura.

Nota 3. – Al principio de cada una de las segundas tramas, los frentes de los impulsos de sincronismo de trama, O_V, se sitúan en el centro de la distancia que media entre dos frentes de impulsos de sincronismo de línea, cuando *l* es un número *impar* de semiperiodos de línea, como muestra la figura.



(Duraciones medidas entre puntos situados a media amplitud de los frentes considerados)

FIGURA 2-1*c* – *Detalle de los impulsos de igualación y de sincronismo*

FIGURA 2 – *Detalle de las señales de sincronismo de trama*

FIGURAS 2-2 – *Diagramas aplicables al sistema M*

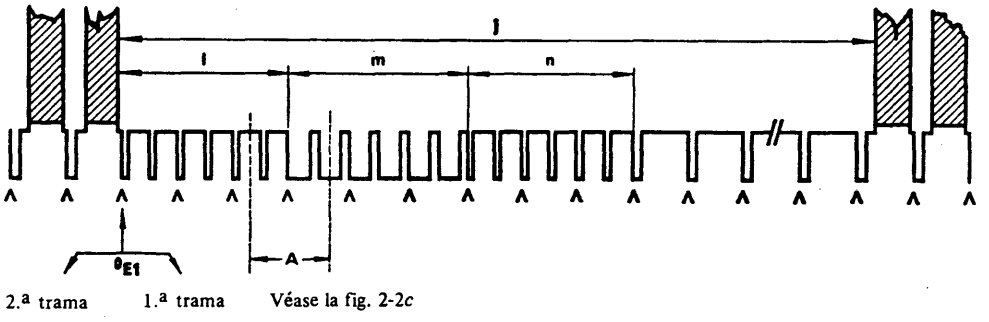


FIGURA 2-2*a* – *Señal al principio de cada primera trama*

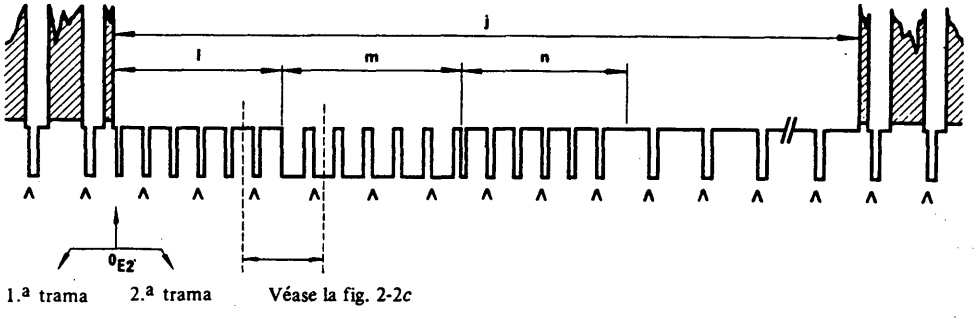


FIGURA 2-2*b* – *Señal al principio de cada segunda trama*

Nota 1. – Λ indica la secuencia ininterrumpida de los frentes de los impulsos de sincronismo de línea durante el periodo de supresión de trama.

Nota 2. – Los números de las líneas de la primera trama empiezan en el primer impulso de igualación de esta trama (O_{E1} en la fig. 2-2*a*).

Nota 3. – Los números de las líneas de la segunda trama empiezan en el segundo impulso de igualación de esta trama, un semiperiodo de línea después de O_{E2} de la fig. 2-2*b*.

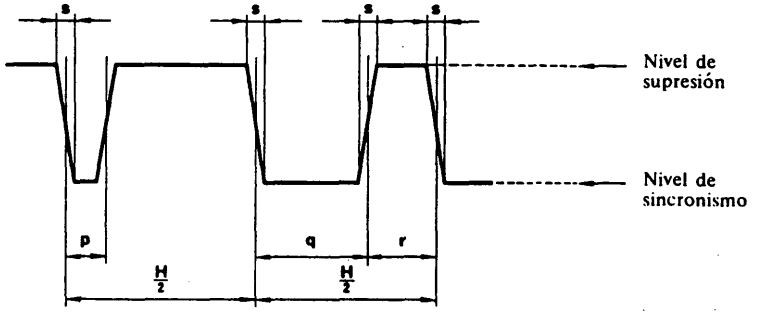


FIGURA 2-2*c* – *Detalle de los impulsos de igualación y de sincronismo*

CUADRO I-2 – *Detalles de las señales de sincronismo de trama (véase la fig. 2)*

Duraciones propias de los diferentes sistemas (medidas entre los puntos situados a amplitud-mitad de los frentes considerados)

Símbolo	Características	M	N (1)	B, G, H, I, D, K, K1, L (véase también la Recomendación 472)
v	Periodo de trama (ms)	16,667 (2) (16,6833)	20	20
j	Intervalo de supresión de trama (para *H* y *a*, véase el cuadro I-1)	(19 a 21) $H + a$ (3)	(19 a 25) $H + a$ (25 $H + a$)	25 $H + a$
j' (4)	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los frentes de los impulsos de supresión de trama (µs)	⩽ 6,35	⩽ 6,35 (0,3 ± 0,1)	0,3 ± 0,1
k (4)	Intervalo entre el borde anterior del intervalo de supresión de trama y el borde anterior del primer impulso de igualación (µs)	(1,5 ± 0,1)		3 ± 2 (5) (sistemas B/SECAM, G/SECAM, D, K, K1 y L solamente; no se hace referencia en la Recomendación 472)
l	Duración de la primera secuencia de impulsos de igualación	3 *H*	3 *H* (2,5 *H*)	2,5 *H*
m	Duración de la secuencia de impulsos de sincronismo	3 *H*	3 *H* (2,5 *H*)	2,5 *H*
n	Duración de la segunda secuencia de impulsos de igualación	3 *H*	3 *H* (2,5 *H*)	2,5 *H*
p	Duración del impulso de igualación (µs)	(2,3 ± 0,1) (6)	2,30 a 2,56 (2,35 ± 0,1)	2,35 ± 0,1
q	Duración del impulso de sincronismo de trama (µs)	27,1 (valor nominal)	26,52 a 28,16 (27,3)	27,3 (7) (valor nominal)
r	Intervalo entre los impulsos de sincronismo de trama (µs)	(4,7 ± 0,1)	3,84 a 5,63 (4,7 ± 0,2)	4,7 ± 0,2 (8)
s	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los impulsos de sincronismo y de igualación (µs)	⩽ 0,25	⩽ 0,25 (0,2 ± 0,1)	0,2 ± 0,1 (9)

(1) Los valores entre paréntesis se aplican al sistema N/PAL utilizado en Argentina.

(2) El valor entre paréntesis se aplica al sistema M/NTSC.

(3) El valor $0{,}07\ {}^{+0{,}012}_{-0}\ v$ se utiliza en Japón.

donde *v* es el periodo de trama.

(4) No se indica en la figura.

(5) Este valor hay que especificarlo posteriormente con más precisión.

(6) En el Japón se utiliza también la especificación siguiente:

Un impulso de igualación tiene de 0,45 a 0,5 veces el área de un impulso de sincronismo de línea.

(7) Para el sistema I: 27,3 ± 0,1.

(8) Para el sistema I: 4,7 ± 0,1.

(9) Para el sistema I: 0,25 ± 0,05.

CUADRO II – *Características de la señal video para la televisión en color*

N.°	Características	Sistema de televisión en color					
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM	N/PAL (1)
2.1	Coordenadas de cromaticidad (CIE, 1931) admitidas para los colores primarios del receptor	x y Rojo 0,67 0,33 Verde 0,21 0,71 Azul 0,14 0,08		x y Rojo 0,64 0,33 Verde 0,29 0,60 Azul 0,15 0,06		(2)	
2.2	Coordenadas de cromaticidad en el caso de señales primarias iguales, es decir, $E'_R = E'_G = E'_B$	Iluminante C $x = 0,310$ $y = 0,316$ (3)		Iluminante D_{65} $x = 0,313$ $y = 0,329$ (2)			
2.3	Valor admitido de gamma del receptor para el que se realiza la precorrección de las señales primarias (4)	2,2	2,8				
2.4	Señal de luminancia	$E'_Y = 0,299\ E'_R + 0,587\ E'_G + 0,114\ E'_B$ (5) E'_R, E'_G y E'_B son las señales primarias con precorrección gamma (6)					
2.5	Señales de crominancia (diferencia de color)	$E'_I = -0,27(E'_B - E'_Y) + 0,74(E'_R - E'_Y)$ $E'_Q = 0,41(E'_B - E'_Y) + 0,48(E'_R - E'_Y)$	$E'_U = 0,493(E'_B - E'_Y)$ $E'_V = 0,877(E'_R - E'_Y)$			$D'_R = -1,902(E'_R - E'_Y)$ $D'_B = 1,505(E'_B - E'_Y)$	
2.6	Atenuación de las señales de diferencia de color	dB MHz E'_I { < 3 a 1,3 ; ⩾ 20 a 3,6 E'_Q { < 2 a 0,4 ; < 6 a 0,5 ; ⩾ 6 a 0,6	dB MHz E'_U { < 2 a 1,3 E'_V { > 20 a 3,6	dB MHz E'_U { < 3 a 1,3 E'_V { > 20 a 4		dB MHz D'_R { ⩽ 3 a 1,3 D'_B { ⩾ 30 a 3,5 Sin tener en cuenta la precorrección de baja frecuencia (7)	dB MHz E'_U < 3 a 1,3 E'_V > 20 a 3,6

Véanse las notas en la última página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

N.°	Características	Sistema de televisión en color					
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM	N/PAL (1)
2.7	Precorrección de baja frecuencia de las señales de diferencia de color					Para señales sinusoidales: $D'_R{}^* = A_{BF}(f)D'_R$ $D'_B{}^* = A_{BF}(f)D'_B$ $A_{BF}(f) = \frac{1+j(f/f_1)}{1+j(f/3f_1)}$ f = frecuencia de la señal (kHz) f_1 = 85 kHz (Véase la fig. 6 para la (8) respuesta en amplitud)	
2.8	Error de coincidencia en el tiempo entre las señales de luminancia y de crominancia (μs)	$<0{,}05$ No comprende la precorrección de la respuesta del receptor					
2.9	Ecuación de la señal cromática compuesta	$E_M = E'_Y +$ $+ E'_Q \operatorname{sen}(2nf_{sc}'+33°) +$ $+ E'_I \cos(2nf_{sc}'+33°)$ en donde: E'_Y, véase el N.° 2.4 E'_Q y E'_I, véase el N.° 2.5 f_{sc}, véase el N.° 2.11 (Véase también la fig. 4*a*)	$E_M = E'_Y + E'_U \operatorname{sen} 2nf_{sc}' \pm E'_V \cos 2nf_{sc}'$ donde: E'_Y, véase el N.° 2.4 E'_U y E'_V, véase el N.° 2.5 f_{sc}, véase el N.° 2.11 El signo de la componente E'_Y es el mismo que el de la ráfaga de subportadora (variando en cada línea) (Véanse el N.° 2.16 y la fig. 4*b*)			$E_M = E'_Y + G\cos 2\pi$ $(f_{OR}' + \Delta f_{OR}\int_0^t D'_R{}^*\,dt)$ o $E_M = E'_Y + G\cos 2\pi$ $(f_{OB}' + \Delta f_{OB}\int_0^t D'_B{}^*\,dt)$ alternativamente de línea en línea en donde: E'_Y, véase el N.° 2.4 f_{OR} y f_{OB}, véase el N.° 2.11 Δf_{OR} y Δf_{OB}, véase el N.° 2.12 $D'_R{}^*$ y $D'_B{}^*$, véase el N.° 2.7 G, véase el N.° 2.13	
2.10	Tipo de modulación de la subportadora de crominancia	Modulación de amplitud con portadora suprimida – modulación de dos subportadoras en cuadratura				Modulación de frecuencia	

Véanse las notas en la última página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

N.°	Características	Sistema de televisión en color							
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM			N/PAL (1)
2.11	Frecuencia de la subportadora de crominancia *(a)* Valor nominal y tolerancia (Hz)	3 579 545 ± 10	3 575 611,49 ± 10	4 433 618,75 ± 5	4 433 618,75 ± 1 (9) (10)	f_{OR} = 4 406 250 ± 2000 f_{OB} = 4 250 000 ± 2000 (11)			3 582 056,25 ± 5
	(b) Relación entre la frecuencia de la subportadora de crominancia f_{sc} y la frecuencia de línea f_H	$f_{sc} = \frac{455}{2} f_H$	$f_{sc} = \frac{909}{4} f_H$	$f_{sc} = \left(\frac{1135}{4} + \frac{1}{625}\right) f_H$		Subportadora no modulada al comienzo de la línea 282 f_H para f_{OR} 272 f_H para f_{OB} (12)			$f_{sc} = \left(\frac{917}{4} + \frac{1}{625}\right) f_H$
2.12	Anchura de banda de las bandas laterales de crominancia (modulación en cuadratura de la subportadora) (kHz) o Excursión de frecuencia de la subportadora de crominancia (modulación de frecuencia de la subportadora) (kHz)	f_{sc} +620 −1300	f_{sc} +600 −1300	f_{sc} +570 −1300 (13)	f_{sc} +1066 −1300		Desviación nominal $D'^* = 1$ (14)	Desviación máxima	f_{sc} +620 −1300
						Δf_{OR} (15)	280 ± 9 (± 14)	+ 350 ± 18 (± 35) − 506 ± 25 (± 50)	
						Δf_{OB} (15)	230 ± 7 (± 11,5)	+ 506 ± 25 (± 50) − 350 ± 18 (± 35)	

Véanse las notas en la útima página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

N.°	Características	Sistema de televisión en color					
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM	N/PAL (1)
2.13	Amplitud de la subportadora de crominancia	$G = \sqrt{E'^2_I + E'^2_Q}$	$G = \sqrt{E'^2_U + E'^2_V}$ (16) (17)		(16)	$G = M_0 \frac{1 + j\,16F}{1 + j\,1{,}26F}$ donde la amplitud cresta a cresta, $2M_0$, es igual a 23 ± 2,5 % de la amplitud de luminancia (entre el nivel de supresión y el blanco) y $F = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$ con f_0 = 4286 kHz y f: frecuencia instantánea de la subportadora. La variación de la frecuencia f_0 con relación a su valor nominal debida al desajuste de los circuitos correspondientes, no debiera exceder de ± 20 kHz. (Véase la fig. 7 para la respuesta en amplitud)	
2.14	Sincronización de la subportadora de crominancia	Ráfaga de subportadora en el pórtico posterior de supresión	Ráfaga de subportadora en el pórtico posterior de supresión				
	(g) Comienzo de la ráfaga de subportadora (µs) (Véase la fig. 1*a*)	4,71 a 5,71 (Valor nominal 5,3) por lo menos 0,38 µs después del borde posterior del impulso de sincronismo de línea	5,8 ± 0,1 después del instante O_H	5,6 ± 0,1 después del instante O_H (18)			
	(h) Duración de la ráfaga de subportadora (µs) (Véase la fig. 1*a*)	2,23 a 3,11 8 ciclos, como mínimo (9 ± 1 ciclos)	2,52 ± 0,28 (9 ± 1 ciclos)	2,25 ± 0,23 (10 ± 1 ciclos)			2,51 ± 0,28 (9 ± 1 ciclos)

Véanse las notas en la última página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

<table>
<tr><th rowspan="2">N.°</th><th rowspan="2">Características</th><th colspan="5">Sistema de televisión en color</th></tr>
<tr><th>M/NTSC</th><th>M/PAL</th><th>B, D, G, H, N/PAL</th><th>I/PAL</th><th>B, D, G, H, K, K1, L/SECAM</th><th>N/PAL (1)</th></tr>
<tr><td>2.15</td><td>Amplitud cresta a cresta de la ráfaga de subportadora de crominancia
(Véase la fig 1a) (19)</td><td>4/10 de la diferencia entre el nivel de supresión y el nivel de blanco máximo, ± 10%</td><td colspan="3">3/7 de la diferencia entre el nivel de supresión y el nivel de blanco máximo ± 10%
Para los sistemas D e I la tolerancia es ± 3%
(16) (17) (16)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.16</td><td>Fase de la ráfaga de subportadora de crominancia
(Véase la fig. 1a)</td><td>180° con relación al eje ($E'_B - E'_Y$)
(Véase la fig. 4a)
En la secuencia NTSC de cuatro campos de color, el campo 1 se define según la nota (20)
(Véase también la fig. 5c)</td><td colspan="3">135° con relación al eje E'_U con el siguiente signo (Véase la fig. 4b)
<table>
<tr><td rowspan="4">Línea</td><td colspan="8">Número de la trama (21)</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td colspan="8">Secuencia de supresión de la ráfaga (Véanse las Fig. 5a y 5b)</td></tr>
<tr><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td></tr>
<tr><td>Par</td><td>−</td><td>−</td><td>+</td><td>+</td><td>−</td><td>−</td><td>+</td><td>+</td></tr>
<tr><td>Impar</td><td>+</td><td>+</td><td>−</td><td>−</td><td>+</td><td>+</td><td>−</td><td>−</td></tr>
</table></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.17</td><td>Supresión de la ráfaga de subportadora de crominancia</td><td>Después de cada uno de los impulsos de igualación y durante los impulsos anchos de sincronismo de trama en el intervalo de supresión de trama</td><td>11 líneas de la supresión de trama:
260 a 270
522 a 7
259 a 269
223 a 8
(Véase la fig. 5b)</td><td>9 líneas de la supresión de trama:
líneas 311 a 319 inclusive
623 a 6 inclusive
310 a 318 inclusive
622 a 5 inclusive
(Véase la fig. 5a)</td><td>(a) Desde el borde anterior de la señal de supresión de línea hasta $i = 5{,}6 \pm 0{,}2$ µs después del instante O_H, es decir durante $c+i$
(Véase la fig. 1b) (22)
(b) Durante el intervalo de supresión de trama, con exclusión de las señales de identificación en trama, o en los países en que sea posible, durante todo el intervalo de supresión de la trama (Véase el N.° 2.18)</td><td></td></tr>
</table>

Véanse las notas en la última página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

N.°	Características	Sistema de televisión en color					
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM	N/PAL (1)
2.18	Sincronización de la conmutación de la subportadora de crominancia durante la supresión de línea	Véase el N.° 2.16. Para las señales utilizadas en la integración de programas, la tolerancia nominal en la coincidencia entre la subportadora de referencia y los impulsos de sincronización horizontal es 0 ± 40 grados de la subportadora de referencia	Mediante la componente E'_V de la ráfaga de subportadora de crominancia (Véase el N.° 2.16)			En el sistema SECAM pueden utilizarse uno de estos dos métodos de sincronización de los colores: - Identificación en línea mediante las señales de referencia de la subportadora de crominancia situadas en el pórtico posterior de supresión de línea (23) - Identificación en trama mediante señales de identificación que ocupan 9 líneas de la duración de trama: *(a)* Líneas 7 a 15 en la primera y tercera tramas *(b)* Líneas 320 a 328 en la segunda y cuarta tramas (Véase la fig. 9) (24) *Forma de las señales video correspondientes a las señales de identificación:* Para las líneas D'_R – Forma trapezoidal de variación lineal desde el comienzo de la línea durante 15 ± 5 µs a partir de cero hasta el nivel +1,25 y después nivel constante en +1,25 ± 0,06 (± 0,13) (Véase la fig. 8)	

Véanse las notas en la última página del cuadro II.

CUADRO II *(continuación)*

N.°	Características	Sistema de televisión en color					
		M/NTSC	M/PAL	B, D, G, H, N/PAL	I/PAL	B, D, G, H, K, K1, L/SECAM	N/PAL (1)
						Para las líneas D'_B – Forma trapezoidal de variación lineal desde el comienzo de la línea durante 18 ± 6 µs (20 ± 10 µs) desde cero hasta el nivel $-1{,}52$ y después nivel constante en $-1{,}52 \pm 0{,}07$ ($\pm 0{,}15$) (Véase la fig. 8) (15) *Amplitud cresta a cresta de las señales de identificación:* Para las líneas D'_B: 500 ± 50 mV Para las líneas D'_R: $540 \begin{smallmatrix} +40 \text{ mV} \\ -50 \text{ mV} \end{smallmatrix}$ Si la amplitud de la señal de luminancia (entre el nivel de supresión y de blanco máximo) es igual a 700 mV *Valor máximo de la excursión al transmitir señales de identificación (kHz):* Para las líneas D'_R: $+350 \pm 18$ (± 35) Para las líneas D'_B: -350 ± 18 (± 35) (15)	

Véanse las notas en la página siguiente.

(1) Estos valores se aplican al sistema N/PAL utilizado en Argentina. En esta última columna se incluyen los valores de N/PAL Argentina que son distintos de los indicados bajo la columna B, G, H, N/PAL.

(2) Para los sistemas SECAM se admite utilizar, provisionalmente, en los aparatos actuales, las siguientes coordenadas de cromaticidad, para los colores primarios y el blanco:

	x	y	
Rojo	0,67	0,33	
Verde	0,21	0,71	
Azul	0,14	0,08	
Blanco	0,310	0,316	(Blanco C)

(3) En Japón, la cromaticidad de los monitores de estudio se ajusta con referencia a un iluminante blanco D a 9300 K.

(4) Las señales primarias se corrigen de tal manera que la calidad óptima se obtenga con un tubo de imagen cuya característica de transferencia tenga por exponente el valor de gamma indicado.

(5) En ciertos países que utilizan el sistema SECAM y en el Japón se admite que la señal de luminancia no se obtenga a base de las señales primarias, sino como salida directa de un analizador fotoeléctrico independiente.

(6) Para el sistema SECAM se admite utilizar una corrección para disminuir las distorsiones de interferencia entre las señales de luminancia y de crominancia, mediante una atenuación de las componentes de la señal de luminancia en función de la amplitud de las componentes de luminancia en la banda de crominancia.

(7) Este valor será definido posteriormente con mayor precisión.

(8) Las variaciones máximas con relación a la forma nominal de la curva (véase la fig. 6) no deben ser superiores a ± 0,5 dB en la gama de frecuencias de 0,1 a 0,5 MHz, ni a ± 1,0 dB en la gama de frecuencias de 0,5 a 1,3 MHz.

(9) Cuando la señal procede a una fuente portátil o de ultramar, puede admitirse una tolerancia de ± 5 Hz. Máxima velocidad de la variación de f_{sc} = 0,1 Hz/s.

(10) Tal vez no se mantenga esta tolerancia durante procedimientos de explotación como el «enganche de generadores».

(11) Es conveniente una disminución de la tolerancia.

(12) La fase inicial de la subportadora varía en cada línea, según la siguiente regla:

De una trama a otra, según la ley 0°: 180°: 0°: 180°: etc. y además, de una línea a otra, con arreglo a una de las leyes siguientes:

0°: 0°: 180°: 0°: 0°: 180°: etc.

ó 0°: 0°: 0°: 180°: 180°: 180°: etc.

(13) En la República Popular de China se ha adoptado el valor f_{sc} ± 1300 kHz.

(14) El valor unidad representa la amplitud de la señal de luminancia entre el nivel de supresión y el nivel del blanco máximo.

(15) Se admite, con carácter provisional, una ampliación de las tolerancias hasta los valores indicados entre paréntesis.

(16) Durante la transmisión de un programa en blanco y negro de una duración significativa, y al objeto de asegurar el funcionamiento satisfactorio del «supresor de color» de los receptores, todas la señales que tengan la misma frecuencia nominal que la subportadora de crominancia y que sean susceptibles de aparecer en el intervalo de supresión de línea, deberán atenuarse al menos 35 dB con respecto al valor cresta a cresta de la ráfaga descrita en el punto 2.15, columna 3, del cuadro II, indicada en la referencia 5 de la fig. 1.

(17) Se acepta con carácter provisional el valor dado en la nota (16).

(18) No se incluye la precorrección del transmisor para el retardo de grupo del receptor.

(19) Para la utilización de circuitos de control automático de ganancia, es importante mantener la relación correcta entre la amplitud de la ráfaga y la amplitud de la señal de crominancia.

(20) La trama 1 de la secuencia de cuatro campos de la señal video NTSC se define por una línea completa entre el primer impulso de igualación y el impulso de sincronización horizontal precedente y un cruce por cero descendente de la subportadora de referencia nominalmente en el punto a 50 % del primer impulso de igualación. El cruce por cero de la subportadora de referencia coincidirá nominalmente con el punto a 50 % de los bordes anteriores de todos los impulsos de sincronización horizontal para la integración de programas en el estudio.

(21) La trama 1 de la secuencia de 8 tramas de color se define como la trama en la que la fase φ E'_U de la componente E'_U extrapolada (véase N.° 2.5 del cuadro II) de la ráfaga de video en el punto situado a media amplitud del frente anterior del impulso de sincronismo de la línea 1, está dentro del margen $-90° \leqslant \varphi\ E'_U < 90°$.

(22) El valor de la tolerancia será definido ulteriormente con más precisión.

(23) El método de identificación en línea es preferible, pues permitirá llegar más tarde a acuerdos sobre la supresión de las señales de identificación en trama en los intercambios internacionales de programas. No obstante, a falta de tales acuerdos, se supone que las señales que satisfacen la norma SECAM están provistas de estas señales de identificación.

En Francia, un decreto de 14 de marzo de 1978, estipula que los receptores de televisión en color, en venta desde el 1 de diciembre de 1979, tienen forzosamente que emplear el método de identificación en línea en la decodificación [CCIR, 1982-86e].

(24) El orden en que se presentan las señales de identificación D_R^* y D_B^* en las cuatro tramas de un ciclo completo, indicado en la fig. 9, está de acuerdo con las disposiciones de la Recomendación 469.

CUADRO III – *Características de las señales radiadas (en blanco y negro y en color)*

N.°	Características		M	N (1)	B, G	H	I	D, K	K1	L
1	Separación de frecuencias (véase la fig. 10)	Anchura de banda nominal del radiocanal (MHz)	6	6	B: 7 G: 8	8	8	8	8	8
2		Separación de la portadora de sonido con relación a la de la imagen (MHz)	+4,5 (2)	+4,5	+5,5 ±0,001 (3), (4), (5) (24)	+5,5	+5,9996 ±0,0005 (25)	+6,5 ±0,001	+6,5	+6,5
3		Extremo más próximo del canal referido a la portadora de video (MHz)	−1,25	−1,25	−1,25	−1,25	−1,25	−1,25	−1,25	−1,25
4		Anchura nominal de la banda lateral principal (MHz)	4,2	4,2	5	5	5,5	6	6	6
5		Anchura nominal de la banda lateral parcialmente suprimida (MHz)	0,75	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	1,25
6	Mínima atenuación de la banda lateral parcialmente suprimida (dB en MHz) (6)		20 (−1,25) 42 (−3,58)	20 (−1,25) 42 (−3,5)	20 (−1,25) 20 (−3,0) 30 (−4,43) (7)	20 (−1,75) 20 (−3,0)	20 (−3,0) 30 (−4,43)	20 (−1,25) 30 (−4,33 ±0,1) (8) (9)	20 (−2,7) 30 (−4,3) ref.: 0 (+0,8)	15 (−2,7) 30 (−4,3) ref.: 0 (+0,8)
7	Tipo y polaridad de modulación de la imagen		C3F neg.	C3F neg.	C3F neg.	C3F neg.	C3F neg.	C3F neg.	C3F neg.	C3F pos.
8	Niveles de las señales radiadas (% de cresta de la portadora)	Nivel de sincronismo	100	100	100	100	100	100	100	< 6
		Nivel de supresión	72,5 a 77,5	72,5 a 77,5 (75 ± 2,5)	75 ± 2,5 (10)	72,5 a 77,5	76 ± 2	75 ± 2,5	75 ± 2,5	30 ± 2
		Diferencia entre el nivel del negro y el nivel de supresión	2,88 a 6,75 (26)	2,88 a 6,75	0 a 2 (nominal)	0 a 7	0 (nominal)	0 a 4,5 (11)	0 a 4,5	0 a 4,5
		Nivel máximo del blanco	10 a 15	10 a 15 (10 a 12,5)	10 a 12,5 (10) (12)	10 a 12,5	20 ± 2	10 a 12,5 (13) (14)	10 a 12,5	100 (≈ 110) (15)

Véanse las notas al final del cuadro.

CUADRO III *(continuación)*

N.°	Características	M	N (1)	B, G	H	I	D, K	K1	L
9	Tipo de modulación del sonido	F3E	F3E	F3E	F3E	F3E	F3E	F3E	A3E
10	Excursión de frecuencia (kHz)	± 25	± 25	± 50	± 50	± 50	± 50	± 50	
11	Preacentuación para la modulación (μs)	75	75	50	50	50	50	50	
12	Relación entre la PRA de la imagen y del sonido (primario) (16)	10/1 a 5/1 (17)	10/1 a 5/1	20/1 a 10/1 (3) (18) (19) (24)	5/1 a 10/1	5/1 10/1 (20) (25)	10/1 a 5/1 (21)	10/1	10/1 10/1-40/1 (27)
13	Precorrección de las características de retardo de grupo del receptor en frecuencias medias de video (ns) (véase también la fig. 3)	0	(1 MHz 0 ± 100 1 MHz 0 ± 100 1 MHz 0 ± 60)	(22)			(23a)		
14	Precorrección de las características de retardo de grupo del receptor en la frecuencia de la subportadora de color (ns) (véase la fig. 3)	−170 (nominal)	(+60 −170 −40)	−170 (nominal) (22)			(23b)		

(1) Los valores entre paréntesis se aplican al sistema N/PAL utilizado en Argentina.

(2) En Japón se utilizan los valores de +4,5 ± 0,001.

(3) En la República Federal de Alemania, Italia, los Países bajos y en Suiza se utiliza un sistema de dos portadoras de sonido, y la frecuencia de la segunda subportadora se sitúa a 242,1875 kHz por encima de la frecuencia de la primera portadora de sonido. La relación entre las p.r.a. imagen/sonido para esta segunda subportadora es de 100/1. En el Informe 795 se dan los detalles de este sistema. En Australia se utiliza un sistema similar para transmisiones de sonido estereofónico, con relaciones de potencia imagen/sonido de 20/1 y 100/1 para la primera y segunda portadoras de sonido respectivamente.

(4) Nueva Zelandia utiliza una portadora de sonido desplazada 5,4996 ± 0,0005 MHz con relación a la portadora de imagen.

(5) En Australia la portadora de sonido utilizada para las transmisiones monoportadoras de sonido puede estar desplazada 5,5 ± 0,005 MHz con respecto a la portadora de imagen.

(6) En algunos casos, los transmisores de baja potencia funcionan sin filtro de banda lateral residual.

(7) Para los sistemas B/SECAM y G/SECAM: 30 dB en −4,33 MHz, límites de ± 0,1 MHz.

(8) En ciertos países, miembros de la OIRT, se utilizan las especificaciones adicionales:
(a) no inferiores a 40 dB a −4,286 MHz ± 0,5 MHz,
(b) 0 dB de −0,75 MHz a +6,0 MHz,
(c) no inferiores a 20 dB a ± 6,375 MHz y frecuencias más grandes;
Referencia: 0 dB a +1,5 MHz.

(9) En la República Popular de China no se ha fijado todavía el valor de la atenuación en el punto (−4,33 ± 0,1).

([10]) Australia utiliza los niveles nominales de modulación especificados para el sistema I.

([11]) En la República Popular de China se han adoptado los valores 0 a 5.

([12]) Italia tiene previsto controlar el nivel máximo del blanco tras la ponderación de la señal de videofrecuencia por un filtro de paso bajo, de forma que sólo se tengan en cuenta las componentes espectrales de la señal capaces de producir en ciertos receptores un ruido entre portadoras cuando se excede el nivel nominal. Conviene continuar los estudios para hacer óptima la respuesta del filtro de ponderación que debe utilizarse.

([13]) La URSS ha adoptado el valor de 15 ± 2%.

([14]) Un nuevo parámetro, el «nivel de blanco con subportadora», se deberá especificar más adelante. Para este parámetro, la URSS ha adoptado el valor de 7 ± 2%.

([15]) El máximo nivel de blanco se refiere a una transmisión sin subportadora de color. La cifra entre paréntesis corresponde al valor de cresta de la señal transmitida, teniendo en cuenta la subportadora de color del sistema de televisión en blanco y negro respectivo.

([16]) Los valores que han de considerarse son:

- el valor medio cuadrático de la portadora en la cresta de la envolvente de modulación para la imagen. Para el sistema L, sólo debe considerarse la señal de luminancia (véase la nota ([15]) anterior);
- el valor medio cuadrático de la portadora sin modular para el sonido modulado en amplitud o en frecuencia.

([17]) En Japón se utiliza una relación de 1/0,15 a 1/0,35. En los Estados Unidos de América, la potencia radiada aparente (p.r.a.) de la portadora de sonido no debe exceder del 22% de la p.r.a. máxima de imagen autorizada.

([18]) La Administración austriaca puede seguir utilizando una relación de potencia de 5/1, en caso necesario.

([19]) Los estudios recientemente efectuados en la India [CCIR, 1982-86f] confirman la conveniencia de utilizar una relación entre las p.r.a. imagen/sonido de 20/1. Esta relación permite aún la introducción de una segunda portadora de sonido.

([20]) En la República Sudafricana y en el Reino Unido se utiliza la relación 10/1.

([21]) En la República Popular de China se ha adoptado el valor 10/1.

([22]) En la República Federal de Alemania y en los Países Bajos, la corrección para las características de retardo de grupo del receptor se efectúa conforme a la curva B de la fig. 3*a)*. Las tolerancias se indican en el cuadro que aparece debajo de la fig. 3*a)*. En [CCIR, 1966-69], se informa que España emplea la curva A. Los países de la OIRT que utilizan los sistemas B/SECAM y G/SECAM emplean la precorrección de 90 ns en las frecuencias medias de video. En Suecia, la precorrección es de 0 ± 40 ns hasta 3,6 MHz; a 4,43 MHz, la precorrección es de −170 ± 20 ns y a 5 MHz es de −350 ± 80 ns. En Nueva Zelandia, la precorrección aumenta linealmente de 0 ± 20 ns en 0 MHz a 60 ± 50 ns en 2,25 MHz, sigue la curva A de la fig. 3*a)* de 2,25 MHz a 4,43 MHz y disminuye después linealmente hasta −300 ± 75 ns en 5 MHz. En Australia, la precorrección nominal sigue la curva A hasta 2,5 MHz y disminuye luego a 0 ns a 3,5 MHz, −170 ns a 4,43 MHz y −280 ns a 5 MHz. De acuerdo con los estudios efectuados en la India sobre los receptores, la preigualación del retardo de grupo del receptor que se propone adoptar en la India a 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz, 4,43 MHz y 4,8 MHz es de +125 ns, +150 ns, +142 ns, −75 ns y −200 ns respectivamente.

En Dinamarca, la precorrección a 0, 0,25, 1,0, 2,0, 3,0, 3,8, 4,43 y 4,8 MHz son 0 +5, +53, +75, +75, 0, -170 y -400 ns.

([23a]) Sin determinarse aún. La República Socialista Checoslovaca propone +90 ns (valor nominal).

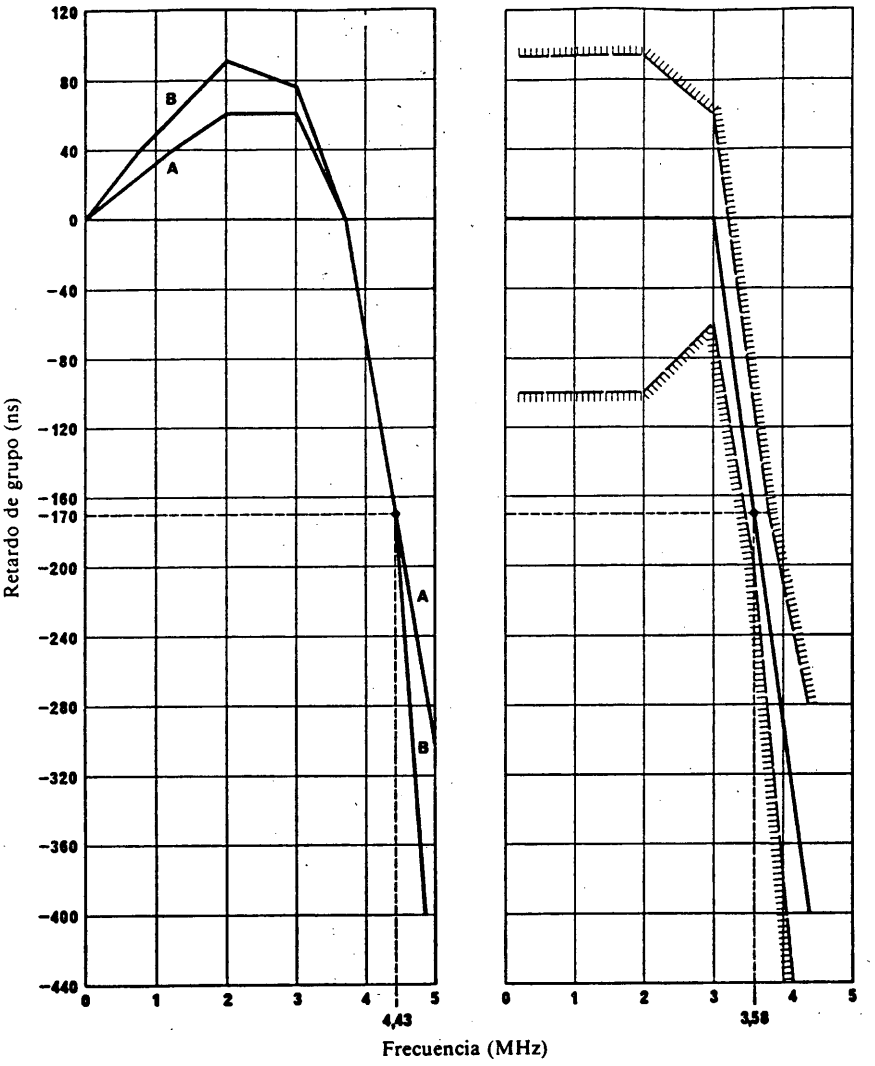
([23b]) Sin determinarse aún. La República Socialista Checoslovaca propone +25 ns (valor nominal).

(24) En Dinamarca, Finlandia, Nueva Zelandia, Suecia y España se utiliza un sistema de dos portadoras de sonido. En Islandia y Noruega se está introduciendo el mismo sistema. La segunda portadora se sitúa a 5,85 MHz por encima de la portadora de imagen utilizando la modulación MDP-4 D con un múltiplex de sonido y datos a 728 kbit/s capaz de transportar dos canales de sonido. Las relaciones entre potencias de imagen/sonido son 20/1 y 100/1 para la primera y la segunda portadora, respectivamente. Para más información, véase la Recomendación 707 y los Informes 795 y 1214.

(25) En el Reino Unido, se utiliza un sistema de dos portadoras de sonido. La frecuencia de la segunda portadora de sonido se sitúa a 6,552 MHz por encima de la frecuencia de la portadora de imagen utilizando la modulación MDP-4 D con un multiplex de sonido y datos de 728 kbit/s para transportar dos canales de sonido. La relación entre las PRA de imagen y de sonido para la segunda portadora es 100/1. En el Informe 795 figura más información sobre este sistema.

(26) En Japón se han adoptado valores de 0 a 6,75.

(27) En Francia, es experimental.



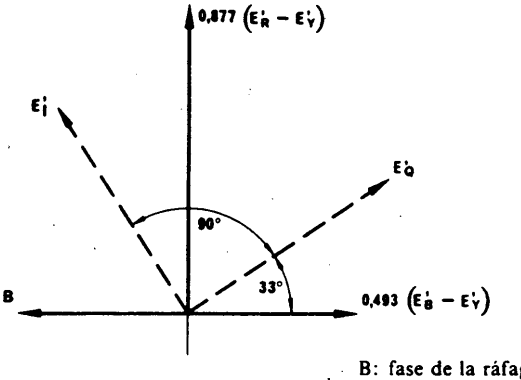
a) Sistemas B/PAL y G/PAL
(Véase el cuadro III ([22]))

b) Sistemas M/PAL y M/NTSC

FIGURA 3 – *Curva de corrección previa de las características de retardo de grupo del receptor*

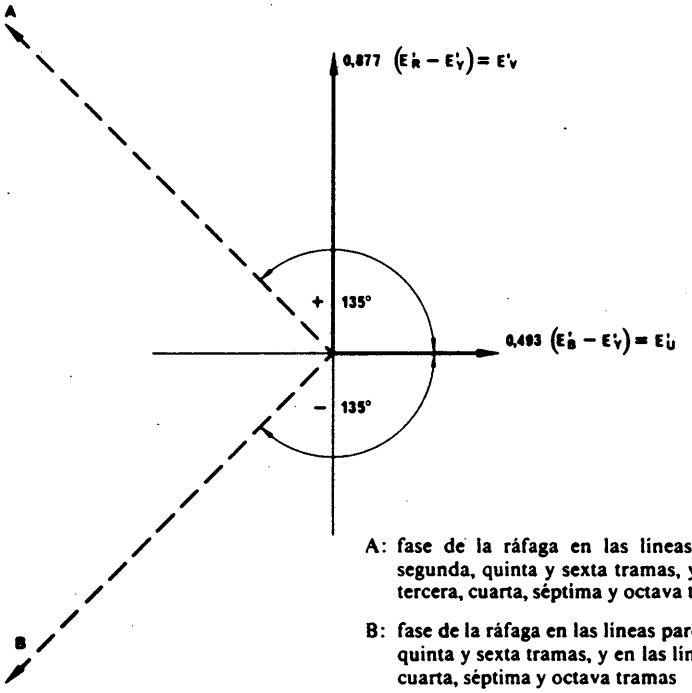
Valores y tolerancias precisos (ns)

Frecuencia (MHz)	Curva A	Curva B
0,25		+ 5 ± 0
1,00	+ 30 ± 50	+ 53 ± 40
2,00	+ 60 ± 50	+ 90 ± 40
3,00	+ 60 ± 50	+ 75 ± 40
3,75	0 ± 50	0 ± 40
4,43	− 170 ± 35	− 170 ± 40
4,80	− 260 ± 75	− 400 ± 90



B: fase de la ráfaga

a) Sistema NTSC



A: fase de la ráfaga en las líneas impares de la primera, segunda, quinta y sexta tramas, y en las líneas pares de la tercera, cuarta, séptima y octava tramas

B: fase de la ráfaga en las líneas pares de la primera, segunda, quinta y sexta tramas, y en las líneas impares de la tercera, cuarta, séptima y octava tramas

b) Sistema PAL

FIGURA 4 – *Ejes de crominancia y fase de la ráfaga*

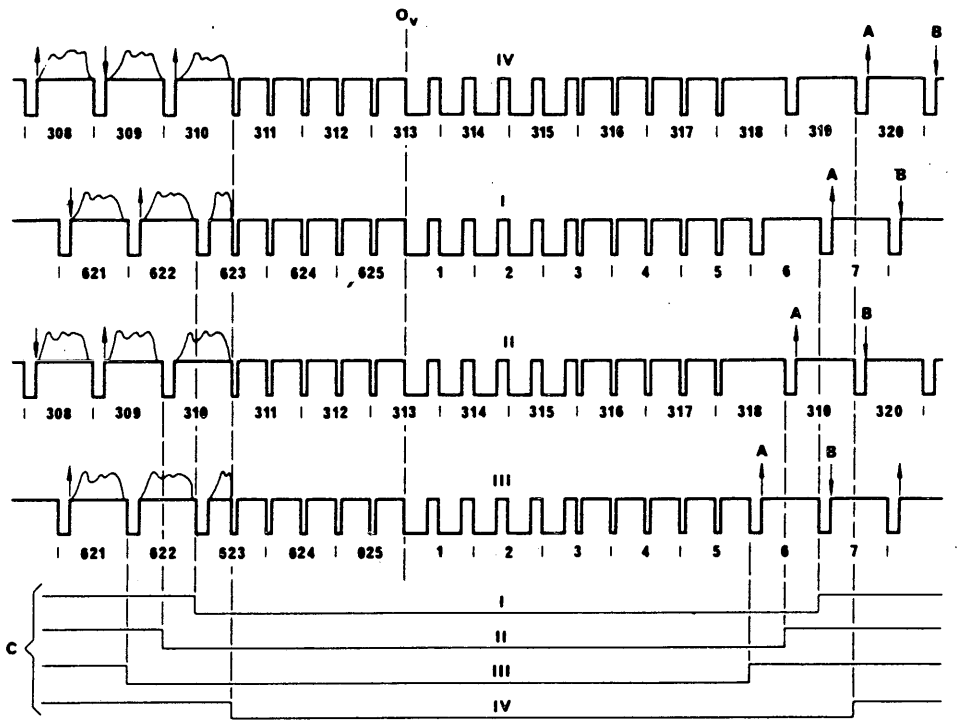


FIGURA 5a – *Secuencia de supresión de la ráfaga en los sistemas B, G, H, I/PAL*

O_V: referencia de sincronismo de trama

I, II, III, IV: primera y quinta, segunda y sexta, tercera y séptima, cuarta y octava tramas (véase el punto 2.16 del cuadro II)

A: fase de la ráfaga; valor nominal + 135°

B: fase de la ráfaga; valor nominal – 135°

C: intervalos de supresión de la ráfaga

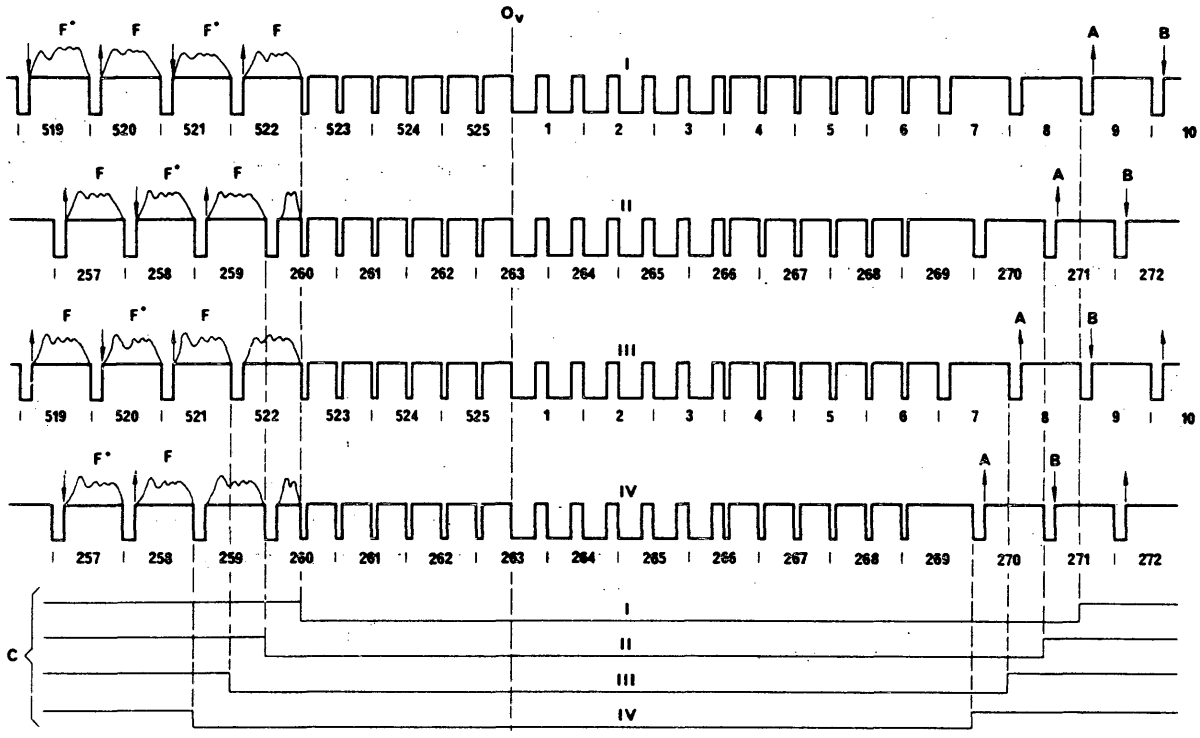


FIGURA 5b – *Secuencia de supresión de la ráfaga en el sistema M/PAL*

O_V: referencia de sincronismo de trama

I, II, III, IV: primera y quinta, segunda y sexta, tercera y séptima, cuarta y octava tramas (véase el punto 2.16 del cuadro II)

A: fase de la ráfaga; valor nominal +135°

B: fase de la ráfaga; valor nominal −135°

C: intervalos de supresión de la ráfaga

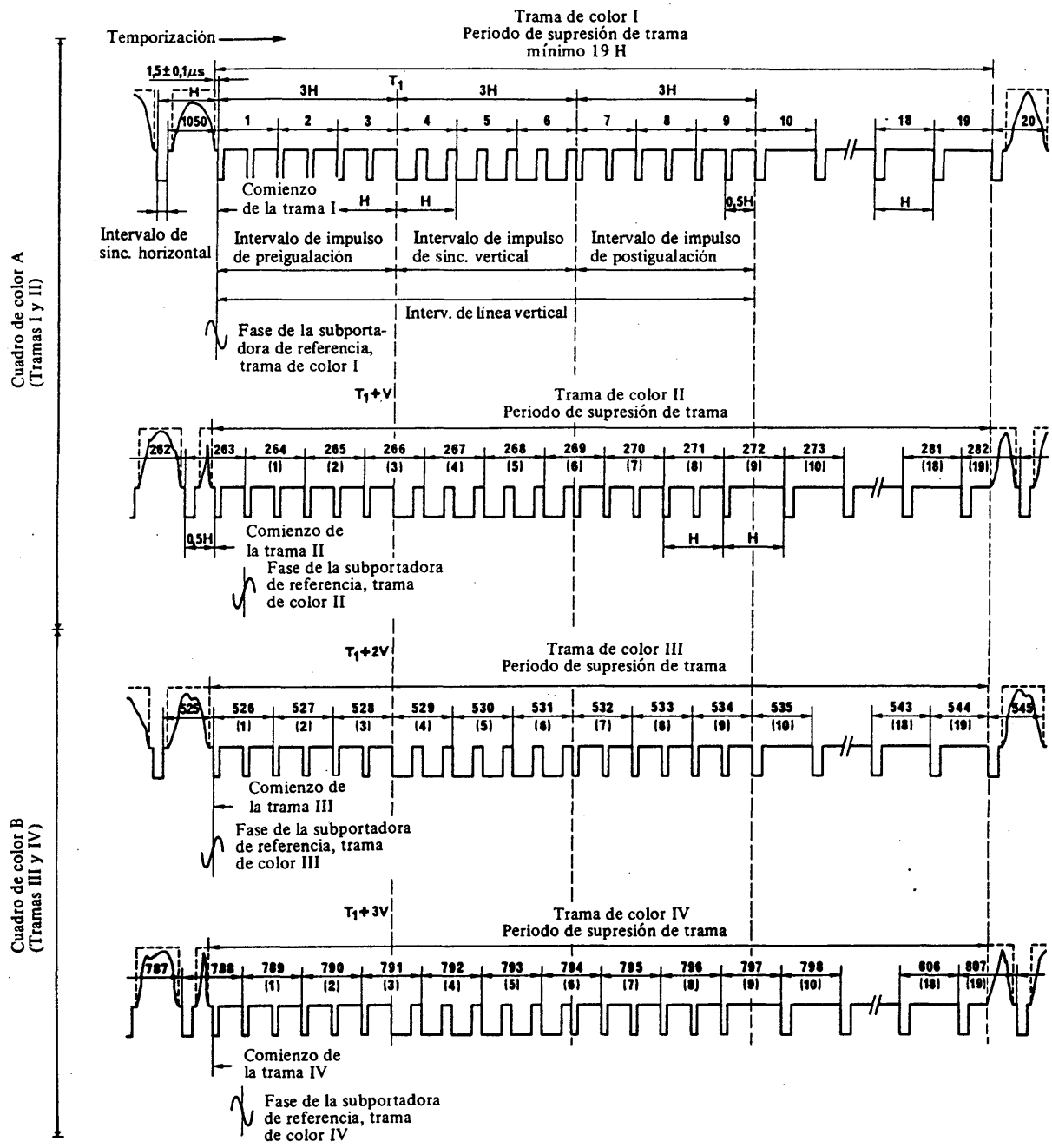


FIGURA 5c – *Secuencia de supresión de la ráfaga en el sistema M/NTSC*

Nota. – La numeración de líneas especificas sigue la nueva práctica establecida. Los números de líneas entre paréntesis ( ) representan un método alterno de numeración de líneas utilizado para algunos sistemas en ciertos países.

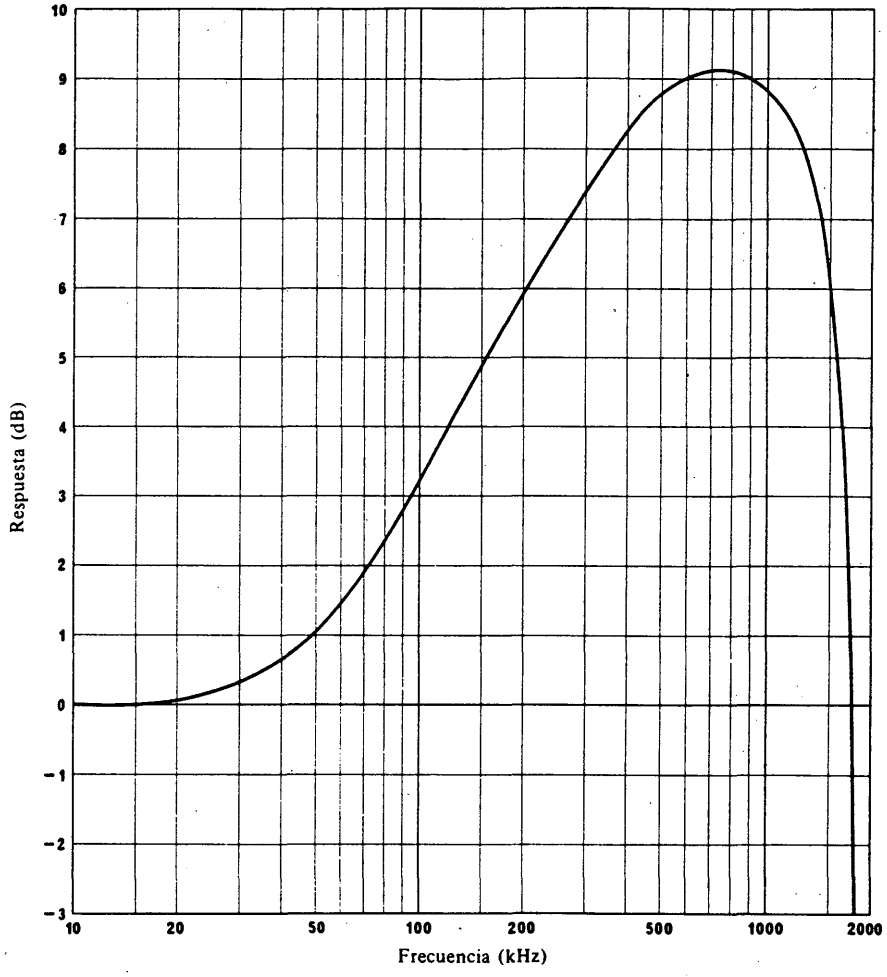


FIGURA 6 – *Función de transferencia nominal resultante del circuito de precorrección de frecuencias de video, $A_{BF}(f)$, y del filtro de paso bajo (véase el N.° 2.7 del cuadro II)*

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

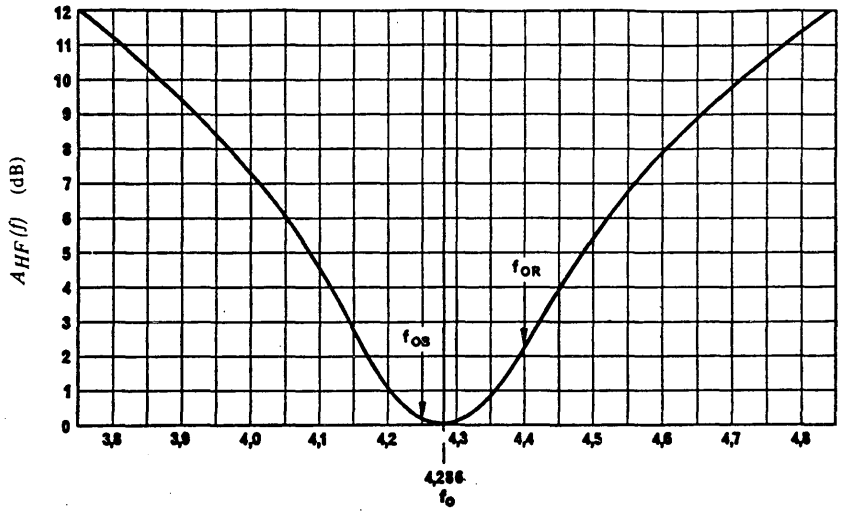


FIGURA 7 – *Curva de atenuación de la corrección de frecuencia $A_{HF}(f)$*

Las desviaciones con relación a la curva nominal fuera del punto f_0 no deben exceder de ± 0,5 dB.

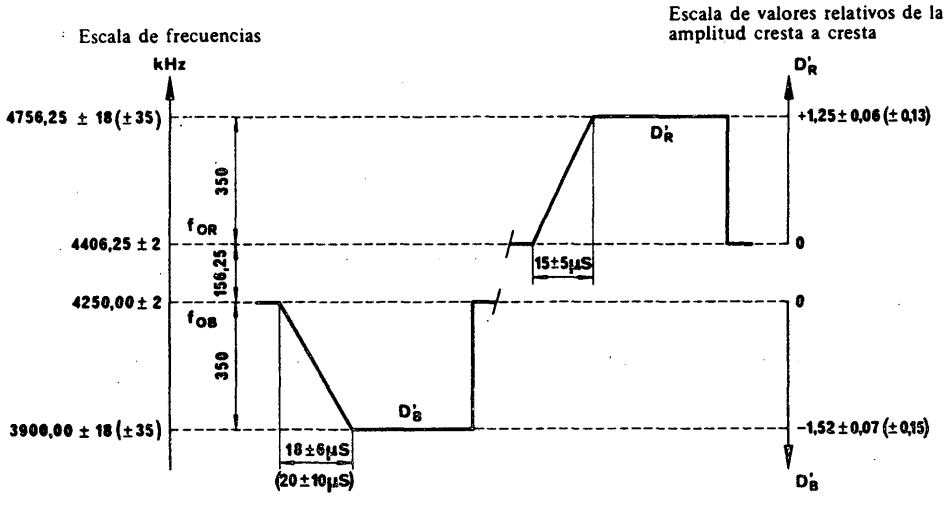


FIGURA 8 – *Forma de las señales de video correspondientes a las señales de sincronización de crominancia*

El valor unidad representa la amplitud de la señal de luminancia entre el nivel de supresión y el nivel de blanco.
Provisionalmente se admite ampliar las tolerancias hasta los valores indicados entre paréntesis.

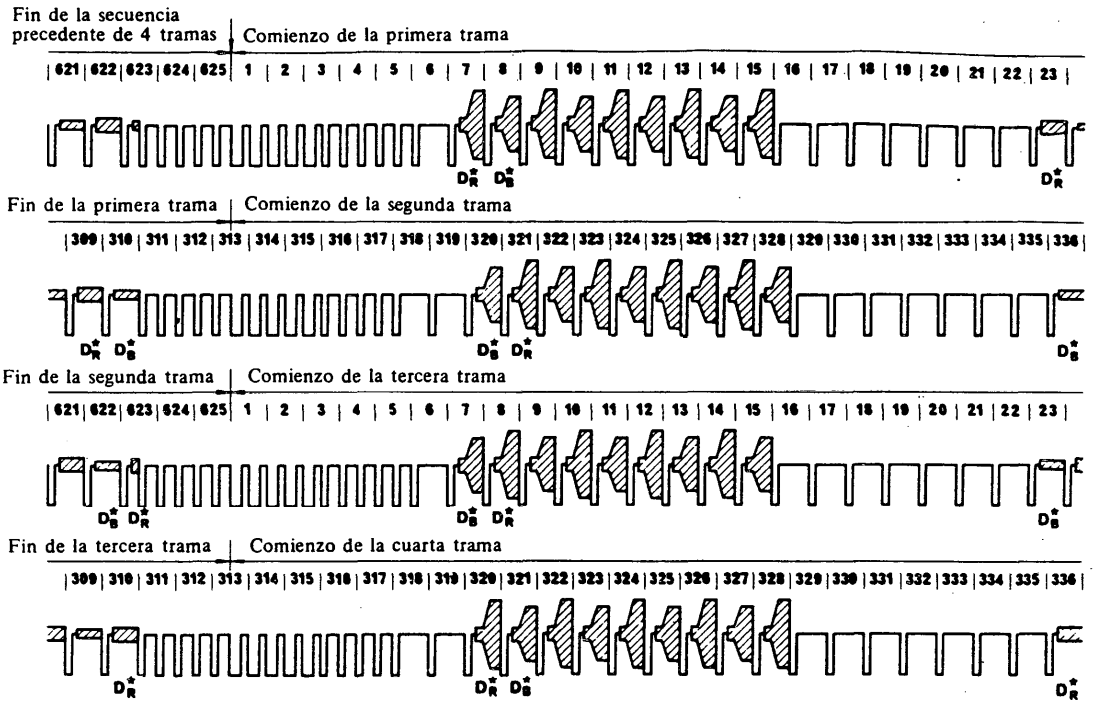


FIGURA 9 – *Secuencia de las señales D_R^* y D_B^* en cuatro tramas consecutivas*

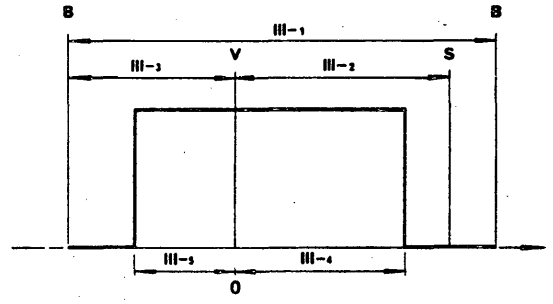


FIGURA 10 – *Significado de los números 1 a 5 del cuadro III*

B : límites del canal
V : portadora de imagen
S : portadora de sonido

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/170 (España).

[1978-82]: 11/251 (UER).

[1982-86]: **a.** 11/286 (URSS); **b.** 11/273 (Reino Unido); **c.** 11/365 (Australia); **d.** 11/376 (Alemania (República Federal de)); **e.** 11/297 (Francia); **f.** 11/397 (India).

[1986-90]: 11/64 (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

BENSON, K. B. [enero de 1977] EIA recommended practice for horizontal sync., horizontal blanking and burst timing in TV broadcasting. *JSMPTE*, Vol. 86, 1, parte 1.

VAN DAEL, J. W. [diciembre de 1978] Disturbances occuring at edits on PAL 625-line video tapes. *EBU Rev. Tech.*, 172, 265-281.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/136 (Reino Unido); XI/194 (Paises Bajos).

[1970-74]: 11/1 (UER); 11/63 (Estados Unidos de América); 11/276 (Alemania (República Federal de)).

[1974-78]: 11/54 (OIRT); 11/440 (OIRT).

ANEXO I

SISTEMAS UTILIZADOS EN DISTINTOS PAÍSES/ZONAS GEOGRÁFICAS

Explicación de los símbolos empleados en la lista:

* : en proyecto (con o sin indicación de la norma);

– : aún no está en proyecto o se carece de datos;

/ : la abreviatura que sigue a la barra indica el sistema de transmisión de color utilizado (NTSC, PAL o SECAM).

(Las cifras entre paréntesis se refieren a notas que siguen a la lista.)

Nota del Director del CCIR. – La información que se ha recibido después de la XVI Asamblea Plenaria se incorporó posteriormente en la Secretaría del CCIR (véase la nota 11).

País/Zona geográfica	Sistema empleado en las bandas:	
	I/III Radiodifusión en ondas métricas (banda 8)	IV/V Radiodifusión en ondas decimétricas (banda 9)
Afganistán (República Democrática del)	D/SECAM	–
Argelia (República Argelina Democrática y Popular)	B/PAL (8)	G/PAL (8)
Alemania (República Federal de)	B/PAL (12)	G/PAL (12)
Angola (República Popular de)	I/PAL (8)	I/PAL* (8)
Antillas Neerlandesas	M	–
Arabia Saudita (Reino de)	B/SECAM, PAL (8)	G/SECAM (8)
Argentina (República)	N/PAL	N/PAL
Australia	B/PAL (11)	B/PAL (11)
Austria	B/PAL	G/PAL (1)
Bahrein (Estado de)	B/PAL	G/PAL
Bangladesh (República Popular de)	B/PAL	–
Bélgica	B/PAL	H/PAL
Benin (República Popular de)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM (8)
Bermudas	M/NTSC	–
Birmania (República Socialista de la Unión de)	M/NTSC	–
Bolivia (República de)	M/NTSC	M/NTSC
Botswana	I/PAL (8)	I/PAL* (8)
Brasil (República Federativa del)	M/PAL	M/PAL
Brunei (Darussalam)	B/PAL	–
Bulgaria (República Popular de)	D/SECAM	K/SECAM
Burkina Faso	K1/SECAM (8)	K1*/SECAM (8)
Burundi (República de)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Camerún (República del)	B/PAL	G*/PAL
Canadá	M/NTSC	M/NTSC
Cabo Verde (República de)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Centroafricana (República)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Chile	M/NTSC	M/NTSC
China (República Popular de)	D/PAL	D/PAL
Chipre (República de)	B/SECAM	G/SECAM
Colombia (República de)	M/NTSC	M*
Comoras (República Federal Islámica de las)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Congo (República Popular del)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Corea (República de)	M/NTSC	M/NTSC
Costa Rica	M/NTSC	M/NTSC
Côte d'Ivoire (República de)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM*(8)
Cuba	M/NTSC	M/NTSC
Dinamarca (incluidas Groenlandia y las Islas Feroe)	B/PAL (13)	G/PAL (13)
Djibouti (República de)	B/SECAM (8)	– (8)
Egipto (República Árabe de)	B/SECAM (8)	G/SECAM (8)
El Salvador (República de)	M/NTSC	
Emiratos Árabes Unidos	B/PAL	G/PAL
España	B/PAL (13)	G/PAL (13)
Estados Unidos de América	M/NTSC	M/NTSC
Etiopía	B,G/PAL (8)	G/PAL* (8)
Finlandia	B/PAL (13)	G/PAL (13)
Francia	L/SECAM (7)(14)	L/SECAM (7)(14)
Gabonesa (República)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM*(8)
Gambia (República de)	I/PAL (8)	I/PAL* (8)
Ghana	B/PAL (8)	B/PAL* (8)
Gibraltar	B/PAL	G/PAL
Grecia	B/SECAM	G /SECAM
Guinea (República de)	K1/SECAM, PAL*(8)	K1/PAL* (8)
Guinea-Bissau (República de)	I/PAL* (8)	I/PAL* (8)
Guinea Ecuatorial (República de)	B/PAL (8)	G/PAL* (8)
Hong Kong	–	I/PAL
Húngara (República Popular)	D/SECAM	K/SECAM
India (República de)	B/PAL	–
Indonesia (República de)	B/PAL	–
Irán (República Islámica del)	B/SECAM	G/SECAM
Irán (República Islámica del)	B,G/SECAM(8)	G/SECAM* (8)

País/Zona geográfica	Sistema empleado en las bandas:	
	I/III Radiodifusión en ondas métricas (banda 8)	IV/V Radiodifusión en ondas decimétricas (banda 9)
Irlanda	I/PAL (3)	I/PAL (3)
Islandia	B/PAL (13)	G* (13)
Israel (Estado de)	B/PAL	G/PAL (5)
Italia	B/PAL (12)	G/PAL (12)
Jamaica	N	–
Japón	M/NTSC	M/NTSC
Jordania (Reino Hachemita de)	B	G*
Kenya (República de)	B/PAL (8)	B,G/PAL* (8)
Kuwait (Estado de)	B/PAL (8)	G/PAL*. (8)
Lesotho (Reino de)	I*/PAL (8)	I*/PAL (8)
Liberia (República de)	B/PAL (8)	G/PAL* (8)
Libia (Jamahiriya Árabe Libia Popular Socialista)	B,G/PAL (8)	B,G/PAL* (8)
Luxemburgo	B/PAL	G/PAL, L/SECAM
Madagascar (República Democrática de)	K1* (8)	K1/SECAM* (8)
Malasia	B/PAL	G/PAL
Malawi	B*/PAL (8)	I/PAL*. (8)
Maldivas (República de)	B/PAL	–
Malí (República del)	B/SECAM (8)	G/SECAM* (8)
Malta (República de)	B/PAL	–
Marruecos (Reino de)	B,G/SECAM	G/SECAM (8)
Mauricio	B,G/SECAM	B,G/SECAM*
Mauritania (República Islámica de)	B/SECAM (8)	B/SECAM* (8)
México	M/NTSC	M/NTSC
Mónaco	L/SECAM	G/PAL, G/SECAM
Mongolia (República Popular de)	D/SECAM	–
Montserrat	M/NTSC	–
Mozambique (República Popular de)	G/PAL* (8)	G/PAL (8)
Namibia	I/PAL (8)	I/PAL (8)
Níger (República del)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM (8)
Nigeria (República Federal de)	B/PAL (8)	I/PAL* (8)
Noruega	B/PAL (13)	G/PAL. (13)
Nueva Zelandia	B/PAL (13)(10)	G/PAL (13)(10)
Omán (Sultanía de)	B/PAL	G/PAL
Uganda (República de)	B/PAL (8)	– (8)
Pakistán (República Islámica de)	B/PAL	G/PAL
Panamá (República de)	M/NTSC	M*/NTSC
Países Bajos (Reino de los)	B/PAL (12)	G/PAL (12)
Papua Nueva Guinea	B/PAL	G/PAL
Perú	M/NTSC	M/NTSC
Polonia (República Popular de)	D/SECAM	K/SECAM
Portugal	B/PAL	G/PAL
Qatar (Estado de)	B/PAL	G/PAL
República Árabe Siria	B/PAL	G/PAL
República Democrática Alemana	B/SECAM	G/SECAM
República Popular Democrática de Corea	D/PAL	K/PAL
Rumania (República Socialista de)	D/PAL	K/PAL
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	– (4)	I/PAL (13)
Ruandesa (República)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
San Cristóbal y Nieves	M/NTSC	–
Santo Tomé y Príncipe (República Democrática de)	B/PAL (8)	– (8)
Senegal (República del)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM*(8)
Seychelles	B/PAL (8)	– (8)
Sierra Leona	B/PAL (8)	G/PAL* (8)
Singapur (República de)	B/PAL	G*/PAL (9)
Somalí (República Democrática)	B/PAL (8)	G/PAL* (8)
Sudán (República del)	B/PAL (8)	G/PAL* (8)

País/Zona geográfica	Sistema empleado en las bandas:	
	I/III Radiodifusión en ondas métricas (banda 8)	IV/V Radiodifusión en ondas decimétricas (banda 9)
Sri Lanka (República Socialista Democrática de)	B	–
Sudafricana (República)	I/PAL	I/PAL
Suecia	B/PAL (13)	G/PAL (13)
Suiza (Confederación)	B/PAL	G/PAL (6)
Suriname (República de)	M/NTSC	–
Tanzania (República Unida de)	I/PAL (8)	I/PAL (8)
Chad (República del)	K1/SECAM*(8)	K1/SECAM*(8)
Checoslovaca (República Socialista)	D/SECAM	K/SECAM
Tailandia	B/PAL	G/PAL*
Togolesa (República)	K1/SECAM (8)	K1/SECAM* (8)
Túnez	B/SECAM, PAL (2)	G/SECAM, PAL (2)
Turquía	B/PAL	G/PAL
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas	D/SECAM	K/SECAM
Uruguay (República Oriental del)	N/PAL	–
Venezuela (República de)	M	–
Viet Nam (República Socialista de)	D/SECAM	K/SECAM
Yemen (República Arabe del)	B/PAL (8)	G/PAL* (8)
Yemen (República Democrática Popular del)	B/PAL (8)	— (8)
Vírgenes Británicas (Islas)	M/NTSC	–
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)	B/PAL	G/PAL
Zaire (República del)	K1/SECAM (8)	K/SECAM* (8)
Zambia (República de)	G/PAL* (8)	G/PAL* (8)
Zimbabwe (República de)	G/PAL* (8)	G/PAL* (8)

Nota 1 – Austria se reserva el derecho de utilizar eventualmente portadoras adicionales de sonido moduladas en frecuencia en la banda comprendida entre 5,75 y 6,75 MHz con relación a la portadora de imagen.

Nota 2 – En Túnez se utiliza el sistema SECAM para la difusión de programas nacionales; para la reemisión de otros programas se utiliza el sistema PAL.

Nota 3 – Se utilizará el sistema I en todas las estaciones pero con una relación imagen/sonido de hasta 10/1. Además, Irlanda se reserva el derecho de utilizar una portadora de sonido adicional en la banda comprendida entre 5,5 MHz y 6,75 MHz con respecto a la portadora de imagen.

Nota 4 – El Reino Unido ha cesado de utilizar las Bandas I y III para radiodifusión de televisión.

Nota 5 – Este país no ha tomado todavía decisión definitiva sobre la anchura de la banda lateral residual, pero, a los fines de planificación, estima conveniente utilizar el valor de 1,25 MHz.

Nota 6 – La Administración suiza tiene prevista la utilización ulterior de portadoras de sonido suplementarias moduladas en frecuencia en el espacio comprendido entre 5,5 y 6,5 MHz con relación a la portadora de imagen, con niveles inferiores o iguales al nivel normal de la portadora de sonido, para acompañamientos sonoros adicionales o transmisión de radiodifusión sonora.

Nota 7 – En los departamentos y territorios de ultramar de Francia se utiliza el sistema K1 en vez del L/SECAM empleado en la parte metropolitana.

Nota 8. - Esta información se ha tomado del fichero preliminar de necesidades presentado por las administraciones afectadas a la UIT para la preparación de la Conferencia sobre planificación de la televisión africana (AFBC(2)). Es posible que en algunos casos, transmisores que utilizan sistemas diferentes a los indicados en el fichero de necesidades, continúen en explotación durante un periodo de transición.

Nota 9 – Singapur se reserva el derecho de utilizar canales de sonido adicionales de modulación de frecuencia en la banda comprendida entre 5,5 y 6,5 MHz, en relación con la portadora de imagen, para canales adicionales de sonido en radiodifusión sonora.

Nota 10 – En Nueva Zelandia, los niveles de modulación son idénticos a los del sistema I.

Nota 11 – Australia utiliza niveles nominales de modulación de conformidad con valores especificados para el Sistema I. En el caso de transmisiones de sonido estereofónico, se utiliza una portadora m.f. adicional similar al sistema utilizado en la República Federal de Alemania.

Nota 12 - La República Federal de Alemania, Italia y los Países Bajos utilizan una portadora m.f. adicional para la transmisión de sonido estereofónico o dos canales.

Nota 13 - Dinamarca, España, Finlandia, Islandia, Noruega, Nueva Zelandia, Reino Unido y Suecia han aprobado la utilización de una portadora digital adicional para la transmisión de sonido estereofónico o multicanal.

Nota 14 - En Francia, se está estudiando la utilización de una portadora digital adicional para la transmisión de sonido estereofónico o multicanal.

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1986-90]: 11/41 (Reino Unido), 11/44 (Suecia), 11/64 (Japón), 11/79 (Francia), 11/80 (Francia), 11/142 (Países Bajos).

ANEXO II

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA SECAM IV DE TELEVISIÓN EN COLOR

1. Señales transmitidas

El sistema SECAM IV es compatible con los sistemas de televisión en blanco y negro de 625 líneas, excepción hecha del sistema N. La señal de luminancia se obtiene a partir de señales primarias corregidas en gamma E'_R, E'_G, E'_B, y corresponde a la relación:

$$E'_Y = 0{,}30\ E'_R + 0{,}59\ E'_G + 0{,}11\ E'_B$$

La información de color se transmite mediante dos señales de diferencia de color:

$$D'_R = \frac{1}{1{,}14}\ (E'_R - E'_Y)$$

$$D'_B = \frac{1}{2{,}03}\ (E'_B - E'_Y)$$

La banda de frecuencias de las señales de diferencia de color ocupa, antes de la modulación, más de 1,5 MHz.

2. Procedimiento de transmisión

Las señales de diferencia de color se transmiten por modulación de una subportadora y se diferencian de una línea a otra como sigue:

Señal transmitida durante una de las líneas

$$E_{S1} = \left\{\sqrt{D'^2_B + D'^2_R} + E_p\right\} \cos\left[\omega_0 t + \varphi\ (t)\right]$$

Señal transmitida durante la línea siguiente

$$E_{S2} = \{\sqrt{D_R'^2 + D_B'^2} + E_p\} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

donde:

E_p es una tensión continua igual al 10% del valor máximo de la señal, y

$$\varphi(t) = \text{arc tg}\,(D'_B/D'_R)$$

3. Frecuencia de la subportadora de color

La frecuencia de la subportadora de color es igual a: $f_0 = 4{,}43361875$ MHz. Está relacionada con la frecuencia de barrido de línea, $f_H = 15\,625$ Hz, por la siguiente relación:

$$f_0 = (284 - 1/4)\, f_H + 25 \text{ Hz}.$$

4. Señal de sincronización de color

La sincronización del conmutador del receptor se obtiene mediante señales de sincronización transmitidas con la señal completa de video. Representan seis trenes de ondas de la subportadora de color y la duración de cada tren de ondas es de unos 40 µs. Se transmiten durante los retornos de trama en la 6.ª a 11.ª líneas de la primera trama y en las 319.ª a 324.ª líneas de la segunda trama. Durante las líneas pares, la fase de la subportadora en el tren de ondas es $\varphi = 90°$ y en todas las líneas impares $\varphi = 180°$. La amplitud de cada tren de ondas es igual al 30% de la señal completa E'_Y medida entre los niveles del blanco y del negro.

5. Procedimiento de recepción

Las señales de diferencia de color D'_R y D'_B se obtienen por multiplicación de las señales transmitidas $E_{(2n+1)}$ y E_{2n}, retardándose cada señal a su vez, una duración de línea. El nivel de la señal E_{2n} debe ser 10 a 20 veces superior al de la señal $E_{(2n+1)}$.

Con objeto de obtener en cada línea la polaridad correcta para las señales E'_{R-Y} y E'_{B-Y}, se emplea un conmutador que funciona con la periodicidad de las líneas.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

INFORME 1077-1

SISTEMAS DE TELEVISIÓN MEJORADA CON FORMATO DE IMAGEN DE 4:3

(Cuestión 42/11)

(1986-1990)

1. Introducción

Desde la aparición de la televisión electrónica, la técnica ha experimentado una evolución continua, que ha producido grandes mejoras en la calidad de las imágenes presentadas al espectador. Con la introducción del color se dió un gran paso. La nueva tecnología digital ofrece posibilidades de almacenamiento, filtrado y procesamiento que permitirán aplicar normas diferentes para la exploración de la imagen en el origen, en la emisión y en la visualización, lo que permitirá obtener una mejor calidad que con los sistemas de televisión clásicos. Los nuevos medios de distribución, con mayor anchura de banda, tales como los satélites de radiodifusión, harán posibles nuevos servicios con mayor definición y formatos de imagen más anchos.

2. Definición de términos

El término televisión mejorada designa una variedad de mejoras aplicables a sistemas de transmisión de televisión de 525/60 y 625/50 que proporcionan un formato de imagen de 4:3 o más ancho, ya sea sin modificación de las normas de emisión o con nuevas normas.

El término televisión mejorada se utiliza en este caso para abarcar todos los sistemas de televisión (de la fuente a la visualización) no tratados en los Informes 624 (Sistemas de televisión clásicos) y 801 (Televisión de alta definición). Se señala que el formato de señal puede cambiar en las diferentes partes de la cadena de señales.

Los sistemas de televisión mejorada pueden clasificarse de acuerdo con los siguientes parámetros:

Formato de imagen - Formato de imagen normal (4:3) o formato más ancho (por ejemplo, 16:9). En este Informe se describen las mejoras que no conllevan un formato de imagen más ancho. Los sistemas con formato de imagen más ancho se describen en el Informe 1220 .

Estructura de la señal - Compuesta (tipo NTSC, PAL o SECAM) o de componentes (por ejemplo, sistemas MAC).

Debe señalarse que no existe una definición clara de alguno de los términos ampliamente utilizados en la descripción de sistemas de televisión mejorada. Por ejemplo;

Compatibilidad: Son posibles varios grados de compatibilidad. Esta gama comprende desde la compatibilidad total con los sistemas existentes, pasando por sistemas que comparten los mismos formatos de exploración, hasta sistemas que no tienen compatibilidad directa con los sistemas existentes. La compatibilidad puede aplicarse también solamente a parte de los sistemas, por ejemplo, compatibilidad del receptor.

Resolución: Los sistemas de televisión mejorada no entrañan necesariamente una mayor resolución; en algunas circustancias, la resolución puede reducirse como resultado de otras mejoras, tales como un formato de imagen más ancho.

3. Sectores en que podría mejorarse el formato 4:3

Se espera mejorar la calidad de los sistemas de la televisión clásicos en los sectores enumerados a continuación, todos los cuales contribuyen, en diferente grado, a proporcionar la calidad general de la imagen de televisión recibida:

- distorsión por repliegue del espectro (efecto alias) generada por el proceso de exploración;
- efectos recíprocos entre la luminancia y la diferencia de color;
- capacidad de procesamiento de la señal;
- generación de moiré y distorsión no lineal de la señal en los magnetoscopios;
- insensibilidad a las degradaciones debidas a la transmisión;
- técnicas de decodificación y visualización en el receptor.

4. Mejora que ofrecen los diversos formatos de la señal

4.1 *Formatos para señales compuestas*

Los formatos de las señales compuestas utilizados en los sistemas NTSC, PAL y SECAM adolecen de una degradación perceptible de la señal debido a la influencia recíproca entre las señales de color y de luminancia. Pueden lograrse mejoras importantes de la calidad utilizando filtros de separación multidimensionales basados en memorias de línea o memorias de imagen. Un filtrado previo complementario de la señal video antes de la codificación del color permitiría mejorar aún más la calidad de la imagen.

En [Khleborodov, 1971; Wendland, 1979; Clarke, 1981; Jackson y Tan, 1981; Tonge, 1981; Schönfelder, 1983] se examinan métodos para realizar algunas de estas mejoras.

En Inglaterra la BBC (British Broadcasting Corporation) hizo demostraciones del empleo de memorias de imágenes para la decodificación PAL en una reunión conjunta UER/SMPTE celebrada en Londres en abril de 1980 [Clarke, 1981] y de los efectos de los métodos de separación de las señales de luminancia y crominancia que se adapten al movimiento, en la Convención Internacional de Radiodifusión (International Broadcast Convention (IBC)) en 1982 [Clarke, 1982].

En el Simposio Internacional de Televisión de Montreux de 1983, Philips demostró la calidad de imagen que se puede obtener utilizando memorias de trama en el receptor para procesar las señales PAL convencionales.

Aplicando un filtrado adecuado antes de la visualización, pueden lograrse otras mejoras en la resolución vertical efectiva mediante el filtrado en la fuente. El denominado efecto de Kell, que resulta de un exceso de margen de Nyquist en el muestreo (exploración) vertical de la imagen que debe tenerse en cuenta en la cámara para evitar el efecto alias, reduce la resolución vertical efectiva de un sistema de televisión.

Estudios realizados en la República Federal de Alemania han demostrado que el sobremuestreo (exploración a velocidad de línea doble) en la cámara, seguido de filtrado vertical y corrección de la apertura, y después de submuestreo (selección de líneas alternas) para la transmisión puede aumentar el factor de Kell hasta una magnitud que se aproxima a la unidad, aumentando así la resolución vertical eficaz de un sistema de televisión en un factor del 30 al 40%. Cuando esta técnica se combina con el filtrado en la visualización (§ 6) deberá ser posible un aumento mucho mayor de la resolución vertical [Wendland, 1979].

En [Tonge, 1981] se presentan los aspectos teóricos del filtrado en la fuente y en la visualización.

En numerosas publicaciones de Estados Unidos, Japón y otros países se ha informado sobre las investigaciones realizadas para mejorar el sistema NTSC que utiliza señales compuestas. Algunas de estas ideas son aplicables al sistema PAL y en los institutos de investigación europeos se está trabajando sobre ellas.

En Japón, un sistema de televisión mejorada compatible NTSC, conocido como EDTV-1 y que se describe en [CCIR, 1986-90a] está funcionando desde finales de agosto de 1989. El nuevo sistema incluye a cinco elementos técnicos clave: fuentes de señal de resolución más alta, precompensación de detalle en imágenes de color con alta saturación, acentuación adaptativa de componentes de alta

frecuencia en la señal de luminancia, inserción de una señal de referencia especialmente para la atenuación de imagen fantasma en los receptores de televisión como se muestra en el Informe 478 y finalmente receptores con visualización progresiva de 525 líneas y filtros tridimensionales de separación Y/C. Las pruebas subjetivas utilizando 18 imágenes fijas han mostrado una mejora de aproximadamente 1,5 grados en la escala de comparación de 7 puntos del CCIR. La interferencia fantasma, evaluada como grado 2,5 en una escala de degradación de 5 puntos, se mejoró hasta más del grado 4 en la mayoría de los emplazamientos probados.

4.2 *Formato de componentes*

Pueden obtenerse mejoras aún mayores de la calidad de la imagen utilizando señales en la forma de componentes analógicas, gracias a la inexistencia de diafotía luminancia/crominancia, a la posibilidad de ampliar la anchura de banda de la señal de diferencia de color y a la desaparición de las perturbaciones causadas en los sistemas de señales compuestas por la subportadora de alta frecuencia y gran amplitud.

Los experimentos de televisión digital que precedieron a la adopción de la Recomendación 601 mostraron claramente las ventajas de tratar las señales de video en la forma de sus señales componentes más bien que en la forma de señal compuesta.

La utilización de componentes analógicas puede considerarse como un paso en la evolución hacia el estudio «totalmente digital» basado en la Recomendación 601 o como un sistema que en sí mismo proporciona un nivel adecuado de calidad de funcionamiento, salvo en ciertas areas especializadas. En ambos casos, debe existir un alto nivel de compatibilidad entre las señales componentes digitales, las señales componentes analógicas utilizadas en muchos equipos portátiles, los formatos para componentes analógicas utilizados en estudios y para radiodifusión por satélite, y las correspondientes señales compuestas.

Cuando la compatibilidad con los equipos e infraestructuras existentes constituye la preocupación principal, los trabajos reseñados en [CCIR, 1982-86a, b], indican que, a reserva de un estudio más pormenorizado, resulta posible, con ligeras modificaciones de los equipos existentes, una codificación con compresión temporal y multiplexión por división en el tiempo MAC 3-1-0, y que también resulta posible una codificación MAC 4-2-0 con modificaciones más importantes. Los experimentos han demostrado que las imágenes obtenidas con una codificación MAC 3-1-0 son claramente superiores a las obtenidas con codificación SECAM. Se han utilizado los actuales equipos analógicos de grabación, distribución y conmutación en el estudio, y se proponen soluciones para la mezcla. La reutilización de los materiales existentes permitiría una transición flexible hacia la explotación digital.

La utilización de señales video en forma de componentes tiene muchas ventajas para el estudio, en comparación con la señal compuesta, cuando se consideran operaciones críticas, tales como la incrustación o la manipulación de imágenes. El CCIR ha definido ya un formato de señal (Recomendación 601) y ha propuesto una configuración de interfaz (Recomendación 656) aplicable a una señal de componentes digitales por lo que existe ahora la necesidad de definir formatos e interfaces equivalentes para las señales componentes analógicas, de manera que se puedan aprovechar sin demora las ventajas de la codificación por componentes. La tecnología de los equipos para componentes analógicas no se aparta mucho del diseño actual, lo que conduce a una progresión lógica hacia la utilización de componentes digitales en los estudios [Baldwin, 1983]. En el Programa de Estudios [42A/11] se describen los aspectos esenciales. En los Estados Unidos de América, SMPTE ha creado ya un Grupo de Trabajo para señales video en forma de componentes analógicas, cuyo cometido es elaborar sin tardanza un proyecto de norma para su aplicación en estudios. Existe un acuerdo general entre las personas que trabajan activamente en este campo en que la solución más interesante es la que emplea la compresión temporal y la multiplexión por división en el tiempo.

En el caso del magnetoscopio, ya se han demostrado las ventajas en los países que utilizan los sistemas de 525 ó 625 líneas, mediante modificaciones efectuadas en los magnetoscopios existentes, lo que ha mejorado la calidad sin ningún aumento del consumo de cinta magnética.

En [CCIR, 1982-86c] se exponen las consecuencias y problemas que pueden plantear para el equipo la grabación en magnetoscopios clásicos de 25,4 mm de señales analógicas multiplexadas derivadas de una familia de normas digitales como se describe en [CCIR, 1982-86b]. Se llega a la conclusión de que solamente las señales MAC del tipo 4-2-0 ó 3-1-0 se prestan para una modificación económica de los grabadores existentes.

4.2.1 Aplicaciones en el estudio

Se ha elaborado un considerable volumen de información sobre la calidad que puede obtenerse en los sistemas de televisión de 525 y 625 líneas, gracias a la utilización de componentes y sobre las mejoras resultantes en el procesamiento de la producción [SMPTEJ, 1981; UER, 1981; Nishizawa y otros, 1981; CCIR, 1978-82a, b, c, d]. Parece que un sistema de componentes analógicas ofrecerá una calidad considerablemente superior a la de los sistemas que utilizan señales compuestas (NTSC, PAL, SECAM); sin embargo, consideraciones de tipo económico imponen un límite de calidad algo inferior al de un sistema de componentes digitales del tipo 4 : 2 : 2, particularmente si se tienen en cuenta las limitaciones de los equipos y las normas de los magnetoscopios. Parece que son factibles anchuras de banda de señal de color de 2 a 2,2 MHz con una pequeña mejora de la calidad de la luminancia. Esto podría mejorar considerablemente el ruido en el color y eliminar la diafotía y los fenómenos parásitos verticales (en PAL y SECAM). De utilizarse un sistema de componentes multiplexadas en el tiempo, se eliminarían también los efectos de la intermodulación, tales como la ganancia y la fase diferenciales.

Las componentes analógicas multiplexadas en el tiempo pueden encaminarse también por cables coaxiales, amplificadores y matrices de conmutación convencionales, a condición de que la anchura de banda de la señal no sea excesiva y de que pueda controlarse la diafotía en la gama de frecuencias por encima de 5 MHz. La mayoría de los equipos de imagen actuales pueden proporcionar salidas de componentes adecuadas para generar señales analógicas multiplexadas en el tiempo.

En cuanto al mezclador, la utilización de componentes analógicas mejorará la incrustación y eliminará las funciones del decodificador/recodificador que existen en muchos sistemas de efectos especiales. El resultado será una mejor calidad y una complejidad algo menor.

4.2.1.1 Interfaz de componentes analógicas en paralelo

En el Anexo II al Informe 803 figura el interfaz vídeo en componentes (conexiones en paralelo) normalizado para señales ENG no compuestas, destinadas al uso en los actuales equipos ENG y utilizadas para los equipos más recientes de este tipo.

Por razones de compatibilidad con este equipo, y debido al hecho de que su calidad y campo de aplicación están aumentando, es conveniente que la definición de un interfaz paralelo para componentes analógicas, diseñado para los diversos usos indicados en este Informe, se base en este interfaz.

4.2.1.2 Interfaz de componentes analógicas en serie

La UER ha definido [CCIR, 1866-90b] un formato para un interfaz de componentes analógicas en serie con el fin de facilitar la introducción de equipos de producción de componentes digitales en los actuales estudios de televisión. Este formato, conocido como S-MAC, está concebido para lograr la transparencia máxima con respecto a señales digitales 4:2:2 (Recomendaciones 601 y 656) y permite a las señales pasar, en forma analógica, a través de sistemas de conmutación existentes diseñados para usos con señales compuestas.

En el Reino Unido se ha desarrollado una realización del sistema S-MAC [Dalton y Malcher, 1988] para transportar señales de componentes analógicas entre diferentes sectores de un centro de producción.

4.2.1.3 Formatos para componentes digitales

Se ha visto que el equipo de componentes digitales puede ofrecer resultados insuperables en materia de nivel y constancia de la calidad, junto con una gran flexibilidad para el procesamiento.

En la Recomendación 601 se presenta una familia de normas de codificación para los estudios. Los Informes 629 y 962 ofrecen más información sobre el filtrado conexo y sobre la televisión digital en general.

En la Recomendación 656 se especifican interfaces para el equipo que emplea el nivel digital principal de estudio de la Recomendación 601, y también presenta otras informaciones sobre el funcionamiento de estos interfaces.

La Recomendación 657 especifica el formato que ha de utilizarse para el intercambio de programas grabados en forma digital en cinta magnética.

Ciertos estudios en los Estados Unidos de América han llevado a la conclusión de que el formato preferido para la distribución en la planta de las señales de televisión mejorada es el de señales de componentes digitales de acuerdo con la Recomendación 601, incluso si se derivan de fuentes de componentes analógicas o de fuentes de alta velocidad de línea [CCIR, 1982-86d].

4.2.2 *Transmisión por circuitos*

Será ciertamente necesario transmitir las señales de componentes analógicas, por ejemplo, entre centros de producción o entre la ubicación de una unidad móvil y el centro de producción de la que depende. Como estas señales carecen de subportadoras de color, cabe admitir una cierta suavización de los requisitos de respuesta en frecuencia y linealidad.

En el caso de las señales de nivel de estudio, cuya anchura de banda sea de 9 a 11 MHz, se podrían necesitar materiales nuevos o modificados. Hay un cierto número de posibilidades que deberían ser objeto de estudio conjuntamente con la CMTT. Conviene, no obstante, advertir que estas señales video serán compatibles con la norma digital 4 : 2 : 2, de la que están muy próximas y que, por consiguiente, cualquier sistema digital de transmisión (y de reducción de la velocidad binaria asociada) previsto para tales señales digitales convendrá también a las señales de componentes analógicas convertidas en forma digital 4 : 2 : 2. En el caso de sistemas de transmisión analógicos no se ve claramente cuál es el mejor método (véase la Cuestión 24/CMTT).

En Italia, la RAI [CCIR, 1982-86e] ha realizado una investigación de las posibilidades de transmitir señales de televisión con una banda de base más ancha que la de los sistemas clásicos, en su red de enlaces con separación de canales conforme a la Recomendación 382. Los resultados preliminares muestran que es posible explotar la red con señales que tengan una anchura de banda de hasta 10 MHz. Una aplicación prevista consiste en el empleo de componentes analógicas comprimidas en el tiempo y multiplexadas para transmitir las contribuciones de un estudio de producción a otro; la anchura de banda real de la señal de luminancia y de las dos componentes simultáneas de diferencia de color es cercana a la indicada en la Recomendación 601.

En el caso de las señales de inferior calidad (§ 4.2.4) bastará con una anchura de banda de 5 ó 6 MHz para el canal de transmisión, lo que hace posible utilizar las instalaciones existentes, concebidas para señales compuestas, siempre que la forma de onda especificada presente la fijación adecuada.

El estudio descrito en [CCIR, 1986-90c], realizado en Francia sobre la transmisión de señales de periodismo electrónico por redes portadoras en servicio, así como las pruebas de simulación objetivas y subjetivas efectuadas, demostraron que las señales mejor adaptadas a esta necesidad son las señales de tipo MAC 3-1-0 y MAC 4-2-0. Se indica una preferencia por la señal MAC 4-2-0 que permitirá, por una parte, aprovechar mejor toda mejora de la calidad de las señales de origen y, por otra, beneficiarse de las repercusiones industriales de los sistemas MAC elaborados para la radiodifusión directa por satélite.

Además, por motivos de compatibilidad con las redes portadoras actuales, principalmente en lo referente a los sistemas de alineación y a la supervisión de la red, resulta preferible conservar unas señales de supresión de línea y de trama idénticas o muy parecidas a las de las señales compuestas.

En [CCIR, 1986-90d] se informa sobre pruebas simuladas y de escala completa con una señal codificada MAC 4:2:0, conocida como T-MAC, y se muestra su valor para transmitir señales de televisión de calidad mejorada por las redes existentes. (Véase también el Informe 1096.)

En [Dalton y Malcher, 1988] se describe el desarrollo de un sistema MAC 4:1:1 para aplicaciones de periodismo electrónico que utilizan los enlaces existentes de 5 MHz de banda estrecha.

En [CCIR, 1982-86f] se describen a grandes rasgos los métodos de medición objetiva aplicables en los sistemas de transmisión de componentes y se observa que los métodos de medida indicados en la Recomendación 567, complementados por la respuesta a un impulso T en seno cuadrado, pueden resultar adecuados a condición de que las anchuras de los impulsos T y $2T$ sean apropiadas para las anchuras de banda de canal. Sin embargo, queda por confirmar aún la correlación entre estos parámetros objetivos y la calidad subjetiva.

En [CCIR, 1982-86g] se presenta una señal de prueba, para las mediciones periódicas de la respuesta al impulso T, que puede resultar útil para los sistemas de componentes analógicas.

4.2.3 Emisión

4.2.3.1 Radiodifusión por satélite de señales en componentes analógicas

Los aspectos relativos a la emisión de las señales de componentes analógicas en el servicio de radiodifusión por satélite se examinan en el Informe 1074.

En el Reino Unido [Lucas y Windram, 1981] se propuso inicialmente la utilización de componentes analógicas multiplexadas en el tiempo para nuevos servicios de radiodifusión por satélite de ese país.

En 1982, la IBA (Independent Broadcasting Authority) del Reino Unido mostró ampliamente las importantes mejoras que pueden lograrse mediante la transmisión de componentes analógicas multiplexadas en el tiempo combinada con un filtrado posterior en la visualización.

4.2.3.2 Radiodifusión terrenal en componentes analógicas

Estudios realizados en Francia y descritos en [CCIR, 1986-90e] han demostrado que la norma D2-MAC/paquete es compatible con la transmisión MA de banda lateral residual en un canal de 8 MHz. La reducción de la banda de imagen MAC a 6 MHz proporciona aún una calidad igual a la nota 4,5 (a una distancia de observación de 6H).

En [CCIR, 1986-90f] se describe un sistema que logra una mejora importante de la recepción de la señal MAC/paquete en presencia de ecos. Este sistema utiliza ecualización adaptativa y decodificación de Viterbi de la ráfaga de datos.

4.2.4 Equipo para aplicaciones de inferior calidad

Cuando el carácter portátil constituye una preocupación esencial o es importante poder utilizar un magnetoscopio o un circuito de transmisión de menor anchura de banda, se puede muy bien utilizar una señal basada en la transmisión secuencial de línea de la información de diferencia de color, pese a la pérdida de resolución y a la introducción de efectos alias en el espectro vertical del color [CCIR, 1982-86h]. Distintos trabajos [CCIR, 1982-86a y Schachlbauer, 1983] han demostrado que de esta manera se obtiene, en canales equivalentes, un nivel de calidad considerablemente más elevado que con las señales compuestas.

Es posible obtener anchuras de banda de luminancia de unos 4 MHz y anchuras de banda de la señal de diferencia de color de unos 2 MHz en una anchura de banda de canal de 6 MHz. Existen en el mercado equipos que emplean dos canales de grabación que presentan características similares.

En el Anexo I al Informe 803 se describe un interfaz para la interconexión de equipos de un sistema de periodismo electrónico. La aplicación más general de este interfaz se examina en el § 4.2.1.1. Este sistema ilustra la tendencia evolutiva de los sistemas de producción y ofrece una calidad bastante superior para los fines del periodismo electrónico.

Los experimentos descritos en [CCIR, 1986-90g] han demostrado que las imágenes electrónicas son muy sensibles a los métodos de codificación que comprenden filtrado de paso bajo y submuestreo de la representación digital 4:2:2 de estas imágenes. En consecuencia, cuando se transmiten estas imágenes deben evitarse los métodos de reducción de la velocidad binaria que emplean sistemáticamente filtrado de paso bajo y submuestreo.

5. Perfeccionamiento de la visualización

La disponibilidad de memorias de trama de bajo costo en los receptores domésticos permite separar los parámetros de exploración de visualización de los parámetros de la norma de emisión. La diafotía de color y la diafotía de luminancia en sistemas de señales compuestas pueden reducirse considerablemente con filtros de separación de luminancia/crominancia que utilizan memorias de trama. Un aumento de la frecuencia de trama puede eliminar el parpadeo en pantallas grandes. Un aumento del número de líneas y la utilización de exploración secuencial permite reducir considerablemente el parpadeo entre líneas y el arrastre de línea que se produce en los sistemas de televisión clásicos.

En [Wendland, 1979, 1982; Jackson y Tan, 1981; Lucas y Windram, 1981; Sandbank y Moffat, 1983; Schönfelder, 1983] se examinan los métodos que permiten conseguir estas mejoras.

En Japón se ha elaborado un sistema de conversión de exploración [Nishizawa y Tanaka, 1982; CCIR, 1982-86i], para reducir las degradaciones de la exploración entrelazada de líneas que utiliza un filtro de interpolación espacio-temporal adaptable y una memoria de imagen en el receptor. Mejora la calidad de las imágenes tanto fijas como en movimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDWIN, J. L. E. [mayo de 1983] Digital component equipment in an analogue environment – will it fit? Symposium Record, 13th International Television Symposium, 423-432, Montreux, Suiza.

CLARKE, C. K. P. [6-7 de febrero de 1981] Digital decoding of PAL and NTSC signals using field-delay comb filters and line-lock sampling. Television in the 80's. 15th Annual SMPTE Television Conference, 200-206, San Francisco, CA, Estados Unidos de América.

CLARKE, C. K. P. [1982] High quality decoding for PAL inputs to digital YUV studios. Proc. 9th International Broadcasting Convention (IBC '82), IEE Conf. Publ. No. 220.

DALTON, C.J. y MALCHER, A.T. [1988] - Communications between analogue component production centres. SMPTE J Vol. 97, 8, 606-612.

JACKSON, R. N. y TAN, S. L. [1981] Hi-Fi television. Towards the enhanced viewing experience. Symposium Record, 12th International Television Symposium, 224-227. Montreux, Suiza.

KHLEBORODOV, V. A. [1971] Issledovanie electronnych sposobov preobrazovania televisionnych standartov. (Estudio de los métodos de conversión de normas de televisión por procedimiento enteramente electrónico). Tesis presentada al Instituto Electrotécnico de Telecomunicaciones de Moscú, URSS.

LUCAS, K. y WINDRAM, M. D. [1981] Direct television broadcasts by satellite. Desirability of a new transmission standard. IBA Report 116/81.

NISHIZAWA, T., YUKAMA, I., OKADA, K. TANAKA, Y., KUBOTO, K. e ISHIDA, J. [septiembre de 1981] Experimental component coding system, NHK Lab. Note No. 264.

NISHIZAWA, T. y TANAKA, Y. [1982] New Approach to research and development of high-definition television. *NHK Tech. Monograph*, **32**, 98-101.

SANDBANK, C. P. y MOFFAT, M. E. B. [mayo de 1983] High definition television and compatibility with existing standards. *SMPTEJ*, Vol. 92, **5**, 552-561.

SCHACHLBAUER, H. [1983] Analogue components – a useful complement for the digital studio standard. Symposium Record, 13th International Television Symposium 152-163. Montreux, Suiza.

SCHÖNFELDER, H. [1983] Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung beim heutigen Fernsehsystem (Posibilidad de mejorar la calidad con los sistemas de TV existentes). *Fernseh- und Kinotechnik*, Vol. 37, **5**.

SMPTEJ [octubre de 1981] Edition spéciale sur les démonstrations vidéo numériques. Vol. 90, **10**.

TONGE, G. J. [1981] The sampling of television images. Independent Broadcasting Authority (Informe 112/81 E y D) Reino Unido.

UER [junio de 1981] Edition spécial sur les systèmes vidéo numériques. *Rev. de l'UER* (Technique).

WENDLAND, B. [1979] Entwicklungsalternativen für zukünftige Fernsehsysteme (Otras posibilidades para el desarrollo de los futuros sistemas de TV). *Fernseh- und Kinotechnik*, Vol. 34, **2**.

WENDLAND, B. [1982] Entwicklungsalternativen für HDTV-Systeme (Otras posibilidades en el desarrollo de sistemas TVAD). *NTZ-Archiv.*, Vol. **4**, **10**.

WINDRAM, M.D. Y DRURY, G.M. [1988] - Toward high definition television. Proceedings of the 12th International Broadcasting Convention.

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/282 (Estados Unidos de América); **b.** 11/330 (UER); **c.** 11/285 (UER); **d.** 11/343 (Japón).

[1982-86]: a. 11/118 (Alemania (República Federal de)); b. 11/301 (Francia); c. 11/315 (Francia); d. 11/296 (Estados Unidos de América); e. 11/420 (Italia); f. 11/278 (Reino Unido); g. 11/281 (Reino Unido); h. 11/90 (URSS); i. 11/21 (Japón).

[1986-90]: a. 11/421 (Japón); b. 11/411 (UER); c. 11/9 (Francia); d. 11/477 (Francia); e. 11/14 (Francia); f. 11/460 (Francia); g. 11/90 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

BALDWIN, J. L. E. [diciembre de 1983] Analogue components, multiplexed components, and digital components – friends or foes? *SMPTEJ*, Vol. 92, **12**, 1280-1286.

FARJAUDON, T. [1985] Multiplexage temporel de composantes analogiques en production TV. *Radiodif. Télév.*, Vol. 3/5, **88**, 19-27.

FERBRACHE, R. [1985] New and unique method for measuring video analogue component signal parameters. IEE Colloquium on component TV measurements and their relevance. *Colloquium Digest*, 23, 5/1-5/2.

FUJIO, T. [1978] A study of high-definition TV system in the future. *IEEE Trans. Broadcasting*, Vol. BC-24, **4**, 92-100.

HARM, H. [1985] The development of a video component signal generator. IEE Colloquium on component TV measurements and their relevance. *Colloquium Digest*, 4/1-4/4.

HOLDER, E., BOWD, D. M. y FERNE, A. C. [1985] Measuring techniques and test equipment for component analogue systems. IEE Colloquium on component TV measurements and their relevance. *Colloquium Digest*, 1/1-1/5.

JAMES, A. [1985] Measurements in a component environment. IEE Colloquium on component TV measurements and their relevance. *Colloquium Digest*, 2/1-2/3.

JAMES, A. y MARSHALL, P. J. [1984] Measurements in a television component environment. 10th International Broadcasting Convention (IBC '84). IEE Conf. Publ. No. 240, 383-391, Brighton, Reino Unido.

MACDIARMID, I. F. y PATEL, B. R. [1985] Measurement of linear waveform distortion in component systems. IEE Colloquium on component TV measurements and their relevance. *Colloquium Digest*, 3/1-3/5.

NINOMIYA, Y., OHTSUKA, Y. e IZUMI, Y. [septiembre de 1984] A single channel HDTV broadcast system – The Muse, NHK Lab., Note No. 304.

SABATIER, J. y SALLIO, P. [septiembre-octubre de 1981] Qualité des signaux de télévision en bande de base. 1ère Partie. Evaluation subjective de l'effet de la limitation de largeur de bande sur les composantes du signal de télévision. *Radiodif. Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 7-15.

WEISS, S. M. [septiembre de 1984] Component analogue video standards. A progress report. 10th International Broadcasting Convention (IBC '84). IEE Conf. Publ. No. 240, 48-52, Brighton, Reino Unido.

WILCOCK, P. E. [1984] Analogue component video systems: measurement, instrumentation and alignment. 10th International Broadcasting Convention (IBC '84). IEE Conf. Publ. No. 240, 392-394, Brighton, Reino Unido.

WINDRAM, M. D., MORCOM, R. y HURLEY, T. [1983] Extended-definition MAC. *IBA Tech. Rev.*, **21**, 27-41.

Documentos del CCIR

[1982-86]: ———— 10/11S/38 (UER); 10-11S/41 (UER).

APÉNDICE I

Los eslabones principales en la cadena de televisión (producción, difusión, visualización) pueden especificarse utilizando normas distintas pero conexas. El cuadro I identifica en sus «casillas» los elementos básicos de los sistemas de televisión actuales y previsibles en el futuro. Las casillas de una misma línea corresponden a normas de niveles de calidad distintos. Se prevé la conversión entre las normas de producción según las necesidades de explotación. Los servicios de televisión utilizan trayectos diferentes desde la producción a la visualización; los trayectos en sentido vertical representan la forma más directa de establecer un servicio, sin embargo se pueden utilizar trayectos oblicuos si es necesario. Por ejemplo, una señal producida como componentes analógicas (casilla 2) puede aplicarse a una red de distribución de la señal compuesta (casilla 5) y decodificarse para su visualización en forma convencional (casilla 9). Por otra parte, la misma señal de producción puede aplicarse a una red de difusión de la señal en componentes analógicas multiplexadas (casilla 6) y visualizarse a su vez en una pantalla *RGB* convencional (casilla 10) o en una pantalla mejorada que utilice conversión de barrido (casilla 11).

CUADRO I – *Clasificación provisional de las normas de televisión: las flechas indican los principales trayectos de interés*

Campo de aplicación de la norma de banda de base	Sistemas basados en estructuras de exploración convencionales 625/50/2 : 1 y 525/60/2 : 1, formato de imagen 4:3		Sistema con formato de imagen más ancho	
Producción de programas de televisión	PAL/SECAM/NTSC (Informe 624) 1	Componentes *Y*, *R-Y*, *B-Y* analógicas (Informe 1077) Componentes *Y*, C_R, C_B digitales (Recomendación 601) 2	Televisión con formato mas amplio relacionada con las normas 625/50/2 : 1 y 525/60/2 : 1 3 (Informe 1220)	Producción de TVAD (Informe 801) 4
Difusión de programas de televisión (transmisión y emisión)	PAL/SECAM/NTSC (Informe 624) 5	Sistemas de componentes comprimidas y multiplexadas en el tiempo (MAC) (Informes 1073, 1074 y 1077) 6	Difusión de televisión con formato de imagen más ancho (Informe 1220) 7	Difusión de TVAD 8
Visualización de programas de radiodifusión	Componentes *R*, *G*, *B* (decodificadas a partir de señal compuesta) 9	Componentes *R*, *G*, *B* (derivadas de *Y*, *R-Y*, *B-Y*) 10	Componentes *R*, *G*, *B* (después de la conversión ascendente) 11 (Informe 1220)	Componentes *R*, *G*, *B* de TVAD 12

INFORME 1220

SISTEMAS DE TELEVISIÓN CON FORMATO DE IMAGEN MÁS ANCHO*

(Cuestión 42/11, Programa de Estudios 42B/11)

(1990)

1. Introducción

Desde hace muchos años se dispone de imágenes de televisión con formato más ancho que el tradicional 4:3 por la película cinematográfica, pero la aparición de la televisión de alta definición, cuyo formato de imagen es de 16:9 ha aumentado la disponibilidad de material con imágenes de formato más ancho y ha conducido a la concepción de pantallas de televisión de formato ancho. Existe pues hoy día un interés considerable en la manera de utilizar los formatos de imagen anchos para los sistemas de televisión clásico y 4:3 mejorado, además de los de alta definición descritos en el Informe 801. Se observa que muchas de las mejoras descritas en el contexto de los sistemas con formato de imagen 4:3 en el Informe 1077 se pueden aplicar también a los sistemas de formato de imagen más ancho que se describen en el presente Informe.

Los problemas referentes a las relaciones de protección, las características de radiofrecuencia de los receptores serán estudiados en el GIT 11/5 (ver Decisión 42).

Los nuevos formatos de pantalla ancha se pueden utilizar de varias maneras. Por ejemplo, se puede aprovechar toda la pantalla para combinar una imagen principal 4:3 y varias imágenes secundarias más pequeñas. Estas últimas pueden proporcionar servicios de otras diversas clases como teletexto, páginas de texto transmitidas, imágenes fijas transmitidas, etc.

En la Decisión 91 y en el Informe 1224 se describen los trabajos que se han de realizar y los principales resultados ya conseguidos en la armonización con otros organismos de normalización internacionales para aplicaciones industriales y privadas.

2. Sistemas de formato de imagen ancho

Se han descrito y demostrado varios sistemas con formato de imagen ancho.

En Japón se ha desarrollado el sistema TCI (Time Compressed Integration) que utiliza multiplexión y compresión temporal [CCIR, 1982-86a] para utilizarlo en la radiodifusión de televisión de alta definición por satélite, pero el principio es aplicable también a los sistemas de formato de imagen ancho [Rhodes, 1982].

---

* Se pide al Director del CCIR que señale el presente Informe a la atención de la CEI.

En los Países Bajos y en el Reino Unido, se ha extendido el principio de componentes analógicas mutliplexadas en el tiempo para aplicarlo a la dimensión vertical u horizontal, a fin de lograr más fácilmente formatos de imagen más anchos [Long, 1983; Windram y otros, 1983; CCIR, 1982-86b].

En el Simposio Internacional de Televisión de Montreux de 1983, Philips demostró la viabilidad de un formato de imagen de 5 : 3 en un sistema con componentes de luminancia y de diferencia de color (verticales) multiplexadas en linea.

La IBA del Reino Unido ha desarrollado un sistema basado en el esquema de codificación C-MAC/paquetes de 625 líneas para la transmisión monocanal de televisión ——— con formato de imagen ancho, así como para la radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz [Windram y otros, 1983]. Este sistema se llama C-MAC mejorado.

En [CCIR, 1982-86c] se pretende que es posible que el sistema C-MAC mejorado ——————— pudiera utilizarse como sistema de transmisión para una norma de producción de TVAD de frecuencia de linea superior basada en una frecuencia de trama de 50 Hz. (Por ejemplo, el formato de transmisión del C-MAC mejorado podría conectarse fácilmente a un generador no entrelazado de 625 líneas.) Se pretende también que el sistema de transmisión mejorado podría considerarse igualmente como un sistema de transmisión TVAD que utiliza submuestreo vertical.

Se ha sugerido que, dentro de los condicionamientos de planificación impuestos por la CAMR de 1977, la anchura de banda vídeo comprimida para C, D y D2-MAC puede aumentarse de unos 9 MHz a unos 12 MHz (Informe 1074 del CCIR, punto 3.6.1). Este aumento puede utilizarse con el fin de proporcionar un 33% más de resolución para una señal MAC de formato de imagen 4:3 clásica. También puede proporcionar un aumento del formato de imagen de 4:3 a 16:9 manteniendo la misma resolución que para las transmisiones MAC clásicas. Esta última es una forma de MAC con formato de imagen ancho que se está considerando en países europeos (Eureka 95) [Windram y Drury , 1988], como etapa de un trayecto evolutivo hacia un sistema MAC de alta definición (HD-MAC) pasando por las transmisiones MAC clásicas. El uso de una característica de preacentuación y de desacentuación no lineal con ese sistema permite compensar plenamente la degradación señal/ruido causada por la anchura de banda adicional requerida en ese procedimiento en la región cerca del umbral MF [Windram y Drury, 1988.]

El estudio de un sistema de televisión mejorada compatible NTSC de segunda generación, llamado EDTV-2, comenzó en Japón en agosto de 1989. Las características previstas del sistema EDTV-2 [Kawauchi, 1989] son un formato de imagen más ancho, una resolución de imagen horizontal y vertical mayor y un sonido MIC de mayor fidelidad.

En la República Federal de Alemania se efectúan investigaciones sobre un sistema compatible PAL mejorado en el que se presentarán imágenes de formato 16:9 en nuevos receptores de pantalla ancha [Ziemer y Matzel, 1989a, b]. En las pantallas clásicas de formato 4:3 se consigue la compatibilidad presentando el material de formato 16:9 en una configuración de "buzón". El sistema utiliza además ciertos medios para ofrecer un aumento de la restitución de la luminancia horizontal con reducción de la diafotía (Q-PAL [Silverberg, 1989] o I-PAL M [Holoch y otros, 1985]) con objeto de satisfacer la necesidad de reproducción con más detalle en las imágenes de pantalla ancha.

En [Tichet y Tonge, 1989] se describen experimentos conjuntos realizados en Francia y en el Reino Unido con un sistema en el que se utiliza exploración progresiva en la fuente y en la presentación, con exploración entrelazada sintetizada para el proceso en los estudios y la transmisión. Se ha realizado un sistema con formato de imagen 16:9 utilizando equipos actuales de estudio en componentes. El sistema se puede transmitir a los receptores con señales MAC y presenta la imagen con una resolución considerablemente mejor.

Se han ya utilizado fuentes que proporcionan señales con exploración progresiva y anchuras de banda superiores a 15 MHz, submuestreadas con una trama quincuncial para alcanzar una velocidad binaria de 216 Mbit/s que se pueda registrar en magnetoscopios DI no modificados. Se observa que las señales obtenidas de cintas magnetoscópicas grabadas por esa técnica no se pueden entremezclar directamente con las grabaciones normales 4:3.

La conversión de la señal recibida a la imagen presentada con exploración progresiva se obtiene mediante interpolación de la señal por adaptación del movimiento. Alternativamente, la transmisión MAC permite la recepción compatible de señales de formato ancho en receptores MAC 4:3.

3. Aplicaciones de imagen múltiple

Se han efectuado demostraciones en la exposición IFA 89 de los nuevos receptores domésticos de televisión con formato de imagen ancha [CCIR,1986-90]. Se utiliza una pantalla de alta definición con formato de imagen 16:9 para presentar toda una serie de señales de alta definición directamente o de señales 16:9 con exploración tradicional por conversión hacia arriba. La presentación se efectúa con una frecuencia de exploración horizontal de 31,25 kHz. Es posible controlar el formato de modo que, por ejemplo, una señal de formato 4:3 se puede presentar de modo que llene la altura de la imagen. La parte restante de la pantalla se puede luego utilizar para otros fines, como la presentación de una imagen comprimida animada y dos imágenes fijas. De esta manera, el formato de pantalla ancha se puede utilizar para la presentación múltiple de imágenes dentro de otras en un receptor doméstico (véase el Informe 1225).

El GIT 11/5 debe examinar los circuitos de recepción adicionales que son necesarios para la presentación simúltanea de múltiples canales de programas, como las imágenes secundarias, en una pantalla con formato de imagen ancho. Los principios generales relativos a estas aplicaciones, que incluyen el teletex y presentaciones de tipo teletex, ya están comprendidas en el mandato del GITM 10-11/5. El GITM 10-11/6 examinará la evaluación de calidad de los sistemas de formato de imagen ancho, incluida la cuestión de las imágenes secundarias o las ventanas de imágenes insertas en la imagen principal, o adyacentes a dicha imagen. (Veánse las Recomendaciones 500 y 710 , así como el Informe 1216 .)

En Japón [Ogino y otros, 1989; Achiha y otros, 1989] se ha concebido una pantalla 16:9 de alta definición y exploración múltiple para la presentación de TVAD, televisión clásica y otras señales, como la salida de computadores personales. Se ofrece una serie de frecuencias de exploración vertical de 40 Hz a 120 Hz. Es posible utilizar frecuencias de exploración horizontal de 15 kHz a 70 kHz. La señal NTSC se presenta utilizando un convertidor de exploración de alta resolución que duplica el número de líneas de exploración de NTSC mediante plegado de trama con adaptación del movimiento. Se puede superponer una salida de computador personal en la señal NTSC de doble exploración, lo que amplía las aplicaciones de la pantalla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHIHA, M. (y otros), [1983] - A motion-adaptive high definition converter for NTSC colour television signals. International Television Symposium, Montreux.

HOLOCH, G., JANKER, P. y MAYER, N. [febrero de 1985] - A compatible variant of PAL, free of cross effects and with enhanced horizontal definition in the luminance. EBU Review Tech., Nº 209.

KAWAUCHI, M. [1989] - The standardization of EDTV systems and outline of investigation. Institute of Television Engineers, Vol. 43, No. 5, 435-441, (en japónes).

LONG, T. [mayo de 1983] "Why HDTV? Symposium Record, 12th International Television Symposium, 27-47, Montreux, Suiza.

OGINO, M. (y otros), [1989] - Key technologies for high definition displays. International Television Symposium of Montreux.

RHODES, C.W. [1982] An evolutionary approach to high-definition television. Tomorrow's Television, 16th Annual SMPTE Television Conference, Nashville, Estados Unidos de América.

SILVERBERG, M. [enero de 1989] - Das bessere PAL (El PAL mejorado), Funkschau, 46-50.

TICHIT, B. y TONGE, G. [1989] - From progressive scanning to progressive display. Montreux Television Symposium, 317-327.

WINDRAM, M.D., MORCOM, R. y HURLEY, T. [1983] Extended definition MAC. IBA Report 120/83.

WINDRAM, M.D. y DRURY, G.M. [1988] - Towards high definition television. Proceedings of the 12th International Broadcasting Convention.

ZIEMER, A. y MATZEL, E. [agosto de 1989a] - Die neuen Wege des alten PAL (Los nuevos caminos del viejo PAL), Funkschau 18, 54-58.

ZIEMER, A. y MATZEL, E. [agosto de 1989b] - Der Weg zu PAL PLUS - eine Kompatible Verbesserung des PAL-systems (El camino a PAL PLUS - una mejora del sistema PAL), Fernseh und Kinotechnik, 407-410.

Documentos del CCIR

[1982-86]: a. 11/32 (Japón); b. 10-11S/33 (Países Bajos); c. 11/285 (Reino Unido).

[1986-90]: 11/547 (República Federal de Alemania, Bélgica, Finlandia, Francia, Países Bajos, Portugal, Reino Unido).

INFORME 476-1

NORMAS COLORIMÉTRICAS PARA LA TELEVISIÓN EN COLOR

(Cuestión 1/11)

(1970-1974)

1. En 1953, al adoptarse en Estados Unidos de América el sistema NTSC de televisión en color, la colorimetría de este sistema se basaba en tres colores primarios particulares y en un blanco de referencia. Las coordenadas de los colores primarios eran las siguientes*:

Rojo:	$x = 0{,}67$	$y = 0{,}33$
Verde:	$x = 0{,}21$	$y = 0{,}71$
Azul:	$x = 0{,}14$	$y = 0{,}08$.

El blanco de referencia elegido estaba normalizado como sigue:

Blanco C:	$x = 0{,}310$	$y = 0{,}316$.

2. Cuando se concibieron originalmente los sistemas PAL y SECAM se basaban en las normas colorimétricas del sistema NTSC, con el resultado de que los coeficientes utilizados para determinar las señales de codificación de los sistemas PAL y SECAM (señal de luminancia y señales de diferencia de color) se basaron directamente en los valores de colorimetría indicados en el punto 1.

3. Sin embargo, se ha reconocido que los cromatismos de las sustancias luminiscentes utilizadas a lo largo de los años para fabricar los tubos de imagen de color han variado constantemente, y que las empleadas en la actualidad no tienen los mismos colores primarios que las que sirvieron para establecer la codificación del sistema. A pesar de todo, en todos los sistemas, los coeficientes que se utilizan para determinar las señales que intervienen en los sistemas de codificación (la señal de luminancia y las de diferencias de color) están en relación directa con las coordenadas cromáticas de los colores primarios y el blanco de referencia indicados en el punto 1.

---

* Estas coordenadas se hallan en el sistema CIE (1931).

4. En diversos países se han propuesto, o aplicado, varias soluciones para compensar o corregir el efecto que tiene en la reproducción del color esta diferencia entre las características del receptor y las normas que se dan en el punto 1.

5. Los Estados Unidos de América continúan basando la colorimetría de su sistema de televisión en color en los colores primarios y en el blanco de referencia del sistema NTSC, cuyas coordenadas de cromaticidad se indican en el punto 1. El blanco de referencia de los monitores utilizados en los estudios es el blanco D_{65}. Sin embargo, como los tubos de imagen todavía no poseen luminóforos cuyas coordenadas cromáticas sean similares a las indicadas en el punto 1 (ni siquiera muy próximas a ellas), en los receptores, se hacen correcciones a las señales eléctricas a fin de obtener una reproducción satisfactoria de los colores. Además para obtener una mayor coherencia en las transmisiones de televisión en color se recomienda, en Estados Unidos de América, que los monitores utilizados en los estudios tengan también circuitos de corrección; de esta manera, sus reproducciones de color serán próximas a las que se obtendrían si sus tubos de imagen poseyeran luminóforos que correspondieran a los descritos en el punto 1.

6. En Japón la colorimetría del sistema de televisión en color se basa en las coordenadas primarias y en el blanco de referencia indicados en el punto 1. El blanco de referencia de los monitores de los estudios es el blanco D cuya temperatura de color es 9300 K.

7. Los sistemas de 625 líneas PAL y SECAM basan ahora su colorimetría en los tres colores primarios siguientes* :

Rojo:	$x = 0{,}64$	$y = 0{,}33$
Verde:	$x = 0{,}29$	$y = 0{,}60$
Azul:	$x = 0{,}15$	$y = 0{,}06.$

con el blanco de referencia D_{65}* .

Las coordenadas cromáticas que acaban de indicarse son muy próximas a las de los luminóforos de la mayoría de los receptores o monitores de estudio utilizados en los países que han adoptado los sistemas de 625 líneas PAL o SECAM. En consecuencia, estos receptores o monitores no requieren matrizado eléctrico para dar una reproducción de color satisfactoria. Además, con el fin de mejorar la constancia de la reproducción de colores, cuando el receptor de televisión se conmuta de un programa a otro, se han hecho proposiciones encaminadas a normalizar las coordenadas cromáticas de los luminóforos utilizadas en los monitores de estudio. El control de los luminóforos se efectúa mediante un método de cálculo de tolerancias que tiene en cuenta, tanto las coordenadas cromáticas de los luminóforos de los tubos, como su efecto combinado en la reproducción de un matiz carne característico.

BIBLIOGRAFÍA

OIRT Doc. TK-III-830 y su anexo.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/136 (Reino Unido); XI/194 (Países Bajos).

[1970-74]: 11/1 (UER); 11/63 (Estados Unidos de América); 11/229 (UER); 11/237 (Estados Unidos de América); 11/264 (Reino Unido).

---

* Estas coordenadas se hallan en el sistema CIE (1931). En algunos sistemas SECAM de 625 líneas se admite provisionalmente la utilización en los aparatos existentes de las coordenadas de cromatismo primario y de blanco indicados en el punto 1.

INFORME 801-4

SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

(Cuestión 27/11, Programa de Estudios 27A/11 y 27B/11)

(1974-1978-1982-1986-1990)

PARTE 1 - INTRODUCCIÓN

Actualmente, la televisión constituye uno de los medios de comunicación más extendidos. La televisión de alta definición, con pantalla grande es el objetivo de la nueva etapa de la televisión, que puede producir un nuevo sistema normalizado que sea común en todo el mundo. La televisión de alta definición desempeñará mejor esta misma función y constituirá también un poderoso instrumento para otros usos, entre ellos: producción de películas para cine y televisión, impresión, aplicaciones médicas y trabajos científicos.

La evolución hacia la producción de TVAD ofrece nuevas oportunidades para simplificar el intercambio de programas y reunir la producción para televisión y para cine. Sería beneficioso para los productores, así como para las organizaciones de radiodifusión, disponer de una norma única.

La Figura 1, que parte de una propuesta de Krivocheev, es un esquema simplificado del medio hipotético que rodeará a la televisión de alta definición en el futuro por lo que respecta a la radiodifusión. El elemento esencial es el centro de producción de televisión de alta definición, cuyas actividades de producción e intercambio de programas serán similares a las de un centro de producción actual. Si bien la mayoría de las actividades de dicho centro se realizarán en alta definición, deberá preverse la posibilidad de su funcionamiento en una serie de otros formatos de contribución, como la televisión actual de 525 ó 625 líneas en forma analógica o digital,la película, etc. La introducción de la televisión de alta definición constituye una nueva oportunidad de simplificar el intercambio de programas en directo y grabados.

Una característica de la producción de televisión de alta definición es su capacidad de hacer películas adecuadas para su proyección en salas de cine. En consecuencia, será particularmente importante que el centro de producción pueda realizar una transferencia de alta calidad de video a película.

Las señales de televisión de alta definición provenientes del centro de producción pasarán a la red de distribución en el interfaz de distribución de radiodifusión. La difusión al espectador puede realizarse recurriendo a varios métodos posibles, incluidos la radiodifusión terrestre (por ejemplo, en ondas métricas (VHF) y decimétricas (UHF)), satélites, cables (por ejemplo, coaxial o fibras ópticas - las fibras ópticas constituyen uno de los medios más prometedores para la TVAD de banda ancha) o los soportes grabados previamente (por ejemplo, casetes o discos). Cada método tiene características específicas y, por los tanto, la señal de TVDA debe convertirse a una forma adecuada para cada método de distribución. Esta operación se efectuará en un codificador o convertidor entre la señal de TVAD en el interfaz de radiodifusión y el interfaz de distribución.

La definición de los posibles interfaces de distribución del organismo de radiodifusión y de radiodifusión, como se indica en la Figura 1, junto con la posibilidad de otros interfaces que están todavía por describir, ofrece la oportunidad de dar valores distintos a algunos parámetros en las diferentes partes del sistema TVAD "global". La inclusión de memorias de trama en esos interfaces puede proporcionar un entorno futuro más flexible para la TVAD, pero han de estudiarse cuidadosamente las conclusiones de este supuesto [CCIR, 1986-90a].

La elección del método de distribución por el espectador puede repercutir en el nivel del servicio de televisión mejorada o de TVAD que recibe. Los niveles pueden incluir la TVAD de banda completa, la TVAD de banda reducida o sistemas mejorados de 525 ó 625 líneas (véase el Informe 1232).

El receptor doméstico de TVAD debe estar adaptado para recibir los servicios de TVAD o de televisión mejorada y sería también ventajoso que pudiera recibir otros servicios, como la televisión de 525 ó 625 líneas. Dicho receptor incluiría los tratamientos de señal necesarios para reconstruir, de la manera más precisa posible, la imagen presentada en el interfaz de distribución de radiodifusión. Este tratamiento puede incluir también una conversión ascendente de visualización, filtrado del ruido, etc. Según la estrategia de radiodifusión adoptada, los receptores domésticos de 525 ó 625 líneas pueden obtener una señal utilizable de los servicios de televisión mejorados o de TVAD.

En las consideraciones y la experiencia operacionales es especialmente importante tener en cuenta las interrelaciones entre cada parte de la red de TVAD (de la producción a la emisión pasando por la contribución y distribución) en la evaluación global del sistema completo de TVAD. Además, es necesario formar una opinión en cuanto a la forma de realizar el nuevo sistema de TVAD. Para ello hay que tener en cuenta las disposiciones ya existentes de televisión convencional y las ventajas/inconvenientes operacionales y económicos que puedan derivarse de las distintas hipótesis en relación con las normas de estudio, transmisión y emisión y los métodos de distribución disponibles.

Finalmente, la tecnología necesaria para el completo tratamiento de la señal que interviene en la cadena de radiodifusión sigue el ritmo de desarrollo de la TVAD y aprovecha su sinergía con las tecnologías de las comunicaciones y la informática. El perfeccionamiento de dispositivos adecuados de visualización para receptores domésticos todavía exige un considerable esfuerzo.

En la actualidad se han recopilado los primeros resultados de los estudios relacionados con el Programa de Estudios 18U/11 [CCIR, 1986-90b]. Se reconoce que han de identificarse dichos estudios en estrecha cooperación con organizaciones tales como la CEI y la ISO, para tener totalmente en cuenta los requisitos de realización de la TVAD para los medios distintos de la radiodifusión, es decir, el cine, la impresión, las aplicaciones médicas, los trabajos científicos y la videoconferencia.

Además, ha de considerarse y tenerse en cuenta la transmisión de señales de TVAD a través de los nuevos canales o redes de transmisión digital, por ejemplo, como los definidos en la Recomendación I.121 (Aspectos de la banda ancha en la RDSI) del CCITT aprobada por su IX Asamblea Plenaria, a finales de 1988. Para dichas nuevas redes, ha de establecerse la definición de los nuevos servicios, incluyendo los relacionados con la TVAD, tal como se expresó en una declaración de coordinación [CCIR, 1986-90c], de la Comisión de Estudio I del CCITT a la Comisión de Estudio 11 del CCIR.

El avance de estos estudios puede ayudar al CCIR a completar la tarea de definición de un conjunto completo de parámetros para una norma única mundial de producción de TVAD.

En el presente Informe se resumen resultados de estudios y experimentos obtenidos en el mundo con los adelantos técnicos realizados en respuesta a la Cuestión 27/11. Puede verse también el Informe 630 para la grabación de vídeo y el Informe 1075 para la radiodifusión por satélite.

Interesan también a este respecto el Informe 1218 sobre mediciones objetivas, el Informe 1216 sobre evaluación subjetiva, el Informe 1217) sobre desarrollo futuro de la TVAD y el Informe 1232 sobre distribución de programas en diversos medios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE I

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GIT 11/6-3035 (Australia) b. 11/336 (GITM 10-11/14); c. 11/394 (CCITT).

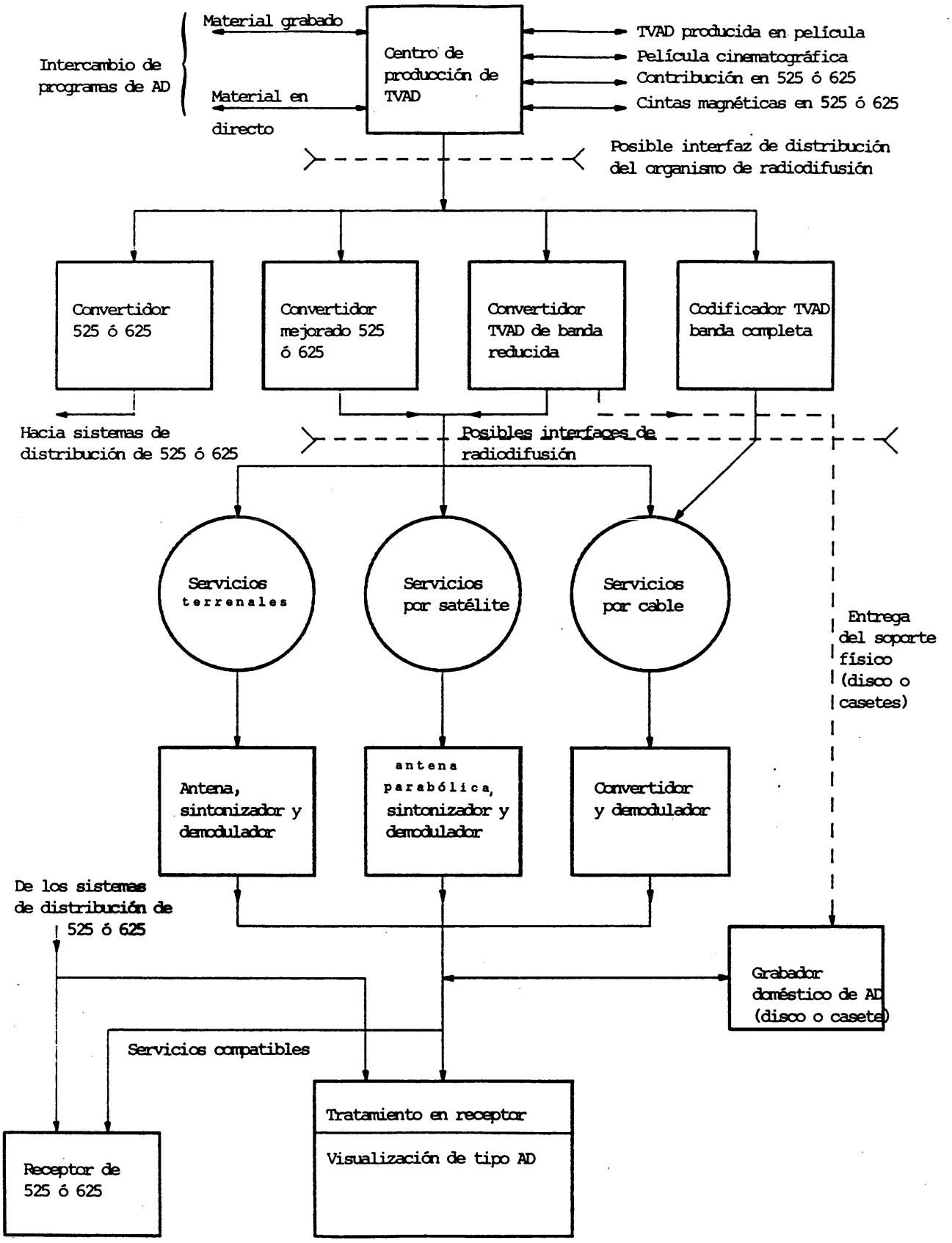


FIGURA 1 - Difusión de la TVAD: el medio ambiente futuro

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

PARTE 2 - ACTIVIDADES DEL CCIR

El CCIR estudia desde hace algunos años la TVAD. El trabajo inicial sobre los principios básicos de las presentaciones de TVAD se efectuó en el periodo de estudios 1974-1978. El ritmo de los trabajos se aceleró rápidamente desde ese momento y se ha prestado atención seria y urgente al estudio de todos los aspectos de la TVAD, desde cámaras a pantallas, pasando por la grabación, la producción y la emisión. Los trabajos del CCIR sobre TVAD se han centrado en la Comisión de Estudio 11, pero se han efectuado estudios sobre grabación y emisión por satélite conjuntamente con la Comisión de Estudio 10, en los Grupos de Trabajo Mixtos 10-11/R y 10-11/S respectivamente. La transmisión se estudia en la CMTT.

Seguidamente se resume la estructura con arreglo a la cual se efectuó esta labor y se indica la marcha de los trabajos.

1. Primeros progresos (1974-1986)

Los trabajos del CCIR sobre TVAD comenzaron con la adopción de la Cuestión 27/11 sobre televisión de alta definición.

Tras la adopción de la Cuestión 27/11, se aprobaron o modificaron diferentes Cuestiones, Programas de Estudios, Resoluciones y Decisiones para reconocer y promover un examen adecuado de la TVAD.

La Comisión de Estudio 11 estableció dos Programas de Estudios en respuesta a la Cuestión 27/11: el 27A/11 que versa sobre la compatibilidad de la TVAD con las normas existentes y con los canales atribuidos a la radiodifusión, y el 27B/11, que versa sobre las técnicas de presentación para TVAD.

Durante el periodo 1974-1986, se modificaron las Cuestiones 1/11 sobre normas de televisión en color y 2/11 sobre el intercambio de programas de televisión para recoger la TVAD. En los Programas de Estudios 2B/11 sobre conversión entre normas de exploración y 3A/11 sobre evaluación subjetiva de la calidad se incluyó también la TVAD.

Además, la Comisión de Estudio 11 adoptó la Decisión 58 en la que se establecía el GIT 11/6 para estudiar la TVAD y tomó disposiciones en relación con la TVAD en la Decisión 60 (GIT 11/7 sobre televisión digital), en la Decisión 66 (GIT 11/4 sobre evaluación subjetiva) y, conjuntamente con la Comisión de Estudio 10, la Decisión 59 sobre grabación vídeo. La XVI Asamblea Plenaria adoptó la Resolución 96 en la que se preveía la necesidad de una Reunión Extraordinaria sobre TVAD en la última parte del periodo de estudios 1986-1990.

Conjuntamente con la Comisión de Estudio 10, la Comisión de Estudio 11 adoptó dos Programas de Estudios sobre grabación de TVAD, el 18S/11 (Grabación de programas de TVAD) y el 18T/11 (Grabación de TVAD en película). Además las Comisiones de Estudio modificaron la Cuestión 2/10 y 11 (Características del sistema para el servicio por satélite) y establecieron o modificaron los Programas de Estudios 1E/10 y 11 (Estudios de compartición), 2F/10 y 11 (Normas para televisión por satélite), 2M/10 y 11 (Radiodifusión por satélite de TVAD) y 2N/10 y 11 (Servicios integrados) con objeto de tener en cuenta la necesidad de efectuar estudios sobre TVAD. Además, las Comisiones de Estudio prepararon la Decisión 51 (GITM 10-11/3, Radiodifusión de TVAD por satélite) para estimular los estudios sobre radiodifusión de TVAD por satélite.

2. Progresos desde 1986

Antes de las Reuniones Intermedias en 1987, la Comisión de Estudio 11, en particular el GIT 11/6, efectuó un considerable trabajo en relación con la TVAD. Además, en las Reuniones Intermedias, el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 inició un reexamen de las Cuestiones, los Programas de Estudios y las Decisiones para estimular y coordinar los trabajos sobre TVAD. Como consecuencia, se modificaron los Programas de Estudios 25H/11 (Filtrado y muestreo para la codificación digital), 25M/11 (Medición y supervisión) y 25J/11 (ahora AL/11, Reducción de la velocidad binaria para la codificación digital), con objeto de recoger aspectos de la TVAD. Además, se adoptaron dos nuevos proyectos de Programas de Estudios que comprendían aspectos de la TVAD: 25N/11 sobre interfaces para señales digitales y 3E/11 sobre evaluación subjetiva de la TVAD. La Comisión de Estudio aprobó también la Decisión 74 en la que se pedía la celebración de la Reunión Extraordinaria sobre TVAD y modificó las Decisiones 42 (GIT 11/5, Relaciones de protección), 58 (GIT 11/6, Normas de TVAD), 60 (GIT 11/7, Televisión digital) y 66 (GIT 11/4, Evaluación subjetiva) para permitir la realización de trabajos adicionales y la coordinación de las actividades.

En la Reunión Intermedia, la Comisión de Estudio 11 conservó el Informe 801-2, Estado actual de la televisión de alta definición, que se había preparado en el periodo de estudios precedente. También preparó cuatro nuevos Informes sobre aspectos de la TVAD: AW/11*(Enfoques para una norma unificada de ámbito mundial sobre estudios de TVAD digital), AZ/11*(Informe sobre el estado de la televisión de alta definición), AU/11*(Planteamiento general sobre sistemas de TVAD) y 1216 (Evaluación subjetiva de las imágenes de televisión de alta definición). El Grupo de Trabajo Mixto 10-11/S actualizó el Informe 1075 (Televisión de alta definición por satélite). El Grupo de Trabajo Mixto 10-11/R adoptó el Informe 1229 (Grabación de programas de TVAD en película cinematográfica).

Conjuntamente con la Comisión de Estudio 10, la Comisión 11 modificó además los Programas de Estudios 18T/11 (Grabación de TVAD en película) para tener en cuenta la necesidad del intercambio internacional y preparó el nuevo Programa de Estudios 18U/11 (Transferencia de programas de televisión de alta definición a medios distintos de la radiodifusión) para recoger los usos distintos de la radiodifusión. Además, las Comisiones de Estudio modificaron la Decisión 51 (GITM 10-11/3, Radiodifusión por satélite de señales de TVAD y normas unificadas para la inclusión de varias señales de audio en canales de TV terrenal y por satélite) para tener también en cuenta la necesidad de estudios más a fondo y de coordinación en relación con la TVAD. En el contexto de la Decisión 72 el Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/S presentó contribuciones relativas a la radiodifusión de datos en un entorno TVAD.

En la Reunión Extraordinaria, la Comisión de Estudio 11 revisó las Cuestiones, los Programas de Estudios y las Decisiones existentes con objeto de cumplir más completamente sus obligaciones en relación con la TVAD. En el resto del presente Informe se dan detalles sobre los progresos de la Comisión de Estudio en esta Reunión Extraordinaria.

---

* La Comisión de Estudio 11 suprimió estos textos durante la Reunión Extraordinaria de dicha Comisión, relativa a la Televisión de Alta Definición, Ginebra, 1989.

PARTE 3 - CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS SISTEMAS DE TVAD

1. Definición de televisión de alta definición

Un sistema de televisión de alta definición es un sistema concebido para permitir la visión a una distancia de aproximadamente tres veces la altura de la imagen, de modo que el sistema de transmisión sea prácticamente transparente a la calidad de reproducción que percibiría en la escena o acción original un espectador con una agudeza visual elevada. Estos factores incluyen una mejor reproducción del movimiento y mejor percepción de la profundidad.

Ello implica, en general, en comparación con los sistemas de televisión convencionales:

- resolución espacial en sentido vertical y en sentido horizontal de aproximadamente dos veces la que puede obtenerse con la Recomendación 601;

- cualesquiera mejoras dignas de obtenerse de la resolución temporal con respecto a la que puede obtenerse con la Recomendación 601;

- mejor reproducción del color;

- formato de imagen más amplia;

- sonido multicanal de alta fidelidad.

Nota - Los sistemas de sonido en la TVAD son objeto de la Cuestión 47/10.

2. Medios de presentación a los que se aplicará la TVAD

La producción TVAD se utilizará para proporcionar señales fuente a numerosos medios de presentación. Entre ellos cabe citar los siguientes:

- servicios de radiodifusión por satélite en bandas de frecuencia superiores a 12 GHz;

- servicios en uno o más canales definidos por la CAMR-RS-77;

- servicios en uno o más canales definidos por la CARR RS-83;

- producción de películas cinematográficas;

- presentación electrónica de imágenes en cinematógrafos;

- servicios de radiodifusión terrenal o por redes de cable, y

- sistemas domésticos de cinta magnética o disco.

Una norma única podría ser beneficiosa para los productores de programas así como para las organizaciones de radiodifusión y espectadores.

En el presente Informe se resumen resultados de estudios y experimentos obtenidos en el mundo con los adelantos técnicos realizados en respuesta a la Cuestión 27/11. Puede verse también el Informe 630 para la grabación de vídeo y el Informe 1075 para la radiodifusión por satélite.

3. *Objetivos de presentación de la imagen*

3.1 *Ángulo de visión preferido*

Cuando los espectadores están más cerca de las imágenes, aumenta la superficie ocupada por éstas en su campo de visión, lo que les da la sensación de participar en el espacio creado por las imágenes. Esta mayor sensación de realidad es evidente cuando el ángulo de visión es superior a 20° [CCIR, 1982-86a].

3.2 *Distancia de observación*

Los experimentos con diapositivas de imágenes fijas revelan que se prefieren distancias de observación de $2H$ a $3H$ (H es la altura de la imagen). Estas distancias corresponden a un ángulo de visión de 40° a 30°. Sin embargo, con imágenes en movimiento la distancia de observación preferida es más próxima a $3H$, ya que interviene un factor adicional de mareo.

Si la distancia de observación es demasiado pequeña, los observadores experimentan fatiga ocular al cabo de cierto tiempo. Conviene limitar la distancia de observación mínima a 2 m [CCIR, 1982-86a].

3.3 *Tamaño de la pantalla*

De las evaluaciones subjetivas de la sensación de realidad con imágenes de tamaños diferentes y diversos ángulos de observación, parece desprenderse que las imágenes de gran tamaño producen una mayor sensación de realidad para un ángulo de visión constante, y que puede considerarse apropiada para la TVAD una superficie de imagen de más de 0,8 m^2 [CCIR, 1982-86a].

3.4 *Contraste y brillo*

Tras diversos experimentos de visualización de imágenes de televisión, se considera apropiado adoptar una relación de contraste mínima de 50 : 1 para la TVAD.

Teniendo en cuenta el efecto de la iluminación ambiente en la pantalla, puede considerarse apropiado como brillo para la TVAD un brillo de cresta de la imagen de 150-250 cd/m^2 [CCIR, 1982-86a, b].

4. *Consideraciones fundamentales sobre los parámetros básicos*

4.1 Definición de los términos

Las definiciones siguientes tienen el exclusivo objeto de aclarar los textos del CCIR relacionados con la TVAD.

Muestra es el valor de una imagen en un punto definido en el espacio horizontal, vertical y temporal.

Una distribución de muestras cuadrada se obtiene cuando los puntos de muestreo son equidistantes en una retícula ortogonal horizontal-vertical, en un plano de imagen discreto en el tiempo, y supuesto vertical para los fines de esta definición.

Pixel es la abreviatura de "picture element" (elemento de imagen). Es la superficie más pequeña de la imagen óptica que se puede reproducir fielmente.

Un pixel cuadrado es aquél cuyas dimensiones horizontales y verticales son iguales.

4.2 *Formato de imagen*

Con formatos de imagen más amplios se aumenta el interés de los observadores en las imágenes. Diversos experimentos psicofísicos han revelado que, según el tamaño de la imagen, sería atractivo para la TVAD un formato de imagen más amplio que varíe de 5 : 3 (1,67 : 1) a 2 : 1. Se han fabricado equipos experimentales con un formato de imagen de 5 : 3 [CCIR, 1982-86a].

Otros estudios realizados por una administración han revelado que aumentando el formato de imagen a 16 : 9 (5,33 : 3, 1,78 : 1) y utilizando la técnica tradicional de la industria cinematográfica consistente en centrar la acción en la superficie común más pequeña («shoot-and-protect»), puede conseguirse obtener la compatibilidad con la mayoría de los formatos de imagen de las actuales películas cinematográficas, que varían de 4 : 3 (1,33 : 1) a 2,35 : 1 [CCIR, 1982-86c].

4.3 *Muestreo horizontal*

En la definición de la TVAD del punto 1 se indica que la resolución horizontal de la TVAD es doble de la de los sistemas de televisión convencionales actualmente utilizados. La Recomendación 601 define un sistema de muestreo para las actuales normas de 625/50 y 525/60 que requiere 720/360 muestras (señal de luminancia/señal de diferencia de color) en el periodo de línea activa digital. Conseguir el doble de resolución exigiría 1440/720 muestras por periodo de línea activa digital para una imagen de igual formato de imagen.

Para el formato de imagen más amplio considerado para la TVAD, debe aumentarse el número de muestras por periodo de línea activa digital en una magnitud de 4 : 3. Por ejemplo, en el caso de un formato de imagen de 16 : 9 el número correspondiente de muestras por periodo de línea activa digital sería de 1920/960.

El número total de muestras por línea incluiría el número de muestras necesario para el periodo de supresión de línea. Aunque puede eliminarse la necesidad del periodo de supresión de línea mediante el uso de memorias apropiadas, existen limitaciones prácticas en las cámaras de haz electrónico y en los dispositivos de visualización que hacen esencial a corto plazo un periodo de supresión de línea [CCIR, 1982-86b].

4.4 *Muestreo vertical (número de líneas activas por cuadro)*

Diversos estudios que relacionan la agudeza visual con la resolución vertical estática y la distancia de observación han revelado que la resolución vertical estática, vista en un monitor de televisión, es afectada por el método de exploración (entrelazado o secuencial), por la frecuencia de cuadro/trama y por la persistencia del dispositivo de visualización.

En un experimento que utilizaba un sistema de blanco y negro con una pantalla de tubo de rayos catódicos de alta resolución de 69 cm (27 pulgadas), la mejora de la nitidez aumentando el número de líneas comenzó a saturarse para unas 1500 líneas con entrelazado 2 : 1 y una distancia de observación de $3H$ [CCIR, 1978-82a], y para 2125 líneas, se obtuvo una nitidez suficiente a una distancia de observación de $2H$ [CCIR, 1974-78].

Para una imagen de televisión con entrelazado 2 : 1 y una distancia de observación de tres veces la altura de la imagen se requieren al menos 1000 líneas activas para conseguir el doble de la resolución vertical de los actuales sistemas de televisión [CCIR, 1982-86b].

Se ha demostrado mediante estudios recientes, que con más de 1000 líneas activas, la resolución se compararía favorablemente con la de las películas de 35 mm proyectadas en locales, que tradicionalmente se ha considerado como referencia de presentación de alta calidad [Hayashi, 1981; Kaiser y otros, 1985].

Si el número de líneas activas es superior a 1024, se requiere un bit adicional en el circuito de dirección del equipo de tratamiento de la imagen [CCIR, 1978-82b].

4.5 *Muestreo temporal (frecuencia de trama)*

Existen dos aspectos bien diferenciados en relación con este tema. El primero es la resolución dinámica, que se refiere a la resolución espacial para imágenes que se mueven. El segundo es la frecuencia de repetición, que viene determinado por el criterio de reproducción suave del movimiento.

La resolución dinámica viene determinada por el tiempo de integración del material fotosensible utilizado en la cámara y la velocidad de muestreo temporal por la frecuencia de trama [CCIR, 1982-86b].

Las pruebas realizadas por la BBC utilizando imágenes de cámara sin obturador secuencialmente exploradas y visualizadas a frecuencias de cuadro de 50, 60, 70 y 80 Hz han demostrado una mejora progresiva de calidad en los detalles de imágenes en movimiento a medida que aumenta la frecuencia de trama. En una escala de calidad de 5 notas la calidad de imagen a 80 Hz se juzgó que era dos notas mejor que a 50 Hz y una nota mejor que a 60 Hz para velocidades representativas del movimiento continuo [Childs y Tanton, 1985; CCIR, 1982-86d].

La resolución dinámica también puede mejorarse reduciendo el tiempo de integración por obturación. Un experimento realizado con una cámara de 60 Hz ha revelado que el tiempo de integración puede reducirse en un 25% sin degradar la reproducción del movimiento, y con la correspondiente mejora de la resolución dinámica. Se han indicado mejoras análogas en señales de cámaras con obturador a 50 Hz [Stone, 1986]. La sensibilidad de la cámara y las penalizaciones causadas por la distorsión temporal por efecto alias (repliegue del espectro) deben seguir estudiándose [CCIR, 1982-86b, 1986-90a].

El [CCIR, 1986-90b] se refiere a estudios iniciales efectuados en Canadá para determinar las necesidades temporales de velocidad de muestreo que indican que la requerida para la detección del movimiento permanece casi constante a unos 70 Hz, mientras que, si no hay detección del movimiento, la velocidad de muestreo necesaria aumenta con rapidez con la velocidad del objeto en movimiento [CCIR, 1986-90c].

La frecuencia de trama y de cuadro de la señal de televisión también determina, en un sistema sencillo, la frecuencia de renovación de la visualización. Influye en la percepción del parpadeo en áreas de gran superficie [CCIR, 1982-86e]. Sin embargo, no es esencial que la frecuencia de renovación de la visualización sea la misma que la frecuencia de trama de la señal de estudio o emisión. Si se emplea el tratamiento de compensación del movimiento, las velocidades de trama de emisión y/o visualización pueden ser distintas de las de la cámara [Thomas, 1987; Fernando y Parker, 1988]. Las mejoras obtenidas con obturador son más marcadas cuando se combinan con la conversión de frecuencia ascendente de la visualización. La conversión de frecuencia ascendente de la visualización se trata más detalladamente a continuación en el punto 4.9 [CCIR, 1986-90a].

4.6 *Estructura de exploración (exploración entrelazada o secuencial)*

Se ha informado que la perturbación causada por las líneas de exploración con entrelazado 2 : 1 es aproximadamente la misma que produce la exploración secuencial con un 40% menos de líneas [CCIR, 1978-82a]. Sin embargo, en esas condiciones la señal explorada secuencialmente requeriría un 20% más de anchura de banda.

La estructura de exploración entrelazada puede introducir en determinadas condiciones un efecto de visualización denominado «vibración interlínea» y «corrimiento lento de las líneas». Estos efectos dependen de las características de la fuente y de la presentación así como de la frecuencia de trama y del número de líneas exploradas por cuadro; es conveniente evitar que se produzcan estos efectos. En los sistemas entrelazados, las líneas espacialmente adyacentes están desplazadas en el tiempo, lo que introduce complejidades en el tratamiento de la señal [CCIR, 1982-86b].

En el caso de una norma básica con entrelazado para estudios, la progresión jerárquica que permite pasar de exploración entrelazada a secuencial puede considerarse de dos modos. Puede utilizarse operación secuencial en partes de la cadena del estudio o en la visualización cuando puede acomodarse el doble aumento en el requerimiento de anchura de banda. La otra aplicación de un criterio jerárquico consistiría en la evolución en el futuro de exploración entrelazada al modo secuencial a medida que las limitaciones tecnológicas impuestas por la duplicación de la anchura de banda necesaria se hagan menos severas [CCIR, 1982-86b].

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

En el Documento [CCIR, 1986-90d], el volumen de información captado por una cámara se calcula para la exploración entrelazada, la exploración progresiva y el sistema quincuncial con el mismo número de líneas. Según dicho documento, el volumen de información captado por la cámara aumenta poco en la exploración progresiva y desciende ligeramente en el sistema quincuncial, en comparación con el sistema de exploración entrelazada. También se calcula que la relación señal/ruido de estos sistemas, es inferior en 9 dB en la exploración progresiva e inferior en 3 dB en el sistema quincuncial que en la exploración entrelazada.

En el Documento [CCIR, 1986-90d] se afirma además que, si se tiene en cuenta el soporte físico requerido, la realización de un sistema de exploración progresiva es difícil, ya que la frecuencia de la exploración horizontal y la anchura de banda de la señal requerida son el doble que en el sistema de exploración entrelazada. En particular, resulta difícil la construcción del filtro diagonal necesario para el sistema quincuncial en cuanto a su material y frecuencia de trabajo.

En el Documento [CCIR, 1986-90e] se informa de los resultados de ciertos experimentos efectuados en cámaras de barrido entrelazado y de barrido progresivo: la resolución horizontal de una cámara de barrido progresivo es idéntica a la de otra de barrido entrelazado, mientras que la resolución vertical es superior en el primer caso. En términos de resolución dinámica, el barrido progresivo proporciona una mejor separación entre las informaciones espaciales y temporales que el barrido entrelazado a una cadencia de trama doble. En el Documento [CCIR, 1986-90e] se afirma que, dado que aún no han sido definidos filtros de ponderación ni métodos de medición, las comparaciones directas de las relaciones señal/ruido no ponderadas para ambos sistemas conducen a conclusiones no realistas. Del mismo modo, la cantidad de información tomada en ambos sistemas requiere una definición más precisa, a fin de disponer de una base objetiva de comparación.

En el Documento [CCIR, 1986-90e] se informa también de la realización satisfactoria de un filtro diagonal empleando técnicas actuales. Se afirma también que las soluciones de soporte físico para fuentes y procesamiento HDP/HDQ (véase el § 2.2.1 de la Parte 5), que dependen en gran medida de la inversión inicial del fabricante, no producen argumentos objetivos para la comparación de sistemas.

El Documento [CCIR, 1986-90f] expone las ventajas que pueden obtenerse con el empleo de la exploración progresiva con muestreo quincuncial para reducir la anchura de banda en la codificación HD-MAC. La exploración progresiva permite estimar y compensar el movimiento de manera más fiable y también una conmutación de rama más fiable. Se obtiene así una mejora global de la calidad de la imagen que recibe el usuario por medio de la cadena de transmisión HD-MAC.

4.7 *Aspectos colorimétricos*

Es muy importante establecer un sistema colorimétrico óptimo en el sistema de TVAD para obtener una alta fidelidad del color. La compatibilidad con los sistemas convencionales existentes puede considerarse una segunda prioridad.

En [CCIR, 1982-86b, f; Powell, 1985] se estudian los aspectos colorimétricos. A continuación se indican los principales temas considerados.

4.7.1 *Elección de los colores primarios*

Se han propuesto conjuntos de colores primarios que comprenden los colores primarios XYZ, los luminóforos actuales de la UER y los luminóforos actuales del sistema NTSC.

Deben seleccionarse colores primarios que estén bien separados entre si, a fin de conseguir la gama de colores más amplia posible, pero no deben estar tan separados que resulte imposible realizarlos por medio de los luminóforos existentes con una eficacia de conversión suficientemente buena.

Hacen falta más estudios, preferentemente en asociación con los fabricantes de tubos de imagen, para determinar si los luminóforos más recientemente desarrollados pueden ofrecer mejor conjunto de colores primarios, y si así fuera, si serían suficientemente diferentes de una de las dos formas existentes para justificar el cambio [CCIR, 1982-86b].

En [CCIR, 1986-90g] se informa sobre los estudios realizados por un Grupo de Expertos del GIT 11/6 sobre la elección de un conjunto de colores primarios de referencia.

4.7.2 *Blanco de referencia del sistema*

Parece haber acuerdo general en adoptar el iluminante D65 como blanco de referencia del sistema de TVAD. Se ha propuesto también un equilibrio de blancos variable, adaptativo y conmutable [CCIR, 1982-86b].

4.8 Característica de transferencia electro-óptica

Se ha señalado una convergencia de los estudios relativos a la característica óptima de transferencia en lo que se refiere a la cuantificación y la sensibilidad al ruido; la ley ideal sería logarítmica. Sin embargo, un aspecto principal de esta característica de transferencia es también el margen dinámico disponible. La ley actualmente recomendada, que es una ley exponencial para valores altos de luminancia y que cambia tangencialmente a una ley lineal para valores bajos de luminancia, tiene la ventaja de corregir previamente la característica actual de transferencia de la visualización en TRC. Se reproduce con precisión una gama dinámica de 55:1 aproximadamente (conforme a la ley exponencial). [CCIR, 1986-90 h, i].

Para satisfacer el principio de la luminancia constante, se ha considerado un sistema que tiene corrección gamma en el receptor, a diferencia del actual sistema de televisión donde se aplica precorrección gamma antes de la matrización de la señal de luminancia y de diferencia de color [CCIR, 1982-86b]. Cuando se utilizan pantallas de visualización que no sean tubos de rayos catódicos (TRC), o se requiere conversión entre sistemas, las necesarias correcciones adicionales añaden nuevas distorsiones [CCIR, 1982-86f].

En la nueva propuesta, el tratamiento se hace con señales que son proporcionales linealmente a la entrada de luz. Sin embargo, debe introducirse una característica de amplitud de transmisión-recepción no lineal, o en otro caso las zonas oscuras de la imagen se harán más sensibles al ruido de transmisión. En [CCIR, 1982-86b; Schafer y Golz, 1984; Yuyama y Yano, 1984] pueden verse más detalles sobre el tema.

La influencia de este nuevo concepto de señales componentes es importante y en [Melwig y Schäfer, 1988] se ofrecen ciertos antecedentes sobre esta alternativa. Al mejorar la separación de las señales de luminancia y crominancia, mediante una codificación de la luminancia constante, puede lograrse una mayor agudeza del color y un aumento de la resistencia a la interferencia en el canal de crominancia. El concepto abre el camino hacia una mejor utilización de las nuevas tecnologías de visualización con un aumento de los colores reproducibles. En [CCIR, 1986-90j] se indica la obtención de la señal E'_Y mediante el principio de "luminancia constante". La diferencia principal, aparte del coeficiente relacionado con dos grupos de colores primarios, reside en la obtención de la señal de luminancia, pues en un caso se aplica una precorrección no lineal antes de la composición de la matriz y en el otro caso, después.

4.9 Parpadeo de imagen en pantalla

Pruebas subjetivas realizadas por una administración han demostrado que utilizando una tecnología de TRC, para un brillo de la pantalla de 150 cd/m^2 y una frecuencia de trama de 60 Hz, el parpadeo en gran superficie es visible pero no perturbador. Para una frecuencia de trama de 50 Hz y un brillo de pantalla de 60 cd/m^2, el parpadeo se juzgó molesto [CCIR, 1982-86b]. Otra administración realizó pruebas utilizando una fuente luminosa y un obturador de duración variable. Las pruebas revelaron que el parpadeo en gran superficie para un brillo de 200 cd/m^2 resultaba imperceptible a frecuencias superiores a 80 Hz [CCIR, 1982-86e].

Nuevos dispositivos de visualización en desarrollo (por ejemplo, válvulas de luz) muestran características de visualización diferentes de las de los sistemas basados en los TRC, y pueden, por tanto, presentar un mejor comportamiento al parpadeo.

Utilizando memorias de cuadro y, en caso necesario, dispositivos electrónicos de interpolación, la frecuencia de renovación de la visualización puede ser superior a la frecuencia de trama de la señal de televisión [CCIR, 1982-86b]. Esto permite la posibilidad de eliminar el parpadeo en gran superficie por un tratamiento de la visualización, pero es probable que imponga una penalización de costo y posiblemente de calidad [CCIR, 1982-86g].

4.10 *Eliminación del parpadeo debido a la iluminación*

En un medio ambiente en el que la velocidad de trama de presentación de las imágenes no es igual a la frecuencia de la red eléctrica local, puede producirse parpadeo por la frecuencia de batido en algunas circunstancias. Esta situación se da desde hace tiempo en Japón, y se ha informado de técnicas utilizadas para reducir la visibilidad de este efecto [CCIR, 1982-86b,h]. Probablemente el problema tenga solución, y no sea necesario penalizar la elección de la frecuencia de trama, aunque se necesitan ulteriores trabajos para confirmarlo [CCIR, 1982-86g].

4.11 *Zumbido*

Los efectos del zumbido producido por la alimentación sobre la visión pueden eliminarse con un diseño adecuado de los equipos [CCIR, 1982-8i].

4.12 Consideraciones de la anchura de banda y del ruido

Como primera fase del estudio, se realizaron pruebas de evaluación subjetiva del sistema de 1125 líneas en cuanto a la anchura de banda necesaria. Para las señales de luminancia y de crominancia se obtuvieron valores de 20 y 7 MHz, respectivamente [CCIR, 1974-78].

Se ha informado de una función de ponderación del ruido que puede aplicarse a sistemas que difieren en el número de líneas y en el formato de imagen; esta función se está utilizando para el cálculo de los parámetros de transmisión [CCIR, 1978-82a].

5. Operaciones de TVAD, incluida la producción de películas

5.1 Producción TVAD

En muchos documentos se describen o se hace referencia a experiencias de producción, o producciones comerciales, con equipos de TVAD de 1125/60/2 en Norteamérica, Japón y Europa, y que van desde los acontecimientos deportivos hasta los largometrajes para distribución cinematográfica. En [CCIR, 1986-90k y l] y, en particular, en [CCIR, 1986-90m] se informa sobre la producción de un programa dramático con técnicas de película, que obtuvo un éxito tanto técnico como económico, y que además pudo convertirse de manera satisfactoria a las normas NTSC y PAL.

En [CCIR, 1986-90n] se recoge una experiencia de la CBS de producción de obras dramáticas "in situ" para ponerlas a la venta en formato NTSC. Los resultados también fueron excelentes en todos los aspectos, así como la calidad de imagen obtenida, los costes, la fiabilidad de los equipos, y la capacidad de los equipos de filmación para efectuar tomas reales.

En [CCIR, 1986-90o] se informa de que otra obra dramática titulada "Longway from home" fue producida totalmente con medios electrónicos, lo que brindó al equipo de producción de TV la ocasión de obtener un gran aprendizaje sobre los efectos especiales, y también sobre cómo trabajar con la TVAD, incluidas las técnicas de producción, el control de los procesos de producción y los diseños artísticos.

En [CCIR, 1986-90p] se informa también sobre un equipo de TVAD de 1250/50/2 que se utilizó antes de la Exposición de Brighton 88 para la producción de programas en la RAI, la ITVA y la BBC.

Según el Documento [CCIR, 1986-90q], en el curso de la IFA'89 (Berlín Occidental) se efectuaron una serie de producciones en un estudio de TVAD totalmente equipado y completado con cuatro unidades móviles de exteriores y una unidad móvil de postproducción (sistema 1250/50/2).

Se presentaron al público 20 compilaciones breves de 10 minutos de esas y otras producciones a 1250/50/2 utilizando cuatro pantallas de retroproyección.

Esas producciones cubrieron muchas horas y procedían de la RAI (Italia), la BBC (Reino Unido), la ITVA (Reino Unido), la NOB (Países Bajos), la SFP (Francia), la NDR (República Federal de Alemania), la ORF (Austria), la RTP (Portugal), la VARA (Países Bajos), RTVE (España) y la IHD (Francia).

La obra "Julia y Julia" de 90 minutos de duración producida por la RAI en TVAD fue convertida a película de 35 mm y pasada en cinematógrafos de todas partes del mundo. En el Japón, ciertas películas cinematográficas, entre ellas "Saiyuki" y "Teito Monogatari", parte de las cuales habían sido producidas mediante efectos especiales de TVAD y editadas en películas de 35 mm, fueron presentadas en cinematógrafos. Las escenas de TVAD representaban en total entre 10 y 20 minutos de la duración de cada una de estas películas [CCIR, 1986-90r].

5.2 Presentaciones de TVAD

En un restaurante de Tokio se pasó el drama "Teito Monogatari" en película de 35 mm por medio de un telecine de TVAD y una pantalla de 110 pulgadas con proyección trasera. En otro caso, se transmitieron programas de TVAD de Tokio a Nagoya a través de un satélite de telecomunicaciones, utilizando el sistema MUSE y presentándolos en pantallas grandes para hacer una prueba de distribución de programas a teatros distantes [CCIR, 1986-90s].

En ———— [CCIR, 1986-90t] se describe el desarrollo del Segundo Festival de Cinematografía Electrónica, celebrado en Montreux (Suiza) en junio de 1989. Fue éste el primer acto internacional en el que las producciones realizadas mediante equipos de producción/post-producción TVAD competían atendiendo a sus méritos creativos. El Festival acogió producciones destinadas a la televisión o el cine, clasificadas en cinco grupos: dramas, documentales, deportes, música y publicidad. De 53 producciones presentadas, se seleccionaron 33 para las deliberaciones del Jurado Internacional, que otorgó cinco premios Astrolabium a las producciones elegidas, en las diversas categorías de programas.

5.3 Aplicaciones distintas de la radiodifusión

En [CCIR, 1986-90r] se informa sobre el interés de las industrias no dedicadas a la radiodifusión de televisión, en la aplicación de la tecnología de televisión de alta definición. Si pueden establecerse unas normas de producción de TVAD que satisfagan las necesidades de las diversas industrias no dedicadas a la radiodifusión, pueden desprenderse ventajas significativas para todos del aumento del mercado resultante para el equipo de TVAD.

Impresión

Una editorial ha puesto a la venta un libro integrado por imágenes de TVAD grabadas en cinta magnética vídeo y transferidas a cintas magnéticas de datos destinadas a la impresión. Existen también en el mercado tarjetas postales confeccionadas de una manera similar. Se ofrece también una carta de ajuste de TVAD para la publicación electrónica.

Televisión estereoscópica

En el Japón se ha realizado un sistema experimental de televisión estereoscópica de campo secuencial con equipo de TVAD. Las pruebas [Isono, 1987] mostraron que la frecuencia de campo requerida era superior a 110 Hz en el sistema de televisión estereoscópica de campo secuencial. Se presentó al público un sistema con una frecuencia de campo de 120 Hz, utilizando programas breves preparados para esta finalidad [CCIR, 1986-90u].

5.4 Distribución por cable

En [CCIR, 1986-90v] se describe la situación actual de la distribución de televisión en Estados Unidos y señala la importancia de la distribución por cable para la TVAD. El documento informa que en Estados Unidos el 83%, aproximadamente, de los hogares con televisión están servidos por líneas de cable y pueden recibir señales por él si lo desean. En la actualidad, el 52% aproximadamente de estos hogares con televisión están abonados al cable.

En [CCIR, 1986-90w] se describen experiencias con la transmisión por cable de televisión, sistema MUSE. Se presentan dos experimentos de transmisión distintos, transmisión MF y transmisión MA-BLR. El experimento de transmisión MF se realizó con una modulación de frecuencia de 400 MHz. Cuando se conectaban en tándem un enlace de microondas de dos tramos con un enlace de fibra óptica y 9 amplificadores troncales en el extremo distante, la relación S/N no ponderada era superior a 50 dB y se afirmaba que las imágenes de televisión eran excelentes.

También se realizó un experimento de transmisión de televisión por cable con modulación BLR-MA sin que se observasen deterioros en la señal MUSE o en las señales de televisión convencional.

En [CCIR, 1986-90x] se informa sobre la propuesta de transmisión MA-BLR y MF-BLR para la distribución por cable de la HD-MAC. La transmisión MA-BLR se aplica a la señal de banda de base con multiplexión en el tiempo. Se ha realizado una demostración de la utilización de una separación de canales de 12 MHz, que se recomienda como norma común. El filtrado de Nyquist de la transmisión BLR está en la gama de 500 kHz alrededor de la portadora y para obtener una recepción compatible será el mismo que para la distribución MAC/paquetes. Se está estudiando el factor de reducción progresiva de Nyquist para alta definición y la compartición entre el transmisor y el receptor. También se ha efectuado una demostración de la transmisión MF-BLR, para la que debe utilizarse una separación de canales de 16 MHz. Se están estudiando los parámetros de modulación.

6. Consideraciones y experiencias operacionales

6.1 Consideraciones operacionales sobre la conversión de normas en relación con las normas de emisión de TV convencional y de TVAD

La Decisión 58 pide que se realicen estudios encaminados a lograr una sola norma mundial para los estudios de producción y para el intercambio internacional de programas de TVAD. De los estudios se desprende que existe también una relación identificable entre los parámetros indicados en el punto 1.1 de la parte 5 del presente Informe y los sistemas de emisión.

En 1988 sólo se ha estudiado el problema de la introducción de una norma de estudio de TVAD a 60 Hz en un entorno de radiodifusión de 50 Hz [CCIR, 1986-90y]. El estudio tenía como objetivo determinar si las ventajas de una norma única de producción a 60 Hz compensarían todos los inconvenientes técnicos, económicos u operacionales de utilizar distintas frecuencias de trama para la producción y la emisión.

La referencia [CCIR, 1986-90z] aduce que la conversión de la TVAD de 60 Hz a la norma de TV 625/50 exige un convertidor de normas de frecuencia de trama costoso mientras que la utilización de la TVAD de 50 Hz requiere un convertidor de normas de frecuencia de línea que es de 10 a 40 veces más económico.

En [CCIR, 1986-90z] se indica que la radiodifusión a 50 tramas/s de material originado en película cinematográfica hará necesarias interpolaciones temporales en cascada (24 t/s a 60 t/s a 50 t/s). Esto podría exigir un procesamiento complejo y quizá costoso a fin de evitar degradaciones.

Por este motivo, durante varios años, la UER ha venido estudiando diversos aspectos de la conversión de normas [CCIR, 1986-90aa]. Inicialmente, una evaluación técnica concluía que la conversión de la frecuencia de cuadro de TVAD a TVAD con gran calidad, sería posible en el futuro, aunque relativamente costosa, utilizando la estimación y compensación del movimiento. A ello siguió un estudio sobre las consecuencias operativas y económicas de la utilización de frecuencias de trama iguales o distintas para la producción y emisión de la TVAD en un entorno de 50 Hz. Concluía que en los casos examinados, la utilización de la frecuencia de trama de 60 Hz para la producción de TVAD en un entorno de 50 Hz, era el escenario menos favorable. La medida en que la situación 50 Hz - 50 Hz era más favorable que la de 60 Hz - 60 Hz dependía de la configuración de las entidades de radiodifusión.

En [CCIR, 1986-90ab] se informa sobre la realización de estudios similares [CCIR, 1986-90p] acerca de un modelo simplificado de red nacional y sobre su evolución hacia la radiodifusión directa de programas por satélite. Se comparan dos alternativas en la elección de la frecuencia de trama de los estudios de TVAD:

Alternativa A: La norma de estudio TVAD tiene la misma velocidad de trama que la norma de emisión de la TVAD (es decir, 50 Hz).

Alternativa B: La norma de estudio TVAD tiene una frecuencia de trama distinta de la norma de emisión de TVAD (es decir, 60 Hz).

Se determinaron cinco conversiones posibles de normas con arreglo a estas alternativas.

En una primera conclusión, la alternativa A resulta sin duda más atractiva que la alternativa B porque los convertidores de frecuencia de línea son más baratos y capaces de unas prestaciones superiores a las de los convertidores de la frecuencia de trama. Además, el número de convertidores para la categoría 5 es muy inferior al de las categorías 2, 3 y 4.

Por último, se señala que puede aplicarse un argumento similar en los países de 60 Hz, si hay una norma de estudio a 50 Hz.

Esta conclusión preliminar suscita la duda entre algunas administraciones sobre si las ventajas relativas de establecer dos normas de producción (basándose en la Recomendación 601) superarían a las de una sola norma mundial de producción [CCIR, 1986-90ac].

Los resultados disponibles en relación con la opción A muestran que son factibles las conversiones de frecuencia de línea de alta calidad sin necesidad de realizar complejos filtros [CCIR, 1986-90ad]. Las pruebas subjetivas preliminares destinadas a evaluar las conversiones que implican la interpolación y el diezmado en conversiones de 1.080 líneas a otros números de líneas muestran que pueden obtenerse resultados satisfactorios con niveles razonables de complejidad [CCIR, 1986-90ae].

6.2 Consideraciones operacionales en la transferencia de película a vídeo y viceversa

En [CCIR, 1986-90af] se informa sobre estudios que demuestra que cuando se trabaja en las mismas condiciones, las cámaras de TVAD presentan características de transferencia similares a las de las películas en color de 35 mm.

En [CCIR, 1986-90ag] se informa de los trabajos de la SMPTE en su investigación del empleo de 30 tramas/s para la producción y distribución de películas. Las conclusiones del Grupo de Estudio de la SMPTE son que el aumento de la velocidad de trama de 24 t/s a 30 t/s mejora significativamente la calidad de las imágenes proyectadas, al hacer posible un mayor brillo de la pantalla sin parpadeo en todo el campo y al aumentar la resolución dinámica.

En [CCIR, 1986-90ah] se observa que en la producción de programas existe una tendencia, en la producción cinematográfica para la televisión, a efectuar la toma original a 30 tramas/s, razón por la cual habría una sola conversión temporal al pasar a un sistema de 24 t/s ó 25 t/s.

En [CCIR, 1986-90ah] se señala que el 63% (3640 horas) del total de horas de programa producidas en "Hollywood" está destinado a la distribución por televisión "con carácter de primicia" en los Estados Unidos, con una frecuencia de trama de 60 Hz, y que posteriormente se distribuye en el mundo entero con diversos formatos. Las restantes horas de programa están destinadas a la presentación en cinematógrafo.

Seguidamente, el documento examina los parámetros de funcionamiento relacionados con la frecuencia de trama, llegando a la conclusión de que el sistema de estudio 1125/60 del Anexo II del Informe 801-2 (Ginebra, 1986) es superior desde el punto de vista de la conversión hacia otros formatos.

TVAD a película*

En [CCIR, 1986-90ai] se indica que se han desarrollado los convertidores de la norma TVAD 1125/60/2:1 a sistemas de 24 cuadros, y se están utilizando actualmente con resultados satisfactorios.

En [CCIR, 1986-90z] se indica que la combinación de material cinematográfico y originado en TVAD de 60 Hz para la presentación final en película hará necesarias interpolaciones temporales en cascada (24 t/s a 60 t/s a 24 t/s), a menos que se tomen precauciones especiales para evitar degradaciones.

La referencia [CCIR, 1986-90z] aduce también que la utilización de una norma de estudio de TVAD de 50 Hz favorecería y reduciría por tanto el coste del tratamiento y, de un modo más general, la combinación de la película y de la producción de TVAD (en particular, no se producirían los efectos debidos a la interpolación temporal en cascada).

En el Documento [CCIR, 1986-90aj] se indica que ofrece ventajas muy claras, en términos de calidad de la imagen, para la transferencia de vídeo a película, el utilizar como origen el vídeo en una norma TVAD 50 Hz 1:1. Debido a la posibilidad de reproducir a 24 imágenes/s el material obtenido en 25 imágenes/s, la calidad del movimiento en las películas cinematográficas derivadas de la TVAD 50 Hz 1:1 será idéntica a la de las películas rodadas directamente a 24 imágenes/s, estando libre de la alteración adicional producida por los componentes de trepidación de baja frecuencia.

Según el Documento [CCIR, 1986-90aj] el cambio del 4% de la tonalidad del sonido en la pista sonora que resulta de presentar películas de 24 imágenes/s a 25 imágenes/s es ya ampliamente aceptado por los organismos de radiodifusión y por el público espectador; sólo es apreciable en ciertos tipos de materiales de programa poco frecuentes por los espectadores que son músicos profesionales y tienen una percepción perfecta. Se producirá un cambio comparable de la tonalidad de la voz en una presentación de 24 imágenes/s de película derivada de vídeo de 50 Hz.

En un documento presentado en la Convención IREECON 1989 [Gilmour y Lazar, 1989] se indica [CCIR, 1986-90ak]:

El timbre es fácilmente distinguible incluso por el oído no preparado. Un cambio del 2-3% de la tonalidad puede pasar desapercibido si está aislado como un cambio de frecuencia fundamental, pero se nota a menudo como un "cambio de personalidad" en los registros de la voz hablada o como "una nueva voz o un nuevo instrumento" en la música. El cambio de velocidad del 4,2% que se produce cuando las películas aparecen en la televisión no está sólo cerca de un semitono en la tonalidad, sino que significa también "nuevas personas, nuevas voces, nuevos instrumentos". El efecto puede compararse al aumento o la disminución de los personajes del reparto y el escenario.

En el caso de transferencia a película de las señales grabadas electrónicamente, el entrelazado que imponen las normas de televisión convencional da lugar a nuevos problemas, pues las líneas adyacentes en el sentido vertical del cuadro de la película tienen origen en tramas de televisión distintas. Ello se traduce en un "doblado" en los bordes de los objetos con movimiento; también

---

* En la Recomendación 713 figura información adicional sobre el tema.

aumenta el nivel de borrosidad del movimiento debido al periodo de exposición efectivo que se produce al combinarse dos tramas de televisión. En otros casos, puede eliminarse el doblado y la borrosidad del movimiento registrando únicamente una sola trama de televisión en lugar de dos de ellas; siendo así, los inconvenientes son una pérdida de la resolución vertical y un aumento de la visibilidad de la estructura de la línea en la imagen final [CCIR, 1986-90al].

Transferencia de película a TVAD*

La frecuencia de cuadro en las películas utilizada internacionalmente para la cinematografía animada es de 24 imágenes por segundo. Las prácticas actuales para la difusión de dichas películas varían entre los países que tienen sistemas de televisión con frecuencia de trama de 50 Hz y los que tienen sistemas de 60 Hz. En estos últimos, se utilizan dos cuadros de película sucesivos para formar cinco tramas de televisión, lo cual se realiza repitiendo el primer cuadro dos veces y el segundo tres veces. El efecto del proceso de repetición es una trepidación de batido a 12 Hz en los objetos con movimiento; evidentemente, a estos se añade la trepidación normal de 24 Hz debida a la propia frecuencia del cuadro en la película. Se ha informado [Childs, 1985] sobre técnicas más sofisticadas que utilizan la interpolación temporal para suavizar la trepidación, aunque siempre es necesario establecer un compromiso entre la trepidación y una excesiva borrosidad del movimiento.

En los países que tienen frecuencia de trama de 50 Hz, las películas se pasan casi invariablemente a una velocidad ligeramente superior a 25 cuadros por segundo, para simplificar el proceso de conversión [CCIR, 1986-90al].

En [CCIR, 1986-90am] se examina el interfaz TVAD-película considerando la diferencia entre 24 y 25 cuadros/segundo, la degradación debida a la repetición de trama en el sistema de 50 Hz, y una solución posibble con tecnologías de compensación del movimiento. Asimismo, se expresa la opinión de que la cuestión de los interfaces no es un factor decisivo en la elección de una frecuencia de trama de 50 Hz para la norma mundial única de estudio de TVAD.

En el Documento [CCIR,1986-90an] se comunican los resultados de estudios relativos a la zona explorada de películas de imágenes en movimiento de 35 mm en telecinematografía de TVAD. Se trata de este asunto en la Recomendación 716.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 3

CHILDS, I. y TANTON, N.E. [6-12 de junio, 1985] Sequential and interlaced scanning for HDTV sources and displays: which? Symposium Record, 14th International Television Symposium, Montreux, Suiza, 368-381.

CHILDS, I. [1985] Further developments of CCD line array telecine. BBC Research Department Report No. 1985/3.

FERNANDO, G.M.X. y PARKER, D.W. [1988] - Motion Compensated Field Rate Conversion for HD-MAC display. Proceedings of International Broadcasting Convention IBC'88. IEE Conference Publication Nº 293.

GILMOUR, I. y LAZAR, W. [1989] - Sound Spectra of Recordings at Various Playback Speeds. Proceedings of the IREECON'89 Convention, página 835.

HAYASHI, K. [marzo, 1981] Research and development of high definition television in Japan, SMPTE J., Vol. 90, 3, 178-186.

---

* En el Informe 294 y en la Recomendación 716 figura información adicional sobre el tema.

ISONO, H. y otros [diciembre de 1987] - Fundamental characteristics of field-sequential stereoscopic vision. NHK Technical Report. Vol. 30, Nº 12. En japonés.

KAISER, A., MAHLER, H.W. y McMANN, R.H. [1985] Resolution requirements for HDTV based upon the performance of 35 mm motion-picture films for theatrical viewing. SMPTE J., Vol. 94, 6, 654-659.

MELWIG, R. y SCHÄFER, H. [1988] - Colorimetry and constant Luminance coding in a compatible HD-MAC system. Publicación 243 de la Conferencia IGE de Londres (IBC'88).

POWELL, B. [abril, 1985] Influence of display primaries on the colorimetric characteristics of colour television. Australian Broadcasting Corporation Report No. 136.

SCHAFER, R. Y GOLZ, U. [julio, 1984] Subjective criteria for the transmission of colour information in a digital HDTV system. Picture Coding Symposium, Rennes, Francia.

STONE, M.A., [1986] - A variable-standards camera and its use to investigate the parameters of an HDTV studio standard. BBC Research Department Report 1986/14.

THOMAS, G.A. [1987] - Television Motion Measurement for DATV and other Applications. BBC Research Department Report 1987/11.

YUYAMA, I. y YANO, S. [julio, 1984] A study of colour tansmission systems for HDTV - Picture quality of gamma correction at receiver (en japonés). IECE Tech. Report, IE 84-51.

Documentos del CCIR

[1974-78]: 11/38(CMTT/13) (Japón).

[1978-82]: a. 11/76(CMTT/58) (Japón); b. 11/317 (URSS).

[1982-86]: a. 11/269 (Japón); b. 11/398 (GIT 11/6); c. 11/258 (USA); d. 11/283 (Reino Unido); e. 11/304 (Francia); f. 11/377 (Canadá); g. 11/405 (UER); h. 11/403 (Japón); i. 11/329 (UER).

[1986-90]: a. GIT 11/6-1034 (CBS); b. GIT 11/6-2029 (CBS); c. GIT 11/6-1017 (Canadá); d. GIT 11/6-2024 (CBS); e. GIT 11/6-2036 (Japón); f. GIT 11/6-2056 (Rev.1) (Thomsom-CF); g. GIT 11/6-2025 (CBS); h. GIT 11/6-2032 (Japón); i. GIT 11/6-2019 (EE.UU.); j. GIT 11/6-2041 (Japón); k. GIT 11/6-2096 (Francia); l. GIT 11/6-1040 (UER); m. 11/160 (Francia); n. GIT 11/6-2008 (UER); o. GIT 11/6-1033 (CBS); p. GIT 11/6-1062 (Reino Unido); q. GIT 11/6-2027 (CBS); r. 11/135 (CBS); s. 11/133 (CBS); t. GIT 11/6-1066 (Japón); u. GIT 11/6-2046 (Bélgica y otros); v. GIT 11/6-2087 (Japón).

PARTE 4 - EVALUACION DE LA CALIDAD DE TVAD

1. Introducción

En la Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 se examinaron los aspectos de la evaluación subjetiva y objetiva de la TVAD. Además de los textos existentes del CCIR se consideraron diez documentos. Resultaron de particular interés para los trabajos las contribuciones completas del GIT 11/4 sobre evaluación subjetiva y un proyecto de nuevo Informe sobre medición objetiva del GIT 11/6.

En aras de la presentación de un Informe conciso y legible sobre las actividades de la Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 sobre aspectos de calidad de la TVAD, en la reunión se adoptó, en primer lugar, el Informe AT/11 (MOD Ex)(Evaluación subjetiva de sistemas vinculados con el entorno de la TVAD) y Informes 1216 y XF/11 (Mediciones en TVAD),actualmente Informe 1218.

En la Reunión Extraordinaria se aprobaron también los siguientes textos:

- La Recomendación 710 sobre Métodos de evaluación subjetiva de la calidad de la imagen en TVAD.

- Programa de Estudios 3E/11 sobre Procedimientos de evaluación subjetiva de las señales que se originan en un estudio de TVAD. Nuevo Programa de Estudios 27C/11 sobre Mediciones objetivas en el entorno de la TVAD.

Se examinó también el texto de la Decisión 66-1, pero se consideró que aún era completo y pertinente y no se propuso modificación alguna.

2. Resumen del Informe 1216

El Informe 1216 es un compendio de los conocimientos actuales sobre los métodos de evaluación subjetiva para la televisión de alta definición. En el Informe se consideran las evaluaciones de formatos de estudio de TVAD, de imágenes de estudio tradicionales derivadas de los formatos de estudio de TVAD, de los sistemas de emisión de TVAD derivados de los formatos de estudio de TVAD y de las imágenes compatibles recibidas en las emisiones de TVAD. En el Informe se consideran también las evaluaciones comparativas de los formatos de estudio de TVAD y de los formatos de emisión de TVAD.

2.1 Formatos de estudio de TVAD

Para la evaluación de la calidad básica se propone emplear el método de escala de calidad continua de doble estímulo (DSCQ). La referencia proporcionaría una calidad superior a la del sistema que se está ensayando (por ejemplo, una escena o representación vista directamente). Los materiales de prueba deben permitir la atribución de reacciones subjetivas a atributos concretos tales como: resolución estática y dinámica, luminancia, color, reproducción del movimiento, parpadeo, etc.

Para la evaluación de la calidad obtenida después de varios tipos de tratamiento en sentido descendente, se sugieren diferentes métodos. Para la evaluación de la incrustación cromática se puede utilizar el método de la escala de degradación de dos estímulos (DSI), con materiales de prueba críticos para

las operaciones de incrustación cromática. Para la cámara lenta y otras manipulaciones de la imagen, en ausencia de una referencia de alta calidad, se ha propuesto la utilización del método de escala proporcional y se están estudiando otros métodos posibles. Para las conversiones de normas de TVAD-TVAD en estudio, en las evaluaciones primarias se podría utilizar el método DSCQ con materiales de prueba críticos brevemente presentados, en tanto que en la evaluación auxiliar se podría utilizar el método de la escala de calidad continua de estímulo único (SSCQ) con presentaciones más prolongadas de materiales menos críticos.

En todos los casos las condiciones de visualización serán las que se indican en la Recomendación 710 (Método de evaluación subjetiva de la calidad de la imagen en TVAD). No obstante, al interpretar los resultados es necesario tener en cuenta las posibles influencias en el estado técnico de la aplicación del sistema de TVAD en estudio.

2.2 Formatos de estudio tradicionales derivados de los formatos de estudio de TVAD

Para evaluar las pequeñas degradaciones y la gama limitada de degradaciones que se prevén, se considera que el método más útil es el DSCQ. Durante las pruebas, los asesores visualizarán pares de presentaciones, de los cuales uno se prepararía directamente en formato tradicional y el otro se convertiría de un formato de estudio de TVAD. Las condiciones de visualización deben ajustarse a las que dispone la Recomendación 500.

2.3 Sistemas de emisión de TVAD

Para determinar la calidad básica, en las evaluaciones primarias se puede utilizar el método DSCQ tomando como referencia el sistema de estudio, mientras que para las evaluaciones auxiliares se puede utilizar el método SSCQ. En el primer caso, las presentaciones serían breves y se utilizaría material "crítico, pero no excesivamente" y, en el segundo caso, las presentaciones serían más largas y se utilizaría material representativo de una programación normal.

Para evaluaciones de las características de fallo, las características en cuanto al eco y la interferencia, se puede utilizar el método DSI tomando como referencia el sistema de estudio o el formato de emisión sin degradación. Los materiales de prueba han de ser breves y "críticos, pero no excesivamente".

En todas las evaluaciones, las condiciones de visualización serían las indicadas en la Recomendación 710 (Métodos de evaluación subjetiva de la calidad de imagen en TVAD).

2.4 Imágenes compatibles recibidas en las emisiones de TVAD

Para determinar la calidad básica, se puede utilizar el método DSCQ tomando como referencia un material preparado directamente en el formato de emisión convencional o material convertido directamente a partir del formato de estudio de TVAD. Para determinar las características de fallo, las características en cuanto al eco y la interferencia, se podría utilizar el método DSI, tomando como referencia material preparado directamente en el formato de emisión convencional (pero por otra parte sin degradación) o material convertido directamente a partir del formato de estudio de TVAD (pero sin degradación por otra parte).

Las condiciones de visualización serían las indicadas en la Recomendación 500.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

2.5 Evaluaciones comparadas de formatos de estudio de TVAD

Para estas evaluaciones cabe pensar en tres procedimientos.

Comparaciones directas en las que se compararían directamente entre sí los posibles formatos de estudio. Se han planteado ciertos problemas en cuanto a la idoneidad de estos procedimientos, que figuran en [CCIR, 1986-90a, b].

Comparaciones indirectas en las que se ensayarían alternativamente los posibles formatos de estudio en comparación con escenas de referencia comunes visualizadas directamente. Según la gama de calidad observada, se utilizaría el método DSCQ o el método DSI. Las condiciones de visualización serían las indicadas en la ——— Recomendación 710 . Conviene observar que en este caso es fundamental utilizar un material de origen constante para todos los sistemas ensayados. Se considera también útil cerciorarse de que las escenas de origen son compuestas, para permitir la emisión de juicios subjetivos sobre factores particulares del diseño (véase el punto 2.1).

Comparaciones teóricas, en las que se comparan los sistemas de estudio examinadas, parámetro por parámetro, para determinar el grado en que responden a los ideales psicofísicos pertinentes. Se dan ejemplos de este procedimiento en [CCIR, 1986-90c, d].

Se considera esencial tener en cuenta en las pruebas de comparación la posible influencia de la fase técnica de realización.

2.6 Evaluaciones comparadas de formatos de emisión de TVAD

Estas evaluaciones pueden efectuarse del modo descrito en el punto 2.3, salvo que en este caso el propósito es efectuar una comparación cruzada de sistemas, calidad básica, características de fallo, características de eco e interferencia.

2.7 Imágenes de prueba

Es conveniente unificar el método de evaluación y las imágenes de prueba porque las diferencias en estos asuntos pueden producir diferentes resultados en la evaluación subjetiva de la calidad de la imagen de TVAD.

En el Japón se seleccionaron nueve imágenes fijas para utilizarlas como imágenes de prueba normalizadas en la evaluación de la calidad de la imagen de TVAD. Se efectuaron algunas demostraciones ante el público y se manifestó gran interés por la excelente calidad de la imagen proporcionada. Se utilizan ya en distintas pruebas en el Japón. En la próxima etapa se estudiarán secuencias de imágenes móviles [CCIR, 1986-90e].

3. Resumen del Informe 1218 sobre mediciones objetivas

El Informe 1218, ——— basado en [CCIR, 1986-90f, g, h] contiene un examen del importante tema de la medición objetiva de los parámetros de la señal de televisión de alta definición. Se llama la atención sobre tres puntos: en primer lugar el examen de las características de transferencia de las distorsiones que se producen durante diversos intervalos de tiempo; en segundo lugar, propuestas sobre la naturaleza de las señales de prueba que se han de utilizar para caracterizar la señal de imagen de TVAD; y en tercer lugar, elementos de cartas de ajuste para TVAD y ejemplos de estas cartas de ajuste.

Este Informe se completa con cuatro diagramas detallados de señales de prueba utilizadas como ejemplo y dos imágenes de cartas de ajuste utilizadas como ejemplo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 4

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GIT 11/4-160 (GIT 11/4); b. GIT 11/4-169 (Francia); c. GIT 11/4-146 (Francia); d. GIT 11/4-172 (Canadá); e. 11/589 (Japón) f. 11/340 (URSS); g. 11/341 (URSS); h. 11/342 (URSS).

PARTE 5 - NORMAS DE ESTUDIO Y EQUIPOS ASOCIADOS

5.1 INFORME DE LOS ADELANTOS RELATIVOS A LAS NORMAS DE ESTUDIO Y EQUIPOS ASOCIADOS

Se ha adelantado considerablemente en la producción de equipos de estudio diseñados en torno a dos proyectos de Recomendaciones que se han presentado al CCIR. Si bien ninguno de los dos conjuntos de parámetros de estos proyectos ha sido aprobado por el CCIR como aceptables para una norma mundial única, ambos han recibido suficiente apoyo para su uso práctico en zonas específicas a fin de estimular a los fabricantes en la producción de equipos.

1.1 Propuesta basada en un sistema de 1125/60

La siguiente propuesta de un proyecto de Recomendación sobre una norma de estudio de TVAD basada en 60 Hz se presentó al CCIR, inicialmente en 1985 y ha alcanzado el nivel de realización indicado en los cuadros[I a V].

CONSIDERANDO

a) que una norma para los estudios de televisión de alta definición (TVAD) debe proporcionar imágenes que tengan aproximadamente dos veces la resolución espacial horizontal y vertical y un formato de imagen más ancho que las que pueden obtenerse con las fuentes de estudio que utilizan las normas actuales;

b) que existe una amplia gama de aplicaciones de la TVAD;

c) que se ha producido un notable avance en la tecnología del equipo de producción para la televisión de alta definición;

d) que una norma para estudios de producción de TVAD permitiría mejorar considerablemente la calidad de la imagen con respecto a la de los sistemas convencionales de 525 ó 625 líneas al observarla en una pantalla grande que tenga una diagonal de 1 m como mínimo;

e) que una norma para estudios de producción de TVAD permitiría observar las imágenes en una pantalla grande con una definición espacial comparable a la de la película cinematográfica de 35 mm;

f) que las señales de TVAD se utilizarán igualmente para las emisiones en los sistemas actuales y propuestos, así como para las películas cinematográficas;

g) que la norma de estudio de TVAD debe especificarse en forma digital con una relación simple respecto a la Recomendación 601;

h) que la transferencia hacia y desde película puede realizarse con una calidad adecuada,

RECOMIENDA:

Que se utilicen los parámetros que se indican a continuación para la producción de señales en los estudios de televisión de alta definición.

1.1.1 Características básicas de la señal vídeo

La señal vídeo es el resultado de la exploración de una cuadrícula con las características que se muestran en el cuadro I:

CUADRO I - Características básicas de las señales vídeo

Punto	Características	
1	Número de líneas por cuadro	1125
2	Número de líneas de imagen por cuadro	1035
3	Relación de entrelazado	2:1
4	Formato de la imagen (H:V)	16:9
5	Frecuencia de trama (trama/segundo)	60,00
6	Frecuencia de línea (Hz)	33 750

Características colorimétricas

CUADRO II

Punto	Características	
1	Coordenadas de cromaticidad supuestas (CEI 1931) para los colores primarios de la pantalla	x y R 0,630 0,340 G 0,310 0,595 B 0,155 0,070
2	Cromaticidad para señales primarias iguales ($E'_R = E'_G = E'_B$ es decir, blanco de referencia) (1)	Iluminante D_{65} x y 0,3127 0,3290
3	Característica de la transferencia electro-óptica del reproductor de referencia	$L=((V+0,1115)/1,1115)^{(1/0,45)}$ para $V>0,0913$ $L=V/4,0$ para $V<0,0913$ (2)
4	Gamma supuesta del reproductor de referencia para la cual se efectúa la precorrección de la señal primaria	2,2 (aprox.)
5	Característica de la transferencia optoelectrónica de la cámara de referencia	$V=1,1115xL^{(0,45)}-0,1115$ para $L\geq 0,0228$ $V=4,0xL$ $L<0,0228$

Características colorimétricas

CUADRO II - (Continuación)

Punto	Características	
6	Señales transmitidas	$\begin{bmatrix} E'_G \\ E'_B \\ E'_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,000 & -0,227 & -0,477 \\ 1,000 & 1,826 & 0,000 \\ 1,000 & 0,000 & 1,576 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E'_Y \\ E'_{P_B} \\ E'_{P_R} \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} E'_Y \\ E'_{P_B} \\ E'_{P_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,701 & 0,087 & 0,212 \\ -0,384 & 0,500 & -0,116 \\ -0,445 & -0,055 & 0,500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E'_G \\ E'_B \\ E'_R \end{bmatrix}$ (1) (3)
7	Ponderación de las señales de diferencia de color (derivadas)	$E'_{P_R} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,576}$ $E'_{P_B} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,826}$

Nota 1 - E'_R, E'_G, E'_B son las señales adecuadas para excitar los colores primarios del reproductor de referencia (habiendo sido precorregidas para la característica de transferencia electro-óptica del reproductor).

Nota 2 - L - nivel de luz

V - nivel de la señal vídeo.

Nota 3 - E'_Y, E'_{P_R}, E'_{P_B} pueden derivarse de E'_R, E'_G, E'_B mediante una matriz lineal.

1.1.2 Representación analógica

La imagen es representada por tres señales vídeo paralelas, coincidentes en el tiempo. Cada una incorpora una forma de onda de sincronización.

Las señales serán de cualquiera de los conjuntos siguientes:

E'_G "verde" E'_B "azul" E'_R "rojo"	E'_Y "luminancia" E'_{P_B} "diferencia de color azul" E'_{P_R} "diferencia de color rojo"

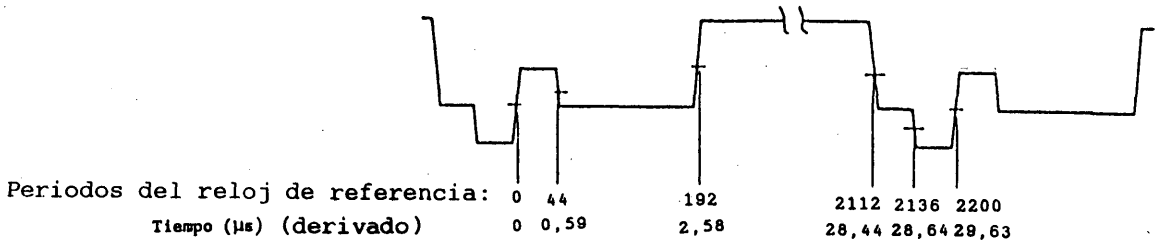
Las señales vídeo se describen ampliamente en los cuadros III y IV y en la fig. 1.

CUADRO III

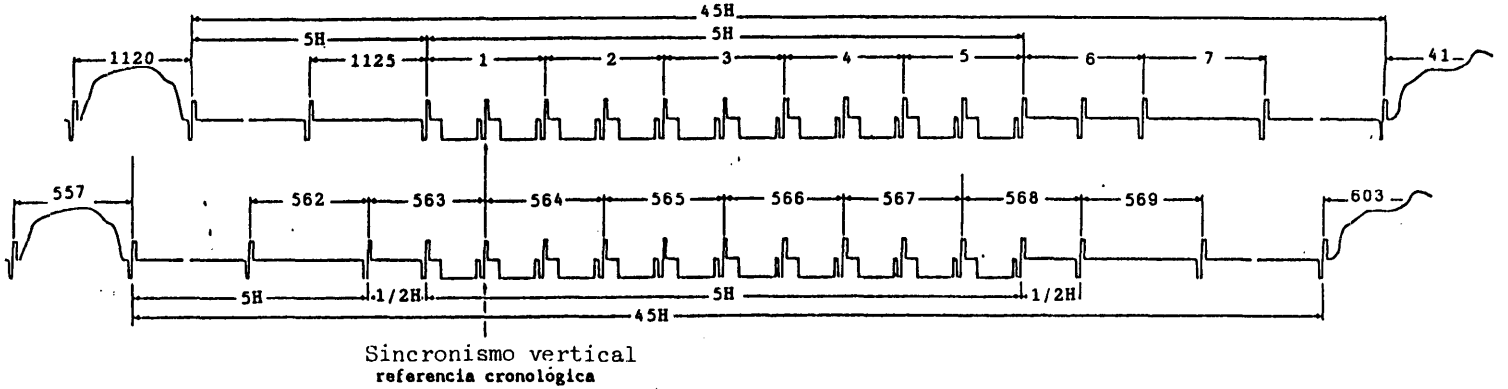
Punto	Características		
1	Niveles nominales de E'_Y y E'_G E'_R E'_B con sincronización	Nivel del negro de referencia (mV) Nivel del blanco de referencia (mV) Nivel de sincronización (mV) (1)	0 700 ±300 (bipolar trinivel)
2	Niveles nominales de E'_{P_R} E'_{P_B} con sincronización	Nivel cero de referencia (mV) Nivel de cresta de referencia (mV) Nivel de sincronización (mV) (1)	0 ±350 ±300 (bipolar trinivel)
3	Anchura de banda	E'_R, E'_G, E'_B	30 MHz (nominal)
		E'Y	30 MHz (nominal)
		E'_{P_B} , E'_{P_R}	15/30 MHz (nominal) (2)

Nota 1 - Basado en una impedancia de circuito (nominal) de 75 ohmios.

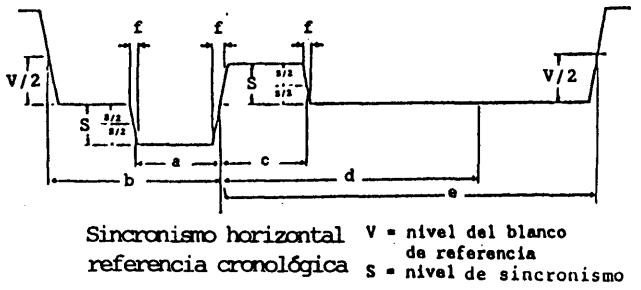
Nota 2 - 15 MHz cuando se obtienen de fuentes digitales.

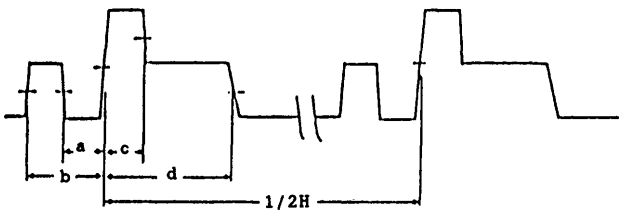


a) Cronología de los fenómenos dentro de una línea vídeo



b) Detalle de los periodos de supresión de trama





c) Detalle del periodo de supresión de línea d) Detalle del impulso de sincronismo de trama

FIGURA 1

Forma de la señal analógica de sincronismo

1.1.3 Sincronización y temporización analógica

CUADRO IV

Punto	Características	
1	Forma de la señal de sincronización	Bipolar trinivel
2	Intervalo nominal de supresión de línea (μs)	3,77
3	Periodo de supresión de trama	45 H
4	Frecuencia del reloj de referencia (MHz)	74,25 $\pm$ 10 ppm
5	Periodo τ del reloj de referencia (ns)	τ = 13,47 = H/2200
6	Temporización de línea H (véase la fig. 1)	
	Frente de subida de sincronización (ref. de la temporización)	0
	Frente posterior de sincronización	44
	Comienzo de la señal vídeo activa	192
	Fin de la señal vídeo activa	2112
	Frente anterior de sincronización	2156
	Fig. 1:	Periodos del reloj de referencia / Tiempo (derivado) (μs)
	a	44 / 0,593
	b	88 / 1,185
	c	44 / 0,593
	d	132 / 1,778
	e	192 / 2,586
	f (Tiempo de subida de sincronización)	4 / 0,054
	Línea total	2200 / 29,63
	Línea activa	1920 / 25,86

1.1.4 Representación digital

Las señales vídeo se representan en forma digital conforme al cuadro V.

CUADRO V

Punto	Características	
1	Señales codificadas: Y, C_R, C_B	Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gama es decir: E'_Y, $E'_R - E'_Y$, $E'_B - E'_Y$
2	Número de muestras por línea completa: - señal de luminancia (Y) - cada señal de diferencia de color (C_R, C_B)	 2200 1100
3	Estructura de muestreo	Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada cuadro. Las muestras de las señales C_R y C_B coinciden en el espacio con las muestras impares (1ª, 3ª, 5ª, etc.) de la señal Y en cada línea
4	Frecuencia de muestreo: - señal de luminancia (MHz) - cada señal de diferencia de color (MHz)	 74,25 (nominal) 37,125 (nominal)
5	Forma de codificación	MIC con cuantificación uniforme, N bits por muestra, tanto para la señal de luminancia como para cada señal de diferencia de color (1)
6	Número de muestras por línea activa digital: - señal de luminancia - cada señal de diferencia de color	 1920 960

CUADRO V - (Continuación)

Punto	Características	
7	Relación de temporización horizontal analógico-digital: - desde el final de la línea activa digital hasta 0_H	Se determinará
8	Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los niveles de las señales de cuantificación: - escala - señal de luminancia - cada señal de diferencia de color	 0 a (2^N-1) (1) Requiere estudio Requiere estudio
9	Uso de palabras de código	Requiere estudio

Nota 1 - N es el número de bits necesarios (requiere ulterior estudio).

1.2 Propuesta basada en un sistema 1250/50

El siguiente proyecto de Recomendación sobre una norma TVAD de producción en estudio basada en 50 Hz se presentó por primera vez al CCIR en 1987 y ha alcanzado el nivel de desarrollo indicado en los cuadros [I a VII] [CCIR, 1986-90a].

CONSIDERANDO

a) que una norma para los estudios de Televisión de Alta Definición (TVAD) debe proporcionar imágenes que tengan aproximadamente dos veces la resolución espacial horizontal y vertical y un formato de imagen más ancho que las que pueden obtenerse con las fuentes de estudio que utilizan las normas actuales;

b) que existe una amplia gama de aplicaciones de la TVAD;

c) que se ha producido un notable avance en la tecnología del equipo de producción para la televisión de alta definición;

d) que, en el futuro, una pluralidad de normas diferentes causará dificultades entre los organismos de radiodifusión;

e) que las señales de estudio TVAD se utilizarán también como fuentes para los sistemas de radiodifusión de televisión existentes y actualmente propuestos;

f) que la conversión a las normas existentes de señales compuestas 625/50 y 525/60 pueden efectuarse con buena calidad;

g) que la norma de estudio de TVAD debe especificarse en forma digital con una relación simple respecto a la Recomendación 601;

h) que la frecuencia de trama de 50 Hz presenta ventajas para la transferencia a las normas existentes, hacia la película y desde ella, que continuará siendo un formato para el intercambio;

i) que la reproducción del movimiento es satisfactoria con frecuencias de trama de 50 Hz o superiores;

j) que, para una anchura de banda y un factor de entrelazado determinados, la frecuencia de trama de 50 Hz proporciona una resolución espacial mayor que frecuencias de trama superiores;

k) que la mayoría de los países utilizan hoy día normas de emisión basadas en una frecuencia de trama de 50 Hz;

l) que se están considerando simultáneamente las normas de emisión, transmisión y estudio de TVAD;

m) que todos los parámetros de una norma de estudio de TVAD deberían optimizarse a fin de efectuar la conversión a la norma de emisión de TVAD respectiva (tanto la de 50 Hz como la de 59,94/60 Hz),

RECOMIENDA :

Que se utilicen los parámetros normalizados que se indican a continuación para la generación de señales, para la producción de televisión de alta definición y para el intercambio internacional de programas de televisión de alta definición:

1.2.1 Parámetros de exploración

CUADRO I

Punto	Características *	
1.1	Número total de líneas por imagen	1250
1.2	Número de líneas activas por imagen	1152
1.3	Método de exploración	Progresivo 1:1
1.4	Formato de la imagen	16:9
1.5	Frecuencia de trama (tramas/s)	50 Hz
1.6	Frecuencia de línea	62,5 kHz

* Esta es la norma adoptada como objetivo. La primera realización puede basarse en un sistema de anchura de banda reducida. En el § 2.2.2 se describe un sistema con anchura de banda reducida.

1.2.2 Colorimetría en el interfaz de estudio

El contenido de los puntos 1.2.2, 1.2.3 y 1.2.4 concuerda con los estudios que están terminándose, pero la confianza en estos resultados, aún sujetos a pruebas de confirmación, es actualmente suficientemente elevada para presentar esta información.

CUADRO II

Punto	Características			
			x	y
2.1	Coordenadas de cromaticidad de colores primarios en el interfaz de estudio (1) (2)	Rojo Verde Azul	0,6915 0,0000 0,1440	0,3083 1,0000 0,0297
			x	y
2.2	Coordenadas de cromaticidad del blanco de referencia: iluminante D_{65} (2)	D_{65}	0,3127	0,3290

Nota 1 - Los colores primarios rojo y azul son colores monocromáticos reales (620 nm y 460 nm), el "Verde" es un color irreal denominado "verde" por razones de simplicidad.

Nota 2 - En la fig. 1 se muestra la posición del interfaz de estudio cuando los colores primarios están etiquetados R,G,B y las señales equilibradas para una referencia de blanco D_{65}.

1.2.3 Características de transferencia

Véase el párrafo de introducción del punto 1.2.2 precedente.

CUADRO III

Punto	Características	
3.1	Transferencia optoelectrónica de la fuente de referencia	Lineal Gamma = 1
3.2	Transferencia electro-óptica global de la cadena de TVAD	Gamma = 1,26 (3)
3.3	Preacentuación no lineal de las señales primarias y de luminancia en el interfaz de estudio	Gamma = 0,45

Nota 3 - Se supone una visualización en pantalla TRC convencional que tiene una gamma de 2,8 y señales de fuente precorregidas según la misma ley que la preacentuación no lineal indicada en el punto 3.3.

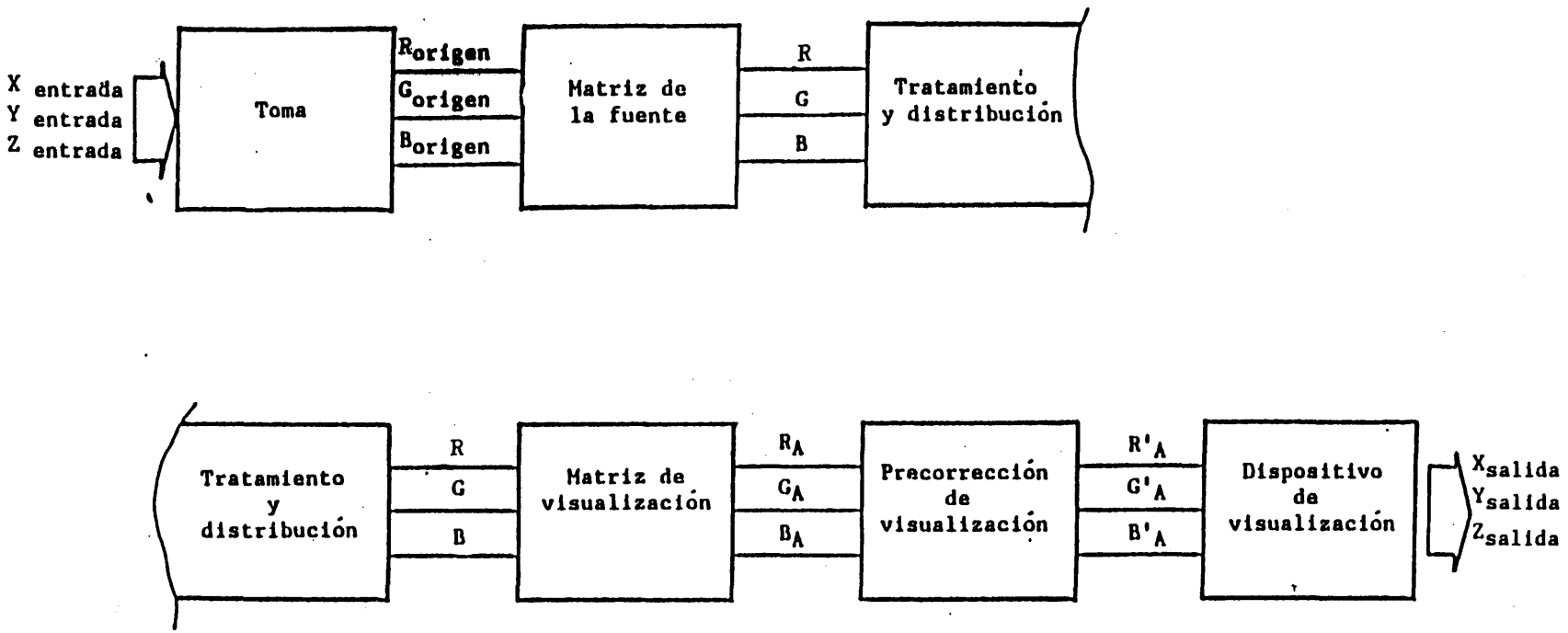


FIGURA 1

Esquema colorimétrico de una cadena en televisión

1.2.4 Representación de señal analógica

Véase el párrafo de introducción del punto 1.2.2.

La señal de imagen analógica comprende tres señales vídeo paralelas síncronas de uno de los dos conjuntos siguientes (fig. 2):

a)	E_R	"rojo"	o b)	E'_Y	"luminancia"
	E_G	"verde"		E'_{C1}	"diferencia de color 1"
	E_B	"azul"		E'_{C2}	"diferencia de color 2"

* La impedancia de la fuente es 75 ohmios.

* La notación ' denota la preacentuación no lineal de las señales primarias lineales o de luminancia (véase el parámetro 3.3).

* En general, es necesario precorregir las señales primarias E_R, E_G y E_B antes de aplicarlas a una pantalla: en la práctica se utilizan 4 correctores gamma en una cámara para obtener E'_Y, E'_R, E'_G y E'_B.

CUADRO IV

Punto	Características	
4.1	Ecuación de preacentuación para señales primarias	$E'_R = E_R^{0,45}$ voltios $E'_G = E_G^{0,45}$ voltios $E'_B = E_B^{0,45}$ voltios
4.2	Ecuación de la señal de luminancia	$E'_Y = (0,3392\ E_R + 0,6217\ E_G + 0,0391\ E_B)^{0,45}$ donde E_R, E_G, E_B varían de 0,0 a 1,0
4.3	Ecuación de las señales de diferencia de color	$E'_{C1} = 1,8\ (E'_R - E'_Y)$ $E'_{C2} = 0,8\ (E'_B - E'_Y)$
4.4	Niveles nominales de las señales E'_Y, E'_R, E'_G, E'_B	Nivel del negro de referencia 0 mV Nivel del blanco de referencia 1000 mV
4.5	Niveles nominales de las señales de E'_{C1} y E'_{C2} (4)	Nivel acromático de referencia 0 mV Nivel de cresta de referencia +/-650 mV
4.6	Anchura de banda de señal nominal	E_R, E_G, E_b, E_Y 60 MHz E'_{C1} y E'_{C2} 30 MHz

Nota 4 - Representan E'_{C1} y E'_{C2} recortadas al nivel de cresta de referencia.

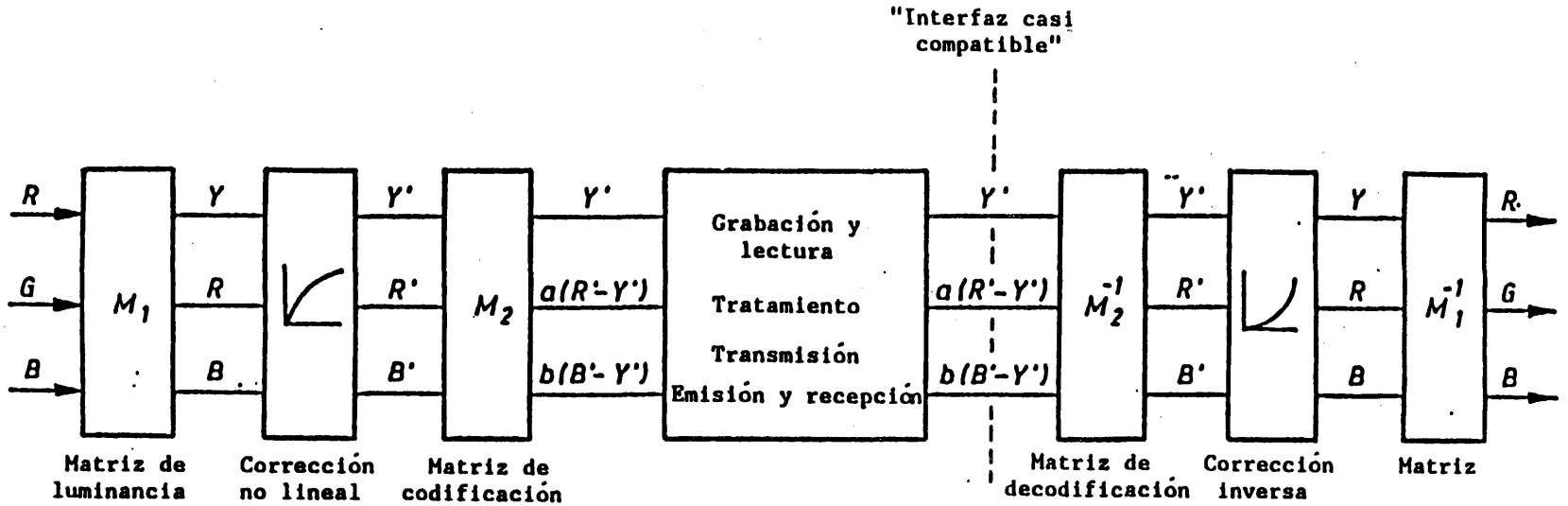


FIGURA 2

Tratamiento y distribución en televisión

1.2.5 Representación de señal digital

Actualmente sólo el conjunto b) del § 1.2.4 se considera para digitalización. El número necesario de bits por muestra para las señales E_R, E_G, y E_B está aún en estudio.

CUADRO V

Punto	Características	
5.1	Forma de codificación y longitud de palabra para Y, C_1, C_2	E'_Y E'_{C1} y E'_{C2} uniformemente cuantificadas en MIC con 8 bits/muestra para Y 8 bits/muestra para C1 o C2, por lo menos
5.2	Estructura de muestreo: - de la señal de luminancia - de las señales de diferencia de color	 Ortogonal, repetitiva en cada línea y en cada imagen Quincunce de línea, repetitiva en cada imagen Las muestras C1 y C2 coinciden entre sí y con las muestras Y numeradas impares en líneas impares, con muestras Y numerada pares en líneas pares
5.3	Número de muestras por línea activa digital: - señal de luminancia - señales de diferencia de color	 1920 960
5.4	Número total de muestras por línea completa - señal de luminancia - señales de diferencia de color	 2304 1152
5.5	Frecuencia de muestreo - Y - C_1 y C_2	 144 MHz 72 MHz
5.6	Relación de temporización horizontal analógico/digital desde el final de la línea activa digital hasta 0_H	En estudio
5.7	Correspondencia entre los niveles de las señales de vídeo y los niveles de cuantificación: - escala - señal de luminancia - señales de diferencia de color	 En estudio
5.8	Utilización de palabras de código	En estudio

1.2.6 Forma de onda de sincronización analógica

1.2.6.1 Detalles de las señales de sincronización de línea (véase la fig. 3).

a) Forma de onda de sincronización

- Sincronización bipolar de tres niveles
- Amplitud ± 300 mV cresta en 75 ohmios

b) Temporización

Frecuencia de reloj de referencia: 2,25 MHz

CUADRO VI

Símbolo	Características	μs	Períodos de 2,25 MHz
H	Periodo de línea nominal	16	36
a	Intervalo de supresión de línea	2,667	6
b	Intervalo entre la referencia de temporización (0_H) y el frente posterior del impulso de supresión de línea	1,778	4
c	Pórtico anterior	0,889	2
d	Impulsos de sincronización	0,444	1
f	Tiempos de establecimiento (10% a 90%)	En estudio	

1.2.6.2 Detalles de las señales de sincronización de trama (véanse las figs. 4 y 5)

Referencia: periodo de línea H = 16 μs

CUADRO VII

Símbolo	Características	Duración	Periodos de línea
v	Periodo de trama	20 ms	1250
j	Intervalo de supresión de trama	1568 ms	98
q'	Duración del impulso de sincronización de trama	8 μs	1/2

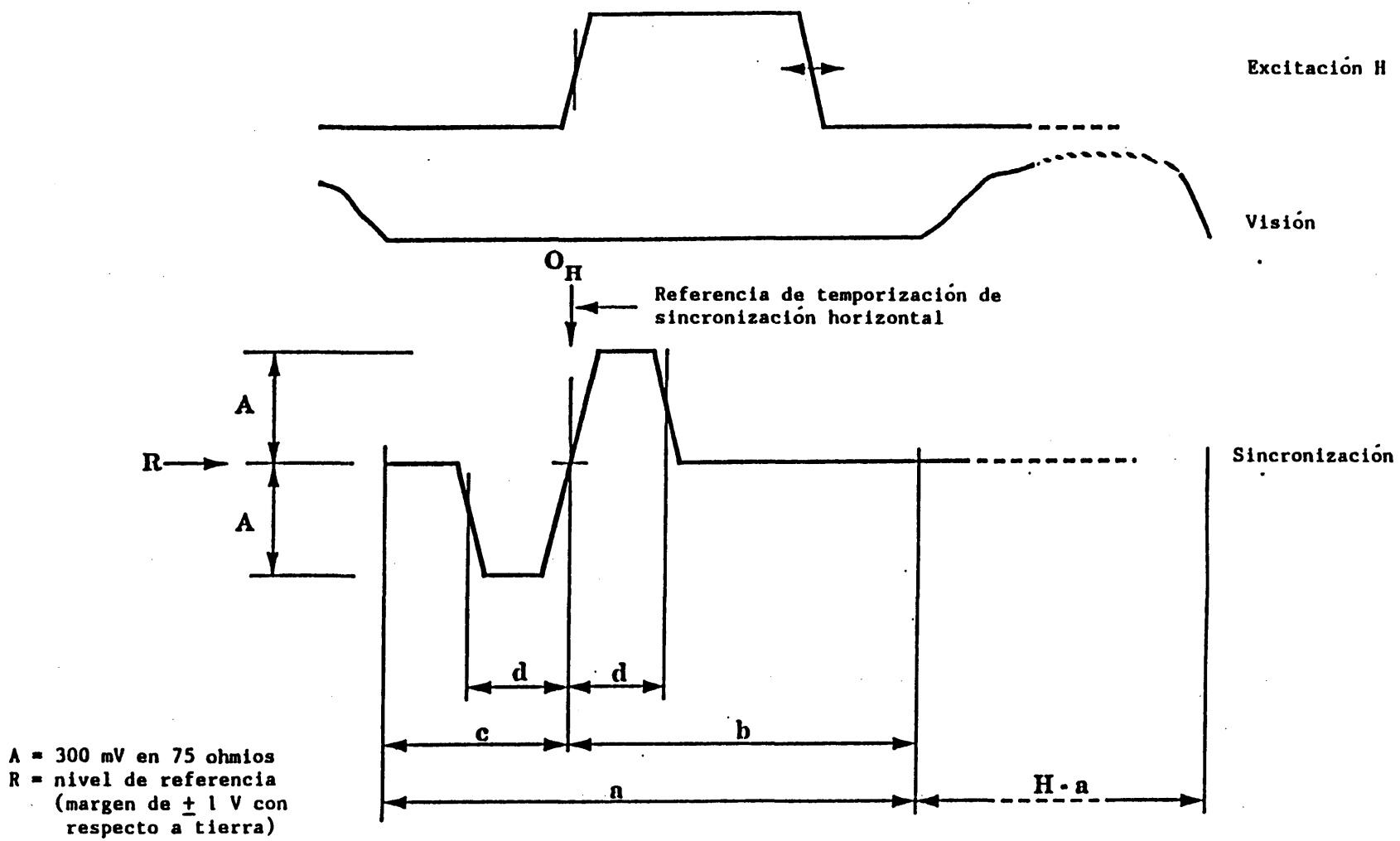


FIGURA 3

Detalle de la señal de sincronización de línea

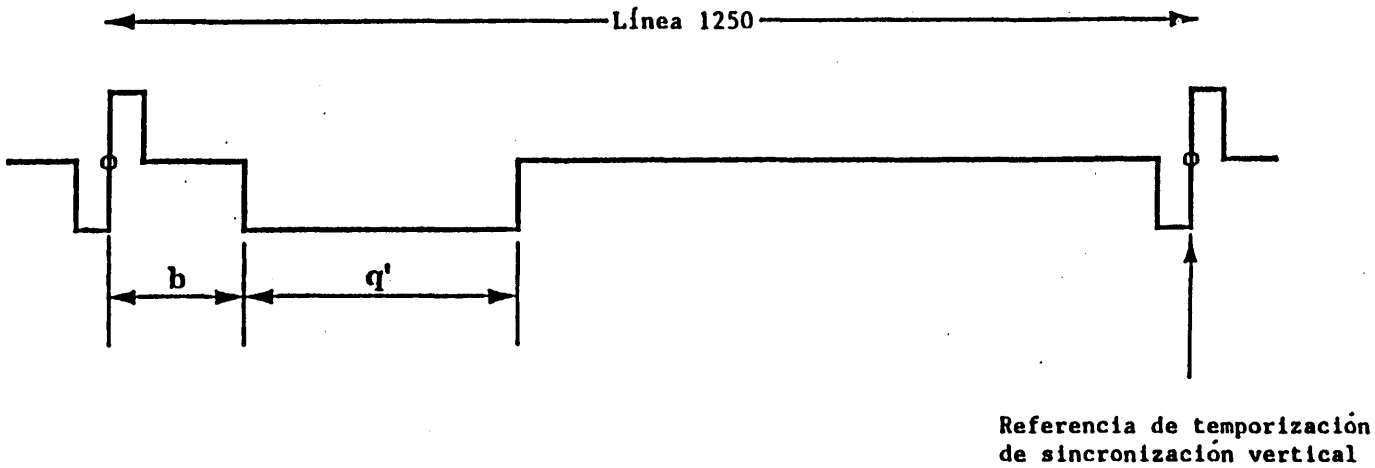


FIGURA 4

Detalle de la señal de sincronización de trama

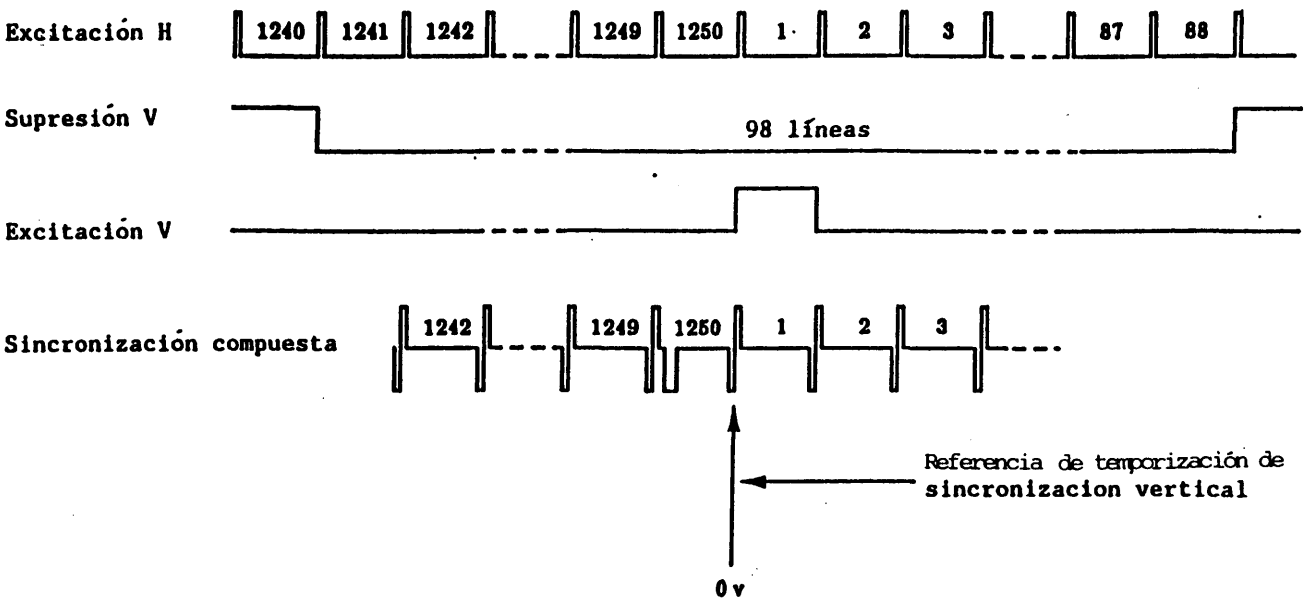


FIGURA 5

Detalle de intervalo de supresión de trama vertical y señales derivadas

ARCHIVES U.I.T. GENEVE

PARTE 5.2 - DESARROLLO DEL EQUIPO (CON EXCEPCIÓN DE LOS CONVERTIDORES Y MAGNETOSCOPIOS)

2.1 Equipo de estudio del sistema TVAD 1125/60

Se ha montado una instalación de producción de programas de TVAD que tiene la capacidad de producción necesaria para la radiodifusión experimental de TVAD durante una hora al día. Incorpora el sistema de producción de TVAD 1125/60/2:1 y las conversiones de normas entre la TVAD y los sistemas de televisión convencionales. Estos equipos han sido desarrollados por NHK durante varios años, en un programa a largo plazo [CCIR, 1986-90b].

Los desarrollos que se describen en los puntos siguientes completan toda una gama de equipos de producción, incluyendo cámaras, registradores, dispositivos para efectos especiales, etc., que ya se comercializan [CCIR, 1986-90c].

2.1.1 Cámaras

a) Cámara portátil de TVAD

Se ha construido una cámara TVAD portátil de tubos Saticon. Ofrece una resolución elevada (1200 líneas), alta sensibilidad (F:4,5 a 2000 lux), es compacta y liviana (8 kg) y tiene un bajo consumo de energía (35 W).

Los tubos Saticon de esta cámara son de enfoque y deflexión estáticos. Posee una capa fotoconductora mejorada, con sensibilidad del canal verde 1,5 veces mayor y del canal rojo dos veces mayor que la capa Saticon clásica. También se ha perfeccionado el preamplificador mediante un transistor JFET de características superiores.

b) Cámaras HARP* para TVAD

Se ha construido una cámara TVAD de mano con tubos HARP de 2/3 de pulgada. Su sensibilidad es diez veces superior a la de las cámaras TVAD tradicionales y puede funcionar con F:2,8 a 200 lux. Produce imágenes de alta calidad incluso en eventos deportivos al aire libre o representaciones en teatros o anfiteatros con reducidos niveles de iluminación.

Para obtener una buena relación señal/ruido (45 dB) se recurre a un preamplificador FET de As Ga de bajo nivel de ruido, y para facilitar el ajuste en la grabación se emplea un sistema automático en línea. Gracias a la tecnología de integración a gran escala (LSI) y a un diseño compacto de los circuitos esta cámara de mano es liviana (6,5 kg).

c) Dispositivos de captación de imagen de estado sólido

Se han diseñado dispositivos tomavistas de estado sólido que cumplen la norma de estudio 1125/60. Se trata de un sensor de imagen con formato de una pulgada basado en un dispositivo por acoplamiento de carga (CCD-"Compled Charge Device") con dos millones de elementos de imagen, y de un sensor de imagen CCD laminado. Con uno de ellos se ha construido una cámara de TVAD en color de estado sólido de nueva generación, que es compacta y dos veces más sensible que los modelos convencionales.

---

* HARP: High gain avalanche rushing photoconductor (Tubo fotoconductor amorfo de avalancha rápida y alta ganancia)

2.1.2 Sistema de videoincrustación

Se ha diseñado un sistema de videoincrustación para TVAD que ofrece una nueva técnica de producción para la síntesis de imágenes TVAD. Por medio de un dispositivo gráfico informatizado se genera una señal clave para la síntesis que se presenta en un monitor de TVAD. Es posible así sintetizar dos imágenes sin ningún fondo azul, como por ejemplo, imágenes captadas en sitios distintos.

Este equipo se ha llevado ya a la práctica en la producción teatral y de películas de largo metraje mediante técnicas de TVAD, y crea una imagen sintetizada tan real y natural que los espectadores tienen la impresión de estar observando una escena real.

2.1.3 Camión para la producción de TVAD en exteriores

Este camión, salido recientemente de fábrica, se utilizará para la difusión en directo y el montaje en tiempo real de programas como eventos deportivos, representaciones teatrales y festivales. Está concebido de manera que pueda desplazarse fácilmente de un sitio a otro pero ofreciendo todos los medios necesarios para una producción de larga duración, como una amplia sala de producción (3 m de longitud) y monitores grandes (30 pulgadas de diagonal).

Está equipado con tres cámaras con 1500 m de cable de transmisión de fibra óptica, dos magnetoscopios, un explorador opaco, un conmutador vídeo analógico con ocho entradas y funciones de mezcla triple, agrandamiento gradual de la imagen, superposición y clave cromática suave, un mezclador de audio de cuatro canales con ocho entradas y un transmisor FPU de 42 GHz con codificador vídeo TCI.

2.1.4 Televisión estereoscópica

En Japón, se ha desarrollado un sistema de televisión estereoscópica experimental de trama secuencial, utilizando equipo de TVAD.

El equipo de producción utilizado, es decir las cámaras y magnetoscopios eran del sistema de TVAD 1125/60/2:1.

Un proyector de vídeo de desarrollo reciente visualiza alternativamente estas imágenes derecha e izquierda con una frecuencia de trama de 120 Hz y 1.125 líneas para un cuadro completo derecho o izquierdo. La pantalla utilizada tenía un tamaño de 110 pulgadas. Los observadores llevaban unas gafas con obturadores de cristal líquido que se abrían y cerraban alternativamente, dependiendo de la trama para el ojo derecho o el izquierdo [CCIR, 1986-90d].

2.2 Equipo de estudio para el sistema de TVAD 1250/50 [CCIR, 1986-90e]

En [CCIR, 1986-90f] se propone una jerarquía de formatos en el estudio, relacionadas simplemente con la Recomendación 601. Todos los miembros de la jerarquía son evolutivos, con un alto grado de compatibilidad, por lo menos entre un miembro y el siguiente.

2.2.1 Equipo de exploración progresiva (AD-P y AD-Q)*

Este equipo de estudio a nivel de prototipo incluye:

- una cámara en blanco y negro de la que se efectuó una demostración en Montreux en 1987 [CCIR, 1986-90g] [Boyer y Eouzan, 1987];

- dos cámaras en color con distintos tipos de lente y un tubo de captación de saticón de una pulgada.

El desarrollo de la cámara AD-P fue un hito del proyecto EU95; en particular, su sensibilidad es similar a la de la cámara con exploración entrelazada y tiene una relación S/N ponderada bastante equivalente. Incluye un sistema de corrección de apertura digital de 2D en el canal, y trabaja a 144 MHz con 8 bits de cuantificación y una máscara de convolución de 3 líneas por 5 píxels;

- convertidores A/D y D/A a 144 MHz;

- convertidores AD-P/AD-Q y AD-Q/AD-P (filtro e interpolador). Los convertidores incluyen procesadores de la luminancia y de la diferencia de color. El procesador de luminancia es un filtro bidimensional diagonal que permite efectuar un submuestreo quincuncial posterior. El procesador de color es un filtro vertical que permite realizar un submuestreo vertical. A la salida del filtro se entrelazan las muestras de luminancia y se efectúa una conversión de la frecuencia de línea de 16 a 32 μs. Con esto se obtiene a la salida del filtro un múltiplex AD- P, cuya estructura y frecuencia de reloj concuerdan con las del mútiplex AD-E;

---

* Nota explicatoria para descripción del equipo de estudio del sistema TVAD 1250/50:

Norma AD-P [CCIR, 1986-90h]

Exploración progresiva de alta definición con muestreo ortogonal para la señal de luminancia y muestreo quincuncial para cada señal de diferencia de color.

AD-Q

Formato progresivo de alta definición obtenido a partir de la norma AD-P por prefiltrado diagonal de la señal de luminancia, que da como resultado un muestreo espacial quincunce, y prefiltrado vertical de la señal de diferencia de color que da como resultado un muestreo ortogonal. Permite ahorrar la mitad de la anchura de banda o de la velocidad de datos de la AD-P.

AD-E

Formato de entrelazado de alta definición con muestreo ortogonal para señales de luminancia y de diferencia de color. La velocidad de datos en AD-E es equivalente a la velocidad de datos en AD-Q.

- para la transmisión RGB paralelo de señales de TVAD 1250/50/1:1 en forma analógica, se ha utilizado equipo disponible comercialmente con 60 MHz de anchura de banda en la interconexión de equipos dentro de un centro de producción y en los enlaces punto a punto entre estudios. También se ha realizado equipo de transmisión para señales de TVAD en forma digital con reducción de la velocidad binaria [CCIR, 1986-90i].

En [CCIR, 1986-90j] se dan las características del formato AD-Q que es una realización digital de anchura de banda limitada de la norma AD-P, con el fin de utilizar la tecnología de registro y procesamiento digital actual en el estudio. El documento explica además que, al tener la misma velocidad binaria, las normas AD-Q y AD-E tienen mucho en común y podrían utilizar el mismo interfaz de señal digital, por lo cual muchas partes de los equipos, tales como conmutadores, mezcladores y registradores, pueden utilizarse tanto en el entorno AD-E como en el entorno AD-Q.

2.2.2 Equipo con exploración entrelazada (AD-E)*

- Cámaras

Todas las cámaras incluyen unidades bidimensionales de apertura digital y corrección de contornos cuyos valores de sensibilidad y de relación S/N responden a las técnicas más modernas y utilizan tubos de captación de tipo Saticon o Primicon de una pulgada o tubos Plumbicon de 30 mm [CCIR, 1986-90k].

Mezcadores y conmutadores

Se han presentado conmutadores y mezcladores simples analógicos. Se han desarrollado nuevos mezcladores que se caracterizan por dos niveles de mezcla, tres entradas en cada nivel con facilidades de fundido, cambio gradual e incrustación cromática, cuatro programas y dos salidas de visión previa que permiten un tratamiento completo en una anchura de banda 30 MHz [CCIR, 1986-90k].

Paleta gráfica

Se ha adaptado una paleta de colores de funcionamiento con arreglo a la norma 1250/50/2 que ha sido presentada en Montreux (junio de 1989). Incorpora entradas y salidas de 1250/50 que, con el desarrollo de nuevos soportes lógicos, permiten extraer las imágenes, retocarlas y sacarlas en la forma clásica de paleta, lo que aporta una capacidad gráfica esencial para la producción de alta definición en 1250/50 [CCIR, 1986-90k].

- Camión para producción en exteriores

En la IBC 1988 se efectuó una demostración de un conjunto de equipos operacionales montado en dos camiones para producción en exteriores que incluía cámaras, mezcladores, telecines y magnetoscopios tales como los que se mencionan en otros puntos.

Un camión para producción en exteriores en la versión entrelazada de la norma 1250/50 descrita en [CCIR, 1986-90l] se está construyendo actualmente para RTVE. Este camión está diseñado para la producción de programas experimentales de TVAD en general y, principalmente, para eventos deportivos. Posee facilidades de sincronización y control para trabajar junto con otro camión para producción en exteriores de características similares [CCIR, 1986-90m].

---

* Véase el asterisco de la página anterior, así como la llamada del cuadro I, punto 5.2.1.

En las exposiciones de Montreux (1989) e IFA (1989) se ha efectuado la demostración de un nuevo camión para producción en exteriores de TVAD dedicado a la grabación. El equipo de este camión incluye 3 cámaras de TVAD, 2 magnetoscopios analógicos de TVAD, 1 mezclador y monitores de TVAD. El conjunto incluye un dispositivo para efectos y un generador de caracteres. También se instaló un sistema de sonido estereofónico y una consola de mezcla en audio para las operaciones de producción. Incorpora también un sistema de conversión que genera:

- componentes Y,CR,CB en forma digital o analógica según la norma 625/50/2:1 con un formato 4/3;

- señales convencionales PAL (formato 4/3), y

- señales PAL (formato 16/9) para visualización de imágenes de TVAD en toda su amplitud, con monitores PAL convencionales de bajo coste.

También se efectuó en la IFA (1989) una demostración de otro camión para post-producción de grabaciones de vídeo. Incorpora 3 magnetoscopios analógicos de TVAD, 1 mezclador de TVAD, monitores y un sistema de edición para el tratamiento de la señal a nivel de vídeo y audio. Se ha previsto que estos dos camiones funcionen independientemente o conectados entre sí [CCIR, 1986-90k]

En [CCIR, 1986-90l] se describen los parámetros de la versión entrelazada de la norma de estudio 1250/50 actualmente utilizada en Europa a título experimental. (Véase § 1.2 de la parte 5.)

2.2.3 Componentes

Se han estudiado algunos componentes críticos para la TVAD y continúan los desarrollos futuros. Entre ellos se incluyen las lentes de acercamiento para las cámaras de TVAD, las formaciones en líneas de CCD para los dispositivos de exploración de diapositivas y para los telecines con 2048 píxels, un tubo de captación Primicón* de una pulgada con enfoque electromagnético y desviación electroestática. Se ha desarrollado un tubo Plumbicon de 30 mm para equipar las cámaras, que permite mejorar la sensibilidad y las características de retardo. Los aspectos principales de este tubo que utiliza una capa fotoconductora de óxido de plomo son un nuevo tipo de cañón electrónico (tetrodo) para alta resolución, una elevada reserva de haz electrónico, un reducido retardo de 2,5% como máximo después de 60 ms, una baja capacidad de salida (típicamente 5 pF), desviación electroestática, enfoque magnético y una pequeña longitud del tubo, que es de 172 mm como máximo [CCIR, 1986-90k]. Se está desarrollando una disposición en línea de dispositivos de CCD con 5184 píxels para los dispositivos de exploración de diapositivas.

2.2.4 Interfaces para el entorno digital

En [CCIR, 1986-90n] se propone que con un estimador de movimiento sencillo y eficaz situado en el estudio cerca de la fuente, los equipos a cuyas características afecte el conocimiento del movimiento utilicen información del "vector de movimiento" hasta un cierto grado mediante un tratamiento jerárquico. El objetivo es llegar de esta manera a una velocidad binaria reducida para la información de movimiento, dependiendo de la aplicación, a fin de evitar pérdidas de la información importante sobre el movimiento, cuando es necesario aplicar un procesado en cascada.

Como ejemplo de este tipo de aplicaciones en la reproducción, especialmente en los interfaces de entrada/salida, se citan la conversión de la frecuencia de trama, el movimiento en la cámara lenta, la transferencia a película y la codificación para transmisión o emisión. Los datos de movimiento pueden por ejemplo, insertarse en el intervalo de supresión vertical de la señal de vídeo, grabarse en cinta, o utilizarse para intercambio de programas.

---

* Primicón: marca de fábrica de TCSF.

2.2.5 Otros desarrollos

Se recibieron contribuciones donde se informa que la aplicación de una exploración progresiva afecta fundamentalmente a la cámara, al equipo de conversión A/D y al registrador del estudio. En lo que respecta al resto del equipo de estudio, en particular al mezclador y los efectos especiales correspondientes, sólo es necesario efectuar ligeras modificaciones cuando se pasa de la exploración con entrelazado a la exploración progresiva [CCIR, 1986-90o]. Como se expone en [CCIR, 1986-90p] la primera aplicación se basará en el formato digital AD-Q para utilizar magnetoscopios digitales de 1,15 Gbit/s, cuya factibilidad se ha demostrado.

En [CCIR, 1986-90q] se afirma que es posible obtener una mejor calidad de movimiento para una cámara de TVAD a 50 Hz mediante un obturador sincronizado, y que esta mejora será más acusada cuando se utilice al mismo tiempo una conversión ascendente en la pantalla, compensando el movimiento.

2.3 Sistemas de visualización

Nota: En relación con las pantallas destinadas al público telespectador en general, véase la Parte 10, punto 2.

2.3.1 Visualización en tubo observado directamente

En Japón se están desarrollando tubos de rayos catódicos (TRC), dando prioridad al aumento de tamaño y a la mejora de la resolución. En relación con el aumento de tamaño, en 1985 se desarrolló un TRC de 40 pulgadas que se presentó en la "EXPO 1985", de Tsukuba, Japón. Este TRC pesa aproximadamente 80 kg y tiene un formato de 5:3. En 1987 se desarrolló un TRC de 41 pulgadas y un formato de 16:9 que pesaba 105 kg y lograba un brillo de 95 cd/m^2 para las señales de blanco. Equipada con una unidad de convergencia digital, una pantalla que utiliza este TRC lograba un error reducido de convergencia de 0,5 mm o menos, en todas las partes de la pantalla. El peso total y las dimensiones exteriores de dicha pantalla eran de 170 kg y 1030 (anchura) x 760 (altura) x 850 (profundidad) mm.

En 1987 se desarrolló un TRC de 32 pulgadas con la máscara de sombra de acero Invar. Alcanzaba un brillo máximo de 230 cd/m^2 [CCIR, 1986-90r].

En [CCIR, 1986-90s] se describen las características básicas de los dispositivos de presentación para los sistemas de televisión de alta definición de 1125 líneas y 60 tramas. El documento también indica que existen hoy en día TRC de visión directa con brillos superiores a 100 cd/m^2 en tamaños de hasta 750 mm de diagonal.

También existen dispositivos de visualización de TRC con una dimensión en diagonal de 931 mm y valores de brillo del orden del 68 cd/m^2.

En Bélgica, República Federal de Alemania, Francia, Italia, Países Bajos y Reino Unido se han desarrollado en 1988 monitores de imagen de color por tubos de 51 cm, 76 cm y 81 cm (20 pulgadas, 30 pulgadas y 32 pulgadas) con formato de 16:9. Utilizando elementos de puntos de fósforo de unos 0,3 mm y anchuras de banda de imagen de unos 60 MHz en los primeros diseños, se lograron resoluciones horizontales de 1000 líneas, o más de 1400 elementos de imagen por línea activa y resoluciones verticales acordes con las 1250 líneas de exploración. La luminancia máxima de la imagen y las relaciones de contraste aproximadas llegaron hasta 90 candelas/metro cuadrado y 50:1, respectivamente. Aparte de una exploración entrelazada de 2:1 con 1250 líneas por imagen y frecuencia de trama de 50 Hz (1250/50/2:1) con una frecuencia de exploración de línea de 31 kHz, se ha demostrado también que el funcionamiento a 62 kHz da una

exploración progresiva de 1250 líneas a una frecuencia de trama de 50 Hz (1250/100/1:1) o una exploración entrelazada de 2:1 de 1250 líneas a la frecuencia de trama de 100 Hz (1250/100/2:1) como alternativas para eliminar el parpadeo entre líneas o el parpadeo de zonas amplias, respectivamente. Las técnicas utilizadas incluyen la exploración bidireccional [CCIR, 1986-90e y t].

2.3.2 Dispositivos de visualización mediante proyección

Existen dispositivos de proyección que utilizan pequeños TRC (7-9 pulgadas) para la imagen fuente con tamaños de pantalla de hasta 3000 mm, una luminancia de cresta superior a 100 cd/m^2 y una ganancia de pantalla de 13 [CCIR, 1986-90s].

Una pantalla de proyección trasera de 50 pulgadas con tubos de proyección de 7 pulgadas ha logrado una luminancia de cresta de 400 cd/m^2, manteniendo la profundidad del aparato en 65 cm (fig. 2). Además se logra una elevada relación de contraste de 35:1 o superior, rellenando los espacios entre los tubos de proyección y las lentes con un material que tiene casi el mismo índice de refracción que el cristal. Se han desarrollado pantallas de este tipo entre 50 y 110 pulgadas con una alineación automática simplificada de la convergencia.

Una pantalla de 180 pulgadas que utiliza tres tubos de proyección de 12 pulgadas, alcanza una luminancia máxima de 55 cd/m^2 con una ganancia en pantalla de 3,5. Esta pantalla puede utilizarse con tamaños de proyección de hasta 200 pulgadas. También se ha desarrollado una pantalla de 200 pulgadas utilizando seis tubos de proyección de 9 pulgadas. Con una ganancia en pantalla de 3,0, alcanzaba una luminancia de cresta de 40 cd/m^2 [CCIR, 1986-90r].

Pueden adquirirse en varios suministradores pantallas muy grandes que utilizan tecnología de válvula ligera y óptica de Schlieren adecuada para las salas de proyección de electrónica [CCIR, 1986-90s].

Los sistemas de proyección, ya sean para aplicaciones a nivel de consumidor o profesionales llevan unidades de visualización con dimensiones diagonales superiores a unos 100 cm. En Bélgica, República Federal de Alemania, Italia y Países Bajos se han logrado varios sistemas de proyección por tubos de rayos catódicos.

A continuación se indican la naturaleza y los valores de los parámetros de un ejemplo típico, diseñado teniendo en cuenta prioritariamente los requisitos del consumidor: se eligió la técnica de proyección trasera para mejorar la estabilidad, el brillo y el contraste, y para maximizar la adaptabilidad dimensional del equipo a una utilización en el hogar; la diagonal de la imagen tiene 127 cm (50 pulgadas) con un formato de 16:9 y un sistema de exploración entrelazada de 1250 líneas que funciona a una frecuencia de trama de 50 Hz (1250/50/2:1); la luminancia de cresta de 400 candelas/m^2 era casi la más alta que se puede obtener con los reflectores convencionales de 625 líneas, confiando el diseñador en que con la conversión a 100 Hz, en el futuro podrá contarse con un valor dos veces superior; mayor importancia tenía, tal vez, lograr una relación de contraste estable y relativamente elevada de 50:1.

En la IFA'89 de Berlín Occidental se ha presentado una pantalla de proyección de 70 [CCIR, 1986-90u].

Un segundo ejemplo lo constituye un proyector frontal concebido para un formato de 16:9 en pantalla de gran diagonal, llegándose a 250 cm (98 pulgadas). La utilización de un circuito de deflexión automática que va desde una frecuencia de línea de 16 kHz a 62 kHz y una frecuencia de trama de 50 Hz a 100 Hz,

permitía efectuar una exploración de la pantalla de 1250/50/2:1 y 1259/100/2:1. Puede llegar a lograr una luminancia máxima de 300 candelas/m^2 con una ganancia de pantalla y una función de transferencia de modulación de 10%, con 1000 líneas de televisión [CCIR, 1986-90e y t].

2.3.3 Pantallas de TVAD en desarrollo

En Estados Unidos se ha desarrollado un TRC de máscara de tensión plana que, según se dice, aumenta el brillo hasta un 80% y la relación de contraste hasta un 70% respecto a los diseños convencionales. La máscara metálica delgada se estira y mantiene plana detrás de la cara plana de vidrio del tubo. Esta disposición es más estable para temperaturas elevadas de la máscara. Se ha previsto aplicar esta tecnología a las pantallas de TVAD de gran tamaño.

En Estados Unidos se está desarrollando una válvula ligera de estado sólido. Una agrupación de transistores CMOS de película delgada dispuesta en forma de cuadrícula de televisión produce un campo de deformación eletroestático de 20 voltios. En la parte superior del circuito integrado hay una capa deformable y una película fina reflectante. Las fuerzas electrostáticas deforman estas capas produciendo una representación física de la imagen de televisión. Con una fuente luminosa y una óptica de Schlieren separadas se puede proyectar la imagen en la pantalla. Un proyector de color utilizaría tres moduladores simultáneos en una lente de un solo objetivo [CCIR, 1986-90s].

La pantalla de panel plano es conveniente para hacer extensible la utilización de receptores de TVAD a muchos hogares. Las pantallas de descarga de gas son las más factibles para la realización de dichos paneles dada la capacidad de producción de paneles de gran tamaño y porque tienen una velocidad de funcionamiento rápida aplicable a la TVAD. Se ha fabricado recientemente un panel por descarga de gas de 20 pulgadas con memoria interna, como primer paso hacia el desarrollo de una pantalla de panel plano para la TVAD. Este estudio mostró la posiblidad de realizar una pantalla de panel plano mayor para la TVAD. También se ha desarrollado una pantalla de cristal líquido de 14 pulgadas en color que utiliza transistores de película delgada (TFT) de silicio amorfo [CCIR, 1986-90c y v].

Se ha desarrollado un panel de 33 pulgadas (84 cm) con la misma estructura que el de 20 pulgadas, para establecer las técnicas de fabricación de paneles mayores, hasta del orden de un metro.

Para el panel de 33 pulgadas se ha seguido la aplicación del mismo método de excitación basada en el esquema de memoria de impulsos, y el diseño del panel se hizo también siguiendo el del panel de 20 pulgadas que presentaba características superiores en cuanto a estabilidad y uniformidad. No obstante, en la actualidad, el panel de 33 pulgadas se excita por medio de un direccionamiento simple de líneas secuenciales y sólo pueden visualizarse esquemas de colores patrón que incluyen ocho colores sin variaciones saturadas de intensidad.

Aunque la luminancia obtenida con este panel no era suficiente debido al método sencillo de excitación, se obtuvieron características de luminiscencia uniforme, así como una gran pureza de color en toda la pantalla [CCIR, 1986-90w].

2.3.4 Conversión ascendente en la pantalla

En [CCIR, 1986-90x] se analiza el problema de la reducción del parpadeo de trama resultante de una velocidad de muestreo temporal, aumentando la velocidad de renovación de la visualización. Este planteamiento requiere una conversión de velocidad temporal adaptable al movimiento para minimizar los efectos secundarios de éste. Señala además la necesidad de aplicar esta tecnología a todos los receptores de estudio en los que puede no ser práctico utilizar el método de la señal con complemento digital.

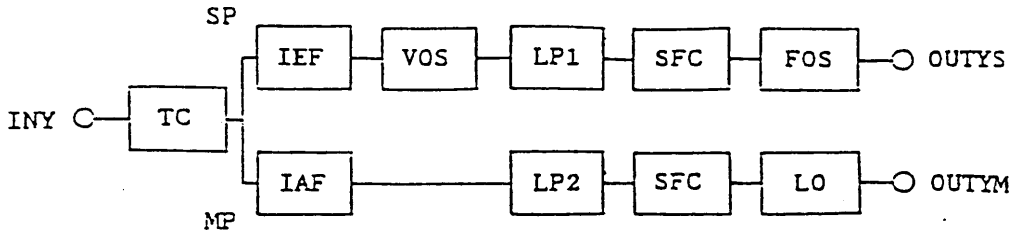
Un problema asociado a las pantallas grandes de TRC es el del parpadeo de zonas amplias. En las pantallas grandes y muy amplias, éste es un aspecto de preocupación importante para la observación de la TVAD, y puede ser necesario visualizar la imagen recibida a una frecuencia de trama distinta de la frecuencia transmitida de 50 Hz. Las pruebas subjetivas han indicado que son necesarias frecuencias de trama en la pantalla de unos 80 Hz y superiores para eliminar el efecto de parpadeo en la luminancia, y a distancias que habrá probablemente que determinar [Bourguignat, 1985].

Para eliminar el parpadeo de zonas amplias y la vibración entre líneas, puede utilizarse la repetición de imágenes en lugar de la repetición de tramas. Este algoritmo, conocido como conversión ascendente AB-AB consigue la visualización de elementos fijos de la imagen aunque, como la información se presenta en orden cambiado, la representación de los objetos con movimiento no es satisfactoria, debido a la trepidación.

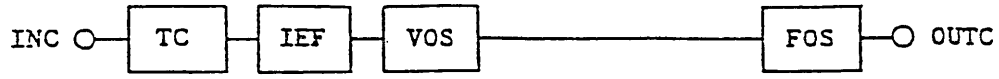
Los canales MAC y MAC de alta definición (HD-MAC) pueden cursar volúmenes significativos de datos y para ello puede utilizarse la televisión con asistencia digital (DATV) [Storey, 1986] que ofrece la posibilidad de adoptar formas perfeccionadas y más sofisticadas de conversión ascendente, manteniendo a un nivel discreto los aumentos del coste del receptor. La presencia del canal de DATV permite al estudio pasar instrucciones al receptor que puede evitar los problemas asociados a una trama simple o la conversión ascendente de la repetición de la imagen.

Una de las formas de lograrlo ha sido la utilización de la conversión adaptada en movimiento. En este sistema, el conversor ascendente puede seleccionar el modo de visualización de trama repetitiva o de imagen repetitiva al recibir la información pasada a través del canal DATV. El modo de trama repetitiva puede utilizarse para los elementos con movimiento de la imagen y el modo de imagen repetitiva para las zonas estáticas. También se han efectuado estudios sobre la utilización del procesamiento previo para mejorar la calidad del movimiento del modo AB-AB, en las zonas de movimiento lento.

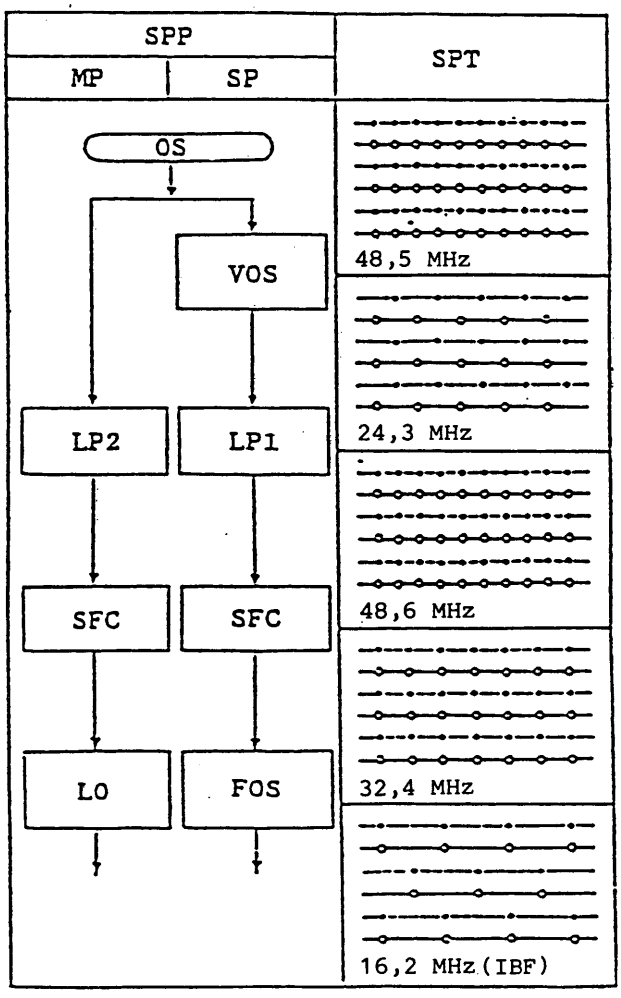
En 1988 se efectuaron demostraciones de equipos procedentes de los Países Bajos, la República Federal de Alemania e Italia, que incluían varios tipos de convertidor ascendente de pantalla de 50/100 Hz. Uno empleaba un algoritmo de conversión ascendente fija AA-BB sin acompañamiento de información DATV. Un segundo conversor ascendente utilizaba una señal DATV adaptable al movimiento. Ambos equipos funcionaban digitalmente con la frecuencia de reloj de la DATV en las señales componentes [CCIR, 1986-90t].



a) Disposición del filtro para la señal de luminancia



b) Disposición del filtro para las señales de diferencia de color



c) Diagrama de muestreo

TC : compresión temporal
SP : porción estacionaria
MP : porción en movimiento
IEF : prefiltrado intertrama
IAF : prefiltrado intratrama
VOS : submuestreo de desplazamiento de trama
LP1 : filtrado de paso bajo en 12 MHz
LP2 : filtrado de paso bajo en 16 MHz
SFC : conversión de la frecuencia de muestreo
FOS : submuestreo de desplazamiento de cuadro
LO : submuestreo de desplazamiento de línea
INY : entrada de la señal de luminancia
INC : entrada de la señal de diferencia de color
OUTYS salida de la señal de luminancia para porciones estacionarias
OUTYM: salida de la señal de luminancia para porciones en movimiento
OUTC : salida de la señal de diferencia de color
SPP : procedimiento de procesamiento de la señal
SPT : diagrama de muestreo
OS : muestreo original
(IBF): inversión por cuadro
_o_ : trama impar
----: trama par

FIGURA 2- Principio del sistema MUSE

ANEXO I A LA PARTE 5.2

PRIMERA REALIZACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE TVAD 1250/50

La norma de estudio TVAD 1250/50 se basa en un método de exploración progresivo. La primera realización de esta norma objetivo puede basarse en un sistema con anchura de banda reducida que toma en cuenta el estado actual de la tecnología disponible. La versión entrelazada 2:1 descrita en este anexo cumple este criterio tanto en la forma analógica como en la digital.

Equipos que operan según estos parámetros han sido mostrados y están siendo utilizados actualmente en Europa para la producción de programas experimentales de TVAD. Los valores de parámetros específicos para la versión entrelazada se dan a continuación (los números que figuran entre paréntesis se refieren a los puntos del § 1.2):

a) Frecuencia de línea (1.6 del cuadro I) - 31 250 Hz.

b) Colorimetría (2 del cuadro II) - De conformidad con la especificación de la UER (UER, Tech. 3213).

c) Preénfasis (4.1 del cuadro IV) - De conformidad con la Rc. 601.

d) Ecuación de la señal de luminancia (4.2) - De conformidad con la Recomendación 601.

e) Ecuación de la señal de diferencia de color (4.3) - De conformidad con la Recomendación 601.

f) Niveles de señal nominales (4.4/4.5) - De conformidad con la especificación de la UER (UER, norma técnica Nº 10).

g) Anchura de banda de señal nominal (4.6) - 1/2 de las de la norma objetivo.

h) Estructura de muestreo de la señal de diferencia de color (5.2) - De conformidad con la Recomendación 601.

i) Frecuencias de muestreo (5.5 del cuadro V) - 1/2 de las de la norma objetivo.

j) Relación de tiempo horizontal analógico a digital desde el final de la línea activa digital hasta O_H (5.6) - 128 T (T = periodo de muestreo).

k) Correspondencia entre los niveles de la señal vídeo y los niveles de cuantificación (5.7) - De conformidad con la Recomendación 601.

l) Utilización de palabra código (5.8) - De conformidad con la Rc. 601.

m) Periodo de trama - 40 ms (1250 periodos de línea).

n) Intervalo de supresión de trama - 1,56 ms (49 periodos de línea).

o) Duración del impulso de sincronización de trama - 8 μs (1/4 periodo de línea).

Todos los demás valores de parámetro: De conformidad con la norma objetivo (§ 1.2).

PARTE 5.3 CONVERSIÓN DE NORMAS

3.1 Conversión de normas TVAD-TVAD

Cualquiera que sea la norma de estudio de TVAD en el futuro, será necesaria la conversión de normas de alta calidad: por una parte, en el caso de una norma única mundial de estudio de TVAD se requiere la conversión de normas cuando se aplican frecuencias de trama distintas para el estudio y la emisión. Por otra parte, si coexisten normas de estudios de TVAD distintas, la conversión de normas será inevitable entre ellas.

Estos algoritmos se han evaluado de forma subjetiva por medio de un método de doble escala de degradación con estímulo continuo, utilizando 45 observadores no experimentados, en tres laboratorios europeos. El [Documento [CCIR, 1986-90y] informa que las diferencias entre las valoraciones obtenidas por una imagen de 50 Hz no convertida y las secuencias de 50 Hz después de la conversión a 59,94 Hz, son menores de 0,4 en una escala de degradación de cinco notas para el algoritmo óptimo ensayado. La diferencia media para las cuatro secuencias utilizadas (una imagen fija y tres secuencias en movimiento que contienen movimientos complejos de textura fina) es aproximadamente de 0,16 de una nota.

En [CCIR, 1986-90z] se informa de la realización de un estudio sobre la conversión de 1250 líneas 50 Hz a 1050 líneas 59,94 Hz para evaluar la calidad de las imágenes de 59,94 Hz convertidas, producidas originalmente conforme a la propuesta europea de producción.

Para dicha conversión es obvio que los convertidores convencionales no actúan satisfactoriamente: dichos convertidores crean efectos visibles importantes, especialmente en los objetos con movimiento, que representan la situación normal de las escenas de televisión. Esta es la razón por la que debe introducirse una técnica de compensación del movimiento para hacer frente a la interpolación de objetos móviles (especialmente con movimientos rápidos y complejos).

Se han desarrollado algoritmos en paralelo con el diseño de la arquitectura de circuitos, conforme a las funciones o bloques indicados a continuación.

a) Conversión de exploración entrelazada a secuencial

El formato de entrada del convertidor de normas es de 1250/50/1:1; se obtiene de una fuente de exploración progresiva o de la salida de un convertidor de exploración entrelazada a secuencial.

b) Estimación del movimiento

Consiste en una descripción del movimiento medido entre dos imágenes sucesivas en la secuencia de 50 Hz; el formato de entrada al estimador de movimiento es de 1250/50/1:1. Entre las distintas clases de estimadores de movimiento, el método diferencial resulta atractivo porque ofrece un compromiso equilibrado entre complejidad y rendimiento. Se han desarrollado dos esquemas recursivos que utilizan el método diferencial para calcular desplazamientos locales tales como los que se presentan en las escenas de rotación o acercamiento, en base al bloque o al pixel [Robert y otros, 1988].

c) Asignación del movimiento

Se asigna un vector de movimiento a cada pixel de la imagen que ha de generarse. Se supone un movimiento lineal entre dos imágenes de entrada sucesivas.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

d) Detección de fallos

Se han de identificar los pixels en los que el movimiento medido no es fiable, en el sentido de que existen ciertos riesgos de defectos visibles creados por la interpolación con compensación de movimiento correspondiente.

e) Interpolación adaptable al movimiento

Se consideran dos tipos de interpolación correspondientes al modo de compensación del movimiento y al modo de repliegue. La elección entre estos dos interpoladores viene determinada por el vector de fallos; los pixels en los que hay un movimiento auténtico (sin detección de fallos) son generados por el interpolador de compensación del movimiento. Los pixels en los que el movimiento no es fiable (se detectan fallos) son generados por el modo de repliegue.

Resultados

Para evaluar la calidad del procedimiento algorítmico, se han procesado en una simulación por computador, un gran número de secuencias de imágenes representativas en un formato reducido (625/50 a 525/59,94). Los resultados de estos procesos se han sometido a la opinión de los expertos y se ha hecho una demostración en la IBC 1988, en Brighton. La opinión de los expertos y de los visitantes es que dichos resultados son excelentes con una calidad superior a la de cualquier otro trabajo en esta materia mostrado anteriormente. El procesamiento presentado da una calidad muy buena desde el punto de vista de agudeza y resultado del movimiento sin efectos secundarios perceptibles, aun cuando se utiliza la velocidad reducida (movimiento lento) tras la conversión para mirar a las imágenes. Estos resultados constituyen la base de una conversión de normas transparente.

Debe insistirse además, en que las simulaciones por computador se han realizado con la limitación del diseño de los circuitos. Dichos circuitos se encuentran actualmente en fase de montaje.

3.2 Conversión de normas TVAD a televisión convencional

Nota - Para los convertidores destinados al público, véase la Parte 10, punto 4.

Las pruebas realizadas por la BBC sobre la conversión de la frecuencia de trama de las señales de imagen utilizando interpolación invariante en el tiempo (no adaptativa) han demostrado que puede conseguirse una calidad apreciablemente superior de la imagen convertida cuando la conversión se realiza desde una frecuencia de trama de 80 Hz a 60 ó 50 Hz, que cuando la conversión se realiza entre 60 y 50 Hz. La conversión desde 80 Hz se estimó que producía una calidad de imagen hasta dos notas mejor que la conversión de 60 a 50 Hz ó de 50 a 60 Hz con un lote de imágenes similar. Sin embargo, en todos los casos se consideró que las imágenes convertidas eran inferiores a las imágenes producidas según la norma utilizada en la salida [Childs y Tanton, 1985].

Se ha desarrollado en Japón un nuevo convertidor de normas que permite pasar de TVAD de 1125/60/2:1 a PAL de 625/50/2:1, basado en técnicas de adaptación al movimiento. En el sistema, se obtiene primero una señal de 625/60 explorada secuencialmente a partir de la señal de 1125/60 original por medio de un interpolador de dos tramas o de un interpolador de líneas intratrama. A continuación, se obtiene la conversión de la velocidad de trama de 625/60 secuencial a 625/50 secuencial por medio de un sistema complejo que selecciona la salida sea de uno de los cuatro procesos de movimiento compensados o de un proceso de interpolación lineal. El selector es controlado por una señal de movimiento. Por último, la señal se somete a conversión de exploración secuencial a exploración entrelazada [CCIR, 1982-86a].

En los Países Bajos se elaboró un convertidor reductor para el entorno del estudio de difusión entre el sistema de TVAD 1250/50/2 y el sistema de definición normal de 625 líneas. Esta función tendrá que realizarse con bastante frecuencia al mezclar material procedente de una fuente de TVAD con material de 625 líneas.

El convertidor incluye un filtro vertical y un convertidor de velocidad de muestreo horizontal. Posee una entrada digital Y, U, V y una analógica R, G, B. La salida digital es conforme a la Recomendación 656 del CCIR interfaces de estudio. El cambio del formato de imagen de 16:9 a 4:3 se logra descartando los bordes laterales.

En el entorno de un estudio de difusión también se presentará la necesidad de convertir la señal existente de 625/50/2 a una señal de TVAD 1250/50/2. Esta conversión puede hacerse mediante un circuito duplicador de línea que comprimirá primero el tiempo de línea de 64 μs a 32 μs; a continuación un interpolador vertical interpolará las líneas perdidas.

En el entorno de un estudio de difusión se necesitará con frecuencia la conversión (reducción o elevación) entre la TVAD y la televisión de definición normal. La relación simple existente entre las normas 1250/50/2 y 625/50/2 tiene la ventaja de que la conversión entre una y otra puede realizarse mediante filtros simples de dos o tres derivaciones, cuya complejidad es insignificante en lo relativo al soporte físico [CCIR, 1986-90aa].

Se han realizado pruebas subjetivas en varios países utilizando una técnica de evaluación subjetiva de un solo estímulo y la escala de calidad de cinco notas. Dado que la reproducción del movimiento era un tema crítico, las imágenes de prueba se componían de secuencias en movimiento clasificadas como "críticas, aunque no exageradamente" [CCIR, 1982-86b, c].

En pruebas realizadas en Japón, se determinó que la reproducción del movimiento de las imágenes convertidas era casi la misma que la de las imágenes PAL directas, excepto en las secuencias en que aparecían discos giratorios; (se midió el tiempo de aparición de escenas similares a las de los discos giratorios, comprobándose que era de un 0,04% del tiempo de programa en dos canales de televisión japoneses durante una semana). En algunas secuencias, se determinó que las imágenes convertidas eran superiores a las imágenes PAL directas. En promedio, las imágenes convertidas se puntuaron aproximadamente con la nota 4,2 y la diferencia entre las imágenes convertidas y las imágenes PAL directas era aproximadamente 0,35 utilizando la escala de cinco notas en la evaluación efectuada por observadores expertos [CCIR, 1982-86a].

Pruebas de tipo similar realizadas en Europa han demostrado que la diferencia de calidad de reproducción del movimiento entre las imágenes PAL directas y las convertidas era todavía perceptible (diferencia de notas entre cero y uno). Sin embargo, mirando hacia el futuro, los especialistas de la UER consideraron, a la vista de los resultados de las evaluaciones subjetivas y de un análisis inicial de las posibles áreas de evolución de la calidad de funcionamiento de este convertidor, que sería posible obtener una calidad esencialmente equivalente a la del sistema PAL en un periodo de tiempo razonable [CCIR, 1982-86c].

Se informó también que la calidad de reproducción del movimiento de las imágenes convertidas PAL era considerablemente mejor (diferencia de notas entre 1,5 y 3,5) que la reproducción del movimiento a la frecuencia de actualización de imagen de 25 Hz (representativa de películas exploradas en un telecine) [CCIR, 1982-86c].

Se ha efectuado la conversión de la norma 1125/60/2:1 de TVAD a la norma digital para estudios 625/50 4:2:2, habiéndose realizado recientemente la evaluación subjetiva de la calidad de la conversión en relación con imágenes en movimiento [Wood y Habermann, 1986]. En [CCIR, 1986-90ab]se señala que, para las siete escenas estudiadas, la pérdida de calidad que supone la conversión de normas varía entre 0,56 de un nivel (escena 12) a 0,98 de un nivel (escena 2), y la degradación media es aproximadamente 0,7 de un nivel. Comparándola con la conversión de la norma 1125/60/2:1 a la PAL evaluada con anterioridad, los resultados de la conversión 4:2:2 señalan una degradación media superior (una degradación media de 0,7 de un nivel para la conversión 4:2:2, en comparación con una degradación media de 0,5 de un nivel para la conversión a PAL, con las mismas siete escenas). Esto puede atribuirse a los efectos encubiertos del sistema PAL (por ejemplo, diafotía de color y luminancia) sobre los pequeños errores en la presentación del movimiento.

Una producción realizada en el Canadá, basada con carácter general en los parámetros del anexo II del Informe 801-2 (Dubrovnik,1986), se va a proyectar según la norma de televisión NTSC de 525 líneas, y ya ha sido adquirido por cuatro entidades nacionales de radiodifusión, dos de las cuales efectúan la explotación con arreglo a la norma PAL de 625 líneas y 50 Hz [CCIR, 1986-90ac].

En Japón se ha realizado un sistema de TVAD conforme a la norma 1125/60,00, mientras que el sistema NTSC define su frecuencia de trama a 59,94 Hz. Para solventar esta diferencia entre frecuencias de trama de la TVAD y el sistema NTSC, se han desarrollado y utilizado convertidores de normas de 1125/60,00 a 525/59,94. Al realizar esta conversión, tras el paso de la frecuencia de línea de 1125/60 a 525/60, los datos de imagen se inscriben en una memoria de almacenamiento de cuadros que posteriormente se leen según el sincronismo NTSC 59,94 en los altos de cuadro que puede haber durante la transición a los mensajes comerciales, un desvanecimiento, un corte de escena y una imagen fija [CCIR, 1986-90ad].

Cuando se dejan de lado los aspectos temporales, la conversión de normas se reduce a la conversión de la frecuencia de línea. En [CCIR, 1986-90ae] muestra que la complejidad de los filtros digitales necesarios para este fin depende de la relación de conversión, L/M, en la que la longitud del filtro es función del valor máximo del factor de interpolación, L, o del factor de diezmado, M. Se ha demostrado que con estructuras de filtro polifase la complejidad del filtro de conversión aumenta sólo marginalmente en relación con los valores de estos factores. En [CCIR, 1986-90af] se indica que los efectos de repliegue causados por el diezmado y la interpolación pueden reducirse mediante un diseño adecuado del filtro y que los requisitos mínimos del filtro pueden determinarse únicamente mediante evaluación subjetiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 5

BOURGUIGNAT, E. [1985] Bases psychovisuelles de l'amelioration des images. Revue de Radiodiffusion-Télévision, Nº 88, páginas 6-15.

BOYER, R. y EOUZAN, J.Y. [1987] High definition cameras using interlaced scanning and progressive scanning. XV Int. TV Symp. Montreux, Symposium Records, Broadcast. Sessions, páginas 320-333.

CHILDS, I. y TANTON, N.E. [6-12 de junio, 1985] Sequential and interlaced scanning for HDTV sources and displays: which? Symposium Record, 14th International Television Symposium, Montreux, Suiza, 368-381.

ROBERT, P.H., LAMNABHI, M., LHUILLIER, J.J. [1988] "Advanced high definition 50 to 60 Hz standards conversion", IBC'88.

STOREY, R. [1987] HDTV motion adaptive bandwidth reduction using DATV, BBC Research Department Report 1986/5.

WOOD, D. y HABERMANN, W. [1986] Images of the future - The EBU's part to date in HDTV system standardization. EBU Review (Techn.) N° 219, octubre 1986, páginas 267-80.

Documentos del CCIR

[1982-86]: a. 11/270 (Japón); b. 11/398 (GIT 11/6); c. 11/405 (UER).

[1986-90]:

a. 11/356 (España); b. 11/582 (Japón); c. GIT 11/6-2032 (Japón); d. 11/585 (Japón); e. GIT 11/6-2056 (Thomson-CSF); f. 11/298 (Thomson-CSF); g. 11/164 (GIT 11/6); h. GIT 11/6-2023(Rev.1) (Bélgica y otros); i. 11/28 (Thomson-CSF); j. 11/312 (Thomson-CSF); k. 11/507 (Thomson-CFs, Philips); l. 11/297 (Italia y España); m. 11/351 (RTVE); n. 11/27 (Thomson-CSF); o. GIT 11/6-1055 (Thomson-CSF); p. GIT 11/6-2054 (Thomson-CSF); q. GIT 11/6-2091 (Reino Unido); r. GIT 11/6-2037 (Japón); s. GIT 11/6-2022 (EE.UU); t. GIT 11/6-2047 (Bélgica y otros); u. 11/547 (Bélgica y otros); v. GIT 11/6-2038 (Japón); w. 11/588 (Japón); x. GIT 11/6-2026 (CBS); y. GIT 11/6-3046 (Francia, Países Bajos, Reino Unido); z. GIT 11/6-2053 (Thomson-CSF); aa. 11/457 (Países Bajos); ab. GIT 11/6-1010 (EBU); ac. GIT 11/6-1017 (Canadá); ad. GIT 11/6-2035 (Japón); ae. 11/358 (Canadá); af. 11/562 (Canadá).

PARTE 6 - GRABACIÓN DE PROGRAMAS DE TVAD

Nota - Para los magnetoscopios destinados al público, véanse la Parte 10, § 5 y el Informe 1233.

1. Sistemas de cinta magnética

Nota - Para más información, véase el Informe 1230 .

a) Magnetoscopio analógico

Un sistema magnetoscópico TVAD de la primera generación que es de uso corriente en los estudios es un sistema analógico de carrete abierto con formato de tipo C de una pulgada. Consta de magnetoscopios y una unidad correctora/procesadora de la base de tiempo y tiene una duración máxima de grabación de una hora en cinta magnética de una pulgada con revestimiento de óxido, en carrete de 11,75 pulgadas. Como entrada/salida, el sistema utiliza las señales componentes, y graba las señales RGB, con lo que se obtienen imágenes de excelente calidad.

Los magnetoscopios analógicos, basados en una consola de cinta de formato B, realizan las grabación con una anchura de banda de 20 MHz para la componente de luminancia y de 10 MHz para cada diferencia de color. Con cintas de 26 μm en carrete abierto de 12,5 pulgadas se obtiene una hora de grabación. Ofrecen la capacidad de edición basada en un código temporal. En un intervalo de 20 μs, el error residual de la base de tiempo es de $\pm$ 3,5 μs. La relación S/N (no ponderada) es $\geq$40 dB. Los modos de funcionamiento son: grabación, reproducción, repetición de secuencia de lectura, ensamblado e inserción. Se dispone de tres canales de audiofrecuencia, uno de los cuales es compatible con el código temporal. En ———— [CCIR, 1986-90a] figura más información técnica detallada.

b) Magnetoscopios digitales

Se ha construido un magnetoscopio digital que emplea cinta magnética de partículas metálicas y tiene una capacidad de grabación elevadísima de 1,188 Gbit/s. El mecanismo de transporte es del tipo C de una pulgada. Las frecuencias de muestreo de las señales de entrada/salida son de 74,25 MHz para la señal de luminancia y 37,125 MHz para las dos señales de diferencia de color, conforme especifica la norma de estudio 1125/60. Este magnetoscopio admite hasta 8 canales de audio digitales, y es el primer magnetoscopio para TVAD que ofrece la función de cámara lenta.

c) Magnetoscopio de casete analógica

Se están diseñando magnetoscopios de TVAD de casete de 1/2 pulgada y se han construido ya algunos prototipos. Las principales aplicaciones, además de las de radiodifusión, a que está destinado este equipo son la distribución de programas de TVAD a videoteatros, la educación, la medicina, la imprenta, etc.

Tiene capacidad para una señal de luminancia de 20 MHz de anchura de banda, señales de color de secuencia de línea de 7 MHz de anchura de banda y cuatro canales de sonido MIC con muestreo a 48 kHz y resolución de 16 bits/muestra. Este equipo se lanzará al mercado en el verano de 1989.

2. Sistemas de disco

a) Lector de videodiscos de TVAD

Se ha diseñado un lector de videodiscos que ofrece gran anchura de banda y alta definición, con audio MIC en dos canales. Su capacidad de

reproducción es de 15 minutos por cara con un disco CLV de 30 cm (en lugar de 8 minutos/cara del disco CAV). Las anchuras de banda son de 20 MHz para la señal luminancia (Y) y 6 MHz para cada una de las señales de diferencia de color (Pb/Pr). Se ha obtenido una relación señal/ruido elevada, de 42 dB (Y).

Para la señal de audio, la anchura de banda es de 20 Hz a 20 kHz y la gama dinámica de 90 dB. La distorsión armónica es de 0,05% y la diafonía del canal de -80 dB.

b) Sistema de disco de imagenes fijas de TVAD

Se ha construido un sistema de disco digital que reproduce las imágenes fijas digitales de TVAD con un disco del tipo CD-ROM.

Un disco tipo CD-ROM puede almacenar 240 imágenes fijas.

Para la señal audio pueden utilizarse CD separadas que existen en el mercado, de acuerdo con un modo de funcionamiento síncrono proporcionado por el sistema.

Posee también funciones de cambio sin transición, cambio gradual, desfile ascendente/descendente, y una multiplexación de imágenes segmentadas que permite obtener un efecto de animación como si las imágenes fuesen de movimiento.

3. Sistemas de película

3.1 Telecines

Para el telecine láser de TVAD se ha diseñado un convertidor de frecuencia de trama mediante una tecnología de compensación del movimiento ya experimentada, que se estudió originariamente en relación con la concepción de un convertidor de normas de TVAD a PAL.

En el nuevo convertidor, la magnitud y dirección del movimiento de la imagen se detectan a partir de dos cuadros consecutivos de una película en forma de vectores de movimiento. Para la detección se emplea el método de adaptación del diagrama.

Se ha visto que este tipo de convertidor resuelve el problema de la trepidación del movimiento que existe en el telecine clásico debido a la repetición de trama o al descenso 2-3, permitiendo una reproducción natural del movimiento de la imagen en la pantalla vídeo.

Se ha desarrollado un telecine de punto móvil que utiliza una película de 35 mm que pasa a 25 imágenes por segundo con corrección de apertura total en el sentido horizontal y vertical y un almacenamiento de imágenes avanzado, y que ofrece la facilidad de suministrar programas confeccionados a partir de películas de 35 mm en la norma de TVAD 1250/50/2:1 [CCIR, 1986-90b]

En [CCIR, 1986-90c] se examinan los avances en el desarrollo de equipos para exploración de la película en televisión. Ofrece un significado particular la introducción de la compensación adaptable al movimiento que supone una mejora importante en la representación de éste. Con la introducción de la compensación del movimiento, la cuestión del "interfaz" óptimo entre la película y el vídeo pierde interés. El GITM 10-11/4 ha propuesto una revisión del Informe 294-6 que incluye los desarrollos recientes en cuanto a dispositivos de exploración de película en televisión.

3.2 Explorador de diapositivas con dispositivo por acoplamiento de cargas

La exploración se efectúa progresivamente utilizando una formación de sensores de 2048 píxels/línea. Se lleva a cabo una digitalización de las señales RGB con una cuantificación de 12 bits y se aplica una función de corrección gamma digital. El sistema incluye también el almacenamiento y procesamiento colorimétrico a 72 MHz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 6

Documentos del CCIR:

[1986-90]: a. 11/456 (República Federal de Alemania, Países Bajos);
b. 11/507 (Thomson-CSF, Philips); c. GIT 11/6-2028 (CBS).

PARTE 7 - EMISIÓN DE SEÑALES DE TVAD

1. Radiodifusión por satélite

1.1 Introducción

En esta parte se presenta un informe de situación, de carácter general relativo a los estudios de los parámetros técnicos en radiofrecuencia y de emisión, comprendidas la modulación, la codificación del canal y la multiplexación de la radiodifusión de TVAD, principalmente desde el punto de vista de la radiodifusión por satélite, preparado en consulta con los Grupos Interinos de Trabajo pertinentes de la Comisión de Estudio 11. Se han emprendido estudios de esta clase en relación con los siguientes aspectos:

- el sistema de banda estrecha de RF con MF;

- el sistema de banda ancha de RF con MF;

- el sistema con modulación digital;

- aspectos de la compartición entre servicios y dentro de un mismo servicio, desde el punto de vista del servicio de radiodifusión por satélite;

- técnicas de radiodifusión aplicables a varias señales de audio y a las señales de datos asociadas a la señal de TVAD en los canales de radiodifusión por satélite.

1.2 Técnicas de emisión de señales de TVAD

1.2.1 Aspectos generales

Las características importantes de los sistemas de estudio de TVAD previstas en la parte 3 del presente Informe y que vienen al caso para el diseño de sistemas de radiodifusión son:

- resolución espacial en las direcciones vertical y horizontal: aproximadamente el doble de la indicada en la Recomendación 601;

- cualesquiera mejoras de importancia en la resolución temporal más allá de las que se consiguen según la Recomendación 601, sin introducir incrementos de coste significativos;

- una mejor reproducción del color;

- señales separadas de diferencia de color y de luminancia;

- un mayor formato de imagen con presentación en pantalla grande;

- sonido multicanal de alta fidelidad.

La anchura de banda en radiofrecuencia requerida es función de la anchura de banda en banda de base de la señal codificada. La potencia de los sistemas por satélite está limitada y resulta importante optimizar la eficacia espectral tanto como sea posible.

El objetivo de cualquier norma de TVAD es reproducir lo más fielmente posible las señales obtenidas en el estudio.

Las normas de emisión pueden estar sujetas a restricciones debidas a planificación, como ocurre en la banda de 12 GHz, en la que se utilizan canales con anchura de banda de 24 MHz o 27 MHz.

Pueden aparecer otras limitaciones si se atribuye una nueva banda de frecuencias de acuerdo con la Resolución Nº COM5/3 de la CAMR ORB-88.

La tecnología utilizada en estos dos casos puede ser distinta.

Los principales problemas que hay que resolver en relación con las técnicas de emisión son:

- el ruido;
- la interferencia;
- la distorsión del canal.

La fuente principal de degradaciones de la calidad de la imagen está constituida por los mayores niveles de ruido durante los periodos en que la señal se atenúa por causa de los hidroemeteoros (véase el punto 4 del Informe 1075 del CCIR). Debe prestarse una especial atención al problema del compromiso entre la calidad de la señal (relación portadora/ruido) y el periodo del tiempo en que ésta se alcanza o se supera. Para las diferentes zonas de lluvia, diferentes compromisos pueden resultar adecuados.

En las bandas 12 GHz, los planes del SRS tienen relaciones de protección estrictas, de modo que la interferencia, en el peor de los casos, sea apenas perceptible. Cualquier señal de TVAD en éstas u otras bandas tendrá que respetar también este requisito. Sin embargo, la sensibilidad a la interferencia puede ser diferente debido al tipo diferente de codificación y a condiciones de observación modificadas. Asimismo, puede ser necesario tratar diferentemente el efecto de la interferencia sobre las señales digitales. Esto se analiza más ampliamente en el § 11 del Informe 1075 del CCIR.

El efecto de las distorsiones del canal sobre la calidad de la señal recibida debe incluirse igualmente en el diseño del sistema. Los objetivos de calidad se indican en el punto 2 del Informe 1075 del CCIR.

Los efectos del ruido, la interferencia y la distorsión de canal variarán según la norma de emisión adoptada.

En los puntos siguientes se describen las técnicas de emisión de la señal de TVAD, presentándose ejemplos de formatos de emisión y sus características necesarias de radiofrecuencia.

1.2.2 Técnicas de multiplexión y de reducción de la anchura de banda

La multiplexión de las señales de luminancia y de diferencia de color puede ser MDF o MDT, pero las señales MDT son menos sensibles al ruido MF y a las ganancia y fase diferenciales cuando se aplican al SRS (véase el Informe 1074). Por este motivo, la mayoría de los formatos propuestos para la transmisión de TVAD utilizan un esquema MDT.

Las relaciones de compresión de luminancia y crominancia se encuentran entre 2:1 y 4:1. Las señales de diferencia de color se multiplexan mediante el método de alternancia de líneas. La adopción de un tratamiento con luminancia casi constante resulta eficaz para la reducción de la degradación debida al ruido en el trayecto de transmisión.

Las normas de estudio de TVAD actualmente propuestas tienen una anchura de banda de vídeo o velocidad binaria 4 a 5 veces superiores a las correspondientes a las normas convencionales analógicas (Informe 624) y digitales (Recomendación 601). No hay espectro de radiofrecuencia suficiente para poder aumentar de 4 a 5 veces la anchura de banda RF, por lo que se necesitan técnicas de compresión que permitan alojar una señal de TVAD en un canal de banda relativamente más estrecha, del orden de una o dos veces la anchura de los ya planificados en las bandas de 12 GHz.

El submuestreo es una técnica ampliamente utilizada para la reducción de la anchura de banda de una señal, despreciando parte de la información que está presente en la señal original sin causar una seria degradación de la calidad de la imagen. El submuestreo quincuncial diagonal en el dominio espacial de dos dimensiones es el más utilizado para este fin. Cuando se necesita una posterior reducción de la anchura de banda para la transmisión en banda estrecha puede aplicarse el submuestreo en el dominio temporal al submuestreo diagonal. Este método se denomina submuestreo múltiple o submuestreo 3D.

También es posible un filtrado espacial bidimensional para reducir la anchura de la banda, sin utilizar la técnica de submuestreo, de la manera siguiente:

> se utiliza una secuencia repetida en varios periodos de línea (por ejemplo, de 2 a aproximadamente 4) a la frecuencia horizontal, en la que cada línea tiene una anchura de banda horizontal distinta. Para la transmisión se expande cada línea en el tiempo, con o sin conpresión de la anchura de banda horizontal.

Con el fin de aumentar la velocidad de muestreo vertical se propone, junto al submuestreo, la conversión línea-columna (arrastre de campo o de cuadro) cuando se emplea un número bastante pequeño de líneas de exploración, como por ejemplo 525 ó 625 líneas, para la transmisión en sistemas de TVAD compatibles.

En este caso, la mejora de la compatibilidad para la ondulación de los bordes en zonas fijas se obtiene mediante un filtrado intratrama vertical.

Mediante la utilización de filtros digitales adecuados es posible también reducir el número de líneas en el formato de transmisión (típicamente en un 35%) mediante la conversión de exploración de entrelazado a secuencial. El principio se basa en el hecho de que la exploración de entrelazado, en particular, no proporciona toda la calidad posible que pudiera atribuirse teóricamente al número de líneas correspondiente.

Se propone disminuir la información de la señal de diferencia de color reduciendo la frecuencia de cuadro a 12 ó 15 cuadros por segundo. También se aplica la misma técnica a las señales de luminancia transmitiendo componentes espaciales elevadas con una baja frecuencia temporal, de 7,5 a aproximadamente 15 cuadros por segundo.

Para lograr una mejor calidad de imagen se utiliza ampliamente la técnica de control con adaptación al movimiento del prefiltrado y postfiltrado y/o de la estructura de muestreo.

El esquema más sencillo con codificación de adaptación al movimiento es el de dos ramas: una rama para las zonas de la imagen con baja actividad temporal y otra para las zonas de la imagen con elevada actividad temporal.

La elección de la rama, que asegura para cada pequeña subzona de la imagen la mejor combinación posible de información espacial y temporal, se indica al decodificador a través del canal de televisión con asistencia digital (DATV "digitally assisted TV". También puede elegirse la rama para cada pixel, mediante la detección del movimiento en el receptor. El esquema de codificación de dos ramas puede mejorarse aumentando el número de ramas.

Las técnicas de compensación del movimiento también son eficaces para la interpolación temporal de las señales submuestreadas en caso de un movimiento uniforme, como ocurre en las tomas panorámicas con movimiento de cámara horizontal o vertical. Puede mejorarse la eficacia de las técnicas de compensación del movimiento utilizando más extensamente las técnicas de asistencia digital (DATV) para controlar el receptor.

La detección y medición del movimiento se realizan en el codificador en la señal fuente no corrompida y se transmite una señal de control de movimiento digital con la señal vídeo (analógica) y comprimida para seleccionar el modo de decodificación en el receptor. La mayor parte de la complejidad se traslada entonces al transmisor de radiodifusión, lo que permitirá fabricar receptores mejores y de más bajo costo.

Para sistemas de TVAD totalmente digitales pueden aplicarse técnicas de compresión adicionales tales como codificación predictiva (MICD dentro de la trama y entre tramas), codificación de transformación y codificación de entropía, como ya se ha hecho con la transmisión de televisión digital convencional (véase el Informe 1089). Sin embargo, las velocidades de datos más altas que requiere la TVAD exigen una tecnología mas desarrollada, y los estudios están en una etapa preliminar.

1.2.3 Técnicas de multiplexación de sonido y datos

Debido a los requisitos de calidad y a la necesidad de obtener una aleatorización segura, la información de sonido debe transmitirse en forma digital. El múltiplex de sonido y datos puede comprender varios canales de sonido y datos auxiliares para otros propósitos.

Debe reservarse una capacidad de transmisión adecuada para los servicios de datos (es decir teletexto, subtitulación multilingüe y otros; véase el Informe 802) que pueden ofrecer características de presentación mejoradas y exigen unas estrategias de protección contra errores adecuadas.

Las velocidades binarias actualmente necesarias se encuentran en el intervalo de 1,35 a 3,4 Mbit/s según el esquema de codificación y el método de protección de errores utilizados. Debe preverse una cierta capacidad para datos adicionales, incluida la necesaria para cualquier sistema de control de televisión con complemento digital y datos auxiliares para uso de la identificación del servicio y del acceso condicional.

1.2.4 Acceso condicional

Los sistemas de acceso condicional son necesarios para hacer fiable el acceso de los usuarios autorizados a la recepción de algunos o todos los programas e informaciones distribuidos por los satélites de radiodifusión, impidiendo a la vez el acceso a los usuarios no autorizados. La información sobre acceso condicional se encuentra en los Informes 1074 - Transmisión por satélite - y 1079 - Características generales de un sistema de radiodifusión de acceso condicional.

La arquitectura completa del sistema de acceso condicional debe concebirse de manera que ofrezca un grado de seguridad extremadamente elevado.

Muchos elementos del sistema son esenciales para obtener esta seguridad. Uno de ellos es un algoritmo de encripción "inexpugnable" (es decir, no debe ser posible determinar el algoritmo aun si se conocen las dos versiones del mensaje, la original y la encriptada).

Por lo general, los datos del acceso condicional consistirán en cierto número de capas de información de clave encriptada. Se envían por turno a cada abonado y se conocen con el nombre de "datos de direccionamiento radiotransmitido". Si ciertos abonados comparten una misma clave, podrá reducirse la cantidad de datos necesaria.

1.2.5 Técnicas de modulación

En el Informe 1075 aparece información sobre diversas técnicas de modulación para la radiodifusión por satélite. Se examinan las técnicas de modulación tanto analógicas MF como digitales.

1.2.5.1 Sistemas MF

En sistemas analógicos MF, se utiliza normalmente preacentuación para mejorar la relación S/N compensando la naturaleza triangular del espectro del ruido de demodulación. Nuevos adelantos permiten ahora mejorar la relación señal/ruido en MF mediante una preacentuación y desacentuación no lineal. También puede utilizarse con el mismo fin la acentuación adaptativa.

Acentuación no lineal para el sistema MUSE

Cuando se transmite una señal MUSE con modulación de frecuencia, se utiliza con eficacia una acentuación no lineal. Sus características pueden definirse por la composición del circuito de desacentuación de los receptores. (véase el Anexo II al Informe 1075.) Se ha mencionado una mejora de 9,5 dB de la relación "señal/ruido no ponderado" recibida.

Acentuación compatible no lineal para los sistemas C-D-D2-MAC y HD-MAC

El E7 es un sistema de compresión expansión instantáneo dependiente de la frecuencia. Es "compatible" en el sentido de que no produce ningún efecto en las frecuencias bajas de la señal de vídeo, de tal manera que la excursión estática de la señal MF no resulta afectada. Los receptores no equipados con desacentuación E7 pueden presentar una imagen prácticamente exenta de degradación a partir de una transmisión con preacentuación E7. En esta situación, se produce una ligera acentuación de los contornos de la imagen. Muchos espectadores parecen juzgar este fenómeno como una mejora en la calidad de la misma. Se ha señalado una mejora equivalente a 4,5 dB de la relación portadora/ruido recibida.

1.2.5.2 Sistemas digitales

Teniendo en cuenta la influencia de la tecnología digital en el campo de la radiodifusión y en el mercado de la televisión comercial, la modulación digital pudiera resultar la técnica más adecuada para un futuro sistema de TVAD mundial.

Las velocidades binarias típicas de las señales codificadas oscilan entre 140 y 160 Mbit/s (Informe 1075 del CCIR) lo que exige una modulación con elevada eficacia espectral. Los métodos de modulación adecuados son MDP-4, MDP-8, MAQ-16 e incluso posiblemente MAQ-64, que ofrecen buenas posibilidades de compensación entre parámetros tales como la potencia, la anchura de banda y la facilidad de compartición.

Una característica fundamental de estos métodos de modulación es su mayor inmunidad a la interferencia en comparación con la modulación MF. Sin embargo, son necesarios más estudios para evaluar la influencia de un canal por satélite no lineal sobre las características del sistema, especialmente en el caso de modulación digital de orden elevado (MAQ 16-64).

Otra característica importante de los sistemas digitales es su capacidad para proporcionar constantemente una imagen de elevada calidad, a condición de que se asegure un margen adecuado contra el ruido y la interferencia a fin de mantener una proporción de bits erróneos suficiente.

1.2.6 Formatos de exploración para TVAD

En la actualidad las administraciones estudian las ventajas relativas de una serie de enfoques alternativos para introducir la radiodifusión de TVAD. En los puntos siguientes se trata de reflejar las opiniones consideradas en cada caso. Un consenso mundial sobre uno de los enfoques redundaría en beneficio del público y contribuiría a la normalización.

1.2.6.1 Introducción de la TVAD a través de los formatos convencionales de exploración actuales

En [CCIR, 1986-90a] se explica que, junto a otras estrategias alternativas, se está estudiando lo que se denomina enfoque de evolución hacia la radiodifusión de TVAD. En esencia, se utilizaría un formato de emisión de TVAD (denominado HD-MAC) que permitiría la recepción, virtualmente sin degradaciones, en receptores de radiodifusión directa por satélite, según norma 625/50 MAC/paquetes. En otras palabras, el sistema sería compatible con los servicios europeos de radiodifusión directa por satélite que se prevé iniciar en 1987/1988. Para lograr la degradación mínima de la calidad de la imagen conviene establecer una sola norma de estudios de TVAD con margen adecuado, utilizando una frecuencia de trama conforme a la norma MAC/paquetes y que tenga preferentemente el doble del número de líneas activas [Sandbank y Stone, 1987] y [Storey, 1986].

1.2.6.2 Introducción directa de la TVAD mediante un formato de exploración no compatible

En [CCIR, 1986-90b] se señala que se ha desarrollado el sistema MUSE para la radiodifusión de TVAD utilizando un formato de exploración tal como el que se especifica en la parte 5, punto 1.1, del presente Informe. Algunas administraciones consideran que con este método se imponen pocas limitaciones a la utilización total del sistema, ya que no existen restricciones debidas a la compatibilidad y como consecuencia pueden utilizarse tecnologías para optimizar el sistema de emisión; se prevé que la calidad de la imagen sea superior a la del sistema compatible en la misma anchura de banda de radiofrecuencia.

1.2.6.3 Introducción de la TVAD mediante receptores convencionales ágiles

En [CCIR, 1986-90c y d] se describe una situación que podría traducirse en una cadena común a nivel mundial de radiodifusión de TVAD y, en cualquier caso, dar margen para el desarrollo evolutivo de los sistemas actuales de televisión. Si se desarrollan y ponen a disposición del público receptores que puedan configurarse automáticamente para una señal 625/50 MAC/paquetes o para una 525/60 MAC/paquetes, en fecha posterior podría introducirse un sistema de 60 Hz/HD-MAC entendiendo que los receptores normales continuarían recibiendo un servicio normal de una señal HD-MAC. La producción y emisión de la televisión convencional puede ser a 50 o a 60 Hz.

1.3 Los sistemas de radiodifusión por satélite de TVAD y el espectro

1.3.1 Banda de RF estrecha

Los sistemas de TVAD de banda de RF estrecha utilizarán las bandas planificadas de 12 GHz, en las que tienen que cumplirse ciertos requisitos en materia de anchura de banda del canal y de relación de protección. Estas clases de sistemas exigen un amplio procesamiento de la señal (lo que añade complejidad al sistema) para lograr el grado de compresión de la anchura de banda relativamente elevado que exige la transmisión de la señal de TVAD en un solo canal de 24/27 MHz. Sin embargo, en estos sistemas la resolución en las partes en movimiento de la imagen será aproximadamente la mitad de la resolución de las imágenes estáticas. Los estudios realizados han puesto en evidencia que se necesitará una relación de compresión de bits extremadamene elevada (10:1) para transmitir una señal de TVAD completamente digital en un canal de 24/27 MHz. Por consiguiente, se considera que los sistemas de TVAD de banda de RF estrecha deben utilizar modulación analógica.

1.3.2 Banda de RF ancha

Para solventar las limitaciones inherentes a los sistemas de banda de RF estrecha y mejorar el funcionamiento del sistema (por ejemplo, una calidad de imagen y una reproducción del movimiento lo más parecidas posibles a las de la señal del estudio) será necesario aumentar la anchura de la banda base de la señal vídeo y, en consecuencia, la anchura de banda en RF. Tales sistemas de banda de RF ancha, para los que se considera tanto la modulación analógica como la digital, requieren típicamente una anchura de banda de canal RF del orden de 50 a 120 MHz. Estas necesidades de anchura de banda son tan grandes que los sistemas de banda de RF ancha pueden establecerse únicamente en una banda de frecuencias que no esté sujeta a las limitaciones impuestas por la planificación de las bandas de 12 GHz, excepto en algunos países de la Región 2.

1.3.3 Compartición entre servicios y dentro de un mismo servicio

La compartición impondrá limitaciones a las normas de emisión de TVAD pero no hay ningún indicio que permita relacionar directamente los factores de compartición con la elección de la normas de estudio.

Al considerar la interferencia producida a otros sistemas, el parámetro más importante es el tipo de modulación utilizado, es decir, analógica o digital. El resto de los factores no tienen tanta importancia.

En la interferencia causada a los sistemas de TVAD influirá no sólo la elección del tipo de modulación, analógica o digital, sino también el sistema de procesamiento de la señal en el receptor, relacionado con cualquier técnica de reducción de la anchura de banda o de la velocidad binaria que pueda utilizarse.

Puede ser adecuado establecer algunas directrices que ayuden a elegir la norma de estudio. Es importante evitar un contenido bajo de energía útil en ciertos intervalos de tiempo o de frecuencia del formato de la señal en emisión.

En los puntos 1.3.3.1 y 1.3.3.2 aparecen los resultados de estudios recientes sobre la compartición.

1.3.3.1 Interferencia dentro del mismo servicio

En el Informe 1075 y en el Informe del CCIR a la Segunda Reunión de la CAMR-ORB-88 se examina la compartición con el servicio de TVAD.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Todavía no se han determinado todas las relaciones de protección para los diferentes sistemas candidatos de TVAD. Se necesita un ulterior estudio sobre este importante tema no sólo para el caso de la evaluación de la interferencia entre transmisiones de TVAD sino también para la evaluación de la interferencia entre la TVAD y los formatos convencionales tales como NTSC, PAL, SECAM y MAC. En los sistemas de TVAD orientados a su utilización en la banda de 12 GHz, las relaciones de protección deben satisfacer los requisitos de la CAMR RS-77 y la CARR-83.

Sin embargo, se espera que en los sistemas analógicos de TVAD, las relaciones de protección cocanal serán del mismo orden que en los sistemas convencionales y disminuirán igualmente a medida que la excursión de frecuencia aumente.

Los sistemas de TVAD que hacen uso de técnicas digitales sencillas (por ejemplo, MDP-2 ó MDP-4) son más tolerantes a la interferencia y provocan menos interferencias a los sistemas analógicos que otros sistemas analógicos. Los sistemas digitales de orden elevado (como el sistema de MAQ-16) puede que no presenten las mismas ventajas. El parámetro fundamental que debe considerarse en los sistemas de modulación digital, que puede tener alguna influencia sobre la utilización del espectro, es la velocidad binaria necesaria. Una reducción de la velocidad binaria tiene como consecuencia una mayor eficacia en la utilización del espectro.

1.3.3.2 Compartición con otros servicios

En los Informes 631, 807 y 951 y en el Informe del CCIR a la Segunda Reunión de la CAMR ORB-88 se examina la compartición con otros servicios.

Por su Resolución N.º COM5/3, la CAMR ORB-88 amplió la gama de frecuencias que ha de considerarse al elegir una nueva banda para la TVAD, a fin de incluir la banda de 12,7 a 23 GHz.

Aún no se han completado los estudios de la compartición con los servicios que funcionan en esta gama. Los estudios recientes llevados a cabo por la ESA para frecuencias de 20 GHz proporcionan nueva información sobre las posibilidades y los problemas de compartición entre el SRS y otros servicios.

1.4 Técnicas de recepción de TVAD

1.4.1 Receptores de radiodifusión por satélite

Nota - Para los receptores destinados al público, véase la Parte 10, § 3.

1.4.1.1 Factor de calidad necesario del receptor

En el punto 9 del Informe 1075 aparece el balance del enlace para el enlace descendente de un sistema de radiodifusión por satélite de TVAD y su ecuación general.

De acuerdo con los ejemplos del balance del enlace de diversos sistemas de transmisión, como se indica en el cuadro IX del Informe 1075, se considera que un valor adecuado del factor de calidad del receptor es 13 dB para 12 GHz y 17 dB para 23 GHz.

La densidad de flujo de potencia necesaria para obtener una calidad de recepción aceptable depende de diversos parámetros, como la p.i.r.e. del satélite, el tamaño de la zona de servicio y el tiempo aceptable de degradación del servicio en función de la atenuación debida a la lluvia. Cabe señalar que la elección de la p.i.r.e. o del factor de calidad depende del formato y del tipo de modulación de la señal de emisión, incluido al efecto de la acentuación.

Para conseguir la p.i.r.e. deseada es necesario utilizar un TOP de alta potencia. En estudios llevados a cabo recientemente se ha podido determinar que será posible obtener una potencia de salida de 500 W con TOP aptos para funcionar en el espacio en la banda de 20 GHz en un periodo de unos 10 años.

1.4.1.2 Factor de calidad

El factor de calidad de un equipo de recepción depende de la ganancia de antena y del factor de ruido del receptor.

Para resolver los problemas de utilizar frecuencias más elevadas existe un compromiso: si el diámetro de la antena se mantiene constante, se produce un rápido incremento de la precisión de puntería necesaria. Mientras que si el diámetro se reduce en relación con la longitud de onda, se produce una seria disminución de la apertura de la antena. También se advierte que no deberá pasarse por alto el efecto del aumento del ruido debido a la atenuación por la lluvia al calcular el factor de calidad.

De acuerdo con el Informe 473, el factor de ruido más comúnmente aceptado para un receptor en la banda de 12 GHz se encuentra entre 2,5 y 4 dB. Con los últimos avances de los dispositivos semiconductores, tales como el transistor de alta movilidad electrónica (HEMT), en la actualidad es posible lograr un factor de ruido de 1,5 dB. Por consiguiente, como valor conservador puede considerarse adecuado un factor de calidad basado en un factor de ruido de 2,5 dB, y sería posible incluso un factor de ruido de 1,5 dB, lo que permitiría utilizar antenas más pequeñas.

Se están desarrollando un gran número de elementos de amplificación de bajo nivel de ruido que pueden aplicarse en la gama de 20 GHz, siendo especialmente interesante el HEMT. Utilizando HEMT a 20 GHz, se ha conseguido un factor de ruido (FR) de 1 dB y un FR del amplificador de 2 dB.

En el cuadro I aparecen los resultados de los cálculos del factor de calidad en las condiciones antes indicadas y de acuerdo con la definición de factor de calidad utilizable que aparece en el Anexo I al Informe 473, pero sin tener en cuenta la pérdida de puntería, los efectos de polarización y el envejecimiento del equipo.

CUADRO I - Ejemplo de factor de calidad

Frecuencia (GHz)	12	23	42
Diámetro de antena (m)	0,9	0,9	0,5
Anchura del haz a potencia mitad (grados)	1,9	1,0	1,0
Ganancia de antena (dB) (η = 65%)	39,2	44,6	44,2
Factor de ruido (dB)	2,5	4,0	7,0
Factor de calidad (dBK^{-1})	13,1(1)	17,0(2)	12,2

(1) Se prevé un factor de calidad del 16 (dBK^{-1}) suponiendo una antena de 1,2 m de diámetro y un factor de ruido de 2,5 dB en condiciones de atmósfera despejada.

(2) Se prevé un factor de calidad de 18 (dBK^{-1}) suponiendo una antena de 0,9 m de diámetro y un factor de ruido de 4 dB en condiciones de atmósfera despejada.

1.4.1.3 Etapa de FI y demodulador

Por el sistema analógico, la etapa de FI y demodulador para la recepción de TVAD es muy parecida a la del demodulador de televisión convencional, según se ha comprobado con un cierto número de receptores y pruebas prácticas de funcionamiento. Aunque se utiliza generalmente un discriminador convencional, puede utilizarse también un demodulador con extensión de umbral (bucle de enganche en fase o filtro adaptable, etc.) que ofrece una mejora de aproximadamente 3 dB del umbral en los sistemas de MF.

En una señal totalmente digital, se espera poder mejorar la proporción de errores mediante estrategias de decodificación complejas.

1.5 Ejemplo de sistemas de emisión de TVAD por satélite

1.5.1 Ejemplos de formatos de TVAD y sus necesidades de anchura de banda RF

En el cuadro II se dan ejemplos de formatos de transmisión de TVAD. Los primeros dos ejemplos son para los sistemas de banda de RF estrecha descritos en el § 1.3.1.

CUADRO II

Características de sistemas de radiodifusión de TVAD por satélite

Parámetro	Sistema 1 (MUSE)	Sistema 2 (HD-MAC)	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
Factor de imagen	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
Velocidad de imagen (Hz)	30	25[1]	25	30	25	30
Líneas activas por imagen	1032	1152	1152	1035	1152	1035
Frecuencia básica de muestreo (MHz)	Y:44,55/C:14,85	54	54 ó 72	Y:59,4/C:29,7	72	Y:74,25/C:37,125
Muestras activas por línea:[4] Luminancia	1122	1440	1440 ó 1920	1536	1920	1920
diferencia de color	376	720	720 ó 960	768	960	960
Tipo de codificación	analógico	analógico	analógico posiblemente con asistencia digital TVCAD	analógico	digital	digital
Método de compresión	Submuestreo adaptable al movimiento y compensación de movimiento	Submuestreo adaptable al movimiento con compensación de movimiento	Compensación de movimiento y submuestreo adaptable posiblemente con compensación de movimiento	Submuestreo adaptable al movimiento	Submuestreo y codificación por transformada con predicción y adaptable de longitud variable	transformación TCD predictiva adaptable codificación de bloques de longitud variable
Máxima anchura de banda de luminancia (MHz)[2]	20	21	21 ó 24	27	21 - 24	30
Máxima anchura de banda de la diferencia de color (MHz)[2]	7	10,5	10,5 - 12	13,5	10,5 - 12	15
Submuestreo de la luminancia (horizontal)	3:1	2:1	2:1	2:1	3:2	ninguno
Submuestreo de la diferencia de color (horizontal)	4:1	2:1	2:1	4:1	3:1	ninguno
Submuestreo de la diferencia de color (vertical)	2:1	2:1	2:1	2:1	2:1	ninguno
Compresión de la luminancia	12:11	3:2	3:2	25:22	8:3[7]	8:1,33
Compresión de la diferencia de color	48:11	3:1	3:1	50:11	8:2[7]	8:0,67
Anchura de la banda de base transmitida (MHz)[3]	8,1	10,125	18	16,875		-

CUADRO II (Continuación)

Características de los sistemas de radiodifusión de TVAD por satélite del ejemplo

Parámetro	Sistema 1 (MUSE)	Sistema 2 (HD-MAC)	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
Ayuda digital (Mbit/s)	-	1 - 2	hasta 8	0 - 8	Incluido en la velocidad binaria de video	
Velocidad binaria de vídeo codificada (Mbit/s)	-	-	-	-	127 - 147	120
Múltiplex digital de sonido y datos (Mbit/s)	1,35	1,5 ó 3	1 a 4	2,7	2,5	3,072
Anchura de banda de la señal de sonido (kHz)	20/15	15	≥ 15	20/15	A especificar	20
Frecuencia de muestreo (kHz)	48/32	32	≥ 32	48/32	A especificar	48
Número de canales de sonido	2/4	2/4 ó 4/8	≥ 2/4	4	A especificar	4
Método de codificación/ modulación	MICD/ternaria	MIC/duobinaria		MICD/MIC ternaria	A especificar	MIC
Ley de compresión/ expansión	16 a 11 (6 intervalos) /15 a 8 (8 intervalos)	Lineal 14/ 14 - 10 NICAM	Lineal 14/ 14-10 NICAM o se especificará	16 a 12/16	A especificar	ninguna
Compresión digital del tiempo	13,5:1	6,6:1	6,6 ó 6:1	13,5:1	-	-
Codificación con protección de errores	Incluido anteriormente	Incluido anteriormente	Incluido anteriormente	Incluido anteriorment	10,5	12 Mbit/s aprox.
Velocidad de símbolo (Mbaudio)	12,15 Ternario	-	-	24,3 ternario	-	-
Velocidad binaria instantánea (Mbit/s)	-	10,125/ 20,25(5,6)	54(4) ó 72(4,5)	-	140 - 160	135
Tipo de modulación y excursión de frecuencia ΔF_L, (MHz)	MF 10,2	MF 9,55	MF o familia MF+MDP-4 9,55 a 18	MF 12-21	Digital a) MDP4 b) MDP8 c) MAQ-16	digital: a) MDP4 b) MDP8
Anchura de banda necesaria en RF (MHz)	21 - 24	27	45 - 54	41 - 54	a) 105 - 120(8) b) 70 - 80(8) c) 52,5 - 60(8)	a) 81 b) 54

Notas relativas al cuadro II:

(1) La presentación en un receptor de TVAD se realizaría normalmente después de la adecuada conversión, por ejemplo, 1250/100/2:1 (líneas/velocidad de trama/entrelazado).

(2) Se producirá una cierta pérdida de resolución en las zonas de la imagen en movimiento, en relación con la naturaleza y/o velocidad del movimiento; ésta será inferior para sistemas de banda ancha.

(3) Durante los periodos de transmisión analógica.

(4) Formato de la fuente.

(5) Durante los periodos de transmisión digital.

(6) Compatible con la familia MAC/paquete del Informe 1073.

(7) Reducción de la precisión media de cuantificación, bits/muestra.

(8) Factor de forma 1,5.

Los ejemplos restantes se refieren a los sistemas de banda de RF ancha descritos en el § 1.3.2 y requieren una anchura de banda mayor, que posiblement podría acomodarse en la banda 23 GHz (en las Regiones 2 y 3) o en una nueva banda de frecuencias mundial adecuada no atribuida aún.

Las columnas tercera y cuarta muestran las alternativas existentes par varios sistemas analógicos (incluyendo los sistemas compatibles con MAC/paquetes) pensadas para obtener una buena calidad pero cuyos requisitos de anchura de banda son tales que sólo podrían llevarse a la práctica en una banda de frecuencias no sometida a las restricciones de planificación de la banda de 12 GHz. Se sugiere por tanto una banda en la gama de 20 GHz adecuada para sistemas de banda ancha en RF.

1.5.1.1 MUSE (sistema 1) [Ninomiya y otros, 1987]

El sistema 1 es el sistema MUSE desarrollado en Japón para la radiodifusión de TVAD utilizando un solo canal planificado.

El diseño tiene realmente en cuenta las propiedades del sistema visual humano. La técnica de compensación de movimiento se aplica para mejorar el efecto del submuestreo en el caso de movimiento uniforme de la imagen.

La anchura de banda de la señal de banda de base es de 8,1 MHz. Utiliza un submuestreo con entrelazado de puntos 4:1 y con desviaciones entre tramas y entre cuadros.

Se utiliza una tecnología para la transmisión de valores muestreados analógicos que incluye la igualación automática de la forma de onda y un codificador y un receptor.

En el cuadro III se resumen las características básicas de vídeo del sistema MUSE.

CUADRO III

Características vídeo básicas del sistema MUSE

Descripción del sistema		Sistema de submuestreo múltiple con compensación de movimiento (el multiplexado de las señales Y y C se efectúa con formato TCI)
Velocidad de exploración		1 125 líneas/60 tramas/entrelazado 2:1
Anchura de banda de la señal de transmisión en banda de base		8,1 MHz
Velocidad de reloj del muestreo		16,2 MHz
Anchura de banda de la señal reproducida	Señal Y	22 MHz (para las porciones estacionarias de la imagen) 14 MHz (para las porciones móviles de la imagen) (1)
	Señales C	7,0 MHz (para las porciones estacionarias de la imagen) 3,5 MHz (para las porciones móviles de la imagen) (1)
Señal sincronizadora		polaridad positiva con respecto a la polaridad de la señal vídeo

(1) Estos valores deberían ser: 16 MHz para Y y 4 MHz para C respectivamente, si pudiera utilizarse un filtro digital bidimensional perfecto.

En la figura 2a) se muestran las disposiciones del filtro para la señal de luminancia, en que se indican diferentes trayectos para las porciones estacionarias y las porciones en movimiento de la imagen. En la fig. 2b) se muestra la disposición del filtro para las señales de diferencia de color. Estas se muestran por separado solamente como explicación sencilla. Sin embargo, en el codificador real, las señales de luminancia y de diferencia de color se combinan en una señal TCI, y se procesan simultáneamente. Las señales de luminancia de las porciones estacionarias y de las porciones en movimiento se combinan también en una sola señal durante el proceso. Por tanto, la señal de salida es una sola señal MUSE.

La finalidad de la fig. 2c) es mostrar el diagrama de muestreo aplicad en el sistema MUSE, tomándose una frecuencia de muestreo original de 48,6 MHz. Sin embargo, en el codificador real se efectúa antes del muestreo original una conversión de frecuencia de 44,55 MHz a 48,6 MHz. Esto aparece como "TC" en las figs. 2a) y 2b).

En la fig. 3 se muestra la gama de transmisión en el dominio espacial de la frecuencia. En este caso, ya se ha tenido en cuenta la conversión de frecuencia mencionada anteriormente.

En la fig. 4 se muestra la señal vídeo en el formato TCI utilizado en el sistema.

En la fig. 5 se muestra la estructura de la señal MUSE.

Las señales de control, incluyendo el vector de movimiento y las señales digitales sonido/datos van multiplexadas en la señal vídeo de banda de base durante el intervalo de supresión de trama, como se indica en la fig. 5.

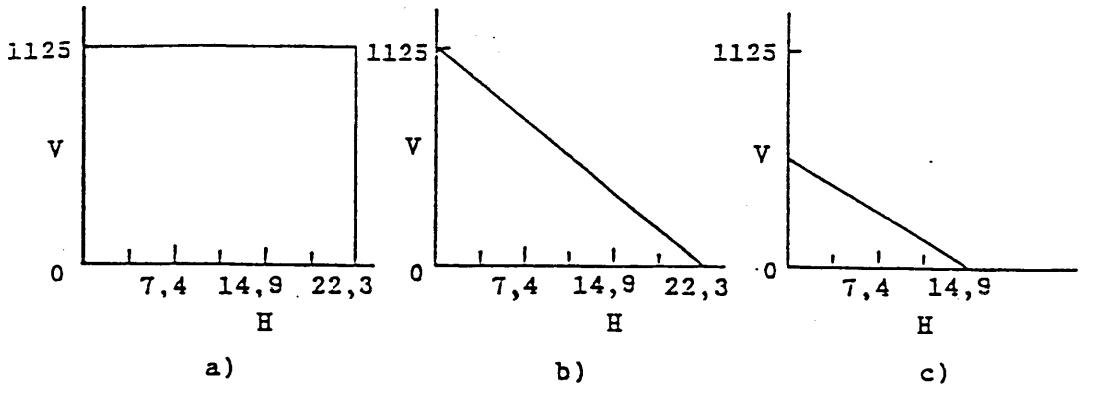


FIGURA 3- Gama de transmisión en el dominio espacial de la frecuencia

a) Muestreo original
b) Interpolación intercampo e intertrama para porciones estacionarias
c) Interpolación intratrama para porciones en movimiento
H:frecuencia horizontal (MHz)
V:frecuencia vertical

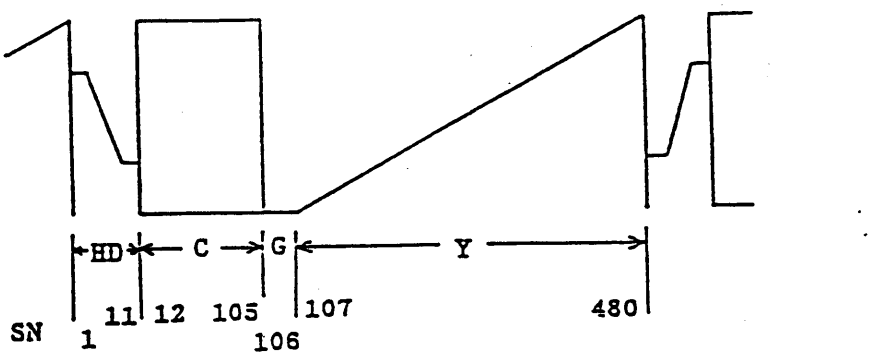
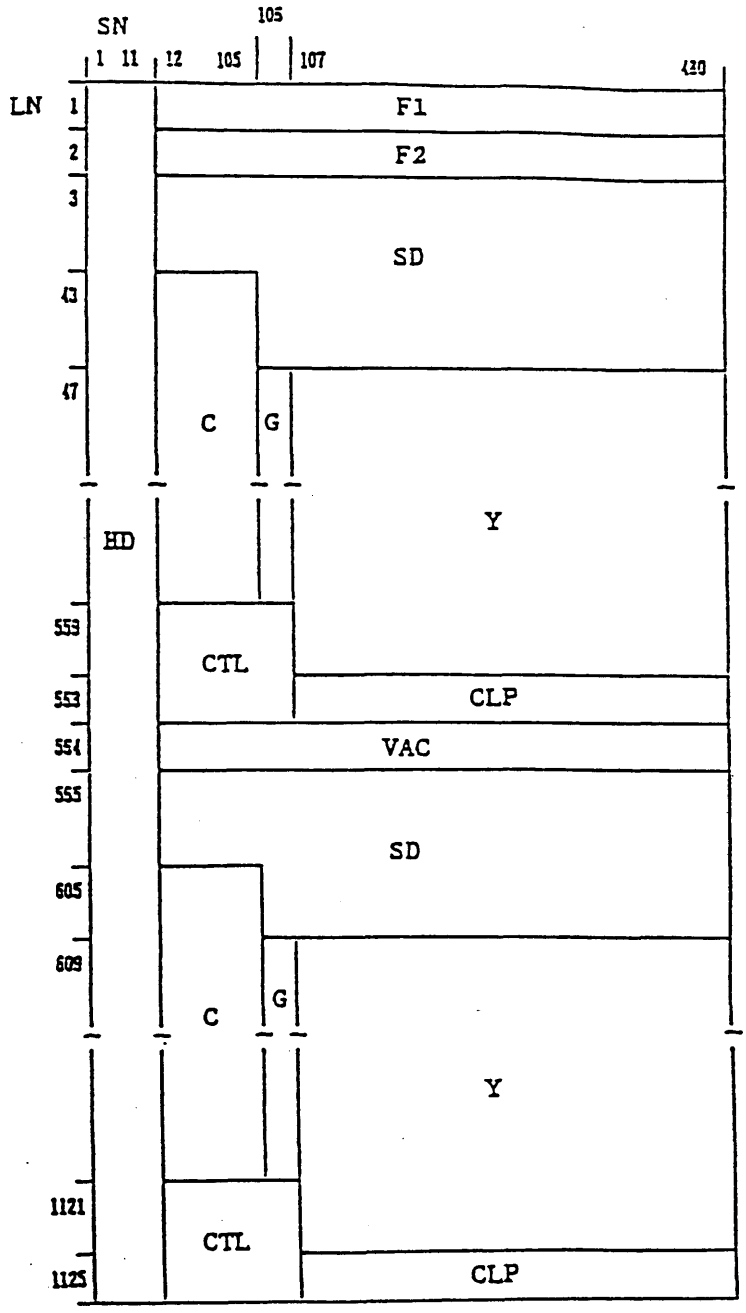


FIGURA 4 - Señal vídeo en formato TCI

HD : señal de sincronización de línea
C : señales de diferencia de color (secuencial-línea)
G:zona de guarda
Y:señal de luminancia
SN:número de la muestra



SN : número de la muestra
HD : señal de sincronización de línea
SD : señales de sonido y de dato
C : señales de diferencia de color (secuencial-línea)
Y : señal de luminancia
CLP : nivel de fijación (128/256)

LN : número de línea
F1 VITS (señal de prueba de intervalo vertical) Nº 1 e impulso de cuadro Nº1
F2 : VITS (señal de prueba de intervalo vertical) Nº 2 e impulso de cuadro Nº2
G : zona de guarda
CTL : señales de control
VAC : vacante

FIGURA 5- Mapa de distribución de señales

Las señales de sonido y datos se transmiten insertándolas en el periodo de supresión de trama. Se ha adoptado la multiplexación de la banda de base, lo que ofrece ciertas ventajas tales como la adaptabilidad a los sistemas de distribución por cable. La velocidad binaria es de 1,35 Mbit/s y con esta técnica pueden transmitirse cuatro canales sonoros muestreados a 32 kHz o dos canales muestreados a 48 kHz.

En este sistema, se aplica una compresión-expansión casi instantánea a la señal MIC diferencial. La calidad sonora de la señal resultante con un muestreo de 32 kHz y una compresión-expansión de 15 a 8 bit es ligeramente mejor que la del muestreo a 32 kHz de la señal MIC uniforme a 14 bit.

Con este método pueden transmitirse también como alternativa dos canales sonoros con calidad MIC de 16 bit con una anchura de banda de 20 kHz, mediante un muestreo de 48 kHz y una compresión-expansión de 16 a 11 bit con la misma capacidad de canales.

Se emplea un sistema de sincronización que da una fase de remuestreo precisa. Una señal positiva de sincronización elimina la pérdida del impulso de sincronismo de 3 dB. En la fig. 6a) se muestra la señal de sincronización de línea y en la fig. 6b) la señal de sincronización de cuadro.

Se aplica una acentuación no lineal para mejorar la ganancia de acentuación hasta 9,5 dB.

Se efectúa un procesamiento de la luminancia casi constante.

Mediante este método, puede reducirse considerablemente la diafonía entre las señales de crominancia y luminancia y puede mejorarse la relación S/N para imágenes muy saturadas en color. Esto se traduce en una menor relación S/N necesaria en recepción, de unos 17 dB en el umbral perceptible de ruido.

En el Anexo II del Informe 1075 se describen las características de acentuación no lineal y el procesamiento de la luminancia casi constante del MUSE.

En Japón se está realizando un experimento de transmisión de TVAD utilizando el sistema MUSE a través de un solo canal de televisión (anchura de banda 27 MHz) del satélite BS-2, tal como se indica en el punto 1.5.2.

Esta técnica de la compresión de la anchura de banda puede aplicarse también a otros equipos de TVAD. Se han desarrollado equipos de consumo tales como magnetoscopios de cinta y reproductores de videodisco utilizando la técnica MUSE.

Se ha investigado la relación entre la calidad de la imagen y la distorsión de la forma de onda de la señal MUSE. Ha quedado claro que para el sistema MUSE la relación entre la distorsión en el trayecto de transmisión y la calidad de la imagen recibida puede expresarse en una fórmula mediante una aplicación de la función logarítmica [CCIR, 1986-90e].

Se han desarrollado dos instrumentos de medida para facilitar las mediciones durante la radiodifusión por satélite de la TVAD.

Se ha desarrollado un nuevo instrumento para medir las relaciones C/N, en el que la potencia de ruido se mide ligeramente fuera de la banda del canal. Este instrumento puede utilizarse con cualquier sistema de televisión, incluyendo el de TVAD.

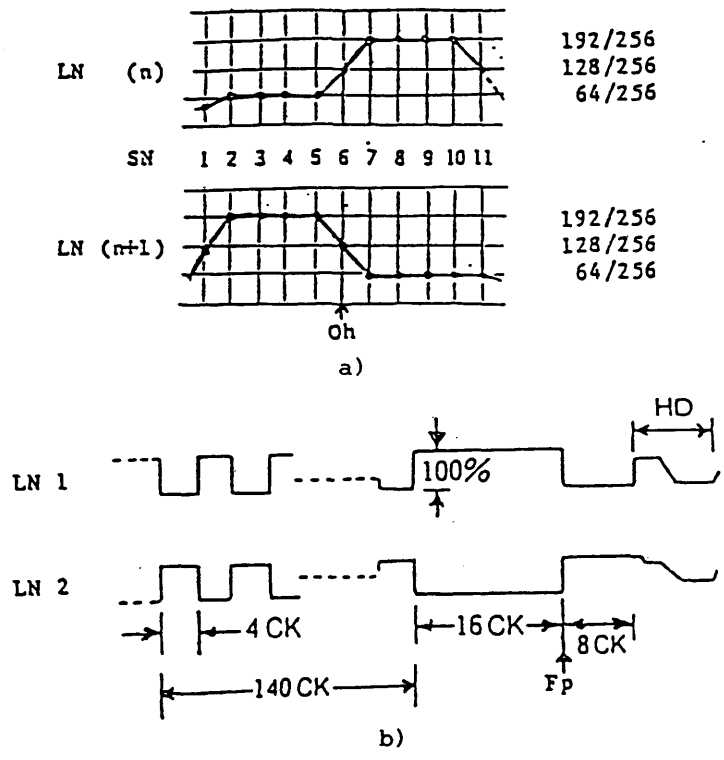


FIGURA 6- Señales sincronizadoras

a) Señal de sincronización de línea

LN (n): línea n
LN(n+1): línea (n+1)
SN : número de la muestra
Oh : referencia temporal para la sincronización de línea

b) señal de sincronización de trama

LN : número de la línea
HD : señal de sincronización de línea
Fp : punto de impulso de trama
CK : duración de un tiempo de reloj a 16,2 MHz

Se ha desarrollado un nuevo instrumento para medir la proporción de bits erróneos en audio, en la recepción de una transmisión normal. El equipo incorpora dos modos de medición. Uno utiliza el código de sincronización de cuadro, y el otro el código de corrección de errores. En el primero, se cuentan los bits erróneos del código de sincronización de cuadro en un esquema fijo de 16 bits que se transmite en un intervalo de 1 milisegundo. En el segundo, se cuentan los bits erróneos detectados con el código de corrección de errores, en cada bloque de datos de audio que se transmite a una velocidad de 16 bloques/milisegundo [CCIR, 1986-90f].

La transmisión digital de la señal MUSE es posible y con este fin se ha desarrollado un sistema MICD MUSE que se describe en el punto 3.3.3 de la Parte 9 [CCIR, 1986-90g].

1.5.1.2 El sistema HD-MAC/paquetes (sistema 2)

1.5.1.2.1 Consideraciones de diseño

El sistema HD-MAC ha sido diseñado para cumplir los criterios de calidad más exigentes, de forma que puedan introducirse los servicios de TVAD en el actual servicio MAC/paquetes o directamente como nuevos servicios. En [CCIR, 1986-90h y i] figuran consideraciones de diseño sobre la reducción de anchura de banda del HD-MAC.

En estas consideraciones se incluyen las características del sistema con respecto a la calidad de imagen recibida de TVAD, la plena utilización de las posibilidades tecnológicas actuales, las posibilidades de desarrollo del sistema a medida que se producen avances tecnológicos y la viabilidad y conveniencia económica del sistema, respecto a su adopción y uso posterior por las entidades de radiodifusión y los consumidores. En consecuencia, los fabricantes de receptores pueden producir y comercializar receptores de HD-MAC como un producto más en su gama de fabricación, sin dejar anticuada la línea de fabricación actual. Además, la gama de productos HD-MAC se amplía por el potencial de los sistemas de presentación con conversión ascendente. La utilización de TVCD reduce de forma significativa la complejidad de los decodificadores HD-MAC y por consiguiente su coste, y hace que su comportamiento sea uniforme, independientemente de las distorsiones de canal.

El sistema HD-MAC se ha optimizado para permitir la introducción de los servicios TVAD en los canales de emisión planificados por la CAMR-RS-77 (1) al tiempo que se mantiene la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes.

Estas limitaciones llevan al proyecto EUREKA 95 a adoptar compromisos globales entre la complejidad del receptor, la calidad de la imagen de alta definición generada con la norma de exploración de 1250 líneas/50 tramas y la calidad de la imagen compatible que se observa en los receptores domésticos MAC/paquetes.

El sistema está concebido para utilizar el replieque espectral, el submuestreo y la adaptación de movimiento que conserva la resolución en las imágenes fijas y en movimiento para la recepción de la alta definición [Hurault y Arragon, 1988].

1.5.1.2.2 Descripción del sistema

La especificación en Europa de un sistema de televisión de alta definición (TVAD), estudiada en el contexto del proyecto europeo EUREKA 95, se basa para su completa descripción, en la especificación de la familia MAC/paquetes del Informe 1073 [CCIR, 1986-90k].

ARCHIVES U.I.T. GENEVE

La técnica de multiplexación por distribución en el tiempo se utiliza para el multiplexado de la imagen, el sonido y los datos en las transmisiones de HD-MAC que incluyen dos miembros de la familia MAC/paquetes: los sistemas D-HD-MAC/paquetes y D2-HD-MAC/paquetes. Estos dos sistemas son adecuados para la radiodifusión por satélite y en cualquier medio de transmisión que garantice una banda de base de unos 11 MHz.

1.5.1.2.2.1 Estructura del múltiplex

La estructura del múltiplex se basa en un cuadro digital de 40 ms que contiene 625 líneas de 64 μs cada una. El múltiplex consta de tres componentes principales (véase la fig. 7):

- la señal de visión HD-MAC;
- la ráfaga de datos del intervalo de supresión de línea (ISL) que lleva el múltiplex de sonido/datos;
- la ráfaga de datos del intervalo de supresión de trama (IST) que lleva el múltiplex de TVCD-datos.

1.5.1.2.2.2 Sonido

El sonido se codifica de acuerdo con la especificación MAC/paquetes. La capacidad disponible en el ISL es equivalente a la de cuatro canales de sonido de alta calidad u ocho canales de sonido de calidad media compatibles MAC/paquetes para el sistema D2 y ocho canales de sonido de alta calidad o dieciseis canales de sonido de calidad media compatibles MAC/paquetes para el sistema D.

1.5.1.2.2.3 Visión

En [CCIR, 1986-901] aparecen las características de la banda de base que se resumen en el cuadro IV. Los parámetros de modulación de la señal HD-MAC emitida figuran en los cuadros II y V.

1.5.1.2.2.4 Características generales de la señal de vídeo y de la señal de visión de HD-MAC

Estas características figuran en el cuadro IV.

1.5.1.2.2.5 Señal de anchura de banda reducida

En el sistema HD-MAC se utiliza la codificación multitrama para reducir la banda [Vreeswijk, y otros, 1988; Arragon, y otros, 1988; Pele y Choquet, 1988].

Para seleccionar el algoritmo óptimo de reducción de la anchura de banda (RB) en la HD-MAC, se ha considerado la evaluación subjetiva de la calidad de la imagen, junto a otros factores.

[CCIR, 1986-90h] informa sobre evaluaciones subjetivas realizadas por cinco laboratorios de Europa y que llevaron al proyecto Eureka EU 95 a seleccionar finalmente el sistema de reducción de anchura de banda HD-MAC. Se evaluaron siete posibles algoritmos y se utilizaron ocho secuencias de imágenes en movimiento reducidas que cubrían una gama de posibles materiales fuente

(procedentes de cámaras de imagen de 1250 y 625 líneas entrelazadas y películas de 25 y 50 imágenes/s). Para los ensayos se utilizó un método de doble estímulo con escala de calidad gráfica continua (acorde con los métodos del GIT 11/4). El orden de clasificación de los siete algoritmos fue, generalmente, el mismo para los cinco laboratorios que realizaron los ensayos y se produjo un alto grado de correlación para las diferencias cuantitativas entre las notas medias. Los resultados infundían confianza en el método y en la validez del orden de clasificación.

El códec HD-MAC RB utiliza tres ramas de codificación de luminancia que hacen uso de retículas de submuestreo en quincuncial:

- una rama de 80 ms con resolución de AD para zonas fijas;

- una rama con compensación de movimiento de 40 ms para velocidades de hasta 12 muestras/40 ms;

- una rama de 20 ms para el movimiento rápido y los cambios bruscos en la imagen, excepto cuando se trabaja en el modo de película a 25 imágenes/s.

En la fig. 8 aparece la gama transmisible de la frecuencia espacial para todos los modos. A fin de transportar la información contenida en un sistema de AD de 1250 líneas a través de un canal MAC/paquetes de 625 líneas se utiliza un proceso denominado "mezclado".

La rama de 40 ms es con compensación de movimiento. Se transmite un vector de movimiento por cada bloque de 16 muestras por 16 líneas en la retícula de AD a través de los datos de TVCD'.

El códec HD-MAC RB utiliza tres ramas de codificación de diferencia de color, la primera y la tercera emplean un sistema quincuncial y la segunda una retícula de submuestreo ortogonal:

- una rama de 80 ms con resolución de alta definición para zonas fijas;

- una rama de 40 ms para el movimiento rápido y los cambios bruscos en la imagen;

- una rama de 20 ms para el movimiento rápido y los cambios bruscos en la imagen, excepto cuando se trabaja en el modo de película a 25 imágenes/s.

En la fig. 9 aparece la gama transmisible de la frecuencia espacial para todos los modos. Se utiliza un mezclado intratrama para las ramas de 80 ms y 20 ms y un mezclado intertrama para la rama de 40 ms.

Se aplica un modo de opción película que activa únicamente las ramas de 80 ms y 40 ms. De esta forma se obtiene el máximo beneficio del conocimiento de que la película de 25 imágenes/s es el material fuente.

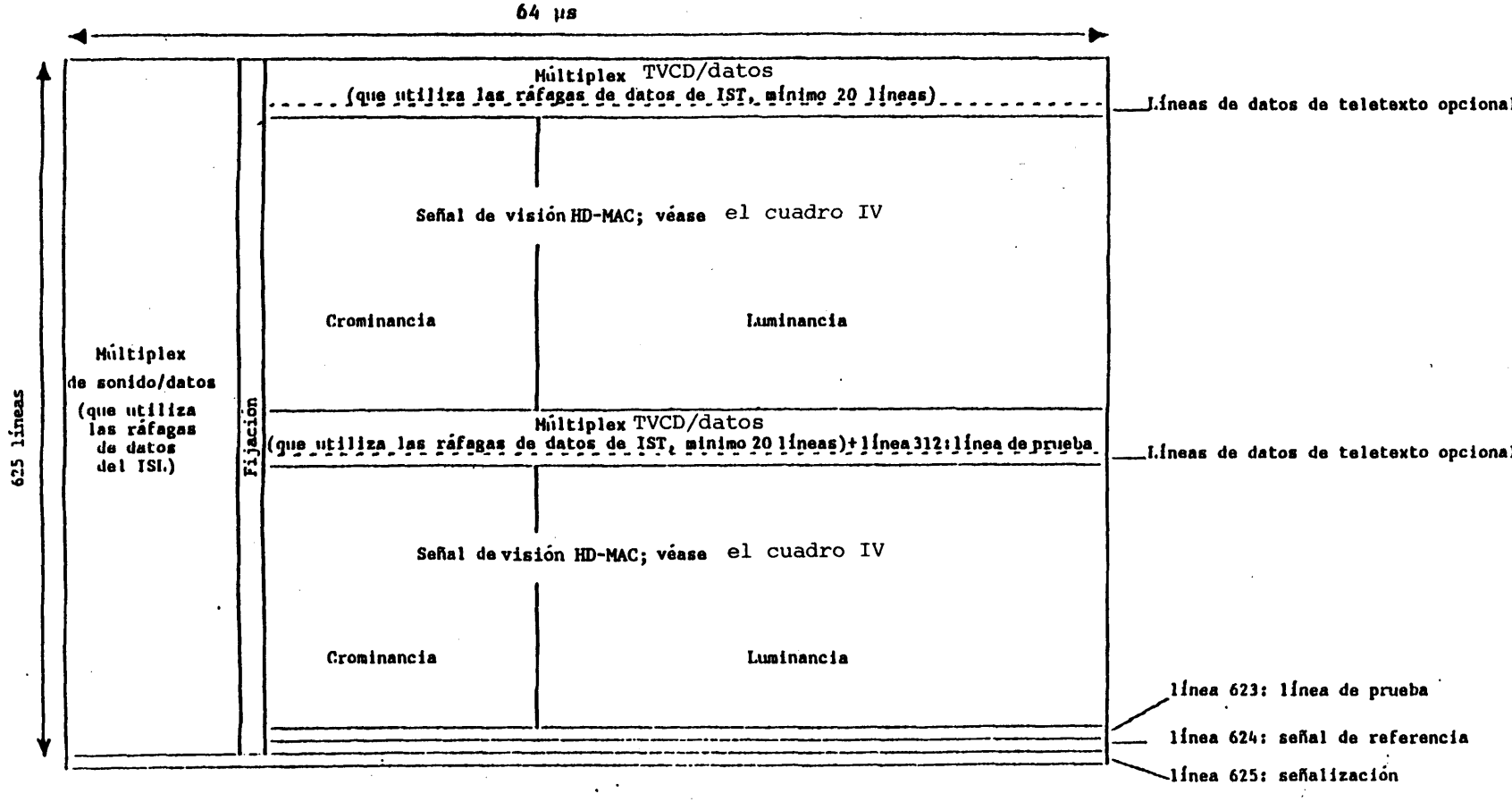


FIGURA 7 - Estructura general MDT HD-MAC/paquetes

CUADRO IV - Características generales de vídeo de la señal de visión del sistema HD-MAC

Número de líneas emitidas por imagen:	625
Número de tramas por segundo:	50
Relación de entrelazado	2:1
Anchura de banda analógica aproximada:	11 MHz(1)
Formato de imagen:	16:9 (asociado con la información sobre tomas panorámicas para sistemas de presentación compatibles de formato 4:3)
Relaciones de compresión	
luminancia:	3:2
diferencia de color:	3:1
Frecuencia de muestreo:	20,25 MHz(2)
Recepción de alta definición	
Resolución de luminancia:	
horizontal	
imágenes fijas y en movimiento:	620 c/aia(3)
imagen sin movimiento:	310 c/aia
vertical	
fija:	400 c/aia(3)
en movimiento:	200 c/aia
Recepción compatible:	
Muestras por líneas activas	
luminancia:	697
diferencia de color:	349

(1) Para permitir un filtro de Nyquist realizable.

(2) Frecuencia de muestreo MAC convencional.

(3) Ciclos por anchura de imagen activa/altura de imagen.

CUADRO V - Parámetros de modulación para radiodifusión directa por satélite de HD-MAC

Anchura de banda nominal de la señal de visión:	10,125 MHz (a -3 dB)
Anchura de banda nominal del canal:	27 MHz
Modulación:	MF
Polaridad de la modulación de frecuencia:	positiva
Componente de corriente continua:	mantenida
Características de preacentuación:	el proceso no lineal se aplica únicamente a las muestras HD-MAC y el proceso lineal, a todo el múltiplex (cabe decir lo mismo para el MAC)
Excursión de frecuencia:	13,5 MHz en la frecuencia de transición de la red lineal de preacentuación (1,37 MHz)
Dispersión de energía:	Onda síncrona triangular (desviación de portadora correspondiente: 600 kHz cresta a cresta)

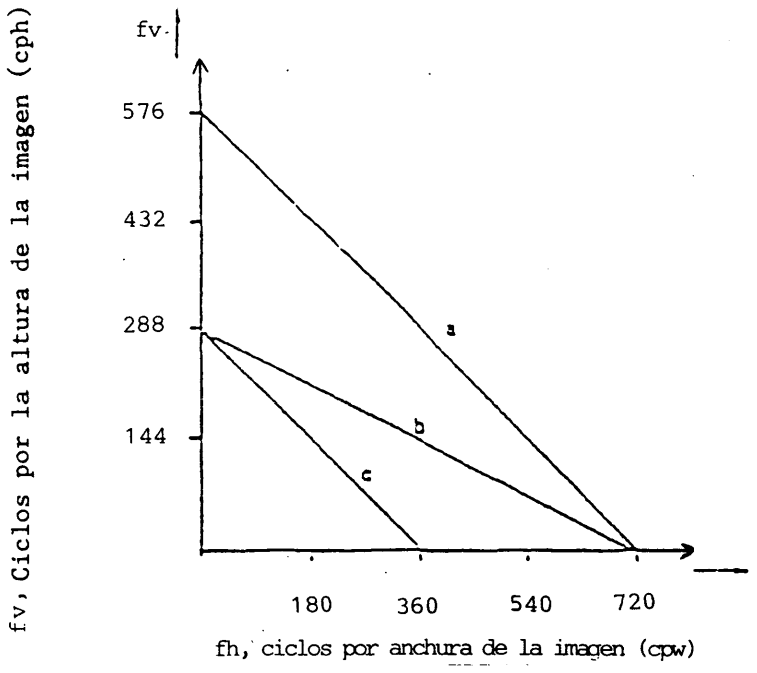


FIGURA 8- Gama transmisible en el dominio de la frecuencia espacial para los diagramas de muestreo de luminancia

a) modo de 80 ms
b) modo de 40 ms
c) modo de 20 ms

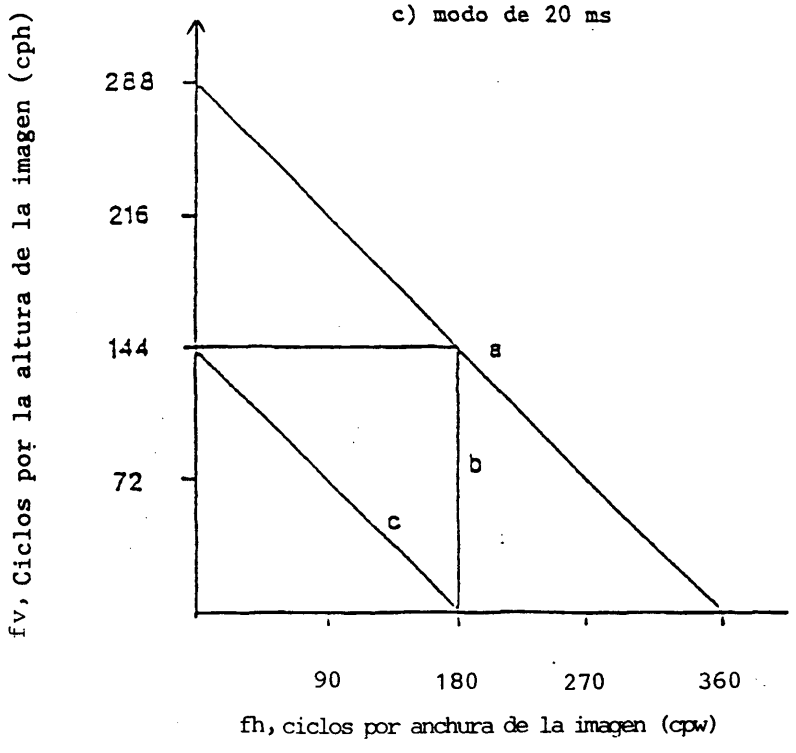


FIGURA 9- Gama transmisible del espectro de frecuencia espacial de diferencia de color

a) modo 80 ms
b) modo 40 ms
c) modo 20 ms

La información de selección de rama se transmite, una vez puesta en formato, por los datos de la TVCD [Storey, 1986].

La información de la TVCD que contiene la señal de conmutación de rama permite 1700 posibilidades, codificadas en palabras de 11 bits de longitud. El periodo de codificación de cinco rutas/80 ms da lugar a una velocidad binaria de 891 kbit/s. La información de conmutación de la diferencia de color se obtiene a partir de los datos del complemento digital (CD) sobre luminancia.

La mejora de la compatibilidad para la ondulación de los bordes en las zonas fijas se efectúa mediante un filtrado vertical intratrama, con una atenuación de 6 dB.

El sistema HD-MAC se ha optimizado para satisfacer los criterios de calidad óptimos en cuanto a alta definición de la imagen y de compatibilidad de ésta, basándose en una exploración entrelazada.

En [CCIR, 1986-90m] se describe la forma en que la exploración progresiva de la imagen con muestreo quincuncial a la entrada de un codificador HD-MAC (cuyos pasos de entrada se han modificado para admitir entradas entrelazadas y progresivas) mejora la definición y la calidad de la imagen compatible.

En particular, la entrada de exploración progresiva permite eliminar ciertos repliegues verticales/temporales de la señal que pasa por las ramas de 20 y 40 ms y aumentar la estabilidad de la estimación del movimiento y de la precisión de rama (de esta manera, hay una proporción menor de imágenes en movimiento que utilizan la rama de 20 ms).

También se insiste en que una entrada de exploración progresiva afecta poco a la arquitectura del codificador HD-MAC y no afecta en absoluto a las especificaciones de éste.

Los experimentos efectuados con simulaciones y que tienen en cuenta las modificaciones de la arquitectura del circuito (permitiendo al mismo tiempo las entradas de exploración entrelazada y progresiva) dan resultados con una mejora apreciable de la calidad de la imagen global de alta definición y una mejora considerable de la calidad de la imagen compatible, especialmente en las zonas en que se utilizan las ramas de 40 ms y 20 ms [CCIR, 1986-90m].

1.5.1.3 Sistema 3

El Sistema 3 se propone como un desarrollo de HD-MAC para un canal RF de banda ancha de hasta dos veces la anchura de banda de los canales planificados existentes. Proporcionaría calidad de alta definición mejorada, posiblemente con un receptor simplificado. Hay dos opciones, una basada en un muestreo de 54 MHz que sería compatible con los receptores HD-MAC del Sistema 2 y otra basada en el muestreo de 72 MHz con una utilización mucho mayor de la televisión con asistencia digital, pero que no es completamente compatible.

1.5.1.4 Sistema 4

El sistema 4 es un sistema de 60 Hz no compatible que utiliza un submuestreo separado de 2 tramas. Este sistema ofrece una mayor resolución espacial en las zonas estáticas y en movimiento, en comparación con el MUSE. La anchura de banda de RF requerida está comprendida entre 45 y 54 MHz [CCIR, 1986-90n].

1.5.1.5 Sistema 5

El Sistema 5 es un ejemplo totalmente digital que no es compatible con los receptores MAC/paquete de 625 líneas, pero que mantiene la compatibilidad en la fuente con la norma de 625 líneas de la Recomendación 601. Utilizando la modulación MDP-4, la anchura de banda requerida podría ser de hasta 120 MHz pero, si se utiliza MAQ-16, la anchura de banda en RF podría estar comprendida entre 50 y 60 MHz.

1.5.1.6 Sistema 6

El sistema 6 es un ejemplo de sistema completamente digital basado en la combinación de la codificación predictiva y la TCD para la emisión de señales de estudio de 1125/60. La velocidad binaria total de este sistema es de 135 Mbit/s. Utilizando la modulación MDP-4 y MDP-8 las anchuras de banda requeridas en RF son de 81 MHz y 54 MHz, respectivamente. No obstante, es posible una anchura de banda en RF de unos 40 MHz, utilizando el MAQ-16. Este sistema puede aplicarse para la transmisión utilizando el nivel H_4 de la RDSI-B [CCIR, 1986-90n].

1.5.1.7 Otros sistemas en desarrollo

1.5.1.7.1 HDS-NA

Se trata de un formato de transmisión por satélite con componentes analógicas multiplexadas en el tiempo. Se utiliza una secuencia repetida en periodos de cuatro líneas a la frecuencia horizontal para transmitir las componentes resultantes del procesamiento. Esas componentes son: información de luminancia de 16,8 MHz (expandida en el tiempo), luminancia con anchura de banda reducida sin compresión (9,5 MHz), dos señales de diferencia de línea que representan la luminancia menos el promedio de la línea anterior y la línea posterior, con filtrado paso bajo, dos señales de crominancia de líneas alternas con compresión 2:1 y 4:1 alternativamente, y una ráfaga de señal audio digital para dos pares estereofónicos con codificación de dos niveles. La resolución vertical es de 480 líneas por altura de imagen (L/HI) y la resolución horizontal es de 495 líneas por anchura de imágen (L/AI). La anchura de banda de la banda base es 9,5 MHz, la excursión recomendada es de 12 MHz/voltio de cresta en una anchura de banda FI de 27 MHz. Se obtiene una relación S/N ponderado de 48 dB con una relación C/N de 17,7 dB.

1.5.1.7.2 HD-B-MAC

Este sistema está destinado a la transmisión por satélite y representa una mejora de la norma B-MAC del CCIR; es compatible con los decodificadores B-MAC normalizados que producen una salida NTSC. Tiene capacidad de exploración panorámica y se lleva a cabo una decimación 2:1 para proporcionar una señal de alta resolución de 525 líneas que se submuestrea en puntos alternos de líneas adyacentes filtrando la información diagonal. El plegado del espectro proporciona una mayor resolución de luminancia y una reducción de la anchura de banda de la banda de base. La compresión de la multiplexación de luminancia es de 3:2. A las señales de crominancia se les aplica un procesamiento similar, con una compresión de 3:1. Se afirma que la resolución horizontal de luminancia es de 945 L/AI y la resolución vertical de 480 L/HI. El receptor debe utilizar un sistema de doblado de línea adaptativo. La anchura de banda de la banda de base es de 10,7 MHz.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

1.5.1.7.3 TVAD con espectro compatible

Este sistema está destinado a utilizarse en canales terrenales. Se proyecta transmitir TVAD procesada a partir de una fuente con exploración progresiva de 787,5/59,94 a través de dos pares de componentes con anchura de banda de 3 MHz y un canal de datos.

Para la transmisión por satélite, estos componentes, de los que hay 262,5 pares, cada uno de los cuales dura 63,5 μs, sufren una multiplexión por división de tiempo con una anchura de banda máxima de la banda de base de 6 MHz

Un canal de datos, multiplexado por división de tiempo en los intervalos de supresión vertical equivalentes a los del sistema NTSC, transmite las componentes vídeo de baja frecuencia por debajo de 200 kHz, la sincronización y un par estereofónico con canal PAS. La luminancia se procesa en cuatro bandas espacio-temporales, con una frecuencia de cuadros que va de 59,94 Hz para bajas frecuencias a 11,988 Hz para altas frecuencias. Las señales de diferencia de color se restauran a 11,988 Hz y a un tercio de la resolución horizontal y vertical de la luminancia. El sistema, diseñado para un formato de imagen de 5:3, siendo posible también el formato 16:9, pretende tener una resolución estática vertical de 720 L/HI y horizontal de 1020 R/AI.

Gracias a la eficacia de utilización del espectro obtenida mediante la transmisión digital de la información de imagen promediada a baja frecuencia, se logra al parecer una mejora de 3 a 5 dB en las características del ruido en comparación con el mismo enlace de transmisión NTSC.

1.5.1.8 Compatibilidad "hacia abajo"

La compatibilidad se define como sigue:

Una nueva norma de emisión es "compatible" con una norma de emisión ya existente si las señales conformes a la nueva norma pueden recibirse y visualizarse, sin necesidad de equipo adicional, mediante los receptores conformes a la norma existente. La calidad debe ser aproximadamente la misma a la obtenida cuando se emite una señal conforme a la norma ya existente.

Un método para obtener la compatibilidad entre la televisión convencional y la televisión de alta definición es utilizar sistemas de transmisión de dos canales. Todas las señales necesarias para la recepción por receptores convencionales son transmitidas por uno de los dos canales. El canal agregado transporta la información adicional para permitir la reconstrucción de la imagen de TVAD.

En el sistema VISTA se proyecta utilizar un canal agregado que ofrecería alta resolución espacial y baja resolución temporal y que se combinaría con la alta resolución temporal de la imagen NTSC. El formato de imagen es 16:9 ó 5:3 y se consigue reduciendo la supresión horizontal y disminuyendo el número de líneas activas. La resolución estática es de 800 líneas en la dimensión horizontal y de 900 líneas en la dimensión vertical. El canal agregado se transmite en forma de componentes multiplexados en el tiempo, con una anchura de banda de 5,3 MHz. Se contempla la transmisión por dos canales de satélite.

En Europa, se están llevando a cabo estudios activos en relación con los sistemas de TVAD que pueden recibirse compatiblemente en receptores MAC/paquete, con la calidad normal de las señales de este último sistema. Si la señal de televisión de alta definición posee características en las bajas frecuencias de espectro idénticas a las de las señales MAC existentes, como en los dos ejemplos del cuadro V, la compatibilidad entre los dos tipos de servicio será posible.

En [CCIR, 1986-90o] se indica que en la Comunidad Europea la elección corresponde a un sistema que sea compatible con la familia de normas de transmisión MAC/paquetes. Se estima que la compatibilidad con la norma de emisión europea de satélites de radiodifusión directa (SRD) es indispensable para la comercialización de los programas de televisión de alta definición, puesto que así los consumidores pueden visualizar los programas de radiodifusión de TVAD en sus aparatos SRD tradicionales y decidir cuándo ascenderán al nivel de la TVAD. En la IBC, Brighton, se efectuó una demostración del sistema MAC/paquetes, compatible con la TVAD (HD-MAC) y los expertos en Europa están seguros de que, con la asistencia de técnicas digitales, la TVAD compatible puede al menos equiparar la calidad de los sistemas no compatibles que utilizan sistemas de transmisión con una anchura de banda similar. Al desarrollar equipos de consumo correspondientes a esta norma HD-MAC, probablemente con unidades de visualización que funcionen a 100 Hz, la gama de posibilidades de que dispondrá el usuario que recibe programas SRD irá desde 4:3 PAL/SECAM y MAC a 16:9 MAC y HD-MAC.

La UER [CCIR, 1986-90p] sería favorable a la adopción del sistema HD-MAC, siempre y cuando este sistema logre un equilibrio aceptable entre la calidad de la imagen de TVAD y la imagen MAC compatible, garantice la continuidad de todo el servicio para los servicios de datos y sea compatible con el plan de la CAMR-77 y con los receptores MAC/paquetes.

Pese a que el sistema MUSE no tiene compatibilidad descendente con los sistemas de televisión tradicionales, se han desarrollado convertidores de normas MUSE a 525 líneas, destinado a los receptores de consumidor, empleando la tecnología VLSI (véase Parte 10, punto 4). La imagen resultante de 525 líneas de este convertidor tiene, como media, una calidad superior a la de la imagen normal originada con la norma NTSC, aunque presenta cierto parpadeo en el borde, con menos interferencia que la causada por el efecto de transcolor del sistema NTSC .Su relación en circuito es más sencilla y podrá fabricarse con un precio menor. El desarrollo de este convertidor de normas MUSE a 525 líneas da cierto margen a la radiodifusión de TVAD en el sistema de 1.025 líneas que puede recibirse utilizando receptores convencionales de 525 líneas. [CCIR, 1986-90q].

1.5.2 Experimentos y demostraciones de sistemas de radiodifusión por satélite de TVAD

Se ha llevado a cabo un experimento de transmisión por satélite de la señal MUSE para un canal único según la CAMR BS-77 a 12 GHz, utilizando el satélite de radiodifusión japonés en funcionamiento BS-2.

Los parámetros de la modulación y del balance del enlace para la transmisión se indican en los cuadros VI y VII.

En estas condiciones se obtuvo, con diámetros de antena de 0,7 a 0,9 m, una C/N de, aproximadamente, 17 dB durante el 99% del mes más desfavorable, en la mayor parte del Japón. Este sistema ha proporcionado una buena calidad de imagen. En el Anexo V al Informe 1075 se indican otros detalles.

El experimento volvió a efectuarse, en siete etapas, de 1987 a 1988 utilizando el satélite de radiodifusión BS-2b en explotación.

Participaron en él los 11 fabricantes japoneses de receptores de televisión así como la NHK. Las señales MUSE se recibían y medían en Tokio, Osaka y Nagoya y en las cercanías de estas ciudades.

Todos los receptores de los fabricantes que participaron en el experimento demostraron que podían recibir bien las señales MUSE. Estas se recibieron con poca distorsión de repliegue y poca sobreoscilación. También dieron buenos resultados las pruebas de la conmutación del modo sonoro controlado por códigos.

Las pruebas arrojaron unas relaciones C/N en recepción de 17 a 21 dB en condiciones de atmósfera despejada, valores que correspondían o eran superiores al límite de percepción de la degradación debida al ruido. Las relaciones S/N de la señal de banda de base demodulada en los sintonizadores coincidieron casi con los valores teóricos (C/N + 11,9 dB).

La proporción de bits erróneos (BER) de las señales de sonido/datos digitales fue de 10^{-3} o mejor con una relación C/N de 10 dB. Se las midió en una condición de C/N deliberadamente baja con un atenuador insertado después de la antena receptora. No se observó ninguna degradación extrema de la imagen con esta condición de C/N de 10 dB.

La calidad de la imagen se evaluó como superior a la nota 4 en la escala de 5 notas, utilizando materiales de prueba extraidos de programas de imágenes fijas de TVAD. La evaluación del sonido arrojó la nota 5 en todos los casos.

Se confirmó que los parámetros de modulación empleados en este experimento resultaban adecuados a efectos prácticos.

También se confirmó que el sintonizador del satélite de radiodifusión directa utilizado para la recepción de televisión clásica podía utilizarse también para la de TVAD, con pequeñas modificaciones.

Una nueva demostración tuvo lugar en Japón en 1987 utilizando el actual satélite BS-2b mediante la compartición en el tiempo con la actual transmisión del servicio de radiodifusión de televisión convencional, y otra se realizó en Canadá y Estados Unidos en octubre de 1987 empleando los satélites de comunicaciones Anik-C y RCA-K1, con transmisión de la señal a siete ciudades.

Entre los programas difundidos por TVAD, el evento más interesante fueron los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988. Las ceremonias de inauguración y clausura se transmitieron en directo mediante el satélite BS-2b, retransmitiéndose los programas de TVAD desde Seúl (Corea) hacia el Japón a través de INTELSAT. Otros eventos deportivos se grabaron en cinta magnética y se difundieron también por TVAD a través del satélite BS-2b el día siguiente. La duración total de estos programas fue de 73 horas y 20 minutos, en el transcurso de 17 días.

Las emisiones se recibieron con antenas parabólicas de 75 a 160 cm de diámetro, según el sitio, y las imágenes se mostraron en 81 localidades de todo el territorio del Japón, en grandes almacenes o sitios públicos mediante 205 equipos de visualización de diferentes tipos. En total, unos 3,7 millones de personas observaron estos programas de TVAD, quedando impresionadas por el realismo con que ésta presentaba los juegos.

CUADRO VI

Parámetros de la modulación en el sistema MUSE
como complemento del cuadro II

Modulación de la señal de sonido y de datos	Multiplexación MIC ternaria en el periodo de supresión de trama
Polaridad de la modulación de frecuencia	Positiva
Componente continua	Se conserva
Características de la preacentuación	Acentuación no lineal
Dispersión de energía (kHz)	Forma de onda triangular en sincronismo con la trama

CUADRO VII

Balance del enlace en la transmisión MUSE
sistema 1125/60

Frecuencia	(GHz)	12
Tipo de modulación		MF
Anchura de banda equivalente de radiofrecuencia	(MHz)	27
C/N (excedida durante el 99% del mes más desfavorable)	(dB)	17,0
S/N no ponderado	(dB)	39,0
Factor de calidad G/T	($dB(K^{-1})$)	16,0
Densidad de flujo de potencia necesaria (extremo del haz excedida durante el 99% del mes más desfavorable)	(dBW/m^2)	-110,5
Atenuación en el espacio libre	(dB)	205,6
Atenuación debida a la lluvia	(dB)	2,0
Absorción atmosférica	(dB)	0,1
Contribución al ruido del enlace de conexión	(dB)	0,3
Factor correspondiente al extremo de la zona de cobertura	(dB)	3,0
p.i.r.e. requerida en el satélite (centro del haz)	(dBW)	57,7
Anchura del haz de la antena del satélite (a -3 dB)	(grados)	1,3 x 1,8
Ganancia de la antena del satélite (centro del haz)	(dBi)	40,0
Pérdidas (alimentador, filtros, etc.)	(dB)	2,3
Potencia necesaria en el TOP	(dBW)	20,0
	(W)	100

En [CCIR, 1986-90r] se describe el sistema de emisión compatible D2-HD-MAC. Este documento informa sobre las transmisiones efectuadas con el satélite francés Telecom 1C durante la demostración de la IBC, en septiembre de 1988. Se describen el multiplexor, el demultiplexor y las transmisiones por satélite del sistema D2-HD-MAC/paquetes. Además, el documento da la estructura del multiplex de datos en el que la velocidad binaria disponible para los datos de la asistencia digital es de 1,164 Mbit/s. Se examinan un interfaz 656+, la sincronización, el filtrado de Nyquist, la presentación no lineal y la desacentuación.

En [CCIR, 1986-90s] se resumen las investigaciones técnicas sobre la radiodifusión por satélite HD-MAC en un canal de 27 MHz del Plan de la CAMR-77 en 12 GHz. Los resultados se han obtenido con la primera cadena experimental de TVAD en el marco del proyecto europeo TVAD EUREKA 95.

La mayoría de las pruebas se han realizado con un simulador de satélite.

También se han realizado en Francia, utilizando el satélite TDF-1 de RDS experimentos de transmisión D2-HD-MAC a través de un satélite real. La señal D2-HD-MAC/paquetes se envió a la estación terrena del TDF-1 por medio de un enlace de microondas MF con 14 saltos. La señal se captó en una estación receptora disponible en el comercio con una antena parabólica de 55 cm. El factor de ruido del convertidor SHF era igual a unos 2 dB.

En cuanto al efecto de ruido en la señal decodificada (banda de base), la degradación de la imagen se evaluó mediante el simulador de satélite para diferentes valores de la relación C/N en una anchura de banda de 27 MHz. Las pruebas se han realizado sólo con imágenes fijas y con el algoritmo 88, bien en el modo estático (rama de 80 ms) o en el modo movimiento (rama de 20 ms). Se utilizó el método de la UER con observadores no expertos, como se describe en la Recomendación 500. Los resultados obtenidos se indican en la fig.10. Las líneas de trazos indican el intervalo de confianza (5%) de los resultados medios (línea continua) obtenidos con 15 observadores. La C/N medida era igual a 21 dB en una anchura de banda de 27 MHz, lo que corresponde en el caso de la señal HD-MAC a un grado mejor que 4,5 de la escala de degradación.

Con el satélite francés TDF-1 puede obtenerse una C/N de recepción de 17 dB durante el 99% del mes más desfavorable en toda la cobertura nacional, con antena receptora de 55 cm. Por tanto, puede recibirse una señal HD-MAC de excelente calidad con una pequeña antena receptora que utilice un canal de 12 GHz de la CAMR.

En [CCIR, 1986-90t] se trata de la conformidad de la señal HD-MAC con relaciones de protección para el servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz.

Las mediciones de los niveles de interferencia en el primer canal adyacente (+/- 19,18 MHz) y cocanal, que dan una degradación apenas perceptible a la vista, se han realizado con las dos configuraciones siguientes:

a) Interferencia de HD-MAC con HD-MAC.

b) Interferencia de HD-MAC con el sistema de referencia de la CAMR-77 (SECAM con una subportadora de sonido).

De esas pruebas pueden extraerse las siguientes conclusiones:

a) Cuando la señal deseada es la señal de referencia de la CAMR, las relaciones de protección mínimas requeridas de la CAMR-77 se satisfacen con un margen mayor de 9 dB. La señal HD-MAC no es más crítica que una señal MAC convencional.

b) En el Plan de radiodifusión de la CAMR-77 pueden coexistir dos señales HD-MAC.

Del 25 de agosto al 3 de septiembre de 1989, el público en general tuvo la posibilidad de contemplar transmisiones en directo de televisión de alta definición HD-MAC procedentes del Pabellón Eureka-95, de la Internationale Funkausstellung (IFA'89), de Berlín Occidental. La señal se recibió por medio de antenas parabólicas individuales y, por ser compatible, pudieron verla los propietarios de receptores D2-MAC en gran parte de Europa.

Después de pasar por el codificador de reducción de anchura de banda (BRE), la señal vídeo fue multiplexada en el tiempo con la señal audio/datos en los formatos de señal D2-MAC y D-MAC. (En el caso de la señal D-MAC, ésta fue introducida en un simulador de satélite y pasó después a los decodificadores.) La señal HD-MAC se transmitió por un enlace digital de 140 Mbit/s a un enlace de conexión móvil de satélite presente en las instalaciones de la exposición. También se utilizó a veces un enlace IF paralelo de 70 MHz. De allí la señal se transmitió al satélite DFS-Kopernicus. Esta señal podía recibirse dentro de la zona del haz de Kopernicus, que es un satélite de telecomunicaciones de potencia media.

La señal se recibió también en la estación terrena de Usingen, desde la que se retransmitió de nuevo a los satélites TDF-1 y TVSAT-2 de Francia y República Federal de Alemania, respectivamente. Tanto el TDF-1 como el TVSAT-2 son auténticos satélites de radiodifusión directa por satélite. La señal pudo recibirse en la totalidad de Francia y República Federal de Alemania, y fuera de estos países conforme a la zona del haz.

En el curso del periodo de presentación se efectuó también un experimento de tres saltos, en el que la señal del TVSAT-2 fue recibida en Francia y enviada después al satélite TDF-1.

En la IFA'89 en Berlín Occidental, la señal HD-MAC fue recibida por medio de antenas parabólicas de 90 cm y 1,5 m, puesto que Berlín se halla fuera de la zona del haz básica del satélite TDF-1. En el pabellón Eureka, el receptor de satélite, el demultiplexor y los decodificadores de reducción de anchura de banda proporcionaron la señal de salida de alta definición (AD) reconstruida para las diversas pantallas de alta definición [CCIR, 1986-90u].

Resumen y conclusiones

Se ha determinado que existen técnicas para la radiodifusión de TVAD por satélite en diversas frecuencias hasta unos 23 GHz. Existen varias posibilidades, que se han estudiado detenidamente. Dichas técnicas se aplican a la reducción de la anchura de banda, la codificación del canal, la multiplexión, la modulación y la recepción. La tecnología necesaria para llevar a efecto estas técnicas existe ya, y la relacionada con el satélite existe también (como ocurre en el caso de la banda de 12 GHz) o se espera conseguirla en el transcurso de los 10 próximos años si se necesitasen niveles de potencia elevados a 23 GHz.

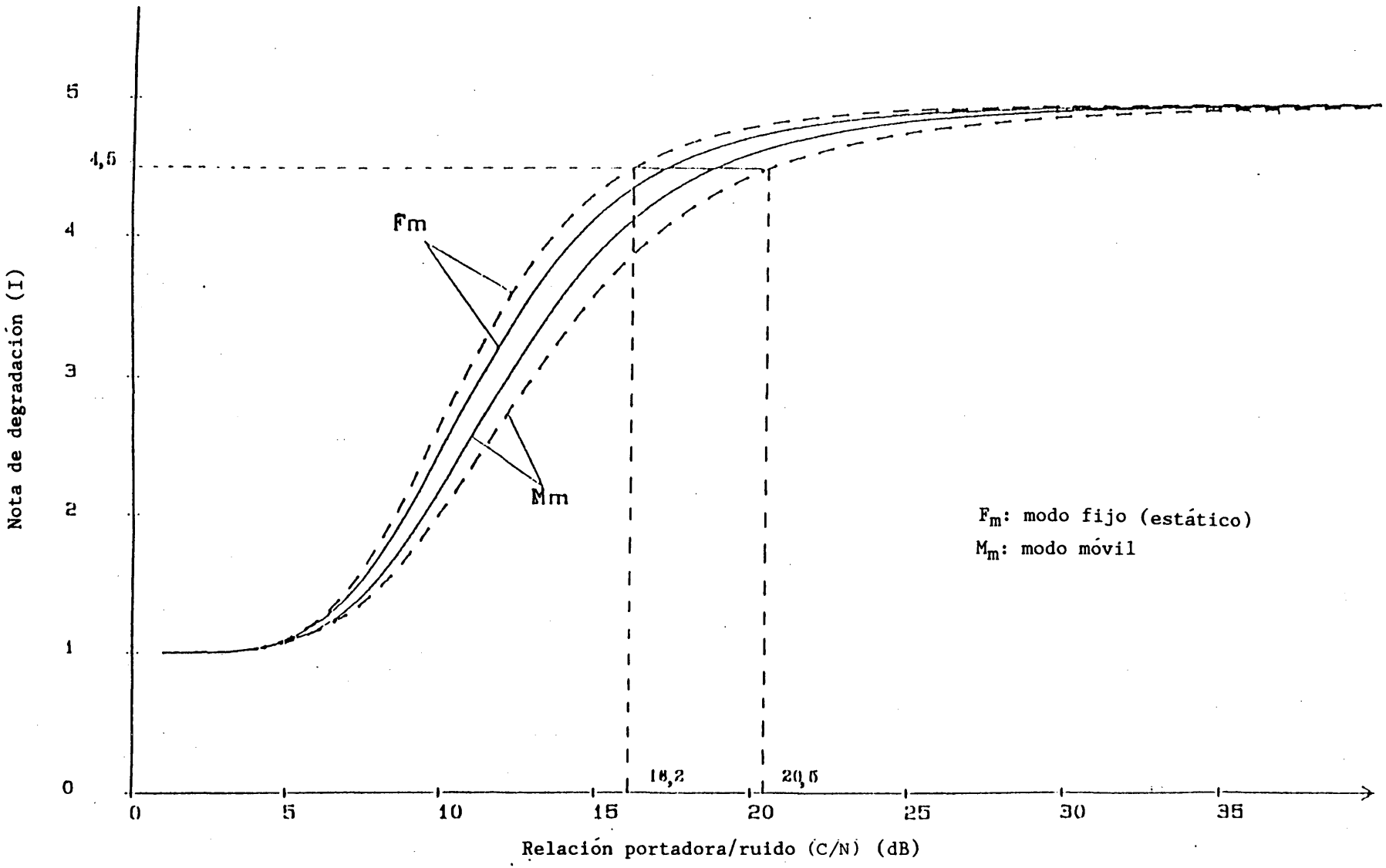


FIGURA 10- Grado de degradación de la señal de imagen HD-MAC en función de la relación C/N en 27 MHz

Se ha constatado que los parámetros de RF y la compartición pueden imponer limitaciones al formato de emisión. No obstante, ni las características de los sistemas de radiodifusión por satélite ni la sensibilidad de éstos a la interferencia deberán restringir directamente las características de la norma de estudio que ha de utilizarse en la fuente del material radiofónico. Aun así la definición de dicha norma de estudio debiera preceder a la de cualquier norma subsidiaria, a fin de poder reducir al mínimo la degradación de la señal y los costes de la conversión.

Las bandas de 12 GHz han sido planificadas para la radiodifusión por satélite a base de una anchura del radiocanal de 24 MHz en la Región 2 y de 27 MHz en las Regiones 1 y 3. Para poder transmitir TVAD por estos canales, es preciso reducir la anchura de banda de las señales de la fuente mediante un extenso procesamiento de la señal. Dos sistemas de banda de RF estrecha (MUSE y HD-MAC) ofrecen una compresión de la señal de este tipo, a costa de cierta mengua de la resolución en las zonas de movimiento de la imagen. Toda norma de estudio de TVAD debiera permitir la aplicación de técnicas de compresión del tipo descrito en el presente Informe.

En cuanto a la radiodifusión por satélite de un servicio de TVAD de carácter mundial, con banda de RF más ancha, capaz de ofrecer una calidad cercana a la de la norma de estudio, la CAMR ORB-88 reconoció que se necesitaría una nueva banda de frecuencias; como la anchura de banda del radiocanal que ha de emplearse para difundir una señal de TVAD de banda de RF ancha no está todavía determinada, existe flexibilidad en cuanto a los parámetros del sistema. Quiere decir que no haría falta imponer ninguna restricción específica a la norma de estudio de TVAD para permitir la emisión por satélite en dicha banda. Con todo, es preferible especificar la norma de estudio de TVAD antes de establecer la norma mundial de radiodifusión por satélite que la CAMR ORB-88 consideró deseable.

Se han determinado las técnicas que permitirán la radiodifusión de TVAD por satélite. Estas técnicas se aplican mediante una tecnología que existe ya en lo tocante a la reducción de la anchura de banda, la modulación y la recepción. En particular, los estudios de los sistemas MUSE y HD-MAC efectuados en Japón y Europa respectivamente, han permitido crear la tecnología necesaria para la cadena completa entre el estudio y el receptor. Se han construido sistemas y se han hecho demostraciones con los mismos, y en el proceso se ha tenido en cuenta ya la posibilidad de reducir el coste, con miras a la fabricación del equipo del consumidor; así pues, es necesario normalizar cuanto antes los formatos de estudio, de producción y de emisión. En lo tocante a la radiodifusión en frecuencias de hasta 23 GHz, la tecnología del satélite no sería un factor limitativo en la elección de una norma de emisión, y por consiguiente tampoco afectará a la elección de la norma de estudio.

El CCIR considera necesario continuar el estudio de los parámetros técnicos en RF y de emisión, incluidas la modulación, la codificación del canal y la multiplexión de las emisiones de TVAD por satélite. Es preciso realizar nuevos estudios para determinar:

i) los parámetros del sistema para la transmisión por satélite de televisión de alta definición analógica y digital con banda de RF ancha;

ii) las características de propagación en las bandas adecuadas para la transmisión de televisión de alta definición con banda de RF ancha;

iii) la compartición e interferencia entre servicios y dentro de un mismo servicio, así como la compartición interregional.

Se espera que estos estudios permitan alcanzar resultados definitivos antes del fin del próximo periodo de estudios del CCIR.

2. Emisiones terrenales de TVAD, incluida la distribución por cable

2.1 Introducción

La mayoría de los consumidores mundiales de la radiodifusión de televisión reciben la señal por radiodifusión terrenal. La adopción generalizada de la televisión de alta definición dependerá, para muchas administraciones, de la posibilidad de un acceso inmediato del consumidor a las transmisiones terrenales.

La tarea de recomendar normas de emisión de TVAD es difícil debido a la diversidad de estrategias en las distintas partes del mundo en que la transmisión por satélite, la emisión terrenal y la distribución por cable tienen necesidades y prioridades distintas. Los fundamentos básicos para las normas de emisión de TVAD son:

- el número de normas de emisión debe ser limitado;
- MA-BLV es uno de los tipos de modulación preferidos con relación al ahorro de anchura de banda;
- sería conveniente que las normas de TVAD para transmisión terrenal y por cable fueran similares;
- las redes existentes no deben resultar afectadas por la introducción de la TVAD;
- conviene mantener la compatibilidad del receptor, del canal o de la banda base;
- al proponer la norma de la señal de TVAD debe tenerse en cuenta la cadena completa estudio-satélite/transmisor-cable-receptor.

2.2 Enfoque de la TVAD en un entorno NTCS

En los Estados Unidos de América, la industria de la televisión tiene el objetivo de mantener la inversión del público en el equipo de televisión actual durante un periodo de transición para la TVAD. Un objetivo adicional es mantener la diversidad de los medios de distribución de la televisión.

Mediante un experimento llevado a cabo durante tres semanas en Washington, D.C., en enero de 1987, se ha demostrado la posibilidad de efectuar radiodifusión terrenal de TVAD. Dicho experimento forma parte de un proyecto continuo llevado a cabo por segmentos de la industria de la radiodifusión en Estados Unidos de América para desarrollar un sistema de radiodifusión terrenal de TVAD. Se demostró que los programas podían distribuirse a los televidentes utilizando dos canales de televisión contiguos de 6 MHz, en la banda de ondas decimétricas mediante un sistema convencional MA-BLV.

De forma adicional se demostró también, durante el mismo periodo, la posibilidad de efectuar radiodifusión terrenal de TVAD utilizando MF en la banda de 13 GHz. En este proyecto se hizo uso del sistema MUSE.

En Japón, para los sistemas actuales NTSC de 6 MHz, se están estudiando los sistemas compatibles de canales de 9 y 12 MHz y se han efectuado experimentos utilizando las redes actuales de cable.

En 1987 se constituyó en Canadá un Comité Mixto de la industria y el gobierno denominado The Canadian Advanced Broadcast Systems Committee (CABSC) con el fin de disponer de un foro nacional donde abordar la evolución tecnológica a medio y a largo plazo que puede afectar a la radiodifusión y otros servicios conexos. Las actividades del Comité se han centrado hasta ahora en examinar la elaboración de normas y las estrategias de aplicación para la radiodifusión de TVAD, abordando en particular la distribución de TVAD por radiodifusión terrenal y por cable. En particular, esas actividades han comprendido:

- La caracterización de canales radioeléctricos y de cable para la transmisión de la señal de banda ancha (12 MHz) mediante un programa de mediciones en instalaciones seleccionadas.

- La elaboración de procedimientos para la prueba subjetiva de sistemas de TVA proponentes como preparación para realizar la prueba y la evaluación. Se prevé que las pruebas comiencen en el segundo trimestre de 1990.

- La realización de estudios sobre el espectro, centrándose en el espectro de TV por ondas métricas y decimétricas, para determinar si la radiodifusión terrenal de TVA puede acomodarse debidamente en esas bandas y evaluar los efectos que puede tener la TVA sobre las operaciones NTSC existentes [CCIR, 1986-90v].

2.2.1 Situación actual en Estados Unidos de América de la distribución de televisión

La mayoría de los telespectadores de Estados Unidos disponen de programas de televisión de distracción e información en sus hogares por todos los medios de distribución. Actualmente hay aproximadamente 89 millones de hogares que pueden recibir, con más de 160 millones de receptores de televisión que reciben las transmisiones de televisión ofrecidas por 1060 estaciones comerciales y 342 estaciones no comerciales. Se distribuyen casi igualmente entre las bandas de ondas métricas y decimétricas, (668 estaciones en las primeras y 734 en las segundas).

2.2.2 Enfoques para la distribución de TVAD a los telespectadores

En Estados Unidos, hay acuerdo [CCIR, 1986-90w] en cuanto a que la introducción de la TVAD no debe afectar desfavorablemente al carácter singular de la industria de televisión. Para lograr esta meta, ha de darse a la radiodifusión terrenal la oportunidad de competir con los otros métodos de distribución de programas de televisión. Este objetivo fundamental se reafirma en la Decisión Provisional de 1 de septiembre de 1988 y en el Informe ulterior (Notice of Inquiry) de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de Estados Unidos, que incluye las conclusiones provisionales siguientes:

- la utilización de técnicas de televisión avanzada (TVA) para la radiodifusión terrenal redundará en beneficio del público;

- de forma provisional, concluye que los beneficios de esta tecnología pueden llegar más rapidamente al público si se permite a las entidades de radiodifusión implantar la TVA;

- toda capacidad de espectro necesaria para la radiodifusión terrenal de la TVA debe obtenerse del espectro atribuido actualmente a la televisión de radiodifusión terrenal (en ondas métricas y decimétricas);

- determina que el servicio actual para los telespectadores que utilizan receptores NTSC debe continuar, con independencia de la forma en que se preste el servicio de TVA, al menos durante un periodo de transición. Esto puede lograrse transmitiendo señales de TVA que puedan recibirse directamente en los receptores NTSC o mediante una transmisión simultánea de señales NTSC y TVA incompatibles por canales separados;

- no se autorizarán los sistemas que requieran más de 6 MHz para la radiodifusión de una señal no compatible con los receptores NTSC [CCIR, 1986-90x];

- considera que es de interés para el público no retrasar la introducción independiente de la TVA en otros servicios o en los medios distintos de la radiodifusión, pero la FCC se muestra sensible a los beneficios de la compatibilidad entre el equipo asociado a los diversos métodos de difusión de las imágenes.

2.2.3 Espectro para las opciones de TVA

2.2.3.1 Estudios en Estados Unidos de América

Para la radiodifusión terrenal, en Estados Unidos de América las investigaciones se centran actualmente en cuatro opciones:

A) la utilización de un solo canal de 6 MHz compatible con la NTSC;

B) la utilización de un solo canal de 6 MHz compatible con la NTSC y de un canal adicional de otros 3 MHz, no necesariamente contiguo con el canal de 6 MHz, para cursar información que aumente la del canal de base al generar la imagen de TVAD, en los receptores correspondientes;

C) la misma que la B), excepto en que canal adicional es de 6 MHz [CCIR, 1986-90w];

D) se otorgará a cada entidad de radiodifusión terrenal una banda de frecuencia adicional de 6 MHz para una transmisión simultánea de señal TVA no compatible.

En Estados Unidos de América se han efectuado estudios [CCIR, 1986-90y] para determinar la disponibilidad de espectro bajo distintas condiciones.

Se efectuaron análisis utilizando un programma de computador especialmente desarrollado al efecto que permite el examen de canales en condiciones diversas. Los estudios suponen que los avances en la tecnología de difusión del servicio de TVA pueden permitir que las separaciones mínimas entre las estaciones de TVA sean menores que las que se requieren actualmente. Se han pasado por alto los canales con restricciones en ondas decimétricas*. Se han observado únicamente las distancias de separación necesarias para reducir la interferencia cocanal y de canal adyacente.

---

* Los canales con restricciones en ondas decimétricas corresponden a: intermodulación, modulación-cruzada y frecuencia intermedia mitad (canales n ± 2, 3 y 4), oscilador local (canales n ± 7), batido de frecuencia intermedia (canales n ± 8), sonido imagen (canales n ± 14), imagen de la señal de vídeo (canales n ± 15).

También se ha de reconocer que los estudios tienen un carácter preliminar. Por ejemplo, no se han considerado los efectos de utilizar emplazamientos alternativos para la radiodifusión de señales de TVA o el apantallamiento del terreno, o la reducción de potencia como forma de aplicar la TVA en el 100% de las estaciones.

Se efectuaron análisis por computador para determinar el número de estaciones que pueden asignarse para las situaciones siguientes:

a) en los casos en que puede asignarse un espectro contiguo (de 6 MHz y de 3 MHz);

b) en los casos en que pueden asignarse estaciones de ondas decimétricas o métricas (las estaciones de ondas métricas aumentadas en ondas decimétricas y viceversa; sin preferencia por el espectro contiguo);

c) la misma que b), pero siendo el espectro lo más contiguo posible;

d) con el espectro lo más contiguo posible.

Los mejores resultados se encontraron en el caso b). Mostraron que puede preverse para el 100% (96%) de todas las estaciones existentes un suplemento de 3 MHz (6 MHz) (no contiguo) si se reduce la distancia mínima de separación cocanal para las estaciones de TVA a 160 km. Por otra parte, si se mantienen las separaciones actuales (249 - 353 km), los porcentajes serían de 77% para el caso de 3 MHz y de 60% para el caso de 6 MHz. Para una misma zona de servicio, estos resultados implican la necesidad de un sistema que requiera una relación de protección considerablemente menor que la del sistema NTSC.

En [CCIR, 1986-90z] se informa sobre los progresos más recientes en la introducción de servicios de televisión avanzada (TVA) en Estados Unidos de América. Los nuevos estudios han ignorado la protección de canal adyacente así como los canales con restricciones en ondas decimétricas. También se ha determinado que el mejor método en lo que respecta al espectro para acomodar sistemas TVA que necesitan una banda adicional de 6 MHz tiene las siguientes características:

1) el espectro adicional no es necesariamente contiguo,

2) los sistemas TVAD para las emisiones terrenales tienen que poder funcionar con separaciones menores que las actuales.

Las indicaciones preliminares señalan que el 99,7% de todas las estaciones de TV actuales pueden adaptarse para una separación mínima cocanal de 160 km (100 millas). En [CCIR, 1986-90z] se describen diversos procedimientos que están siendo investigados en los Estados Unidos de América acerca de la modificación o eliminación de las actuales restricciones en ondas decimétricas del sistema NTSC:

1) cambios en el diseño del receptor;

2) cambio de las separacionnes mínimas de los transmisores;

3) cambios en el sistema de transmisión.

En el cuadro VIII se presenta un ejemplo de un sistema propuesto en el que se tienen en cuenta las restricciones en ondas decimétricas, es decir, el sistema de TVAD de espectro compatible. Se indican las relaciones de protección "señal deseada/no deseada" para interferencia apenas perceptible producida por una señal TVAD en un receptor NTSC.

CUADRO VIII - Relaciones de protección señal deseada/no deseada

Cocanal	+14 a +6 dB
Canal adyacente (n ± 1)	-30 dB
Intermodulación (n ± 2, n ± 3, n - 4)	-40 dB
Frecuencia intermedia mitad (n + 4)	-30 dB
Batido de frecuencia intermedia (n ± 7, n ± 8)	-45 dB
Sonido/imagen (n + 14)	-45 dB
Imagen de la señal de vídeo (n + 15)	-45 dB

Nota 1.- Nivel de la señal deseada: -45 dBm.

Nota 2.- Basado en mediciones de siete receptores de televisión representativos del conjunto de los receptores existentes.

Este sistema de transmisión simultánea (simulcast) a 6 MHz [Rypkema, 1989] consigue su resistencia a la interferencia en el entorno NTSC mediante:

1) la utilización de parámetros de barrido de transmisión idénticos a los de NTSC (lo que ofrece la ventaja de una protección completa en el mismo canal gracias al desplazamiento de precisión de la portadora);

2) la transmisión de las señales de sincronización, los canales audio, el nivel medio de CC y las componentes de baja frecuencia de la señal de luminancia por técnicas digitales durante el intervalo de supresión de trama vertical (lo que reduce considerablemente la incidencia y visibilidad de la interferencia lineal y no lineal);

3) el filtrado temporal del codificador y del decodificador (lo que reduce la redundancia de campo a campo y la visibilidad de la interferencia);

4) la compresión-expansión no lineal de las componentes de luminancia y crominancia (lo que mejora la relación señal/ruido aparente de la señal TVA y reduce la visibilidad de la interferencia en la recepción TVA); y

5) el filtrado de dispersión de las componentes analógicas de imagen (dispersando así los picos de señal correspondientes a las transiciones de los bordes para reducir la visibilidad de la interferencia) [CCIR, 1986-90aa].

2.2.3.2 Estudios de espectro para TVA en Canadá

Se han realizado en Canadá estudios preliminares sobre el espectro, teniendo en cuenta sistemas de emisión TVA de tipo B (es decir, 6 MHz compatible con la NTSC + canal adicional de 3 MHz) y, en menor medida sistemas de tipo D (es decir, sistemas de 6 MHz con transmisión simultánea TVA). Todos los estudios se efectuaron para emplazamientos de la Zona 1 definida como el corredor entre la ciudad de Quebec y Windsor, y comprenden la frontera entre Canadá y Estados Unidos. Esta zona corresponde a la región de espectro más congestionado en Canadá. A continuación se resumen las principales hipótesis hechas en los estudios y los resultados generales obtenidos [CCIR, 1986-90v].

Hipótesis del sistema TVA de tipo B

Se hicieron varios estudios de planificación de ese tipo de sistema TVA, con el fin de evaluar la capacidad de más espectro para canales adicionales. El principal estudio se basó en las siguientes hipótesis generales:

- Relaciones de protección cocanal en función de las relaciones de intensidad de campo deseada/no deseada (D/ND) entre canales adicionales y canales NTSC de 14 dB, para el desplazamiento sin precisión, y 7 dB, para el desplazamiento con precisión, en comparación con una D/ND de 18 dB (para el desplazamiento sin precisión) utilizada en el plan de adjudicación nacional vigente.

- Se utilizó una serie reducida de canales "tabú"* en la banda de ondas decimétricas para el canal adicional de 3 MHz. Suponiendo que el canal adicional no tuviera una portadora de sonido separada y que se utilizara un formato de modulación MA con portadora suprimida, sólo se tomaron en consideración canales con restricciones 1, 4 y 15.

Resultados preliminares

Con todas las asignaciones y adjudicaciones existentes retenidas y protegidas en Canadá y a través de la frontera con Estados Unidos no sería posible proporcionar un número suficiente de canales adicionales en 3 MHz para satisfacer todas las asignaciones y adjudicaciones canadienses.

Suponiendo que se suprimieran todas las adjudicaciones canadienses no utilizadas en ubicaciones de crecimiento cero (es decir, sin asignaciones hasta ahora), casi todas las asignaciones (es decir, estaciones existentes) podrían acomodarse con canales adicionales de 3 MHz. Sin embargo, de esa manera se sacrifica el futuro crecimiento, sobre todo en las zonas más grandes, donde han de utilizarse algunas o todas las adjudicaciones no utilizadas para proporcionar canales adicionales a las estaciones existentes. Además, varias estaciones de televisión de baja potencia sin protección habrían de dejar de operar en zonas donde se utilizan mucho. Esos sacrificios podrían resultar demasiado grandes para ser aceptables. Se necesitan nuevos estudios en regiones del país donde se utilizan considerablemente estaciones de baja potencia, para evaluar los efectos que podrían tener sobre el servicio existente los sistemas TVA adicionales de 3 MHz.

Con el condicionamiento de que el canal de 3 MHz ha de ser adyacente al canal NTSC deseado (es decir, contiguo), los resultados indican que, en la mayoría de los lugares, no sería posible hallar el suficiente número de canales adicionales contiguos de 3 MHz para acomodar siquiera las asignaciones existentes.

---

* Los canales con restricciones en ondas decimétricas tenidos en cuenta en el plan de adjudicaciones nacionales son los canales ± 1, ± 2, ± 3, ± 4, ± 7, ± 14 y ± 15 adyacentes al deseado.

Sistema TVA de tipo D

Se ha realizado un estudio preliminar con el fin de conocer la disponibilidad del espectro para sistemas de transmisión de TVA no compatibles con receptores NTSC que ocupan canales de 6 MHz, en el supuesto de que esos sistemas puedan operar con separaciones entre canales iguales a las separaciones de primer canal adyacente existente (NTSC) y no interferir con la NTSC. Además, se ha supuesto que podrían descartarse todos los condicionamientos de canales con restricciones existentes.

Los primeros estudios indican que es bastante probable que puedan hallarse canales TVA de 6 MHz para acomodar las asignaciones y adjudicaciones en ondas métricas y decimétricas existentes. Sin embargo, se requieren nuevos estudios para comprobar esta conclusión.

2.2.4 Sistemas propuestos [CCIR, 1986-90y]

En el cuadro IX se indican los sistemas de TVA propuestos para consideración en las distintas categorías:

CUADRO IX

Espectro de ondas métricas/ decimétricas requerido	Tecnología	Comentarios	Número de proponentes
6 MHz	"Compatible NTSC"	El aparato TV NTSC presenta la señal de TVA como una señal NTSC. El aparato de TVA sirve para visualizar programas TVA o programas NTSC	7
9 MHz	Norma NTSC + Aumento de 3 MHz	El aparato de TV NTSC visualiza la parte de norma NTSC de la señal. El aparato de TVA visualizaría los programas TVA o NTSC	4
	"No Compatible" (1)	El aparato de TV NTSC requiere convertidor para visualizar el programa NTSC o el TVA. El aparato de TVA visualizaría cualquiera de los dos programas	2
12 MHz	Norma NTSC + Aumento de 6 MHz	El aparato TV NTSC visualiza únicamente la parte de norma NTSC de la señal. El aparato de TVA visualiza los programas TVA o NTSC	4
	"SIMULCAST" Norma NTSC + 6 MHz"No Compatible"	El aparato TV NTSC visualiza únicamente el programa NTSC. El aparato de TVA puede recibir programas TVA y programas NTSC	3

(1) No permitida para la radiodifusión terrenal por decisión preliminar de FCC.

En Estados Unidos se han propuesto diversos sistemas de transmisión terrenal, por cable y de radiodifusión por satélite para la TVAD. Algunas organizaciones han propuesto más de un sistema. Un artículo [Hopkins y Davies, 1989] ofrece información sobre estas propuestas y describe las actividades de los Comités participantes en América del Norte. En el cuadro X se ofrece un resumen en inglés de los sistemas presentados al FCC, en noviembre de 1988.

CUADRO X

Resumen de los sistemas propuestos al Comité asesor de la FCC

	AVE	BTA	DSRC		DEL	FAR	HRS	NHK			MIT		RTIT	RAP		OCS	PS	GTV	SA	ZEN
			ACTV I	ACTV II				MUSE 6	MUSE 9	NARROW MUSE	RC	CC		HD MAC	HD NTSC					
SPECTRUM CATEGORY	A	A	A	C	A	A	A	A	B	D	A	D	B/C	*	B	C	A	A	*	D
RF BANDWIDTH (MHZ)	6	6	6	12	6	6	6	6	9	12	6	12	9/12	*	9	12	6	6	*	12
H-RESOLUTION (TVL/PH)	660	NTSC	400	600	660	330	NTSC	422	422	568	300	675	750	495	495	?	?	NTSC	534	612
V-RESOLUTION (TVL/PH)	660	NTSC	480	800	650	400	NTSC	690	690	650	600	762	900	480	480	?	?	NTSC	480	720
FULL DIAGONAL RESOLUTION	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	NO	?	?	NO	NO	NO
FULL TEMPORAL RESOLUTION	NO	YES	NO	NO	NO	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	?	YES	YES	NO
WIDE SCREEN	YES	NO	YES	YES	YES	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	YES
INTEGRATED SIDE PANELS	NO	N/A	NO	NO	YES	N/A	N/A	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	N/A	YES	N/A	YES	YES
SEPARATE COLOR	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	NO	?	NO	YES	YES
FIELD STORE REQUIRED	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	OPT	OPT	YES	?	NO	YES	YES

N/A - NOT APPLICABLE ? - NOT SPECIFIED

ORGANIZATIONS PROPOSING SYSTEMS

AVE	AVELEX
BTA	BROADCASTING TECHNOLOGY ASSOCIATION
DSRC	DAVID SARNOFF RESEARCH CENTER
DEL	DEL REY GROUP
FAR	FARGUHAR LABORATORIES
HRS	HIGH RESOLUTION SCIENCES
NHK	JAPAN BROADCASTING CORPORATION
MIT	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
NYIT	NEW YORK INSTITUTE OF TECHNOLOGY
RAP	NORTH AMERICAN PHILIPS CORPORATION
OCS	OSBORNE ASSOCIATES
PS	PRODUCTION SERVICES
GTV	QUANTICON
SA	SCIENTIFIC ATLANTA
ZEN	ZENITH ELECTRONICS CORPORATION

SPECTRUM CATEGORY OF PROPOSED SYSTEMS

A = 6 MHz NTSC COMPATIBLE
B = 6 MHz NTSC + 3 MHz AUGMENTATION SIGNAL
C = 6 MHz NTSC + 6 MHz AUGMENTATION SIGNAL
D = SIMULCAST (6 MHz NTSC IN ONE CHANNEL, 6 MHz NON-COMPATIBLE SELF-CONTAINED ATV SIGNAL IN SECOND CHANNEL)
* = SATELLITE DESIGN, REQUIRES ONE TRANSPONDER

November 1988

2.3 Enfoque utilizando el sistema HD-MAC

El sistema HD-MAC se ha propuesto para la distribución por satélite por cable y terrenal.

Se ha estudiado la posibilidad de suministrar TVAD por radiodifusión terrenal, basada en el uso de señales HD-MAC [CCIR, 1986-90ab]. Las características de la señal MAC permiten el uso de canales de ondas métricas y decimétricas con modulación de amplitud que ofrecen la posibilidad de desarrollar un servicio de televisión de alta definición sobre la base de tecnologías ya disponibles. Además, si la señal de televisión de alta definición posee características en la banda de base tales que las bajas frecuencias del espectro son idénticas a las de la señal MAC existente, será posible la compatibilidad entre los dos tipos de servicios: D o D2-MAC/paquetes y televisión de alta definición. Hasta ahora las normas de paquetes D o D2-MAC ofrecen un camino evolutivo. La evolución se caracteriza como "compatible", dado que la primera generación de receptores D o D2-MAC/paquetes estará en condiciones de interpretar la parte inferior del espectro como la de una señal que se ajusta a la norma D o D2-MAC/paquetes existente. Debido a la existencia de una base instalada de decodificadores D o D2-MAC/paquetes (dotados de entradas de banda de base y SRS) prevista para la radiodifusión por satélite a 12 GHz, esta compatibilidad hará posible, desde los comienzos de la radiodifusión de programas de televisión de alta definición, llegar a un amplio público, lo que permitirá un crecimiento gradual de las ventas de receptores sin poner en peligro la economía del sistema.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Sobre la base de experimentos anteriores relativos a un canal con MA de banda lateral vestigial en ondas decimétricas con señales D2-MAC/paquetes y simulaciones de su empleo se informa que es posible una emisión de TVAD (HD-MAC) compatible con los decodificadores D o D2-MAC/paquetes en un canal de banda lateral residual MA terrenal con una anchura total de 12 MHz para permitir un filtrado de Nyquist de la banda de base en torno a 10,125 MHz, ya sea para complemento digital o para vídeo.

En ocasión de la exposición IFA'89 (Berlín Occidental) se inyectó una señal HD-MAC en una red de cable, en un canal de 12 MHz, utilizando la modulación MA/BLR. La red privada de cable conectaba los locales de exposición. La señal se envió como una señal analógica de banda de base a la cabeza del cable utilizando un enlace de fibra óptica. Además, la cabeza de cable recibió también la señal HD-MAC transmitida de los satélites TDF-1 y TVSAT-2 [CCIR, 1986-90u].

2.3.1 Sistemas MA/BLV

Los siguientes parámetros son el resultado de estudios realizados y de las primeras mediciones efectuadas de transmisión por cable [CCIR, 1986-90ac].

2.3.1.1 Filtrado de Nyquist de la portadora de visión en el transmisor

El sistema para las señales HD-MAC es compatible con el sistema D2/D-MAC de 625 líneas.

Anchura de canal: 12 MHz

Tipo de modulación: Modulación de amplitud en banda lateral vestigial (MA/BLV)

Filtrado de Nyquist: Portadora de visión ± 500 kHz en el transmisor

Polaridad del sistema de modulación: Idéntica a la existente en D2/D-MAC

Niveles de modulación:		Negativo	Positivo
Señal de vídeo	nivel de blanco	10%	100%
	nivel de negro	100%	10%
	nivel de fijación	55%	55%

Señal de datos		
	"1"	19%
	"1"	91%
	"0"	55%

Tipo de detección del receptor: Síncrona

Característica de fase: Lineal en el transmisor y en el receptor

Si el filtrado de Nyquist se desplaza del receptor al transmisor se puede lograr una mejora de hasta 5 dB en las relaciones S/N y señal/interferencia.

Se comprobó con éxito el funcionamiento de un sistema con filtrado de Nyquist en el transmisor para la distribución por cable.

2.3.1.2 Filtrado de Nyquist de la portadora de vídeo en el receptor

Los mismos parámetros que en el punto 2.3.1.1 excepto

Filtrado de Nyquist: portadora de visión ± 750 kHz en el receptor.

2.3.2 Sistemas MF/BLV

En estudio.

2.4 Otros sistemas en desarrollo

En [CCIR, 1986-90ad] "Sistemas de transmisión de TVAD", se describe un sistema de transmisión monocanal con una conversión intermedia (descendente) de varias líneas y con una modulación reflejada, propuesta por la URSS, donde se está estudiando".

2.5 Relaciones de protección

Como se entiende que las redes actuales no deberían verse afectadas por la introducción de los nuevos sistemas de TVAD, las relaciones de protección no deben exceder de las que actualmente se utilizan (Recomendación 655). Cabe prever que las relaciones de protección necesarias para la mayoría de los sistemas de TVAD no sean mayores debido a la estructura que se ha previsto para las señales de TVAD, por ejemplo en lo referente a la ausencia de impulsos normales de sincronismo.

En la actualidad no se dispone de valores de relación de protección para sistemas de TVAD afectados por sistemas de TVAD o de TV convencionales. Para el caso de sistemas de televisión convencionales afectados por emisiones de TVAD sólo se dispone de información limitada. Se necesita realizar más medidas. Estas medidas deben efectuarse con receptores de tipo "moderno". El término "receptor moderno" depende de la vida útil del receptor de televisión a partir de la fecha de introducción de la TVAD en los distintos países. Los sistemas de transmisión por cable que utilizan funcionamiento de canal adyacente requieren relaciones de protección más estrictas que las que figuran en la Recomendación 655. Para este caso especial debe definirse un nuevo tipo de interferencia continua que aparece el 100% del tiempo. La mayor parte de la interferencia sobre cable se encuentra presente el 100% del tiempo.

Cuando en los sistemas por cable se hace uso del funcionamiento por canal adyacente aparece interferencia durante el 100% del tiempo. En tales sistemas, entre canales adyacentes se permite una diferencia en el nivel de la señal de aproximadamente 3 dB y entre canales de imagen de 6 dB. La interferencia debe limitarse a un cierto grado de degradación.

3. Entorno de distribución multimedios

Cuando se normalizó e introdujo la televisión clásica, hace muchos decenios, la radiodifusión terrenal era el único medio que podía utilizarse para llevar el servicio a los hogares. Por ende, los formatos de emisión se optimizaron para dicho medio y los receptores de televisiones se concibieron para la recepción radioeléctrica.

Hoy en día pueden utilizarse numerosos medios de difusión/distribución en paralelo con la radiodifusión terrenal clásica para transmitir programas de televisión a los hogares.

La diversidad de medios de radiodifusión/distribución que van a coexistir y que se utilizarán para transmitir televisión a los hogares es muy grande:

- radiodifusión terrenal;
- radiodifusión por satélite;
- distribución por cable ("TVCA");
- distribución multipunto y multicanal (DMP MC);
- distribución por fibra óptica (analógica y digital);
- distribución pregrabada (magnetoscopios + videocasetes, videodiscos).

La mayoría de los medios de difusión/distribución podrían llegar a utilizarse para distribuir TVAD a los hogares.

Esta diversidad de medios irá sin duda en aumento. Por lo pronto, los sistemas actuales de radiodifusión de televisión terrenal tendrán que seguir existiendo durante un periodo considerable y, además, los sistemas de televisión de mayor definición actuales y futuros tendrán también que coexistir durante cierto tiempo. Esta diversidad, entrañará la existencia de numerosos interfaces entre los medios, conforme se ve en la Figura 11.

Esta diversidad podría dificultar la conversión a partir de una norma de estudio/producción de TVAD así como la conversión de un formato a otro. La consecuencia inevitable sería un coste y complejidad mayores del sistema y del receptor, o una degradación de la calidad de la imagen, o una combinación de ambas cosas.

Pero al elaborar estas nuevas normas de difusión/distribución de TVAD es preciso tener en cuenta, no sólo este entorno multimedios, sino también las características y posibilidades que ofrece cada uno de los medios en cuestión a la hora de elegir los formatos, a fin de que estos formatos puedan convertirse fácilmente de un medio a otro y al mismo tiempo permitan utilizar cada medio de entrega de la manera más eficaz posible y reduzcan al mínimo la complejidad del receptor.

Como los diferentes medios de entrega tienen capacidades espectrales distintas y sufren degradaciones diferentes en el canal de transmisión, se utilizarán tipos de modulación distintos, y la optimización del canal de transmisión hará que la calidad de señal y la capacidad de servicio (por ejemplo, número de canales de audio) de unos medios sean mayores que las de otros. Esto podría llevar al establecimiento de una jerarquía de formatos de emisión conexos, optimizados para los diferentes medios que hayan de utilizarlos.

Con una jerarquía así, la conversión entre las diferentes normas de transmisión resultaría fácil, y se podría generar una representación común de la señal en banda de base, lo que permitiría utilizar un procesamiento en banda de base común en el receptor. Un ejemplo del uso de un formato de banda de base común es el sistema HD-MAC elaborado dentro del marco del prgrama europeo de cooperación Eureka 95. En los sistemas de radiodifusión por satélite, de radiodifusión terrenal, de cable y de fibra óptica, así como en los magnetoscopios domésticos y en los sistemas de comunicación, puede utilizarse una misma señal de banda de base. Como se ve en la Figura 11 (interfaz F.1), la representación en banda de base común permitiría el empleo en común de dispositivos complejos como el procesador de imagen, el procesador de sonido y los circuitos de control, independientemente del medio por el que se reciba la señal.

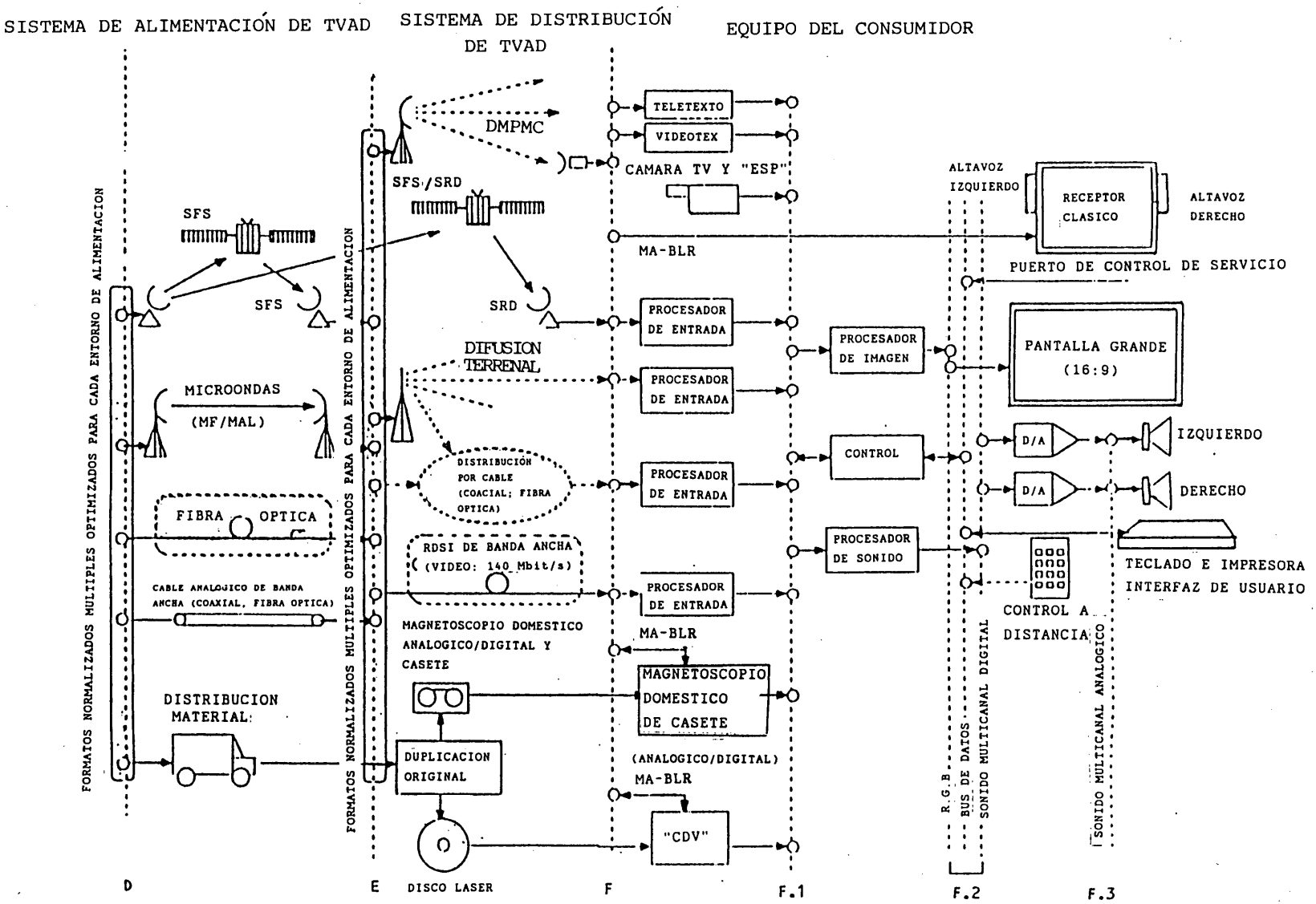


FIGURA 11- Arquitectura del sistema de televisión de alta definición

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 7

ARRAGON, J.P. y otros [1988] Instrumentation of a compatible HD-MAC coding system using DATV. IEE Conference Publication Nº 293. Iternational Broadcasting Convention (IBC 88), Brighton, Reino Unido.

HOPKINS, R. y DAVIES, K.P. [Septiembre 1989] - Development of HDTV Emission Systems in North America. IEEE Transactions on Broadcasting.

HURAULT, J.P., ARRAGON, J.P. - Development of advanced HDMAC coding algorithms. Philips Francia. IEE Conference Publication Nº 293. 1988 International Broadcasting Convention (IBC 88) Brighton, Reino Unido.

NINOMIYA, Y. y otros, [julio 1987] - Concept of the MUSE system and its protocol. NHK Lab. Note No 348.

PELE, D., CHOQUET, B. - Estimation if apparent motion fields in HDMAC. CCETT Francia. IEE Conference Publication Nº 293. 1988 International Broadcasting Convention (IBC 88) Brighton, Reino Unido.

RYPKEMA, J.N [agosto 1989] - Spectrum and interference issues in ATV. IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 35, Nº 3, páginas 170 a 177.

SANDBANK, C.P. et STONE, M.A. [1987] The role of DATV in future television emission and reception, 3rd International Colloquium on Advanced Television Systems, Ottawa, Canadá.

STOREY, R., [1986] HDTV motion adaptive bandwidth reduction using DATV. BBC, Reino Unido. IEE Conference Publication Nº 268.

VREESWIJK, F.W.P. y otros - HDMAC coding of high definition television signals. Philips, Países Bajos, Francia y Reino Unido. IEE Conference Publication Nº 293. 1988 International Broadcasting Convention (IBC 88), Brighton, Reino Unido.

Documentos del CCIR

[1986-1990]: a. GIT 11/6 - 1029 (UER); b. GIT 11/6 - 1025 (Japón); c. GIT 11/6 - 1019 (Canadá); d. GIT 11/6 - 1040 (UER); e. 11/580 (Japón); f. 11/578 (Japón); g. 11/579 (Japón); h. GIT 11/6 - 2013 (Países Bajos); i. GIT 11/6 - 2086 (Francia, Países Bajos, Reino Unido); k. GIT 11/6 - 2096 (Francia); l. GIT 11/6 - 1063 Reino Unido); m. 11/508 Thomson-CSF); n. GIT 11/6 - 3032 (Japón); o. 11/356 (España); p. 11/346 (UER); q. 11/587 (Japón); r. GIT 11/6 - 2062 (Francia); s. GIT 11/6 - 2098 (Francia); t. GIT 11/6 - 2097 (Francia); u. 11/547 (Bélgica y otros); v. 11/561 (Canadá); w. GIT 11/6 - 2019(Rev.1) (EE.UU); x. GIT 11/6 - 2016(Rev.1) (EE.UU); y. GIT 11/6 - 2021 (EE.UU); z. GIT 11/6 - 2085 (EE.UU); aa. 11/555 (EE.UU); ab. 11/15 (Francia); ac. GIT 11/5-89/9 (Presidente del GIT 11/5); ad. 11/344 (URSS).

PARTE 8 - RADIODIFUSIÓN DE DATOS EN UN ENTORNO TVAD

En sus estudios sobre radiodifusión de datos en la TVAD, el GITM 10-11/5 reconoció que convenía armonizar el mejoramiento de la imagen vídeo con el mejoramiento equilibrado de las componentes de sonido y datos [CCIR, 1986-90a]. Este mejoramiento permitiría la evolución de los actuales servicios de teletexto hacia la utilización de características de presentación más sofisticadas (geométricas, fotográficas, juegos de caracteres dinámicamente redefinibles (DRCS)), nuevos formatos de pantalla (es decir, 80 caracteres por línea y formato de imagen amplio), señal de sonido adicional, datos para procesos y nuevas aplicaciones.

En [CCIR, 1986-90b] se señala que es necesario estudiar las necesidades de capacidad de los servicios de radiodifusión de datos y radiofonía al mismo tiempo que se elabora el formato de emisión de HDTV, y adoptar una estructura de múltiplex digital que permita la reatribución flexible de la capacidad para servicios de sonido o de datos [Chouinard, 1987]. En el documento se indica también que es necesario estudiar las necesidades de acceso condicional para imagen, sonido y datos.

En los puntos 7.1.2.3 y 7.1.2.4 del presente Informe se indica también que es necesario atribuir a los servicios de datos una capacidad de transmisión adecuada y adoptar un múltiplex digital flexible, así como prever el acceso condicional.

El examen de un múltiplex digital flexible para diferentes servicios de datos requeriría el estudio de las características de un receptor inteligente que permitiese la interconexión con un computador personal, según se indica en [CCIR, 1986-90a, b], para conseguir una explotación óptima de los recursos del servicio.

El [CCIR, 1986-90c] se propone un planteamiento para la inserción de servicios de radiodifusión de datos en el sistema HD-MAC, cuyas características básicas figuran en el [CCIR, 1986-90d]. La opinión expresada en el documento mencionado es que la utilización del intervalo de supresión de trama de las señales HD-MAC para los datos de DATV permite utilizar únicamente dos líneas por trama para los servicios de radiodifusión de datos. Esta capacidad reducida debe asignarse al subtitulado multilingüe, mientras que el teletexto debe enviarse a través del múltiplex sonido digital/paquetes de datos en las versiones D y D2. Para asegurar una continuidad total del servicio en la evolución desde el sistema D/D2-MAC/paquetes [CCIR, 1988] al HD-MAC, los servicios de teletexto deben ir en el múltiplex sonido digital/datos, desde el inicio de la transmisión MAC/paquetes. Deben por tanto desarrollarse decodificadores de teletexto con capacidad de recibir datos del intervalo de supresión de trama y del múltiplex de paquetes digitales.

En [CCIR, 1986-90e] se llama la atención sobre unas necesidades idénticas para la radiodifusión de datos en el contexto de la HD-MAC, a saber: la necesidad de conseguir una flexibilidad máxima en la gestión de la capacidad global (por ejemplo, compartiendo la capacidad); la coexistencia de diversos servicios de datos en cada subcuadro (incluso a velocidades binarias diferentes, por ejemplo, 10,125 Mbit/s y 20,25 Mbit/s); y un buen aprovechamiento de los receptores de TVAD dando la máxima prioridad a los datos de TVAD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 8

CHOUINARD , G. [octubre, 1987] - Broadcasting of HDTV: Beyond the vision signal, HDTV'87 Colloquium, Ottawa, Canada.

CCIR. Publicación especial del CCIR [1988], "Sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite

Documentos del CCIR

[1986-1990]: a. 11/353 (GITM 10-11/5); b. 11/349 (Canadá); c. 10-11/5 - 42 (Italia); d. 11/288 (Bélgica y otros); e. GIT 10-11/5 - 64 (Francia).

PARTE 9 - TRANSMISIÓN DE TVAD PARA EL INTERCAMBIO INTERNACIONAL DE PROGRAMAS*

1. Introducción

Esta sección trata la transmisión de TVAD. Una parte trata la transmisión por stélite de TVAD y la otra la transmisión terrenal de TVAD. El trabajo futuro en este campo tendrá que ser coordinado con la CMTT.

2. Transmisión por satélite de la TVAD

Las transmisiones de TVAD a larga distancia, tales como las que es posible realizar mediante satélites, son fundamentales para el intercambio y la distribución internacionales de programas. Ya se han efectuado demostraciones sobre dicha posibilidad y el tema continúa en estudio.

2.1 Transmisión MF

En el Coloquio Internacional de 1987 sobre TVAD celebrado en Ottawa (Canadá) se complementaron los documentos y seminarios con una amplia serie de demostraciones, de radiodifusión de material en directo y grabado en cinta magnética utilizando la técnica MUSE-E por satélite, televisión por cable, cable, fibra óptica y disco óptico. Las demostraciones incluyeron también transmisiones entre estudios de TVAD utilizando la reciente técnica MUSE-T con un transpondedor de 54 MHz del satélite canadiense ANIK-C. Después del Coloquio, el equipo MUSE-E y un transpondedor de 27 MHz del satélite ANIK-C se utilizaron durante dos semanas para la radiodifusión pública nacional e internacional de TVAD para fines de demostración e investigación. Se incluyeron tres emplazamientos de Canadá y cuatro de los Estados Unidos, con lo que se presentó la TVAD a más de 100.000 personas [CCIR, 1986-90a].

Se ha efectuado una demostración de la HD-MAC con ocasión de la IBC, en 1988.

Las señales, procedentes de magnetoscopios y cámaras de TVAD, se transmitieron, previa reducción de la anchura de banda, en forma de señales HD-MAC, por un canal de satélite o un radioenlace de ondas milimétricas y se decodificaron y presentaron en forma de imágenes de TVAD.

Además, las señales HD-MAC se presentaron en receptores D2-MAC para demostrar su compatibilidad. Durante la presentación se hicieron demostraciones con magnetoscopios y videodiscos compactos HD-MAC.

Se está investigando la realización del sistema HD-MAC en sistemas de cable.

En un sistema de radiodifusión operacional es indispensable contar con circuitos de transmisión de TVAD de larga distancia para el intercambio y la distribución de programas.

Durante la exposición IFA'89 (Berlín Occidental), se estableció una cadena completa de transmisión HD-MAC que comprendía diversas partes, entre ellas satélites (véase la Figura12). Información más detallada se hallará en el § 1.5.2 de la Parte 7 [CCIR, 1986- 90b].

---

* En la Recomendación 714 y en el Informe 1231 figura información sobre el intercambio internacional de programas.

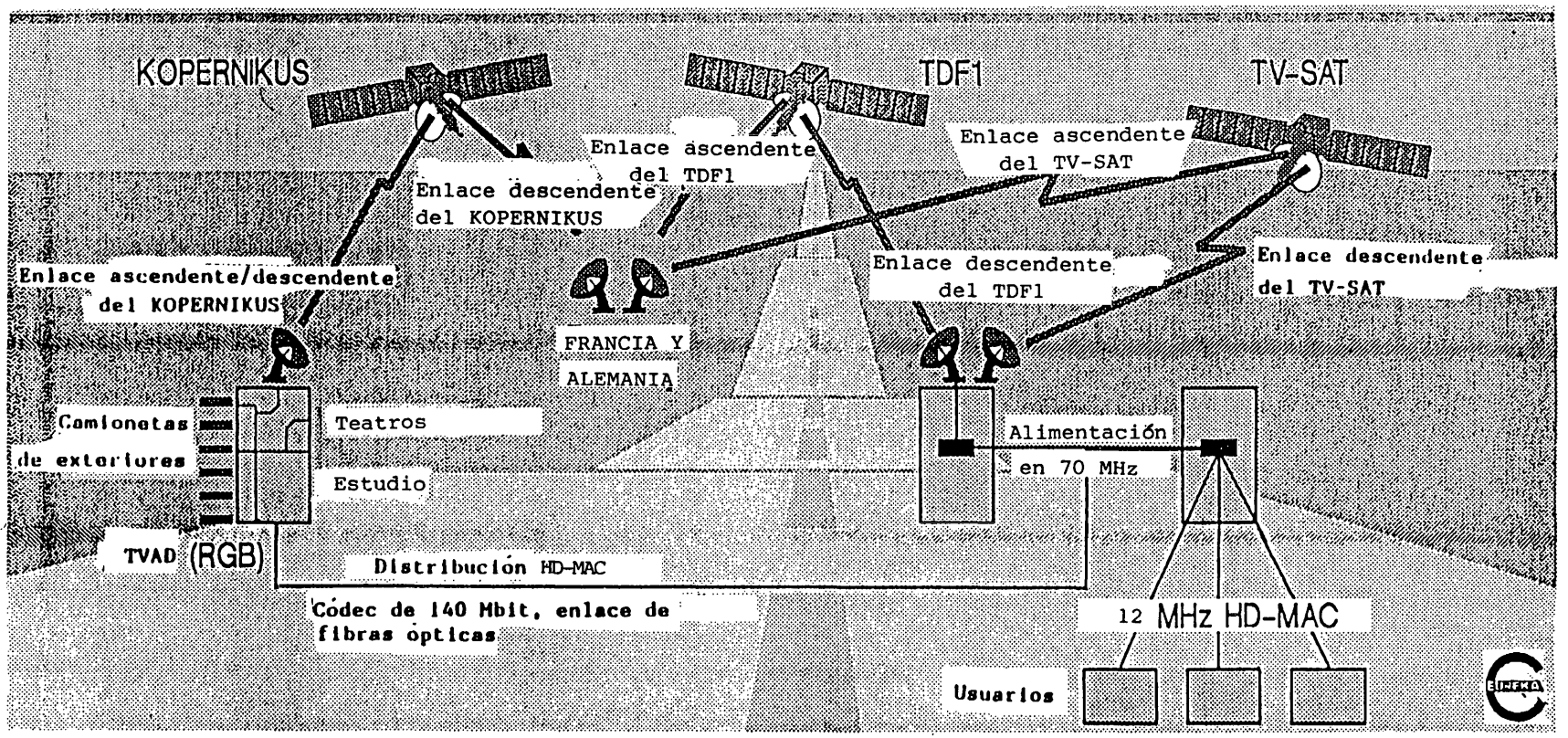


FIGURA 12- Ilustración de la cadena completa de transmisión y emisión HD-MAC, realizada durante la IFA'89 en Berlín Occidental

Al mismo tiempo que los experimentos de emisión con satélites de radiodifusión, en Japón se realizan desde 1987 experimentos de transmisión con satélites de telecomunicaciones y otros medios. En función de los resultados de estos experimentos, en 1988 se efectuaron transmisiones internacionales de Japón a Australia mediante tres enlaces por satélite, y de la República de Corea a Japón mediante dos enlaces por satélite. Aunque los repetidores de satélite tenían anchuras de banda RF diferentes, se transmitieron de extremo a extremo señales MUSE con modulación de frecuencia, de 27 MHz de anchura de banda, con interfaces en frecuencia intermedia entre los diferentes segmentos de esta transmisión multimedios y de varios saltos, a fin de eliminar la degradación causada por los procesos de modulación y demodulación.

Para corregir las características tanto en frecuencia intermedia como en la banda de base, se tomaron precauciones especiales con respecto a la distorsión de la forma de onda. Las distorsiones acumuladas de amplitud y de retardo de grupo en FI se igualaron en el extremo receptor, y la igualación en banda de base se efectuó con un igualador en el codificador MUSE. Los coeficientes de las tomas, calculados a partir de la señal impulsiva de prueba en el intervalo de supresión vertical medido en el extremo receptor, se enviaban hacia atrás por un circuito telefónico. Además de esta igualación se efectuaba una igualación final mediante un igualador automático en el decodificador.

En julio de 1988 se efectuaron transmisiones experimentales de varios saltos entre Japón y Australia, utilizando primero el satélite CS-2b (6/4 GHz) en Japón, luego el INTELSAT-V (F-1, 6/4 GHz) con Australia, seguido de un último salto por satélite a través del AUSSAT K2 (14/12 GHz) y, finalmente por dos radioenlaces terrenales en la banda de 42 GHz (véase la Figura13). La relación C/N medida de la sección completa de modulación/demodulación fue de 17,6 dB, cifra casi idéntica al valor calculado de 17,3 dB. Las características generales de frecuencia medidas en FI después de la igualación mostraron una variación de amplitud de 0,5 dB cresta a cresta y un retardo de grupo de 10 nscresta a cresta. No se midió ninguna degradación en la señal audio con codificación MICD en el intervalo de supresión vertical porque la relación C/N global era alta (17,6 dB). Se obtuvieron unas características de transmisión de la forma de onda satisfactorias gracias a la igualación en FI y en banda de base.

Los principales programas de los Juegos Olímpicos de Seúl celebrados en septiembre de 1988 se transmitieron de la República de Corea a Japón en forma de TVAD. Los programas de TVAD se codificaban según el sistema MUSE y se modulaban en frecuencia en el Centro de radiodifusión internacional, se transmitían por cable coaxial hacia la estación terrena y, a través del satélite INTELSAT-V (F-1, 14/11 GHz) hacia el Centro de radiodifusión de la NHK en Yoyogi (Tokio) o la estación terrena de Yamaguchi de la KDD, lo que aseguraba una diversidad en el espacio. Las señales FI recibidas se aplicaban al transmisor del enlace de conexión del satélite BS-2 para su distribución a 81 puntos de recepción del Japón (véase la Figura14). Otras señales de TVAD, procedentes de un magnetoscopio instalado en el Centro de radiodifusión, se codificaban según el sistema MUSE, se modulaban y se enviaban a la estación terrena de la NTT, que las transmitía a través del satélite CS-3 (30/20 GHz) hacia siete estaciones terrenas de NTT, desde las que se distribuían por un radioenlace de microondas transportable (11 GHz), hacia los sitios de demostración de TVAD.

La relación C/N global después de dos transmisiones en tándem entre Corea y Japón, medida en el receptor de radiodifusión por satélite con una antena de 75 cm de diámetro, fue de 17,9 dB; el valor calculado era 18,3 dB. Las características generales de frecuencia en FI después de la igualación presentaban una variación de amplitud de 0,5 dB cresta a cresta y un retardo de grupo de 5 ns cresta a cresta. Se obtuvieron también unas características de transmisión de la forma de onda satisfactorias después de la igualación.

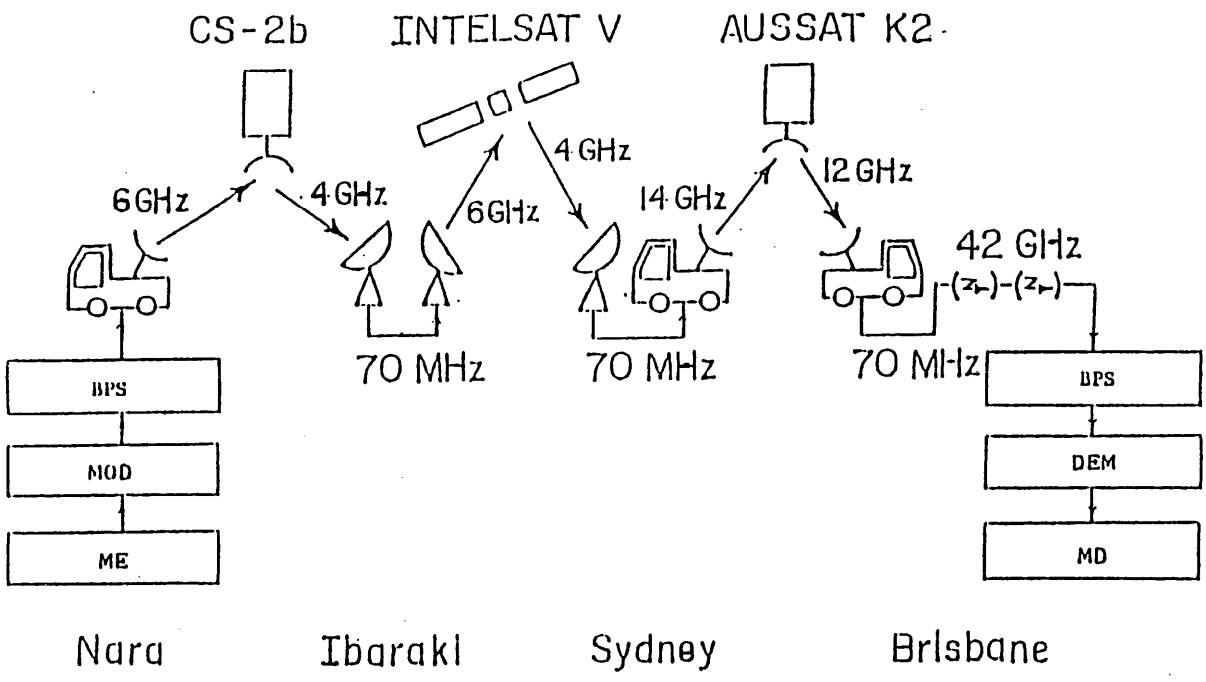


FIGURA 13- Configuración del sistema para la transmisión de Japón a Australia

ME : Codificador MUSE
MOD: Modulador MF
BPS: Filtro pasobanda de 27 MHz
DEM: Demodulador MF
MD : Decodificador MUSE

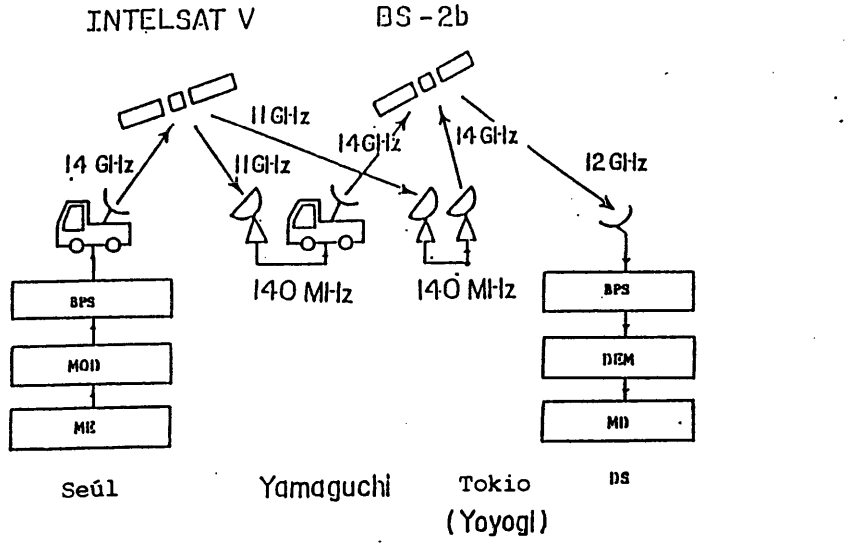


FIGURA 14- Configuración del sistema para la transmisión de Corea a Japón

ME : Codificador MUSE
MOD: Modulador MF
BPS: Filtro pasabanda de 27 MHz
DEM: Demodulador MF
MD : Decodificador MUSE
DS : 81 emplazamientos de demostración

Estos experimentos confirmaron la posibilidad de efectuar transmisiones de señales de TVAD a larga distancia y por medios mixtos mediante conexiones nacionales e internacionales.

2.2 Transmisión digital

El Grupo Interino de Trabajo 11/7 informa en el [CCIR, 1986-90c] sobre estudios que indican que las técnicas de reducción de la velocidad binaria (MICD, TCD) utilizadas actualmente para la televisión convencional pueden ser adecuadas para la TVAD, y se ha desarrollado un sistema a 140 Mbit/s basado en una fuente de tipo 1125/60/2:1. Se ha desarrollado también un códec a 140 Mbit/s para señales HD-MAC. Se examinan los diferentes requisitos de redes de contribución y de distribución.

Además, en [CCIR, 1986-90d] se expone que las investigaciones realizadas en el Grupo Interino de Trabajo 11/7 ponen de manifiesto la existencia de diversas técnicas de reducción de la velocidad binaria que permitirán efectuar la transmisión de TVAD digital a unos 140 Mbit/s. Los trabajos prácticos actualmente en curso en códecs para el nivel 4:2:2 de la Recomendación 601 deberán proporcionar más información al respecto. Cabe esperar que las decisiones definitivas en cuanto a los métodos normalizados dependan de los parámetros digitales elegidos para el estudio y para el intercambio internacional de programas de TVAD.

Se ha propuesto insertar un nuevo punto "3.1 Métodos de reducción de la velocidad binaria para señales de TVAD" en el Informe 1089, basado en Contribuciones recibidas por el GIT 11/7 [CCIR, 1986-90e].

Los principios de codificación de la reducción de anchura debanda HD-MAC se describen en [CCIR, 1986-90f]. Según éstos, se optimiza HD-MAC para permitir la introducción de servicios de TVAD en los canales aprobados en la CAMR de Radiodifusión de 1977. Se utiliza la televisión asistida digitalmente y la codificación con múltiples derivaciones. La selección del sistema se basó en el resultado de evaluaciones subjetivas.

En [CCIR, 1986-90g] se describe diferentes sistemas de transmisión MUSE digital con codificación MIC o MICD y velocidades binarias de 135 Mbit/s y 100 Mbit/s, respectivamente.

Cuando el MUSE es el sistema de destino, la transmisión digital de la señal MUSE por enlaces de distribución tiene ventajas respecto a los enlaces de contribución, que en caso contrario pueden optimizarse.

Se desarrolló un códec con reducción de la velocidad binaria para TVAD. Puede transmitir señales TVAD de 1.125 líneas/60 Hz a 97,728 Mbit/s, que es la velocidad binaria del cuarto nivel en la jerarquía digital japonesa. Este códec también se puede aplicar para la codificación a la velocidad del canal H4 (unos 135 Mbit/s) para la RDSI de banda ancha. Utiliza prefiltrado adaptable para reducir el ruido, codificación por extrapolación e interpolación con predicción adaptable intracampo/intertrama, y codificación de longitud de palabra variable [Yashima y Sawada, 1987; Sawada y Yashima, 1988; Yashima y Sawada, 1989; CCIR, 1986-90h].

Se demostró la transmisión de TVAD a 97,728 Mbit/s utilizando un prototipo de este códec para reducción de la velocidad binaria y líneas de transmisión reales de fibra óptica. Las señales de la banda de base de TVAD utilizadas fueron las señales componentes de Y, P_R y P_B con anchuras de banda de 20 MHz, 7 MHz y 7 MHz respectivamente [Yashima y Sawada, 1989; CCIR 1986-90h].

En [CCIR, 1986-90i] se describe un sistema de codificación de la TVAD a 120/140 Mbit/s, realizado en circuito para aplicaciones prácticas. Este sistema está diseñado para transmitir señales de TVAD a través de los transpondedores de 72 MHz de anchura de banda del satélite INTELSAT, o por un cable de fibra óptica de jerarquía AD. Las técnicas principales de reducción de la velocidad binaria empleadas son:

- eliminación de intervalos de supresión y procesamiento en líneas alternadas para componentes de dos colores;

- un submuestreo Nyquist 1/2 con una estructura de línea descentrada; y

- una codificación MICD interior a la trama con un filtro de conformación de ruido adaptable y un cuantificador adaptable.

Aunque el sistema MUSE se ha desarrollado para la transmisión analógica, la mayoría de los procesamientos de la señal en el sistema se realizan en forma digital y se adaptan fácilmente a la transmisión digital. En el sistema MUSE se utiliza ya una técnica de submuestreo en el dominio del tiempo pero no se efectúa aún la compresión de la información de amplitud, y puede ser aplicable para nuevos procesamientos en la transmisión digital.

2.3 Interfaz de transmisión

En muchos casos se emplearán enlaces de varios medios diferentes en la cadena que va del originador del programa al espectador final. Por ejemplo, una cadena nacional de televisión podría recibir un programa por redes de cable coaxial o de fibra óptica o por sistemas de los servicios fijo y fijo por satélite, y distribuirlos luego a sus estaciones de televisión por el mismo sistema o incluso por sistemas diferentes, de cable, del servicio fijo o del servicio fijo por satélite, para su difusión por medios terrenales.

Siquiera los sistemas de radiodifusión por satélite podrían recibir su material de programación de una diversidad de fuentes como las mencionadas más arriba y, en el caso del modo de recepción comunal, podrían distribuirlo de muy diversas maneras más allá de la estación terrena del servicio de radiodifusión por satélite.

Las conexiones de esta naturaleza entrañan interfaces, es decir, sitios de conexión de formatos. Para que la conversión sea posible deberán conocerse las características de los formatos, y para que la misma resulte fácil y produzca una degradación mínima de la calidad de la imagen, los formatos deberán elaborarse en forma de un conjunto unificado.

Se puede dar un ejemplo concreto de los interfaces que se necesitarán en una transmisión por satélite. Se piensa inaugurar en 1990 un servicio de TVAD mediante el satélite BS-3 del Japón.

En esas operaciones podría ser necesario establecer un enlace entre el estudio y el transmisor, con circuitos de transmisión desde la estación local que origine el programa a la estación terrena del satélite BS-3. En dichos circuitos podría utilizarse el sistema MUSE, el formato de TVAD para las emisiones del BS-3, pero también podrían utilizarse formatos diferentes.

Para la transmisión MUSE se han considerado dos formatos MIC y uno MICDA.

Un método MIC codifica las señales de vídeo, sonido y control según el formato MUSE. Tiene 8 bits/muestra para las señales de luminancia y de diferencia de color y requiere una velocidad binaria neta de aproximadamente 117 Mbit/s. El segundo formato MIC, más sencillo pero menos eficaz, tiene también 8 bits/muestra y requiere una velocidad binaria neta de aproximadamente 130 Mbit/s. El formato MICDA, con 6 bits/muestra, sólo requeriría unos 88 Mbit/s.

Todos estos formatos podrían incluirse en el nivel H4 de la RDSI (132 Mbit/s como mínimo) con capacidades complementarias variables para la corrección de errores.

Se ha desarrollado [CCIR, 1986-90j] un códec de reducción de velocidad binaria para señales HD-MAC que se adapta al nivel de transmisión H4 de 140 Mbit/s.

En suma, para poder seguir explotando y para ampliar un sistema nacional, regional e internacional de entrega de programas de televisión por diversos medios, es necesario definir interfaces entre estos medios. También es necesario establecer un conjunto jerárquico de formatos de emisión y transmisión, para sacar el mejor partido posible de las diferentes características de cada medio, y a fin también de que pueda convertirse de un formato a otro con degradaciones mínimas y a un coste razonable.

2.4 Periodismo electrónico por satélite

La técnica de periodismo electrónico por satélite (SNG) es un medio para el intercambio internacional de material de programas, y cada vez se realizan más transmisiones de televisión haciendo uso de estas capacidades, en particular en acontecimientos internacionales, como los Juegos Olímpicos. El CCIR está realizando estudios en este campo en el GITM CMTT-4-10-11/1.

El trabajo de este GITM se ha centrado en la preparación de un Informe y una Recomendación. El Informe se ha elaborado teniendo en cuenta las características de los sistemas de televisión en funcionamiento actualmente. Estos sistemas utilizan las capacidades de los satélites de comunicación existentes en las bandas 6/4 y 11/12/14 G.64 situados en la órbita de los satélites geoestacionarios, y cuyas características son perfectamente conocidas. Dichas características han servido de base para redactar un Informe que contiene los requisitos técnicos y de explotación del SNG que abarcan en general la utilización de enlaces ascendentes mediante equipos portátiles y de rápida instalación, que duran desde algunas horas hasta varios días.

Para el SNG se ha venido utilizando el espectro atribuido al servicio fijo por satélite. Al examinar el material que figura en el proyecto de Informe del GITM 10-11/3 a la Reunión Extraordinaria en lo referente al SNG, parece que los puntos siguientes necesitan una nueva evaluación y la modificación consiguiente en el caso de que se utilice TVAD para el SNG.

2.4.1 Balance del enlace

La TVAD necesita más densidad de energía. Las consideraciones sobre elbalance del enlace se refieren a una mayor p.i.r.e. del enlace ascendente, a un mayor valor de la relación C/N y, por consiguiente, a una mayor potencia y mayor ganancia de la antena de los satélites y de las estaciones terrenas.

2.4.2 Espectro

Dependiendo del tipo de formato de transmisión elegido para la TVAD y de la calidad, puede ser necesario aumentar la anchura de banda requerida para una transmisión de SNG en TVAD, en comparación con la que se necesita actualmente.

2.4.3 Separación orbital

Un aumento en la densidad de potencia puede traducirse en la imposibilidad de transmitir señales de TVAD mediante satélites que se encuentren próximos en la órbita de los satélites geoestacionarios.

2.4.4 Densidad de la p.i.r.e. fuera del eje

Puede que no sea posible mantener los límites de emisión indicados para las actuales transmisiones del enlace ascendente del SNG.

2.5 Conclusiones

De la norma de estudio podrían derivarse también uno o más formatos de transmisión/emisión estrechamente relacionados entre sí y optimizados para diversos medios de entrega de programas.

La definición de dicha norma de estudio debiera preceder a la de cualquier norma subsidiaria, a fin de poder reducir al mínimo la degradación de la señal y los costes de conversión.

Para poder explotar y ampliar un sistema nacional, regional e internacional de entrega de programas de televisión por diversos medios es necesario definir interfaces entre estos medios. También es necesario establecer un conjunto jerárquico de formatos de transmisión y emisión que permita sacar el mejor partido posible de las diferentes características de cada medio y que haga posible también la conversión de un formato a otro con degradaciones mínimas y a un coste razonable.

También debe exigirse que la conversión entre todos los formatos de esta naturaleza resulte fácil con el fin de reducir el coste y la complejidad de los aparatos domésticos destinados a recibir programas por conducto de diferentes medios de entrega.

3 Transmisión terrenal de la TVAD

3.1 Introducción

Se están registrando grandes avances en la transmisión terrenal de la TVAD. Ello queda ilustrado por los experimentos y desarrollos de diversos formatos de señal de los que se ha venido informando.

3.2 Formatos de señal experimentales para la transmisión de la TVAD

En una señal compuesta multiplexada por división de frecuencia, denominada señal compuesta HLO-PAL (PAL con desplazamiento de media línea – «Half-Line Offset»), la señal subportadora de diferencia de color correspondiente a la señal diferencia de color de banda estrecha (C_n) es adyacente a la señal de luminancia (Y), en tanto que otra señal correspondiente a la señal diferencia de color en banda ancha (C_w) está situada en las inmediaciones de la misma subportadora, con su banda lateral inferior parcialmente entrelazada con la señal de luminancia HLO. Esta señal se ha utilizado ampliamente para pruebas de distribución y transmisión de las señales de TVAD [CCIR, 1982-86a].

En una señal multiplexada por división en el tiempo, denominada señal TCM (multiplexión por compresión en el tiempo – «Time Compression Multiplexing»), se comprimen las señales de diferencia de color y se multiplexan la señal de luminancia y una de las señales de diferencia de color. Por tanto, las señales de diferencia de color se transmiten secuencialmente en línea. La anchura de banda de la señal TCM propuesta para un sistema de 1125 líneas es de 20 MHz [Tsuboi y otros, 1985].

En otra señal multiplexada por división en el tiempo, denominada señal TCI (integración por compresión en el tiempo), existen varias versiones según la disposición simultánea o secuencial de las señales de diferencia de color y las diferentes relaciones de compresión [Fujio y Kubota 1982].

También se ha desarrollado un sistema de conversión de exploración para TVAD con técnicas de adaptación al movimiento, denominado FCFE (mejora de la pureza de conversión de cuadro – «Frame Conversion Fineness Enhance»). Convierte la exploración entrelazada 2 : 1 en exploración progresiva en el receptor. Este dispositivo se considera útil para reducir la anchura de banda requerida para la transmisión de TVAD [CCIR, 1982-86a, b, c].

Se ha desarrollado un sistema de reducción de anchura de banda, denominado sistema MUSE («Multiple Sub-sampling Encoding» – codificación por submuestreo múltiple), para transmitir señales de TVAD vía satélite utilizando un solo canal en la banda de 12 GHz. La anchura de banda de la señal de banda de base es de 8,1 MHz. El sistema utiliza submuestreo de puntos entrelazados 4 : 1 que emplea desplazamientos intercuadro e intertrama. Puede verse una descripción más general en el Informe 1075.

Se informa que se han utilizado con gran eficacia preacentuación y desacentuación no lineales en la transmisión MF de señales de TVAD [Fujio y Kubota, 1982].

Se ha examinado la transmisión digital [Phillips y Harvey, 1978; CCIR, 1978-82a], y en lo que respecta a la anchura de banda requerida y a la potencia necesaria del transmisor, en el futuro puede resultar competitiva con la transmisión MF analógica.

3.3 Métodos de reducción de la velocidad binaria para la TVAD

3.3.1 Introducción

De conformidad con la Decisión 60, el Grupo Interino de Trabajo 11/7 estudia los aspectos de la transmisión digital de las señales de televisión de alta definición en los cuales la reducción de la velocidad binaria es un proceso indispensable. En la realización de esta tarea se pueden aprovechar los resultados obtenidos de los estudios sobre métodos para el nivel 4:2:2 de la Recomendación 601 que figuran en el Informe 1089 y en los trabajos actualmente disponibles sobre algoritmos de normalización y especificaciones de los códecs para transmisiones a 34, 45 y 140 Mbit/s.

Los estudios están destinados a las redes de contribución y de distribución y en ellos se tiene en cuenta la Decisión 18-6. No siempre es fácil establecer una distinción entre estas aplicaciones. En términos generales, las aplicaciones de contribución son las relacionadas con el tráfico entre estudios que requieren señales de tal fidelidad que pueden someterse al tratamiento en estudio posterior a la producción y al paso por más de una operación de codificación/decodificación digital. Cuando se trata de distribución entre entidades de producción, las señales de vídeo componentes procedentes de una fuente central se codifican para su transmisión. Cuando se trata de la distribución a los telespectadores, la codificación se aplica a señales que ya han sido codificadas en formatos analógicos o digitales, y ello constituye la forma final de entrega a los hogares. Con frecuencia, la elección de la distribución a los telespectadores se verá influenciada por las ventajas económicas que entraña la posibilidad de disponer en el hogar de un decodificador a bajo costo.

En este momento se están estudiando algunas de las técnicas de transmisión utilizadas para la distribución de la programación a las entidades de radiodifusión, por lo que respecta a la calidad suficiente con que deben contar.

3.3.2. Distribución entre entidades de radiodifusión

En [CCIR, 1986-90i] se describe a grandes rasgos un sistema de codificación de TVAD a 120/140 Mbit/s, que ya se ha utilizado en circuitos compactos para aplicaciones prácticas. Puede hallarse más información en la Parte 9, punto 2.2 "Transmisión Digital" dedicada a la transmisión por satélite.

En [CCIR, 1986-90k] se presentan algunos resultados preliminares obtenidos utilizando el algoritmo DCT. Trata de señales de TVAD con los valores de los parámetros propuestos en [CCIR, 1986-90l] que utilizan exploración progresiva y dan como resultado una velocidad binaria de 2 304 Mbit/s. Se hace referencia a la labor intensiva realizada durante el presente Periodo de Estudios para llegar a la especificación de un códec de contribución a 34/45 Mbit/s para las señales digitales tradicionales, según la Recomendación 601. Se afirma que los resultados prometedores obtenidos han inducido a varias organizaciones a aplicar esas técnicas de reducción de la velocidad binaria en las señales de TVAD, planteándose como objetivo los códecs de contribución de TVAD a 140 Mbit/s. Se destaca que puede no ser conveniente efectuar una simple extrapolación de estos resultados, pues: a) se requiere una relación de compresión más alta; b) la exploración progresiva proporciona un contenido de información más abundante, y c) a causa de la velocidad de datos elevada, se deben tener en cuenta las limitaciones concretas de los algoritmos para poder realizar éstos con circuitos compactos.

En algunos proyectos cooperativos que se realizan actualmente en Europa se están llevando a cabo los estudios adicionales requeridos para adaptar los códecs tradicionales a la TVAD. Se realizan simulaciones basadas en el algoritmo de codificación DCT propuesto por el Grupo de Expertos DCT. Aunque es preciso proseguir con los trabajos, se afirma que la ampliación del algoritmo ya ha dado resultados prometedores para los formatos de TVAD de exploración entrelazada y progresiva. Para terminar, en el documento se afirma que el canal de 140 Mb/s puede considerarse un canal posible para la transmisión de TVAD en ambos formatos, permitiendo así conservar en la transmisión las ventajas de la exploración progresiva.

En [CCIR, 1986-90m] se hace una reseña de los sistemas de decodificación de sonido MICD-IR que también pueden aplicarse en las instalaciones en estudio. Se informa que un sistema MICD-IR de 16 a 11 bits de 48 kHz y un sistema MICD-IR de 15 a 8 bits de 32 kHz, son capaces de reproducir aproximadamente la misma calidad que un sistema MIC lineal a 16 bits de 48 kHz y la de un sistema MIC-IR de 14 a 10 bits de 32 kHz respectivamente, utilizados en Japón en la radiodifusión por satélite.

3.3.3 Distribución a los telespectadores

En el marco del programa europeo Eureka-95 se creó un códec de reducción de la velocidad binaria para las señales HD-MAC que se describe en [CCIR, 1986-90j]. La técnica emplea un híbrido de un sistema MIC a 8 bits y de un sistema MICD a 5 bits con un cuantificador reflejado, para reducir la velocidad binaria del múltiplex HD-MAC al nivel de transmisión H4 de unos 140 Mbit/s. El método es de aplicación sencilla, es robusto en cuanto a la presencia de errores de transmisión y puede transmitir señales HD-MAC aun cuando éstas se encuentran en forma aleatorizada. Se efectuó una demostración de ese tipo de códec en la IBC 88 en Brighton, Reino Unido, transmitiendo señales HD-MAC a través de 2 km de fibra óptica.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

En [CCIR, 1986-90n] figura un panorama general de la transmisión digital de la señal MUSE (para más detalles sobre la señal MUSE, véase el Anexo II del Informe 1075). Se considera que el sistema de transmisión digital descrito presenta ventajas, particularmente cuando la transmisión requiere únicamente una señal codificada en MUSE. En el documento se afirma que es posible efectuar la transmisión digital de la señal MUSE a una velocidad binaria de unos 135 Mbit/s por medio del esquema MICD-MUSE. El sistema se está perfeccionando y se están realizando nuevas aplicaciones.

Se ha desarrollado un sistema MICD-MUSE y se han realizado algunas pruebas y demostraciones con equipos reales.

De los resultados de las pruebas, cabe concluir que puede utilizarse un sistema MICD de 6 bits/muestra para la transmisión de señales MUSE 1125/60, sin degradación perceptible. Esto requiere una velocidad binaria de 100 Mbit/s y puede ser apropiado para un canal de transmisión de banda ancha que emplee un satélite de radiodifusión japonés, BS-3.

Para utilizarlo con transpondedores con una anchura de banda de 36 MHz, se necesita reducir más la velocidad binaria. A este efecto, el objetivo que ha de alcanzarse es una transmisión a 60 Mbit/s sin degradación perceptible. [CCIR, 1986-90o].

En [CCIR, 1986-90p] figura información relativa a los diferentes efectos subjetivos de los errores binarios que dependen de tres esquemas de codificación diferentes para la transmisión de imágenes fijas de TVAD. Para las señales componentes MIC lineales, para la señal MIC submuestrada y para la señal MICD submuestrada, los valores relativos de la proporción de bits erróneos, a los cuales se juzga que la degradación subjetiva es la misma, resultaron ser 1, 1/6 y 1/10 respectivamente, expresados en función del límite perceptible preciso de la degradación.

3.4 Transmisiones a corta distancia

3.4.1 Transmisión por fibra óptica

En la Feria Internacional de Radiodifusión de 1987 de Berlín, se hizo la demostración de la transmisión de señales TVAD 1125/60/2:1 por un enlace de fibra óptica de 1,152 Gbit/s. La velocidad binaria total de la señal vídeo era 864 Mbit/s (frecuencia de muestreo: para la señal de luminancia 54 MHz, y 27 MHz para cada una de las señales de diferencia de color). La capacidad restante del canal se utilizó parcialmente para sonido estereofónico y para la protección contra errores [CCIR, 1986-90a].

El Documento [CCIR, 1986-90q] describe un sistema de transmisión digital de la señal de TVAD por fibra óptica monomodo. Este sistema de transmisión ofrece la posibilidad de cursar en serie un tren de datos digitales a 144 Mbit/s, procedente de una fuente de TVAD 1250/50/2 (Norma AD-E) o de una fuente de TVAD 1250/50/1 con prefiltrado diagonal (Norma AD-Q). La frecuencia de datos de línea serie es de 1,296 Gbit/s. El documento afirma que en el próximo futuro se ampliará el sistema para poder transmitir dos trenes de datos digitales a 144 Mbit/s. Esta ampliación permitirá transmitir la imagen de TVAD procedente de una fuente de TVAD 1250/50/1 (AD-P), lo que se traducirá en una frecuencia de datos serie de 2,592 Gbit/s.

Se utiliza una transmisión por fibra óptica para enviar señales componentes de TVAD del principal estadio de Seúl al Centro Internacional de Radiodifusión. La distancia real del cable era de 34 km. Las señales de banda de base utilizadas en esta sección fueron señales de componente vídeo de la señal de luminancia (Y) y las señales de diferencia de color (Pb y Pr).

Las señales de componente vídeo moduladas en frecuencias y las señales de audio MIC de TVAD se multiplexaban por división de frecuencia y luego modulaban un diodo láser. En medio del trayecto se colocó un receptor óptico. Las relaciones señal/ruido no ponderadas obtenidas con las señales vídeo eran mejores que 55 dB.

Se transmitieron señales MUSE desde el Centro de Radiodifusión, a través de una fibra óptica, a algunos lugares de demostración en el centro de Tokyo, durante los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988. En el sistema se empleó una SWFM-IM (modulación de frecuencia de la onda cuadrada - modulación de intensidad).

3.4.2 Distribución de televisión por cable

Las redes de televisión por cable (TVCA) son también un medio importante para la distribución de programas de TVAD al público en general. Con tal fin se han propuesto varios métodos y se ha informado de algunos resultados experimentales.

Para elegir el sistema de transmisión de TVAD que ha de utilizarse en una red TVCA deben tenerse en cuenta diversos criterios, como la anchura de banda requerida de la señal RF, la banda de guarda necesaria para evitar interferencia de canal adyacente, la relación C/N requerida antes de la demodulación, la complejidad del receptor del abonado, etc. En función de estos criterios se ha estudiado un sistema de transmisión MF y un sistema MA-BLR y se han efectuado experimentos con ambos.

Además, las redes de radiodifusión terrenal y por satélite y de televisión por cable tienen todas importantes funciones que desempeñar y están interconectadas entre sí. En el Documento 11/279(Rev.1), Informe del GIT 11/6, se expresa que en las normas de emisión terrenal ha de tenerse en cuenta:

a) la necesidad de la compatibilidad con las infraestructuras terrenales existentes;

b) los costos que entrañaría la obtención de la compatibilidad entre las normas de radiodifusión terrenal de televisión de alta definición y las normas de otros medios de transmisión [CCIR, 1986-90r].

La CATV Hi-Vision Promoting Association del Japón efectuó experimentos de distribución de TVAD a gran escala del 28 de octubre al 3 de noviembre de 1988. La señal TVAD se codificaba según el sistema MUSE, se modulaba en frecuencia en una portadora de 400 MHz y se combinaba con las señales TVCA clásicas aplicadas a la red. La señal MUSE modulada se enviaba también a otra cabecera por un radioenlace de microondas de dos tramos en la banda de 23 GHz, y la señal recibida se retransmitía por un enlace de fibra óptica de unos 21 km de longitud hacia otra ruta troncal de la red TVCA. Las señales TVAD fueron controladas mediante monitores en ocho puntos principales de verificación, en todos los cuales se observaron señales de excelente calidad. La relación S/N no ponderada de la señal fue superior a 50 dB en el extremo más lejano de las facilidades TVCA, después de atravesar un radioenlace de microondas de dos tramos, un enlace de fibra óptica y nueve amplificadores troncales.

La anchura de banda RF requerida de un sistema MA-BLR es 12 MHz y no hacen falta bandas de guarda. En cambio, se necesita un valor alto de C/N, lo que hace aumentar la carga de los amplificadores troncales. Para la distribución de la señal MUSE recibida de un satélite de radiodifusión, puede ser necesario un convertidor de modo con recuperación a partir de la acentuación no lineal.

Este sistema fue también objeto de demostraciones en el congreso anual de la NCTA (National Cable Television Association) celebrado en Estados Unidos por medio de instalaciones de TVCA existentes. Esta demostración confirmó que no había interferencia mutua entre una señal MUSE y las señales de televisión convencional.

Los resultados que preceden indican que en la práctica puede utilizarse cualquiera de los dos métodos, según la situación.

Como se describe en la Parte 7 del Informe 801-3, Estados Unidos de América está examinando sistemas de radiotransmisión terrenales que requieren anchura de banda de canal 6 MHz, 6 más 3 MHz y 6 más 6 MHz. Hasta ahora no se ha adoptado ninguna decisión sobre el método que deberá seguirse. Esto se debe en gran parte a la necesidad de realizar las pruebas requeridas de los sistemas propuestos y formular la estructura necesaria de gestión del espectro. Cable Television Laboratories, Inc. de Estados Unidos, proyecta realizar pruebas de sistemas de TVA propuestos por instalaciones de cable para determinar la idoneidad de cada uno para el uso en la red de televisión por cable.

Los parámetros que han de ser objeto de prueba y que representan las restricciones técnicas y de explotación clave para las redes de televisión por cable son los siguientes:

a) Interferencias a frecuencias discretas;

b) relación mínima portadora/ruido (C/N);

c) microrreflexiones;

d) barrido de alto nivel;

e) distorsión de transmodulación;

f) distorsión de intermodulación;

g) zumbido y ruido de baja frecuencia;

h) distorsión de potencia de cresta;

i) modulación de fase de portadora incidental;

j) compatibilidad de control de ganancia;

[CCIR, 1986-90r].

En [CCIR, 1986-90f] figuran los principios de codificación de reducción de la anchura de banda HD-MAC para la emisión de imágenes de TVAD derivadas de la norma 1.250/50/1 propuesta, constituyendo el documento un Informe sobre los estudios realizados en el marco del programa Eureka-95. Se afirma que el sistema HD-MAC se ha optimizado para permitir la introducción de servicios de TVAD en los canales acordados en la CAMR de radiodifusión por satélite celebrada en 1977, al tiempo que se conserva la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes. Se analizan los métodos de reducción de la anchura de banda utilizados, incluyendo el concepto de televisión con asistencia digital y codificación multitrama. Se pone de relieve que habrá que hacer algunos compromisos de diseño, y se hace referencia a las evaluaciones subjetivas que indujeron al programa Eureka a adoptar este sistema. Se propone la modificación del Informe AZ/11* de forma que tenga en cuenta este documento.

---

* La Comisión de Estudio 11 suprimió este Informe durante la Reunión Extraordinaria de dicha Comisión relativa a la Televisión de alta definición, Ginebra, 1989.

En [CCIR, 1986-90s] se informa sobre la propuesta de transmisión MA-BLR y MF-BLR para la distribución por cable de la HD-MAC. La transmisión MA-BLR se aplica a la señal de banda de base con multiplexión en el tiempo. Se ha realizado una demostración de la utilización de una separación de canales de 12 MHz, que se recomienda como norma común. El filtrado de Nyquist de la transmisión BLR está en la gama de 500 kHz alrededor de la portadora y para obtener una recepción compatible será el mismo que para la distribución MAC/paquetes. Se está estudiando el factor de reducción progresiva de Nyquist para alta definición y la compartición entre el transmisor y el receptor. También se ha efectuado una demostración de la transmisión MF-BLR, para la que debe utilizarse una separación de canales de 16 MHz. Se están estudiando los parámetros de modulación.

Aunque se han hecho demostraciones, deben conocerse los resultados de las pruebas indicadas para todas las combinaciones de anchura de banda de sistemas de TVA, incluida la TVAD, antes de formular Recomendaciones. Para poder establecer normas de transmisión en las redes de televisión por cable, se necesitarán los resultados de las pruebas mencionadas anteriormente. Lo mismo debe aplicarse al considerar cualquier sistema de transmisión para uso en redes de televisión por cable. [CCIR, 1986-90r].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 9

FUJIO, T. y KUBOTA, K. [junio, 1982] Transmission primaries and signal forms. NHK Tech. Monograph, Vol. 32, 27-34.

PHILLIPS, G.J. y HARVEY, R.V. [Agosto, 1978] High-definition television for satellite broadcasting. EBU Rev. Tech., Vol. 170, 168-172.

SAWADA, K. y YASHIMA, Y. [marzo, 1988] High efficiency coding of HDTV signals at the Broadband ISDN H4 rate, 2nd International Workshop on Signal Processing of HDTV, L'Aquila (Italia).

TSUBOI, T., ASATANI, K. y MIKI, T. [enero, 1985] Fiber-optic HDTV transmission technology. SMPTE J., Vol. 94, 1. 4-10.

YASHIMA, Y. y SAWADA, K. [junio, 1987] A high efficiency coding method for HDTV signals, Proceedings of ICC' 1987, 5.1

YASHIMA, Y. y SAWADA, K. [septiembre, 1989] - 100Mb/s coding and transmission of HDTV signals, 3rd International Workshop on HDTV, Turín/Italia (se publicará)

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/76 (CMTT/58) (Japón).

[1982-86]: a. 11/20 (Japón); b. 11/21 (Japón); c. 11/32 (10-11S/9) (Japón).

[1986-90]: a. 11/164 (GIT 11/6); b. GIT 11/547 (Bélgica y otros); c. GIT 11/6-2012 (GIT 11/7); d. GIT 11/6-2090 (Rev.1) (Presidente del GIT 11/7); e. GIT 11/6-3018 (GIT 11/7); f. GIT 11/6-2013 (Bélgica y otros); g. GIT 11/6-2040 (Japón); h. GIT 11/327 (Japón); i. GIT 11/7-193 (Japón); j. GIT 11/7-201 (Reino Unido); k. GIT 11/7-232 (Thomson-CSF); l. GIT 11/7-219 (Bélgica y otros); m. GIT 11/7-197 (Japón); n. GIT 11/7-195 (Japón); o. GIT 11/579 (Japón); p. GIT 11/7-196 (Japón); q. GIT 11/6-2055 (Thomson-CFS); r. 11/556 (EE.UU); s. GIT 11/6-2096 (Francia).

PARTE 10 - EQUIPO DE RECEPCIÓN DE CONSUMIDOR PARA TVAD

1. Introducción

Esta parte del Informe trata del equipo doméstico para TVAD.

En [CCIR, 1986-90a] se destaca la necesidad de examinar todos los medios posibles de entrega de TVAD a los usuarios en sus hogares en forma paralela a fin de minimizar la complejidad del receptor mediante un diseño común máximo de los circuitos, tales como el procesador de imagen, el procesador de sonido y los circuitos de control, con el objeto de reducir al mínimo el coste del equipo.

2. Unidad de visualización para los usuarios

Para un sistema de recepción de TVAD se necesita una visualización de pantalla grande de alta resolución. Es éste también un factor clave para determinar la velocidad a la que se hará popular la TVAD. Se han desarrollado pantallas de observación directa con tubos de rayos catódicos (TRC) con un formato de 16:9, aproximadamente. Por ejemplo, las pantallas de TRC de 51 a 104 cm desarrolladas recientemente tienen un brillo (90 a 230 Cd/m^2) y una resolución suficientes para la utilización en hogares.

También se han desarrollado pantallas de proyección de TRC con diagonales superiores a 100 cm. Para las pantallas de retroproyección se han obtenido brillos y resoluciones casi suficientes con diagonales de 127-178 cm, para brillos de unas 400 Cd/m^2.

Para resolver el problema del parpadeo de zona grande en los sistemas de 50 Hz, especialmente en las pantallas grandes, se ha investigado la conversión ascendente de la frecuencia de trama y se han efectuado demostraciones en septiembre de 1988 (IBC, Brighton, Reino Unido) de varios convertidores ascendentes y de pantallas.

Se han presentado pantallas de observación directa y de proyección para la señal convertida a la norma de visualización 1250/100/2:1 con una frecuencia de línea de 62,5 kHz y una anchura de banda de vídeo de unos 60 MHz.

Otro proyector frontal concebido para una pantalla grande utiliza un circuito de deflexión automática con una frecuencia de línea que va desde 16 kHz a 62 kHz y una frecuencia de trama desde 50 Hz a 100 Hz, y permite la visualización con la exploración 1250/50/2:1 y con la 1250/100/2:1.

El método más sencillo para la conversión ascendente de la frecuencia de trama es repetir dichas tramas, produciendo dos tramas impares consecutivas seguidas de dos tramas pares consecutivas. No obstante, para eliminar otros problemas como el titileo entre líneas o la reducción de resolución y la trepidación, puede que haya que utilizar técnicas sofisticadas tales como la interpolación, la recepción de imágenes y la utilización de señales de control de TVCD.

3. Equipo de recepción de consumidor

3.1 Generalidades

El equipo de recepción es un subsistema importante del sistema de radiodifusión de TVAD, pues encierra la parte principal del gasto del sistema y determina la aceptabilidad de éste.

El equipo de recepción del sistema de radiodifusión de TVAD, al igual que el del sistema convencional, consta básicamente de unidades de cabecera que incluyen una antena, un convertidor reductor, un paso de frecuencia intermedia y de modulación y una pantalla. Las unidades de cabecera son generalmente similares a las de los receptores de televisión convencional y dependen de cada medio de radiodifusión. En el caso de la radiodifusión por satélite en banda estrecha de radiofrecuencia utilizando el sistema MUSE, las unidades de cabecera existentes pueden utilizarse corrientemente, o con algunas modificaciones, lo cual se verifica utilizando una serie de receptores y pruebas en condiciones reales.

En Japón, se han realizado diariamente transmisiones experimentales de TVAD por satélite con el sistema MUSE durante una hora con el BS-2b, desde el 3 de junio de 1989. Para la recepción de esta transmisión experimental de TVAD pos satélite se han utilizado la misma antena de recepción y unidad exterior que las empleadas para la actual radiodifusión por satélite con el sistema de subportadora digital/NTSC.

La unidad interior se ha configurado para poder recibir la señal de subportadora digital/NTSC y la del sistema MUSE.

Al recibir esta última, la señal MF detectada MUSE se aplica al decodificador correspondiente en el que se elimina la señal de dispersión y se aplica la desacentuación. El impulso de fijación del control automático de frecuencia va desde el decodificador MUSE a la unidad interior. Con este fin, en la unidad interior se dispone de los terminales de conexión para la salida de la señal detectada y para la entrada del impulso de fijación.

La eficacia de la antena de recepción y el factor de ruido de la unidad exterior que se encuentran en el mercado actual de productos de consumo, son como media 68%, 1,8 dB respectivamente [CCIR, 1986-90b].

Tres fabricantes anunciaron el 20 de septiembre de 1989 desarrollos de prototipos de reeptor MUSE de consumidor. Utilizan una serie de circuitos especializados de integración a muy gran escala (VLSI). Sobre estos VLSI se informa en [punto 3.2 de la Parte 10].

Los receptores anunciados son de tipo de tubo de rayos catódicos de 32 pulgadas y de tipo de proyección trasera de 50 pulgadas. Están concebidos para recibir señales de televisión convencional en ondas métricas y decimétricas; de "Clear Vision" (televisión de calidad perfeccionada, en Japón), y de "Hi-Visión" (la TVAD en Japón) con un solo equipo.

La mayoría de ellos pueden reproducir el sonido panorámico 3-1 (que se describe en el Informe 1072) acompañando a la imagen de TVAD. En algunos casos se incluyen en su diseño conexiones con magnetoscopios y reproductores de vídeo disco.

Estas realizaciones pueden considerarse como una fase inicial del desarrollo y habrá que continuar la labor para llegar a la segunda fase en la que pueda disponerse en grandes cantidades de estos receptores de consumo [CCIR, 1986-90c].

Se presta una atención especial a otros equipos de recepción que se describen en los puntos siguientes.

3.2 Decodificadores de TVAD

3.2.1 Consideraciones generales

La mayoría de los sistemas de TVAD con procesamiento digital tienen unidades de almacenamiento de cuadro para lograr una compresión de anchura de banda a gran escala. El número necesario de puertas lógicas será de varias decenas de miles y la capacidad requerida del almacenamiento será del orden de 10 Mbit.

Como la reducción de los costes del receptor depende de la eficacia con la que pueden introducirse los circuitos de integración a gran escala (LSI) en el procesamiento de la señal, el desarrollo de los LSI para el decodificador MUSE y las tecnologías correspondientes, avanzan rápidamente. Las tendencias recientes hacia una mayor capacidad de estos almacenamientos, desde 1 Mbit a más de 4 Mbit, y hacia la digitalización de los receptores de televisión convencionales, ha acelerado probablemente el desarrollo de los circuitos LSI para receptores de TVAD.

3.2.2 Decodificador MUSE

En cuanto al decodificador MUSE, las frecuencias de reloj internacionales van desde 16,2 MHz a 48,6 MHz, y la capacidad de memoria es de unos 20 Mbit para su empleo en funciones tales como interpolación y detección del movimiento. Muchos fabricantes distintos producen decodificadores experimentales con componentes discretos, incluyendo circuitos integrados de media escala. Se fabrican en un tamaño razonablemente pequeño y con peso ligero (por ejemplo, un volumen de 0,084 m^3, y un peso de 50 kg) para que puedan ser portátiles.

Recientemente, se han desarrollado 26 tipos de circuitos de integración a muy grande escala (VLSI) especializados para el decodificador MUSE. Utilizando estos VLSI el decodificador puede montarse con 46 unidades de estos circuitos especializados. El tamaño y consumo del decodificador resulta aproximadamente 1/30 del de un prototipo fabricado con circuitos integrados convencionales. El desarrollo de estos VLSI constituye un paso significativo hacia la realización de receptores MUSE de bajo coste para utilización doméstica [CCIR, 1986-90d].

El equipo de recepción de TVAD puede también representar un papel importante en el desarrollo de otros equipos de consumidor. Por ejemplo, el receptor MUSE tiene una memoria incorporada con una capacidad de unos 20 Mbit. Se está tratando de conectarlo a los computadores personales y a otros equipos de tratamiento de la imagen.

El interfaz con otros dispositivos convertirá al receptor MUSE en una unidad multifuncional, lo que le permitirá actuar como un terminal de información total en los hogares.

3.2.3 Decodificador HD-MAC

El decodificador HD-MAC digitaliza la señal de entrada con una frecuencia de reloj de 20,25 MHz pues el punto de frecuencia de Nyquist está situado a 10,125 MHz. La frecuencia de muestreo de salida es de 54 MHz para la luminancia en la norma de presentación 1250/50/2.

El receptor HD-MAC incluye un decodificador de reducción de la anchura de banda (BRD) de la señal HD-MAC con un convertidor elevador opcional que llega a una frecuencia de trama de 100 Hz. El BRD da a la salida una señal Y, U, V según la norma 1250/50/2 con un formato de 16:9. El convertidor elevador da a la salida una señal 1250/100/2.

El BRD contiene cinco memorias de trama para la luminancia y la crominancia, con 288 líneas cada una y con 698 muestras de luminancia y 349 muestras de crominancia de 8 bits en cada línea, lo que hace un total de 12 Mbit. Además, lleva integradas memorias de línea e interpoladores no lineales.

Se tiene planeado emitir varios acontecimientos "en directo" a toda Europa, utilizando el sistema de paquetes HD-MAC. Por tanto, los fabricantes europeos de eléctronica de consumo de la República Federal de Alemania, Finlandia, Francia, Países Bajos, Suecia y Reino Unido han comenzado a desarrollar receptores HD-MAC con alto grado de integración.

El desarrollo de los receptores HD-MAC se basa en el decodificador experimental que se desarrolló para la demostración efectuada en la Internationale Runk-Austellung (IFA'89) de Berlín Occidental, [CCIR, 1986-90e].

La mayoría de los receptores tendrán un tipo de pantalla de proyección, considerándose éste el mejor método de visualización existente hoy día para pantallas de dimensión diagonal superior a un metro.

Todos estos receptores podrán visualizar señales convencionales PAL/SECAM, así como señales MAC con las dos relaciones de aspecto 16:9 y 4:3.

El concepto de DATV (TV con asistencia digital) permite situar en el codificador todos los circuitos de decisión inteligente. Como consecuencia de ello, la complejidad del codificador es mucho menor y aprovecha las mejoras futuras en el proceso de codificación [CCIR, 1986-90f, g].

4. Convertidores para consumidores

Convertidor de normas MUSE a 525 líneas

Considerando la compatibilidad con los actuales receptores y pantallas, se ha desarrollado y efectuado la demostración de un convertidor de normas MUSE a 525 líneas, destinado a los receptores de consumidor y con tamaño reducido (compuesto de cuatro tarjetas de circuito de 20 cm x 30 cm).

La imagen resultante de 525 líneas lograda con este convertidor tiene, como media, una calidad superior a la de la imagen normal originada con la norma NTSC, aunque presenta cierto parpadeo en el borde, con menos interferencia que la causada por el efecto de transcolor del sistema NTSC. Tiene una construcción de circuitos más sencilla y podrá fabricarse con un precio menor utilizando tecnología LSI. El desarrollo de este convertidor de normas MUSE a 525 líneas da cierto margen a la radiodifusión de TVAD en el sistema de 1.025 líneas que puede recibirse utilizando receptores convencionales de 525 líneas.

Después de estos estudios [CCIR, 1986-90h], se han desarrollado con éxito varios circuitos de integración en muy gran escala VLSI. Se ha logrado una versión muy sencilla de dicho convertidor con un solo circuito VLSI para aplicaciones de bajo coste. Otra versión emplea 5 circuitos VLSI separados. Esta versión permite elegir la conversión del formato descartando los bordes laterales o mediante el formato de buzón con supresiones en la parte superior e inferior de la imagen NTSC [CCIR, 1986-90i].

5. Magnetoscopios para consumidores

5.1 Magnetoscopios vídeocasete

En [CCIR, 1986-90j, k] se informa acerca del desarrollo en los Países Bajos de un magnetoscopio de casete que utiliza un sistema de transporte VHS mejorado para el registro y la reproducción de una señal HD-MAC [Weissensteiner, 1988]. Este magnetoscopio fue objeto de una demostración en la Convención Internacional de Radiodifusión celebrada en septiembre de 1988. Con él se obtiene una anchura de banda de la señal de 10,125 MHz (-6 dB) y una relación señal/ruido de imagen no ponderada de 42 dB, utilizando cuatro cabezas, dos canales de grabación con frecuencia modulada y un procesamiento digital en vídeo y audio, con un error de temporización residual < 15 ns. Es capaz de grabar 80 minutos de señal HD-MAC (o MAC) en una cinta de partículas metálicas de media pulgada, e incluye la compensación de la pérdida de imagen.

El magnetoscopio HD-MAC es también capaz de registrar y reproducir las señales de televisión de 625 líneas y 50 Hz (D2-MAC, PAL, SECAM). Con ciertas adaptaciones también pueden registrarse otros tipos de señales de televisión, como la de 1.050 líneas, 59,94 Hz.Más información acerca de este magnetoscopio se hallará en el Informe 1233..

Ya se ha desarrollado un magnestoscopio MUSE para consumidor. [Ninomiya y otros, 1987].

5.2 Sistemas de disco

También se han desarrollado sistemas de disco que graban y reproducen una señal MUSE y que pueden llegar hasta 60 minutos de programación de TVAD en ambas caras de un disco CLV (velocidad lineal constante) de 30 cm. La unidad de disco puede utilizarse en combinación con los decodificadores MUSE en los receptores y se espera encontrar diversas aplicaciones en muchos campos tales como el de reproducción de larga duración de TVAD. También pueden fabricarse discos con el material grabado por los clientes.

En [CCIR 1986-90j, l] se informa acerca del desarrollo de un reproductor de discos vídeo HD-MAC que fue objeto de una demostración en la Convención Internacional de Radiodifusión en septiembre de 1988. Este aparato se ha desarrollado en los Países Bajos con las técnicas actuales de láser óptico y discos [Horstman, 1988]. Su anchura de banda es de unos 12 MHz con una relación señal/ruido no ponderada de 32 dB y un error de temporización residual < 6 ns. El tiempo de reproducción es de 20 minutos por cara para un disco de 30 cm (12 pulgadas) de diámetro.

Este reproductor de discos vídeo HD-MAC está en condiciones de reproducir la señal D2-HD-MAC en forma prácticamente completa, con toda las posibilidades de datos/sonido de una señal de disco compacto (CD) D2-MAC. Esta señal CD se registra en la banda más baja del espectro MF. Más información acerca de este reproductor de discos vídeo se suministra en el Informe 1233..

5.3 Reproductor de disco de imágenes fijas

Se ha construido un vídeodisco digital MUSE para imágenes fijas, llamado CD-HV. Consiste en un disco de 12 cm conforme a la norma CD-ROM. De esta manera pueden grabarse en un solo disco unas 640 imágenes fijas con sonido estereofónico. Estas pueden reproducirse en modo secuencial, con 60 minutos de reproducción por disco, o en el modo de acceso directo, con un tiempo medio de acceso de 4,5 segundos [CCIR, 1986-90m].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA PARTE 10

HORSTMAN, R.A. [1988] Videodisc and player for HD-MAC. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, England, IEE Conference Publication Nº 293, páginas 224-227.

NINOMIYA, Y. y otros [julio, 1987] - Concept of the MUSE system and its protocol. NHK Lab. Note Nº 348.

WEISSENSTEINER, W. [1988] Concept of a consumer-type HD-MAC VCR. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, England, IEE Conference Publication Nº 293, páginas 228-230.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/304 (GITM 10-11/3); b. GIT 11/6-3024 (Japón); c.11/577 (Japón) d. 11/581 (Japón); e. 11/540 (República Federal de Alemania, Finlandia, Francia, Países Bajos, Suecia, Reino Unido); f. GIT 11/6-2013 (Bélgica y otros); g. GIT 11/6-2062 (Francia); h. GIT 11/6-2034 (Japón); i. 11/587 (Japón); j. 11/293 (Bélgica y otros); k. 11/459 (Países Bajos); m. 11/285 (Japón).

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

INFORME 1217

DESARROLLO FUTURO DE LA TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

(Cuestión 27/11)

(1990)

1. Introducción

En la reunión extraordinaria de la Comisión de Estudio 11, mayo de 1989, se determinó que deben realizarse estudios lo más rápidamente posible con el fin de desarrollar más los acuerdos ya concertados. En este Informe se esbozan:

- los enfoques para una norma mundial única de estudio de TVAD;
- los estudios preliminares;
- las actividades futuras.

2. Enfoques para una norma única mundial TVAD de producción en estudio

2.1 Conceptos que han de tenerse en cuenta para una norma única mundial de producción digital en estudio de TVAD

El futuro a largo plazo de la televisión de alta definición está en el campo digital, y asimismo el futuro a largo plazo de las normas de TVAD radica en el establecimiento de normas únicas de ámbito mundial. Para lograrlo, en la Reunión Intermedia del CCIR celebrada en 1987, se identificó un cierto número de posibilidades que se exponen a continuación. Se definen esencialmente en términos digitales. De requerirse definiciones analógicas, se derivan de las digitales. Las posibilidades propuestas son las siguientes:

a) Concepto de "norma virtual de estudio"

Este concepto implica la existencia de un único formato en el bus de datos digitales que se utiliza para transportar y grabar las señales TVAD. Utilizando la norma única la fuente y destino pueden conectarse por medio de dispositivos cabeza de línea, que efectúen la adecuada conversión de la norma.

La "norma virtual de estudio" [Miceli, 1986; Fierro y Miceli, 1987] puede considerarse como norma común a efectos del intercambio de programas. Como consecuencia de ello, sus características deben elegirse de forma que se produzcan un mínimo de efectos derivados de las posibles conversiones dobles.

Entre las características generales de la norma de estudio virtual, cabe citar las siguientes:

a) debe ser digital, debido a la mayor flexibilidad y a la capacidad de proceso máxima que permite esta técnica;

b) debe ser independiente del equipo físico del estudio y por tanto de la tecnología actual;

c) debe dejar el margen suficiente para la producción, para el proceso de conversión de normas y para atender a las necesidades futuras;

d) debe traducirse en velocidades binarias manejables.

En todo momento, el comportamiento general del sistema entre el origen y el destino dependerá de las características de los equipos reales de la cadena de vídeo en ese momento. Por ello, la actuación del sistema podrá mejorarse más adelante sin afectar a la estructura de codificación, mejorando simplemente las características locales de los dispositivos más críticos, a lo largo del trayecto de la imagen.

Ejemplos de este concepto pueden hallarse en los debates sobre el formato de imagen común y de velocidad de datos común, que se detallan más adelante.

b) Concepto de parámetro completamente único fijado desde el principio (adopción de una propuesta existente en forma digital)

Según esta situación se adoptaría, de entrada, con carácter universal y directo una norma única de estudio. Puede razonablemente basarse en 50 Hz, en 60 Hz, o incluso en algún otro valor. Entre los factores que podrían afectar a la elección se encuentran la representación del movimiento, la práctica actual y la tecnología de los dispositivos de presentación.

En la Parte 5 del Informe 801 figuran ejemplos de posibles valores.

c) Concepto de enfoque en dos fases

Este enfoque se basaría en la introducción generalizada de equipo de estudio de TVAD conmutable (50 Hz/60 Hz). Con ello no se eliminaría la necesidad de conversión de normas en el intercambio de programas de TVAD entre países que aplican normas diferentes, pero se abriría la posibilidad de la utilización universal en el futuro de uno u otro sistema.

d) El concepto de un enfoque convergente

Se basa en la adopción de características espaciales comunes de la zona de imagen activa para aplicaciones que utilizan inicialmente las frecuencias de imagen actuales y que, con el tiempo, convergerían en una sola frecuencia de imagen.

2.2 Enfoques posibles para el establecimiento de una norma única mundial de TVAD

En este punto se examinan algunos enfoques para una norma única mundial de TVAD desde el punto de vista de la tecnología digital, y se exponen en líneas generales los métodos que pueden considerarse para lograr el objetivo de una norma única mundial.

En [CCIR, 1986-90a] se examinan también los estudios correspondientes para los formatos digitales. Los tres métodos para lograr finalmente una "norma única mundial" para la producción en estudios y el intercambio internacional de programas sobre la base de una frecuencia de imágenes única son:

- la adopción de una sola norma "única" que cumpla los objetivos de la Decisión 58;

- la adopción de una norma basada en el enfoque de un "formato de imagen común" que lleve a la adopción futura de una norma única;

- la adopción de normas basadas en el enfoque de un flujo binario común que lleve a la adopción futura de una norma única.

Se han recibido contribuciones de varias administraciones que desarrollan estos conceptos y se han propuesto las explicaciones siguientes para caracterizar y distinguir los conceptos de formato de imagen común y de velocidad de datos común:

Formato de imagen común

El concepto de formato de imagen común implica una coincidencia de características espaciales para la zona de imagen activa entre aplicaciones o realizaciones con diferentes frecuencias de imagen. Estas características comunes incluyen el número de muestras activas horizontales y verticales y el formato de imagen, tal como se pone de manifiesto en las propuestas actuales de TVAD. Otras características del sistema pueden ser también comunes en tanto que la frecuencia de muestreo y la velocidad de datos pueden variar en función de la frecuencia de imagen.

Flujo binario común

El concepto de flujo binario común implica una coincidencia de frecuencia de muestreo y flujo binario (total y activa) entre aplicaciones con diferentes frecuencias de cuadro. El número de muestras por línea activa y el formato de imagen son también comunes tal como se pone de manifiesto en las propuestas actuales de TVAD. Otras características del sistema pueden ser también comunes, en tanto que el número de líneas activas puede variar en función de la frecuencia de cuadro.

Se han presentado también otras propuestas que combinan las facetas de un formato de imagen común con las de un flujo binario común.

Asimismo, las definiciones siguientes tienen el exclusivo objeto de aclarar los textos del CCIR relacionados con la TVAD [CCIR, 1986-90b]:

Muestra es el valor de una imagen en un punto definido en el espacio horizontal, vertical y temporal.

Una distribución de muestras cuadrada se obtiene cuando los puntos de muestreo son equidistantes en una retícula ortogonal horizontal-vertical, en un plano de imagen discreto en el tiempo, y supuesto vertical para los fines de esta definición.

Pixel es la abreviatura de "picture element" (elemento de imagen). Es la superficie más pequeña de la imagen óptica que se puede reproducir fielmente.

Un pixel cuadrado es aquél cuyas dimensiones horizontales y verticales son iguales.

Con respecto a la resolución que es posible conseguir actualmente, la relación entre muestras y pixels no es necesariamente idéntica en la dirección horizontal y vertical o en ambas.

2.2.1 Norma única

Todas las administraciones han señalado sus preferencias por una norma única mundial para estudios de TVAD. En [CCIR, 1986-90c] se resumen las razones especiales que dan lugar a la necesidad de una norma única mundial para estudios de televisión de alta definición.

En [CCIR, 1986-90d] la UER afirma su convencimiento sobre el valor de una norma completamente única, pero estudia otros enfoques para el caso de que no pueda llegarse a ella.

Sobre la base de los análisis [CCIR, 1986-90e] y de la información contenida en la Parte 5 del Informe 801, Estados Unidos de América llega a la conclusión de que una norma única mundial debe basarse en 1125/60 [CCIR, 1986-90f]. Actualmente, Estados Unidos [CCIR, 1986-90g] estima que, evidentemente no será posible llegar a un acuerdo unánime sobre el establecimiento de una serie completa de valores de parámetros para una norma única mundial de producción de TVAD en estudio durante el Periodo de Estudios 1986-1990. Por lo tanto, Estados Unidos propone que la adopción de una norma única mundial de producción en estudio de TVAD se aplace hasta el Periodo de Estudios 1990-1994.

En el Documento [CCIR, 1986-90h] Estados Unidos reafirma su convencimiento de que la adopción de una norma mundial única de TVAD para estudios y para el intercambio internacional de programas es un objetivo muy importante del CCIR.

En [CCIR, 1986-90i] figura un anteproyecto de Recomendación apoyado por 11 administraciones en relación con los valores de los parámetros para una norma única mundial de producción de programas (1250/50/1:1).

El Documento [CCIR, 1986-90j] afirma que las administraciones de la Comunidad Europea apoyan el objetivo de una norma única y considera que el sistema 1250/50/1:1 es el que mejor satisface este objetivo. Sin embargo, tras el acuerdo tomado por el CCIR de estudiar un enfoque dual basado en el formato de imagen común o en el flujo binario común, se han hecho estudios sobre las ventajas relativas de los dos enfoques, cuyos resultados se analizan en el presente documento.

Los documentos [CCIR, 1986-90k, l] sostienen que puede aplicarse a largo plazo con suma eficacia una norma de TVAD que satisfaga las necesidades expresadas en los documentos del CCIR, con un formato de imagen de 1920 muestras por línea, con 1080 líneas activas y una frecuencia de imagen común.

2.2.2 El enfoque de un formato de imagen común

Este enfoque, descrito por algunas administraciones como enfoque "unificado" de una norma única se basa en el hecho de que el desarrollo de una norma única se ve actualmente limitado por el deseo de compatibilidad con la frecuencia de cuadro de los sistemas existentes de televisión, pero que esa limitación se eliminará con el tiempo gracias a los avances de la tecnología que permitirá el establecimiento de una norma basada en frecuencias de cuadro superiores para mejorar la reproducción del movimiento y facilitar la conversión a todas las actuales frecuencias de imagen. Estudios iniciales [CCIR, 1986-90m] han indicado que en la producción de TVAD se necesitarán frecuencias de cuadro superiores a las actuales si se requiere la reproducción sin degradación del movimiento. Entre tanto, el enfoque de un formato de imagen común lleva a una norma parcial que incluye parámetros para los que se han adoptado valores únicos a escala mundial. La adopción de valores comunes para los parámetros básicos dirige claramente el proceso hacia una norma única mundial y evitará la reapertura de los debates sobre parámetros ya acordados en las anteriores etapas del proceso. La norma parcial permitirá la introducción de diferentes sistemas que satisfagan los parámetros comunmente acordados y armonizados con los actuales sistemas de televisión. Cuanto mayor sea el número de parámetros que inicialmente se adopte, más fácil será maximizar la homogeneidad entre los diferentes sistemas y convertir los programas producidos en sistemas intermedios a la norma única final.

Para asegurar la convergencia del proceso hacia una norma única, es necesario identificar un conjunto de parámetros fundamentales y llegar a un acuerdo sobre sus valores únicos al principio del proceso. El enfoque unificado multietapas se basa en el concepto de "formato de imagen común" para, en una primera etapa, llegar a un cierto acuerdo sobre los parámetros de imagen, dejando para más adelante los debates y el acuerdo sobre la frecuencia de cuadro, el método de exploración y los parámetros correspondientes.

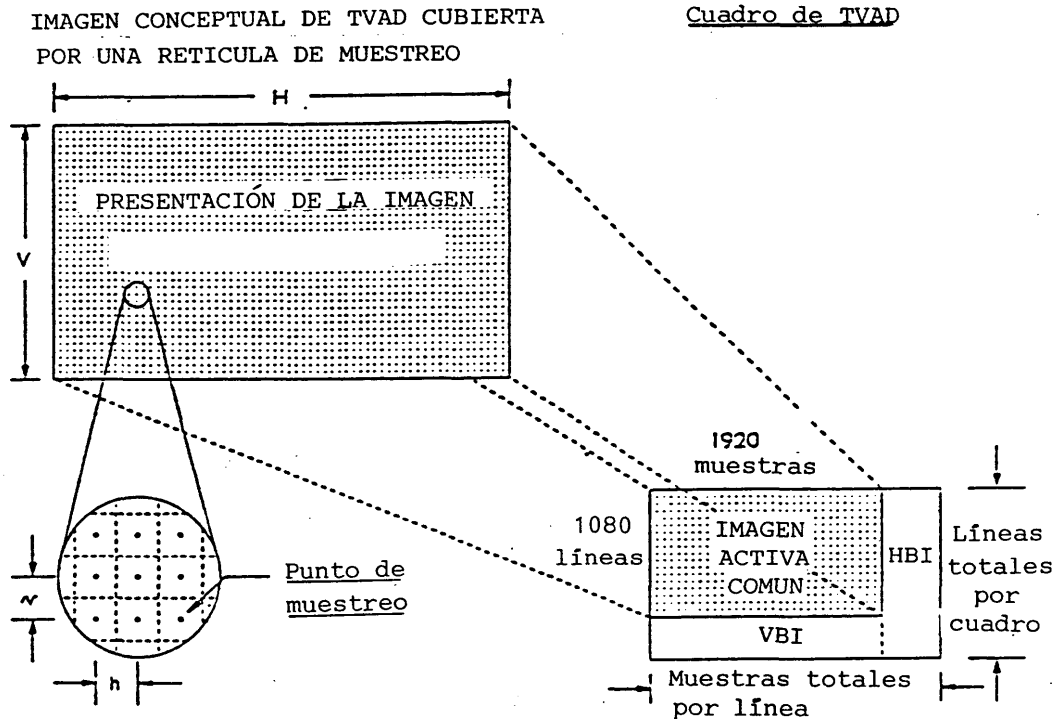
El concepto del formato de imagen común se basa en una visión amplia de las técnicas de reproducción de imagen que incluye aspectos de los sectores de televisión, película cinematográfica, visualización en computadores y publicaciones. Consiste en la utilización de valores comunes para los parámetros que definen la zona de imagen activa en realizaciones de diferentes sistemas de TVAD. Una imagen es una representación bidimensional limitada de un espácio tridimensional que se define por sus características espaciales y sus funciones de luminancia y transferencia de color. El formato de imagen es la especificación de una imagen virtual que define la zona de imagen activa del cuadro de televisión. La Figura 1 da una representación gráfica del concepto de formato de imagen común y una posible serie de valores de parámetros.

El concepto de un formato de imagen común aplicado en el contexto del método unificado para una norma única de TVAD entraña un acuerdo mundial sobre los siguientes parámetros básicos de la zona de imagen activa:

- formato de la imagen,
- formato del elemento de imagen (pixel),
- número de muestras en la dirección horizontal,

- número de muestras en la dirección vertical (es decir, número de líneas),
- disposición de las muestras,
- colorimetría - colores primarios de referencia, blanco de referencia,
- característica de transferencia electro-óptica en la cámara, y
- característica de transferencia electro-óptica en el dispositivo de visualización.

Estos parámetros se corresponden con los parámetros indicados en los puntos 1, 2 y 4 del cuadro de la Recomendación 709. La definición del formato de imagen común se limita exclusivamente a las muestras y los dominios espaciales de la zona de imagen activa y se relaciona con su representación digital. La manera en que esta imagen es explorada para la transmisión, su frecuencia de repetición para reproducir el movimiento y su reproducción en una pantalla física incluyen aspectos temporales y subjetivos que se salen de la definición del formato de imagen. El concepto deja completa libertad en cuanto a la elección del método de exploración, de la velocidad de cuadro y del tamaño de los intervalos de supresión necesarios para la sincronización y otros fines en la realización de formatos de diferentes sistemas de distribución de TVAD (véase la Figura 2 [CCIR, 1986-901].



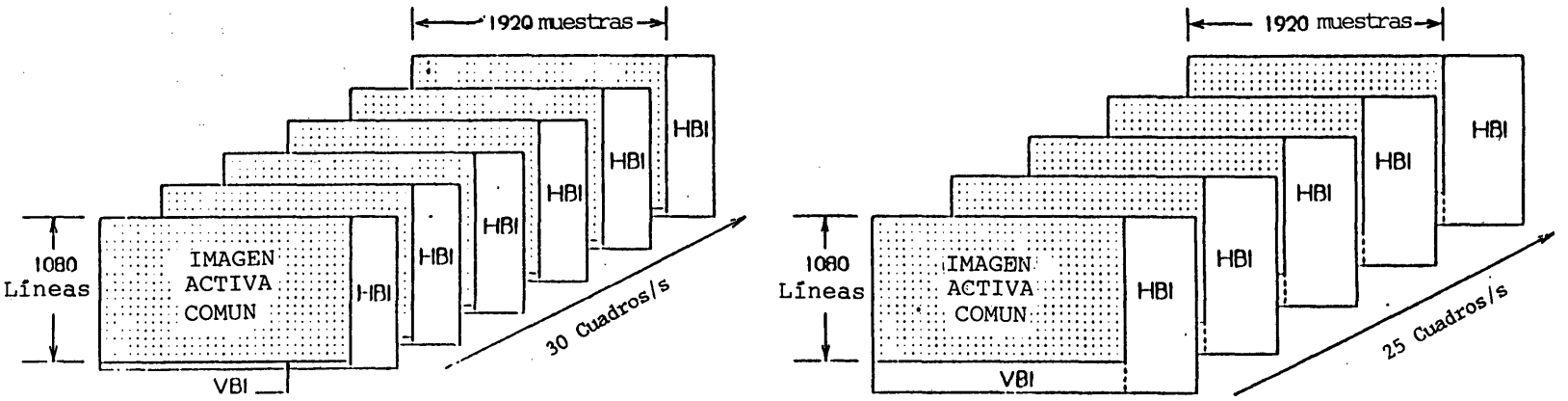
Formato de imagen : H/V = 16/9

Formato de pixel : h/v = 1/1

HBI = Intervalo de supresión horizontal
VBI = Intervalo de supresión vertical

FIGURA 1

Formato de imagen común que utiliza un posible conjunto de parámetros



HBI: INTERVALO DE SUPRESION HORIZONTAL

VBI: INTERVALO DE SUPRESION VERTICAL

FIGURA 2

Realizaciones del formato de imagen común a 30 y 25 cuadros por segundo utilizando un posible conjunto de parametros

En [CCIR, 1986-90n] se indica que un cuadro de imagen con 2.250.000 muestras simplificará la tarea de asegurar la compatibilidad con la Recomendación 601 y se propone un formato de imagen común basado en 1.080 líneas de exploración activas por cuadro. Este número de líneas de exploración se deriva de un formato de píxel de 1:1. Ninguno de los tres parámetros puede elegirse sin definir automáticamente el cuarto, como se ilustra a continuación. Los píxels horizontales activos, los píxel verticales activos el formato de pixel y el formato de imagen, se interrelacionan mediante la fórmula:

$$\frac{\text{Píxels horizontal activos}}{\text{Píxels verticales activos}} = \frac{\text{Formato de imagen*}}{\text{Formato de pixel*}}$$

En [CCIR, 1986-90o] se señalan las ventajas para el procesamiento electrónico de la imagen y para una gran variedad de aplicaciones no relacionadas con la radiodifusión.

En [CCIR, 1986-90p] se sostiene que un método de imagen común para la norma de TVAD es a la vez económico, lógico y técnicamente adecuado, pues se basa en la unidad natural de la producción de TV y películas, la muestra de imagen discreta en el tiempo, el "cuadro". Se considera que, de no adoptarse inmediatamente una norma "única", sólo el método de imagen común conducirá a la larga a la adopción de la deseada norma mundial única.

El formato de imagen común puede considerarse equivalente electrónico de una imagen de película de 35 mm y por esto permite la flexibilidad en la elección de la velocidad de cuadro. La velocidad real dependerá de la aplicación, pero todas las velocidades de cuadro empleadas en los sistemas actuales de visualización de imágenes podrán acomodarse [CCIR, 1986-90o].

En [CCIR, 1986-90q] se describen dos sistemas de formatos de imagen común a modo de ejemplo. El primero utiliza 1.152 líneas activas y 1.200 líneas totales, y se consideran tanto los entrelazados como la exploración secuencial. El segundo utiliza 1.080 líneas activas y 1.125 líneas totales, con exploración entrelazada. La UER está actualmente estudiando formatos de imagen común que tengan también un flujo binario común.

En [CCIR, 1986-90g] Estados Unidos expone la opinión de que debe estudiarse el concepto de un "formato de imagen común" como un paso intermedio en el desarrollo de una futura norma única mundial de estudio de TVAD. Los Estados Unidos han continuado el estudio [CCIR, 1986-90h] de la noción de formato de imagen común y flujo binario común y han llegado a la conclusión de que el formato de imagen común, como medida provisional, es el método que más probablemente conduzca a la futura norma mundial única de TVAD para estudios y para intercambio internacional de programas. Los Estados Unidos apoyan el principio del formato de imagen común y pueden apoyar el principio de flujo binario común siempre que el primero quede plenamente integrado en el segundo.

---

* Se entiende por formato de imagen y formato de pixel la relación anchura/altura.

La ABU precisa en [CCIR, 1986-90r] que los organismos interesados deben realizar todos los esfuerzos a su alcance para que se establezcan los valores de todos los parámetros de la Recomendación 709 de las conclusiones de la Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 que aún no están definidos. En caso de que ese objetivo no se logre en el actual Periodo de Estudios, la ABU apoyará la adopción de un formato de imagen común de 1920 x 1080 para la norma de producción en estudios, como una Recomendación unificada del CCIR, siempre que se llegue a un acuerdo a este respecto en el marco del CCIR.

En [CCIR, 1986-90s] se señala que si bien el concepto de formato de imagen común entraña que las porciones activas horizontales y verticales de la imagen son las mismas para todos los miembros de la familia, los periodos de supresión, el periodo de línea total y el número total de líneas pueden variarse entre miembros de la familia para proporcionar la compatibilidad con las velocidades de cuadro existentes, proporcionar el efecto de antisolape vertical y facilitar la selección de una velocidad de muestreo que sea un múltiplo entero de 2,25 MHz.

En [CCIR, 1986-90t] se muestra que es posible tener una estructura de imagen común y un flujo binario común global incluyendo la estructura de imagen activa común propuesta dentro de las estructuras de cuadro completas apropiadas de las actuales propuestas mediante la utilización de diferentes valores bastante realistas para la supresión horizontal y vertical.

2.2.3 Enfoque de flujo binario común (norma doble)

En el primer paso de este planteamiento, se presupone que se adoptarán las normas de TVAD basadas en las frecuencias de trama de 50 Hz y 59,94 Hz relacionadas con las actuales normas de emisión, pero guardando un máximo de elementos comunes con otros parámetros tales como la frecuencia de línea y la frecuencia de muestreo, sobre la base de los principios de la Recomendación 601, que harán posible un flujo binario común.

Lo que resulta esencial para cualquier enfoque que tenga como punto de partida más de una frecuencia de cuadro es la necesidad de contar con una conversión de elevada calidad entre diferentes normas de TVAD durante la primera etapa. En el Documento [CCIR 1986-90u] se confía en la posibilidad de disponer de convertidores de gran calidad, lo que demostraría la viabilidad de un enfoque de flujo binario común, como primera etapa del establecimiento de una norma única de TVAD.

Además, el Documento [CCIR 1986-90v] señala que las ventajas que supone para los fabricantes disponer de un sólo producto que se pueda vender en todo el mundo son importantes, como lo son también para las entidades de radiodifusión que deseen ocasionalmente utilizar su equipo en base a la norma alternativa. Es probable que las ventajas que reporte a los fabricantes el diseño común de los equipos se vean menoscabadas si se hace sentir la necesidad de introducir importantes modificaciones en tales equipos al pasar de una norma a otra. Las ventajas del diseño común para las entidades de radiodifusión pueden reducirse también, si el cambio de norma hace necesario modificar el entorno de explotación del equipo, debido quizá a la existencia de diferentes requisitos de

interfaz. En este sentido, resulta instructivo examinar las fuentes comunes que se consideraron importantes a la hora de seleccionar parámetros para la Recomendación 601. Un fenómeno más importante aún, para la especificación de muestreo de TVAD es la facilidad de convertir en parámetros distintos los de la propia Recomendación 601 y viceversa. Resulta esencial contar con una simple relación en términos de frecuencia de cuadro y número de líneas entre las normas de TVAD y las normas actuales de barrido, en lo que respecta al concepto de emisión práctica compatible. Esta cuestión se está examinando en los países que cuentan con sistemas de 625 y 525 líneas.

En el plano práctico se plantea, asimismo, la necesidad de incluir el material de imágenes producido en 525/59,94 y 625/50 en producciones de TVAD y viceversa; en el Documento [CCIR 1986-90w] se llega a la conclusión de que el establecimiento de una simple relación entre cada sistema de TVAD y el correspondiente sistema de definición de televisión, que se utilice en la actualidad, proporcionado por el CDR, haría más fácil efectuar dichas conversiones.

En consecuencia y como primera medida, en el enfoque de flujo binario común se ha procurado conservar entre dos normas sobre el formato de imagen 16:9 para TVAD, sus características comunes con las dos normas que figuran en la Recomendación 601, así como establecer un método sencillo de conversión para transformar cada una de esas normas en la que le corresponde en la Recomendación 601 y viceversa.

En la Figura 3 se representa el concepto de entorno futuro de suministro de TVAD en la primera etapa. Todos los componentes del equipo de estudios son conmutables entre las frecuencias de trama de 59,94 y 50 Hz. Los estudios con frecuencias de 59,94 Hz y 50 Hz intercambian material de programas gracias a un convertidor de normas TVAD-TVAD de elevada calidad. Para la distribución de TVAD en el entorno local no se precisa conversión de frecuencia de trama o de frecuencia de línea. Los convertidores requeridos para la distribución de 525 ó 625 líneas o radiodifusión mejorada de 525 ó 625 líneas son convertidores de frecuencia de línea relativamente simples. De modo análogo, las estructuras para las contribuciones de 525 ó 625 líneas al centro de producción de TVAD son sencillas y de elevada calidad.

Los avances obtenidos en la tecnología digital deben permitir llevar a la práctica la segunda etapa, en la cual se adoptará una de las dos normas como norma única de producción. La aplicación de la otra norma traería como resultado una conversión de normas más compleja para la distribución y la emisión mejorada o para las contribuciones basadas en normas de televisión de definición normal. El paso a la segunda etapa dependerá de la tecnología y de diferentes factores económicos.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

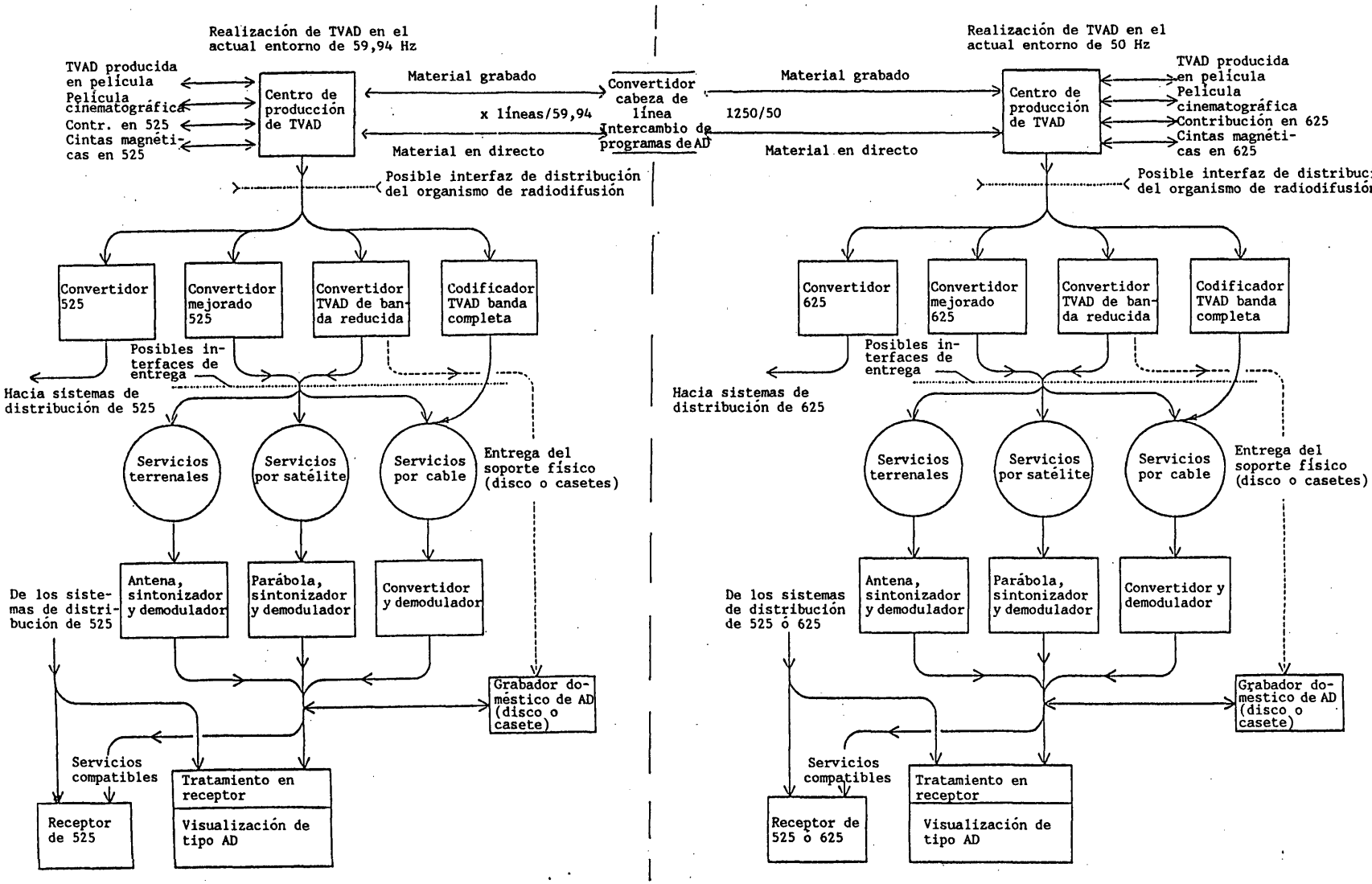


FIGURA 3

Un ejemplo del primer paso del método de flujo binario común

En [CCIR, 1986-90x] se examinan los criterios y ventajas que ofrece una norma de estudio de TVAD de modo doble adecuadamente elegida, teniendo en cuenta la importancia de los elementos comunes y del significado de guardar una relación natural con la Recomendación 601. Se muestra que en dicho caso, surge de manera natural un juego particular de parámetros que mantiene los mismos aspectos comunes en cuanto a frecuencia de muestreo y posiciones de muestreo horizontal activo, al tiempo que facilita la conversión a la señal 4:2:2, aplicando un factor de relación de 2 en los ejes horizontal y vertical: esta pareja de normas de TVAD es 1250/50/1:1 y 1050/59,94/1:1. Para dicha pareja se propone utilizar la representación de señal progresiva quincuncial de alta definición. La exploración progresiva y el muestreo quincuncial permiten, al tiempo que limitan el flujo binario, conservar todas las ventajas de la exploración progresiva. Esto es especialmente importante desde el punto de vista de la resolución vertical y de la representación del movimiento y supone una mejora significativa de la calidad de conversión de normas. Además, este formato del interfaz es idéntico al que resulta de la exploración entrelazada; esta última puede utilizarse en la fase de introducción a corto plazo de la TVAD, basándose en el equipo existente.

[CCIR, 1986-90v] ofrece un análisis de los planteamientos para una norma doble de estudio de TVAD basándose en la Recomendación 601. Sostiene que las consideraciones principales de dicha Recomendación consisten en a) la estructura de muestreo común, b) el modo de muestreo común y c) el número común de muestras por línea activa, y continúa examinando otros ejemplos de juegos de parámetros para una posible norma doble [1250/50 y 1050/59,94; 1250/50 y 1250/60; 1375/50 y 1125/60; 1200/50 y 1001/59,94 y 1000/60]. Concluye que el juego más lógico es el de 1250/50 y 1050/59,94 realizado con una estructura de muestreo ortogonal común o quincuncial.

[CCIR, 1986-90q] da tres ejemplos de sistemas de flujo binario común. El primero es una versión ampliada en escala (horizontal y verticalmente) de la Recomendación 601 del CCIR. El segundo logra la misma velocidad binaria global, pero utiliza exploración secuencial y muestreado quincuncial. El tercero es un sistema propuesto para estudio por la OIRT, basado en el sistema de 1125/60/2:1 con una norma asociada de 1375/50/2:1.

[CCIR, 1986-90y] analiza dos ejemplos basados en una frecuencia de muestreo común de 74,25 MHz que permite la dualidad de 1125/60 con dos variantes de un sistema cuya frecuencia de trama es de 50 Hz. La primera variante utiliza 1250 líneas y ofrece a ambos países una relación muy sencilla con las normas de emisión basadas en la Recomendación 601. La segunda variante utiliza 1375 líneas lo cual da una resolución vertical superior y ofrece la posibilidad de disponer de pantallas de imagen matriciales que constan de 15 x 10 bloques de 128 x 128 elementos de imagen.

[CCIR, 1986-90z] ofrece algunos detalles técnicos sobre el sistema 1375/50/2:1 que se describe como versión 2 en el [CCIR, 1986-90y] e incluye también algunas consideraciones teóricas sobre su interfaz con el sistema 625/50/2:1.

En [CCIR, 1986-90aa] figura un ejemplo de un sistema de flujo binario común con normas asociadas de 1375/50 y 1155/59,94. El número de líneas activas son respectivamente 1280 y 1080.

3. Estudios preliminares

No se ha llegado a ninguna conclusión clara en los estudios preliminares de las ventajas relativas de los enfoques del formato de imagen común y del flujo binario común. Existen diferencias entre las hipótesis de explotación, técnicas y económicas en base a las cuales las diferentes administraciones han realizado sus evaluaciones provisionales. Se requiere realizar otros estudios aunque se dispone ya de un volumen importante de documentación pertinente que se enumera en los encabezamientos más adelante.

3.1 Fuentes

CCIR [1986-90j, k, l, p, ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al, am].

3.2 Grabación

CCIR [1986-90j, k, l, ad, ae, ab, al, an, ao, ap, aq, ar].

3.3 Pantallas

CCIR [1986-90j, l, ac, ab, al, am, as].

3.4 Producción y pos producción

CCIR [1986-90j, l, ab, al, am, as].

3.5 Conversión de normas

CCIR [1986-90j, k, l, u, w, z, al, am, at, au, av].

3.6 Redes de transmisión

CCIR [1986-90j, l, al].

3.7 Emisión

CCIR [1986-90j, l, v, an, av, aw].

3.8 Otras consideraciones

CCIR [1986-90j, k, p, v, ag, ai, aj, al, aq, ax, ay, az, ba, bb, bc].

4. Actividades futuras que deben realizarse

El CCIR considera necesario continuar los estudios en las siguientes esferas:

i) las repercusiones de explotación, técnicas y económicas de los métodos de formato de imagen común y de flujo binario común para el establecimiento definitivo de una sola norma mundial de TVAD.

Al comparar ambos métodos, deben indicarse claramente los factores básicos que pueden influir en las conclusiones. Deben comprender:

- las hipótesis hechas en relación con el equilibrio entre el coste/complejidad de los equipos y las ventajas operativas conexas para las organizaciones de radiodifusión o de producción;

- el grado de puntos comunes de los componentes y subsistemas entre equipos profesionales y de consumo;

- la estrategia propuesta para acomodar múltiples frecuencias de cuadro. Los estudios deben incluir los sistemas o equipos conmutables y especializados;

- la estrategia para asegurar que se siguen los escenarios propuestos;

- el nivel de madurez de desarrollo logrado;

ii) Las evaluaciones de calidad de TVAD y los métodos de medición en las siguientes esferas:

- los efectos subjetivos y objetivos del ruido en las imágenes de TVAD. Los estudios deben incluir los sistemas progresivos y entrelazados y comparaciones entre ellos;

- la calidad de las imágenes después de la conversión entre sistemas que tienen diferentes frecuencias de trama;

- la calidad de las imágenes después de cualquier conversión a sistemas de emisión;

iii) otras mejoras compatibles de la norma de estudio de TVAD gracias a una mayor gama de colores, mejor codificación de luminancia y mayor relación de contraste;

iv) los parámetros temporales de TVAD para lograr una representación adecuada del movimiento, y facilitar la conversión a los sistemas actuales de televisión y realizaciones provisionales de TVAD;

v) los parámetros básicos y adicionales para inclusión en la Recomendación 709;

vi) se debe especificar, en forma de una Recomendación, un formato de grabación analógica de TVAD en cinta vídeo en los estudios para el intercambio de programas;

vii) habrá que realizar un trabajo similar para el formato de grabación digital de TVAD en cinta vídeo, que incluya estudios sobre las repercusiones de la posible utilización de técnicas de reducción de la velocidad binaria;

viii) la identificación de ubicaciones y especificaciones apropiadas de los interfaces para diferentes segmentos del sistema de radiodifusión de TVAD;

ix) dada la importancia de la difusión de las producciones de TVAD por diversos medios, debe buscarse la armonización de las normas de TVAD, las prácticas de explotación y los interfaces para aplicaciones profesionales, no destinadas a la radiodifusión y del público consumidor, en colaboración con la CEI, la ISO, la CMTT y el CCITT.

El CCIR considera también necesario continuar el estudio de los parámetros técnicos de radiofrecuencia y emisión que comprenden la modulación, la codificación de canal y la multiplexación de radiodifusión de TVAD por satélite. Se requieren ulteriores estudios para determinar:

a) los parámetros de sistema para la emisión por satélite de televisión de alta definición analógica y digital en RF de banda ancha;

b) las características de propagación en las bandas adecuadas para las emisiones de televisión de alta definición en RF de banda ancha;

c) la compartición e interferencia entre servicios y dentro del mismo servicio, la compartición interregional.

Además, es necesario estudiar la radiodifusión terrenal de TVAD. En particular, deben estudiarse los parámetros técnicos pertinentes que comprenden la modulación, la codificación de canal, la utilización del espectro y las relaciones de protección. Se requieren también más mediciones para determinar la relación de protección adecuada entre sistemas de TVAD terrenales y de satélite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIERRO, G., MICELI, S. [septiembre 1987] - "Frame based HDTV system". Proceedings of the International Symposium of Broadcasting Technology, Beijing.

KHLEBORODOV, V.A. [1988] Na pyti kedinomy mirovomy standarty TVCh (Towards a single world-wide HDTV standard) Tekhnika Kino i Televidenija, 2.

MICELI, S. [1986] - "Basic structure for a future television system". Proceedings of the Eurasip Workshop on Coding for HDTV, L'Aquila, 12-13 de noviembre.

Documentos del CCIR

[1986-90]:a. GIT 11/6-2099 (Italia); b. 11/632(Rev.2) (CE11); c. GIT 11/6-2031 (Japón); d. GIT 11/6-2010 (UER); e. GIT 11/6-2020 (USA); f. GIT 11/6-2030 (Japón); g. GIT 11/6-2093 (USA); h. 11/554 (USA); i. GIT 11/6-2023(Rev.1) (Bélgica y otros); j. 11/542 (Bélgica, Francia, Países Bajos y Reino Unido); k. 11/559 (Canadá); l. 11/560 (Canadá); m. GIT 11/4-172 (Canadá); n. GIT 11/6-2045 (Australia); o. GIT 11/6-2079 (Australia); p. GIT 11/6-2076 (Canadá); q. GIT 11/6-2072 (UER); r. 11/476 (ABU); s. GIT 11/6-2071 (NBC); t. GIT 11/6-2074 (Canadá); u. GIT 11/6-3046 (Francia); v. GIT 11/6-2064 (UKIBA); w. 11/457 (Países Bajos); x. GIT 11/6-2054 (Thomson-CSF); y. GIT 11/6-2011 (OIRT); z. GIT 11/6-2067 (URSS); aa. GIT 11/6-2103 (OIRT); ab. GIT 11/6-2099 (Italia); ac. GIT 11/6-1036 (CBS); ad. GIT 11/6-1049 (Francia); ae. GIT 11/6-1055 (Thomson-CSF); af. GIT 11/6-1054 (Thomson-CSF); ag. 11/362 (Francia/Países Bajos); ah. 11/347 (Canadá); ai. 11/528 (Francia); aj. 11/538 (Países bajos); ak. 11/583 (Japón); al. 11/584 (Japón); am. 11/609 (Francia); an. GIT 11/6-2075 (Canadá); ao. 11/348 (Canadá); ap. 11/539 (Países Bajos); aq. 11/541 (Países Bajos); ar. 11/553 (USA); as. GIT 11/6-2094 (CBC); at. GIT 11/6-2078 (Australia); au. 11/358 (Canadá); av. 11/562 (Canadá); aw. GIT 11/6-2068 (GITM 10-11/3); ax. 11/585 (Japón), ay. GIT 11/6-1031 (USA); az. GIT 11/6-1033 (CBS); ba. GIT 11/6-3035 (Australia); bb. GIT 11/6-3049 (Francia/Países Bajos); bc. GIT 11/6-1064 (Reino Unido/ Países Bajos).

INFORME 1224*

ARMONIZACIÓN DE NORMAS DE TVAD

(1990)

Se han desarrollado técnicas de TVAD, en primer lugar, para mejorar la calidad de la televisión actual y, a largo plazo, para sustituir completamente los equipos utilizados actualmente. La normalización se ha debatido a la luz de sus usos para producción, transmisión, difusión y recepción.

Cada vez es más evidente que en muchos sectores la TVAD se aplicará con fines profesionales o comerciales. Es posible citar algunos de ellos: industria médica, imprenta, publicidad, teleconferencia, etc, y no se puede hacer una lista exhaustiva porque probablemente la TVAD penetrará en campos que no tocamos hoy. Asimismo, es imposible predecir el ritmo con que se producirán estas diferentes aplicaciones y cuál predominará en los próximos años. Probablemente interactuarán y cada una aprovechará los adelantos logrados en las otras.

Sería prudente pues, prever las posibles dificultades que podrán resultar de las interinfluencias no controladas tratando de armonizar las normas de TVAD desde el comienzco con el fin de evitar que, de hecho, aparezcan demasiadas normas y prácticas en sectores vecinos que lógicamente deben aprovechar las ventajas de un enfoque básico común.

Además del CCIR, hay tres organismos directamente afectados por esta importantísima tendencia tecnológica: la CEI, la ISO y el CCITT.

1. Actividad en la CEI relacionada con la TVAD

1.1 Introducción

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) establece normas mundiales para las industrias eléctrica y electrónica. Las normas de la CEI se utilizan como base para establecer reglas y normas nacionales en más de cien países. Los resultados definitivos de las deliberaciones de los Comités de la CEI son normas internacionales y se insta a los Comités Nacionales de la CEI a que las utilicen al preparar sus normas nacionales. Reflejan el consenso sobre el contenido técnico representado por los miembros de la CEI.

---

* Este Informe debe señalarse a la atención de la ISO, la CEI y el CCITT.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Los Comités Técnicos (TC) que tratan asuntos estrechamente relacionados con el trabajo del CCIR en el campo de la TVAD son:

TC 12 - Radiocomunicaciones
TC 60 - Grabación
TC 84 - Equipos y sistemas en el campo de audio, vídeo e ingeniería audiovisual

con sus Subcomités. Estos Comités tratan los equipos profesionales y de consumidor. En el actual Anuario de la CEI figuran detalles completos del trabajo de estos Comités.

1.2 Actividades de la CEI (actuales y previstas) relacionadas con la TVAD

Los sectores prioritarios parecen ser:

1) Una norma de grabación en los estudios - El SC 60B está esperando Contribuciones. La documentación del CCIR consiste en Informes que describen el estado de la técnica, pero no han alcanzado realmente la etapa en que pueden constituir una norma completa. Lo mismo es válido para los discos.

2) Enlaces ascendentes a satélites - El SC 12E comenzará en breve el trabajo sobre este asunto a iniciativa de Japón. Tratará los métodos de medición solamente. Se espera que este trabajo incluirá las referencias necesarias a la TVAD. La transmisión de programas utilizando los servicios fijos, tanto terrenales como por satélite, podrá tenerse en cuenta probablemente mediante adiciones apropiadas a las publicaciones existentes.

3) Sistemas de distribución por cable - El SC 12G está siguiendo los adelantos de la TVAD, y en su programa de trabajo trata las señales de la familia MAC-paquetes. Se prevé que la transmisión de TVAD figurará en breve en dicho programa de trabajo.

4) Receptores de radiodifusión directa por satélite - El SC 12A ha preparado los primeros proyectos de normas para la votación final (regla de seis meses). También en este caso, aunque las normas no son específicas a la TVAD, cabe esperar que puedan prepararse ampliaciones para abarcar la TVAD. En particular se están elaborando mediciones para los receptores de la familia MAC-paquetes.

5) Unidad de visualización - El SC 12A probablemente comenzará a trabajar en este campo, pero es posible que este trabajo sea difícil y a largo plazo. Sin embargo, es casi seguro que se efectuará un trabajo sobre los receptores en general. Asimismo, habrá de incluirse el trabajo sobre radiodifusión de datos (teletext) en tanto en cuanto ésta es afectada por la TVAD.

6) Grabadores vídeo para los consumidores - El SC 60B tendrá que tratar también este asunto, pero no está aún madurado.

7) Se necesitan normas de interfaz eléctrico en todos los niveles (estudio, transmisores, receptores y grabadores de consumidores). Este asunto será tratado por el TC 84 de la CEI. Estas normas tendrán que abarcar señales vídeo, audio y de control y tendrán que tratar también el problema de los conectores.

Debe señalarse que hay varias normas vigentes de la CEI relacionadas con la interconexión de sistemas de audio y vídeo (televisión). Estas normas comprenden los componentes y los interfaces vídeo compuestos, así como audio de dos canales y audio digital. Otras normas relacionadas con el control de los equipos audio y vídeo (D2B) están también en un estado de preparación avanzado.

2. Actividad en la ISO relacionada con la TVAD

El trabajo de la ISO que se relaciona más directamente con la TVAD es sobre película, sea de imágenes fijas o diapositivas, tratado por el TC 42 "Fotografía" de la ISO, o película de imágenes en movimiento, tratada por el TC 36" Cinematrografía" de la ISO. Este último Comité dispone ya de una norma de proyección relacionada con los formatos de TVAD para cámaras de 35 mm, mientras que su Grupo de Trabajo 5 "Tecnología de interfaz película/medio electrónico" ha elaborado, y está elaborando, varias normas relativas a la utilización en televisión de películas de imágenes en movimiento y parece probable que estas normas tengan que ser examinadas a la luz de la tecnología de la TVAD.

Una tendencia importante en estos momentos es la creciente fusión de las tecnologías de imagen, voz, telecomunicaciones e información y esta cuestión se está tratando actualmente en el Comité Técnico Mixto de ISO/CEI para tecnología de la información, el JTC 1 de ISO/CEI. Hay varias actividades dentro de este Comité con las cuales debe coordinarse el trabajo sobre TVAD, en particular:

- el trabajo sobre codificación de información audio y codificación de imagen, incluidas las imágenes en movimiento del JTC 1/SC 2 "Conjuntos de caracteres y codificación de información";

- el trabajo del JTC 1/SC 6 "Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas", especialmente el relativo al acceso a las RDSI;

- el trabajo sobre apoyos/medios electrónicos, del JTC 1/SC 11 "Medios magnéticos flexibles para el intercambio digital de datos" y el del JTS 1/SC 23 "Discos de datos digitales ópticos", que es responsable también de la norma sobre los discos CD-ROM;

- el trabajo sobre colirimetría del JTS 1/SC 18 "Sistemas de textos y oficina";

- el trabajo de gráficos del JTC 1/SC 24 "Gráficos de computador".

Asimismo, en el JTC 1 se está examinando una propuesta para comenzar el estudio de la representación y protocolos para el intercambio de aplicaciones interactivas audiovisuales.

3. Actividad del CCITT relacionada con la TVAD: RDSI de banda ancha

3.1 Varias Comisiones de Estudio del CCITT están realizando o realizarán estudios sobre la RDSI de banda ancha y, por tanto, considerarán también los aspectos relativos a la TVAD. Entre otras, cabe citar:

- La Comisión de Estudio I (Servicios)
- La Comisión de Estudio II (Funcionamiento de redes)
- La Comisión de Estudio IV (Mantenimiento)
- La Comisión de Estudio XI (Señalización de conmutación)
- La Comisión de Estudio XV (Sistemas y equipos de transmisión)
- La Comisión de Estudio XVIII (RDSI).

La Comisión de Estudio XVIII ha realizado una función coordinadora de estos estudios desde el periodo 1984-1988.

3.2 Como resultado de estos estudios, la IX Asamblea Plenaria del CCITT (Melbourne, noviembre de 1988) aprobó la Recomendación I.121 que establece los principios básicos para la RDSI de banda ancha, con el objetivo de que durante el actual Periodo de Estudios se formulen Recomendaciones detalladas.

3.3 La principal característica del concepto de la RDSI es el apoyo de una amplia gama de servicios, incluidas aplicaciones de audio, vídeo y datos en la misma red. Un elementos clave de la integración de servicios para una RDSI es la previsión de una gama de servicios que utilizan un conjunto limitado de tipos de conexión e interfaces usuario/red para múltiples fines.

La RDSI de banda ancha admite conexiones conmutadas y no conmutadas. Las conexiones en una RDSI de banda ancha admiten servicios en modo circuito y en modo paquete. Deberá utilizarse una estructura estratificada para las especificaciones del protocolo de acceso a una RDSI de banda ancha.

3.4 El Modo de Transferencia Asíncrona (MTA) es la solución de modo de transferencia que se ha fijado como objetivo para realizar una RDSI de banda ancha. Influirá en la normalización de las jerarquías digitales y de las estructuras de multiplexación, la conmutación e interfaces para señales de banda ancha. El MTA como se utiliza en la Recomendación I.121 se relaciona con un modo específico de transferencia de paquetes que utiliza la técnica de multiplexación por división en el tiempo asíncrona: el flujo de información multiplexada se organiza en bloques de tamaño fijo (célula). Una célula consiste en un campo de información de usuario y un encabezamiento para identificar las células que pertenencen al mismo canal vitual en un múltiplex por división en el tiempo asíncrona. El MTA ofrecerá un acceso flexible y capacidades de transferencia comunes a todos los servicios.

Se reconoce que en las etapas iniciales de la evolución de la RDSI de banda ancha, puede ser necesario adoptar algunas disposiciones provisionales usuario-red (por ejmplo, una combinación de modo de transferencia asíncrona y las técnicas MTA).

3.5 En este respecto, debe mencionarse que la IX Asamblea Plenaria del CCITT aprobó también un conjunto de Recomendaciones para la jerarquía digital síncrona recientemente desarrollada, que son:

- La Recomendación G.707 (Velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona).
- La Recomendación G.708 (Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona).
- La Recomendación G.709 (Estructura de multiplexación síncrona).

La Comisión de Estudio XV está elaborando actualmente las Recomendaciones correspondientes relativas a equipos y sistemas de línea.

El CCITT ha establecido ya la coordinación con varias Comisiones de Estudio del CCIR (las Comisiones de Estudio 4, 8, 9 y CMTT del CCIR), en particular, las Comisiones de Estudio XV y XVIII del CCITT han establecido la coordinación con la CMTT en relación con la transmisión de señales de sonido y de programas de televisión, incluida la RDSI de banda ancha. En el pasado se ha intercambiado mucha información de coordinación con las Comisiones de Estudio

del CCIR que se ha tenido en cuenta al elaborar las Recomendaciones del CCITT. Deberán considerarse procedimientos de trabajo similares para la coordinación con la Comisión de Estudio 11, según proceda, posiblemente en concertación con la CMTT.

Se recuerda que los niveles recomendados de la Recomendación G.707 son MTS-1 (155 520 kbit/s) y MTS-4 (622 080 kbit/s), y es probable que se aprueben otros niveles durante el actual Periodo de Estudios.

3.6 La Recomendación I.121 indica también las velocidades de canal de banda ancha consideradas y las características del Interfaz Usuario-Red (IUR) y otros aspectos de red. La Recomendación I.121 clasifica también los servicios en servicios interactivos y de distribución, incluida la TVAD.

3.7 En su primera reunión (Ginebra, junio de 1989) la Comisión de Estudio XVIII encargó al Grupo de Trabajo XVIII/8 (Aspectos generales de la RDSI de banda ancha) la continuación de los estudios relativos a la banda ancha, asignándole el estudio preliminar de las Cuestiones 2/XVIII (Modo de transferencia asíncrona (MTA), 13/XVIII (Capacidades de red para admitir servicios de banda ancha en la RDSI) y 22/XVIII (Influencia de la RDSI de banda ancha en los principios aplicados a la codificación vídeo). A todas las Cuestiones relativas a la banda ancha se anexa un Informe sobre el estado de los aspectos de banda ancha de la RDSI adoptados al final del anterior Periodo de Estudios.

3.8 La Comisión de Estudio XVIII en su reunión de junio de 1989 confirmó la intención de que las Recomendaciones del CCITT sobre la RDSI de banda ancha sigan evolucionando hacia normas mundiales únicas para los parámetros del modo de transferencia síncrona y los Interfaces Usuario-Red (IUR). En particular se acordó que la velocidad binaria del IUR en el punto de referencia T es 155 520 kbit/s con una capacidad de transferencia de interfaz equivanlente a 149 760 kbit/s. Esta capacidad (149,7 Mbit/s) es la velocidad binaria máxima disponible para el usuario. Se está considerando una capacidad superior para el IUR.

3.9 Como un objetivo para 1990, la Comisión de Estudio XVIII piensa actualizar las Recomendaciones I.121 (en particular los principios relativos a la evolución de la RDSI de banda ancha), I.113 (Vocabulario para la RDSI de banda ancha) y formular las nuevas Recomendaciones siguientes:

- I.150 (Características básicas y descripción del MTA),
- I.2xx (Servicios de banda ancha),
- I.3xx (Principios arquitecturales de la RDSI de banda ancha),
- I.413 (IUR) para la RDSI con capacidad de banda ancha),
- O.6xx (Funcionamiento y mantenimiento de la RDSI de banda ancha),
- G.7xx (Interfaz red-red para la RDSI de banda ancha),
- G.xxx (Calidad de funcionamiento de red de la RDSI de banda ancha).

Es posible que algunas de estas Recomendaciones se completen al final del Periodo de Estudios.

3.10 Oportunamente, el Grupo de Trabajo XVIII/8 interesará en sus estudios a otros Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio XVIII y a las Comisiones de Estudio pertinentes, según proceda.

4. Actividad en el CCIR relacionada con la TVAD

El CCIR, y en particular las Comisiones de Estudio 10 y 11, responsables respectivamente de la radiodifusión sonora y de televisión, consideran que la TVAD es el acontecimiento de mayor importancia en radiodifusión que tendrá lugar en el próximo decenio. Por consiguiente, el CCIR ha estado estudiando el desarrollo de la TVAD en cierto número de áreas específicas:

a) proyectos de Recomendaciones sobre la producción en estudios de televisión (Decisión 58-4);

b) características de las bandas de base terrenales y de satélite (Decisión 58-4 y Decisión 51-5);

c) normas de emisión (terrenales y de satélite) (Decisión 42-3, 58-4 y Decisión 51-5);

d) evaluación subjetiva (sonido y televisión) (Decisión 95);

e) normas digitales (Decisión 60-3);

f) sistemas de sonido para TVAD (Decisión 94);

g) datos que acompañan a señales de TVAD (Decisión 72-2);

h) armonización de normas de televisión para aplicaciones de radiodifusión y distintas de las radiodifusión (Decisión 91);

i) grabación de TVAD (Decisión 59-3);

j) relaciones de protección y características de radiofrecuencia de los receptores (Decisión 42-3).

El GIT 11/9, cuyo mandato figura en la Decisión 91, se encarga concretamente de proveer un interfaz entre el CCIR y otras organizaciones activas en el campo de la TVAD, por ejemplo, la ISO, la CEI, el CCITT. Por consiguiente, celebrará una reunión en septiembre de 1990 con el objetivo de asegurar que se mantenga una estrecha coordinación con las citadas organizaciones.

5. Conclusión

Es evidente que, con los recursos disponibles actualmente, es de interés para todas las organizaciones de normalización evitar la proliferación de estudios y la duplicación de esfuerzo. Para lograr esto, debe establecerse la coordinación apropiada para que los organismos que trabajan en campos de interés mutuo estén totalmente informados de los adelantos realizados en cada organización.

En este contexto, se ha proyectado provisionalmente celebrar una reunión de coordinación en la primavera de 1990, cuando los órganos técnicos del CCIR, del CCITT, de la ISO y la CEI que trabajan en el campo de la transmisión de imágenes puedan intercambiar información sobre las actividades en curso y determinar las necesidades de coordinación y colaboración. En esta reunión se tratarán también actividades de normalización relacionadas con la TVAD.

De una manera más general, este Informe proporciona una lista amplia de actividades de la CEI, la ISO y el CCITT, relativas a la TVAD, que el CCIR debe tomar en cuenta y utilizar como base de un verdadero programa de armonización.

INFORME 312-5

CONSTITUCIÓN DE UN SISTEMA DE TELEVISIÓN ESTEREOSCÓPICA

(Programa de Estudios 1C/11)

(1963-1966-1970-1978-1982-1990)

1. Desde hace tiempo se estudian métodos que permitan obtener la televisión estereoscópica. Los proyectos realizados en varios países han conducido a la fabricación de sistemas industriales. Muchos de esos métodos recurren, sin embargo, al empleo de equipos para profesionales en circuito cerrado y no resultan prácticos tratándose de la televisión pública tridimensional. Según la mayoría de los métodos propuestos, las imágenes estereoscópicas reproducidas han de ir superpuestas y transmitirse por canales separados, de modo que cada una de ellas llegue al ojo correspondiente del telespectador.

El primer método, basado en el estereoscopio óptico, reproduce dos imágenes de pequeña dimensión separadas en el espacio, una para cada ojo. Para mayores separaciones de las imágenes, hay que emplear dispositivos ópticos a base de prismas o de gafas con prismas para poder lograr el registro visual de las dos imágenes. Tales gafas con prismas producen un molesto cansancio de la vista cuando el telespectador aparta la mirada de las imágenes de televisión. Un segundo método consiste en la producción de dos imágenes superpuestas de color diferente y en la utilización de filtros de color correspondientes, montados a veces en gafas, para poder separar ambas imágenes. Tales gafas con filtros de colores pueden plantear problemas psicológicos y fisiológicos de visión y no proporcionan imágenes plenamente en color. Un tercer método consiste en la producción de dos imágenes superpuestas y polarizadas en planos ortogonales diferentes y en la utilización de gafas dotadas de filtros de polarización para poder separar ambas imágenes.

Se han ideado diversos métodos para separar las imágenes estereoscópicas sin necesidad de utilizar gafas ni dispositivos ópticos gracias al empleo de mallas reticulares o de pantallas Fresnel o lenticulares, juntamente con pantallas con tubos de rayos catódicos. Cuando se utilizan dos imágenes estereoscópicas, esos métodos pueden tener limitaciones más importantes, en lo que respecta a la posición del telespectador, que cuando se emplean gafas. Recientemente se han elaborado métodos en que se utilizan imágenes estereoscópicas múltiples con pantallas de tipo lenticular que permiten ampliar el campo de las posiciones del telespectador. La televisión tridimensional holográfica requiere una anchura de banda excesiva y no es de prever que se perfeccione en un futuro próximo.

2. La transmisión de la imagen de televisión estereoscópica requiere la transmisión simultánea o sucesiva de varias señales separadas. Se han sugerido métodos que permiten reducir la anchura de banda necesaria. Esta cuestión presenta numerosos aspectos comunes con las técnicas de la televisión en color. Se han considerado varias soluciones para reproducir la imagen de televisión en relieve. Actualmente se utilizan tubos-imagen electrónicos para captar la imagen y tubos de rayos catódicos de visión directa o proyecciones para presentar dicha imagen. Próximamente se utilizarán dispositivos con matriz de cargas acopladas para la captación y presentación de imágenes. Los dispositivos matriciales de pantalla plana permiten ubicar con gran exactitud cada elemento de la imagen.

3. Un sistema práctico de televisión estereoscópica requiere:

- presentación tridimensional ortoscópica (la profundidad de la escena deberá parecer natural sin que el espectador sufra incomodidades);
- posibilidad de ver la televisión en grupo (deberá obtenerse una buena visión estereoscópica desde casi todos los puntos de la sala);
- compatibilidad (los receptores de televisión tridimensional en color deberán presentar una transmisión estereoscópica en relieve y una transmisión bidimensional monoscópicamente; los actuales receptores de televisión bidimensional deberán presentar una transmisión estereoscópica monoscópicamente);

- imagen no degradada (la colorimetría y la resolución de una imagen de televisión tridimensional en color deberán ser comparables a las de la actual imagen de televisión bidimensional en color);
- modificación mínima de las normas de video (las especificaciones industriales y gubernamentales no deberán exigir una revisión importante); y
- precio moderado (el costo y la complejidad de la transformación del equipo de televisión de estudio y estación y el costo del receptor de televisión estereoscópica no deberán ser considerablemente mayores que para la transformación de blanco y negro a color).

4. Seguidamente se dan tres ejemplos de sistemas de televisión estereoscópica en proyecto, que satisfacen total o parcialmente dichos requisitos:

- un sistema de par estereoscópico sin gafas basado en la captación con matriz de acoplamiento de cargas y en la presentación matricial de pantalla plana con una pantalla lenticular de ubicación exacta en función de los elementos de la imagen [CCIR, 1978-82a];
- un sistema de par estereoscópico con gafas polarizadas que utiliza una cámara de televisión en color estereoscópica para captar dos imágenes que se transmiten por dos canales, o por uno empleando métodos de reducción de la anchura de banda, y que se presentan en un tubo de rayos catódicos de visión directa con polarización especial, o por proyección [CCIR, 1978-82b];
- un sistema de múltiples imágenes estereoscópicas sin gafas que utiliza una cámara especial de televisión en color estereoscópica para captar una secuencia panorámica o bien un continuum de imágenes estereoscópicas que se transmiten por varios canales, o por uno solo empleando métodos de reducción de la anchura de banda, y que se presentan panorámicamente en un tubo de rayos catódicos especial de visión directa y tipo lenticular, o por proyección en una pantalla de tipo lenticular [CCIR, 1978-82b].

5. La limitación a simplemente dos imágenes, aplicada corrientemente a los sistemas estereoscópicos (en comparación con el número infinito de imágenes percibidas en la visión normal y, por adaptación de la misma, en las imágenes holográficas), significa una grave limitación de sensación, que puede producir irritación y/o fatiga ocular si se infringen ciertas reglas en la filmación de imágenes estereoscópicas. En el [CCIR 1986-1990a] se comunican los resultados de la evaluación de la calidad de una producción de televisión estereoscópica de media hora. El sistema utilizó dos señales PAL grabadas en cinta magnética con dos proyectores de color. La pantalla de presentación se veía a través de cristales polarizantes. La evaluación de las determinaciones subjetivas señala puntos de preocupación que, si no se toman en cuenta o no se evitan en la composición de las imágenes estereoscópicas, producen degradación de la calidad. Aunque se encontraron distintos efectos negativos en la composición de la imagen estereoscópica, el efecto global es una mejora importante en el sentido de la impresión de visión natural.

6. Las referencias [CCIR, 1958; 1962a y b; 1963-66a y b; 1966-69; 1974-78; y 1978-82a y b] y sus bibliografías contienen informaciones sobre temas de televisión estereoscópica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1958]: Moscú. XI/22 (URSS).

[1962]: Bad Kreuznach. a. XI/20; b. XI/34.

[1963-66]: a. XI/65; b. XI/66.

[1966-69]: XI/42 (URSS).

[1974-78]: 11/102 (URSS).

[1978-82]: a. 11/63 (Francia); b. 11/90 (Estados Unidos de América).

[1986-1990]: a. 11/438 (Alemania, (República Federal de)).

BIBLIOGRAFÍA

BUTTERFIELD, J. F. [agosto de 1978] Autostereoscopic displays using a stereo-pair of images. Proc. 22nd Annual SPIE Symp., Vol. 162, Visual stimulation and image realism, 157-163.

BUTTERFIELD, J. F. [25 de octubre de 1979] A survey of stereoscopic home TV systems. Preprint of 121st SMPTE Conference.

CHAUVIERRE, M. [abril-mayo de 1980] Le problème de la compatibilité en télévision tridimensionnelle. *Radiodif.-Télév.*, **62**, 25-33.

HIGUCHI, H. y HAMASAKI, J. [15 de diciembre de 1978] Real-time transmission of three-dimensional images formed by parallax panoramagrams. *Appl. Opt.*, Vol. 17, **24**, 3895-3902.

OKOSHI, T. [1976] *Three-dimensional Imaging Techniques.* Academic Press.

VALYUS, N. A. [1956] *Stereoscopy.* Focal Press. Londres.

SECCIÓN 11B: SERVICIOS AFINES DE TELEVISIÓN

INFORME 802-3*

SERVICIOS ADICIONALES QUE UTILIZAN CANALES DE RADIODIFUSIÓN

(Cuestión 29/11, Programas de Estudios 29A/11, 29C/11, 29H/11)

(1978-1982-1986-1990)

1. Introducción

Muchos países difunden actualmente información y otros servicios por un canal de televisión, además de los servicios normales de televisión. Para la mayoría de esos servicios se utilizan la transmisión digital de datos, siendo probablemente los más conocidos actualmente los sistemas de teletexto descritos en el anexo I a la Recomendación 653. Los sistemas que utilizan técnicas analógicas, o una combinación de técnicas digitales y analógicas, están también dentro del alcance de este Informe.

En el cuadro I se establece una clasificación de servicios adicionales, e incluye también, a fin de que sea completo, los servicios que utilizan los canales de radiodifusión sonora.

El presente Informe contiene los siguientes puntos:

- el punto 2 que trata de los métodos de multiplaje y organización de los sistemas de radiodifusión de datos,
- el punto 3 sobre los servicios que utilizan sistemas de radiodifusión de datos,
- el punto 4 trata de sistemas para proveer acceso condicional a los servicios,
- el punto 5 que trata de sistemas de televisión de imágenes fijas (TVIF).

2. Sistemas de radiodifusión de datos digitales

2.1 *Métodos de multiplaje dentro del canal de televisión*

Los recientes trabajos para definir métodos para la radiodifusión de señales de televisión, sonido y datos por un canal de satélite han conducido a la descripción de nuevos sistemas de multiplexación, y la adaptación de uno de éstos a la radiodifusión terrenal se describe en [CCIR, 1986-90a]. Para facilitar la referencia y asociación con otros Informes del CCIR, se mencionan los diferentes métodos bajo la aplicación para la cual han sido elaborados originalmente.

2.1.1 *Métodos para radiodifusión terrenal*

a) *Multiplaje por distribución en el tiempo (MDT)*

Actualmente, la mayoría de los sistemas utilizan este método con inserción de las señales de datos en las líneas de televisión, en el tiempo de supresión de trama («líneas de datos»), o en el tiempo de supresión de línea de la señal video. Los sistemas de teletexto descritos en el anexo I a la Recomendación 653 utilizan líneas de datos que, en ausencia de las señales de imagen de televisión, pueden extenderse en el tiempo de trama activa, así como el tiempo de supresión de trama; de este modo, se preservan las señales de línea de televisión y de sincronización de trama.

* Este Informe deberá señalarse a la atención del CCITT.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CUADRO I – *Clasificación de los servicios adicionales identificados que pueden facilitarse por sistemas de radiodifusión de datos*

Servicios adicionales (1)	Multiplaje en el canal de radiodifusión de televisión		(2) Multiplaje en el canal de radiodifusión sonora
	Multiplaje por distribución en el tiempo (MDT)	Multiplaje por distribución de frecuencia (MDF)	Canal MA o MF
1. Teletexto	Informes 802 (§ 3.1) y 956;CG Recomendaciones 653 y 655		
2. Subtitulado	Informes 802 (punto 3.2.1) y 1080; Recomendación 653		
3. Identificación de programas y servicio	Informes 802 (punto 3.2.2) y 1073; Recomendación 653		Informe 463 (3) (4)
4. Control de la entrega de programas	Informes 802 (punto 3.2.3) y 1073; Recomendación 653 Informe 1226		Informe 463 (4)
5. Sonido de calidad vocal	Informe 802 (punto 3.2.4.1), Informe 958, Informe 954, Informe 632, Informe 1073	Informe 795 (2) (3) Informe 954 Informe 632 (3)	Informe 632 (3)
6. Sonido sintetizado	Informe 802 (punto 3.2.4.2); Recomendación 653		
7. Radiodifusión de audiografía	Informe 802 (punto 3.2.5)		Informe 463 (3) (4)
8. Datos para procesamiento (incluido telesoporte lógico)	Informe 802 (punto 3.2.6)		Informe 1061
9. Radiodifusión de hora y fecha en forma codificada	Informes 802 (punto 3.2.6.1), 1073 y 1078; Recomendación 653		
10. Servicios de datos independientes	Informes 802 (punto 3.2.7) y 1073; Recomendación 653	Informe 1073	Informe 463 (4)
11. Radiodifusión de facsímil	Informe 802 (punto 3.2.8)	Informe 795 (2) (3)	Informe 463 (4)
12. Televisión de imágenes fijas	Informe 802 (punto 4) (3)		Informe 463 (3) (4)

Nota. – Se da por supuesto que la modulación es digital de no indicarse expresamente lo contrario.

(1) Pueden emplearse técnicas de acceso condicional con televisión y sonido y cualquiera de los servicios adicionales 1-12. Véanse el punto 3.3 del presente Informe, los Informes 1073 y 1079 y la Recomendación 653.

(2) La Comisión de Estudio 10 está estudiando los sistemas para estos servicios.

(3) Este servicio puede asegurarse parcialmente con modulación analógica.

(4) Pese a no referirse al «teletexto», el Informe 463 sí se ocupa de la transmisión de informaciones suplementarias, incluidos los textos emitidos por canales de radiodifusión sonora MF.

En el Informe 958 se mencionan algunas posibilidades para la incorporación de la información de sonido en la señal video en radiodifusión terrenal. Sería posible obtener una capacidad estimada correspondiente a 4 canales de sonido de alta calidad en los sistemas de 625 líneas. Semejante técnica tal vez constituya una oportunidad para la radiodifusión de datos.

Se está estudiando la influencia de la señal de datos en las relaciones de protección de televisión, y se dispone de algunos resultados a este respecto en la Recomendación 653 para televisión B o G/PAL de 625 líneas. En [CCIR, 1982-86a], figuran algunos resultados recientes relativos a la protección del servicio de radiodifusión de datos para el sistema de televisión L.

b) *Multiplaje por distribución de frecuencia (MDF)*

Algunas administraciones europeas han seleccionado el sistema NICAM 728 [CCIR, 1986-90b y c; BBC/IBA, 1987] que se recomienda para los sistemas de televisión B, G, H e I en la Recomendación 707 para usarlo cuando se introduzca la transmisión de sonido multicanal en los servicios de televisión terrenales. Este sistema utiliza una portadora adicional modulada digitalmente para suministrar dos canales de sonido digitales de alta calidad y una pequeña capacidad adicional de transmisión de datos. Los dos canales de sonido pueden utilizarse para transmitir una sola señal estereofónica o dos señales monofónicas independientes. Alternativamente, uno o los dos canales de sonido pueden utilizarse para la transmisión transparente de datos. Véase el Informe 795.

2.1.2 *Métodos de multiplaje para radiodifusión por satélite*

Figura información sobre este punto en los siguientes Informes del CCIR:

- Informe 632: «Servicio de radiodifusión por satélite (sonora y de televisión). *Métodos de modulación más adecuados desde el punto de vista técnico*».

  Si bien este Informe trata principalmente de métodos *de modulación*, contiene alguna información sobre multiplaje.

- Informe 954: «Métodos de multiplaje para la emisión de varias señales digitales de sonido y también de señales de datos de radiodifusión.»

  En este Informe se describen dos métodos de multiplaje conocidos como «sistema A» o «continuo», que es un sistema MDF, y «sistema B» o «descontinuo», que es un sistema MDT.

- Informe 1073: «Normas de televisión para el servicio de radiodifusión por satélite.»

  Se describen en él varios sistemas bien elaborados previstos para la radiodifusión de datos, y conocidos como C-MAC/paquetes, D2-MAC/paquetes, B-MAC y subportadora digital/NTSC.

Estos sistemas permiten una compartición de toda la capacidad de canales prevista por la CAMR-RS-77 entre los diferentes servicios. Se prevén medios para facilitar a los usuarios el acceso a los diferentes servicios posibles dentro de cada canal de la CAMR y de los diferentes canales de la CAMR. Para más información sobre este aspecto, véase el punto 3.2.2.

a) *Multiplaje por distribución en el tiempo (MDT)*

En el Informe 1073, se describen varios sistemas MDT:

C-MAC/paquetes: Sistema de multiplaje en radiofrecuencia con capacidad de velocidad binaria de unos 3 Mbit/s, aproximadamente.

D-MAC/paquetes: Sistema de multiplaje en banda de base que utiliza la codificación duobinaria; velocidad binaria disponible: 3 Mbit/s, aproximadamente.

D2-MAC/paquetes: Sistema de multiplaje en radiofrecuencia con capacidad de velocidad binaria de 1,5 Mbit/s, aproximadamente.

B-MAC: Sistema múltiplex en banda de base que utiliza codificación cuaternaria con una capacidad de velocidad binaria de 1,6 Mbit/s aproximadamente.

La representación en banda de base de los miembros de la familia MAC/paquetes (D, D2, HD) puede distribuirse mediante enlaces digitales. Cuando esos enlaces utilizan técnicas de compresión de datos, es importante que los esquemas de codificación de canal sean transparentes a todas las estructuras MDT, incluidos los datos de intervalo de trama y de trama completa. En [CCIR, 1986-90c] se ha propuesto una codificación de canal en el nivel jerárquico de 140 Mbit/s.

Se prevé que los servicios de radiodifusión de datos por satélite utilizarán progresivamente el multiplaje digital de sonido/datos. En un periodo de transición, con las normas actuales de datos puede adaptarse a la transmisión en el intervalo de supresión de trama de cualquier señal de televisión. Esto sería conveniente para el suministro desde un principio, de determinados servicios de subtitulado multilingüe, pero la rápida adopción del teletexto con transmisión en el múltiplex de sonido/datos, conforme se propone en [CCIR, 1986-90d], facilitará la introducción compatible de la técnica AD-MAC.

En la República Federal de Alemania se realizaron pruebas de radiodifusión de datos con un sistema de 20,48 Mbit/s destinado originalmente sólo a la radiodifusión sonora por canales de satélite en la banda de 12 GHz. Con este sistema (véase el Anexo II al Informe 215-6) podrían transmitirse 16 canales estereofónicos ó 32 canales monofónicos de alta calidad. Puede utilizarse uno o varios canales para la radiodifusión de datos. Cada canal monofónico ofrece una capacidad altamente protegida de 352 kbit/s (para una relación C/N = 12 dB la PBE es igual a $8,1 \times 10^{-8}$) junto con una capacidad de datos no protegida de 96 kbit/s. En condiciones típicas de recepción la PBE es despreciable [Assmus, 1989].

b) *Multiplaje por distribución de frecuencia (MDF)*

En el Informe 1073 se describe un sistema denominado subportadora digital/NTSC, que utiliza una subportadora modulada digitalmente, con una capacidad de velocidad binaria de 2,0 Mbit/s aproximadamente.

2.2 *Organización del múltiplex*

La organización del múltiplex de datos se define por un determinado número de características y parámetros relativos a la fuente de datos disponible y al modo de compartición:

- fuente de datos disponible;
- método de multiplaje de datos procedentes de diferentes fuentes;
- identificación de un canal de datos;
- número de canales de datos disponibles;
- especificación de un canal de datos.

En el anexo I a la Recomendación 653, se hace una descripción general de los sistemas de radiodifusión de datos utilizados principalmente para el servicio de teletexto. Se explica el uso de una técnica de transmisión de paquetes para radiodifusión de datos, basada en las cuatro capas inferiores del modelo de referencia de la ISO para interconexión de sistemas abiertos (ISA).

Del mismo modo, el múltiplex de sonido/datos de los sistemas de radiodifusión directa por satélite MAC/paquetes, descrito en el Informe 1073, utiliza una estructura de multiplaje de paquetes para atribuir la capacidad digital disponible a las diferentes fuentes de sonido y datos.

2.3 Interfaces digitales y protocolos para transmisión y recepción

Suele ser necesario proveer interfaces que permitan la transmisión de datos digitales desde cierto número de fuentes diferentes. Como la radiodifusión es un medio de transmisión unidireccional, no es posible adaptar las características de la transmisión para que se ajusten a los requisitos del equipo de recepción en cada caso particular. Por consiguiente, debe adaptarse la velocidad de transmisión de cada fuente a la velocidad binaria disponible, habida cuenta de la prioridad relativa de cada fuente. Por ejemplo, el sonido puede tener la máxima prioridad y los subtítulos una prioridad mayor que el teletexto. Este interfaz se ha definido en [Blineau y otros, 1980], la regulación de la velocidad binaria mediante el empleo de un procedimiento de «toma de contacto» en el extremo de emisión.

Por otra parte, debe tenerse a menudo en cuenta el interfaz, y su compatibilidad, con otras redes de datos. Por ejemplo, se describe en [CCIR, 1982-86a] el interfaz de un sistema de televisión de imágenes fijas con varios canales de datos telefónicos.

Se ha demostrado que definiendo el tipo de Datos de Propósito General (DPG) de la componente MAC/paquete [CCIR, 1986-90e], mediante la utilización de protocolos extremo a extremo se puede facilitar la operación con otros tipos de redes de telecomunicaciones solamente a las capas II y III de ISA [BSB, 1989]. La naturaleza unidireccional del servicio de radiodifusión hace que los actuales protocolos extremo a extremo "sin conexión" sean apropiados.

3. Servicios adicionales de radiodifusión que utilizan la capacidad existente dentro de un canal de televisión

3.1 *Servicio de teletexto*

La definición del servicio de teletexto es la siguiente:

Servicio de radiodifusión de datos digitales que pueden transmitirse bien sea integrados en la estructura de una señal de televisión analógica o utilizando métodos de modulación digital. El servicio está destinado primordialmente a la visualización de textos o de material gráfico en forma bidimensional, reconstruidos a partir de datos codificados, en la pantalla de receptores de televisión debidamente equipados.

En la Recomendación 653, se recomiendan cuatro sistemas de teletexto para su adopción a escala internacional. Se describen en el anexo I a dicha Recomendación 653 como sistemas A, B, C y D, que indican:

Sistema A : sistema propuesto por Francia
Sistema B : sistema propuesto por el Reino Unido
Sistema C : sistema propuesto por Canadá
Sistema D : sistema propuesto por Japón

Existe actualmente abundante documentación sobre el desarrollo de esos sistemas, y en [Cominetti, 1985] se hace una descripción general de los mismos. En la bibliografía figuran muchas referencias. En el Informe 956, se mencionan, especialmente, los resultados de pruebas prácticas y de estudios teóricos, (Volumen XI, parte 1, XVI Asamblea Plenaria, Dubrovnik, 1986).

Puede ser necesario el intercambio y la combinación de páginas de diferentes fuentes de datos de teletexto cuando haya que componer un programa de un contenido o estructura determinados, por ejemplo, un programa regional que deba incluir partes de un programa de teletexto nacional. Además de la utilización de diferentes líneas de datos en el intervalo de supresión de trama de la señal de televisión para diferentes programas de teletexto o la interconexión de dos o más computadores de teletexto a través de enlaces de datos, podría utilizarse un dispositivo «combinador de teletexto» para combinar páginas procedentes de varios ciclos de entrada, intercambiar páginas definidas previamente y suprimir páginas no deseadas. Con el combinador se pueden insertar también, sin complicaciones, subtítulos «en cinta» dentro del ciclo de un programa existente [CCIR, 1982-86b].

3.2 *Sistemas para otros nuevos servicios*

Los servicios enumerados a continuación también se basan en la radiodifusión de datos. El número de estos servicios va en aumento. Algunos de ellos pueden facilitarse también mediante sistemas de teletexto.

3.2.1 *Subtitulado (leyendas en recuadros)*

Durante años se ha utilizado el servicio de subtitulado asociado a los servicios de teletexto o como sistema dedicado en la «línea 21» [Lentz y otros, 1978]. Se han desarrollado métodos y equipos operacionales mejorados [Holmberg y otros, 1981; Lambourne, 1983; Baker y otros, 1984]. El subtitulado ofrecido mediante la radiodifusión de datos puede ser plurilingüe y multinivel [CCIR, 1978-82a, Sechet, 1980a y b]. En Francia se han fabricado y presentado equipos de producción de subtitulado plurilingüe dotado de la gestión independiente de los distintos idiomas. Esta posibilidad es especialmente importante con el advenimiento de los satélites de radiodifusión directa. Los sistemas actuales de producción sólo permiten la difusión de subtítulos elaborados de antemano. Todavía están estudiándose sistemas que permitan la producción de subtítulos en tiempo real o ligeramente diferido [Renoullin y Pinon, 1985].

El servicio de subtitulado sólo está limitado, respecto del número de idiomas diferentes que pueden ofrecerse simultáneamente, por el recurso de transmisión. Sin embargo, un máximo razonable se sitúa en aproximadamente 10 a 20 idiomas o niveles en condiciones de explotación normales.

La transferencia de los datos de subtitulado para su transmisión puede ser rápida y directa, bajo la forma en que deba ser transmitida directamente, o bien a velocidad de datos inferior. En este último caso, es necesaria una velocidad mínima de datos en serie de 130 bytes por segundo, para la transferencia o registro de los subtítulos en un idioma simultáneamente con el material del programa principal [CCIR, 1982-86c]. En caso de poderse aceptar un pequeño aumento del tiempo mínimo entre subtítulos, para la transferencia o el registro podrían emplearse, para un solo canal de subtitulado (es decir, 100 bytes por segundo), los «bits de usuario» del código horario de la UER [UER, 1982].

En [CCIR, 1982-86c], se presentan también algunas estadísticas relativas a los servicios de subtitulado por medio de los sistemas de teletexto A y B.

El intercambio internacional de programas de televisión que contiene datos de subtitulado se trata en [CCIR, 1982-86d].

3.2.2 *Identificación del servicio y del programa*

Cuando pueden recibirse muchas transmisiones de radiodifusión, especialmente cuando un canal RF podría transportar varios servicios, programas o elementos de información independientes, se presenta la necesidad de radiodifundir datos que ayuden al usuario:

- facilitando el acceso al canal RF deseado,
- definiendo la configuración exacta de los diferentes componentes de señal dentro del canal RF (si éste varía de vez en cuando),
- facilitando el acceso al servicio deseado, es decir, uno de los diferentes servicios dentro de un canal RF (un servicio puede tener varias componentes de diferentes tipos).

En la radiodifusión directa por satélite, es probable que puedan recibirse en cada punto un gran número de transmisiones. Para cada transmisión, es probable que pueda disponerse de varios servicios. Por tanto, es conveniente adoptar un sistema de identificación común y general dentro de la zona geográfica a la que se da servicio con arreglo a un plan regional, como es establecido por la CAMR-RS-77.

Como ejemplo, el sistema de identificación del servicio dentro de la familia de sistemas MAC/paquetes de la UER se basa en el empleo de un canal de datos dedicado dentro del múltiplex de sonido/datos digital, junto con el envío de datos de control del canal RF y del múltiplex MDT en la línea 625. El procesamiento de los datos de control del canal RF y del múltiplex MDT permite al receptor separar la parte analógica del múltiplex MDT, es decir la imagen, de su parte digital constituida por el múltiplex de paquetes. El procesamiento de la información transmitida por el canal dedicado de acceso a los diversos servicios, a las diferentes componentes de cada servicio y a los elementos de programa dentro de cada servicio. Semejante sistema podría también constituir la base de un sistema de identificación del servicio y del programa para la radiodifusión terrenal.

3.2.3 Control de entrega de programas

El sistema de control de entrega de programas facilita la grabación de los programas mediante magnetoscopios. El servicio debe comprender la información que permita al espectador la preselección de los programas que desea grabar, y la información para poder identificar el momento en que se emiten los programas.

La UER ha armonizado los estudios realizados en la República Federal de Alemania con un sistema conocido como VPS (Vídeo Programming System) que utiliza datos codificados bifase a 2,5 Mbit/s [CCIR, 1982-86e] y funciones similares incluidas en la especificación del sistema B de teletexto que funciona a una velocidad de unos 7 Mbit/s, pero que incluye medios adicionales de protección contra errores. Los principios operacionales del sistema de la UER y su especificación [CCIR, 1986-90f] se resumen en el Informe 1226 de CCIR.

3.2.4 *Sonido*

3.2.4.1 *Sonido de calidad vocal*

En Italia se ha desarrollado un sistema experimental [Ardito y otros, 1980; CCIR, 1978-82b] que proporciona un canal de comentarios a un programa de teletexto, o canales vocales auxiliares a un programa de televisión con fines multilingües.

El comentario sonoro se multiplexa en el tiempo con el programa de teletexto y utiliza la misma estructura de la señal de datos. En el sistema propuesto las pausas vocales se aprovechan para reducir la ocupación media del canal.

3.2.4.2 *Sonido sintetizado*

Este tipo de servicio puede facilitarse, por ejemplo, por medio de los sistema B y D de teletexto (anexo I a la Recomendación 653), y permite acompañar, en caso necesario, el texto y los gráficos con música sintetizada. Se ha previsto agregar esta facilidad a los demás sistemas de teletexto (punto 3.1).

3.2.5 *Audiografía radiodifundida*

Un servicio denominado "audiografía" [CCIR 1974-78a] continúa siendo objeto de estudios en Francia, aunque todavía no ha sido puesto en servicio. Se propone que los servicios incluyan el sonido con la información gráfica correspondiente, lo que permitirá la reconstrucción de un dibujo a medida que se esté ejecutando (teledibujo o teleescritura).

Entre sus posibles aplicaciones, podríamos incluir la transmisión de programas educativos (cursos) a base de las explicaciones de un profesor y de esquemas, fórmulas, etc., en la pizarra. Así, pues, la pantalla de televisión asociada al sistema de recepción viene a ser una pizarra electrónica que reproduce a distancia las señales.

3.2.6 *Datos para procesamiento*

La importancia de estos servicios crece rápidamente. Suponen la radiodifusión de datos destinados al procesamiento mecánico, pero no primordialmente para reproducir una imagen en la pantalla de televisión del usuario. El mejor ejemplo conocido de este tipo de servicio es el de «telesoporte lógico». De modo general, el servicio de «telesoporte lógico» facilita programas de computador para que el público en general los utilice en sus computadores personales.

Los servicios de «telesoporte lógico» difundidos como parte de un servicio de teletexto han sido objeto de experimentos hace ya varios años [Vivian y Overington, 1978], y se ofrecen actualmente como servicio público en algunos países [CCIR, 1982-86g].

La RAI ha introducido en Italia un sistema para la radiodifusión de programas de computador y ficheros de datos por canales de sonido a la velocidad de 4 800 baudios, en lugar del programa sonoro principal [Amato y otros 1987; CCIR, 1986-90g]. Este sistema, denominado Radiosoftware que funciona actualmente en la tercera red de radio MF se basa en un protocolo de comunicaciones [CCIR, 1986-90h] estructurado de acuerdo con el modelo de ISA de la OSI, cuya flexibilidad permite el uso del sistema en otros medios de radiodifusión, tales como subportadoras digitales asociadas con canales de televisión o de radiodifusión sonora. Estas aplicaciones se encuentran en estudio.

El sistema Radiosoftware también se ha ensayado en Italia, en el sistema de dos portadoras de sonido para televisión (Informe 795). Los resultados de las pruebas de laboratorio [CCIR, 1986-90i] indican que, durante la transmisión del sonido monofónico de los programas de televisión, el segundo canal de sonido puede utilizarse para transmitir datos a 4,8 kbit/s, sin que se vea afectada la calidad del sonido y la imagen en los receptores de televisión domésticos.

Bajo la denominación general de «datos para procesamiento» puede haber otros servicios destinados al control a distancia de aparatos (con exclusión de los servicios de entrega de programas). Un ejemplo de ello es la difusión de señales de datos a pequeña velocidad para la conmutación a distancia (véase el Informe 1061).

3.2.7 *Radiodifusión de hora y fecha en forma codificada*

La hora y la fecha son elementos de información importantes en radiodifusión. Si la radiodifusión atraviesa límites de zonas horarias, especialmente la procedente de satélites de radiodifusión, es deseable una convención común cuando se difunden la hora y la fecha en forma codificada. Las Recomendaciones 457 y 460 prevén dicha convención y su uso en radiodifusión se propone en [CCIR, 1982-86g]. El Informe 1078 trata más detenidamente este asunto.

3.2.8 Servicios de datos independientes

Los servicios de datos independientes utilizan los sistemas de radiodifusión de datos para difundir varios tipos de datos destinados a terminales apropiados conectados a los receptores de datos, y que normalmente requieren facilidades de acceso condicional (véase el punto 4). En este caso, a diferencia de los demás servicios, la organización de los datos incumbe al usuario. Como ejemplos de servicios que han sido ya utilizados en la explotación, puede citarse la transmisión de:

- boletines de agencias de noticias
- listas de tarjetas de crédito sustraídas
- soportes lógicos educativos para centros de enseñanza.

Se utiliza actualmente para esos servicios el sistema de radiodifusión de paquetes de datos explotado en Francia y denominado DIDON [CCIR, 1974-78b; Noirel, 1975; Blineau y otros, 1980].

La BBC ha suministrado un servicio de radiodifusión de datos en el Reino Unido desde 1985 bajo la marca registrada de BBC "DATACAST". Aunque puede usarse con cualquier forma de cifrado y de acceso condicional capaz de ser utilizado en un enlace de datos transparente unidireccional, se ha desarrollado un sistema particular para esta aplicación [Wright, 1987]. En el Informe 1079 se da más información.

ORACLE-AIRCALL ha suministrado un servicio de radiodifusión de datos en el Reino Unido desde 1985 asociado con el servicio de teletexto utilizando el sistema de teletexto B, radiodifundido mediante la red de transmisores de la IBA del Reino Unido. De la amplia gama de técnicas aplicables, este servicio ha seleccionado una forma particular de aleatorización de datos y control de acceso. El servicio transporta tanto páginas de datos como datos independientes. En el Informe 1079 se da más información.

En los comienzos del funcionamiento del SRS en el Reino Unido, la distribución de datos generales a grupos de usuarios abiertos o cerrados hará uso del tipo de Datos de Propósito General (DPG) de la componente del servicio MAC/paquete [CCIR, 1986-90e].

En [CCIR, 1986-90j] se describe un servicio de transmisión de datos a diversos usuarios, de alto grado de fiabilidad, en la señal de TV analógica.

3.2.9 *Facsímil radiodifundido*

Se ha desarrollado en Japón un sistema de facsímil por radiodifusión en el que la señal se transmite multiplexada con un canal sonoro de televisión, haciendo uso de la segunda subportadora. El sistema permite transmitir igualmente al receptor señales de facsímil analógicas o digitales [CCIR, 1986-90k, véase el Informe 795].

4. *Sistemas para proveer acceso condicional a los servicios*

La facilidad de acceso condicional puede aplicarse a todos los servicios, incluidos los de televisión. Los métodos destinados a controlar el acceso requieren el uso de técnicas de cifrado, conjuntamente con las de aleatorización. En noviembre de 1984 se introdujo en Francia un servicio de televisión de acceso condicional. Este servicio se explota en una red nacional de difusión terrenal utilizando las bandas I y III para los transmisores principales. Las técnicas de aleatorización empleadas consisten en un retardo pseudoaleatorio de la parte útil de las líneas de video y de inversión espectral del sonido [Marti y Mauduit, 1975]. Las operaciones de control y de gestión de los títulos de acceso se realizan simultáneamente otorgando una clave personal a cada abonado e introduciendo la clave en el decodificador mediante un teclado.

Francia realiza operaciones del servicio de radiodifusión por satélite, y en particular con el satélite TDF1, utilizando el sistema D2-MAC/paquetes y el sistema de acceso condicional Eurocrypt [CCIR, 1986-90l]. En el Anexo II al Informe 1079 figura una descripción general de este sistema.

En el Reino Unido, British Satellite Broadcasting realiza operaciones del servicio de radiodifusión por satélite utilizando el sistema D-MAC/paquetes y el sistema de acceso condicional Eurocypher [CCIR, 1986-90m].

Los sistemas Eurocrypt y Eurocypher pueden utilizarse con todos los miembros de la familia de sistemas MAC/paquetes para el acceso a los servicios de televisión, teletexto, sonido y datos.

5. Sistemas de radiodifusión de imágenes fijas (TVIF) que utilizan un canal de televisión o bien un canal de banda estrecha

Los sistemas de radiodifusión de televisión de imágenes fijas se están estudiando en una serie de países. Estos estudios incluyen sistemas digitales y analógicos para transmisión por canales de televisión o de banda estrecha. Los sistemas analógicos se dividen a su vez en sistemas de campo completo y de múltiplex de línea.

5.1 Estudios en la URSS

En la URSS se han realizado estudios [CCIR, 1978-82c] sobre la transmisión de señales digitales TVIF por canales de banda estrecha. Una posible aplicación de este sistema es la radiodifusión de señales desde un centro de información público a un gran número de usuarios.

Se han previsto algunas otras aplicaciones (por ejemplo, comunicaciones para conferencias, servicios vídeo de abonados, etc.) que están siendo estudiadas por el CCITT. La radiodifusión de esta información se basa en el uso de técnicas de multiplexación tanto de frecuencia como en el tiempo, en canales de televisión y/o en canales de radiodifusión sonora.

Se han llevado a cabo investigaciones acerca de varios parámetros técnicos, en especial con el número de imágenes por unidad de tiempo, número de bits por elemento de imagen, relación de tiempo/velocidad de bits y su influencia en la calidad del servicio [Minashin y otros, 1979]. En lo que concierne a los aspectos de transmisión, se ha demostrado que para reducir el efecto de los errores, en especial cuando se utilizan métodos de reducción de redundancia, deben emplearse códigos para corregir tanto errores simples como múltiples [Braude-Zolotarev y otros, 1979].

Experimentos hechos en la URSS con la transmisión de imágenes fijas por líneas de conexión sin conmutación de redes telefónicas urbanas han demostrado que es posible lograr una corrección eficaz de errores de estructuras diversas, empleando códigos auto-ortogonales de tipo convolucional y un umbral óptimo del algoritmo de decodificación. Esa técnica permite transmitir las señales digitales de imágenes fijas prácticamente exentas de error en canales que tengan una probabilidad de error de hasta 5×10^{-3} [Braude-Zolotarev y Krasnoselski, 1982; CCIR, 1982-86h].

5.2 Estudios en Japón

El múltiplex tipo trama completa puede transmitir muchos programas utilizando una banda de frecuencias atribuida a un canal de TV. La señal consiste en una señal vídeo compuesta de una trama y una señal de sonido codificada digitalmente transmitidas por MTD [CCIR, 1974-78c; Yamane y otros 1980]. Se realizaron pruebas de transmisión utilizando el satélite de radiodifusión [CCIR, 1978-82d; Hasegawa y otros, 1980]. En cooperación entre Japón y China [Kang y otros, 1987], se realizaron experimentos reales con TV en ondas decimétricas (UHF).

El tipo múltiplex delínea puede transmitir varios programas manteniendo la compatibilidad con una TV normal. La señal vídeo se multiplexa en el intervalo de supresión de trama de una señal de TV principal, línea por línea, y la señal de sonido correspondiente se multiplexa por la portadora adicional [CCIR, 1974-78d; Harada, 1976].

Se ha desarrollado un sistema de imágenes fijas de tipo múltiplex codificado digitalmente utilizando un canal de datos de un satélite de radiodifusión de TV [CCIR, 1986-90j]. Se está estudiando un servicio mediante imágenes fijas de TVAD codificadas digitalmente y MIC de alta calidad [CCIR, 1986-90n].

5.3 Estudios futuros

Debe también prestarse especial atención a la protección de las señales de control y sincronismo de las imágenes fijas. Sobre esto se proporciona información detallada en [CCIR, 1978-82e]. Se requieren más estudios acerca de la codificación eficiente de las señales de TVIF y las señales de sonido asociadas. De igual forma se requieren ulteriores estudios a efectos de aumentar la inmunidad frente al ruido.

Los resultados de estos estudios deberán señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio XV y XVIII del CCITT, en lo que respecta a la codificación y a la compatibilidad con las redes integradas de servicios digitales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, P., COMINETTI, M., MORELLO, A., TOSONI, N.S. [1987] - Radiosoftware: Nuovo servizio di telematica radiodiffusa. Elettronica e telecomunicazioni No. 5.

ARDITO, M., BARBERO, M. y BARBIERI, G. F. [abril de 1980] Insertion of a commentary in the field-blanking interval of the television signal. *EBU Rev. Tech.*, **180**, 54-61.

ASSMUS, U. [Febrero de 1989] - Data transmission in DSR channels. EBU Review, Technical, No. 233.

BAKER, R. G., LAMBOURNE, A. D. y ROWSTON, G. [1984] *Handbook for Television Sub-titlers*, Independent Broadcasting Authority (Reino Unido).

BBC/IBA JOINT PUBLICATION [1987] Standard for two-channel digital sound with System I television transmissions.

BLINEAU, J., DUBLET, G., NOIREL, Y. y VARDO, J. C. [1980] DIDON: Diffusion de données par paquets – état de la technique. *Radiodif.-Télév.*, edición especial 3-80, CCETT.

BRAUDE-ZOLOTAREV, Yu. M. y KRASNOSELSKI, I. N. [1982] Eksperimentalnye issledovania svertochnogo kodekas optimizirovannym porogovym dekodirovaniem (Experiments on a convolutional codec with optimized threshold decoding). *Trudy NIIR*, No. 2.

BRAUDE-ZOLOTAREV, Yu. M., ZOLOTAREV, V. V., KRASNOSELSKI, I. N. y SHANINA, N. I. [1979] Porogovy algoritm i optimalnye priemniki maloizbytochnykh signalov (Algoritmo del umbral y receptores óptimos para señales con poca redundancia). *NIIR Proc.*, **4**.

BSB [1989] Specifications of Transmission Systems for the Broadcasting Satellite Service (Publicación especial).

COMINETTI, M. [febrero de 1985] Evolution of data-broadcasting standards and the role of the EBU. *EBU Rev. Tech.*, **209**, 15-23.

HARADA, S. [febrero de 1976] Still picture multiplex television system. NHK Lab. Note 194.

HASEGAWA, T., YANAGIMACHI, A., YOSHINO, T. y OHYA, A. [octubre de 1980] Transmission test of still-picture broadcasting signals for using the Medium-scale experimental purpose Broadcasting Satellite. NHK Lab. Note 257.

HOLMBERG, Å. y otros [1981] Subtitling of television programmes – new method for the hard of hearing. Swedish Television Company.

KANG, S. y otros [septiembre de 1987] - On-air experiment of multiprogramme TV broadcasting. International Symposium on Broadcasting Technology, Beijing .

LAMBOURNE, A. D. [mayo de 1983] NEWFOR – An advanced subtitle preparation system. Independent Broadcasting Authority. *IBA Tech. Rev.*, **20**.

LENTZ y otros [junio de 1978] Television captioning for the deaf, signal and display specifications. Public Broadcasting Service Engineering Report No. 7709C.

MARTI, B. y MAUDUIT, M. [diciembre de 1975] DISCRET, service de télévision cryptée. *Radiodif.-Télév.*, **40**.

MINASHIN, V. P., KRIVOSHEEV, M. I., CHUDOV, V. N. y KRASNOSELSKI, I. N. [1979] Tsifrovaya peredacha nepodvizhnykh televizionnykh izobrazhenii (Transmisión digital de imágenes fijas de televisión). *NIIR Proc.*, **2**.

NOIREL, Y. [diciembre de 1975] Un système expérimental de diffusion de données par paquets. *Radiodif. Télév.*, **40**.

RENOULLIN, J. L. y PINON, Y. [1985] Etude et réalisation d'un diffuseur de sous-titres aux normes DIDON-ANTIOPE. *Radiodif.-Télév.*, **86**, 1/5.

SECHET, C. [agosto de 1980a] Antiope teletext captioning. *IEEE Trans. Consumer Electron.*, Vol. CE-26, **3**, 618-621.

SECHET, C. [1980b] Sous-titrage des émissions de télévision par le système ANTIOPE. Congrés international sur les systèmes et services nouveaux de télécommunications, Liège, Bélgica.

UER [1977] Spécifications de l'équipement pour signaux d'insertion de donnés destiné aux transmissions internationales. Tech. 3217.

UER [1982] Code temporel de commande de l'UER pour les magnétoscopes (systèmes de télévision à 625 lignes). Tech. 3097.

VIVIAN, R. H. y OVERINGTON, W. J. G. [septiembre de 1978] Telesoftware makes broadcast Teletext interactive. IEEE Conf. Publ. No. 166.

WRIGHT, D.T. [1987] - Conditional Access Broadcasting: Over-air Enabled system for General Purpose Data Channels. BBC Research Report.

YAMANE, H., YANAGIMACHI, A., YAMAMOTO, Tetsuo, MASUKO, Y., YOSHINO, T., YAMADA, O., NAMBA, S., YAMAMOTO, Toshiaki y OHYA, A. [marzo de 1980] Still-picture broadcasting system: NHK Tech. Monograph 29.

Documentos del CCIR

[1974-78]: **a.** 11/366 (Francia); **b.** 11/61 (Francia); **c.** ——— 11/310 (Japón); **d.** 11/32 (Japón).

[1978-82]: a. 11/304 (Francia); b. 11/122 (Italia); c. 11/118 (URSS); d. 11/77 (Japón); e. 11/318 (URSS).

[1982-86]: **a.** ——— 11/325 (URSS); **b.** 11/117 (Alemania (República Federal de)); **c.** 11/330 (UER); **d.** 11/366 (Australia); **e.** 11/370 (Alemania (República Federal de)); **f.** 11/74 (Reino Unido); **g.** 11/53 (UER); **h.** 11/89 (URSS).

[1986-90]: a. 11/14 (Francia); b. 11/44 (Suecia); c. GITM 10-11/5-41 (Reino Unido); d. GITM 10-11/5-36 (UER); e. GITM 10-11/3-115 (UKIBA); f. GITM 10-11/5-66 (UER); g. 10/74 (Italia); h. 10/75 (Italia); i. 11/470 (Italia); j. 11/420 (Japón); k. 11/423 (Japón); l. GITM 10-11/3-116 (Francia); m. GITM 10-11/3-117 (UKIBA); n. 11/576 (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

ANSI/CSA [diciembre de 1983] Videotex/teletex presentation level protocol syntax (North American PLPS). ANSI BSR X3.110/CSA T500.

BBC, IBA, IRT [15-24 de abril de 1975] Teletext field trials in Bavaria. Disponible en la BBC o IBA.

BLATT, J., ROSCH, G. y OSTERER, C. [noviembre de 1980] The promise of teletext for hearing impaired audiences. *IEEE Trans. Consumer Electron.*, Vol. CE-26, **4**, 717-722.

BOWN, H. G., O'BRIEN, C. D., SAWCHUCK, W. y STOREY, J. R. [noviembre de 1979] Picture description instructions (PDI) for the TELIDON videotex system. CRC Tech. Note 699E. Communications Research Centre, Canadian Federal Department of Communications, Ottawa, Ontario, Canadá.

BRITISH TELECOM. Research Report No. 879. Videotex code extension arch.

CCIR Informe 802-1, Servicios adicionales de radiodifusión que utilizan un canal de televisión de banda estrecha, Recomendaciones e Informes del CCIR, XV Asamblea Plenaria, Ginebra, 1982, Vol. XI – Parte 1.

CCIR Recomendación 567-1, Calidad de transmisión de los circuitos de televisión diseñados para ser utilizados en conexiones internacionales, Recomendaciones e Informes del CCIR, 1982, XV Asamblea Plenaria, Ginebra, 1982, Vol. XII.

CCITT – Recomendación T.101.

EIA/CVCC [marzo de 1984] North American basic teletext specification (NABTS). EIA IS-14/CVCC TS.100.

HUTT, P. R. [1976] The fundamentals of Teletext. Independent Broadcasting Authority (United Kingdom) E and D, Report 112/76.

IBA [mayo de 1983] Technical Review No. 20, Teletext. Independent Broadcasting Athority, Reino unido.

IEE [1979] *Electron. Rev.*, Special issue on teletext.

ISO [1973] 2022: Information processing – ISO 7-bit and 8-bit coded character sets – code extension techniques.

ISO [1983] 6937: Information processing-coded character sets for text communication. Part 1: General information; Part 2: Latin alphabetic and non-alphabetic graphic characters.

ISO [1984] Information processing – open systems interconnection – basic reference model DP7498.

ITCA (Reino Unido) [mayo de 1980] Effects of multiline teletext transmission on domestic television reception. Research Report No. 126/80.

KARWOWSKA-LAMPARSKA, A. [1984] Telewizyjne systemy cyfrowe (Digital television systems) (in Polish) Wydawnictwa Komonikacji i Łączności Warsaw.

KRASNOSELSKI, I. N. [1981] Sincronización y control en sistemas de transmisión de imágenes fijas de televisión. *NIIR Proc.*, **1**.

KRIVOSHEEV, M. I. y otros [1980] *Tsifrovoe televidenie* (Televisión digital). *Sviaz*, Moscú, URSS.

KRIVOSHEEV, M. I. y KRASNOSELSKI, I. N. [1982] Problemy peredachi dopolnitelnoi vizualnoi informatsii (Problemas de la transmisión de información visual adicional). *Tekhnika Kino i Televideniya*, **2**, 45-52.

LUCAS, K. [1976] Analysis and rationalisation of Teletext field trial results. Independent Broadcasting Authority (United Kingdom) E and D Report, 116/76.

SCHWARTZ, C. R., POIGNET, A. y MARTI, B. [junio de 1977] Spécifications préliminaires du service de télétexte ANTIOPE. *Radiodif.-Télév.*, **47**.

SHERRY, L. A. [junio de 1976] An assessment of Teletext data transmission over the UHF television network. IBA Teletext TWG Report 10.

STOREY, J. R., VINCENT, A. y FITZGERALD, R. [agosto de 1980] A description of the broadcast Telidon system. *IEEE Trans. Consumer Electron.*, Vol. CE-27, **3**, 578-586.

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/35 (Reino Unido); 11/44 (Reino Unido); 11/52 (Reino Unido); 11/54 (Reino Unido); 11/55 (Reino Unido); 11/341 (Francia/Canadá); 11/346 (UER).

[1982-86]: 11/117 (Alemania (República Federal de)); 11/308 (Francia).

[1986-90]: 10/29 (Reino Unido).

INFORME 958-1*

POSIBILIDADES DE INCORPORAR LA INFORMACIÓN DE SONIDO EN LA SEÑAL DE VIDEO EN UN SISTEMA DE TELEVISIÓN TERRENAL

(Cuestión 1/11, Programa de Estudios 1H/11)

(1982-1986)

1. Introducción

En un futuro no determinado será posible realizar un nuevo sistema de televisión terrenal en el que la información de sonido estará incorporada en la señal de video. La realización de dicho sistema de manera que sea compatible con los sistemas de televisión existentes, plantea muchos problemas que hay que resolver. El presente Informe es una primera respuesta al punto 1 del Programa de Estudios 1H/11.

2. Requisitos de compatibilidad

La Unión Europea de Radiodifusión (UER) [CCIR, 1978-82a] ha tomado en consideración los diversos puntos mencionados en el Programa de Estudios 1H/11 y ha llegado a la conclusión de que en la televisión terrenal es necesario que se cumplan los siguientes requisitos, a fin de garantizar la compatibilidad con los sistemas existentes:

- la señal digital de sonido incorporada con la de video no deberá perturbar o causar interferencia inaceptable al funcionamiento de los receptores existentes;
- el nuevo sistema deberá permitir el empleo de por lo menos dos canales independientes de gran calidad, o un solo canal estereofónico, o de cuatro a seis canales vocales independientes, y la conmutación entre esos diversos modos de funcionamiento deberá ser automática;
- la calidad de recepción deberá quedar limitada por la degradación de la imagen y *no* por la degradación de las señales de sonido.

Puede considerarse que el último requisito se cumplirá si el nuevo sistema admite una calidad de sonido claramente superior a la calidad de la imagen correspondiente en todas las condiciones de recepción en las que la calidad de la imagen sea por lo menos de nota 1.5 (en una escala de 5 notas) [CCIR, 1982-86].

Se ha considerado conveniente que la nueva tecnología se oriente hacia un solo sistema global adecuado para aplicaciones de radiodifusión tanto terrenal como por satélite, y que esto se haga de manera que la configuración para el sistema de televisión terrenal sea un subsistema compatible con el sistema global [CCIR, 1978-82b].

3. Pruebas de compatibilidad con los receptores existentes

Con objeto de estudiar la posibilidad de integrar la información de sonido en la señal de video, se han realizado pruebas preliminares en Japón con el sistema M [CCIR, 1978-82c], investigando la compatibilidad con los receptores de televisión existentes en el caso de la inserción de señales de impulsos en el intervalo de supresión de línea y de la modificación de las señales de sincronización de línea, como se muestra en la fig. 1.

* El presente Informe contiene información que interesa también a la Comisión de Estudio 10 y a la CMTT.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

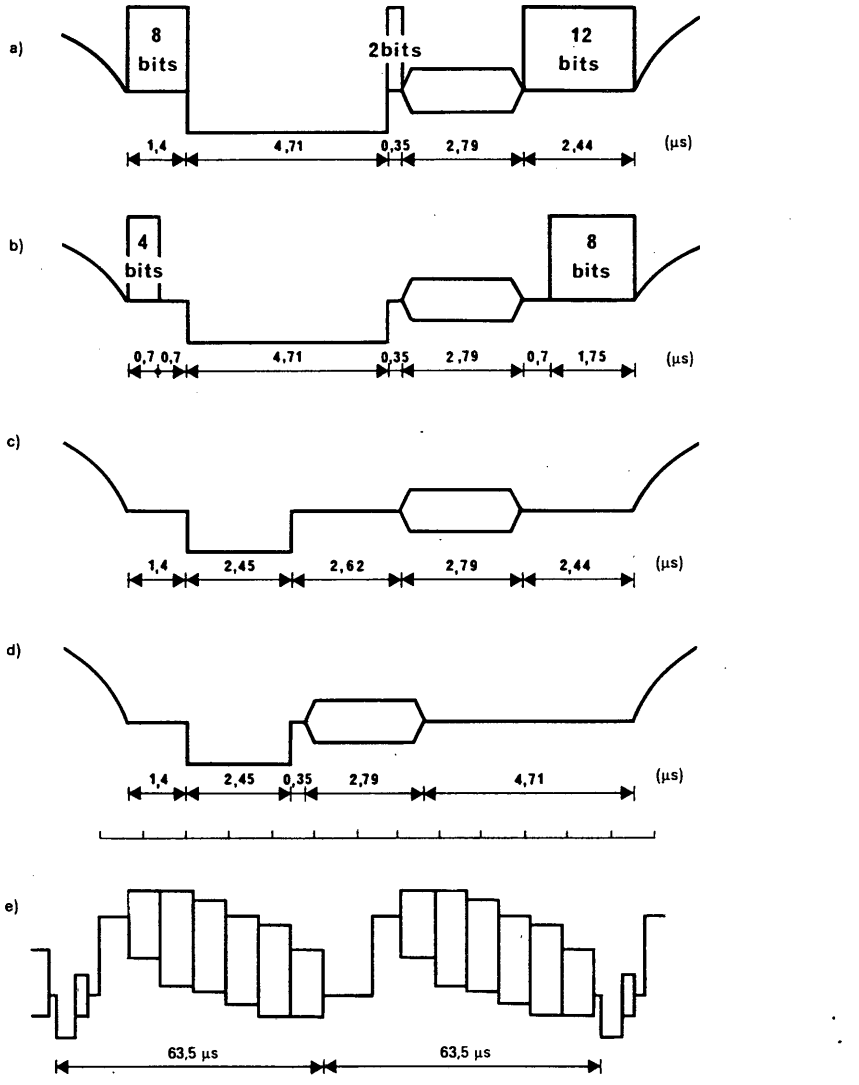


FIGURA 1 – *Señales utilizadas en las pruebas con el sistema M*

Los resultados demuestran que las señales de prueba son incompatibles con los actuales receptores comerciales. Sin embargo, habida cuenta de que varios de los receptores probados no mostraron degradación ante las señales de prueba, cabe concluir que tal compatibilidad será posible si se mejoran los circuitos de tratamiento de la señal en dichos receptores.

Se han llevado a cabo en Suecia [CCIR, 1978-82d] pruebas de compatibilidad preliminares con receptores modernos actuales y con el sistema PAL/B, en que se utilizó la totalidad del intervalo de supresión de línea para transmitir señales digitales a 8,86 Mbit/s insertadas en una línea de cada dos; alternativamente en dos líneas consecutivas seguidas de dos líneas no modificadas (fig. 2). Los resultados mostraron que las señales causaban degradaciones bastante serias en la imagen o en la sincronización y que no eran en realidad compatibles en recepción.

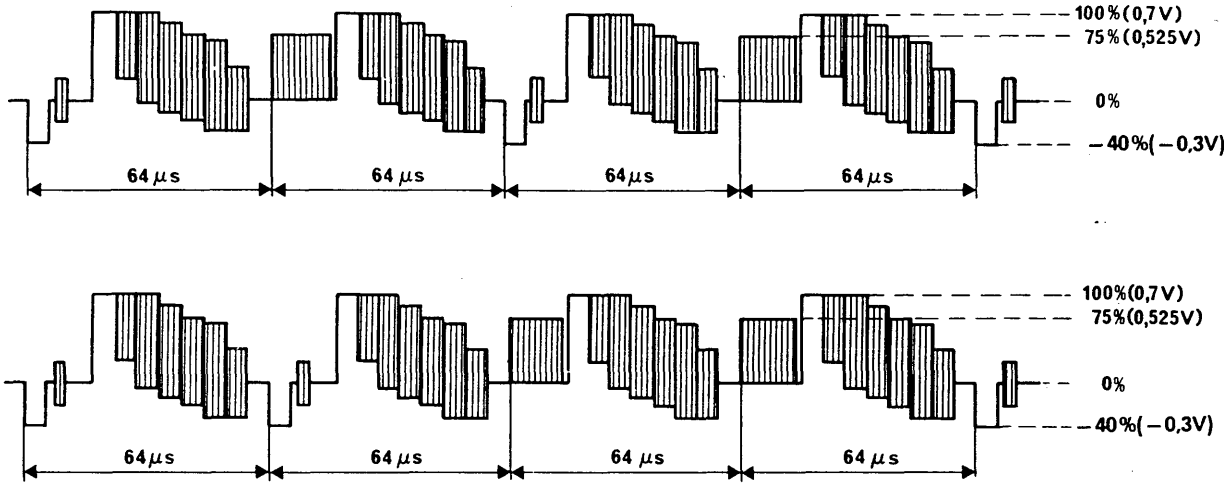


FIGURA 2 – *Señales utilizadas en las pruebas con el sistema PAL/B*

4. Introducción de un sistema digital

La UER ha considerado varios aspectos prácticos de la introducción de una nueva norma de transmisión en la que se insertan señales digitales en el intervalo de supresión de línea y ha llegado a las conclusiones que se exponen a continuación para una señal PAL de 625 líneas. Se precisan estudios posteriores para determinar si estas conclusiones pueden aplicarse también a otros sistemas, en particular al sistema SECAM.

- Experimentos realizados con receptores convencionales han mostrado que cualquier nuevo sistema con señales digitales en el intervalo de supresión de línea no parece que sea compatible con los receptores existentes, incluso aunque sólo se utilice un intervalo de supresión de línea de cada dos u otro sistema parcial del mismo tipo.
- Para conseguir la mayor capacidad de canales de sonido, es decir cuatro canales de sonido de alta calidad (véase el Informe 632), es necesario introducir señales digitales en todo el intervalo de supresión de cada línea.
- Debido al problema de incompatibilidad y al deseo de introducir cualquier nuevo sistema en un periodo de transición lo más corto posible (unos 15 años, que corresponden a una generación de receptores), sería necesario adoptar nuevos tipos de receptores durante dicho periodo. No se puede evitar esta situación adoptando la utilización parcial de intervalos de supresión, tanto se haga de manera temporal como permanente.
- Los receptores de la nueva generación deberán estar provistos de circuitos que les permitan funcionar con la señal normal durante el periodo de transición y con las señales digitales en cuanto se introduzca el nuevo sistema de transmisión. Estos circuitos podrán integrarse en el receptor o se podrán incluir en un dispositivo externo al receptor, que se conectase mediante enchufes externos normalizados*. Esta última solución ofrece probablemente la mayor flexibilidad al receptor.
- Durante el periodo de transición es probable que servicios especiales como la televisión por cable o la televisión de pago previo puedan utilizar sonido digital integrado en la señal de video.
- Una posible desventaja del sistema digital en radiodifusión terrenal está constituida por la mayor sensibilidad de la imagen a las degradaciones debidas a la propagación por trayectos múltiples. Esto ocurre cuando la señal digital retardada aparece en el periodo activo de la imagen y proviene de su mayor visibilidad si se compara con la señal normal de un periodo de supresión de línea.
- Se precisan nuevos estudios sobre la calidad del sonido en condiciones desfavorables de propagación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/60 (UER); **b.** 10-11S/7 (UER); **c.** 11/75 (Japón); **d.** 11/298 (UER).

[1982-86]: 11/35 (UER).

---

* Se invita al Director del CCIR que señale a la atención de la CEI la necesidad de normalizar estos enchufes de interconexión. El Comité Técnico (TC) 103 de CENELEC ha elaborado un proyecto de norma al respecto (véase el Doc. pr. GN 50 049 de CENELEC).

INFORME 1078*

RADIODIFUSIÓN DE INFORMACIÓN CODIFICADA DE HORA Y FECHA

(Cuestión 29/11)

(1986)

En los programas radiodifundidos se incluyen ya en diversas formas información de hora y fecha. Los métodos directos, como son la señal horaria audible con anuncio hablado o la presentación de un calendario y un reloj en una imagen de televisión, suministran la información en forma fácilmente reconocible por los oyentes y los telespectadores. Los métodos indirectos emplean canales de transmisión de datos auxiliares, como los proporcionados por el teletexto, la radiodifusión de datos y el múltiplex audio/datos de radiodifusión por satélite, para encaminar tal información en forma codificada particularmente adecuada para controlar el funcionamiento de aparatos.

En el caso de la radiodifusión limitada a un país geográficamente pequeño, una información de hora y fecha correctas en el punto de origen es también válida en el de recepción. Pero en algunos casos, incluso en servicios nacionales de radiodifusión terrenal y servicios por cable, los puntos de transmisión y de recepción se encuentran en diferentes zonas horarias, lo que equivale a una diferencia horaria que es casi en todas partes un múltiplo entero de 30 min. En algunos casos, esas diferencias incluso cambian durante el año, debido a la introducción de la hora de verano en algunos países.

Se dan ya casos, sobre todo en radiodifusión por ondas decamétricas, en que una transmisión se recibe en una amplia zona geográfica que abarca varias zonas horarias; y, a la inversa, pueden recibirse en un punto cualquiera señales procedentes prácticamente de todo el mundo. En tales casos, sería particularmente ventajoso adoptar una referencia horaria común para permitir la determinación de la hora relativa para los programas de diferentes orígenes y la hora local en el punto de recepción, sin tener que recurrir a tablas de los husos horarios mundiales y a diferentes convenios respecto al calendario.

La aparición de la radiodifusión directa por satélite creará una situación análoga, y se espera que, en este caso concreto, el múltiplex de datos asociado comprenda informaciones codificadas de hora y fecha como parte de la identificación del programa y del servicio (véase el Informe 1073). Esta información puede utilizarse entonces directamente para controlar automáticamente la recepción secuencial de varios programas, de conformidad con las instrucciones del usuario determinadas previamente.

En las Recomendaciones 460 y 457 se han definido ya los acuerdos mundiales para la hora y fecha. Se refieren a la utilización del tiempo universal coordinado (UTC) y de la «Fecha Juliana Modificada» (MJD), un cómputo decimal de los días mediante cinco cifras que se incrementan a la hora de medianoche UTC. Esta información basta para determinar el horario relativo de los programas. El conocimiento de la diferencia entre la hora local y la UTC en el punto de recepción permitirá deducir la hora y la fecha locales de los códigos equivalentes transmitidos, sea cual fuere su origen. Si la diferencia horaria local en el punto de origen se agregara como información complementaria de la señal codificada, se podría determinar, donde se quisiera, la hora y la fecha de origen.

Para evitar toda ambigüedad cuando se procesan en diferentes puntos datos radiodifundidos procedentes de diversos orígenes, algunos de los cuales pueden no estar situados en la misma zona horaria, y que los cálculos de los intervalos de tiempo sean independientes de las zonas horarias y de las discontinuidades de las horas de verano, se propone** que todas las señales de hora y fecha codificadas se expresen sólo en UTC y en MJD, de conformidad con las Recomendaciones 457 y 460. En caso necesario, puede agregarse una diferencia local codificada expresada en múltiplos de media hora con una gama de -12 a $+15$ h para indicar la diferencia entre esta hora y la hora local aplicable en un cierto momento en una zona horaria determinada [CCIR, 1982-86a].

En el anexo I se da una relación más completa de las convenciones para la expresión de la hora y fecha normalizadas y un método para efectuar la conversión entre las convenciones de fecha [CCIR, 1982-86b].

Las convenciones se utilizan en las transmisiones de teletexto en el Reino Unido [CCIR, 1982-86c].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1982-86]: **a.** 11/53 (UER); **b.** 11/73 (Reino Unido); **c.** 11/72 (Reino Unido).

---

* Este Informe debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 7.

** Se propone a las administraciones a que presenten otras contribuciones en el marco de este Informe con miras, de ser posible, a la formulación de una nueva Recomendación.

ANEXO I

CONSIDERACIONES SOBRE LAS CONVENCIONES DE HORA Y FECHA NORMALIZADAS

1. Introducción

Existen normas internacionales para la distribución de la información de hora y de fecha. En el presente anexo se muestra la relación entre sí de tales normas, y con las necesidades de la radiodifusión.

La información de fecha y de hora se usa para indicar el punto real o nominal de origen del material (un documento, un programa de televisión o de radio) o el punto de recepción real o previsto. La diferencia representa el tiempo de propagación. También es necesario indicar la hora local y la fecha, como dato independiente, o para utilizarlo con esas indicaciones para ayudar en decisiones o en el control de procesos asociados con la radiodifusión.

La radiodifusión y las telecomunicaciones ofrecen la posibilidad de transmitir señales al mundo entero en el intervalo de un segundo. Por tanto, es preciso poder acomodar las variaciones de hora local (y fecha) en cualquier método de codificación que pretenda la compatibilidad mundial. También existen discontinuidades conocidas en la hora local (la hora duplicada al «finalizar la hora de verano», y el «segundo intercalar») que deben tenerse en cuenta.

2. Hora normalizada

La unidad de tiempo normalizada es el segundo, obtenida definiendo la frecuencia de transición del átomo de cesio como 9 192 631 770 Hz. Con el fin de crear una escala de tiempo regular, esos segundos se computan de manera que den días, horas y minutos desde el 1 de enero de 1958. Esto se conoce como Tiempo Atómico Internacional (TAI). Esta escala de tiempo, basada en una propiedad física, deriva de una escala de tiempo como el Tiempo Universal (UT) y el Tiempo Medio de Greenwich (GMT), obtenidos mediante observaciones astronómicas. Como el origen del TAI se estableció de acuerdo con el UT a comienzos de 1958, el TAI se ha avanzado unos 21 s con respecto al UT. Con el fin de proporcionar una escala de tiempo con segundos coincidentes con los del TAI, pero dentro de una pequeña tolerancia (± 0,8 s) del UT, el Bureau international de l'heure (BIH) mantiene una versión del TAI compensada por un número completo de segundos. Esto se conoce como Tiempo Universal Coordinado (UTC). La tolerancia se mantiene agregando (o, en principio, suprimiendo), ocasionalmente, un solo segundo para componer un minuto de 61 s (o de 59 s). Los momentos preferidos son finales o mediados de año, con una notificación previa de ocho semanas por lo menos. Por ejemplo, un «segundo intercalar» se produjo el 1 de julio de 1982 a las 0000 h UTC, con la siguiente secuencia del marcador de segundos UTC:

30 de junio de 1982	23 h 59 min 59 s
	23 h 59 min 60 s
1 de julio de 1982	00 h 00 min 00 s

Todas las señales horarias normalizadas utilizadas por los organismos de radiodifusión en el mundo entero se derivan de la escala de tiempo UTC, aunque a menudo se hace referencia erróneamente a la hora GMT con una diferencia. Por las razones indicadas, la señal horaria UTC, conocida en el Reino Unido como «Señal Horaria de Greenwich» diferirá a veces de la verdadera GMT en más de medio segundo. Esta confusión de nombre tiene pocas consecuencias prácticas en la vida cotidiana, pero es importante para los astrónomos, los navegantes y los juristas.

En la Recomendación 460 se recomienda que «todas ... de señales horarias se ajusten lo más posible al Tiempo Universal Coordinado (UTC) ..., desde el 1 de enero de 1975 ».

2.1 *Diferencias horarias*

En la práctica, todos los países refieren su hora (u horas) nacional(es) al UTC, con una diferencia. Actualmente se emplean 38 diferencias. Salvo en el caso de Nepal (+5 h 40 min) todas las diferencias son múltiplos de ¼ h y varían de −11 h (Samoa) a +14 h (Anadyr, URSS, durante el horario de verano). Muchos países adelantan una hora durante el verano (según el hemisferio); excepcionalmente, las Islas Cook adelantan ½ h. La hora de verano se modifica en diversas fechas y horas. En algunos países (Australia, Canadá) ciertas zonas horarias difieren en ½ h. Hay Estados (Queensland, Australia; Arizona e Indiana, Estados Unidos de América) que no adoptan la hora de verano, como lo hacen sus vecinos.

Probablemente, para señalar una diferencia de hora local, bastaría con proporcionar un método con un código de seis bits que dé pasos de ½ h en una gama de −12 a +15 h. En algunas aplicaciones, se señalaría la diferencia local del origen del programa, o del transmisor; en otros, habría que aplicar al lugar del receptor la diferencia local.

3. Fecha

El cambio de fecha varía, naturalmente, con la hora local, por lo que una norma de radiodifusión común para la fecha habría de referirse al UTC y corregirse, en caso necesario, mediante la operación de la diferencia local.

En el mundo se utilizan varios calendarios, pero se ha definido con tal fin una referencia común sencilla, la Fecha Juliana Modificada (MJD). Se trata de un número decimal de cinco cifras, a las que se agrega una a medianoche UTC. Tiene su origen en el 17 de noviembre de 1858, porque a mediodía de esa fecha la Fecha Juliana (utilizada por los astrónomos para proporcionar una continuidad desde el año 4713 antes de Jesucristo) alcanzó la cifra 2 400 000. Una referencia más apropiada es la de 31 de enero de 1982, en que la MJD era 45 000. Es sencillo calcular intervalos de tiempo, incluso con respecto a muchos días, utilizando MJD y UTC (siempre y cuando se conozca el segundo intercalar ocasional, o pueda despreciarse).

En la Recomendación 457 se recomienda que para la indicación de tiempo y de fechas se utilice, siempre que sea necesario un sistema de cómputo decimal de los días; que el día del calendario comience a contarse desde las 0000 h TAI, UTC o UT y que se especifique con cinco decimales.

Aunque no esté definida en ninguna norma, conviene utilizar la idea de un número de día local, que se adelante o atrase de acuerdo con la diferencia de hora local y que cambie a medianoche local.

3.1 *Número de la semana*

Para muchos fines comerciales, y para planificación de horarios de programas de radiodifusión, conviene trabajar en términos de día de la semana, número de la semana y año.

Existe una norma internacional (ISO 2015) para numerar las semanas. Puede resumirse diciendo que las semanas comienzan los lunes, y que la primera semana de un año comprende el primer jueves de enero. El número de la semana puede asociarse a un día de la semana (convencionalmente, desde el lunes = 1 al domingo = 7) y un año para especificar una fecha dada. Procede señalar que algunos años (unos 5 en 28) tienen 53 semanas, y que la «semana-año» de una fecha comprendida entre el 29 de diciembre y el 3 de enero inclusive puede diferir del año civil. En el § 4 se indica la relación entre el día de la semana y la Fecha Juliana Modificada.

Aunque el sistema de numeración de las semanas de la ISO se utiliza en general en el mundo entero, subsisten otros sistemas de numeración de las semanas en ciertas organizaciones. En algunos casos, el número de la semana del lunes coincide con la ISO, pero se considera que la semana va, por ejemplo, de sábado a viernes. En otros casos, difieren incluso los años que tienen 53 semanas.

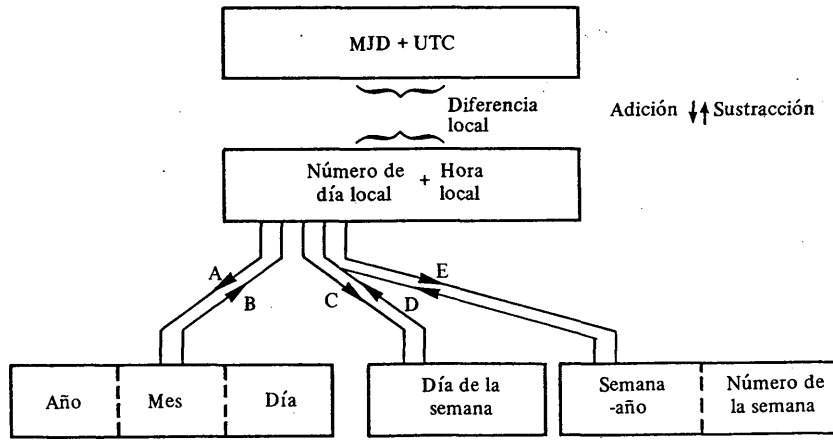
3.2 *Fecha de calendario*

Los diversos sistemas de calendario utilizados son bien conocidos y, en la mayoría de los casos, están debidamente definidos. En esos casos, es posible elaborar una fórmula para la conversión entre esos sistemas de calendario, y la norma intermedia apropiada es la Fecha Juliana Modificada. En el § 4 figura la información para efectuar la conversión entre MJD y el calendario gregoriano.

Ciertos sistemas de calendario dependen de la observación por una persona debidamente autorizada de un acontecimiento (por ejemplo, la primera vez que se ve la luna en cuarto creciente, o determinado tipo de pez en una Isla del Pacífico), los cuales sólo pueden relacionarse con la MJD después del acontecimiento.

4. Conversión entre convenciones de hora y fecha

En el diagrama que sigue se resumen los tipos de conversión que pueden necesitarse:



Para la conversión entre MJD + UTC y el número de día local + hora local, simplemente hay que sumar o restar la diferencia local. Por supuesto, este proceso puede entrañar una «adición» o «sustracción» del UTC que afecta a la MJD. A continuación se detallan las otras cinco rutas de conversión que se muestran en el diagrama.

Nota. – Estas fórmulas son aplicables desde el 1 de marzo de 1900 hasta el 28 de febrero de 2100 inclusive.

Símbolos utilizados:

MJD:	Fecha Juliana Modificada
Y:	Año desde 1900 (por ejemplo, para 2003, Y = 103)
M:	Mes desde enero = 1 a diciembre = 12
D:	Día del mes de 1 a 31
WY:	«Número de la semana», año desde 1900
WN:	Número de la semana según ISO 2015
WD:	Día de la semana, desde lunes = 1 hasta domingo = 7
K, L, M′, W, Y′:	Variables intermedias
INT:	Parte entera, ignorando el resto
MOD 7:	Residuo (0-6) después de dividir al entero por 7
*:	Multiplicación

A: Para hallar Y, M, D partiendo de MJD :

Y′ = INT((MJD – 15 078,2)/365,25)

M′ = INT((MJD – 14 956,1 – INT(Y′*365,25))/30,6001)

D = MJD – 14 956 – INT(Y′*365,25) – INT(M′*30,6001)

Si M′ = 14 o M′ = 15, entonces K = 1; en los demás casos K = 0

Y = Y′ + K

M = M′ – 1 – K*12

B: Para hallar MJD partiendo de Y, M, D :

Si M = 1 o M = 2, entonces L = 1; en los demás casos L = 0

MJD = 14 956 + D + INT((Y – L)*365,25) + INT((M + 1 + L*12)*30,6001)

C: Para hallar WD partiendo de MJD :

WD = ((MJD + 2) MOD 7) + 1

D: Para hallar MJD partiendo de WY, WN, WD:

MJD = 15012 + WD + 7*(WN + INT((WY*1461/28) + 0,41))

E: Para hallar WY, WN partiendo de MJD :

W = INT((MJD/7) – 2144,64)

WY = INT((W*28/1461) – 0,0079)

WN = W – INT((WY*1461/28) + 0,41)

Ejemplo:

MJD = 45 218	W = 4315
Y = (19)82	WY = (19)82
M = 9 (septiembre)	WN = 36
D = 6	WD = 1 (lunes)

INFORME 1207

(1990)

MODELO DE REFERENCIA PARA LA RADIODIFUSIÓN DE DATOS

1. Introducción

El estudio y desarrollo de los sistemas y servicios de radiodifusión de datos avanza por diversos caminos tales como el relativo a los canales de televisión y sonido en la radiodifusión terrenal y por satélite.

Para facilitar la normalización de los sistemas de radiodifusión de datos y la evolución futura de estos sistemas, es necesario elaborar un modelo de referencia común para la radiodifusión de datos.

En particular, la utilización de dicho modelo de referencia facilitaría la descripción e introducción de la radiodifusión digital de servicios integrados (RDSI) que podría incluir teletexto, imágenes estáticas, señales sonoras, señales de audio de alta fidelidad, facsímil, datos y otros tipos de información.

En la Recomendación 653 del CCIR se describen los sistemas de teletexto estableciendo un paralelismo respecto al modelo de capas de la ISO para la arquitectura de sistemas abiertos. Este modelo por capas puede también servir como base del desarrollo de un modelo de referencia común para la radiodifusión de datos en el que las cuatro capas inferiores describan el sistema de radiodifusión de datos y las tres superiores caractericen en forma general el servicio.

2. Definición

Radiodifusión de datos: radiodifusión de información codificada para ser recibida en un equipo adecuado de tratamiento de datos.

3. Modelo de capas para la radiodifusión de datos

La fig. 1 presenta una organización jerárquica de funciones de comunicación para la radiodifusión de datos en la que los elementos funcionales de cada nivel jerárquico no se refieren a realizaciones específicas sino a los aspectos lógicos globales que se consideran suficientes para caracterizar el servicio y la calidad de todo sistema típico.

Según este modelo funcional, los servicios pueden darse distribuyendo la información en agrupamientos lógicos, pasando éstos a las capas inferiores para la transmisión y, tras la recepción, reconstituyendo la información en la forma adecuada para su uso por el receptor.

En adelante, los nombres de las capas son los adoptados por la ISO en la norma ISO 7498 (1984) "Basic reference model for open systems interconnection" (modelo de referencia básico para la interconexión de sistemas abiertos).

CAPA 1: Física

En un sistema dado de transmisión por radiodifusión esta capa se refiere a la transmisión eléctrica de la señal de datos e incluye elementos tales como la velocidad binaria y la forma de los impulsos.

CAPA 2: Enlace de datos

Esta capa incluye funciones lógicas relacionadas con la transmisión de datos tales como las técnicas de sincronismo de la trama digital y los procedimientos correspondientes de control de error, y los formatos de datos.

CAPA 3: Red

Esta capa incluye funciones lógicas relacionadas con la multiplexación, la demultiplexación y el control de errores en los paquetes de datos de los distintos flujos de comunicación. Ejemplos de tales funciones son el direccionamiento de los canales de datos y el secuenciamiento de los paquetes de datos.

CAPA 4: Transporte

Esta capa realiza la función de distribución de los datos en forma adecuada para asegurar la transferencia de un punto a otro por medios tales como la aleatorización, cuando proceda, y la segmentación de datos en grupos de información, entregándolos a las capas inferiores para que sean transmitidos a un punto distante, reconstituyendo allí los grupos de información y disponiéndolos en la secuencia adecuada.

CAPA 5: Sesión

Esta capa incluye las funciones de manejo de datos destinadas a ayudar al usuario a acceder a los servicios.

Como ejemplo de tales funciones están el control de acceso y la selección de información.

CAPA 6: Presentación

Esta capa comprende las funciones necesarias para la presentación de información correspondiente a cada aplicación que puede incluir textos, imágenes, sonidos y otros tipos de datos procesables.

CAPA 7: Aplicación

Esta capa se refiere a la utilización práctica de las facilidades potenciales que ofrecen las capas inferiores para un tipo dado de servicio.

Como ejemplos se mencionan el titulado, la telelógica, el teletexto cíclico, los datos bursátiles, la telemúsica, etc.

Modelo de referencia ISO	Radiodifusión de datos	
Capa	Función principal	Clasificación
7 Aplicación	Utilización de información al nivel de aplicación	Protocolo de información de servicio
6 Presentación	Conversión y presentación de información	
5 Sesión	Selección de la información y acceso a ella	
4 Transporte	Identificación de grupos de datos	Sistema de radiodifusión de datos
3 Red	Identificación de canales lógicos	
2 Enlace de datos	Enlace con la unidad de transmisión lógica	
1 Física	Transmisión física	

FIGURA 1- Estructura de capas de la radiodifusión de datos

En el anexo figura un ejemplo que ilustra la viabilidad del modelo de referencia para describir un servicio de radiodifusión de soporte lógico usando el canal radioeléctrico de frecuencia modulada, que funciona en Italia.

ANEXO I

RAI-Radiodifusión de soporte lógico

Descripción del protocolo de comunicación

En Italia se ha desarrollado un sistema de radiodifusión de soporte lógico y ficheros de datos en canales de sonido FM denominado RAI-Radiológica. [Amato y otros, 1987 y CCIR, 1986-90 a y b]. A continuación se describe su protocolo de comunicación estructurado en siete niveles jerárquicos de acuerdo con la estructura ISO/OSI.

1. CAPA FÍSICA

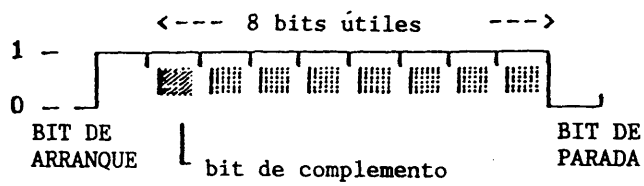
Unidad de información: bit
Características físicas y eléctricas de la señal:

- interfaz RS-232 entre el computador de transmisión y el codificador de banda de base (CCITT V-21);
- codificación diferencial bifase de la banda de base (Código de nivel Manchester);
- velocidad binaria: 4 800 bit/s;
- modulación de frecuencia

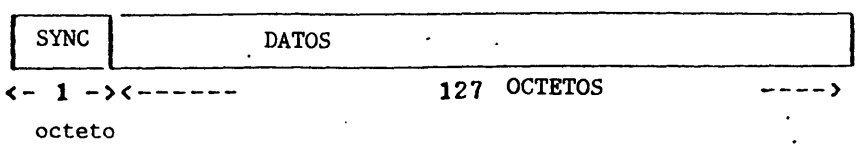
2. CAPA DE ENLACE DE DATOS

Unidades de información:

- Caracteres RS-232 (10 bits, 1 bit de ARRANQUE, 8 bits de datos útiles, 1 bit de PARADA).



- La UNIDAD DE DATOS de 128 octetos se compone de 1 octeto de CODIGO DE TRAMA seguido por 127 octetos de datos.



Procedimientos de transmisión:

El octeto de sincronismo (01111110) se utiliza para el sincronismo de trama en el receptor.

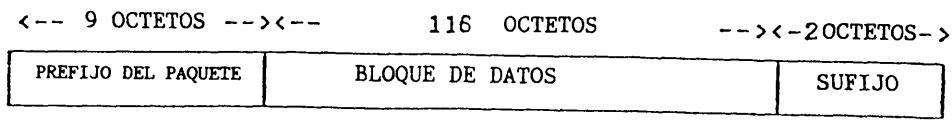
3. CAPA DE RED

Unidad de información:

- PAQUETE DE DATOS (127 octetos), se compone de:

- PREFIJO DEL PAQUETE (ENCABEZAMIENTO)
- BLOQUE DE DATOS
- SUFIJO DEL PAQUETE (VRC)

El primer octeto del prefijo es el tipo de paquete (TP) que define la estructura del paquete con arreglo a 4 configuraciones posibles. Para TP = 0 (configuración por defecto) la estructura del paquete de datos es la siguiente:



- El PREFIJO DEL PAQUETE (9 octetos) se compone de:

a) TIPO DE PAQUETE, TP; 1 octeto; cuatro configuraciones posibles (con distancia de Hamming igual a 5) [notación hexadecimal]: 00, E3, 1F, FC.

b) DIRECCION DEL PAQUETE (DP): identificación de los paquetes de datos que pertenecen al mismo fichero de datos. Se compone de dos códigos Hamming entrelazados (8,4). Ofrece identificación de hasta 2 = 256 canales de datos distintos.

Se reservan dos valores de DP para ficheros particulares:

DP = 0 para el FICHERO MENU (véase el nivel 5)
DP = 1 para el FICHERO COMENTARIO (véase el nivel 5)

c) INDICE DE CONTINUIDAD (I): permite reconstruir la secuencia lógica del fichero transmitido (I = 0 es el primer paquete del fichero, I = N - 1 el último). Se compone de 3 bloques de códigos Hamming entrelazados (8,4); 12 bits útiles (I1 es la mitad del octeto más significativo).

d) NUMERO DE PAQUETES (N): es el número total de paquetes en el fichero. Se compone de 3 bloques de códigos Hamming entrelazados (8,4); 12 bits útiles (N1 es el medio octeto más significativo).

- BLOQUE DE DATOS: 116 octetos de datos útiles.

- SUFIJO DE DATOS (VRS): está compuesto por los dos octetos de redundancia de un código cíclico de detección de errores con el polinomio generador de la Recomendación V. 41 del CCITT.

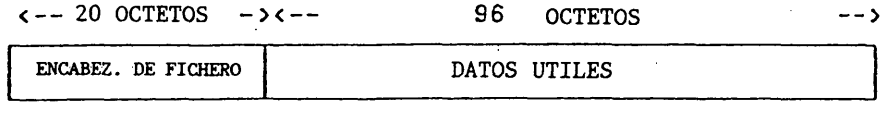
4. CAPA DE TRANSPORTE

Unidad de información:

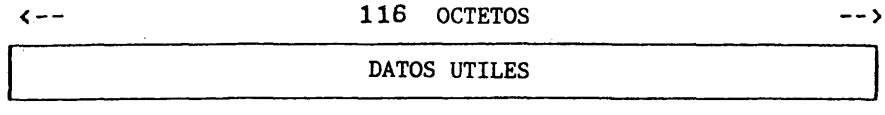
- FICHERO DE DATOS (116 octetos) transmitidos en los bloques de datos de los paquetes.

Los bloques de datos pueden adoptar dos configuraciones:

- para I = 0 (primer paquete del fichero de datos) el bloque de datos se compone del ENCABEZAMIENTO DE FICHERO (20 octetos) y de 96 octetos de DATOS UTILES:



- PARA I ≠ 0 el bloque de datos se compone de 116 octetos de datos útiles:



A continuación se transmite UN FICHERO DE DATOS en la sección de datos útiles de los paquetes.

El ENCABEZAMIENTO DE FICHERO (20 octetos) lleva información de interés para el fichero de datos, es decir:

- número de octetos útiles en el último bloque de datos (I = N - 1).
- tipo de codificación del fichero de datos (véase el nivel 6).
- tipo de máscara de aleatorización.
- informaciones de cifrado.
- número de repeticiones futuras del fichero transmitido.
- nombre del fichero (8 caracteres ASCII (max) + . + 3 caracteres ASCII de extensión siguiendo las reglas MS-DOS.).

5. CAPA DE SESIÓN

Se dan las siguientes funciones de tratamiento de datos:

- para la transmisión cíclica de varios ficheros: el FICHERO MENU da los nombres de los ficheros tal como se indican en el ENCABEZAMIENTO DE FICHERO de cada fichero de datos y la familia de computador que puede ejecutar los programas transmitidos y el FICHERO COMENTARIO;
- para una sola transmisión de un fichero: construcción de un FICHERO VACIO (FICHERO DE DATOS compuesto por todo ceros) para facilitar la recuperación del sincronismo en el receptor.

En el extremo receptor se efectúan los procedimientos siguientes:

- intercambio de información con el usuario;
- adquisición de los FICHEROS MENU y COMENTARIO;
- adquisición del fichero seleccionado;
- almacenamiento de ficheros en soporte magnético.

6. CAPA DE PRESENTACIÓN

Conversión y presentación de la información de datos procesables.

7. CAPA DE APLICACIÓN

Utilización práctica de las facilidades potenciales que ofrecen las capas inferiores para el servicio RAI-Radiológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, P., COMINETTI, M., MORELLO, A. y TOSONI, N.S. [1987] RAI - Radiosoftware: nuovo sistema per impiego nei programmi radiofonici MF, RAI Centro Ricerche, Technical Report no. 87.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GITM 10-11/5 CP3 (Italia); b. GITM 10-11/5 CP14 (Italia).

INFORME 1080-1

INTERCAMBIO INTERNACIONAL DE PROGRAMAS DE TELEVISIÓN CON SUBTÍTULOS* POR DATOS CODIFICADOS

(Cuestión 29/11, Programa de Estudios 29G/11)

(1986-1990)

1. Introducción

En el presente Informe se pasa revista a los métodos utilizados para el intercambio internacional de programas de televisión que contienen subtítulos constituidos por datos codificados.

Este asunto guarda relación con la labor de la Comisión de Estudio 11, pero para el intercambio internacional se utilizan los métodos de grabación magnetoscópica, transmisión por satélite y transmisión por enlaces de larga distancia. Por ello, será necesario mantener informadas de esta labor a las Comisiones de Estudio 10 y CMTT y, llegado el caso, remitir ciertos problemas a esas Comisiones. Entre ellos se cuenta el de la elección del número de líneas en el intervalo de supresión de trama que deben atribuirse a los subtítulos.

Puede encontrarse más información sobre subtítulos y servicios de teletexto en el Informe 802 y sobre los sistemas de teletexto en la Recomendación 653.

Por lo general, los datos de los subtítulos se conforman como uno de los sistemas de teletexto, pero en América del Norte se utiliza mucho también un método de baja velocidad que emplea la línea 21, desarrollado por el Servicio de Radiodifusión Público (PBS – Public Broadcasting Service) [Lentz y otros, 1978].

Estos subtítulos se visualizan junto con la imagen, a elección del espectador, por medio de un decodificador especial asociado al receptor. Los subtítulos suelen estar en el idioma del programa y sirven de ayuda para las personas que sufren de deficiencias auditivas. Los subtítulos pueden presentarse en idiomas distintos del utilizado en la parte sonora del programa o, en el caso de ciertos programas educativos especiales, pueden emplearse textos o gráficos explicativos. Cabe esperar que aumente el uso de subtítulos, sobre todo multilingües, en el ámbito de la radiodifusión directa por satélite.

Los subtítulos forman parte integrante del programa. Los datos de subtitulado pueden difundirse en el intervalo de supresión de trama, ya sea circunscritos a ciertas líneas o comprendidos en una parte de una unidad de teletexto completa que contenga otro material no relacionado con el programa.

Entre los métodos para el intercambio de subtítulos se incluye el uso de discos blandos de computador conformes a diferentes normas. Los datos de subtítulos registrados en estos discos se relacionan con la cinta magnética del programa mediante referencias de temporización utilizando el código temporal de control SMPTE o UER, cuyos detalles aparecen en los Informes 630 y 963.

2. Datos necesarios

Se ha indicado que, para la mayoría de los sistemas de escritura alfabética, la velocidad máxima de datos necesaria es de 130 caracteres por segundo, para una utilización de subtítulos sin restricciones en un solo idioma. Esto tiene en cuenta el peor caso posible (poco frecuente), en que un subtítulo muy largo sigue de inmediato a un subtítulo muy corto. Para la mayoría de los subtítulos bastaría con una velocidad de datos menor, y la misma sería suficiente para todos los subtítulos si pudiera limitarse el tiempo entre subtítulos [CCIR, 1982-86a]. En un subtitulado monolingüe, una línea de datos por trama es más que suficiente para cualquiera de los sistemas de teletexto.

---

* En la versión inglesa se utilizan dos términos «caption» y «subtitle», el primero con un sentido más amplio que el segundo. En la versión española se emplea en ambos casos el término «subtítulo».

3. Métodos actuales de intercambio

3.1 *Formatos de los datos incluidos en el intervalo de supresión de tramas*

Estos métodos emplean un formato de datos de teletexto o especial en el intervalo de supresión de trama de la señal video, lo que permite que las leyendas acompañen al programa y se intercambien en cinta magnética o por circuitos de conexión internacionales.

Las formas en que se utilizan actualmente las líneas en el intervalo de supresión de trama se exponen en los Informes 314 y 823.

En el caso de la grabación en cinta video-magnética, debe tenerse cuidado de repetir los datos de los subtítulos a fin de reducir los efectos de las caídas de nivel en la cinta.

3.1.1 *Datos incluidos en líneas especializadas*

Los datos de subtítulos, según práctica habitual, se confinan a una o varias líneas designadas y tienen un número de revista exclusivo. Los únicos datos que aparecen en esa línea o líneas provienen de la fuente de leyendas. Los datos pueden separarse mediante un selector activado por el número de línea o por el número de revista. Si hay más de un idioma, cada uno de ellos se identifica por su número de página asignado.

Se ha comunicado [CCIR, 1982-86b, c] y se describe en el Anexo I la utilización de la línea exclusiva de datos para el intercambio nacional e internacional de programas subtitulados entre Australia y Nueva Zelandia. Este sistema se utiliza para el intercambio de programas por satélite, por enlaces de larga distancia y grabado en cinta magnética. El programa subtitulado puede recibirse por un enlace o reproducirse a partir de una cinta magnética, y difundirse con independencia de cualquier sistema de teletexto local.

3.1.2 *Datos incluidos en un canal de teletexto especializado*

Otra manera de identificar específicamente el material asociado a leyendas es utilizando un canal de datos de teletexto especializado, un número de revista o un número de página. Esto permite utilizar en forma eficaz el intervalo de supresión de trama pues el material de subtítulos puede multiplexarse con otros datos de teletexto en cualquier línea disponible.

3.2 *Formatos de los datos incluidos en una pista longitudinal*

Los resultados de pruebas efectuadas mediante la pista longitudinal de un magnetoscopio con formato U de 19 mm (3/4 pulgadas) indican que se podría transportar un solo lenguaje en los bits de usuario del código temporal de control SMPTE o UER que ocupa de ordinario una sola pista sonora longitudinal. Con una velocidad de datos más alta se podrían transportar más idiomas [CCIR, 1982-86a].

Estos métodos resultan útiles para el intercambio de grabaciones de televisión con vistas a la evaluación de programas (véase la Recomendación 602) ya que los magnetoscopios de cinta y de casete con formato más pequeño no permitirán grabar datos del tipo de teletexto en el intervalo de supresión de trama.

4. Conversión de normas entre distintos formatos de los datos

Puede ser necesaria una conversión de normas entre los distintos formatos de datos, a menudo junto con la conversión de las normas de video. Se ha informado de la conversión experimental entre el sistema PBS de 0,5 Mbit/s en la línea 21 y el sistema de teletexto B [Lambourne y otros, 1984].

5. Necesidad de normalización

Es probable que las señales queden suprimidas por completo o en parte si son transmitidas en líneas arbitrarias del periodo de supresión de trama por el equipo de grabación y distribución de televisión. Puede que se supriman también en los puntos de conexión internacional. Cuando se empleen nuevos tipos de sistemas, con técnicas digitales, podrían plantearse más problemas.

Es preciso, pues, proceder a una normalización a fin de garantizar la integridad de los datos de subtítulos. La designación de las líneas que no estarán sujetas a supresión y que han de utilizarse para datos de subtítulos permitiría evitar el mencionado problema.

Además puede ser deseable establecer métodos de explotación preferidos para uso con determinados sistemas.

Como ejemplo se describe en el anexo I el método de explotación adoptado por Australia y Nueva Zelandia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRAKE, D. [septiembre de 1983] Current developments in broadcast teletext in Australia. Conference Digest 613-615. IREECON 83. Sydney, Australia.

LAMBOURNE, A. D., HUTT, P. R. y DAY, S. [21-25 de septiembre de 1984] International exchange of television closed captions. Tenth International Broadcasting Convention, (IBC 84), Brighton, Reino Unido. IEE Conf. Publ. No. 240, 161-164.

LENTZ y otros [junio de 1978] Television captioning for the deaf, signal and display specifications. Public broadcasting service engineering Report No. 7709C.

Documentos del CCIR

[1982-86]: **a.** 11/330 (UER); **b.** 11/366 (Australia); **c.** CMTT/209 (Australia).

ANEXO I

PRÁCTICAS DE EXPLOTACIÓN PARA EL INTERCAMBIO ENTRE AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDIA DE PROGRAMAS SUBTITULADOS MEDIANTE EL SISTEMA DE TELETEXTO B

La información que sigue se presenta con el objeto de facilitar el intercambio internacional de programas subtitulados por diversos métodos, incluidas la grabación en cinta magnética y la transmisión por circuitos internacionales.

1. Deben utilizarse las líneas 21 y 334 del intervalo de supresión de trama, y debe evitarse la presencia de cualquier otra información en esas líneas.

2. En los procesos de montaje y reproducción de las cintas magnéticas deben aplicarse prácticas de explotación adecuadas, no sea que los datos queden suprimidos, mutilados o desplazados a otra línea por efecto de la corrección de la base de tiempo o el tratamiento de video.

3. Para corregir las degradaciones debidas a las caídas de nivel en la cinta y a las condiciones de recepción marginales deberán repetirse los datos de cada página de subtitulado.

4. Si se utiliza regeneración de los datos, éstos no deberán quedar desfigurados, desplazados una línea o demorados más de una trama de televisión.

5. Los datos y los «bits de control» deben disponerse como sigue:

5.1 La señal de subtítulos de teletexto se asigna a la revista 8, con la numeración de página como sigue, [CCIR, 1986-90]:

Página 800: Reservada para un índice de programas y páginas;

Página 801: Subtítulos para adultos con sordera o audición deficiente, a 120 palabras por minuto;

Página 802-8xx: Atribuciones futuras para idiomas alternativos y otras velocidades y niveles de lectura. Esto se utilizaría para aplicaciones especiales como ESL ("English as a Second Language": inglés como segundo idioma), y tratamiento de la dislexia. La página 888 no está atribuida actualmente de manera específica.

5.2 Se selecciona la página de subtítulos (C6 puesto a 1).

5.3 Se envía un indicador de actualización en cada página (C8 puesto a 1).

5.4 Se selecciona el modo revista paralelo (C11 puesto a 0). Esto plantearía pocas dificultades cuando los sistemas nacionales funcionen en modo serie ya que los datos de subtítulos asociados al programa entrante/saliente tendrán que redireccionarse por fuerza hacia/desde el sistema de teletexto local, donde se podrá volver a determinar el modo.

5.5 Deberá procurarse corregir los problemas operacionales especiales, como el de la presencia de «subtítulos residuales» al final del segmento del programa. Este problema puede corregirse enviando una fila de encabezamiento con una instrucción de borrado de página (C4 puesto a 1) aproximadamente un segundo antes del fin del programa. Además, como no vendría al caso utilizar un reloj en la reproducción de la cinta, debe insertarse la palabra «SUBTÍTULOS» en las 8 últimas posiciones de carácter de la fila de encabezamiento para facilitar la verificación por el usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR:

[1986-90]: a. 11/109 (Australia).

INFORME 1208

SERVICIOS DE TELESOPORTE LÓGICO

(1990)

1. Introducción

La expresión "telesoporte lógico" (en inglés "telesoftware" y en francés "télélogiciel") fue utilizada por primera vez en las pruebas realizadas en el Reino Unido por la "Independent Television" en 1977 para designar la transmisión de datos codificados y de programas de computador.

El telesoporte lógico es en la actualidad uno de los servicios de radiodifusión de datos reconocidos por el CCIR (Informe 802) y responde a la definición del servicio de radiodifusión que figura en el artículo 36 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Las actividades descritas en el presente Informe corresponden a la definición siguiente de telesoporte lógico: el suministro, por redes de telecomunicaciones o de radiodifusión, de programas de computador y los correspondientes ficheros de datos con el objeto de que sean adquiridos y a continuación ejecutados o utilizados por terminales en ciertas condiciones, cuando proceda, de acceso y tasación.

El punto 2 del presente Informe ofrece un estudio de los servicios del telesoporte lógico operacionales y experimentales actualmente existentes en los organismos de radiodifusión. El punto 3 resume los aspectos técnicos del telesoporte lógico. Más amplia información sobre este tema figura en el anexo. El punto 4 identifica los sectores de posible normalización en el campo del telesoporte lógico.

2. Servicios de telesoporte lógico en los organismos de radiodifusión

2.1 Situación actual y proyectos de futuro en el Reino Unido

2.1.1 Difusión de soporte lógico por teletexto (BBC)

El servicio público regular de telesoporte lógico fue inaugurado por la BBC el 22 de septiembre de 1983. Tiene la misma condición jurídica que la radiodifusión, la televisión y el teletexto, pero con una menor prioridad y un presupuesto y un público más limitados. Tres años después de su inauguración existían unos 12 000 adaptadores de teletexto para microcomputador BBC, y este conjunto constituía el único sistema de disponibilidad general para recibir el telesoporte lógico por teletexto.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

El servicio de telesoporte lógico de la BBC forma parte del servicio de teletexto (Ceefax), de cuyo director depende. El trabajo cotidiano de redacción del telesoporte lógico esta confiado a un responsable que debe igualmente encargarse de la búsqueda y comprobación de los soportes lógicos destinados a la difusión. Se aplican normas rigurosas para asegurarse de que el soporte lógico funciona de acuerdo con lo previsto, incluso en manos de un usuario inexperto.

En principio el servicio de telesoporte lógico de la BBC formaba parte de un proyecto de la BBC titulado "Computer Literacy Project" [BBC, 1983] y gran parte del material transmitido el primer año se basó en aplicaciones educativas y prácticas para escuelas, colegios y programadores aficionados. Los programas difundidos cubren aplicaciones tan variadas como la creación de una base de datos meteorológicos y el suministro de elementos de construcción de soporte lógico. Como en el caso del teletexto, fueron numerosos los usuarios del servicio que lo acogieron de manera favorable y constructiva. El servicio se concentra actualmente en una nueva generación de programas lógicos más complejos que dependen y se aprovechan de la actualización regular de datos por telesoporte lógico o por páginas normales de teletexto.

Ciertos programas lógicos son autónomos, pero en numerosos casos están destinados a completar programas de radiodifusión, sobre todo los de carácter educativo, documental o práctico.

El servicio de telesoporte lógico de la BBC fue financiado inicialmente por derechos sobre el material y por subvenciones de las autoridades de educación nacional. Actualmente es gratuito, una vez que se ha adquirido el adaptador necesario.

En el futuro será posible aumentar la capacidad del canal de datos por teletexto a trama completa, por redes de cable o por satélites de retransmisión, lo que permitirá un acceso más rápido y bases de datos más importantes. Un sistema opcional de acceso condicionado permitiría la radiodifusión de soporte lógico de valor comercial a abonados de pago.

En la actualidad casi toda la producción de soporte lógico del servicio competente de la BBC está destinada al microcomputador BBC y utiliza el lenguaje de programación y las funciones específicas de esta máquina. Es indudable que pronto será necesario difundir versiones de programas para otras máquinas. Ello ocasionará gastos y esfuerzos suplementarios al organismo de radiodifusión y reducirá el caudal global de información, pues las diferentes versiones deberán compartir el mismo canal de radiodifusión. Aunque se necesitarán diferentes versiones de los programas, deberá ser posible definir un formato común de transmisión de datos para todas las versiones.

2.1.2 Difusión de soporte lógico por teletexto (UK Independent Broadcasting) (Radiodifusión británica independiente)

En el marco del servicio de teletexto "4-tel", la Independent Television efectúa desde algún tiempo transmisiones de telesoporte lógico por la cadena "Channel 4". Esta transmisión está vinculada a una serie de emisiones titulada "4-computer buffs". Se ha definido y publicado un protocolo provisional. Se dispone de un adaptador de teletexto "Channel 4", que facilita la carga del telesoporte lógico en el computador personal del usuario. Las primeras emisiones están destinadas a los computadores personales del tipo Sinclair Spectrum, pero se espera transmitir telesoporte lógico más adelante para otros computadores personales.

2.1.3 Radiodifusión de soporte lógico (BBC)

En enero de 1984 la BBC comenzó la radiodifusión de soporte lógico utilizando el sistema BASICODE [NOS, 1984] -véase también el punto 2.3.1- en forma de inserciones cortas en un programa semanal de informática denominado "Chip Shop", y en emisiones distintas a primera hora de la noche, de unos cuarenta segundos de duración, cuatro veces por semana, por medio de transmisores en ondas métricas y kilométricas de la cadena Radio 4 UK . Tras la primera serie de programas de diez semanas de duración, los servicios de apoyo de la radiodifusión distribuyeron unos 20 000 ejemplares del folleto información y una casete audio de programas de interpretación.

La BBC adquirió más adelante los derechos de distribución para el Reino Unido de los programas de información y de interpretación BASICODE 2, y esta norma se utilizó durante la segunda serie de emisiones del "Chip Shop" a finales de 1984, cuando se distribuyeron más de 4.000 ejemplares de casetes y folletos de una versión mejorada. Esta vez, las emisiones de soporte lógico se hacían por la mañana, lo que resultaba más cómodo desde el punto de vista de la explotación y de las preferencias del público. Se utilizó la cadena Radio 1 en ondas hectométricas y se tropezó con numerosas dificultades para grabar el soporte lógico en buenas condiciones. Como consecuencia, todos los programas se repitieron a continuación en forma de un bloque único de 20 minutos, transmitido a última hora de la tarde por una cadena en ondas métricas.

El material necesario para la recepción de las emisiones BASICODE 2 es bastante barato y su utilización no requiere grandes esfuerzos por parte del usuario, pero se ha precisado que la BBC no tenía la intención de prestar regularmente este servicio. Los usuarios pueden evidentemente recibir también emisiones BASICODE 2 transmitidas por organismos comerciales y extranjeros.

Es probable que las futuras radiotransmisiones de soporte lógico utilicen el BASICODE 2 y que estén ligadas a programas de radiodifusión determinados. Como el lenguaje es necesariamente "el máximo común múltiplo" de las funciones ofrecidas por un elevado número de máquinas diferentes, está en ciertos aspectos muy limitado, sobre todo desde el punto de vista de la presentación gráfica y de los medios de entrada/salida. Esta técnica permite pues una amplia difusión a bajo precio de programas rudimentarios. Es el método ideal de prestar servicio a un club de aficionados BASICODE 2 que desean ofrecer sus propios programas, y de hecho existe ya un intercambio importante de productos (o soportes lógicos) según este sistema en las bandas de radiodioaficionados y en la banda ciudadana. No obstante, un servicio de radiotransmisión de soporte lógico hace siempre la competencia a los programas normales, y no se puede minusvalorar el efecto causado a un oyente sorprendido inesperadamente por la audición brutal de una señal sonora de frecuencia media y alto nivel.

2.1.4 Otros canales de transmisión

Se comercializan actualmente soportes lógicos en forma de casetes audio y de disquetes, y en forma impresa, tal como listas y códigos de barras. La BBC publica ya soportes lógicos en estas formas y la radiodifusión de soporte lógico guarda con ellas la misma relación que el teletexto con los textos escritos. La radiodifusión asegura la entrega inmediata en todo el país a bajo costo, mientras que, por el contrario, un soporte material permite facilitar grandes cantidades de información a destinatarios conocidos mediante pago. El servicio de telesoporte lógico de la BBC se utiliza regularmente para mostrar extractos y ejemplos de programas de computador comercializados; puede igualmente servir para actualizar o incluso corregir los programas lógicos ya publicados.

En el Reino Unido se distribuye también soporte lógico por el sistema datavisión (videotex). Esta solución permite una entrega rápida con un método de pago simple, pero no hay que olvidar las inversiones exigidas por la creación de una fuente y los gastos de los enlaces telefónicos y del tiempo de computador.

Otros canales digitales de transmisión pueden disponer de capacidad para la difusión de soporte lógico, como el sistema RDS [UER, 1984], el sistema de multiplaje por paquetes sonido/datos propuesto en radiodifusión por satélite (Informe 1073) y el proyecto de sistema digital de sonido estereofónico para televisión.

2.2 Situación actual y proyectos de futuro en Francia

Se han instalado y probado cadenas experimentales de producción y codificación, difusión o distribución, recepción y ejecución de soporte lógico. Los diferentes aspectos de las mismas son los siguientes:

2.2.1 Producción

En el caso de los soportes lógicos o de los ficheros existentes, no se plantea el problema de la producción y el servicio de telesoporte lógico se reduce al servicio de transporte. Se han probado varias aplicaciones de este tipo por redes de teledifusión, que deberían conducir en breve a servicios operacionales:

- radiodifusión de soporte lógico destinado a los microcomputadores utilizados en los colegios.

- radiodifusión de "listas negras" (por ejemplo número de tarjetas de crédito robadas).

Por el contrario, cuando se crea una aplicación para el soporte lógico es posible enriquecerla introduciendo en un lenguaje existente los primitivos suplementarios que permitan, por ejemplo, el acceso al módulo de visualización del teletexto o al módulo de recepción de datos. Se ha realizado un trabajo de este tipo en PASCAL UCSD (siendo el código transmitido el código P resultante de la compilación) y un trabajo análogo se realiza en BASIC.

2.2.2 Codificación

El problema de codificación se plantea cuando el soporte lógico se transmite en el marco de servicios o de infraestructuras preparadas para la videografía. En los demás casos, en particular la difusión de ficheros, la red es transparente y no se requiere ninguna precodificación.

En el contexto videográfico, la primera técnica de codificación utilizada fue la consistente en dividir cada octeto en dos cifras hexadecimales codificadas en ASCII. La técnica utilizada actualmente es la llamada técnica de "3 en 4", definida por la CEPT.

2.2.3 Transporte

a) Por redes de radiodifusión de televisión:

En el caso de la difusión de ficheros se utiliza el protocolo de transporte DIDON 3 (noción de grupo de datos, de detección de errores y de repetición sistemática).

En el contexto del teletexto (norma D2-A4), los datos codificados descritos en el párrafo precedente se transportan por subartículos protegidos por un CRC 16. Estos subartículos se reagrupan en artículos con un doble octeto de enlace. La corrección se hace por explotación de las repeticiones inherentes a la difusión cíclica.

b) Por redes de telecomunicación:

La red videotex proporciona un servicio de transporte síncrono para palabras de 7 bits + paridad, con un procedimiento de corrección de errores en modo bloques.

2.2.4 Recepción

En el marco de la videografía (transmitida o interactiva), la recepción se hace por los circuitos del terminal videográfico. No obstante, se necesitan procedimientos suplementarios de corrección de errores en radiodifusión.

Para los servicios de difusión de ficheros se utilizan equipos específicos llamados "DIDEM" (por analogía con módem). Estos equipos se presentan en forma de "cajas negras" autónomas o en forma de tarjetas de microcomputador.

2.2.5 Utilización

En los servicios de difusión de ficheros, la ejecución está asegurada por un terminal (microcomputador o terminal específico) que recibe datos del DIDEM.

Cuando se utiliza un lenguaje ampliado, el terminal debe poseer facilidades para ejecutar ese lenguaje. Se ha escrito un intérprete de código P para un terminal de teletexto con memoria ampliada.

Se han hecho experiencias de radiodifusión de telesoporte lógico con A2-Antiope.

2.3 La situación en los Países Bajos (NOS)

2.3.1 Radiodifusión de soporte lógico

El programa nacional holandés "Hobbyscoop", difundido por la NOS transmitió su primer programa de computador en 1978 y este tipo de transmisión adquirió rápidamente un carácter regular en cada una de las emisiones semanales. El programa se transmite a la totalidad de los Países Bajos en modulación de frecuencia y en ondas hectométricas por las redes Hilversum 2 y 4.

Se dirigía sucesivamente a cuatro tipos de computadores, cada uno de los cuales tenía un servicio mensual. A continuación se estableció un lenguaje común y un formato de transmisión denominado BASICODE. A partir de principios de 1983 se transmitió regularmente una versión mejorada, llamada BASICODE 2 [NOS, 1984]. Ciertos computadores exigen pequeñas modificaciones para aceptar las señales, y la mayoría deben estar provistos de un programa para interpretar las señales BASICODE 2.

Como la señal en ondas hectométricas de Hilversum 2 podía ser captada fuera de las fronteras del país, se recibieron cartas de medios informáticos británicos, alemanes, belgas y daneses que pedían mayor información. El interés manifestado fuera del país aumentó aún más cuando el servicio de radiodifusión hacia el extranjero de Radio Netherlands, que transmite a todo el mundo en ondas decamétricas, se interesó por el BASICODE. Actualmente se envía un programa en inglés de un cuarto de hora de duración, denominado "Media Network" a estaciones de radiodifusión del mundo entero que lo retransmiten a sus zonas de servicio. Dicho programa se puede captar en estaciones de Australia, Estados Unidos de América, Canadá, Suecia, Inglaterra, ciertas partes de Africa, Asia y Oceanía.

La utilización de un sistema como BASICODE exige una actualización constante para tener en cuenta los nuevos computadores.

2.3.2 Difusión de soporte lógico por teletexto

Hasta el momento no ha habido ninguna emisión regular de telesoporte lógico por teletexto. En una ocasión, durante una exposición celebrada en septiembre de 1984, la NOS realizó una demostración de telecarga de soporte lógico para computadores personales utilizando el teletexto como canal de transmisión.

2.4 La situación en Italia (RAI)

Se ha iniciado un servicio de telesoporte lógico por las redes de televisión primera y segunda.

Se ha especificado un sistema unificado para la radiodifusión de soporte lógico (software) en los canales de sonido, denominado "RAI-Radiosoftware", que funciona actualmente en la tercera cadena de radio MF.

2.4.1 Radiodifusión de soporte lógico

La primera experiencia realizada por la RAI se remonta a mayo de 1984. Durante el programa "Un certo discorso" de la tercera cadena, se transmitieron varios programas para computadores personales como el Commodore 64, el Spectrum 48K, el Olivetti M10 y el Apple II.

La técnica de transmisión era muy sencilla: los programas se grababan en una casete con el lenguaje, formato y modulación del computador receptor y a continuación se transmitían en modulación de frecuencia durante una pausa del programa principal. El computador receptor podía leer el soporte lógico transmitido a través de la salida de auricular del receptor en modulación de frecuencia.

Este método de transmisión es muy sencillo, pues no exige interfaces entre los receptores de radio y los computadores de uso doméstico, pero el soporte lógico transmitido tiene que dirigirse a un solo modelo de computador, la velocidad de transmisión es baja y es imposible proteger adecuadamente el fichero de datos contra los errores.

A fin de superar estas limitaciones y normalizar para la radiodifusión de soporte lógico, se ha desarrollado el sistema RAI-Radiosoporte lógico para computadores de uso doméstico y personales, equipados con un interfaz serie normalizado RS-232.

Este sistema es un instrumento versátil para programas de radiodifusión de carácter educativo y financiero, pues permite la radiodifusión al usuario de soporte lógico en varios lenguajes de computador (Basic, Pascal, Assembler, etc.), y de textos y gráficos para su visualización en terminales o para almacenamiento en disco.

El sistema está preparado principalmente para su utilización en canales de banda audio (15 kHz), pero se puede emplear con éxito incluso en otros soportes físicos de radiodifusión, como por ejemplo una subportadora adicional en los canales radioeléctricos.

La velocidad binaria del sistema es de 4 800 bits por segundo, significativamente mayor que la usada en las radiodifusiones previas de soporte lógico a los computadores de uso doméstico, por la tercera red de FM de la RAI.

El sistema de recepción necesita un interfaz simple y económico, que contiene solamente unos pocos circuitos integrados comerciales (menos de 10 microcircuitos LSI/MSI), que se pueden instalar en el módulo de extensión del computador.

El computador lleva a cabo enteramente la decodificación del protocolo de comunicaciónes mediante un soporte lógico de recepción apropiado, desarrollado especialmente para los sistemas operativos de computador más comunes (por ejemplo, MS-DOS, CP/M, etc.). Este procedimiento flexible permite introducir otros modos de aplicación, en el futuro y cuando sea necesario, simplemente actualizando el soporte lógico de recepción (suministrado al usuario sobre disco flexible o por antena) y sin necesidad de modificar el interfaz del soporte físico.

El protocolo de comunicaciones, organizado de acuerdo con la estructura de 7 capas de la ISO, permite tres modos de transmisión:

a) transmisión única de un fichero de datos;

b) transmisión repetida de un fichero de datos;

c) transmisión cíclica de varios ficheros de datos.

En el último caso, un "fichero de menú", adquirido automáticamente al poner en funcionamiento el computador, ayuda al usuario a elegir entre los ficheros transmitidos. Adicionalmente, un "fichero de comentario" da información relevante sobre el fichero seleccionado por el usuario (lenguaje, modalidades de ejecución, etc.).

Las pruebas de compatibilidad en laboratorio [CCIR, 1986-90a] han demostrado que el sistema "Radiosoftware" también se puede adoptar para el uso en el segundo canal de sonido del sistema de TV con dos portadoras de sonido (Informe 795) adoptado en Italia, durante la transmisión de programas de televisión de sonido monofónico, sin afectar a la calidad de la imagen ni del sonido en los receptores de televisión domésticos.

2.4.2 Difusión de soporte lógico por teletexto

La RAI ha comenzado la fase previa a la entrada en funcionamiento de su nuevo servicio de transmisión de telesoporte lógico, basado en la estructura del sistema B del telexto CCIR.

El sistema tiene la misma velocidad de transmisión y la misma organización de datos (40 caractereres por fila) que el sistema B de teletexto y permite el uso de circuitos integrados ya disponibles (VIP 5230, EUROOCT) en el receptor. Con respecto al teletexto, difiere solamente en los niveles más altos del protocolo de transmisión. Además el sistema no necesita utilizar mecanismos de enlace especiales, tales como filas fantasmas (por ejemplo, paquetes de datos X/27). Esta información se envía por medio de una página de "configuración" especial y de unos códigos de control adicionales transmitidos en cada página.

El protocolo de comunicación del telesoporte lógico [CCIR, 1986-90b] está estructurado en siete capas jerárquicas conforme a la Recomendación 653 del CCIR. Las capas física y de enlace son iguales a las del sistema B de teletexto. La capa de red adopta el mismo formato de paquete de datos que en el sistema B de teletexto del CCIR y, en este nivel, los paquetes de datos están protegidos contra la recepción de errores por medio de los códigos de corrección de Hamming y de la detección de errores del CCIR. En la capa de transporte, los ficheros de datos están segmentados en uno o más capítulos, formado cada uno por una simple página de telesoporte lógico o un conjunto de páginas giratorias. La capa de sesión comprende la codificación de caracteres, la codificación de páginas, el enlace de capítulos, el control de acceso y la configuración de protocolo dinámico. Las capas de presentación y aplicación se refieren respectivamente a la conversión/presentación y a la utilización de los datos de radiodifusión y del soporte lógico.

Se ha puesto un interés especial en la estrategia de protección de los datos, ya que el telesoporte lógico necesita ausencia absoluta de errores en el fichero de datos recibidos. Para ello en el protocolo de comunicaciones, se utiliza un código de Hamming (40,34) entrelazado asociado a un CRC (prueba de redundancia cíclica) sobre cada fila de datos. Esto permite la corrección de errores individuales en un bloque de 40 bits y la detección de errores residuales sobre cada fila de datos.

A fin de mejorar la eficiencia del código de corrección de errores, los datos transmitidos se enmascaran mediante una secuencia pseudoaleatoria; esto impide la aparición sistemática de series de datos críticos.

Los resultados de las pruebas en laboratorio y en condiciones reales muestran que la estrategia de protección adoptada permite una recepción de datos correcta, incluso en condiciones de recepción críticas [CCIR, 1986-90c y Cominetti y otros, 1986-7].

2.5 La situación en Suecia (SR)

Hasta el momento no se han realizado en Suecia experimentos de telesoporte lógico por teletexto. La Compañía de Radio/TV Educativa (Utbildningsradio) está interesada en un servicio de este tipo destinado esencialmente a distribuir programas de computador a las escuelas.

Una forma de radiodifusión de soporte lógico actualmente utilizada es la transmisión semanal que hace un club de informática por un radiotransmisor local de Estocolmo en modulación de frecuencia. Las transmisiones se hacen utilizando directamente las grabaciones en modulación por desplazamiento de

frecuencia procedentes de ciertos computadores personales muy populares, que son diferentes para cada uno de ellos, por lo que sólo son válidas para un solo modelo a la vez. Se ha realizado también una serie experimental de tres emisiones de este tipo por una de las cadenas nacionales de radiodifusión. Se estudia el BASICODE, pero todavía no se ha utilizado.

2.6 La situación en Dinamarca (DR)

Ha habido solamente algunas experiencias limitadas de difusión de soporte lógico por teletexto. Actualmente no se prevé la introducción de este servicio.

En cuanto a la radiodifusión de soporte lógico, la segunda cadena danesa difunde soporte lógico en uno de sus programas "Bandbixen". El soporte lógico está previsto para computadores personales como BBC, Commodore, Sharp, etc. y escrito parcialmente en BASICODE. El programa se capta en toda Dinamarca en modulación de frecuencia y se transmite también en ondas kilométricas (Kalundborg 245 kHz). La transmisión tiene lugar los domingos de 0.15 a 0.45 horas.

Tras algunos problemas iniciales, los experimentos han resultado satisfactorios. Las señales de datos se transmiten 9 dB por debajo del nivel máximo y las estaciones de modulación de frecuencia se ponen en modo "retransmisor" para evitar dificultades previsibles con la red de portadora normalmente utilizada (Siemens MST 15). El transmisor de Kalundborg está alimentado por un enlace digital a 7,5 kHz.

2.7 La situación en Finlandia (YLE)

En 1983 la YLE lanzó un programa radiofónico denominado "Silikoni" y destinado a toda persona en edad de utilizar un computador. En principio constituía una sección irregular de una revista radioescolar, pero a partir de agosto de 1986 el programa se empezó a transmitir media hora a la semana y adquirió carácter autónomo, con tres colaboradores fijos, un presupuesto, y un plan de producción y de emisión. El programa tiene por objeto popularizar la utilización del computador y, en consecuencia, su nivel es muy general. A juzgar por el abundante correo recibido, este planteamiento parece adecuado. El programa está constituido por secuencias de información, entrevistas con expertos y pequeños concursos de programación destinados a los oyentes.

A partir de otoño de 1985 se han hecho experimentos de radiodifusión de soporte lógico aprovechando emisiones o programas en BASIC, generalmente destinadas a computadores Commodore 64, MSX y Spectrum, de una duración de 20 segundos a 3 minutos. No se han advertido problemas de transmisión ni de recepción. Sin embargo, el número de versiones BASIC utilizadas en los diferentes computadores no permitía llegar a todos los oyentes interesados en la misma emisión, pues cada transmisión estaba limitada por el lenguaje, el formato y la modulación de un tipo de computador determinado. Para resolver este problema la YLE prevé utilizar el sistema BASICODE de la NOS tan pronto como se resuelvan los problemas de derechos de autor [NOS, 1984].

2.8 La situación en Suiza

A título experimental la SSR ha difundido por la 2ª cadena de la radio suiza en italiano soportes lógicos específicos para ciertos tipos de computador. A largo plazo el código basicode 2+ parece insuficiente.

La sociedad Teletext AG difunde a título experimental soportes lógicos patrocinados por firmas comerciales. Se trata de soportes lógicos para los computadores personales de IBM o compatibles. No se trata todavía de un servicio regular, aunque la introducción de tal servicio forma parte de los objetivos de la Teletext AG.

2.9 Situación en Canadá

Actualmente no se ofrece un servicio de soporte lógico permanente. Sin embargo, existen facilidades para suministrar tal servicio usando la red de radiodifusión terrenal. Estas facilidades son:

1) El intervalo de supresión de trama de un canal de televisión, usando el sistema C de teletexto del CCIR.

2) Se ha definido una portadora adicional para transmisión de datos en el canal de sonido dentro del canal de televisión.

3) La explotación por multiplex de una comunicación subsidiaria (SCMO) en canales de radiodifusión FM, donde existe capacidad para radiodifusión de datos.

2.10 Situación en Japón

Se han examinado experimentos realizados a nivel de laboratorio sobre transmisión de soporte lógico a computadores personales. Se ha utilizado en estos experimentos la capacidad de radiodifusión de datos del sistema D de teletexto del CCIR y la capacidad del canal de datos DBS del sistema NTSC de subportadora digital (véase Informe 1073) [CCIR, 1986-90d].

3. Aspectos técnicos del telesoporte lógico

3.1 Informaciones facilitadas por la BBC

3.1.1 Difusión de soporte lógico por teletexto

El sistema de teletexto B del CCIR ofrece un método de control de la recepción correcta y completa de cada una de las páginas y una técnica de enlace de éstas para formar una cadena de longitud indefinida. Es posible corregir los errores por lógica mayoritaria [Chambers, 1979]. Los programas de telesoporte lógico se subdividen en bloques que pueden alcanzar un kilocteto difundidos en forma de páginas enlazadas con bits especiales de control [Rayers, 1984]. Este método permite admitir cualquier lenguaje o cualquier tipo de bloque de datos para cualquier aplicación. Se pueden utilizar códigos comprimidos para mejorar el rendimiento. Las técnicas de acceso condicional al teletexto se pueden aplicar directamente al telesoporte lógico, detalladas en el anexo.

3.1.2 Radiodifusión de soporte lógico

Se utiliza el sistema BASICODE 2+ de la NOS [NOS, 1984]. Los datos se codifican a 1 200 baudios por un sistema de modulación con desplazamiento de frecuencia, ampliamente utilizado por el público en general. Para cada uno de los microcomputadores a los que se dirige el servicio existe un programa de traducción que contiene subprogramas que comienzan en números comunes de línea para realizar funciones tales como el borrado de la pantalla, dadas en el anexo.

3.2 Informaciones facilitadas por TDF/CCETT

El telesoporte lógico se basa en las infraestructuras existentes o en fase de organización para los servicios de telemática (red videotex), de teletexto o de difusión de datos. La naturaleza del telesoporte lógico exige prestar atención particular a los problemas de corrección de errores de transmisión. También se plantean con carácter más agudo que para la videografía las cuestiones de control de acceso y de tasación, que se tratan en Francia por medio de la utilización de la tarjeta de memoria.

El telesoporte lógico plantea los problemas técnicos específicos:

- el del lenguaje, que deberá ser lo más universal posible;
- el del control de ejecución para luchar contra una piratería que puede aumentar en función de la difusión del soporte lógico.

3.3 Informaciones facilitadas por la RAI

3.3.1 Radiodifusión de soporte lógico

El sistema RAI-Radiosoporte lógico [CCIR, 1986-90c, e] se ha diseñado para conseguir los siguientes objetivos:

- explotación de la máxima velocidad binaria de transmisión que se puede alcanzar con el ancho de banda de los actuales equipos de sonido y los receptores comerciales de bajo coste.
- adopción de una señal de datos de banda base sin componentes de baja frecuencia, a fin de facilitar la grabación en cinta magnética;
- insensibilidad a posibles inversiones de polaridad de la señal recibida; simplicidad y bajo coste de los interfaces de recepción de los usuarios;
- adopción de un interfaz de usuario normalizado, independiente del tipo de computador personal;
- posibilidad de actualizar el sistema para aplicaciones futuras simplemente cambiando el soporte lógico del receptor;
- explotación de la repetición del mensaje para permitir una recepción de datos correcta, incluso en malas condiciones de recepción.

Como las funciones de interfaz de usuario se han limitado solamente al tratamiento de la señal de banda base, la decodificación del protocolo para adquisición de datos por el computador, se lleva a cabo totalmente por medio del soporte lógico.

Además de la simplificación del interfaz, esta solución permite en su caso modificar el soporte lógico de decodificación, simplemente mediante la transmisión de una nueva versión a través de antena, asegurando así la máxima flexibilidad del sistema con respecto a innovaciones futuras.

Sin embargo, la parte del programa de recepción que trabaja en tiempo real, está escrita en lenguaje ensamblador y, que es específico para algunos computadores. Debido a ello, se ha desarrollado el programa de recepción para familias de computadores más usuales: las versiones basadas en los microprocesadores Z-80 y sistemas operativos CP/M y MSX, y las basadas en el microprocesador 8086 (8088) y sistemas operativos MS-DOS.

En el anexo al Informe 1207 "Modelo de referencia para la radiodifusión" se describe una configuración del protocolo de comunicaciones del sistema RAI-Radiosoporte lógico.

4. Areas de normalización

4.1 Terminología

De la definición de telesoporte lógico se desprende claramente que un servicio de telesoporte lógico puede utilizar diferentes medios de transmisión para difundir los programas de computador y los ficheros de datos a los terminales interesados. Sería pues conveniente designar el servicio y los sistemas de telesoporte lógico previsibles por una terminología adaptada y coherente, como se ha hecho ya con el teletexto.

4.2 Acceso condicionado

Será evidentemente necesario prever servicios de telesoporte lógico con acceso controlado para asegurar el pago de los programas por un servicio de suscripción o caso por caso. Se estudian ya métodos de acceso controlado en el marco de la radiodifusión sonora y de la televisión por satélite y se podrían aplicar principios similares a los datos, como el soporte lógico y el teletexto. Evidentemente resultaría económico utilizar un método común normalizado para el cifrado de tales datos y para la distribución de la información clave correspondiente.

4.3 Transporte

Se podría definir un mecanismo de transporte utilizable en un sistema de conmutación de datos por paquetes y en el sistema de multiplaje de paquetes de longitud fija propuesto para la difusión por satélite.

4.4 Formato de los ficheros de datos

Aunque un servicio de telesoporte lógico permita probablemente la utilización de varios lenguajes de programación, conviene definir un formato único para los datos que acompañe a los programas, de forma que represente un potencial común disponible para todas las versiones de un programa. Este factor es particularmente importante para un servicio en el que el hecho de tener que prever varias versiones de los mismos datos para las diferentes versiones del programa supondría un despilfarro de la capacidad disponible para la transmisión de datos.

4.5 Descripción

Quizá convenga definir un lenguaje normalizado para la transmisión de los detalles del servicio de telesoporte lógico, presentando una lista completa y estructurada de las opciones disponibles. Este elemento presenta puntos comunes con el canal de identificación del servicio previsto en la familia de sistemas MAC/paquetes. Este principio se podría extender útilmente para dar un resumen de las revistas de teletexto.

4.6 Lenguaje

Con cierta periodicidad se propone la adopción o creación de un lenguaje informático normalizado para el telesoporte lógico, a fin de evitar la necesidad de varias versiones de un programa para computadores diferentes. No obstante. los inconvenientes derivados de una esfera de acción limitada (máximo factor común) y la falta de perspectiva -"prueba en futuro" (una vez que se ha establecido una norma, es difícil mejorar su compatibilidad), pueden superar las posibles ventajas.

4.7 Decodificadores redefinibles

El telesoporte lógico podría ser utilizado para redefinir y modernizar el comportamiento de un decodificador de teletexto a fin de hacerle capaz de reproducir, dentro de los límites de la memoria y del tiempo de proceso disponible, imágenes fijas cualquiera que sea la forma en que están codificadas. Tal decodificador de teletexto redefinible eliminaría la necesidad de definir niveles de teletexto superiores, aunque habría que normalizar el lenguaje de redefinición.

El telesoporte lógico ha sido ya utilizado para transmitir partes de programas para modificar o mejorar el comportamiento del programa de interpretación del telesoporte lógico.

4.8 Control de la ejecución

Para impedir la reproducción ilegal (piratería) de soporte lógico, que puede esperarse que cobre mayor intensidad a medida que aumente la disponibilidad de los programas gracias al telesoporte lógico, es preciso preparar un sistema de control de ejecución que tenga por objeto luchar contra la comercialización ilícita de programas adquiridos de manera lícita como resultado de una recepción con acceso condicionado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BBC [diciembre 1983] Towards computer literacy
ISBN 0 563 21079 6 publicado en 1983 por la BBC.

COMINETTI, M., MORELLO, A., PASTERO, N., TABONE, D., TASONI, N.S./1986/ Campagna di misure per l'introduzione del Telesoftware . RAI Research Centre, Technical Report no. 86/9/I, Torino 1986.

CHAMBERS, J.P. [1979] Teletext alphabets and error protection. EBU Review (Technical) 173, febrero 1979, pp. 25-29.

NOS [marzo 1984] BASICODE 2 , segunda edición revisada, marzo 1984, ISBN 90 6833 001 2. Published by NOS-Hobbyscoop, postbus 1200 BE HILVERSUM, Países Bajos.

RAYERS, D.J. [1984] The UK teletext standard for telesoftware transmissions.
IERE Publicacation Nº. 60 "Telesoftware" 1984, pp. 1-8 ISBN 0903748 57 6.

UER [marzo 1984] Specifications of the radio-data system RDS for VHF/FM sound broadcasting - Tech. 3244.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GITM 10-11/5-29 (ITALIA); b. 11/140 (Italia); c. GITM 10-11/5-4 (Italia); d. GITM 10-11/5-8 (Japón); e. GITM 10-11/5-3 (Italia).

ANEXO I

CONSIDERACIONES TÉCNICAS (BBC)

1. Difusión de soporte lógico por teletexto

1.1 Modulación de datos

El telesoporte lógico de transmisión por teletexto se procesa, como si fueran datos, del mismo modo que los códigos de caracteres de las páginas normales de teletexto. La única diferencia es que se pueden incluir también octetos de paridad par. De ello puede resultar la aparición de largas cadenas constituidas por octetos todos ceros o todos unos susceptibles de perturbar la recuperación del reloj y la identificación de los límites del octeto en ciertos decodificadores.

La utilización de un código de redundancia cíclica en las páginas normales Ceefax desde hace más de tres años ha confirmado la impresión anterior según la cual la mayoría de los usuarios disfrutan permanentemente de una recepción de teletexto prácticamente libre de errores. En particular, no es necesario prever una codificación suplementaria (por ejemplo un código de Hamming) para hacer posible la corrección de errores en recepción; basta con poder detectar los errores en cuestión con seguridad y esperar una nueva difusión de los datos erróneos. Evidentemente se puede utilizar una lógica mayoritaria en ciertas partes de la página [Chambers, 1979] a fin de hacer posible la recepción correcta de una página completa, incluso si ninguna transmisión se recibe perfectamente.

1.2 Formato de transmisión

Se ha preparado un formato para la transmisión de soporte lógico de computador por teletexto en colaboración con otros organismos de radiodifusión, la industria y, en particular, la empresa Acorn Computers, que produce el microcomputador BBC [Rayers, 1984]. Este formato se ha concebido para todo tipo de lenguaje, que se identifica al principio de cada página. Ofrece la posibilidad de traducir códigos de ocho bits en códigos de siete bits dentro de la gama de codificación normal de caracteres o la de utilizar la totalidad de la capacidad de ocho bits del teletexto. La primera posibilidad produce un tren de caracteres que pueden en principio ser transcritos e interpretados en papel, en tanto que la utilización de los ocho bits ofrece mejor rendimiento pues no aumenta la longitud del mensaje.

El formato permite redefinir la interpretación de los octetos para el resto del mensaje. Ello permite la sustitución de una cadena de caracteres frecuentemente utilizados por un solo octeto, y de esta manera se pueden invocar varias instrucciones de decodificación predefinidas. Estas instrucciones, como las que bloquean el lanzamiento del programa después de la carga y las propias instrucciones de redefinición, se realizan en forma de subrutina en el decodificador.

Se pueden procesar los datos para su transmisión siempre que se puedan almacenar en forma de fichero en un sistema de discos del microcomputador BBC. Cuando se utiliza el método de siete bits, los octetos que no correspondan a códigos de caracteres van precedidos de un octeto "aumentado" o "disminuido" y modificado por la adición o sustracción del número decimal 88. A continuación se agrupan los códigos para constituir bloques de 920 octetos (páginas de teletexto) con la repetición del protocolo necesario al principio. Un octeto "aumentado" o "disminuido" no se reparte entre dos bloques ni tampoco corta las líneas de Basic, lo que simplifica la interpretación y la carga a partir de cualquier punto del programa.

Se han tomado medidas particulares para los programas escritos en BBC Basic. En este caso las palabras clave se reparten en forma de octetos únicos comprendidos entre 80 y FE hexadecimal en el interior del microcomputador BBC. Se ha decidido sustituir estos elementos por palabras clave abreviadas para la transmisión.

1.3 Posibilidad de evolución del telesoporte lógico

El protocolo y el formato de transmisión de datos, incluidos los programas de soporte lógico, por teletexto están concebidos pensando en su aplicación general. En particular pueden ser utilizados para la mejora de la producción de caracteres de teletexto y gráficos, y para añadir códigos para máquinas a los datos de teletexto.

2. Radiodifusión de soporte lógico

Se resumen a continuación las características técnicas del sistema BASICODE 2+ utilizado en las emisiones de la serie "Chip Shop" de la BBC.

2.1 Modulación de datos

Los datos que se van a transmitir o grabar son a 1 200 baudios, con un ciclo completo de frecuencia de 1 200 Hz para el 0 lógico y dos ciclos completos de frecuencia de 2 400 Hz para el 1 lógico. Cada uno de los octetos cuyo bit menos significativo se transmite en primer lugar está precedido de un bit 0 de arranque y seguido de dos bits 1 de parada. Los códigos de caracteres ASCII de siete bits tienen el octavo bit puesto a 1.

Un programa comienza con 5 segundos de bits de parada (2 400 Hz) seguidos del número hexadecimal 8D, y la secuencia termina con el número hexadecimal 83 "fin de texto", un octeto de control por adición módulo 2 de los octetos precedentes y 5 segundos de bits de parada.

Se recomienda establecer una conexión directa entre el receptor de radio y el magnetófono y se aconseja utilizar un buen equipo de radiocasete en vez de un sistema de alta fidelidad. El nivel de grabación se situará manualmente en las proximidades de la zona roja y no se modificará pues el control automático de nivel da, casi siempre, un nivel demasiado bajo. El mando de tonalidad de los agudos debe estar en posición alta y no se debe utilizar ningún método de reducción de ruido (Dolby u otros) ni filtros.

2.2 Programa de traducción

Existe en casete un programa de traducción para cada uno de los microcomputadores previstos en el sistema BASICODE 2+. Comporta una serie de subprogramas normalizados que ocupan las líneas 0 a 999 en Basic con puntos de partida fijos y escrito en el lenguaje de la máquina prevista. Por ejemplo, la instrucción BASICODE GOSUB 260 conducirá cada vez a una subrutina en la línea 260, produciendo al azar un número, comprendido entre 0 y 1, que será almacenado a continuación en la variable RV. El segundo fin principal del programa de traducción es hacer que el computador reaccione en la forma prevista a las funciones, a operadores e instrucciones del programa BASICODE 2+ que debe ocupar las líneas 1001 a 8999. Las líneas 9000 a 9999 están reservadas para las funciones REM y DATOS. Las líneas 10000 y superiores se pueden utilizar para subrutinas propias de la máquina que no formen parte del programa BASICODE 2+.

En el caso del microcomputador BBC se dispone de dos programas de traducción, cada uno de los cuales se tarda unos 120 segundos en cargar a partir de una casete y ocupa unos 6 koctetos de memoria. El programa BBCLOAD permite al usuario cargar los programas grabados en BASICODE 2+, incluidos los transmitidos en la serie "Chip Shop". El programa BCSAVE permite al usuario salvaguardar un programa escrito en BASICODE 2+ que se puede utilizar a continuación con el programa de traducción apropiado en cualquier otro tipo de microcomputador previsto para el BASICODE 2+.

2.3 Limitaciones del BASICODE 2+

Se exponen a continuación algunas limitaciones del BASICODE 2+ para subrayar las consecuencias de la elección del máximo común divisor de las máquinas consideradas.

Existen 41 funciones (ABS, COS, RUN) y 11 operadores (+ y =) comprensibles por todas las máquinas. Las demás funciones necesarias normales, tales como "borrar la pantalla" y "comprobar si se ha accionando una tecla" son llamadas por subprogramas (GOSUB 100 y GOSUB 200).

El formato de pantalla más corriente es el de 24 líneas de 40 caracteres, pero ciertas máquinas tienen pantallas pequeñas de hasta 16 líneas de 22 caracteres. El método recomendado consiste en utilizar subrutinas para ajustar el número y la longitud de la línea a las dimensiones de la pantalla.

Una línea de programa no debe tener más de 60 caracteres y una cadena no debe superar los 255 caracteres. Las variables no pueden tener una longitud superior a dos caracteres, siendo el primero una letra. Ciertos pares están prohibidos y existen también otras limitaciones en el computador Spectrum de Sinclair. Las variables numéricas son reales con un máximo de 6 cifras decimales.

No existe posibilidad gráfica alguna y los programas de dibujo previstos para el BASICODE 2+ se deben producir en forma de texto. Se prevé una subrutina normalizada para una impresora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMBERS J.P.,[1979] teletext alphabets and error protection. EBU Review (Technical) 173, febrero, 1979, 25-29.

RAYERS D.J., [1984] The UK teletext standard for telesoftware transmissions. IERE Publication No. 60, Telesoftware, 1984, 1-8, ISBN 0903748 57 6.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

INFORME 1226

CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE PROGRAMAS (CEP) PARA GRABACIÓN DE VÍDEO

(1990)

1. Introducción

El sistema de control de entrega de programas (CEP) ayuda al usuario de los servicios de radiodifusión (vídeo, sonido y otros) mediante la transmisión de señales de datos acompañantes, relacionadas de manera específica con el programa.

El CEP tiene una de sus primeras aplicaciones en la grabación de vídeo [CCIR, 1986-90a; ARD/ZDF, 1987]. La utilización de este sistema simplifica el proceso de introducción de datos para programas seleccionados y asegura una temporización exacta de la grabación bajo control del radiodifusor. En el primer caso reduce la posibilidad de errores en la introducción de datos y en el segundo compensa de manera automática los cambios en la programación de las horas de transmisión, teniendo así en cuenta los eventos imprevisibles que pueden retardar (y a veces adelantar) los programas.

El GITM 10-11/5 ha propuesto que la Comisión de Estudio 11 haga una Recomendación sobre CEP para evitar la proliferación de normas. La Comisión de Estudio 11 se ha mostrado de acuerdo con esa propuesta, por lo que durante el Período de Estudios 1990-1994 del CCIR se someterá al procedimiento de aprobación acelerado un proyecto de nueva Recomendación sobre sistemas de control de entrega de programas.

En el presente Informe se describen las características principales de dicho sistema y en particular los requisitos de servicio y las capacidades funcionales para su aplicación en grabación de vídeo. Se dan definiciones detalladas y especificaciones de funciones, consideradas esenciales para la normalización de un sistema universal de CEP.

Pueden esperarse algunas alteraciones de los detalles de realización y codificación de las funciones del sistema de CEP, teniendo en cuenta la variación de los mecanismos de transporte ya utilizados en la radiodifusión de datos de los diferentes países [CCIR, 1986-90b]. Por ello, este Informe se ha estructurado de tal manera que incluya en un anexo separado esos detalles, en la medida en que son aplicables a los sistemas A, B, C y D de teletexto (Recomendación 653) y a otros sistemas de transporte de datos.

De la experiencia habida con otros servicios ya implatados se deriva la necesidad de tener especificaciones claras sobre la explotación de un sistema de CEP para conseguir la reacción que se pretende en el extremo receptor. De manera similar, las indicaciones sobre posibles modos de aplicar las funciones de receptor en el soporte lógico de control del magnetoscopio pueden mejorar notablemente la calidad de funcionamiento del sistema que percibe el usuario. Es preciso por tanto que continúe la colaboración entre los radiodifusores y la industria en las fases de realización y aplicación de este sistema. Ello resultará especialmente beneficioso al asegurar la introducción ordenada de las características especificadas y de otras nuevas características que el sistema permita pero que, al comienzo del servicio, no estén totalmente especificadas.

2. Requisitos de servicio que deben tenerse en cuenta al desarrollar un sistema de CEP

El control de entrega de programas, en cuanto servicio de radiodifusión, deberá permitir a los magnetoscopios convenientemente equipados, la grabación automática y sustancialmente completa de programas preseleccionados. Para suministrar esta función un sistema de CEP deberá cumplir, en teoría, los siguientes requisitos:

- Se deberán grabar correctamente los programas que han cambiado su hora de transmisión respecto de la que tenían acordada.

- Se deberán suministrar facilidades para la grabación de programas no prefijados.

- La interrupción por cualquier razón de la transmisión de un porgrama podrá, a discreción del radiodifusor ir acompañada de la interrupción correspondiente del proceso de grabación.

- Con el fin de facilitar la grabación completa de un programa el sistema deberá permitir la continuación de un programa en un canal diferente.

- Se deberán minimizar las limitaciones de presentación de los servicios existentes (por ejemplo teletexto y servicios de televisión).

- El servicio deberá permitir la preselección tanto manual como automática.

- El servicio deberá ser de fácil uso.

- El servicio será fiable. En caso de fallo del control de grabación automática del sistema de CEP, deberá funcionar el control de temporización normal del magnetoscopio.

- El servicio deberá funcionar correctamente con independencia de las zonas horarias, y de los cambios de hora debidos al aprovechamiento de la luz solar. En consecuencia se propone la utilización de la fecha y hora unificada (FHU).

- La velocidad de transmisión de los controles de grabación deben ser tales que sean posibles por parte del receptor los esquemas de detección/corrección de errores y de barrrido de frecuencias. Esto trae como consecuencia una velocidad mínima de repetición de 1 Hz.

- El comienzo del proceso de grabación deberá estar próximo al comienzo del programa seleccionado; sin embargo, en la señalización de este último, el radiodifusor deberá dar un margen para el tiempo de arranque (run-up) de los equipos de grabación hasta que alcanzan su regimen normal de funcionamiento.

- El servicio deberá operar en programas con y sin acceso condicional.

- Se deberá minimizar la capacidad de datos para el control de grabación y otras funciones básicas.

- Se deberá posibilitar que uno o más cambios hechos por el radiodifusor en la fecha y hora anunciadas no afecten adversamente al servicio. Sin embargo, deberá haber reglas operativas que restrinjan la gama de variación dentro de un intervalo de tiempo especificado (por ejemplo 28 horas).

3. Descripción general del sistema de CEP

3.1 Diferentes componentes de servicio en un sistema CEP

El control de entrega de programas para grabación de vídeo está formado por dos componentes de servicio distintos, definidos como la función de preselección y la función de control de grabación, tal como se describe más adelante (véase Figura 1):

- Función de preselección

  La función de preselección para el control de grabación en magnetoscopios adecuados, efectúa la carga de la memoria controladora del magnetoscopio con la información acerca de los programas que hay que grabar. El espectador elige los programas que desea a partir de guías de programas de televisión, tales como periódicos, revistas o páginas teletexto. Introduce entonces la información pertinente en el magnetoscopio, por ejemplo manualmente mediante teclado o lector de código de barras, o de forma interactiva utilizando un cursor en la pantalla de visualización.

- Función de control de grabación

  La función de control de grabación controla a distancia los registradores debidamente equipados desde una fuente transmisora. Dicha función depende de que el radiodifusor envíe una etiqueta de programa en forma codificada junto con el mismo. En caso de que no se transmita etiqueta de programa, la grabación debe realizarse bajo el control de temporización del magnetoscopio.

3.1.1 La función de preselección para el equipo de grabación

3.1.1.1 Preselección vía teletexto bajo control del cursor

El sistema teletexto se puede utilizar para transmitir un directorio de programas que incluya la información necesaria para ajustar el equipo de recepción para la entrega controlada de los programas elegidos.

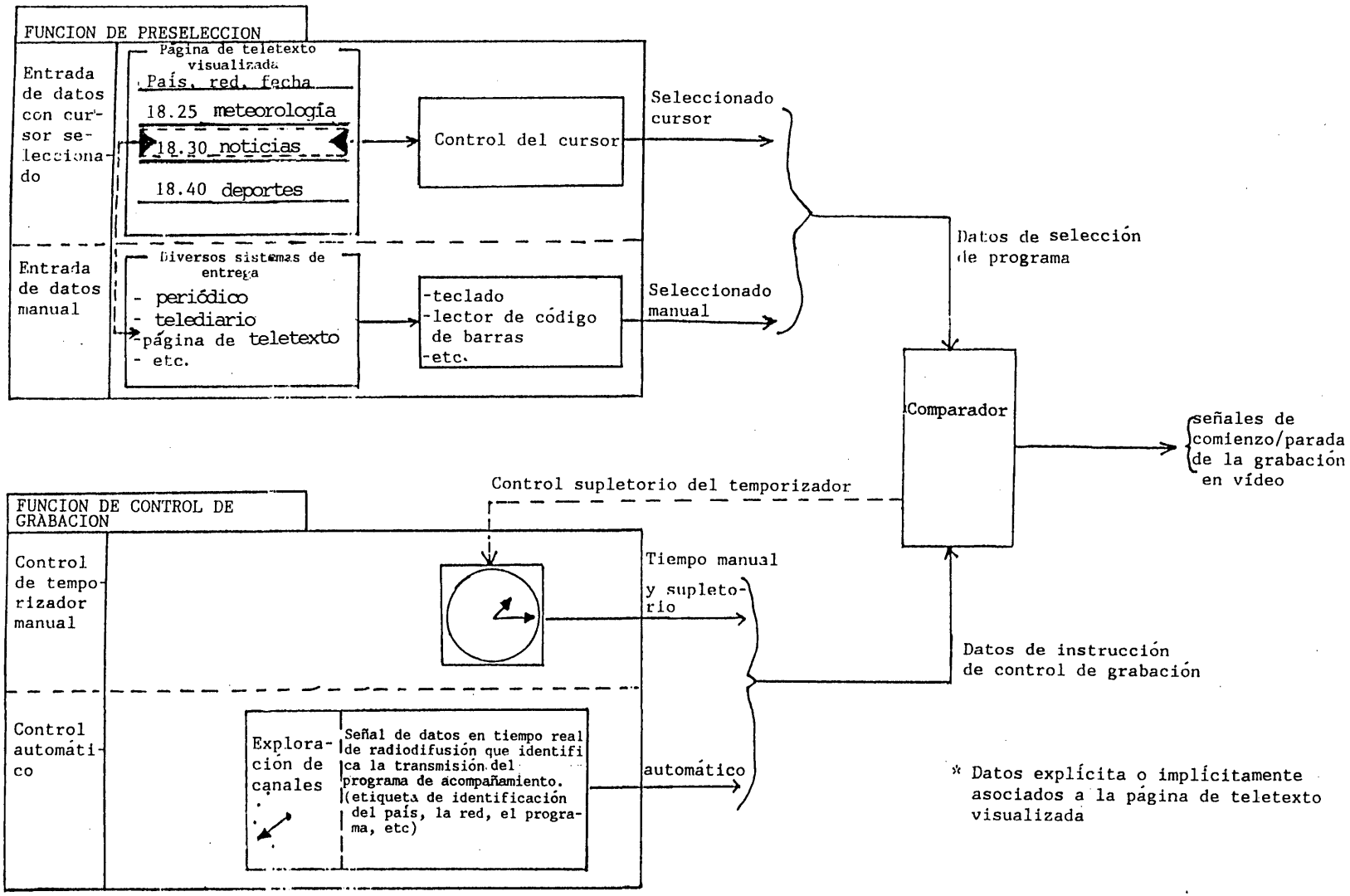


FIGURA 1

Ilustración de las funciones de control de entrega de programas (CEP) para la grabación en vídeo

A continuación se describen dos posibles métodos de proporcionar los datos pertinentes a la preselección de los programas por medio del teletexto utilizando el control del cursor:

- Incorporados en la página del menú de programa visualizado

  En este caso los datos se incorporan en la página de presentación normal del teletexto. Este método tiene en cuenta los requisitos para la entrada manual de los datos de preselección en el equipo receptor.

  Los datos de importancia para la programación de un magnetoscopio, se señalan especialmente en las páginas de consulta de los programas de teletexto. De esta forma, cada programa y sus datos de identificación asociados son reconocibles unívocamente por un microordenador programado al efecto, y puede por tanto programarse su registro en el magnetoscopio.

- Como complemento de la página del menú de programa visualizado

  En este caso, los datos relacionados con una página de texto, representando un menú de programa, se llevan fuera de la zona visible del texto. Este método permite una libertad editorial completa en la composición de la página, a expensas de una capacidad de datos de transmisión adicional. Todos los parámetros de datos necesarios, excepto el "título de programa" y la "hora anunciada", se transportan como datos legibles por la máquina. Hace falta un parámetro tal como "posición del cursor del menú" para enlazar el título del programa en la página visible con los correspondientes datos legibles por la máquina.

3.1.1.2 Preselección vía teclado y código de barra

La información necesaria para disponer el equipo receptor para la entrega controlada de los programas elegidos se puede obtener de diversas fuentes, tales como listas impresas y anuncios visuales, incluido el menú de programa de teletexto, u orales, y se puede teclear manualmente. Los datos de preselección se pueden introducir también con la ayuda de un lector de código de barras.

Si no se ofrece el servicio especial de CEP, los parámetros "hora anunciada" y "fecha anunciada" junto con el ajuste del sintonizador suministran suficiente información si el programa se emite en el momento previsto. Utilizando un servicio de control de entrega de programas que incluya sólo las funciones de control de grabación, los parámetros "hora anunciada" y "fecha anunciada" (junto con el ajuste del sintonizador) permiten seleccionar un programa concreto esperado con independencia de su hora real de transmisión.

3.1.2 La función de control de grabación

3.1.2.1 Especificación de los comandos de control de grabación

Como se ha indicado en el punto 3.1, la función de CEP denominada función de control de grabación, permite el control distante desde una fuente de transmisión de una grabación hecha por un receptor adecuadamente equipado. Un prerrequisito es que el radiodifusor envíe junto con el programa una etiqueta de identificación de programa en forma codificada. Dicha etiqueta de identificación

en forma codificada que acompaña al programa, se define como una instrucción de control de grabación. Consiste en un conjunto definido de parámetros seleccionados de la lista de parámetros de identificación de programa del punto 3.2. Según el mecanismo de transporte utilizado, las instrucciones de control de grabación se pueden estructurar en varias formas diferentes (véase el anexo).

3.1.2.2 Velocidad de repetición de las instrucciones de control de grabación

Se recomienda una velocidad de repetición para las instrucciones de control de grabación de 1 a 25 Hz.

3.1.2.3 Transporte de las instrucciones de control de grabación

Las instrucciones de control de grabación se pueden transportar en cualquiera de los sistemas de teletexto del CCIR (A, B, C y D) o en una línea de televisión dedicada (véase el anexo).

3.2 Parámetros de identificación de programas

Un sistema de CEP tiene que suministrar parámetros adecuados para la identificación de un programa de televisión, de forma que se efectúen las funciones de preselección y de control de grabación para la grabación automática de los programas preseleccionados. Alguno de estos parámetros de identificación de programas son esenciales mientras que otros sólo son deseables u opcionales. A continuación se da una lista de los parámetros identificados actualmente.

3.2.1 Parámetros identificados actualmente

a) Identificación de país y red (IPR)

Este parámetro permitirá la identificación del país y de la red o, alternativamente del suministrador del programa.

b) Fecha anunciada (FA)

Este parámetro da la fecha anunciada de comienzo de la transmisión del programa en forma de año, mes y día. Cuando se utilice una referencia de hora local, deberá indicarse explícitamente el desplazamiento de hora local a aplicar.

c) Hora anunciada original (HA-2)

Este parámetro se puede dividir en dos grupos: el primero indica la hora de comienzo anunciada o, cuando se haya modificado el programa, la hora de comienzo original; el segundo da la hora de terminación anunciada. Ambas están expresadas en horas y minutos. Cuando se utilice la referencia de hora local, deberá indicarse explícitamente el desplazamiento de hora local en cada caso, ya que puede ser distinto de uno a otro.

d) Posición del cursor de menú (PCM)

Este parámetro se usa para relacionar parámetros con información de texto presentada en la pantalla.

e) Etiqueta de identificación de programa (EIP)

Este parámetro identifica la radiodifusión del programa. Puede tomar la forma, por ejemplo, de una hora de radiodifusión anunciada (mes, día, hora, minuto). Varios códigos especiales, sin embargo, deben reservarse para control de grabación en algunas condiciones.

f) Título de programa (TLP)

Este parámetro suministra el título del programa en texto claro.

g) Desplazamiento de hora local (DHL)

Este parámetro indica el desplazamiento de la hora local en relación con el UTC. Puede ser necesario enviar más de uno de estos parámetros para tener en cuenta discontinuidades en la hora local.

h) Hora anunciada (HA-1)

Este parámetro se puede dividir en dos grupos: el primero indica la hora de comienzo anunciada, el segundo da la hora de terminación anunciada. Ambos se expresan en horas y minutos. Cuando se utilice la referencia de hora local, deberá indicarse explícitamente el desplazamiento de hora local en cada caso, ya que puede ser distinto de uno a otro.

i) Duración del programa (DP)

Este parámetro muestra la duración que se espera del programa en horas, minutos y segundos.

j) Estado de control del programa (SCP)

Este parámetro se utiliza para indicar condiciones en tiempo real que son pertinentes al programa o a su radiodifusión (por ejemplo tipo de transmisión de sonido, calificación del programa, modo de acceso,...)

k) Tipo de programa (TPR)

Este parámetro identifica el tipo o serie de programa que se transmite y permite la selección de grabación de ciertos tipos de programas independientemente de sus etiquetas de identificación.

l) Bandera de acceso condicional (BAC)

Este parámetro se utiliza durante el proceso de preselección para indicar que el programa al que se refiere no es de acceso libre.

m) Fecha y hora unificada (FHU)

Este parámetro se utiliza para la radiodifusión del Tiempo Universal Coordinado (UTC) y de la Fecha Modificada del Calendario Juliano (FMCJ).

3.2.2 Codificación de los parámetros

Tiene que proporcionarse una codificación adecuada para identificar en la transmisión los parámetros enumerados en el punto 3.2.1. Donde sea posible, la codificación de los parámetros debe hacer referencia a las especificaciones existentes en los documentos del CCIR; por ejemplo, para la "identificación de país y red" se utilizan los códigos de países de la UIT. existentes [...], tal como se muestra en el Cuadro I.

Los códigos para el "tipo de programa" se han clasificado, en Europa, de acuerdo con el sistema "ESCORT" [UER, 1983], utilizando determinados principios de identificación (véase el Cuadro II). Ha de llevarse a cabo un estudio adicional del sistema con miras a su adopción como plan de codificación unificado.

CUADRO I

Correspondencia entre los códigos de país IPR y los códigos de país de la UIT

Número de fila codificada con b_1 a b_4 (hexadecimal)

Número de columna codificada con b_5 a b_8 (hexadecimal)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
F	0																
	1	.	DDR	ALG	AND	ISR	I	BEL	BLR	AZR	ALB	AUT	HNG	MLT	D	CNR	EGY
	2	.	GRC	CYP	SM	SUI	JOR	FNL	LUX	BUL	DNK	GIB	IRQ	G	LBY	ROU	F
	3	.	MRC	TCH	POL	CVA	.	SYR	TUN	MAR	LIE	ISL	MCO	.	.	E	NOR
	4	.	.	IRL	TUR	.	.	YUG	UKR	HOL	.	LBN	.	.	.	S	.
	5	.	.	.	.	.	.		URS	POR	.	.	.	.	.	.	.
	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Ejemplo: El código de país hexadecimal 16 (codificado con b_1 - b_8 como 0001 0110) es único para Bélgica (BEL). El código hexadecimal F6 (binario 1111 0110) también corresponde a Bélgica pero igualmente es de aplicación a Finlandia (FNL), Siria (SYR) y Yugoslavia (YUG).

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CUADRO II

Códigos para el tipo de programa (TPR)

Código (Hexadecimal)	Principio de clasificación
00	Información no disponible
01-3E	Audiencia a la que va dirigido
3F	Identificación de alarma/emergencia
40-7F	Contenido
80-BF	Códigos específicos para cada servicio (por definir)
CO-FF	Códigos específicos para cada servicio (por definir)

Código (Hexadecimal)	Tipo de programa	Número de referencia de ESCORT
	AUDIENCIA A LA QUE VA DIRIGIDO	
08	Audiencia general	2.0.0
	Grupos especiales	
10	Grupos étnicos e inmigrantes	1.1.0
11	Grupos étnicos	1.1.1
12	Grupos inmigrantes	1.1.2
18	Grupos de edad	1.2.0
19	Niños (0-13 años)	1.2.1
1A	Gente joven (14 años o más)	1.2.2
1F	Jubilados	1.3.0
20	Disminuidos físicos	1.4.0
21	Invidentes	1.4.1
22	Sordos	1.4.2
28	Amas de casa	1.5.0
30	Grupos de estado ocupacional	1.6.0
31	Desempleados	1.6.1
32	Estudiantes	1.6.2
33	Agricultores	1.6.3
34	Pescadores y marinos	1.6.4
38	Viajeros	1.7.0
39	Motorizados	1.7.1
3A	Turistas	1.7.2
	CONTENIDO	
40	Asuntos públicos	
41	Domésticos en general	1.1.0
42	Jurídicos y sociales	1.2.0
43	Económicos, industriales y financieros	1.3.0
44	De vivienda, ambiente y salud	1.4.0
45	De comunicaciones	1.5.0
46	De educación y cultura	1.6.0
47	De relaciones internacionales y defensa	1.7.0

Código (Hexadecimal)	Tipo de programa	Número de referencia de ESCORT
48	Ciencia y humanidades	2.0.0
49	Ciencias naturales	2.1.0
4A	Ciencias sociales	2.2.0
4B	Humanidades	2.3.0
4C	Otras ciencias o humanidades	2.9.0
50	Música	3.1.0
51	Música clásica	3.1.1
52	Música clásica ligera	3.1.2
53	Música ligera	3.1.3
54	Jazz	3.1.4
55	Música popular	3.1.5
56	Música moderna	
57	Otra música	3.1.9
58	Teatro, Artes	3.0.0
5A	Ballet y danza	3.2.0
5B	Teatro	3.3.0
5C	Literatura/poesía	3.4.0
5D	Medios de comunicación	3.5.0
5E	Pintura, escultura, arquitectura	3.6.0
5F	Otras actividades teatrales y artísticas	3.9.0
60	Concepciones de la vida	
61	Religiones cristianas	4.1.0
62	Religiones no cristianas	4.2.0
63	Concepciones no religiosas de la vida	4.3.0
67	Otras concepciones de la vida	4.9.0
68	Deportes	5.0.0
69	Juegos de pelota sin instrumentos	5.1.0
6A	Juegos de pelota con instrumentos	5.2.0
6B	Deportes de invierno	5.3.0
6C	Deportes acuáticos	5.4.0
6D	Hípica	5.5.0
6E	Atletismo	5.6.0
6F	Artes marciales	5.7.0
70	Ocio y aficiones	6.0.0
71	Trabajos manuales	6.1.0
72	Jardinería	6.2.0
73	Turismo	6.3.0
74	Cultura física	6.4.0
77	Otros ocios y aficiones	6.9.0
78	Espectáculos, folklore, entrevistas etc.	7.0.0
7A	Espectáculos	7.1.0
7B	Festejos populares	7.2.0
7C	Entrevistas	7.3.0
7F	Otros espectáculos, etc.	7.9.0

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Technical rules ARD/ZDF Nº 8R2 - [agosto de 1987] Video Programming System, (segunda edición).

EBU Documento SPG 2353 [agosto de 1983] - ESCORT system, Ginebra.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GITM 10-11/5 CP66 (UER), b. 11/570 (Canadá).

ANEXO I

Especificaciones de transporte de datos para un sistema de control de entrega de programas (CEP) para grabacion de vídeo

1. Introducción

Al CCIR se le han comunicado cuatro sistemas de teletexto Recomendación 653. El mecanismo de transporte que utilice un determinado radiodifusor para llevar las funciones de CEP será, probablemente, el sistema de teletexto adoptado en su país. Así por ejemplo, el análisis de la implantación del CEP en Canadá o Japón conducirá seguramente a la especificación de codificaciones de transporte apropiadas a los sistemas de teletexto C y D respectivamente. En Europa se ha elaborado una especificación de sistema de CEP en estrecha colaboración con la industria europea de electrónica comercial [UER, 1989]. Se ha diseñado principalmente en torno a la estructura del sistema B de teletexto del CCIR, utilizando como punto de partida el sistema de programación de vídeo (VPS) de la República Federal de Alemania [ARD/ZDF, 1987].

En la preparación de un sistema amplio aplicable a toda Europa, y que incluya todos los requisitos futuros previstos, particularmente en un entorno internacional (por ejemplo, en los futuros servicios de SDB), se ha mantenido la compatibilidad hacia abajo con sistemas ya realizados y se han suministrado algunos métodos opcionales para llevar a cabo funciones específicas. En lo que resta del presente anexo se describen las características del sistema de CEP de la UER.

2. Características principales del sistema de CEP de la UER

2.1 Aplicación y codificación de los parámetros de identificación de programa

Tal como se indica en el cuadro III son obligatorios en el sistema CEP todos los puntos especificados por la UER. Algunos son esenciales para suministrar un nivel mínimo de características de funcionamiento, mientras otros pueden ser puestos en práctica por aquellas entidades de radiodifusión que deseen suministrar a los espectadores con un nivel de características de CEP superior. A medida que los radiodifusores desarrollen su "código de la práctica", se irá produciendo un retoque adicional de estos aspectos del servicio.

CUADRO III

Aplicación de los parámetros de identificación de programas a las funciones de preselección y control de grabación de programas del sistema de CEP de la UER

	Preselección de programas	Control de grabación de programas
ESENCIAL	IPR FA HA-2 PCM	IPR EJP
DESEABLE	TLP DHL HA-1 DP	SCP
FACULTATIVO	TPR BAC	TPR FHU*

Se ha proporcionado una codificación adecuada para identificar en la transmisión los parámetros enumerados. Se describe cada parámetro como un campo de datos de longitud y estructura dadas. Se da también el orden en que se transmiten los bits de los campos de datos.

En dos casos la codificación de los parámetros hace referencia a especificaciones existentes dentro de la documentación de la UER: para la "identificación de país y red" y para el "tipo de programa".

Para la "identificación de país y red" se hace referencia a la identificación de país de la UIT, como se utiliza también en el Radio Data System de la UER [UER, 1984], véase Cuadro I del punto 3.2.2. Los códigos para el "tipo de programa" se han clasificado de acuerdo con el sistema "ESCORT" [UER, 1983]. El código hexadecimal 00 se ha reservado para el caso en que no exista información del tipo de programa y el código hexadecimal 3F se ha asignado para identificar mensajes de alarma/emergencia, y el código FF indica que no se hace referencia a tipo de programa o de serie. En general, se han asignado 75 de entre los 128 códigos disponibles entre 00 y 7F. Permanecen sin asignar 53 códigos vacantes aplicables a todos los servicios y 128 códigos aplicables a servicios individuales.

En la codificación de la "etiqueta de identificación de programas" se han reservado algunos valores de código para control del magnetoscopio en algunas condiciones, por ejemplo:

- Código de estado del sistema, para indicar que se debe ignorar la información de identificación de programa. En este caso la grabación se hace por control del temporizador.

- Código de interrupción, que indica una parada en el programa, que continuará después de un breve intervalo.

3. La función de preselección vía teletexto

Hay dos métodos de transportar los datos pertinentes a la preselección de los programas por medio del teletexto:

- Junto con el menú de programa

  En este caso los datos se incorporan en la página de presentación normal del teletexto. Los datos de importancia para la programación de un magnetoscopio, se señalan especialmente en las páginas de consulta de los programas de teletexto utilizando caracteres. Cada programa seleccionado y sus datos de identificación asociados son reconocibles y puede por tanto programarse su registro en la memoria del magnetoscopio.

- En paquetes de datos de ampliación

  Relacionados con una página de texto que contenga los datos representativos de un menú de programa, más que dentro de la zona de texto visible. Este método da una buena protección de error que permite una libertad editorial completa en la composición de la página, con el inconveniente de una capacidad de datos de transmisión adicional.

Este método de transporte sitúa todos los parámetros necesarios de datos, excepto el "título de programa" y la "hora anunciada", como unos datos legibles por la máquina en paquetes de ampliación de la página de teletexto pertinente (véase la especificación del Sistema de teletexto B del CCIR). Los ítems de datos de estos paquetes de ampliación se colocan en grupos, estando asociado cada grupo con uno de los títulos de programa de la página visible. Un parámetro en cada grupo es la "posición del cursor del menú" que señala la posición del carácter y la fila dentro de la página visible próxima al título del programa. Esto da la relación entre el título y los datos correspondientes legibles por la máquina.

4. La función de control de grabación

4.1 Especificación y transporte de los comandos de control de grabación

Según el mecanismo de transporte en el que aparecen, las instrucciones de control de grabación se pueden estructurar de varias formas.

4.1.1 Inserción en el paquete de datos 8/30 formato 2 del sistema de teletexto B

Una instrucción de control de grabación está constituida por los parámetros "identificación de país y red", "etiqueta de identificación de programa", "estado de control de programa" y "tipo de programa". Se puede suministrar también una versión de 20 caracteres del "título de programa".

Como se ilustra en la fig. 2, este paquete incluye el prefijo (5 bytes), el código de designación (1 byte) y la página de teletexto inicial (6 bytes). Los siguientes 13 bytes numerados del 13 al 25, son cada uno de los códigos de Hamming (8,4) utilizando el método definido en el sistema de teletexto B. El resto del paquete (bytes 26 a 43) contiene una versión de 20 caracteres de "Título de programa" para su presentación como un mensaje de estado.

4.1.2 Inserción en una línea de televisión dedicada

Una instrucción de control de grabación está constituida por los parámetros "identificación de país y red", "etiqueta de identificación de programa", "estado de control de programa" y "tipo de programa".

Se utiliza una modulación de fase bivalente con una velocidad de datos de 2,5 Mbit/s permitiendo una capacidad de 15 bytes en la línea completa de datos. Los dos primeros bytes se utilizan como código de arranque y de comienzo, dejando 13 bytes útiles para la identificación de los parámetros pertinentes del programa (fig. 3).

4.1.3 Transporte vía sistemas MAC/paquetes

Cuando las instrucciones de control de grabación de un servicio de entrega de programas en el hogar son transportadas por un miembro de la familia de sistemas MAC/paquetes son de aplicación dos procedimientos de transporte:

- Vía teletexto en el multiplexado de paquetes

  Los principios generales de transporte para teletexto en el multiplexado de paquetes, se dan en el punto 2 de la Parte 4B de [UER, 1986]; la estructura del paquete de datos de teletexto (8/30) pertinente es la que se especifica en el punto 4.1.1.

- Vía teletexto en el intervalo de supresión de trama

  Los principios de transporte generales para el teletexto en el intervalo de supresión de trama de una señal MAC se dan en la Parte 4A de [UER, 1986]; la estructura de los paquetes de datos de teletexto (8/30) pertinentes es la que se especifica en el punto 4.1.1.

4.2 Velocidad de repetición de las instrucciones de control de grabación

Se recomienda una velocidad de repetición para las instrucciones de control de grabación de 1 a 25 Hz. En el caso de la línea de televisión dedicada, la velocidad de repetición es de 25 Hz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARD/ZDF [1987] Technical Rules ARD/ZDF Nº 8R2 [agosto de 1987] - Video Programming System, (segunda edición).

UER [1983] Documento SPG 2353 [agosto de 1983] ESCORT system, Ginebra.

UER [1984] Documento Tech. 3244 [marzo de 1984] - Specification of the Radio Data System for VHF/FM Sound Broadcasting, Bruselas.

UER [1986] Documento Tech. 3258 [octubre de 1986] - Specifications of the systems of the MAC/packet family, Bruselas.

UER [1989] Documento SPB 459(Rev.) [mayo de 1989] - Specification of the Domestic Video Programme Delivery Control System, Bruselas.

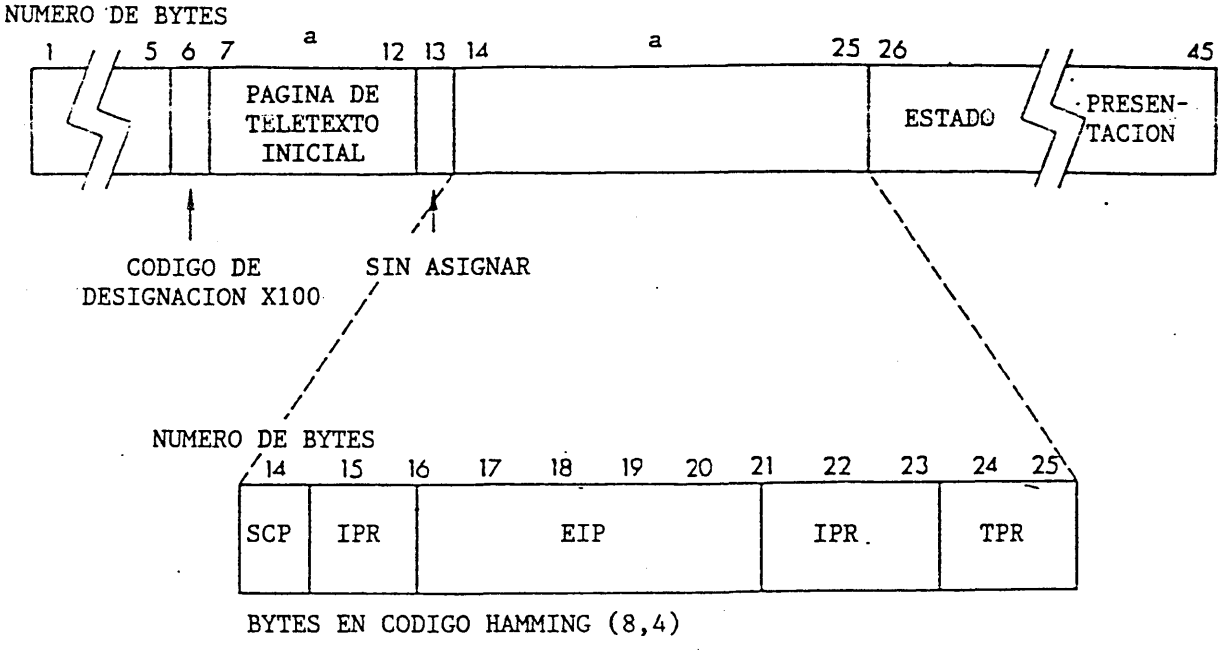
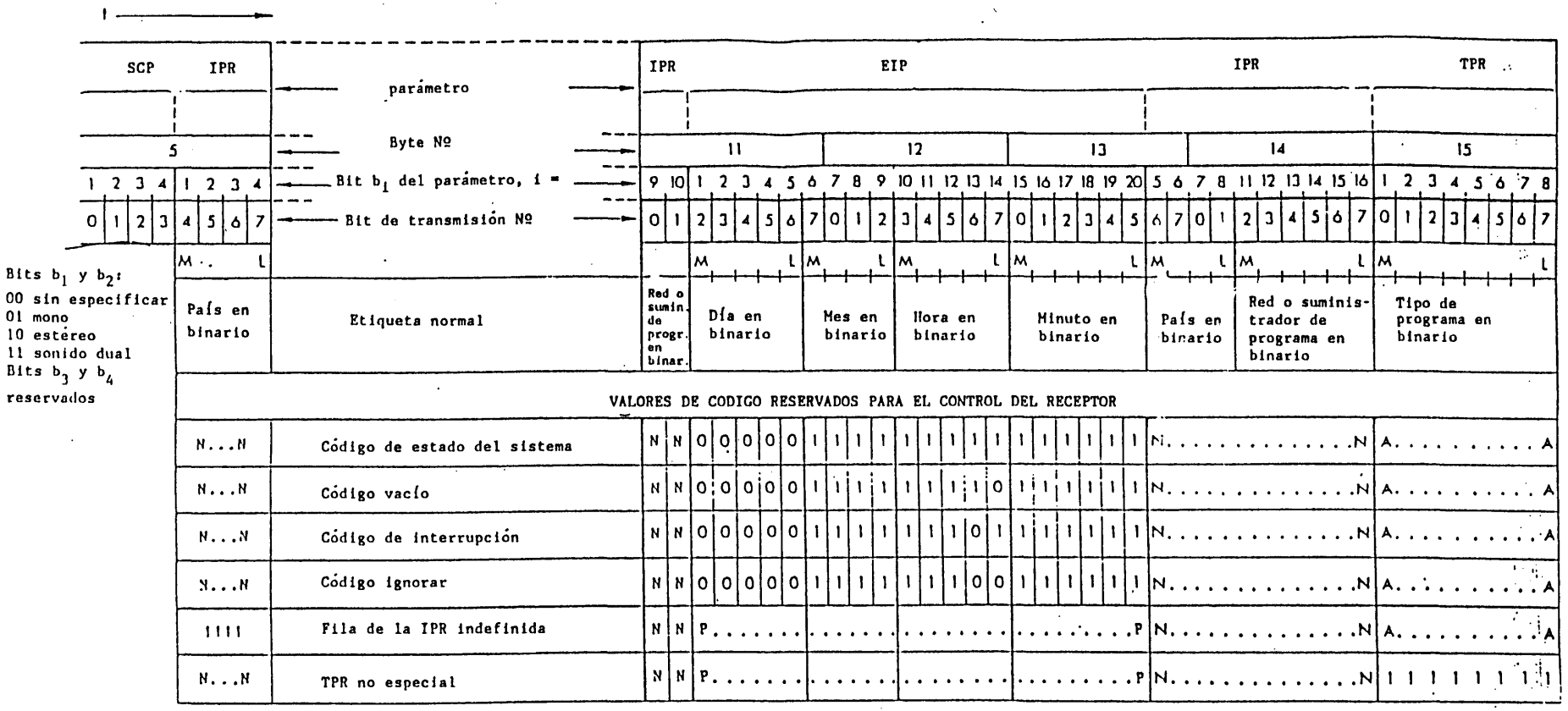


FIGURA 2 - Estructura del paquete de datos 8/30 formato 2 de teletexto



Abreviaturas:

IPR - Identificación de país y red
ECP - Estado de control de programa
EIP - Etiqueta de identificación de programa
TPR - Tipo de programa

M - Bit más significativo
L - Bit menos significativo

A - El valor del bit es el del código del TPR actual
N - El valor del bit es el del código de la IPR actual
P - El valor del bit es el del código de la EIP actual

FIGURA 3 – Formato de los datos de entrega de programas en una línea de TV dedicada

INFORME 1225

SISTEMAS Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN DE DATOS EN UN ENTORNO DE TVAD

(1990)

1. Introducción

La radiodifusión de servicios que utilicen los nuevos sistemas de televisión descritos en la Recomendación 650 del CCIR y el sistema de TVAD descritos en el Informe 1075 del CCIR alentará la fabricación de una base de receptor de mayor resolución de equipos de visualización y formato de imagen ancho. Tales equipos brindarán características atractivas para la mejora de los servicios de radiodifusión de datos existentes tales como el teletexto y para el desarrollo de servicios completamente nuevos.

La Recomendación 653 del CCIR proporciona información sobre sistemas de teletexto desarrollados para su utilización con los sistemas de televisión de la Recomendación 470 del CCIR, esto es el NTSC, SECAM y PAL. Se pretende que este Informe constituya la base para la redacción, durante el Periodo de Estudios 1990-1994, de un nuevo proyecto de Recomendación apropiado para los sistemas de radiodifusión de datos asociados con los sistemas de televisión de la Recomendación 650 y los sistemas de TVAD del Informe 1075.

La transición de la televisión convencional a la TVAD brindará la posibilidad de desarrollar la radiodifusión de datos en el marco de una distribución equilibrada del mantenimiento de compatibilidad entre los servicios existentes y nuevos. La introducción de los servicios de TVAD abre nuevas posibilidades para la radiodifusión de datos e impulsa la evolución de los servicios de teletexto actuales hacia el uso de características de presentación perfeccionadas (por ejemplo, DRCS, geométrica, fotográfica, etc.) así como aplicaciones completamente nuevas.

La alta resolución y el formato de imagen ancho hacen atractiva la introducción de una variedad de nuevos elementos de visualización de teletexto desde elementos del alfabeto latino de tipo computador de 80 caracteres por fila pasando por sistemas de grafismo para generación de títulos con calidad de estudio y opciones de paletas de color.

El desarrollo de la radiodifusión de datos favorece también la tendencia actual hacia la integración de los niveles técnicos y de servicio entre las redes digitales interactivas y de radiodifusión. En este proceso es muy importante el mantener una estrecha cooperación con la CMTT, las Comisiones de Estudio del CCITT apropiadas, la CEI y la ISO.

Las emisiones en formato digital en un entorno de TVAD comprenden partes integrales de los programas tales como el sonido y componentes digitales de televisión, servicios primarios relativos a los programas tales como, los subtítulos y el acceso a mensajes de control, y componentes digitales secundarias para los servicios no relacionados con la televisión tales como el teletexto y el telesoporte lógico y otros servicios de radiodifusión de datos que ocupan una capacidad no utilizada por los servicios conexos de la televisión o que queda libre al cesar la transmisión de TV fuera de las horas de difusión.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

En el momento actual de evolución de la TVAD en radiodifusión por satélite, se han desarrollado dos sistemas para su utilización en la bandade 12 GHz que son el MUSE y el HD-MAC. Ambos sistemas requieren un amplio tratamiento de señal para insertar la señal de TVAD en los canales de "banda de RF relativamente estrecha" (24 - 27 MHz). Se cree generalmente que la anchura de banda de canal disponible en la banda de 12 GHz no solo impedirá la consecución de la plena calidad posible con la norma de estudio de TVAD en los hogares, sino que también limitará la capacidad disponible para los servicios de radiodifusión de datos [CCIR, 1986-90a, b].

En consecuencia, el CCIR ha contemplado la necesidad de otra banda de SRS que transporte la TVAD en canales de "banda de RF ancha" que ofrezcan una calidad de la imagen recibida próxima a la que brinda la norma de estudio (véase el Informe 1075 del CCIR).

Con este fin, la CAMR-ORB(88) identificó la gama de frecuencias comprendida entre 12,7 y 23 GHz para una atribución mundial a la TVAD. Las primeras proposiciones de sistemas TVAD de "banda-RF ancha" que utilizan modulación MF analógica y soluciones totalmente digitales requieren de 54 a 105 MHz, aproximadamente según el sistema. En el desarrollo de estas propuestas debe tenerse convenientemente en cuenta la capacidad necesaria para los servicios de sonido y de datos. La mejor forma de alcanzar esta meta será probablemente mediante el método de TVAD "banda de RF ancha", totalmente digital.

2. Evolución armónica de los servicios de sonido de datos que acompañan a la TVAD

Es necesario planificar y proporcionar la capacidad adecuada así como la flexibilidad de la gestión para todos los componentes digitales de las emisiones de TVAD. La capacidad para los servicios digitales puede situarse en el intervalo de supresión vertical (ISV) o en el intervalo de supresión horizontal (ISH) de los sistemas de televisión que tienen una parte analógica de imagen, o en el múltiplex de los sistemas de televisión totalmente digitales.

2.1 Componentes digitales integrales del servicio de televisión

2.1.1 Sonido

Todas las transmisiones de TVAD propuestas utilizan una codificación digital para el sonido. En general es probable que el sonido ocupe la proporción más importante de la capacidad disponible del múltiplex de sonido y datos que pueda cursar los servicios de radiodifusión de datos, dependiendo de los requisitos del servicio. Estas señales se describen en el Informe 1075.

2.1.2 DATV

En el sistema HD-MAC se ha introducido la utilización de la DATV (televisión con ayuda digital) para mejorar la eficacia de las técnicas de compensación del movimiento. Esto requiere una capacidad de 1,1 Mbit/s, que puede ir en el intervalo de supresión vertical, dejando, en el intervalo de supresión vertical, únicamente dos líneas en cada trama disponible para los servicios de radiodifusión de datos. Los sistemas de emisión de TVAD en una banda de RF más amplia deben permitir una capacidad de datos mayor. Las señales de DATV se describen en [Storey, 1986] y se tratan en el Informe 801, parte 7.

2.2 Servicios digitales relacionados directamente con el programa

2.2.1 Subtitulado

Los subtítulos [CCIR, 1986-90c] ayudan a los televidentes al seguimiento de los programas de televisión en lengua extranjera. El método alternativo del doblaje de sonido no solamente es más caro sino que entraña el riesgo de la pérdida de una parte del "ambiente" de la reproducción artística incluido de forma natural en el sonido original.

Los subtítulos "abiertos" (permanentemente en la imagen) pueden degradar la calidad visual de la imagen de televisión. En consecuencia, la utilización de un subtitulado "cerrado" que utiliza la radiodifusión de datos y permite que el televidente elija si desea o no tener en pantalla los subtítulos resulta muy atractivo sobre todo en TVAD, donde la respuesta subjetiva global a la imagen es especialmente importante.

La elevada calidad de imagen de la TVAD debe adaptarse con la gran calidad visual de los subtítulos correspondientes. En comparación con las características de subtitulación actuales, se han identificado las siguientes mejoras posibles:

- tipos de caracteres más difuminados, con espaciamiento proporcional;
- tipos alternativos así como mayores repertorios de caracteres;
- características de color mejoradas tales como la saturación variable;
- inserción difuminada en la imagen;
- exactitud de la temporización de aparición de los subtítulos (sobre todo cuando se difunden subtítulos correspondientes a varias lenguas) en la posición de la imagen;
- separación entre las distintas partes de un servicio de subtítulo, por ejemplo, en el caso de una entrevista para distinguir entre la conversación y la indicación del nombre de la persona entrevistada.

Debe estudiarse el nivel de compatibilidad de la subtitulación con los sistemas y servicios actuales, en particular en el caso de sistemas TVAD compatibles con sistemas TV normalizados.

La selección de subtítulos y de las variantes del lenguaje deben atenerse a un procedimiento sencillo y normalizado.

Deben establecerse normas para el intercambio de subtítulos a través de diferentes medios, para evitar la necesidad de una costosa reformatización.

2.2.2 Mensajes de acceso controlado

Los organismos de radiodifusión son cada vez más conscientes de la necesidad de flexibilizar las formas en que obtienen sus ingresos. El acceso condicional proporciona los mecanismos para controlar las diferentes fuentes de ingresos, publicidad, abono y pago por visión. Esto permitiría al organismo de radiodifusión diversificar su programación entre programas financiados por publicidad y programas sufragados por los telespectadores.

Se han realizado ya numerosos esfuerzos para el diseño de sistemas de control de acceso condicional. Estos sistemas se desarrollaron sobre todo para la entrega por satélite de servicios entremezclados. La tecnología ha llegado a un punto en el que es viable mantener el seguimiento de millones de abonados en el extremo transmisor con una facilidad de computador de tamaño razonable que permite que un receptor que disponga de un microprocesador seguro que efectúe el control de los canales y del pago por unidades de programa o por impulsos.

2.2.3 Gestión del recurso de datos de canal

La naturaleza múltiplex por división de tiempo de la transmisión de TVAD puede atenerse a una estructura permanente o ser modificada dinámicamente para adaptarse a las necesidades de una radiodifusión particular [CCIR, 1986-90a, d]. El control de tal modificación que debe sincronizar cuidadosamente el receptor con la transmisión, requiere un canal de datos.

2.2.4 Control de entrega de los programas

Con la evidente proliferación del número de servicios de televisión disponibles en el hogar surge la necesidad creciente de proporcionar al telespectador mecanismos que le permitan elegir y contemplar/grabar programas seleccionados. Están ya en funcionamiento los primeros sistemas que proporcionan ese control de la entrega de programas y se estudian desarrollos más perfeccionados.

2.3 Servicios de datos digitales no relacionados directamente con el programa

2.3.1 Teletexto

La disponibilidad de la TVAD brindará oportunidades para características de presentación mejoradas de los servicios de teletexto [CCIR, 1986-90e].

El formato de imagen ancha y la mejor resolución de las imágenes TVAD permitirá la presentación de mensajes de texto muy mejorados. Las imágenes de TVAD permitirán la presentación simultánea de dos páginas de texto completas. Se trata de una mejora sustancial sobre las posibilidades de visualización anteriores que limitaban las imágenes de teletexto típicas a 24 filas de 40 caracteres.

Pueden utilizarse las posibilidades de gráficos geométricos de que disponen normalmente algunos sistemas de teletexto para generar gráficos de alta calidad para representaciones de TVAD. No se requiere ninguna modificación, salvo definir el dominio de la zona de visualización para que se adapte al formato 16:9 y, de ser necesario, especificar puntos de datos con mayor precisión, adecuados a la mayor resolución de la imagen.

Los métodos de codificación basados en la transmisión de primitivas geométricas que permiten efectuar la compresión de la información para describir imágenes gráficas, ofrecen ventajas sustanciales en cuanto a la eficacia de transmisión sobre otros sistemas de codificación que se fundan en transmisiones de datos comparativamente poco comprimidos. En general, cuanto más elevada sea la resolución de la imagen, mayores serán las eficacias que pueden conseguirse con la codificación geométrica.

Además, son posibles mejoras en los juegos de caracteres redefinibles dinámicamente (JCRD) y en la reproducción fotográfica (imágenes fijas).

2.3.2 Telesoporte lógico

Son bien conocidos estos servicios que proporcionan programas para computadores domésticos y personales.

2.3 Servicios de datos independientes

Además del teletexto y el telesoporte lógico, otra de las clases de servicios que cabe esperar de esas difusiones de datos para completar cualquier capacidad disponible son los servicios de mensajes unilaterales. La capacidad de datos residual que excede de los requisitos de los servicios de televisión es un recurso escaso pero valioso para acceder a una audiencia nacional o internacional de receptores, simultáneamente. Cabe esperar que una amplia variedad de servicios de datos independientes ocupen toda la capacidad disponible en las emisiones de TVAD.

3. Servicios de sonido y de datos que utilizan el entorno de TVAD

Cuando un canal de transmisión de TVAD no está transmitiendo activamente la señal de TVAD puede aprovecharse su capacidad para otros servicios de datos especiales independientes. De forma análoga cuando no se esté utilizando el receptor de TVAD para el visionado de un canal de televisión puede disponerse para otros usos.

Una aplicación asociada al canal de TVAD que funcione, por ejemplo, en el "modo digital de canal completo" o al vídeo-disco, CD-ROM, RDSI o en el seno de servicios de televisión convencionales combina secuencias de imágenes fijas con sonidos.

En Japón se está desarrollando un sistema de servicio que transmite imágenes fijas de calidad de televisión de alta definición (TVAD) y sonido MIC de alta calidad, utilizando un canal de radiodifusión de datos.

4. Recursos de radiodifusión de datos dentro de canales TVAD

Al contrario que en los sistemas de televisión convencionales, en los cuales las líneas "inutilizadas" del intervalo de supresión vertical permitieron la introducción del teletexto y la adición de la capacidad de sonido digital utilizando subportadoras adicionales, un elemento digital ha sido el componente de partida requerido para todos los nuevos sistemas de televisión y sistemas de TVAD.

Dentro de las propuestas para "banda de RF amplia" la transmisión de TVAD constituye un ejemplo de aplicación totalmente digital. En este caso, el servicio de radiodifusión de datos no se inserta ya dentro de la estructura temporal o espectral de la señal de televisión sino que toma su lugar conjuntamente con las componentes de imagen y sonido digitales. Tales soluciones totalmente digitales (de las que se puede disponer también en los canales "banda de RF estrecha") conducen al concepto de radiodifusión digital de servicios integrados RDSI.

En el cuadro se indican los lugares de la señal de televisión en los que pueden situarse los servicios de difusión de datos. Además, la señal de televisión completa que transporta los servicios de datos puede también distribuirse a través de canales por cable, por fibra y por la RDSI de banda ancha.

CUADRO I

Ubicación de los servicios de radiodifusión de datos en las señales de TVAD

	Canales de difusión terrenal	Canales de difusión por satélite	
		Banda de RF estrecha	Banda de RF ancha
Intervalo de supresión vertical	*	*	
Intervalo de supresión horizontal	*	* (múltiplex digital)	
Subportadoras adicionales	*		
Modo de canal digital completo	*	*	*
Múltiplex de canal digital completo para la DDSI		*	*

5. Requisitos de compatibilidad para servicios de datos en evolución

En el entorno HD-MAC, la posible coexistencia de diversos servicios de datos en cada subtrama del múltiplex por división en el tiempo, se asegura teniendo en cuenta la oportunidad de utilización de diferentes velocidades binarias.

En el sistema HD-MAC, la capacidad de datos se subdivide como sigue:

- cuatro líneas por cuadro de TV en el intervalo de supresión vertical;
- cuarenta líneas por cuadro de TV en el intervalo de supresión vertical para señales DATV;
- utilización de la ráfaga de línea digital para la transmisión del sonido y de los datos (incluyendo mensajes de acceso condicionales).

Puede utilizarse la capacidad residual del múltiplex digital de paquetes para la radiodifusión de datos. Como los datos de DATV no siempre requieren la utilización de las cuarenta líneas por cuadro que dependen de la velocidad binaria exigida, puede lograrse una atribución dinámica de la capacidad del intervalo de supresión vertical, otorgando la prioridad máxima a la DATV. Esta atribución dinámica puede señalizarse mediante un código contenido en la línea 625 o por otros métodos.

Para conseguir una mejor compatibilidad en el interfaz entre los canales y servicios de radiodifusión de datos, los mecanismos de transporte utilizados en el canal TVAD deben ser idénticos a los correspondientes a canales de datos convencionales en los sistemas de televisión terrenales y por satélite.

6. Modelo básico de una cadena de TVAD (véase la Figura 1)

Entre los aspectos específicos que deben estudiarse ulteriormente cabe citar lo siguiente:

- integración en los servicios de datos en las redes digitales interactivas y de radiodifusión;
- definición de los parámetros de señal de datos en los interfaces físicos;
- receptor de datos inteligente (reconocimiento de la reatribución de datos flexible en el múltiplex digital de paquetes, características de presentación mejoradas, etc.).

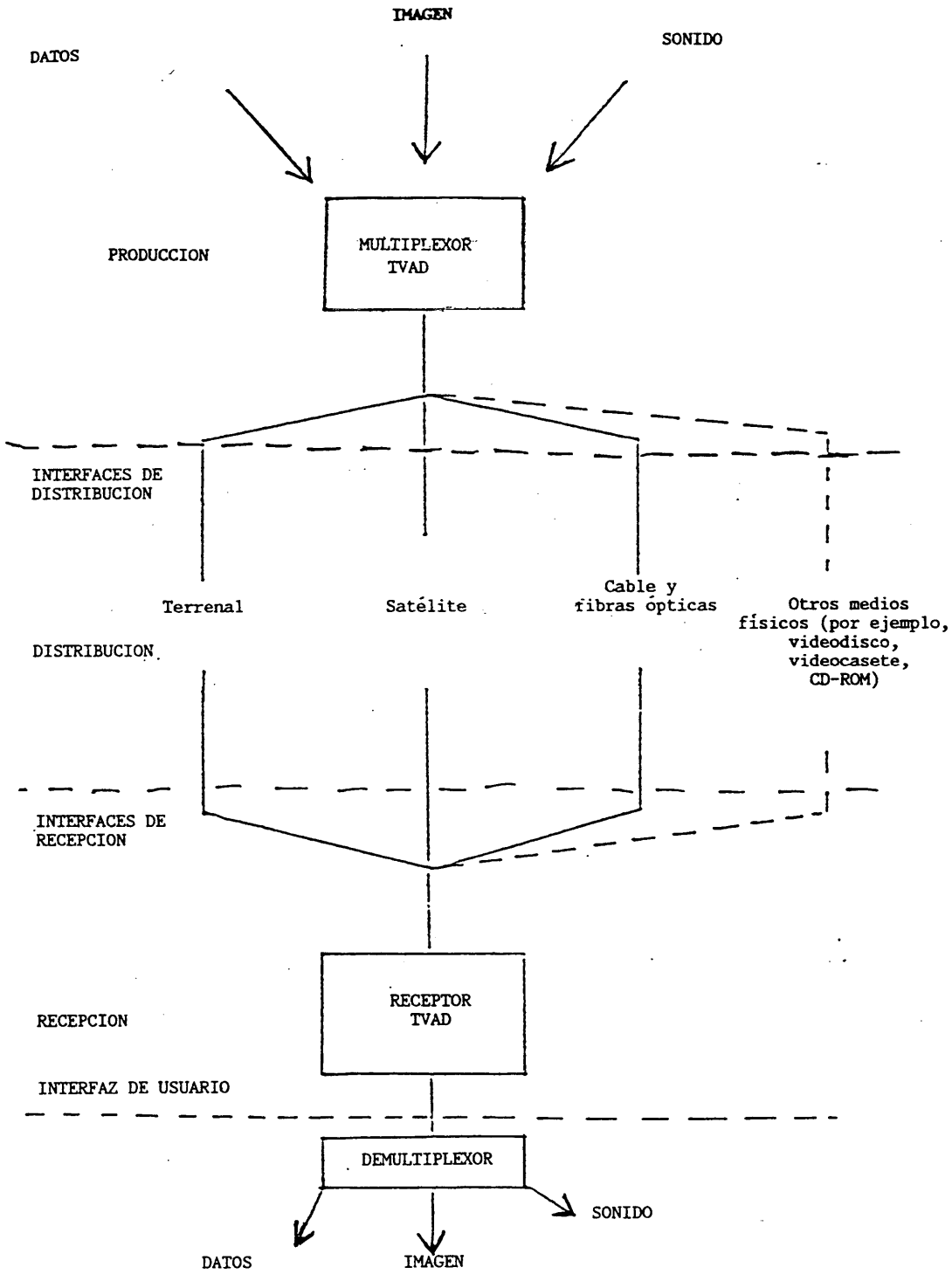


FIGURA 1

Modelo físico para distribución de la señal TVAD (imagen, sonido y datos)

7. Estrategias de protección contra errores

La selección de una estrategia de protección contra errores para un servicio de radiodifusión de datos específico depende mucho del tipo de servicio. El Informe 1210, en tanto en cuanto se aplica a los canales TVAD, examina estrategias apropiadas para ciertos ejemplos de servicio. La transmisión de TVAD de banda ancha puede exigir otras soluciones.

8. Evaluación de la calidad

8.1 Calidad del canal de datos

La calidad de las transmisiones por el canal de datos pueden venir determinadas por mediciones objetivas en línea de las proporciones de errores.

8.2 Calidad del servicio de datos

La calidad de un servicio determinado, en cuanto a la presencia de errores en recepción, se medirá mediante métodos de evaluación subjetiva. Se facilita aquí un ejemplo de servicio de imágenes fijas de TVAD afectado por la influencia de errores. Los tres gráficos (Figura 2) muestran con claridad cómo la supresión de la redundancia (comenzando por señales en componentes, continuando con señales submuestradas y llegando a una señal MICD submuestreada) aumenta la degradación subjetiva para una proporción de errores determinada [CCIR, 1986-90f].

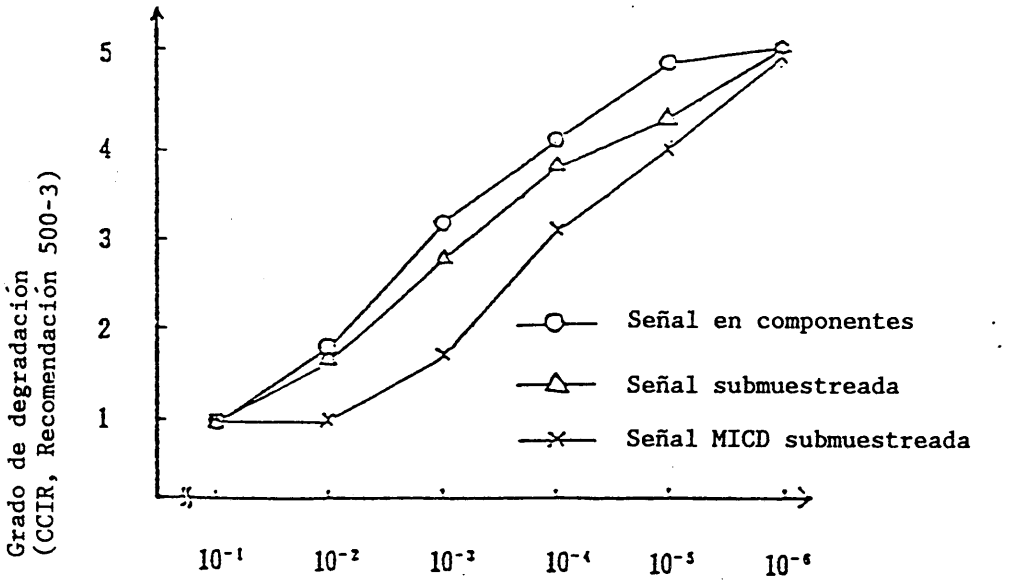


FIGURA 2

Degradación subjetiva debida a los errores de bits de una imagen fija de TVAD (1125/60/2:1) para distintos niveles de compresión de datos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

STOREY, R. [1986] HDTV motion adaptive bandwidth reduction using DATV. BBC, UK IEE Conf. Publ. Nº 268.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GITM 10-11/5-67 (Italia); b. GITM 10-11/5-68 (Japón); c. GITM 10-11/5-69 (Suecia); d. GITM 10-11/5-64 (Francia); e. GITM 10-11/5-70 (Canadá); f. GITM 10-11/5-32 (Japón).

INFORME 956-2

SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN DE DATOS: CALIDAD DE LA SEÑAL Y DEL SERVICIO, PRUEBAS PRÁCTICAS Y ESTUDIOS TEÓRICOS

(Cuestión 29/11, Programa de Estudios 29C/11)

(1982-1986-1990)

1. Introducción

En varios países existen ya sistemas de difusión de datos por redes de televisión que suministran una gran variedad de servicios. La calidad de éstos depende de:

- las características del canal de transmisión de datos;
- el efecto de esas características en los servicios de que se trata.

Para poder suministrar un servicio apropiado hay necesidad de efectuar mediciones en los canales de transmisión de datos, y es preciso establecer métodos idóneos.

En el presente Informe, la parte I trata acerca de la medición de la calidad de los canales de difusión de datos digitales, la parte II de los efectos del canal de transmisión en la calidad del servicio de teletexto*.

PARTE I

MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LOS CANALES DE RADIODIFUSIÓN DE DATOS DIGITALES

1. Consideraciones generales

Los paquetes de datos insertados en algunas líneas de una señal video (líneas de datos) están sujetas a degradaciones, al igual que la propia señal video, causadas por el ruido y la distorsión. Debido al carácter digital de la señal de datos, los efectos de esas degradaciones son distintos de los producidos en la señal video analógica y no es fácil calcularlos en base a las mediciones efectuadas con señales de prueba de televisión convencionales, como las de la Recomendación 473 (Señales de prueba de inserción) [CCIR, 1978-82a].

La calidad del canal de datos digitales y del circuito de adquisición de datos de su decodificador puede definirse como el porcentaje de los datos que en la recepción se pierden o rechazan, o se aceptan con errores. De esa forma, es posible difinir parámetros que representan la proporción de pérdidas o de errores algunos de los cuales facilitan un indicio de la calidad del canal de datos y del circuito de adquisición de datos de su decodificador, independientemente de la aplicación; otros se refieren únicamente a aplicaciones especiales, como el teletexto.

Pueden efectuarse además en una señal de datos las siguientes mediciones analógicas:

- medición del nivel de la señal de datos;
- mediciones sobre el diagrama en ojo;
- mediciones del margen de decodificación.

2. Mediciones digitales

2.1 *Proporción de pérdidas y de bits erróneos del paquete de datos*

Los datos digitales, insertados en una línea de datos, constan de tres partes:

- la señal inicial para la sincronización de bits;
- el código de trama para la sincronización de bytes;
- el paquete de datos que difiere de un sistema a otro (véase la Recomendación 653).

* Los términos *«teletexto»* y *«videografía radiodifundida»* que se utilizan actualmente son equivalentes. (Véase el apéndice II a la Recomendación 662.)

Las dos degradaciones [CCIR, 1978-82b; 1986-90] que pueden producirse en el paquete de datos son:

- falsa interpretación del prefijo, cuyo resultado es la pérdida de todo el paquete o de parte de él, o su asignación a un canal de datos erróneos;
- errores en el bloque de datos.

Como la dirección del canal de datos está generalmente protegida mediante técnicas especiales (como códigos de Hamming), la probabilidad de que se asigne un paquete de datos a un canal erróneo es escasa. Por ello, el parámetro más importante para cuantificar el primer tipo de degradación es la proporción de pérdida de paquetes de datos. Si éste no contiene una descripción del formato, se puede perder completamente o conservarse en su totalidad. En este caso, la proporción de pérdidas de paquetes puede definirse como el porcentaje de paquetes transmitidos que no se han recibido. Por otra parte, cuando el prefijo contiene una descripción del formato, un error de interpretación puede causar la pérdida de una parte de los datos o a la lectura incorrecta de datos inexistentes. Todavía no se ha propuesto para este caso más complejo un método de medición adecuado.

El segundo tipo de degradación (errores en el bloque de datos) se caracteriza principalmente por la proporción de errores en los bits, definida como el porcentaje de bits *recibidos** con errores. Para definir una estrategia adecuada de corrección de errores, puede ser también conveniente conocer las propiedades estadísticas de los errores (por ejemplo, la probabilidad de errores consecutivos o su distribución en la línea de datos).

2.2 *Mediciones en secuencias particulares de datos*

Para investigar ciertos fenómenos puede ser interesante utilizar secuencias fijas de datos, elegidas de modo que sean especialmente sensibles a las distorsiones introducidas por el sistema que se mide. Como ejemplo de secuencia fija, puede citarse la secuencia de prueba de reloj («clock cracker») que es una secuencia que incluye el mayor número de veces posible el intervalo máximo entre transiciones. Esta señal se utiliza para comprobar un tipo de circuito de recuperación de reloj que emplea toda la secuencia de los datos y no sólo la secuencia en ráfaga. Se utiliza asimismo para medir los niveles de datos [Croll, 1977].

Otro ejemplo es la secuencia de datos formada por bytes, cada uno de los cuales contiene un bit de paridad. De esta forma, puede medirse la calidad del canal de radiodifusión de datos al nivel de bytes. También es posible realizar una estimación muy aproximada de la distribución de los errores, que puede ser aleatoria o estar concentrada en los bytes que producen una configuración de bits particularmente sensible a las interferencias entre símbolos.

En la referencia [Cominetti y otros, 1976] se describen mediciones de diversas proporciones de errores y de pérdidas de señales convencionales de teletexto o especialmente protegidas (bifase). Estos parámetros pueden calcularse también utilizando un modelo matemático completo [Vardo, 1977; Cominetti y otros, 1978].

3. Mediciones analógicas

En el apéndice I figura una lista de los parámetros analógicos relativos a las mediciones con niveles de datos y diagramas de ojo de una señal de datos.

4. Señales de prueba de los datos

Se han definido diversas señales de prueba de los datos para las mediciones digitales y analógicas.

Secuencias seudoaleatorias: Se utilizan para medir la proporción de bits erróneos y de pérdida de paquetes, así como para presentar el diagrama en ojo [Dublet, 1977; Noirel, 1978].

* Cuando se pierde un bloque de datos, los bits contenidos en él no se toman en cuenta al determinar la proporción de errores en los bits.

Secuencias fijas de datos: Se utilizan para distintos fines. Cabe citar como ejemplo la secuencia utilizada en [Cominetti y otros, 1976] para la medición de diversas proporciones de errores y de pérdidas. Otro ejemplo es la «secuencia de prueba de reloj». Se trata de una línea de datos que contiene una secuencia de caracteres que incluye el máximo de veces posible la distancia máxima entre transiciones. Se utiliza para probar el circuito de restablecimiento del reloj del receptor y para medir el nivel de las señales de datos [Croll, 1977; CCIR, 1978-82 c y d].

Impulso y barra de datos: Esta señal está formada por un impulso positivo aislado seguido por una barra de datos (secuencias de unos), que contiene un impulso negativo aislado. Se utiliza para obtener un diagrama en ojo superponiendo los dos impulsos, para medir los niveles de datos y para calcular teóricamente el diagrama en ojo en presencia de distorsiones puramente lineales [Croll, 1977].

Secuencia de prueba combinada: Combinación de una señal de sincronización de reloj, de una señal de impulso y barra de datos y de una secuencia fija de datos que incluye todas las combinaciones posibles de 7 bits, para proporcionar una media línea de prueba que ha de insertarse en intervalos alternos de supresión de trama; el otro intervalo lleva la misma señal invertida [Holder, 1977].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMINETTI, M., D'AMATO, P. y STROPPIANA, M. [1978] Teletext: Considerazioni teoriche sulla scelta del tipo di codifica e della velocità di trasmissione. *Elettronica e Telecomunicazioni*, 4.

COMINETTI, M., D'AMATO, P. y ZETTI, G. [septiembre de 1976] Piano di sperimentazione del Laboratorio Ricerche della RAI per i sistemi di trasmissione Teletex. Tavola Rotonda AEI. Trasmissione di informazioni scritte visualizzate su ricevitori televisivi – Sorrento (Italia).

CROLL, M. G. [1977] Ceefax measurement techniques. BBC Research Department Report RD 1977/6.

DUBLET, G. [abril-mayo de 1977] Les mesures de taux d'erreur en diffusion de données par paquets. *Radiodif.-Télév.*, 49.

HOLDER, J. E. [julio de 1977] Measurement of the transmission distortion of the Teletext signal. SERT Symposium on electronic measurement and instrumentation.

NOIREL, Y. [julio de 1978] DIDON, mesure de la qualité du signal de données. CCETT RSI/T/07/78.

VARDO, J. C. [1977] Effet des distorsions en diffusion de données. Première partie: Etude théorique. *Radiodif.-Télév.*, 49.

Documentos del CCIR

[1978-82]: a. 11/8 (UER); b. 11/2 (UER); c. 11/1 (Alemania (República Federal de)); d. 11/53 (Reino Unido).

[1986-90]: GITM 10-11/5-65 (UER).

APÉNDICE I A LA PARTE I

PARÁMETROS PROPUESTOS PARA LA SEÑAL DE DATOS – DEFINICIONES

1. *Nivel todos ceros:* Nivel resultante de un flujo continuo de impulsos «cero».

2. *Nivel todos unos:* Nivel resultante de un flujo continuo de impulsos «uno».

3. *Nivel medio:* Nivel equidistante entre los niveles todos cero y todos uno.

4. *Amplitud de base:* Diferencia entre los niveles todos cero y todos uno.

5. *Sobreoscilación de los ceros:* Valor de la señal de cresta con relación al nivel todos ceros.

6. *Sobreoscilaciones de los unos:* Valor de la señal de cresta con relación al nivel todos unos.

7. *Amplitud de cresta a cresta:* Suma de la amplitud de base, las sobreoscilaciones de los ceros y las sobreoscilaciones de los unos.

8. *Altura del diagrama en ojo:* En una señal de datos libre de ruido, la altura del diagrama en ojo refleja la diferencia mínima que puede existir entre cualquier impulso «cero» y cualquier impulso «uno» en todas las posiciones de muestreo de la señal. Se expresa proporcionalmente a la señal de base. (En la práctica, las posiciones de muestreo dependen del tipo de reloj utilizado, que debe especificarse.)

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

9. *Margen de decodificación:* En una señal de datos codificada sin retorno a cero (NRZ), el margen de decodificación refleja la diferencia mayor que puede existir entre los niveles extremos de decisión lógica para una determinada proporción de errores en los bits, cuando las muestras de la señal están referidas al impulso de sincronización y regularmente espaciados a la velocidad binaria. Se expresa proporcionalmente a una amplitud de base específica.

10. *Anchura del diagrama en ojo:* En una señal de datos libre de ruido, la anchura del diagrama en ojo es el intervalo en el que se obtienen datos exactos comparando la señal con un nivel específico de decisión. Se expresa proporcionalmente a la duración de un bit.

11. *Fluctuación proporcional:* En una señal de datos libre de ruido, la fluctuación proporcional, para un determinado nivel de decisión, es la proporción de la duración de un bit no ocupado por la anchura del diagrama en ojo.

12. *Umbral de decodificación:* Este término se aplica a un terminal que acepta una señal de datos de entrada y que proporciona caracteres de salida principalmente destinados a la presentación. Para una degradación dada de una determinada señal de entrada, el umbral de decodificación es el valor mínimo aceptable del margen de decodificación de la señal de entrada para una determinada proporción de falta de reconocimiento de caracteres.

PARTE II

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE TELETEXTO

1. Introducción

Para el servicio de teletexto, la calidad de la imagen es un parámetro tan importante como para la televisión. Sin embargo, hay que subrayar que los métodos y criterios de evaluación descritos en la Recomendación 500 «Método de evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión» no abarcan todos los aspectos de la evaluación de la calidad de la imagen del teletexto. En el anexo VI del Informe 405 [CCIR, 1978-82a] puede encontrarse también material de interés sobre la calidad subjetiva de las imágenes alfanuméricas y gráficas.

Hasta ahora, la influencia de los errores que aparecen en el proceso de transmisión de teletexto se ha considerado como el aspecto de calidad de la imagen de principal interés, denominado en este documento provisionalmente el aspecto de «conformidad». Pudiera preverse que una evaluación global ganaría importancia a medida que se establezcan los servicios de teletexto. Dicha evaluación global incluiría también la utilidad de las facilidades tipográficas del sistema y la calidad de funcionamiento de visualización del receptor, y se basaría en las propiedades del ojo y de la mente humanos. Es necesario continuar los estudios del efecto de estos principios sobre los caracteres generados por sistemas distintos al sistema de la matriz de puntos.

En el siguiente texto se analizan de manera explicativa los diversos factores técnicos que influyen sobre la calidad de la imagen. Se analiza brevemente el acceso a la información, que es una aspecto importante de la calidad del servicio de teletexto. Se han tomado como base los estudios realizados por la UER [CCIR, 1978-82b].

En [CCETT, 1981] se propone una elección más amplia de criterios y se sugiere complementar las mediciones objetivas por mediciones subjetivas.

2. Características de calidad de la imagen

Una lista provisional de características de la imagen es:

- las facilidades tipográficas proporcionadas por el sistema;
- la calidad de visualización proporcionada por el dispositivo de visualización;
- la «conformidad» de la imagen recibida y visualizada por el receptor, en relación con la imagen que vizualizaría el mismo receptor si no hubiere errores en el flujo de bits recibido (por ejemplo, no hay errores en los bits después del proceso de adquisición de datos).

Esta clasificación podría ser adecuada cuando deben analizarse las causas técnicas de un efecto de calidad o los límites para la calidad obtenible.

Puede ser difícil separar las características pero las «facilidades tipográficas» están destinadas a reflejar elementos tales como juegos de caracteres, facilidades gráficas, atributos de visualización y funciones de presentación de páginas indicados en la especificación del sistema. La «calidad de visualización» está destinada a reflejar la influencia de los circuitos de generación y visualización de imágenes y el tubo de imágenes del receptor, mientras que la «conformidad» está destinada a reflejar la influencia de la transmisión, la protección contra los errores y los procesos de codificación/decodificación.

Podría ser adecuada otra clasificación de los parámetros de calidad de la imagen cuando se hace una evaluación global de dicha calidad de la imagen a través de pruebas con observadores y cuando no hay un interés directo en separar las causas de los defectos. En este caso, podrían ser adecuadas propiedades tales como legibilidad, velocidad de lectura y comodidad visual. Este tipo de evaluación se describe en la referencia [CCIR, 1978-82a, c].

2.1 *Facilidades tipográficas proporcionadas por el sistema*

La especificación de teletexto normalmente especifica de manera detallada las facilidades disponibles para formar el mensaje que ha de transmitirse. Algunas facilidades importantes son:

- el repertorio de caracteres;
- el formato de visualización, es decir, el número de filas disponibles en una página y el número máximo de caracteres por fila;
- los modos de visualización, por ejemplo, normal, incrustado o visualización mixta;
- los atributos de visualización, por ejemplo, el color de fondo, el tamaño de los caracteres y el centelleo, así como la manera en que pueden utilizarse.

Para los sistemas que utilizan principios de codificación geométricos o fotográficos, pueden definirse características adicionales importantes.

Debe observarse que es posible que un servicio no utilice todas las facilidades disponibles. Asimismo, pudieran estar en uso receptores que no explotan plenamente todas las facilidades en los mensajes transmitidos. Estos receptores deberían recurrir a una facilidad de substitución adecuada o el editor debería proporcionar una substitución.

2.2 *Dependencia de la calidad de la imagen con las propiedades del dispositivo de visualización*

2.2.1 *Generalidades*

Algunos parámetros técnicos tales como el tamaño de los caracteres, los niveles de luminancia, la resolución, etc., podrían medirse mediante instrumentos adecuados en la cara del tubo de imagen.

Con la ayuda de observadores humanos, podrían efectuarse mediciones de calidad de funcionamiento, basadas en métodos psicofísicos, midiendo aspectos tales como el reconocimiento de estímulos representativos y la velocidad de lectura. Todas las mediciones son absolutas en el sentido de que la calidad de funcionamiento no es comparable con la calidad de funcionamiento de un dispositivo de visualización de referencia, pero puede utilizarse el método en comparaciones de dispositivos de visualización. Deben utilizarse páginas de prueba adecuadas y mantenerse bajo control las condiciones de observación.

Algunas veces el teletexto puede mirarse en condiciones diferentes a las de la televisión. La imagen es también de una naturaleza diferente, y pudiera ser necesario revisar las condiciones de observación especificadas en la Recomendación 500 para aplicarlas al teletexto [CCIR, 1978-82a, c]. Esto concierne tanto a las condiciones ambientales, tales como distancia de observación e iluminación de la sala, como a las condiciones del propio dispositivo de visualización, tales como la luminancia de las partes activa e inactiva de la pantalla.

2.2.2 *Factores técnicos de importancia*

Con los formatos de visualización definidos en Europa (24 ó 25 filas por página y 40 caracteres por fila), es posible reproducir la mayoría de los caracteres alfanuméricos con una resolución satisfactoria, de modo que el observador pueda identificarlos fácilmente.

Aparte de los factores mencionados anteriormente, hay diversos que influyen también en la calidad de la visualización, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- resolución de la matriz de caracteres y su tipo;
- estabilidad de la visualización del teletexto cuando se recibe una señal de televisión ruidosa;
- utilización de exploración no entrelazada generada internamente para eliminar el parpadeo de la visualización de teletexto;

- utilización de una técnica de redondeo de caracteres a fin de mejorar la forma de éstos; (sin embargo, esta técnica puede aplicarse solamente con exploración de televisión convencional o mediante receptores especiales, por ejemplo, los diseñados para visualización de televisión compatible pero de un tipo de calidad más alta sin parpadeo de entrelazado);
- utilización de señales RGB multinivel en la representación de caracteres;
- espaciamiento variable de caracteres.

2.3 *Conformidad de la imagen*

2.3.1 *Clasificación de los defectos de conformidad*

Los errores de transmisión causan varias formas de defectos de conformidad. La naturaleza de los defectos y la frecuencia de aparición dependen de varios factores.

La relativa severidad de los defectos depende de una manera complicada del contenido de la página, por ejemplo, si es texto o material gráfico, y de su composición. Por tanto, es difícil un estudio exhaustivo. En un intento de enumerar los diversos defectos de interés para páginas que contienen texto se han obtenido los siguientes resultados:

Defectos de disposición:
- pérdida de página,
- interferencia de página,
- página incompleta,
- pérdida de fila,
- interferencia de fila,
- fila incompleta,
- fila desplazada,
- serie de caracteres desplazada.

Defectos de visualización:
- visualización incorrecta de caracteres (carácter falso o en blanco),
- visualización de símbolos erróneos,
- atributos de visualización incorrectos*.

Para los caracteres gráficos mosaicos, sería adecuado describir los defectos de conformidad en otros términos. Las imágenes codificadas alfageométrica y alfafotográficamente requerirían otro conjunto de términos.

Para las páginas con textos y en las que hay cierta redundancia, es decir, cuando el mensaje podría entenderse incluso si faltasen o estuviesen equivocados algunos caracteres aislados (letras), los defectos de disposición son los más importantes porque pueden conducir a la pérdida de muchos caracteres contiguos. Para las páginas en las que no hay redundancia en el mensaje, por ejemplo, cuando una página contiene un cuadro con valores numéricos, la disposición incorrecta de los caracteres es una forma de defecto muy importante.

2.3.2 *Factores que influyen en la conformidad*

La distorsión de la forma de onda de la señal durante el proceso de transmisión, así como la interferencia provocada por otras fuentes, producen errores en los bits a la salida de los circuitos de adquisición de datos en el receptor. Las características de error son una medida de la calidad del canal de datos. La falta de calidad en el canal de datos provoca la degradación de la conformidad, pero el grado de degradación depende también del formato de transmisión, del esquema de codificación y de la existencia de control de errores, tanto en el extremo transmisor como en el receptor.

2.3.2.1 *Calidad del canal de datos*

La calidad del canal de datos digital suele expresarse a través de su tasa media de pérdida de bloques de datos y de la tasa media de errores en los bits en los bloques recibidos. La medición y especificación de la calidad se describe en la parte I de este Informe y en la referencia [CCIR, 1978-82d].

* Algunos atributos incorrectos del tamaño del carácter pudieran provocar defectos de disposición.

La experiencia ha demostrado que los errores pueden depender de las secuencias de bits dentro de los bloques de datos [IRT, 1980]. Los valores medios de proporciones de bits erróneos y de pérdidas de bloques de datos no permiten siempre, por tanto, deducir exactamente la calidad de funcionamiento de un receptor que está conectado al canal. Los errores detectados dependen también del diseño de los circuitos de adquisición de datos y, por consiguiente, la calidad de funcionamiento evaluada con un tipo de receptor o instrumento de medición no indicará siempre la calidad de funcionamiento de otro tipo. En [IRT, 1980 y RAI, 1979] se muestra que las ventajas relativas de los diferentes diseños dependen del tipo de distorsión de la forma de onda que prevalece.

Al diseñar páginas de prueba para la evaluación de la conformidad (véase el punto 2.3.3.2) hay que tener en cuenta estas características del canal de datos, debido a los circuitos de adquisición de datos del receptor y de los circuitos del receptor precedente.

2.3.2.2 *Formato de transmisión y esquemas de codificación*

Actualmente se utilizan dos principios básicos para el formato de transmisión.

El principio de formato fijo tiene una relación predefinida entre el formato de transmisión (es decir, las posiciones de los códigos de caracteres en una línea de datos de televisión), una ubicación en la memoria de página del decodificador y, para la decodificación del nivel 1, el formato de visualización (es decir, la posición de los caracteres correspondientes en las filas de texto). En el «nivel 2» para sistemas de formato fijo, cuando la complejidad de la información lo requiera, se transmite información suplementaria a una versión del «nivel 1» de la página con dirección(es) de fila(s) correspondiente(s) a filas no visualizadas («filas fantasmas»). El principio del formato fijo se mantiene en cuanto que las direcciones para la información suplementaria y los datos de los caracteres asociados se relacionan con el formato de transmisión.

En sistemas de formato variable, la información se representa por un solo tren de datos, significativo en sí mismo (es decir, si un código es «espaciamiento» o «no espaciamiento» se define por los propios códigos) cuando la separación entre filas viene dada por un código particular (secuencia). Un sistema de formato variable permite la compresión de la información transmitida.

Los actuales sistemas de teletexto y las variantes propuestas utilizan un código de 7 ó 14 bits para describir el juego alfanumérico. Los juegos mosaicos y alfanuméricos suplementarios se obtienen a través de técnicas de ampliación del código de videotex a sistemas de formato variable. En sistemas de formato fijo, se utilizan técnicas especiales pero relacionadas, algunas de las cuales se mencionaron anteriormente.

Los sistemas de formato variable se consideran algunas veces más sensibles a los defectos de disposición que los sistemas de formato fijo, que dependen de la sincronización impartida por las señales de sincronización de televisión. Sin embargo, los dos métodos de formato permiten la introducción de medios específicos para corrección de errores a través de la redundancia, obviamente a expensas de la eficacia de transmisión.

Se ha obtenido experiencia en materia de transmisión del sistema de formato fijo con funcionamiento en el «nivel 2» y se ha efectuado un análisis que demuestra que no se produce ninguna disminución de la irregularidad con respecto al funcionamiento en el «nivel 1» [CCIR, 1978-82e].

Se ha obtenido experiencia con un sistema de formato fijo para texto, incluidos los caracteres ideográficos, utilizando la codificación fotográfica. Pruebas teóricas y prácticas de un sistema de la segunda generación que utiliza codificación fotográfica alfa-JCDR han permitido llegar a la conclusión de que es poca la diferencia existente entre los formatos de transmisión fijos y variables. Se adoptó el formato variable debido a su flexibilidad [CCIR, 1982-86].

2.3.2.3 *Medidas de protección contra errores* (véase el Informe 1210.)

2.3.3 *Evaluación de la conformidad*

2.3.3.1 *Simulación por computador*

En determinadas condiciones, la conformidad puede investigarse mediante métodos de simulación. De este modo, para un sistema especificado, podría calcularse una medición estadística de la conformidad en forma de las probabilidades relativas de aparición de los diversos defectos teniendo en cuenta la protección contra errores, el canal de datos y las características de página.

La simulación debe ser un método eficaz tanto para optimizar las disposiciones de protección contra errores de un sistema o receptor como para evaluar la conformidad que se obtendría en condiciones determinadas.

Como se expone en el punto 2.3.2.1, la experiencia indica que pudiera ser difícil especificar la calidad del canal de datos en la forma requerida por el modelo de simulación.

2.3.3.2 *Páginas de pruebas para evaluación de la conformidad*

Podrían utilizarse páginas de prueba cuando la simulación no es posible o cuando debe comprobarse la representatividad de una simulación. Además de las páginas representativas que se necesitan en el último caso, podrían utilizarse los dos tipos de página siguientes:

2.3.3.2.1 *Páginas de prueba para evaluar la calidad del canal de datos*

La calidad debe medirse normalmente por los métodos descritos en la parte I de este Informe. Cuando no se dispone de instrumentos y señales especiales de medición, puede efectuarse una evaluación aproximada de la proporción de bits erróneos observando una página de prueba. El contenido de esta página debe ser tal que haya poco riesgo de que se produzcan defectos de atributos de disposición y visualización. Esto significa que la página debe comprender solamente los caracteres del conjunto GO. Para los sistemas de formato variable, habría que tener cierto cuidado en evitar tales códigos y secuencias de código que un algoritmo particular podría decodificar como una función de control cuando se producen errores en los bits. Alternativamente, el algoritmo no debe utilizarse durante la evaluación.

La composición de la página debe ser tal que los errores se observen fácilmente.

Podría ser útil incluir algunas secuencias de caracteres que se prevé sean las más críticas con respecto a las características de los circuitos de adquisición de datos en uso y los tipos de distorsión de señales encontrados. Podría decirse que dicha página es crítica con respecto a la distorsión de la forma de onda de las señales de datos.

2.3.3.2.2 *Páginas de pruebas para evaluar la calidad de servicio en pruebas de campo*

Una página de este tipo hace posible evaluar la influencia de la calidad del canal de datos sobre la conformidad de la página visualizada. Debe componerse de manera que sea más crítica que una página normal con respecto a los defectos de atributos de disposición y visualización. Su contenido real dependería del sistema utilizado y de sus disposiciones para la corrección de errores típicos. Contendría caracteres acentuados, mosaicos, atributos de visualización y funciones de disposición en gran medida. Podría necesitarse más de una página para abarcar todos los puntos críticos.

Podría ser difícil definir páginas de prueba comunes para diferentes sistemas. Debe tenerse cuidado al componer las páginas, de modo que éstas prueben todas las combinaciones básicas del diseño del decodificador, tipo de distorsión de la señal y secuencias de bits que son particularmente críticas.

2.3.3.3 *Páginas de pruebas para otros fines*

Cuando ha de efectuarse una evaluación global de la calidad de la imagen, hay que tener en cuenta las facilidades tipográficas del sistema y la calidad proporcionada por el dispositivo de visualización, además de los aspectos de conformidad. Las páginas utilizadas deben ser representativas del servicio, o, para algunos tipos de evaluación, críticas con respecto a la legibilidad y a la comodidad visual.

El observador de teletexto necesitará medios para verificar la función correcta de su instalación receptora. Para esto podrían utilizarse las páginas de prueba de los tipos descritos en el punto 2.3.3.2. Probablemente se requeriría más de una página para probar todas las facilidades tipográficas del receptor.

Se necesitan también páginas de prueba apropiadas para la industria y para el mantenimiento.

2.3.3.4 *Métodos automáticos*

Parece ser relativamente sencillo comprobar la calidad de recepción, es decir, la calidad del canal de datos, mediante métodos automáticos. Éstos podrían basarse en el control de paridad de los caracteres, en una suma de comprobaciones de páginas o en la transmisión regular de una secuencia de bits seudoaleatoria u otra señal especial. Si la detección de los errores pudiera efectuarse a nivel del lenguaje de visualización en vez de a nivel del lenguaje de transmisión, se obtendría una comprobación de la conformidad.

Como la observación de las páginas de prueba es una tarea apremiante, los métodos automáticos podrían ser de gran valor tanto para el público del servicio de teletexto como para los estudios técnicos.

2.3.3.5 *Grados de conformidad y criterios de evaluación*

La transmisión repetitiva se utiliza normalmente y esto suele aprovecharse para proporcionar la protección contra errores en los receptores. Por tanto, los criterios de evaluación que se han utilizado hasta ahora y los que se proponen a continuación se basan en esta hipótesis. Los criterios indican pues que la conformidad podría estar en función del tiempo de acceso.

Cuando se evalúa la conformidad en una página de prueba del segundo tipo expuesto en el punto 2.3.3.2, se proponen cuatro grados de conformidad con los criterios asociados:

Grado 4: no hay defectos después de la primera adquisición de la página.

Grado 3: hay defectos después de la primera adquisición de la página pero éstos desaparecen en la segunda adquisición.

Grado 2: hay defectos después de la primera adquisición de la página pero desaparecen después de más de dos adquisiciones.

Grado 1: los defectos permanecen después de sucesivas adquisiciones de la página.

La fiabilidad de la evaluación dependerá del número de «primeras adquisiciones», es decir, muestras, que se han hecho. Debe indicarse el grado obtenido para una mayoría de muestras. En el Grado 3, para una evaluación fiable parece necesario un número mayor de muestras que para los otros grados.

Podría decirse que el Grado 4 refleja una conformidad que el observador consideraría como «normalmente perfecta» o mejor. El Grado 3 corresponde a una situación en la que se obtiene una visualización correcta a expensas de un tiempo de acceso mayor, que algunos observadores podrían aceptar. El Grado 2 podría proporcionar una visualización correcta después de un tiempo de acceso normalmente inaceptable, pero que, sin embargo, podría aceptarse en algunas aplicaciones de decodificadores de memoria de multipáginas. El Grado 1 difiere del Grado 2 en cuanto a que la página no llega a visualizarse correctamente.

Los criterios no se basan en ninguna escala graduada de degradaciones de conformidad. Se relacionan sólo muy indirectamente con el grado de conformidad para la primera página adquirida indicando el número de adquisiciones repetidas necesarias para que las degradaciones desaparezcan.

En las pruebas prácticas se han utilizado otros criterios, por ejemplo [BBC, IBA, IRT, 1975], que son:

Criterio A: ningún error recibido en 10 s para la totalidad del tren de datos.

Criterio B: ningún error visible en cada una de las tres nuevas adquisiciones consecutivas de una página.

Criterio C: no persiste ningún error visible en la segunda escritura de una página.

En general el cumplimiento de estos criterios dependerá de la estrategia de codificación, y por tanto, corresponderá a diferentes proporciones de bits erróneos para diferentes sistemas de teletexto. Es conveniente establecer la relación entre los criterios de evaluación de calidad tales como el B y el C, y la tasa de errores en los bits. Las hipótesis relativas a la calidad de funcionamiento del decodificador de teletexto permitirá entonces el establecimiento de límites de aceptación para parámetros tales como la altura del ojo que permitirá relacionar la calidad de funcionamiento del trayecto de transmisión con las proporciones de bits erróneos. Dicha relación se ha estudiado en [Lucas, 1976].

3. Aspectos relativos al acceso a la información

El volumen de información disponible en un servicio de teletexto y el tiempo de acceso para una página seleccionada son aspectos importantes. Una medida básica es el tiempo de acceso medio, que es la mitad del producto del número de páginas en el ciclo de transmisión y del tiempo medio de transmisión de página. Para hallar el tiempo de acceso medio para un sistema particular, debe utilizarse un conjunto de páginas representativas para el servicio como base para el cálculo del tiempo medio de transmisión de página. Se han realizado estudios [CCETT, 1982] sobre la evaluación de la incomodidad creada por el tiempo que transcurre entre la petición del usuario y la aparición en pantalla de la información pedida en el contexto específico del teletexto (de la radiodifusión de videografía). Los primeros resultados, pendientes de confirmación, muestran que un tiempo de acceso de unos 12 s corresponde a la nota «ligeramente molesto». Además, los resultados obtenidos parecen ser dependientes del contenido semántico de la pantalla.

En otros estudios [Treurniet y otros, 1985] se examina la relación entre el tiempo de respuesta del sistema y distintos grados de molestia experimentada por los usuarios. La proporción de usuarios que experimentaron por los menos una ligera molestia (A_s) aumentó con la raíz cuadrada del retardo observado:

$$A_s = 0{,}129\ \sqrt{d} + 0{,}030$$

Las ecuaciones correspondientes para las proporciones de usuarios que encontraron el retardo por lo menos moderadamente molesto (A_m) y por lo menos muy molesto (A_v) fueron respectivamente:

$$A_m = 0{,}059\ \sqrt{d} - 0{,}008, \text{ y}$$
$$A_v = 0{,}020\ \sqrt{d} - 0{,}030$$

Las multipáginas y otras secuencias especiales de repetición de páginas así como la utilización de memorias multipáginas hace más difícil la caracterización del tiempo de acceso. Otro factor es la relación entre la conformidad y el tiempo de acceso, mencionada en el punto 2.3.3.5, lo que significaría que para una ubicación con condiciones de recepción mediocres, el tiempo de acceso sería más largo que para una ubicación «adecuada» dentro de la misma zona de servicio del transmisor.

El sistema B de teletexto incluye un método sencillo para el acceso del usuario a la página, junto con una importante reducción del tiempo de acceso. El sistema incorpora en cada página la facilidad de suministrar datos de enlace de dirección de página para el direccionamiento de otras páginas. Asociados a cuatro de estos enlaces se encuentra una fila adicional de datos para visualización. El editor puede incluir un texto de asistencia en esta fila, que dirija al usuario a una de las cuatro claves de identificación de la unidad de control. El accionamiento de esa clave provoca la visualización de la página enlazada operando sobre una sola tecla en vez de tener que completar el número de la página de 3 ó 7 dígitos. Cuando un decodificador de recepción tiene un almacenamiento multipágina, se accede automáticamente a las páginas enlazadas con cada página seleccionada y por consiguiente están disponibles virtualmente de forma inmediata para su visualización. Esta configuración se conoce como "FASTEXT".

Los resultados de las pruebas de campo y de estudios teóricos figuran en el Informe 956 (Volumen XI- parte 1, Dubrovnik, 1986).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BBC, IBA, IRT [15-24 de abril de 1975] Teletext field trials in Bavaria. Disponible en: BBC y en IBA, Londres.

CCETT [1981] Evaluation de la qualité technique des services et systèmes de télétexte. Documento interno del CCETT, Rennes (Francia) ref.: LAR/TVT/111/81/CS, CNR/EAS/15/81.

CCETT [1982] Les temps d'attente en télétexte. Documento interno de la CCETT, Rennes (Francia) ref.: NT/CNR/VRE/36/82.

IRT (Institut für Rundfunktechnik) [1980]: Vergleichender Videotext-Ausbreitungsversuch mit dem britischen Teletext-und dem französischen Antiope-Verfahren. (Comparación de los experimentos de propagación del videotex con los sistemas de teletexto del Reino Unido y el Antiope de Francia) Technischer Bericht Nr. 21/80, Munich (Alemania (República Federal de)).

LUCAS, K. [1976] Analysis and rationalization of teletext field trial results. Independant Broadcasting Authority (United Kingdom) E and D. Report 116/76.

RAI [1979] A comparative analysis of strategies used in data and clock recording circuits (GT V2 159). Documento interno del Centro de Investigación de la RAI, Turín (Italia).

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/217 (GT 11-A); **b.** 11/237 (UER); **c.** 11/68 (Francia); **d.** 11/325 (República Democrática Alemana); **e.** 11/348 (Reino Unido).

[1982-86]: 11/30 (Japón).

INFORME 1210

ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN CONTRA ERRORES PARA SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN DE DATOS

(1990)

1. Introducción

Algunas ampliaciones de las capacidades de visualización de los servicios existentes de teletexto y subtitulación (por ejemplo, la inclusión de alfabetos no latinos y sistemas de escritura no alfabética [CCIR, 1986-90a] así como los nuevos servicios de datos, algunos de los cuales están ya descritos en el Informe 802 del CCIR, requieren la adopción de estrategias de protección contra errores que puedan garantizar un alto grado de confianza en el mensaje recuperado sin repeticiones indebidas.

Gracias a los adelantos de la tecnología microelectrónica de consumo se dispone actualmente de estrategias de decodificación perfeccionadas y poderosas que pueden aplicarse en receptores comerciales de bajo costo. De este modo, la adición de un medio de corrección de errores sin canal de retorno permitirá corregir los datos antes de que sean decodificados cuando los paquetes de datos se organizan como un código de corrección de errores [CCIR, 1982-86a]. A condición de que exista un almacenamiento tampón adecuado y que el tiempo entre adquisiciones de datos permita la programación perfeccionada del soporte lógico, puede utilizarse también la técnica de corrección de errores para adquirir correctamente las componentes del servicio [CCIR, 1986-90b].

El § 2 contiene las consideraciones generales para las estrategias de protección contra errores. El § 3 describe algunos estudios de estrategias de protección contra errores aplicadas a los actuales sistemas de radiodifusión terrenales. El § 4 contiene ejemplos de estrategias de protección contra errores para transmisión de datos por canales de radiodifusión por satélite.

2. Consideraciones generales sobre los métodos de protección contra errores

La calidad de un servicio de radiodifusión de datos depende principalmente de la influencia de los errores de transmisión sobre la exactitud de los mensajes de información recuperados y de los métodos apropiados de protección contra errores utilizados. Han de tenerse en cuenta los siguientes factores:

- naturaleza de los datos que se han de transmitir;
- calidad del trayecto de transmisión;
- la naturaleza unidireccional del trayecto de transmisión;
- utilización de estrategias comunes para el entorno de la radiodifusión y su extensión, si es posible, a otros medios;
- eficacia de la técnica de codificación.

Los principales métodos para la protección contra errores pueden dividirse en las siguientes categorías:

- verificación de la paridad
- corrección de error sin canal de retorno (CSCR)
- verificación por redundancia cíclica (VRC)
- lógica mayoritaria (LM)
- variación de bit (VB)
- anulación de errores.

Por lo general pueden combinarse dos o más de los indicados métodos de control de errores para proporcionar una calidad satisfactoria respecto a errores.

Para los servicios de teletexto, en condiciones de recepción severas, suele admitirse una probabilidad de error residual para sistemas de escritura alfabética y silábica debido a la alta redundancia en el texto visualizado. En particular esto se aplica a los sistemas en los que se mantiene la sincronización de datos y la posición de caracteres visualizados es fija. Por consiguiente, en la decodificación se puede emplear una prueba de paridad simple al nivel de carácter, combinada con una secuencia de transmisión cíclica, sin afectar a la mayoría de la audiencia, que goza de condiciones de recepción satisfactoria. En otros sistemas, la simple corrección de errores sin canal de retorno en cada paquete de datos mejora la recepción y proporciona una verificación contra errores. Puede obtenerse un alto nivel de confianza efectuando una verificación por redundancia cíclica en el nivel de página.

Los requisitos de calidad son más estrictos cuando se trata de servicios de teletexto mejorados, con sistema de escritura no alfabéticos, y servicios como el telesoporte lógico y el de datos transparentes, con transmisión cíclica o no cíclica. Para estos servicios, un alto grado de confianza es de la mayor importancia y, en principio, no puede tolerarse ninguna probabilidad de error residual, por el efecto de estos errores sobre el mensaje decodificado. Para asegurar una calidad de recepción satisfactoria, en malas condiciones de recepción, se necesita añadir una redundancia apropiada para el control de errores, a menudo junto con repeticiones del mensaje. En tales condiciones, se aceptará generalmente un aumento del tiempo de acceso, resultante de la necesidad de adquisiciones repetidas del mensaje para recuperar la información correcta, con tal de que la estrategia de decodificación permita una alta probabilidad de éxito en el primer intento para la mayoría de la audiencia.

3. Estudios basados en el mecanismo de transporte derivado de sistemas de teletexto del CCIR

3.1 Estudios realizados en Francia

Se ha comprobado [CCIR, 1986-90c] que el uso de un VRC a nivel de paquete en el sistema de radiodifusión de datos DIDON es efectivo para reducir la proporción de errores residuales. Se estudió la lógica mayoritaria y la detección de errores por VRC (por ejemplo, una familia y estrategia), así como la corrección de errores por VRC, mediante la simulación por computador del canal de transmisión.

Los resultados muestran que el procesamiento de errores puede adaptarse para lograr una BER residual conveniente para una gama de BER de entrada (Cuadro I).

CUADRO I

Proporción de errores en los bits de entrada	Número mínimo de repeticiones para una proporción de errores en los bits residual < x 10^{-6}	
	Proceso VRC:	
	Detección de errores	Corrección de errores
1×10^{-3}	4	2
5×10^{-4}	2	2
2×10^{-4}	2	1
1×10^{-4}	2	1
5×10^{-5}	2	0
2×10^{-5}	1	0
1×10^{-5}	1	0
5×10^{-6}	1	0

3.2 Estudios realizados en Italia

Se han realizado en Italia pruebas de laboratorio y ensayos en condiciones reales [Cominetti y otros, 1986] /CCIR, 1986-90d] para evaluar el funcionamiento de la estrategia de protección de errores utilizada en el sistema de telesoporte lógico desarrollado por la RAI que utiliza la estructura del sistema B de teletexto del CCIR.

Esta estrategia se basa en un código de Hamming (40,34) para la corrección sin canal de retorno de errores individuales en un bloque de 4 octetos asociado a una verificación por redundancia cíclica (VRC) para la detección de errores residuales en cada línea de datos /Cominetti y Morello, 1985/.

De los resultados se han extraído las siguientes conclusiones:

- El servicio de telesoporte lógico necesita una calidad de recepción más alta que el servicio de teletexto (nivel 1), debido a la alta sensibilidad a los errores de transmisión y a la mayor longitud de los "ficheros" de datos (por ejemplo, unas 10 páginas para un fichero de telesoporte lógico de 10 koctetos).

- El código de Hamming (40,34) representa un compromiso satisfactorio entre la eficacia de transmisión (80%), la capacidad de corrección/detección de errores y la economía de realización de la decodificación.

- La eficacia del código de corrección de errores frente a los esquemas de datos críticos repetitivos se puede mejorar enmascarando los datos transmitidos con secuencias seudoaleatorias.

  Con la estrategia de protección de error mencionada anteriormente, fue posible recuperar un fichero de 1 kocteto sin errores en la primera adquisición con una probabilidad de éxito del 85%, con una BER de 1.10^{-3}.

  Sin utilizar esta estrategia de protección, se alcanzó la misma probabilidad de éxito con una BER de 2.10^{-5}.

3.3 Estudios en la República Federal de Alemania

En la República Federal de Alemania se ha estudiado una nueva técnica denominada variación de bits, que es un esquema muy eficaz de control de corrección de errores cuando las condiciones de recepción son mediocres. La técnica se basa en una transmisión de datos doble. Cuando los valores de bits recibidos difieren en la misma posición dentro de dos adquisiciones de un bloque de datos, los valores de bits se modifican sucesivamente hasta que se satisface la verificación de errores. En combinación con una FEC de baja redundancia (aproximadamente 5%) y una detección de errores por VRC, esta estrategia de corrección proporcionará el 99,9% de probabilidad de recepción correcta de subtítulos, páginas de teletexto y ficheros de datos de 10 kbytes con una proporción de bits erróneos de hasta 5×10^{-2} [CCIR, 1986 - 1990e].

3.4 Estudios realizados en el Japón

Los esquemas de protección contra errores para la radiodifusión de datos se vienen estudiando ampliamente en Japón desde 1977, teniendo en cuenta la aplicación a los servicios de teletexto. Utilizando los datos de la configuración de errores obtenidos en las pruebas prácticas, se han llevado a cabo simulaciones sobre la calidad de funcionamiento de muchas clases de códigos de protección contra errores. También se han efectuado experimentos para comparar las capacidades de protección contra errores de varias clases de códigos propuestos. Sobre la base de esas simulaciones y experimentos, se adoptó el código cíclico de conjuntos de diferencias (272, 190) para el sistema de radiodifusión de datos del teletexto D del CCIR. Este código ofrece una eficacia de 70% y una capacidad estimada de corrección de 11 bits incorrectos en un bloque de 272 bits [CCIR, 1982-86b_/. Puede obtenerse una tasa de errores de bloque de 10^{-5} con una tasa de errores de bit de 10^{-2}.

Además del código (272, 190), gracias a la utilización del índice de continuidad en la transmisión de paquetes y a la verificación por redundancia cíclica (VRC) en el nivel del grupo de datos, el mecanismo de transporte del sistema resulta muy fiable. En la Figura 1 se indica la capacidad de protección contra errores del código (272, 190) con VRC.

En general, puede esperarse una transmisión fiable cuando las estrategias mencionadas se aplican a servicios que no sean de teletexto, independientemente de si se transmiten por un sistema terrenal o de satélite. Se están realizando estudios sobre la aplicación de las estrategias de protección contra errores a diversos tipos de servicios de transmisión de datos. (Figura 2)

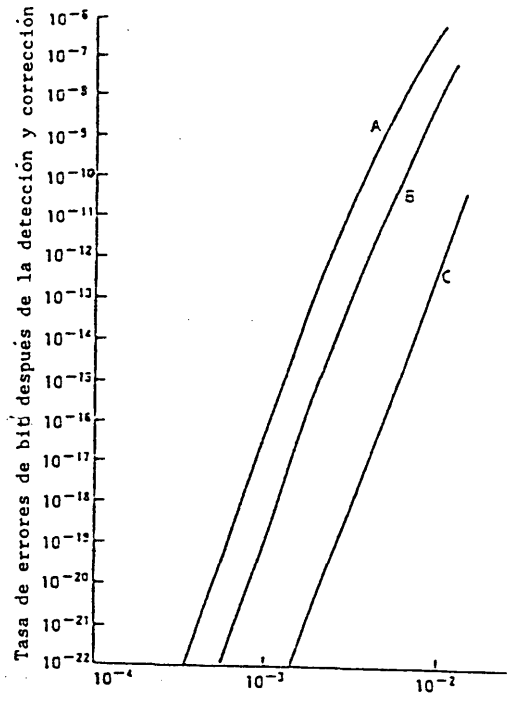


FIGURA 1

Capacidad de protección contra errores del código (272, 190) con VCR

curva A: capacidad de corrección de errores del código (272, 190)

B: capacidad de detección de errores del código (272, 190)

C: capacidad de detección de errores del código (272, 190) combinado con la VRC.

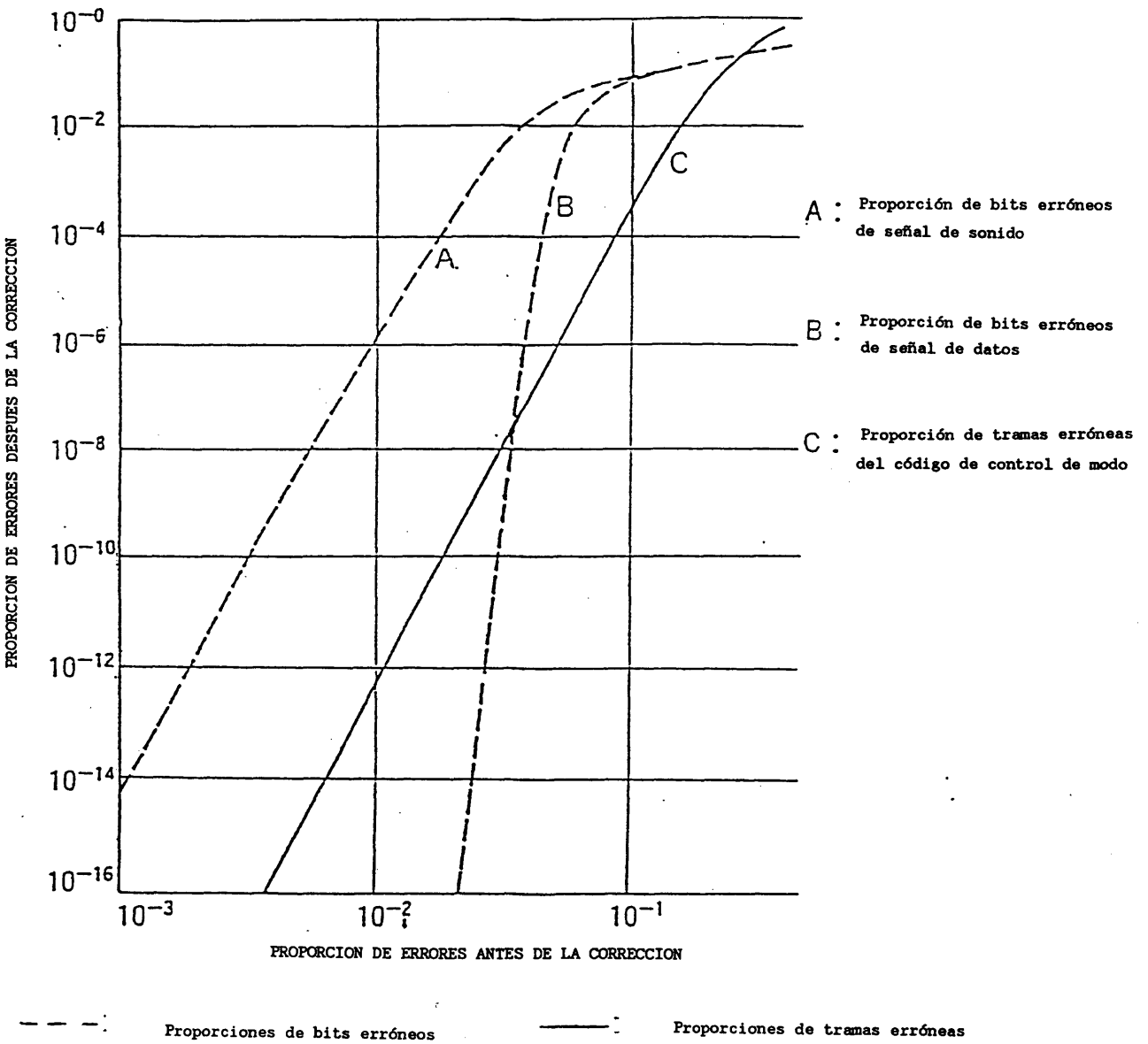


FIGURA 2

Calidad de funcionamiento del método de corrección de errores de cada código

4. Ejemplos de estrategia de protección contra errores para la radiodifusión de datos utilizando canales de radiodifusión por satélite

4.1 Transmisión de datos en el multiplex digital MAC/paquetes

La UER ha estudiado diversos esquemas de protección contra errores [CCIR, 1986-90f] para la normalización de un mecanismo de transporte adecuado para servicios de datos en el múltiplex digital de sistemas MAC/paquetes [CCIR, 1982-86c, d]. Estas estrategias pueden ser aplicables a otros mecanismos de transporte distintos del múltiplex digital MAC/paquetes.

La UER ha definido dos esquemas de protección contra errores (CCIR, 1986-90g), para el transporte de teletexto de los sistemas A y B del CCIR en el múltiplex digital MAC/paquetes. El primer nivel, que utiliza sólo codificación de verificación por redundancia cíclica, está destinado fundamentalmente a los servicios de datos de tipo cíclico, donde la corrección de errores puede efectuarse utilizando lógica mayoritaria o variación de bits en el receptor. En el segundo nivel se utiliza corrección de errores sin canal de retorno (24, 12) de tipo Golay para obtener un elevado nivel de protección en una transmisión simple de datos de teletexto.

4.1.1 Estrategias de protección contra errores

Se han propuesto diversas estrategias de protección [Cominetti y Morello, 1985] y [Eitz y Moell, 1988] que utilizan uno o más de los siguientes elementos principales de control de error:

- Verificación por Redundancia Cíclica (VRC);
- corrección de error por Lógica Mayoritaria (LM) o Variación de Bit (VB);
- corrección de Error sin Canal de Retorno (FEC).

Según la estrategia de protección contra errores escogida para el receptor y el transmisor, se pueden obtener diferentes comportamientos del decodificador en presencia de errores, ya que en condiciones de recepción no satisfactorias, la característica de error puede oscilar entre los dos extremos siguientes: alto nivel de confianza de que un mensaje de datos estará libre de error en la primera adquisición, a expensas de una cantidad adicional de corrección de errores sin canal de retorno, o necesidad de más de una adquisición para obtener una recepción libre de errores.

Mientras que la detección de errores puede realizarse eficientemente mediante códigos de baja redundancia, la corrección de errores sin canal de retorno, en malas condiciones de recepción, (BER mayor que 1.10^{-3}) necesita mucha redundancia adicional.

Cuando el servicio ofrecido no es intrínsicamente cíclico, la adopción de potentes códigos de CSCR da a menudo mejor calidad respecto a errores que las transmisiones múltiples y la decodificación de lógica mayoritaria o variación de bit, siempre que se mantenga constante la eficacia de la transmisión. Sin embargo, cuando el servicio es cíclico, la repetición no significa una disminución de la eficacia de la transmisión. En este caso, puede ser más apropiado explotar la repetición del mensaje en lugar de introducir códigos CSCR muy potentes, evitando así un aumento del tiempo de acceso en regiones en donde las condiciones de recepción son satisfactorias.

Es importante señalar que, cuando la tasa de errores del canal excede de la capacidad de corrección de errores del código, el procedimiento de corrección sin canal de retorno introduce a veces nuevos errores. En cambio, la corrección de errores por lógica mayoritaria puede habitualmente funcionar de manera apropiada en tales condiciones, reduciendo por tanto la de errores del canal.

Este comportamiento sugiere combinar la lógica mayoritaria, o la corrección de error por variación de bit, con la corrección de error sin canal de retorno; la primera reducirá la BER a un nivel aceptable para las capacidades de corrección del código, y la segunda eliminará los errores residuales; de esta manera es posible mantener la redundancia adicional en un nivel bajo, y al mismo tiempo asegurar la calidad de servicio necesaria. por tanto, la elección de una estrategia óptima de protección contra errores en el receptor es un compromiso entre la explotación de la repetición cíclica de mensajes y el uso de de corrección de errores sin canal de retorno. En general parece necesario identificar algunas estrategias básicas y comparar sus capacidades correctoras en función de la proporción de errores en los bits del canal.

4.1.2 Valores típicos del contenido de datos

La UER ha utilizado los siguientes valores de contenido de datos para caracterizar y evaluar la calidad de servicio:

- una página típica de teletexto: 1 kbyte;
- un subtítulo típico de dos líneas: 80 bytes;
- una unidad típica de telesoporte lógico: 10 kbytes.

4.1.3 Criterios de calidad de funcionamiento satisfactoria

Se han considerado los siguientes límites de un servicio transportado en el múltiplex digital de la familia de sistemas MAC/paquetes:

- teletexto: con una BER aleatoria de 3.10^{-3}, dos o tres adquisiciones permitirán una visualización libre de errores, con una probabilidad de éxito superior a 97%;
- subtitulación: con una repetición doble o triple de cada subtítulo se obtendrán subtítulos libres de errores, con una BER aleatoria de 3.10^{-3};
- telesoporte lógico: para asegurar una adecuada probabilidad de éxito en la adquisición de un mensaje de telesoporte lógico de 10 koctetos con una BER aleatoria de 3.10^{-3}, puede necesitarse una adquisición quintuple.

Es razonable escoger un esquema de protección que ofrezca una calidad de servicio de datos satisfactoria con una BER aleatoria de 3.10^{-3}. Para los sistemas RDS MAC/paquetes, esta cifra corresponde a una calidad de sonido y de vídeo peor que la nota 3 del CCIR ("aceptable").

4.1.4 Estrategias de decodificación

Las estrategias de decodificación descritas en el anexo se refieren únicamente a la parte útil del mensaje (bloque de datos), y se supone toda la información complementaria necesaria para la reconstrucción correcta del mensaje (encabezamiento del paquete) se recupera correctamente en el receptor. En el sistema de MAC/paquetes, esta información está muy protegida por códigos de corrección de errores sin canal de retorno, tales como el código Golay (23,12) y el Hamming (8,4). Como se informa en la especificación de la familia MAC/paquetes / UER, 1986 /, el código Golay (23,12) puede corregir hasta tres errores en un grupo de 23 bits, y la probabilidad de pérdida de paquete es del orden de $7{,}5.10^{-5}$ con una BER de 1.10^{-2}, y $4{,}5.10^{-3}$ para una BER de 3.10^{-2}.

Un protocolo propuesto para la componente de servicio MAC/paquete del tipo datos de uso general (GPD) [CCIR, 1986-90h] permite la utilización facultativa de detección de errores mediante verificación por redundancia típica del segmento de datos, la corrección facultativa de errores mediante codificación FEC y una ampliación facultativa del formato para establecer un índice de continuidad de segmentos de datos ampliados que permite la corrección de errores por repetición. En [BSB, 989] se presenta un estudio teórico de las características de error de la componente de servicio del tipo GPD.

4.1.5 Conclusiones de los estudios de la UER

Estos estudios proporcionan algunas indicaciones generales sobre la elección de una estrategia eficaz de corrección de errores:

- Para garantizar una buena calidad de servicio en el caso de alta BER (hasta 1.10^{-2}), sería necesario combinar métodos de corrección de error que utilizan adquisición múltiple, como el de lógica mayoritaria o variación de bit, con corrección de errores sin canal de retorno (códigos BCH) que no necesita ser muy potente (por ejemplo, un código capaz de corregir hasta dos errores).

- En tal caso, la cantidad adicional de redundancia para el control de errores no reduciría significativamente la capacidad de transmisión de datos (redundancia de 5%).

- En condiciones de recepción buenas o satisfactorias, la corrección de errores sin canal de retorno eliminaría los errores residuales en la primera adquisición, reduciendo por tanto el tiempo de acceso.

- En malas condiciones de recepción se necesitarán adquisiciones adicionales (T = 2 ó 3) para obtener mensajes de datos libres de error.

- En el caso de subtítulos, se podría asegurar una probabilidad muy alta de visualizar sin errores las líneas de texto transmitiendo dos veces consecutivas cada subtítulo.

La elección entre las estrategias mencionadas anteriormente y las muchas variantes que pueden idearse para mejorarlas está aún en estudio en la UER.

4.2 Transmisión de datos en el sistema NTSC de subportadora digital

El sistema NTSC de subportadora digital descrito en el Informe 1073, actualmente utilizado para la explotación de los servicios de radiodifusión de televisión por satélite en Japón, ofrece la posibilidad de uso como canal de datos de radiodifusión por satélite.

4.2.1 Estrategias de protección contra errores en el múltiplex de sonido/datos

El múltiplex de sonido/datos transportado por la subportadora digital de 5,73 MHz tiene una velocidad binaria de 2 048 Mbit/s y una estructura de trama de longitud 1 ms (es decir, 2 048 bits). La trama tiene una estructura matricial de 32 por 64 bits. Los bits contenidos en cada fila de la matriz, con excepción del primero, que es un bit de sincronización o de control, comprenden el código BCH (63,56). Dado que la secuencia de transmisión de los bits en la matriz se efectúa columna por columna, los errores sucesivos que probablemente surgirán en la demodulación MDPQ diferencial no afectan al sistema de protección contra errores con el código BCH.

El área del canal de datos se define como el área restante de la matriz que no se utiliza para la transmisión de sonido, control de gama, sincronización de trama, control de trama o protección contra errores [CCIR, 1986-90i].

4.2.2 Estrategias de protección contra errores en el esquema de transmisión de datos

Un conjunto de siete tramas constituye una supertrama, cuya matriz tiene una estructura de 288 x 64 bits. Un paquete que tenga una longitud fija de 288 bits (32 x 9 = 288) se dispone en el área del canal de datos de la supertrama de manera similar a una disposición en diente de sierra, de modo que la secuencia de bits del paquete sea ortogonal a la secuencia de transmisión de bits, así como a la secuencia de bits del código de corrección de errores indicado más adelante. Puede así evitarse la concentración de errores en un paquete.

El paquete consta de dos partes, una con encabezamiento y otra con datos. El encabezamiento, de 16 bits de longitud, es una palabra de código del código BCH (16,5), que puede corregir todos los errores de hasta 3 bits y detectar errores de hasta 4 bits.

Para la parte de datos no se especifica ningún esquema concreto de protección contra errores; sin embargo, puede aplicarse un código cíclico de conjunto de diferencias decodificable por lógica mayoritaria (272, 190) (véase el § 4.3).

El código de control de trama contiene cinco bits para indicar el modo de transmisión de sonido, y dos bits para suprimir el sonido y los datos utilizados en transiciones tales como el cambio del modo sonido o la conmutación de la estación terrena de transmisión. El modo canal de datos es identificado por los bits que indican el modo transmisión de sonido. Para reforzar estos bits de control, se especifica la transmisión repetida de 36 en una trama maestra, cuyo intervalo es de 36 ms. Un bit del código de control se utiliza para indicar el periodo de la trama maestra. En el extremo de recepción se recomienda una decisión mayoritaria de más de 19, de un total de 36 en la trama maestra.

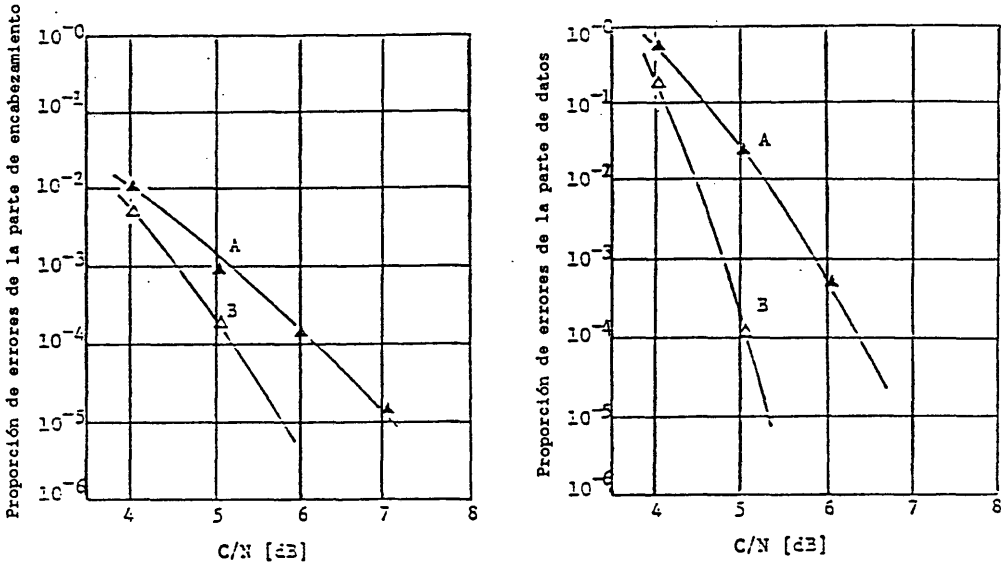
ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

4.2.3 Resultados de los experimentos de transmisión por satélite

Se han llevado a cabo experimentos de transmisión por paquetes a través del canal de datos utilizando el satélite de radiodifusión directa BS-2b que se encuentra en servicio.

En las partes a) y b) de la Figura 3 se indica la proporción de errores del encabezamiento y de la parte de datos respectivamente. Para la parte de datos se aplica el código cíclico (272, 190). También se muestra el efecto producido con el código BCH (63, 56).

Para el encabezamiento se obtuvo una proporción de errores en los bloques de 10^{-3} con una relación C/N de 4,5 dB, y para la parte de datos la proporción fue 10^{-2} con la misma relación C/N. Al aumentar la relación C/N a 8 dB, la proporción de errores se hizo insignificante (menos de 10^{-9}).



A: Unicamente código BCH (16,5)
B: Combinación de código BCH (16,5) y código BCH (63,56)
a) Parte encabezamiento

A: Unicamente código cíclico (272, 190)
B: Combinación de código cíclico (272,190) y código BCH (63,56)
b) Parte datos

FIGURA 3

Proporción de errores de bloque en la parte de encabezamiento y en la parte de datos de un paquete transmitido por un canal de datos de radiodifusión por satélite

C/N: relación portadora/ruido (banda de 27 MHz)

4.3 Transmisión de datos en el sistema de radiodifusión por satélite DSR de sonido únicamente

El sistema de "radiocomunicaciones digital por satélite" (DSR - "Digital Satellite Radio"), que se recomienda en la Recomendación 712 y se describe en el Anexo I del Informe 1228, se utiliza en la República Federal de Alemania para la transmisión de 16 canales de sonido estereofónico de alta calidad o de 32 canales de sonido monofónico ofrece la posibilidad de uso para la radiodifusión de datos por satélite [Assmus, 1989]. Cada uno de los 32 canales de sonido monofónico ofrece una capacidad de datos protegida de 352 kbit/s y no protegida de 96 kbit/s. La parte protegida utiliza los 11 bits más significativos en combinación con un código BCH (63,44).

Con este código pueden corregirse dos errores de bit dentro de un bloque de codificación de 63 bits. En el Cuadro II figuran las mediciones de la BER corregida, en función de la relación C/N en un canal de satélite de radiodifusión en la gama de 12 GHz. La última columna del cuadro muestra la BER no corregida para una relación C/N de 12 dB.

CUADRO II

C/N(dB)	7	8	9	10	12	12 no corregida
BER	$4{,}3 \times 10^{-4}$	$6{,}0 \times 10^{-5}$	$6{,}6 \times 10^{-6}$	$6{,}9 \times 10^{-7}$	$8{,}1 \times 10^{-5}$	$3{,}6 \times 10^{-5}$

Una comparación de las BER de C/N = 12 para transmisión de datos protegida y no protegida revela una mejora sustancial de la BER en el canal protegido de 4×10^{-3}. En otras palabras, la reducción de la BER obtenida mediante el método de codificación de bloques (63,44) corresponde a una mejora en la relación C/N de unos 4 dB.

5. Estrategias de protección contra errores en otros tipos de servicios de radiodifusión de datos múltiplex MF

5.1 Sistema de radiodifusión múltiplex MF

Se ha desarrollado un sistema de radiodifusión múltiplex MF capaz de transmitir señales digitales de sonido y de datos. El sistema multiplexa una señal digital a 48 kbit/s, y es adecuado para la recepción estacionaria [CCIR, 1986-90j].

La señal múltiplex digital tiene una estructura de trama que consta de un código de alineación de trama de 18 bits, un código de control de modo de 16 bits y un código cíclico de conjuntos de diferencias decodificable por lógica mayoritaria de 34 bloques (272, 190) (véase el punto 3.4).

Las señales de sonido son protegidas por el código (272, 190), mientras que las señales de datos son protegidas por el producto de dos códigos (272, 190).

El código de control de modo que define el contenido en la trama está protegido por el código BCH ampliado (16,7), que tiene una capacidad de corrección de errores de 2 bits y una capacidad de detección de errores de 3 bits en un bloque de 16 bits. En los estudios se recomienda decodificar este código tras una decisión mayoritaria en cada bit de 5 códigos de control de modo continuo, dado que el mismo código de control de modo se transmite en el mismo programa de radiodifusión múltiplex MF.

Las señales de sonido digital muestreadas se disponen ortogonalmente en los códigos de corrección de errores y la secuencia de transmisión de bits se dispone en la trama de manera que se evite la concentración de errores tanto en los bloques de corrección de errores como en los datos de sonido muestreados.

En la Figura 1 se muestra la característica de la estrategia de corrección de errores utilizada, descrita en el § 3.4.

5.2 Radiodifusión de facsímil multiplexado con sistema de sonido MF-MF utilizando el sistema de televisión M

En cuanto al formato de la señal del sistema facsímil de radiodifusión digital, el sistema emplea una señal de tipo paquete que incorpora un código cíclico de conjunto de diferencias abreviado decodificable por lógica mayoritaria (272, 190) para la corrección de errores. Además, la señal es complementada con un código de control de modo de 16 bits para identificar el contenido del canal de transmisión; está escrita además en una trama con 32 líneas y 288 columnas. Al leer la señal, se utiliza un método de transmisión entrelazada de bits para impedir que las señales sean afectadas por ráfagas de errores debidas a la propagación por trayectos múltiples.

En cuanto al formato de señal de control de difusión analógica, se incorpora también el código cíclico del conjunto de diferencias abreviado (272, 190) [CCIR, 1986-90k].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMUS, U. - Data Distribution by Digital Satellite Radio (DSR) via Broadcasting Satellite. Revista Técnica del UER, Nº 233, febrero 1989.

BSB [1989] - An analysis of the effect of bit errors on MAC/packet general purpose data (GPD) services, British Satellite Broadcasting, abril 1989.

COMINETTI, M. y MORELLO, A. [septiembre, 1985] Telesoftware - Sistemi di protezione dagli errori di trasmissione. RAI Research Centre Technical Report Nº 85/10/I,

COMINETTI, M., MORELLO, A., PASTERO, N., TABONE, D. y TOSONI, N.S. [1986] Campagna di misure per l'introduzione del Telesoftware. RAI Research Centre, Technical Report No. 86/9/I.

EITZ, G. y MOELL, G. - Fehlerschyutzstrategien fuer die Satellitenuebertragung von Fernsehtext (Métodos de protección contra errores para la transmisión de teletexto por satélite) Rundfunktechnische Mitteilungen, junio 1988.

UER [octubre, 1986] Specification of the systems of the MAC/packet family. EBU Doc. Tech. 3259.

Documentos del CCIR

[1982-86]: a. 11/129 (Japón); b. 11/29 (Japón), c. 10-11/164 (UER); d. 10-11S/165 (UER).

[1986-90]: a. GITM 10-11/5-13 (China (República Popular de));
b. GITM 10-11/5-15 (Alemania (República Federal de));
c. GITM 10-11/5-11 (Francia); d. 11/101 (Italia);
e. GITM 10-11/5-39 (Alemania (República Federal de));
f. GITM 10-11/5-7 (UER); g. GITM 10-11/5 CP36 (UER);
h. GITM 10-11/3-117 (UKIBA); i. 11/420 (Japón); j. 10/204 (Japón);
k. 11/423 (Japón).

ANEXO I

Clasificación y evaluación de estrategias de proteccion contra errores

Este anexo muestra el método de clasificación de estrategias de protección contra errores y relaciones utilizadas para evaluar esas estrategias.

A. Clasificación de estrategias de protección contra errores:

Como se muestra en el cuadro III, las diversas estrategias de protección contra errores puede agruparse en tres familias básicas, que se identifican por la cantidad de redundancia adicional introducida a nivel de paquete.

CUADRO III

Familia	Redundancia	Codificación de octeto	Aplicación
A	Prueba de paridad a nivel de carácter	7 + 1 bits	Teletexto convencional y subtitulación
B	VRC (16 bits)	8 bits	Sistemas A y B de teletexto mejorado, subtitulación, telesoporte lógico, sevicios de datos transparentes
C	VRC (16 bits) + corrección sin canal de retorno (CSCR)		

Suponiendo que el funcionamiento de la protección basada en una prueba de paridad a nivel de carácter, tal como se usa en los sistemas A y B de teletexto del CCIR actuales, no necesite más estudios, se centrará la atención en las nuevas estrategias de protección basadas en la codificación de 8 bits. Sin embargo, en el anexo se indican las relaciones básicas para la codificación de 7 bits + paridad junto con las relaciones para la codificación de 8 bits.

Los resultados presentados en las figs. 4 a 10 se refieren al transporte, por el multiplex MAC/paquetes, de un bloque de datos de 90 octetos. El resultado se presenta como la probabilidad de visualizar una página (o recuperar un fichero) correctamente después de T adquisiciones (P(s,T)), siendo s = visualización correcta, T = número de adquisiciones.

a) Estrategias de la familia A

Estrategia (A-1)

(PRUEBA DE PARIDAD)

Se aplica al teletexto convencional y a la subtitulación (codificación de 7 bits + paridad) y se ha adoptado en los sistemas A y B de teletexto del CCIR:

- La detección de error se lleva a cabo a nivel de carácter mediante un bit de prueba de paridad. El fallo de la prueba de paridad deja caracteres en blanco en la memoria de página.

- La corrección de errores se obtiene por medio de adquisiciones sucesivas de la página, llenando los espacios vacíos con caracteres que se consideran libres de error. Este mecanismo no impide la visualización de caracteres erróneos cuando estos son pares. El grado de confianza de la página visualizada puede aumentarse significativamente incluyendo un código de detección de errores (VRC - Verificación por Redundancia Cíclica) en cualquier fila o página de datos.

b) Estrategias de la familia B

Se han determinado dos estrategias para esta familia, en los casos de teletexto mejorado, subtitulación, teleproceso lógico y servicios de datos transparentes (codificación de 8 bits). Cada paquete de datos (90 octetos) se protege mediante un sufijo de 16 bits (VCR).

Estrategia (B-1)

(VRC)

Se adopta el siguiente procedimiento de decodificación:

- Los bloques de datos se aceptan cuando la VRC es correcta, y se rechazan en los demás casos.

- En presencia de errores del canal, la unidad de información (por ejemplo un página de teletexto, un subtítulo de dos líneas, un fichero de datos, etc.) se recupera libre de errores después de varias adquisiciones consecutivas.

Como se muestra en la Figura 4 esta estrategia es adecuada solamente para muy buenas condiciones de recepción.

Estrategia (B-2)

(VRC + LM + VRC)

El procedimiento de decodificación es el siguiente:

- Los bloques de datos se aceptan cuando la VRC es correcta; de lo contrario, se almacenan en la memoria del receptor para su proceso posterior. Las posiciones de memoria reservadas para las adquisiciones consecutivas de un mismo bloque de datos afectado por errores son diferentes (no se almacena sobre lo anterior).

- Después de 3 (ó 5) adquisiciones afectadas por errores, el receptor realiza la corrección de error bit por bit.

- Una detección de error VRC final permite la validación del mensaje decodificado.

Esta estrategia, que es una mejora con respecto a la (B-1), permite la decodificación correcta del mensaje en el primer intento cuando las condiciones de recepción son buenas, y presenta una robustez mayor en el caso de alta BER (véase la Figura 5).

Estos resultados se han verificado mediante pruebas de laboratorio [Cominetti y Morello, 1985] con un reactor inteligente; véase el cuadro IV. Se indican también las probabilidades de visualización (o recuperación de un fichero) con una BER residual, es decir, antes de la validación final mediante VRC.

CUADRO IV

Tipo de servicio	REPETICIÓN T	BER MÁX	PROBABILIDAD DE VISUALIZACIÓN (RECUPERACIÓN)	BER RESIDUAL
Teletexto	3	5.10^{-3}	100%	1.10^{-4}
(1 octeto)	3	1.10^{-3}	97%	0
Subtitulación	3	1.10^{-2}	100%	3.10^{-4}
(80 octetos)	3	3.10^{-3}	98%	0
Telesoporte lógico	3	3.10^{-4}	97%	0
(10 octetos)	5	3.10^{-3}	97%	0

c) Estrategias de la familia C

En esta serie de estrategias de protección contra errores, cada paquete de datos se protege mediante un código de corrección de errores sin canal de retorno (por ejemplo, código Hamming o BCH) además del sufijo (VRC).

Estrategia (C-1)

(CSCR + VRC)

El procedimiento de decodificación es el siguiente:

- Mediante la capacidad de corrección de errores del código CSCR, el receptor realiza una corrección de errores sin canal de retorno (CSCR).
- Una detección de errores VRC final en cada bloque de datos asegura el necesario grado de confianza.

Según la capacidad de corrección de errores del código CSCR, se podría conseguir una probabilidad elevada de que los mensajes de datos estén libres de errores en la primera adquisición, a expensas de una cantidad adicional de redundancia para la CSCR (véanse las figs. 6, 7 y 8).

Estrategia (C-2)

(CSCR + VRC) + (LM + CSCR + VRC)

Se utiliza corrección de errores por lógica mayoritaria en combinación con corrección de errores sin canal de retorno.

El procedimiento de decodificación es el siguiente:

- Los dos primeros pasos son los mismos que para la estrategia C-1, pero los paquetes de datos con fallo de la VRC se almacenan tal como se reciben (sin CSCR).

- Después de 3 (ó 5) adquisiciones no satisfactorias, el receptor aplica en este orden, la corrección de errores por lógica mayoritaria y la corrección de errores sin canal de retorno de los errores residuales.

- Una detección de errores VRC final en cada bloque de datos permite la validación del mensaje decodificado.

En comparación con la estrategia B-2, necesita insertarse en el mensaje redundancia adicional para la CSCR; sin embargo, el código de corrección no necesita ser muy potente, ya que la proporción de errores en los bits residual después del proceso de lógica mayoritaria, es normalmente baja.

Esta estrategia es adecuada especialmente para malas condiciones de recepción (véase la fig. 9).

Estrategia (C-3)

(CSCR + VRC) + (VB + CSCR + VRC)

En lugar de la lógica mayoritaria, la CSCR va precedida por un proceso de corrección de errores por Variación de Bit (VB), que se aplica a cada posición de un paquete de datos cuando dos intentos de adquisición sucesivos de éste producen resultados diferentes. En estas posiciones, se varían los valores de los bits hasta que es correcto la VRC del paquete de datos.

El procedimiento de decodificación es como sigue:

- Los primeros dos pasos son los mismos que para la estrategia C-1, pero los paquetes de datos con fallos de la VRC se almacenan tal como se reciben (sin CSCR).

- En los paquetes en que fallan los pasos precedentes, el receptor realiza, en este orden, variaciones de bit, correcciones de error sin canal de retorno y detecciones de error de VRC. Cuando la VRC es correcta, el bloque de datos es aceptado.

Al igual que en la estrategia C-2, necesita insertarse en el mensaje, redundancia adicional para la CSCR, pero a diferencia de la lógica mayoritaria, solamente se necesitan dos intentos de adquisición. Con respecto a los límites prácticos de la capacidad de cálculo del decodificador, la variacion de bits probablemente permite la corrección de 9 ó 10 errores (lo que corresponde a un máximo de $2^9 - 2$ ó $2^{10} - 2$ variaciones, respectivamente) dentro de un paquete de datos.

Esta estrategia es similar a la estrategia C-2 y es adecuada especialmente para malas condiciones de recepción; en el caso particular de subtítulos, la probabilidad de una decodificación de datos libre de error mejora considerablemente cuando se repite dos veces la transmisión de los correspondientes paquetes de datos (véase la fig. 10).

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTITULO
(80 octetos)

FICHERO DE
DATOS
(10 koctetos)

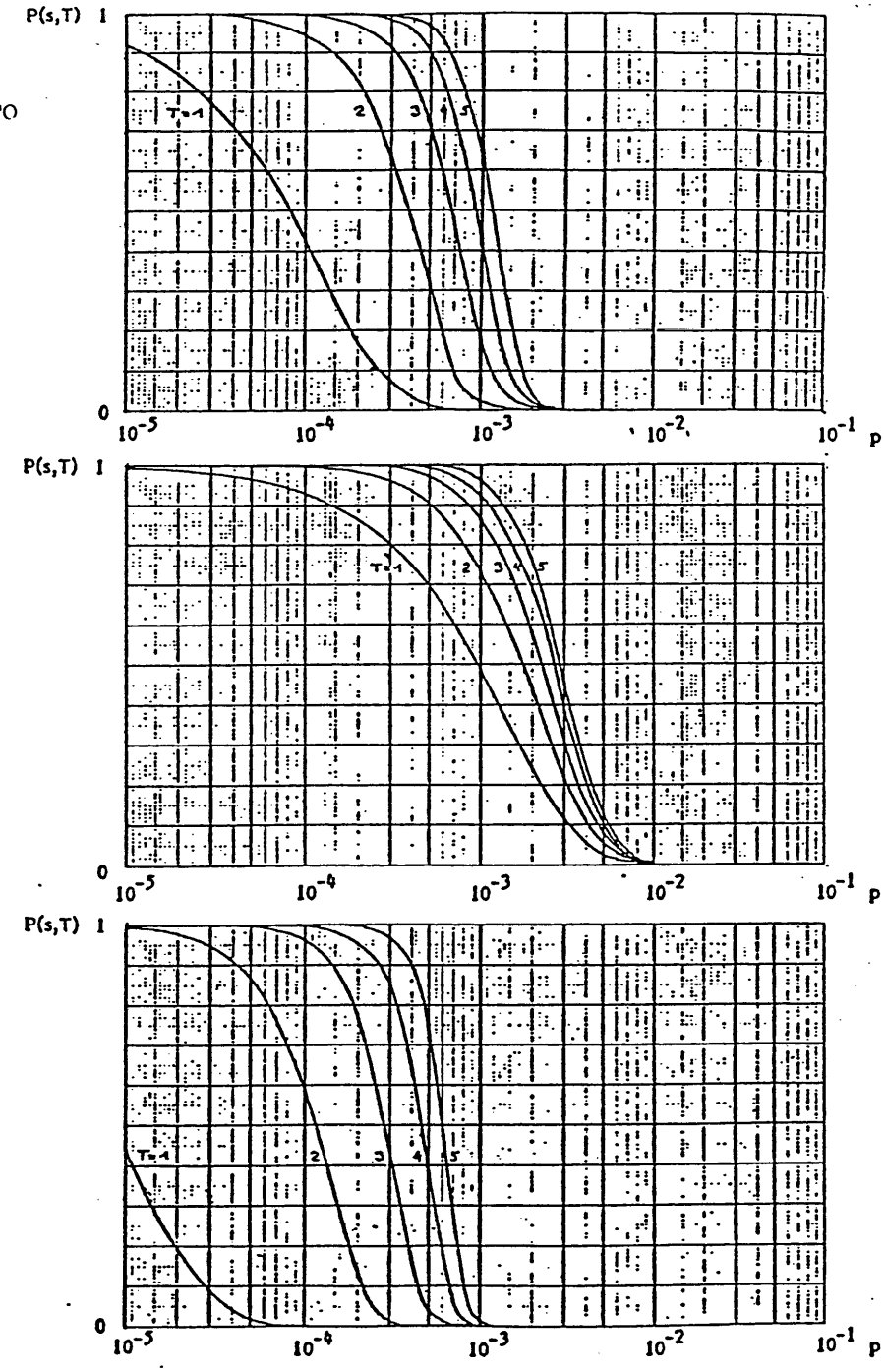
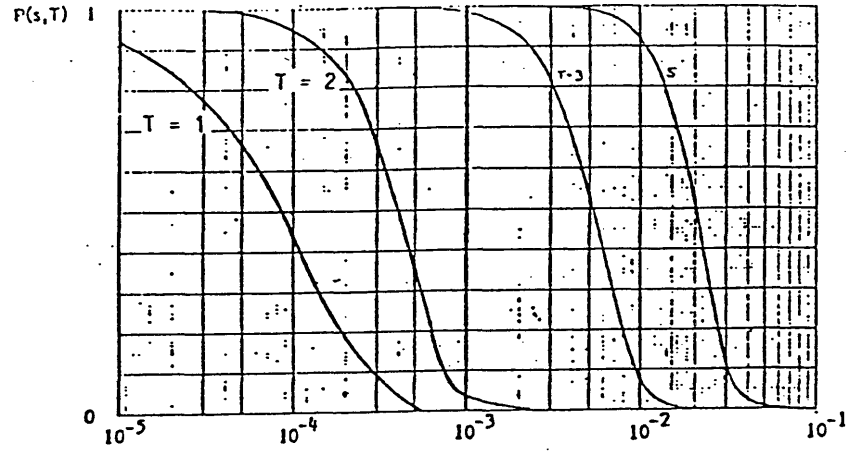


FIGURA 4

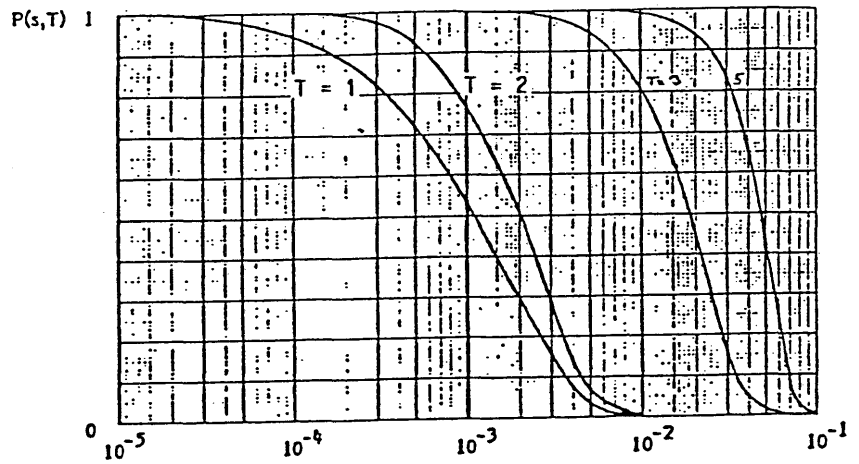
Estrategia B-1: Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas con detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, VRC: 2 octetos

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)



SUBTÍTULO
(80 octetos)



FICHERO DE DATOS
(10 koctetos)

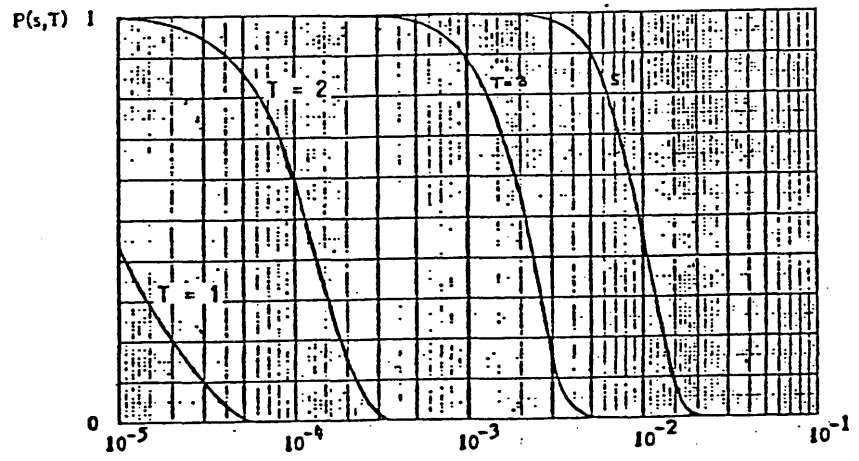


FIGURA 5

Estrategia B-2: Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas con corrección de errores por Lógica Mayoritaria después de T adquisiciones y detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, VRC: 2 octetos

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTÍTULO
(80 octetos)

FICHERO DE DATOS
(10 koctetos)

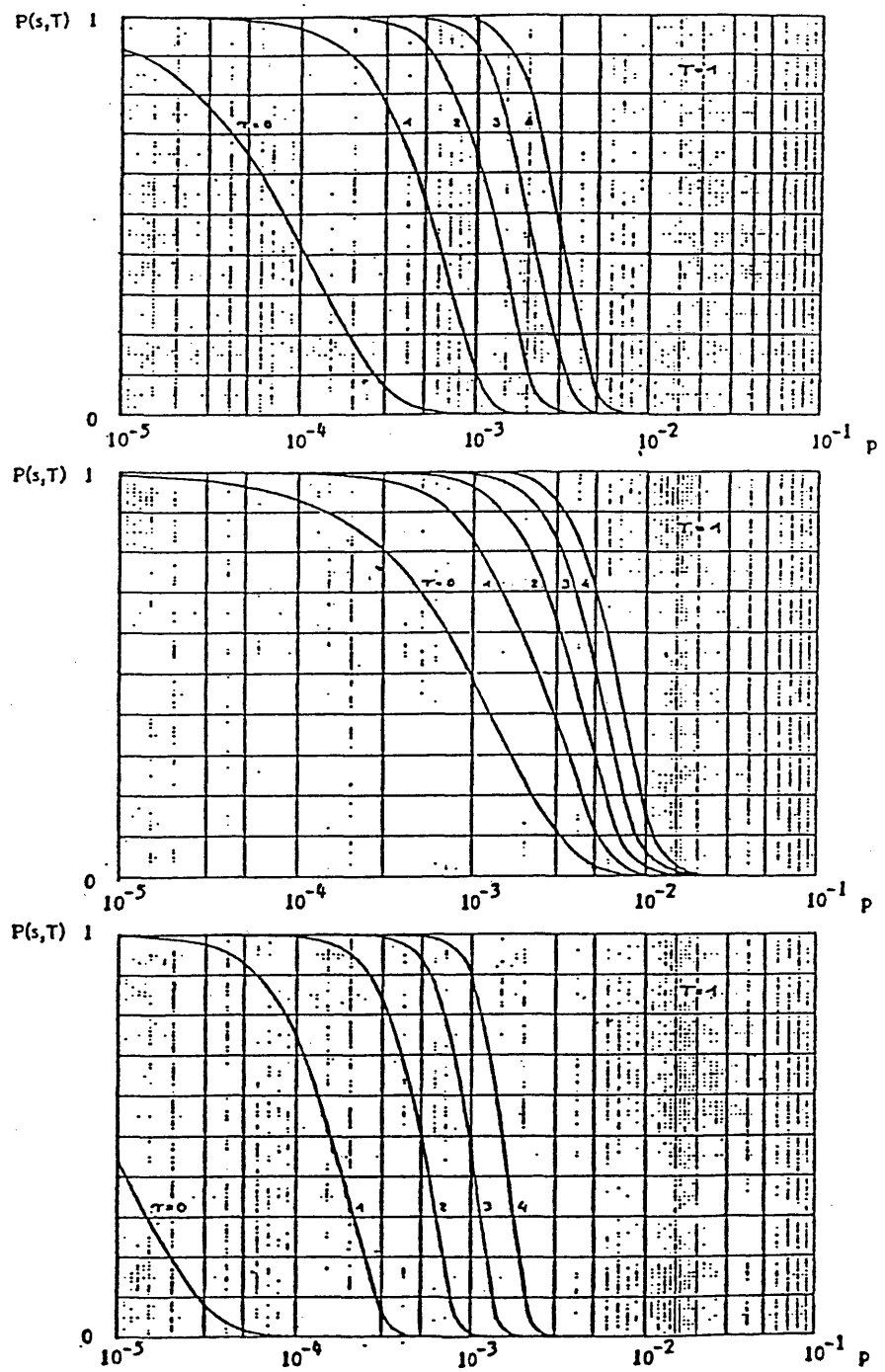


FIGURA 6

Estrategia C-1(1): Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas después de 1 adquisición con CSCR (corrección de 0, 1, 2, 3, 4 errores) y detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, CSCR: 0, 10, 20, 30, 40 bits, VRC: 2 octetos

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTÍTULO
(80 octetos)

FICHERO DE DATOS
(10 koctetos)

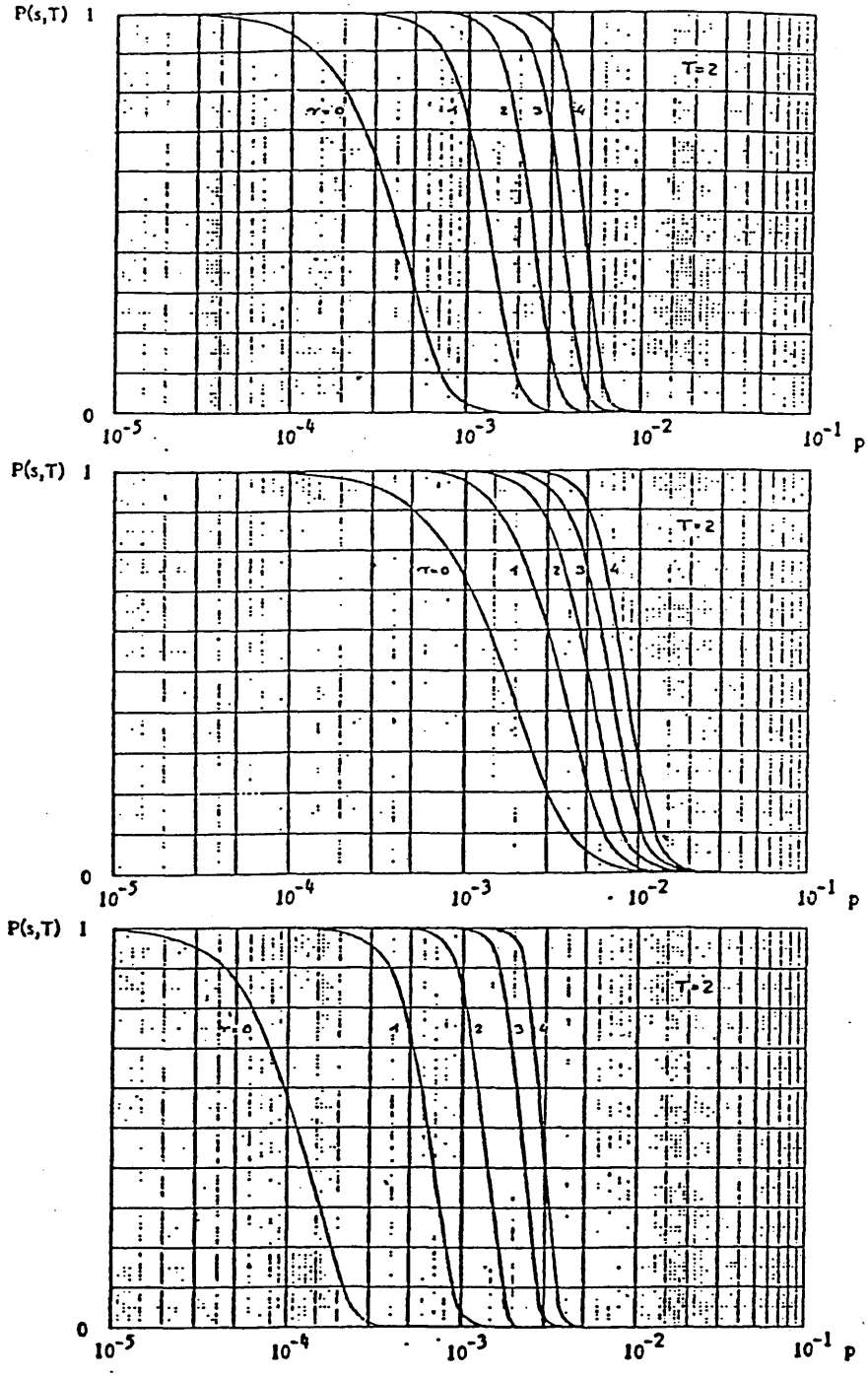


FIGURA 7

Estrategia C-1(2): Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas después de dos adquisiciones con CSCR (corrección de 0, 1, 2, 3, 4 errores) y detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, CSCR: 0, 10, 20, 30, 40 bits, VRC: 2 octetos

PAGINAS DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTÍTULO
(80 octetos)

FICHERO DE DATOS
(10 koctetos)

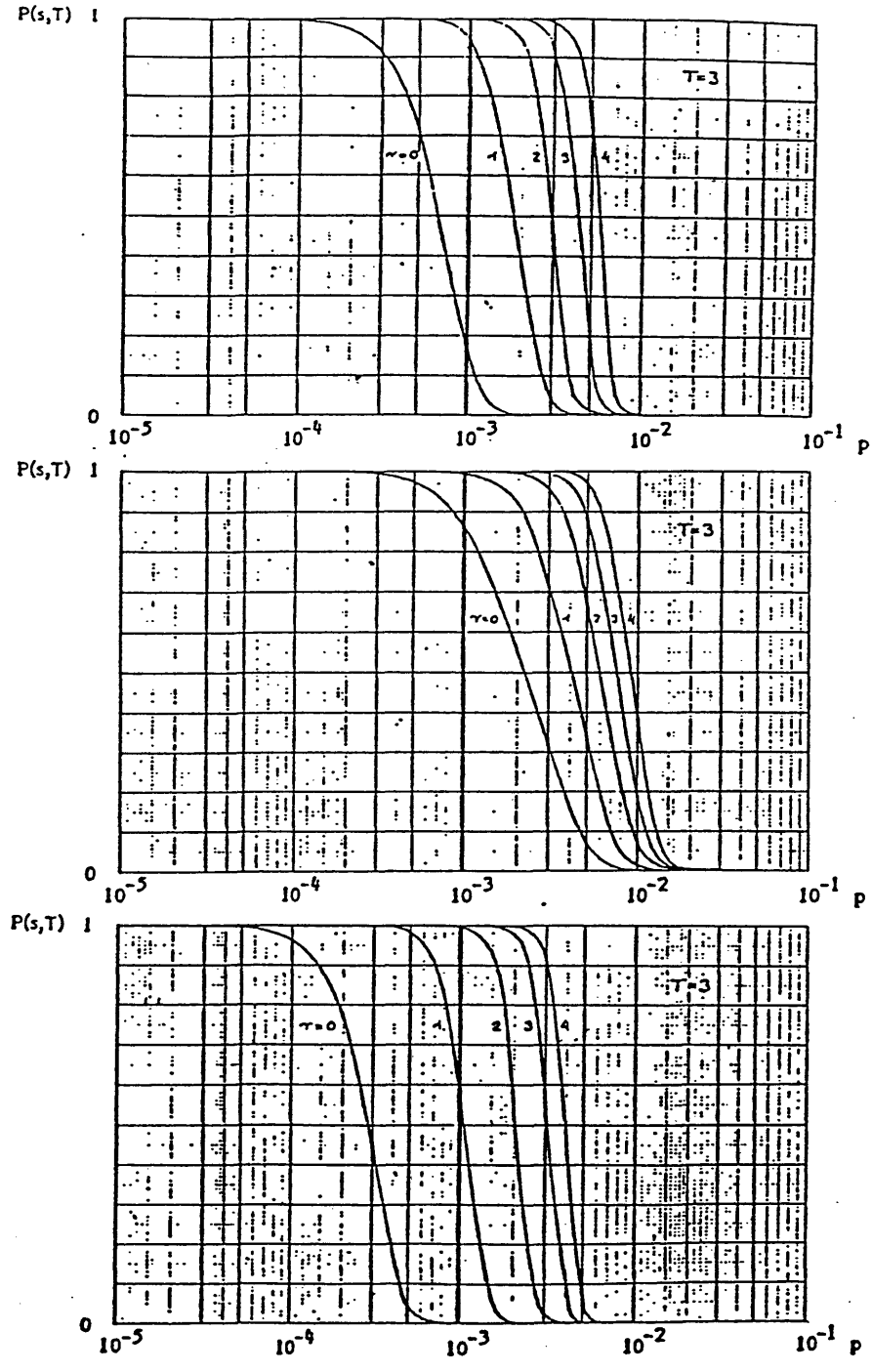


FIGURA 8

Estrategia C-1(3): Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas después de tres adquisiciones con CSCR (corrección de 0, 1, 2, 3, 4 errores) y detección de error VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, CSCR: 0, 10, 20, 30, 40 bits, VRC: 2 octetos

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTÍTULO
(80 octetos)

FICHERO DE DATOS
(10 koctetos)

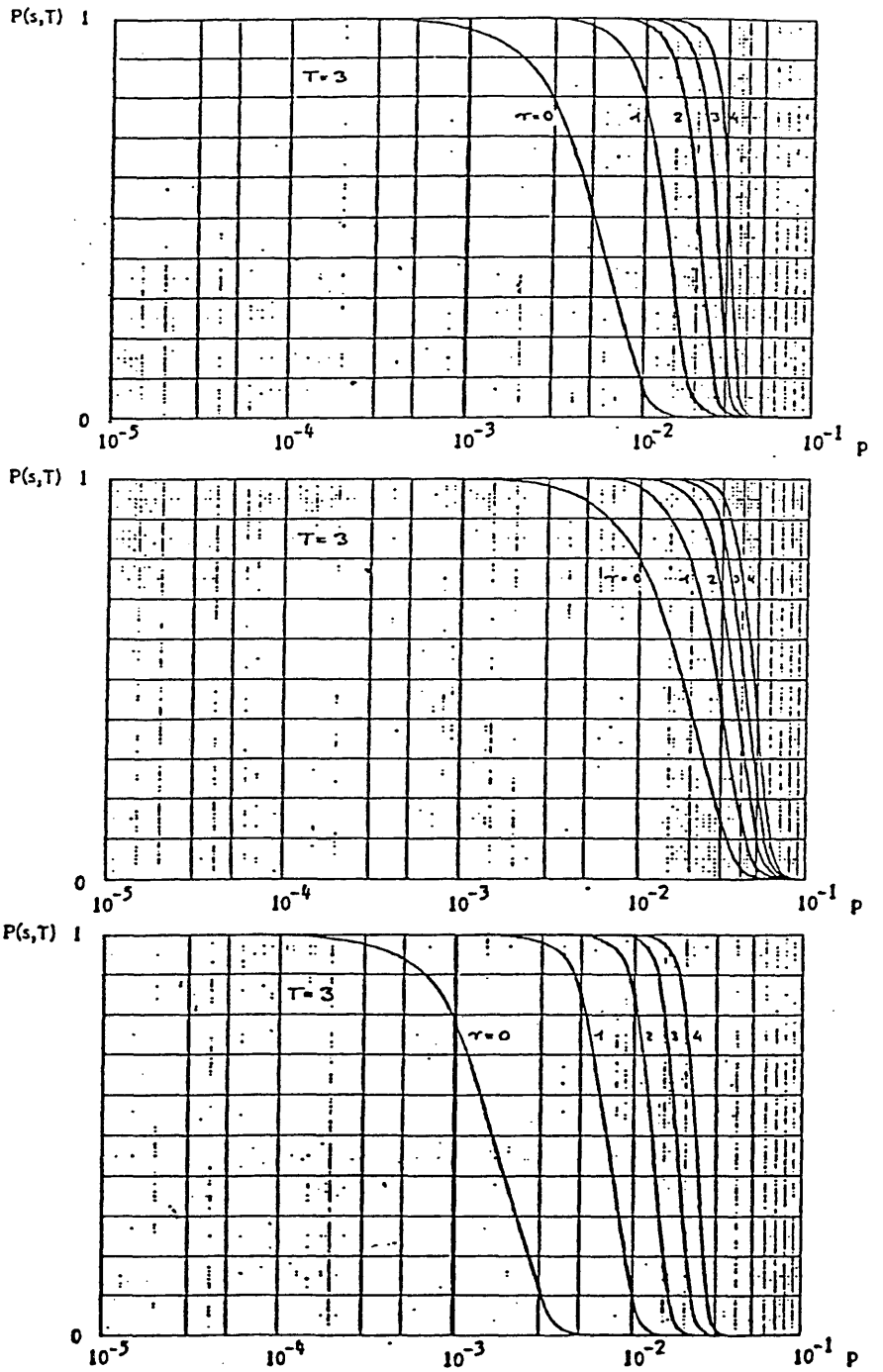


FIGURA 9

Estrategia C-2: Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas con corrección de errores por Lógica Mayoritaria, CSCR (corrección de 0, 1, 2, 3, 4 errores) y detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, CSCR: 0, 10, 20, 30, 40 bits, VRC: 2 octetos
Los valores de P(s,T) para T = 1 y 2 se dan en las figs. 6 y 7 respectivamente

PÁGINA DE TELETEXTO
(1 kocteto)

SUBTÍTULO
(80 octetos)

FICHERO DE DATOS
(10 octetos)

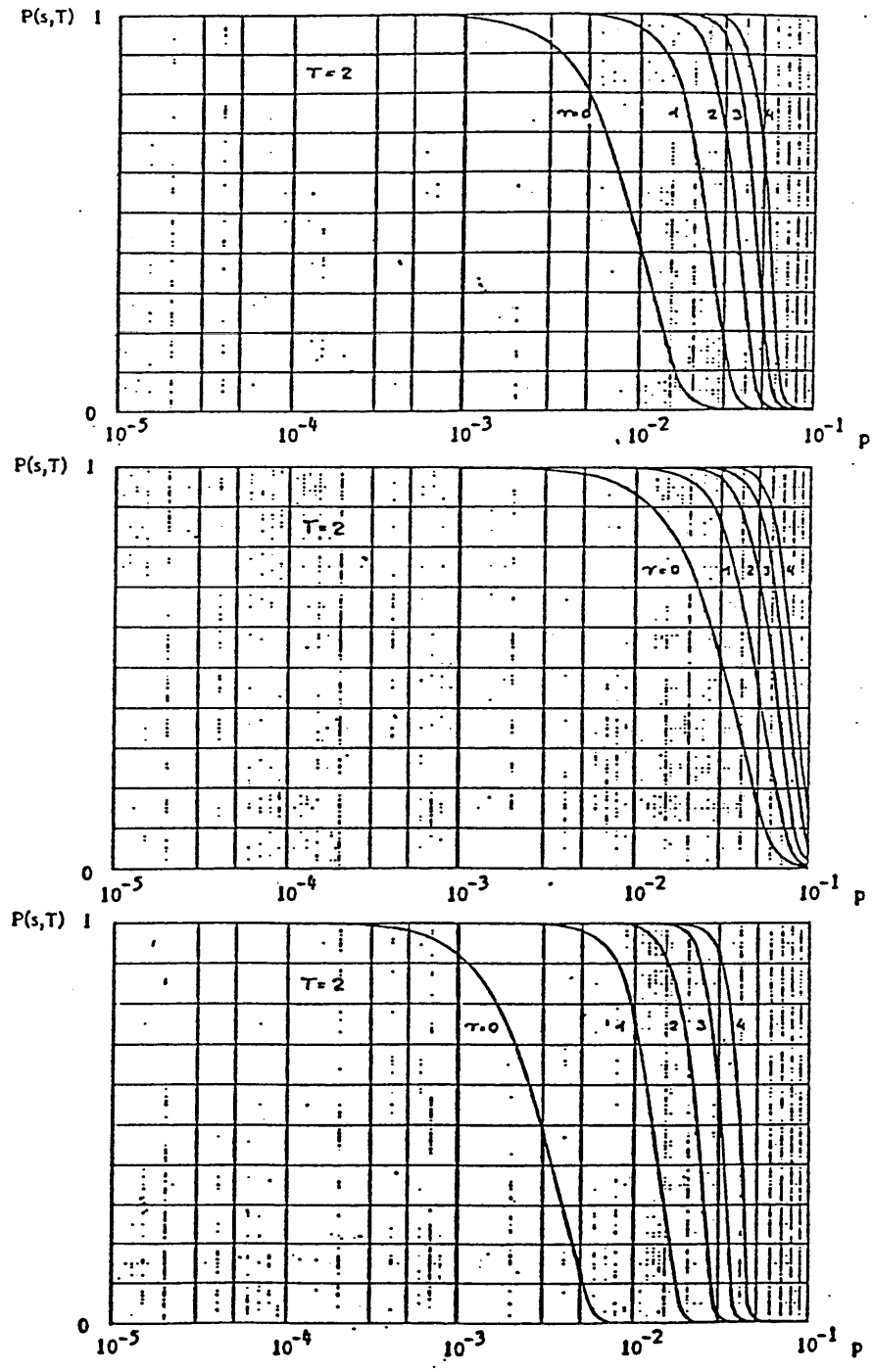


FIGURA 10

Estrategia C-3: Probabilidad de aceptación correcta de las tres Unidades de Información básicas con corrección de errores por la variación de bit, CSCR (corrección 0, 1, 2, 3, 4 errores) y detección de errores VRC

Longitud del bloque: 90 octetos, CSCR: 0, 10, 20, 30, 40 bits, VRC: 2 octetos Los valores de P(s,T) para T = 1 se dan en la Figura 6

B. Relaciones utilizadas en la evaluación de las estrategias de protección contra errores

Se supone que los errores (canal simétrico, binario, sin memoria) son estadísticamente independientes.

Se utiliza la siguiente notación:

P - proporción de errores en los bits del canal

M - número de octetos por bloque de datos

R - número de bloques de datos por fichero (o página de teletexto)

T - número de tentativas de adquisición

P(s,T) - probabilidad de éxito (recuperación correcta del fichero o página de teletexto) después de T intentos.

Familia (A): bit de paridad a nivel de carácter

Codificación de 7 bits + paridad: página de teletexto convencional.

Estrategia (A-1)

(PRUEBA DE PARIDAD)

Probabilidad de mensaje de datos libre de error, después de T intentos:

$$P(s,T) = P_n (1-P_u)$$

donde:

P_n - éxito de la prueba de paridad para los M octetos de la página de teletexto

$P_n = (1 - P_{oe}{}^T)^{MR}$

P_{oe} - probabilidad de errores impares

$P_{oe} = 8p (1-p)^7 + 56 p^3 (1-p)^5 + 56 p^5 (1-p)^3 + 8 p^7 (1-p)$

P_u - probabilidad de errores no detectados en la página

$P_u = 1 - (1-P_{ee})^{MR}$

P_{ee} - probabilidad de errores pares

$P_{ee} = 28 p^2 (1-p)^6 + 70 p^4 (1-p)^4 + 28 p^6 (1-p)^2 + p^8$

Familia B: VRC de 16 bits

Codificación de 8 bits: teletexto con características de presentación mejoradas, telesoporte lógico.

Estrategia (B-1)

VRC

$$P(s,T) = (1-\langle 1-(1-p)^{8M}\rangle^{T})^{R}$$

Estrategia (B-2)

(VRC + LM + VRC)

$$P(s,T) = P\ (dc,T)^{R}$$

donde:

P(dc,T) = probabilidad de bloque de datos correcto después de T intentos

$$P(dc,T) = P(VRC\ /\ OK) + \langle 1-P(VRC/OK)\rangle\ P(LM/OK)$$

$$= 1-\langle 1-(1-p)^{8M}\rangle^{T} + \langle 1-(1-p)^{8M}\rangle^{T} \cdot (Q_{BT})^{8M}$$

donde:

Q_{BT} = probabilidad de bit libre de error después de la corrección de errores por lógica mayoritaria

$$Q_{B3} = (1-p_1)^3 + 3p_1\ (1-p_1)^2$$

$$Q_{B5} = (1-p_1)^5 + 5p_1\ (1-p_1)^4 + 10\ (p_1)^2\ (1-p_1)^3$$

donde:

P_1 = BER de los bloques de datos con VRC no correcta

$$P_1 = p\ /\ \langle 1-(1-p)^{8M}\rangle$$

Familia C: VRC de 16 bits + corrección de errores sin canal de retorno

Codificación de 8 bits: teletexto con características de presentación mejoradas, telesoporte lógico.

Estrategia (C-1)

(CSCR + VRC)

$$P(\varepsilon,T) = \langle 1-(1-Pa)^{T}\rangle^{R}$$

donde:

P_a = probabilidad de que los errores de los paquetes de datos puedan ser corregidos por el código (r o menos errores)

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

$$P_a = P_0 + P_1 + \ldots + P_r$$

$$P_0 = (1-p)^n$$

$$P_1 = n\,p\,(1-p)^{n-1}$$

$$P_2 = \frac{n\,(n-1)}{2}\,p^2\,(1-p)^{n-2}$$

$$P_r = \frac{n!}{(n-r)!\,r!}\,p^r\,(1-p)^{n-r}$$

r = capacidad de corrección de errores del código

n = número de bits de la palabra de código

Estrategia (C-2)

(CSCR + VRC) + (LM + CSCR + VRC)

Probabilidad de mensaje de datos libre de errores, después de T intentos:

$$P(s,T) = \left\{ P(\text{CSCR + VRC/OK}) + \langle 1-P(\text{CSCR + VRC/OK})\rangle \langle P_{m0} + P_{m1} + .. + P_{mr}\rangle \right\}^R$$

donde:

$$P_{m0} = (1-p_m)^n$$

$$P_{m1} = n\,p_m\,(1-p_m)^{n-1}$$

$$P_{m2} = \frac{n\,(n-1)}{2}\,p_m^2(1-p_m)^{n-2}$$

$$P_{mr} = \frac{n!}{(n-r)!\,r!}\,p_m^r\,(1-p_m)^{n-r}$$

siendo:

$P_m = 3\,p_1^2 - 2\,p_1^3 = 1 - Q_{B3}$

$P_1 = p \,/\, \langle 1-P(\text{CSCR + VRC/OK})\rangle = p \,/\, (1-Pa)^T$

$P(\text{CSCR + VRC/OK}) = 1-(1-Pa)^T$

Pa = (véase la estrategia (C-1))

Estrategia (C-3)

(CSCR + VRC) + (VB + CSCR + VRC)

Probabilidad de mensaje de datos libre de errores, después de T intentos:

$$P(s,T) = \left\{ P(CSCR + VRC/OK) + \langle 1-P(CSCR + VRC/OK) \rangle \, (P_{b0} + P_{b1} + .. + P_{br}) \right\}^{R}$$

donde:

$$P_{b0} = (1-p_b)^n$$

$$P_{b1} = n \, p_b \, (1-p_b)^{n-1}$$

$$P_{b2} = \frac{n \, (n-1)}{2} \, p_b^2 \, (1-p_b)^{n-2}$$

$$P_{br} = \frac{n!}{(n-r)! \, r!} \, p_b^r \, (1-p_b)^{n-r}$$

siendo:

$$p_b = P_1^2$$

$$p_1 = p/ \, (1-Pa)^T$$

P(CSCR + VRC/OK) = (véase la estrategia (C-2))

Pa = (véase la estrategia (C-1))

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMINETTI, M y MORELLO, A. Telesoftware - Sistemi di protezioni dagli errori di trasmissione. RAI Research Centre Technical Report N° 85/10/I, septiembre, 1985.

INFORME 1079-1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN DE ACCESO CONDICIONAL

(Cuestión 37/11)

(1986-1990)

1. Introducción

Este Informe contiene los principios elaborados por la UER para los sistemas de acceso condicional para su aplicación a la televisión por satélite en Francia y el Reino Unido, donde dichos principios se han aplicado a los servicios de teletexto. Algunos detalles de esas aplicaciones pueden verse en el cuadro I al final del Informe.

Los principios se pueden aplicar también a sistemas terrenales clásicos de televisión y radiodifusión sonora y a otros servicios adicionales distintos del teletexto, enumerados en el Informe 802.

2. Componentes de un sistema de acceso condicional

Esta clase de sistema tiene dos componentes distintos y en muchos casos independientes:

2.1 *Aleatorización**

Proceso por el que un servicio se vuelve inutilizable para los usuarios no autorizados mediante la modificación de algunas de sus características bajo control del sistema de acceso condicional en el extremo transmisor.

2.2 *Control de acceso**

Suministro de información para que los usuarios autorizados puedan desaleatorizar el servicio. La disponibilidad de esta información se controla mediante su transmisión en forma encriptada*.

3. Condiciones que ha de cumplir un sistema de acceso condicional

3.1 *Seguridad*

La seguridad del sistema es el grado de dificultad con que tropieza el usuario no autorizado cuando intenta conseguir el acceso a los servicios.

Las dificultades son de dos clases:

- Desaleatorización de la señal sin referencia al proceso de control de acceso, lo que está en función de la naturaleza del servicio y del método de aleatorización.
- Obtención no autorizada de la clave* de control de acceso, lo que está en función de la seguridad de los algoritmos utilizados y del método de distribución de la clave.

3.2 *Modos de acceso*

Un sistema de acceso condicional será más eficaz si hay varios modos de acceso.

Como ejemplo cabe citar:

- Disponibilidad por un periodo de tiempo – autorización desde un momento de comienzo hasta un momento de fin.
- Programa o parte de un servicio – disponibilidad para una parte concreta de un servicio, se utilice o no completamente.

---

* Véanse las definiciones en el anexo I.

– Tasa por servicio (generalmente llamada «tasación por prestación») – el importe cobrado o adeudado es proporcional a la duración y/o el valor del servicio efectivamente recibido.

Los modos de acceso tienen que ser variables en relación con varios parámetros, por ejemplo:

– tiempo,
– diversos segmentos del servicio,
– grupos de destinatarios.

3.3 *Normalización del equipo*

Para ofrecer una economía de escala máxima en la fabricación del equipo receptor y simplificar así la gestión y el mantenimiento:

– hay que normalizar un equipo común que pueda absorber la mayor cantidad posible de opciones de servicio;
– los componentes «secretos» deben estar dentro de un módulo seguro con un interfaz normalizado*.

3.4 *Gestión del acceso*

La definición de acceso condicional se funda en el concepto formal de *derecho* al acceso, que se puede aplicar de diversas formas. Un derecho confiere a su titular la *autorización* de acceder al correspondiente servicio.

3.5 *Manera de evitar la degradación del servicio*

Hay tres tipos de degradación importantes:

– degradación del servicio finalmente disponible a causa de los procesos de aleatorización/desaleatorización;
– degradación debida a la adquisición deficiente o insegura de los datos de control de acceso;
– utilización antieconómica de los recursos a causa de los gastos generales de gestión o transmisión.

3.6 *Interacción con el proceso digital*

Se señala que algunos procesos de aleatorización pueden entrar en conflicto con algunas operaciones de los métodos de proceso digital de la señal, por ejemplo, la reducción de la velocidad binaria.

4. Descripción general de un sistema de acceso condicional

4.1 *Consideraciones generales*

El acceso condicional exige la *aleatorización* de la información antes de su radiodifusión. Este proceso está controlado por una secuencia de aleatorización obtenida de un *generador seudoaleatorio.*

El proceso de desaleatorización en el extremo receptor requiere la misma secuencia (en este caso, la secuencia de desaleatorización) para recuperar la señal original.

Para proporcionar esta secuencia y para garantizar el sincronismo de los procesos de transmisión y recepción, la activación del tren de bits del generador seudoaleatorio está controlada por una *palabra de inicialización.*

Para la seguridad del proceso, la información relacionada con el acceso que permite la recuperación de la palabra de inicialización se transmite en forma encriptada, según el modo de acceso utilizado (véase la fig. 1). La fig. 2 contiene la estructura detallada de este proceso, que se desribe en los puntos siguientes.

---

* Este tema ha sido examinado ya en la UER en relación con las especificaciones de un sistema de acceso condicional para el servicio de radiodifusión por satélite (véase el Informe 1073).

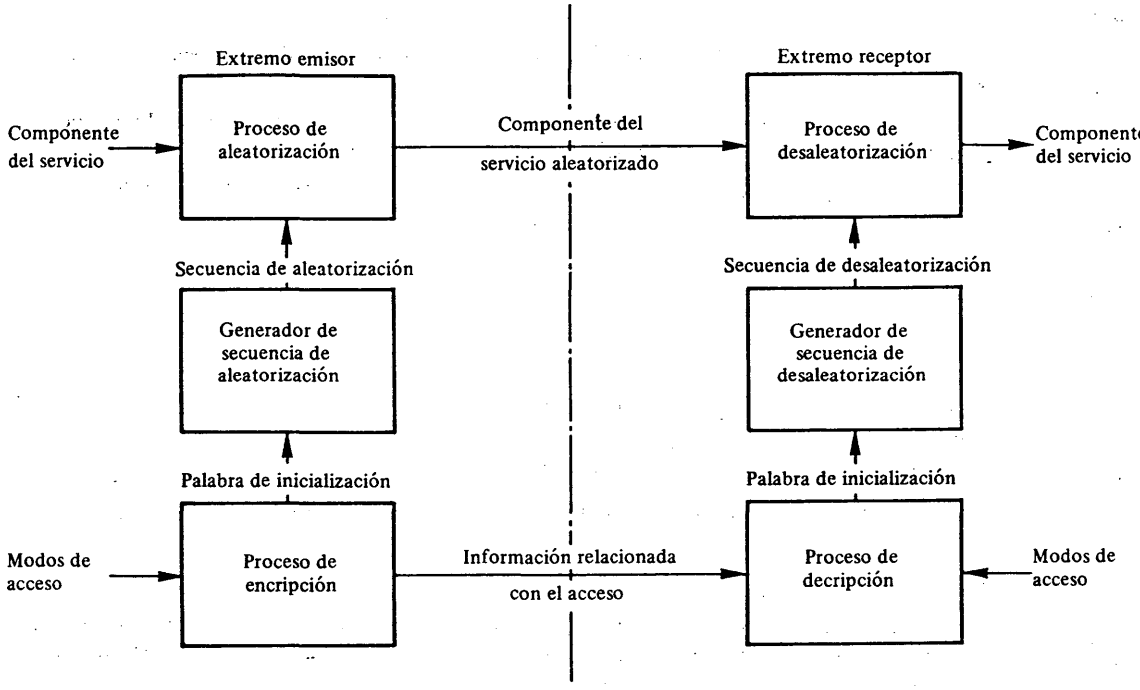


FIGURA 1 – *Sistema básico de acceso condicional*

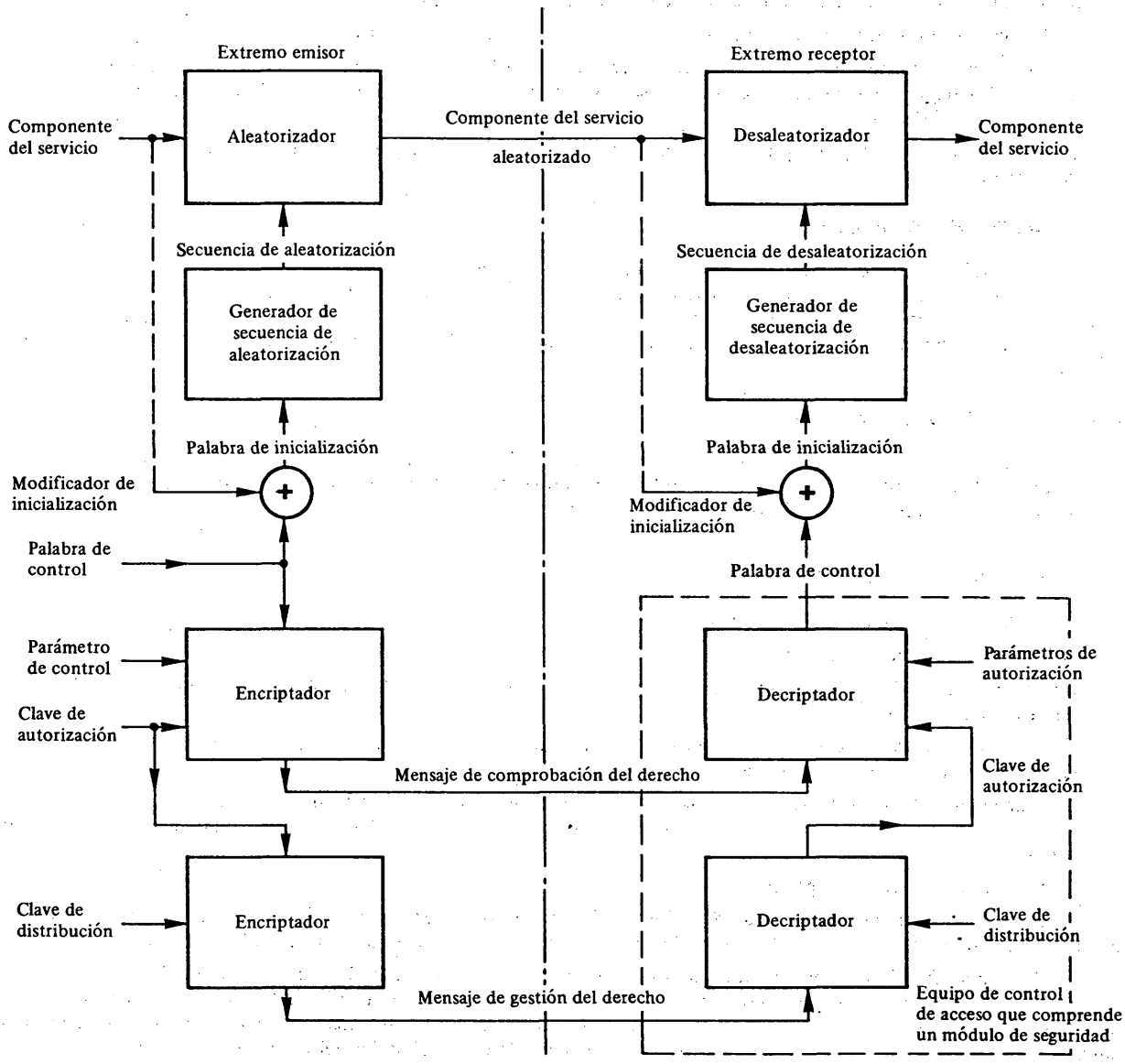


FIGURA 2 – *Descripción funcional de un sistema de acceso condicional*

Nota. – Para mayor claridad, en esta figura se presentan dos encriptadores y decriptadores. En la práctica se puede necesitar solamente uno de cada si el algoritmo de encripción controlado por la clave de autorización y el controlado por la clave de distribución son iguales.

4.2 *Palabra de inicialización*

El acceso condicional a un componente del servicio es pues el acceso condicional a la palabra de inicialización, que tiene dos elementos: la *palabra de control* y el *modificador de inicialización.*

4.3 *Palabra de control*

La palabra de control es el elemento básico de la seguridad. Su valor se elige arbitrariamente y se puede modificar durante el funcionamiento del servicio para aumentar la seguridad.

La palabra de control se comunica al receptor de la siguiente manera:

- En el extremo transmisor, según el modo de acceso utilizado, un algoritmo de encripción suministra versiones encriptadas de la palabra de control, que se transmiten en mensajes especiales. Se trata de los *mensajes de verificación del derecho al acceso.*
- En el extremo receptor, el equipo de control de acceso aplica el algoritmo inverso para regenerar la palabra de control.

4.4 *Modificador de inicialización*

El modificador de inicialización se utiliza para imponer secuencias de aleatorización suficientemente breves, con objeto de proporcionar seguridad y evitar al mismo tiempo la necesidad de un cálculo demasiado frecuente de la palabra de control. Así, la utilización de modificadores de inicialización diferentes para cada unidad estructurada de información aleatorizada hace que la palabra de inicialización cambie con suficiente frecuencia.

4.5 *Índice de palabra de control*

Para explotar un servicio segmentado, es necesario disponer de varias palabras de control relacionadas. Estas palabras se identifican por medio de *índices.* El índice de palabras de control utilizado para acceder a una unidad de información aleatorizada debe poderse obtener a partir de la señal transmitida.

5. Mensajes de comprobación del derecho al acceso

Cada uno de estos mensajes comprende:

- el índice de palabras de control;
- una señalización de modificación de la palabra de control; un cambio de estado indica un cambio de valor de la palabra de control;
- un *indicador de autorización* que identifica la clave de autorización situada en el módulo de seguridad del receptor a que se dirige el mensaje;
- un *parámetro de control* que suministra el valor (por ejemplo: fecha, precio, etc.) para los límites de comparación fijados a esos valores en el módulo de seguridad del receptor llamados *parámetros de autorización*;
- la palabra de control encriptada.

Para desaleatorizar una unidad de información, el receptor debe haber adquirido previamente la palabra de control a partir de un mensaje de comprobación del derecho de acceso que lleve el índice adecuado.

Para una eficacia óptima, los mensajes de comprobación del derecho de acceso relacionados con la misma palabra de control pero correspondientes a diferentes grupos de usuarios o a diferentes tipos de equipo de control de acceso deben estar agrupados en el mismo índice. Aunque ésta no es su única aplicación, el sistema de índices antes descrito permite la transmisión anticipada de mensajes de comprobación del derecho de acceso.

El equipo de acceso condicional crea un cuadro de palabras de control activo, que es actualizado por los mensajes de comprobación del derecho de acceso independientemente de los datos aleatorizados. Para identificar la palabra de control correcta, el dispositivo desaleatorizador suministra al equipo de control de acceso el índice correspondiente. La gestión de este cuadro forma parte de las facilidades proporcionadas en el interfaz entre el desaleatorizador y el equipo de control de acceso.

6. Mensajes de gestión del derecho de acceso

El proceso de un mensaje de gestión del derecho de acceso convalida o confiere el derecho. Este proceso se lleva a cabo dentro del módulo de seguridad asociado con un cálculo criptográfico que comprende una *clave de distribución.* Esta clave de distribución se utiliza para encriptar y descriptar mensajes y/o claves de autorización dirigidos a receptores individuales. Los criptogramas correspondientes constituyen la señal de validación y se transportan como parte del mensaje de gestión del derecho de acceso.

En los sistemas de radiodifusión con acceso condicional, los mensajes de gestión del acceso se pueden radiodifundir. Esta operación se conoce con el nombre de «distribución por las ondas». Los mensajes de gestión de acceso se pueden, sin embargo, distribuir también por otros medios.

En los sistemas de radiodifusión con acceso condicional, los mensajes de gestión del acceso se pueden radiodifundir. Esto se conoce como "direccionamiento radiotransmitido". El tiempo asociado con la distribución de las claves radiotransmitidas puede reducirse en forma significativa aplicando los principios del cifrado de claves compartidas (véase el punto 2 del anexo II). Los mensajes de gestión del acceso también pueden distribuirse por otros medios.

En el caso del pago cifrado por unidad de tiempo o por programa, los mensajes de gestión incluyen un código de costo, transmitido como parte del servicio. El crédito del receptor puede tomar la forma de fichas de dinero cifradas es que se transmiten como parte de un servicio de direccionamiento radiotransmitido (véase el punto 3 del anexo II). Alternativamente, el crédito puede tomar la forma de fichas de dinero almacenadas distribuidas por otros medios. El pago consiste en una disminución del crédito almacenado, según el código de costo recibido.

7. Equipo de control de acceso

Este equipo comprende un módulo de seguridad que se suministra con los mensajes de comprobación del derecho de acceso. Este módulo puede ser fijo o móvil (por ejemplo, la tarjeta inteligente (smart card)). El equipo de control de acceso comunica con el desaleatorizador a través de un interfaz físico y circuitos lógicos. La normalización de este interfaz es importante para permitir:

- la independencia del módulo de seguridad y la función de desaleatorización incorporada al receptor;
- el desarrollo ulterior del equipo de control de acceso.

Si el módulo de seguridad contiene una autorización con el mismo identificador que el indicador de autorización del mensaje de comprobación del derecho de acceso, suministra una palabra de control si, además, los parámetros de control cumplen las condiciones de los parámetros de autorización recibidos. Estas condiciones comprenden:

- una exigencia de fecha, de modo que la fecha del parámetro de control esté comprendida entre las fechas de comienzo y expiración en el parámetro de autorización;
- una exigencia de precio, de modo que sólo se pueda dar una autorización si el módulo de seguridad acepta un cargo.

Una transacción en la que intervenga el módulo de seguridad puede comprender tres fases distintas:

- instrucciones preliminares, en caso de presencia (por ejemplo: contraseña, aceptación del usuario, etc.);
- instrucciones de funcionamiento utilizando el módulo de seguridad;
- proceso de resultados (por ejemplo: entrega de la palabra de control).

Como se pueden utilizar varios módulos de seguridad, sería aconsejable que el equipo de control de acceso no dependiese de transacciones concretas. Esta independencia es posible si el equipo de control de acceso puede interpretar una secuencia de instrucciones dispuestas en un lenguaje específico y transmitida dentro de mensajes específicos.

8. Aplicaciones

Las técnicas de acceso condicional se han aplicado a algunos sistemas de teletexto organizado por páginas y al uso de sistemas de radiodifusión de datos independientes (véase la Recomendación 653), sistemas de radiodifusión por satélite, (véase el Informe 1073), y sistemas de radiodifusión terrenal (véase el Informe 802). En el cuadro I se dan algunos ejemplos.

CUADRO I - Ejemplos de realización de un sistema de acceso condicional

Referencia en el presente Informe	Sistemas de teletexto organizado por páginas		Sistemas de radiodifusión de datos		
	Teletexto sistema A [CCIR, 1982-86, parte I, capítulo 5]	Teletexto sistema B [CCIR, 1982-86, parte II]	Líneas de datos independientes sistema de teletexto B	Capas 1 a 4 del sistema de teletexto C adoptado en Francia	Familia MAC paquetes (Informe 1073, C-MAC/paquetes y D2-MAC/paquetes)
Proceso de aleatorización. Véase el § 4.1	Combinación «O exclusiva» de octetos de datos con el octeto de un generador seudoaleatorio. Un octeto de interpretación en el encabezamiento indica si el mensaje está aleatorizado o no. Véase el § 3.1	Combinación «O exclusiva» de octetos de datos con los octetos de un generador seudoaleatorio. Los enlaces del paquete 27 designan la página aleatorizada. Véase el § 20.1	Combinación "O exclusiva" de octetos de datos con los octetos de un generador embrollador. La presencia regular de bloques de datos claves de usuario designa el servicio aleatorizado	Combinación "O exclusiva" de octetos de datos con los octetos de un generador aleatorio. Un octeto del modificador de inicialización indica si el grupo de datos se aleatoriza o no. Los grupos de datos con GT = 0 ó 1 no se aleatorizan.	*Imagen:* Rotación de componentes de doble corte o rotación de linea de corte sencillo bajo control de un generador seudoaleatorio *Sonido:* Combinación «O exclusiva» bit por bit de los bits de datos con los bits de un generador seudoaleatorio en funcionamiento continuo
Generador seudoaleatorio. Véase el § 4.1	Combinación de tres registros de desplazamiento multietapa con realimentación lineal. Véase el Anexo I	Uso de una función unidireccional que emplea un algoritmo de cifrado con realimentación. Véanse las notas al § 20	El generador embrollador usa un algoritmo de descifrado conectado en el modo realimentado de salida (ISO DIS 8372)	Combinación de tres registros de desplazamiento multietapas con realimentación lineal	*Imagen:* dos registros de desplazamiento multietapas con realimentación lineal *Sonido:* dos registros de desplazamiento de pasos múltiples con realimentación lineal que inicializan un nuevo registro de desplazamiento de pasos múltiples con realimentación lineal
Sincronización del generador seudoaleatorio. Véase el § 4.1	Primer octeto que sigue la primera secuencia US-X-Y del mensaje. Véase el § 2.3	Primer octeto de datos del paquete 0 de una página designada. Véase el § 20	Primer octeto de datos de usuario en los bloques de datos de usuario	Primer octeto después del modificador de inicialización	Iniciación de cada trama de imagen
Palabra de inicialización. Véase el § 4.2	12 octetos. Véase el § 2.3	Clave de página de 56 bits. Véase el § 20.1	La variable embrolladora inicial es un solo octeto al principio del bloque de datos de usuario repetido 8 veces	12 octetos	60 bits
Palabra de control. Véase el § 4.3	8 octetos aleatorios. Véase el § 2.1	56 bits que constituyen la clave del sistema corriente. Véase el § 20.1.3	Clave de usuario de 64 bit	8 octetos aleatorios	60 bits que pueden ser escogidos al azar o un criptograma del contador de 256 tramas
Modificador de inicialización. Véase el § 4.4	4 octetos que siguen al encabezamiento del mensaje. Véase el § 2.3	No aplicable	No aplicable	4 octetos que siguen al encabezamiento de grupo de datos	El contador de trama de 8 bits
Mensajes de comprobación del derecho de acceso. Véase el § 5	Mensajes designados con número de clasificación FFF e $Y_{11} = 1$; el octeto Y_{12} da el índice de la palabra de control. Cada mensaje es introducido por la secuencia US-3/F-3/F y comprende: - 3 octetos para el indicador de autorización - 3 octetos para el parámetro de control - 16 octetos para la palabra encriptada de control Véase el § 3.2	Los paquetes designados incluyen 22 bits de autorización y parámetros de control, 112 bits de la palabra encriptada de control. Véase el § 20.1.3	Un tipo de bloque de control lleva una clave de datos de usuario a todos los usuarios que tienen una clave de sistema válida que les permite descifrarlo	Grupos de datos para los que GT (tipo de grupo de datos, véase el punto 4.1 del Cuadro 1a de la Rc. 653) es igual a 14. Los grupos de datos están constituidos por instrucciones de control, cada una de las cuales se identifica por un identificador de instrucción de control y un identificador de longitud de instrucción de control, y está compuesto de parámetros identificados por identificadores de parámetro e identificadores de longitud de parámetro. Se definen dos tipos de instrucciones de control: CI=0, referencia al módulo de seguridad que hay que utilizar CI ≠0: instrucción de control de comprobación del derecho de acceso donde cada parámetro lleva un mensaje de comprobación de derecho de acceso y comprende: - 3 octetos para el indicador de autorización - 3 octetos para el parámetro de control - 16 octetos para la palabra cifrada de control	En el sistema de acceso condicional para el sistema D2-MAC/paquete utilizado entre otros por el sistema francés de radiodifusión directa por satélite TDF1-TDF2, la codificación se ajusta a las disposiciones de la especificación "Sistema de acceso condicional para la familia MAC/paquetes EUROCRYPT - marzo de 1989 [CCIR, 1986-90a] En el Reino Unido, donde se ha adoptado el sistema D-MAC/paquete, Britihs Satellite Broadcasting iniciará las operaciones en el servicio de radiodifusión por satélite utilizando el sistema de acceso condicional Eurocypher para emplearlo con los formatos de transmisión de la familia MAC/paquetes [CCIR, 1986-90b]

CUADRO I (continuación)

Referencia en el presente Informe	Sistemas de teletexto organizado por páginas		Sistemas de radiodifusión de datos		Familia MAC paquetes (Informe 1073, C-MAC/paquetes y D2-MAC/paquetes)
	Teletexto sistema A [CCIR, 1982-86, parte I, capítulo 5]	Teletexto sistema B [CCIR, 1982-86, parte II]	Líneas de datos independientes sistema de teletexto B	Capas 1 a 4 del sistema de teletexto C adoptado en Francia	
Índice de la palabra de control. Véase el § 4.5	Octeto Y_{16} de mensaje aleatorizado para desaleatorización y octeto Y_{12} de comprobación del derecho de acceso para actualización. Véanse los § 3.1 y 3.2	No aplicable	No aplicable		No aplicable
Cambio de la palabra de control y del iniciador. Véase el § 5	Bit b_8 del octeto Y_{12} de comprobación del derecho de acceso. Véase el § 3.2	Palabras clave corrientes y nuevas incluidas en un paquete designado del direccionamiento del usuario. Véase el § 20.2	Las versiones correctas de las claves se identifican comparando las etiquetas de las claves enviadas con las claves y con los bloques de datos requeridos para esas claves	Bit b_8 del identificador de parámetro de la instrucción de control de comprobación del derecho de acceso	Una nueva palabra de control se transmite cada 256 tramas y se convierte en la palabra de control corriente cuando el cómputo de trama es igual a 0
Mensaje de gestión del derecho de acceso. Véase el § 6	El derecho de acceso está corrientemente gestionado por un sistema videotexto en una red de telecomunicación. Véase el § 1.3	El derecho de acceso está gestionado por el direccionamiento radiotransmitido del equipo de recepción utilizando paquetes de direcciones de usuario únicos y compartidos. Véase el § 20.2	El derecho de acceso está gestionado por el direccionamiento radiotransmitido del módulo de control de acceso utilizando bloques de datos compartidos y direccionados unívocamente. Los bloques de datos para el direccionamiento radiotransmitido son multiplexados en el mismo canal que los datos del mensaje	Todavía sin normalizar El derecho de acceso puede gestionarse por un sistema de videotex en una red de telecomunicaciones	En el sistema de acceso condicional para el sistema D2-MAC/paquete utilizado entre otros por el sistema francés de radiodifusión directa por satélite TDF1-TDF2, la codificación se ajusta a las disposiciones de la especificación "Sistema de acceso condicional para la familia MAC/paquetes EUROCRYPT - marzo de 1989 [CCIR, 1986-90a] En el Reino Unido, donde se ha adoptado el sistema D-MAC/paquete, British Satellite Broadcasting iniciará las operaciones en el servicio de radiodifusión por satélite utilizando el sistema de acceso condicional Eurocypher para emplearlo con los formatos de transmisión de la familia MAC/paquetes [CCIR, 1986-90b]
Equipo de control de acceso. Véase el § 7	Incorporado en el receptor, incluye un lector de tarjetas inteligentes. Véase el § 1.3	Incorporado en el receptor o funcionalmente separado, a elección de quien proporciona el servicio	Completamente contenido en el módulo de seguridad. Acepta datos en serie del decodificador de paquetes y suministra al usuario datos serie descifrados	Incorporado en el receptor, incluye un lector de tarjetas inteligentes	Funcionalmente separado de otras partes del receptor por medio de un interfaz que se normalizará
Módulo de seguridad. Véase el § 7	Tarjeta inteligente con interfaz propuesto para normalización por la ISO [ISO, 1986]	Módulo incorporado o separado o tarjeta inteligente	Unidad basada en el microprocesador cargada con el soporte lógico de aplicación para manejar todos los protocolos de datos y realizar los algoritmos de descifrado	Tarjeta inteligente con interfaz propuesto para normalización por la ISO	Se proponen dos soluciones: – la tarjeta inteligente – un módulo incorporado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ISO [1986] TC/97/SC17/WG4/N97 Integrated circuit card with contacts, part III. Electronic signals and exchange protocols.

Documentos del CCIR

[1982-86] 11/422(Rev.1) (Especificación de los sistemas de teletexto, Fascículo descriptivo y provisional).

[1986-90]: a: GITM 10-11/3-116 (Francia),
b: GITM 10-11/3-117 (Reino Unido-IBA).

BIBLIOGRAFÍA

BECKER, H. y PIPER, F. *Cypher Systems. The Protection of Communications.* Northwood Books, ISBN 719825717.

BRADSHAW, D.J. y WRIGTH, D.T. [1986] - BBC Datacast - Conditional Access Operation, IERE Publication No. 69, pp 99-105, Londres, 16th-17th Septiembre, 1986.

DENNING, D. *Cryptography and Data Security.* Addison Wesley. ISBN 0-201-101-50-5.

GUILLOU, L. [noviembre de 1980] Radiodiffusion à péage pour application au télétexte Antiope. Congrés international sur les systêmes et services nouveaux de télécommunications, Liége, Bélgica.

GUILLOU, L. [abril de 1984] Smart card and conditional access. Eurocrypt 1984, La Sorbonne, París, Francia.

ISO [1987] TC97/SC17/WG4. Identification cards. Integrated circuits with contact ISO Dis 7816.

MASON, A. G. [1985] A pay-per-view over-air addressing system specified for direct broadcasting by satellite. IERE Publication No. 62.

WRIGT, D.T. y EDWARDSON, S.M. [1986] - Key Management in Broadcast Conditional Access Systems, IEE Conf. Pub. 269, pp. 104-109, Londres, 27th-28th Octubre, 1986.

Documentos del CCIR

[1982-86]: 11/139 (UER); 11/307 (Francia); 11/308 (Francia); 11/379 (Canadá).

[1986-90]: 11/35 (Reino Unido); 11/36 (Reino Unido); 11/40 (Reino Unido), 11/122 (Francia).

ANEXO I

ALGUNOS TÉRMINOS Y DEFINICIONES RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN DE ACCESO CONDICIONAL

Aleatorización [en radiodifusión] (scrambling, embrouillage)

Alteración de las características de una señal radiodifundida de imagen, sonido o datos difundida a fin de impedir la recepción no autorizada de la información en forma clara. Esta alteración es un proceso bien definido, controlado por el sistema de acceso condicional en la emisión.

Desaleatorización [en radiodifusión] (descrambling, désembrouillage).

Restablecimiento de las características de una señal radiodifundida de imagen, sonido o datos a fin de permitir la recepción de la información en forma clara. Este restablecimiento es un proceso bien definido, controlado por el sistema de acceso condicional en la recepción.

Nota 1. – Los términos aleatorización y desaleatorización son aplicables tanto a las señales analógicas como a las digitales.

Nota 2. – Estos términos no deben utilizarse para describir procesos tales como la dispersión de energía en un sistema de satélites.

Control de acceso condicional

La función del control de acceso condicional en la emisión es generar las señales de control de la aleatorización y las «claves» correspondientes al servicio.

La función del control del acceso condicional en la recepción es producir las señales de control de la desaleatorización, al mismo tiempo que las «claves» correspondientes al servicio.

Nota. – La palabra «clave» se utiliza en las precedentes definiciones con un sentido general equivalente al utilizado en la Cuestión 37/11.

Las palabras «*encriptado*» y «*decriptado*» se aplican a los métodos utilizados para proteger e interpretar algunas informaciones contenidas en los mensajes relativos al acceso que deben difundirse del extremo de emisión al extremo de recepción de las funciones de control de acceso condicional.

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1982-86]: 11/228 (Grupo de Trabajo sobre Terminología); 11/139 (UER).

ANEXO II

Sistemas de radiodifusión de acceso condicional: ejemplos de los principios de los sistemas de cifrado con clave compartida para servicios de radiodifusión directa por satéliet y radiodifusión de datos, incluido el teletexto

1. Descripción del sistema de acceso condicional que emplea el direccionamiento radiotransmitido utilizado en el Reino Unido

1.1 Sistemas de acceso condicional con direccionamiento radiotransmitido

En la fig. 3 se muestran las funciones básicas de un sistema de cifrado para radiodifusión directa de televisión por satélite con direccionamiento radiotransmitido. Se utiliza una palabra de control (CW) que varía, típicamente cada 10 segundos, para controlar el proceso de aleatorización de la señal de televisión A. Se obtiene así la señal aleatorizada CW(A). La palabra de control se transmite al receptor después de su cifrado con la clave suplementaria S. Este criptograma, que contiene también datos relacionados con el programa, por ejemplo el precio, se transmite en un paquete de mensaje de comprobación del derecho de acceso (ECM) [UER, 1986]. La clave suplementaria S es común a todos los abonados, pero contrariamente a la palabra de control, cambia con poca frecuencia, por ejemplo, una vez por mes. Estos largos intervalos entre los cambios de la clave S permiten transmitirla a cada abonado por medio del proceso de direccionamiento radiotransmitido. La clave S, junto con los mensajes de derecho de acceso del abonado (M) son cifrados con la la clave de distribución, D, de cada abonado. Estos criptogramas son enviados en paquetes de mensajes de gestión del derecho de acceso (EMM), y direccionados individualmente a receptores separados. En [Mason, 1986] figura una descripción completa.

1.2 Reducción de la duración del ciclo de validación - El criptograma compartido

La fig. 4 muestra el formato de un criptograma compartido que reduce el número total de bits que es necesario transmitir en el ciclo de validación del abonado. El criptograma de la Figura 4 comprende veintitrés abonados, que representan un grupo de abonados. Todos los miembros del grupo comparten la misma dirección principal, que se utiliza para tener acceso al criptograma, y la misma clave de distribución que sirve para descifrar el criptograma. Como cada uno de los miembros del grupo necesita la clave suplementaria de 56 bits para recuperar la señal de televisión, el "excedente" en bits se distribuye entre los 23 abonados. Lo mismo es válido para la palabra de modo de 4 bits y para la dirección principal de 24 bits. El total de 84 bits es transmitido a todo el grupo en vez de a cada abonado individualmente. De este modo, para un grupo de 23 miembros sólo hay que transmitir 3,65 bits por abonado. Este presupuesto permite obtener una palabra de abonado de 12 bits que puede proporcionar 12 servicios de abono básicos independientes, 6 servicios superpuestos independientes o fichas para tasación por prestación. Estas últimas pueden utilizarse para cualesquiera servicios, a condición de que todos éstos sean administrados por un operador de servicios común. La palabra de modo identifica qué opción se está transmitiendo. Pueden utilizarse menos bits para la palabra de abonado: por ejemplo, un sistema de abono a un solo servicio básico sólo requerirá un bit. Lo que permitirá reducir la duración del ciclo de validación de abonado en una proporción mucho mayor, por ejemplo, la utilización de una palabra de abonado de 12 bits reduce normalmente la duración del ciclo por un factor de 6,5, mientras que la utilización de una palabra de abonado de 1 bit la reduce por un factor de 20.

1.2.1 Estrategia para eliminar las claves de distribución robadas

Si se determina que un abonado se ha convertido en pirata, debe suprimirse esa clave. Se requiere un método para evitar la neutralización de los otros abonados que comparten la misma clave.

Esto se logra almacenando dos claves secretas en el dispositivo de seguridad del receptor, en vez de sólo una. La primera clave es la clave de distribución compartida y la segunda es una clave única (U), que no es compartida sino que es diferente para cada abonado. Cuando se detecta un pirata, se envía individualmente una nueva clave de distribución compartida (D_{new}) a cada uno de los miembros restantes de buena fe, cifrándola con su clave única (U), véase la fig. 5. Veamos un ejemplo: X, Y y Z son los abonados de un grupo dado que comparten la clave de distribución (D_{old}) y se determina que X es un pirata. Se envía la clave (D_{new}) a los abonados Y y Z transmitiendo UY (D_{new}) y UZ (D_{new}). Evidentemente, el formato para la transmisión de U(D) es mucho menos eficaz que la clave compartida, pero esto no es importante puesto que sólo incumbe a un pequeño número de abonados. La entidad radiodifusora puede estar segura de que los abonados de buena fe han recibido la nueva clave de distribución compartida (D), transmitiendo U(D) hasta que los abonados hayan hecho dos pagos de abono. Como la duración del ciclo es probablemente inferior a un minuto, la entidad radiodifusora puede tener la certeza de que se ha recibido la nueva clave compartida. Esta certeza se basa en la hipótesis de que cada abonado del grupo mira los programas durante más de un minuto en el transcurso del periodo de abono que ha comprado.

1.3 Transmisión de crédito radiotransmitido y de precio del programa para tasación por prestación

Debe proporcionarse un alto grado de seguridad para la transmisión de de crédito radiotransmitido para un servicio completo con tasación por prestación. Esto puede lograrse de manera fiable si se siguen los siguientes principios.

1.3.1 Información de crédito radiotransmitido

El valor de una suma de dinero no puede radiotransmitirse cifrado con una clave K en la forma K(MONEY). Esto es muy inseguro porque el mensaje MONEY no es único. Supóngase que MONEY es un código transmitido que representa una suma de dinero que aumenta monótonamente y que la transmisión del valor "todos ceros" para el código representa un crédito nulo para un abonado. El cifrado de este código con la clave K produce algunas secuencias de bits para K(MONEY). Un pirata puede añadir dinero al crédito almacenado en el receptor sin conocer la clave K, alterando sencillamente la secuencia de bits de K(MONEY). Cuando el receptor descifra este nuevo mensaje mediante la clave secreta K el texto claro debe ser distinto de cero. Esto se debe a que sólo puede haber una relación de correspondencia del texto cifrado con el texto claro. Como el texto cifrado original significaba "crédito nulo" cualquier cambio debe significar "crédito no nulo". De este modo el pirata puede añadir crédito, pero ignora el importe.

Este problema se evita adjuntando una clave al valor del dinero, que no será aceptada por el receptor sino la reconoce. Para ello, se envía la señal D(M,S) donde D es la clave de distribución y S la clave suplementaria. Para que el receptor valide los bits de "dinero" (M) mediante la clave S, debe estar seguro de que la clave suplementaria S ha sido correctamente recibida. A este fin, se transmite la señal S(P,CW,S), véase el punto 1.3.4.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

1.3.2 Transmisión de fichas de dinero

Como el ciclo de validación se repite, para transmitir las fichas de dinero, debe utilizarse un método que permita que el receptor acepte un nuevo pago pero que le impida acumular continuamente el mismo pago en cada repetición del ciclo. Asimismo, las "repeticiones" locales del antiguo texto cifrado no deben engañar al dispositivo de seguridad del receptor para que acepte pagos anteriores más de una vez. Como el canal de radiodifusión sólo permite la comunicación unidireccional, deben cumplirse estos requisitos cuando la velocidad con que se hacen los pagos no concuerda con la velocidad a la cual el dispositivo de seguridad los recibe.

El único método conocido para satisfacer estos criterios esenciales consiste en transmitir la suma total de todos los pagos enviados a la entidad radiodifusora en la señal (M_T). El dispositivo de seguridad almacena en memoria la suma total de todos los pagos que ha recibido (M_R) y el valor del pago (M_P) separadamente en sus memorias de dinero. M_P es la diferencia entre M_T y M_R:

pago efectuado $M_P = M_T - M_R$ para $M_P >$ a cero.

De esta manera, los pagos nunca pueden "fallar" y las repeticiones de pago anteriores no aumentarán M_P porque cada vez que se acepta un pago M_R se pone al valor recibido, M_T. De este modo, un pago sólo se acepta si $M_T - M_R > 0$. Para que la duración del ciclo, sea corta debe imponerse un límite al número de bits utilizado para transmitir el valor M_T. La especificación del sistema MAC/paquetes [UER, 1986] utiliza 12 bits para M_T que proporciona hasta 4.096 fichas.

1.3.3 Precio del programa

Los datos relacionados con el programa (P) pueden representar el precio de un programa. Un método para indicar el precio es que el importe de la memoria de dinero disminuya cada 10 segundos por un valor dado a medida que se recibe el programa. Otra posibilidad es solicitar un solo pago al comienzo del programa para su adquisición completa. Si se utiliza el segundo método, se almacena en memoria un número de identificación cuando se compra el programa a fin de evitar una doble compra si por ejemplo, el receptor es desconectado durante la transmisión.

Los datos relacionados con el programa (P) están "firmados" como correctos por la clave suplementaria (S) de la misma manera que los bits "de dinero" del abonado. Esta "firma" se obtiene incluyendo la clave S en el texto claro de la señal S(P,CW,S). Sólo se requiere que el receptor compruebe que la clave S se ha recibido correctamente para verificar tanto los datos relacionados con el programa (precio) como los mensajes de abonado (dinero), véase el punto 1.3.4.

1.3.4 Conocimiento de la clave suplementaria correcta

El control de seguridad en la clave suplementaria (S) se realiza por medio de la señal S(P,CW,S). Esta señal tiene la propiedad de que la clave S está contenida en el texto claro y que se utiliza también para cifrarlo. El control de seguridad en el receptor obtiene en primer lugar la clave que parece ser la clave suplementaria correcta S descifrando la señal de validación D(M,S). Utiliza después esta clave S recibida para descifrar la señal S(P,CW,S). En la medida en que el dispositivo de seguridad pueda descifrar la señal S(P,CW,S) y obtener el mismo valor para la clave suplementaria S en el texto claro, existe un alto grado de certidumbre de que se ha recibido la clave suplementaria correcta S.

La probabilidad de que el dispositivo de seguridad dé una información errónea es aproximadamente de 2^{-n}, donde n es el número de bits utilizados para la clave S. El sistema de [UER,1986] utiliza 56 bits para la clave S, lo que da una probabilidad de detección falsa de 10^{-17}.

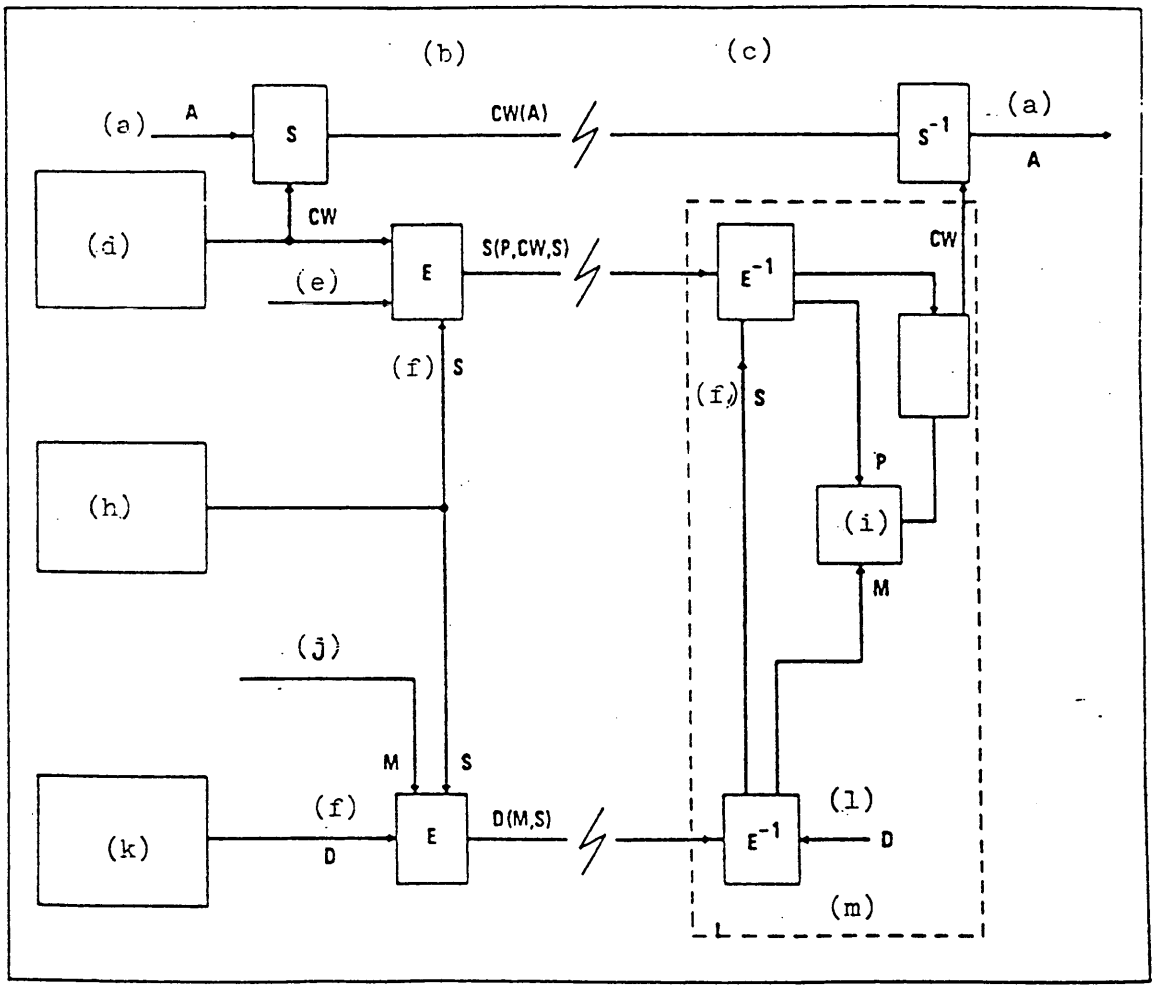


FIGURA 3

Sistema de cifrado básico

(a) señal de televisión
(b) transmisor
(c) receptor
(d) palabra de control, CW, que se cambia cada 10 segundos
(e) datos de programa, P
(f) clave
(g) puerta
(h) clave suplementaria S, que se cambia, digamos, cada mes
(i) memoria
(j) mensaje de cliente
(k) clave de distribución del cliente, D
(l) clave secreta del cliente
(m) dispositivos de seguridad

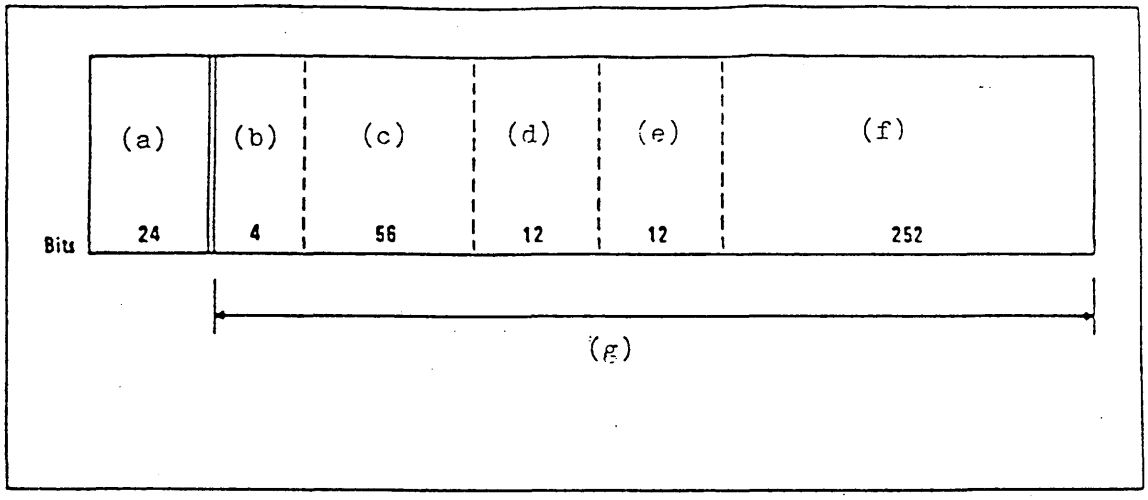


FIGURA 4

Bloque de validación compartido

(a) dirección compartida
(b) modo
(c) clave suplementaria, S
(d) cliente Nº 1
(e) cliente Nº 2
(f) clientes Nº 3 a 23
(g) bloque compartido cifrado con la misma clave de distribución compartida, D

Nota - Protección contra errores (no mostrada) - treinta (24, 12) palabras de código de Golay.

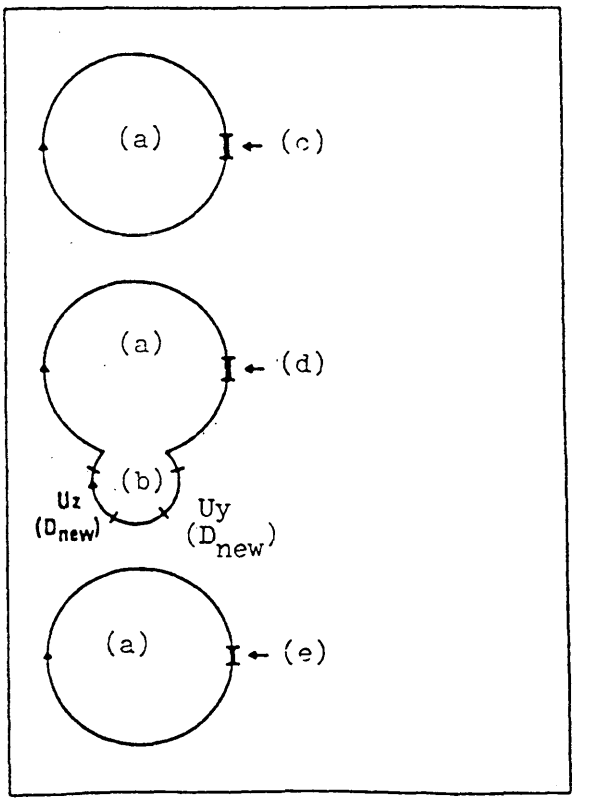


FIGURA 5

Sustitución de la clave compartida D

(a) ciclo D
(b) ciclo U
(c) D_{old}: los clientes X, Y, Z comparten la clave D_{old} (X,Y,Z)
(d) D_{new}: X se convierte en pirata y es eliminado (Y,Z)
(e) D_{new}: la entidad radiodifusora está segura de que Y y Z han recibido D_{new} (Y,Z) porque cada uno ha enviado dos pagos de abono.

2. Descripción de un sistema de acceso condicional con direccionamiento radiotransmitido. El sistema Eurocrypt

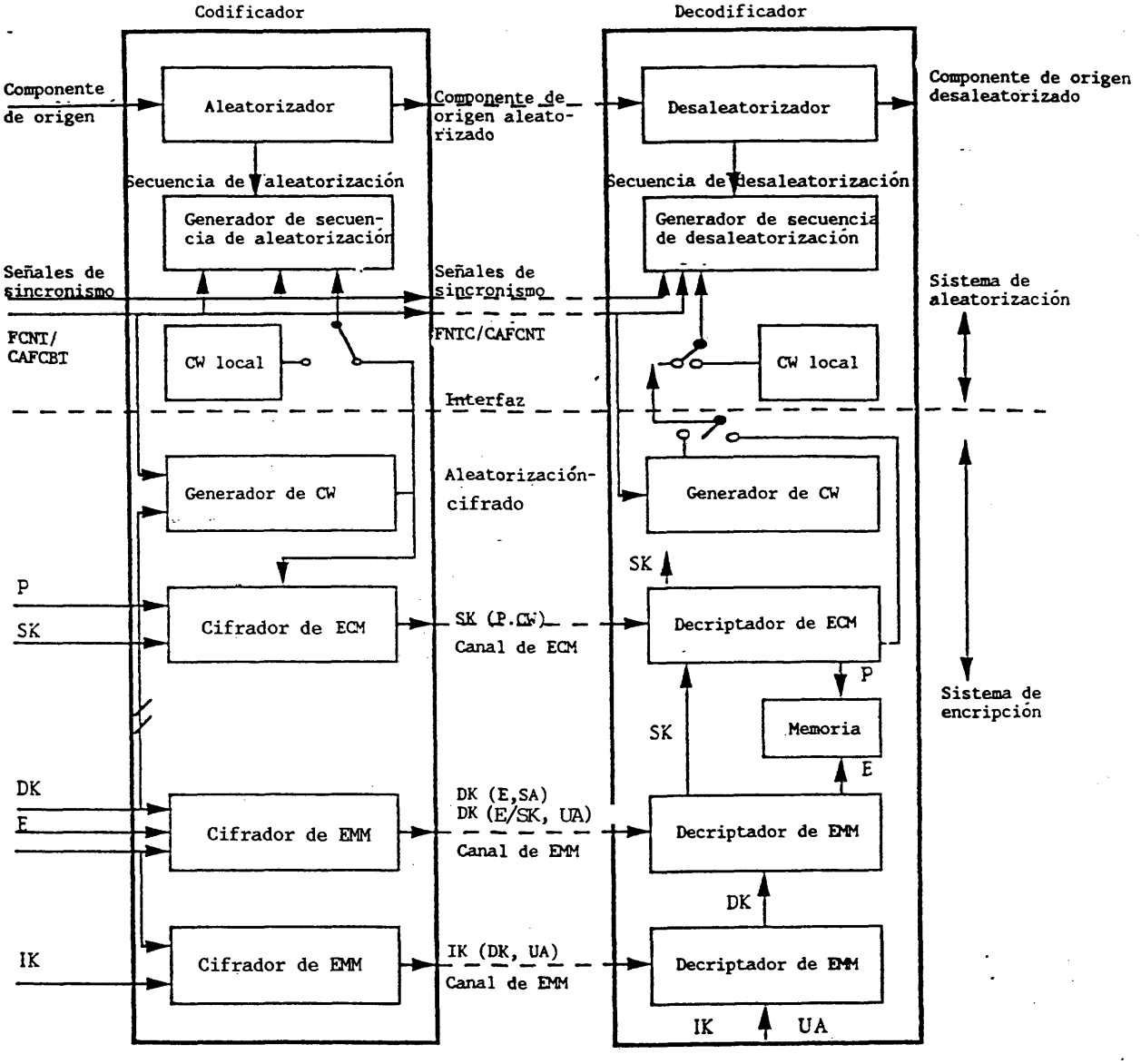
2.1 Sistemas de aleatorización y encripción

En relación con la Figura 6, se utiliza una palabra de control (CW) para inicializar el generador de secuencia de aleatorización/desaleatorización.

La palabra de control se transmite, cifrada con la clave de explotación, en los mensajes de comprobación de los derechos de acceso (ECM). En los ECM también están presentes los datos relativos al modo de acceso condicional del programa. El contenido de los ECM se protege contra la falsificación por un procedimiento de firma. La clave de explotación (SK) es una información secreta contenida en un procesador de seguridad. Si el procesador de seguridad comprueba que los parámetros de autorización (derechos de acceso) del receptor coinciden con los parámetros de acceso condicional del programa, puede utilizarse la clave de explotación para descifrar la palabra de control.

La clave de explotación es común a todos los usuarios. Los derechos de acceso son actualizados periódicamente (por ejemplo, cada mes); la clave de explotación puede modificarse en circunstancias excepcionales. Es posible transmitir a los usuarios tanto los derechos de acceso como las claves de explotación, utilizando técnicas de direccionamiento radiotransmitido, en los mensajes de gestión de los derechos de acceso (EMM). Las claves de explotación se transmiten cifrados con una clave de distribución propia del suministrador del programa. El contenido de los EMM se protege (al igual que los ECM) utilizando un procedimiento de firma. La clave de distribución puede ser específica de cada uno de los usuarios de un grupo de utilizadores (o incluso de toda la audiencia). Si la clave de distribución es específica del usuario, no puede servir más que para enviar derechos de acceso o claves a un usuario único, identificado por su dirección individual (UA) en un EMM individual (EMM-U). Si la clave de distribución es común a un grupo de usuarios, se utiliza para enviar derechos de acceso a un grupo de usuarios mediante un EMM común compartido (llamado EMM-S). Esta técnica se utiliza con preferencia a la primera en la medida en que permite reducir la velocidad de transmisión de los EMM. El primer método se adapta mejor a los raros casos en que es necesario cambiar la clave de distribución compartida.

La primera clave de distribución de un suministrador de programas se envía igualmente en un EMM, cifrada con la clave del transmisor IK. Esta clave tiene total prioridad en el sistema de claves y es la única que puede dar acceso al procesador de seguridad a un nuevo suministrador de programa. La clave del transmisor es específica de cada usuario y se utiliza en los EMM-U.



EMM:	Mensaje de gestión de derechos de acceso
CW:	Palabra de control
SK:	Clave de servicio (o clave de explotación)
FNCT:	Contador de tramas (procedente de la línea 625)
CAFCNT:	Cómputo de tramas para acceso condicional (procedente de la línea 625)
E:	Derecho de acceso del cliente
IK:	Clave del transmisor
UA:	Dirección única del receptor
P:	Datos de programa
SK	(P; CW) : P y CW encriptados con SK
DK	(E; S): E y S encriptados con DK
IK	(SK; UA): SK encriptado con IK
DK:	Clave de distribución
SA:	Dirección compartida de receptor

FIGURA 6

Diagrama de bloques general que ilustra la jerarquía de claves de un sistema de acceso condicional

2.2 Jerarquía y actualización de las claves

En la Figura 7 se muestra la utilización funcional de las diferentes claves:

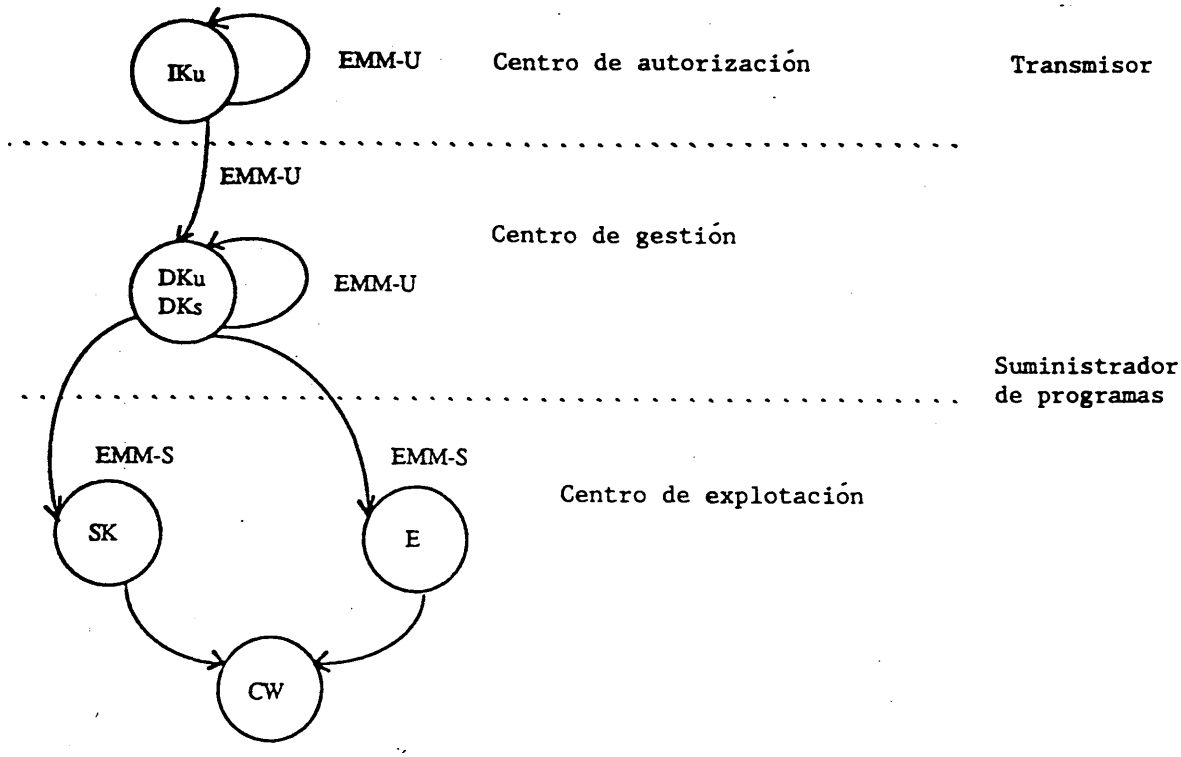


FIGURA 7

Jerarquía de las claves

2.2.1 Clave del transmisor

La clave del transmisor introduce y actualiza todo tipo de claves secretas (DKu, DKs, SK, IKu).

La clave del transmisor es la única capaz de dar acceso a un nuevo suministrador de programas al procesador de seguridad, cargando la primera clave de distribución.

La clave del transmisor se utiliza solamente en mensajes individuales (EMM-U).

2.2.2 Clave de distribución

La clave de distribución única DKu puede actualizar las DKs del servicio a través de los EMM-U.

Las claves de distribución compartidas introducen o actualizan las claves de explotación y de derechos de acceso a través de EMM-S; para esto puede también utilizarse la DKu con un EMM-U, pero este método es menos ventajosos debido al aumento de la velocidad de transmisión de datos.

2.2.3 Clave de explotación

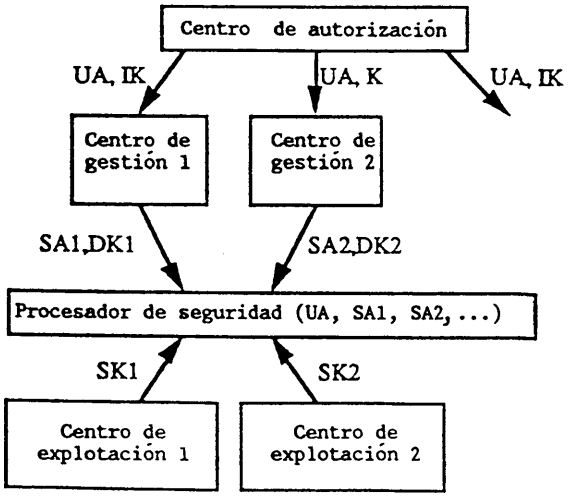
La SK se utiliza para firmar un ECM y para cifrar una palabra de control.

2.2.4 Organización de la jerarquía de claves

Pueden contemplarse dos escenarios principales:

- el centro de autorización se encarga de la gestión de las claves secretas (introducción y actualización);
  - el transmisor introduce y actualiza DKs y SK con IKu;
  - el suministrador de programas actualiza los derechos de acceso E con DKs;
- el centro de autorización se encarga de la inicialización del suministrador de programas pero delega a continuación la gestión de las claves pertenecientes al servicio:
  - el transmisor introduce DKu (utilizando IKu);
  - el suministrador de programas introduce y actualiza DKs, SK y E.

El organigrama de las operaciones se puede representar de la siguiente manera:



Introducción de las claves de distribución

Introducción de la clave de sesión, actualización de los derechos de acceso (y, rara vez, actualización de las claves de distribución y explotación)

Almacenamiento en memoria de las claves de explotación SK1, SK2, ... y de los derechos de acceso

Cálculo de CW

2.3 Seguridad del sistema

2.3.1 Integridad de ECM y EMM

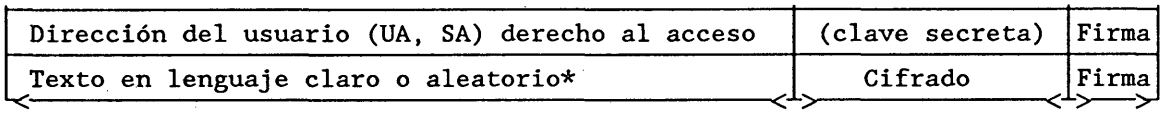
En ECM y EMM se transmiten los dos niveles de datos siguientes:

- datos secretos, transmitidos en forma cifrada (CW, claves secretas),
- datos no secretos cuyo contenido debe gozar de un alto grado de protección (parámetros de acceso condicional, derechos de acceso, dirección única o compartida), y que utilizan un procedimiento de firma.

Es posible que, por razones de reglamentación nacional, haya que enviar los derechos de acceso de manera confidencial, en cuyo caso son aleatorizados. Esta funcionalidad es facultativa.

La estructura de los mensajes es en este caso un texto en lenguaje claro, seguido, llegado el caso, por un campo aleatorizado y terminado por un campo de firma que avala la totalidad del mensaje.

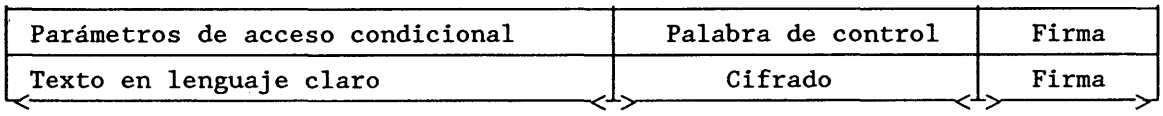
Estructura del EMM:



(clave secreta): facultativa

* El texto aleatorizado es facultativo y no vale más que para la descripción de los derechos de acceso; se puede elegir esta opción por razones de reglamentación nacional.

Estructura de los ECM:



El control de la firma hace imposible la modificación de un campo cualquiera.

2.3.2 Seguridad ofrecida por la jerarquía de claves

La seguridad del sistema se obtiene introduciendo dos niveles diferentes de claves: las claves únicas y las claves compartidas. La posesión de las claves de un servicio es la primera condición para acceder al mismo; la segunda condición es que los derechos de acceso (suscripción, tasación por prestación ...) correspondan a las condiciones de acceso del programa para autorizar la utilización de la clave de explotación SK. Cuando se suprime un abonado, no es necesario cambiar las claves, ya que basta con no actualizar más

los derechos de acceso. Las DKs se utilizan para actualización solamente cuando las claves de explotación han sido descubiertas por piratas. La utilización de claves únicas (IKu o DKu) es excepcional y se reserva para la actualización de las DKs. La actualización de las DKs requiere más capacidad porque hace falta transmitir EMM-U para direccionar individualmente a todos los miembros del grupo. Aunque el uso fraudulento de una clave única no reviste interés, ya que se aplica a un solo usuario, también puede actualizarse este tipo de claves.

2.3.3 Seguridad ofrecida por el procesador de seguridad

El procesador de seguridad debe proporcionar una capacidad de memorización de datos secretos, incluyendo un algorítmo para decodificar los campos cifrados y para controlar la integridad de los datos. El sistema es lo bastante flexible como para permitir la mejora del procesador de seguridad cambiando el algorítmo, aumentando la capacidad de tratamiento (introducción de nuevas condiciones de acceso), etc. sin necesidad de cambiar los receptores. Esta funcionalidad se realiza más fácilmente si el procesador de seguridad es de tipo enchufable (tarjeta inteligente, etc.). El procesador debe estar concebido de manera tal que impida toda utilización del mecanismo de seguridad distinta de aquellas para las que ha sido realizado.

2.3.4 Seguridad de la transmisión

La integridad de la transmisión de todos los parámetros que describen un derecho de acceso (tema/nivel, fechas, crédito, número de programa, etc.) queda asegurada por el método de firma. Este hace imposible modificar con éxito uno o varios bits del mensaje, porque fallaría el control.

Para la transmisión de un crédito se dispone de dos métodos:

- transmisión del monto total de crédito adquirido para un elemento de programa. Ese monto se memoriza en el procesador de seguridad. La compra de cualquier otro programa nuevo sólo es posible si el crédito residual (monto total del crédito, monto total del coste) es superior o igual al coste del programa. El monto total se transmite con una fecha de acreditación;

- transmisión de un suplemento de crédito para un elemento de servicio. El suplemento de crédito se añade al monto total en la tarjeta. Está asociado a una fecha de acreditación para asegurar que no se añada el mismo crédito varias veces en el procesador de seguridad.

2.4 Mensajes compartidos EMM-S

El objeto de los EMM-S es reducir consiguientemente la velocidad de transmisión de datos de los mensajes de gestión. Los usuarios de un mismo grupo reciben la misma actualización de sus derechos de acceso.

Suponiendo que haya que enviar un derecho de acceso E para actualizar la suscripción de los usuarios, el mensaje puede ser:

- un EMM general (EMM-G), interpretado por todos los receptores, para describir el derecho de acceso común;

- varios EMM-S para direccionar a grupos de usuarios.

EMM-G	Derecho de acceso E		
EMM-S1	SA1	ADF1	Firma 1
EMM-Sn	SAn	ADFn	Firma n

en donde:

E : es el derecho de acceso que hay que renovar

SA1 : es la dirección compartida de un grupo de 256 usuarios

ADF1 : es el campo de dirección (256 bits), en el que se atribuye un bit a cada usuario (si el bit es igual a 1, se actualiza el derecho de acceso, si el bit es igual a 0, no se actualiza)

Firma: es la firma de E, SA1, ADF1 utilizando con tal fin la clave de distribución DK1.

Este método permite una consiguiente reducción de la velocidad de transmisión de datos, ya que 256 usuarios comparten un mismo mensaje (lo que contrasta con un EMM-U, donde se utiliza un mensaje por cada usuario).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MASON, A. [1986] The principles of the over air addressed pay-per view encryption system for direct broadcasting by satellite and teletext. IERE Conference Publication Nº 69, septiembre de 1986.

UER [1986] Specification of the systems of the MAC/packet family UER Tech.3258.

BIBLIOGRAFÍA

U.K. Department of Trade and Industry, London [1987] World system teletext and data broadcasting specification.

SECCIÓN 11C: CONTROL, MEDICIONES E INTERCAMBIO INTERNACIONAL DE PROGRAMAS DE TELEVISIÓN

INFORME 628-4

VIGILANCIA Y CONTROL AUTOMÁTICOS EN TELEVISIÓN

(Cuestión 15/11)

(1974-1978-1982-1986-1990)

1. Utilización de señales de referencia de inserción (IRS «Insertion Reference Signals») en los estudios de televisión

1.1 *Objeto de las señales de referencia de inserción*

El Programa de Estudios 12A/11 reconoce la posibilidad de utilizar señales de inserción como instrumentos de referencia y verificación para ajustar las características de la onda de una señal de programa con distorsión, a fin de que puedan ser restablecidas las características originales de la imagen. Esas señales de inserción se denominan «señales de referencia de inserción».

1.2 *Puntos de inserción*

Las señales de referencia de inserción se insertan en la señal de video en todos los puntos de verificación, es decir, en todos los puntos en los que hay personal cualificado que pueda comprobar que los parámetros técnicos de la señal de programa son correctos y que el contenido de la imagen del programa, según se ve en un monitor de imagen, es también correcto. Las señales de referencia que se insertan permanecen en todo momento con la señal de programa y sólo pueden borrarse y reemplazarse en los puntos de reverificación subsiguientes (si es que existen).

Como ejemplo de puntos de verificación cabe citar las salidas de explorador de película y diapositivas, las cámaras de televisión o los mezcladores de visión, etc. En esos puntos el personal técnico comprueba que las IRS insertadas no están distorsionadas y que los parámetros de las señales del programa son correctos. En particular, verifican que el nivel máximo del blanco del programa no excede el nivel de la barra blanca en la IRS.

1.3 *Puntos de corrección*

En el mercado existen correctores automáticos que pueden corregir la mayor parte de las distorsiones lineales de las señales IRS. Los correctores pueden ser utilizados por ejemplo para corregir automáticamente los niveles de luminancia y crominancia, la amplitud de la ráfaga y la amplitud de sincronismo, etc.

Una corrección automática por medio de las IRS puede efectuarse a la salida del conmutador en las series de continuidad que alimentan las redes de distribución de televisión; de este modo todas las señales distribuidas en las redes se ajustan a la norma y a la intención artística del director del programa. Cabe señalar que en los Estados Unidos de América se transmiten señales de referencia de inserción específicas (VIR) a través del sistema de televisión hasta el aparato del usuario, que puede incorporar un circuito de corrección de las IRS.

La corrección manual con las IRS se puede efectuar en los puntos de reverificación; esto sucede en el caso de los mezcladores de imágenes del estudio que corrigen, conmutan a la salida y verifican una señal remota como la procedente de un explorador de película.

Las IRS pueden utilizarse también convenientemente para efectuar pequeños ajustes en la alineación de los magnetoscopios cuando se reproducen cintas que contienen programas. La salida de los magnetoscopios puede considerarse, pues, en cierto modo como un punto de corrección.

1.4 *Forma de onda de las señales de referencia de inserción nacionales*

Muchos países creen que para las IRS nacionales se deberían adoptar las mismas formas de onda que para las señales de prueba de inserción (ITS – «Insertion Test Signals») internacionales [CCIR, 1978-82a]. Sin embargo, puede no ser necesario adoptar todas las formas de onda de las ITS, a efectos de verificación [CCIR, 1978-82b; Zaccarian, 1978]. Otros países prefieren utilizar formas de onda diferentes y más sencillas para la señal de referencia de inserción. En cualquier caso, importa tener la seguridad de que, en la entrada de la red de distribución internacional, las IRS se eliminan después de utilizarlas para efectuar las correcciones necesarias. Se trata así de lograr que no haya posibilidad de confusión con las ITS que pueden después insertarse, conforme a la Recomendación 473.

La UER ha recomendado [CCIR, 1978-82a] que sus organizaciones miembros que funcionan con sistemas de televisión de 625 líneas/50 tramas por segundo y que desean introducir las IRS, empleen las señales que aparecen en las figs. 1 y 2 (tomadas de la Recomendación 473), de preferencia insertadas en las líneas 17 y 330, respectivamente. Si, por motivos de economía, se desea utilizar sólo una de estas señales, la señal que aparece en la fig. 1 debe insertarse sólo en la línea 17 o, alternativamente, la señal de la fig. 2 debe insertarse sólo en la línea 330.

En los Estados Unidos de América la señal de referencia de intervalo vertical (VIR – «Vertical Interval Reference») es transmitida por todas las principales redes de televisión, y muchas estaciones de televisión la insertan localmente. En un boletín técnico publicado por «Electronics Industry Association» (EIA) [EIA, 1982] figura una descripción completa de la señal VIR. La forma de onda de la señal se representa en la fig. 3.

2. Uso de las señales de prueba de inserción (ITS) para la comprobación automática de los sistemas de televisión

2.1 Estaciones emisoras de televisión

En los últimos años, ha sido habitual proyectar las estaciones de transmisión en vista de su funcionamiento sin personal. Ello ha provocado una creciente demanda de sistemas automáticos de medida capaces de comprobar el funcionamiento del transmisor y de alertar e informar, en consecuencia, a las estaciones de control. Por lo general, este equipo automático mide características importantes de la señal de televisión, como los impulsos de sincronismo, los intervalos de supresión y los principales parámetros de las señales de prueba insertadas en el periodo de supresión de trama. El equipo puede también comprobar la frecuencia de las portadoras de sonido y de imagen y, en algunos casos, puede comprobarse la continuidad del canal de sonido detectando la presencia de una señal piloto de audiofrecuencia situada por encima de la banda de frecuencias acústicas. En el caso de los reemisores, los resultados de la medición de la señal de prueba de inserción pueden considerarse prueba suficiente del funcionamiento correcto del canal de sonido.

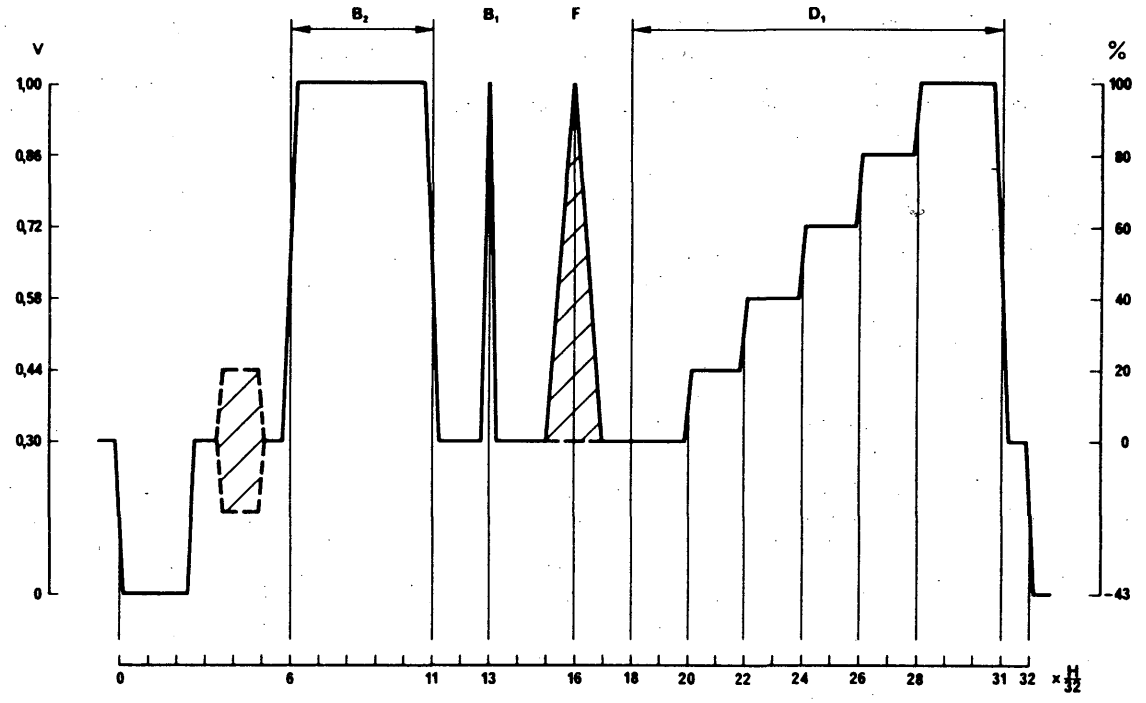


FIGURA 1 – *Señales IRS recomendadas por la UER para su inserción en la línea 17*

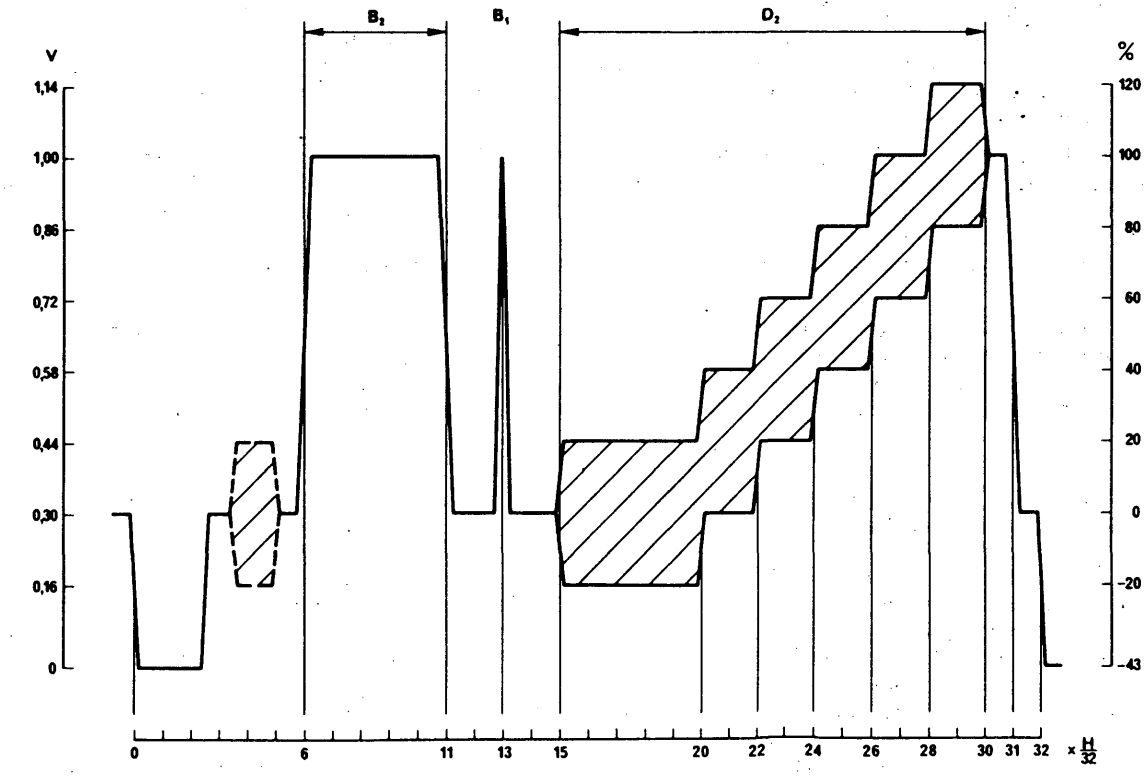


FIGURA 2 – *Señales IRS recomendadas por la UER para su inserción en la línea 330*

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

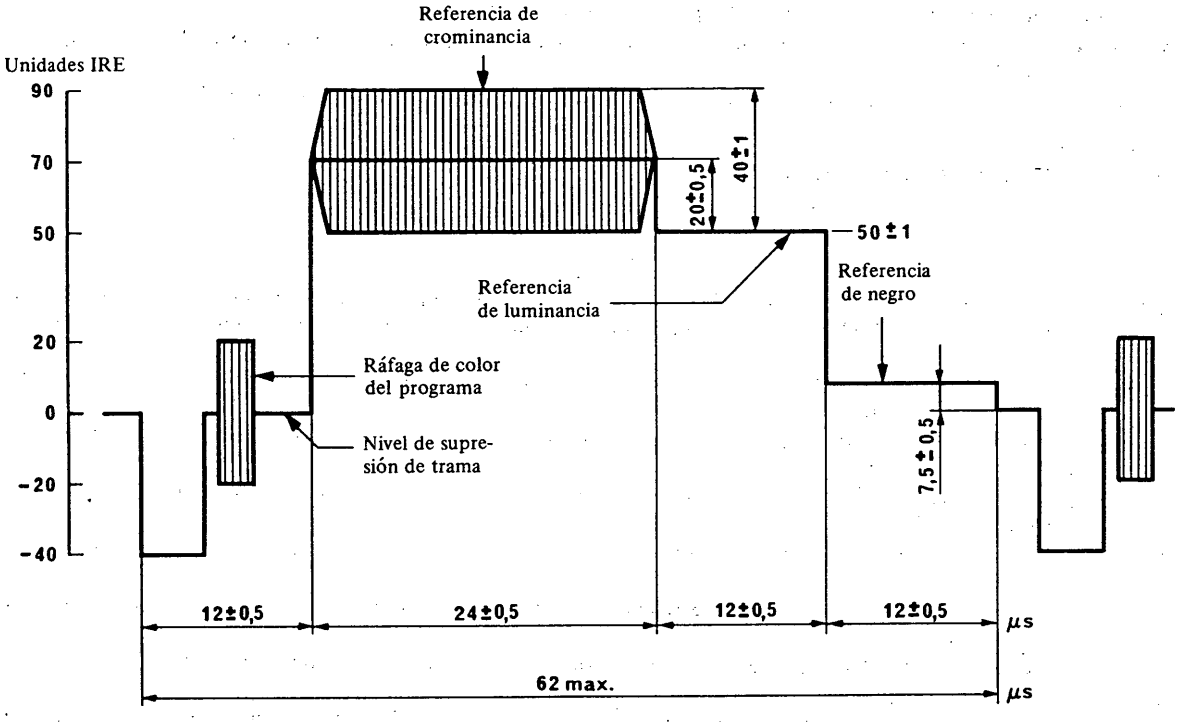


FIGURA 3 – *Señal VIR recomendada para uso en los Estados Unidos de América*

Nota 1. – La señal VIR se inserta en la línea 19 de las dos tramas de televisión.

Nota 2. – Variación cresta a cresta de cualquier nivel nominalmente constante: 0,5 IRE máx.

Nota 3. – Tiempos de establecimiento y caída de las transiciones de luminancia (10%-90%): 0,25 ± 0,05 µs.

Nota 4. – Tiempos de establecimiento y caída de la referencia de crominancia (10%-90%): 1,0 ± 0,25 µs.

Nota 5. – Fase de referencia de crominancia: igual que la ráfaga de color de programa: ± 1°.

Nota 6. – Distorsión armónica de referencia de crominancia: 1% máx.

Nota 7. – Todas las tolerancias son provisionales y se aplican en el punto en que se inserta la VIR en un programa.

El equipo necesario para la comprobación automática de una red de estaciones de radiodifusión puede hallarse en cada una de las estaciones que se han de comprobar o, según otro procedimiento, una estación central directora puede utilizar un sistema más completo, capaz de realizar mediciones por recepción directa de las estaciones alejadas. Cuando el transmisor está en servicio, es conveniente controlar la señal de radiofrecuencia alimentando el sistema de medición mediante un receptor o demodulador de alta calidad. Una serie similar de mediciones puede ser necesaria para la red de enlace entre puntos fijos que distribuye la señal a las principales estaciones de transmisión. Con frecuencia, es posible realizar ambas series de mediciones con el mismo sistema que, en consecuencia, puede supervisar las redes de enlace y los transmisores.

La reciente aparición de los microordenadores de circuitos integrados ha llevado a diseñar un equipo que permite aplicar técnicas de medida totalmente digitales para el análisis *in situ* de parámetros de las líneas de prueba y para la medición del ruido [James y Watson, 1975]. Ello no sólo asegura una mayor flexibilidad, sino que permite realizar apreciables economías, tanto de tamaño como de costo, en relación con el equipo analógico de medida comparable, capaz de realizar las correcciones necesarias.

En el Informe 411 se analizan métodos automáticos de medición y de supervisión de señales video de prueba. Los métodos descritos son también aplicables al control de las estaciones de transmisión.

2.2 Sistemas que transportan señales MAC/paquetes

Los métodos de medición automática y señales de prueba para las señales de la familia MAC/PAQUETES se han descrito en el Documento /CCIR, 1986-90a/ y están en estudio en la CMTT. Los resultados de dichos estudios figuran en el Informe 1096.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EIA [julio de 1982] Recommended practice for use of a Vertical Interval Reference (VIR) signal. *Television Systems Bull.*, **1**. Electronics Industries Association, Washington DC, Estados Unidos de América.

JAMES, A. y WATSON, J. B. [1975] Digital automatic measuring equipment. 9th International Television Symposium, Montreux, Suiza.

ZACCARIAN, P. [diciembre de 1978] The use of insertion signals in television operation at the RAI. *EBU Tech. Rev.*, **172**, 258.

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/252 (UER); **b.** 11/72 (Italia).
/1986-90/: 11/16 (Francia).

BIBLIOGRAFÍA

ALARD M./junio, 1987/ - Automatic Measurement Methods for the MAC/PACKET family. Third International Conference on Television Measurements, Montreux, Suiza. IERE Publication No. 74, ISBN 0 903748 72 X, pág. 168.

ANDERSON, W. N. y McKENZIE, G. A. [octubre de 1970] Automatic control and supervision of television transmitting stations. UER Tech. 3092-E, Unión Europea de Radiodifusión: Symposium on Automation and Computers in Broadcasting.

BARRATT, K. H. [septiembre de 1973] The application of a mini-computer to the automatic measurement of the technical quality of television signals. IEE Conf. Publ. No. 103.

BLAKE, A. R. [septiembre de 1973] Requirements for peripheral hardware used for the measurements of television waveforms. IEE Conf. Publ. No. 103.

KRIVOSHEEV, M. I. [mayo de 1967] Problems of monitoring and measurements in the television chain. 5th International Symposium on Television, Montreux, Suiza.

McKENZIE, G. A. [septiembre de 1972] Experiments with a computer in a television control and monitoring centre. IEE Conf. Publ. No. 88.

McKENZIE, G. A. [octubre de 1973] Automated television waveform measurement by use of a digital computer. 114th SMPTE Technical Conference.

RHODES, C. W. [mayo de 1973] An automated, remote measuring and telemetry system for insertion test signals. 8th International Television Symposium, Montreux, Suiza.

RHODES, C. W. [enero de 1977] Automated measurement by digital means of baseband transmission parameters. SMPTE Winter Television Conference, San Francisco, Calif., Estados Unidos de América.

RHODES, C. W. [junio de 1977] An all digital measuring system for baseband video test signals – Answer II. 10th International Television Symposium, Montreux, Suiza.

SCHAFFER, J. [septiembre de 1973] Digital telemetry for monitoring television signals IEE Conference on the Use of Digital Computers in Measurement. IEE Conf. Publ. No. 103.

STEELE, F. H. [febrero de 1975] Some applications of digital techniques to data broadcast. IEE Londres. *Electron. Power*, Vol. 21, 3, 146-179.

UER [1981] Insertion des signaux de référence (IRS) dans les installations de production de télévision. Recommendation technique de l'UER, R26-1981.

VIVIAN, R. H. [diciembre de 1971] Some methods of automatic analysis of television test signals. *JSMPTE*, Vol. 80, **12**, 963-967.

VIVIAN, R. H. [septiembre de 1973] Software for television waveform measurements by computer. IEE Conf. Publ. No. 103.

WILLIAMSON-NOBLE, G. E. y SEVILLE, R. G. [noviembre de 1966] The television automatic monitor major. IEE Conf. Publ. No. 25.

WISE, F. H. [noviembre de 1966] The use of signals inserted in the field blanking period of the television waveform for control and monitoring of broadcast equipment. IEE Conf. Publ. No. 25.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/186 (URSS).

INFORME 311-6

ESTADO ACTUAL DE LA CONVERSIÓN DE NORMAS

(Cuestión 2/11 y Programa de Estudios 2B/11)

(1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986)

Aunque los primeros métodos de conversión de normas entrañaban la utilización de técnicas electroópticas de transferencia de la imagen, en el Reino Unido y en Japón se han elaborado y empleado métodos más recientes de conversión que no necesitan utilizar la técnica de la transferencia de imagen. Se trata de convertidores de trama, utilizables para la televisión en blanco y negro y en color, que anteriormente utilizaban como memoria líneas de retardo ultrasónicas.

Trabajos en el Reino Unido y en Japón han permitido completar el desarrollo de convertidores de trama digitales que emplean memorias basadas en registros de desplazamiento dinámico o en memorias de acceso directo con capacidad para almacenar 2, 3 ó 4 tramas. Estos convertidores digitales tienen actualmente un uso muy difundido en estaciones terrenas y en centros de radiodifusión del mundo entero. La explotación de estos equipos ha confirmado que los convertidores de este tipo pueden ser relativamente pequeños, y probablemente muy estables en servicio y económicos desde el punto de vista de los costos de explotación. En general, incluyen muchísimos menos controles de preajuste y de ajuste en el curso de la explotación que los equipos analógicos correspondientes. La calidad de funcionamiento de los equipos digitales es a todas luces mejor que la de los convertidores anteriores, y la relación señal/ruido a la salida puede ser considerablemente mejor que la de entrada.

Se ha elaborado un nuevo algoritmo de conversión de normas [CCIR, 1982-86a] que utiliza una técnica de interpolación de posiciones para la conversión de la frecuencia de trama, además de la interpolación lineal convencional, a fin de resolver el problema de la trepidación de la imagen animada. Este algoritmo se aplicó con éxito a un convertidor de normas de 1125/60 a PAL, con objeto de satisfacer la exigencia de que la televisión de alta definición sea convertible a los sistemas de televisión existentes, manteniendo una calidad esencialmente equivalente a las de esos sistemas.

Los resultados de la prueba subjetiva sobre la calidad de la imagen de salida de este convertidor, llevada a cabo por varias organizaciones de radiodifusión, muestran que la diferencia de calidad entre las imágenes convertidas y las imágenes PAL directas es pequeña. Se piensa que una calidad esencialmente equivalente a la calidad PAL será posible en un plazo de tiempo razonable [CCIR, 1982-86b].

El algoritmo de conversión utilizado en este convertidor puede aplicarse no sólo a la conversión entre sistemas de televisión existentes sino también a la conversión entre sistemas de televisión y sistemas de película.

En varios países se ha trabajado considerablemente en el diseño y realización de convertidores. Con la intención de ayudar a todos los que trabajan en este campo se incluye a continuación una Bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1982-86]: **a.** 11/270 (Japón); **b.** 11/405 (UER).

BIBLIOGRAFÍA

ABU [2-8 de noviembre de 1973] Asian Broadcasting Union. Television standards converter. The Second World Congress of Broadcasting Organizations, Río de Janeiro, Brasil.

ASTLE, J. M. y SHELTON, W. T. [1980] Digital television standards converter with random access memory storing four fields. International Broadcasting Convention, Brighton.

BALDWIN, J. L. E. [1970] New techniques in television standards conversion. IEE Conf. Publ., No. 69.

BALDWIN, J. L. E., STALLEY, A. D., COFFEY, J. A., GREENFIELD, R. L., LEVER, I. R. y TAYLOR, J. H. [septiembre-octubre de 1974] The world's first digital field rate converter. *Roy. Telev. Soc. J.*

BALDWIN, J. L. E., STALLEY, A. D. y KITCHIN, H. D. [enero-febrero de 1974] A standards converter using digital techniques. *Roy. Telev. Soc. J.*, **14**, 1.

BOYER, R. [febrero-marzo y abril-mayo de 1975] Le transligneur numérique 625-819 lignes. 2e Partie: Constitution et mode de fonctionnement. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 1/5, **36**, 10-17; Vol. 2/5, **37**, 36-47.

CLARKE, C. K. P. y ROE, G. D. [1978] Developments in standards conversion. International Broadcasting Convention, Wembley.

DAVIES, R. E., EDWARDSON, S. M. y HARVEY, R. V. [marzo-abril de 1971] Electronic field-store standards converter. *Proc. IEE*, Vol. 118, **3/4**, 460-468.

EDWARDSON, S. M. y JONES, A. H. [octubre de 1971] Digital television synchronizers and converters. *Wireless World*, 77, 479-482.

GUINET, Y. [febrero-marzo de 1975] Le transligneur numérique 625 lignes/819 lignes: conception et résultats *Radiodif.-Télév.*, Vol. 1/5, **36**, 1-9.

IBA [septiembre de 1972] New IBA picture converter for transatlantic colour television uses computer technology. IBA Engineering Information.

IBA [junio de 1973] DICE – Digital Intercontinental Conversion Equipment. *IBA Tech. Rev.*, **3** – Digital Television.

KHLEBORODOV, V. [abril de 1978] Dvumeryi analiz preobzazovatelya kadrovogo standarta (Análisis bidimensional de convertidores de almacenamiento de campo). *Tekhnika Kino i Televideniya*, **4**.

KINUHATA, K., SASAKI, H., YAMAMOTO, H. y AMANO, K. [1974] A digital standards converter for television using intra-frame line interpolation techniques. IEEE International Conference on Communications. (ICC'74), Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos de América.

KINUHATA, K., SASAKI, H., YAMAMOTO, H. y AMANO, K. [noviembre de 1975] Digital standards converter for colour television. Denshi Tokyo of IEEE.

LE COUTEUR, G. M. y OSBORNE, D. W. [1970] A field-store converter/synchronizer. IEE Conf. Publ., No. 69.

LORD, A. V., RAINGER, P. y ROUT, E. R. [1970] Digital line-store standards conversion. IEE Conf. Publ., No. 69.

RADIO AND ELECTRONIC ENGINEER [abril de 1971] Digital techniques in broadcast engineering, *Radio Electron. Eng.* S48-S49.

RTSJ [mayo-junio de 1971] Progress in digital television. *Roy. Telev. Soc. J.*, Vol. 13, **9**, 199-201.

SAKATA, H., TANIMURA, H., KANEKO, R., KUSAKA, H., SAITO, T., VEHARA, T., KUBO, T. y YOKOZAWA, M. [marzo de 1971] Television standards converter. NHK Tech. Monograph No. 17.

SATOH, H., KINUHTA, K. y MAKITA, F. [julio de 1971] Television standards converter. *KDD Tech. J.*, Vol. 69, **1**.

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/88 (Japón).

INFORME 804

DEFINICIONES DE PARÁMETROS PARA LA MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE SEÑALES DE PRUEBA DE INSERCIÓN EN TELEVISIÓN

(Cuestión 15/11, Programa de Estudios 15D/CMTT)

(1978)

En la Reunión Intermedia del CCIR (Ginebra, 1976) se reconoció la necesidad de definir los parámetros para la medición automática de las señales de prueba de inserción (Recomendación 473). En aquel momento, la CMTT preparó un proyecto de Recomendación sobre el tema y se invitó a todas las administraciones a que enviaran contribuciones acerca de la aplicación de las definiciones.

En su reunión de 1977, la CMTT adoptó un texto revisado en el que se especificaban en forma de Recomendación 569 una serie de parámetros. Se cree que los procedimientos de explotación se simplificarían considerablemente si se adoptara una serie unificada de definiciones de los parámetros a utilizar tanto en enlaces entre punto fijos, como en transmisores y en señales de estudio. Por consiguiente, conviene utilizar en los estudios y en los transmisores las definiciones dadas en la Recomendación de la CMTT. Se necesitan nuevas contribuciones sobre la aplicación de estas definiciones en todos los puntos de la cadena de transmisión, incluido el estudio.

INFORME 1081-1*

SINCRONIZACIÓN NECESARIA PARA UNA RECEPCIÓN SATISFACTORIA DE LAS SEÑALES DE IMAGEN Y SONIDO DE TELEVISIÓN

(Cuestión 35/11)

(1986-1990)

1. Introducción

Un programa de televisión puede ser degradado por una falta de sincronismo, es decir, una mala sincronización entre las señales de imagen y sonido.

La pérdida de la sincronización de tiempos entre imagen y sonido puede producirse en dos sectores principales:

- en el equipo utilizado para efectos especiales o tratamiento de interconexión o previo a la emisión, como son las unidades digitales de efectos especiales de vídeo, sincronizadores, convertidores de normas y equipo de codificación digital de audio. Este equipo será necesariamente diferente para las señales de sonido y de imagen, por lo que puede introducir un retardo diferencial apreciable entre estas componentes. Aunque la magnitud del retardo diferencial introducido por los diferentes elementos de equipo puede ser relativamente pequeño, el efecto acumulativo que se produce cuando este equipo se halla en cascada a lo largo de la cadena puede ser considerable.
- al enviarse las señales de sonido y de imagen por circuitos separados, en particular si uno de los circuitos es terrenal y el otro por satélite.

---

* Este Informe debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 10 y de la CMTT.

2. Efectos de las variaciones de la sincronización entre sonido e imagen

En la vida real, lo normal es que no se perciba una señal sonora antes de la correspondiente señal visual. El sonido se retarda normalmente con respecto a lo que se ve; el grado aceptable de retardo se determina mediante experiencias subjetivas. La televisión, admite cierta tolerancia en cuanto al punto a partir del cual un retardo excesivo provoca una molestia subjetiva. Habrá retardos inherentes debidos a factores fundamentales tales como la distancia de la fuente al micrófono y la distancia del altavoz de reproducción al oyente. Las indicaciones subjetivas serán proporcionadas por la elección del enfoque de la cámara, por ejemplo, plano largo, medio o corto, este último a menudo obtenido mediante teleobjetivos de gran distancia focal.

Estudios realizados por la UER [CCIR, 1986-90 a, b] y en Australia [CCIR, 1982-86] sugieren que cuando el retardo del sonido con respecto a la imagen es del orden de 40 ms, es a menudo detectable. Esto corresponde a un trayecto en el espacio del orden de 13 metros entre la fuente y el oyente.

El cuadro I resume las conclusiones de estos estudios:

CUADRO I

Documentos presentados al CCIR	Criterios	Sonido adelantado con respecto a la imagen	Sonido retardado con respecto a la imagen
Australia [CCIR,1982-86]	"detectable"	20 ms	40 ms
	"subjetivamente molesto"	40 ms	160 ms
Reino Unido [CCIR,1986-90a]	límite recomendado (UER) para las salidas que alimentan los transmisores de radiodifusión	40 ms	60 ms

Estos resultados se corresponden con los presentados en el Informe 412.

3. Métodos de ajuste

En la práctica, el ajuste se realiza introduciendo retardo adicional en la señal de sonido o imagen. En general es preferible retrasar el sonido por ser menos costoso.

Desgraciadamente, las señales de sonido analógicas no contienen información de sincronización adecuada para controlar el funcionamiento del equipo, y que pueda automáticamente corregir las diferencias de tiempo que puedan acumularse en un trayecto del programa para su transmisión final. La corrección manual puede realizarla con dificultad un operador experimentado mediante la observación de las indicaciones audibles y visuales. Idealmente, las alteraciones del retardo relativo de las señales de audio debe hacerse sólo en los periodos de silencio, ya que los cambios manuales pueden producir efectos perturbadores. Por tanto, es muy conveniente llevar a cabo esta corrección antes del comienzo de la transmisión, posiblemente durante un ensayo, por ejemplo, por medio de una "claqueta" manual como la que se utiliza en la industria cinematográfica o una señal de prueba equivalente. A fin de corregir las variaciones de sincronización de imagen-sonido durante una transmisión, sería conveniente producir una señal de control para insertar automáticamente un retardo de audio correspondiente. Un ejemplo de este tipo de equipo, actualmente disponible al menos en una norma de televisión, es un sincronizador que incorpora una unidad de adaptación del retardo del sonido.

En una Contribución australiana se propone que un método podría consistir en utilizar los datos de estado del canal especificados en la Recomendación 647 para el interfaz de audio digital. En el Documento [CCIR, 1986-90c] se describe un método para obtener un código de 11 bits que podría añadirse a la señal de vídeo para utilizarla en el restablecimiento, en un punto posterior de la cadena, de la sincronización entre el vídeo y el audio.

En el caso de señales de sonido digital, podría incorporarse información de sincronización en los datos para controlar el equipo de corrección automática.

El equipo digital de tratamiento de sonido y de imagen debe poder adaptar retardos de tratamiento para asegurar que no exista ningún error de sincronización a la salida.

4. Acumulación de retardos

En circuitos de gran longitud, en los que intervienen varias organizaciones, no es raro que cada una de ellas introduzca pequeños retardos. Si bien cada retardo individual puede ser aceptable, el error acumulativo puede llegar a ser excesivo. Por otro lado, cuando el programa procede de diversos segmentos recibidos de distinto origen, cada uno de los cuales presenta diferentes errores de sincronización, la corrección subsiguiente resulta impracticable.

5. Conclusión

Es importante que la sincronización del sonido y la imagen se reduzca al mínimo, para evitar una degradación inaceptable del programa. Conviene que cada organización que trate la señal garantice una sincronización correcta en el punto de intercambio.

Incluso con programas relativamente poco críticos, la experiencia revela que un adelanto del sonido del orden de 40 ms o un retardo del orden de 160 ms serán perturbadores para un considerable número de observadores. Cuando el programa contiene frecuentes indicaciones audibles y visuales, por ejemplo, sincronismo del movimiento de los labios, se ha determinado que es detectable un error de sincronización superior a un adelanto de 20 ms o a un retardo de 40 ms.

Se requieren más estudios para minimizar estos errores de sincronización y normalizar los métodos de corrección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1982-86]: 11/364 (Australia).

[CCIR, 1986-90]: a. 11/33 (Reino Unido); b. 11/54 (UER); c. 11/564 (Australia).

INFORME 1237

PERIODISMO ELECTRÓNICO POR SATÉLITE

(1990)

El texto de este Informe, aprobado conjuntamente por las Comisiones de Estudio 10, 11 y CMTT, figura en el Volumen XII.

INFORME 1218

MEDICIONES EN TVAD*

(Cuestión 27/11, Programa de Estudios 27C/11)

(1990)

1. Introducción

La Televisión de Alta Definición (TVAD) se encuentra en evolución. La medición de los parámetros de TVAD constituye una nueva tarea, y ese tipo de técnicas de medición deben definirse con antelación al desarrollo y realización del soporte físico correspondiente.

2. Consideraciones generales

Al generar las señales de TVAD, las componentes de luminancia necesitan una anchura de banda de aproximadamente 30 MHz (en el caso de la exploración progresiva la anchura de banda es de aproximadamente 60 MHz) y cada una de las señales de diferencia de color ocupa una anchura de banda del orden de los 15 MHz (30 MHz en el caso de la exploración progresiva).

En [CCIR, 1986-90a] se afirma que los requisitos de exactitud en la generación y transmisión de señales de TVAD (antes y después de la codificación) aumentan considerablemente puesto que su distorsión es más visible en las pantallas grandes. Las características concretas de las mediciones de TVAD se ven condicionadas, en principio, por el hecho de que las señales utilizadas ocupan una banda ancha [Krivocheev y Dvorkovich, 1989].

---

* Véase la Recomendación 567 en relación con las señales de prueba para los sistemas de TV clásicos.

En [CCIR, 1986-90a] se afirma además que las distorsiones de las señales de TVAD pueden obedecer también a una respuesta transitoria inadecuada y a las características estáticas y dinámicas de no linealidad del equipo de codificación y transmisión de las señales de TVAD, así como a diferentes tipos de interferencia aditiva y multiplicativa. Dada la amplia gama de frecuencias y la necesidad de un control exacto del nivel de señal observadas, es preciso que las técnicas de tratamiento digital permitan realizar una evaluación adecuada de la señal. En [CCIR, 1986-90a, b] se expone un enfoque matemático de la situación.

3. **Métodos de prueba**

En [CCIR, 1986-90a] se indica que deben examinarse las siguientes características de transferencia:

- distorsiones de muy larga duración debidas a cambios de escena (a frecuencias inferiores a la frecuencia de cuadro o de trama);
- distorsiones de larga duración (a la frecuencia de cuadro o de trama y sus armónicos);
- distorsiones correspondientes a la duración de una línea (a la frecuencia de línea y sus armónicos);
- distorsiones de corta duración (a vídeofrecuencias o medias);
- distorsiones de muy corta duración de detalles finos (a vídeofrecuencias superiores).

En [CCIR, 1986-90a]; Krivocheev, 1976; Dvorkovich, 1988a; Dvorkovich, 1988b; Krivocheev y Dvorkovich, 1989], se estudian y describen los requisitos de una serie de cartas de ajuste y señales de prueba que son adecuadas para obtener las mencionadas características de transferencia.

En [CCIR, 1986-90b] se han propuesto también las siguientes señales de prueba:

- una secuencia multiráfaga con dos referencias para la medición de la respuesta amplitud/frecuencia* (fig. 1);
- una secuencia de señales compleja utilizada para medir las funciones de transferencia y las características de impulsos de los canales de luminancia y de los canales de diferencia de color* (fig. 2);
- una onda con barrido de frecuencia utilizada para medir la respuesta continua amplitud-frecuencia y el retardo de grupo (fig. 3);
- un par de señales en escalón que lleven señales de impulsos de diferentes polaridades y tonos sinusoidales de prueba de diferentes frecuencias vídeo, respectivamente, para evaluar las distorsiones estáticas y dinámicas no lineales (fig. 4).

---

* Los grupos de elementos incluidos en esta señal podrían disponerse o bien alternativamente en el intervalo de línea de la señal o secuencialmente en varias líneas de la señal.

En [CCIR, 1986-90c] se indican los elementos de unas posibles cartas de ajuste para la televisión de alta definición y se brindan ejemplos de cartas de ajuste (figs. 5 y 6):

- una carta de ajuste de TVAD que consiste en líneas paralelas negras y blancas de resolución variada y a diferentes ángulos con respecto a los ejes horizontal y vertical, ello puede utilizarse para la evaluación de la resolución;

- una carta de ajuste de TVAD que consiste en un círculo de diámetro específico en una trama de puntos y líneas ortogonales. Puede utilizarse para la determinación del ruido de tipo fijo y las distorsiones de cuadro.

El programa de estudios 27C/11 abarca también las mediciones de la calidad de funcionamiento de los canales de transmisión, y su efecto puede depender del formato de señal utilizado para la transmisión.

Para la transmisión MUSE, el [CCIR, 1986-90d] indica que la calidad de imagen resultante puede describirse correctamente con valores de los errores de amplitud medidos en los puntos de muestreo utilizando una función logística.

También se ha desarrollado [CCIR, 1986-90e] un comprobador de relación C/N de TVAD y un contador de errores en los bits en la transmisión audio digital de TVAD, para la radiodifusión por satélite de señales MUSE.

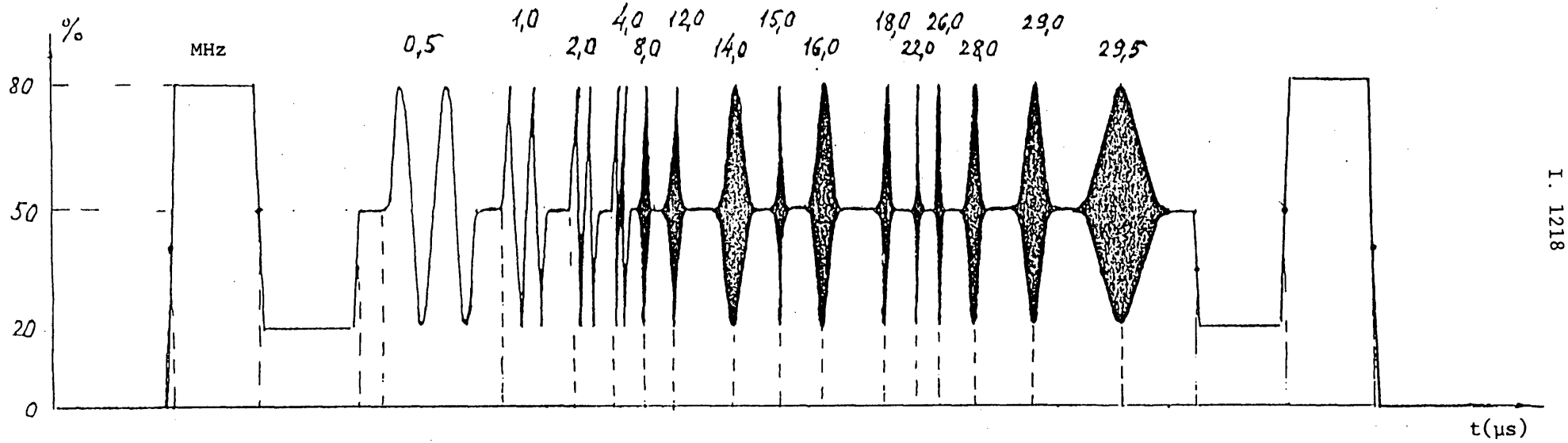
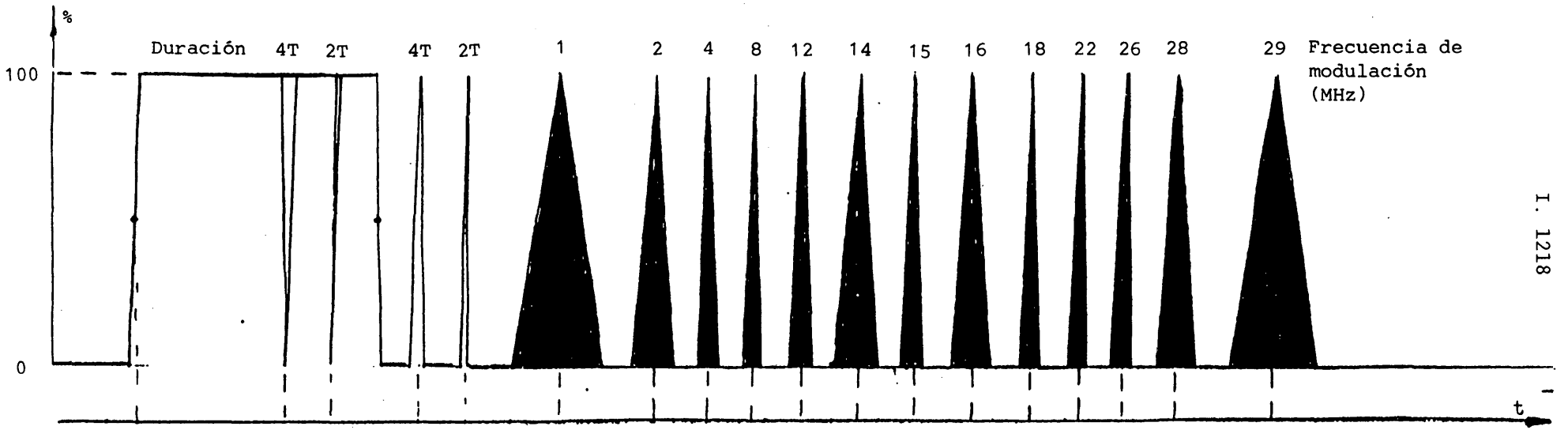


FIGURA 1

Señal de prueba para la medición de la respuesta **amplitud/frecuencia** a diferentes frecuencias



T (periodo) = 16,67 ns

FIGURA 2

Señal de prueba para la medición de las funciones de transferencia y las características de impulsos

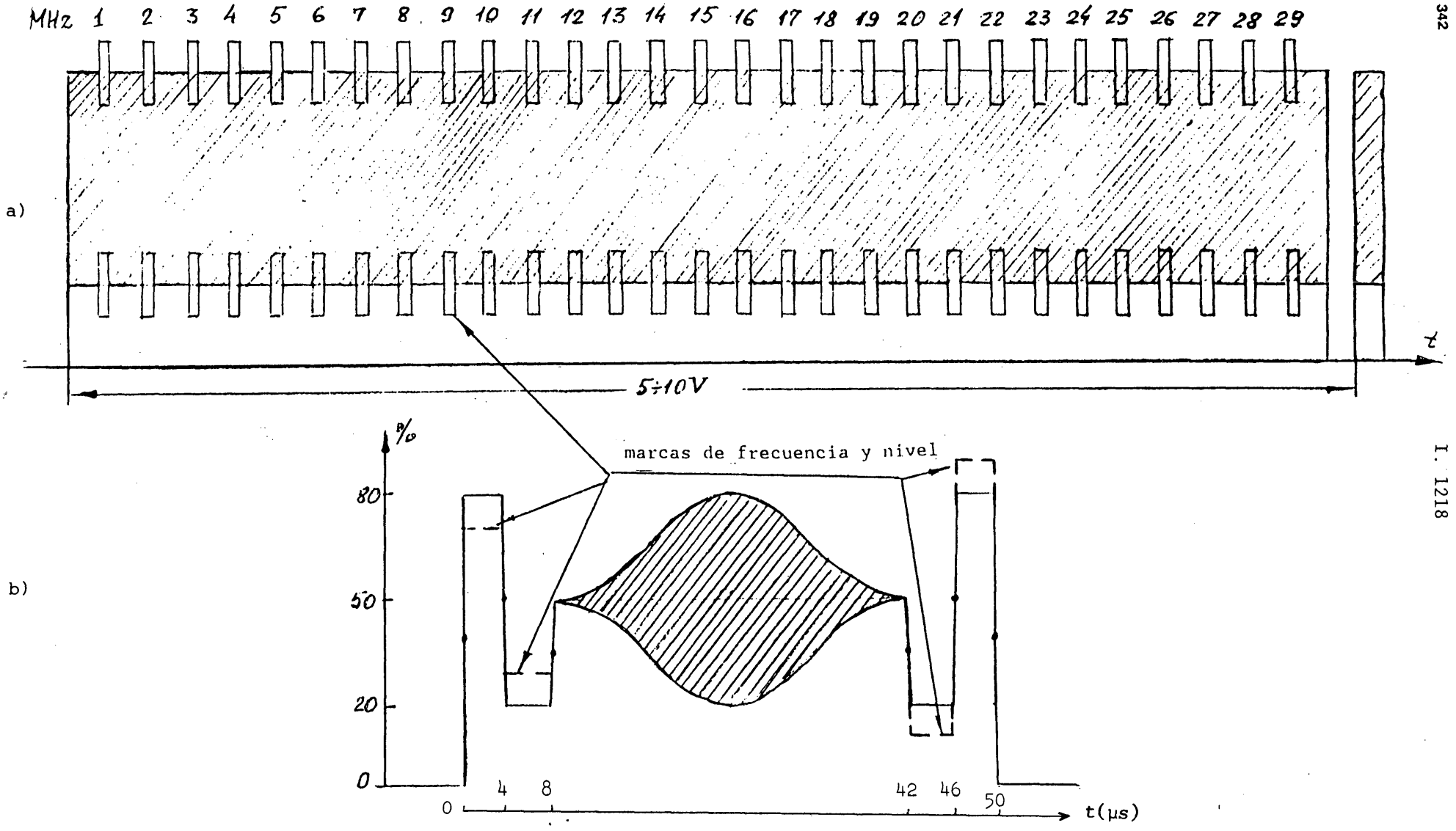


FIGURA 3

Señal de prueba para la medición de la respuesta continua amplitud/frecuencia y el retardo de grupo

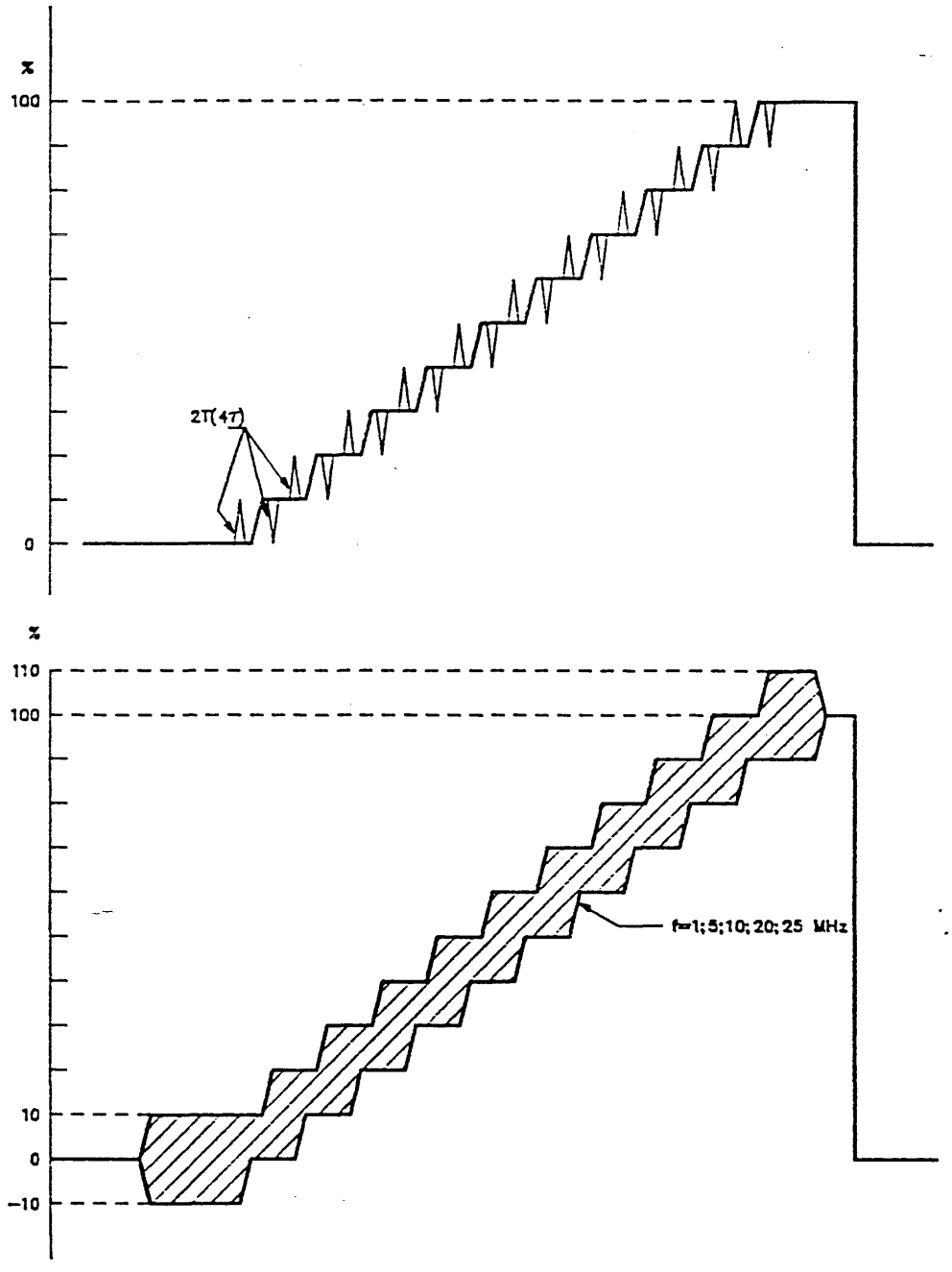


FIGURA 4 - Señales de prueba para la medición de las distorsiones no lineares

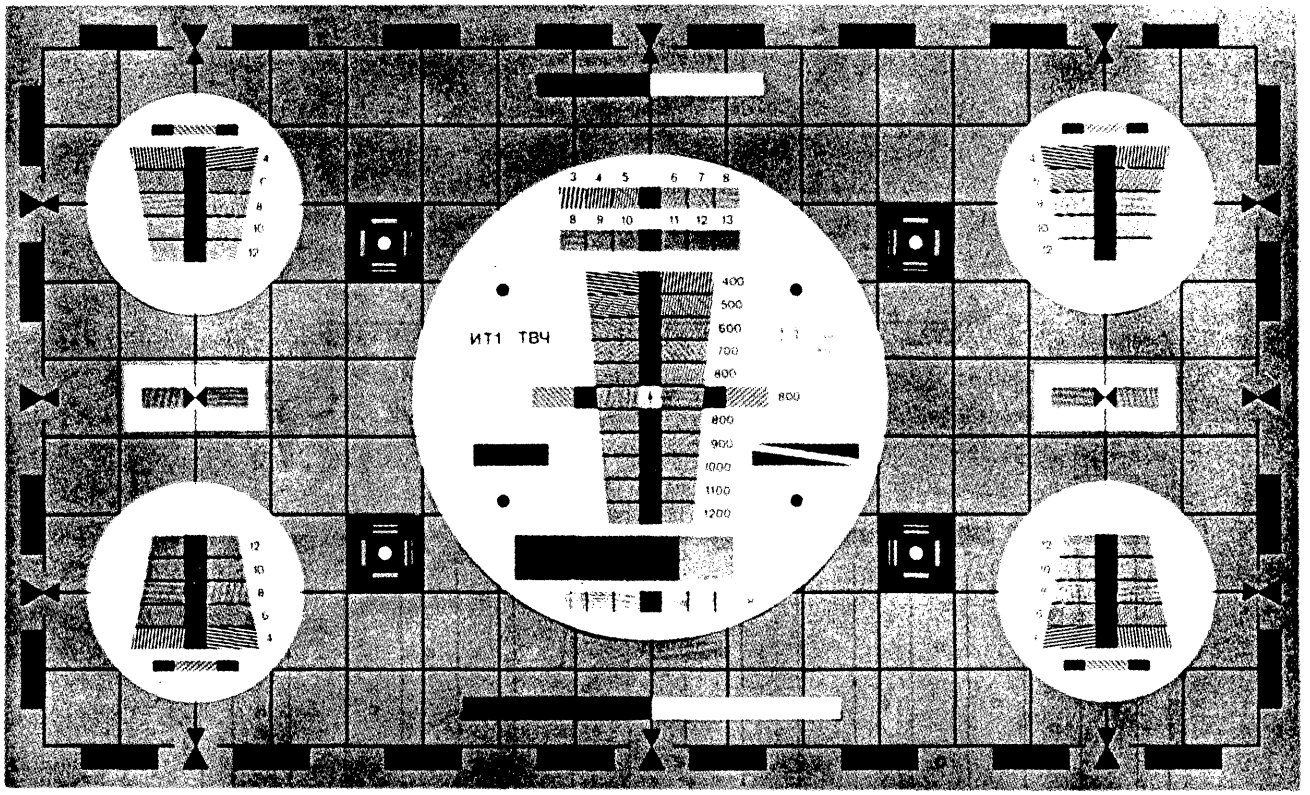


FIGURA 5

Carta de ajuste de la resolución para TVAD

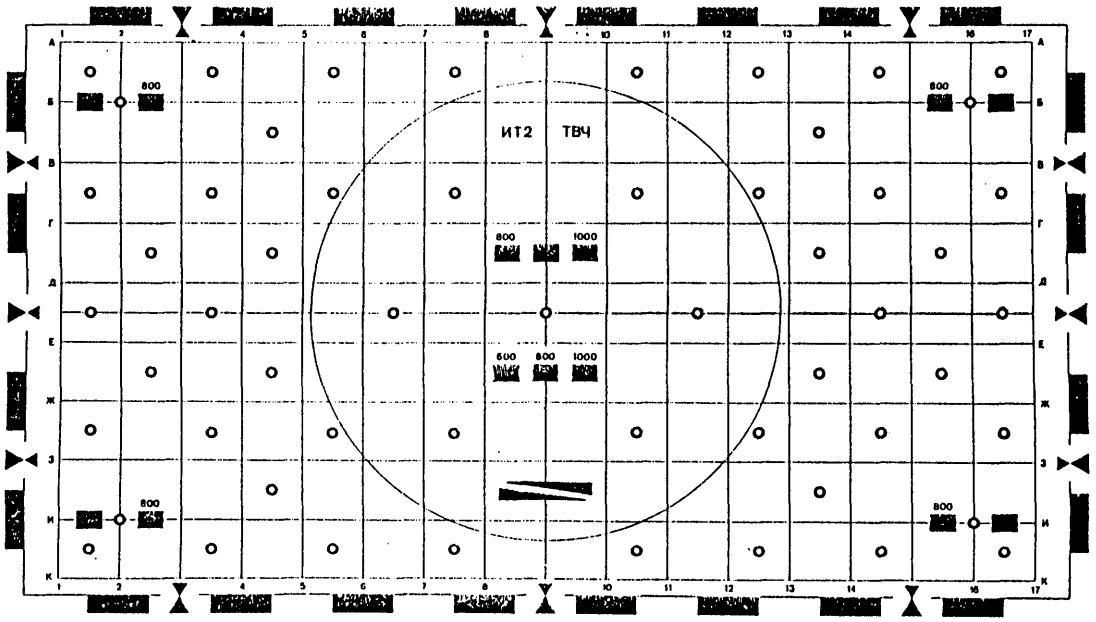


FIGURA 6

Carta de ajuste de la linealidad para TVAD

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KRIVOCHEEV, M.I. [1976] - Osnovy televisionnykh izmereniya (Principios para las mediciones de televisión). Sviaz.

KRIVOCHEEV, M.I. y DVORKOVICH, V.P. [Agosto, 1989] - Izmereniya y TVCH (Mediciones en TVAD). Elektrosviaz.

DVORKOVITCH, V.P. [1988a] - Optiminatsiya izmeritelnykh signalov dlya ostenki televisionnogo kanala (Optimización de las señales de prueba para la evaluación de las características de los canales de televisión). Radiotekhnika, 1988, N2.

DVORKOVITCH, V.P. [1988b] - Optimalnye metody izmereniya parametrov televisionnogo kanala (Métodos óptimos para la medición de los parámetros de los canales de televisión). Radio y Televisión OIRT, 1988, N6.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/6-2104 (URSS), b. 11/6-2105 (URSS), c. 11/6-2106 (URSS). d. 11/580 (Japón); e. 11/578 (Japón).

SECCIÓN 11D: CALIDAD DE LAS IMÁGENES Y FACTORES QUE LA DETERMINAN

INFORME 1205

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PRUEBAS SUBJETIVAS EN TELEVISIÓN

(Cuestión 3/11, Programas de Estudios 3A/11 y 3D/11)

(1990)

1. Introducción

Durante un experimento de evaluación subjetiva de la calidad de un sistema de televisión se recoge gran cantidad de datos. Estos datos vienen expresados en forma de hojas de notas de los observadores, o su equivalente electrónico, y deben condensarse mediante técnicas estadísticas para obtener un resultado, gráfico o numérico, que resuma la calidad del sistema en evaluación. En los anexos II y III al Informe 405-5 (Dubrovnik, 1986) figura información sobre diversos métodos de análisis que se han propuesto.

En este Informe se propone un método único de análisis. Es simple de utilizar y se ha estudiado en profundidad durante muchos años. Existen otros métodos, que pueden ser más precisos en circunstancias especiales, pero que son más difíciles de entender y más complejos de utilizar. Solamente se justifica su empleo en casos especiales.

En el cuerpo de este Informe se describe dicho método sin exponer los argumentos sobre los que se basa. En sus anexos I a III se puede encontrar información adicional y variantes de este método. En el anexo IV se estudia el error esperado en una evaluación subjetiva. En el anexo V se incluye información adicional sobre la precisión de los resultados de las evaluaciones subjetivas. En el anexo VI se describe un método avanzado de proceso estadístico que ha resultado útil en el estudio de familias de sistemas o dispositivos que tienen una gama de características de calidad muy amplia.

2. Determinación de los resultados de prueba para un valor particular de degradación

La magnitud objetiva de la degradación se caracteriza por un número específico, según la magnitud convencional adoptada para describir los efectos de que se trate: por ejemplo, la relación señal/ruido se da en decibelios, la distorsión de fase diferencial en grados, etc. Este valor numérico se denomina D y se define con más precisión en el punto 3.

Las pruebas realizadas manteniendo D constante, de acuerdo con los principios establecidos en la Recomendación 500, conducen a una cierta distribución de grados en la escala de cinco notas utilizada. Esta distribución incluye las diferencias de apreciación entre los observadores y el efecto de las diversas condiciones propias de los experimentos, por ejemplo, la utilización de varias imágenes.

En lo sucesivo, U denotará el grado de calidad (1 a 5) en la escala utilizada.

El análisis de esta distribución indica, para cada grado U_i, la proporción con respecto al total de las opiniones p_i (obsérvese que $\sum_i p_i = 1$)

El análisis de esta distribución puede efectuarse por dos métodos:

2.1 Calculando simplemente la opinión media directa

$$\overline{U} = \sum_{i=1}^{5} i \cdot p_i \qquad (1)$$

2.2 Hallando un modelo matemático (o una función de interpolación) que suavice los errores aleatorios en las proporciones medidas p_i.

Las distintas soluciones que se han propuesto a este problema se clasifican en dos grupos principales. El primer grupo comprende los modelos que dan directamente las proporciones en los cinco grados. Es un ejemplo de ese modelo:

– la distribución binomial modificada [Prosser y otros, 1964], que se describe por la opinión media y el orden (número entero).

Nota 1. – Para ajustar el modelo elegido a los resultados experimentales de un estado de degradación dado, un método eficaz consiste sencillamente en igualar la media y la desviación típica de los grados, proporcionadas por el modelo a las que efectivamente se observen.

Nota 2. – En los experimentos con un tipo dado de degradación se observa frecuentemente que un único valor del parámetro de anchura (u orden binomial, etc.) basta para ajustar un modelo bien elegido a todos los estados de degradación que se ensayan. Las diferencias entre la desviación típica que efectivamente se observa en un estado de degradación dado y la que proporciona el modelo, no son superiores a las que pueden explicarse por el error de muestreo. En efecto, se comprobó que un único parámetro de anchura puede aplicarse a muchos tipos diferentes de degradación. De ese modo, la obtención de un modelo de distribución con un parámetro de anchura que se aplique a todos los estados de degradación en un experimento y el establecimiento de una relación entre la tendencia central (media o mediana) y la magnitud objetiva pueden considerarse operaciones independientes.

3. Determinación de la relación entre U_m y D

La primera operación a que se someten los datos consiste en establecer la relación entre la opinión media U_m (o $\overline{U}$) y la medida objetiva de la distorsión D para diferentes valores de ésta. El paso siguiente consiste en hallar una relación continua simple entre U_m y D.

3.1 Aproximación por una función logística simétrica

La aproximación de esta relación experimental por una función logística ofrece particular interés.

Las operaciones a que se someten los datos relativos a U_m pueden efectuarse de la manera siguiente:

3.1.1 La escala de valores de U_m se normaliza tomando una variable continua u, tal que:

$$u = (U_m - 1)/4 \qquad (2)$$

estando U_m comprendida en la gama de 1 a 5.

3.1.2 La representación gráfica de la relación entre u y D muestra que la curva tiende a presentar una forma sigmoide antisimétrica, siempre que los límites naturales de los valores de D, fuera de la región en que u varía rápidamente, sean lo suficientemente amplios.

La función $u = f(D)$ puede aproximarse entonces utilizando una función logística convenientemente elegida, tal como la que viene dada por la relación general siguiente:

$$u = 1/[1/u_0 + \exp(D - D_M)G] \qquad (3)$$

donde G puede ser positivo o negativo.

En esta expresión se observará la presencia de la constante u_0*. Ésta representa, en la función $u = f(D)$, el valor asintótico de u para una degradación muy pequeña.

Esta peculiaridad de la curva $u = f(D)$ suele encontrarse a menudo, y es característica del hecho de que, incluso para un nivel de degradación que sea teóricamente igual a cero, el grado medio de calidad obtenido en el curso de las pruebas no alcanza el valor límite $U_m = 5$, o $u = 1$. Como resultado de diversas imperfecciones de la imagen, el valor medido es u_0.

3.1.3 El valor u, obtenido mediante la aproximación de la función logística óptima, se utiliza para hallar un valor numérico I tal que:

$$I = (1/u) - 1 \qquad (4)$$

Cuando el valor de u_0 no es igual a 1, esta transformación da el siguiente valor límite de I:

$$I_0 = (1/u_0) - 1 \qquad (5)$$

* En las publicaciones, esta constante se denomina también H.

3.1.4 Si I_{exp} es el resultado bruto obtenido de las ecuaciones (3) y (4), se le aplica una corrección de acuerdo con la relación $I_u = I_{exp} - I_0$.

En la práctica conviene, para la representación gráfica de los valores de I_u en función de la degradación D, utilizar para I_u una escala logarítmica. Si se procede de esta manera, la función logística utilizada para representar la relación adopta la forma de una línea recta en este gráfico. La expresión de esta relación sería, en efecto:

$$I_u = \exp (D - D_M)G \qquad (6)$$

Se observará que, en este gráfico, los valores experimentales sobre los que se trabaja para obtener los valores correspondientes de I_u, estarán sensiblemente en una línea recta.

La interpolación de una línea recta es sencilla y en algunos casos su precisión permite considerar que dicha línea recta representa la degradación debida al efecto medido por D.

En esta representación, la medida directa de la degradación por el valor D se indica en una escala lineal. La pendiente de la característica se expresa entonces mediante:

$$S = \frac{D_M - D}{\log_e I} = \frac{1}{G}$$

y, para el valor particular D, donde $I = e$ y $I = 1/e$, resulta:

$$|S| = D_M - D = \Delta D$$

La fig. 1 muestra la representación así obtenida. Los valores de I se expresan, de conformidad con las propuestas hechas por Lewis y Allnatt [1965], en unidades «imp» («impairment» = degradación).

La línea recta puede designarse por la característica de degradación asociada a la degradación específica que se considera. Se observará que la línea recta puede definirse por los valores característicos D_M y G de la función logística.

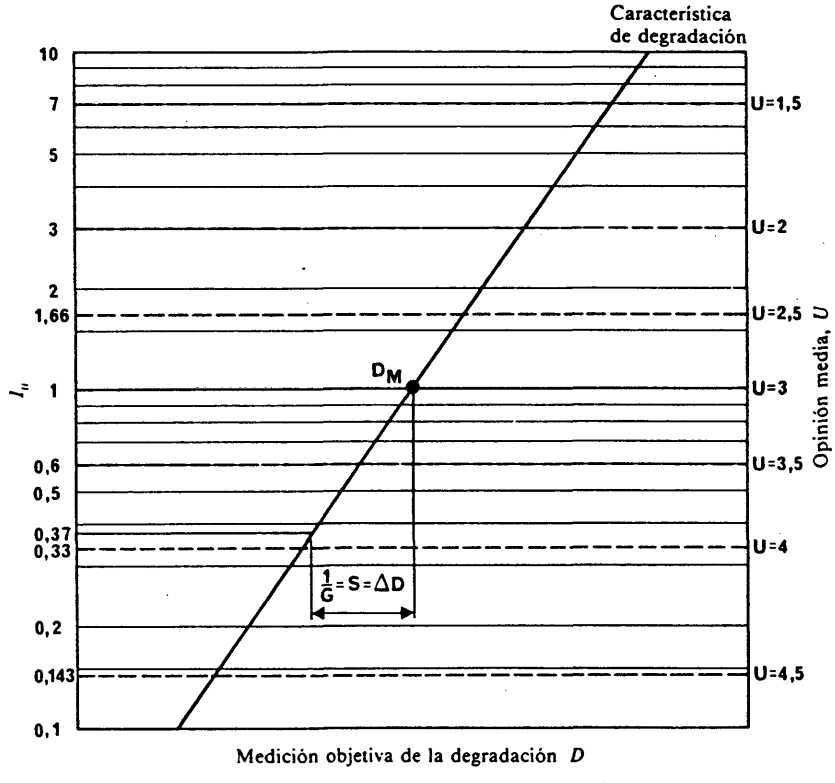


FIGURA 1 – *Representación de la característica de degradación*
U – Opinión media, escala de cinco notas

3.1.5 *Medida aritmética de la degradación objetiva*

Cuando la medida objetiva corriente de la degradación es aritmética, la relación con u no será por lo general antisimétrica, y será necesario emplear logaritmos. De todas maneras, la medición aritmética, que se designará d y tal que $d < 1$ si d es una relación (por ejemplo, tensión del ruido/tensión de la señal), puede considerarse la más básica, y conviene examinar la función que relaciona u con d.

$$D = \log_e d$$

y

$$D_M = \log_e d_M$$

Sustituyendo D y D_M por d y d_M en la ecuación logística (3), se obtiene:

$$u = 1/[(1/u_0) + (d/d_M)^G] \qquad (7)$$

y en la ecuación (6) (véase el punto 3.4):

$$I_u = (d/d_M)^G$$

En este caso, con las dos escalas I y d logarítmicas, la pendiente se expresa por la relación entre d, I y d_M:

$$G = \frac{\log_e I}{\log_e (d/d_M)}$$

y $|G|$ puede determinarse utilizando el valor particular de D para el que $I = e$ o $I = 1/e$.

Puede considerarse que los valores correspondientes de G (o también los que resultan de valores de D que son logaritmos naturales) tienen mucha más importancia que los que resultan de valores de D expresados en decibelios o en una medida logarítmica distinta de los logaritmos naturales. Por consiguiente, se propone reservar la letra G exclusivamente para los valores apropiados para la ecuación (7), pues así se emplea corrientemente en las publicaciones científicas, y sobre todo porque se ha publicado un vasto conjunto de resultados expresados en esos términos (Informe 959).

Cuando, en la práctica, el valor que aparece en la escala de degradación es la expresión en decibelios de la relación, designada en tal caso por D y presentada en escala lineal, se obtiene:

$$D = 20 \log_{10} (1/d), \qquad \text{o sea} \qquad 1/d = 10^{D/20}$$

En la característica lineal, la pendiente queda expresada por:

$$G' = \frac{\log_e I}{\log_e (d/d_M)} = \frac{\log_e I}{\left[\frac{D_M - D}{20}\right] \log_e(10)} = 8{,}686 \frac{\log_e I}{D_M - D}$$

Los valores de G que resultan de valores D expresados en decibelios pueden designarse convenientemente por G'.

Por consiguiente, $G = 8{,}686\ G'$.

3.2 Aproximación por una función no simétrica

3.2.1 Descripción de la función

En la práctica, el uso de una función logística simétrica introduce frecuentemente fuertes diferencias entre los datos reales y la aproximación. Estas discrepancias pueden ser debidas a los efectos de límite de escala o a la presencia simultánea de varias degradaciones en la prueba que pueden influir en el modelo estadístico y deformar la función logística teórica. El resultado de estos complejos efectos es generalmente una asimetría en la función de relación entre las notas medias U_m y las mediciones objetivas de la distorsión D.

En el Anexo III se proponen métodos para corregir algunos de estos efectos, pero raramente se obtiene la aproximación logística perfecta, por lo que en [CCIR, 1986-90] se propone otra función que tiene en cuenta todos los parámetros. El objeto de esta muy simple aproximación se reduce al análisis estadístico de los datos y no se basa en una teoría del comportamiento del observador. La función aproxima la función logística de una manera no simétrica. Para una escala de 5 notas la fórmula es:

$$U_m = 4/(1 + (D_M/D)^{1/G}) + 1$$

siendo la notación idéntica a la del punto 3.1.

Si U_m se normaliza como en el punto 3.1 obtenemos:

$$u = (U_m - 1)/4$$

y

$$u = 1/(1 + (D_m/D)^{1/G})$$

3.2.2 Estimación de los parámetros de la aproximación

La estimación de los parámetros óptimos de la función que proporciona los errores mínimos residuales entre los datos reales y la función se puede obtener con cualquier algoritmo de estimación recurrente. La Figura 2 muestra un ejemplo del uso de la función no simétrica para representar datos subjetivos reales. Esta representación permite la estimación de mediciones específicas objetivas correspondientes a un valor subjetivo interesante: 4,5 en la escala de 5 notas.

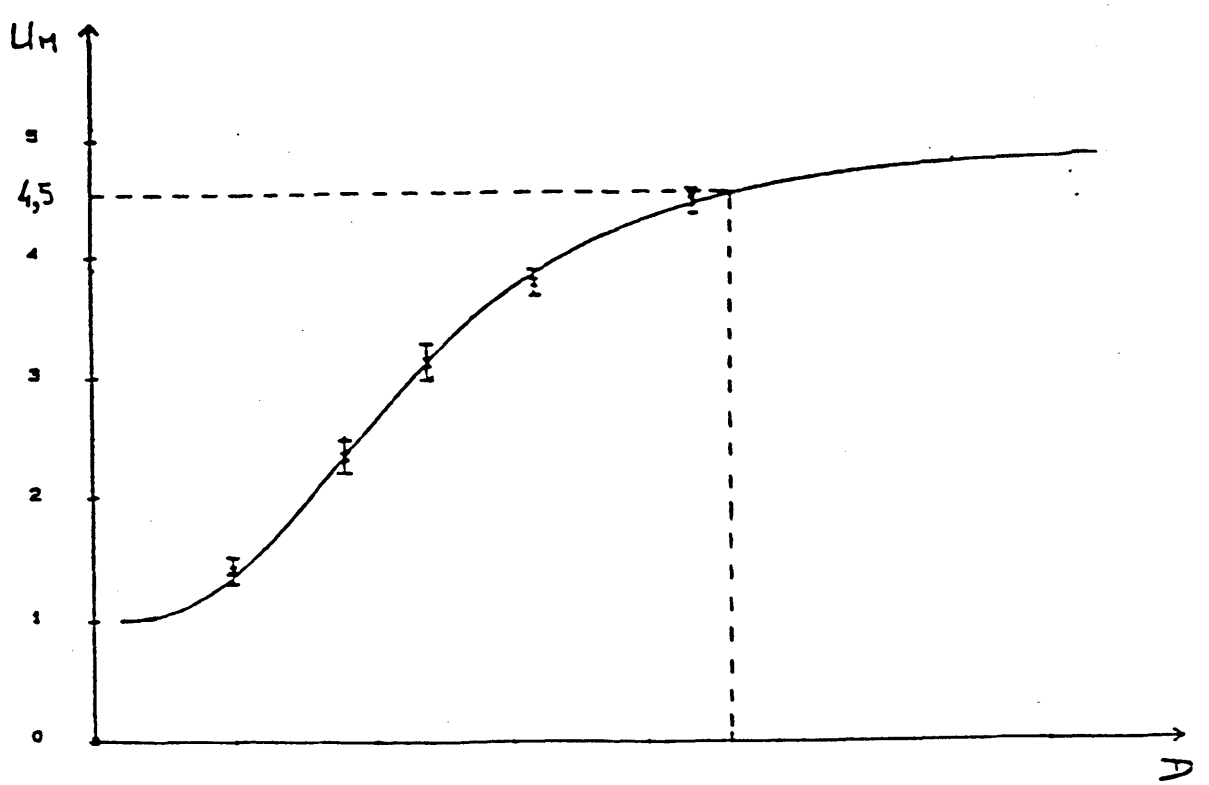


FIGURA 2

Aproximación no simétrica

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

4. Fiabilidad de los resultados objetivos: región de confianza

Incluso en el caso de las mediciones objetivas, la fiabilidad de los resultados viene generalmente indicada por la desviación típica. Como en las evaluaciones subjetivas individuales la desviación típica es fuerte, se necesitan muchas observaciones y la información correcta sobre la fiabilidad no es la desviación típica sino el intervalo de confianza.

Para unificar la presentación de resultados subjetivos [CCIR, 1986-90] propone la utilización del intervalo de confianza del 5% que viene dado por: $\pm$ 1,96 SD/$\sqrt{N}$. SD es la desviación típica y N el número de observaciones.

Así pues, con objeto de incluir estos aspectos de fiabilidad en el gráfico, a partir de las notas medias de cada degradación sometida a prueba y del intervalo de confianza del 5% asociado, se elaboran tres series de notas:

- serie de notas mínimas (medias - intervalos de confianza),
- serie de notas medias,
- serie de notas máximas (medias + intervalos de confianza).

Se procede a continuación a una estimación de los parámetros independientemente para las tres series. Esto permite representar las tres funciones obtenidas en el mismo gráfico: las dos funciones derivadas de las series de notas máximas y mínimas en líneas de trazos, la estimación media en línea continua. Se señalan también en el gráfico los valores experimentales (véanse las Figuras 3 y 4). Se obtiene así una estimación de la zona de confianza continua del 5%.

Con respecto a la nota 4,5 (umbral de visibilidad asociado al método), se obtiene directamente por lectura del gráfico un intervalo de confianza estimado del 5% que puede servir para determinar una gama de tolerancia.

Límites del método

El número de escenas y de observadores debe ser suficientemente grande (por lo menos 30 observaciones por degradación y suficiente número de escenas que representen imágenes naturales).

La separación entre las curvas de máximas y mínimas no es un intervalo del 5%, sino una estimación media de éste.

Todos los valores experimentales deberían estar incluidos dentro de la zona de confianza; en caso contrario, podría pensarse que se ha producido un problema en la realización de la prueba o que el modelo de función elegido no es el óptimo.

Figura 3: Caso de una característica de degradación asimilable a una función logística.

U = nota media
D = medida objetiva de la degradación.

Figura 4: Caso de una característica de degradación no simétrica.

U = nota media
D = medida objetiva de la degradación.

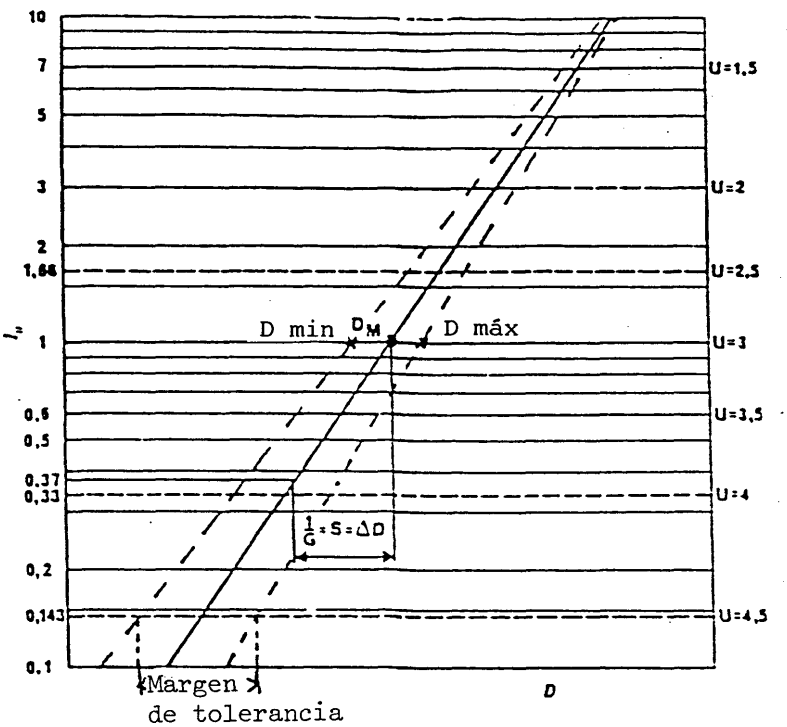


FIGURA 3

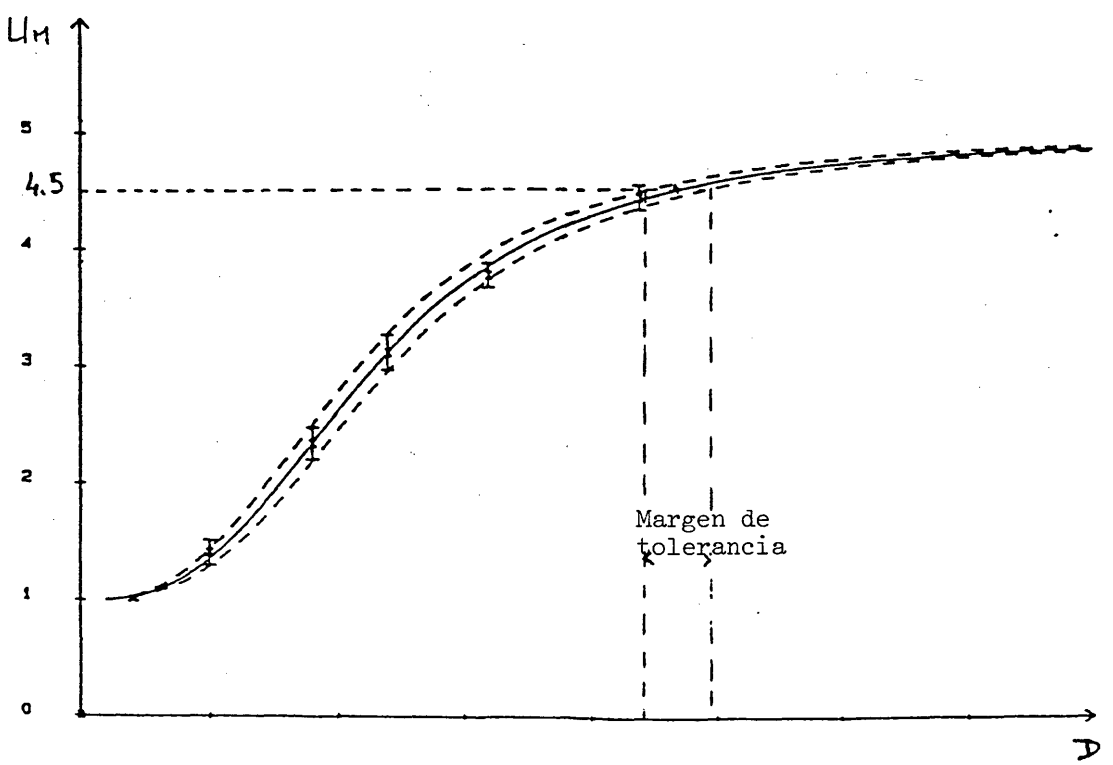


FIGURA 4

4.5 **Conclusiones**

El tratamiento de los datos obtenidos de pruebas subjetivas que se ha descrito ofrece dos ventajas:

- la característica de degradación es una línea recta;
- en muchos casos, los valores de *I* parecen tener la propiedad de poder adicionarse directamente, cuando la imagen está simultáneamente afectada por varios orígenes de degradación no correlacionados.

REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS

LEWIS, N. W. y ALLNATT, J. W. [1965] Subjective quality of television pictures with multiple impairments. *Electron. Lett.*, **1**, 187-188.

PROSSER, R. D., ALLNATT, J. W. y LEWIS, N. W. [marzo de 1964] Quality grading of impaired television pictures. *Proc. IEE*, Vol. 111, **3**, 491-502.

Documentos del CCIR

[1986-90]: 11/462 (Francia).

ANEXO I

DISTRIBUCIÓN DE LAS OPINIONES

1. Introducción

Los métodos de análisis y presentación de los datos experimentales utilizados hasta ahora para relacionar la degradación de una señal de televisión con la correspondiente disminución de la calidad de la imagen, evaluada subjetivamente, varían mucho según los experimentadores. Estas diferencias aumentan las dificultades que ya puedan existir, debido a la variedad de los métodos experimentales, para comparar los resultados. En general, las técnicas utilizadas corresponden a las siguientes ——— categorías:

1.1 En el método que puede considerarse probablemente como el más sencillo, a las notas de la escala de evaluación se asignan números de una serie aritmética, lo que permite determinar la nota media subjetiva (obtenida de la opinión de todos los observadores) correspondiente a una determinada magnitud de degradación objetiva. Por lo general, los resultados se representan mediante un gráfico de curvas suavizadas en el que se compara la nota media con la magnitud objetiva. Estadísticamente, la media es la forma más eficaz de evaluar la tendencia central de los datos, pero no da información sobre la distribución de las opiniones acerca de una condición determinada de degradación.

1.2 En algunos casos, sólo es necesario evaluar el umbral de perceptibilidad de una degradación, más bien que establecer la relación completa entre evaluaciones subjetivas y degradación objetiva. Se propone el método de los «estímulos aleatorios» [CCIR, 1974-78a]. Pueden utilizarse dos definiciones algo diferentes del umbral, según se atienda a la desviación típica máxima de las evaluaciones o al 50% de las observaciones positivas [CCIR, 1974-78b].

Sin embargo, debe recordarse que el conocimiento aislado del umbral de perceptibilidad resulta insuficiente en la mayoría de las situaciones, salvo las más sencillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1974-78]: **a.** 11/171 (Italia); **b.** 11/65 (Francia).

ANEXO II

UNIDADES DE DEGRADACIÓN SUBJETIVA

Aunque lo que nos ocupa ahora es el análisis de resultados, conviene tomar nota de una necesidad que con frecuencia surge en la práctica.

En condiciones reales de observación, pueden producirse varias degradaciones simultáneamente. Como no es factible probar todas las posibles combinaciones, puede ser utilísima una «ley de adición» de las degradaciones.

Según una ley empírica utilizada [Lewis y Allnatt, 1968; Allnatt, 1979; CCIR, 1970-74], si $\bar{u}_1$, $\bar{u}_2$, ..., $\bar{u}_r$, ..., $\bar{u}_n$ son las notas medias normalizadas de n degradaciones inconexas tomadas por separado, la nota media normalizada $\bar{u}$ de todas las degradaciones tomadas al mismo tiempo vendrá dada por:

$$\frac{1}{\bar{u}} - 1 = \sum_{r=1}^{n} \left(\frac{1}{\bar{u}_r} - 1 \right) \qquad (1)$$

Si bien una posible base psicofísica para la ley de adición expresada en la ecuación que antecede, continúa siendo materia especulativa [Siocos, 1972; Allnatt, 1979], todos los datos experimentales pertinentes de que se dispone actualmente confirman su aparente validez con un grado de exactitud suficiente para todos o casi todos los fines prácticos [CCIR, 1974-78a], aunque el análisis de regresión múltiple citado más abajo puede constituir un enfoque de interés.

El examen de los objetivos de especificación es más fácil si las magnitudes de degradación subjetiva se expresan directamente en cantidades adicionables. Esto puede hacerse fácilmente, como lo indica la ecuación (1), transformando la nota media $\bar{u}$ en unidades de degradación subjetiva, llamadas «imp», mediante la relación $I = (1/\bar{u} - 1)$ imp. La escala I va de cero para la imagen «perfecta» ($\bar{u} = 1$) a infinito en el otro extremo ($\bar{u} = 0$). $I = 1$ imp corresponde al punto medio de opinión dado por $\bar{u} = 0{,}5$.

En la presentación de los resultados pueden introducirse en la escala I puntos de referencia adecuados, como, por ejemplo, 1/8, 1/4, 1/2 y 1 imp. Cuando el término «imp» se propuso por primera vez [Lewis y Allnatt, 1965 y 1968], se señaló que había que relacionarlo con determinada escala de grados de calidad y disposiciones de pruebas [Prosser y otros, 1964; Corbett, 1970] definidas con precisión, a fin de establecer una base, lo más absoluta posible, para los resultados. Con posterioridad se vio que casi siempre se necesitaría alguna explicación de los resultados. Por ejemplo, es posible que las normas aplicables a los observadores y a las escalas varíen de un lugar a otro, que la traducción de la escala a otro idioma cause efectos que se desconocen, y que en ocasiones se quiera aplicar la técnica de pruebas a un sistema de televisión para el que no convengan las condiciones de observación. Se propone que se den detalles sobre las disposiciones de prueba que puedan influir en los resultados.

A continuación se hacen algunas observaciones que sirven de guía para interpretar los puntos de referencia cuando se emplea una serie particular de condiciones [Prosser y otros, 1964; Corbett, 1970; Allnatt y Bragg, 1968]. El punto 1/8 imp representa un nivel bajo de degradación, del mismo orden que el de la degradación residual que aparece en una instalación de laboratorio compuesta de un dispositivo explorador de gran calidad para diapositivas y un receptor de control de imagen. Se señala que, de acuerdo con la experiencia, el valor de 0,25 imp se puede considerar que es un objetivo de especificación práctico para cada una de las principales degradaciones que se pueden producir en un sistema de extensión y complejidad medias, como es, por ejemplo, un sistema nacional. En la actualidad, el valor de 0,5 imp representa un objetivo razonable de especificación para cada degradación importante en un sistema complejo con transmisión por una cadena de circuitos internacionales de larga distancia.

Para terminar, cabe advertir que la «ley de adición», que sirve para hallar la degradación global causada por la presencia de varias componentes de degradación al mismo tiempo, no deberá utilizarse para la adición de degradaciones que causen el mismo efecto subjetivo, pero que son resultado de errores en distintos parámetros objetivos (por ejemplo, en el sistema PAL, los errores de fase de crominancia y de ganancia de crominancia dan lugar a defectos de saturación en la imagen). En este caso, deberá calcularse primero la degradación global en términos objetivos en función de cada uno de los errores de los diversos parámetros objetivos [CCIR, 1970-74].

Se han propuesto algunas leyes de adición alternativas (véase el anexo II al Informe 405-5) pero la información sobre las pruebas subjetivas en las que las mismas se basan no siempre es completa, y ello hace difícil las comparaciones. Se considera que la ley de adición imp debería utilizarse normalmente, como una buena aproximacion a los resultados que se podrían conseguir en la práctica, a menos de que sea evidente, en casos particulares, que algún otro método sea mucho mejor.

Dentro de la gama habitual de niveles de degradación de las imágenes de televisión del sistema PAL ($3 \geq I \geq 0{,}2$), la ley de adición de las degradaciones dada por la fórmula:

$$I_{\Sigma} = \sum_{r=1}^{n} a_r I_r \qquad (2)$$

cuyos coeficientes de ponderación a_r pueden obtenerse mediante regresión lineal de los datos de la prueba y utilizarse para calcular la degradación global, resulta sumamente exacta para la adición de las degradaciones [CCIR, 1986-90 /.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLNATT, J. W. [1979] Television measurements through psychophysics to subjective picture quality. *Radio and Electron. Engr.*, **49**, 611-619.

ALLNATT, J. W. y BRAGG, E. J. W. [1968] Subjective quality of television pictures impaired by sinewave noise and low frequency random noise. *Proc. IEE*, Vol. 115, **3**, 371-375.

CORBETT, J. M. [marzo de 1970] Effect of observer adaptation on the results of television quality-grading tests. *Proc. IEE*, Vol. 117, **3**, 512-514.

LEWIS, N. W. y ALLNATT, J. W. [1965] Subjective quality of television pictures with multiple impairments. *Electron. Lett.*, **1**, 187-188.

LEWIS, N. W. y ALLNATT, J. W. [1968] Subjective and objective impairments in television pictures. IEE Conf. Publ., **46**, 2.1.1-5.

PROSSER, R. D., ALLNATT, J. W. y LEWIS, N. W. [marzo de 1964] Quality grading of impaired television pictures. *Proc. IEE*, Vol. 111, **3**, 491-502.

SIOCOS, C. A. [diciembre de 1972] Subjective impairment of television pictures – Considerations regarding the summability of impairment units. *JSMPTE*, Vol. 81, **12**, 917-920.

Documentos del CCIR

[1970-74]: 11/330 (Italia).

[1974-78]: ———————— a. 11/56 (Reino Unido).

/ 1986-90 /: 11/143 (China (República Popular de)).

ANEXO III

Ajuste para las degradaciones residuales: métodos alternativos

La relación $I_{exp} = I_u + I_0$ descrita al comienzo del punto 3.4 de este Informe se utiliza para ajustar los resultados para la degradación residual correspondiente a u_0 o I_0. En un amplio estudio realizado [CCIR, 1978-82a, b, c; Kretz, 1981; Sallio y Kretz, 1982], las comparaciones efectuadas entre un procedimiento de evaluación absoluta y un procedimiento utilizando enclavamiento directo con una imagen de referencia no degradada proporciona otra base para el ajuste de la degradación residual. Se considera que la desviación aplicada a los valores u ($u' = u + 1 - u_0$) corresponde muy satisfactoriamente con los datos. De acuerdo con este análisis, la ecuación (3) de este Informe se convertiría en:

$$u = (u_0 - 1) + 1/[1 + \exp(D - D_M)G] \quad (1)$$

asi pues, puede calcularse un valor en unidades imp a partir de los datos de u' ajustado, escribiendo:

$$I_u = (1/u') - 1 \quad (2)$$

siendo también aplicable la ecuación (6) de este Informe y quedando invariable el resto del análisis.

La degradación residual considerada en los puntos anteriores tiene su origen en que los observadores conocen las deficiencias de la imagen «no degradada» que producen los efectos tales como el parpadeo, la estructura de exploración etc. y por consiguiente, dan una nota de calidad inferior a «excelente». Los métodos apropiados de compensación de esta degradación residual (§ 3.4 y 3.5) suponen cierto desplazamiento de las puntuaciones en el centro de la escala.

Se ha identificado un tipo diferente de «degradación residual» [CCIR, 1982-86], que puede designarse por «efecto límite de escala», y que parece provenir de una resistencia psicológica de los observadores a utilizar las notas extremas de la escala. Esto puede afectar a ambos extremos de la escala por igual sin afectar al centro (nota 3). Conviene hacer un ajuste de la «degradación residual» de este tipo cuando las degradaciones son pequeñas ($I \ll 1$).

Puede realizarse un ajuste apropiado, evitando un desplazamiento en el centro de la escala, empleando la fórmula siguiente para la relación entre las notas verdaderas y experimentales [Gofaïzen y otros, 1983]:

$$U' = 2\,\frac{U - 3}{U_0 - 3} + 3 \quad (3)$$

donde:

U' : nota verdadera en la escala de 5 notas,

U : nota experimental, y

U_0 : nota experimental sin distorsiones.

Para las notas de calidad normalizadas, la fórmula se establece como sigue:

$$u' = \frac{u + u_0 - 1}{2u_0 - 1} \quad (4)$$

donde:

$$u' = \frac{1}{1 + I_u} = \frac{1}{1 + \exp(D - D_M)G} \quad (5)$$

En este caso, la ecuación (1) de este anexo se convierte en:

$$u = 1 - u_0 + \frac{2u_0 - 1}{1 + \exp(D - D_M)G} \quad (6)$$

en tanto que la ecuación (6) de este Informe y todo el análisis subsiguiente pueden utilizarse sin ningún cambio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOFAÏZEN, O. V., LYAKHOVA, T. M., PEVZNER, B. M., y RUVINSKY, M. D. [1983] Kachestvo tsvetnogo TV izobrazheniya v trakte sistemy SEKAM (Calidad de la imagen de televisión en color en un canal del sistema SECAM). *Tekhnika Kino i Televideniya*, **1**, 33-42.

KRETZ, F. [septiembre-octubre de 1981] Réprésentation unifiée des résultats d'essais subjectifs (correction pour dégradation résiduelle). *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 43-44.

SALLIO, P. y KRETZ, F. [abril de 1982] A comparison of two methods for the subjective evaluation of television pictures. Representation of the results in common units. *EBU Rev. Tech.*, **192**, 59-69.

Documentos del CCIR

[1978-1982] **a.** 11/71 (Francia); **b.** 11/257 (Francia); **c.** 11/312 (Francia).

[1982-86]: 11/86 (URSS).

ANEXO IV

PREDICCIÓN DEL ERROR EN UNA PRUEBA DE EVALUACIÓN SUBJETIVA

Si se considera que la nota subjetiva verdadera de una condición de prueba es el promedio obtenido en un número muy grande de observaciones, es posible calcular la relación entre esta nota verdadera y la nota media obtenida en un experimento práctico (con un número de observaciones realista).

Se puede calcular el «error esperado» asociado con el número de observaciones considerado para un determinado nivel de confianza. Así por ejemplo, un nivel de confianza del 95% es una referencia razonable, y teniendo en cuenta este valor es posible esbozar la relación entre el número de observaciones y el error máximo esperado (sentando ciertas hipótesis estadísticas) [Miceli y Orlando, 1977], [CCIR, 1978-82]. Este último varia con la nota media y se indica (para una nota media de 3) en la fig. 5. La fig. 6 indica el factor de corrección que debe aplicarse cuando la nota media es superior o inferior a 3.

El «error esperado» puede visualizarse como la semiamplitud del área de incertudumbre dentro de la cual se prevé que el resultado de la prueba se aproximará al valor verdadero que se va a medir con el nivel de confianza elegido. En la fig. 5 se advierte que unas cantidades aproximadamente iguales de imágenes y observadores arrojan el error esperado más bajo para un determinado número de observaciones (véanse por ejemplo los puntos P y Q).

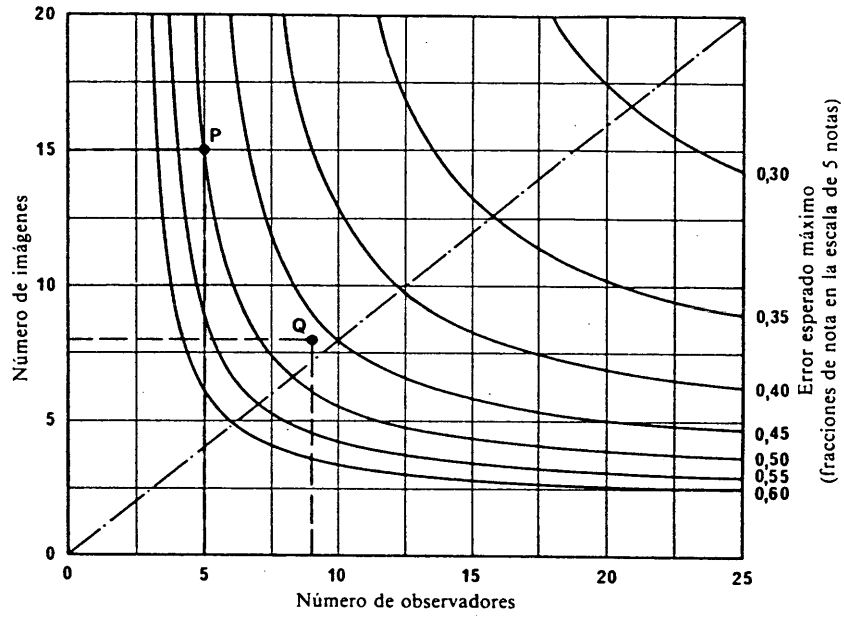


FIGURA 5 – *Las curvas representan el error esperado máximo, en una prueba de evaluación subjetiva, en función del número de observadores y del número de imágenes, con un nivel de confianza del 95%*

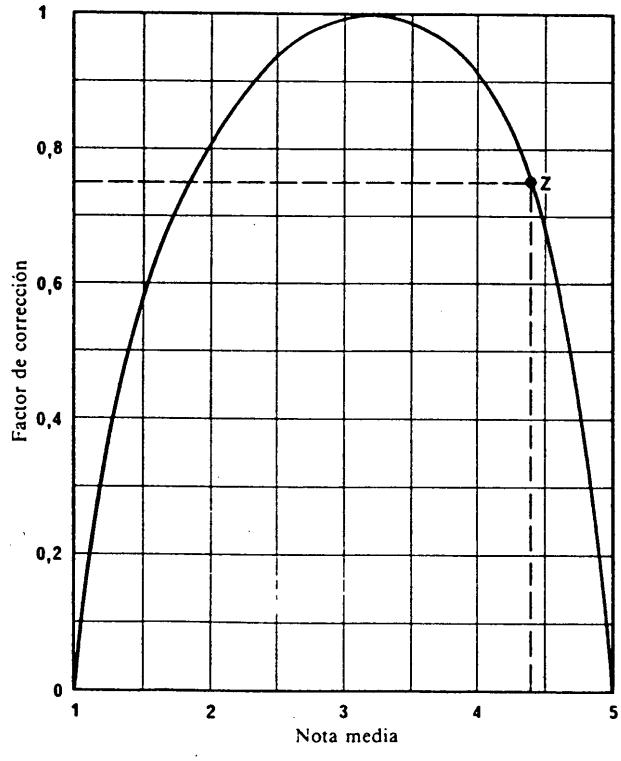


FIGURA 6 – *La curva indica el factor de corrección que debe aplicarse al error esperado máximo calculado utilizando la fig. 2, si la nota media es distinta de 3*

Para dar un ejemplo de la aplicación de las curvas, supóngase que se ha efectuado una prueba subjetiva con nueve observadores y ocho imágenes: el error esperado máximo es 0,47 (según la fig. 5, punto Q). Si la nota media fuese de 4,40, el factor de corrección sería 0,75 (según la fig. 6 punto Z), de manera que el «error esperado» con probabilidad de 95% sería 0,47 × 0,75 = 0,35. Las curvas se obtuvieron a partir de experimentos con televisión analógica en color basada en la Recomendación 500, pero pueden servir de buena aproximación para otras condiciones de prueba. Con todo, sería ciertamente de utilidad que se realizaran otros experimentos a fin de obtener curvas exactas para otros casos.

Los principios generales indicados anteriormente suelen tener validez general, pero el objeto del análisis es el grado en que los errores están en la práctica por debajo del máximo, cuando se utilizan imágenes críticas. Algunos experimentos indican una validez satisfactoria en este caso, pero otros experimentadores consideran que debe continuarse el estudio de este asunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MICELI, S. y ORLANDO, A. [1977] Subjective assessments elaboration for determining the distortion tolerance of a telecommunication system. Proc. of IEEE EUROCON'77, Venecia, Italia, I, 305.

Documentos del CCIR

/1978-82/: 11/309 (Italia).

ANEXO V

PRECISIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES SUBJETIVAS

1. Introducción

Para valorar la precisión de los resultados de las evaluaciones subjetivas se necesita desarrollar, como primer paso, un modelo adecuado de población de opiniones.

La opinión del observador j sobre la calidad de la imagen i se puede representar mediante una variable aleatoria X_{ij}. Se llama población de opiniones al conjunto completo de dichas opiniones, es decir a las opiniones de todos los observadores posibles sobre la calidad de todas las imágenes posibles.

Es ésta la población de que se trata para, por ejemplo, el cálculo de la media, la varianza, etc.; la misma no debe confundirse con la población de imágenes y observadores, aunque ambas estén relacionadas en el proceso de generación del conjunto de opiniones.

Se llama "opinión media" Q, al valor medio de todas las opiniones que componen la población, y este valor se puede expresar formalmente como el valor esperado:

$$Q = E\left[x_{ij}\right] \qquad (1)$$

Todos los observadores e imágenes posibles contribuyen por igual al valor de Q, que, por tanto, se puede considerar una "medida" de la calidad del sistema en prueba.

Desafortunadamente, esta magnitud no se puede calcular exactamente, ya que ello traería consigo una enorme cantidad de notas de observadores, pero se puede estimar mediante una o más evaluaciones subjetivas. El objetivo del estudio siguiente es la evaluación del error que afecta a la estimación experimental de la "opinión media" Q, es decir, la que se obtiene mediante pruebas subjetivas prácticas.

2. Muestreo

Se estima normalmente la opinión media, en función de las valoraciones de la calidad de un número limitado de imágenes por un grupo de observadores. A menudo se denomina "muestra" a este subconjunto de evaluaciones. Debe tenerse en cuenta que estamos hablando de muestras de evaluación, y no de muestras de imágenes o de observadores.

Sin embargo, debido a la forma particular en que se genera, la muestra de evaluación no es una muestra habitual, en el sentido de que cada uno de los elementos (opiniones) no se obtiene independientemente de los otros. De hecho, en la muestra de evaluación, cada observador emite su opinión sobre la calidad de un conjunto de imágenes: por tanto estas opiniones están relacionadas entre sí de alguna manera (han sido generadas por un mismo observador). Además, las notas que diferentes observadores dan a una misma imagen tampoco son mutuamente independientes (se refieren a la misma imagen).

De todo lo anterior se desprende que, debido a la dependencia entre las notas, la muestra completa proporcionará menos información que una hipotética, en la que las opiniones no estén relacionadas unas con otras.

Por consiguiente, para muestras de este tipo, las magnitudes habituales, tales como la desviación típica, no tienen su significado clásico. Por tanto, se hace necesario redefinir un conjunto apropiado de magnitudes estadísticas, con las correspondientes fórmulas, a fin de procesar de manera apropiada las notas recogidas.

3. Estimación de la opinión media y de su intervalo de confianza

La media de las muestras, es decir, el valor promedio de las notas recogidas de n observadores y m imágenes, viene dada por la fórmula (2) siguiente:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \frac{x_{ij}}{m \times n} \qquad (2)$$

Este valor es coherente con el que se indica en el punto 2.1. La media de las muestras tiene el significado que normalmente se le asocia. Se le puede considerar como una estimación imparcial de la opinión media Q. La mejor estimación de la opinión media que se puede hacer con los datos disponibles, es la que se obtiene promediando simplemente dichos datos.

Como este valor es dependiente de las muestras, en el sentido de que de diferentes grupos de observadores y/o imágenes se obtendrán diferentes notas y, por tanto, valores medios diferentes, se le puede considerar nuevamente como una variable aleatoria, cuya varianza $\sigma^2_{\bar{x}}$ está relacionada con la precisión de nuestra prueba subjetiva.

De hecho, se puede demostrar que en el 95% de los casos, la opinión media Q estará comprendida dentro del margen:

$$\bar{\bar{x}} - \frac{\delta}{2} < Q < \bar{\bar{x}} + \frac{\delta}{2} \qquad (3)$$

donde δ es el intervalo de confianza, que es una medida del posible margen de error, y se relaciona con la varianza $\sigma^2_{\bar{x}}$ ya definida mediante la expresión:

$$\delta = 4 \sqrt{\sigma^2_{\bar{x}}} \qquad (4)$$

De lo anterior se desprende que la estimación de la varianza $\sigma^2_{\bar{x}}$ resulta esencial para la valoración de la precisión de los resultados de nuestra evaluación subjetiva. Como se explica más adelante, esta varianza es función del tamaño de la propia muestra (es decir, del número n de observadores y del número m de imágenes), y de algunas magnitudes características de la población de opiniones y no relacionadas con la muestra misma. En el próximo punto se describe paso a paso un procedimiento para la evaluación de tales magnitudes y de su relación con la varianza $\sigma^2_{\bar{x}}$ de la media de las muestras.

4. Estimación experimental de las características de la población y de la varianza de la media de las muestras

Este procedimiento supone que se han llevado a cabo cierto número de experimentos para evaluar el comportamiento de un sistema en condiciones y circunstancias diversas. Por tanto, se supone que se dispone, a efectos del cálculo, de resultados numéricos de los diversos experimentos ("muestras").

Se puede ver un ejemplo en la fig. 7. Se refiere a un conjunto de experimentos con imágenes fijas, con diversos tipos y niveles de distorsión. El número total de muestras fue de 300, constando cada muestra de 40 notas (8 observadores por 5 imágenes). La gráfica tiene un formato normalizado, es decir, con las medidas de evaluación expresadas de 0 a 1, en lugar de la manera más habitual, de 1 a 5, de las escalas de apreciación del CCIR. El cambio a la escala del CCIR se efectúa multiplicando las cantidades lineales (tales como los intervalos de confianza) por un factor de 4, y las cantidades cuadráticas (tales como las varianzas) por un factor de 16.

a) El primer paso del procedimiento consiste en calcular, para cada muestra, el valor medio $\bar{\bar{x}}$ de las notas, según la ecuación (2) anterior.

b) Como segundo paso, se calculan las tres magnitudes s^2, s^2_p, s^2_o, de acuerdo con las ecuaciones (5) que se dan a continuación:

$$s^2 = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \frac{(x_{ij} - \bar{x})^2}{m \times n}$$

$$s_p^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \left(\sum_{j=1}^{n} \frac{x_{ij}}{n} - \bar{x} \right)^2 \qquad (5)$$

$$s_o^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{j=1}^{m} \frac{x_{ij}}{m} - \bar{x} \right)^2$$

c) Como tercer paso, se calculan, para cada muestra, las magnitudes de la población que se expresan entre corchetes en las fórmulas (6) siguientes:

$$\sigma^2 = E \left[\frac{((m-1)(n-1)-1)\ s^2 + n s_p^2 + m\ s_o^2}{(m-1)\ (n-1)} \right]$$

$$\sigma_p^2 = E \left[\frac{m\ n\ s_p^2 - m\ (s^2 - s_o^2)}{(m-1)\ (n-1)} \right] \qquad (6)$$

$$\sigma_o^2 = E \left[\frac{m\ n\ s_o^2 - m\ (s^2 - s_p^2)}{(m-1)\ (n-1)} \right]$$

Algunas de estas magnitudes, pueden resultar negativas, lo que puede sorprender tratándose de estimaciones de varianzas. Sin embargo, estas cantidades están bajo el operador E ("valor esperado"), de manera que únicamente el valor medio final debe ser positivo, y una estimación aislada puede ser negativa.

d) Como cuarto paso, se realiza una clasificación de las muestras según su valor medio $\bar{x}$.

e) Como quinto paso, las muestras se distribuyen en grupos, teniendo cada uno de ellos el mismo número de muestras. En la fig. 7 se presenta un ejemplo de la construcción del histograma para la evaluación de σ^2 (es decir, la primera magnitud de las fórmulas (6)), y en este caso se han obtenido 15 grupos de 20 muestras. Para cada grupo se calcula el valor promedio de las notas medias $\bar{x}$. Se efectúa también la misma operación con las otras magnitudes pertinentes de las muestras que pertenecen al grupo (es decir, las magnitudes de las ecuaciones (6)).

f) Como sexto paso, se dibujan varios histogramas, semejantes al de la fig. 7, para representar la nueva situación de los datos procesados. Cada barra del histograma representa un valor promedio calculado en un grupo de muestras muy similares. Por tanto, es una aproximación de la operación "valor esperado", que se expresa en (6). En este paso, todos los valores negativos deben desaparecer.

g) Como séptimo paso, los histogramas se filtran mediante funciones adecuadas a fin de suavizar la variación de la longitud de las barras. En el ejemplo que se presenta, se ha elegido la función de la nota media $\bar{x}$ siguiente:

$$\sigma^2 = A\,[\bar{x}^b\,(1-\bar{x}^b)]^c \qquad (7)$$

Esta función tiene la propiedad de hacerse nula en las notas mínima y máxima (0 y 1 en los diagramas).

Las estimaciones de las varianzas de la población que se obtienen aplicando el ejemplo de la fórmula (7) son mucho más precisas que las que se pueden obtener mediante experimentos aislados.

h) Como último paso del procedimiento es posible evaluar, para cada nota media $\bar{x}$, la varianza de la media de las muestras $\sigma^2_{\bar{x}}$, mediante la siguiente expresión:

$$\sigma^2_{\bar{x}} = \frac{\sigma^2 + (n+1)\,\sigma^2_p + (m-1)\,\sigma^2_o}{m \times n} \qquad (8)$$

donde σ^2, σ^2_p, σ^2_o son las magnitudes de la población mencionadas anteriormente, y n, m son las dimensiones de la muestra.

Conclusiones

Se ha descrito un procedimiento para la evaluación de los intervalos de confianza, es decir, la precisión de un conjunto de pruebas de evaluación subjetiva.

El procedimiento permite también la estimación de magnitudes generales medias, que son aplicables no solamente al experimento particular que se está realizando, sino también a otros llevados a cabo según la misma metodología.

Por tanto, se pueden utilizar dichas magnitudes para dibujar diagramas del comportamiento del intervalo de confianza, que constituyen una ayuda tanto para las evaluaciones subjetivas como para la planificación de pruebas futuras.

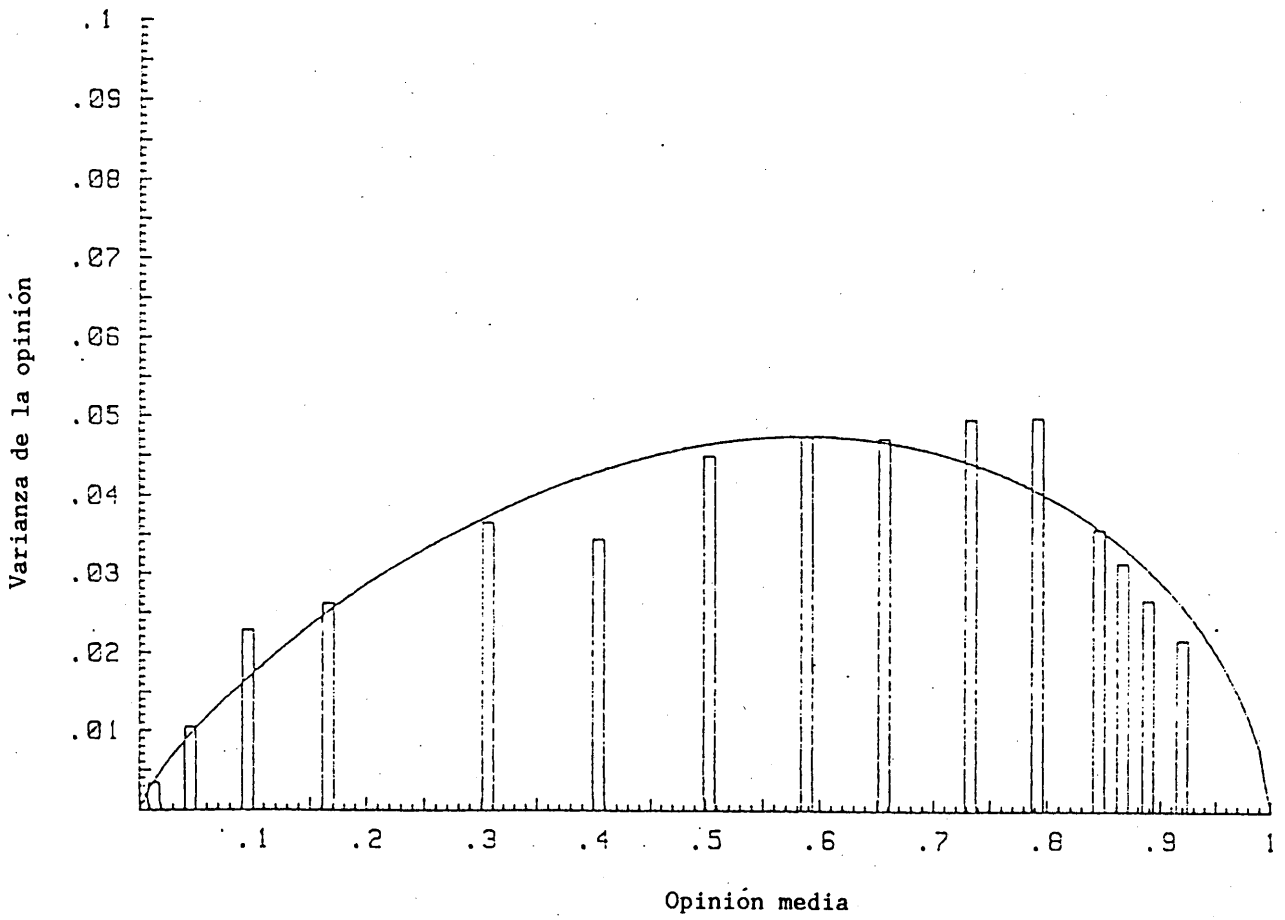


FIGURA 7

Estimación de la varianza de la opinión en función de la opinión media y de la distribución de los datos experimentales (densidad de las barras verticales)

ANEXO VI

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO AVANZADO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS SUBJETIVAS

1. Introducción

En la Recomendación 500 y en el Informe 405 se describen los métodos preferidos utilizables al realizar pruebas subjetivas sobre la calidad o degradación de señales de televisión afectadas por distorsión o interferencia. Se describen métodos para evaluar la calidad de determinado sistema de televisión, con un grado de distorsión o interferencia específico, que lleva a un resultado representado por un solo valor estadístico. También se describen métodos para evaluar la calidad de determinado sistema de televisión, con varios grados de distorsión o interferencia, que llevan a un resultado representado por una curva estadística.

Muchas veces, hay que evaluar el comportamiento estadístico obtenido al probar una familia de dispositivos, en diversas condiciones de distorsión o interferencia, aunque esos dispositivos presenten una amplia gama de características de funcionamiento. Tal es el caso, por ejemplo, cuando se realizan pruebas para comprobar la calidad subjetiva estadística de cierto número de receptores de televisión, para una gama de niveles de interferencia. Un método de tratamiento estadístico avanzado puede aplicarse a los datos obtenidos en esas pruebas subjetivas, a fin de permitir la presentación estadística de los resultados de la prueba, en forma sencilla y fácilmente comprensible.

2. Descripción del procedimiento

Este método se aplica en el caso de pruebas subjetivas realizadas con una muestra de población de determinado tipo de equipos, cuando se prueba su susceptibilidad a un factor de degradación.

Para cada equipo de la muestra se recopilan los resultados subjetivos de cierto número de niveles de la degradación y se calcula la nota media para cada nivel.

Como primer paso, se ajusta una curva de las notas medias por el método de los mínimos cuadrados, por ejemplo mediante la función logística bien conocida (véase también el punto 3 de este Informe). Este proceso genera una serie de curvas, cada una de las cuales describe el comportamiento de un equipo particular, con una amplia expansión de características entre ellas (véase la fig. 8).

Después se aplica en cada curva un reajuste para la degradación residual, como se describe en el punto 3 de este Informe, pero graduándolo de 0 a 100 en lugar de 0 a 1, que es lo habitual. Esto permite leer la indicación en términos de «porcentaje de plena calidad» o «calidad relativa en porcentaje» (véase la fig. 9).

Es difícil extraer conclusiones examinando únicamente ese conjunto de curvas, y también carece de sentido tomar meramente la media de las curvas, incluso si se dispone de alguna información adicional sobre la dispersión de las mismas.

Sin embargo, puede trazarse una síntesis estadística de los resultados experimentales en forma de una línea de demarcación que divide el plano de representación en dos regiones (fig. 9). La primera región, situada por debajo de esa línea contendrá las curvas pertenecientes a no más de x% de toda la población de equipos, en la gama de calidad más baja; la segunda región, situada por encima de esa línea, contendrá las curvas pertenecientes a la población de equipos de la calidad más alta. El parámetro x puede elegirse a discreción.

El procedimiento para trazar esta demarcación consiste en calcular los valores límites de D_M y G (parámetros de la función logística definidos en el punto 3 de este Informe de manera que puedan identificarse las líneas de demarcación de su distribución conjunta para una probabilidad dada (por ejemplo 10%). Sobre la base de los dos valores límites así calculados, se representan luego los dos casos límites de la función logística.

Luego, se elige el caso más desfavorable para cada valor del factor de degradación sometido a prueba, lo que permite trazar una línea, tramo por tramo, que una las dos regiones para el porcentaje dado de la población de equipos.

Debido a esa línea de demarcación, no es de esperar que el x% (por ejemplo, 10% en la fig. 9) de la población de equipos, tenga características que se sitúen en la región inferior a esa línea, mostrando así una calidad de funcionamiento peor que la descrita por la demarcación. Es de esperar que el rendimiento de la población restante sea mejor y que se describa por curvas situadas por encima de la demarcación.

Esta clase de presentación es útil al aplicar los resultados de una prueba subjetiva, y se espera que ofrezca resultados más fidedignos que los que puedan obtenerse mediante otros métodos.

Puede verse una descripción más completa del método en [CCIR, 1982-86].

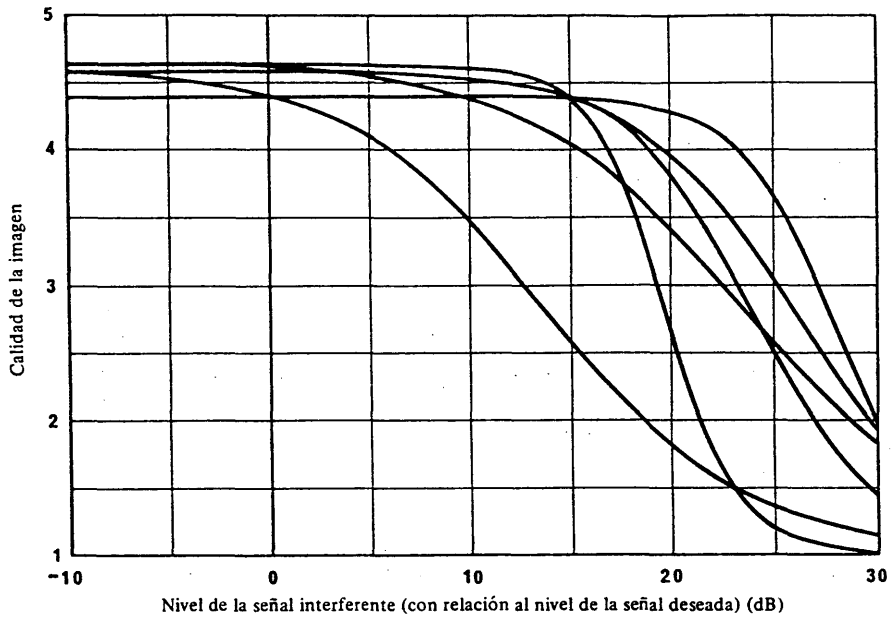


FIGURA 8 – *Comportamiento de 6 receptores comerciales en el caso de interferencia continua procedente del canal adyacente inferior*

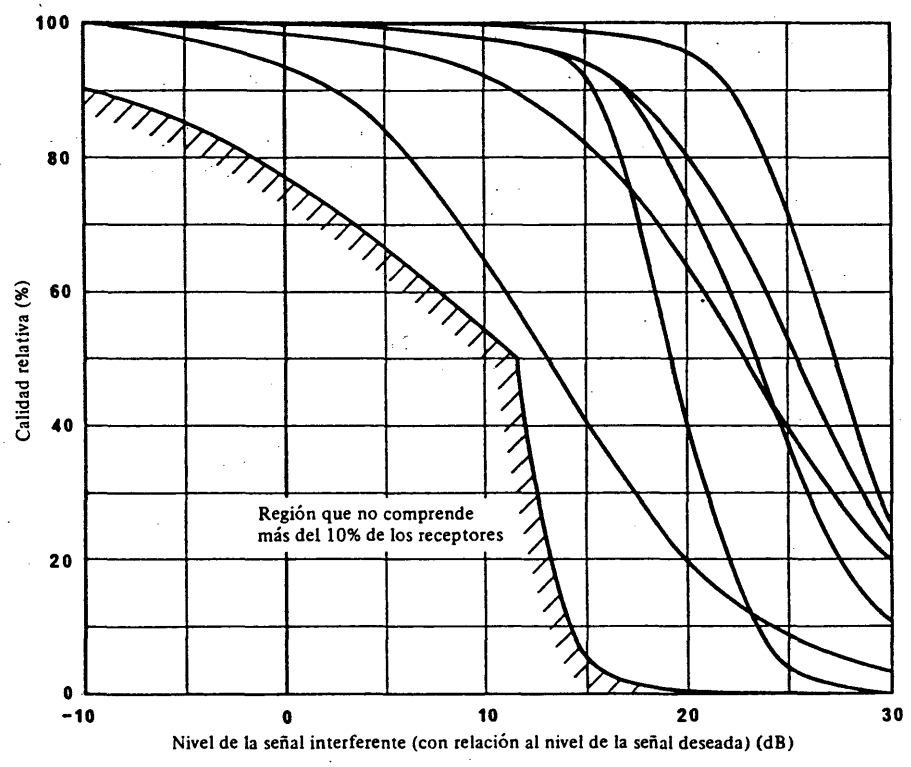


FIGURA 9 - *Comportamiento de 6 receptores comerciales en el caso de interferencia continua procedente del canal adyacente inferior, para una región que no comprende más del 10% de los receptores*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1982-86]: 11/115 (Italia)

INFORME 959-2

RESULTADOS EXPERIMENTALES QUE RELACIONAN LA CALIDAD DE LA IMAGEN CON LA MAGNITUD OBJETIVA DE LA DEGRADACIÓN

(Cuestión 3/11, Programa de Estudios 3B/11)

(1982-1986-1990)

1. Introducción

- El *Programa de Estudios 3B/11* pide que se establezcan, en forma adecuada, las relaciones entre las características objetivas de las señales de televisión distorsionadas y la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes correspondientes.
- La *Recomendación 500* define los métodos de evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión.
- La *Recomendación 567* describe los parámetros objetivos de las degradaciones de transmisión usuales y de los métodos de medición típicos, así como las correspondientes señales de prueba.
- El Informe 1205 ——— expone la base para tratar los resultados de pruebas subjetivas y una ley de combinación que mejor recoge el efecto acumulativo de cierto número de distorsiones simultáneas, expresado individualmente por un valor numérico.
- El *Informe 313* contiene una bibliografía general de todos los documentos relacionados con la evaluación de la calidada de imagen.

2. Clasificación de los principales tipos de degradación (Sistemas de color de señal compuesta PAL, SECAM y NTSC)

Este punto se refiere sólo a las distorsiones de las señales compuestas analógicas medidas por los métodos de medición de la Recomendación 567. No se refiere a las características asociadas con los sistemas de color basados en componentes, tanto analógicos como digitales.

Se refiere a imágenes de escenarios naturales, fotografías, escenas naturales detalladas, y no a gráficos ni a imágenes alfanuméricas.

2.1 *Clasificación*

Se han publicado muchos resultados en la literatura técnica (véase el Informe 313). La comparación de los resultados muestra frecuentemente, para cada tipo de degradación, una gran dispersión que puede atribuirse a las considerables diferencias en las condiciones de prueba, particularmente en la elección de las imágenes, en el método de medición subjetiva (que incluye la escala de evaluación de imágenes y la distancia de observación relativa), el equipo de la fuente y el procedimiento de ajuste. El equipo de recepción y el procedimiento de establecimiento pueden influir igualmente en los resultados.

La dispersión también se debe a la variedad de equipos de televisión que se utilizan, y no es probable que nuevas mediciones produzcan cambios de importancia en la interpretación media de los resultados actualmente disponibles.

Al adoptar, para cada tipo de distorsión, una característica de degradación considerada representativa de una situación media, se puede proporcionar una base de referencia para las aplicaciones prácticas más comunes, lo que puede permitirnos introducir un factor de corrección para situaciones definidas con especial precisión.

Habida cuenta de las fuentes de degradación que suelen tener en cuenta los investigadores, parece posible hacer una clasificación compuesta por un primer grupo de distorsiones en el que conviene establecer una característica de degradación, y un segundo grupo en el que la adopción de una característica de degradación puede considerarse menos importante en la práctica o inadecuada debido al tratamiento estadístico empleado para obtenerla. En este grupo podría ser suficiente indicar algunas cifras como ejemplo.

La Recomendación 654 enumera las distorsiones y degradaciones del primer grupo y la característica de distorsión de cada una. Este primer grupo incluye las siguientes:

1 – Distorsión lineal de corta duración
2 – Ganancia diferencial
3 – Fase diferencial
4 – Desigualdad de ganancia de luminancia-crominancia
5 – Desigualdad de retardo de luminancia-crominancia
6 – Ruido aleatorio continuo (ruido blanco no ponderado)
7 – Eco

El segundo grupo comprende:

1 – Distorsión lineal de duración de línea
2 – Distorsión lineal de duración de trama
3 – Distorsión lineal de larga duración
4 – Ganancia de inserción de la señal de luminancia
5 – Ganancia de inserción de la señal de sincronismo
6 – Respuesta de retardo de frecuencia en régimen permanente
7 – Intermodulación luminancia-crominancia y crominancia-luminancia
8 – Distorsión lineal de la señal de crominancia
9 – Distorsión no lineal de la señal de luminancia
10 – Distorsión no lineal de la señal de crominancia
11 – Banda espectral de la señal de luminancia
12 – Banda espectral de las señales de diferencia de color
13 – Interferencia sinusoidal
14 – Ruido aleatorio de espectro estrecho
15 – Zumbido recurrente de baja frecuencia
16 – Ruido impulsivo

2.2 *Resultados experimentales*

Los cuadros I, II y III presentan resultados de particular importancia.

El cuadro I da los resultados de estudios realizados en el Reino Unido, utilizando el método de la Recomendación 500. Los demás detalles de las pruebas coinciden con el punto 1 del anexo IV del Informe 405-5 (Dübrovnik, 1986). Se aplican directamente al sistema I/PAL, pero pueden ser necesarios pequeños ajustes para otros sistemas.

Debe recurrirse a otras fuentes [Macdiarmid y Allnatt, 1978; CCIR, 1978-82a] para encontrar una lista de referencias a descripciones detalladas del trabajo original (véase el Informe 313).

El cuadro II presenta resultados de investigaciones realizadas en la República Democrática Alemana [CCIR, 1978-82b] con el sistema B/SECAM; se utilizaron en gran medida los métodos de la Recomendación 500. Para algunos tipos de degradación, no existen los coeficientes G y d_M pues en estos casos la fórmula citada a continuación no describe la relación con suficiente exactitud.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

El Cuadro III contiene resultados experimentales obtenidos en la Unión Soviética [Lokshin, 1985; CCIR, 1986-1990a]para los sistemas D y K/SECAM. Las pruebas se efectuaron con el método descrito en la Recomendación 500.

En todos estos cuadros, los valores de la degradación subjetiva* pueden determinarse directamente por la fórmula:

$$I_u = (d/d_M)^G \text{ imp («impairment»: degradación)}$$

Las definiciones de la magnitud objetiva d se indican en las notas a los cuadros.

Por conveniencia, se utilizan también las magnitudes objetivas en las unidades tradicionalmente empleadas, que se enumeran también para los puntos de referencia 1, 1/2, 1/4 y 1/8 imp (véase el anexo II del Informe 1205). Las notas medias correspondientes en la escala de calidad de la Recomendación 500 son 3,0, 3,7, 4,2 y 4,6.

* Los valores de I pueden utilizarse para la adición de degradaciones aplicando una de las leyes de adición conocidas (véase el Informe 1205 , anexo II, punto 2).

CUADRO I – *Resultados experimentales para el sistema I/PAL*

Degradación	Nota (véase a continuación)	G	d_M	Valores de los puntos de referencia (dB, salvo cuando se indica lo contrario)			
				1-imp	1/2-imp	1/4-imp	1/8-imp
Ruido aleatorio de banda ancha	1						
Ponderación de luminancia	2	2,41	0,0167	36	38	41	43
Ponderación de crominancia	2	2,79	0,0327	30	32	34	36
Ponderación unificada	3	2,5	0,0123	38	41	43	45
5 MHz no ponderado	4	2,6	0,0315	30	32	35	37
5,5 MHz no ponderado	4	2,6	0,0330	30	32	34	37
6 MHz no ponderado	4	2,6	0,0345	29	32	34	36
Ruido aleatorio localizado*	5						
3,2 kHz		1,73	0,0113	39	42	46	49
7,5 kHz		2,79	0,0271	31	33	36	38
Ruido sinusoidal*	6						
1 kHz		1,26	0,00546	45	50	55	60
3,2 kHz		1,26	0,0185	35	39	44	49
1 MHz		1,23	0,00765	42	47	52	57
3,2 MHz		1,19	0,0779	22	27	32	37
Diafotía sin distorsión	7						
Señal impulso/barra		1,28	0,0155	36	41	46	50
Señal de barra de color		1,68	0,0291	31	34	38	41
Diafotía diferencial	7						
Señal de barra de color		1,77	0,0422	27	31	34	38
Ganancia diferencial	8	2,86	0,437	44%	34%	27%	21%
Distorsión lineal*	9						
Factor K	10	2,35	0,113	11%	8,4%	6,3%	4,7%
Eco positivo, retardo (μs):	11						
0,2		2,54	0,361	9	11	14	16
0,3		2,54	0,251	12	14	17	19
0,5		2,54	0,166	16	18	20	23
1		2,54	0,107	19	22	24	27
2		2,54	0,0814	22	24	27	29
5		2,54	0,0699	23	25	28	30
13		2,54	0,0668	24	26	28	31
Eco negativo, retardo (μs):	11						
0,2		2,06	0,883	1	4	7	10
0,3		2,06	0,592	5	7	10	13
0,5		2,06	0,360	9	12	15	18
1		2,06	0,192	14	17	20	23
2		2,06	0,116	19	22	25	27
Desigualdad de ganancia	12	2,86	0,564	56%	44%	35%	27%
Desigualdad de retardo de grupo	13	2,41	355	350 *ns*	270 *ns*	200 *ns*	150 *ns*

* Prueba monocroma.

Notas relativas al cuadro I:

Nota 1. – Las «pruebas de ruido aleatorio de banda ancha» se realizaron con ruido aleatorio que tenía diferentes espectros, cada uno de los cuales abarcaba toda la banda de frecuencias video. En el cuadro, d es un valor numérico que representa la tensión cuadrática media del ruido expresada como una proporción de la excursión nominal cresta a cresta de la señal de luminancia (normalmente 0,7 V). Los valores de los puntos de referencia se expresan como relaciones señal/ruido, en decibelios, dados por $-20 \log d$.

Los resultados citados se han obtenido por combinación de pruebas independientes de emisiones en blanco y negro y en color en las que el requisito para el canal de luminancia era bastante menos estricto para las pruebas de color que para las pruebas del blanco y negro. Se han adoptado los resultados más estrictos, pero la relación de los valores medios de opinión para la luminancia y la crominancia se basa en la prueba de color. Existe una gran concordancia entre los valores de G de ambas pruebas.

Nota 2. – Los puntos de referencia se basan en el efecto subjetivo del canal de luminancia o del canal de crominancia solamente, midiéndose el ruido a través de la red de ponderación apropiada (Recomendación 451, Ginebra, 1974).

Nota 3. – Los puntos de referencia se basan en el efecto subjetivo total, midiéndose el ruido a través de la red de ponderación unificada de la Recomendación 567.

Nota 4. – Los puntos de referencia se basan en el efecto subjetivo total del ruido de distribución uniforme hasta 6 MHz, pero limitado a la frecuencia superior designada antes de la medición no ponderada. Las desviaciones moderadas del espectro de ruido con respecto a la uniformidad no influyen considerablemente en los resultados.

Nota 5. – Las pruebas de «ruido aleatorio localizado» se efectuaron cada una de ellas con ruido aleatorio de banda estrecha, centrado en la frecuencia indicada, con el fin de simular el ruido producido por amplificadores video en cascada alimentados por cierta clase de fuentes. Las definiciones de d y los valores de los puntos de referencia son idénticos a los utilizados en el caso del ruido aleatorio de banda ancha (Nota 1). No interviene ninguna red de ponderación.

Nota 6. – Cada una de las pruebas de «ruido sinusoidal» se realizó en la frecuencia, próxima a la frecuencia nominal indicada, en la que era más desfavorable el efecto. En este caso, d es un valor numérico que representa la tensión cresta a cresta del ruido expresada como una proporción de la excursión nominal cresta a cresta de la señal de luminancia (normalmente 0,7 V). Los valores de los puntos de referencia se expresan como relaciones señal/ruido, en decibelios dados por $-20 \log d$.

Nota 7. – Las pruebas de «diafotía sin distorsión» y de «diafotía diferencial» se efectuaron con las señales interferentes indicadas, cuyas frecuencias de línea o de subportadora estaban desplazadas para producir el efecto menos favorable. La diafotía diferencial es aquella en que la tensión de diafotía es proporcional a la frecuencia. En ambos casos, d se considera como la tensión cresta a cresta de la parte «imagen» de la señal de diafotía, expresada como una parte de la excursión nominal cresta a cresta de la señal de luminancia (normalmente 0,7 V), cuando se mide con una señal interferente de impulso y barra de luminancia o crominancia, según proceda. Los valores de los puntos de referencia se expresan como relaciones señal/diafotía, en decibelios, dados por $-20 \log d$.

Nota 8. – Se basa en un pequeño experimento preliminar. El resultado concierne esencialmente a la ganancia de crominancia en el nivel del gris medio con relación al del negro, y probablemente tienda a sobrestimar la degradación subjetiva cuando se aplica a una medición de error máximo. Se considera que d es un valor proporcional al error de tensión. (Véase el § 2.1 de la Recomendación 654).

Nota 9. – Basado en pruebas con eco sin distorsión que cubre la gama 0,2-13 µs (0,2-2 µs en el caso de eco negativo).

Nota 10. – d es el valor proporcional de K conforme se define en la Recomendación 451, Ginebra, 1974. Se utilizaron resultados para el eco positivo como norma de transferencia al determinar los valores apropiados de G y d_M. Los puntos de referencia para K se expresan en porcentaje.

Nota 11. – d es la magnitud del eco expresada como una proporción de (señal + eco), teniéndose en cuenta la polaridad del eco. Los valores de los puntos de referencia se expresan como relaciones (señal + eco)/eco, en decibelios, dados por $-20 \log d$.

Nota 12. – Las pruebas de «desigualdad de ganancia» concernían a las diferencias de ganancia en el canal de crominancia con respecto al de luminancia; d se considera como un valor proporcional al error de tensión de la señal de crominancia. Los valores de los puntos de referencia son simplemente los valores de d expresados en porcentaje.

Nota 13. – Las pruebas de «desigualdad de retardo» concernían a las diferencias del retardo de grupo en el canal de crominancia con respecto al de luminancia; d es el retardo de grupo relativo, en nanosegundos, de la señal de crominancia. Los valores de los puntos de referencia se expresan directamente como valores de d.

CUADRO II - *Resultados experimentales para el sistema B/SECAM*

Degradación	Nota	G	d_M	Valores de los puntos de referencia (dB, salvo cuando se indica lo contrario)	
				1-imp	1/8-imp
Ruido aleatorio de anchura de banda 0 a 5 MHz, ponderación de luminancia	1	3,88	0,0118	38,5	43,2
Ruido aleatorio de anchura de banda 0 a 20 kHz, luminancia	1	2,96	0,00868	41,2	47,3
Zumbido de heterodinación	2	1,08	0,0684	23,3	40,0
Diafonía:	3				
- de una señal de luminancia		2,02	0,0102	39,8	48,7
- de una señal de crominancia	3	3,27	0,240	12,4	17,9
Eco positivo, retardo (μs):	4				
0,2		2,13	0,248	12,1	20,6
0,3		2,03	0,222	13,1	21,9
0,5		1,90	0,190	14,4	23,9
1		1,74	0,149	16,5	26,9
2		1,57	0,111	19,1	30,6
5		1,35	0,0668	23,5	36,9
Desigualdad de retardo	5	2,31	543 *ns*	543 *ns*	221 *ns*
Tiempo de subida	6	3,64	267 *ns*	267 *ns*	151 *ns*
No linealidad	7			48%	14%
Desviación de nivel	8			−1,7/+2,4	−0,1/+0,8

Nota 1. – Se utilizó ruido blanco en la banda de frecuencias citada. Aquí, d es un valor numérico que representa la tensión cuadrática media del ruido expresada como una proporción de la tensión de cresta nominal de la señal de luminancia (0,7 V). Los valores de los puntos de referencia se expresan como relaciones señal/ruido, en decibelios, dados por $-20 \log d$.

Nota 2. – El efecto subjetivo del zumbido depende también del contenido en armónicos, de la frecuencia de zumbido y del tipo de receptor. El cuadro da un valor medio que constituye un buen enfoque de las condiciones presentes en la práctica. Aquí d es la relación entre el valor de cresta a cresta de la tensión de zumbido y el nivel de cresta de la señal de luminancia (0,7 V).

Nota 3. – Las señales interferentes fueron, respectivamente una imagen monocroma electrónica y una señal de barra de color.

Nota 4. – d significa la relación entre el eco y la señal.

Nota 5. – Aquí d expresa directamente el tiempo de retardo entre el canal de luminancia y el canal de crominancia.

Los experimentos no mostraron grandes diferencias en la evaluación subjetiva de las desviaciones positiva o negativa de la misma magnitud.

Nota 6. – Aquí d representa el tiempo de subida (10% a 90%) de un escalón ideal, después de pasar por el canal de transmisión en cuestión.

Nota 7. – La no linealidad de la característica de amplitud puede evaluarse mediante la medida de la amplitud de una pequeña señal, A, en frecuencia vocal, sobreimpuesta a una señal en diente de sierra.

El valor obtenido,

$$d = \frac{A_{máx} - A_{mín}}{A_{máx}} \times 100\%$$

no basta para indicar exactamente el efecto subjetivo sobre la calidad de la imagen porque tiene también importancia la forma de la característica de amplitud. El punto de referencia sólo es válido para características con curvaturas suaves.

Nota 8. – En el sistema SECAM, las desviaciones de nivel producen cambios de la saturación de los colores. Aquí d significa la diferencia entre la amplitud cresta a cresta de la luminancia y su valor nominal (0,7 V) dividida por este valor nominal.

CUADRO III

Datos experimentales para los sistemas D y K/SECAM

Degradación	Nota	G	d_M	Valores en los puntos característicos (dB si no se indican valores medidos)			
				1	1/2	1/4	1/8
1	2	3	4	5	6	7	8
Ruido aleatorio de banda ancha							
Ponderación mediante circuito unificado							
Banda de Frecuencia 5 MHz	1	2	0,0141	37	40	43	46
Banda de Frecuencia 6 MHz	1	2	0,0133	37,5	40,5	43,5	46,5
Eco positivo retardado en (μs)	2						
0,2		2,6	0,245	12	14	17	19
0,3		2,4	0,191	14	17	20	22
0,5		2,17	0,140	17	20	23	25
1		1,9	0,0912	21	24	27	30
2		1,76	0,0650	24	27	31	34
5		1,67	0,0631	24	28	31	35
Eco negativo, retardado en (μs)	2						
0,2		2,51	0,251	12	14	17	19
0,3		2,35	0,210	14	16	19	21
0,5		2,25	0,160	16	19	21	24
1		2,18	0,103	20	22	25	28
2		2,10	0,0716	23	26	29	32
5		2,05	0,0631	24	27	30	33
Divergencia de tiempo de las señales de luminancia y cromninancia	3	2,32	400 ns	400 ns	300 ns	220 ns	160 ns
Alinealidad	4	2	53%	53%	37%	26%	19%

Notas al Cuadro III

1. Las pruebas se realizaron con ruido que tenía distintos espectros en la banda de frecuencias indicada. La ponderación se realizó con el circuito unificado del CCIR con una constante de tiempo de 0,245 μs; d: relación tensión eficaz de ruido/amplitud nominal de la señal de luminancia (generalmente 0,7 V). Los valores en los puntos característicos se determinan como relación la señal/ruido (en decibelios) es decir, - 20 log d.

2. d, designa la relación eco/señal. En los puntos característicos se indica la relación señal/eco (en decibelios), es decir, - 20 log d.

3. d, expresa directamente la divergencia de tiempo entre las señales de luminancia y de diferencia de color.

4. Los datos corresponden a las distorsiones de la señal de luminancia. Sus valores se determinan por la fórmula:

$$d = \frac{A_{máx} - A_{mín}}{A_{máx}} 100\%$$

donde A - amplitud de la señal RF superpuesta en la señal de prueba de luminancia.

3. Nuevos estudios sobre degradaciones

3.1 Los resultados que figuran en los puntos anteriores se refieren sólo a las distorsiones mantenidas por la señal compuesta analógica, medidas por los métodos de la Recomendación 567 y aplicables a imágenes de televisión correspondientes a escenas naturales.

Los nuevos adelantos en los sistemas de televisión, como son los sistemas de componentes analógicas multiplexadas (MAC), la televisión digital, los sistemas de transmisión de gráficos o imágenes alfanuméricas, conducen a nuevos métodos de medición y a nuevos resultados, algunos de los cuales ya se citan en los Informes 1205 y 956.

3.2 *Anchura de banda de la componente de luminancia*

En relación con la actividad y el interés recientemente demostrado por los sistemas de color basados en señales componentes separadas, tanto analógicas como digitales, el interés por la característica que relaciona la calidad subjetiva con la anchura de banda de las componentes es útil y oportuno.

A lo largo de los estudios que llevaron a la adopción de normas para estudios de televisión digital (Recomendación 601) se han realizado numerosos experimentos relativos a la anchura de banda de las señales componentes.

La anchura de banda efectiva del canal, que transporta la componente de luminancia de una señal de televisión entre el origen de la imagen y la presentación en pantalla de esa imagen, determina el grado de borrosidad de la imagen representada. En los sistemas de color de señal compuesta (PAL, SECAM y NTSC), la presencia de una subportadora de color y los medios para decodificar la señal compuesta modifican la anchura de banda de luminancia efectiva de un modo que depende de los detalles del diseño del decodificador. Sin embargo, en los sistemas de blanco y negro y en los sistemas de color de reciente aparición que emplean transmisión de componentes separadas, la anchura de banda del canal de luminancia es conocida por lo que puede determinarse su efecto sobre la calidad de imagen.

La anchura de banda se define aquí (suponiendo un canal del tipo de paso bajo) como la frecuencia en la que la pérdida de inserción del canal es 3 dB superior a la pérdida media en bajas frecuencias.

La degradación producida por una determinada reducción de anchura de banda depende en gran medida de:

- la distancia de observación: la degradación es mayor para distancias de observación más pequeñas;
- el tipo de imagen representada: los gráficos y las imágenes alfanuméricas son muy sensibles, en tanto que las imágenes con detalles de poco contraste como son las fotografías, lo son menos.

Las características de degradación ilustradas en la fig. 1 dan resultados para dos distancias de observación (4 y 6 veces la altura de la imagen) y dos clases de imagen (gráficos y escenas naturales muy detalladas).

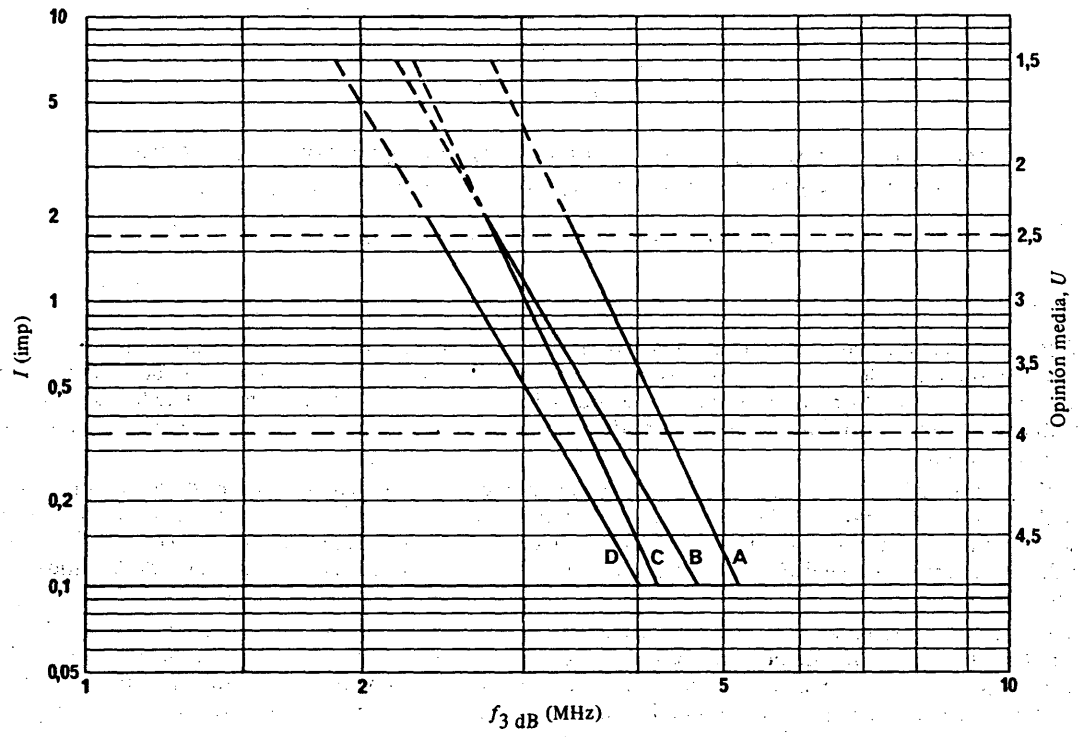


FIGURA 1 – *Características de degradación para el caso en que existe una limitación de la anchura de banda de la señal de luminancia*

A: Gráficos e imágenes alfanuméricas – distancia de observación = 4 *H*
B : Gráficos e imágenes alfanuméricas – distancia de observación = 6 *H*
C: Escenas naturales detalladas – distancia de observación = 4 *H*
D: Escenas naturales detalladas – distancia de observación = 6 *H*
U: Opinión media, escala de cinco notas

Los resultados son válidos para los sistemas de 625 líneas:

– factor de degradación: $d = f_{3\ dB}$

$f_{3\ dB}$: anchura de banda a 3 dB (MHz)

– valores de nota media de opinión (I = 1):

distancia de observación:	4 *H*	6 *H*
gráficos	d_M = 3,70	d_M = 3,09
escenas	d_M = 3,02	d_M = 2,67

– pendiente

distancia de observación:	4 *H*	6 *H*
	G = 6,80	G = 5,60

3.3 Efectos subjetivos de los errores aleatorios en los bit sobre las señales de video digitales de componentes YUV

En el Reino Unido se ha efectuado recientemente una evaluación de las señales 625/50 del tipo 4:2:2 en sistemas cuyos resultados se presentan en las figs. 2 y 3. Para medir la proporcion de errores se utilizo la unidad "sucesos con errores por segundo" y se presentan las curvas correspondientes al primer bit, al segundo bit y al tercer bit más significativos. En las evaluaciones se utilizó la escala de degradación y una duración de la prueba de 20 segundos, con 20 observadores especialistas a 4H y 6H. Las imágenes utilizadas para las pruebas eran "barcos" y "pizarra con juguetes". Se evaluaron la calidad básica y la calidad procesada ulterior (mate cromático) y se adaptó a los datos un modelo logístico.

La unidad utilizada para medir la proporción de errores (sucesos con errores por segundo) está sencillamente relacionada con la proporción de bit erróneos. La velocidad de los trenes de bit de la componente Y y de la componente U/V es de 108 Mbit/s. Así, N sucesos con errores por segundo corresponde a una proporción de bit erróneos de $8N/10^8$ aproximadamente. En las componentes U y V de la fig. 3, la proporción de bit erróneos es de $N/(54 \times 10^6)$.

Los resultados revelan que, para un número determinado de sucesos con errores por segundo, el bit más significativo de la señal de luminancia es el más sensible a los errores y la sensibilidad disminuye rápidamente en los bits de menor significación. La utilización de la clave cromática en el proceso ulterior aumenta la sensibilidad a los errores de la componente U y sobre todo de la componente V. Además, en este caso la sensibilidad no disminuye tan rápidamente con la significación de los bits como en el tren de bits U/V de la fig. 2.

Se espera que otras administraciones, en particular las que utilizan señales del tipo 4:2:2 en sistemas 525/60, efectuen estudios similares a fin de que pueda incorporarse en el futuro ese material en una Recomendación 645 ampliada.

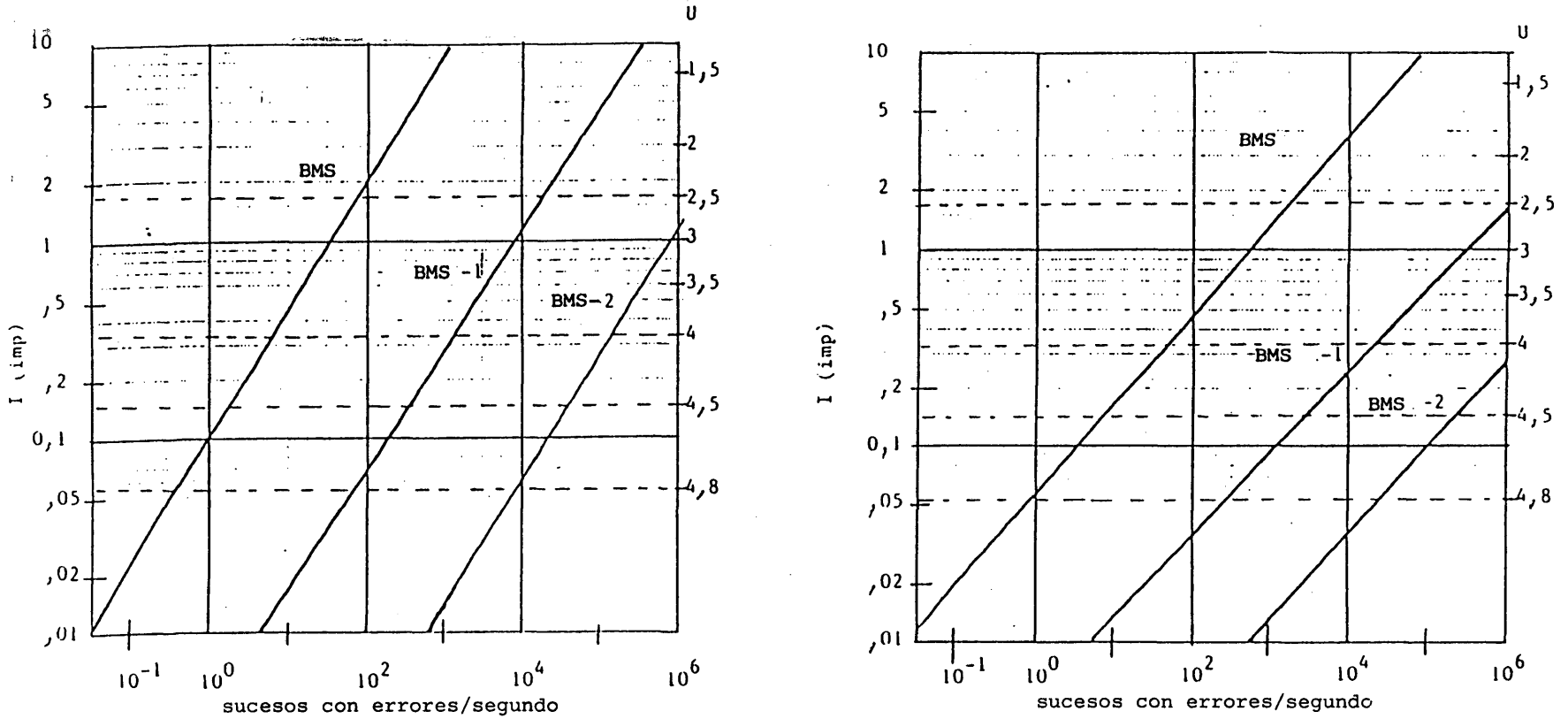


FIGURA 2 - Características de degradación por errores aleatorios de un solo bit en bits de diversa significación

a) Errores en la señal componente de luminancia (Y)

		d_M	G
Componente Y	BMS	3,60 x 10	0,64
	BMS-1	8.45 x 10^3	0,61
	BMS-2	8.28 x 10^5	0,64

b) Errores en las señales componentes de diferencia de color (U/V)

		d_M	G
Componente U/V	BMS	5,83 x 10^2	0,45
	BMS-1	3,07 x 10^5	0,42
	BMS-2	2,04 x 10^7	0,43

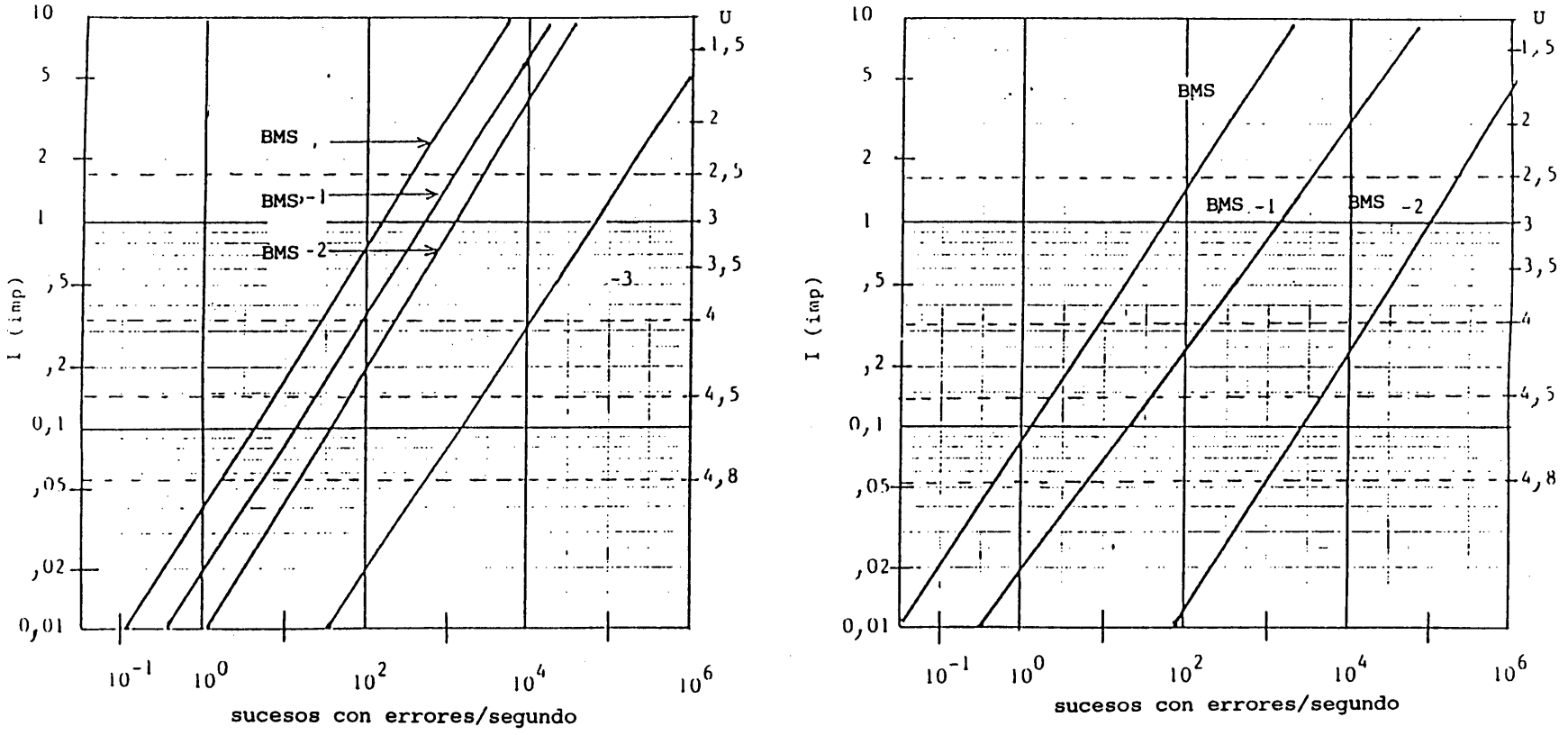


FIGURA 3 - Características de degradación por errores aleatorios de un solo bit después del proceso en clave cromática

a) errores en bits de diversa significación de la componente U

		d_M	G
Componente U	BMS	$1{,}67 \times 10^2$	0,63
	BMS-1	$5{,}50 \times 10^2$	0,63
	BMS-2	$1{,}31 \times 10^3$	0,65
	BMS-3	$6{,}44 \times 10^4$	0,60

b) errores en bits de diversa significación de la componente V

		d_M	G
Componente V	BMS	$6{,}66 \times 10$	0,60
	BMS-1	$1{,}37 \times 10^3$	0,55
	BMS-2	$9{,}78 \times 10^4$	0,64

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

3.4 Ruido aleatorio continuo

Los estudios de posibles características de degradación [Lokshin, 1985; CCIR, 1986-1990b] sugieren que podría normalizarse el nivel de ruido con distribuciones espectrales típicas, empleando una sola característica de degradación que puede ser aplicable a todos los sistemas de televisión. Esta característica define la relación entre el nivel de la señal de imagen y el valor ponderado de la tensión del ruido, efectuándose la ponderación con la red unificada del CCIR en una anchura de banda de 5 MHz.

En la Figura 4 se muestra la característica de degradación sugerida. Esta puede describirse mediante las siguientes ecuaciones:

- valor de la distorsión

$$d = \frac{N_{r.m.s.}}{L} \quad \text{ó} \quad D = 20 \lg \left[\frac{L}{N_{r.m.s.}} \right] \quad (dB)$$

- valor en el centro de la escala (I = 1 imp):

$D_M = 0{,}0141$ o $D_M = 37$ dB

- pendiente: G = 2

La relación señal/ruido (ponderado) se mide de conformidad con lo dispuesto en la sección C.3.2.1 de la Recomendación 567.

Se sugiere que prosiga el estudio de la característica de degradación propuesta.

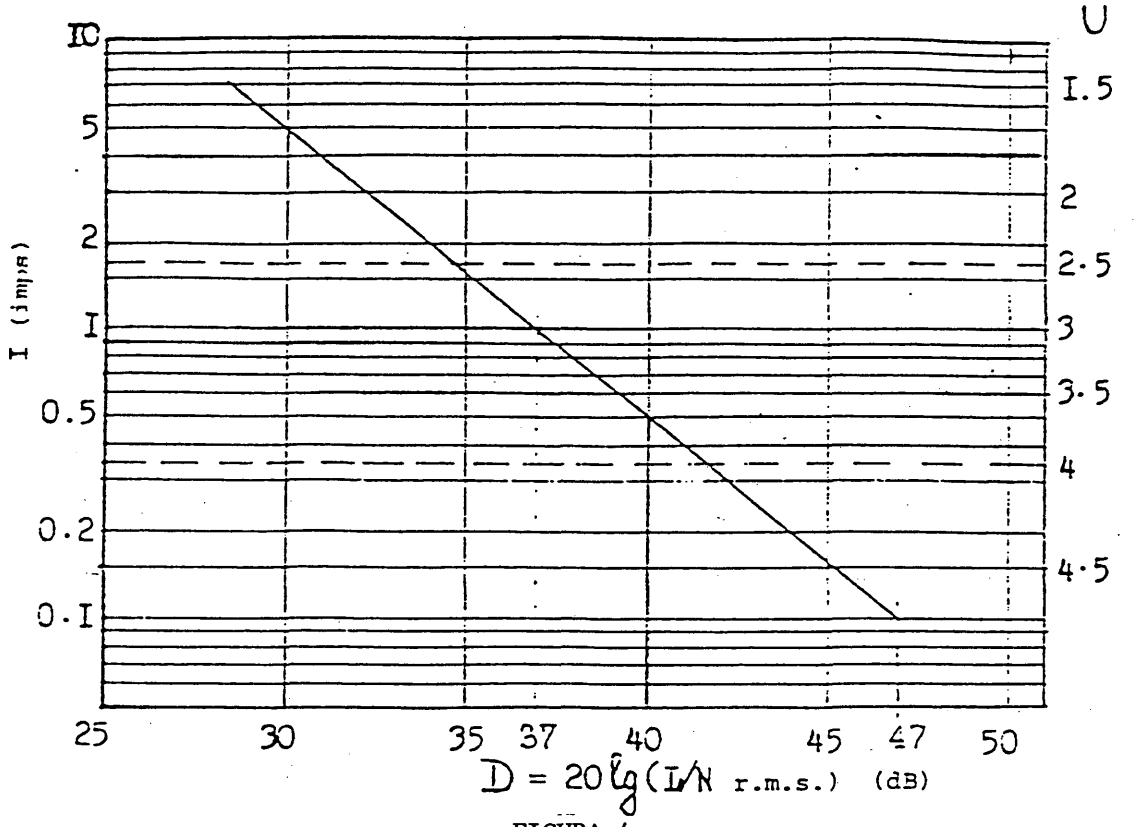


FIGURA 4

Característica de degradación del ruido (ponderado)

3.5 Efectos del ruido sinusoidal sobre la calidad de la imagen

En la República Popular de China se han realizado pruebas de evaluación subjetiva [CCIR, 1986-90c]en relación con los efectos del ruido sinusoidal sobre la calidad de la imagen. Los experimentos se realizaron en dos bandas de frecuencia, 50 Hz - 10 Hz y 10 kHz - 6 MHz. Los resultados de las pruebas figuran en los cuadros del documento.

3.6 Señal de eco

Estudios de las posibles características de degradación [CCIR, 1986-1990d] indican que el nivel de la señal de eco (positivo y negativo) no distorsionada podría normalizarse utilizando una característica de degradación unificada podría aplicarse a todos los sistemas de radiodifusión de televisión.

Las siguientes expresiones definen la característica de degradación sugeruda para la señal de eco no distorsionada:

- valor de distorsión: $d = E/S$ ó $D = 20 \log (S/E)$, dB

- valor para la evaluación media (I = 1 unidad de degradación):
  $d_M (\Delta t) = 0{,}04/|\Delta t| + 0{,}05$, ó
  $D_M (\Delta t) = -20 \log (0{,}04/|\Delta t| + 0{,}05)$, dB;

- pendiente: $G(\Delta t) = 0{,}15/|\Delta t| + 1{,}85$;

- valor de D para diferentes valores de I y Δt (μs):
  $D = D_M (\Delta t) - (20 \log I)/G(\Delta t)$, dB.

La fig. 5 indica los valores de D para niveles característicos de degradación de la imagen.

Se sugiere que prosiga el estudio de la característica de degradación propuesta.

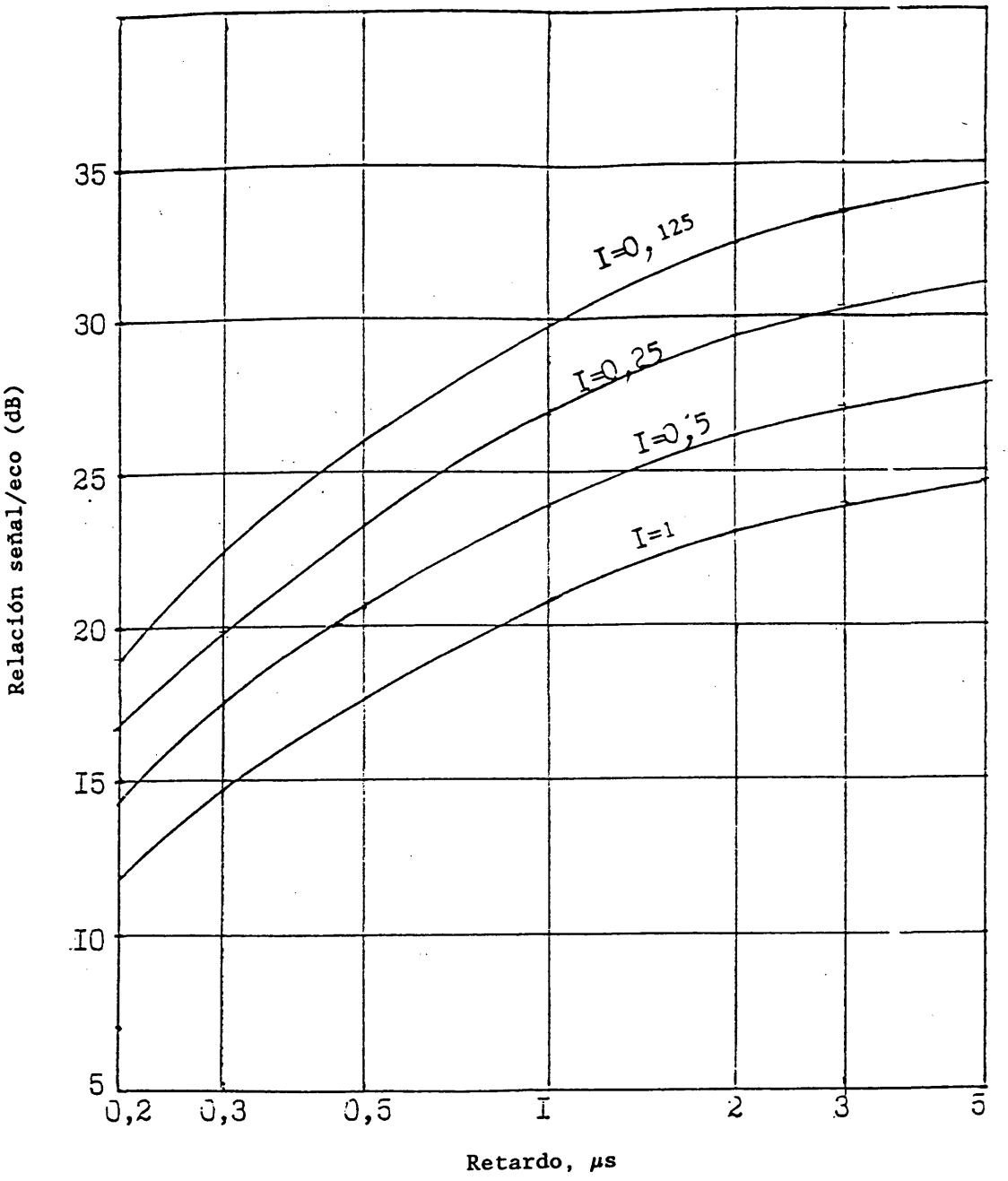


FIGURA 5

Característica de degradación para las señales de eco

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOKSHIN, M.G. [1985] - Unifitsirovannaya vzveshivayushchaya tsep dlya izmereniya shumov v sisteme SEKAM (A unified weighting network for measuring noise in the SECAM system), Tekhnika kino i televideniya, No. 10, 31-35.

MACDIARMID, I. F. y ALLNATT, J. W. [1978] Performance requirements for the transmission of the PAL coded signal. *Proc. IEE*, Vol. 125, 571-580.

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/38 (Reino Unido); **b.** 11/331 (República Democrática Alemana).

[1986-90]: a. 11/451 (URSS); b. 11/453 (URSS); c. 11/145 (República Popular de China); d. 11/452 (URSS).

INFORME 1082-1

MODIFICACIÓN PARA UNIFICAR LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN

(Cuestión 3/11, Programa de Estudios 3A/11)

(1986-1990)

1. Introducción

La Recomendación 500 que se revisa regularmente tiene como fin instruir sobre los métodos disponibles que parecen más adecuados para la evaluación de la calidad de la imagen en un entorno de laboratorio controlado. Es necesario revisar los métodos periódicamente a fin de reflejar la evolución de los estudios en los nuevos sistemas y aplicar la evolución de la propia metodología.

Aunque los métodos descritos en los puntos 2 y 3 de la Recomendación 500 se han examinado y diseñado minuciosamente con los conocimientos disponibles, no están libres de inconvenientes. Si se conciben nuevos métodos alternativos que puedan evitar dichos inconvenientes, deben proponerse para sustituir a los métodos actuales.

Los inconvenientes principales de los métodos que figuran actualmente en los puntos 2 y 3, son los siguientes:

- Las diferencias conceptuales entre los significados de los descriptores de la escala de calidad no son necesariamente uniformes. Se sabe que varían de unos grupos lingüísticos a otros, entre grupos culturales y entre individuos, en un grado nada despreciable. El procesamiento de los resultados se basa actualmente en la aproximación de que la diferencia conceptual es uniforme; de esta manera la interpretación de resultados para indicar una medida coherente de calidad absoluta o de degradación es también una aproximación. De hecho, los resultados pueden incluso representar erróneamente las magnitudes de las diferencias hasta en un $\pm$ 50%.

- Por motivos que pueden referirse a las diferencias de significado asociadas a los descriptores mencionados, la correlación de los resultados entre laboratorios no se considera suficientemente buena para los sistemas alternativos con pequeñas degradaciones o los de gran calidad, de forma que puedan evaluarse fiablemente en los distintos laboratorios y compararse los resultados absolutos. No obstante, el orden de categorías es coherente.

- La estabilidad de los métodos mencionados en los puntos 2 y 3 de la Recomendación 500 se deriva en parte de la utilización sistemática de una referencia de gran calidad. Hay circunstancias en las que no se dispone de una referencia de gran calidad y, en dichos casos, los métodos no pueden utilizarse.

- Los métodos de doble estímulo llevan el doble de tiempo que los métodos de un solo estímulo y como consecuencia son más costosos de realizar.

Este Informe describe estudios relacionados con el desarrollo de nuevos métodos que aportan más información y que superan o dejan de lado los inconvenientes mencionados. Las áreas generales que se estudian son las siguientes:

- valoración cuantitativa (estimación de la magnitud numérica de la calidad);

- escala gráfica (evaluación de las diferencias conceptuales en los descriptores);

- escala de categorías numéricas;

- escala multidimensional;

- comparación por parejas;

- medición del umbral de visibilidad.

Para que pueda pensarse en su incorporación a la Recomendación 500, los métodos deben estar totalmente desarrollados y ofrecer ventajas significativas en comparación con los métodos recomendados actualmente.

Este Informe describe también los trabajos recientes encaminados a examinar si es posible evaluar degradaciones tales como el ruido, utilizando escalas gráficas.

2. Valoración cuantitativa

2.1 Introducción

Debido a que permite la más amplia gama y variedad de operaciones estadísticas, la valoración cuantitativa permite al experimentador no sólo establecer el orden de los elementos que se calibran, sino también describir las magnitudes relativas de cualquier atributo elegido de estos elementos. Puede así determinarse, por ejemplo, no sólo que la imagen A es mejor que la B, sino también **cuánto mejor**. Una escala de categorías permite sólo una determinación del orden de rango y no de los intervalos entre rangos. El método psicofísico más apropiado para generar escalas de relación de calidad de imagen es la **estimación de magnitudes**.

El método de la estimación de magnitudes se ha utilizado en todo el mundo desde mediados de los años 50. Las escalas dan datos de relaciones y por tanto datos de intervalos iguales. Con los datos de escalas de relación, es legítimo calcular medidas geométricas o armónicas, y también medidas aritméticas, y calcular variaciones porcentuales y también desviaciones típicas. Esta mayor precisión permite una descripción más completa de los datos. Los observadores generan sus propias escalas, evitando así un importante inconveniente de las escalas fijas, cual es el de imponer designaciones verbales y sistemas de numeración posiblemente inadecuados.

2.2 Metodología de las pruebas experimentales

2.2.1 Procedimiento

En el método de la estimación de magnitudes, los observadores producen sus propias escalas a medida que avanza el experimento. Se presenta al observador una serie de imágenes con una secuencia irregular y se le pide que asigne un valor numérico de calidad a cada imagen presentada. Las instrucciones deben incluir la siguiente información e inspirarse en este ejemplo:

"Se le presentarán una serie de imágenes aleatoriamente. Su labor consistirá en juzgar la CALIDAD de imagen de cada una asignándoles números. Evalúe la primera imagen con el número que crea apropiado. Asigne luego número a las presentaciones sucesivas proporcionales a su impresión subjetiva. No existe límite alguno para la gama de números que puede utilizar. Puede asignar números enteros, decimales o fracciones. Trate que cada número corresponda a la calidad de imagen que percibe. Por ejemplo, si una imagen le parece tres veces mejor que otra, asígnele un número tres veces mayor; si le parece sólo de un quinto de calidad, asígnele un quinto de su valor."

La gama y el número de estímulos deben ser tan grandes como sea razonable en ese experimento concreto, a fin de no limitar al observador a un pequeño conjunto de condiciones y permitirle utilizar todos los criterios disponibles para evaluar la calidad. Cada estímulo suele presentarse dos veces (con más presentaciones se obtiene poca o ninguna información adicional).

2.2.2 Evaluación del "ideal"

Para establecer una referencia que permita comparar resultados de prueba obtenidos en diferentes laboratorios, con diferentes sistemas de televisión, imágenes de prueba y así sucesivamente, debe pedirse a los observadores que, al final de cada sesión de prueba, asignen el valor numérico apropiado a su concepción de la calidad de imagen que consideren "ideal". El "ideal" tiene por objeto designar la mejor calidad de imagen posible imaginable producida por cualquier sistema de reproducción de imágenes. En el ánalisis de los datos (véase el punto 2.2.6), se normalizará la evaluación del "ideal" (es decir, de ese número) para que corresponda al número 100, valor éste que proporcionará una norma uniforme.

2.2.3 Evaluadores

Se ha comprobado que las relaciones entre las medias geométricas resultan estables con 15 observadores (naturalmente pueden ser más si se desea).

2.2.4 Imágenes de prueba

La conveniencia de las imágenes de prueba depende del experimento concreto que se realice.

2.2.5 Presentación

Las imágenes deben presentarse en un orden aleatorio, a condición de que no se presente la misma imagen (es decir, escena o secuencia de prueba) dos veces seguidas con el mismo nivel de calidad. Si es posible las imágenes presentadas a cada observador deben seguir un orden aleatorio diferente. Debe variarse la imagen de estímulo inicial para cada observador, pero no es necesario variar el nivel de calidad. Es aconsejable iniciar cada secuencia en algún punto medio de la gama, y no en ninguno de los extremos.

Una sesión de observación debe durar aproximadamente media hora, incluidas las explicaciones y los preparativos. La secuencia de prueba puede iniciarse con unas pocas imágenes indicativas de la gama de calidad de imagen (aunque esto no es necesario ni tampoco debe decirse en ningún caso al observador cuál puede ser esa gama). Las apreciaciones de estas presentaciones preliminares no deben tenerse en cuenta en los resultados finales.

2.2.6 Normalización y cálculo de la media de las estimaciones de magnitud

La medida apropiada y más comúnmente empleada de la tendencia central con datos de estimación de magnitud es la media geométrica, que tiene en cuenta la distribución de las respuestas y presenta la ventaja de evitar una evaluación extrema que influya excesivamente en el resultado. Da una estimación sin sesgo del valor esperado de los logaritmos de las estimaciones de magnitud. Pese a los diferentes números que los observadores pueden haber asignado al primer estímulo, no es necesaria ninguna normalización antes de calcular la media. Las relaciones entre las medias geométricas no son afectadas aunque los observadores utilicen diferentes unidades para sus escalas subjetivas. Sin embargo, la normalización resultará necesaria para ciertas operaciones estadísticas subsiguientes y para la comparación entre laboratorios. Para conseguirla, deben efectuarse para cada dato de observador los siguientes cálculos de normalización con respecto al «ideal».

Las medias geométricas se normalizarán para que al «ideal» le corresponda el valor normalizado 100. Para lograrlo, debe calcularse la media geométrica de las respuestas numéricas. Todas las medias geométricas se multiplican entonces por el factor común $100/R_i$ (donde R_i es el valor numérico de la respuesta «ideal»). Este sencillo procedimiento sirve para definir el «ideal» como 100, y al mismo tiempo para ajustar proporcionalmente las respuestas medias a todos los demás estímulos.

2.3 Estudios sobre la validez de la valoración cuantitativa

2.3.1 Comparación del empleo de una escala de valoración por categorías con un solo estímulo y una valoración cuantitativa

2.3.1.1 Introducción

Se realizaron un par de experimentos de calidad de imagen [CCIR, 1982-86a] siguiendo la escala de calidad de cinco notas de la Recomendación 500 y, a título comparativo los del método de la estimación de magnitudes. El objeto era examinar el efecto del contexto sobre las dos metodologías de prueba. La razón de tal interés en este momento es la aparición de imágenes de televisión muy mejoradas y su efecto de ampliación de la gama de calidades de imagen.

2.3.1.2 Procedimiento

Método de prueba

La prueba se hizo individualmente con cada observador y se utilizaron dos métodos de evaluación de la calidad. Para la evaluación de categoría se utilizó la escala de calidad del CCIR como método de estimación de la calidad de las imágenes de prueba. Se calculó la puntuación para cada imagen de prueba. La evaluación por estimación de magnitudes se hizo según los procedimientos descritos en el punto 2.2 de este Informe.

Aparatos y disposición

Los observadores se sentaban a una distancia de observación de tres veces la altura de la imagen. Ambas pantallas de rayos catódicos funcionaban con una frecuencia de trama de 60 Hz y tenían diagonales de 19 pulgadas (48,3 cm).

Había cuatro niveles de calidad de imagen en una prueba y cinco en la otra: A, B, C y D, que corresponden respectivamente a los sistemas NTSC de 525 líneas con decodificador por filtro de ranura (A), NTSC de 525 líneas con decodificador por filtro de peine (B), las 3 señales de color RGB obtenidas directamente de la cámara (C), e imágenes de alta definición (D). Todas estas imágenes se juzgaron de calidad buena a excelente (gama estrecha). Los niveles de estímulo X e Y en la prueba de gama ampliada eran los del sistema NTSC de 525 líneas, con filtro de ranura y ruido añadido. Los niveles de S/N para esta prueba de gama ampliada eran de 22 (X) y 32 (Y) dB. En esta prueba había menos puntos de datos RGB, pues cada observador calibraba RGB sólo una vez, como la última evaluación de cada sesión de prueba.

Entre las dos pruebas mediaron aproximadamente cinco semanas.

Evaluadores

Los 67 evaluadores tenían una agudeza y una visión cromática normales sin o con corrección previa. Ningún observador había participado antes en un experimento de estimación de magnitudes, pero algunos tenían experiencia con escalas de cinco notas.

Participaron tres grupos de evaluadores:

Un grupo de 9 observadores entre los expertos del laboratorio. Se trataba de hombres que trabajan en el campo de la ingeniería de televisión. Sus edades variaban de 27 a 65 años.

Un grupo de 47 observadores no expertos entre el personal de laboratorio. Se trataba de mujeres y hombres cuyas edades variaban de 33 a 60 años.

Un tercer grupo de 11 estudiantes de segunda enseñanza, que se formó para equilibrar el conjunto. Eran estudiantes de ambos sexos, de 16 años de edad.

Condiciones de observación

Las condiciones de observación cumplían en general la Recomendación 500 exceptuando la distancia de observación que era de tres veces la altura de la imagen.

Imágenes de prueba

Las tres imágenes de prueba eran transparencias de color, de 8 × 10 pulgadas, (8 × 25,4 cm) de la región de Stamford, en el estado de Connecticut, Estados Unidos de América. Se iluminaba mediante una Porta-Pattern. Estas imágenes se seleccionaban específicamente para asegurar la máxima calidad posible y un volumen razonable de información de frecuencia espacial elevada.

Se enfocaban dos cámaras sobre el Porta-Pattern: una cámara de 525 líneas de calidad media y una cámara de televisión de alta definición de 1125 líneas. Todas las imágenes se aplicaban desde las cámaras a codificadores cuando así convenía, o bien directamente a las unidades de visualización.

2.3.1.3 Resultados

Pruebas con la escala de cinco notas

Los tres niveles de calidad que eran comunes a ambas pruebas estaban algo desplazados. La imagen tratada con un filtro de ranura era la más desplazada (de 1,88 a 3,56), con un desplazamiento del 63% de la gama total de respuesta mínima a máxima. En otras palabras, el desplazamiento de la evaluación entre el experimento de gama estrecha y el experimento de gama ancha fue casi igual que la gama total de valoraciones utilizadas en el experimento de gama estrecha.

Es de señalar también la evidente carencia de significado de las designaciones verbales: la imagen que se había valorado como «mediocre» pasaba a ser «buena».

Pruebas con el método de estimación de magnitudes

Aparecen aquí desplazamientos similares, pero son bastante pequeños comparados con los de la escala de cinco notas. Una vez más la imagen tratada con un filtro de trampa es la más desplazada, pero en este caso el desplazamiento análogo es sólo del 34% (frente al 63%).

Otro aspecto de interés es que cuando se amplía la gama de estímulo, se amplían los números dados por los observadores. La gama total de números utilizados en la prueba de gama estrecha fue de 43 (19,5 a 62,5) en tanto que en la prueba de gama ampliada fue superior a 60 (4,12 a 64,5). Esta es otra prueba de que la escala de magnitudes es más adecuada para la tarea y más naturalmente adaptable. Los observadores se comportaron más apropiadamente ampliando sus escalas en respuesta a una mayor gama de calidad de estímulo. Con la escala de calidad, cuando se ampliaba la gama de estímulos, los números y las designaciones permanecieron fijos.

Por último, es interesante señalar que los resultados de los relativamente "ingenuos" estudiantes de segunda enseñanza mostraron que el efecto de la gama de estímulo era muy pequeño, es decir, que había muy poco desplazamiento entre las pruebas de gama estrecha y de gama ancha.

2.3.1.4 Conclusiones

Las valoraciones cuantitativas son mucho menos afectadas por los cambios en la gama de los estímulos que las escalas de categorías de cinco notas.

Las valoraciones cuantitativas hacen innecesaria la interpretación lingüística, pero exigen que el evaluador tenga una idea de las proporciones.

Las valoraciones cuantitativas tienen la virtud de introducir intervalos y relaciones significativos en las respuestas numéricas, proporcionando así información adicional acerca de cuánto supera una imagen a otra.

2.3.2 Comparación de la utilización de una escala de calidad mediante el procedimiento de doble estímulo y una valoración cuantitativa

2.3.2.1 Introducción

Otro par de experimentos relativos a la calidad de la imagen se realizó en Francia (CCIR, 1986-90b) utilizando la escala de calidad con doble estímulo y un método de valoración cuantitativa. El interés de tales experimentos deriva de las mismas razones indicadas en el punto 2.3, pero en este caso se emplea el método de evaluación continua de calidad con doble estímulo en lugar del método simple con la escla de apreciación de calidad.

2.3.2.2 Procedimiento

Método de prueba

Los métodos de prueba fueron los mismos que se indican en el punto 2.3.1, con excepción de las siguientes diferencias:

- los evaluadores efectuaron las pruebas en grupos de 4;
- se utilizó el mismo orden de presentación para todos los evaluadores;

- el procedimiento de doble estímulo se ajustó a la segunda variante del punto 3 de iniciación de la Recomendación 500;

- durante el periodo de instrucción se mostraron algunos ejemplos de imágenes.

Aparatos y disposición

Los evaluadores estaban sentados a una distancia de observación de 6 H. Se empleó una frecuencia de trama de 50 Hz: las pantallas tenían diagonales de 51 cm.

Se emplearon dos gamas de calidades (o degradaciones) que fueron evaluadas con los diversos códecs que se indican a continuación:

i) reducida; RGB, MICD1, MICD2 y SECAM;

ii) Amplia; RGB, MICD1, SECAM, MICD1 + ruido, SECAM + ruido.

Evaluadores

En cada prueba intervinieron 15 evaluadores como mínimo. Cada uno de ellos sólo participó en una prueba. Se trataba de personas no expertas.

Condiciones de observación

Las condiciones de observación se ajustaban a la Recomendación 500.

Imágenes de prueba

Se utilizaron cuatro diapositivas de prueba de la UER.

2.3.2.3 Resultados

Se probaron cuatro parámetros:

- tres tipos de estabilidad:

  - intragrupo: se empleó dos veces el mismo grupo para el mismo experimento;

  - intergrupo: se efectuó una comparación de los resultados de dos grupos diferentes;

  - efecto de contexto (gama): se efectuó una comparación de las dos gamas.

- sensibilidad: una comparación del orden atribuido a las pequeñas degradaciones.

Se empleó la prueba de la "t" de Student a fin de determinar la significación de las diferencias.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Todos los experimentos se sometieron a dos análisis para obtener resultados absolutos y relativos. En realidad, se efectúan frecuentemente dos tipos de evaluaciones: la evaluación de la degradación con respecto a una referencia y la evaluación de la calidad absoluta. Por consiguiente, para mostrar el comportamiento de cada método en ambos casos, se suministran los resultados del tratamiento de las calificaciones directas y de las diferencias de calificación entre la referencia y el objeto de la prueba.

Los resultados de las pruebas intragrupo muestran una estabilidad aceptable; la "t" permanece dentro del intervalo de confianza del 90% ($t = 1,7$) y las desviaciones típicas son similares.

De esta prueba depende la posibilidad de comparar las mediciones de distintos laboratorios. Los dos procedimientos son equivalentes, ya que los valores de "t" están próximos al valor antes indicado (1,7) o son inferiores a éste. Es necesario proseguir los estudios en diferentes laboratorios para investigar la estabilidad intergrupal de las apreciaciones utilizando estos métodos.

De los resultados de las pruebas de gama pequeña y amplia se advierte que en el caso de los resultados absolutos, el valor de "t" rebasa considerablemente el intervalo de confianza del 90%. En cambio, en los resultados relativos, el método de estimación de magnitudes puede proporcionar un valor de "t" bajo, lo que indica que esta evaluación es bastante estable. Esta diferencia entre el tratamiento absoluto y el relativo muestra que, en la estimación de magnitudes, las diferencias en los resultados derivadas de la variación de la gama de degradaciones sólo se deben a un deslizamiento global.

Por último se analizó la sensibilidad de los dos métodos mediante la comparación de la clasificación de las degradaciones que están próximas en magnitud en cada uno de los experimentos. Los dos métodos parecen igualmente aptos para proporcionar una clasificación de las pequeñas degradaciones, pero esta clasificación difiere, ya que el criterio aplicado por los evaluadores aparentemente no es el mismo en los dos procedimientos. El procedimiento de doble estímulo parece inducir a un análisis local y en este caso SECAM es el superior. La escala de relaciones, en cambio, induce aparentemente a un análisis global que hace preferibles las degradaciones digitales (MICD1 y MICD2).

2.3.2.4 Conclusión

De este estudio de los procedimientos se derivan las siguientes conclusiones:

- La utilización práctica de un método de valoración cuantitativa modificado es conveniente para la evaluación subjetiva ordinaria de las imágenes de televisión.

- Ningún procedimiento puede suministrar calificaciones absolutas fiables sin ninguna referencia.

- Cuando la gama de degradaciones es la misma para cada prueba, tanto el método del doble estímulo como el de valoración cuantitativa son suficientemente estables para permitir la comparación de los resultados procedentes de laboratorios diferentes.

- En el caso de gamas de degradaciones diferentes, sólo el procedimiento de valoración cuantitativa es suficientemente estable para suministrar resultados relativos fiables que pueden compararse de un experimento a otro, y ello sólo si se incluye en la prueba una referencia implícita idéntica. Por consiguiente, se necesita una referencia para cada tipo de evaluación subjetiva: televisión ordinaria, alta definición, etc.

- Los criterios conforme a los cuales los evaluadores se forman su opinión pueden no ser idénticos para los dos métodos. El procedimiento basado en la valoración cuantitativa parece ser más apto para las evaluaciones globales de la calidad subjetiva de la imagen.

3. Escala gráfica

3.1 Introducción

Las escalas gráficas se han empleado para determinar los intervalos percibidos en relación con términos descriptivos. Se han aplicado escalas a adjetivos y adverbios a fin de determinar su fuerza relativa como modificadores de sustantivos y verbos. La escala de calidad del CCIR (Recomendación 500) consta de cinco (5) términos cualitativos a los que se ha aplicado una escala para determinar los intervalos correspondientes en inglés (EE.UU.), francés, alemán e italiano. Los resultados fueron sorprendentemente similares en las separaciones del intervalo (Jones y McManus, 1986).

Los resultados de las pruebas de escalas gráficas poseen un valor intrínseco. Los evaluadores formulan juicios en sus propios idiomas, sin estar sujetos a limitación alguna ni a la necesidad de una interpretación numérica. Estas escalas resultantes se han utilizado para probar la calidad de la imagen pidiendo a los evaluadores que indiquen con una marca en la línea el lugar en que, a su juicio, se sitúa la calidad de la imagen en la escala (Jones, 1986).

El Grupo Interino de Trabajo 11/4 opina que este método de evaluación subjetiva, debido a su extrema simplicidad y facilidad de empleo, puede convertirse en un método de prueba útil en el ámbito internacional. Se tiene la esperanza de que otras administraciones repetirán estos estudios en sus propios idiomas, aplicando las instrucciones y orientaciones que se proporcionan a continuación.

3.2 Metodología de las pruebas experimentales

3.2.1 Procedimiento

3.2.1.1 Prepárense hojas con largas líneas verticales (en el estudio original se utilizó una línea de 18 cm en un papel de 8 x 11 pulgadas) marcando el principio y el final de éstas. En una casilla situada en el ángulo escríbase una de las palabras objeto de la prueba (una palabra por página).

3.2.1.2 Dispónganse las hojas en el mayor número posible de órdenes aleatorios diferentes.

3.2.1.3 Preséntense a cada evaluador un conjunto de hojas. Ha de pedírsele que marque en la línea, en cada hoja, dónde estima que se sitúa el significado de la palabra escrita en el ángulo, con respecto a los dos extremos. Debe repetirse la misma operación en todas las hojas; no debe imponerse ningún límite de tiempo y debe permitirse al evaluador mirar las hojas anteriores o posteriores. No ha de darse ninguna otra instrucción o explicación, excepto un ejemplo o una repetición de la instrucción antes indicada. El experimentador no debe indicar el lugar en que ha de situarse ninguno de los términos. Tampoco debe influir en el evaluador o ayudarlo una vez comenzada la sesión. En el estudio original pocas personas tuvieron dificultad en comprender la tarea. Cuando esto ocurre, a menudo lo más conveniente es elegir otro evaluador.

3.2.2 Evaluadores

Han de recogerse respuestas del mayor número de evaluadores posible (por ejemplo, >20/grupo) y del mayor número posible de zonas comprendidas en la región lingüística. Los resultados de cada grupo deben compararse en primer lugar para determinar las diferencias percibidas dentro de las regiones lingüísticas del país.

3.2.3 Promediación de los resultados de la escala gráfica

Puede asignarse un valor a cada respuesta midiendo la distancia de un extremo de la línea a la marca efectuada por el evaluador. Seguidamente pueden calcularse y representarse gráficamente las medias geométricas o aritmética y las desviaciones típicas.

3.3 Resultados de las evaluaciones efectuadas hasta la fecha sobre los intervalos de percepción entre descriptores

El Documento [CCIR, 1986-90c] informa sobre estudios efectuados en Alemania siguiendo la metodología que se describe en el § 3.1. Los resultados se muestran en la Figura 1. En estos ensayos participaron unos 55 evaluadores. Se efectuó también un análisis de los resultados de los diferentes grupos de edades (jóvenes/adultos) y regiones (Norte/Sur) en Alemania. Las diferencias surgidas eran relativamente insignificantes.

El Documento [CCIR, 1986-90d] informa sobre estudios efectuados en Francia siguiendo la metodología que se describe en el § 3.1. Los resultados se muestran en la Figura 1. Participaron unos 50 evaluadores que estaban en parte familiarizados con las escalas de calidad del CCIR y con los descriptores de escalas de degradación. La dispersión de los resultados en este caso era bastante inferior a la de los otros grupos lingüísticos.

En el § 3.1 se han descrito los resultados de los ensayos realizados en Estados Unidos y en Italia. Quedan también reflejados en la Figura 1. La tendencia más evidente puede observarse con tres de los cuatro gráficos en términos cualitativos (exceptuando Alemania) que figuran en el extremo inferior. Los términos se agrupan dejando únicamente un pequeño intervalo entre ellos. La escala de cinco notas y cuatro intervalos es en realidad una escala de cuatro notas y tres intervalos de separación distinta.

Los términos de la escala de degradaciones se distribuyen de forma bastante regular en los tres idiomas, debido quizás a que la sensación molesta se percibe como un fenómeno esencialmente.

3.4 Evaluación subjetiva de las relaciones de protección para las señales de radiodifusión de ondas decimétricas

En Estados Unidos se han realizado estudios para investigar cierto número de factores que inciden en la utilización de la banda de ondas decimétricas de la televisión por los servicios radioeléctricos móviles terrestres. Uno de esos estudios (Jones, 1986) trató de correlacionar la relación de protección deseada/no deseada con la calidad de la imagen. Los detalles del procedimiento empleado en las pruebas figuran en el documento de referencia. Se utilizaron escalas gráficas y de relación en condiciones de imágenes diferentes y similares.

Los resultados de estas pruebas indican que los telespectadores esperan más de la calidad de la imagen hoy día que en el pasado.

El Cuadro I muestra un ejemplo de los resultados de las pruebas, con las apreciaciones de los evaluadores para la condición de imagen correspondiente a la relación de 28 dB en las dos pruebas separadas, a saber, mediante valoración cuantitativa y mediante escalas gráficas en las que se puede ver una buena concordancia. La imagen tendría que mejorarse en un factor de tres para ser considerada como "aceptable" en la observación cotidiana.

CUADRO I

Señal deseada/señal no deseada = 28 dB
y desplazamiento de 10 kHz (525,24 MHz)

VALORACION CUANTITATIVA

el nivel "Aceptable" se fija arbitrariamente igual a 100.

	Media geométrica	Desviación típica geométrica
Expertos	= 35,5	2,9
No expertos	= 35,0	2,3
Todos los observadores	= 35,3	2,4

ESCALA GRAFICA

Expertos	= "Mediocre"
No expertos	= "No totalmente pasable"
Todos los observadores	= "No totalmente pasable"

3.5 Utilización de los descriptores de la escala de calidad del CCIR

Se han estudiado ampliamente los términos de la escala de calidad tradicionales de la Recomendación 500 del CCIR. Se han establecido en varios países e idiomas (Francia, Alemania, Estados Unidos e Italia) para determinar sus significados y la amplitud de los intervalos entre ellos. Las escalas gráficas resultantes se han utilizado satisfactoriamente para la evaluación subjetiva de la calidad de la imagen.

Se ha señalado que en un entorno de TVAD que utilice métodos de doble estímulo, los términos tradicionales no son aplicables. Se sugiere que los términos no pueden utilizarse de manera que se describa la calidad percibida de la imagen. Por ejemplo, como las imágenes de calidad inferior o degradadas no se consideran, ¿pertenecen a la escala los términos "mala" y "mediocre", incluso el de "aceptable"? en realidad, no se presentan a evaluación imágenes "malas" o "mediocres".

Se ha propuesto un experimento llevado a cabo en el que se establecían los términos de la escala tras las evaluaciones de la calidad de la imagen. [CCIR, 1986-90e] (escalas de términos post-producción). Se indicaba a los sujetos que establecieran en sus escalas cualquier término o todos los que sirviesen para describir las imágenes que acababan de ver. Observaban imágenes degradadas con calidad de estudio NTSC y de 1125 líneas.

Los sujetos situaron cada término en la escala sin excepción. Al preguntarles sobre las imágenes "malas" o "mediocres", dijeron que no había ninguna, aunque habían establecido los términos de la escala. Sucedió que, al comparar los grupos de imágenes de gran calidad con las imágenes de TVAD, las respuestas a las imágenes buenas tenían que desplazarse hacia abajo en la escala por las respuestas a las imágenes de TVAD, con lo que los significados de los términos perdieron relevancia en cuanto a la calidad de la imagen.

Uno de los objetivos de este estudio era comprobar si la situación de los términos de la escala después de evaluar la calidad de la imagen se adaptarían más a las imágenes contempladas. No fue así. Los términos se situaban en la escala exactamente igual que antes y no se relacionaban con la calidad de la imagen. Puede concluirse que se formuló una pregunta equivocada y que si se hubieran dado a los sujetos palabras para situar en la escala, las habrían ordenado por significados semánticos y no en relación con sus escalas de calidad de la imagen.

Se propone adoptar un enfoque binario: en primer lugar, preguntar al sujeto si ha visto imágenes que pueden describirse mediante cada palabra y que dé una respuesta de sí o no; en segundo lugar, clasificar todas las palabras que hayan recibido una respuesta positiva. Tal vez esto provoque una conexión más directa entre el significado de los términos y la calidad de la imagen. Otro enfoque sería pedir al sujeto que crease una palabra o que eligiese entre otras muchas, para describir una calidad fija y conocida de la imagen (desconocida para el sujeto).

4. Escala de categorías numéricas

La escala de categorías numéricas se basa en la capacidad de los observadores para emitir juicios en categorías basadas en una escala lineal. Como las categorías no limitan su valor por los adjetivos, la escala puede utilizarse para gamas muy distintas.

El número de puntos en la escala que hay que elegir depende de las condiciones y de la gama de los atributos de percepción.

La experiencia ha demostrado que en algunos casos, son suficientes 5 puntos, mientras que en otros se necesita los puntos medios de una escala de 10.

Presenta algunas ventajas adoptar una escala a la que los observadores se habitúan en la vida cotidiana. Por ejemplo, en algunos países europeos una escala de 10 puntos representa una gama habitual en las escuelas.

Una escala de categorías númericas actúa más rápidamente y es fácil de automatizar (por ejemplo, 10 botones). Existen pruebas para la igualdad de los pasos a lo largo de la escala de evaluación (Edwards, 1957).

Si es necesario, los números pueden traducirse fácilmente a etapas de categorías de igual tamaño, y en las que el soporte lógico disponible utiliza los modelos de Thurstone (Torgersen, 1958).

Antes de empezar el experimento real, es aconsejable efectuar algunos ensayos en los que se muestre toda la gama, aunque sin especificación. Ello ayuda a los observadores a establecer sus escalas internas en el orden correcto. El número de ensayos por condición depende completamente del objetivo de la evaluación. No obstante, se aconsejan tres como mínimo para obtener un control estadístico.

5. Escalas multidimensionales

5.1 Introducción

El Documento [CCIR 1986-90f] informa sobre experimentos en que se pidió a los observadores que evaluaran la similitud entre imágenes con distintos grados de ruido, interferencia cocanal e interferencia de canal adyacente. A partir de los resultados se intentó establecer un espacio de percepción tridimensional. Esto sólo se pudo conseguir parcialmente, lo cual puede ser debido a efectos finales. Se están realizando nuevos análisis.

5.2 Métodos con escalas multidimensionales

Varios investigadores han utilizado métodos con escalas multidimensionales al considerar las apreciaciones de comparación de estímulos relativas a la televisión [Linde y otros, 1981; Goodman y Pearson, 1979]. Una prueba típica de escala multidimensional comienza con apreciaciones de comparación de estímulos (ya sea por categorías o no (véase la Recomendación 500)), sobre la similitud de los miembros de pares de condiciones. Seguidamente, se considera que las apreciaciones sobre el grado de similitud reflejan las "distancias" entre las condiciones en un espacio perceptual de n dimensiones y se aplica a las apreciaciones uno de varios procedimientos bien establecidos para determinar y designar las dimensiones de ese espacio [Shiffman y otros, 1981].

Tales métodos pueden contribuir a un enfoque en tres etapas para el estudio de la televisión. En primer lugar, la escala multidimensional puede utilizarse para establecer las dimensiones perceptuales en las que varían los factores de diseño y transmisión. En segundo lugar, pueden utilizarse las coordenadas de los niveles de factores en el espacio perceptual para definir relaciones entre parámetros objetivos y perceptuales. Y por último, las dimensiones perceptuales pueden relacionarse con apreciaciones de calidad o de satisfacción del espectador. Hasta ahora, no obstante, sólo se han utilizado métodos con escalas multidimensionales en un reducido número de estudios de la calidad de las imágenes de televisión. Se necesita proseguir las investigaciones para determinar el valor de estos métodos y del enfoque general. En [Lupker y Hearty, 1987)] se ofrece una descripción más completa de este enfoque. En Canadá se están realizando actualmente estudios de la utilidad del enfoque.

5.3 Método de variables múltiples

En el proyecto ESPRIT 925 se ha utilizado un método similar que se está estudiando en España [CCIR, 1986-90g]. Los experimentos tratan de identificar, agrupar e interpretar variables y factores subjetivos de interés que afectan a la calidad de la imagen. El diseño del experimento incluye un cuestionario en el que se hacen una serie de preguntas acerca de las secuencias de imagen observadas. Las cuestiones se refieren a aspectos tales como: cuáles son los atributos de mayor y menor preferencia; si las secuencias tienen calidad igual o distinta; si hay una degradación de la imagen y la forma en que puede corregirse; y cuáles son los rasgos, en orden de importancia, que conforman una imagen de gran calidad (para más detalles véase [CCIR, 1986-90g]). Se vio que las variables más importantes o de mayor influencia eran:

- sonoridad de la señal audio
- imagen: bordes (difusos o netos)
  brillo y luminosidad
  nitidez
  movimiento (esp. horizontal)
  color
  ruido de imagen
  contraste
  parpadeo
  contenido global y local
  armonía de la composición
  nitidez de los aspectos faciales
  expresividad de los planos
  relación de claridad del motivo plano respecto al fondo
  continuidad de las secuencias
  posición de los sujetos

Las variables pueden entonces asignarse a factores globales tales como:

- contenido local y ruido
- contenido y planos: fondo
- calidad general (color, contraste, etc.)
- expresividad de los motivos
- nitidez de los motivos
- movimiento

o incluso además: contenido, ruido y color.

Continúa el trabajo para mejorar y ampliar el cuestionario y para establecer la validez del enfoque en las diversas evaluaciones de la calidad de la imagen de televisión.

5.4 Método de prueba ortogonal

En China, los estudios demuestran que la aplicación del método de prueba ortogonal para la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión, puede generalizarse, dentro de una determinada tolerancia de distorsión y mediante un pequeño número de experimentos, un grupo de combinaciones de distorsión que tienen las mismas características principales que una prueba completa. Además, la independencia de las distorsiones en cada combinación puede ser verificada, lo que proporciona un grupo razonable de combinaciones de distorsión para la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes afectadas por cinco distorsiones simultáneas [CCIR, 1986-90h].

6. Escala gráfica con presentación de triple estímulo

Los resultados experimentales muestran que la evaluación de la imagen con escalas de categorías puede no dar un orden de las escalas. Los métodos de escala gráfica pueden constituir una alternativa. El Documento [CCIR 1986-90i] describe un enfoque de escala gráfica que permite controlar el tipo de escala resultante (escala ordinal o de intervalos). En un experimento de presentación de triple estímulo, se indicó a los observadores que señalasen gráficamente en un monitor central la situación de la calidad de la imagen, en relación con la calidad de las imágenes de dos monitores situados a cada lado. Las imágenes se degradaron con niveles distintos de ruido. Se visualizaron todas las combinaciones posibles de un conjunto de niveles de ruido. Este método se ha utilizado para demostrar que las evaluaciones según escalas subjetivas pueden no dar una escala de intervalos.

7. Procedimiento de comparación por parejas

7.1 Descripción general

Este método puede dar únicamente un orden de categorías de imágenes o secuencias conforme a su calidad subjetiva, que se obtiene a partir de las evaluaciones de todas las parejas posibles. El método presenta la ventaja de que los datos facilitan un examen del carácter transitivo de los juicios que emiten cada uno de los sujetos y de la concordancia de los criterios utilizados por ellos. No siempre es evidente que se satisfacen estas condiciones, especialmente cuando intervienen degradaciones de imágenes complejas. Si los resultados del examen son negativos, debe considerarse un método de evaluación multidimensional (escalas multidimensionales o análisis de factores).

La fiabilidad del método depende del número de imágenes o de secuencias (que no debe ser inferior a seis) y del número de sujetos.

7.2 Procedimiento de prueba

Un número N de sujetos debe establecer un orden de categorías de n imágenes o secuencias. A los sujetos se le presentan todas las parejas posibles en orden aleatorio. Deciden para cada pareja cuál es la imagen o secuencia mejor. El número total de parejas es:

$$z = n\,(n-1)/2$$

Los resultados de la prueba se combinan en una matriz de dominancia individual (n x n) para cada sujeto. Un "uno" en la columna t y en la línea s indica que la imagen o secuencia t es mejor que la s, y un "cero" indica lo contrario.

7.3 Examen de la transitividad individual (método Zeta)

Debe verificarse la transitividad de los resultados de todos los sujetos. Un sujeto habrá efectuado un "ensayo intransitivo" si decidió que la imagen A era mejor que la B, la B mejor que la C, pero que la C era mejor que la A. Un orden de categorías solo se puede obtener a partir de los resultados de la prueba si los sujetos opinan de un manera sistemáticamente transitiva.

El número de ensayos intransitivos en una matriz de dominancia es:

$$d = (n(n - 1)\ (2n - 1)/12 - 1/2) \sum_i D_i^2$$

en la que D_i es la suma de la columna i-ésima.

El máximo de d es:

$$d_{máx} = n\ (n^2 - 4)/24 \quad \text{si n es par}$$

$$= n\ (n^2 - 1)/24 \quad \text{si n es impar}$$

ζ es una medida de la transitividad:

$$\zeta = 1 - d/d_{máx}$$

Si ζ es igual a 1, hay transitividad absoluta. Si ζ es igual a 0, los juicios son completamente intransitivos.

Los resultados transitivos pueden ser también aleatorios. Verificando la probabilidad de que el valor calculado de los ensayos intransitivos (d) con la condición de que la transitividad sea exclusivamente aleatoria, puede adoptarse una decisión en cuanto a si las evaluaciones del sujeto pueden considerarse sistemáticamente transitivas o no. En primer lugar, se fija un límite α para la probabilidad, que es suficientemente pequeño, por ejemplo, 0,05 (5%). A continuación se calcula la fórmula siguiente:

$$x = \frac{8}{n - 4}(1/4 \binom{n}{d} - d + 1/2) + DF$$

$$DF = n\ (n - 1)\ (n - 2)\ /\ (n - 4)^2 \text{ (grados de libertad)}$$

Con la condición de que $n > 6$, x (d) es una función con distribución χ^2. La χ^2 es una función de distribución de probabilidad muy conocida (Cuadro II). Para un valor fijo de α y el valor calculado de DF, el valor de χ^2 viene dado en el cuadro II. Si esta valor es inferior al valor calculado de x, se supone que la transitividad es sistemática.

CUADRO II

Distribución χ^2

Grados de Libertad	α = ,05	α = ,01	α = ,001
1	3,84	6,63	10,83
2	5,99	9,21	13,82
3	7,81	11,34	16,27
4	9,49	13,28	18,47
5	11,07	15,09	20,52
6	12,59	16,81	22,46
7	14,07	18,48	24,32
8	15,51	20,09	26,13
9	16,92	21,67	27,88
10	18,31	23,21	29,59
11	19,68	24,73	31,26
12	21,03	26,22	32,91
13	22,36	27,69	34,53
14	23,68	29,14	36,12
15	25,00	30,58	37,70
16	26,30	32,00	39,25
17	27,59	33,41	40,79
18	28,87	34,81	42,31
19	30,14	36,19	43,82
20	31,41	37,57	45,32
21	32,67	38,93	46,80
22	32,92	40,29	48,27
23	35,17	41,64	49,73
24	36,42	42,98	51,18
25	37,65	44,31	52,62
26	38,89	45,64	54,05
27	40,11	46,96	55,48
28	41,34	48,28	56,89
29	42,56	49,59	58,30
30	43,77	50,89	59,70
40	55,8	63,7	73,4
50	67,5	76,2	86,7
60	79,1	88,4	99,6
70	90,5	100,4	112,3
80	101,9	112,3	124,8
90	113,1	124,1	137,2
100	124,3	135,8	149,4

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

7.4 Examen de la concordancia de los sujetos

El cálculo de un orden de categorías común es únicamente razonable si los sujetos utilizan los mismos criterios en sus opiniones (es decir, si su concordancia es sistemática). Para examinar esto, se combinan los resultados de las pruebas en una denominada matriz de agregados. A este efecto, se enumeran todas las parejas de imágenes o secuencias de prueba. El orden es arbitrario. Estos números corresponden a los números de las líneas de la matriz. Los números de las columnas corresponden a los números (arbitrarios) de los sujetos. El elemento X_{ij} de esta matriz es igual a 1 (0), si el sujeto j opina que la primera imagen de la pareja i es mejor (peor) que la segunda.

La concordancia entre los sujetos puede ser sistemática o aleatoria. Se supone que es sistemática si la probabilidad de concordancia real es suficientemente pequeña, a condición de que la concordancia sea únicamente aleatoria. En primer lugar, se fija un límite α para la probabilidad, que es suficientemente pequeño, por ejemplo, $\alpha = 0{,}05$ (5%). A continuación se calcula el valor siguiente:

$$Q = \frac{\binom{n}{2}\left[\binom{n}{2} - 1\right] \sum_i (L_i - \bar{L})^2}{\binom{n}{2} \sum_j G_j - \sum_j G_j^2}$$

n: número de imágenes o secuencias
N: número de sujetos
L_i: suma de la línea i-ésima de la matriz de agregados

$$\bar{L} = \sum L_i \Big/ \binom{n}{2}$$

ΣG_j: suma de la columna j-ésima de la matriz de agregados.

Además, se calcula el número de grados de libertad:

$$DF = \binom{n}{2} - 1$$

Para el valor fijo de α y el valor calculado de DF, el valor correspondiente de χ^2 viene dado en el Cuadro II. Si Q es mayor que χ^2, se supone que la concordancia es sistemática.

7.5 Cálculo del orden de categorías

De los resultados de prueba puede obtenerse un orden de categorías a condición de que la transitividad de todos los sujetos y la concordancia entre ellos sean sistemáticas.

Se calcula una matriz de dominancia global sumando las matrices individuales. Un elemento X_{ij} de esta matriz es igual a la frecuencia de la opinión de que la imagen j es mejor que la imagen i. A continuación, se calculan las sumas de columnas D_i de esta matriz. D_i es la frecuencia de la opinión de que la imagen i es mejor que cualquier otra imagen. El orden de categorías de imágenes o secuencias viene dado por el orden de estas sumas de columnas.

8. Método de evaluación de umbrales de visibilidad

Para determinadas mediciones y sobre todo para obtener el mayor grado de precisión cuando se establece una correspondencia entre mediciones objetivas y evaluación de su influencia en la calidad visual, resulta interesante medir los umbrales de visibilidad de "factores de degradación". Incluso si el método del doble estímulo con escala de degradación puede aportar información a este respecto, parece conveniente preconizar el empleo de un método más sencillo y mejor llamado "método del doble estímulo con elección forzada". La eficacia de este método, utilizado a menudo en el marco de estudios psicofísicos, se ha verificado en el contexto de los estudios realizados en el CCIR. Los resultados se muestran en [1986-90j].

El procedimiento utilizado para material natural o sintético se basa en la comparación de una secuencia degradada con la referencia correspondiente. En cada par de secuencias que constituyen una presentación, la posición de la referencia es aleatoria. El cometido de los observadores consiste únicamente en indicar cuál de las dos secuencias de la presentación está degradada. Se dice que la elección es forzada porque los observadores deben siempre dar una respuesta, incluso cuando tengan dudas.

Los niveles de degradación presentados deben abarcar una gama suficientemente amplia por encima y por debajo del umbral de visibilidad estimado.

El tratamiento de las evaluaciones sigue el protocolo siguiente: puesto que la probabilidad de respuestas acertadas varía entre el 50% (correspondiente a la no percepción de degradación, es decir, respuestas aleatorias) y el 100% (correspondiente a la degradación observada siempre), suele estimar el umbral de visibilidad en el 75% para cada observador. Una vez estimado el umbral de cada observador, se calcula el umbral medio y su correspondiente intervalo de confianza. Puede elegirse otro porcentaje para medir un umbral menos riguroso.

Se ha verificado la estabilidad del método, así como su aptitud para facilitar un verdadero umbral de visibilidad en comparación con el método del doble estímulo que utiliza una escala de degradación. Los resultados están claramente a favor del método del doble estímulo con elección forzada cualquiera que sea la gama de degradaciones elegidas, pero es preferible presentar niveles de degradación correctamente repartidos en torno al umbral estimado.

9. Etapas para la incorporación de un nuevo método en la Recomendación 500

Con los datos disponibles actualmente, si hay que eliminar o ampliar los métodos actuales de la Recomendación 500, el candidato más probable es un método de valoración cuantitativa según las líneas marcadas en el punto 2.1.

Los resultados de un ensayo muestran que el método es menos sensible al contexto que un método de escala de calidad con un solo estímulo, y un segundo ensayo indica que la correlación entre laboratorios sería buena siempre que las escalas de calidad de la imagen de referencia sean las mismas.

Estos resultados alentadores han de confirmarse por una serie de laboratorios con diferencias lingüísticas.

También es importante ofrecer pautas en cuanto a cómo debe interpretar los resultados la comunidad de radiodifusión. En dicha comunidad se suele trabajar con escalas de cinco notas y se requiere una explicación de la relación entre los dos entornos.

Deben continuar también los estudios sobre métodos de escalas de categorías numéricas, escalas multidimensionales y escalas gráficas (que se describen en el punto 4 de la Recomendación 500 con miras a establecer las ventajas que puedan presentar respecto a otros métodos alternativos.

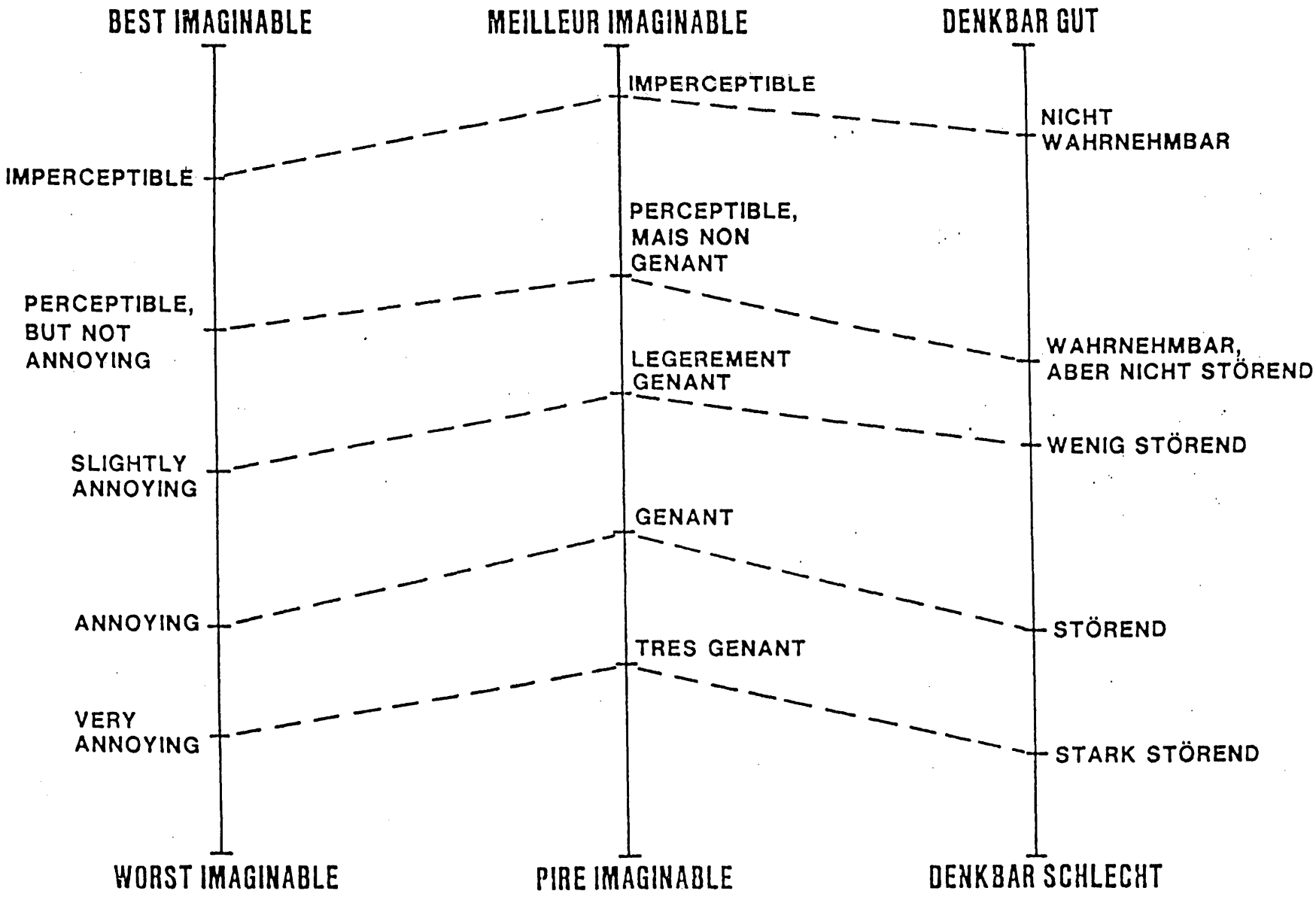


FIGURA 1a

Escalas gráficas de términos de calidad

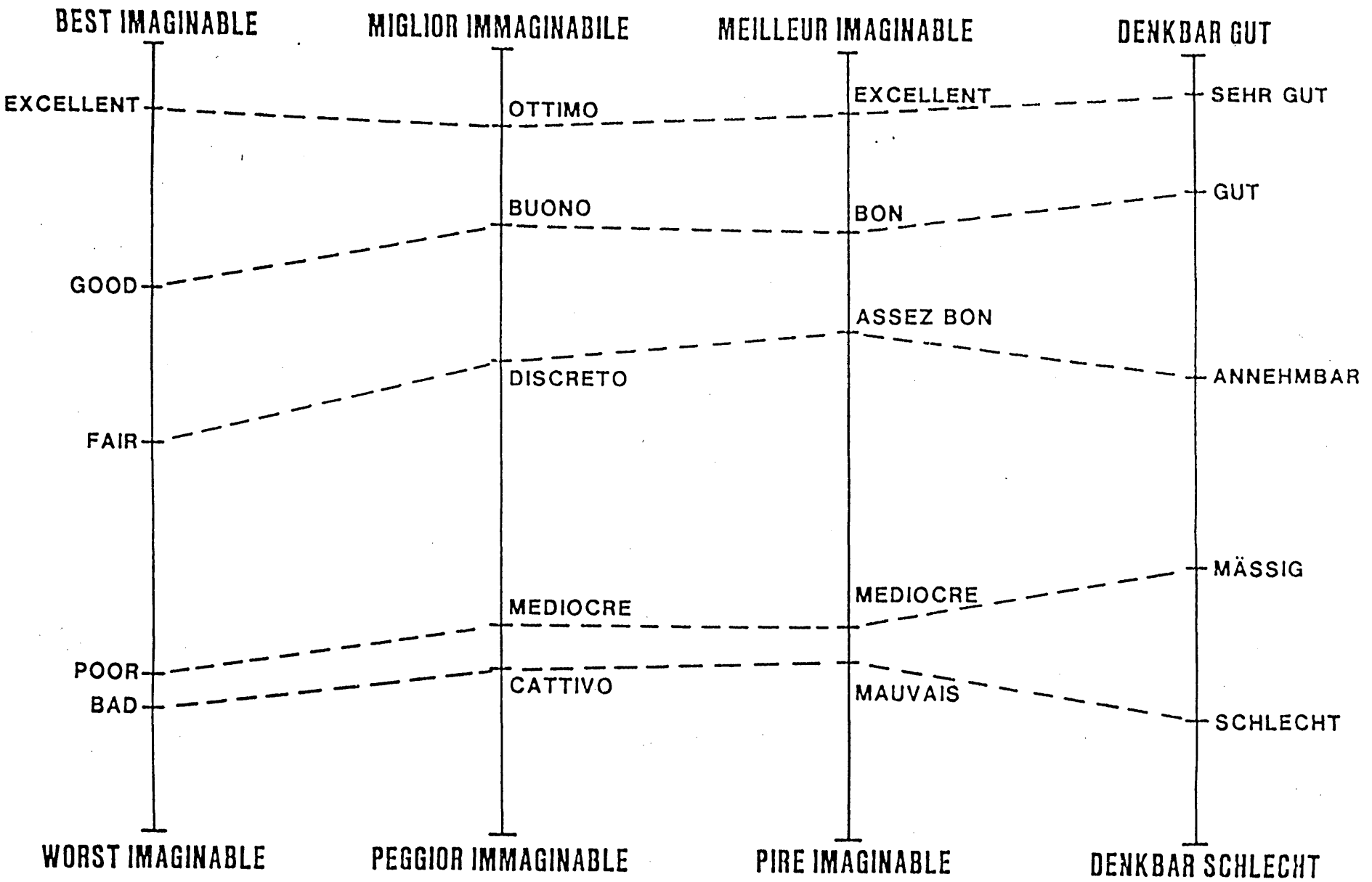


FIGURA 1b

Escalas gráficas de términos de degradación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOODMAN, J.S. y PEARSON, D.E. [1979] - Multidimensional scaling of multiply-impaired television pictures. IEEE Trans. Systems, Man. Cybernetics, 9, 353-356.

JONES, B.L. y McMANUS, P.R. [1986] - Graphic scaling of qualitative terms. SMPTE J., Vol. 95, 11-86, 1166-1171.

JONES, B.L. [11, julio, 1986] - Subjective assessment of protection ratios for UHF broadcast signals. Study field as NAB comments to the FCC, General Docket, No. 85-172.

LINDE, L., MARMOLIN, H. y NYBERG, S. [1981] - Visual effects of sampling in digital picture processing - A pilot experiment. IEEE Trans. Systems, Man. Cybernetics, 11, 201-207.

LUPKER, S. y HEARTY, P. [1987] - Evaluating the effects of multiple sources of impairment in TV signals. Proc. 3rd International Colloquium on Advanced Television Systems: HDTV'87, Ottawa, Canada.

SCHIFFMAN, S.S., REYNOLDS, M.L. y YOUNG, F.W. [1981] - Introduction to multidimensional scaling. New York, Academic Press.

EDWARDS, A.L. [1957] - Techniques of attitude scale construction. NY Appleton Century Crofts Inc.

TORGERSON, W.S. [1958] - Theory and methods of scaling. NY John Wiley & Sons.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/379 (USA); b. GIT 11/4-123 (Francia); c. GIT 11/4-137 (República Federal de Alemania); d. GIT 11/4-147 (Francia); e. GIT 11/4-160 (Presidente, GIT 11/4); f. GIT 11/4-145 (Canadá); g. 11/158 (España); h. 11/144 (República Popular de China); i. GIT 11/4-141 (República Federal de Alemania); j. 11/463 (Francia).

ANEXO I

Condiciones para la evaluación durante la transmisión del programa

Referencias	OIRT [CCIR, 1966-69 a]		Canadá [CCIR, 1966-69 b]
Observadores			
Categoría	Especialistas		Especialistas
Número	1 ó 2		1 ó 2
Escala de apreciación			
Tipo	Degradación	Calidad	Degradación
Número de notas	6 (Nota 1)	6 (Nota 2)	5 (Nota 3)
Imagen			
Tipo	Programas de televisión		Programas de televisión
Condiciones de observación			
Relación entre la distancia de observación y la altura de la imagen	4-6		4-6
Ángulo de visión con relación a una línea perpendicular al receptor de control			≤30°
Luminancia en la pantalla para el blanco de referencia (cd/m^2)			70 ± 7
Cromaticidad de la pantalla para el blanco de referencia			Iluminante *D*
Luminancia de la pantalla del tubo inactivo	Adaptado a la iluminación ambiente		Lo más débil posible
Luminancia del «recuadro luminoso» (cd/m^2)			$10{,}5 \pm 3{,}5$ (Nota 14)
Cromaticidad del «recuadro luminoso»			Iluminante *D*

Nota 1.- *Escala de degradación* de 6 grados

1 imperceptible
2 apenas perceptible
3 claramente perceptible, pero no molesta
4 ligeramente molesta
5 claramente molesta
6 inutilizable

Nota 2.- *Escala de calidad* de 6 grados

1 excelente
2 buena
3 aceptable
4 mediocre
5 mala
6 muy mala

Nota 3.- *Escalas de degradación* de 5 grados

1 imperceptible (implícita)
2 perceptible
3 apreciable
4 molesta
5 inutilizable

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1966-1969]: a. XI/46 (OIRT); b. XI/146 (Canadá).

ANEXO II

Información adicional sobre procedimientos de prueba

En este anexo se describen y analizan varios procedimientos para organizar pruebas de evaluación subjetiva. En la Recomendación 500 figura abundante información sobre la evaluación subjetiva y sobre los procedimientos de prueba más corrientemente empleados. En el punto 1 del presente anexo se describen procedimientos suplementarios y nuevos. En el punto 2 se describe la técnica de la muestra virtual. En el punto 3 se da información sobre los resultados obtenidos por algunos de los procedimientos en situaciones comparables. El punto 4 contiene algunas pruebas adicionales. En el punto 5 se examinan diferentes argumentos relacionados con la elección de un método adecuado para diversas situaciones.

1. Descripción de los procedimientos

En este punto se presentan descripciones de procedimientos adicionales a los descritos en la Recomendación 500 entre ellos algunos destinados a resolver nuevos problemas. Dichas descripciones abarcan puntos tales como las escalas de apreciación, la determinación de la secuencia de presentación, la definición de una condición degradada, etc. La validez de estos puntos no está limitada necesariamente al procedimiento particular descrito.

1.1 *Procedimiento que utiliza la escala de calidad con enclavamiento directo**

Para estudiar la función de una imagen de referencia se ha diseñado un nuevo método [Kretz y Sallio, 1981]: En este método se utiliza la escala de calidad de cinco notas de la Recomendación 500 y el procedimiento es idéntico al del método de la UER (véase más adelante el punto 1.2): se proyecta una imagen de referencia antes de cada imagen que se va a evaluar y se pide a los observadores que califiquen las imágenes con relación a la imagen de referencia, a la que se supone corresponde la nota 5 («excelente»). Con este procedimiento, se obtiene un enclavamiento directo de las notas en lo alto de la escala con la escala de apreciación de la calidad.

1.2 *Procedimiento que utiliza secuencias de imágenes animadas*

La Recomendación 500 especifica las condiciones en que ha de efectuarse la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes fijas y de las animadas. Sin embargo, hay pocos estudios que traten de alguna de las características básicas de la medición de la calidad subjetiva de las secuencias de imágenes animadas. Esas características comprenden:

- los elementos en los que el observador basó su decisión suelen ser transitorios;
- al observador le puede resultar difícil analizar y evaluar todos los elementos de la secuencia en una sola visualización;
- la percepción de ciertas degradaciones puede ser diferente según se trate de imágenes fijas o de imágenes animadas.

En un primer intento de definir un procedimiento adecuado, un estudio [CCIR, 1982-86a] en el que se utiliza la escala de degradación con una imagen de referencia (método de la UER) ha examinado diversos modos de presentación de secuencias de imágenes animadas. La degradación utilizada consistió en generaciones múltiples de grabaciones magnetoscópicas.

Pueden sacarse las siguientes conclusiones preliminares sobre la base de las puntuaciones medias y de las desviaciones típicas. En primer lugar, las secuencias de más de 10 s de duración parecen ser demasiado largas y, en segundo lugar, la repetición de las secuencias con el objeto de dar a los observadores una mayor oportunidad de analizar y evaluar las escenas no parece mejorar la calidad de las evaluaciones. La conclusión de este estudio preliminar parece ser que es preferible una sola presentación de unos 8 – 10 s. Además, los resultados indican que las evaluaciones de las mismas degradaciones en secuencias de imágenes fijas y animadas pueden diferir de manera significativa.

Las precedentes conclusiones son de carácter preliminar y se basan en resultados obtenidos con un solo tipo de degradación. Con degradaciones dependientes del movimiento, esos resultados podrían diferir significativamente. Urge efectuar estudios ulteriores sobre este importante aspecto.

---

* En todos los procedimientos hay implícita una cierta forma de enclavamiento en el sentido de que es necesario normalizar el proceso de encaminamiento. La expresión «enclavamiento directo» se refiere aquí al enclavamiento *explícito*. El «enclavamiento indirecto» corresponde a la normalización de los fenómenos de adaptación [Corbett, 1970] por medio de la gama de degradaciones en una sesión de prueba.

2. La técnica de la muestra virtual

2.1 Las principales fuentes de errores en las pruebas subjetivas son esencialmente dos:

- los errores aleatorios (es decir, estocásticos); y
- los errores sistemáticos.

Si se han normalizado las condiciones objetivas de la prueba, la naturaleza de los errores sólo guarda relación con los parámetros utilizados en el diseño de las pruebas (número de observadores, imágenes, procedimiento utilizado, etc.).

Los errores estocásticos se reconocen con gran facilidad. En el caso de una relación entre la magnitud de distorsión y la calidad de la imagen, conducen a cierto grado de dispersión de las notas medias experimentales en torno a la curva ajustada (es decir, obtenida por el método de los mínimos cuadráticos). La normalización de los procedimientos de prueba suele tender a reducir los errores estocásticos; pero debido a su naturaleza pueden reducirse más aún por promediación estadística (la utilización de una función matemática ajustada es un tipo de promediación).

Los errores sistemáticos son difíciles de reconocer puesto que casi nunca guardan relación con los errores aleatorios. Generalmente actúan desplazando la curva anteriormente mencionada (sesgo) y/o afectando a su pendiente. Una vez introducido un cierto grado de errores sistemáticos en resultados experimentales, no pueden ser promediados por métodos estadísticos.

2.2 La «muestra virtual» está constituida por un número relativamente elevado de observadores (50 o más) y también por un gran número de imágenes (40 o más). Se llama «muestra virtual» porque no se utiliza en su totalidad para la prueba de evaluación real sino que se utiliza como una población de la que se extraen repetidas muestras más reducidas y de un tamaño manejable.

Tomando un ejemplo en el que se da una relación entre determinadas magnitudes de distorsión y calidad de la imagen y teniendo en cuenta que la finalidad de la técnica de la muestra virtual es utilizar diferentes muestras de observadores e imágenes para diferentes condiciones de prueba, la planificación completa del experimento, siguiendo la técnica de la muestra virtual, sería la siguiente:

- se selecciona un número de condiciones de prueba (por ejemplo, de 8 a 10 valores de la magnitud de distorsión);
- se forma un número de grupos, integrado cada uno por 2 ó 3 condiciones no contiguas de prueba;
- para cada condición de prueba se escoge de la serie completa una muestra aleatoria de 5 a 6 imágenes de prueba (muestra virtual), de forma que cada grupo de condiciones de prueba tenga 2 ó 3 series de imágenes de prueba. Para cada grupo se selecciona una muestra de 8 a 10 observadores (muestra virtual). De esta manera tenemos diferentes imágenes de prueba para diferentes condiciones de prueba en el mismo grupo;
- para cada grupo de condiciones de prueba se organiza una sesión siguiendo el procedimiento descrito en el punto 8.4 del apéndice a la Recomendación 500-3, Recomendaciones e Informes del CCIR, Vol.XI-1, Dubrovnik, 1986;
- se calculan y ajustan después las notas medias por el método de los mínimos cuadráticos utilizando la función adecuada (por ejemplo, la función logística);
- habrá que realizar alguna prueba estadística de la bondad del ajuste y el resultado final del experimento será la curva ajustada que se ha obtenido.

Si se requiere mayor exactitud para la curva ajustada, podrá repetirse de nuevo el experimento y la nota media correspondiente se promediará con las anteriores, antes de proceder al nuevo ajuste por el método de los mínimos cuadráticos.

Hay un acuerdo general respecto a que la técnica es adecuada para degradaciones complejas, al menos en relación con los observadores. Sin embargo, algunas administraciones consideran que puede no ser económica en el caso de una sola degradación.

3. Resultados de experimentos directamente comparables

Se describen a continuación resultados obtenidos con diferentes procedimientos de evaluación aplicados al mismo material experimental (imágenes y degradaciones). Naturalmente, cuando se utiliza un método en una situación específica, se deben tener en cuenta numerosos parámetros y las conclusiones de tales experimentos, descritos en este punto, sólo tienen en cuenta algunos de esos factores. Ello se discute con mayor detalle en el punto 5.

3.1 *Comparación de los resultados obtenidos por el método de un solo estímulo y por el método de la UER*

Los dos procedimientos descritos en los puntos 8.1 y 8.2 del apéndice a la Recomendación 500-3, Recomendaciones e Informes del CCIR, Vol.XI-1, Dubrovnik, 1986: ——————————— han sido sometidos a una serie de experimentos comparativos [CCIR, 1978-82a, b, c; Sallio y Kretz, 1982]. Se utilizaron diferentes tipos de degradación: filtrado analógico, ruido aditivo (en dos contextos diferentes), ruido de transferencia por modulación cruzada, borrosidad en los bordes (en dos contextos diferentes), acumulación de ruido aditivo y borrosidad en los bordes, errores de transmisión a 34 Mbit/s (de dos escalas de degradación diferentes). Participaron en las pruebas veinte grupos independientes de diez observadores no expertos (un grupo para cada tipo de degradación y procedimiento). Hubo un total de 46 sesiones para cada método. La comparación de los resultados obtenidos se analizó en términos de notas medias y desviación típica, separadamente, para cada distancia de observación. Se llegó a las siguientes conclusiones:

- con los dos métodos se obtienen curvas de relación objetiva-subjetiva de formas muy similares, pero hay una variación entre las características obtenidas por cada método. Las curvas de evaluación de la calidad tienden a estar más bien por debajo de las curvas de degradación (método de la UER). En la mitad de la escala (nota 3) las desviaciones típicas de las opiniones son máximas y muy próximas para ambos procedimientos (en $6H$, 0,84 para el método de un solo estímulo y 0,79 para el método de la UER);
- el procedimiento de escala de degradación que utiliza una imagen de referencia produce una nota media para la imagen de referencia muy próxima a la nota más alta (4,88 como promedio), mostrando un buen enclavamiento para las evaluaciones en la parte superior de la escala;
- el procedimiento de la escala de calidad produce una nota media para las imágenes de referencia que varía de casi 0 a 1 por debajo de la nota más alta (4,56 como promedio). Esto parece deberse a la naturaleza absoluta de la evaluación;
- los dos métodos probados son sensibles al contexto y a la gama de las degradaciones presentadas en una sesión. Estos dos fenómenos subjetivos tienen efecto idéntico en los dos métodos. Por tanto sería importante, al presentar los resultados, especificar las condiciones precisas (gama de degradaciones presentadas en cada sesión, contexto en una sesión), lo que permitiría interpretar mejor los resultados;
- en la gama entre «imperceptible» y «perceptible pero no molesto» (alrededor de la nota 4,5), el procedimiento que utiliza la escala de degradación y una referencia, produce desviaciones típicas de las notas 1,4 veces inferiores a las obtenidas con el procedimiento de la escala de calidad; de este modo, el primer procedimiento parece dar una mejor precisión y podría reducirse a la mitad el número de notas hacia la parte superior de la escala.

Estos resultados muestran que puede ser posible obtener una transformación de grados medios de calidad en grados medios de degradación, obtenidos con el procedimiento de la UER variando los resultados experimentales por la magnitud asociada con la degradación residual (notas medias para imágenes degradadas). Se sugiere la transformación de las notas medias de degradación en notas medias de calidad variando los valores experimentales en media nota, aunque este valor no es completamente estable. ——————————— Debido a la naturaleza limitada de la escala, esta transformación no puede aplicarse en la parte inferior de la misma.

3.2 *Comparación de los resultados obtenidos con otros métodos*

A fin de estudiar más detalladamente la función de las imágenes de referencia, el enclavamiento y la escala de apreciación, se han probado varios métodos sobre el mismo tipo de degradación [CCIR, 1978-82b]. Este estudio consistió en la comparación de los resultados obtenidos con dos métodos mencionados anteriormente (véase el punto 3.1) y los resultados obtenidos con algunos otros métodos. Se estudiaron los siguientes aspectos:

- la utilización de una escala de degradación de cinco notas y de una escala de degradación continua, de la escala de apreciación de cinco notas, y de una escala de calidad continua, todas con una imagen de referencia para enclavamiento directo (de hecho, el procedimiento de la UER pero utilizando escalas diferentes);
- la utilización de una escala de calidad continua con un procedimiento de doble estímulo próximo al descrito en el punto 8.3 del apéndice a la Recomendación 500-3, Recomendaciones e Informes del CCIR, Vol.XI-1, Dubrovnik, 1986;

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- es posible un buen enclavamiento en la parte superior de la escala con una presentación del tipo UER, pero utilizando una escala de apreciación de cinco notas e informando a los observadores que la imagen de referencia debe corresponder a la nota «excelente»;

- la comparación de los resultados obtenidos mediante métodos que difieren solamente en la utilización de escalas de apreciación discreta o continua demuestra que ni la escala de calidad continua ni la escala de degradación continua proporciona más información que la escala de cinco notas recomendada (valores medios y desviaciones típicas comparables);
- con el método del doble estímulo que no proporciona enclavamiento directo, la nota media para referencia no está próxima a la parte superior de la gama; las desviaciones típicas obtenidas mediante este método no son significativamente más bajas que las obtenidas mediante el método recomendado por la UER;
- la aplicación de escalas continuas plantea algunos problemas: para algunos observadores (no expertos) es difícil utilizarla y se hace más complicado analizar y presentar los resultados de los experimentos.

3.3 *Comparación de los resultados obtenidos utilizando la escala de calidad de cinco y seis notas utilizando la escala de degradación de seis notas*

En [Allnatt y Corbett, 1974] se ha informado sobre la comparación de los resultados obtenidos utilizando la escala de calidad de cinco notas y la escala de degradación de seis notas, y recientemente se ha examinado de nuevo esta comparación con referencia particular a la calidad cerca del umbral de visibilidad [Allnatt, 1980]. El procedimiento fue el mismo, salvo las escalas utilizadas. La escala de degradación de 6 notas difiere de la actual Recomendación 500. Se consideraron dos tipos de degradación: una con la televisión monocroma de 625 líneas utilizando un eco no distorsionado de 2 μs, y la otra con fotografías opacas degradadas por pérdida de definición. Los resultados se analizaron solamente en términos de nota media de opinión. La conclusión principal obtenida de este estudio es que la escala de degradación no ofrece ventajas respecto a la sensibilidad con degradaciones por debajo del umbral de visibilidad. Sin embargo, debe señalarse que el experimento no representa los resultados que se habrían obtenido comparando el método de un solo estímulo y el método de la UER.

4. Algunos otros hechos experimentales

Se dispone de hechos experimentales de otras fuentes, algunas de las cuales difieren de las del punto 3. En el caso del método de apreciación de la calidad con un solo estímulo, existe una cantidad considerable de resultados referentes a todas sus propiedades importantes.

Los resultados sustentan la aplicabilidad de la transformación de degradaciones (véanse, por ejemplo [Macdiarmid y Allnatt, 1978]; también el anexo II) como una ley de adición de degradaciones subjetivas. Esta ley se utiliza para ajustar el efecto de degradación residual en el análisis y funciona de manera diferente a la transformación que utiliza la variación de las notas medias expuesta en el punto 3.1.

En relación con el método de apreciación de la calidad de doble estímulo, se ha hallado que las desviaciones típicas de las diferencias entre pares de notas (en la misma presentación) son más bajas que las de las notas individuales, cuando las degradaciones son pequeñas. Se necesita una transformación para dar una desviación típica equivalente de la escala de cinco notas en degradación cero y se obtuvieron valores de aproximadamente 0,13 con una gama bastante amplia de degradaciones utilizando ruido aleatorio [White y Allnatt, 1980], y 0,35 en la evaluación de un códec horizontal de alta calidad [CCIR, 1978-82d]. En otros experimentos con televisión digital [IBA, 1981], el valor obtenido fue de 0,22. En otros experimentos similares [Kretz y Sallio, 1981] los valores comparables fueron 0,25 a $4H$, 0,45 a $6H$ para un nivel nulo de degradación.

La comparación de mediciones efectuadas con un códec digital utilizando el método de doble estímulo, y las obtenidas por el método de un solo estímulo [CCIR, 1978-82d], con las degradaciones a evaluar sumergidas en un gran número de nuevas degradaciones, confirma las conclusiones de White y Allnatt [1980], según las cuales la adaptación debida a los efectos de enclavamiento indirectos se reduce considerablemente utilizando el método de doble estímulo.

Los resultados obtenidos utilizando una escala de degradación muestran que, cuando se desea medir la visibilidad de las degradaciones aisladas, no conviene presentarlas en una misma secuencia [CCIR, 1982-86b]. Esta manera de proceder puede introducir un sesgo, pues los observadores tienen tendencia a comparar el efecto de las diferentes degradaciones. En el caso de la medición de visibilidad de degradaciones aisladas parece, pues, preferible juzgar un solo tipo de degradación por secuencia de presentación.

5. Análisis

La finalidad de especificar un procedimiento en detalle es minimizar la variación aleatoria de los resultados que no se debe a diferencias sistemáticas entre grupos diferentes de observadores cuando, por ejemplo se comparan o combinan los resultados de pruebas independientes. Esta es la finalidad común de todos los procedimientos descritos, pero no obstante existen otros factores que parecen dar solidez a determinados procedimientos. Estos factores se relacionan con el grado de discriminación de los resultados que vale la pena obtener, y el grado de complejidad y laboriosidad del procedimiento. Mientras más complejo y elaborado es el procedimiento, consumirá más tiempo y será más costoso. La precisión necesaria y la ganancia en términos de los resultados logrados son aspectos básicos para el análisis de la elección del procedimiento.

Los procedimientos descritos en el punto 8 del apéndice de la Recomendación 500-3, Recomendaciones e Informes del CCIR, Vol.XI-1, Dubrovnik, 1986; ——— reflejan una combinación de la escala de calidad o de degradación con la utilización regular de una imagen de referencia, que tiene significado o no como tal, o por un enclavamiento indirecto por gamas de degradación. El método descrito en el punto 8.1 es el más sencillo en cuanto a la organización; el análisis de los resultados de los métodos descritos en los puntos 8.1, y 8.2 ——— y en el punto 1.1 de este anexo tiene aproximadamente el mismo grado de complejidad; la organización de los métodos expuestos en los puntos 8.2 y 8.3 del apéndice ——— y en el § 1.1 de este anexo es aproximadamente igual, pero el análisis de los resultados para el método del § 8.3 toma más tiempo. El método descrito en el § 8.4 por lo general requiere más sesiones que los otros procedimientos y está diseñado para reducir los errores sistemáticos. En el punto 3 figura una comparación de los resultados obtenidos mediante algunos de los métodos para determinadas degradaciones, y en el punto 4 de este anexo se exponen otros hechos experimentales.

Es evidente que cada método parece tener algunos fundamentos sólidos, por lo que la elección entre ellos no es sencilla. Es imposible justificar plenamente los argumentos que se presentan en un Informe de esta clase, pero esencialmente, los principales argumentos que han influido sobre los experimentadores en el campo son los que se exponen a continuación.

La elección del procedimiento está relacionada con la elección de la escala de apreciación, bien sea continua o discreta, y con la manera en que debe pedirse a los observadores que hagan uso correcto de la escala.

Respecto al valor relativo de la escala de calidad y de la escala de degradación, algunos consideran que el concepto «calidad» está más estrechamente relacionado con los intereses de los observadores, y es además beneficioso, porque si una «degradación» mejora realmente la imagen, los resultados lo reflejan. Por otra parte, otros consideran que es más fácil interpretar la escala de degradación y que tiene la ventaja de permitir la medición de un umbral de percepción (entre las notas 4 y 5 de la escala de degradación). Parecería que existe un equilibrio de preferencias en la opinión de los observadores con respecto a las dos escalas, pero hay pruebas de que puede ser posible, en algunos o en todos los casos, relacionar los dos ejes semánticos mediante una formulación adecuada y trabajar para continuar en este campo.

Los argumentos en favor de la escala continua son que algunas veces se justifica el tiempo suplementario de organización y de análisis debido a la fina discriminación que es tan posible como necesaria. Los argumentos en favor de una escala discreta son que no pueden lograrse resultados mejores, por razones que comprenden el hecho de que en la práctica, los no expertos no discriminan más que lo que permite la escala discreta.

Todos reconocen la necesidad de cierta forma de enclavamiento, y de que esto puede llevarse a cabo de diferentes formas. Algunos experimentadores sugieren que para las degradaciones que no se extienden a una amplia gama de valores, no se necesita ninguna imagen de referencia regular específica, porque la propia amplia gama normalizada de degradación hace que los observadores se orienten correctamente a sí mismo respecto a la escala. En cuanto a los experimentos que se refieren solamente a degradaciones muy pequeñas, debe proporcionarse una imagen de enclavamiento, pero no debe significarse como tal, debido a que esto haría demasiado artificial el medio ambiente de observación. El procedimiento de doble estímulo puede tener ventajas en las mediciones de degradaciones de pequeña magnitud tales como las que se producirán en sistemas futuros. Otros experimentadores sostienen que la utilización regular y significativa de una imagen de referencia (de alta calidad) ayuda a los observadores a orientarse a sí mismos respecto a la escala y que los resultados de los experimentos demuestran esto, particularmente cuando se trata de las degradaciones pequeñas. Otro método que se considera valioso es presentar dos imágenes de referencia (de alta y de baja calidad).

En cuanto al método de la UER, se encontró en un caso una nota para la referencia sólo de 4,63. En trabajos realizados por la Australian Broadcasting Commission [1981], hubo un caso en que la nota de la referencia sólo fue de 4,42. En evaluaciones de la SMPTE, utilizando NTSC y RGB como referencia, así como observadores procedentes de la industria de la radiodifusión, se advirtieron notas de la imagen de referencia de 4,7. Algunos autores creen que entre las razones de estos valores bajos puede figurar un control insuficiente del procedimiento o una calidad de referencia no coherente, en relación con el necesario enclavamiento directo. En tales casos, parece necesaria la corrección de la degradación residual, como en el caso de los procedimientos basados en un solo estímulo. Quizá conviniera realizar nuevos estudios relacionados con otros procedimientos.

En una evolución hacia la racionalización de los métodos, debe ser posible, en el próximo periodo de estudios del CCIR, obtener más elementos de los procedimientos juntos y confinar las alternativas sólo a determinadas partes. Es alentador observar que en una situación práctica reciente (el estudio de la relación entre la degradación y diferentes frecuencias de muestreo digital [CCIR, 1978-82e, f, g]) en la que se aplicaron cuidadosas reglas de procedimiento, virtualmente se lograron las mismas notas medias mediante pruebas totalmente independientes utilizando diferentes procedimientos (véanse los puntos 8.2 y 8.3 del apéndice a la Recomendación 500).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLNATT, J. W. [1980] Subjective assessment method for television digital codecs, *Electron. Lett.*, **16**, 450-451.

ALLNATT, J. W. y CORBETT, J. M. [agosto de 1974] Comparisons of category scales employed for opinion rating. *Proc. IEE*, Vol. 121, **8**, 785-793.

AUSTRALIAN BROADCASTING COMMISSION [1981] Tests of subjective impairment due to random noise (se publicará ulteriormente).

CORBETT, J. M. [marzo de 1970] Effect of observer adaptation on the results of television quality-grading tests. *Proc. IEE*, Vol. 117, **3**, 512-514.

IBA [1981] Subjective assessment of television quality, experimental and development Report 114/81.

KRETZ, F. y SALLIO, P. [septiembre-octubre de 1981] Comparaison de plusieurs méthodes d'évaluation subjective de la qualité des images: rôle des images de référence, de l'ancrage et de l'echelle de notation. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 37-42.

MACDIARMID, I. F. y ALLNATT, J. W. [junio de 1978] Performance requirements for the transmission of the PAL coded signal. *Proc. IEE.*, Vol. 125, **6**, 571-580.

SALLIO, P. y KRETZ, F. [abril de 1982] A comparison of two methods for the subjective evaluation of television pictures. Representation of the results in common units. *EBU Rev. Tech.*, **192**, 59-69.

WHITE, T. A. y ALLNATT, J. W. [1980] Double-stimulus quality rating method for television digital codecs. *Electron. Lett.*, **16**, 714-716.

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/257 (Francia); **b.** 11/258 (Francia); **c.** 11/71 (Francia); **d.** 11/288 (Reino Unido); **e.** 11/285 (Reino Unido); **f.** 11/292 (Estados Unidos de América); **g.** 11/343 (Japón).

[1982-86]: **a.** 11/306 (Francia); **b.** 11/111 (Francia).

BIBLIOGRAFÍA

BENNETT, D. [octubre de 1981] SMPTE component-coded digital video picture quality assessments *SMPTEJ*, Vol. 90, **10**, 960-967.

BERNATH, K., KRETZ, F. y WOOD, D. [abril de 1981] The EBU method for organizing subjective tests of television picture quality, *EBU Rev. Tech.*, **186**, 66-75.

FISHER, R. A. y YATES, F. [1970] *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research.* Oliver and Boyd, Edimburgo, Escocia, Reino Unido.

ISHIHARA, S. [1949] *Tests for Colour Blindness.* H. K. Lewis, London, Reino Unido.

KRETZ, F. [septiembre-octubre de 1981] Représentation unifiée des résultats d'essais subjectifs (correction pour dégradation résiduelle). *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 43-44.

MICELI, S. y ORLANDO, A. [octubre de 1977] Sampling procedures and goodness of Fit. Proc. International Symposium on Measurement in Telecommunication (URSI), Lannion, Francia.

PROSSER, R. D., ALLNATT, J. W. y LEWIS, N. W. [marzo de 1964] Quality grading of impaired television pictures. *Proc. IEE*, Vol. 111, **3**, 491-502.

SALLIO, P. y KRETZ, F. [abril-mayo de 1978] Qualité subjective en télévision numérique. Première partie: méthodologie de son évaluation. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 2/5, **52**, 13-19.

WHITE, T. A [1980] Transmission of alphanumerics by television: assessment of typescript by «experts». Proc. 9th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, New Jersey, 27-34.

WHITE, T. A. [1981] Transmission of alphanumerics by television. *Displays*, **2**, 295-299.

WHITE, T. A. y REID, G. M. [agosto de 1981] Quality of PAL colour television pictures impaired by random noise: stability of subjective assessment, *Proc. IEE.*, Vol. 128, Parte F, **4**, 231-236.

Documentos del CCIR

[1974-78]: 11/360 (Francia).

[1978-82]: 11/17 (UER); 11/259 (Francia); 11/287 (Reino Unido); 11/309 (Italia); 11/312 (Francia); 11/313 (Francia); 11/331 (República Democrática Alemana); 11/357 (Italia).

INFORME 1083

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO AVANZADO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS SUBJETIVAS

(Programa de Estudios 3A/11)

(1986)

1. Introducción

En la Recomendación 500 y en el Informe 405 se describen los métodos preferidos utilizables al realizar pruebas subjetivas sobre la calidad o degradación de señales de televisión afectadas por distorsión o interferencia. Se describen métodos para evaluar la calidad de determinado sistema de televisión, con un grado de distorsión o interferencia específico, que lleva a un resultado representado por un solo valor estadístico. También se describen métodos para evaluar la calidad de determinado sistema de televisión, con varios grados de distorsión o interferencia, que llevan a un resultado representado por una curva estadística.

Muchas veces, hay que evaluar el comportamiento estadístico obtenido al probar una familia de dispositivos, en diversas condiciones de distorsión o interferencia, aunque esos dispositivos presenten una amplia gama de características de funcionamiento. Tal es el caso, por ejemplo, cuando se realizan pruebas para comprobar la calidad subjetiva estadística de cierto número de receptores de televisión, para una gama de niveles de interferencia. Un método de tratamiento estadístico avanzado puede aplicarse a los datos obtenidos en esas pruebas subjetivas, a fin de permitir la presentación estadística de los resultados de la prueba, en forma sencilla y fácilmente comprensible.

2. Descripción del procedimiento

Este método se aplica en el caso de pruebas subjetivas realizadas con una muestra de población de determinado tipo de equipos, cuando se prueba su susceptibilidad a un factor de degradación.

Para cada equipo de la muestra se recopilan los resultados subjetivos de cierto número de niveles de la degradación y se calcula la nota media para cada nivel.

Como primer paso, se ajusta una curva de las notas medias por el método de los mínimos cuadrados, por ejemplo mediante la función logística bien conocida (véase también el Informe 405, anexo III, § 2). Este proceso genera una serie de curvas, cada una de las cuales describe el comportamiento de un equipo particular, con una amplia expansión de características entre ellas (véase la fig. 1).

Después se aplica en cada curva un reajuste para la degradación residual, como se describe en el anexo III al Informe 405, pero graduándolo de 0 a 100 en lugar de 0 a 1, que es lo habitual. Esto permite leer la indicación en términos de «porcentaje de plena calidad» o «calidad relativa en porcentaje» (véase la fig. 2).

Es difícil extraer conclusiones examinando únicamente ese conjunto de curvas, y también carece de sentido tomar meramente la media de las curvas, incluso si se dispone de alguna información adicional sobre la dispersión de las mismas.

Sin embargo, puede trazarse una síntesis estadística de los resultados experimentales en forma de una línea de demarcación que divide el plano de representación en dos regiones (fig. 2). La primera región, situada por debajo de esa línea contendrá las curvas pertenecientes a no más de $x\%$ de toda la población de equipos, en la gama de calidad más baja; la segunda región, situada por encima de esa línea, contendrá las curvas pertenecientes a la población de equipos de la calidad más alta. El parámetro x puede elegirse a discreción.

El procedimiento para trazar esta demarcación consiste en calcular los valores límites de D_M y G (parámetros de la función logística definidos en el anexo III al Informe 405), de manera que puedan identificarse las líneas de demarcación de su distribución conjunta para una probabilidad dada (por ejemplo 10%). Sobre la base de los dos valores límites así calculados, se representan luego los dos casos límites de la función logística.

Luego, se elige el caso más desfavorable para cada valor del factor de degradación sometido a prueba, lo que permite trazar una línea, tramo por tramo, que una las dos regiones para el porcentaje dado de la población de equipos.

Debido a esa línea de demarcación, no es de esperar que el $x\%$ (por ejemplo, 10% en la fig. 2) de la población de equipos, tenga características que se sitúen en la región inferior a esa línea, mostrando así una calidad de funcionamiento peor que la descrita por la demarcación. Es de esperar que el rendimiento de la población restante sea mejor y que se describa por curvas situadas por encima de la demarcación.

Esta clase de presentación es útil al aplicar los resultados de una prueba subjetiva, y se espera que ofrezca resultados más fidedignos que los que puedan obtenerse mediante otros métodos.

Puede verse una descripción más completa del método en [CCIR, 1982-86].

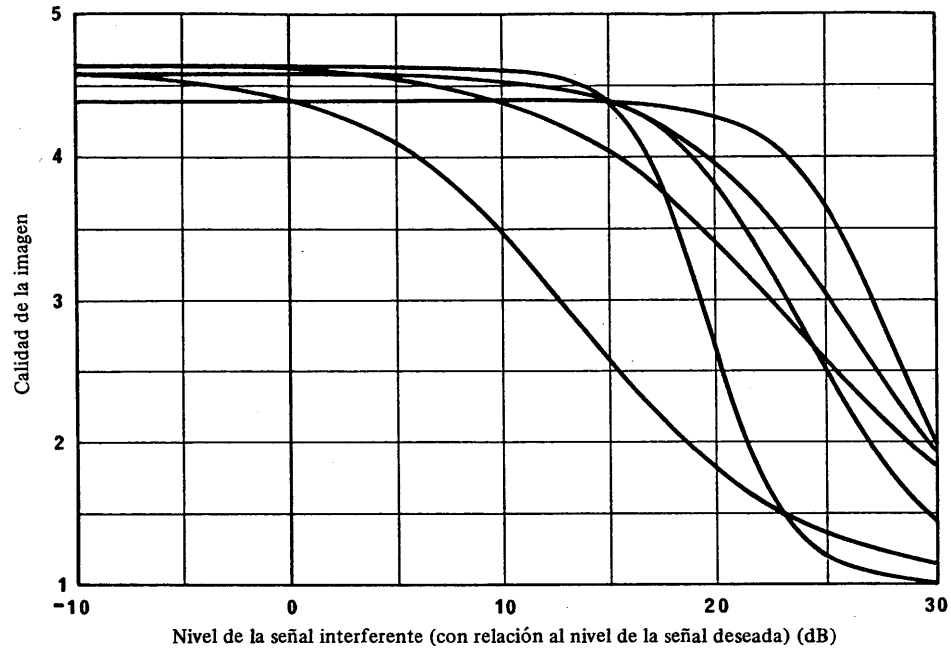


FIGURA 1 – *Comportamiento de 6 receptores comerciales en el caso de interferencia continua procedente del canal adyacente inferior*

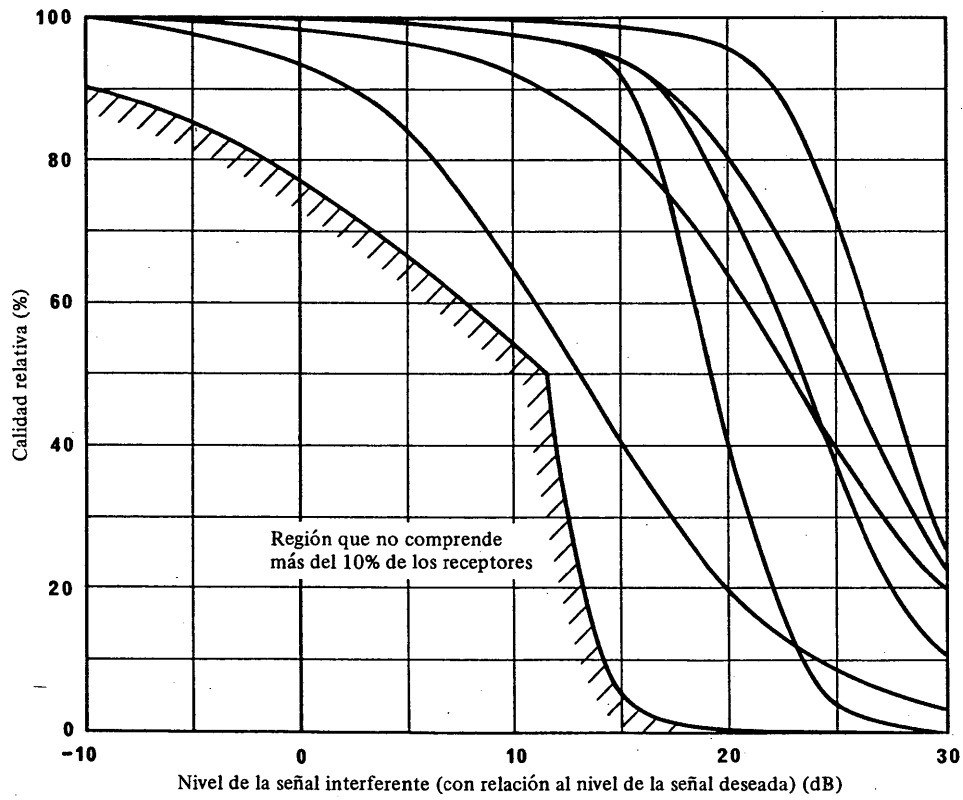


FIGURA 2 – *Comportamiento de 6 receptores comerciales en el caso de interferencia continua procedente del canal adyacente inferior, para una región que no comprende más del 10% de los receptores*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR
[1982-86]: 11/115 (Italia).

INFORME 404-2

DISTORSIÓN DE LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN PRODUCIDA POR LA EMISIÓN CON BANDA LATERAL PARCIALMENTE SUPRIMIDA

(Programa de Estudios 9A/11)

(1966-1970-1974)

Este Informe contiene una síntesis de toda la información contenida en el antiguo Informe 404 (1966) y completados con nuevos datos basados en los estudios de la OIRT, y de otras fuentes (véase la bibliografía).

1. Introducción

La emisión de señales de televisión con banda lateral parcialmente suprimida y su recepción en receptores con demoduladores con pendiente de Nyquist originan distintos tipos de distorsión:

- una distorsión lineal debida a las diferencias de retardo de grupo en los circuitos del receptor provocada por la pendiente de Nyquist y por la atenuación necesaria de la portadora de sonido del canal adyacente inferior;
- una distorsión no lineal debida a la demodulación de la envolvente, en forma de distorsión en cuadratura, y una diafonía entre las señales de luminancia y de crominancia.

Estas distorsiones se traducen en una degradación de la calidad de las imágenes de televisión recibidas.

En muchos países se han llevado a cabo recientemente investigaciones teóricas y prácticas con el propósito de conseguir una evaluación cuantitativa de la distorsión de la señal de televisión debida a la emisión con banda lateral parcialmente suprimida, así como de hallar métodos para reducir esa distorsión y determinar el grado de la mejoría de calidad de la imagen percibida por los espectadores. Esta mejora puede conseguirse mediante la corrección de la distorsión o mediante elección de la anchura óptima de la banda lateral inferior y la inclinación de la pendiente de Nyquist.

2. Análisis de la distorsión de las señales de televisión

La distorsión de las señales de televisión que se produce en la emisión, en banda lateral parcialmente suprimida, depende de varios factores tales como la inclinación de la pendiente de Nyquist (es decir, la anchura relativa de la banda lateral parcialmente suprimida), la profundidad de la modulación y la posición de la portadora de imagen en la pendiente de Nyquist. Estas distorsiones pueden expresarse ya sea en función de la frecuencia, es decir, por medio de las características de amplitud y retardo de grupo, o en función del tiempo mediante la respuesta transitoria.

La distorsión de la señal de televisión debida a la emisión en banda lateral parcialmente suprimida afecta al tiempo de establecimiento (10 a 90%) de la respuesta transitoria o produce sobreoscilaciones.

Cuando se analizan las distorsiones con un método de cálculo aproximado [CCIR, 1963-66a; Dobesch, 1966], pueden deducirse las siguientes conclusiones:

- las distorsiones aumentan con la profundidad de la modulación;
- el tiempo de establecimiento disminuye con la inclinación de la pendiente de Nyquist (es decir, con el aumento de la anchura útil de la banda lateral parcialmente suprimida);
- la influencia de los cambios de posición de la portadora de imagen en la pendiente de Nyquist con respecto al valor de las distorsiones depende, en gran medida, de la inclinación de la pendiente de Nyquist y disminuye al decrecer la pendiente;
- el desplazamiento de la portadora de imagen en la pendiente de Nyquist, entre 0 y $-1{,}5$ MHz en relación con la posición nominal, tiende generalmente a reducir las distorsiones (disminuyen el tiempo de establecimiento y las oscilaciones con mejoría de la simetría de la respuesta transitoria).

Cabe suponer que en los receptores comerciales la pendiente de Nyquist, dentro de las tolerancias establecidas, se puede representar aproximadamente por líneas rectas. En este caso, los resultados calculados son de gran precisión en condiciones prácticas. En consecuencia, una mayor reducción de la pendiente de Nyquist no originará una mejora esencial de la forma de la señal de imagen.

Se han obtenido resultados similares mediante un computador. Se advierte [CCIR, 1963-66b] que la variación de la inclinación de la pendiente de Nyquist de 0,75 a 1 MHz no reduce las distorsiones en forma perceptible.

3. Establecimiento de tolerancias para las distorsiones de las señales de televisión

La medición de las respuestas en frecuencia de los transmisores de televisión se efectúan normalmente entre la entrada del transmisor y la salida del demodulador de Nyquist. En este caso, los resultados de la medición reflejan las distorsiones reales de las señales de televisión en el extremo receptor.

Como se ha indicado anteriormente, las respuestas pueden presentarse en función del tiempo o en función de la frecuencia. Las investigaciones realizadas [CCIR, 1963-66c] muestran que son más útiles las respuestas transitorias porque dan resultados que se aproximan más al efecto visible de las distorsiones de la imagen de televisión recibida. El valor de la distorsión admisible puede determinarse basándose en la calidad evaluada de la imagen. En tales condiciones, la respuesta amplitud/frecuencia es de menor importancia.

Debería prestarse bastante atención al hecho de que en el momento actual no se conocen métodos capaces de transformar las tolerancias de la respuesta en el dominio del tiempo, en tolerancias de las respuestas en el dominio de la frecuencia y viceversa. Aun así, existe el peligro de que un equipo pueda tener respuestas transitorias dentro de las tolerancias, en tanto que la respuesta amplitud/frecuencia excede de las tolerancias correspondientes.

Se ha demostrado también experimentalmente [CCIR, 1963-66c] que la corrección de fase en el transmisor puede realizarse fácilmente a base de la respuesta transitoria y que se obtienen los mismos resultados que basándose en la medición de la respuesta de retardo de grupo.

Hasta ahora no se han obtenido datos suficientes para fijar tolerancias de distorsión de las señales de televisión. De los cálculos teóricos [CCIR, 1963-66b] se desprende que la diferencia entre el retardo de grupo en la frecuencia de la portadora de imagen y en la frecuencia central de imagen – correspondiente a una pendiente de Nyquist de 0,75 MHz – es aproximadamente 150 ns. Se ha demostrado también, que la falta de uniformidad del retardo de grupo superior a 50 ns en la proximidad de la frecuencia de la portadora de imagen, produce una distorsión considerable de la respuesta transitoria.

Para las mediciones en el transmisor de televisión con el demodulador de Nyquist, se propone utilizar ábacos adecuados de tolerancia para determinar las desviaciones admisibles de las respuestas individuales con relación a las respuestas nominales [OIRT, a]. Estos ábacos determinan por separado los parámetros del transmisor y los del demodulador de Nyquist [OIRT, b], así como los parámetros del canal completo transmisor-demodulador.

Los cálculos teóricos de las distorsiones de los impulsos en seno cuadrado, de duración T y $2T$, en el demodulador de Nyquist muestran que la amplitud del impulso en seno cuadrado $2T$ en la salida del demodulador, en relación con la amplitud del impulso de entrada, alcanza:

- el 80% sin corrección de fase en el demodulador,
- el 100% con corrección de fase en el demodulador;

y que la amplitud del impulso en seno cuadrado de duración T es:

- el 76% sin corrección de fase en el demodulador,
- el 80% con corrección de fase en el demodulador,

con respecto a la amplitud del impulso a la entrada.

Se ha calculado también que no es necesario tomar en consideración la distorsión de un impulso de subportadora de 4,43 MHz con envolvente en seno cuadrado de duración $20T$, que se produce en el demodulador de Nyquist y que la distorsión de la base del impulso no excede del 3% cuando se aplica corrección de fase en el demodulador.

4. Investigación de las posibilidades de mejora de la calidad de la imagen

Para mejorar la calidad de la imagen de televisión distorsionada a causa de la emisión con banda lateral parcialmente suprimida, se han efectuado varias investigaciones en dos líneas básicas:

- precorrección de las distorsiones al propio tiempo que se mantienen las normas existentes para la anchura de la banda lateral parcialmente suprimida,
- ensanche de la banda lateral parcialmente suprimida.

4.1 *Corrección de las distorsiones de las señales de televisión*

Prolongadas investigaciones sobre la corrección de las distorsiones de las señales de televisión han llevado a la conclusión de que por ese procedimiento puede mejorarse considerablemente la forma de la señal [CCIR, 1963-66d]. Para conseguir este fin, se han utilizado en el transmisor tanto la corrección de las distorsiones lineales con filtros de fase, como la corrección de las distorsiones en cuadratura. Las medidas efectuadas en condiciones de laboratorio y en una serie de transmisores han mostrado que por este procedimiento pueden eliminarse casi totalmente las distorsiones de las señales de televisión.

En relación con la señal de televisión en color, el componente de cuadratura origina dos tipos de distorsión: reproducción incorrecta del brillo de las zonas de color y la modulación de fase de la portadora imagen, según el grado de modulación.

Se ha demostrado que la corrección de las distorsiones en cuadratura puede eliminar por completo ambos efectos.

Con el fin de confirmar los resultados de las mediciones de la corrección de las distorsiones lineales y en cuadratura, se han realizado investigaciones sobre la calidad de las imágenes basadas en pruebas subjetivas [CCIR, 1963-66e]. Los resultados de esas mediciones permiten establecer lo siguiente:

- la mejora de la calidad de la imagen obtenida por corrección del retardo de grupo es superior a la obtenida por corrección de cuadratura,
- después de una corrección óptima de los dos tipos de distorsiones, no puede observarse degradación de la calidad de la imagen de televisión,
- en las cadenas de retransmisores con dos procesos sucesivos de modulación y demodulación hay que utilizar la corrección de cuadratura.

Se ha estudiado la utilidad de la corrección de la distorsión lineal en el sistema L [CCIR, 1963-66f]. Se ha obtenido cierta mejora de la respuesta transitoria (disminución de las sobreoscilaciones de 7% a 4% y disminución de los arrastres). Puede todavía mejorarse la calidad de la imagen por corrección de cuadratura.

4.2 *Ensanche de la banda lateral parcialmente suprimida*

Para comprobar la influencia que puede tener el ensanche de la banda lateral parcialmente suprimida en la calidad subjetiva de la imagen apreciada por los telespectadores, se han realizado estudios de la calidad de la imagen con transmisiones en banda lateral parcialmente suprimida en 0,75 MHz y 1,25 MHz [CCIR, 1963-66g]. Los estudios realizados utilizando varias imágenes tipo han confirmado que la mayoría de los telespectadores perciben una mejor calidad de imagen en el caso de la transmisión con una banda lateral parcialmente suprimida más ancha, y que el grado de mejora depende del contenido de la imagen. Sólo en el caso de imágenes con un número pequeño de detalles y ligera diferencia de contrastes han sido casi imperceptibles las diferencias de calidad.

En lo que se refiere al ensanche de la banda lateral parcialmente suprimida, se ha manifestado la opinión [OIRT, a] de que la reducción de la inclinación de la pendiente de Nyquist tiende a disminuir la falta de uniformidad del retardo de grupo y las distorsiones en cuadratura, así como la sensibilidad del receptor a las variaciones de frecuencia del heterodino. Para los canales de las bandas IV/V, se considera que 1,5 MHz es el valor óptimo. Al propio tiempo, se ha señalado que el ensanche de la banda lateral parcialmente suprimida reduce la protección entre canales adyacentes y que esto está relacionado con la planificación de la red de transmisores y el establecimiento de relaciones de protección.

5. Efectos de la distorsión en cuadratura en las señales de prueba de inserción descritas en la Recomendación 473, anexo I

En Italia se ha efectuado sobre este asunto un análisis teórico completo [CCIR, 1970-74; D'Amato, 1971] y se han elaborado cálculos para los sistemas B y C.

Se ha considerado una «cadena transmisor-demodulador» ideal, de las siguientes características:

- todos los circuitos tienen una característica retardo de grupo/frecuencia, uniforme;
- la característica global amplitud/frecuencia de los circuitos de radiofrecuencia y de frecuencia intermedia varía linealmente de 0 a 1 en la gama de frecuencias (f_v − 0,75 MHz) a (f_v + 0,75 MHz) y es igual a 1 para frecuencias superiores a f_v + 0,75 MHz (siendo f_v la frecuencia de la portadora de video);
- la característica amplitud/frecuencia de todos los circuitos de frecuencia video es igual a 1 en la gama de 0 a 5 MHz, e igual a 0 en las frecuencias superiores a 5 MHz;
- la profundidad de modulación en el nivel de blanco es del 10%;
- la profundidad de modulación en el nivel de negro es del 73%.

Con estas hipótesis, las distorsiones que afectan a los elementos de la señal de prueba de inserción se resumen en el cuadro I. Por lo que respecta a la distorsión de la barra blanca, impulsos $2T$ y $20T$, los resultados teóricos del cuadro I concuerdan con los resultados del estudio experimental efectuado en la República Federal de Alemania [IRT, 1970].

CUADRO I

Elemento de señal	Parámetro	Valores (1) para los sistemas B, G
Borde anterior (posterior) de la barra de blanco (formada por la red que genera el impulso 2*T*)	Amplitud de la suboscilación Retardo correspondiente a la amplitud mitad (borde anterior) Tiempo de establecimiento (tiempo de caída)	3% 69 *ns* 240 *ns*
Impulso 2*T* (duración correspondiente a la amplitud mitad: 200 *ns*)	Reducción de amplitud Duración correspondiente a la amplitud mitad Amplitud de los principales ecos negativos	11% 156 *ns* 6,7%
Impulso 20*T*	Depresión de línea de base Reducción de amplitud Distorsión de fase	6% 13,8% 5° 50′
Barra de crominancia	Amplitud de cresta de crominancia Intermodulación crominancia/luminancia	92,1% 9,9%
Escalera de luminancia	Distorsión no lineal de una señal de duración igual a la de una línea	0%
Escalera de crominancia superpuesta	Ganancia diferencial (2) Fase diferencial Distorsión no lineal de una señal de duración igual a la de una línea (modificada por la intermodulación crominancia/luminancia) (2)	3,7% 0° 4,4%

(1) Todos los valores expresados en porcentaje están referidos a la amplitud nominal de la señal de imagen (0,7 V).

(2) Como la subportadora en el nivel de blanco da lugar a sobremodulación, no se considera el escalón correspondiente a dicho nivel.

Debe recordarse que estas características no son representativas de los equipos normales, en los que la respuesta en la gama de frecuencias de la subportadora de color está reducida para que sea mínima la distorsión en cuadratura.

6. Receptores que emplean demodulación sincrónica de la señal de frecuencia intermedia

La utilización de un demodulador sincrónico ideal para la señal de frecuencia intermedia elimina la distorsión en cuadratura producida por la transmisión con banda lateral parcialmente suprimida y los circuitos prácticos muestran a este respecto una ventaja muy considerable sobre la detección de la envolvente. Sin embargo, la distorsión en cuadratura puede surgir como consecuencia de desplazamiento de la fase de la portadora video en relación con la banda lateral. Estos desplazamientos pueden producirse en el transmisor o en los circuitos del receptor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'AMATO, P. [julio de 1971] Influenza della distorzione de quadratura sui segnali d'inserzione CCIR (Influencia de la distorsión de cuadratura en las señales de prueba de inserción del CCIR). *Alta Frequenza*, 40, 7, 601-612.

DOBESCH, H. [1966] Der Einschwingvorgang eines Fernseh-Sendesystems. (Sobreoscilación en los transmisores de televisión). *Techn. Mitt. RFZ*, Heft 4.

IRT [marzo de 1970] Die Verzerrungen des 2*T*/20*T* Impulses und Sprungsignals bei der Restseitenband-Übertragung (Distorsión de los impulsos 2T/20T y de la señal de barra debida a la transmisión con banda lateral residual). IRT Technischer Bericht, **191**.

OIRT a, Doc. TK-III-218, Erweiterung des unteren Seitenbandes der Fernshübertragung. (Ensanche de la banda lateral inferior en las emisiones de televisión).

OIRT b, Doc. TK-III-211, Verzerrungen der Sinus^2 – Inpulse im Nyquist – Demodulator. (Distorsión de un impulso en seno cuadrado en un demodulador de Nyquist).

Documentos del CCIR

[1963-66]: **a.** XI/28 (OIRT); **b.** XI/42 (República Socialista Checoslovaca); **c.** XI/23 (OIRT); **d.** XI/2 (República Federal de Alemania); **e.** XI/142 (República Federal de Alemania); **f.** XI/178 (Francia); **g.** XI/25 (OIRT).

[1970-74]: 11/121 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

DINSEL, S. [1964] Neue Untersuchungen über die Entzerrung der Quadraturfehler von Fernsehsendern (Estudios recientes sobre la corrección de los errores de cuadratura de las transmisiones de televisión). *Rundfunktechn. Mitt.*, Vol. 8, 253-265.

DINSEL, S. [1966] Quadrature distortion correction for television vestigial-sideband transmission. *JSMPTE*, Vol. 75, 20-25.

DOBESCH, H. y SULANKE, H. [1965] *Zeitfunktionen (Funciones de tiempo).* VEB Verlag Technick.

HOPF, H. y DINSEL, S. [1961] Verbesserung der Übertragungsqualität des Fernseh-Restseitenbandverfahrens durch Einführung einer Quadraturentzerrung (Mejora de la calidad de transmisión en un sistema de televisión de banda lateral parcialmente suprimida, mediante la corrección del error debido a la distorsión de la onda en cuadratura). *Rundfunktechn. Mitt.*, Vol. 5, 272-280.

SZANTO, L. [1964] Frekvenčné a prechodné charakteristiki vysokofrekvenčného televizného kanálu (Características en régimen permanente y características transitorias de los canales de televisión en las frecuencias radioeléctricas). *Slaboproudy Obzor*, Vol. 25, **8**, 466-474.

WISE, F. [septiembre de 1970] The interpretation of waveform measurements made through VSB transmission networks. International Broadcasting Convention, Londres, 216-218.

Documentos del CCIR

[1962]: Bad Kreuznach. XI/25 (República Federal de Alemania).

[1970-74]: 11/2 (OIRT); 11/80 (Países Bajos).

INFORME 313-6

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN EN TELEVISIÓN

(Cuestión 3/11)

(1959-1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986)

Durante varios años, numerosos laboratorios han hecho estudios detenidos para evaluar la calidad de las imágenes de televisión y definir métodos de medición, tanto en lo que respecta a la televisión en color como a la en blanco y negro. Como estos estudios no pueden considerarse todavía terminados, para facilitar los futuros trabajos convendría establecer una lista de documentos y publicaciones relativos a esta cuestión.

Esta lista serviría, por un lado, para evitar toda duplicidad de trabajos y, por otro, para poder hacer comparaciones con los resultados obtenidos en otros lugares. Además, podrían incluirse en ella las publicaciones que se hagan posteriormente sobre el asunto y sería una ayuda valiosa, en el marco de la Cuestión 3/11, para la normalización de métodos de medición de los diversos tipos de distorsión de las imágenes de televisión.

Bibliografía relativa a la Cuestión 3/11

ALLNATT, J. W. [octubre de 1965] Subjective quality of colour television pictures impaired by gain and delay inequalities between the luminance and chrominance channels. *Proc. IEE*, Vol. 112, **10**, 1819-1824.

ALLNATT, J. W. [diciembre de 1971] Subjective assessment of impairments in television pictures. *Appl. Ergonomics*, **2**, 231-235.

ALLNATT, J. W. [1973] Opinion distribution model for subjective rating studies. *Int. J. Man-Machine Studies*, **5**, 1-15.

ALLNATT, J. W. [agosto de 1975] Opinion-rating model applied to television transmission system studies. *Proc. IEE*, Vol. 122, **8**, 769-774.

ALLNATT, J. W. [1975] Subjective rating and apparent magnitude. *Int. J. Man-Machine Studies*, **7**, 801-816.

ALLNATT, J. W. [septiembre de 1977] Subjective quality of television pictures impaired by linear waveform distortion. *Electron. Lett.*, **13**, 546-548.

ALLNATT, J. W. [1979] Television measurements through psychophysics to subjective picture quality. *Radio and Electron. Engr.*, **49**, 611-619.

ALLNATT, J. W. [marzo de 1979] Logistic function to describe the legibility of transmitted alphanumerics. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM 27, **3**, 619-623.

ALLNATT, J. W. [1980] Subjective assessment method for television digital codecs. *Electron. Lett.*, **16**, 450-451.

ALLNATT, J. W. [1983] *Transmitted-picture Assessment.* John Wiley & Sons Ltd, Londres, Reino Unido.

ALLNATT, J. W. y BRAGG, E. J. W. [marzo de 1968] Subjective quality of television pictures impaired by sine-wave noise and low-frequency random noise. *Proc. IEE*, Vol. 115, **3**, 371-375.

ALLNATT, J. W. y COLLINS, R. M. [1983] Quality rating of television pictures: comparison of results obtained in laboratories in different countries. *Proc. IEE*, Vol. 130, parte F, 289-295.

ALLNATT, J. W. y CORBETT, J. M. [1972] Adaptation of observers during television quality-grading tests. *Ergonomics*, **15**, 353-366 y 491-504.

ALLNATT, J. W. y CORBETT, J. M. [agosto de 1974] Comparisons of category scales employed for opinion rating. *Proc. IEE*, Vol. 121, **8**, 785-793.

ALLNATT, J. W. y PROSSER, R. D. [marzo de 1965] Subjective quality of television pictures impaired by long-delayed echoes. *Proc. IEE*, Vol. 112, **3**, 487-492.

ALLNATT, J. W. y PROSSER, R. D. [abril de 1966] Subjective quality of colour-television pictures impaired by random noise. *Proc. IEE*, Vol. 113, **4**, 551-557.

ANTIPIN, M. V. [1970] Integralny kriterii kachestva TV izobrazhenii (Un criterio integrado para la calidad de las imágenes de TV). Ediciones Nauka, Moscú, URSS.

AUSTRALIAN BROADCASTING COMMISSION [1981] Test of subjective impairment due to random noise. Informe de la Comisión Australiana de Radiodifusión.

BENNETT, D. [octubre de 1981] SMPTE component-coded digital picture quality assessments, *SMPTEJ*, 960-967.

BERNATH K., KRETZ F. y WOOD D. [abril de 1981] The EBU method for organizing subjective test of television picture quality. *EBU Rev. Tech.*, **186**, 66-75.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL [1977] Informative guide for subjective tests on television receivers. IEC Publication 597.

CORBETT, J. M. [marzo de 1970] Effect of observer adaptation on the results of television quality-grading tests. *Proc. IEE*, Vol. 117, **3**, 512-514.

CORBETT, J. M. y ALLNATT, J. W. [julio de 1974] Subjective quality of television pictures impaired by short-delay echo. *Proc. IEE*, Vol. 121, **7**, 583-593.

CORBETT, J. M., TAYLOR, J. R. y ALLNATT, J. W. [febrero de 1969] Subjective quality of colour-television pictures impaired by video crosstalk. *Proc. IEE*, Vol. 116, **2**, 181-184.

FLOR, W. [febrero de 1977] Beurteilungen intermodulationsgestörter Fernsehbilder durch Nichtexperten (Evaluación por personal no experto de las imágenes de televisión degradadas a causa de la intermodulación). *Fernseh-und Kinotech.*, **31**, 46-48.

FLOR, W. [marzo de 1977] Beurteilung intermodulationsgestörter Fernsehbilder (Evaluación de las imágenes de televisión degradadas a causa de la intermodulación). *Rundfunktechn. Mitt.*, **21**, 62-67.

FLOR, W. [1979] Der Einfluss von Echo-und Interferenzstörungen auf die Qualität von Fernsehbildern (Influencia de los ecos y perturbaciones por interferencias en la calidad de las imágenes de televisión) *Fernseh-und Kinotech.*, **33**, 361-368.

FLOR, W. [1979] Beurteilung interferenzgestörter Fernsehbilder durch Nichtexperten (Evaluación subjetiva de imágenes de televisión degradadas por la interferencia de otra señal de televisión). *NTZ-Archiv*, **1**, 181-184.

FLOR, W. [1979] Das statistische Qualitätsverhalten von Fernsehsenderketten (Distribución estadística de la calidad en las cadenas de transmisión de televisión por personal no experimentado). *Rundfunktechn. Mitt.*, **23**, 68-71.

FLOR, W. [1980] Prüfzeilentechnik und Beurteilung der Signalqualität in Fernsehsendernetzen (Aplicación de señales de prueba de inserción y evaluación de la calidad de la señal de las cadenas de transmisión de televisión). *Rundfunktechn. Mitt.*, **24**, 177-180.

GEDDES, W. K. E. [abril de 1963] The relative impairment produced by random noise in 405-line and 625-line television pictures. *EBU Rev. Tech.*, **78**, 46-48.

GLEISS, N., ALLNATT, J. W., KRETZ, F., SCIARAPPA, M. y VAN DER ZEE, F. [1983] Definition and validation of methods for subjective assessment of visual telephone picture quality. *CSELT Rapporti Tecnici*, Vol. 11, **1**, 59-65.

GOFAIZEN, O. V. y EPIFANOV, N. I. [1976] Otsenka kachestva TV izobrazhenie po sovokupnosti parametrov (Evaluación de la calidad de una imagen de TV mediante todos sus parámetros). *Tekhnika kino i Televideniya*, **6**, 56-59.

GOFAIZEN, O. V., EPIFANOV, N. I., LYAKHOVA, T. M. y PEVZNER, B. M. [1979] Zakon summirovaniya iskazhenii, vnosimykh kanalom izobrazheniya sistemy tsvetnogo (Ley de adición de distorsiones causadas por el canal de imagen de un sistema de TV en color). *Tekhnika kino i Televideniya*, **6**, 37-43.

GOFAIZEN, O. V., LYAKHOVA, T. M., PEVZNER, B. M. y RUVINSKY, M. D. [1983] Kachestvo tsvetnogo TV izobrazheniya v trakte sistemy SEKAM (Calidad de las imágenes en color en el canal del sistema SECAM). *Tekhnika kino i Televideniya*, **1**, 33-42.

HISHIYAMA, K. e INOUE, M. [septiembre de 1984] Physical measures for interframe coded picture quality. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 32, **5**, 836-846.

IBA [1981] Subjective assessment of television quality. Experience and development Report 114/81.

INOUE, M. e HISHIYAMA, K. [septiembre de 1984] Trade-off between information suppression effect and picture quality degradation with interframe coding. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 32, **5**, 847-860.

JESTY, L. C. [febrero de 1958] Relation between picture size, viewing distance and picture quality. *Proc. IEE*, Vol. 105, Part B.

KOBAYASHI, Y. [1977] Quality evaluation of the picture through DPCM and δM. Picture Coding Symposium.

KOBAYASHI, Y. [mayo de 1977] Picture quality evaluation method for digitally encoded video signals (en japonés). *Trans. Inst. Electron. Comm. Engrs. Japan*, Vol. J60-B, **5**.

KRETZ, F. [octubre de 1977] Critères objectifs de qualité subjective en codage numérique des signaux visuels: méthodologie et application à l'optimalisation; exemples. Se publicará en las Proc. International Symposium on Measurement in Telecommunications (URSI), Lannion (Francia).

KRETZ, F. [septiembre-octubre de 1981] Représentation unifiée des résultats d'essais subjectifs (correction pour dégradation résiduelle). *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 43-44.

KRETZ, F. y BOUDEVILLE, J.-L. [1976] Dégradations des signaux d'images et qualité subjective en codage numérique: visibilité du flottement de contour. *Ann. des Télécomm.*, **31**, 333-356.

KRETZ, F., BOUDEVILLE, J.-L. y SALLIO, P. [6-9 de septiembre de 1977] Optimization of DPCM using subjective quality criteria. Proc. IERE Conference No. 37, Loughborough, Reino Unido.

KRETZ, F., BOUDEVILLE, J. L. y SALLIO, P. [1978] Qualité subjective en télévision numérique. Deuxième partie: critères objectifs de qualité et optimalisation. *Radiodif.-Télév.*, **52**, 20-26.

KRETZ, F. y DE LATRIBONNIÈRE, J. P. [6-9 de septiembre de 1977] Non-linear quantization of colour difference signals using data on colour differential thresholds. Proc. IERE Conference No. 37, Loughborough, Reino Unido.

KRETZ, F. y SALLIO, P. [septiembre-octubre de 1981] Comparaison de plusieurs méthodes d'évaluation subjetive de la qualité des images: rôle des images de référence, de l'ancrage et de l'échelle de notation. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 37-42.

KRIVOSHEEV, M. I. [1976] Osnovy televizionnykh izmerenii (Principios básicos de las mediciones de TV). *Sviaz*, Moscú, URSS.

LEWIS, N. W. y ALLNATT, J. W. [septiembre de 1965] Subjective quality of television pictures with multiple impairments. *IEE Electron. Lett.*, **1**, 187-188.

LEWIS, N. W. y ALLNATT, J. W. [1968] Subjective and objective impairments in television pictures. IEE Conf. Publ. No. 46, 2.1.1-2.1.5.

MACDIARMID, I. F. y ALLNATT, J. W. [junio de 1978] Performance requirements for the transmission of the PAL coded signal. *Proc. IEE*, Vol. 125, **6**, 571-580.

MACDIARMID, I. F. y DARBY, P. J. [1982] Double stimulus assessment of television picture quality. *EBU Rev. Tech.*, **192**, 70-78.

MICELI, S. y ORLANDO, A. [1977] Subjetive assessment elaboration for determining the distorsion tolerances of a telecommunication system. Proc. IEEE – EUROCON '77 – Venecia, Italia.

MICELI, S. y ORLANDO, A. [1977] Sampling procedures of goodness of fit. Proc. International Symposium on Measurement in Telecommunication (URSI), Lannion, Francia.

NATHAN, J. G., ANDERSON, D. R., FIELD, D. E. y COLLINS, P. [1985] Television viewing at home: distances and visual angles of children and adults. Human Factors, Vol. 27, **4**, 467-476.

PEVZNER, B. M. [1980] Kachestvo tsvetnykh televizionnykh izobrazhenii (Calidad de las imágenes de TV en color). *Sviaz*, Moscú, URSS.

PROSSER, R. D. y ALLNATT, J. W. [junio de 1965] Subjective quality of television pictures impaired by random noise. *Proc. IEE*, Vol. 112, **6**, 1099-1102.

PROSSER, R. D., ALLNATT, J. W. y LEWIS N. W. [marzo de 1964] Quality grading of impaired television pictures. *Proc. IEE*, Vol. 111, **3**, 491-502.

REID, G. M. [septiembre de 1977] Subjective data for random noise measured through the new CMTT unified weighting network for television. *Electron. Lett.*, **13**, 551-553.

REID, G. M. [febrero de 1980] Subjective tests on visual telecommunications standards. *Proc. IEE*, Part F (Communications, radar and signal processing), Vol. 127, **1**, 3-8.

SALLIO, P. y KRETZ, F. [abril-mayo de 1978] Qualité subjective en télévision numérique. Première partie: méthodologie de son évaluation. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 2/5, **52**, 13-19.

SALLIO, P. y KRETZ, F. [abril de 1982] A comparison of two methods for the subjective evaluation of television pictures. Representation of the results in common units. *EBU Rev. Tech.*, **192**, 59-69.

SALLIO, P. y MORIN, C. [noviembre de 1981] Lisibilités et nouveaux services – Application à l'analyse et à l'évaluation d'un paramètre graphique: matrices fixes, matrices variables. Colloque International sur la Communication Graphique et Ecrite. París.

WANG, F. [diciembre de 1983] Estudio de los efectos del eco en las imágenes de televisión en color PAL y en blanco y negro (en chino). *Telecomm. Trans.*, **4**, 12-20.

WANG, F., LIANG, B. J. y NIU, Z. Y. [1980] Study of transmission standard for colour-television pictures. *Rev. Res. Inst. Posts and Telecomm.*, China (República Popular de), **1**, 67-85.

WHITE, T. A. [1980] Transmission of alphanumerics by television: assessment of typescript by «experts». Proc. 7th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, New Jersey, 27-34.

WHITE, T. A. [1981] Transmission of alphanumerics by television. *Displays*, **2**, 295-299.

WHITE, T. A. y ALLNATT, J. W. [1980] Double-stimulus quality rating method for television digital codecs. *Electron. Lett.*, **16**, 714-715.

WHITE, T. A. y PATEL, B. R. [1983] Subjective assessment of bandwidth limitation of the 625-line television luminance signal. *Displays*, Vol. 4, **3**, 152-156.

WHITE, T. A. y REID, G. H. [agosto de 1981] Quality of PAL colour-television pictures impaired by random noise, stability of subjective assessment. *Proc. IEE*, Vol. 128 – Parte F, **4**, 231-236.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/37 (República Federal de Alemania); XI/39 (URSS); XI/40 (URSS); XI/56 (Francia); XI/203 (Italia).

[1970-74]: 11/75 (Suiza); 11/115 (Italia); 11/252 (Estados Unidos de América); 11/279 (Estados Unidos de América); 11/280 (Estados Unidos de América); 11/311 (Italia); 11/322 (Polonia (República Popular de)); 11/323 (Polonia (República Popular de)); 11/329 (Italia); 11/330 (Italia).

[1974-78]: 11/78 (Polonia (República Popular de)); 11/79 (Polonia (República Popular de)); 11/171 (Italia); 11/331 (Estados Unidos de América); 11/388 (Polonia (República Popular de)); 11/360 (Francia).

[1978-82]: 11/17 (UER); 11/38 (Reino Unido); 11/68 (Francia); 11/70 (Francia); 11/71 (Francia); 11/87 (Japón); 11/101 (Canadá); 11/110 (Italia); 11/119 (Brasil); 11/132 (China (República Popular de)); 11/259 (Francia); 11/285 (Reino Unido); 11/287 (Reino Unido); 11/288 (Reino Unido); 11/313 (Francia).

[1982-86]: 11/133 (India); 11/134 (10-11S/55) (Canadá); 11/266 (CMTT/152) (Japón); 11/306 (Francia); 11/388 (China (República Popular de)).

INFORME 1206

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN EN RELACIÓN CON LAS DEGRADACIONES DEBIDAS A LA CODIFICACIÓN DIGITAL DE LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN

(Cuestión 3/11 y Programa de Estudios 3B/11)

(1990)

1. Introducción

La evaluación de las degradaciones debidas a la codificación tiene una importancia crítica debido a la aplicación creciente de la codificación digital y la transmisión a velocidad binaria reducida. La comprensión de los métodos de evaluación es importante no sólo desde el punto de vista de la calidad de funcionamiento de nuevos equipos de codificación, sino también del de la interpretación de las mediciones hechas sobre tales equipos y el de la especificación de objetivos de calidad. Por otra parte, los códecs digitales, al igual que todos los procesos digitales autoadaptables o no lineales, no pueden caracterizarse totalmente con las cartas o señales de prueba de televisión tradicionales.

De los estudios efectuados en relación con la Cuestión 3/11 y el Programa de Estudios 3B/11 se deduce que es deseable establecer relaciones entre las mediciones objetivas de señales degradadas por la codificación digital y las evaluaciones subjetivas de la calidad de la imagen así obtenida. En este Informe se avanza hacia ese objetivo, que se revela más difícil de lograr a medida que aumenta la complejidad de los códecs.

En la Recomendación 500 se indican métodos subjetivos para evaluar la calidad de imagen en la televisión de resolución convencional así como su degradación. Para TVAD se indican en la Recomendación 710. En el presente Informe se analiza la aplicación de esos métodos a la evaluación de los códecs de televisión.

Ultimamente se ha adquirido una gran experiencia en lo relativo a la evaluación de la calidad de funcionamiento de códecs de alta calidad para televisión de componentes con relación 4:2:2 a 34, 45 y 140 Mbit/s [CCIR, 1986-90a]. En las correspondientes pruebas, se examinó la calidad de funcionamiento de los códecs en términos de calidad de imagen decodificada básica, calidad después del tratamiento posterior en estudio (incrustación cromática y cámara lenta) aplicado a las imágenes decodificadas y la degradación de la imagen decodificada, asociada con la presencia de una gama de proporciones de errores de canal. Algunas partes de este Informe se benefician de esas pruebas.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Las especificaciones de calidad en el caso de aplicaciones de distribución pueden expresarse en términos de la apreciación subjetiva de los observadores. En teoría, por tanto, esos códecs pueden ser evaluados subjetiva u objetivamente, contrastándolos con estas especificaciones. Sin embargo, la calidad de un códec diseñado para aplicaciones de contribución podría especificarse teóricamente en términos de parámetros objetivos de calidad de funcionamiento, porque su salida no está destinada a una visualización inmediata sino a tratamiento posterior en estudio, almacenamiento y/o codificación para transmisión ulterior. Dada la dificultad de definir esa calidad de funcionamiento para una diversidad de operaciones de tratamiento posterior, el enfoque preferido ha sido especificar la calidad de funcionamiento de una cadena de equipo, incluyendo una función de tratamiento posterior, a la que se considera representativa de una aplicación práctica de contribución. Esta cadena podría constar típicamente de un códec, seguido por una función de tratamiento posterior de estudio (o de otro códec en el caso de evaluación de calidad de contribución básica) seguido todavía por otro códec antes de que la señal alcance al observador. La adopción de esta estrategia para las especificaciones de códecs destinados a aplicaciones de contribución significa que los procedimientos de medición que se dan en el presente Informe pueden tambien utilizarse para su evaluación.

A lo largo del Informe se insiste en la importancia de elegir secuencias de imágenes de prueba críticas, sobre todo de escenas naturales, y se dan algunas directrices sobre cómo generar o escoger tales secuencias.

2. Clasificación de los códecs digitales

La función de la codificación digital es reducir la velocidad binaria necesaria para representar una secuencia de imágenes, asegurando al mismo tiempo una mínima pérdida de la calidad de imagen. El equipo de codificación hace esto eliminando, en primer lugar, tanta redundancia estadística de las imágenes como se pueda (es decir, que no se pierde calidad como consecuencia de esta primera etapa conceptual). A continuación, si hace falta más reducción de velocidad binaria, hay que introducir un cierto grado de distorsión en la imagen, si bien uno de los objetivos de diseño de los códecs es ocultar esa distorsión, aprovechando determinadas insensibilidades de percepción del sistema de visión humano.

Conviene dividir los códecs en dos clases, los que utilizan **codificación de longitud de palabra fija** y los que utilizan **codificación de longitud de palabra variable** (véanse las definiciones en los puntos 3.1. y 3.2 respectivamente). La segunda clase es más eficaz y compleja e incluye todos los sistemas propuestos recientemente para codificar vídeo con relación 4:2:2 en la gama 30-45 Mbit/s. La primera clase es no obstante suficiente para permitir la reducción de la señal de vídeo con relación 4:2:2 a 140 Mbit/s, preservando al mismo tiempo la calidad exigida para aplicaciones de contribución. Resulta útil subdividir también estas clases de códecs en códecs **intratrama** (o espaciales) y códecs **intercuadro** (incluidos los intertrama), que contienen almacenamientos de cuadros (o tramas) que les permite aprovechar la redundancia que existe entre cuadros (o tramas) de imágenes sucesivas.

Está apareciendo una tercera clase de códec que emplea la codificación de longitud de palabra variable pero que está diseñado para redes de velocidad binaria variable. Estos códecs pueden en principio mantener una calidad de imagen decodificada constante, sujeta a los límites de los valores máximos de la demanda máxima de la red. Las pruebas de calidad de tales códecs, que están pendiente de estudio, deberá tener en cuenta la naturaleza de la red utilizada y las estadísticas de los datos inyectados por todos sus usuarios.

3. Evaluaciones objetivas de los códecs en términos de degradaciones de imagen percibidas

3.1 Códecs de longitud de palabra fija

Con los códecs de longitud de palabra fija se utiliza un número fijo de bits para representar un número fijo de muestras de imagen de origen. Por ejemplo, en los códecs de MIC o MICD con longitud de palabra fija, se atribuye un número fijo de bits a cada muestra de imagen y en los códecs de cuantificación vectorial o de transformación con longitud de palabra fija se atribuye a cada bloque de muestras de imagen un número fijo de bits.

3.1.1 Métodos basados en la utilización de señales de prueba sintéticas

En estos códecs, la degradación introducida en cada muestra de imagen recibida de una imagen, depende de los valores de las muestras ubicadas en su entorno, ya sea en la misma trama (para un códec intratrama) o en la misma trama y tramas anteriores (para un códec intercuadro). Es posible por tanto, utilizando señales de prueba digitales bidimensionales o tridimensionales adecuadamente elegidas, provocar de manera artificial las degradaciones características de la codificación digital de imágenes.

A algunos de estos **factores de degradación** se les han adjudicado nombres relacionados con su interpretación por los observadores tales, como, formación incorrecta de contornos, ruido granular, imágenes difusas, degradaciones de bloqueo, etc. Una vez provocadas estas distorsiones, sus magnitudes pueden medirse objetivamente y, haciendo uso de la experiencia adquirida con las evaluaciones subjetivas, esas mediciones podrían relacionarse entonces con alguna forma de cuantificación de la calidad del códec. En [Kobayashi, 1977] se dan ejemplos de estas mediciones para el caso de códecs intratrama y en [Hishiyama e Inoue, 1984] para el caso de códecs intercuadro. Es posible que resulte difícil correlacionar los factores de degradación con su interpretación por los observadores, en los sistemas de codificación intercuadro o en los sistemas de codificación que emplean algún tratamiento autoadaptable, porque pueden variar en cualquier momento, con el movimiento o adaptación del algoritmo de codificación. En [CCIR, 1982-86] se presenta un método de clasificación en tales casos. Según dicho método, la prueba de evaluación subjetiva utiliza primero escalas derivadas de pares de adjetivos opuestos (Método Diferencial Semántico) examinándose a continuación los resultados mediante análisis de componentes principales, para extraer los factores de degradación de la calidad de la imagen. Los resultados de la clasificación pueden verificarse aplicando un análisis de regresión múltiple que relaciona el factor con juicios subjetivos. En el Cuadro I se presenta una lista de factores de degradación de la calidad de la imagen.

Aunque estos métodos parecen convenientes para la evaluación de los códecs y ofrecen además un instrumento al diseñador, no resultan adecuados para referirse a la calidad de funcionamiento de un códec con imágenes reales por las siguientes razones:

- la composición compleja de las secuencias de imágenes reales no puede ser modelada satisfactoriamente mediante un número manejable de señales de prueba sintéticas;

- las degradaciones pueden ser de numerosos tipos y difíciles de clasificar por su naturaleza sutil (por ejemplo, una distorsión determinada puede ser visible en partes de una imagen con ciertas texturas que se mueven de una determinada manera);

- puede ser difícil definir mediciones objetivas significativas de las degradaciones (por ejemplo, en el caso de reproducción del movimiento). Debe observarse que la duración del periodo en el que se realizan las medidas objetivas debe corresponder a la ventana de observación proporcionada por la duración de la presentación en las pruebas subjetivas.

CUADRO I

Ejemplos de factores de degradación de la calidad de la imágen para un sistema digital, y medidas físicas correspondientes (unidades)

Factor de degradación de la calidad de la imagen	Medida física
- Imagen difusa	- Tiempo de establecimiento de la respuesta a la función escalón
- Actividad en los bordes	- Anchura de la fluctuación de fase de la respuesta a la función escalón
- Formación incorrecta de contornos	- Relación señal cresta a cresta/mínimo error de cuantificación cresta a cresta
- Ruido granular	- Equivalente analógico de la relación señal/ruido expresada en términos de señal cresta a cresta (S_{p-p}) a valor cuadrático medio del ruido (N_{rms})
- Efecto de "ventana sucia" (Dirty window effect)	- Amplitud máxima de ruido
- Sobrecarga en la pendiente temporal	- Tiempo de establecimiento de una transición em movimiemto
- Sacudidas	- Diferencia entre trama y cuadro en términos de bordes en movimiento
- Degradación tipo mosaico	- Por estudiar
- Bits erróneos	- Por estudiar

3.1.2 Métodos basados en material de imágenes naturales y error de codificación

Cabe asimilar las secuencias de imágenes naturales a una agrupación de cierto número de zonas diferentes, cada una con un contenido local distinto que hacen uso de códecs de longitud de palabra fija distintos de maneras distintas. Por ello el contenido de una secuencia de imágenes influye notablemente en la calidad percibida por el observador [Roufs y otros, 1989]. Es posible también cuando hay que comparar dos códecs en cuanto al contenido de secuencias de imágenes, determinar cuál parece mejor. Esto no sólo subraya la importancia de la elección de las imágenes de prueba para las evaluaciones subjetivas (véase el punto 9) sino también el hecho de que una medida objetiva de la calidad de funcionamiento de un determinado códec debe tener en cuenta el contenido de la imagen, si se pretende establecer una correlación entre los resultados de las evaluaciones subjetivas y objetivas.

Las formas más comunes de medición de la calidad objetiva se basan en el **error de codificación** de un códec; esto es, la diferencia entre una secuencia de imágenes de entrada y su salida decodificada. Esta misma señal de diferencia (a menudo amplificada) puede visualizarse como una secuencia de imágenes, lo que puede proporcionar una valiosa ayuda de diseño al especialista en códecs. Sin embargo, no debe utilizarse como material de evaluaciones subjetivas

3.1.3 Métodos basados en el error cuadrático medio normalizado

A menudo se utiliza como medida objetiva de la calidad de la imagen decodificada el error cuadrático medio de codificación. Se trata del promedio obtenido para cada muestra de imágenes de una secuencia, del cuadrado de los errores de codificación y está normalizado habitualmente con respecto a (al cuadrado de) la gama total de amplitudes de las muestras de imágenes. A veces se hace referencia al error cuadrático medio normalizado (NMSE) como un factor de ruido de codificación cuyo valor vendría dado por -10 log (NMSE). El uso generalizado de la medida del NMSE procede de su fácil expresión matemática pero ha de tenerse en cuenta con cierta cautela como una medida de la calidad de la imagen decodificada. No puede distinguir, por ejemplo, entre unos pocos grandes errores de codificación (que pueden ser tenidos como perturbando por un observador) y un gran número de pequeños errores de codificación (que pueden ser imperceptibles). Se ha tratado de ponderar la señal de error de codificación (tras una operación "log") antes de la evaluación del NMSE, con un filtro derivado de un modelo visual, y se ha conseguido mejorar la correlación con los resultados obtenidos en las evaluaciones subjetivas. El NMSE es un instrumento práctico y útil para el desarrollo de códecs, donde a menudo se necesita para comparar métodos de codificación que son muy similares (es decir, aquellos que utilizan variantes menores del mismo algoritmo y en los que los procesos de degradación pueden suponerse idénticos).

3.1.4 Métodos basados en modelos visuales

La sensibilidad del sistema visual humano al error de codificación en una determinada zona de una imagen se ve fuertemente influenciada por las características del propio material de imagen en esa zona. La incapacidad para tener esto en cuenta es la falla principal de la medida del NMSE. Un ejemplo útil, entre otros, que puede darse de esta influencia es el hecho conocido de que la sensibilidad de un observador al ruido de error de codificación se reduce

cuando el espectro de ese ruido coincide aproximadamente con el espectro de la imagen de "fondo". Estas propiedades del sistema visual son las que se aprovechan en el diseño de códecs, cuando se emplean experimentos subjetivos o datos psicovisuales para optimizar los parámetros del sistema.

Para mejorar la correlación entre las mediciones objetivas de la calidad de la imagen y el juicio de los observadores, es preciso desarrollar un modelo visual que pueda interpretar un error de codificación local en el contexto de la imagen de fondo y que pueda combinar todas esas evaluaciones locales hasta constituir una valoración global de la calidad. Este enfoque es aplicable tanto a códecs de longitud de palabra fija como a los de longitud de palabra variable, y se examina en el punto 3.2.3.

3.2 Códecs de longitud de palabra variable

Los códecs de televisión que necesitan reducir los datos de imagen de origen en un factor algo superior a dos, utilizan métodos basados en la codificación de longitud de palabra variable. La eficacia de estos códecs aumenta porque tienen la flexibilidad de atribuir dinámicamente bits de codificación a aquellas partes de una secuencia de imágenes en las que son más efectivos para preservar la calidad de la imagen decodificada. Esto lo pueden hacer los códecs de varias maneras sin que se implique necesariamente el uso de códigos de entropía de longitud variable.

3.2.1 Métodos basados en la utilización de señales de pruebas sintéticas

Debido a la flexibilidad de estos códecs, la degradación que introducen en cada muestra codificada depende no sólo de los valores de las muestras en la misma localización, sino también la historia de muestras anteriores uno o más cuadros hacia atrás. Esto significa que con códecs de longitud de palabra variable, ya sean del tipo intratrama o intercuadro, no tiene sentido tratar de caracterizar el códec intentando provocar distorsiones locales con señales de pruebas locales y hacer mediciones objetivas con ellas. Sin embargo, si los modos de adaptación de un códec de longitud de palabra variable pueden sostenerse artificialmente (lo que requiere acceso al interior de los mismos) cada modo puede caracterizarse por separado. El conocimiento de los conmutadores de adaptación del códec, cuando se le presentan escenas naturales, podría entonces utilizarse para determinar objetivamente su calidad de funcionamiento.

Es posible elaborar secuencias de prueba sintéticas en movimiento que lleven al códec al punto en el que produce distorsión visible, pero incluso si pudieran definirse las mediciones objetivas para caracterizar estas distorsiones (véanse las reservas al respecto en el punto 3.1.1), su interpretación sólo podría hacerse en el contexto de esa secuencia de prueba completa. Esto plantea interrogantes en cuanto a la medida en que esto es típico de escenas naturales y de si un diseñador de códecs tendría la posibilidad de optimizar el comportamiento de éstos para adecuarlos al material de prueba conocido.

3.2.2 Métodos basados en material de imágenes naturales y error de codificación

En cualquier evaluación de códecs de longitud de palabra variable es importante utilizar secuencias de imágenes naturales. Teniendo en cuenta la habilidad de estos códecs de dirigir la utilización de bits de codificación a lo largo de la imagen, habrá que considerar cuidadosamente el contenido de cada parte de la secuencia de imágenes cuando se enjuicie su criticidad (véase el punto 9). Se recomienda que cualquier evaluación objetiva se base en el error de codificación de un códec cuyas entradas sean un cierto número de imágenes de

prueba naturales. También puede aplicarse al error de codificación de los códecs de longitud de palabra variable el método del error cuadrático medio normalizado examinado en el punto 3.1.3, pero los resultados deben ser interpretados solamente por los especialistas, e incluso así, sólo como complemento de las evaluaciones subjetivas. De manera similar, sólo los especialistas en diseño de códecs deben efectuar las comparaciones objetivas entre códecs basadas en el NMSE y sólo cuando las técnicas a comparar difieren muy poco (es decir, sean variantes del mismo algoritmo) y cuando puede suponerse que los procesos de degradación son idénticos.

3.2.3 Métodos basados en modelos visuales

La principal desventaja de las medidas basadas en el NMSE es que no reconocen la fuerte influencia que el propio contenido de la imagen tiene en la sensibilidad de un observador a las degradaciones. Como se indicó en el punto 3.1.4, la optimización del diseño de los códecs implica el empleo de experimentos subjetivos y datos psicovisuales para ajustar la tolerancia del observador humano a la distorsión a las características de las zonas de imágen locales. Esto garantiza que cuando un códec de longitud de palabra variable reparta capacidad de bits de codificación (y por consiguiente reparta también las magnitudes de los errores de codificación) a lo largo de una imagen, lo haga de una manera que se adapte también a las características visuales. Por ello, cualquier método de evaluación objetiva debe incluir las propiedades del sistema visual humano, para producir resultados que estén en buena correlación con las valoraciones de calidad determinadas subjetivamente. La función de un modelo visual es la interpretación del error de codificación en el contexto de la imagen fuente en que éste se produce.

En el texto siguiente se supone que no se puede acceder a la parte interna de un códec. Si se puede obtener información sobre los modos de adaptación, los códecs de longitud de palabra variable también pueden evaluarse mediante el método de los factores de degradación (§ 3.1.1) según lo expuesto en [Inoue e Hishiyama, 1984].

En el desarrollo de un modelo visual, hay que incorporar dos niveles de conocimiento. El primero se refiere al grado de visibilidad de cualquier degradación arbitraria según su localización en la imagen, y el segundo determina cómo se deben combinar las visibilidades de todas las degradaciones para obtener una valoración global de la calidad. No obstante, sólo es necesario concentrarse en los modelos que tengan en cuenta las degradaciones características de los métodos de codificación digital; no hace falta considerar, por ejemplo, las distorsiones de naturaleza geométrica o semántica. Los modelos de la respuesta del sistema visual humano a las distorsiones causadas por las transmisiones de imágenes han centrado su atención en fenómenos situados en el umbral de visibilidad o cerca del mismo, lo que resulta adecuado para aplicaciones de televisión de alta calidad (véase, por ejemplo, [Sakrison, 1977]). Se conoce poco acerca de la modelación de la respuesta a distorsiones mayores.

En [Lukas y Budrikis, 1982] se presenta un importante estudio llevado a cabo por los autores en el que se detalla el diseño de un modelo visual de predicción de la calidad de las imágenes. En su trabajo examinan el desarrollo de este modelo y su comportamiento como predictor de la calidad subjetiva, desde un simple estimador basado en medidas de error no elaboradas, pasando por uno que modela el filtrado visual (no lineal), hasta uno que puede tener en cuenta las propiedades de enmascaramiento espacial y temporal de la visión. Como medios para este estudio se utilizaron los procesos de distorsión de cuantificación

uniforme, la codificación MICD, el ruido gaussiano aditivo y el filtrado paso bajo. El modelado del hecho observado de que los espectadores tienden a calificar las imágenes de acuerdo con el nivel de distorsión presente en el punto más deteriorado de las mismas y no según el valor medio de toda la imágen, resultó especialmente valioso para la obtención de una medida global de la calidad de una secuencia de imágenes. Más recientemente se ha desarrollado otro modelo visual aplicable a la codificación de imágenes digitales, [Girod, 1988] y [Zetzsche y Hauske, 1989].

La utilización de modelos visuales para la determinación objetiva de la calidad de la imagen en presencia no sólo de degradaciones de codificación digital sino también de degradaciones derivadas de otros procesos no lineales o adaptativos, es un tema muy prometedor. Desgraciadamente se le ha prestado poca atención, por lo que se encarece la presentación de Contribuciones sobre este asunto.

4. Evaluación objetiva de la calidad de imágen de los códecs en presencia de errores de transmisión

En un entorno de real transmisión, el enlace entre el codificador y el decodificador está sujeto a influencias que pueden corromper los datos transportados, por lo que una característica importante del decodificador es su respuesta a la presencia de esos errores de transmisión. En un códec diseñado cuidadosamente, esta respuesta tendrá la forma de distorsiones transitorias locales en la imagen decodificada, donde el número de esas distorsiones transitorias está relacionado con las estadísticas de error del canal, y su naturaleza, con el algoritmo de codificación de imagen empleado y con la criticidad de la secuencia de imágenes que se visualiza. Típicamente, el objetivo en las evaluaciones que implican errores de transmisión es obtener, para un códec dado, una representación gráfica de la degradación percibida por el observador en una gama de proporciones de errores.

Dentro de un decodificador existen varios niveles de tratamiento que determinan su respuesta a los errores de transmisión, algunos de los cuales pueden analizarse matemáticamente (o simularse por computador), mientras que otros requieren un cierto grado de evaluación subjetiva o bien un modelo objetivo de la respuesta del observador a las distorsiones transitorias.

La primera etapa de un análisis objetivo consiste en describir con la mayor precisión posible la forma en que ocurren los errores en un enlace práctico, esto es normalmente expresado mediante un modelo estadístico. En su forma más sencilla, dicho modelo supone que los errores se producen de manera aleatoria e independiente (distribución de Poisson), pero desde hace tiempo se sabe, a través de la observación empírica, que en realidad los errores aparecen agrupados o en ráfagas. Se han propuesto varios modelos para tener en cuenta este comportamiento; el más popular de ellos es el basado en la distribución tipo A de Neyman (véase, por ejemplo, [Jones y Pullum, 1981]). Mientras que la distribución de Poisson simple queda completamente definida con un sólo parámetro, la proporción media de bits erróneos, el modelo A de Neyman necesita que se cuantifiquen dos parámetros más relacionados con el grado de agrupación de los errores y la densidad de errores en cada agrupación. Todavía no se dispone de una recomendación para poder elegir de manera realista estos parámetros.

Los diseñadores de códecs, conocedores de que los errores de transmisión se presentan en ráfagas, incorporan a menudo un proceso de reordenación temporal de los bits transmitidos antes de que entren en el canal. Con ello se asegura la dispersión, por el mecanismo de reordenación inversa del

decodificador, de la ocurrencia en ráfagas de los errores de canal, haciéndolos así más receptivos al tratamiento por el subsiguiente sistema de corrección de errores. Este sistema de corrección de errores es capaz de corregir por completo cierto número de errores utilizando un complemento redundante de la capacidad de datos transmitidos pero queda cierta distribución de errores "residuales" que entran en el algoritmo de decodificación de imagen. Es posible calcular la distribución de errores residuales de un determinado códec y modelo de canal pero falta por evaluar el efecto que estos errores tienen en la imagen decodificada.

En [CCIR, 1986-90b] se sugiere que la calidad de un determinado códec en cuanto a errores de transmisión se juzgue en dos etapas: primero subjetivamente, para determinar la degradación debida a la característica transitoria de distorsión de ese códec, y después objetivamente, teniendo en cuenta la proporción de errores residuales obtenida por cómputo a partir de las consideraciones anteriores. En la actualidad no se dispone de evidencia experimental que sustente este enfoque, que podría ser no obstante, el primer paso hacia una medida totalmente objetiva si se pudiera caracterizar la respuesta del observador a diferentes transitorios del códec. Es importante tener en cuenta que algunos bits transmitidos son más sensibles a la corrupción que otros, lo que significa que la respuesta de un códec a un error residual de un solo bit puede variar mucho y puede depender además de la criticidad de la secuencia de imágenes de origen. Por ejemplo, en los códecs intercuadro la transitoria resultante de los errores residuales puede permanecer en partes estáticas de una secuencia de imágenes hasta que se tomen la medidas necesarias para eliminarla mediante refrescamiento. Finalmente, una característica de ciertos códecs que emplean codificación de longitud de palabra variable, es que pueden detectar algunas violaciones de la codificación causadas por errores de transmisión y utilizar ese conocimiento para tratar de ocultar las transitorias distorsionantes. Aunque no resulte satisfactorio para todos los errores, este proceso de ocultamiento mejora por lo general la calidad subjetiva de la imagen resultante, algo que debe tenerse en cuenta en cualquier evaluación objetiva de códec.

5. Evaluación subjetiva de la calidad de imagen de los códecs

Aunque se esté progresando al respecto, en la actualidad no se dispone de suficiente experiencia para dar detalles sobre métodos de evaluación objetiva de la calidad de imagen de los códecs. En materia de evaluación subjetiva, de la que existe mucha experiencia, se pueden hacer recomendaciones sobre condiciones de prueba y metodologías. Debe recordarse no obstante, al especificar objetivos de calidad o degradación, que los métodos existentes no pueden dar valoraciones subjetivas absolutas sino más bien resultados que están influidos en cierta medida por la elección de las condiciones de referencia y/o fijación. Pueden adoptarse las mismas metodologías para códecs de longitud de palabra fija y variable y para códecs de intratrama e intercuadro, aunque la elección de las secuencias de imágenes de prueba puede verse influenciada (véase el punto 9).

El método de evaluación más fiable para establecer un orden de jerarquía para los códecs de gran calidad consiste, en la actualidad, en evaluar todos los sistemas presentados al mismo tiempo y en condiciones idénticas. Las pruebas hechas independientemente, en las que se evalúan diferencias de calidad muy pequeñas, deben servir de guía más bien que de evidencia incuestionable de superioridad.

5.1 Evaluación de la calidad básica

Cuando se evalúa un códec para aplicaciones de distribución, esta calidad se refiere a las imágenes decodificadas después de un paso único a través de un par de códecs. En el caso de códecs de contribución, puede evaluarse la calidad básica después de varios códecs en serie, con el fin de simular así una aplicación típica de contribución.

5.1.1 Condiciones de observación y elección de los observadores

Se recomienda su conformidad con el punto 2.4 de la Recomendación 500 para televisión de resolución convencional y con la Recomendación 710 en el caso de códecs de TVAD.

5.1.2 Utilización de secuencias de imágenes de prueba

Se recomienda que en la evaluación se utilicen secuencias de al menos seis imágenes, más una adicional para los efectos de demostración antes del comienzo de la prueba. Las secuencias podrán tener una duración del orden de 10 segundos, pero debe señalarse que los evaluadores pueden preferir una duracion de 15-30 segundos [Inoue, 1988] [CCIR 1986-90c]. Deben variar entre moderadamente críticas y críticas en el contexto de la aplicación de reducción de velocidad binaria que esté en consideración (véase el punto 9).

5.1.3 Metodología de la prueba

Cuando la gama de calidades por evaluar es pequeña, lo que ocurrirá normalmente en el caso de códecs de televisión, la metodología de prueba a utilizar es la de doble estímulo con escala de calidad continua que se describe en la Recomendación 500 . La secuencia fuente original se utilizará como condición de referencia. En el Grupo Interino de Trabajo 11/4 se sigue debatiendo a propósito de la duración de la secuencia de presentación[CCIR, 1986-90d, e]. En pruebas recientes efectuadas por el Grupo Interino de Trabajo 11/7 en códecs para vídeo en componentes con relación 4:2:2 [CCIR, 1986-90a, f] con los resultados que figuran [CCIR, 1986-90g], se consideró ventajoso modificar la presentación con respecto a la que se da en la Recomendación 500 . Se utilizaron imágenes compuestas como referencia adicional para proporcionar un nivel de calidad inferior contra el cual juzgar el comportamiento del códec.

5.2 Evaluación de la calidad en el tratamiento posterior

Con esta evaluación se pretende facilitar la realización de apreciaciones sobre la idoneidad de un códec para aplicaciones de contribución con respecto a un determinado tratamiento posterior, por ejemplo la incrustación cromática, la cámara lenta o el zoom electrónico. La disposición de equipo mínima necesaria para tal evaluación consiste en un paso único a través del códec sometido a prueba, seguido del tratamiento posterior objeto de interés y a continuación, el observador. Sin embargo, puede ser más representativo de una aplicación de contribución el empleo de códecs adicionales después del tratamiento posterior.

5.2.1 Condiciones de observación y elección de los observadores

Véase el punto 5.1.1.

5.2.2 Utilización de secuencias de imágenes de prueba

Debido a las limitaciones de las posibilidades prácticas de tener que evaluar un códec con varios tratamientos posteriores, el número de secuencias de imágenes de prueba utilizadas puedeser como mínimo de tres, y una más disponible a efectos de demostración, porla imposición de tipo práctico de tener que evaluar probablemente un códec con varios tratamientos posteriores. La naturaleza de las secuencias dependerá de la tarea de tratamiento posterior que se estudie, pero debe variar entre moderadamente crítica y crítica en el contexto de reducción de la velocidad binaria de televisión y para el proceso que se considere. Las secuencias deberán tener una duración del orden de 10 segundos, pero debe señalarse que los evaluadores pueden preferir una duración de 15-30 s [Inoue, 1988] [CCIR, 1986-90c]. Para la evaluación de la cámara lenta puede servir una velocidad de visualización que sea la décima parte de la de origen.

5.2.3 Metodología de la prueba

La metodología de la prueba que debe utilizarse es la de doble estímulo con escala de calidad continua que se describe en la Recomendación 500. Sin embargo aquí la condición de referencia es la fuente sometida al mismo tratamiento posterior que las imágenes decodificadas. Si se considera ventajoso incluir una referencia de calidad inferior también ella deberá someterse al mismo tratamiento posterior. En las pruebas descritas en [CCIR, 1986-1990f], se ha introducido una ligera modificación de la presentación que se da en la Recomendación 500.

6. Evaluación subjetiva de la degradación de las imágenes de códecs debida a errores de transmisión

En el punto 4 se analiza en cierta medida cómo un decodificador digital maneja los errores de transmisión, con miras a considerar el modo de enfocar el análisis objetivo de la calidad de las imágenes. Una medida subjetiva útil puede ser la degradación determinada como función de la velocidad a la que se producen los errores de transmisión en el enlace entre el codificador y el decodificador. En la actualidad no se tiene conocimiento experimental suficiente de estadísticas ciertas de errores de transmisión, que permitan recomendar parámetros para un modelo que tenga en cuenta las agrupaciones o ráfagas de errores. En tanto no se disponga de esta información, pueden utilizarse los errores con la distribución de Poisson. En [CCIR, 1986-1990f] se dan algunos detalles sobre los corruptores de datos para aplicación en los niveles jerárquicos de transmisión de 34, 45 y 140 Mbit/s.

6.1 Utilización de secuencias de imágenes de prueba

Limitaciones de tipo práctico inducen a pensar que probablemente serán adecuadas tres secuencias de imágenes de prueba más una de demostración, puesto que hace falta explorar el comportamiento del códec con diversas proporciones de errores de transmisión. Cada secuencia debe tener una duración del orden de 10 segundos, pero debe señalarse que los evaluadores pueden preferir una duración de 15-30 s [Inoue, 1988] [CCIR, 1986-90c]. Estas deben variar entre moderadamente críticas y críticas en el contexto de reducción de la velocidad binaria de televisión (véase el punto 9).

6.2 Elección de las proporciones de errores

Deben elegirse al menor cinco proporciones de errores, pero preferiblemente más, con separación aproximadamente logarítmica y que abarquen la gama que provoca las degradaciones de códec desde "imperceptible" a "muy molesta".

6.3 Metodología de la prueba

Puesto que las pruebas abarcan la gama completa de degradaciones, el método de escala de degradación con doble estímulo (método UER) es el apropiado y el que debe utilizarse. El método se describe en la Recomendación 500.

6.4 Observación a propósito de la utilización de proporciones de errores muy bajas

Es posible que haga falta evaluar códecs con proporciones de errores de transmisión que provoquen transitorias visibles tan infrecuentes que no quepa esperar que se produzcan durante un periodo de secuencias de prueba de 10 segundos. El tiempo de presentación que aquí se sugiere es claramente inadecuado para tales pruebas.

Si es preciso grabar la salida de un códec en condiciones de proporción de errores bastante baja (lo que da lugar a un número pequeño de transitorios visibles en un periodo de 10 segundos) para montaje posterior en presentaciones de evaluación subjetiva, se debe tener la precaución de asegurarse de que la grabación utilizada es típica de la salida del códec observada en un intervalo de tiempo mayor.

7. Comparación subjetiva entre códecs

Cuando no hace falta una apreciación de la calidad o la degradación absolutas de un códec sino sólo su orden de jerarquía, o cuando se desea la confirmación del orden de jerarquía obtenido a partir de los resultados del método de doble estímulo, se debe utilizar el método de las comparaciones de pares de estímulos. Este método se da en el punto 4.2 de la Recomendación 500.

Tal como allí se describe, el método proporciona una comparación sensible y una manera de medir la relación entre pares de sistemas. En [CCIR, 1986-1990h] figura una extensión del método, para jerarquizar las calidades o las degradaciones de más de dos sistemas. En este enfoque, el orden de jerarquía global se deriva de la jerarquización de todos los pares posibles de secuencias de imágenes efectuada por los observadores.

El análisis se complica por el hecho de que un observador puede, por ejemplo, clasificar a la imagen A como mejor que la imagen B, y a la imagen B mejor que la C, pero también a la C mejor que la imagen A. Es lo que se denomina una "tríada intransitiva". En [CCIR, 1986-1990h, i] se analiza el tratamiento estadístico de la transitividad para cada observador, así como el importante aspecto de la existencia estadísticamente significativa de un acuerdo sistemático importante entre observadores.

El número de presentaciones necesarias aumenta con el cuadrado del número de secuencias de imágenes de prueba y de códecs, lo cual representa una desventaja de este método que puede llegar a hacerlo impracticable.

8. Distorsiones en transmisiones mixtas analógicas y digitales

Hasta el momento, los problemas de especificación de la calidad de las imágenes se han considerado por separado para los sistemas analógicos y los sistemas digitales. Si se acepta la hipótesis de la independencia psicológica, de los fenómenos de degradación de la calidad de las imágenes mencionados en el punto 3.1, el enfoque descrito en ese punto puede ser aplicable también a los sistemas mixtos. Quiere decirse que esos fenómenos pueden clasificarse en uno de los tres grupos siguientes desde el punto de vista de la independencia psicológica:

a) degradaciones causadas únicamente por la sección analógica,

b) degradaciones causadas únicamente por la sección digital,

c) degradaciones causadas tanto por la sección analógica como por la sección digital (que pueden ser factores independientes en cada uno de los sistemas individuales).

Las degradaciones pertenecientes a los grupos a) o b) se considerarán como factores independientes, habiéndose ya propuesto al CCIR una ecuación para estimar la calidad global de las imágenes en este caso. Esta función de estimación puede aplicarse cuando existen varios factores psicológicos independientes entre sí que se dan simultáneamente.

Por otra parte, en el grupo c), en el que los fenómenos de degradación de la calidad de las imágenes en ambas secciones son tan similares que no pueden considerarse independientes, será necesario encontrar un nuevo método para asignar la degradación de la calidad de las imágenes tanto a la sección analógica como a la sección digital antes de aplicar la función de estimación mencionada anteriormente.

En la referencia [Inoue, 1987] se informa sobre un ejemplo de los resultados de la investigación en dicho caso. En ese trabajo se investigó una combinación de ruido aleatorio procedente de un sistema analógico y de ruido granular procedente de un sistema de codificación MICD intracuadro de longitud de palabra fija con el fin de demostrar que es posible sustituir una medida física en el sistema analógico con un valor corregido basado en las diferencias de sensibilidad visual.

9. Elección del material de imágenes de prueba para la evaluación de los códecs digitales

A lo largo de este Informe se ha hecho énfasis en la importancia de comprobar los códecs digitales con secuencias de imágenes que sean críticas en el contexto de la reducción de la velocidad binaria en televisión. Parece por ello razonable preguntarse en qué medida es crítica una secuencia de imágenes particular para un objetivo determinado de reducción de velocidad binaria, o si una secuencia es más crítica que otra. Una respuesta sencilla, aunque no especialmente útil, sería decir que "criticidad" significa cosas muy distintas para diferentes códecs. Por ejemplo, podría ocurrir que una imagen fija que contuviera muchos detalles resultase crítica para un códec intratrama mientras que para un códec intercuadro, que es capaz de aprovechar similitudes de cuadro a cuadro, esa misma escena no representaría ninguna dificultad. Algunas secuencias que emplean textura móvil y movimiento complejo resultan críticas

para toda clase de códecs, por lo que son las que más interesa generar o identificar. El movimiento complejo puede tomar la forma de movimientos que son predecibles para un observador pero no para los algoritmos de codificación, como por ejemplo un movimiento periódico tortuoso.

El análisis de posibles medidas estadísticas de criticidad de imagen [CCIR, 1986-1990j], por ejemplo mediante métodos correlativos, métodos espectrales, métodos de entropía condicional, etc., ha puesto de manifiesto una medida sencilla pero útil basada en una medición de entropía autoadaptable intratrama/intercuadro. Este método se empleó en la "calibración" de secuencias de imágenes propuestas para utilización en las pruebas de códecs para 34, 45 y 140 Mbit/s en el Grupo Interino de Trabajo 11/7, y demostró su utilidad para la selección de secuencias empleadas. La manera más sencilla de efectuar tales mediciones en secuencias de imágenes consiste en transferirlas a computadores de procesamiento de imágenes y someterlas a análisis por soporte lógico.

A continuación se dan algunas directrices de carácter general sobre cómo elegir material crítico, para el caso en que no se pueda acceder a las técnicas anteriores.

Códecs intratrama de longitud de palabra fija

Aunque es posible y válido evaluar estos códecs con imágenes fijas, se recomienda el empleo de secuencias móviles puesto que con ellas resulta más fácil observar los tratamientos del ruido de codificación y son más representativas de las aplicaciones de televisión. Si se emplean imágenes fijas en simulaciones de códecs por computador, se debe efectuar el tratamiento en toda la secuencia de evaluación, para preservar aspectos temporales de cualquier ruido de origen, por ejemplo. Las escenas elegidas deben contener el mayor número posible de los siguientes detalles: zonas estáticas con ciertas texturas y en movimiento (algunas con textura coloreada); objetos estáticos y en movimiento con bordes bruscos de alto contraste de diversas orientaciones (algunos con color); zonas estáticas uniformes semi-grises. Del conjunto de secuencias, al menos una debe presentar ruido de origen justamente perceptible y por lo menos una debe ser sintética (es decir, generada por computador) de modo que esté libre de imperfecciones de cámara tales como la abertura de exploración y persistencia de imagen.

Códecs intercuadro de longitud de palabra fija

Todas las escenas de prueba elegidas deben contener movimiento y el mayor número posible de los siguientes detalles: zonas con ciertas texturas y están en movimiento (algunas coloreadas); objetos con bordes bruscos de alto contraste moviéndose en dirección perpendicular a esos bordes y con diversas orientaciones (algunos coloreados). Del conjunto de secuencias, al menos una debe tener ruido de origen justamente perceptible y por lo menos una debe ser sintética.

Códecs intratrama de longitud de palabra variable

Se recomienda que estos códecs se prueben con material de secuencias de imágenes en movimiento, por las mismas razones que los códecs de longitud de palabra fija. Hay que tener en cuenta que debido a su codificación de longitud de palabra variable y su memoria intermedia asociada, estos códecs pueden distribuir dinámicamente la capacidad de bits de codificación a través de la

imagen. Así por ejemplo, si en la mitad de una imagen se presenta un cielo sin rasgos especiales que no necesita muchos bits para su codificación, se ahorra capacidad para otras partes de la imagen que pueden así reproducirse con calidad elevada, incluso si son críticas. La conclusión importante de todo esto es que si una secuencia de imágenes resulta crítica para un códec de este tipo, habrá que detallar el contenido de cada parte de la pantalla. Debe llenarse con textura en movimiento y estática, con tanta variación de color como se pueda y objetos con bordes bruscos de alto contraste. Al menos una secuencia del conjunto de prueba debe presentar ruido de origen justamente perceptible y por lo menos una debe ser sintética.

Códecs intercuadro de longitud de palabra variable

Este es el tipo de códec más complejo y el que necesita el material más exigente para forzarlo. No sólo hay que llenar cada parte de la escena con detalles como en el caso del códec intratrama de longitud de palabra variable, sino que esos detalles deben además estar en movimiento. Por otra parte, puesto que muchos códecs emplean métodos de compensación de movimiento, el movimiento a través de la secuencia debe ser complejo. Ejemplos de movimiento complejo son: escenas que emplean simultáneamente el zoom y las tomas con movimiento panorámico de la cámara; una escena que tenga como fondo una cortina agitada por el viento y en la que se aprecien sus detalles o su textura; una escena que contenga objetos que giran en un entorno tridimensional; escenas con objetos detallados que se aceleren a través de la pantalla. En todas las escenas debe abundar el movimiento de objetos con diferentes velocidades, texturas y bordes de alto contraste así como un contenido de color variado. Por lo menos una secuencia del conjunto de prueba debe tener ruido de origen justamente perceptible, al menos una debe tener movimiento complejo de cámara generado por computador a partir de una imagen fija natural (de modo que esté libre de ruido y persistencia de imagen de la cámara), y una secuencia cuando menos debe ser generada completamente por computador.

Las secuencias de prueba necesarias para las evaluaciones de tratamiento posterior están sujetas exactamente a los mismos criterios de criticidad. Sin embargo, es posible que resulte difícil cumplir con esos criterios en el caso de secuencias de primeros planos de incrustación cromática porque normalmente tienen una proporción importante de fondo azul sin rasgos característicos.

El Grupo Interino de Trabajo 11/7 ha preparado una amplia biblioteca de material de secuencias de prueba en formato de componentes con relación 4:2:2, que está grabada en cinta D1. En el Informe 1213 se dan detalles a propósito de estas secuencias, junto con los criterios con los cuales se prepararon (que pueden aplicarse a otras normas de televisión).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Girod, B [1988] A Model of Human Visual Perception for the Reduction in Redundancy of Television Luminance Signals, PhD. Thesis University of Hannover 1988 (en alemán).

Hishiyama, K e Inoue, M [Septiembre, 1984] Physical Measures for Interframe Coded Picture Quality, Review of ECL, Vol 32, No 5.

INOUE, M. [Enero, 1988] - The influence of picture presentation period on subjective evaluation, Tech. Rep. of IEICE Japan, IE 87-105 (en japonés).

Inoue, M [Mayo, 1987] The Proposed Method for Noise Specifications to Mixed Analogue-Digital Video Transmission Systems, ITEJ, Vol 41, No 5 (en japonés).

INOUE, M. y HISHIYAMA, K. [1984] - Trade-off between information suppression effect and picture quality degradation with interframe coding, Review of the Electrical Communication Laboratories (Japón), Vol. 32, No. 5.

Jones, W J y Pullum, G G [Marzo, 1981] Error Performance Objectives for Integrated Services Digital Networks Exhibiting Error Clustering, Proc. IEE Conf. on Telecom Transmission, Londres, Publ no 193.

Kobayashi, Y [Mayo, 1977] Picture Quality Evaluation Method for Digitally Encoded Video Signals, Trans. Inst. Elect. Com. Engrs. Japan, Vol J60-B, No 5 (en japonés).

Lukas, F X J & Budrikis, Z L [Julio, 1982] Picture Quality Prediction Based on a Visual Model, IEEE Trans. Com., Vol COM-30, No 7.

ROUFS, J., DE RIDDER, H. y WESTERINK, J. [1989] - Perpetual image quality metrics, Institute for Perception Research, Eindhoven, Manuscript MS 692.

Sakrison, D J [Noviembre, 1977] On the Role of the Observer and a Distortion Measure in Image Transmission, IEEE Trans. Com., Vol COM-25, No 11.

Zetzsche, C y Hauske, G [Julio, 1989] Principal Features of Human Vision in the Context of Image Quality Models, Proc. IEE Int. Conf. on Image Processing and Applications, Warwick, Publ no 307.

Documentos del CCIR

[1982-86] : 11/26 (CMTT/31) (Japón).

[1986-90]: a. 11/498 (GIT 11/7); b. GIT 11/7-192 (Japón); c. 11/422 (Japón); d. GIT 11/4-154 (Japón); e. GIT 11/4-158 (Francia); f. GIT 11/4-182(Rev.2) (GIT 11/7); g. 11/498 (GIT 11/7); h. GIT 11/4-175 (Republica Federal de Alemania); i. GIT 11/4-156 (República Federal de Alemania); j. GIT 11/7-261 (Reino Unido).

INFORME 1216

EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LAS IMÁGENES DE TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

(Cuestión 3/11 y Programa de Estudios 3E/11)

(1990)

1. Introducción

En la Recomendación 500 y en el Informe 1082 se describen los métodos utilizados en las pruebas subjetivas de los sistemas de televisión convencionales. Los conceptos principales de la metodología de evaluación se aplican por igual a todas las formas de televisión, aunque la forma de aplicación a la TVAD de las especificaciones o los métodos detallados de la televisión convencional requiere un estudio cuidadoso.

Según la Decisión 95, el GITM 10-11/6 debe examinar los adelantos en materia de TVAD y determinar cuáles son los cambios necesarios de los métodos de evaluación subjetiva para incorporar estos adelantos. El GIT ha de completar aún sus estudios a este respecto.

Antes de seguir adelante, es importante hacer hincapié en los puntos siguientes:

- La calidad de la imagen no es el único factor que ha de considerarse en la selección de normas. Otros factores tales como la complejidad del sistema, la disponibilidad, las posibilidades futuras, etc., deben formar parte de la ecuación global.

- Los resultados de los experimentos de evaluación subjetiva no constituyen por sí mismos leyes físicas. Ofrecen pautas para un conjunto determinado de condiciones de ensayo, sin que constituyan hechos absolutos acerca de un sistema.

- Las diferencias conceptuales entre los términos de escalas de notas de de calidad y de degradación utilizados actualmente no son uniformes, aunque tradicionalmente, el proceso de resultados utiliza la aproximación de que lo son. Se están realizando estudios sobre otros métodos de evaluación con menos inconvenientes, pero la interpretación de los resultados de los métodos actuales debe tener en cuenta dichas desventajas. En el Informe 1082 puede hallarse más información al respecto.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

- El elemento clave de las evaluaciones subjetivas suele ser la selección del material de prueba. Las directrices apuntan hacia un material que sea crítico pero no excesivamente. La decisión de lo que puede ser crítico requiere una comprensión total de la forma en que trabajan los sistemas de TVAD. Por tanto, los GIT que se orientan hacia los sistemas (GIT 11/6 y 11/7) deben también tomar parte en el debate metodológico.

Se ha utilizado una evaluación del entorno de TVAD de Krivocheev reflejada en la parte 1 del Informe 801, para delinear los elementos del entorno de la TVAD que deben ser probablemente la materia de la evaluación.

2. Evaluaciones de la calidad de la imagen en un entorno de TVAD

2.1 Casos de la evaluación de la calidad de la imagen

2.1.1 Evaluaciones de los formatos de estudio de TVAD

Será necesario evaluar:

- la calidad de la imagen básica;

- la calidad de la imagen tras el procesamiento post-producción tal como la incrustación cromática, el movimiento lento y la manipulación de la imagen, y una posible conversión a otros formatos, incluido el de película.

2.1.2 Evaluaciones de los formatos convencionales de estudio (y del formato de película) obtenidos a partir de las fuentes de estudio de TVAD

Será necesario evaluar la adecuación, en términos de calidad de la imagen, de los formatos de estudio convencionales y de los de película obtenidos a partir de las fuentes de estudio de TVAD.

2.1.3 Evaluaciones de los formatos de emisión de TVAD

Será necesario evaluar:

- la calidad de la imagen básica;

- las características de los fallos;

- el comportamiento en cuanto al eco, y

- la susceptibilidad a la interferencia.

2.1.4 Evaluaciones de las imágenes de televisión convencional incorporadas en las emisiones de TVAD

Algunos de los formatos de emisión de TVAD que se consideran actualmente incluyen la incorporación de un formato de televisión convencional ("compatibilidad hacia atrás"). Así pues, será necesario evaluar, en términos de calidad de la imagen, la adecuación de las imágenes de televisión convencional incorporadas a las emisiones de TVAD.

2.2 Aspectos de la evaluación de la calidad de la imagen

2.2.1 Métodos de evaluación

2.2.1.1 Evaluaciones de la calidad de la imagen

La escala de cinco notas de calidad que se utiliza actualmente en las evaluaciones subjetivas no tiene una separación uniforme desde el punto de vista conceptual y se han señalado dificultades para comparar resultados obtenidos en distintos laboratorios, especialmente cuando se requiere una traducción idiomática de los términos (Informe 1082). Además, dada la sensibilidad de las evaluaciones de calidad que utilizan términos de calidad conceptual ante la gama de condiciones que se dan en los ensayos, no es aconsejable interpretar los términos de una manera absoluta o comparar los resultados de ensayos realizados utilizando gamas distintas de calidad (por ejemplo, para la TVAD y la televisión convencional).

En [Fujio y otros, 1982] se ha utilizado con éxito una escala de calidad de siete notas para establecer el significado de la calidad de la TVAD y dichas técnicas pueden ser útiles en el futuro. Por otra parte, en el punto 4 de la Recomendación 500 y en el Informe 1082 se presentan alternativas a los métodos basados en la calidad de cinco notas. No obstante, el GIT 11/4 propone, como conclusión, que para las evaluaciones del entorno de la TVAD se utilice en general el método de doble estímulo con escala de calidad continua que figura en el punto 2 de la Recomendación 500.

2.2.1.2 Evaluaciones de las degradaciones de la imagen

En cierta medida, los mismos problemas que plantea la escala de calidad de cinco notas se han señalado para la escala de degradación de cinco notas. No obstante, como conclusión, el GIT 11/4 recomienda que, cuando haya que evaluar las degradaciones de la calidad de la imagen, se utilice en general el método de la degradación con doble estímulo que figura en el punto 3 de la Recomendación 500.

2.2.2 Condiciones de observación para las evaluaciones subjetivas en un entorno de TVAD

2.2.2.1 Evaluación de los formatos de estudio de TVAD

El Informe 801-2 (Dubrovnik, 1986) contiene los objetivos de presentación de la imagen para los formatos de estudio de TVAD.

2.2.2.2 Evaluaciones de los formatos de estudio convencionales obtenidos a partir de fuentes de estudio de TVAD

En tanto que estas evaluaciones se refieran a sistemas de TV ya considerados en los textos del CCIR, las evaluaciones de los formatos de estudio convencionales deben utilizar las condiciones de observación ya acordadas y que figuran en la Recomendación 500.

2.2.2.3 Evaluaciones de los formatos de emisión de TVAD

No está claro cómo pueden aplicarse a las condiciones probables de la observación en los hogares los objetivos de presentación del Informe 801-2 (Dubrovnik, 1986) para las imágenes de estudio de TVAD. No obstante, las evaluaciones subjetivas de los formatos de emisión de TVAD deben tener en cuenta de alguna manera los objetivos de la TVAD en cuanto a calidad superior en estudio.

Es probable que, dadas las limitaciones de la emisión, los formatos de emisión de TVAD no puedan reproducir totalmente el nivel de calidad de imagen posible en el estudio de TVAD. No obstante, reconociendo la tentativa de los formatos de emisión de reproducir en la mayor medida posible la imagen original del estudio y, a fin de mantener la coherencia de las pruebas subjetivas a lo largo de la cadena estudio-emisión de TVAD, se propone que para los ensayos de los formatos de emisión de TVAD así como para las pruebas de los formatos de estudio de TVAD se utilicen las condiciones de observación que se señalan en la Recomendación 710.

2.2.2.4 Evaluaciones de las imágenes de televisión convencional incorporadas en las emisiones TVAD

Como en éstas intervienen imágenes de televisión convencional, se aplican las condiciones de observación de la Recomendación 500.

3. Evaluación de la calidad de la imagen de los formatos de estudio de TVAD

3.1 Evaluación de la calidad de la imagen básica

De lo que se trata aquí es de la calidad de la imagen del formato de estudio TVAD antes del procesamiento post-producción. Los factores que afectarán probablemente a la calidad de la imagen básica son, entre otros, la resolución espacial, la resolución temporal, la gama de colores y las características de linealidad. El Anexo I a este Informe resume los trabajos sobre factores que intervienen en la evaluación de la calidad de la imagen de TVAD.

Existe el acuerdo general de que un aumento de la gama de colores y la inclusión de la codificación de luminancia constante es un objetivo deseable para el sistema de estudio de TVAD. Sin embargo, estas características conllevan la necesidad de un procesamiento más complejo de las señales en la cámara y en la pantalla, y puede ser necesario evaluar los compromisos entre las ventajas de estos objetivos y las posibles desventajas debidas al procesamiento complejo de las señales.

La evaluación del valor de una mayor gama de colores y la repercusión del procesamiento adicional requiere disponer de un dispositivo de visualización con una gama considerablemente mayor que las actuales pantallas de Tubos de Rayos Catódicos (TRC) y una señal fuente debidamente procesada para la visualización de esta gran gama. Además, se necesita una pantalla de TRC corriente con el procesamiento no lineal para transformar la señal fuente de esta gran gama en una señal apropiada para la visualización de una gama más pequeña. Las imágenes fijas que contienen una gama de colores normales más algunos colores que están fuera de la gama más pequeña deben evaluarse comparando las dos visualizaciones. Una fuente para colores de alta pureza son pelotas de hilos con colores saturados. Los materiales de este tipo pueden proporcionar colores muy saturados que están fuera de la gama de las actuales pantallas TRC y se prestan a una composición de escenas razonable. La evaluación subjetiva de esta escena en pantallas TRC normales y en unidades de visualización de alta pureza debe proporcionar una estimación de la ganancia de calidad.

La evaluación de los métodos de codificación de luminancia constante en comparación con los métodos decodificación de luminancia no constante debe realizarse comparando una pantalla RGB de anchura de banda completa con una pantalla en la cual puedan presentarse señales de luminancia constante o de luminancia no constante. La escena debe incluir detalles en colores saturados junto con los elementos normales de la escena. Las sombras formadas en pelotas de hilos rojos, verdes y azules saturados son un medio para proporcionar el detalle en colores saturados [CCIR, 1986-90a].

Los métodos normalmente utilizados para evaluar la calidad de la imagen (es decir, métodos de doble estímulo) requieren típicamente una condición de referencia que proporcionE calidad superior a la del sistema probado. Sin embargo, la alta calidad de un sistema de estudio de TVAD dificulta hallar condiciones de referencia apropiadas. Por este motivo, puede ser conveniente utilizar escenas observadas directamente (imágenes fijas y en movimiento) con el fin de proporcionar la condición de referencia para las evaluaciones de sistemas de estudio de TVAD [CCIR, 1986-90b].

3.1.1 Metodología

Podrá utilizarse el método de calidad continua con doble estímulo. Las referencias para la evaluación de la calidad de las imágenes podrá ser la escena observada directamente (sujeta al encuadre apropiado). La prueba podría consistir en la misma escena observada por el sistema que se prueba. Los aspectos metodológicos asociados con la utilización de escenas observadas directamente como condiciones de referencia se resumen en el [CCIR, 1986-90b]

3.1.2 Condiciones de observación

Véase la Recomenación 710.

3.1.3 Material de evaluación

El material de prueba podrá comprender varias imágenes fijas y secuencias en movimiento. Las fuentes de las imágenes fijas podrán ser transparencias (iluminadas por detrás) o fotogramas (directamente iluminados). Las fuentes para las secuencias de movimiento podrán ser dioramas en movimiento. La condición de referencia se proporcionaría cuando se observa directamente una fuente, mientras que la condición de pruebas se proporcionaría cuando la misma fuente es observada a través de una cámara y monitor. Se mantendrá un encuadre idéntico para las dos condiciones reflejando los materiales de prueba para ambos en el mismo espejo de observación de 16:9. El cambio de condiciones se efectuará mediante obturadores en los trayectos ópticos. Dicho cambio debe hacerse bajo control del experimentador.

Las pruebas conllevan las comparaciones del material de prueba desde una cámara vídeo con el mismo material observado directamente. Para minimizar la posible contaminación de los resultados por diferencias implícitas de la televisión con respecto al "mundo real", será necesario controlar varios factores, entre los que cabe citar:

- diferencias de paralaje: cuando mira, el observador no deberá poder moverse apreciablemente pues esto daría como resultado un grado de paralaje de movimiento en la escena observada directamente pero no en la escena mostrada en el monitor;

- profundidad visible: el espejo de observación presentará alternativamente la imagen de televisión y la escena fuente. La composición y la iluminación de las escenas fuente deben fijarse para garantizar que se minimizan las diferencias de profundidad entre la imagen de televisión y la escena observada directamente;

- iluminación de la escena: el espejo de observación presentará alternadamente la imagen de televisión y la escena fuente. Habrá que ajustar la iluminación de la escena fuente cuando se varía el trayecto de visualización para mantener la intensidad y la temperatura de color (D_{65}) constantes en ambas imágenes. Es posible que la temperatura de color deba fijarse escena por escena.

El [CCIR, 1986-90a] proporciona varios criterios para la composición de escenas, que son:

- resolución espacial estática;

- resolución espacial dinámina;

- reproducción de la luminancia;

- reproducción de colores; y

- reproducción del movimiento.

Además, pudiera ser útil complementar estos criterios con otros, para escenas con fines especiales, que permitieran evaluar:

- efectos de profundidad aparente (por ejemplo, en escenas panorámicas);

- reproducción de tonos familiares (por ejemplo, tonos de piel);

- sentimiento de presencia (por ejemplo, en un giro rápido de la cámara para tomar una panorámica); y

- característica de parpadeo (por ejemplo, con subcampos blancos, grandes).

Puede ser útil establecer el conjunto de imágenes de prueba normalizadas que ha de utilizarse para diversas evaluaciones subjetivas de la calidad de imagen de TVAD, como se ha hecho en el Informe 1213 para material de programas 4:2:2.

Imágenes fijas disponibles

En [CCIR, 1986-90c] se informa que en Japón se han seleccionado las nueve imágenes fijas mostradas en el Cuadro I como imágenes de prueba normalizadas que han de utilizarse en las evaluaciones de la calidad de la imagen de TVAD. Se han realizado varias demostraciones públicas y las excelentes imágenes han despertado gran interés. Ya se están utilizando para diversas pruebas en Japón.

CUADRO I

Principales factores de evaluación en las imágenes normalizadas

Factores de evaluación \ Imágenes	GRUPO A				GRUPO B				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Resolución (Luminancia)				◎				◎	
(Crominancia)								◎	
Distorsión de la forma de honda (Sobreoscilación)		◎		○			◎		
(Borrosidad)	◎	◎		○		○	◎		
(Imagen fantasma)									
Reproducción de la tonalidad (Zona brillante)	○			○	◎	◎			
(Zona oscura)	○	○			◎	◎			
Reproducción del color					○			○	
Diferencia de fase Luminancia/ Crominancia	◎						○	○	
Registro		○					◎		
Uniformidad	○		○	○		◎			
Repliegue del espectro		◎		○	◎				
Falsos contornos	◎		○						◎
Factores subjetivos									
Legibilidad									
Memoria de color			○				◎		
Nitidez	◎								○
Textura		◎		◎			◎	○	
Impresión de realismo	◎		◎						
				○					

◎ : Muy eficaz
○ : Eficaz

Las imágenes tienen los títulos siguientes:

1) una señora,
2) puerto deportivo,
3) sueters y una bolsa,
4) la torre Eiffel,
5) tienda de sombreros,
6) pareja en la nieve,
7) poste indicador,
8) jardín de tulipanes,
9) incrustación cromática.

Se dispone de una gran transparencia (10" x 8") del puerto de Kiel que puede utilizarse para generar una imagen fija de prueba.

Imágenes en movimiento disponibles

Se han preparado las siguientes secuencias en un formato 1125/60/2:1 para evaluar la calidad de la conversión de TVAD a YUV/PAL. En algunos casos pueden proponerse también para la evaluación de otros sistemas de TVAD:

Tambor
Disco de la BBC*
Automóvil rojo*
Carrusel*
Carreras en Newbury
Patinadores
Disco de NHK
Fútbol
Péndulo*
Entrevista
Automóvil blanco*

Se han apuntado que si los materiales de prueba se pudiesen preparar y distribuir en medios digitales (la Recomendación 657 trata de las imágenes en movimiento convencionales), podrían suprimirse las variaciones de calidad de los medios analógicos. Actualmente se están desarrollando registradores digitales para la TVAD.

3.1.4 Interpretación de resultados

El sistema probado debe aproximarse lo más posible al nivel de calidad proporcionado por la referencia observada directamente. Al considerar los resultados, deben tenerse en cuenta dos aspectos:

1) Es probable que un sistema de estudio de TVAD efectúe compromisos entre las diversas características que se relacionan con la calidad. Además, para considerar la calidad promediada en las diversas partes de un material de prueba, sería prudente examinar las reacciones a las escenas fuente individuales para identificar las características que podrán mejorarse.

2) Al interpretar los resultados, es necesario identificar y, en la medida posible, realizar los ajustes necesarios para tener en cuenta la posible contaminación de los resultados debida al nivel técnico de los equipos.

3.2 Evaluación de la calidad de la imagen de TVAD tras el procesamiento post-producción

Se consideran dos casos: el procesamiento post-producción y la conversión de normas.

---

* Estas son probablemente las más decisivas para los sistemas de procesamiento temporal.

3.2.1 Procesamiento post-producción

Los casos principales de procesamiento post-producción son la incrustación cromática, el movimiento lento y la manipulación de la imagen. Las evaluaciones efectuadas cuando se elaboró la Norma 4:2:2 de la Recomendación 601 indicaban que la incrustación crómatica es la operación post-producción más exigente. Para una velocidad de trama y un sistema de exploración determinados es probable que se aplique a la TVAD.

3.2.1.1 Evaluación de la incrustación cromática

a) Metodología

Debe utilizarse el método de la escala de degradaciones con doble estímulo siempre que se disponga de toda la gama de calidades de imagen. La referencia para las evaluaciones de la incrustación cromática puede ser una incrustación que utilize una señal RGB en toda la anchura de banda como primer plano. La prueba puede consistir en una incrustación que utilize como primer plano la señal de anchura de banda reducida de diferencia de color. Debe optimizarse la calidad de las imágenes de prueba y de referencia de una en una, tal como será la situación en la práctica. Se está considerando aun la metodología apropiada para el caso de no poder tener una gama completa de calidades de imagen.

b) Condiciones de observación

Véase la Recomendación 710.

c) Material de evaluación

El material de prueba debe ser crítico en cuanto a los tipos de degradación probables para el procesamiento de la incrustación cromática. El material probablemente más exigente contendrá el movimiento de pequeños detalles. No se conocen secuencias de prueba específicas para la incrustación crómatica en la TVAD, si bien las escenas con crestas de olas y cintas trenzadas (en movimiento) y vasos (transparentes) como se indica en el Informe 1211 pueden ser adecuados para las evaluaciones de la incrustación cromática. Sin embargo, se dispone de una imagen fija (número 9, incrustación cromática del Cuadro I). La calidad de la incrustación depende en gran medida de la iluminación de la escena y ha de asegurarse que ésta se optimiza y se mantiene un nivel coherente.

d) Interpretación de resultados

El material de prueba no debe degradarse apreciablemente en relación con el material de referencia.

3.2.1.2 Evaluaciones del movimiento lento y de la manipulación de la imagen

- Metodología, condiciones de observación, material de evaluación, interpretación de resultados

La evaluación de esta categoría plantea problemas ya que no es probable que se disponga de una señal de referencia de gran calidad. La inclusión de una señal de referencia es lo que da a los métodos de doble estímulo sus propiedades. Se está estudiando un método de escala proporcional de relaciones que puede ser adecuadamente estable y reproducible sin una referencia. Como alternativa, en algunos casos puede haber un medio de generar secuencias de referencia de gran calidad. Por ejemplo, el movimiento lento de gran calidad puede ser posible mediante una toma por separado de la secuencia de origen a una velocidad de imágenes superior.

3.2.2 Calidad de la imagen tras la conversión de normas TVAD-TVAD

a) Metodología

Tal como se señala en la Decisión 58, el objetivo declarado en todas las administraciones es lograr una norma única de TVAD en estudio en todo el mundo y uno de los motivos para ello es permitir el intercambio internacional de programas sin conversión de normas. No obstante, surgirán sin duda situaciones en que se necesite la conversión a partir de otros formatos de TVAD o de película. Además, pueden ser necesarias conversiones similares antes de la generación de un formato de emisión con una velocidad de trama distinta a la de la fuente. Este caso debe considerarse en una investigación de un formato de emisión.

La conversión de las normas de velocidad de trama puede dar lugar a la aparición de efectos secundarios transitorios y para lograr una mejor evaluación de todo el sistema, se propone un método de evaluación en dos pasos.

- Evaluaciones primarias

Se consideran que son las evaluaciones principales y de mayor utilidad. Debe utilizarse un método de doble estímulo con escala contínua de calidad. La señal de referencia debe ser, en el caso ideal, la misma imagen o secuencia utilizada como entrada al convertidor de normas, pero en este caso utilizando los parámetros de exploración de la señal de salida del convertidor. Si ello no es posible, o si dichos ensayos ofreciesen interés por otros motivos, la señal de referencia debe ser la señal de entrada al convertidor.

- Evaluaciones auxiliares

Se pedirá a una serie de observadores expertos que, utilizando el método de un sólo estímulo (véase la Recomendación 500), asignen una nota de calidad global a varios programas representativos convertidos. También puede ser posible evaluar las frecuencias de detección de los efectos secundarios, si bien esto requiere nuevos estudios.

b) Condiciones de observación

Tales como se indican en la Recomendación 710.

c) Material de prueba

- Evaluaciones primarias

Deben utilizarse una serie relativamente grande de imágenes fijas y en movimiento. También puede utilizarse para las evaluaciones TVAD-TVAD el material enunciado en el § 3.1.3.

- Evaluación auxiliar

Puede pedirse a una serie de observadores expertos que den notas de calidad global a varios programas de 5-20 minutos de duración en los que se incluyan ejemplos de los distintos tipos de movimiento y escenas con gran detalle. Ejemplo de ello puede ser el programa de la NHK "Esto es la TVAD".

- Características del material de prueba

El material de prueba crítico para la conversión de normas es probable que incluya áreas de gran detalle que tienen velocidades y direcciones de movimiento distintas.

d) Interpretación de resultados

Los resultados deben interpretarse con cautela para que ninguna de las diferencias de calidad inherente a las dos normas de estudio de TVAD se atribuya al proceso de conversión. Contribuirá a ello la utilización de secuencias de referencia inyectadas directamente a la salida según la norma.

De acuerdo con el Informe 801-2 (Dubrovnik, 1986), la calidad subjetiva de la imagen convertida debe ser virtualmente equivalente a la imagen de entrada, a menos que quede limitada por los parámetros de cualquiera de las normas.

4. Evaluación de la calidad de las imágenes convencionales de estudio obtenidas a partir de imágenes de TVAD en el estudio

4.1 Areas de evaluación

El interfaz entre la TVAD y la televisión convencional puede implicar conversiones del número de líneas, de la velocidad de cuadro y del formato de imagen, aunque también son posibles los casos en que no haya conversión de la velocidad de cuadro. Según el Informe 801-2 (Dubrovnik, 1986) del CCIR, la calidad de la imagen convencional debe ser la misma que en el caso de producción directa según la norma convencional.

4.2 Degradaciones por la conversión de normas

4.2.1 Degradaciones debidas a la conversión del número de líneas

Las conversiones que implican cambios en el número de líneas activas pueden traducirse en perturbaciones perceptibles en forma de movimientos verticales de los extremos. Estas perturbaciones pueden ser más pronunciadas en las conversiones que aumentan el número de líneas que en las que disminuyen dicho número.

4.2.2 Degradaciones debidas a la conversión de la velocidad de cuadro

Las conversiones que implican cambios de la velocidad de cuadro introducirán efectos secundarios tales como el parpadeo, limitados a zonas de movimiento de la imagen. El nivel de estas degradaciones depende de la relación de las velocidades de cuadro en cuestión y de la complejidad del algoritmo de conversión. Algunas técnicas, tales como la compensación adaptativa de movimiento, pueden reducir estos efectos secundarios a niveles muy reducidos.

4.2.3 Degradaciones debidas a la conversión del formato de imagen

Las conversiones del formato amplio de la TVAD al formato 4:3 convencional pueden dar lugar a pérdidas de resolución o de contenido significativo de la imagen. No obstante, no es este probablemente un caso en el que la evaluación subjetiva ofrezca directrices útiles.

4.3 Evaluación de la calidad de la televisión convencional obtenida a partir de una señal de TVAD

4.3.1 Metodología

Es evidente que la calidad de los convertidores de TVAD a televisión convencional sólo puede evaluarse completamente con secuencias de imágenes en movimiento. Se piensa que para la evaluación de las pequeñas degradaciones en la gama limitada prevista, el método de doble estímulo con escala de calidad continua es el más útil. Se pide a los evaluadores que observen una pareja de secuencias, siendo una de ellas un formato directo de estudio convencional y la otra un formato convencional adecuado obtenido a partir de la TVAD.

4.3.2 Condiciones de observación

Las condiciones de observación deben ser las de la Recomendación 500.

4.3.3 Material de evaluación

Puede utilizarse un amplio abanico de programas relativamente críticos como material de evaluación. Las secuencias de imágenes enunciadas en § 3.1.3 han sido recomendadas por los expertos de NHK y la UER para la evaluación del convertidor de NHK. Las secuencias de prueba pueden resultar más ilustrativas si algunas de ellas se sustituyen por otras similares con velocidades máximas superiores. También puede ser apropiado el empleo de imágenes fijas, como se indica en § 3.1.3.

También pueden incluirse otros dos tipos de secuencias, que probablemente serán más críticas:

- escenas con movimiento de aproximación;

- escenas con movimientos en sentidos contrarios como las de un mercado.

Las pruebas deben también realizarse con material que tenga un proceso post-producción.

4.3.4 Interpretación

En el caso ideal, un interfaz de TVAD a televisión convencional debe dar la misma calidad que la de la televisión convencional directa. Como esta exigencia no se cumplirá probablemente para las imágenes en movimiento, debe investigarse la frecuencia de las degradaciones de la imagen evaluada en los programas de televisión. Esto puede implicar un método de dos etapas como en el caso de la conversión TVAD-TVAD.

5. Evaluación de la calidad de los sistemas de emisión de TVAD a partir de la norma de estudio de TVAD

5.1 Aspectos de evaluación

Las características del sistema que ofrecen interés son las siguientes:

5.1.1 Calidad básica. Se trata de la calidad de la imagen en condiciones de recepción perfecta, es decir, cuando la relación S/N o C/N es elevada.

5.1.2 Características de fallo. Relación entre la calidad de la imagen y el ruido (que tiene una característica adecuada al sistema de modulación utilizado). Ha de revisarse la gama en que se efectúan las evaluaciones tras una primera pasada disponiendo que con 5-8 puntos se cubra toda la gama. Para los sistemas MA la gama de interés es generalmente de una S/N comprendida entre 25 y 55 dB, y para los sistemas MF, de una C/N entre 0 y 30 dB.

5.1.3 Comportamiento en cuanto a eco. Relación entre la calidad de la imagen y la amplitud y retardo del eco. Normalmente ofrece más interés en los sistemas MA. Debe revisarse la gama en que habrán de efectuarse tras las primeras pasadas preliminares, si bien un enfoque adecuado podría ser obtener información en tres curvas, añadiendo una señal retardada a una señal no retardada con demoras de 150 ns, 1 μs, y 5 μs, respectivamente, y con amplitudes de eco comprendidas entre -5 y -25 dB, en relación con la señal deseada.

5.1.4 Comportamiento en cuanto a interferencias. Es necesario evaluar las características de interferencia co-canal y de canal adyacente.

Puede ser adecuado evaluar los puntos 2, 3 y 4 anteriores con aleatorización y sin ella.

5.2 Metodología

Calidad básica

El problema básico de diseño de la emisión de TVAD es cumplir, en la mayor medida posible, los requisitos visuales de la TVAD con la anchura de banda disponible. Para ello, puede utilizarse un submuestreo espacial o temporal, o ambos.

Estas técnicas pueden introducir degradaciones detectables o pérdidas de la calidad, superiores a las atribuibles al formato de estudio. El submuestreo espacial puede dar lugar a pérdidas detectables en la resolución horizontal, vertical o diagonal. El submuestreo temporal puede traducirse en reducciones detectables de la calidad de las imágenes en movimiento. El submuestreo espacial-temporal puede dar lugar a pérdidas detectables de la resolución espacial en las secuencias de imágenes en movimiento.

Evidentemente, para la evaluación de los formatos de emisión de TVAD se requieren imágenes de alta resolución y secuencias de imágenes en movimiento. No obstante, para la calidad básica se propone un método de evaluación en dos etapas que lleve a una evaluación global adecuada y representativa.

- Evaluaciones primarias

  Se considera que éstas son las evaluaciones principales y las más útiles. Debe utilizarse un método de calidad continua con doble impulso. La referencia debe ser la señal fuente del estudio y la señal de prueba debe ser la señal de emisión.

- Evaluaciones auxiliares

  Puede pedirse a una serie de observadores expertos que establezcan una escala de calidad global para varios programas representativos en el formato de emisión. También puede ser posible evaluar la frecuencia de detección de los efectos secundarios, si bien esto requiere nuevos estudios.

Características de los fallos, comportamiento en cuanto a eco y comportamiento en cuanto a interferencia

Debe utilizarse un método de escala de degradaciones con doble estímulo conforme al punto 2 de la Recomendación 500.

Pueden adoptarse dos enfoques:

- características de fallo acumulativas. En este caso, se consideran los puntos en los cuales se producen pérdidas objetables con respecto a la referencia de alta calidad no degradada; y

- características de fallo no acumulativas. En este caso se consideran los puntos en los cuales se producen pérdidas objetables con respecto al formato de emisión no degradado.

5.3 Condiciones de observación

Véase la Recomendación 710.

5.4 Material de prueba

- Calidad básica

  El material de prueba debe elegirse entre una gama de imágenes estáticas de alta resolución y de secuencias de imágenes en movimiento que sean críticas, pero no excesivamente.

  Se dispone del material de imágenes decisivas indicado en § 3.1.3 que puede ser útil para los sistemas de emisión adecuados en TVAD.

Una fuente posible para las evaluaciones auxiliares podría ser el programa de NHK "Esto es la TVAD". Algunas secuencias de este programa tienen escenas con detalles de multitudes, y unos segmentos de 10-20 s de esta parte pueden ser útiles para las evaluaciones primarias.

El material que pueda ser crítico exigirá grandes detalles con movimientos simultáneos a diferentes velocidades y en distintas direcciones.

- Características de fallo, comportamiento en cuanto a eco y comportamiento en cuanto a interferencia

Pueden lograrse resultados adecuados utilizando únicamente una pequeña gama de imágenes estáticas y en movimiento. Generalmente puede calcularse y utilizarse de forma bastante precisa la nota de calidad media global.

5.5 Interpretación de resultados

a) Calidad básica

Parece razonable establecer que, por razones de eficacia, la calidad de la señal de emisión de TVAD debe estar más próxima a la calidad de la señal de estudio de TVAD que la de la señal RGB de la televisión convencional.

Por regla general, para la mayor parte del material de prueba debe haber un aumento suficiente de calidad en comparación con la de la televisión convencional. Además, todo efecto secundario temporal debe ser suficientemente discreto para no disminuir la calidad de la TVAD.

b) Características de los fallos, comportamiento en cuanto a eco y comportamiento en cuanto a interferencia

Para ulterior estudio.

6. Evaluación de la calidad de las imágenes compatibles incorporadas en los formatos de emisión de TVAD

6.1 Casos de evaluación

Algunos sistemas de emisión de TVAD están pensados para permitir la recepción simultánea en receptores de TVAD y convencionales. El punto 5 se refería a la evaluación de la calidad de la emisión de TVAD en sí. Este punto se refiere a la calidad de la señal convencional recibida simultáneamente.

En general, debe establecerse un compromiso de diseño entre la calidad lograda en la presentación TVAD y la calidad de la presentación convencional que lleve a un grado de compatibilidad basado en el nivel de degradación introducido. Ello puede implicar una investigación de los mismos factores que se han enumerado en el punto 5, pero en este caso para la imagen compatible.

Los sistemas propuestos de emisión TVAD implican un procesamiento temporal y otros mecanismos que pueden dar lugar a degradaciones en las imágenes compatibles.

6.2 Metodología

"Para la calidad básica, debe utilizarse el método de doble estímulo con calidad continua con el material elaborado directamente en el formato de emisión convencional y/o el material convertido directamente del formato del estudio de TVAD, como referencia. Para las características de fallo, comportamiento del eco e interferencia debe utilizarse el método de degradación de doble estímulo con elmaterial elaborado directamente en el formato de emisión convencional (pero no degradado) y el material convertido directamente del formato de estudio de TVAD (pero no degradado), como referencia. En todos los casos la señal de prueba debe ser la imagen compatible recibida."

6.3 Condiciones de observación

Como las indicadas en la Recomendación 500 para la televisión convencional.

6.4 Material de prueba

Ha de utilizarse una gama de imágenes fijas y en movimiento. Para la recepción compatible puede utilizarse el material enunciado en § 3.1.3.

Las características del material de prueba deben ser por lo general, como las señaladas para evaluación en el punto 5 (es decir, críticas, pero no excesivamente).

6.5 Interpretación de resultados

La interpretación de lo que deben ser imágenes de calidad "compatible" en términos cuantitativos plantea problemas, no sólo porque las escalas carezcan de intervalos.

Los resultados para cada imagen o secuencia de prueba deben presentarse por separado.

La calidad de la imagen incorporada debe, en principio, ser "equivalente" a la de la señal de referencia. En la práctica, debe lograrse un "grado de compatibilidad" convenido.

7. Evaluación de la calidad de la película cinematográfica obtenida a partir de material fuente de TVAD

(Pendiente de estudio.)

8. Comparaciones de posibles formatos de TVAD

A veces puede ser necesario comparar posibles formatos de TVAD a efectos de selección. El GIT 11/4 opina que estas comparaciones pueden ser de máxima utilidad para identificar las mejores características de los diversos formatos probados.

8.1 Comparaciones de sistemas de estudio de TVAD

Se han identificado tres maneras de comparar los posibles formatos de estudio:

- directamente, por comparación uno al lado del otro;

- indirectamente, por comparaciones con una condición de referencia común en un solo experimento; y

- teóricamente, estableciendo colocaciones relativas en términos de criterios determinados psicofísicamente.

8.2 Comparaciones directas

En [CCIR, 1986-90a, d] se examinan aspectos relacionados con comparaciones directas. Se requiere ulterior estudio.

8.3 Comparaciones indirectas

Una comparación indirecta requiere una condición de referencia común con la cual se evalúa cada sistema probado. Los métodos subjetivos normalmente utilizados para comparaciones indirectas (es decir, los métodos de doble estímulo) utilizan condiciones de referencia que, típicamente, proporcionan una calidad superior a la de cualquiera de las condiciones probadas.

Sin embargo, la alta calidad de los posibles sistemas de estudio de TVAD hace difícil encontrar estas condiciones de referencia. Por este motivo, puede ser apropiado utilizar escenas observadas directamente para proporcionar la condición de referencia.

Para una prueba indirecta válida, la referencia observada directamente debe mantenerse constante a través de todos los sistemas probados. Naturalmente, para imágenes fijas esto puede realizarse por medio de transparencias o fotografías. Sin embargo, para imágenes en movimiento, es necesario utilizar secuencias de movimiento totalmente reproducibles para la referencia, lo que puede hacerse mediante escenas controladas mecánicamente (por ejemplo, dioramas).

Es igualmente importante asegurar que, salvo para las diferencias que llevan implícitas los propios formatos, los materiales de prueba se mantienen constantes a través de todos los sistemas probados. Esto se conseguirá si la cámara vídeo para el sistema probado se utiliza para capturar la imagen fija o secuencia de referencia, en la medida en que se mantenga constante la referencia.

Debe señalarse que todos los sistemas considerados deben probarse en un solo contexto experimental (es decir, que los observadores deben ver, en el curso del experimento, una secuencia aleatoria de los sistemas probados). Esto puede hacerse alternando las cámaras utilizadas para reflejar los sistemas probados. El monitor que debe mantenerse constante debe seleccionarse de modo que sea adecuado para todos los sistemas probados. Quizás no sería siempre posible extrapolar los datos generales aplicables a las condiciones fijadas, por la Recomendación 710. , a partir de los resultados obtenidos con las condiciones de observación permitidas por los equipos actuales. Debe tenerse cuidado al interpretar los resultados de las pruebas para distinguir los valores relacionados con la norma de sistema con respecto a los pertinentes a la realización práctica.

Las escenas directamente observadas pueden proporcionar una referencia cuya calidad sea considerablemente superior a la de los sistemas probados. Ello permite plantearse dos aspectos:

1) las diferencias de las reacciones subjetivas a los sistemas probados pueden minimizarse artificialmente. Cuando los observadores juzgan, tienden a estar influidos por la gama y distribución de la calidad observada. Cuando la calidad (incluida la mostrada por la referencia) abarca una gran gama, los casos con una calidad algo similar tienden a juzgarse más similares que lo serían si se evaluasen en un contexto más restringido o se comparasen directamente;

2) el método de prueba preferido puede variar. Si las condiciones (incluida la referencia y la prueba) abarcan una amplia gama de calidad, puede utilizarse el método de la degradación con doble estímulo para comparaciones indirectas. Sin embargo, si las condiciones abarcan una gama de calidad más pequeña, se prefiere el método de doble estímulo con escala de calidad continua.

De este modo, según la finalidad de la prueba, hay dos opciones. Si las pruebas están destinadas a clasificar sistemas en relación con una norma "perfecta", puede utilizarse una referencia superior y el método de la degradación con doble estímulo. En este caso, no obstante, es posible que no se detecten diferencias finas entre sistemas. Por otra parte, si las pruebas se efectúan para hacer discriminaciones finas entre sistemas, debe evitarse una referencia superior y utilizarse el método de doble estímulo con escala de calidad continua. En este último caso, puede ser necesario limitar la calidad a la escena observada directamente por medio de la composición, iluminación, filtrado óptico, etc.

8.3.1 Metodología

De acuerdo con la gama de calidad incluida en la prueba, podrá utilizarse el método de doble estímulo con escala de calidad continua o el método de la degradación con doble estímulo.

Si se utiliza el método de doble estímulo con escala de calidad continua, puede ser conveniente considerar la variante de este método que figura en [CCIR, 1986-90e]. En esta variante, se utilizan exposiciones relativamente largas para estimular la detección de efectos sutiles, particularmente en las secuencias en movimiento.

Si se utiliza el método de doble estímulo con escala de calidad continua, cada prueba entrañará múltiples presentaciones alternadas de las condiciones de referencia y de prueba. Para la mitad de las pruebas (determinadas aleatoriamente), la condición de referencia ha de presentarse primero; para las pruebas restantes, debe presentar primero la condición de prueba. Si se utiliza el método de degradación con doble estímulo, cada prueba conllevará una sola alternación entre referencia y prueba, presentándose primero la referencia.

El material de prueba comprenderá varias imágenes fijas y secuencias en movimiento. Las fuentes de las imágenes fijas podrán ser transparencias (iluminadas por detrás) o fotogramas (directamente iluminados). Las fuentes de las imágenes en movimiento podrán ser dioramas en movimiento. La condición de referencia se proporcionará cuando se observa directamente una fuente, mientras que la condición de prueba se proporcionará cuando la misma fuente es observada a través de una cámara y monitor. Podrá mantener un encuadre idéntico para las dos condiciones reflejando los materiales de prueba en el mismo espejo de visualización de 16:9. El cambio entre las condiciones podrá efectuarse mediante obturadores en los trayectos ópticos. Dicho cambio debe efectuarse bajo el control del experimentador.

Cada observador deberá ver el espejo de observación a través de una apertura de observación que permita la observación binocular, pero con muy poco o ningún movimiento de la cabeza. Los observadores pueden trabajar individualmente o en pequeños grupos. Sin embargo, si más de un observador trabaja al mismo tiempo, el ángulo de visión (hacia la escena) debe mantenerse constante para todos los observadores.

Las pruebas conllevan las comparaciones del material de prueba desde una cámara vídeo con el mismo material observado directamente. Para minimizar la posible contaminación de los resultados por diferencias implícitas de la televisión con respecto al "mundo real", será necesario controlar varios factores, entre los que cabe citar:

- diferencias de paralaje: cuando mira, el observador no deberá poder moverse apreciablemente pues esto daría como resultado un grado de paralaje de movimiento en la escena observada directamente pero no en la escena mostrada en el monitor;

- profundidad visible: el espejo de observación presentará alternadamente la imagen de televisión y la escena fuente. La composición y la iluminación de las escenas fuente deben fijarse para garantizar que se minimizan las diferencias de profundidad entre la imagen de televisión y la escena observada directamente;

- iluminación de la escena: el espejo de observación presentará alternadamente la imagen de televisión y la escena fuente. Habrá que ajustar la iluminación de la escena fuente cuando se varía el trayecto de visualización para mantener la intensidad y la temperatura de color (D_{65}) constantes a través de las presentaciones alternadas. Es posible que la temperatura de color deba fijarse escena por escena.

Como se sabe que diferentes grupos lingüísticos utilizan diferentemente los términos de escala de calidad y de degradaciones, todas las pruebas deben efectuarse en un solo idioma con observadores que hablen bien ese idioma.

8.3.2 Condiciones de observación

Véase la Recomendación 710.

8.3.3 Material de la evaluación

Véase el § 3.1.3.

8.3.4 Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados se efectúa sobre la base de las clasificaciones relativas de los posibles sistemas con respecto a la referencia común observada directamente. Deben tenerse en cuenta los aspectos indicados en el § 3.1.4.

8.4 Comparaciones teóricas

La base de este método es considerar, parámetro por parámetro, la clasificación de los posibles sistemas desde el punto de vista de los ideales psicofísicos pertinentes. Este método se propone en el Documento [CCIR, 1986-90d]; en [CCIR, 1986-90f, g] aparecen ejemplos de su utilización (con generalizaciones).

9. Comparaciones de posibles formatos de emisión de TVAD

Al igual que los sistemas de estudio de TVAD, las comparaciones pueden ser directas, indirectas o teóricas. En este caso, sólo se consideran las comparaciones indirectas. En [CCIR, 1986-90h] figuran ejemplos de este método.

9.1 Calidad básica

Esta es generalmente como para los formatos de estudio de TVAD (§ 8.3). En este caso puede utilizarse el método de doble estímulo con escala de calidad continua, con una sola referencia de alta calidad.

9.2 Características de fallo

Estas pruebas son por lo general como se indica en el § 5. Sin embargo, el propósito es comparar las características del fallo para todos los posibles sistemas.

10. Otros aspectos

En [CCIR, 1986-90a] se consideran los siguientes aspectos conexos: los métodos de evaluación para la conversión de TVAD a película cinematográfica de 35 mm, la utilización de los descriptores de escala de calidad del CCIR, la interpretación de objetivos de calidad en términos de resultados numéricos de evaluación, la calidad subjetiva y las características de la relación señal/ruido de la señal de TVAD, y la relación entre los aspectos de imagen y sonido de la TVAD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUJIO, T. y otros, [junio de 1982] "High definition television", NHK technical Monograph, Nº 32.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a: GIT 11/4-160 (Presidente GIT 11/4); b: GIT 11/4-171 (Canadá);
c: 11/589 (Japón); d: GIT 11/4-161 (Francia);
e: GIT 11/7-189 (AHG-BCT); f: GIT 11/4-146 (Francia);
g: GIT 11/4-172 (Canadá); h: GIT 11/4-181 (Canadá).

ANEXO I

Factores de evaluación adecuados para la evaluación global de la TVAD

En un reciente estudio a gran escala efectuado en Norteamérica, los observadores evaluaron la TVAD (MUSE-E, a través de satélite) en términos absolutos y comparándola con la NTSC de calidad de estudio [Lupker, y otros, 1988a; Lupker, y otros, 1988B; CCIR, 1986-90]. En las evaluaciones se consideraron la calidad de la imagen global y factores de evaluación específicos, incluyendo la agudeza de la imagen, la calidad del color, la presentación del movimiento y su profundidad, el brillo de la imagen, el tamaño de la pantalla y la forma de ésta (formato). Los resultados mostraron que:

1. Las opiniones absolutas de la TVAD únicamente, se concentran al final de la escala de calidad, lo que apunta hacia posibles problemas si se comparan los resultados de pruebas por separado con distintos sistemas de TVAD sobre la base de opiniones de calidad absolutas.

2. Los observadores pudieron responder diferencialmente a los distintos factores de evaluación, lo que indica que el método de factores específicos puede ser útil en evaluaciones futuras.

3. Las opiniones sobre calidad global de la imagen estaban íntimamente relacionadas con la mayoría, si bien no con la totalidad, de los factores de evaluación en los que se percibía que la TVAD difería de la NTSC, lo que sugiere que la calidad global de la imagen puede no llegar a reflejar totalmente las reacciones del observador.

4. Los juicios sobre los factores específicos estaban, en cierta medida, relacionados, lo que apunta hacia posibles jerarquías entre los factores utilizados en las evaluaciones y en la posible existencia de factores de calidad básica de orden inferior.

5. Las opiniones sobre la calidad global de la imagen se veían, en cierta medida, afectadas por factores distintos de evaluación en función de la distancia de observación, lo que indica la necesidad de considerar cuidadosamente las distancias de observación que han de utilizarse en las evaluaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LUPKER, S., ALLEN, N. y HEARTY, P. [1988a]. The North American High Definition Television Demostrations to the Public: The Detailed Survey Results.
LUPKER, S., ALLEN, N. y HEARTY, P. [1988b]. The North American Public Demostrations of High Definition Television: An Overview of the Survey Results.

Documentos del CCIR:

[1986-90]: GIT 11/4-144 (Canadá).

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

INFORME 1221 *

ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE AJUSTE PARA FUENTES DE SEÑALES DE IMAGEN Y UNIDADES DE VISUALIZACIÓN

(Programa de Estudios 3A/11)

(1990)

Las diferencias en los procedimientos de ajuste y en el comportamiento de las fuentes de señales de imagen y de las unidades de visualización utilizadas en las pruebas subjetivas pueden traducirse en diferencias entre los resultados obtenidos en estas pruebas en distintos laboratorios. El Programa de Estudios 3A/11, reconociendo este problema, invita a realizar estudios sobre especificaciones mínimas de la calidad de funcionamiento y sobre los procedimientos de ajuste pueden recomendarse para las fuentes de señales de imagen y las unidades de visualización que se utilizarán en las pruebas subjetivas.

La UER ha recomendado a sus organizaciones miembros [CCIR, 1978-82] un procedimiento detallado de ajuste para monitores de color de calidad 1 utilizados en estudios de televisión. Aunque se hace referencia a monitores utilizados para una finalidad diferente, esta contribución es, no obstante, aplicable a los monitores utilizados en pruebas subjetivas, ya que ambas aplicaciones para pruebas requieren normas de alta calidad y reproducibles. Por tanto, el documento se señala como una valiosa información preliminar para los estudios de las fuentes de señales de imagen y las unidades de visualización.

Las organizaciones de radiodifusión del mundo entero necesitan algún medio para lograr el ajuste preciso y coherente de sus monitores de imagen con carácter periódico. Según un estudio realizado en 1984 [CCIR, 1982-86], muchas empresas de radiodifusión utilizan un tipo de forma de onda de prueba denominada PLUGE, acrónimo derivado de «Picture Line-Up Generating Equipment» (generador electrónico de ajuste de imagen). Este tipo de forma de onda se introdujo en 1960 y diversas empresas de radiodifusión han introducido desde entonces ligeras modificaciones para adaptarlo a sus propias circunstancias. Actualmente, la mayoría de las empresas de radiodifusión emplean variaciones de la señal PLUGE, y sus métodos de ajuste varían muy poco.

Actualmente, en que lo normal es intercambiar material de programas tanto a nivel nacional como internacional, convendría armonizar todos los monitores de imagen con arreglo a una norma coherente, por lo que se recomienda que todos los generadores PLUGE se ajusten para producir la misma forma de onda, de la manera más razonable posible, y que los monitores se ajusten utilizando un procedimiento uniforme.

1. Detalles de la forma de onda PLUGE

Todos los generadores PLUGE producen una forma de onda que da dos franjas verticales estrechas muy poco separadas a la izquierda de la imagen, una ligeramente más oscura y otra ligeramente más clara que el fondo, junto con una barra ancha a la derecha (véase la fig. 1). Estas señales ocupan aproximadamente las tres cuartas partes de la altura de la imagen, y la zona restante es un nivel de supresión o pedestal. En generadores más recientes, la barra ancha se divide en cuatro zonas iguales, una a nivel de blanco y las otras tres a niveles de gris descendente. En generadores más antiguos, la barra ancha se divide en dos zonas iguales, una a nivel de blanco y la otra a nivel de gris.

* El contenido de este Informe procede del Anexo VII al Informe 405-5 (Dubrovnik, 1986).

2. Variaciones de los parámetros de la forma de onda PLUGE

El estudio de 1984 reveló las diferencias, que figuran en el cuadro I entre las señales de tipo PLUGE utilizadas en distintos países.

CUADRO I

País	Amplitud de pedestal (mV)	Amplitud de la señal de impulsos estrechos (mV)		Luminancia del nivel de blanco para una amplitud de barra de 700 mV (cd/m^2)
Austria (ORF)	20	+28	−28	
Canadá (CBC)	52,5	+14	−14	
República Federal de Alemania (IRT)	0 ó 49	+14	−14	80
Países Bajos (NOS)	−21	+14	−14	(1)
Nueva Zelandia (TVNZ)	20	+20	−20	70
Suecia (televisión sueca)	0	+14	−14	(2)
Reino Unido	0	+14	−14	70/100

(1) Utilización de una señal de trama completa separada – 70 cd/m^2.

(2) 100 cd/m^2 barra del nivel de blanco en todas las líneas.

Nota. – En América del Norte, la recomendación de ingeniería ER-1 de la SMPTE incluye una señal PLUGE como parte de la señal de prueba de la barra de colores para el ajuste del monitor.

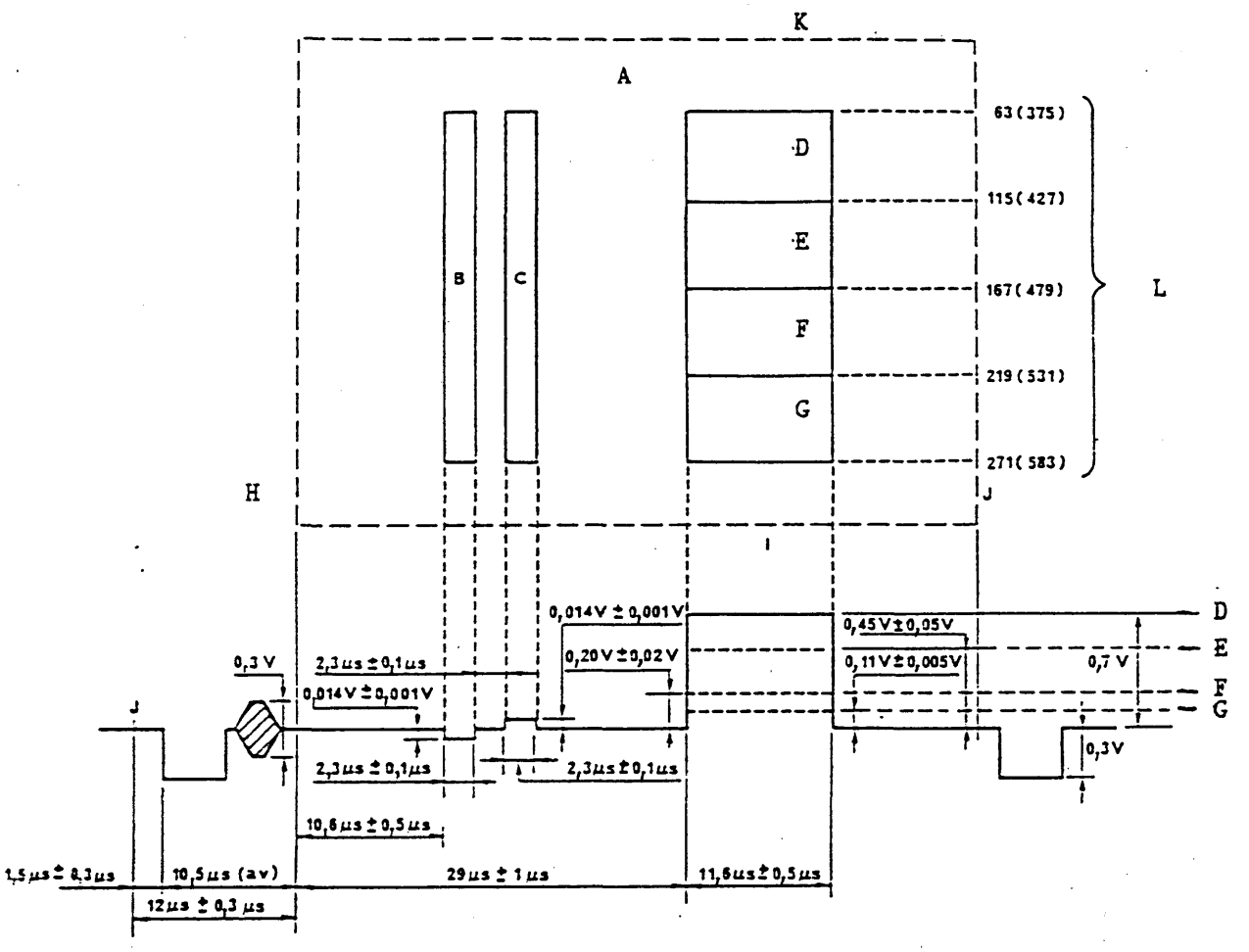


FIGURA 1 - *Ejemplo de forma de onda PLUGE (PAL 625 líneas)*

A: Fondo con nivel de supresión o pedestal
B: Un poco más negro que el fondo
C: Un poco más claro que el fondo
D: Cresta de blanco
E: Barra de gris 1
F: Barra de gris 2
G: Barra de gris 3
H: Final de supresión de línea
I: Comienzo de supresión de trama
J: Comienzo de supresión de línea
K: Final de supresión de trama
L: Números de línea en que se producen transiciones (primera y segunda tramas)

3. Procedimiento propuesto para utilizar la forma de onda PLUGE

El procedimiento recomendado habitualmente consiste en ajustar el control de brillo de manera que el fondo y la franja más oscura sean invisibles, y que pueda distinguirse la franja más clara. También puede fijarse el control de brillo de manera que la franja más oscura apenas pueda distinguirse del fondo. Siempre y cuando se utilice una amplitud de impulso estrecho del orden del 2% de la excursión de blanco y negro (unos 14 mV), ambos procedimientos darán virtualmente el mismo ajuste de control de brillo, en el que el nivel del fondo corresponde al punto de corte efectivo del tubo.

Se ajusta la luminancia del nivel de blanco, mediante el control de contraste, a un nivel de luminancia que varía según las distintas organizaciones, pero la Recomendación 500 da 70 ± 10 cd/m^2.

Para lograr un mejor ajuste del control de brillo, se recomienda alinear todos los generadores PLUGE para producir impulsos estrechos de ± 2% de amplitud, con referencia a una transición del negro al blanco. También se recomienda que la anchura de los impulsos estrechos, y el intervalo entre ambos, tengan sendas duraciones nominales de 2,3 µs, para proporcionar zonas de tamaño adecuado.

Para tener la seguridad de que todas las señales entre el nivel de negro y el nivel de blanco producirán una imagen visible en la pantalla, es esencial que el nivel de negro no sea mayor que el nivel de supresión. En consecuencia, se recomienda que la señal PLUGE no contenga pedestal si la señal de vídeo normal no lo contiene, y que si la señal de vídeo normal contiene pedestal, la forma de onda PLUGE contenga el mismo nivel de pedestal (es decir, que el nivel de fondo debe ser el nivel de supresión).

Se recomienda que la señal preferida contenga una barra ancha con una zona de blanco y tres zonas iguales de brillo decreciente, para facilitar el examen de la escala de grises. Sin embargo, se considera que esto tiene una importancia secundaria, y que los generadores PLUGE que proporcionen solamente una zona de gris son apropiados para utilizarlos como fuentes normalizadas, siempre y cuando se cumplan las otras Recomendaciones.

Conviene que la barra de blanco ocupe una zona suficiente para que pueda medirse su luminancia con un instrumento. Esto conlleva que las otras barras de escala de grises ocupen zonas más pequeñas que la barra de blanco.

Para evitar fulguraciones en los bordes del monitor la señal PLUGE debe ocupar el centro de la zona de imagen [CCIR, 1986-90a]. Para tener la seguridad de que el decodificador de color de un monitor trabaja en su modo color, se recomienda incluir en la forma de onda una ráfaga de color normalizada.

Una de las formas de onda más completa disponibles de un equipo PLUGE es la del Reino Unido, que se reproduce en la Figura 1.

Utilizando esta forma de onda, el control de brillo del monitor debe ajustarse en condiciones de visualización normales al máximo valor con respecto al cual la transición entre la franja estrecha más oscura y el fondo es indistinguible, y la franja estrecha más clara es perfectamente visible.

Se considera que la luminancia del nivel de blanco debe determinarse en función de las necesidades del usuario, si bien se recomienda que para fines específicos deben utilizarse niveles análogos.

De momento, se sugiere que las evaluaciones de laboratorio deben hacerse empleando una luminancia del nivel de blanco de 70 cd/m^2, de conformidad con la Recomendación 500, pero que para aplicaciones en la sala de control es más apropiado un nivel de luminancia del orden de 100 cd/m^2.

4. Conclusión

Un procedimiento ideal para el ajuste del monitor de imágenes sería aquel que normalizase por completo la característica de transferencia de la luz (nivel de la señal video con relación a la luz que llega a los ojos del observador) del monitor. La característica de transferencia de la luz resultante del ajuste del monitor con PLUGE puede depender del nivel de luminosidad ambiente. En la actualidad, la interacción de las características de la placa de recubrimiento del monitor (superficie del tubo de rayos catódicos (CRT) y absorción de la luz en la placa de recubrimiento CRT) con el velado de la luminancia (la luz ambiente que cae sobre la placa de recubrimiento CRT) no se explica del todo. Por ello, la señal PLUGE deberá considerarse como un medio para adaptar los monitores de idénticas características ópticas utilizados en un ambiente de visualización común.

En cuanto a la utilización de la señal PLUGE para adaptar los monitores a las evaluaciones subjetivas, investigaciones preliminares han arrojado resultados inestables en distintas condiciones.

Otro método de calibrado de los monitores para las pruebas subjetivas realizadas con un telefotómetro ha dado resultados más homogéneos [CCIR, 1986-90b].

Actualmente, la señal PLUGE se especifica sólo en forma analógica compuesta. Se requieren trabajos ulteriores para especificar una versión digital equivalente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/253 (UER).

[1982-86]: 11/82 (Reino Unido).

[1986-90]: a. 11/535 (Australia); b. 11/519 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

QUIN, S. F. y NEWMAN, P. H. [noviembre de 1965] The distribution of average picture levels in television programmes. *Electròn. Lett.*, Vol. 1, 9.

QUIN, S. F. y SIOCOS, C. A. [septiembre de 1967] PLUGE method of adjusting picture monitors in television studios. *JSMPTE*, Vol. 76.

SIOCOS, C. A. [enero de 1965] Operational adjustment of picture monitors in television studios. *JSMPTE*, Vol. 74.

ZAVADA [1988] - Challenges to the development of a standardized professional studio color picture monitor. Television technology in transition, SMPTE television conference. Nashville, Tennessee.

HAZELTINE LABORATORIES STAFF - Principles of colour television, pages 211-213

RANDALL [junio, 1987] - Picture Monitor Test Waveform in Operational Areas. Third International Conference on Television Measurements. Montreux, Suiza.

UER [1980] Procedimiento de ajuste operacional de los monitores de color de grado 1. Recomendación Técnica UER R25-1980.

INFORME 1222

CALIDAD SUBJETIVA DE LAS IMÁGENES ALFANUMÉRICAS Y GRÁFICAS EN EL SERVICIO DE TELETEXTO Y OTROS SERVICIOS ANÁLOGOS

(Programa de Estudios 3C/11)

(1990)

En la Recomendación 500 se proponen métodos para evaluar la calidad subjetiva de las imágenes de los actuales programas de televisión. Pero en el Programa de Estudios 3C/11 se solicitan estudios sobre la calidad de las imágenes alfanuméricas y gráficas que se utilizan en diversos servicios nuevos transmitidos por el canal de televisión. Dichos servicios utilizan códigos digitales para describir las imágenes alfanuméricas y gráficas (véase el Informe 802). Algunos parámetros de transmisión tienen repercusiones sobre la calidad de las imágenes visualizadas: resolución de página (número de filas por página y número de caracteres por fila) en el caso de la codificación alfamosaica de teletexto, la resolución de células de carácter (número de pixels y líneas por células) en el caso de la codificación de juegos de caracteres dinámicamente redefinibles (JCDR), y la resolución de imagen en el caso de la audiografía de difusión, del facsímil o del teletexto. Además, también deben tenerse en cuenta los errores de transmisión que pueden afectar a los códigos. Por lo tanto, es necesario efectuar mediciones de la calidad y determinar las relaciones entre la calidad objetiva y la subjetiva para estos parámetros. (véase también el Informe 956).

En varias Contribuciones se proporcionan detalles sobre diferentes aspectos de la evaluación de la calidad de esas imágenes, cuyas características son distintas de las imágenes de televisión convencional. Ciertos parámetros, como el formato de pixel, la resolución de célula de carácter, los espaciamientos, los colores y la disposición, tienen repercusiones sobre diversos atributos de calidad, legibilidad, calidad, comodidad, molestia, esfuerzo de lectura, fatiga y factores estéticos. Se consideran tres aspectos principales: las condiciones de observación, los métodos de evaluación y el contexto de evaluación.

1. Condiciones de observación

La Recomendación 500 define las condiciones de observación para las imágenes de televisión que corresponden a bajos niveles de iluminación en la sala. Es probable que las imágenes alfanuméricas y gráficas se observen también en las condiciones normales de iluminación. Así, se ha propuesto el estudio de un conjunto complementario de condiciones de observación: iluminación de 500 lux, luminancia máxima de la pantalla de 70 a 200 cd/m^2, relación de contraste de la pantalla de 30 a 50 y valor de 1/4 para la relación entre la luminancia de fondo (de las paredes de la sala) y la luminancia máxima de la pantalla. Se ha estudiado también la distancia de observación (de 4 a 8 veces la altura de la imagen).

2. Métodos de evaluación

Se han hecho numerosos estudios sobre el aspecto tipográfico. La mayoría de ellos han utilizado las que pudieran denominarse «medidas de calidad», como los umbrales de detección o reconocimiento, el índice de reconocimiento, la velocidad de lectura, etc. Muy pocos han utilizado las «medidas subjetivas», tradicionalmente usadas en televisión. Se estima que los nuevos sistemas transmitidos en los canales de televisión deben tener buena calidad (por ejemplo, porcentaje de reconocimiento de las letras superior al 95%). Se podrían utilizar eficazmente las escalas de calidad y degradación de la Recomendación 500, aunque es preciso estudiar hasta qué punto esas escalas se pueden referir a la legibilidad. Se ha tratado de hacer una comparación con los métodos de evaluación de la calidad para fonía (CCITT) y se sugiere el estudio de una escala de «esfuerzo de lectura» de 5 notas.

En la contribución [CCIR, 1978-82] se comparan los resultados de evaluaciones subjetivas realizadas utilizando dos escalas diferentes de 5 notas que se indican a continuación:

– Legibilidad excelente	– Ningún esfuerzo de lectura
– Legibilidad buena	– Atención necesaria, pero sin gran esfuerzo de lectura
– Legibilidad aceptable	– Esfuerzo de lectura moderado
– Legibilidad mediocre	– Esfuerzo grande de lectura
– Legibilidad mala	– Esfuerzo muy grande de lectura
(Escala de calidad de legibilidad)	(Escala del esfuerzo de lectura)

La escala de la izquierda se refiere a la legibilidad, la de la derecha al esfuerzo de lectura (se consideró importante que cada texto de las notas fuese explícito). Los valores medios de las notas obtenidas con la escala de esfuerzo de lectura son en general más altos que los obtenidos con la escala de legibilidad y la gama actualmente utilizada por los observadores es más alta en el caso de la escala del esfuerzo de lectura.

En otro experimento [White, 1980 y White, 1981] se utilizó la escala de calidad descrita en el punto 4.1.5.1 de la Recomendación 500 para evaluar tanto la calidad como la legibilidad globales de un texto mecanografiado y transmitido por un sistema de televisión con un tipo de línea y una anchura de banda variables. En cada condición se utilizaron dos modelos, uno de los cuales era más complejo y exacto que el otro, aunque ambos de referían ál concepto de adición de la "escala de degradación", y se observó que ambos reflejaban los efectos combinados de una definición horizontal y vertical limitada. También se efectuaron mediciones de la legibilidad sobre la base de la proporción de caracteres correctamente identificados. Sin embargo, sobre esa base el valor de la legibilidad siguió siendo elevado mientras que el de la calidad permaneció bajo, y resulta evidente que, en general, el primer criterio es menos útil.

En otro estudio [Sallio y Morin, 1981] se efectuaron comparaciones de calidad de funcionamiento y de métodos subjetivos de evaluación empleando textos impresos en papel con caracteres de anchura fija y de anchura variable. Los métodos subjetivos demostraron ser más sensibles. El mismo tipo de estudio se repitió con visualización en la pantalla de un tubo de rayos catódicos, utilizando esta vez únicamente métodos subjetivos. El empleo de estos métodos subjetivos ha permitido obtener resultados sobre los tamaños visualmente ópticos de las matrices fijas y variables.

Por el momento son muy pocos los experimentos realizados en el sector de la televisión sobre la calidad subjetiva de la imágenes alfanuméricas y gráficas; sería muy útil que las administraciones pudieran proporcionar contribuciones sobre este asunto.

3. Contexto de la evaluación

En una contribución reciente [CCIR, 1982-86] se describe un nuevo método de evaluación del servicio. Cuando es posible definir de manera precisa las actividades de los usuarios del servicio estudiado, las estimaciones no se hacen según el método convencional de presentar imágenes y solicitar simplemente estimaciones subjetivas normalizadas (por ejemplo, Recomendación 500). En lugar de ello, los observadores utilizan las imágenes presentadas como si estuvieran utilizando el servicio previsto y todas las evaluaciones se llevan a cabo en este contexto, por ejemplo [Hearty y Treurniet, 1985].

La simulación de la utilización del servicio no excluye el empleo de mediciones subjetivas convencionales, sino que establece, para las evaluaciones subjetivas un contexto más adecuado para el servicio previsto. Por otro lado, puede permitir la utilización de medidas objetivas del comportamiento del observador y el desarrollo de nuevas medidas subjetivas particularmente adecuadas al servicio y a los parámetros que se estudian [Hearty, Treuniet, 1985]. Por último, la simulación establece una base más segura para introducir los resultados de las evaluaciones de laboratorio con carácter general en el servicio estudiado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEARTY, P. J. y TREUNIET, W. C. [1985] Viewers' responses to errors in simulated teletex transmissions. *Human Factors*, 27, 653-663.

SALLIO, P. y MORIN, C. [noviembre de 1981] Lisibilités et nouveaux services. Applications à l'analyse et à l'évaluation d'un paramètre graphique; matrices fixes, matrices variables. Colloque international sur la communication graphique et écrite, Paris.

WHITE, T. A. [1980] Transmission of alphanumerics by television: assessment of typescript by «experts». Proc. 9th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, New Jersey, 24-34.

WHITE, T. A. [1981] Transmission of alphanumerics by television. *Displays*, 2, 295-299.

Documentos del CCIR

[1978-82]: a. ———— 11/259 (Francia).

[1982-86]: 11/387 (Canadá).

SECCIÓN 11E: PLANIFICACIÓN DE LAS REDES DE TELEVISIÓN, RELACIONES DE PROTECCIÓN, RECEPTORES Y ANTENAS DE TELEVISIÓN

INFORME 481

RELACIÓN SEÑAL DESEADA/SEÑAL INTERFERENTE EN TELEVISIÓN

Evaluación subjetiva de múltiples interferencias cocanal

(Cuestión 4/11, Programa de Estudios 4A/11)

(1970)

1. En este Informe se resumen ciertos trabajos realizados en el Reino Unido sobre el efecto subjetivo de una combinación de varias señales cocanal interferentes de niveles constantes, aunque no forzosamente iguales. No se consideran las señales que varían considerablemente en función del tiempo. Se examina el caso de las transmisiones con portadora de frecuencia muy estable (desviación de precisión), pero no los especiales en que las frecuencias portadoras pudieran estar enganchadas en fase.

Las interferencias se clasifican en dos clases: interferencias «en relación» e interferencias «sin relación». La primera contiene las interferencias producidas por trasmisores con control preciso de la frecuencia portadora (del orden de 1 Hz). Las leyes que se proponen para las interferencias «en relación» se aplican a un conjunto de señales interferentes en las cuales:

- las desviaciones de frecuencia con relación a la señal deseada se aproximan a $(n \pm 1/3)$ veces la frecuencia de línea, siendo n un número entero pequeño, pero están ajustados con precisión para que la visibilidad de la interferencia sea mínima;
- o bien las frecuencias de las señales interferentes, distintas de las anteriores, son iguales entre ellas dentro de un margen de algunos hertzios.

Por ejemplo, se puede considerar que las separaciones de precisión iguales a 2/3 y 5/3 de la frecuencia de línea forman parte de la clase «en relación», sin que importe saber si la frecuencia desviada es inferior o superior a la de la señal deseada. De igual forma todas las interferencias debidas a una separación de precisión nula pertenecen a la clase «en relación».

En cambio, todas las interferencias debidas a una separación que no sea de precisión deben considerarse «sin relación». Si están presentes al mismo tiempo señales interferentes «en relación» y señales interferentes «sin relación», hay que comenzar por sumar, según la ley apropiada, todas las clases de señales interferentes «en relación», después de lo cual se pueden sumar todas las clases como si cada una de ellas fuese una señal interferente aislada «sin relación». Para tratar el caso de señales cocanal con distintas separaciones, es conveniente medir las señales interferentes en función de la intensidad de campo protegida, que se define como sigue:

Si R_r: relación de protección en dB aplicable a la $r^{\text{ésima}}$ señal interferente para una determinada degradación subjetiva,

e I_r: nivel de la señal interferente $r^{\text{ésima}}$ (dB(μV/m)),

$P_r = R_r + I_r$, será la intensidad de campo protegida, aplicable a la $r^{\text{ésima}}$ señal interferente (dB(μV/m)).

2. Las interferencias «sin relación» parecen combinarse según una simple ley de suma de potencias:

$$0{,}1\,P = \log_{10} \sum_{r=1}^{r=n} 10^{0{,}1\,P_r} \qquad (1)$$

3. Para las degradaciones de alrededor de 3,5 según la escala indicada en la nota 2 del anexo I al Informe 405, las interferencias «en relación» tienden a seguir una ley diferente. De los limitados trabajos experimentales efectuados hasta ahora parece desprenderse que una ley $V^{3/2}$ (siendo V la tensión) representa el método de combinación por lo menos tan bien como cualquier otra ley. Esta ley puede formularse como sigue:

$$0{,}075\,P = \log_{10} \sum_{r=1}^{r=n} 10^{0{,}075\,P_r} \qquad (2)$$

4. Para ciertos tipos de cálculos, quizá sea fácil aplicar la ley siguiente, que se ha revelado igualmente precisa en los casos estudiados (hasta siete señales interferentes):

$$0{,}1\,P = \log_{10} \left[10^{0{,}1\,P_1} + 2 \sum_{r=2}^{r=n} 10^{0{,}1\,P_r} \right] \qquad (3)$$

en donde P_1 es la intensidad de campo protegida aplicable a la señal interferente más intensa individualmente.

5. Con bajos niveles de interferencia (correspondientes a 2,5 o menos en la escala de defectuosidad de 6 notas), se observa que todos los tipos de señales interferentes, «en relación» o «sin relación», tienden a combinarse según la simple ley de suma de potencias indicada en el anterior punto 2.

BIBLIOGRAFÍA

BBC [1968] Subjective assessment of multiple co-channel television interference. BBC Research Report RA-26.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/135 (Reino Unido).

INFORME 1214

RELACIONES DE PROTECCIÓN EN RADIOFRECUENCIA PARA SISTEMAS DE TELEVISIÓN CON MODULACIÓN DE AMPLITUD DE BANDA LATERAL VESTIGIAL

(Cuestión 4/11)

(1990)

1. Introducción

Se requieren nuevos estudios para completar la información sobre relaciones de protección que figura en la Recomendación 655. Asimismo, se requieren datos adicionales para completar la información sobre relaciones de protección para televisión digital con dos canales de sonido. Se pretende que las partes pertinentes de la Recomendación sean complementadas o completadas en los cinco importantes casos siguientes:

- portadoras de sonido digital,
- relaciones de protección de sonido MA/MF analógico,
- gama de respuesta fuera de canal,
- señal de imagen no deseada que afecta el sonido,
- funcionamiento con portadoras sincronizadas.

Las relaciones de protección indicadas en este Informe son complementarias a las que figuran en la Recomendación 655. Sin embargo, algunas requieren ulterior estudio, particularmente en relación con los diferentes sistemas de televisión.

2. Sistemas de sonido digital

2.1 Características de transmisión

Las características correspondientes a las relaciones de protección se indican en el cuadro I. En el Informe 795 figuran más detalles.

CUADRO I

Características de la señal de sonido digital

Características de la señal de sonido digital	Sistema de televisión	
	I	G, B
Frecuencia portadora de sonido con relación a la frecuencia portadora de imagen del sistema B (MHz)	+6,552	+5,85
Potencia de la señal no modulada referida a la potencia de cresta de la señal de imagen (dB)	-20	-20
Modulación	MDP-4	MDP-4
Velocidad binaria (kbit/s)	728	728
Conformación de la señal de datos global (régimen de decremento % coseno)	100	100

2.2 Relaciones de protección de la señal de sonido

En el cuadro II se muestran las relaciones de protección aplicables a las señales de sonido en la misma frecuencia. Los valores indicados para la señal de sonido analógica se han tomado de la Recomendación 655 y los de la señal de sonido digital se basan en los resultados de cálculos y pruebas en laboratorios realizados en el Reino Unido [CCIR, 1986-90a]. La calidad de la señal de sonido de referencia es de nota 3 para la interferencia troposférica y de nota 4 para la interferencia continua. Las proporciones de bits erróneos de 10^{-4} y 10^{-5} respectivamente se aproximan a estos dos límites de planificación. Se requiere más información para confirmar y completar el cuadro.

CUADRO II

Relaciones de protección de portadoras de sonido (dB)

Deseada \ No deseada		MF/onda continua	MA	Digital
MF	T	32	36*	
	C	39	43*	
MA	T	40	44*	28
	C	50	54*	38
Digital	T		12	12
	C		13	13

* Los valores son 4 dB más altos que en la primera columna (véase el § 6 de la Recomendación 655).

2.3 Relaciones de protección en canales adyacentes y parcialmente superpuestos

2.3.1 Interferencia causada por la portadora de sonido digital inferior adyacente al canal de imagen superior

Pruebas realizadas en el Reino Unido [CCIR, 1986-90a] han demostrado que la recepción de una señal de televisión del sistema I está adecuadamente protegida contra el efecto de una señal de sonido digital en el canal adyacente inferior. Pruebas en servicio real, en sistemas de cables, y en laboratorios realizadas en Suecia [CCIR, 1986-90b, c, d] para los sistemas B y G indican que la situación para estos sistemas B y G sería similar a la del sistema I. Sin embargo, es necesario realizar algunos estudios sobre los receptores, por ejemplo, con filtros FI de tipo LC, para verificar finalmente esta conclusión para el sistema B.

2.3.2 Interferencia causada por la señal de imagen adyacente superior al canal de sonido digital adyacente

Las pruebas realizadas en el Reino Unido establecen que, dentro de los límites normales de planificación, la recepción de la señal de sonido digital no es afectada significativamente por la presencia de una señal de televisión del sistema I en el canal adyacente superior. Las investigaciones efectuadas en laboratorio en Suecia muestran una situación similar para el sistema G. En cuanto al sistema B, aún debe estudiarse a fondo la situación cuando la investigación de la explotación en el canal adyacente en redes de cables indica que cualquier interferencia dependerá en alto grado de la atenuación de la banda lateral residual en el transmisor.

2.3.3 Canales parcialmente superpuestos en la gama de ondas métricas

Mediante cálculos basados en la Recomendación 655 y evaluaciones de laboratorio efectuadas mediante receptores en Finlandia [CCIR; 1986-90e], se ha podido demostrar que la introducción del sonido digital en el sistema B, a un nivel de -20 dB con respecto al de la portadora de imagen, no aumenta la interferencia producida en los receptores D/SECAM, siempre y cuando el nivel de la portadora sonora MF existente se rebaje de -10 dB a -13 dB con respecto a la portadora de imagen. De hecho, los valores de la relación de protección requeridos son unos 2 dB menores que en el caso de una sola portadora sonora MF interferente a un nivel de -10 dB con respecto a la portadora de imagen. Se necesitan ulteriores estudios de otras administraciones.

3. Relaciones de protección fuera de canal

La Recomendación 655 del CCIR no contiene suficiente información sobre la interferencia producida en las señales de televisión por señales no deseadas fuera de canal. Las relaciones de protección indicadas en el § 5 para las situaciones de interferencia por superposición parcial de canales están limitadas a un intervalo de entre -1,25 MHz y + 6 MHz. En el § 3, relativo a las interferencias de canal adyacente, sólo se examinan determinados casos de interferencia producida por señales de televisión.

Uno de los aspectos estudiados ha sido el efecto producido por una señal de onda continua sobre la señal de imagen deseada (en los sistemas B/PAL), para diferencias de frecuencia entre las portadoras deseada y no deseada de entre -9 MHz + 13 MHz. Para las pruebas se utilizaron 14 receptores domésticos fabricados en 1987 en la República Federal de Alemania [CCIR, 1986-90f].

En la Figura 1 se indican los resultados de las mediciones efectuadas para el caso de interferencia continua. Los puntos marcados con un aspa indican los valores medidos para el caso más desfavorable, con desplazamiento sin precisión. En trazo grueso se han marcado las relaciones de protección propuestas cuando la señal deseada se ve afectada por una señal de onda continua.

En el Cuadro III se indican los valores de relación de protección propuestos para los casos de interferencia troposférica y continua producida por una onda continua.

CUADRO III

Relaciones de protección fuera de canal

Señal interferente producida por una onda continua

Diferencia de frecuencias (MHz)	Relación de protección (dB)		
	Continua	Troposférica	Sistemas TV
-14,0	-10	-15	B,D,G,H,I,K,K1, L
-6,0	-10	-15	B,D,G,H,I,K,K1, L
-2,5	+11	+1	B,D,G,H,I,K,K1, L
-1,5	+11	+1	B,D,G,H,I,K,K1, L
-1,25	+40	+32	H,I,K1,L
-1,25	+32	+23	B, D, G, K
+4,8	+53	+45	B,D,G,H,I,K/PAL
+6,2	-2	-12	B,G,H/PAL
+7,3	-2	-12	B,D,G,H,I,K/PAL
+15,0	-2	-12	B,D,G,H,I,K/PAL

Estudios realizados en la República Popular de China [CCIR, 1986-90g] dieron como resultado las relaciones de protección fuera del canal que se muestran en el Cuadro III. Las pruebas se refieren a la interferencia causada por la señal de radiodifusión sonora MF a la recepción de televisión utilizando un receptor D/PAL cuando la señal no deseada está en la gama inmediatamente por encima del canal de televisión. Los valores se basaron en una nota de degradación de 3 y un nivel de señal de televisión deseada de -25 dBm. De acuerdo con los valores, se concluyó que en el caso de misma ubicación de la estación transmisora, la frecuencia portadora del transmisor de radiodifusión MF debía estar separada del extremo superior del canal de televisión deseado en más de 3,2 MHz.

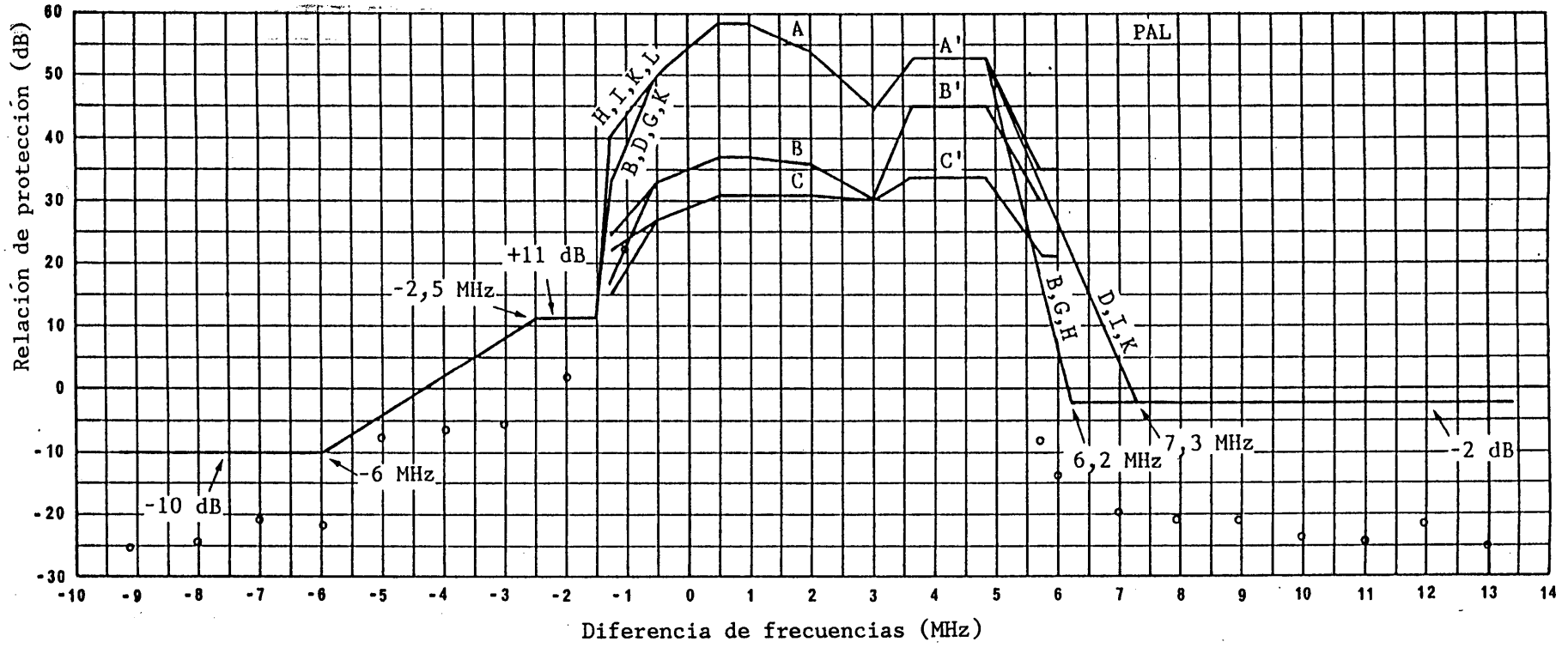


FIGURA 1

Interferencia fuera de canal causada por una onda continua - Interferencia continua

CUADRO IV

Relaciones de protección fuera de canal (D/PAL)

Diferencia de frecuencias con respecto al borde del canal (MHz)	0	0,6	1,25	2,1	3,0
Relaciones de protección (dB)	+7	0	-10	+6	-5

En Francia se han efectuado mediciones análogas para el caso del sistema L [CCIR; 1986-90 h, i]; sin embargo, las mediciones se efectuaron con una señal interferente de TV modulada y la portadora deseada para frecuencias múltiplo de 8 MHz (espaciamiento de canal: 8 MHz). Los resultados se resumen en el Cuadro V.

CUADRO V

Relaciones de protección fuera de canal (sistema L)

Propagación troposférica, relación de potencia imagen/sonido = 10 dB

Canal	Relación de protección (dB) (propagación troposférica)
N-9 (imagen)	-9
N-8 (imagen)	-26
N-5 (espaciamiento FI)	-13
N-4 (espaciamiento FI)	-6
N-2	-21
N-1	-8
N+1 (2)	-6
N+2	-22
N+4	-27

1) Afectada por la falta de linealidad en las etapas de entrada y de mezclado. Al planificar será preciso tener en cuenta la relación de protección más alta resultante . Para el caso crítico de espaciamiento FI haría falta incorporar una nueva sección en la Recomendación 655.

2) Podía aumentarse la relación de protección requerida en caso de que la señal transmisora interferente transporte una señal de teletexto.

Será necesario estudiar más a fondo las relaciones de protección para el caso de interferencia fuera de canal causada por señales moduladas no deseadas (MA, MF, TV y datos). Las señales interferentes con espectro de modulación pueden causar una interferencia aún mayor que las portadoras no moduladas o que las señales de onda continua. Pueden obtenerse unos valores mucho más bajos utilizando receptores provistos de filtros SAW FI.

4. Recepción de sonido entre portadoras MF

En el cuadro XI de la Recomendación 655 se indican valores de relaciones de protección cuando la portadora de sonido de televisión es afectada por una sola señal no deseada dentro de la gama ±250 kHz de la portadora de sonido deseada. En una situación cocanal, la portadora de sonido no deseada afecta directamente a la deseada. Además, la portadora de imagen no deseada produce modulación de fase de la portadora de imagen deseada, lo que da como resultado cierta distorsión del sonido en los receptores que utilizan técnicas de demodulación entre portadoras. En muchos casos, particularmente con desplazamientos de precisión, la relación de protección de sonido requerida puede ser más alta que la relación requerida entre las señales de imagen. En estos casos, al aumentar el desplazamiento de frecuencia en un múltiplo adecuado de 1, 2 ó 3 líneas se disminuirá la relación de protección de sonido requerida en más de 10 dB, permaneciendo inalterada la relación de protección de la señal de imagen.

Se requieren ulteriores estudios sobre diferentes tipos de receptor de diseño moderno. Para poder comparar los resultados deben utilizarse las siguientes condiciones de prueba:

4.1 Señales de televisión deseada y no deseada:

- relación potencia de imagen/potencia de sonido: 10:1
- estabilidad de la portadora: ±500 Hz

4.2 Modulación de la señal deseada

- imagen: nivel de negro
- sonido: sin modulación

4.3 Modulación de la señal no deseada

- imagen: nivel de gris
- sonido: ruido coloreado

4.4 Relación señal/ruido (S/N) de referencia para señales de sonido

- 40 dB (se aproxima a la nota de degradación 3 (T))
- 48 dB (se aproxima a la nota de degradación 4 (C))

donde S/N está ponderada cresta a cresta (Recomendación 468).

En principio deben efectuarse mediciones para determinar si la S/N básica es mayor que estos valores.

Las mediciones requeridas son:

a) S/N de la señal de sonido deseada en ausencia de señal no deseada;

b) relaciones de protección para los siguientes desplazamientos de frecuencia entre las portadoras de imagen deseada y no deseada: 0, 1/3, 2/3, 4/3, 5/3, 7/3, 8/3, 10/3 y 11/3 de la frecuencia de línea.

5. Funcionamiento con portadoras sincronizadas

Pruebas en servicio real y en laboratorios realizadas en Japón [CCIR, 1986-90j] han mostrado que los sistemas de televisión de portadoras sincronizadas permiten una reducción de la interferencia cocanal similar a la que se logra mediante la utilización de técnicas de desplazamiento de precisión, cuando se transmite el mismo programa de televisión. Se halló que las relaciones señal deseada/señal no deseada de 28 dB y 38 dB respectivamente corresponden a las notas de degradación 3,5 y 4,5.

La interferencia cocanal entre transmisores con portadoras sincronizadas aparece como una imagen fantasma. Durante las pruebas no se observó degradación de la calidad de la imagen cuando la diferencia de frecuencia entre ambas portadoras de imagen fue inferior a 0,2 Hz y/o la fluctuación de fases fue inferior a 20 grados. La utilización de técnicas de portadoras sincronizadas simplifica la introducción de nuevos transmisores y estaciones reemisoras en las redes existentes.

Puede observarse cierta degradación cuando se produce la fluctuación de fase, por ejemplo, el balanceo de la antena debido a fuertes vientos. Sin embargo, las pruebas en servicio real muestran que es técnicamente factible mantener la diferencia de frecuencia y de fase dentro de la gama de 0,2 Hz y 20 grados. La televisión con portadoras sincronizadas está funcionando en el Japón desde 1987. Es necesario continuar los estudios en este campo, especialmente para el caso de diferentes programas de televisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/42 (Reino Unido); b. 11/47 (Suecia); c. 11/53 (Suecia); d. 11/45 (Suecia); e. 11/415 (Finlandia); f. 11/619 (GIT 11/5); g. 11/131 (República Popular de China); h. 11/464 (Francia); i. 11/465 (Francia); j. 11/424 (Japón).

INFORME 478-2

IMÁGENES FANTASMA EN TELEVISIÓN

(Cuestión 6/11, Programa de Estudios 6A/11)

(1970-1986-1990)

1. Radiación secundaria desde mástiles próximos a las antenas de emisión

Cuando una antena transmisora de televisión está demasiado próxima a otras estructuras de antena, pueden producirse, en gran parte de la zona de servicio, imágenes «fantasma» desplazadas con relación a la imagen deseada, debidas a reflexiones en otro mástil. Estas imágenes «fantasma» pueden calificarse de «imágenes fantasma permanentes», ya que, por lo general, no pueden reducirse, aprovechando la directividad de la antena receptora, salvo en las inmediaciones de la estación transmisora. Se distinguen, pues, de las «imágenes fantasma locales» que sólo pueden ver los telespectadores situados en la proximidad de estructuras reflectoras de grandes dimensiones, y que a veces pueden reducirse empleando una antena receptora directiva adecuadamente orientada.

Se ha estimado que, en buenas condiciones de visión, las «imágenes fantasma» producirán una degradación despreciable con una relación de 32 dB o más entre las señales directas y reflejadas. Este valor se aplica cuando la diferencia en el tiempo de propagación es de 2 μs o más; puede ser inferior para diferencias de tiempo menores [CCIR, 1966-69; Mertz, 1953].

Los estudios teóricos y los trabajos experimentales realizados [Allnatt y Prosser, 1965; Hill, 1964] han demostrado que, cuando la estructura reflectora es por lo menos tan elevada como la antena, el nivel de las señales reflejadas disminuye unos 3 dB cada vez que se duplica la separación entre los mástiles. En las Bandas I y III, esta variación puede modificarse mucho como consecuencia de la reflexión en el suelo, que puede incrementarla, o reducirla, hasta en 6 dB.

En el cuadro I se indican, en kilómetros, para diferentes frecuencias y distintos tipos de mástil, las distancias a las cuales la relación entre las señales directa y reflejada es de 32 dB, haciendo caso omiso de las reflexiones en el suelo. Se supone que la altura del mástil reflejante excede, por lo menos, en 60 m a la de la antena transmisora.

CUADRO I

Frecuencia (MHz)	50		200		800	
Polarización	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Mástil cilíndrico de 3 m de diámetro	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2
Mástil de celosía de sección triangular de 3 m de lado; orientación menos favorable	1,5	2,4	1,5	0,9	2,4	2,4
Mástil de celosía de sección cuadrangular de 2,5 m de lado; orientación menos favorable	2,4	2,4	2,9	1,2	1,7	1,7

El diagrama de radiación horizontal de la antena transmisora modifica la relación señal directa/señal reflejada.

2. Efectos de la propagación por trayectos múltiples

En India se han realizado experimentos [CCIR, 1982-86a] para determinar las relaciones de protección apropiadas para imágenes de televisión con imágenes «fantasma» positivas retardadas 0,4, 0,8 y 1,4 µs. En el cuadro II se resumen los resultados de las evaluaciones para las notas medias de opinión 4 y 5. En cada caso los valores de opinión del 90% son aproximadamente 4 dB más altos.

CUADRO II

Nota de degradación (Rc. 500)	Relación de protección (dB) correspondiente a un retardo de:		
	0,4 µs	0,8 µs	1,4 µs
5	18	26	30
4	12	18	20

Se comprobó que los resultados para televisión en color y monocroma apenas difieren. Asimismo, la utilización de imágenes animadas o fijas tiene poco efecto sobre las evaluaciones.

3. Métodos de predicción de imágenes fantasma

En Canadá se ha desarrollado un método matemático para predecir el retardo y la amplitud de las imágenes fantasma [CCIR, 1982-86b]. Este método se aplica sobre todo a las bandas de ondas métricas. No obstante, se propone una corrección adecuada para las bandas de ondas decimétricas.

El método incluye además una predicción de la calidad de la imagen resultante, de acuerdo con la escala de cinco notas del CCIR utilizada en la Recomendación 500, basada en mediciones subjetivas efectuadas en Canadá con señales que contenían imágenes fantasma de amplitud y retardo temporal variables. Sin embargo, algunas de estas predicciones de calidad no muestran una buena correlación con las que figuran en el Informe 960, siendo de desear por tanto, un estudio ulterior al respecto. No están definidas las condiciones bajo las cuales se llevaron a cabo las pruebas subjetivas en Canadá, por lo que la interpretación de los resultados de dichos programas de prueba debería efectuarse con cierta prudencia.

4. Anulación de imágenes fantasma

En un sistema de televisión de calidad mejorada introducido en Japón se utiliza una técnica de rechazo de imágenes fantasma basada en la transmisión de una señal de referencia insertada en una línea en cada intervalo de supresión de trama [CCIR, 1986-90]. Si los receptores de televisión están provistos de igualadores de forma de onda automáticos, utilizando la señal de referencia es posible reducir considerablemente las degradaciones de las imágenes fantasma derivadas de ecos múltiples adelantados o retrasados en un período de 45 µs.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLNATT, J. W. y PROSSER, R. D. [marzo de 1965] Subjective quality of television pictures impaired by long-delayed echoes. *Proc. IEE*, Vol. 112, 3, 487-492.

HILL, P. J. [diciembre de 1964] Measurements of re-radiation from lattice masts at VHF. *Proc. IEE*, Vol. 111, 12, 1957-1968.

MERTZ, P. [mayo de 1953] Influence of echoes on television transmission. *JSMPTE*, Vol. 60, 572-596.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/3 (Reino Unido).

[1982-86]: **a.** 11/133 (India); **b.** 11/380 (Canadá).

[1986-90]: 11/421 (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

KNIGHT, P. [enero de 1967] Re-radiation from masts and similar obstacles at radio frequencies. *Proc. IEE*, Vol. 114, 1, 30-42.

INFORME 1084

RELACIONES DE PROTECCIÓN PARA LAS SEÑALES DE DATOS DIGITALES MULTIPLEXADAS CON LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN

(1986)

1. Introducción

La Recomendación 655 no contiene valores que correspondan a las relaciones de protección cuando la señal deseada es una señal de datos digitales multiplexada con la señal de televisión.

Este Informe expone un criterio de interferencia adaptado a esa clase de señal y evalúa las relaciones de protección cuando la emisión interferente está situada en uno de los canales adyacentes al canal deseado, en el canal imagen o en un canal parcialmente superpuesto.

2. Criterio de interferencia

En la recepción de datos digitales, no se puede evaluar la repercusión de una interferencia con la escala de cinco notas que figura en la Recomendación 500, ni tampoco con los criterios de degradación de las imágenes de teletexto mediante la escala de cuatro notas que se propone en el Informe 956 (parte II); en realidad, basta con una disminución de pocos decibelios de la relación señal deseada/señal interferente para que la calidad pase de la máxima a la mínima nota. Una relación determinada de la señal deseada/señal interferente en una zona geográfica, determina el porcentaje de usuarios de la zona para los cuales la recepción será imposible. Por eso, el criterio de interferencia tiene que estar relacionado con la proporción de bits erróneos (BER) y con su distribución geográfica.

Se puede considerar que una BER inferior a 10^{-4} (aproximadamente un error por página en el sistema A de teletexto) permite una recepción satisfactoria y que la degradación causada por una emisión interferente equivale a un determinado aumento del nivel de ruido en la entrada de radiofrecuencia del receptor de televisión. Se determina el criterio de interferencia eligiendo el aumento equivalente del nivel de ruido.

Las curvas de la fig. 1 representan los resultados de los estudios estadísticos anteriores [Blineau y otros, 1980], a título indicativo, y señalan la distribución geográfica de la BER que corresponde a una señal del sistema A de teletexto en los dos casos siguientes:

- A : Región montañosa, receptor de TV con detección de envolvente, receptor de teletexto de buena calidad.
- B : Región urbana, receptor de TV con detección cuasisíncrona, receptor de teletexto de buena calidad.

Se ha indicado en esas curvas, para las dos condiciones de medición, el aumento de la BER equivalente a un aumento equivalente del nivel de ruido de 1 dB y de 3 dB.

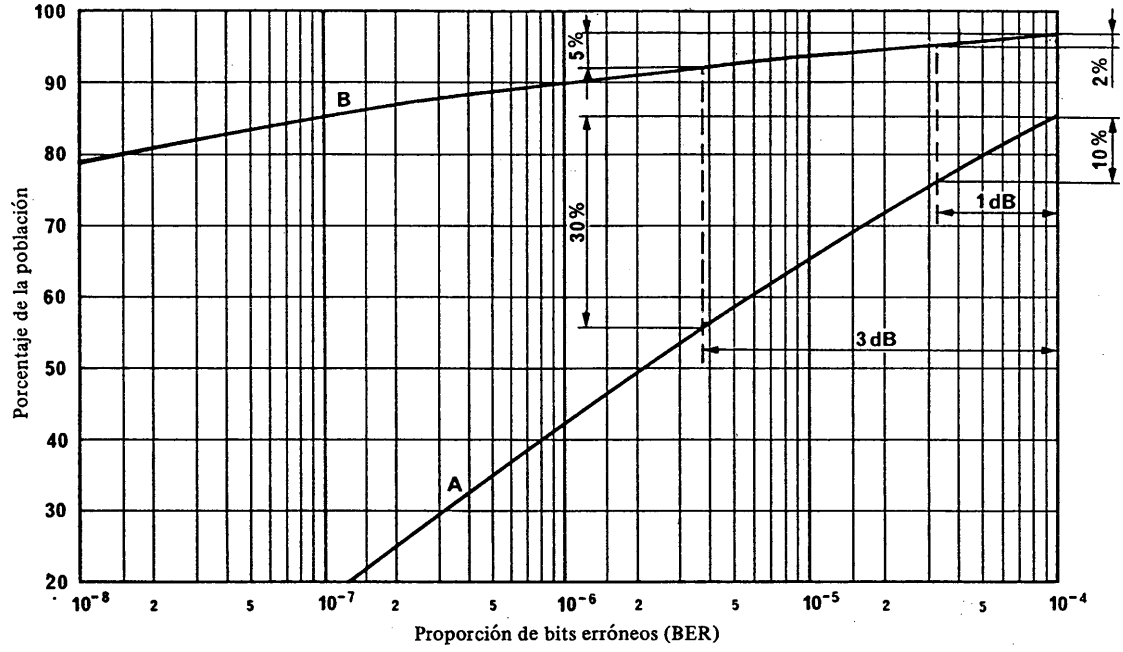


FIGURA 1 – *Distribución de la proporción de bits erróneos: Porcentaje de la población que obtiene una proporción de bits erróneos inferior a un valor determinado*

En una primera aproximación, parecería que un aumento equivalente de 1 dB equivale a una pérdida de recepción del 2% al 10% de los usuarios, mientras que un aumento equivalente de 3 dB significa una pérdida de recepción del 5% al 30% de los usuarios, dependiendo de la zona y de las características del receptor de televisión.

Por consiguiente, se consideraron dos criterios de interferencia: Un criterio riguroso (aumento equivalente del ruido = 1 dB), aplicable ante todo en las zonas donde es difícil la recepción, y un criterio menos severo (aumento equivalente del ruido = 3 dB) aplicable en las zonas donde la recepción no plantea problemas.

Nota. – La distinción entre interferencia troposférica e interferencia continua no es aplicable. La relación entre el nivel de una interferencia tolerable durante el 1% al 10% del tiempo (BER verosímilmente comprendida entre 10^{-3} y 10^{-4}) y el de una interferencia tolerable durante el 50% del tiempo (BER verosímilmente inferior a 10^{-5}) es de sólo 2 a 3 dB.

3. Relaciones de protección de las señales de datos digitales

Los valores que corresponden a las relaciones de protección que figuran en este punto se basan en el método descrito en el § 2 y se refieren a las señales del sistema A de teletexto multiplexadas con una señal de televisión de norma L/SECAM. Es preciso llevar a cabo nuevos estudios sobre otros tipos de señales.

Dichos valores figuran en el cuadro I (la emisión interferente es una emisión de norma L) y en la fig. 2 (la emisión interferente puede ser una onda continua (Curva A'), una emisión TV de norma L (Curva B'), o una señal del sistema A de teletexto con duración de una trama completa (Curva C')). Guardan relación con un criterio de interferencia riguroso (aumento equivalente del ruido = 1 dB). Un criterio de interferencia menos severo (aumento equivalente del ruido = 3 dB) se traduce por valores inferiores en 5 dB aproximadamente.

CUADRO I

Posición de la emisión interferente	Canal imagen	Canal adyacente inferior	Canal adyacente superior
Relación de protección para las señales de datos (dB)	−22	−17	−16

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

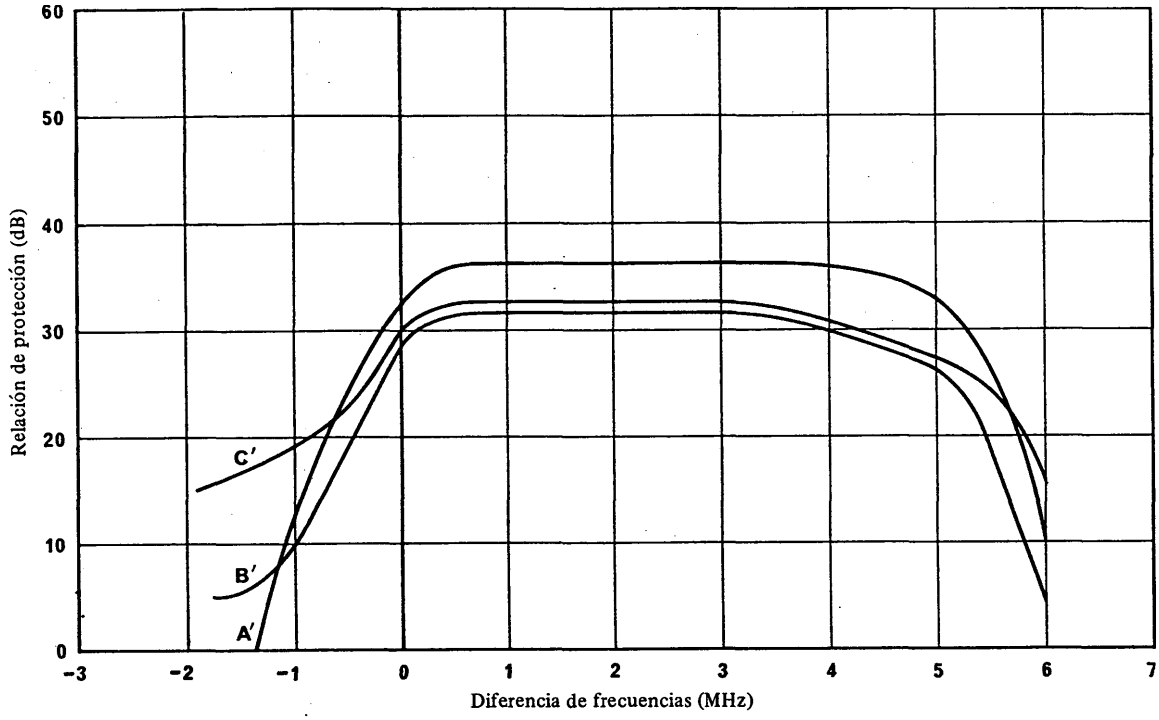


FIGURA 2 – *Relaciones de protección de las señales de teletexto, sistema A*

4. Comparación con las relaciones de protección para las señales de televisión

El cuadro II y la fig. 3 establecen una comparación entre las relaciones de protección para las señales de televisión de norma L/SECAM (Recomendación 655) y para las señales de datos digitales (aumento equivalente del ruido = 1 dB).

– Interferencia causada por el canal imagen o por los canales adyacentes:

La disminución de las relaciones de protección se debe en parte a la mejora de la selectividad de los receptores de televisión (la Recomendación 655 tiene en cuenta los receptores antiguos que no pueden recibir las señales de datos).

– Interferencia en canales parcialmente superpuestos:

Las relaciones de protección son comparables o incluso superiores en el caso de las señales de datos digitales cuando se aplica un desplazamiento de frecuencia.

CUADRO II

Posición de la emisión interferente	Canal imagen	Canal adyacente inferior	Canal adyacente superior
Relación de protección para una emisión de televisión de norma L (dB)	0	+17	−12

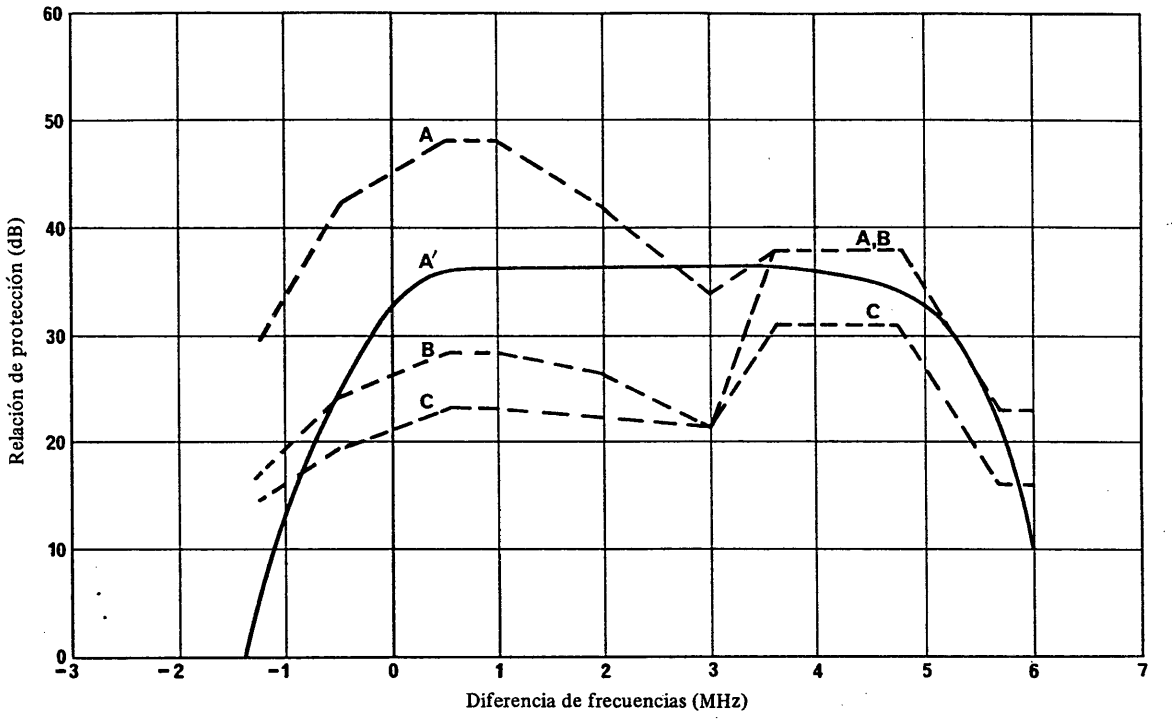


FIGURA 3 – *Relaciones de protección de la señal televisión (Norma L) y de una señal de sistema A de teletexto (señal interferente: onda continua)*

Curvas A: Ausencia de control
A': Sistema A de teletexto
B: Mejor desplazamiento de frecuencia sin precisión
C: Mejor desplazamiento de frecuencia con precisión

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLINEAU, J., DUBLET, G., NOIREL, Y. y VARDO, J. C. [1980] DIDON. Diffusion de données par paquets – état de la technique. Numéro Spécial de *Radiodif.-Télév.*, 3-80, CCETT.

BIBLIOGRAFÍA

FROSSARD, D. y GILLES, M. [noviembre-diciembre de 1985] Rapports de protection pour les signaux DIDON. *Radiodif.-Télév.*, **90**, 2-9.

INFORME 625-4

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES DE TELEVISIÓN Y DE LAS ANTENAS RECEPTORAS FUNDAMENTALES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS

(Cuestión 26/11, Programa de Estudios 26A/11)

(1974-1978-1982-1986-1990)

1. Introducción

Muchas de las características de los receptores de televisión se determinan a la vez por su definición, su método de medición y los valores numéricos normalmente medidos en la práctica. En la Cuestión 26/11 y en el Programa de Estudios 26A/11 se solicita el estudio de las principales características útiles para las actividades de planificación.

En el punto 4 del presente Informe se incluye un cuadro de tales características y se propone recoger los valores numéricos medios más recientes.

La calidad de la imagen y del sonido recibidos depende de las características de todo el sistema de transmisión, desde el estudio hasta la pantalla o el altavoz del receptor. En todo ese conjunto, los parámetros principales del receptor de televisión, distintos de los utilizados inicialmente en el plan de frecuencias, pueden presentar considerable interés. El CCIR ha reunido ya una cantidad considerable de valores numéricos que se recogen en diferentes Recomendaciones e Informes pero que han quedado anticuados debido a la evolución de la técnica de los receptores.

La definición de la característica considerada, el método de medición que se utilice y la presentación de los resultados de los cuadros I, V, VI y VII proceden, en la medida en que de ellos se dispone, de las Publicaciones 107-1, 107-2, 597-2 y 597-4 de la CEI.

En efecto, es sumamente importante que las definiciones de las características del receptor consideradas por el CCIR no estén en contradicción con las del CEI. En caso necesario, ambas organizaciones deben tomar medidas para resolver esas contradicciones.

Además, se llama la atención sobre la importancia que tiene la participación efectiva de los representantes del CCIR en los trabajos de la CEI, especialmente en materia de definiciones y métodos de medición de las características de los receptores de televisión (Subcomité 12A). Tal información es importante para la planificación y para obtener una calidad satisfactoria del sistema de televisión en su conjunto, desde la fuente de imagen hasta el receptor.

Además de las características mencionadas, las relativas a las interferencias provocadas por los receptores de televisión deben conformarse a las recomendaciones pertinentes del CISPR.

2. Categorías de receptores

2.1 Un estudio global de la calidad de las imágenes deberá tomar en consideración la categoría de los receptores que se utilicen en el sistema de radiodifusión previsto.

Se propone que los datos que se recojan en el marco del presente Informe se refieran únicamente a los valores medios de cada una de tales características, con relación a receptores representativos de una buena concepción técnica, normal en el país considerado. Con esta disposición se pretende evitar que, a la hora de definir las futuras normas de planificación, los valores extremos de funcionamiento de ciertos modelos de receptores ejerzan una influencia exagerada.

Pueden definirse receptores de referencia (véase el punto 4.4) teniendo en cuenta tales valores medios y, eventualmente, sus modificaciones oportunas (Informe 805).

2.2 *Receptores para radiodifusión directa por satélite*

En el Informe 473 se recogen los resultados de numerosos estudios sobre características de los receptores de radiodifusión por satélite.

3. Antenas receptoras

Los valores numéricos de las características de las antenas, contenidos en la Recomendación 419 y en los Informes 122 y 482 se refieren a las antenas *in situ*. Sólo deben recogerse los datos relativos a la directividad, a la ganancia hacia adelante y a la discriminación debida a la polarización ortogonal de las antenas probadas en las condiciones ideales de una estación de prueba apropiada.

Las definiciones necesarias y los métodos de medición se recogen en las Publicaciones 597-1 y 597-2 de la CEI.

4. Principales características necesarias para la planificación

4.1 *Lista de estas características*

CUADRO I

N.º	Características	Publicación 107-1 de la CEI			Observaciones
		Definición	Método de medición	Presentación de los resultados	
1	Sensibilidad limitada por el ruido	art. 105 y 109	art. 110	Para una relación señal cresta a cresta de luminancia/ruido no ponderado de 30 dB	Valor más desfavorable en cada una de las bandas de radiodifusión
2	Relaciones de protección	Véase el punto 4.3 de este Informe			
3	Atenuación de la portadora adyacente de imagen	art. 136	art. 137	art. 138	Valor más desfavorable en cada una de las bandas de radiodifusión
4	Atenuación de la portadora adyacente de sonido	art. 136	art. 137	art. 138	
5	Atenuación del canal imagen	art. 146	art. 147	art.138	
6	Atenuación de frecuencia intermedia	art. 144	art. 145	art. 138	
7	Posición del oscilador	Infradina o supradina			
8	Tolerancia de sintonización	art. 47	art. 48	art.51	En función del tiempo
9	Radiación de los receptores	Según la Recomendación Nº 24/2 del CISPR			
10	Sensibilidad del receptor a interferencias exteriores	En estudio			Señales interferentes que no entren por la antena
11	Valores de la frecuencia intermedia	Véase el cuadro II			Para la determinación del valor de la frecuencia intermedia, véase el ejemplo dado en el Doc. 44 de la Conferencia africana de radiodifusión, Ginebra, 1963

4.2 *Ejemplos de frecuencias intermedias para receptores de televisión*

CUADRO II

N.° de líneas del sistema	País	Sistema (5)	Limites del canal en frecuencia intermedia (MHz)	Valores de la frecuencia intermedia (MHz) (6)	
				Sonido	Imagen
525	Estados Unidos de América	M	41 a 47 (1)	41,25	45,75
525	Japón	M	54 a 60 (2) (4)	54,25	58,75
625	España Noruega Países Bajos República Federal de Alemania Suecia Suiza Italia Yugoslavia	B, G	33,15 a 40,15	33,40	38,90
	URSS y algunos países miembros de la OIRT	D, K	31,25 a 39,25	31,50	38,00
	República Popular de China	D			
	Francia	L	31,00 a 39,50	39,20 (3)	32,70 (3)
	Reino Unido	I	33,25 a 41,25	33,50	39,50
	Países de África	K1	33.45 a 41,45 33,15 a 40,15 31,00 a 39,50	33,70 33,40 39,20	40,20 39,90 32,70

(1) Según la Norma de la Electronic Industries Association, Recomendación N°. 109 C.

(2) Bandas protegidas.

(3) Según la Recomendación Nº 103 del Sindicato de Constructores de Aparatos de Radiorrecepción y Televisión (SCART). En la Banda I se utiliza una doble transposición.

(4) Receptores de televisión para todos los canales (ondas métricas y decimétricas).

(5) Véase el anexo I al Informe 624.

(6) Habitualmente, la frecuencia del oscilador local está por encima. En los casos en que está por debajo, la frecuencia intermedia de la imagen es inferior a la frecuencia intermedia del sonido.

La multiplicidad de valores de la frecuencia intermedia provoca un aumento del costo de los receptores, sobretodo de los destinados a las regiones fronterizas de países que utilizan normas de radiofrecuencia diferentes.

La recepción de programas de televisión de normas diferentes puede requerir hasta cinco pares de valores de frecuencia intermedia y, por consiguiente, otros tantos tipos de receptores multinormas.

4.3 *Relaciones de protección en radiofrecuencia* (véase el N.º 2 del cuadro I)

La relación de protección, como parámetro para la planificación de frecuencias, se define como la relación entre los niveles de las señales deseada e interferente a la entrada del receptor, necesaria para producir un grado especificado de degradación de la imagen (o del sonido). En general, la relación de protección no puede obtenerse mediante mediciones objetivas de los parámetros utilizados normalmente para definir las características del receptor, tales como la selectividad, la saturación a la entrada, etc., pero puede obtenerse mediante pruebas subjetivas hechas de acuerdo con la Recomendación 500. El valor dependerá, entre otras cosas, de la naturaleza de la señal deseada (blanco y negro, PAL, SECAM, etc.), del tipo de señal interferente (televisión, sonido, onda continua pura, etc.) y de la separación de frecuencia. Las pruebas se harán sobre los tipos de interferencias descritos en la Recomendación 655, excepto en el caso de la interferencia cocanal.

La información debiera presentarse en forma de gráficos y/o valores numéricos que indiquen la relación de protección observada para la interferencia evaluada con la nota de degradación 4 «perceptible, pero no molesta» (Recomendación 500), en función de la separación de frecuencia entre las señales deseada e interferente para cada tipo de señal interferente. Debiera indicarse el grado de subordinación de la relación de protección al nivel de la señal deseada en razón de la no linealidad de las etapas de entrada. Los gráficos deben cubrir las separaciones de frecuencia entre 0 y 1 ó 2 veces la anchura del canal por encima y por debajo de las frecuencias de la señal deseada.

Para la planificación de frecuencias, los valores de relación de protección obtenidos de esta manera se modifican a fin de tener en cuenta el grado de degradación admisible y el porcentaje de tiempo que dure la degradación. A tal fin es muy útil disponer de observaciones adicionales para más de un grado de degradación.

Las relaciones de protección para la interferencia del canal imagen revisten también importancia con relación a algunos aspectos de la planificación internacional de frecuencias y deben consignarse.

Las relaciones de protección necesarias para la respuesta fuera del canal de los receptores puede determinarse mediante comparación subjetiva directa con la respuesta dentro del canal [Price, 1981].

4.4 Características de los receptores de referencia

Para conseguir las relaciones de protección especificadas en la Recomendación 655, los valores de intensidad de campo mínima de la Recomendación 417 y respetar las limitaciones de la planificación de frecuencias enunciadas en el Informe 1086, hay que ajustarse a los valores indicados en el cuadro III para los receptores de referencia para diferentes sistemas de transmisión.

Como la tecnología de receptores avanza rápidamente, se invita a las administraciones a que estudien toda mejora de los parámetros de planificación que pueda resultar de unas características mejoradas del receptor.

CUADRO III

Características de los receptores de referencia

Punto	Característica	Texto del CCIR conexo	Sistemas							
			B, G		L		D/PAL		I	
			VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF
1.	Sensibilidad limitada por el ruido (dBm)	Rc. 417	-61	-58	-61	-58	-61	-58	-61	-58
2.	Atenuación de la portadora adyacente de imagen (dB)[1]	Rc. 655	40	40	40	40	40	40	40	40
3.	Atenuación de la portadora adyacente de sonido (dB)[1]	Rc. 655	40	40	45	45	30	30	43	43
4.	Atenuación de la frecuencia de imagen (dB)	Rc. 655		40		40	45	40		50
5.	Atenuación en la frecuencia intermedia (dB)	I. 1086	35	50	30	50	45	40	35	50
6.	Posición del oscilador	I. 1086	ALTA	ALTA	BAJA[4]	BAJA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
7.	Nivel del oscilador local del receptor (dBm)[2] - Fundamental - Armónicos	I. 1086	-49[5] -57[5]	-43[5]	-63 -63	-55			-49[5] -57[5]	-43[5]
8.	Nivel de entrada máxima (dBm) limitado por distorsión de transmodulación e intermodulación[3]	Rc. 655 I. 805	-10	-10	-10	-10	-8,8	-8,8	-10	10

[1] Se ha supuesto un nivel de entrada de unos 3 mV en el receptor.

[2] En el colector de la antena.

[3] Se han supuesto los siguientes valores limitativos:

-30 dB (de visión a sonido)
-40 dB (de sonido a visión)

(véase la Publicación 107-1 de la CEI).

[4] ALTA en la Banda I.

[5] Estos valores están recomendados por el CISPR (Publicación 13) y pueden ser mejorados. Por ejemplo, en los textos pertinentes de CENELEC, -63 dBm es un valor límite común para los niveles de la frecuencia fundamental y para los armónicos en las bandas de ondas métricas y decimétricas, aunque hasta el 1 de enero de 1992 se aplicará a los niveles de la frecuencia fundamental en ondas decimétricas un valor de -55 dBm. En la República Federal de Alemania, el valor recomendado es de -65 dBm en las bandas de ondas métricas y decimétricas, tanto para la frecuencia fundamental como para los armónicos.

Los valores indicados en el cuadro III para la sensibilidad limitada por el ruido son compatibles con los valores de intensidad de campo mínima que se indican en la Recomendación 417. Los valores de ganancia de antena y de atenuación del cable figuran en el cuadro IV.

CUADRO IV

	Banda I	Banda III	Banda IV	Banda V
Intensidad de campo mínima, dB (μV/m)	47	53	62(2)	67(2)
Ganancia de la antena, dB	3,5	7,5	10	12
Atenuación causada por el cable, dB	1	1,5	3	4,5
Factor de conversión del dipolo(1), dB	2	13	20,5	25

(1) 20 log $2\pi/\lambda$.

(2) Para los sistemas de 625 líneas (OIRT) deben aumentarse los valores indicados en 2 dB.

Si se utilizan receptores con valores de ruido mejores, preamplificadores de bajo ruido o antenas con una ganancia más elevada, los valores de intensidad de campo mínima pueden ser considerablemente inferiores, según se indica en el Informe 409.

5. Resultados

5.1 Los valores numéricos que figuran en los cuadros V y VII son valores medios tomados de series importantes de mediciones objetivas, de conformidad con las Publicaciones 107 y 138 de la CEI. Se ruega a las administraciones que revisen los valores numéricos de los cuadros V y VII para determinar si esos valores son válidos cuando se efectúan las mediciones conforme a las nuevas versiones de las Publicaciones arriba mencionadas, es decir, las Publicaciones 107-1 y 597-2. Se insta a las administraciones a que efectúen las mediciones que puedan ser necesarias para actualizar en consecuencia dichos valores.

Los cuadros siguientes constituyen un ejemplo de la forma de reunir los valores numéricos de las características.

5.2 *Características principales*

CUADRO V

Número	Característica	País					
		Italia	Reino Unido [1]				
1	Sensibilidad limitada por el ruido (dBm) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	[2] [3] −60 −60 −55	 −65				
2	Relaciones de protección (dB) Bandas de radiodifusión I, III, IV/V 12 GHz	Véase la Rc. 655					
3	Atenuación de la portadora adyacente de imagen (dB) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	[4] −40 −40 −40	 −56				
4	Atenuación de la portadora adyacente de sonido (dB) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	[4] −40 −40 −40	 −43				
5	Atenuación de la frecuencia imagen (dB) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	[5] −50 −50 −44	 −51				
6	Atenuación en la frecuencia intermedia (dB) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	[6] −40 −50 −50	 −47				
7	Posición del oscilador Bandas de radiodifusión I, III, IV/V 12 GHz	Supradina	Supradina				

Véanse las notas al final del cuadro V.

CUADRO V *(continuación)*

Número	Característica	País					
		Italia	Reino Unido (1)				
8	Tolerancia de sintonía (kHz) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	± 350 ± 350 ± 350 (7)	± 50 (8)				
9	Radiación del receptor (9) Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	(9)	(9)				
10	Sensibilidad del receptor a interferencias exteriores Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz						
11	Valores de la frecuencia intermedia Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	Véase el cuadro I (N.° 11)	(Véase el cuadro I)				

(1) Las características siguientes corresponden a los receptores de televisión en color, sistema I [CCIR, 1974-78].

(2) Para una relación señal luminancia/ruido no ponderado de 30 dB y un nivel de salida normalizado.

(3) Publicación 107 de la CEI, artículo 3.3.2.

(4) Publicación 107 de la CEI, artículo 4.2.

(5) Publicación 107 de la CEI, artículo 4.5.2.

(6) Publicación 107 de la CEI, artículo 4.4.2.

(7) La tolerancia de sintonización puede reducirse a ± 50 kHz si el aparato de televisión dispone de un decodificador de teletexto. Esta tolerancia de sintonización puede conseguirse utilizando un control automático de frecuencia o un sintetizador de frecuencias.

(8) Con control automático de frecuencia.

(9) Véase la Recomendación N.° 24/3 (1970), del CISPR.

Nota. – En lo sucesivo, las mediciones deberán efectuarse conforme a la versión revisada, es decir, conforme a la Publicación 107-1 de la CEI. Las nuevas referencias de pie de página serán las siguientes:

(3) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 110.

(4) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 137.

(5) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 147.

(6) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 145.

6. Datos relativos a la estación receptora

En este punto figuran datos sobre antenas de televisión típicas.

6.1 *Características de las antenas*

En el cuadro VI figuran las características de las antenas que se han de considerar para la recepción de los diferentes canales. Este cuadro contiene las referencias a las publicaciones pertinentes de la CEI.

CUADRO VI

Características	Definición	Método de medición Publicación 597-2 de la CEI	Observaciones
Número de elementos	Véase la nota 1		
Impedancia (ohmios)	Publicación 597-1 de la CEI		
Ganancia en la banda nominal (dB)	Publicación 597-1 de la CEI	art. 3.2 y 5.1	Con relación al dipolo de media longitud de onda
Banda de paso (MHz)	Deducida de la característica anterior Tolerancia en cada canal utilizable, ± 2 dB		
Diagrama de directividad	Publicación 597-1 de la CEI	art. 3.3	
Abertura angular (grados)	Medida en el lóbulo principal del diagrama de directividad, con una atenuación de 3 dB con relación al máximo		
Atenuación del lóbulo posterior, con relación al lóbulo principal	Medida en el diagrama de directividad (dB)		
Atenuación para la polarización ortogonal (dB)	Medida según la nota 2 con una emisión polarizada linealmente		

Nota 1. — En una antena de tipo Yagi, los elementos radiantes son conductores destinados a ser excitados por la emisión deseada.

Se distinguen:

- el «elemento alimentado» que suministra por sus dos bornes de salida, la señal radioeléctrica deseada;
- los «directores» que se encuentran entre el elemento principal y el transmisor que se ha de recibir;
- los «reflectores» que se encuentran detrás del elemento principal.

Otros tipos de antenas pueden comprender sistemas de conductores planos o diédricos. En este caso, se hará una breve descripción de ellos.

Nota 2. — La atenuación para la polarización ortogonal sigue todavía en estudio por la CEI. En espera de que la CEI colme esta laguna, se utilizará el montaje que sirve para medir el diagrama de directividad o la ganancia, y se medirá la atenuación haciendo girar 90° la polarización relativa entre la emisión y la antena.

Nota 3. — Para cada canal que se pueda recibir, se expresará la ganancia con relación al dipolo de media longitud de onda.

6.2 *Resultados*

Los valores típicos de las características enumeradas en el cuadro VI se indican en el cuadro VII.

CUADRO VII

Características		País									
		Francia									
Número de elementos Bandas de radiodifusión	I	2	4								
	III	3	10								
	IV/V	8	22								
Impedancia (1) (ohmios) Bandas de radiodifusión	I	75	300								
	III	75	300								
	IV/V	75	75								
Ganancia en la banda nominal (dB) Bandas de radiodifusión	I	4(3)	8(3)								
	III	5	12								
	IV/V	10	16								
Banda de paso (MHz) Bandas de radiodifusión	I	11	8								
	III	15	15								
	IV/V	80	80								
Abertura angular Bandas de radiodifusión	I	59(3)	52(3)								
	III	58	36								
	IV/V	46	26								
Atenuación del lóbulo posterior (dB) Bandas de radiodifusión	I	10	16								
	III	>20	32								
	IV/V	>20	>22								
Atenuación para la polarización ortogonal (dB) (2) Bandas de radiodifusión	I	15	20								
	III	20	>20								
	IV/V	>20	>20								

(1) Los valores nominales de 300 ohmios se han referido al valor nominal del sistema de antenas utilizado.

(2) De acuerdo con la nota (2) del cuadro VI, son aún necesarios estudios complementarios sobre este asunto. Sin embargo, la protección frente a una onda de polarización lineal, cuyo plano de polarización sea perpendicular al de la antena, debiera ser superior a 20 dB. Este límite sólo se aplica a la recepción por el lóbulo principal de la antena.

(3) En la banda I (parte inferior de la banda de ondas métricas), el valor muy elevado de la relación $\Delta f/f$ hace más significativos los valores típicos medidos en las frecuencias de las portadoras de imagen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRICE, H. M. [1981] Mesures de la réponse hors canal de récepteurs de télévision grand public. *Rev. de l'UER* (Technique), **188**, 170-180.

Documentos del CCIR

[1974-78]: 11/55 (Reino Unido).

BIBLIOGRAFÍA SOBRE ANTENAS

Documentos del CCIR

[1974-78]: 11/104 (Francia).

BIBLIOGRAFÍA SOBRE RECEPTORES

Documentos del CCIR

[1970-74]: 11/260 (Reino Unido); 11/267 (Reino Unido); 11/346 (Francia); 11/328 (Italia).

[1982-86]: 11/409 (Italia).

INFORME 482-1

CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN RECOMENDARSE PARA LOS SISTEMAS DE ANTENAS DE USO DOMÉSTICO, COLECTIVAS E INDIVIDUALES, PARA LA RECEPCIÓN DE LAS EMISIONES TERRENALES

(Cuestión 7/11)

(1970-1986)

1. Objeto

Estas instalaciones se pueden clasificar según el número de usuarios. Las antenas individuales que sirven a un solo usuario aunque este usuario tenga que alimentar varios receptores y las antenas colectivas destinadas a dar servicio a todo o parte de un inmueble y por consiguiente, a un mayor número de usuarios.

Este Informe se aplica a los sistemas de antenas individuales o colectivas, destinadas a captar las emisiones de televisión efectuadas en las bandas 8 (ondas métricas) y 9 (ondas decimétricas), así como a sus órganos asociados, es decir línea de transmisión, amplificadores, acopladores, etc., utilizados para llevar la señal hasta los receptores de televisión, teniendo en cuenta la transmisión de señales de datos (por ejemplo, teletexto) en la estructura de la señal de televisión.

- No se aplica a las antenas de televisión utilizadas en los sistemas de distribución por cable.
- Se hace referencia a la Publicación N.° 728-1 (1986) de la CEI.
- Las cifras señaladas con un asterisco (*) se basan en estudios realizados en Italia [CCIR, 1982-86a y b].

2. Características generales de las señales recibidas

Las señales recibidas están situadas en las partes de las bandas 8 (ondas métricas) y 9 (ondas decimétricas) atribuidas a la radiodifusión terrenal y utilizadas para televisión.

La intensidad de campo de la señal deseada ha de ser suficiente para que esté protegida contra las interferencias.

3. Configuración del sistema receptor

3.1 *Recepción individual*

El sistema receptor está constituido por la antena, el cable de conexión y el receptor de televisión.

3.2 *Recepción colectiva*

El sistema de recepción está constituido por la antena (o un sistema de antenas), la etapa de entrada (amplificadores, convertidores, filtros, etc.), la red de distribución y los receptores de televisión.

4. Características de la antena

4.1	En sistemas asimétricos, la impedancia nominal será de	75 Ω
	y en sistemas simétricos, será de	300 Ω
4.2	Coeficiente de reflexión:	
	señales de TV solamente	< 0,33
	señales de datos y TV	< 0,2*

4.3 Ganancia: deberá expresarse con relación a la del dipolo de media onda para cada uno de los canales que hayan de recibirse.

4.4	Variación de la ganancia dentro de un canal	± 0,5 dB*
4.5	Relación delante/atrás	> 18 dB
4.6	protección contra una onda polarizada linealmente cuyo plano de polarización sea ortogonal al de la antena (recepción en el lóbulo principal)	> 20 dB

4.7 Características de directividad (véase la Recomendación 419).

5. Características del cable coaxial

5.1	Impedancia nominal	75 Ω

6. Requisitos de calidad del sistema receptor

6.1 Niveles de portadora video.

6.1.1 Los niveles de portadora video en las salidas del sistema (medidos a través de una terminación de 75 Ω o referidos a 75 Ω) para cada canal no debieran exceder de los siguientes valores:

	Mínimo	*Máximo*
Televisión en la banda 8 (ondas métricas)	0,7 mV (−52 dBm)	14 mV (−26 dBm)
Televisión en la banda 9 (ondas decimétricas)	1,0 mV (−49 dBm)	14 mV (−26 dBm)

Cuando se destribuyan diversos canales adyacentes, los niveles máximos de la portadora en el conector de entrada de radiofrecuencia del receptor de televisión deberán tener un nivel reducido a fin de evitar la intermodulación en el propio receptor de televisión [CCIR, 1982-86b].

6.1.2 En las salidas del sistema, las diferencias máximas entre los niveles de las portadoras de los canales de televisión distribuidos no debieran exceder de 12 dB, en la banda 8 (VHF), ni de 15 dB para un sistema que abarque ambas bandas 8 (VHF) y 9 (UHF). La diferencia de nivel máxima entre canales adyacentes no debiera rebasar 3 dB.

6.2 *Aislamiento mutuo entre las salidas del sistema*

El aislamiento entre dos salidas diferentes debe ser, al menos, igual a 22 dB para todas las frecuencias comprendidas en las bandas de radiodifusión. Este valor supone que la asignación de las frecuencias de los canales utilizados y la frecuencia intermedia del receptor han sido planificadas para evitar las interferencias.

Nota 1. – El aislamiento entre una salida para señales de televisión en las bandas 8 y 9 y una salida para señales de radiodifusión de sonido con modulación de frecuencia será como mínimo de 46 dB en el caso de usuarios distintos. Los circuitos de selección necesarios forman parte integrante de la instalación.

Nota 2. – El valor mínimo de aislamiento de 22 dB está en estudio; en algunos países se requiere un valor más alto.

6.3 *Respuesta en frecuencia de un canal de televisión en cualquier salida del sistema*

6.3.1 *Respuesta de amplitud*

La variación de la respuesta de amplitud en cualquier canal de televisión no deberá exceder en más de ± 2 dB a la correspondiente a la frecuencia de portadora de imagen y la pendiente de la variación no deberá de ser superior a 0,5 dB, dentro de cualquier gama de frecuencias de 0,5 MHz.

6.3.2 *Respuesta de retardo de grupo*

Las variaciones de retardo de grupo dentro de cualquier canal de televisión no deberán ser superiores a 50 ns*.

Puede ampliarse este valor a 100 ns* si los canales de televisión no transportan ninguna señal de datos.

6.4 *Coeficiente de reflexión*

A fin de cumplir los requisitos anteriores de respuestas de amplitud y retardo de grupo, el coeficiente de reflexión de los equipos activos del sistema receptor no deberá rebasar los siguientes valores:

	Televisión solamente	*Televisión y datos**
Equipo pasivo	⩽ 0,33	⩽ 0,2
Acopladores y filtros	⩽ 0,33	⩽ 0,2
Equipo activo	⩽ 0,33	⩽ 0,2

6.5 *Osciladores y otros elementos utilizados en el sistema*

Los niveles de energía radiada y de energía reinyectada en el sistema de distribución, deberán ser inferiores a aquellos que puedan ser especificados por el CISPR.

La deriva total de frecuencia de los osciladores no deberá sobrepasar ± 50 kHz* (± 75 kHz si el canal de televisión no transporta señales de datos) para variaciones de la tensión de alimentación de ± 10% y una gama de temperatura de −10°C y +55°C. Este valor se aplica a las bandas 8 (VHF, ondas métricas) y 9 (UHF, ondas decimétricas).

6.6 *Relación portadora/ruido*

La relación portadora/ruido en cualquier punto desde la entrada del terminal a las salidas del sistema no deberá ser inferior a los valores indicados en el cuadro I, en el que se indica, asimismo, la anchura de banda de ruido.

CUADRO I

Sistema	Relación portadora/ruido mínima (dB)	Anchura de banda de ruido (MHz)
Sistemas I de 625 líneas	43	5,08
B, C, G y H	43	4,75
L y K1	43	5,58
D y K	43	5,75
Sistema M de 525 líneas	42	3,33

6.7 *Intermodulación*

6.7.1 *Amplificadores o convertidores de canal*

La relación entre el nivel de referencia y el nivel de la señal interferente no será inferior a 54 dB, cuando se efectúe la medida según el método descrito en la Publicación N.° 728-1 de la CEI.

6.8 *Interferencias*

La instalación no deberá producir interferencias a frecuencias fijas ni productos de intermodulación (entre señales procedentes de diferentes transmisores) que, suponiéndolos referidos a la entrada del receptor, interfieren con la recepción de transmisores deseados en la zona de servicio definida por el campo protegido.

6.9 *Recepción de señales de datos por sistemas de antena colectiva*

La introducción del teletexto y otros servicios de datos (véase el Informe 802) exige que las características técnicas de las instalaciones de recepción aseguren una calidad de recepción satisfactoria para los servicios de televisión y de datos.

Las investigaciones teóricas y experimentales efectuadas en Italia [Cominetti y Stroppiana, 1984] han puesto de manifiesto que, debido a la distinta naturaleza de las dos señales (analógica y digital), la audiencia potencial puede ser diferente para los dos servicios, especialmente en el caso de recepción a través de sistemas de antena colectiva. La recepción del teletexto por tales instalaciones plantea problemas especiales debidos principalmente a las numerosas fuentes posibles de degradaciones tales como los convertidores de canal, amplificadores, filtros, cables coaxiales y otros componentes pasivos utilizados para llevar las señales a las tomas de usuario.

Es necesario investigar más para lograr una calidad comparable en cuanto a recepción de los servicios de televisión y de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMINETTI, M. y STROPPIANA, M. [1984] Ricezione Teletext negli impianti centralizzati d'antenna. *Elettronica e Telecomunicazioni*, **2**.

Documentos del CCIR

[1982-86]: **a.** 11/349 (Italia); **b.** 11/359 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/6 (Reino Unido); XI/25 (Canadá); XI/165 (Francia); XI/169 (España); XI/184 (Italia).

INFORME 805-1

NIVELES DE CALIDAD SUBJETIVA DE LOS SISTEMAS GLOBALES DE TELEVISIÓN*

Características de las instalaciones receptoras de referencia

(Cuestión 14/11, Programa de Estudios 14B/11)

(1978-1982)

1. Introducción

Muchas de las características de los receptores de televisión se determinan a la vez por su definición, su método de medición y los valores numéricos normalmente medidos en la práctica. En la Cuestión 14/11 y en el Programa de Estudios 14B/11 se solicita el estudio de las principales características de las instalaciones de recepción de televisión que serán necesarias para cumplir objetivos de calidad definida subjetivamente para un sistema global de televisión.

La calidad de la imagen y del sonido recibidos depende de las características de todo el sistema de transmisión, desde el estudio hasta la pantalla o el altavoz del receptor. En todo ese conjunto, los parámetros principales del receptor de televisión, distintos de los utilizados inicialmente en el plan de frecuencias, pueden presentar considerable interés. El CCIR ha reunido ya una cantidad considerable de valores numéricos que se recogen en diferentes Recomendaciones e Informes pero que han quedado anticuados debido a la evolución de la técnica de los receptores.

El cuadro I del punto 4 de este Informe contiene los parámetros técnicos que influyen en la determinación de la calidad global de la imagen. El cuadro II del punto 5 proporciona, a modo de ejemplo, valores típicos medidos.

---

* El Informe 483 contiene información sobre especificaciones de receptores de televisión en blanco y negro de precio módico. El Informe 625 contiene información sobre características de los receptores de televisión y de las antenas de recepción.

La definición de estas características, el método de medición que se utilice y la presentación de los resultados en el cuadro I proceden, en la medida en que de ellos se dispone, de las Publicaciones 107-1 y 107-2 de la CEI.

En efecto, es sumamente importante que las definiciones de las características del receptor consideradas por el CCIR no estén en contradicción con las de la CEI. En caso necesario, ambas organizaciones deben tomar medidas para resolver esas contradicciones.

Además, se llama la atención sobre la importancia que tiene la participación efectiva de los representantes del CCIR en los trabajos de la CEI, especialmente en materia de definiciones y métodos de medición de las características de los receptores de televisión (Subcomité 12A). Tal información es importante para la planificación y para obtener una calidad satisfactoria del sistema de televisión en su conjunto, desde la fuente de imagen hasta el receptor.

El cuadro I se refiere tan sólo a los receptores en blanco y negro. Deberá completarse para tener en cuenta los receptores de color.

2. Categorías de receptores

2.1 La calidad global de la imagen deberá tomar en consideración la categoría de los receptores que se utilicen en el sistema de radiodifusión previsto.

Se propone que los datos que se recojan en el marco del presente Informe se refieran únicamente a los valores medios de cada una de tales características, con relación a receptores representativos de una buena concepción técnica, normal en el país considerado. Con esta disposición se pretende evitar que a la hora de definir las futuras normas de planificación, los valores extremos de funcionamiento de ciertos modelos de receptores ejerzan una influencia exagerada.

Podría definirse un receptor de referencia teniendo en cuenta tales valores medios y, eventualmente, sus modificaciones oportunas.

2.2 *Receptores para satélites de radiodifusión*

No se dispone aún de datos prácticos. Sin embargo, damos a continuación algunas referencias donde constan los resultados de numerosos estudios sobre la materia: Informe 473 [CCIR, 1974-78a y b].

3. Antenas receptoras

Los valores numéricos de las características de las antenas, contenidos en la Recomendación 419 y en los Informes 122 y 482 se refieren a las antenas *in situ*. Sólo deben recogerse los datos relativos a la directividad, a la ganancia hacia adelante y a la discriminación debida a la polarización ortogonal de las antenas aprobadas en las condiciones ideales de una estación de prueba apropiada.

Las definiciones necesarias y los métodos de medición se recogen en las Publicaciones 597-1 y 597-2 de la CEI.

En el Informe 625 pueden encontrarse información y datos adicionales sobre características de antenas.

4. Características que influyen en la calidad global de la recepción

CUADRO I

N.º	Características	Según la Publicación 107-1 de la CEI			Observaciones
		Definiciones	Métodos de medición	Presentación de los resultados	
1	Bandas de paso (en radiofrecuencia y frecuencia intermedia): - imagen (MHz) - audio (kHz)	art. 136	art. 137 en estudio	art. 138	Para una atenuación de 0 dB con relación a la portadora de imagen
2	Luminancia máxima del blanco (cd/m^2)	2.4.1 (1)	2.4.1.2 (1)	2.4.1.3 (1)	Para un nivel de negro de 2 cd/m^2. Punto en que las barras correspondientes a... MHz dejan de estar separadas
3	Resolución de la imagen (líneas)	2.6.1 (1)	2.6.2 (1)		
4	Relación de entrelazado (%)		art. 99		
5	Máxima distorsión de forma de la imagen (%)	art. 78	art. 79	art. 80	Distorsión global
6	No linealidad de barrido (%)	art. 73	art. 74	art. 75	
7	Característica amplitud/frecuencia en audiofrecuencia (Hz)	art. 27 (2)	art. 28 (2)	art. 29 (2)	Características eléctricas globales
8	Potencia eléctrica máxima utilizable de salida de la señal de audio (W)	art. 17 (2)	art. 18 (2)	art. 19 (2)	
9	Transmodulación: - de la imagen en el audio (dB) - del audio en la imagen (dB)	art. 45 ó 51 (2) art. 151	art. 46 ó 52 (2) art. 152	art. 47 ó 53 (2)	
10	Señal máxima utilizable de entrada (dBm)	art. 132	art. 133		El valor más desfavorable en cada una de las bandas de radiodifusión

(1) Estas características no han sido todavía tomadas en consideración por la CEI para su nueva redacción. Se propone referirse provisionalmente a los artículos indicados de la Publicación 107 (1960) de la CEI.

(2) Ref.: Publicación 107-2 de la CEI.

5. Resultados

5.1 Los valores numéricos relacionados en el cuadro II son valores medios extraídos de un amplio conjunto de mediciones objetivas. Los resultados del Canadá indican la media de la muestras e incluyen la desviación típica de las muestras (σ).

CUADRO II

		País				
N.º	Característica	Italia	Canadá([12])			
1	Selectividad (dB) Imagen: Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz Sonido: Bandas de radiodifusión I III IV/V 12 GHz	([1]) −6([2]) −26	Banda de ondas métricas: puntos a −6 dB Alta ganancia = 3,7 MHz (σ = 0,3) Baja ganancia = 3,6 MHz (σ = 0,4)			
2	Luminancia máxima del blanco (cd/m²)	100([3]) ([4])	208 (σ = 48)			
3	Resolución de la imagen (líneas)	320([5])	241 (σ = 28,3)			
4	Relación de entrelazado (%)	40/60([6])	-			
5	Distorsión de forma de la imagen (%)	3([7])	H: 2,3 (σ = 1,1) V: 2,9 (σ = 1,1)			
6	Falta de linealidad de barrido (%)	5 a 8([8])	H: 7,2 (σ = 4,4) V: 6,4 (σ = 2,7)			
7	Característica amplitud/frecuencia en audiofrecuencia (Hz)	120 a 7000([9])	78 (σ = 67) a 5700 (σ = 1800)			
8	Potencia eléctrica de salida máxima utilizable de la señal de audio (W)	1,2([10]) 2	1,6 (σ = 0,5)			
9	Transmodulación: - de la imagen en el sonido (dB) - del sonido en la imagen (dB)	([11]) −30 −40	-			
10	Señal máxima utilizable de entrada (dBm)	−30	-			

H: Horizontal V: Vertical

([1]) Mediciones efectuadas de conformidad con la Publicación 107 de la CEI, artículo 4.2.

([2]) Valores de atenuación para 4 MHz.

([3]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículo 2.4.1.

([4]) Para un nivel del negro de 3 cd/m² y un tubo de imagen sin filtro gris.

([5]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículo 2.6.

([6]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículo 2.9.

([7]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículo 2.3.3.

([8]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículo 2.3.2 y para ± 3 dB con relación a 1000 Hz.

([9]) Mediciones efectuadas de conformidad con la Publicación 107 de la CEI, artículo 12.3.

([10]) Mediciones efectuadas de conformidad con la Publicación 107 de la CEI, artículo 13.2.5.

La potencia de 1,2 W corresponde a un tubo cuya diagonal es inferior a 51 cm (20 pulgadas) y la de 2 W corresponde a un tubo cuya diagonal es de 51 cm (20 pulgadas), como mínimo.

([11]) Mediciones efectuadas según la Publicación 107 de la CEI, artículos 4.8.2.3 y 4.8.2.5.

([12]) [Munak y Gourgon, 1979].

Nota. - En el futuro, conviene que se hagan las mediciones de conformidad con la versión revisada, es decir, Publicación 107-1 de la CEI. Las nuevas referencias de pie de página serán:

([1]) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 137.

([3]) Publicación 107 (1960) de la CEI, artículo 2.4.1 (referencia provisional).

([6]) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 99.

([7]) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 77.

([8]) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 74.

([9]) Publicación 107-2 de la CEI, artículo 27.

([10]) Publicación 107-2 de la CEI, artículo 18.

([11]) Publicación 107-1 de la CEI, artículo 152.

Las mediciones del nivel máximo utilizable de la señal de entrada se efectuarán de conformidad con la Publicación 107-1 de la CEI, artículos 133 a 135.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUNAK, I. y GOURGON, M. [agosto de 1979] The technical performance of typical home color television receivers. *SMPTEJ*, Vol. 88, **8**, 546-550.

Documentos del CCIR

[1974-78]: **a.** 11/143 (ESA); **b.** 11/315 (UER).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1970-74]: 11/346 (Francia); 11/328 (Italia).

[1978-82]: 11/106 (Canadá).

INFORME 122-4

VENTAJAS QUE OFRECE LA UTILIZACIÓN DE POLARIZACIONES ORTOGONALES AL PLANIFICAR SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN EN ONDAS MÉTRICAS Y DECIMÉTRICAS

(1956- 1959-1970-1974-1982-1990)

Se han realizado investigaciones en distintos países para determinar las ventajas que podrían obtenerse en radiodifusión de ———— televisión utilizando la discriminación de polarización en la recepción. Los minuciosos estudios efectuados en Europa (República Federal de Alemania, Francia, Italia y Reino Unido) y en Estados Unidos de América dieron los resultados expuestos en los documentos presentados en Varsovia (1956) y en Ginebra (1958); gracias a ello se puede dar ahora una respuesta bastante precisa a esta cuestión.

1. Ondas métricas

En esta gama de frecuencias (30-300 MHz), el valor mediano de la discriminación que recurriendo a polarizaciones ortogonales puede obtenerse en los lugares de recepción doméstica puede alcanzar 18 dB, siendo de unos 10 y 25 dB, respectivamente, los valores excedidos en el 90% y en el 10% de los puntos de recepción.

Es muy posible que los valores sean más ventajosos en terreno despejado y menos buenos en las zonas urbanas y en los puntos en que la antena de recepción esté rodeada de obstáculos. En las instalaciones privadas sitas en zonas muy pobladas, es frecuente obtener el valor mediano de 18 dB sobre los tejados solamente, mientras que, en la calle, puede ser incluso inferior a 13 dB.

No se ha observado ningún cambio apreciable de polarización debido a la propagación de las ondas métricas a través de la troposfera a distancias superiores a 200 km ni se ha señalado ninguna variación sistemática, en la gama de ondas métricas, de los efectos de polarización en función de la frecuencia, de la distancia o de la naturaleza del terreno.

Sin embargo, es preciso subrayar que, para obtener los valores de discriminación anteriormente indicados, hay que tomar ciertas precauciones, lo mismo en la transmisión que en la recepción. Ha ocurrido, por ejemplo, que un 7%, aproximadamente, de la potencia radiada por un transmisor con ondas de polarización horizontal correspondía verdaderamente a ondas polarizadas verticalmente. Es indudable, pues, que si se quiere obtener una discriminación óptima para emisiones que utilizan canales comunes hay que diseñar e instalar los transmisores y los sistemas de antena de tal modo que a la polarización prescrita corresponda el mayor porcentaje posible de la potencia total radiada.

Asimismo, para obtener la discriminación óptima en un receptor privado, habrá que reducir al mínimo valor posible la recepción de las ondas de polarización no deseada por el cable de antena y por el propio receptor.

Debe señalarse, empero, que la ventaja mencionada anteriormente que ofrece la utilización de polarizaciones ortogonales, sólo puede obtenerse cuando, en general, la polarización de las antenas receptoras corresponde a la de la señal deseada.

En Noruega se llevó a cabo una comparación entre la polarización vertical y la horizontal en las transmisiones de televisión por ondas métricas, debido a los problemas que causaba la recepción por trayectos múltiples en terrenos montañosos y boscosos. A pesar de que las intensidades de campo obtenidas eran más elevadas para la polarización vertical, las mediciones demostraron que con la polarización horizontal se conseguía una mejor calidad de imagen en casi todos los emplazamientos en los que éstas se realizaron. Tras negociaciones con los países vecinos, Noruega decidió utilizar la polarización horizontal en todas sus estaciones principales [CCIR, 1986-90a; Danielsen y Stokke, 1987].

2. Banda 9 (ondas decimétricas)

En el Reino Unido se han realizado investigaciones para determinar la discriminación de polarización en la banda 9 (ondas decimétricas) de antenas situadas en emplazamientos de recepción típicos urbanos y rurales. Los resultados mostraron que para las señales de polarización ortogonal el valor mediano de discriminación era de 18 dB, y en las mismas condiciones los valores rebasados en el 90% y 10% de los emplazamientos de recepción eran del orden de 9 dB y 25 dB, respectivamente. También existen ligeras variaciones de discriminación con relación a la dirección de respuesta principal; sin embargo, en la planificación de la televisión en el Reino Unido se utiliza un valor de 15 dB para todas las marcaciones correspondientes [CCIR, 1986-90b].

Lo mismo que en la gama de ondas métricas, hay que obrar de modo que no haya ni emisión ni recepción de una radiación de polarización no deseada. Además, la experiencia demuestra que es ventajoso trabajar con polarización horizontal en la gama de ondas decimétricas, puesto que permite obtener mayor directividad en las antenas receptoras; de ello resulta una atenuación de los efectos de las ondas reflejadas, particularmente en las ciudades. Por esta razón, la Unión Europea de Radiodifusión estima que todas las asignaciones de frecuencias en esta banda deberían utilizarse con polarización horizontal, salvo ciertas excepciones en los casos en que se impongan las polarizaciones ortogonales para lograr la protección deseada.

3. Conclusión

Los resultados de los estudios descritos demuestran claramente que el empleo de polarizaciones ortogonales para las estaciones de radiodifusión que trabajan en el mismo canal, permite mejorar notablemente la protección contra la recepción de señales interferentes. Este procedimiento ofrece considerables ventajas en toda la gama de frecuencias de 40 a 500 MHz, así como para las distancias utilizadas normalmente por los servicios de radiodifusión. Dada la uniformidad de los valores de discriminación obtenidos para todas estas frecuencias, se considera casi seguro que se mantendrán todas estas ventajas en las frecuencias más elevadas de la banda de radiodifusión de ondas decimétricas próxima a 1000 MHz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANIELSEN, A.B. Y STOKKE, K.N. [1987] Comparative measurements of vertical and horizontal polarization for television transmission in the VHF band . Telektronikk, 2.

Documentos del CCIR:

[1986-90]: a. 11/34 (Noruega); b. 11/436 (Reino Unido)

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1956]: Varsovia. 267, 435 y 512.

[1958]: Ginebra. V/1, V/6, V/12, V/23 y V/27.

[1970-1974]: 11/267 (Reino Unido).

INFORME 1215

POLARIZACIÓN DE LA EMISIÓN EN LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN

(1990)

1. Polarización lineal

La polarización lineal de emisiones se utiliza casi universalmente en la radiodifusión de televisión. El plano de polarización es usualmente horizontal, pero desde el punto de vista de la planificación pueden conseguirse grandes ventajas ofreciendo la posibilidad de utilizar también la polarización vertical.

Según las evidencias disponibles, el uso de la polarización horizontal ofrece mejor calidad de imagen en terreno montañoso y arbolado, en comparación con la polarización vertical, al menos para las bandas de ondas métricas (VHF) (véase el Informe 122).

El uso de transmisiones con polarización ortogonal, junto con antenas receptoras polarizadas debidamente, ofrece considerables ventajas en cuanto a la utilización del espectro. La planificación basada en el uso de antenas receptoras que no permiten la discriminación de polarización no ofrece esta ventaja [CCIR, 1986-90a].

2. Polarización circular o elíptica

Se carece de información sobre el uso de la polarización circular o elíptica en la planificación de los servicios de radiodifusión de televisión. Sin embargo, algunas administraciones permiten utilizar polarización circular o elíptica, como alternativa a la horizontal o vertical más habitual. Se informa que la recepción de emisiones de televisión con polarización circular mediante antenas portátiles e interiores sencillas se mejora porque la orientación de esas antenas en los receptores individuales es menos crítica que en el caso de la polarización lineal [Trumbly, 1988].

Sin embargo, debe recordarse que el uso de sencillas antenas portátiles o de interiores puede producir una recepción de poca calidad debido a la propagación multitrayecto y a los bajos niveles de señal de entrada.

Teóricamente, el uso de transmisiones de polarización circular ofrece la posibilidad de filtrar la mayoría de las reflexiones de primer orden [CCIR, 1986-90b]. Sin embargo, esta ventaja sólo puede lograrse utilizando una antena receptora con polarización circular, y de momento este tipo de antena no se utiliza en la práctica para la recepción de televisión.

Para determinada potencia del transmisor, una antena transmisora con polarización circular dará como resultado una intensidad de campo inferior en 3 dB en el plano horizontal o vertical que la proporcionada utilizando una antena transmisora con polarización lineal, lo que da efectivamente una zona de cobertura menor.

3. Conclusión

Estàs consideraciones llevan a la conclusión de que para la planificación óptima es necesario sacar el máximo provecho de la discriminación de polarización, y esto sólo puede hacerse de manera económica y realista utilizando las polarizaciones horizontal y/o vertical.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TRUMBLY, W.L. [1988] Developing antenna patterns to match desired UHF television coverage. 1988 NAB Engineering Conference Proceedings, 452-459.

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. GIT 11/5-88/13 (UER); b. 11/595 (GIT 11/5).

BIBLIOGRAFÍA

BENSON, K.B. [1986] Television Engineering Handbook, Capítulo 8.3.2, Polarization, McGraw Hill, 1986.

DIENES, G. [1988] Circularly and elliptically polarized UHF television transmitting antenna design. 1988 NAB Engineering Conference Proceedings, 446-451.

INFORME 483-4*

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES DE TELEVISIÓN EN BLANCO Y NEGRO, DE PRECIO MÓDICO

(Cuestión 13/11)

(1970-1974-1978-1982-1986)

El presente Informe es una respuesta a la Cuestión 13/11. Contiene los valores de las características de los receptores de televisión de precio módico (receptores domésticos y receptores públicos). Estos valores se basan en las informaciones publicadas en [CCIR, 1966-69a, b, c, d y e; 1970-74; 1974-78].

1. Generalidades

1.1 *Tipos de receptores*

Estas especificaciones se refieren a dos tipos de receptores de televisión en blanco y negro de precio módico y calidad de funcionamiento satisfactoria:

Tipo A: receptores de calidad aceptable, de un precio lo más bajo posible.

Tipo B: receptores de buena calidad, de precio razonable.

En principio se considera que los receptores de tipo A se utilizan para recepción doméstica, y los de tipo B para recepción en locales públicos.

Al fijar las características que se indican a continuación, se ha tenido muy en cuenta la situación existente en la mayoría de los países en desarrollo, en los que la explotación del servicio no ha alcanzado aún el nivel deseable. En consecuencia, las condiciones impuestas a ciertas características de los receptores de televisión son severas, lo que se traduce en un aumento del costo.

1.2 *Alimentación*

Se recomienda que, siempre que sea posible, se utilicen receptores alimentados con corriente alterna de la red. En ciertos países, los receptores alimentados con baterías tienen actualmente características inferiores, o son de precio más elevado.

Convendría que la administración interesada especificara la norma de televisión que ha de emplearse, así como la tensión y frecuencia de la red, si los receptores funcionan con la energía de la red. Debe señalarse especialmente la existencia de cualquier diferencia entre la frecuencia de la red y la frecuencia de trama del sistema de televisión, lo mismo si se trata de diferencias intencionales que si se trata de diferencias debidas a perturbaciones temporales.

Los receptores alimentados con baterías deberán poder funcionar satisfactoriamente incluso con tensiones de batería un 15% inferiores a la nominal.

1.3 *Órganos de mando*

El usuario deberá disponer, como mínimo, de los siguientes mandos:

- interruptor de alimentación;
- selector de canales y ajuste de sintonía;
- contraste;
- brillo;
- volumen.

1.4 *Previsiones de empleo*

Al proyectar la utilización de estos receptores, las administraciones deberán tener en cuenta su diferente calidad de funcionamiento, la gama de intensidades de señal que cabe esperar y las posibilidades de utilizar antenas especiales, preamplificadores y líneas de alimentación en radiofrecuencia de bajas pérdidas.

Aunque es conveniente que puedan funcionar en todos los canales, podrán admitirse los receptores equipados para recibir solamente los canales de los transmisores que den servicio al lugar considerado y que se conformen al plan de frecuencias.

---

* Este Informe interesa también a la Comisión de Estudio 1.

Las administraciones deberán tener también en cuenta el efecto que sobre el costo puedan tener el tamaño de la pantalla y la calidad del mueble. Los valores que se indican más adelante son los que se consideran apropiados al uso a que se destinan los receptores.

Conviene que los receptores sean de construcción sencilla y robusta y que estén protegidos contra los agentes exteriores. Los destinados a utilizarse en regiones cálidas, húmedas o polvorientas, deberán estar convenientemente tratados, para que puedan utilizarse en las condiciones climáticas especificadas por la administración interesada. Las publicaciones de la CEI mencionadas en el texto son las que contienen los datos más recientes en la fecha de preparación del Informe. Se ruega a las administraciones que verifiquen los valores numéricos indicados en el Informe para determinar si son válidos para las mediciones efectuadas de conformidad con las publicaciones indicadas de la CEI.

1.5 *Seguridad*

Los receptores han de ajustarse a las recomendaciones que, en materia de seguridad, se formulan en la Publicación 65 de la CEI.

1.6 *Métodos de medición*

Los métodos de medición y prueba empleados serán los recomendados en los párrafos pertinentes de las Publicaciones 106 (1974), 107-1 y 107-2 de la CEI. Cuando exista un reglamento nacional que prescriba pruebas diferentes, deberá mencionarse.

1.7 *Sintonía del receptor*

Para todas las mediciones indicadas a continuación, el receptor deberá sintonizarse con precisión, según las indicaciones que figuran en la Publicación 107-1, punto 37 de la CEI, o, de no ser éstas aplicables, según otro método específico.

2. Características generales

		Tipo A	*Tipo B*
2.1	*Dimensiones (diagonal) recomendadas para la pantalla*	28 cm (11 pulgadas) o más	48 cm (19 pulgadas) o más
2.2	*Bandas de frecuencias*	ondas métricas u ondas métricas y decimétricas	ondas métricas u ondas métricas y decimétricas
		(véase el punto 1.4, segundo subpárrafo)	

2.3 *Alimentación con corriente alterna*

Frecuencia (Hz):		
– Valor nominal	A precisar por la administración interesada	
– Variación admisible máxima (Hz)	± 2	± 2

Nota. — Si esta variación es mayor, el receptor será necesariamente más caro.

Tensión:		
– Valor(es) nominal(es) (V)	A precisar por la administración interesada	
– Variación máxima admitida sin equipo suplementario (%)	± 10	± 10
– Variaciones bruscas de tensión de ... * ms de duración y de una amplitud relativa de (%)	± 30	± 30

Nota. — Para variaciones superiores a ± 10%, corresponderá al usuario prever los medios necesarios para regular la tensión.

* En estudio.

		Tipo A	*Tipo B*
3.	**Características de entrada**		
3.1	*Impedancia de entrada en los terminales de antena* (Ω)	75 ó 300	75 ó 300
3.2	*Tolerancia del circuito de entrada a las descargas (Publicación 315-1 de la CEI, puntos 25 y 26)*		
	Energía de cada descarga (μJ)	...	...
3.3	*Factor de ruido máximo (dB) (canal más desfavorable)*		
	Banda 8 – ondas métricas	10	8
	Banda 9 – ondas decimétricas	16	12
3.4	*Sensibilidad limitada por una relación señal/ruido de 30 dB y salida normalizada (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 109 y 110)* (dBm)		
	Banda 8 – ondas métricas	−50	−60
	Banda 9 – ondas decimétricas	−40	−55
3.5	*Control automático de ganancia (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 117, 118 y 119)*		
	(−20 a −50 dBm) (dB)	8	6
3.6	*Nivel de entrada máximo (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 132 y 133)*		
4.	**Características de salida**		
4.1	*Característica de respuesta mínima de audiofrecuencia en los límites de 6 dB (Publicación 107-2 de la CEI, puntos 26, 27 y 28)* (Hz)	150 a 5000	150 a 5000
4.2	*Potencia eléctrica utilizable (nivel máximo a la salida) (Publicación 107-2 de la CEI, puntos 17, 18 y 19)* (W)	0,5	2
4.3	*Resolución mínima de imagen* (Publicación 107 (1960) de la CEI, punto 2.6)** (líneas por la altura de imagen)*		
–	Sistemas de canales de 6 MHz (4,5 MHz entre portadoras)	225	280
–	Sistemas de canales de 7 u 8 MHz (5,5 ó 6 ó 6,5 MHz entre portadoras)	270	320
4.4	*Luminancia mínima del nivel del blanco para una luminancia del nivel del negro de 3 cd/m² (Publicación 107 (1960) de la CEI, punto 2.4.1)***		
–	Sistemas de 50 tramas/s (cd/m²)	70	120
–	Sistemas de 60 tramas/s (cd/m²)	70	150
4.5	*Relación mínima de entrelazado (Publicación 107-1 de la CEI, punto 99)*	30/70	30/70
4.6	*Ondulación máxima relativa para una diferencia de frecuencias red-trama de 1 Hz (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 70, 71 y 72), expresada en porcentaje de la altura de imagen* (%)	0,8	0,4

* Es posible, por otra parte, que las administraciones deseen establecer sus especificaciones en materia de resolución a base de una medición eléctrica de la anchura de banda (por ejemplo, de acuerdo con la Publicación 107-1 de la CEI, puntos 163, 164 y 165); en tal caso, la especificación debe ser objeto de un acuerdo con el constructor.

** Este punto no figura todavía en las partes disponibles de la Publicación 107 revisada de la CEI, por lo que conviene conservar la referencia a la edición de 1960.

		Tipo A	*Tipo B*
4.7	*No linealidad relativa máxima de barrido en una trama completa (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 73, 74 y 75)* (%)	10	10
4.8	*Distorsión geométrica máxima de la imagen (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 76 y 77)* (%)	10	6

5. Interferencias

5.1 *Frecuencias intermedias*

Las frecuencias intermedias de imagen y sonido utilizadas en los receptores deben ajustarse a las elegidas al establecerse el plan de frecuencias dado*. Para la norma K1, véase por ejemplo, el Doc. 44 de la Conferencia Africana de Radiodifusión (Ginebra, 1963).

5.2	*Discriminación mínima de la portadora de imagen adyacente superior (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 136, 137 y 138)* (dB)	26	32
5.3	*Discriminación mínima de la portadora de sonido adyacente inferior (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 136, 137 y 138)* (dB)	30	35
5.4	*Discriminación mínima de la frecuencia imagen (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 146 y 147)* (dB)		
	Banda 8 – ondas métricas	40	40
	Banda 9 – ondas decimétricas	20	25
5.5	*Discriminación mínima de la frecuencia intermedia (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 144 y 145)* (dB)		
	Banda I – ondas métricas	20	20
	Banda III – ondas métricas, Bandas IV, V – ondas decimétricas	30	30
5.6	*Transmodulación e intermodulación (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 153 a 158)* (dB)		
	Video sobre audio	30	30
	Audio sobre video	40	40
5.7	*Atenuación mínima de la portadora de sonido con relación a la portadora de imagen en el detector video (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 136 a 138)* (dB)	30	34

Nota 1. – Esta especificación tiende a evitar batidos en el receptor entre la portadora de sonido y una ulterior subportadora de color.

Nota 2. – Para ambos tipos de receptores bastará una atenuación de 20 dB en las regiones en que sólo se hacen emisiones en blanco y negro.

5.8	*Radiación (Publicación 106 de la CEI)*	Conforme a la Recomendación N.° 24/2 del CISPR

Nota. – Salvo especificación en contrario de la administración interesada, no se efectúa ninguna medición por encima de 0,5 MHz (radiodifusión en ondas kilométricas).

* Es conveniente, por razones económicas, que el número de frecuencias intermedias sea el menor posible (véase el Informe 184).

6. Estabilidad

		Tipo A	*Tipo B*
6.1	*Deriva máxima del oscilador local entre 2 min y 60 min después de aparecer la imagen (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 49, 50 y 51)* (kHz)		
	Ondas métricas	± 300	± 300
	Ondas decimétricas	± 500	± 500
6.2	*Deriva del oscilador local debida a una variación de la tensión de alimentación de +5 a −10% del valor nominal (Publicación 107-1 de la CEI, puntos 52 y 53)* (kHz)		
	Ondas métricas	± 200	± 200
	Ondas decimétricas	± 300	± 300
6.3	*Margen mínimo de enganche (Publicación 107-1 de la CEI, punto 93)* (%)		
	Vertical Horizontal	± 1	± 1
6.4	*Margen mínimo de mantenimiento (Publicación 107-1 de la CEI, punto 93)* (%)		
	Vertical Horizontal	± 2	± 2

7. Fiabilidad

La especificación precisa de la fiabilidad de un equipo completo es objeto, actualmente, de un estudio general; sin embargo, los constructores de receptores del tipo estudiado en el presente Informe deberían, en lo posible, utilizar componentes ya sometidos a pruebas de fiabilidad en las condiciones apropiadas. Como se prevé que estos receptores serán muy parecidos a los que ya se fabrican en serie, su fiabilidad debe establecerse en condiciones normales de explotación.

Los valores siguientes no son sino objetivos provisionales para los constructores y en ningún caso deberán figurar en un contrato.

	Tipo A	*Tipo B*
Tiempo medio mínimo deseable de funcionamiento entre averías que requieran intervención, promediado sobre una serie de fabricación (horas)	1000	1000

ANEXO I

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES DE TELEVISIÓN DE PRECIO MÓDICO

Este anexo se da a título informativo.

1. Los receptores de televisión fabricados en la URSS [CCIR, 1978-82, 1982-86] se clasifican en dos categorías: fijos y portátiles.

2. Esta clasificación se basa en las diferencias de las características técnicas básicas, que en gran medida determinan la calidad de la imagen y del sonido, y en el coste de los receptores.

3. Los receptores de precio módico de ambas categorías tienen las características siguientes (norma D, K) tal como se indica en el cuadro I.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CUADRO I

Características	Valores típicos de las características (véase la nota 1)	
	Portátil	Fijo
1	2	3
1. Dimensión (diagonal) de la pantalla (cm)	45 como máximo	50 como mínimo
2. Bandas de frecuencia (véase la nota 2)	I, II, III, IV, V	I, II, III, IV, V
3. Sensibilidad (limitada por el ruido) del canal de imagen (dBm)	B.m −69 B.dm −66	B.m −69 B.dm −66
4. Sensibilidad, limitada por la sincronización (dBm)	B.m −74 B.dm −70	B.m −74 B.dm −70
5. Eficacia del control automático de ganancia cuando la señal de entrada varía (de −15 a −62,5 dBm)		
– variación máxima de la señal de luminancia de salida (dB)	3	2
6. Resolución mínima de la imagen (número de líneas):		
– horizontal	400 (véase la nota 3)	450
– vertical	400	500
7. No-linealidad máxima de la imagen en todo el campo (%):		
– horizontal	± 10	± 8
– vertical	± 10 (véase la nota 3)	± 8
8. Distorsiones geométricas máximas (%)	3 (véase la nota 3)	2
9. Sensibilidad (limitada por el ruido) del canal de sonido (dBm)	B.m −74 B.dm −68	B.m −74 B.dm −68
10. Potencia de salida máxima del canal de sonido (W), no inferior a:	(véanse las notas 2 y 3)	4
Para aparatos de televisión con pantallas de 40 y 51 cm		2
11. Gama de frecuencias mínima reproducible con relación al nivel de referencia (Hz)	100-10 000 (véase la nota 3)	80-12 000
12. Máxima deriva de la frecuencia heterodina residual en autosintonía (kHz)	± 100 (véase la nota 3)	± 100
13. Selectividad mínima (dB):		
– en la banda −1,5 MHz y por debajo	28	38
– en el punto −1,5 MHz	30	40
– en el punto +8 MHz	30	45
– en la banda +8 MHz y por encima	reducida en 6 dB/MHz	reducida en 6 dB/MHz
14. Deriva de la frecuencia del oscilador local causada por una variación de la tensión de alimentación de +5 a −10% (kHz) en las bandas I-III	± 300	± 200
15. Nivel máximo admisible de la señal de entrada (dBm), como mínimo	−10	−10
16. Valor mínimo de brillo máximo (cd/m^2)	140 (véase la nota 3)	150
17. Frecuencia intermedia (MHz):		
– de las señales de imagen	38	38
– de las señales de sonido	31,5	31,5

CUADRO I *(continuación)*

Características	Valores típicos de las características (véase la nota 1)	
	Portátil	Fijo
1	2	3
18. Distorsión admisible máxima del fondo debida a red de alimentación no sincronizada		
– distorsión geométrica (%)	0,7	0,5
– distorsión de brillo (dB)	40 (véase la nota 3)	40
19. Variación máxima del tamaño del cuadro (%)		
– debida al calentamiento	5	5
– debida a cambios de la tensión de alimentación de +5% a −10%	6	6
20. Irregularidad relativa máxima de la parte plana de los impulsos cuadrados (%) (nota 4)		
– frecuencias de línea (barra de impulsos 2*T*)	7	7
– frecuencias de trama	7	7
21. Desigualdad máxima del retardo entre luminancia y crominancia (ns) (nota 4)	± 150	± 150
22. Distorsión no lineal máxima de la señal de crominancia (%) (nota 4)	10	10
23. Nivel máximo admisible de interferencia video/audio	−30	−36

Nota 1. – La medición de las características se ha hecho según las indicaciones de las Publicaciones 107-1 y 107-2 de la CEI.

Nota 2. – Se determinará según las necesidades de los usuarios.

Nota 3. – Para receptores de televisión con pantalla de menos de 40 cm, los valores se fijarán con referencia a cada modelo específico.

Nota 4. – Normas establecidas para la televisión en color:
B.m: banda de ondas métricas (VHF),
B.dm: banda de ondas decimétricas (UHF).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1966-69]: **a.** XI/53 (Italia); **b.** XI/132 (Reino Unido); **c.** XI/164 (Francia); **d.** XI/185 (Italia); **e.** XI/192 (India).

[1970-74]: 11/120 (Países Bajos).

[1974-78]: 11/148 (URSS).

[1978-82]: 11/125 (URSS).

[1982-86]: 11/123 y 11/367 (URSS)

INFORME 1085-1

MÉTODOS DE PLANIFICACIÓN DE LA TELEVISIÓN TERRENAL EN LAS BANDAS DE ONDAS MÉTRICAS (VHF) Y DECIMÉTRICAS (UHF)

(Cuestión 43/11)

(1986-1990)

1. Consideraciones generales

Las redes de transmisores de radiodifusión deben estar planificadas de manera tal que proporcionen la cobertura de la zona deseada con un número mínimo de frecuencias. La zona de cobertura de un transmisor depende de cierto número de factores, tales como potencia, intensidad de campo mínima utilizable, relación de protección en radiofrecuencia, distancia entre transmisores que comparten el mismo canal (cocanal) o de canales adyacentes, separación entre canales, anchura de banda de la emisión y factores que influyen en la propagación de las ondas. También puede depender del esquema de distribución de canales.

Cuando numerosos canales deben ser planificados o replanificados para la radiodifusión sonora con modulación de amplitud (MA) o de frecuencia (MF) o para la televisión, se ha comprobado que la utilización eficaz del espectro puede resultar difícil si sólo se utilizan métodos empíricos. Es por esto por lo que al final de los años 50 y principio de los 60 se desarrolló una teoría de las redes de transmisores uniformes [Eden y Kaltbeitzer, 1959; Eden y otros, 1960a, 1960b; Fastert, 1960].

Este método puede aplicarse con éxito cuando existe una cierta uniformidad de normas para los servicios que se van a planificar. Por su parte, la banda de frecuencias que se planifica debe estar sometida al menor número de limitaciones posible, es decir, que en teoría se debería tener plena libertad para asignar cualquier frecuencia a cualquier transmisor.

Esta teoría no sólo es útil en la concepción de nuevas redes de transmisores o en la reorganización de redes existentes, sino que también constituye una excelente base para determinar los parámetros técnicos óptimos tales como la separación entre canales, las características de los transmisores, etc., así como para determinar cuál es la mejor cobertura posible.

Es posible que algunos países prefieran asegurar una cobertura completa de la zona con un pequeño número de programas, mientras que otros sacrifican la cobertura total de la zona para poder difundir más programas en las zonas más densamente pobladas. En estos casos se puede aplicar la teoría de la red uniforme para dar valores de referencia de la cobertura alcanzable; estos valores son útiles para comparar las diferentes redes de países que han utilizado métodos distintos para realizar su cobertura interna. (Véase por ejemplo, el artículo de O'Leary [1984]; no obstante, al aplicar este método, es preciso cerciorarse con mucho cuidado de que se tienen en cuenta todos los factores que intervienen.)

Los métodos descritos a continuación han sido ya utilizados durante la Conferencia Europea de Radiodifusión por ondas métricas y decimétricas (Estocolmo, 1961), la Conferencia Africana, ondas métricas y decimétricas (Ginebra, 1963), y la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión sonora en modulación de frecuencia en la banda de ondas métricas (CARR-1(2)) (Ginebra, 1984). Estos métodos han ayudado también a realizar los estudios preliminares para la Conferencia de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas, Ginebra, 1975.

En este Informe, todos los datos utilizados como ejemplos se refieren únicamente a los sistemas de 625 líneas. Se señala este hecho a las administraciones que utilizan otros sistemas. Se necesitan más datos sobre todos los sistemas.

2. Técnicas teóricas para un plan internacional

2.1 *Consideraciones generales*

Las técnicas de planificación que derivan del principio de las redes uniformes de transmisores están constituidas por dos elementos básicos:

- retículas geométricas regulares,
- sistemas de distribución lineal de los canales.

Debido a los numerosos parámetros y efectos que pueden influir en la planificación de frecuencias, por ejemplo, las diferencias en las condiciones de propagación, en las potencias de los transmisores, en las alturas y en las directividades de las antenas transmisoras, así como las irregularidades del terreno, el problema debe ser antes que nada simplificado suponiendo que todos los transmisores tienen la misma potencia, que tienen antenas no direccionales, todas a la misma altura y con la misma polarización, y que están situados en un área extendida infinitamente formando una retícula geométrica regular. Se supone además que las condiciones de propagación no varían en toda la zona considerada.

El desarrollo de tales retículas regulares se examina con cierto detalle en el anexo I, llegándose a las siguientes conclusiones fundamentales:

- la manera más económica de proporcionar una cobertura de zona total es utilizar una red constituida por triángulos elementales equiláteros, es decir, previendo una distancia igual entre transmisores vecinos. Un cierto solapamiento de la cobertura es inevitable, si se quiere obtener una cobertura de zona total. Se puede expresar este efecto en términos de «factor de cobertura», es decir, la suma de las coberturas de cada transmisor dividida por la zona total a cubrir. La inversa del factor de cobertura se denomina a menudo rendimiento de cobertura. Este factor tiene un valor mínimo de 1,21 en el caso óptimo en que se utilicen triángulos elementales equiláteros;

- para la radiodifusión de televisión, la relación de protección cocanal necesaria es predominante con respecto a otras relaciones de protección correspondientes a distintas separaciones en radiodifusión de frecuencia, de manera tal que la cobertura óptima se obtendrá probablemente maximizando la distancia entre transmisores cocanal, es decir, haciendo que los triángulos de transmisores cocanal sean equiláteros;

- únicamente determinados números de canales permiten que tanto los triángulos de transmisores cocanal como los triángulos elementales sean equiláteros. Se les llama «números rombo» y para ello es preciso que el número de canales, C, sea tal que:

$$C = a^2 + ab + b^2$$

en donde a y b son números enteros no nulos sin divisor común.

Para valores de $C < 80$, estos números vienen dados por:

a	1	2	3	3	4	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8
b	1	1	1	2	1	3	1	2	3	4	1	1	2	3	1
C	3	7	13	19	21	37	31	39	49	61	43	57	67	79	73

Si el espectro total utilizable por la red no corresponde a un número de canales que sea un «número rombo», se podrá todavía aplicar una solución empleando el número total posible de canales, pero para ello será preciso por lo general adoptar una formulación reticular en la que o bien el triángulo de los transmisores cocanales o bien el triángulo elemental no sean equiláteros. Tal solución puede conducir a una cobertura sensiblemente superior a la que se podría obtener limitando la utilización del espectro a la correspondiente al número rombo inmediatamente inferior. Excepcionalmente, otros números de canales permiten también obtener triángulos elementales y triángulos cocanal equiláteros, pero en tales casos no se pueden utilizar distribuciones lineales de canales (véase el anexo I punto 3) y, por consiguiente, los niveles de interferencia no son necesariamente uniformes en el conjunto de la retícula. La fig. 14 del anexo I da un ejemplo de este tipo de red.

Si se considera más importante que los triángulos elementales sean equiláteros, puede conseguirse esto mediante una transformación afín que conserve el lado más largo haciendo girar los otros y alargándolos hasta que se igualen. La fig. 3b) ilustra esa transformación para una retícula de 8 canales.

Una vez establecidas las retículas del tipo que se acaba de describir, el problema consiste en organizar los canales necesarios de manera tal que se minimicen las interferencias, sin olvidar que un rombo cualquiera de transmisores cocanal no constituye sino una parte de la retícula que se extiende sobre el conjunto de la zona planificada. El cálculo de los esquemas de distribución lineal se examina en detalle en el anexo I.

Dicha distribución lineal tiene la propiedad de crear una situación de interferencia idéntica en todos los canales, excepto en los de las frecuencias más elevada y más baja (en los casos en que sea importante la interferencia procedente de los canales adyacentes).

Este método puede aplicarse también cuando (véase el ejemplo del punto 2.6) se desee proporcionar n programas en cada emplazamiento utilizando un total de nC canales en sub-bandas contiguas cada una de las cuales tiene C canales; en este caso, los canales asignados a cada transmisor serán:

$$c,\ c + C,\ c + 2C, \text{ etc.}, \qquad \text{donde } 0 \leqslant c \leqslant C - 1$$

2.2 *Consecuencias de la aplicación de los principios de planificación en retículas regulares en las bandas atribuidas a la televisión terrenal*

En los puntos siguientes se va a examinar la aplicación de estos principios al número real de canales disponibles en cada una de las bandas, y se van a utilizar al mismo tiempo estos ejemplos para desarrollar más ciertos aspectos de los principios de planificación.

No obstante, antes de considerar cada una de las bandas, será oportuno examinar cuáles son las relaciones entre las frecuencias distintas de las cocanal que es preciso tener en cuenta en la planificación de las redes de televisión (véase el Informe 1086).

Dichas relaciones son las siguientes:

Relación entre frecuencias	Diferencias entre los números de canales	Observaciones
Canal adyacente	1	Véase más adelante
Radiación del oscilador local	4 ó 5	Para las separaciones entre canales y las frecuencias intermedias generalmente utilizadas en los receptores
Canal imagen	8, 9 ó 10	

Así pues, para cualquier retícula basada en triángulos elementales aproximadamente equiláteros, cada uno de los transmisores será casi equidistante de los otros seis, los cuales, salvo en el caso de retículas con un número muy reducido de canales, funcionarán todos en canales diferentes. Por consiguiente, a menos de que se adopten triángulos elementales muy deformados, ninguna retícula que cuente con menos de 8 canales podrá evitar un solapamiento entre canales adyacentes. La fig. 2b) da un ejemplo de retícula de siete canales, que evita los solapamientos de canales adyacentes a costa de una deformación suplementaria, lo que da lugar a que aumente de manera notable el radio de cobertura exigido a cada uno de los transmisores.

2.3 *Banda I*

La anchura total de esta banda es de 21 MHz, por lo que el número máximo de canales disponibles en cualquier sistema actual de transmisión que utilice canales de 7 MHz es de 3. No puede haber más que una retícula de 3 canales, cuyas características son las siguientes:

a) los tres canales están en el vértice superior de los triángulos elementales;
b) los triángulos elementales y cocanal son equiláteros (tres es un número rombo);
c) la distancia entre transmisores cocanal es = $\sqrt{3}$ veces la distancia entre transmisores contiguos;
d) para proporcionar una cobertura completa, la distancia máxima entre un transmisor y el punto más próximo de la zona de cobertura del transmisor cocanal siguiente (en el baricentro del triángulo elemental) es igual a dos veces el radio de cobertura.

De la característica a) se deduce que los solapamientos entre canales adyacentes son inevitables.

La consecuencia de la característica d) es que la cobertura completa de la zona sólo es posible si la intensidad de campo en el extremo del radio de cobertura es superior a la intensidad de campo existente a dos veces la distancia en un valor por lo menos igual a la relación de protección cocanal exigida, (incluso si se desprecian los márgenes para interferencias múltiples o para las interferencias debidas a transmisores distintos de los cocanal).

La fig. 1 muestra, en el caso de una retícula de tres canales, cómo la utilización sistemática de los desplazamientos de frecuencia y de las polarizaciones vertical y horizontal puede servir para reducir las interferencias cocanal. En general, se puede utilizar la discriminación por polarización para reducir la interferencia de los canales adyacentes. Sin embargo, en el caso particular de tres canales, según se indica en la fig. 1, las ventajas son limitadas, ya que el canal central (B) es equidistante de los dos canales adyacentes, y la discriminación por polarización no se podría obtener más que con respecto a uno de ellos. El mismo principio es aplicable, evidentemente, a otras retículas. Se observa que:

- la distancia entre transmisores cocanal sin protección por discriminación de polarización o desplazamiento es ahora tres veces la existente entre canales adyacentes;
- todos los anillos más próximos de seis transmisores cocanal tienen desplazamientos, pero solamente tres tienen además polarización ortogonal (ya que aunque son posibles tres posiciones de desplazamiento, solamente hay dos polarizaciones).

A la vista de la importante protección cocanal que necesita un servicio de televisión, incluso teniendo en cuenta la reducción de interferencia conseguida por el desplazamiento de frecuencia y la discriminación por polarización, resulta imposible obtener una cobertura de zona completa en una retícula de tres canales, es decir, que no se puede cubrir completamente una vasta zona utilizando sólo la Banda I.

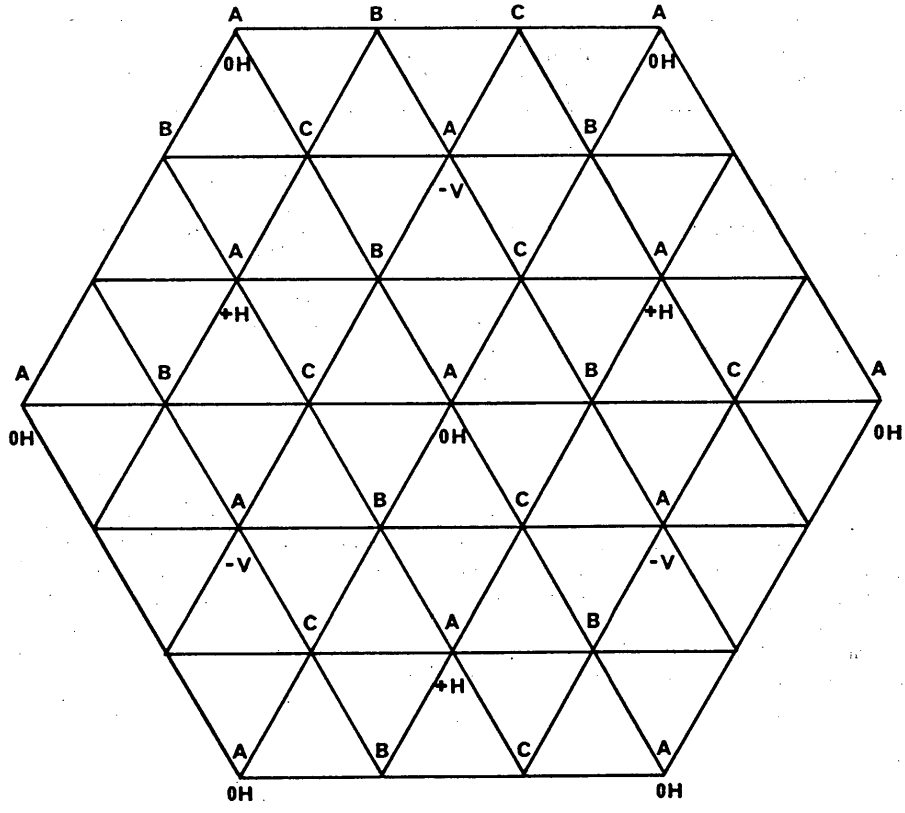


FIGURA 1 – *Retícula de 3 canales que utiliza 3 posibilidades de desplazamientos de frecuencia y 2 polarizaciones para reducir las interferencias*

A, B, C: Designación de los 3 canales
H, V: Polarizaciones horizontal y vertical, respectivamente
0, +, –: Desplazamientos (1/3 de la frecuencia de línea)

Los desplazamientos y las polarizaciones sólo están indicados para el canal A

2.4 *Banda III*

El espectro total disponible es de 56 MHz, lo que permite prever siete canales de 8 MHz u 8 canales de 7 MHz. En la Región 1 de la UIT se utilizan sistemas de televisión que tienen anchuras de banda nominales de 7 y 8 MHz, y debe tenerse en cuenta que en bandas decimétricas, la separación entre canales adoptada en el conjunto de la Región es de 8 MHz. Parece, pues, que este valor debería adoptarse de manera uniforme en cualquier planificación futura. Además, la adopción de una separación entre canales de 8 MHz no impediría conservar los sistemas de televisión que tengan una anchura de banda nominal de 7 MHz, si así se desea. No obstante, para que el análisis sea completo, se examinan a continuación tanto la retícula de 7 como la de 8 canales.

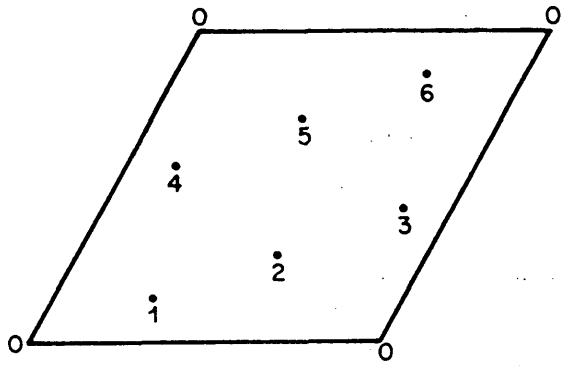
2.4.1 *Retícula de siete canales*

A primera vista, la retícula más adecuada es la indicada en la fig. 2a), que tiene triángulos elementales y cocanal (lo cual es posible porque 7 es un «número rombo»).

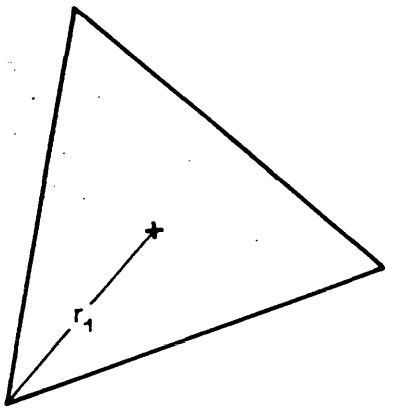
La retícula tiene las siguientes características:

- solapamiento entre canales adyacentes,
- distancia entre transmisores cocanal de $\sqrt{7}$ veces la distancia entre transmisores contiguos. (La relación distancia cocanal/distancia entre transmisores es $\sqrt{\text{N.º de canales}}$. Esta es una característica intrínseca de esta retícula.)

La fig. 2b) presenta una versión alternativa de la retícula de 7 canales. Esta versión fue adoptada para la Banda III por la Conferencia Africana de Radiodifusión en ondas métricas y decimétricas (Ginebra, 1963). La preferencia por esta retícula se basó sin duda en que la distancia entre canales adyacentes es más grande, pero como indican las figs. 2c) y 2d), se obtuvo a costa de una deformación considerable de los triángulos elementales y, por consiguiente, de un aumento del 22% del radio de cobertura que deben tener los transmisores para lograr una cobertura completa de la zona.

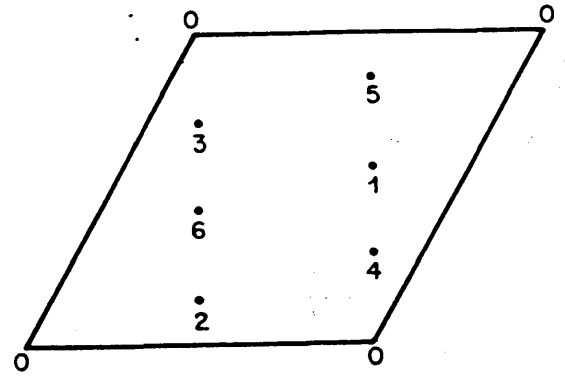


a) Triángulos elementales equiláteros

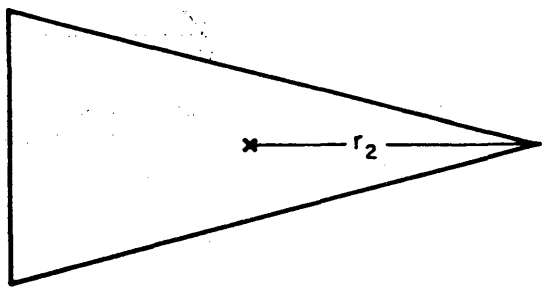


c) Triángulo elemental de *a)*

r_1: Radio mínimo para proporcionar una cobertura completa



b) Solución que evita los solapamientos entre transmisores que funcionan en canales adyacentes



d) Triángulo elemental de *b)*

r_2: Radio mínimo para proporcionar una cobertura completa

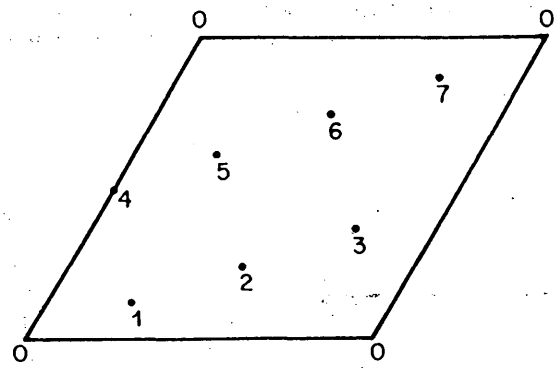
Relación $r_2/r_1 = 1{,}22$

Nota. – Las figs. *c)* y *d)* están normalizadas a las mismas distancias entre transmisores cocanal.

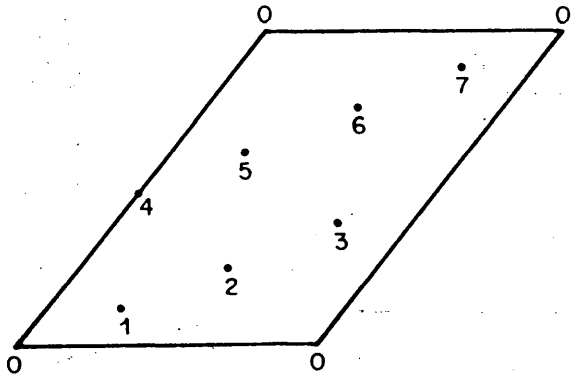
FIGURA 2 – *Ejemplo de retículas de 7 canales*

2.4.2 *Retícula de ocho canales*

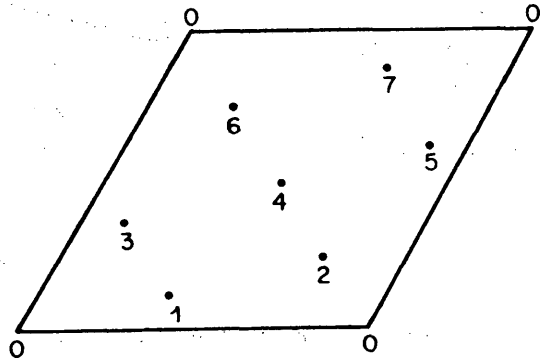
Puesto que 8 no es un número rombo, no es posible elaborar una distribución de canales lineal con triángulos elementales y triángulos de transmisores cocanal equiláteros. La retícula que más se le aproxima es la presentada en las figs. 3a) (triángulos cocanal equiláteros) y 3b) (normalizada para dar triángulos elementales equiláteros). En la fig. 3c) se muestra otra retícula cuyos triángulos elementales están más deformados y en donde la distancia más pequeña entre transmisores no es igual a la distancia entre transmisores que funcionan en canales adyacentes. No obstante, esta solución no impide cierto solapamiento de las coberturas entre transmisores que funcionan en canales adyacentes, cuando se desea lograr la cobertura completa de la zona.



a) Representación más aproximada de una retícula de triángulos elementales equilaterales



b) Transformación de la retícula *a)* para obtener triángulos elementales equilaterales



c) Solución alternativa que reduce la importancia de las interferencias de los canales adyacentes

FIGURA 3 – *Ejemplos de retículas de 8 canales*

2.5 *Observaciones generales sobre la planificación de la televisión en las bandas de ondas métricas*

Como ya se ha dicho, es imposible proporcionar cobertura completa en una vasta zona con los tres canales disponibles en la Banda I. Sin embargo, se puede obtener una cobertura única de esa clase con los siete u ocho canales disponibles en la Banda III, pero esta banda no permite por lo general proporcionar dos coberturas. De todos modos la importancia de la propagación por la capa E esporádica es tal, en la parte inferior de la Banda I, que el porcentaje de tiempo durante el cual se puede asegurar un servicio, es muy reducido.

Sería posible, teóricamente, utilizar las Bandas I y III conjuntamente y de manera coordinada para lograr alto grado de cobertura de zona con dos programas, es decir, utilizando cinco canales para cada uno de ellos. No obstante, haría falta adoptar un sistema de separación entre canales de 7 MHz en por lo menos una de las bandas.

Esta solución presenta también las siguientes dificultades:

- aunque sea lógico utilizar conjuntamente dos de los tres canales de la Banda I para obtener coberturas iguales, se corre el riesgo de tener problemas de tipo técnico en el emplazamiento transmisor;
- el tercer canal de la Banda I (sin duda el central) deberá, de todos modos, ser utilizado con un canal de la Banda III, lo que hará aumentar el precio de las antenas en emisión y recepción, planteando al mismo tiempo problemas para lograr coberturas iguales;
- los principios de la planificación en retículas lineales descritos anteriormente no son aplicables a una red mixta de este tipo, debido a la diferencia de características de propagación y a la distribución no continua de los canales.

Sin embargo, es posible contemplar la utilización de una red en las Bandas I y III con dos programas y sobre la base de una retícula de 10 canales, tal como la que se muestra en la fig. 4, con los canales agrupados por pares según se indica. Se observará que, para el establecimiento de esos pares, si los canales 0 a 2 están en la Banda I, cada uno de los canales de esta banda estará emparejado con otro canal de la Banda III. Si se desean mantener juntos dos canales de la Banda I, se pueden invertir las posiciones de los canales 2 y 7 y las de los canales 3 y 9. Dado que esta red tiene una separación de dos canales a un lado de cada uno de los triángulos elementales, cabe pensar que el emparejamiento sería posible a lo largo de este eje. Sin embargo, es imposible realizar el emparejamiento completo de números alternativos en secuencia consecutiva, salvo si el total es divisible por cuatro.

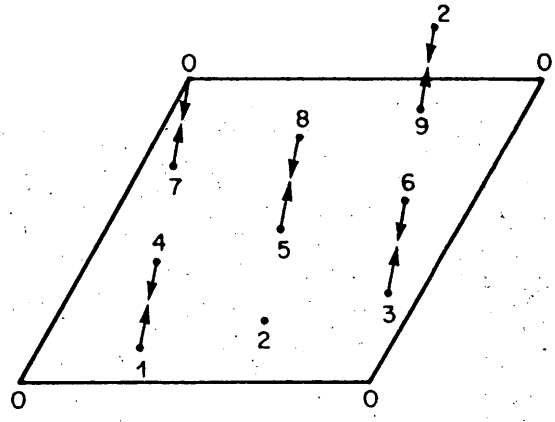


FIGURA 4 – *Retículas de 10 canales con los «emparejamientos» para la difusión de dos programas*

2.6 *Banda de ondas decimétricas*

Aunque la banda de ondas decimétricas está compuesta por las Bandas IV y V, es conveniente a efectos de planificación considerarla como un todo. Las Conferencias Europea y Africana de Radiodifusión (Estocolmo, 1961 y Ginebra, 1963, respectivamente), adoptaron un sistema de canales de 8 MHz en estas bandas. Los canales fueron numerados de manera consecutiva de 21 (470-478 MHz) a 81 (950-958 MHz), siendo el límite superior de la Banda IV el canal 34 y el límite inferior de la Banda V el canal 35. Con un total de 61 canales en las dos bandas, es posible evidentemente lograr coberturas múltiples, incluso en el caso de que no todos ellos estén enteramente disponibles para la radiodifusión.

La idea de subdividir la banda atribuyendo sub-bandas a coberturas o programas determinados, como se hizo en la Zona Africana en la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión sonora en MF en la banda de ondas métricas (Ginebra, 1984), plantea problemas en la banda de ondas decimétricas, ya que la banda total que debe utilizarse para una cobertura completa sería demasiado grande. Esto a su vez daría lugar a dificultades de tipo técnico, debido a la gran anchura de banda que necesitan las antenas de emisión y de recepción.

Las necesidades pueden variar de un país a otro en la zona planificada, por lo que quizá sería preferible basar la planificación en una sola retícula de 61 canales, concebida de manera que permita agrupar las frecuencias de modo diferente. Este método fue adoptado en las Conferencias Europea (1961) y Africana (1963).

La retícula utilizada en la Conferencia Europea está representada en la fig. 5 y la de la Conferencia Africana de Radiodifusión en la fig. 6. En ambos casos la diferencia de frecuencias entre transmisores adyacentes corresponde a la anchura de tres canales en una dirección dada y en toda la retícula. Así pues, resulta posible crear «grupos» de tres programas utilizando los canales n, $n + 3$, $n + 6$.

La ampliación a cuatro programas añadiendo ($n + 9$) no sería posible porque daría lugar, en primer término, a un gran alargamiento de una de las dimensiones de la retícula y, en segundo lugar, al riesgo de interferencia del canal imagen entre los canales n y $n + 9$. La retícula adoptada en la Conferencia de Estocolmo de 1961 comporta también una separación correspondiente a 10 canales entre transmisores adyacentes en otra dirección en toda la red, lo que permite constituir grupos de n, $n + 3$, $n + 6$, $n + 10$ (véase la nota) o bien n, $n + 3$, $n + 6$, $n + 13$. El primero es preferible desde el punto de vista de la utilización del espectro, y el segundo desde el punto de vista del escalonamiento de los emplazamientos en la retícula. Sin un nuevo aumento de la separación en la retícula, no es posible contemplar nuevas ampliaciones de este principio de «agrupamientos» en una retícula «Europa» para proporcionar:

- cinco programas con los canales n, $n + 3$, $n + 7$, $n + 10$, $n + 13$;
- seis programas con los canales n, $n + 3$, $n + 6$, $n + 10$, $n + 13$, $n + 16$.

Nota .– O bien, simétricamente, n, $n + 4$, $n + 7$, $n + 10$.

La retícula adoptada en la Conferencia Africana de 1963 no parece que admita fácilmente la ampliación de los agrupamientos más allá de los tres programas, si no es con un aumento excesivo de la utilización del espectro o la introducción de interferencia por canal imagen, n y $n + 9$, en una localización de transmisor dada.

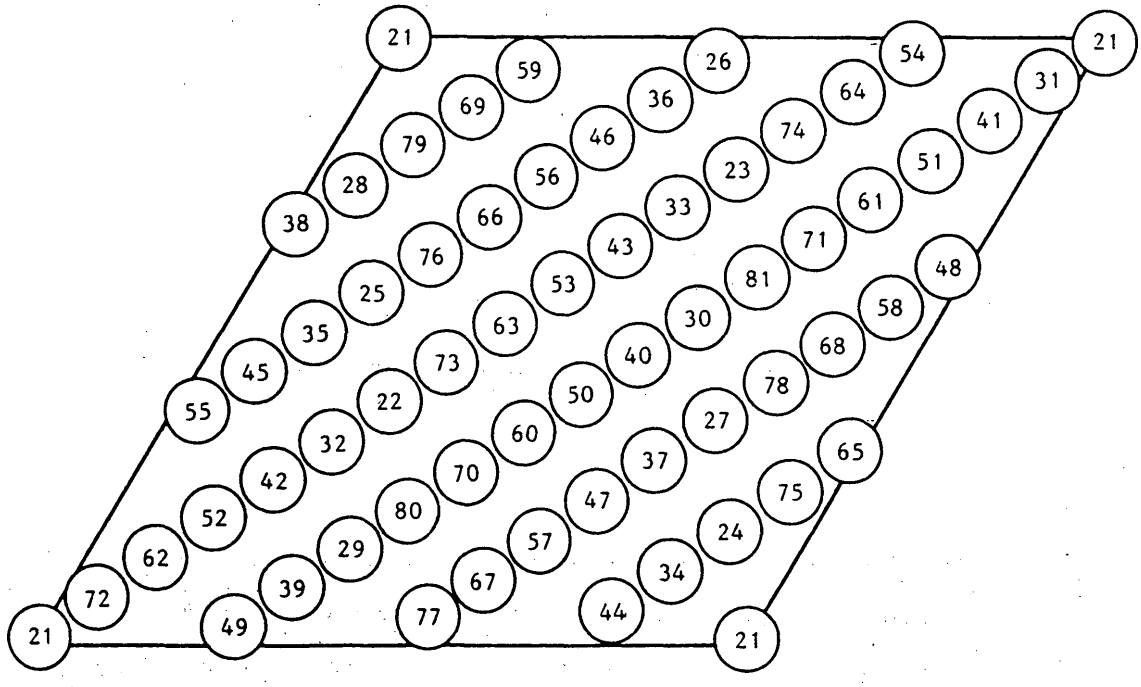


FIGURA 5 – *Distribución teórica de canales en las bandas IV y V, adoptada por la Conferencia Europea de Radiodifusión (Estocolmo, 1961)*

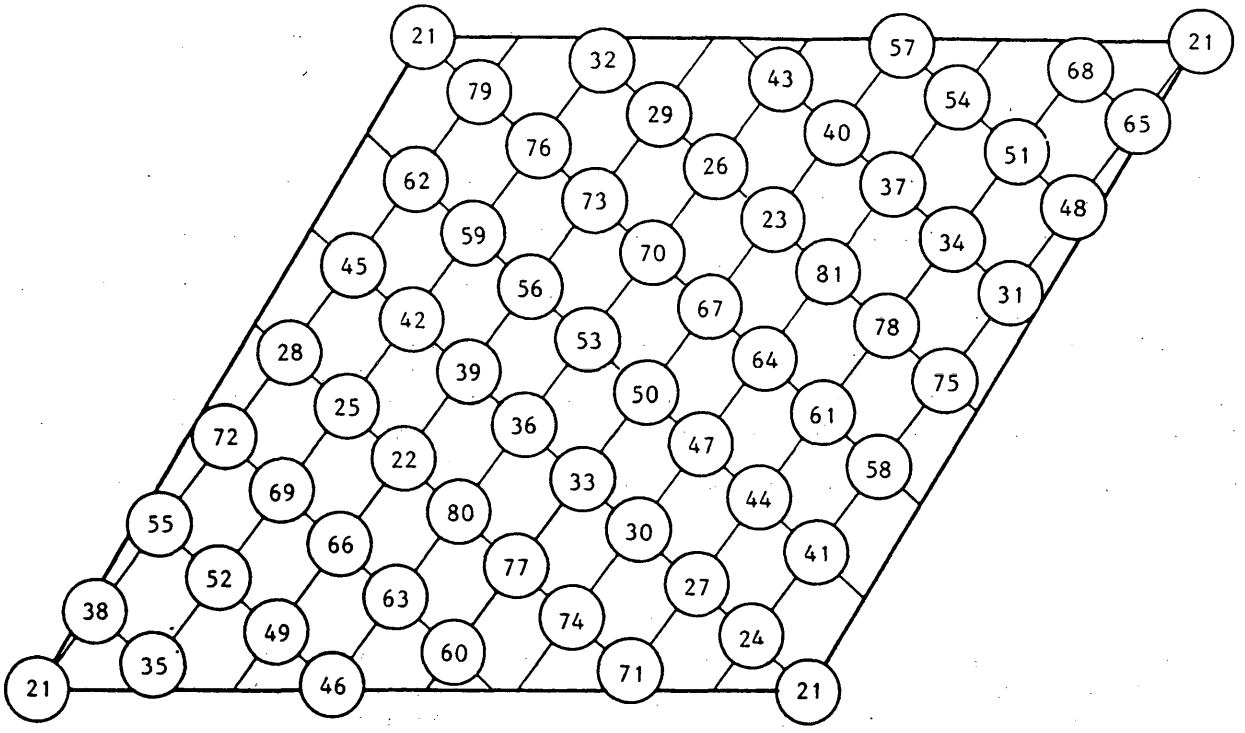


FIGURA 6 – *Retícula teórica de canales en las bandas IV y V adoptada por la Conferencia Africana de Radiodifusión (Ginebra, 1963)*

3. Plan con desplazamiento de frecuencia

3.1 Consideraciones generales

La aplicación óptima de una retícula, conforme se ilustra en las Figuras 5 y 6 y se describe en el Anexo I con respecto a una distribución lineal de los canales, no depende únicamente de la frecuencia nominal de un canal asignado. Una manera muy adecuada de asegurar una mejor utilización de las bandas de frecuencias atribuidas al servicio de radiodifusión de televisión consiste en establecer un desplazamiento adecuado entre los canales, optimizando por consiguiente la protección entre los transmisores que utilizan el mismo canal (veánse los Cuadros II, VII y VIII de la Recomendación 655). Puede calcularse entonces la separación cocanal óptima mediante estos desplazamientos, y utilizarse para determinar la retícula cocanal.

3.2 Desplazamiento de poca precisión

La separación óptima entre transmisores cocanal se obtiene estableciendo desplazamientos que proporcionen la misma protección entre todos los transmisores en una retícula cocanal, es decir, 8M, 0 y 8P (desplazamiento por múltiplos de 1/3 de la frecuencia de línea; relación de protección de 30 dB en todas partes, interferencia troposférica) asignados alternativamente en las tríadas de transmisores de las semirretículas (véase la Figura 7). Los transmisores situados a lo largo de la diagonal de mayor longitud son los únicos que tienen un desplazamiento relativo de 0 y, por consiguiente, se encuentran menos protegidos (relación de protección de 45 dB). Sin embargo, esto queda compensado por el hecho de que la separación cocanal entre el par de transmisores es 1,73 veces mayor que la de las tríadas de transmisores con desplazamiento efectivo de 1/3 de la frecuencia de línea.

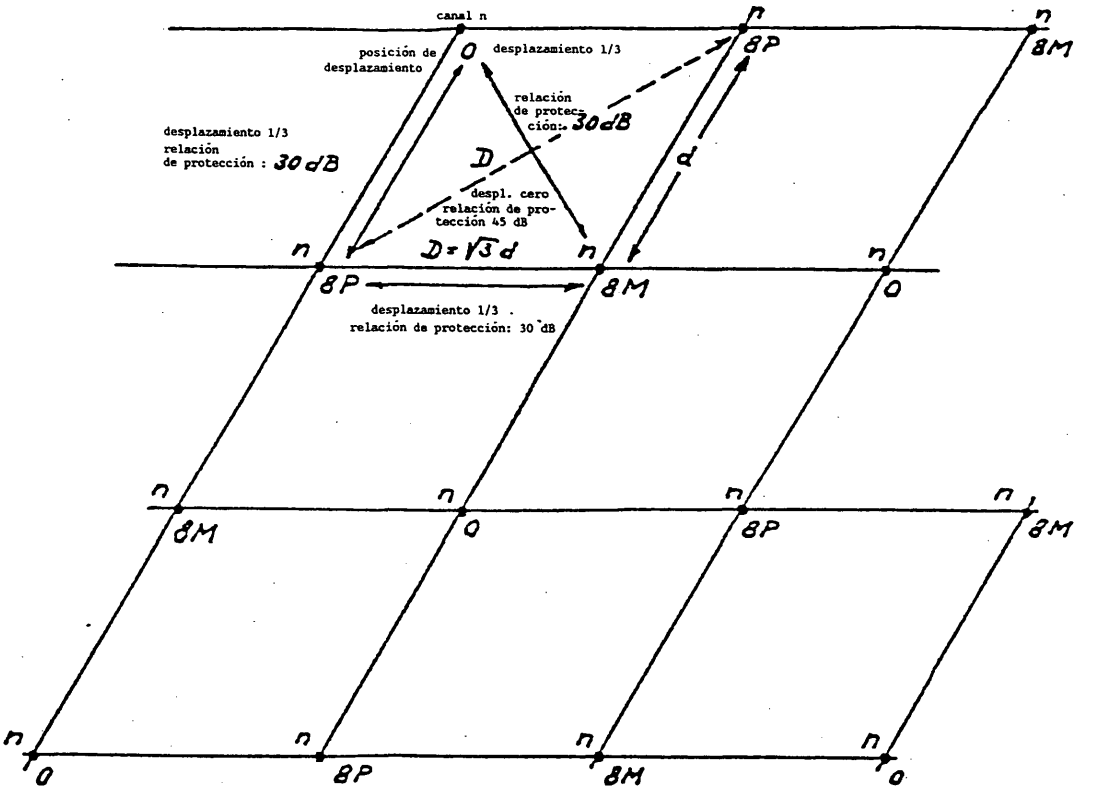


FIGURA 7

Distribución del desplazamiento de frecuencia en una retícula cocanal (plan con desplazamiento de frecuencia)

3.3 Desplazamiento de precisión

Se puede mejorar la eficacia de utilización del espectro recurriendo a un desplazamiento de precisión. Sin embargo, las posibilidades quedan limitadas si la planificación de la red se basa en una retícula cocanal puesto que los transmisores situados a lo largo de la diagonal de mayor longitud, que tienen un desplazamiento relativo 0, pueden funcionar únicamente con un desplazamiento de poca precisión, y la separación cocanal en la retícula viene determinada por esta separación mínima necesaria.

3.4 Distribución del desplazamiento en el funcionamiento con desplazamiento de precisión

Además de las relaciones de protección de las señales de imagen, la Recomendación 655 especifica también las relaciones de protección de la señal de sonido analógica. En las distribuciones comunes del desplazamiento de los canales de televisión (8M, 0, 8P) existe una diferencia de unos 10 kHz entre las portadoras de sonido de transmisores cocanal adyacentes, lo que se traduce en la necesidad de una relación de protección de 31 dB (Recomendación 655, Cuadro XI).

Cuando se emplea desplazamiento de precisión, se necesita una relación de protección de solamente 22 dB para las señales de imagen. A fin de obtener la misma relación de protección para las señales de sonido es preciso ajustar el desplazamiento en una magnitud igual a varios múltiplos de la frecuencia de línea. La diferencia de frecuencia de las señales de sonido debe ser del orden de 50 kHz. Para obtener una relación de protección de 22 dB (igual a la de las señales de imagen). Las relaciones de protección de las señales de imagen no varían, siempre que esas señales no se desplacen unas con respecto a otras en una magnitud superior a tres veces la frecuencia de línea.

4. Capacidad de las bandas de televisión

4.1 *Capacidad de las bandas de ondas métricas*

Como ya se ha visto, la Banda I puede proporcionar como máximo tres canales, y esto sólamente si se adopta un sistema de separación entre canales de 7 MHz. No puede, por tanto, ser considerada sino como un complemento de la Banda III, salvo si se utiliza para aplicaciones que no exijan una cobertura completa de zona.

Las bandas de ondas métricas combinadas pueden proporcionar nueve canales si se utiliza un sistema de transmisión con canales de 8 MHz, y 10 u 11 canales en un sistema con canales de 7 MHz. En el primer caso no sería razonable tratar de proporcionar cobertura con más de un solo programa en las bandas de ondas métricas únicamente, pero con 10 canales hay la posibilidad de proporcionar una cobertura de zona bastante elevada, aunque probablemente no total. En tal caso, sería deseable tratar de minimizar las interferencias en la medida de lo posible mediante la utilización sistemática de las polarizaciones horizontal y vertical.

Hay que tener presente, además, que en la práctica no se aplican, por lo general, las simplificaciones hechas en la teoría (véase el § 2.1). Consecuencia de ello es que harán falta más canales, para un grado determinado de cobertura, que los previstos por la teoría. En el § 2.5 se indican otros problemas.

Cualquier forma de cobertura mixta en las Bandas I y III obligaría a las autoridades de radiodifusión a efectuar gastos suplementarios, por la necesidad de utilizar antenas de transmisión separadas. El empleo de antenas de recepción log-periódicas podría quizá evitar esta dificultad al telespectador, si los dos servicios utilizaran la misma polarización en una zona dada, pero una antena así sería bastante voluminosa.

Otra posibilidad que debe tenerse en cuenta, si se deben difundir dos programas en ondas métricas, es proporcionar cobertura completa mediante reemisores en la banda de ondas decimétricas. Se puede proceder de esta manera en los países en los que no esté previsto difundir más de tres programas en ondas decimétricas.

4.2 *Capacidad de las bandas de ondas decimétricas*

La experiencia adquirida en Europa permite evaluar en la práctica la capacidad de las bandas de ondas decimétricas. Debe tenerse en cuenta que sólo se dispone de un máximo de 48 canales (21 a 68), y que existe en ciertas regiones de Europa, entre las Bandas IV y V, un intervalo inutilizable para la radiodifusión, que puede alcanzar una anchura de cinco canales. No obstante, es posible lograr, por lo general, tres coberturas con protección contra las interferencias durante el 99% del tiempo. En ciertos casos, como por ejemplo en el Reino Unido, el tiempo durante el cual se obtiene la protección se reduce al 95% y se ha demostrado en este caso que es posible lograr la cobertura con cuatro programas.

De cualquier modo, hay que decir en primer lugar si se pretende dar una cobertura de zona o una cobertura de población. Si la distribución de la población es bastante uniforme, la diferencia entre las dos coberturas será pequeña, pero si la mayor parte de la población está concentrada en zonas urbanas, puede ser importante. En este caso, es posible alcanzar la cobertura de las zonas urbanas con un mayor número de programas que si se persigue una cobertura más uniforme.

5. Evaluación de un plan de cobertura

En las bandas de ondas métricas y decimétricas, conviene establecer una relación entre las intensidades de campo previstas o medidas y el grado de satisfacción de los telespectadores con la calidad de imagen y de sonido que reciben. Para llegar a establecer esa relación, es muy importante que la distribución de los puntos de medida esté en estrecha relación con la densidad de la población. El método descrito en el Informe 228 no es adecuado si la densidad de la población no es uniforme. Hay que tener además en cuenta en qué medida es posible que los telespectadores utilicen instalaciones de recepción diferente de la normal. La utilización de antenas de alta ganancia o de preamplificadores de bajo ruido en zonas escasamente pobladas permite una ampliación de la cobertura proporcionada por un transmisor sin tener que aumentar la intensidad del campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDEN, H., FASTERT, H. W. y KALTBEITZER, K.-H. [febrero de 1960a] Methods for planning optimum transmitter networks for Bands IV and V – Description of the method and indications for its use. *EBU Rev.*, **59-A**, 4.

EDEN, H., FASTERT, H. W. y KALTBEITZER, K.-H. [abril de 1960b] More recent methods of television network planning and the results obtained. *EBU Rev.*, **60-A**, 54.

EDEN, H. y KALTBEITZER, K.-H. [diciembre de 1959] The minimum spacing of television transmitters liable to interfere. *EBU Rev.*, **58-A**, 14.

FASTERT, H. W. [abril de 1960] The mathematical theory underlying the planning of transmitter networks. *EBU Rev.*, **60-A**, 48.

O'LEARY, T. [agosto de 1984] Theoretical considerations for VHF/FM planning: equivalent area coverage. *EBU Rev. Tech.*, **206**, 150-156.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

BIBLIOGRAFÍA

ARNAUD, J. F. [marzo de 1962] Projets théoriques de répartition des fréquences de la Bande II à un réseau d'émetteurs groupés en centre d'émission. *L'Onde Electrique*, **420**, 208-218.

DOORDARSHAN (INDIA) [enero de 1984] Frequency planning of TV transmitter network in VHF bands. *ABU Tech. Rev.*, **90**, 3-8.

EDEN, H. [enero de 1985] Métodos de planificación de frecuencias para la radiodifusión sonora y la televisión. *Boletín de Telecomunicaciones*, Vol. 53, **1**, 30-47.

KLEINSTEUBER, R. [noviembre de 1984] Generalized graph coloring – a frequency assignment method for VHF broadcasting. Technische Universität München, Institut für Mathematik und Informatik, TUM-M8405.

MAARLEVELD, F. [abril de 1960] Transmitter networks with non-linear channel arrangements. *EBU Rev.*, **60-A**, 70-72.

STOECKER, F. [octubre de 1984] Computerized frequency assignment method based on the theory of graphs. *EBU Rev.*, **207**, 201.

STRUZAK, R. G. [enero de 1982] Planificación de la frecuencia óptima: un nuevo concepto. *Boletín de Telecomunicaciones*, Vol. 49, **1**, 29.

ANEXO I

PLANIFICACIÓN EN RETÍCULA: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE RETÍCULAS GEOMÉTRICAS REGULARES CON DISTRIBUCIÓN LINEAL DE LOS CANALES

1. Hipótesis fundamentales

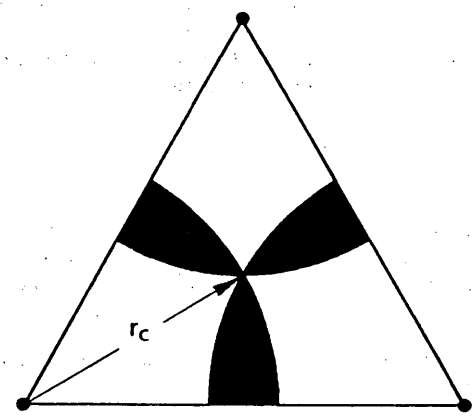
Se considera que todos los transmisores:

- tienen la misma potencia y se utilizan antenas direccionales de la misma altura efectiva y polarización; y
- están repartidos en una zona de dimensiones infinitas, en la que las caracteristicas de propagación son invariables.

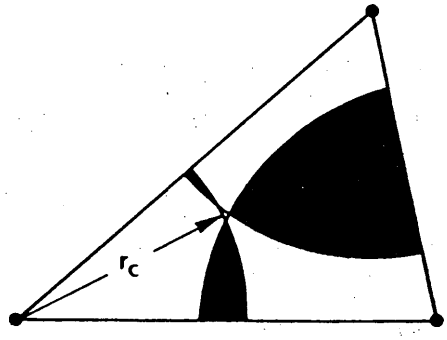
2. Retículas geométricas regulares

Se supone que los transmisores están situados en el punto de intersección de dos conjuntos de paralelas equidistantes entre sí y que cubren la totalidad de la zona. Estos dos conjuntos de paralelas subdividen la zona en paralelogramos, cada uno de los cuales corresponden a un punto de intersección, es decir, al emplazamiento de un transmisor. Se obtendría así una cobertura completa si cada transmisor diera cobertura únicamente en una zona de superficie igual a la del paralelogramo (aunque casi con toda certeza, de forma diferente).

Puede considerarse, para simplificar, un tercer conjunto de paralelas que pasen por los puntos de intersección y dividan así cada uno de los paralelogramos en dos triángulos iguales. Si se supone que las antenas de transmisión son no-direccionales y que las zonas de cobertura son por tanto circulares (en ausencia de interferencia o en presencia de interferencia uniforme), la cobertura completa de la zona exige que el alcance de cada uno de los transmisores, r_c, sea igual a la mayor de las distancias desde un vértice al baricentro del triángulo elemental (véase fig. 8). Es inevitable un cierto solapamiento de coberturas, que debe reducirse lo más posible para conseguir una cobertura eficaz.



a) Triángulo equilátero



b) Triángulo no equilátero

FIGURA 8 – *Ejemplos de triángulos elementales con los solapamientos necesarios para lograr una cobertura completa*

El solapamiento se reduce al mínimo si los triángulos son equiláteros, pero incluso si se alejan un poco de esa condición, el solapamiento aumentará sólo ligeramente. En esta situación óptima, los paralelogramos se convierten en rombos, y la distancia de cada uno de los vértices al baricentro del triángulo es $r/\sqrt{3}$. En estas condiciones, la zona de cobertura (Sc) de cada uno de los transmisores viene dada por la relación:

$$Sc = \pi \left(\frac{r}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{\pi r^2}{3}$$

y la superficie de cada uno de los paralelogramos es $S = \frac{\sqrt{3}\, r^2}{2}$

Al cociente Sc/S se le denomina factor de cobertura, y a su inversa S/Sc, eficacia de la cobertura. El mayor valor de Sc/S se obtiene con triángulos equiláteros, y es igual a $2\pi/3\sqrt{3} = 1{,}21$. La utilización de una retícula de triángulos no equiláteros puede ser ventajosa en ciertos casos, aunque reduzca la eficacia de cobertura. Se examinará este problema cuando se analice la distribución de los canales.

La televisión requiere relaciones de protección cocanal de valor elevado (del orden de 30 a 45 dB), incluso para las interferencias discontinuas. En consecuencia, las zonas de cobertura cocanal no sólo no deben solaparse, sino que han de estar bien separadas. De las explicaciones anteriores se infiere que, si los transmisores cocanal forman una retícula de triángulos equiláteros en la que D es la distancia entre transmisores cocanal vecinos, se obtendrá el factor de cobertura máxima c de la siguiente manera:

$$c = 2\pi r_c^2/\sqrt{3}\, D^2$$

Una cobertura completa de la zona exigirá la utilización de un número suficiente de canales, C. Retículas idénticas de transmisores cocanal para estos C canales deberán por tanto superponerse, a fin de que la retícula resultante sea de nuevo total y geométricamente regular. El número de soluciones posibles de este problema es más bien limitado.

Se pueden encontrar todas las soluciones posibles si el paralelogramo (o el rombo) cocanal está subdividido por dos conjuntos de $C - 1$ rectas equidistantes paralelas a uno de lo pares de lados del paralelogramo. Las figs. 9a) y 10a) lo muestran en el caso de una retícula equilátera de transmisores cocanal, para $C = 7$ y $C = 12$, respectivamente. La regularidad geométrica de la retícula de triángulos elementales resultantes se obtiene cuando cada una de las $C - 1$ paralelas de uno de los conjuntos corresponde a un solo transmisor. Las $C - 1$ paralelas del otro conjunto corresponderá también a un solo transmisor si C es número primo (por ejemplo, 7). Si C es el producto de dos o más números primos, p_i, (por ejemplo $12 = 2 \times 2 \times 3$) también hay soluciones; pero en el otro conjunto, sólo las paralelas que sean múltiplos de p_i (o de sus productos $\prod_{i=1}^{i<n} p_i$) tendrán p_i (o $\prod_{i=1}^{i<n} p_i$) transmisores (figs. 10c) a 10e)). Para $C = 7$, todas las soluciones posibles (salvo una que no hay que tener en cuenta porque en ella todos los transmisores se hallarían sobre uno de los lados del triángulo) están representadas en las figs. 9b) a 9f).

Resulta conveniente a estas alturas introducir un sistema de coordenadas no rectangulares (x, y) que tengan su origen en el ángulo inferior izquierdo y sus ejes dirigidos, respectivamente, hacia el ángulo inferior derecho (x) o superior izquierdo (y). Las paralelas de subdivisión están situadas a una distancia unitaria la una de la otra.

En este sistema de coordenadas, las soluciones de las figs. 9b) a 9f), comportan todas ellas un transmisor en $y = 1$, pero su posición con respecto a x varía entre $x = 1$ y $x = 5$. Las coordenadas de los demás transmisores en cada una de las soluciones son múltiplos de las primeras coordenadas, es decir, que en la fig. 9b) las coordenadas son (1, 1), (2, 2), (3, 3), (4, 4), (5, 5) y (6, 6). Los valores de las coordenadas superiores a C pueden ser normalizados dividiendo el múltiplo real por C, o por un múltiplo de C, dado que los valores iniciales y resultantes de las coordenadas son congruentes entre sí en módulo C.

Las figs. 9b) a 9f) muestran que ciertas soluciones son «simétricas» (simetría triangular), como por ejemplo, las de las figs. 9c) y 9e) o las de las figs. 9b), 9d) y 9f). Esto reduce el número de soluciones a dos. De ello se sigue que, salvo para $C = 3$, se pueden encontrar todas las soluciones conociendo una de ellas si las coordenadas de uno de los transmisores vienen fijadas por $x \leqslant C/2$ e $y = 1$ (o viceversa), es decir, a la izquierda de las verticales de trazos de las figs. 9a) y 10a), y más precisamente en el interior del paralelogramo formado por las líneas de trazos. Por consiguiente, en el ejemplo de la fig. 9 ($C = 7$), sólo han de tenerse en cuenta las coordenadas (1, 1) y (2, 1) mientras que en el ejemplo de la fig. 10 ($C = 12$), sólo se presentan las soluciones «diferentes».

Las soluciones de las figs. 9 y 10 se han obtenido a partir de una retícula de triángulos equiláteros para transmisores cocanal. En tal retícula, el cuadrado de la distancia, d, entre puntos de coordenadas (x1,y1) y (x2,y2) con $(x2 - x1) = a$ e $(y2 - y1) = b$ es $d^2 = a^2 + ab + b^2$. El rombo cocanal de las figs. 9 y 10 tienen un lado de longitud, D, lo que corresponde en los dos casos a un C unitario y a una superficie $Sc = \sqrt{3}\, D^2/2 = \sqrt{3}\, C^2/2$. Si este área se subdivide en C paralelogramos elementales congruentes, la superficie de cada uno de ellos será $Sc = \sqrt{3}\, C/2$ y, en el caso en que la superficie elemental sea un rombo, se tendrá $Sc = \sqrt{3}\, d^2/2$, es decir $d^2 = C$. Las figs. 9 y 10 muestran que los triángulos elementales no son por lo general equiláteros y tienen lados de longitud d_1, d_2 y d_3. Sólo en casos excepcionales (figs. 9c) y 9e)) el triángulo elemental es equilátero. No existen soluciones en las cuales el triángulo cocanal y el triángulo elemental sean equiláteros sino en el caso en que C sea un número rombo, es decir, cuando existan dos enteros, a y b, que satisfagan la relación $C = a^2 + ab + b^2$. Esta condición se debe a que las coordenadas de los transmisores sólo pueden ser números enteros. Las superficies de los triángulos equiláteros y no equiláteros son iguales si:

$$3d^4 = 4d_1^2d_2^2 - (d_1^2 + d_2^2 - d_3^2)^2$$

Ejemplo: en la fig.10d) las longitudes de los lados son:

$$d_1 = \sqrt{13},\ d_2 = 3,\ d_3 = 4$$

de donde:

$$3d^4 = 4 \times 13 \times 9 - (13 + 9 - 16)^2$$

o

$$d^2 = \sqrt{13 \times 12 - 12} = 12 = C$$

En el § 2.1 del texto principal se encuentran los valores de los números rombo para $C < 80$ junto con los números enteros generadores a y b. En el presente anexo figuran también algunas conclusiones fundamentales a las que se llega tras las anteriores consideraciones.

Se pueden sacar además otras conclusiones:

- Si los transmisores situados en los vértices del rombo cocanal experimentan interferencias de otros transmisores situados en cualquier emplazamiento en el interior del rombo y que transmiten en canales diferentes, como el canal adyacente o el canal imagen, la distancia de estos transmisores a los vértices debe maximizarse, es decir, que se les debe colocar tan cerca como sea posible del baricentro del triángulo. Estas interferencias tendrán no obstante tendencia a reducir la cobertura y, para compensar esta pérdida, será preciso aumentar el número de canales necesarios.

- Los efectos de las interferencias dependen esencialmente de la distancia entre los transmisores en cuestión y de la relación de protección exigida. Debido a la distancia menor entre el baricentro y los vértices de los triángulos cocanal, puede ocurrir, particularmente en los casos de interferencia del canal adyacente con una separación de 100 kHz en radiodifusión MF, que la interferencia cocanal ya no sea la predominante. Para la mayor parte de los sistemas de televisión no ocurrirá esto. En este caso, los triángulos elementales equiláteros pueden ser preferibles a los triángulos cocanal equiláteros. No obstante, cualquiera que sea la solución que se elija, aumentará el número de canales necesarios para obtener la cobertura completa de la zona.

3. Sistemas de distribución lineal de los canales

Después de haber establecido las características geométricas de la retícula, queda por hallar la organización de los C canales necesarios para proporcionar cobertura completa, a fin de reducir lo más posible las interferencias. Bueno será recordar aquí que todo rombo de transmisores cocanal forma parte de una retícula que se extiende al infinito y está formada por C retículas de transmisores cocanal superpuestos de manera regular. Todo resultado obtenido por el método de planificación en retículas estará por tanto caracterizado por una repetición periódica en todas las direcciones de la disposición geométrica de los canales, indicada a título de ejemplo en uno de los rombos de transmisor cocanal.

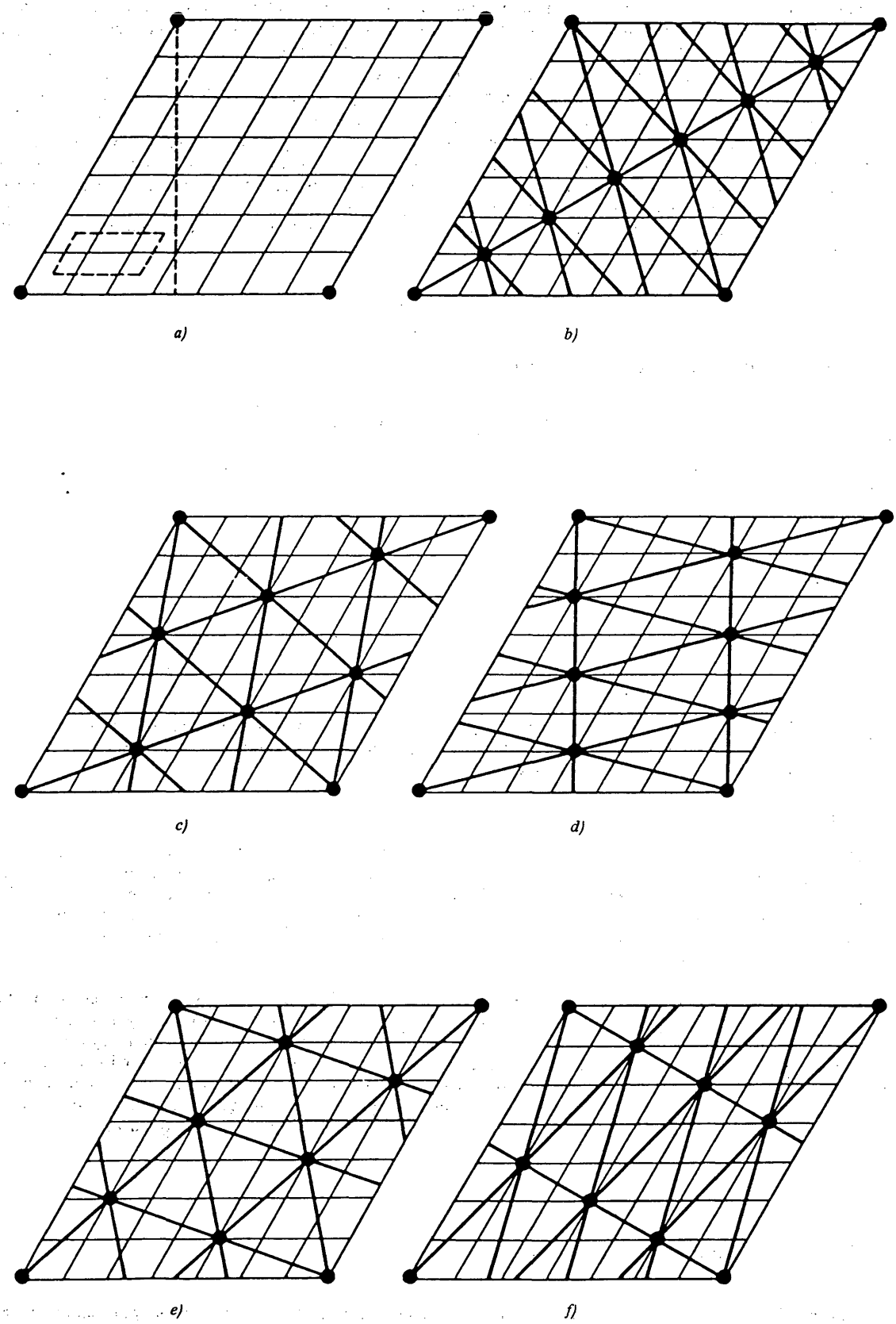


FIGURA 9 – *Distribuciones posibles de canales en el caso de una retícula equilátera de transmisores cocanal con C = 7*

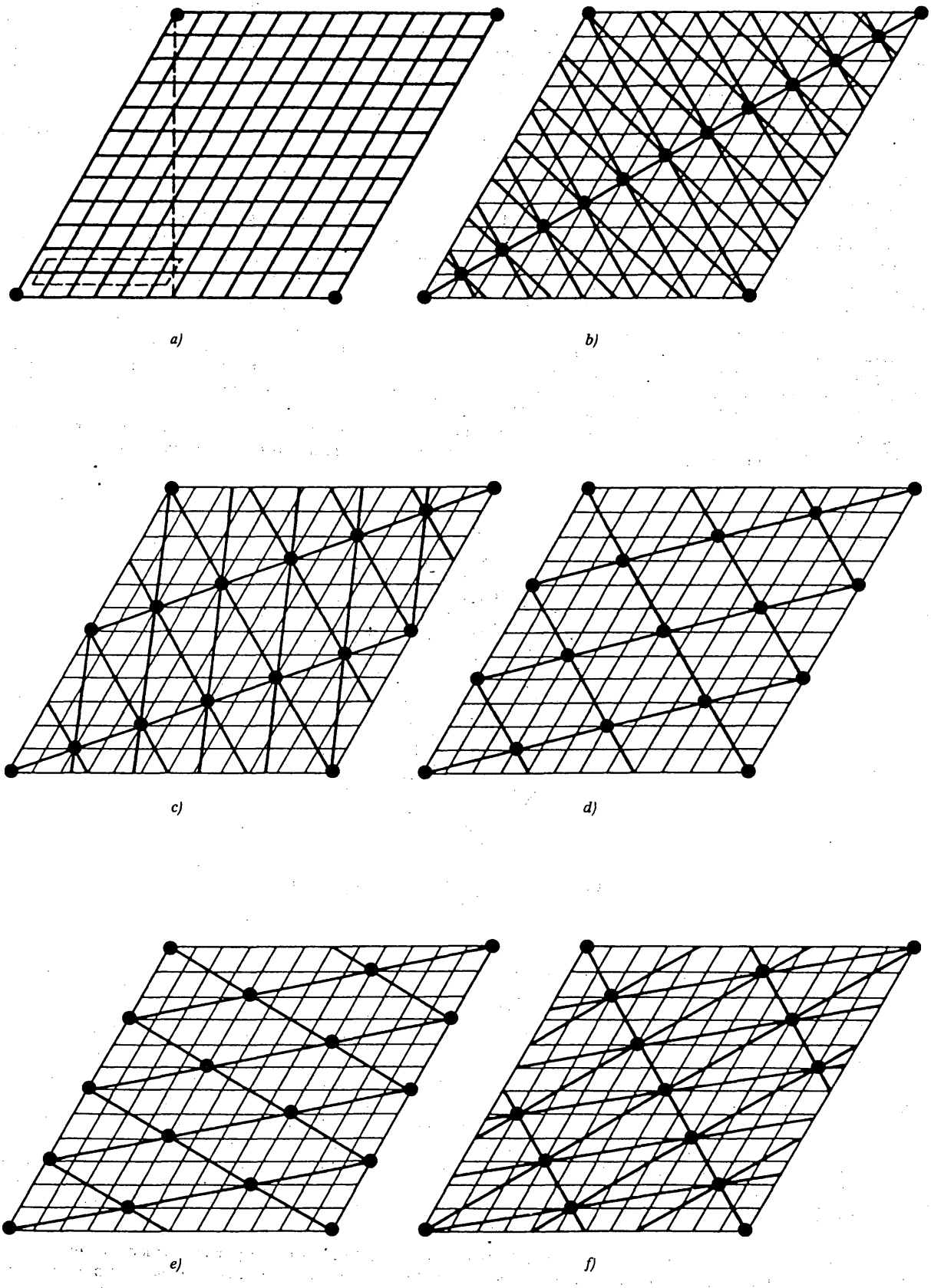


FIGURA 10– *Distribuciones posibles de canales en el caso de una retícula equilátera de transmisores cocanal con C = 12*

Parece conveniente utilizar como referencia el canal número 0 para estudiar la disposición de los canales, y, en cualquier ejemplo que se elija, designar con 0 los vértices del rombo de transmisores cocanal. En consecuencia, las diferencias de números de canales (1, 2, ... $C - 1$) representarán de manera automática la diferencia entre los números de canales del transmisor considerado y de los transmisores situados en los vértices del rombo cocanal. No obstante, cuando se consideren, por ejemplo, las interferencias de los canales adyacentes, no hay que olvidar que este tipo de interferencias no se da únicamente entre los canales 0 y 1, sino también entre los canales 1 y 2, 2 y 3, etc. Por razones de simplicidad y de regularidad en el sistema de distribución de canales, parece conveniente asignar el canal 1 a un transmisor de coordenadas (x1, y1) que, como ya se ha explicado, deberá estar bastante próximo al baricentro, el canal 2 al transmisor de coordenadas (2x1, 2y1), etc. De ello se sigue que la diferencia entre los números de canales asignados a transmisores equidistantes y alineados será constante. Si esa diferencia es superior a un canal, puede resultar un número de canales superior a C, que debe ser normalizado restando C o uno de sus múltiplos. Los números de canal iniciales y normalizados son por tanto congruentes entre sí en módulo C. A los sistemas de distribución de canales así elaborados se les conoce con el nombre de distribución lineal. Existen, evidentemente, otras soluciones, pero las distribuciones no lineales son menos prácticas, aunque no por ello no utilizables (en el § 5 se examinan brevemente estas soluciones).

Es conveniente examinar los sistemas de distribución lineal de canales para el estudio de la eficacia de cobertura, ya que la situación de las interferencias en cada una de las C retículas de transmisores cocanal superpuestos es la misma, a excepción de ciertas irregularidades asociadas al primero y al último de los C canales. Puede, no obstante, ignorarse esta excepción si se supone que los canales en cuestión forman un sistema cíclico en el que los canales 0 y $C - 1$ son adyacentes. Cabe señalar a este respecto que tal sería en parte el caso si se insistiera en conseguir la cobertura con n programas utilizando una secuencia de canales ininterrumpida subdividida en n grupos de C canales cada uno. En la fig. 11 se presenta un sistema de canales cíclico.

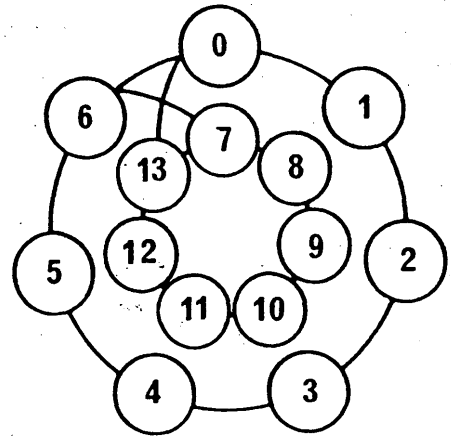


FIGURA 11 – *Sistema cíclico de agrupación de canales (número de programas (n) = 2)*

Dado que la situación de interferencia en cada uno de los C canales, así como cada uno de los transmisores en una cualquiera de las retículas cocanal es idéntica, la zona de cobertura de todos los transmisores es igualmente idéntica tanto en forma como en dimensión. La verificación de la cobertura obtenida por el conjunto de transmisores en los C canales no exige, por tanto, más que, la determinación de la zona de cobertura de uno de ellos.

Los sistemas de distribución lineal de canales permiten igualmente tener en cuenta interferencias distintas de la cocanal. En el caso de la televisión, éstas incluyen la interferencia de los canales adyacentes ($\pm$ 1), la del canal imagen ($+8$ ó $\pm$ 9 ó $+10$) y la del oscilador local de un receptor sintonizado a los canales $\pm$ 4 ó -5. En principio, estos canales deberían situarse en la proximidad del baricentro de uno de los dos triángulos que constituyen un rombo cocanal. Su distancia a los vértices debe, en teoría, ser más grande cuando la relación de protección sea mayor. En los sistemas de distribución lineal de canales, por razones de simetría, los canales cuyo número difiere en una misma cantidad del transmisor de referencia, pero con signo contrario, están situados de manera simétrica con respecto a esos dos baricentros.

Puesto que los canales z y $C - z$ son simétricos uno respecto al otro, no pueden evidentemente existir más de $C/2$ distribuciones de canales diferentes, es decir, en el ejemplo de la fig. 9b), solamente tres; que se muestran en la fig. 12 repartidas en las tres columnas. Los dos baricentros están indicados por el símbolo G. La tercera solución permitiría obtener la mayor distancia de los vértices al canal adyacente. En el ejemplo de la fig. 9c), la distancia de cada transmisor al vértice más próximo es idéntica; las tres soluciones posibles son, por tanto, equivalentes en este caso, de tal modo que, en realidad, sólo existe una sola solución particular como consecuencia de la simetría. Esta situación especial se presenta cuando C es un número rombo y la retícula está formada por triángulos equiláteros.

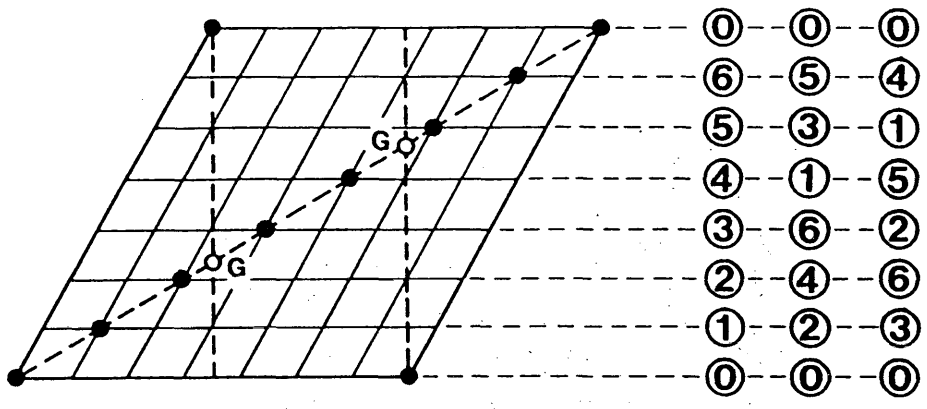


FIGURA 12 – *Ejemplos de distribución de canales en el caso de una retícula regular equilátera (C = 7)*

El número de soluciones posibles aumenta en principio con el de canales necesarios para proporcionar una cobertura completa. Sin embargo, la diferencia, Δ, entre los números de canales utilizados por transmisores vecinos, y el número de canales disponibles, C, no debe tener factores comunes (excepto la unidad), ya que en tal caso no se utilizarían más que los canales cuyos números fuesen múltiplos de este factor, mientras que los otros permanecerían inutilizados. Evidentemente en tal caso resulta imposible obtener una distribución lineal de canales. En consecuencia, sólo existirá el número total $C/2$ de soluciones (parte entera de esta fracción) si C es un número primo. Si C es el producto de dos a más números primos, existirán muchas menos soluciones. Por ejemplo, para $C = 12$, sólo existen dos, que están representadas en la fig. 13 para el caso de la retícula geométrica de la fig. 10f). Una vez más, los dos baricentros vienen indicados por la letra G. Ninguna de las dos soluciones es enteramente satisfactoria con este tipo de retícula geométrica.

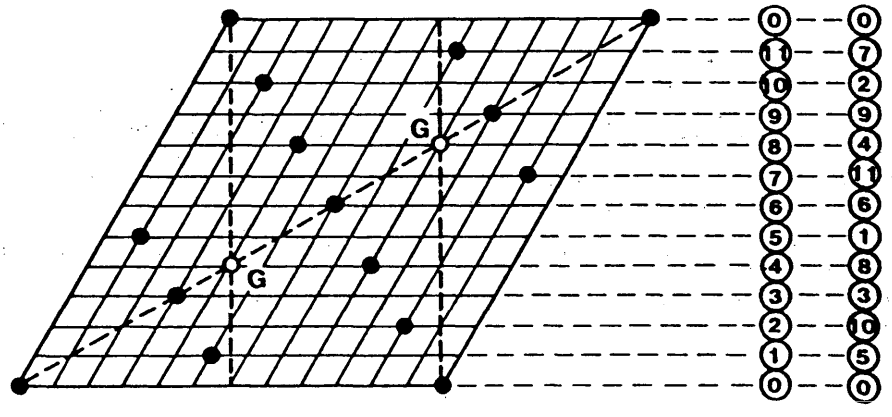


FIGURA 13 – *Ejemplos de distribución de canales en el caso de una retícula regular equilátera (C = 12)*

La fig. 14 muestra un ejemplo para $C = 19$, en el que los triángulos elementales son equiláteros. El sistema de distribución de canales elegido es bastante adecuado para televisión por ondas decimétricas que utilice sistemas G, I o L, ya que tiene en cuenta al máximo las interferencias de las diferencias de canales 1, 9 y 18, suponiendo que los 61 canales que constituyen el conjunto de las bandas de ondas decimétricas estén subdivididos para difundir tres programas cada uno mediante 19 frecuencias. La distancia de los transmisores de estos canales a los vértices es, respectivamente, de $\sqrt{3}$ veces, 2 y $\sqrt{3}$ veces la longitud del lado del triángulo elemental. La posición del transmisor para una diferencia de canal de 5 es, de todos modos, bastante poco satisfactoria, ya que es inmediatamente adyacente a la del canal de referencia. Es fácil comprobar que, con esta geometría, no se puede encontrar ninguna solución en la cual las diferencias de canales de 1, 5, 9 y 18 sean todas igualmente buenas y satisfactorias.

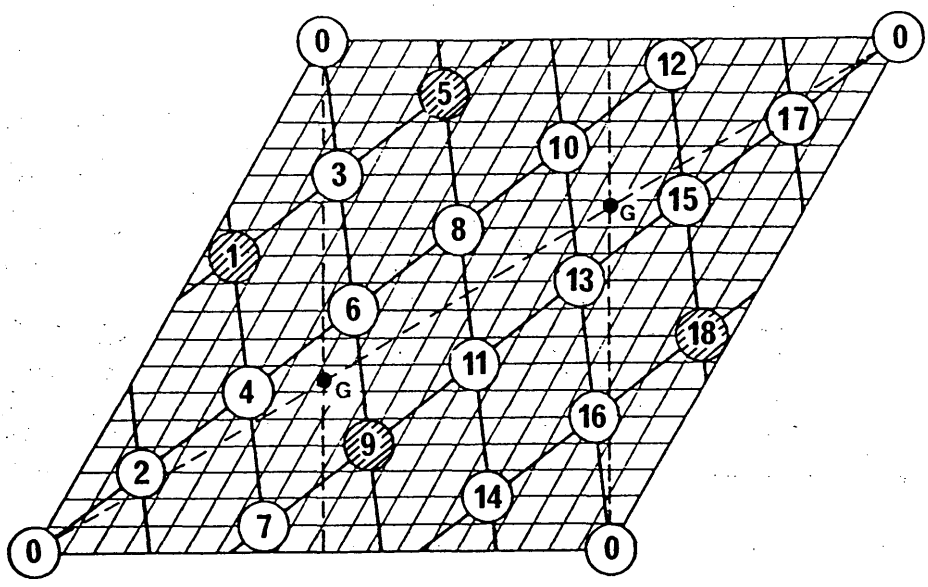


FIGURA 14 – *Ejemplo de retícula de 19 canales adecuada para la televisión por ondas decimétricas, en el caso en que se deban proporcionar 3 programas en sub-bandas separadas*

El problema de la obtención de una cobertura completa de la zona puede finalmente resolverse determinando, mediante el organigrama de la fig. 15, las etapas siguientes:

Etapa 1: el factor de cobertura, $c_{(1)}$, cuando se utiliza un solo canal y cuando, en ausencia de ruido, no se tiene en cuenta más que la interferencia cocanal:

$$c_{(1)} = 2\pi r_{(1)}^2 / \sqrt{3}\, D^2$$

Etapa 2: el número mínimo de canales, C_{min}, necesario para proporcionar una cobertura: $C_{min} \cong 1{,}2/c_{(1)}$;

Etapa 3: la estructura geométrica más favorable (triángulos elementales, equiláteros o cuasiequiláteros) para C_{min} o valores un poco más elevados, si esto es útil o necesario;

Etapa 4: el sistema de distribución de canales más adecuado para la solución geométrica de la etapa 3 anterior;

Etapa 5: el factor de cobertura c_1, que se puede obtener con uno cualquiera de los C canales teniendo en cuenta todos los tipos de interferencia:

$$c_1 = 2\pi r_1^2 / \sqrt{3}\, D^2$$

Etapa 6: el factor de cobertura, c, que se puede obtener con todos los canales: $c = c_1 C$;

Etapa 7: el nivel de potencia necesario para una recepción exenta de ruido a una distancia r_1 del transmisor para aproximadamente el 90% de los emplazamientos.

- Las etapas 3 y 4 han de repetirse de manera iterativa para llegar a un resultado óptimo.
- Si el nivel de potencia determinado en la etapa 7 excede de un cierto valor razonable o predeterminado, se puede reducir la distancia D entre transmisores cocanal y repetir todo el procedimiento o aumentar el número de canales C.
- Si en la etapa 6 el factor de cobertura, c, no es igual a 1,2 (para triángulos elementales equiláteros) o no supera suficientemente ese valor (para triángulos elementales no equiláteros), hay que recomenzar todo el procedimiento empezando en la etapa 3, o desde el principio si es necesario, pero con un valor mayor de C. Las transformaciones afines pueden representar cierta ayuda si las interferencias de los otros canales superan a las cocanal o son de nivel comparable.

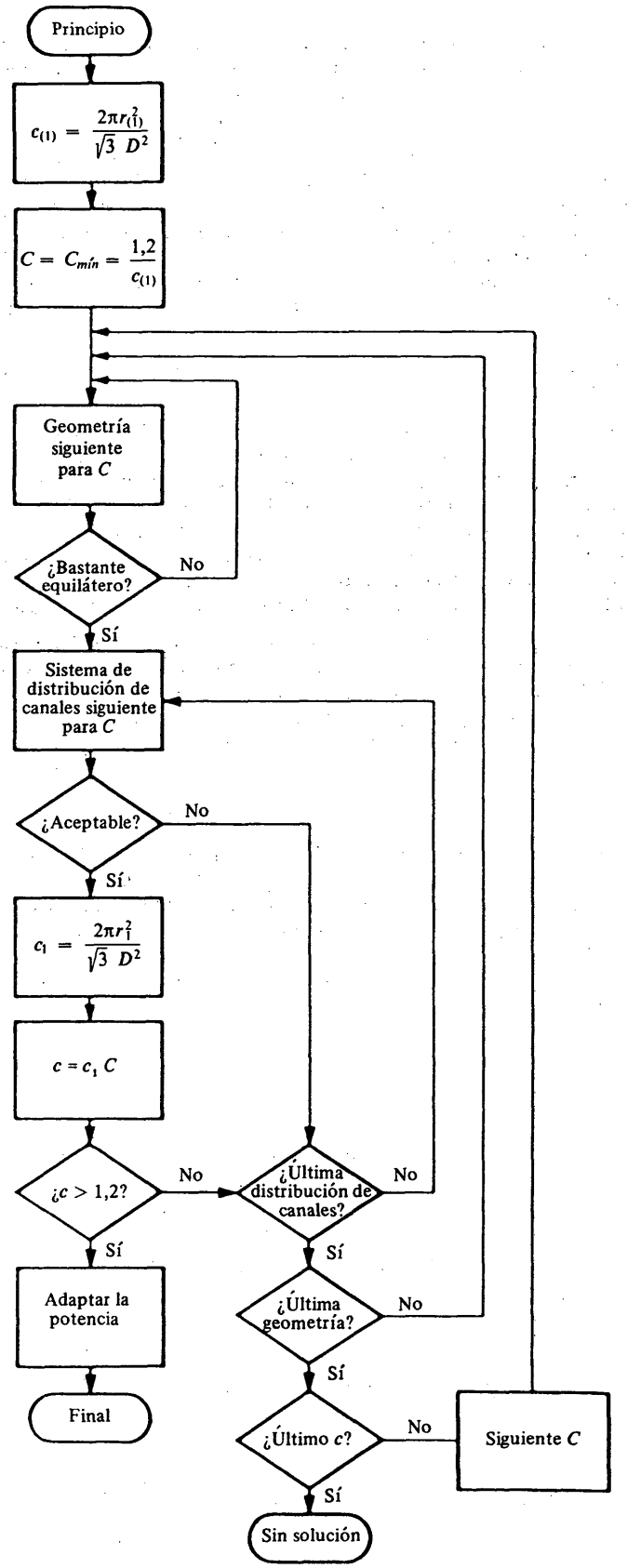


FIGURA 15 – *Organigrama para determinar retículas regulares*

4. Cobertura múltiple y agrupación de canales

Después de haber resuelto el problema de optimización para obtener una cobertura completa de la zona con un número mínimo de canales, es bastante fácil proporcionar cobertura de zona completa con más de un programa. Obviamente, el número de canales C necesarios para proporcionar la cobertura de P programas es $C_P = CP$. Se puede conseguir de alguna de las dos maneras siguientes:

- Ampliando el sistema cíclico de C canales para que abarque P ciclos de C canales cada uno. En la fig. 11 se presenta esta solución para $C = 7$ y $P = 2$. Se basa en que en un sistema de canales cíclicos, $C - 1$ y C son ya adyacentes. En principio, no hará falta, por tanto, considerar interferencias suplementarias a excepción de los tipos de interferencias que no intervenían antes debido al bajo número de canales utilizados; como por ejemplo en el caso de la fig. 12 en donde no se utilizan más que 7 canales, y en donde el canal +9 no puede crear interferencias por el canal imagen. Esta situación se modifica cuando se contemplen coberturas múltiples con 7 canales por programa, ya que el canal 2 de la segunda red está 9 canales por encima del canal 0 de la primera, etc.
- Tratando la totalidad de los C_P canales como un solo conjunto, es decir, como una sola retícula de C_P canales.

El primer método garantiza una cobertura idéntica para los P programas, dejando aparte excepciones específicas, tales como los niveles más bajos de interferencia por los canales adyacentes en los canales inferior y superior. Asegura además, una diferencia igual entre los números de los canales utilizados en cada emplazamiento, lo cual tiene ventajas e inconvenientes. El segundo método es más flexible, puesto que el número de retículas posibles aumenta con el número total de canales. Supone la agrupación de P asignaciones en cada emplazamiento de emisión. Estos emplazamientos deben ser elegidos de entre puntos muy próximos entre sí. Si se constituyen grupos de más de dos canales en cada emplazamiento y si los canales se obtienen a partir de transmisores alineados en la retícula, estarán, como en el primer caso, a distancias iguales los unos de los otros.

La agrupación realizada según el segundo método obliga a una cierta deformación de la retícula de base, lo cual no es necesariamente inconveniente, pero es claro que deberán ser no equiláteros los triángulos elementales resultantes de la agrupación, y no los de la retícula de base inicial. Por esto, pueden resultar interesantes las soluciones de base con triángulos elementales que están lejos de ser equiláteros.

5. Distribuciones no lineales

Se ha indicado anteriormente que las distribuciones no lineales de los canales pueden igualmente llevar a soluciones válidas, pero por lo general menos manejables. La fig. 16 presenta un ejemplo de distribución no lineal basada en una retícula de 9 canales. Esta distribución tiene la particularidad de crear una retícula en la cual tanto los triángulos cocanal como los triángulos elementales son equiláteros, aunque 9 no sea un número rombo. Se puede ver cómo esta distribución no permite que la diferencia de números de canales sea constante en una dirección cualquiera de la retícula. De ello se sigue que los niveles de interferencia no serán necesariamente los mismos en todos los emplazamientos de los transmisores.

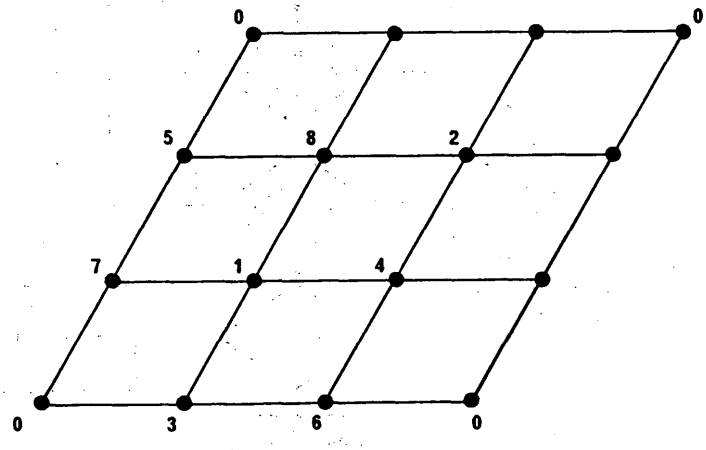


FIGURA 16 – *Ejemplo de retícula no lineal para nueve canales*

INFORME 485-1

CONTRIBUCIÓN A LA PLANIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEVISIÓN

(Cuestión 4/11, Programa de Estudios 4B/11)

(1970-1982)

PARTE I

ESTADÍSTICAS DE SERVICIO

1. La relación de protección es una magnitud que suele utilizarse para la planificación de los servicios de televisión y de radiodifusión de sonido, así como para la asignación de frecuencias a las estaciones de estos servicios. Generalmente se define como el valor mínimo admisible de la relación entre las potencias de la señal deseada y de la señal interferente a la entrada del receptor, necesaria para obtener la calidad de servicio requerida. Dadas las variaciones, en el tiempo y en el espacio, de las intensidades de campo que dan lugar a señales en la entrada del receptor, conviene incluir ciertos datos estadísticos acerca de estas variaciones en la descripción de la calidad de servicio y de la protección que ha de dársele.

Cuando se trata de una zona de servicio relativamente limitada y sólo existe una fuente de interferencia, la calidad de un servicio de televisión o de radiodifusión de sonido con modulación de frecuencia puede describirse mediante una ecuación algebraica estadística (1). Por zona relativamente limitada se entiende una zona en la cual las variaciones de la naturaleza del terreno y de la distancia hasta las antenas transmisoras sólo ejercen una influencia despreciable en la determinación de los valores medianos de intensidad de campo.

$$R(Q) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u - H(T) - H(L) \qquad (1)$$

donde:

$$H(T) = k(T)\sqrt{\sigma_{td}^2 + \sigma_{tu}^2}$$

$$H(L) = k(L)\sqrt{\sigma_{ld}^2 + \sigma_{lu}^2}$$

$R(Q)$: relación de protección (dB) señal deseada/señal interferente, a la entrada del receptor, necesaria para obtener un servicio de calidad Q en condiciones estables. Las letras d y u indican, respectivamente, la señal deseada y la interferente;

$E(L', T')$: nivel de intensidad de campo excedido durante T'% del tiempo en por lo menos L'% de ubicaciones (dB(1μV/m));

$E(50,50)$: valor mediano de intensidad de campo en el tiempo y en el espacio (dB(1μV/m));

G: ganancia equivalente de la antena receptora en la dirección considerada (dB);

$k(X)$: variable de tipo normal cuyos valores se citan en numerosos manuales de estadística:

$k(50) = 0$; $k(70) = -0{,}525$; $k(90) = -1{,}282$; $k(99) = -2{,}326$;

σ_t: desviación típica de la variación de la intensidad de campo en función del tiempo (dB);

σ_l: desviación típica de la variación de la intensidad de campo en función de la ubicación (dB).

Para describir la calidad de servicio, puede interpretarse la ecuación (1) como sigue: si se admite que un servicio de calidad Q existe en un lugar dado solamente si la relación de protección a la entrada del receptor excede $R(Q)$ (es decir, la relación de protección en condiciones estables) durante el tiempo T%, en estas condiciones, en la zona en que la ecuación (1) es válida, se obtendrá esta calidad de servicio Q, al menos en el L% de las ubicaciones. $H(T)$ y $H(L)$ son factores que representan, respectivamente, la influencia que en la calidad de servicio en esta zona ejercen las fluctuaciones de la señal en el tiempo y en el espacio.

La ecuación (1) se funda en las siguientes hipótesis:

- las diferentes intensidades de campo están repartidas en el tiempo y en el espacio de manera casi gaussiana. La experiencia [Estados Unidos de América], demuestra que esta hipótesis es satisfactoria para los niveles comprendidos entre 5% y 95%;

- la correlación, tanto temporal como espacial, entre las señales deseada e interferente, es despreciable. En caso necesario, pueden incluirse términos que tengan en cuenta esta correlación en los radicales de $H(T)$ y de $H(L)$;
- las variaciones de ganancia de la antena son despreciables en la zona limitada, objeto del presente Informe. Pueden incluirse en el radical de $H(L)$ términos que tengan en cuenta estas variaciones, pero, en el caso de instalaciones exteriores, han de ser de poca importancia frente a las variaciones de la intensidad de campo en función de la ubicación.

Al examinar la ecuación (1) se advierte la existencia de tres parámetros interdependientes necesarios para la descripción de la calidad de servicio en la zona interesada. Son los parámetros Q, L y T. Por razones de comodidad suelen normalizarse los parámetros Q y T, lo que permite calcular el valor del parámetro L partiendo de la ecuación (1). Generalmente, se elige un valor de Q correspondiente a un servicio «satisfactorio» y un valor de T igual a 90% o a 99%. Cuando en la zona estudiada existen varias fuentes i de interferencia (comprendido el ruido), puede calcularse el valor de L_i para cada fuente de interferencia independiente. El valor resultante de L será el producto de los diferentes valores de L_i, a condición de que los parámetros Q y T conserven el mismo valor a lo largo de los cálculos individuales de L_i [Estados Unidos de América].

$$L = \prod_{i=1}^{i=n} L_i = L_1 L_2 . \; . \; . \; L_n \tag{2}$$

Se estima que este valor de L es razonablemente exacto cuando es igual o superior a 50%.

La ecuación (1) puede expresarse de otro modo:

$$R(Q) + H(T) + H(L) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u \tag{3}$$

Se supone que el segundo miembro de la igualdad (3) es igual a la relación entre las potencias medianas de la señal deseada y de la interferente a la entrada del receptor. Cuando las señales son de tipo constante, $H(T)$ y $H(L)$ son nulas y la relación entre los valores medianos de las potencias a la entrada del receptor es igual a $R(Q)$. Por el contrario, cuando se observan variaciones en el tiempo y en el espacio (T o L exceden del 50%), el valor de la relación entre las potencias medianas a la entrada del receptor habrá de ser más elevado para obtener la misma calidad de servicio Q. El aumento viene representado, en lo que concierne, respectivamente, a la variación de las intensidades de campo en función del tiempo y la ubicación, por $H(T)$ y por $H(L)$. Al primer miembro de la igualdad (3) puede dársele la forma de una relación de protección estadística y multidimensional.

A los fines de los cálculos relativos a la distribución y establecimiento de las estaciones, se combina generalmente $R(Q)$ con $H(L)$ y a veces con $H(T)$, para obtener una nueva relación estadística y multidimensional entre las potencias a la entrada, relación más fácil de utilizar con los datos existentes sobre propagación. Esta relación suele confundirse con la relación de protección constante. Cuando ello sea posible, se combinará $H(T)$ con los valores medianos de intensidad de campo, a fin de no crear una relación de protección estadística que varíe en función de la distancia.

Por lo que respecta a la protección de las zonas de servicio, se han trazado los contornos de las zonas en que la calidad es idéntica, con una probabilidad igual de L (Q y T se determinan de antemano), a fin de describir la cobertura de la estación de radiodifusión; estos contornos están protegidos. Es necesario que el CCIR adopte valores normalizados de L, además de las normas hoy admitidas para T y para Q, a fin de establecer normas de protección para los contornos que definen las zonas en que la calidad de servicio es idéntica, cuando las señales varían en función del tiempo y de la ubicación.

2. Interferencia cocanal en televisión

Para este tipo de protección, $H(L)$ se combina con $R(Q)$ y $H(T)$ va implícitamente contenido en $E_u(50,50)$. Así, suponiendo que las duraciones de desvanecimiento de las intensidades de campo interferentes son por lo menos dos veces mayores que las de las intensidades de campo deseadas, tenemos:

$$R(L, Q) = R(Q) + H(L) \approx E_d(50,50) - E_u(50,100 - T) + G_d - G_u \tag{4}$$

$$E_u(50,50) + H(T) \approx E_u(50,100 - T)$$

Resulta cómodo utilizar la expresión $R(L, Q)$ en los cálculos relativos a la protección del servicio de una estación deseada, sobre todo porque su valor no depende de la distancia. No obstante, el valor de $R(L, Q)$ puede depender de la frecuencia, puesto que de ella depende $H(L)$, según se indica en el cuadro I. Este cuadro se da sólo como ejemplo. Para muchos tipos de terrenos los valores de σ pueden ser inferiores o superiores a los que se indican.

3. Interferencia en canales adyacentes

Cuando el desvanecimiento de la señal interferente es mucho menor que el de la señal deseada, puede combinarse $H(T)$ con $E_d(50,50)$. Tal será el caso para el sistema M, de haber interferencia en los canales adyacentes, si se adoptara, como se propone en [CCIR, 1966-69], un valor de -20 dB para $R(Q)$. En tales condiciones:

$$R(L, Q) = R(Q) + H(L) \approx E_d(50,T) - E_u(50,50) + G_d - G_u \quad (5)$$

$$E_d(50,50) - H(T) \approx E_d(50,T)$$

Cuando los desvanecimientos de las señales deseada e interferente son más o menos idénticos, no es fácil combinar $H(T)$ con uno de los valores medianos de las intensidades de campo. Se supone, pues, que $H(T)$ tiene un valor típico, independiente de la distancia y se combina $H(T)$ con $R(Q)$ y $H(L)$.

$$R(L, T, Q) = R(Q) + H(L) + H(T) \approx E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u \quad (6)$$

4. Conclusiones

No basta con definir únicamente la relación de protección constante en los servicios de radiodifusión para determinar la calidad de un servicio, ni las exigencias relativas a su protección. Es preciso definir también el porcentaje de tiempo T durante el cual el valor de esta relación ha de ser rebasado, así como el porcentaje de ubicaciones L en que se desea obtener la calidad de servicio Q. Obteniendo así un valor estadístico de la calidad de servicio más completamente especificado, se podrán emplear los datos de propagación y los diagramas de antena para calcular la relación de intensidades de campo de las señales deseada e interferente que se pueda necesitar para lograr la protección requerida. Seguidamente, a partir de estas intensidades de campo, se podrán determinar los contornos deseados de la zona de servicio, así como la separación entre las estaciones.

CUADRO I - *Ejemplos de valores de H(L)*

Frecuencia (MHz)		70	100	200	700
$\sigma_{ld} = \sigma_{lu} = \sigma_l$	(dB)	7	7	8	12
$H(50)$	(dB)	0	0	0	0
$H(70)$	(dB)	− 5	− 5	− 6	− 9
$H(90)$	(dB)	−12	−12	−15	−22
$H(99)$	(dB)	−23	−23	−26	−39

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Report of the *ad hoc* Committee for the evaluation of the radio propagation factors concerning the TV and FM broadcasting services in the frequency range between 50 and 250 Mc. Vols. I and II – Available from Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, National Bureau of Standards, US Department of Commerce, Vol. I PB 166696, Vol. II PB 166697.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/35 (Estados Unidos de América).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/143 (Estados Unidos de América).

PARTE II

DEFINICIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO PARA LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN

1. Introducción

La parte I indica que para describir el servicio en una zona son necesarios tres parámetros interdependientes, a saber: la calidad de servicio, la ubicación y el tiempo. Para planificar la protección de un servicio de televisión es esencial normalizar dichos parámetros y en las secciones que siguen se esboza un criterio para lograr este objetivo.

2. Sistema de apreciación

Antes de llegar a un acuerdo sobre el grado de servicio que debe normalizarse, es esencial acordar el sistema de clasificación que se ha de utilizar. A tal efecto parece satisfactorio el sistema de la escala de 5 notas que se utiliza en la Recomendación 500. Sin embargo, sería conveniente identificar el grado en función del valor mediano según se requiere en los métodos de cálculo que aparecen en el punto 1 de la parte I. Aunque en el anexo II del Informe 405 se indican métodos para evaluar el efecto de las señales interferentes adicionales en el grado de calidad, estos criterios no tienen en cuenta los parámetros de ubicación.

3. Porcentaje de tiempo

Las Recomendaciones 417 y 418 indican que el servicio de radiodifusión deberá estar protegido durante un periodo comprendido entre el 90% y el 99% del tiempo. Si el periodo seleccionado es el 90%, significa que no se alcanzará la calidad de servicio deseada durante un 10% del tiempo. Además, como no se especifica la calidad mínima de servicio durante ese 10%, podría ser la calidad inutilizable y, sin embargo, satisfacer el objetivo indicado para radiodifusión. La calidad de servicio durante el periodo peor comprendido entre el 1% y el 10% del tiempo es un factor que deberá tenerse en cuenta en ciertas condiciones.

En el caso de interferencia causada por otras estaciones de radiodifusión de televisión, no es realmente esencial especificar la calidad de servicio durante el periodo peor comprendido entre el 1% y el 10% del tiempo debido a la naturaleza de las variaciones de la propagación; es decir, que si se dispone de buena calidad durante el 90% del tiempo, la calidad no será inutilizable durante el 10% restante del tiempo, sino que más bien se deteriorará gradualmente para intervalos de tiempo más pequeños. Sin embargo, si la fuente de interferencia es intermitente (por ejemplo la producida por un sistema móvil terrestre) y el porcentaje de tiempo de incidencia interviene como factor en los criterios de protección para radiodifusión, es evidente que los tiempos de protección normales del 90% al 99% quizá deban aumentarse con objeto de evitar la posibilidad de señales inutilizables del 10% al 1% del tiempo. Sin embargo, en algunos casos es difícil establecer o controlar el intervalo de tiempo de incidencia especialmente si existen múltiples fuentes de interferencia. Se sugiere, por consiguiente, que quizás sea necesario considerar que tales fuentes de interferencia transmiten continuamente cuando se trate de evaluar su efecto en la televisión.

4. Normalización de Q y T

La ecuación (3) de la parte I describe la relación entre la «calidad de servicio» Q, el porcentaje de ubicaciones L y el porcentaje de tiempo T. Desde el punto de vista de la Recomendación 500, debe considerarse Q como el nivel *de degradación* debida a la interferencia o al ruido, o a ambas cosas.

Es evidente que se puede describir el mismo servicio en función de los tres parámetros Q, T y L de un número infinito de modos. Sin embargo, si dos de los parámetros son fijos, el tercero puede utilizarse para completar la descripción del servicio. Por lo tanto, si se fijan los valores apropiados de Q y T, se puede describir el servicio en función del valor L correspondiente.

Como Q y T pueden tomar una serie de valores, se sugiere determinar los límites de tales valores. La Recomendación 417 implica que se requiere por lo menos un grado de servicio satisfactorio en ausencia de interferencia antes de que pueda preverse la protección. Se recomienda, por consiguiente, utilizar el grado 3,5 como límite inferior. Ahora bien, dentro de la zona principal de cobertura de un transmisor de televisión, se espera por lo general en la mayoría de las ubicaciones una calidad de funcionamiento algo mejor que la correspondiente al grado 3,5. Como, por diversas razones, es a menudo imposible lograr en la práctica el grado 5, parece inapropiado normalizarlo. Por otra parte, el grado 4,5, con sus imperfecciones secundarias, se suele lograr para intensidades de señal adecuada y, por consiguiente, se recomienda utilizar a efectos de normalización el grado 4,5 como límite superior de la degradación de la imagen.

La Recomendación 417 indica que el porcentaje de tiempo para el cual debe preverse la protección debe estar comprendido entre 90% y 99%. Se recomienda, por lo tanto, utilizar el 90% y el 99% del tiempo como límites inferior y superior del tiempo para normalizar la calidad de servicio en ausencia de señales interferentes.

Se sugiere que aplicando los dos límites inferiores (es decir, el grado 3,5, 90% del tiempo) a la extremidad de la zona de cobertura y los dos límites superiores (es decir, el grado 4,5, 99% del tiempo) a la zona principal de cobertura, se satisfarán las expectativas generales de los planificadores del servicio de televisión.

5. Porcentaje de ubicaciones

Aunque este parámetro es un factor esencial para describir la calidad de un servicio de radiodifusión, no se ha intentado normalizarlo. Es posible adoptar varios criterios para su normalización y aquí se propone una norma relativa más bien que absoluta. La degradación de referencia propuesta en este caso es la que resulta del ruido térmico como fuente única de degradación. Este criterio tiene por objeto asegurar que un porcentaje importante de telespectadores no se vea afectado por la introducción de fuentes interferentes.

Por lo que respecta a la normalización del porcentaje de ubicaciones que deben recibir los valores normalizados de Q y T, existen dos opciones. Es posible especificar directamente el porcentaje de ubicaciones y basándose en los cálculos efectuados respecto a las instalaciones típicas de recepción determinar la intensidad mediana de campo correspondiente. También es posible especificar una intensidad mediana de campo y basándose en los cálculos efectuados respecto a las instalaciones típicas de recepción determinar el porcentaje correspondiente de ubicaciones. Es preferible la segunda de estas dos opciones, en primer lugar porque un nivel de intensidad de campo se confirma con mayor facilidad que un porcentaje de ubicaciones, en segundo lugar porque no es necesario determinar con exactitud el porcentaje de ubicaciones con el fin de calcular la protección contra fuentes interferentes y, en tercer lugar, porque una intensidad de campo definida para la señal deseada es el parámetro más útil para calcular las relaciones de protección. La relación entre intensidad de campo, calidad de servicio y valores supuestos se describe en la referencia [O'Connor, 1968]. En ausencia de interferencia, las intensidades de campo cercanas a las dadas en la Recomendación 417 pueden proporcionar un grado de servicio de 3,5 durante el 90% del tiempo en el 60%, aproximadamente, de las ubicaciones (escala de 5 notas). Las intensidades de campo superiores en unos 17 dB pueden proporcionar un grado de servicio de 4,5 durante el 99% del tiempo en el 75% aproximadamente de las ubicaciones [CCIR, 1978-82].

6. Norma sugerida

Se sugiere, por consiguiente, llegar a un acuerdo para adoptar el grado de degradación de 3,5 durante el 90% del tiempo en la extremidad de la zona protegida y el grado 4,5 durante el 99% del tiempo en las ubicaciones en las que las intensidades medianas de campo superen en 17 dB por lo menos a las de la extremidad. Si se llega a un acuerdo sobre estos criterios u otros análogos, se dispondrá de un método sencillo para evaluar el efecto de las fuentes interferentes en la calidad de recepción.

7. Fuentes de interferencia

La parte I de este Informe indica que cuando existe una fuente de interferencia y está expresada en función de los mismos parámetros Q y T de la señal deseada, el valor de L resultante (siempre que L sea superior al 50%) puede calcularse multiplicando L_d por L_i, en donde L_d es el porcentaje de ubicaciones que reciben la calidad deseada en ausencia de señales interferentes, y L_i es el porcentaje de ubicaciones que recibirían la calidad deseada si la señal interferente fuera la única fuente adicional de degradación. Por consiguiente, L_i es proporcional al número de ubicaciones que continuarían recibiendo la Q y la T enunciadas después de la introducción de la señal interferente. Una vez que se haya llegado a un acuerdo sobre los valores normalizados de Q y T, el efecto de una fuente de interferencia puede calcularse sencillamente exigiendo que esta fuente esté expresada en función de los mismos Q y T y especificando después el valor de L_i. Por ejemplo, L_i deberá tener un valor del 90% si se desea asegurar que el servicio en una zona de cobertura no se degrade en más del 10% de las ubicaciones que reciban la calidad deseada en ausencia de interferencia.

El valor de L_i aceptable puede variar según la naturaleza de la interferencia, la ubicación dentro de la zona de cobertura para la que se prevé la protección y las medidas de protección que pudieran adoptarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

O'CONNOR, R. A. [diciembre de 1968] Understanding television's Grade A and Grade B service contours. *IEEE Trans. Broadcasting*, Vol. BC-14, 4, 137-143.

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/103 (Canadá).

INFORME 1086-1

FACTORES QUE LIMITAN LA PLANIFICACIÓN DE FRECUENCIAS

(Sistemas de televisión de 625 líneas)

(Cuestión 43/11)

(1986 -1990)

1. Introducción

Para la planificación eficaz de los servicios de televisión terrenal en las bandas 47-68 MHz (Banda I), 174-230 MHz (Banda III) y 470-960 MHz (Bandas IV y V), quizás sea necesario tener en cuenta ciertos factores que limitan la utilización de frecuencias a fin de evitar la interferencia a otras transmisiones de televisión y asegurar la compatibilidad con otros servicios de radiodifusión, tales como el servicio de radiodifusión sonora en la banda 87,5-108 MHz.

El presente Informe identifica los condicionantes que pueden resultar de las limitaciones técnicas en el diseño del receptor y de la transmisión de varios programas de televisión o de radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en la banda de ondas métricas (B.m), desde el mismo emplazamiento o desde dos emplazamientos diferentes pero cuyas zonas de servicio se superponen. Las transmisiones en el mismo canal, en el canal adyacente y en el canal imagen se tratan en la Recomendación 655.

Las señales interferentes pueden mantenerse a niveles aceptables siempre que la distancia entre las estaciones transmisoras sea suficiente, pero la banda relativamente estrecha atribuida a la televisión impone la economía de frecuencias y exige la reutilización de canales a distancias lo más cortas posible.

No se tienen en cuenta las interferencias resultantes de la radiación de armónicos y de productos de intermodulación desde el emplazamiento transmisor, pues se admite que el organismo de radiodifusión puede tomar las precauciones necesarias para reducir esas radiaciones no esenciales a niveles aceptables.

2. Límites introducidos por los receptores de televisión

2.1 *Radiación del oscilador local del receptor de televisión*

Los receptores heterodinos crean posibilidades de interferencia que impiden la utilización de ciertos canales. —— Los osciladores locales, salvo los del sistema L y algunos receptores del sistema K1, funcionan en frecuencias situadas entre 38,0 y 40,2 MHz por encima de la portadora de imagen de la señal deseada. —— Por consiguiente, si la separación entre canales es de 7 u 8 MHz y el canal *n* se utiliza para un servicio, la elección del canal *n* + 4 o *n* + 5 para un servicio próximo que depende del sistema utilizado (véase el cuadro del § 4), provocaría la aparición de interferencias causadas por los osciladores locales de los receptores sintonizados en el canal *n*—————— Para el sistema L y algunos receptores del sistema K1, el oscilador local funciona a una frecuencia inferior en 32,7 MHz a la de la portadora de imagen de la señal deseada, y el canal interferido en este caso es el canal n-4.

La información precedente ha sido tomada del Informe 625.

Además, con esta diferencia en los números de los canales, se puede producir interferencia debida a los batidos de la frecuencia intermedia. En la práctica, la importancia de estos problemas disminuye gradualmente con la mejora de las técnicas de recepción.

La radiación de los receptores de televisión en la banda 47-68 MHz puede influir en la recepción de la radiodifusión con modulación de frecuencia en la B.m, lo que se produce cuando la frecuencia del oscilador local del receptor de televisión está próxima a la de la portadora de un transmisor de radiodifusión con modulación de frecuencia en la B.m (véase el Informe 946).

2.2 *Canal imagen*

La interferencia por el canal imagen se produce cuando la diferencia de frecuencia entre las dos transmisiones es aproximadamente el doble de la frecuencia intermedia. El canal imagen que afecta a los receptores sintonizados en el canal *n* sería el canal *n* + 9, salvo en el caso del sistema B (*n* + 10), de los sistemas D y K (*n* + 8 y *n* + 9), del sistema K1 (*n* + 9 y *n* + 10) y del sistema L (*n* − 9).

Aunque la mejora de las características de rechazo del canal imagen de los modernos receptores minimiza el problema, el rechazo no es completo y la situación se debe evitar cuando se prepara un plan de frecuencias. La interferencia del canal imagen no plantea problemas en las Bandas I y III.

2.3 *Armónicos de los osciladores locales de receptores de radiodifusión con modulación de frecuencia en la banda de ondas métricas*

El segundo y tercer armónicos de los osciladores locales de los receptores MF en la B.m, según que la frecuencia del oscilador local sea respectivamente superior o inferior, pueden caer en la Banda III. Sería pues preferible escoger las frecuencias de transmisión de radiodifusión MF en la B.m y los canales de televisión de forma que no se produzca esa situación, pero por lo general no se puede tener en cuenta esta circunstancia al establecer el plan de frecuencias.

2.4 *Armónicos y productos de intermodulación debidos a la saturación de los receptores*

Las señales de radiodifusión MF en la B.m y/o de televisión de nivel elevado pueden dar lugar a no linealidades en el paso de entrada del receptor, lo que produce armónicos y productos de intermodulación. Es imposible tener en cuenta estos mecanismos de interferencia cuando se elabora un plan de frecuencias. Los posibles problemas se resolverán a medida que surjan, por ejemplo, utilizando en recepción filtros de ranura y atenuadores.

3. Limitaciones debidas al sistema de antena de transmisión

Es frecuente que los transmisores de televisión coubicados utilicen un sistema común de antenas. La mínima separación de frecuencia posible viene determinada por las limitaciones en el diseño práctico del combinador.

A efectos de planificación, la mínima separación de frecuencia no debe ser generalmente inferior a dos canales en las Bandas I y III y a tres canales en las Bandas IV y V. Es técnicamente posible concebir combinadores que funcionen con diferencias de frecuencia tan sólo de dos canales en las Bandas IV y V; sin embargo, pueden resultar más costosos, particularmente en el caso de transmisores de alta potencia.

En teoría, es posible asignar canales adyacentes a transmisores en una misma ubicación a condición de que la polarización de las emisiones sea ortogonal y que la potencia radiada aparente (p.r.a.) sea similar. Sin embargo, se plantearán seguramente problemas técnicos importantes en la ubicación del transmisor. Además, se prevén problemas graves en las instalaciones receptoras que tienen que utilizar sistemas de antenas separados para recibir las dos señales.

4. Conclusiones aplicables a los procedimientos de planificación de la televisión

En el cuadro I siguiente se indica, para los diferentes sistemas de televisión, las diferencias en números de canales que hay que evitar en el caso de transmisores coubicados, debido a la radiación de los osciladores locales o a la interferencia del canal imagen. Se considera que los problemas son menos graves en el caso de los transmisores situados en ubicaciones distintas con zonas de cobertura que se superponen parcialmente. Sería sin embargo prudente evitar estas relaciones entre canales en la planificación inicial.

CUADRO I

Sistema	Número de canales de diferencia	
	Radiación del oscilador local	Interferencia del canal imagen
Bandas I y III		
B, I, K1	5	–
D, L, K1 (1)	4	–
Bandas IV y V		
B	5	10
D, K	4	8, 9
G, H, I	5	9
K1	5	9, 10
L, K1 (1)	4	9

(1) Si la frecuencia del oscilador local es la misma que la del sistema L.

Hay que tener en cuenta que estas limitaciones se refieren a una separación uniforme de canales para toda la zona de planificación. En el caso de transmisores que utilizan diferentes sistemas y/o diferentes separaciones entre los canales con zonas de cobertura que se superponen, es necesario realizar una investigación detallada caso por caso.

INFORME 1087-1*

COMPARTICIÓN DE FRECUENCIAS ENTRE EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN (TELEVISIÓN) Y LOS SERVICIOS FIJO Y MÓVIL POR DEBAJO DE 1 GHz

(Cuestión 39/11)

(1986-1990)

1. Introducción

La CAMR-79 aumentó el número de bandas de frecuencia que se podrían compartir entre el servicio de radiodifusión y los servicios fijo y móvil por debajo de 1 GHz.

Este Informe examina los posibles criterios de compartición del espectro entre dichos servicios.

2. Posibles métodos de compartición

Si la misma porción del espectro de frecuencia está atribuida a dos o más servicios, la compartición puede efectuarse de alguna de las formas siguientes:

- uso de la misma banda de frecuencias por servicios diferentes a horas diferentes;
- uso simultáneo de diferentes partes de las bandas compartidas por diferentes servicios;
- uso simultáneo de las bandas compartidas por diferentes servicios pero en zonas geográficas distintas.

2.1 *Compartición mediante la utilización de horas de funcionamiento diferentes*

Como las asignaciones de canales a las estaciones de radiodifusión se suelen hacer sin limitación de tiempo, la compartición de este tipo parece imposible. En la práctica, los horarios de radiodifusión suelen indicar que las estaciones de radiodifusión dejan de funcionar cada día durante varias horas, lo que permitiría la compartición. Sin embargo, aparte de que los horarios varían de un país a otro, es indispensable para el mantenimiento transmitir señales de radiodifusión fuera de las horas de programa. Además, puede suceder que acontecimientos importantes impongan la prolongación del horario normal de emisión. Cabe también prever una ampliación de los horarios de radiodifusión de televisión. En tales condiciones, puede resultar difícil e incluso imposible llegar a un acuerdo sobre una compartición en el tiempo, incluso a nivel nacional, sin limitar los servicios de transmisión existentes y sin hacer imposible toda nueva expansión.

2.2 *Compartición mediante la utilización de frecuencias distintas*

En su forma más sencilla, este tipo de compartición consiste en subdividir las bandas atribuidas en diferentes partes. Sin embargo, en este caso no se trata realmente de una compartición puesto que cada una de esas partes del espectro puede ser adjudicada a un solo servicio a escala nacional.

En casos más complejos, la compartición de este tipo podría consistir en entrelazar las frecuencias o bandas de frecuencias utilizadas por un servicio con las utilizadas por otro. Una situación de este tipo se encuentra por ejemplo en la banda 9 en las partes de la Zona Europea de Radiodifusión en las que se utiliza el sistema G. La compartición en tales condiciones puede considerarse posible. No obstante, el número de países en los que este tipo de compartición podría ser posible es bastante limitado y la planificación de la televisión en esta banda se ha hecho utilizando relaciones de protección válidas para una separación entre canales de 8 MHz.

---

* Este Informe constituye una respuesta parcial a la Cuestión 39/11 y se debe señalar a la atención de las Comisiones de Estudio 8 y 9.

2.3 *Compartición mediante separación geográfica*

La utilización simultánea de bandas compartidas por distintos servicios en zonas geográficas diferentes debe efectuarse de forma que cada servicio no se vea afectado por la interferencia causada por otro. La posibilidad de que dos servicios diferentes puedan compartir la misma parte del espectro en tales condiciones depende de varios factores tales como la propagación, la intensidad mínima de campo que se debe proteger y la relación de protección.

Las zonas de servicio de los transmisores de televisión se presentan generalmente en forma de mapas donde el límite está determinado por una curva de la intensidad de campo calculada a partir de las curvas estadísticas de propagación. La zona de servicio real difiere normalmente a causa de las irregularidades del terreno. Para el servicio de radiodifusión es indispensable que la zona de servicio real esté protegida contra la interferencia de los demás servicios; esta zona comprende también todos los puntos en los que la señal recibida se retransmite. Resulta, pues, esencial identificar la región en la que es necesario proteger el servicio de radiodifusión.

Cuando se planificaron las actuales bandas 8 y 9 para la televisión, se tuvo debidamente en cuenta la protección frente a la interferencia de las estaciones del servicio de televisión. Se establecieron estaciones individuales, estaciones de retransmisión y redes sin tener en cuenta la posibilidad de compartición de frecuencias con otros servicios en el futuro. Por consiguiente, estos sistemas de televisión deben ser muy sensibles a la interferencia de servicios completamente diferentes. Al proyectar la compartición, se debe tener el mayor cuidado para no afectar desfavorablemente las normas de calidad actuales de recepción de la imagen.

Cabe también prever la compartición del interior de un canal de televisión por el entrelazado en frecuencias o en bandas de frecuencia entre la portadora de imagen, la subportadora de color y la portadora de sonido donde la protección requerida es relativamente baja. Sin embargo, los actuales textos del CCIR contienen escasa información sobre las posibilidades de interferencia de la señal de televisión a otros servicios. Conviene estudiar más a fondo esta cuestión. Se debe advertir que, particularmente en las Bandas I y III, la posibilidad de compartición de este tipo puede verse complicada por el hecho de que los canales de televisión se solapan.

Sin embargo, es posible que una cuidadosa planificación de las asignaciones de frecuencia a las estaciones de los servicios fijo y/o móvil terrestre conduzca a una mejora adicional de la utilización del espectro sin incrementar al mismo tiempo la interferencia causada a las estaciones de radiodifusión que operan en la misma banda de frecuencias. No obstante, parece inevitable que la compartición con otros servicios conduzca a una sensible reducción del margen de maniobra en el desarrollo futuro del servicio de radiodifusión. La introducción de nuevas estaciones emisoras y la correspondiente reasignación de canales a las estaciones existentes se hará tanto más difícil cuanto más intensamente compartida esté la banda. Sería posible la compartición cuando el otro servicio funciona a título secundario o permitido, pero si se trata de un servicio primario podría hacerse imposible el desarrollo futuro del servicio de radiodifusión.

3. Interferencia fuera del canal

Sabido es que el servicio de radiodifusión puede recibir interferencia de estaciones de otro servicio que funcione en frecuencias fuera del canal deseado. Los efectos de saturación, la interferencia del canal vecino, la interferencia del canal imagen o la radiación del oscilador pueden conducir a una deterioración del servicio prestado por la estación de radiodifusión si no se toman las precauciones oportunas. Un estudio efectuado en Irlanda sobre los efectos de la interferencia producida por las estaciones móviles en la recepción de radiodifusión cuando las bandas atribuidas son mutuamente adyacentes indica que se deben tomar precauciones cuando diferentes servicios utilizan bandas adyacentes en la misma zona. Se necesitan nuevos estudios para delimitar con mayor precisión el problema.

4. Consideraciones básicas para el establecimiento de criterios de compartición

Cuando se estudia la interferencia producida por estaciones del servicio fijo o móvil terrestre al servicio de radiodifusión, se debe tener en cuenta que el público es muy sensible a todas las interferencias causadas al servicio de radiodifusión. Es, pues, necesario proteger no sólo la zona normal de servicio sino también aquélla en que las condiciones de recepción son mediocres. Este factor es particularmente importante en los lugares donde la radiodifusión lleva ya largo tiempo en servicio y donde los demás servicios tienen la categoría de «recién llegados».

En el anexo se hallan los criterios para la protección del servicio de radiodifusión (televisión). Al aplicar esos criterios han de tomarse en consideración los siguientes puntos:

4.1 *Intensidad de campo mínima que se debe proteger*

Según la Recomendación 417, la intensidad de campo mínima (mediana) que se debe proteger al proceder a la planificación es de 48, 55, 65 ó 70 dB(μV/m) en las Bandas I, III, IV y V, respectivamente. Algunos países pueden aplicar valores diferentes.

Se han introducido mejoras en los receptores de televisión, en las antenas y los preamplificadores, con lo que numerosos telespectadores disfrutan de una recepción satisfactoria con intensidades de campo menores que las indicadas más arriba. La cobertura actual suele tener en cuenta esta circunstancia al prever zonas de servicio secundarias.

En tales casos sería conveniente, o incluso esencial, establecer valores inferiores de protección, cuyo nivel vendría determinado por la intensidad de campo disponible de la señal deseada y el grado de protección contra la interferencia que se haya alcanzado. Con respecto a estas necesidades de protección se dan valores tan bajos como los de 46, 49, 52 y 58 dB(μV/m) para las Bandas I, III, IV y V en el Informe 409; los valores correspondientes adoptados por la CARR de Nairobi, 1986, fueron de 46, 49, 53 y 58 dB(μV/m).

4.2 *Evaluación de la interferencia*

La interferencia se evaluará para diferentes puntos de recepción dentro de la zona de servicio del transmisor de televisión. Estos puntos deberán ser los que más probabilidades tengan de recibir la interferencia.

4.3 *Estaciones reemisoras*

En cuanto a las estaciones reemisoras es necesario tener la seguridad de que tanto los canales de televisión transmitidos como los recibidos están protegidos contra la interferencia.

4.4 Estaciones móviles

Debe definirse con precisión la zona en la que operan las estaciones móviles. Pueden determinarse dos categorías generales:

a) La estación móvil puede operar en zonas próximas a la zona de servicio de la estación de televisión;

b) La estación móvil puede operar sólo en zonas que estén suficientemente alejadas de la zona de servicio de la estación de televisión.

En la categoría a), los cálculos tienen que hacerse para los emplazamientos de estaciones móviles más cercanos a la zona de servicio deltransmisor de radiodifusión y para los emplazamientos más elevados dentro de su área de operación, aumentando en forma apropiada las alturas efectivas de antena. También debe tenerse en cuenta el problema de la saturación en los casos en que la estación móvil funcione cerca de un receptor de televisión.

En la categoría b), una simplificación razonable del problema consiste en suponer que la interferencia procedente de una estación móvil, que funciona en cualquier lugar dentro de la zona de servicio de su estación base, puede considerarse como procedente de una antena de la altura apropiada situada en esta última estación. Esa aproximación probablemente sólo es válida en el caso de que haya una distancia de 150 km por lo menos entre los puntos más próximos de la zona de servicio de la estación móvil terrestre y de la zona de servicio de televisión. En tales circunstancias, las curvas de propagación de la Recomendación 370 sólo indican una pequeña variación de la intensidad de campo en función de la distancia o de la altura efectiva de la antena transmisora. Así pues, la ubicación precisa de una determinada estación móvil apenas tiene influencia. Puede considerarse apropiado utilizar una altura efectiva de antena de 75 m para el transmisor ficticio (con la misma p.a.r. que la estación móvil), teniendo en cuenta que este valor es corriente en las estaciones base del servicio móvil terrestre.

Sin embargo, la intensidad de campo obtenida de ese modo será superior a la dada por los transmisores móviles reales, porque la altura real de la antena de estos últimos será sólo de unos 3 m. La radiación de la antena de la estación móvil estará sometida a pérdidas causadas por el entorno local, principalmente las ocultaciones en las frecuencias superiores (ondas decimétricas) y los efectos de la reflexión en el suelo en las frecuencias más bajas (ondas métricas). Aunque no pueden darse valores precisos para el factor de corrección de la intensidad de campo necesario para tener en cuenta esas pérdidas y el cambio de la altura efectiva de 3 m a 75 m, los valores de -9 a -20 dB, independientes de la frecuencia y con una distancia de separación de por lo menos 150 km, constituyen una evaluación razonable del factor de corrección. Esta gama de valores de corrección tiene en cuenta la multiplicidad de casos prácticos, desde el de una estación de base con una altura análoga a la de su zona de servicio hasta el de una estación base relativamente elevada. Es preciso continuar los estudios de este factor de corrección. "El Informe del CCIR a la CARR AFBC(2) propone que se emplee a efectos de planificación un valor de -15 dB.

5. Conclusión

Se han estudiado de manera general las posibilidades de compartición entre el servicio de radiodifusión de televisión y los servicios fijo y móvil con el objeto de determinar ciertos factores fundamentales para el establecimiento de criterios de compartición. Sólo se han tenido en cuenta los efectos de la compartición en el servicio de radiodifusión.

Habrá que hacer nuevos estudios para evaluar las posibilidades de compartición y poder establecer criterios adecuados de compartición.

Estudios realizados por la UER [CCIR, 1982-86] en parte de Europa han mostrado que de la consideración de las distancias cocanal medias existentes en las redes de televisión y de las distancias de separación mínimas para estaciones de base del servicio móvil terrestre en las Bandas I y III, se puede concluir provisionalmente lo siguiente:

- en la Banda I, las estaciones de base del servicio móvil terrestre pueden normalmente insertarse en el espectro de televisión existente, no explotado completamente. El efecto interferente sobre el equipo receptor de los reemisores no se ha tomado en cuenta y puede ser el factor más crítico en algunos casos;
- en la Banda III, en general, las estaciones de base del servicio móvil terrestre podrían insertarse solamente en redes de televisión que tienen únicamente transmisores de alta potencia. De hecho, las estaciones de base en este caso sustituirían a los transmisores de baja potencia del servicio de televisión en un país e imposibilitarían el desarrollo ulterior de las redes de televisión en dicho país;
- es necesario estudiar más detalladamente los efectos interferentes de las estaciones móviles;
- las posibilidades concretas de compartición pueden diferir ampliamente tanto de un país a otro como en el interior de un mismo país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1982-86]: 11/249 (UER).

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

ANEXO I

Criterios de protección del servicio de radiodifusión (televisión) frente a los servicios fijo y móvil en las bandas compartidas por debajo de 1 GHz

1. Valores mínimos de la intensidad de campo que se han de proteger

Los valores mínimos de la intensidad de campo del servicio de radiodifusión (televisión) que requieren protección frente a los servicios fijo y móvil son los siguientes:

46 dB (μV/m) en la Banda I a 10 m por encima del nivel del suelo
49 dB (μV/m) en la Banda III a 10 m por encima del nivel del suelo
53 dB (μV/m) en la Banda IV a 10 m por encima del nivel del suelo
58 dB (μV/m) en la Banda V a 10 m por encima del nivel del suelo

Los valores fueron adoptados por la CARR de Nairobi, (1986).

Conviene tener presente que algunos países pueden emplear otros valores.

2. Relaciones de protección

En los puntos 5 y 6 de la Recomendación 655 del CCIR se dan las relaciones de protección de los sistemas de televisión de MA con banda lateral vestigial frente a las interferencias procedentes de canales superpuestos en parte. Deben utilizarse los valores correspondientes a condiciones no controladas.

3. Margen de protección

El margen de protección (PM) se obtiene, en dB, mediante la siguiente fórmula:

PM = FS - valor combinado (NF + AF) para todas las fuentes de interferencia

en donde:

FS : es el valor mínimo de la intensidad de campo en dB (μV/m) dado en el punto 1,

NF : es el campo perjudicial en dB (μV/m), examinado en el punto 3.1,

AF : es el factor de corrección (en dB), destinado a tener en cuenta la discriminación de antena y la pérdida por ocultación, examinado en el punto 3.2.

En los puntos 3.3 y 3.4 se trata de la combinación de interferencias múltiples procedentes de fuentes ubicadas conjuntamente o con ubicaciones distintas respectivamente.

El margen de protección calculado debe ser positivo en todas las ubicaciones donde se requiere el servicio de televisión.

3.1 Campo perjudicial (NF)

El cálculo del campo perjudicial se indica en el Anexo I a la Recomendación 655. La intensidad de campo de la fuente interferente durante el t%* y el 50% del tiempo debe calcularse utilizando la Recomendación 370 y el Informe 239. En el punto 4 del presente documento se facilita información sobre las estaciones fijas o base del servicio móvil que tienen alturas de antena efectivas inferiores a 37,5 m.

3.2 Factor de corrección (AF)

Se pueden diferenciar cuatro casos de interferencia a una estación del servicio de televisión producida por estaciones de los servicios fijo o móvil, los cuales se examinan por separado a continuación.

3.2.1 Interferencia procedente de estaciones del servicio fijo o de estaciones de base del servicio móvil, en polarización ortogonal con respecto a la estación del servicio de televisión.

En este caso, el factor de corrección es igual al de discriminación de antena, de -16 dB, según figura en la Recomendación 419.

3.2.2 Interferencia procedente de estaciones del servicio fijo o de estaciones base del servicio móvil que tienen la misma polarización que la estación del servicio de televisión.

En este caso, el factor de corrección es igual al valor dado en la Recomendación 419 para la discriminación debida a la directividad de la antena receptora.

3.2.3 Interferencia procedente de una estación móvil que opera a más de 150 km de una estación del servicio de televisión.

No puede tenerse en cuenta ninguna discriminación de polarización por los motivos siguientes:

- no puede suponerse que el sistema de transmisión móvil, constituido por la antena emisora y el cuerpo del vehículo, radie únicamente en polarización vertical u horizontal;

- puede esperarse que las ocultaciones debidas al medio ambiente cerca de la antena transmisora del servicio móvil causen cierto grado de despolarización.

No sería práctico efectuar cálculos para todos los emplazamientos posibles de las estaciones móviles, teniendo en cuenta las pérdidas de propagación y la discriminación debida a la directividad de la antena receptora. Una simplificación razonable del problema consiste en realizar cálculos de interferencia para la p.a.r. de la estación móvil suponiendo que ésta se halle situada en el emplazamiento de la estación base, con una altura de antena efectiva de 75 m. Entonces es procedente emplear un factor de corrección comprendido entre -9 y -20 dB**para tener en cuenta el efecto de las pérdidas por ocultamiento y de la reflexión desde el suelo cerca de la estación móvil.

---

* Entre el 1% y el 10%. Hay que especificar el valor exacto dentro de esta gama.

** Es preciso continuar los estudios de este factor de corrección. El Informe del CCIR a la AFBC(2) propone que se emplee a efectos de planificación un valor de -15 dB.

En algunos casos puede incluirse una corrección adicional para tener en cuenta la directividad de la antena receptora de televisión, como se indica en la Recomendación 419.

3.2.4 Interferencia procedente de una estación móvil que opera relativamente cerca de un punto de recepción servido por una estación del servicio de televisión.

En este caso es necesario realizar cálculos detallados individuales para los trayectos más desfavorables. No se puede tener en cuenta la discriminación de polarización por los mismos motivos expuestos en el punto 3.2.3.

3.3 Interferencia múltiple procedente de fuentes con igual ubicación

La interferencia procedente de fuentes múltiples con igual ubicación debe combinarse por medio del método de la suma de potencias:

$$Ec = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} Ei^2}$$

donde Ei = Valor, en μV/m, de (NF + AF) para cada una de las fuentes con igual ubicación. Como se indica en el punto 3, NF se expresa en dB (μV/m) y AF en dB. La suma de estos dos valores se convierte en μV/m para expresar Ei.

n = Número de fuentes con igual ubicación.

Ec = Interferencia efectiva en μV/m.

Nota - El valor de Ec representa uno de los términos que ha de incluirse en el procedimiento dado en el punto 3.4, después de la conversión a dB (μV/m).

3.4 Interferencia múltiple procedente de fuentes con igual ubicación

La interferencia procedente de fuentes múltiples con distinta ubcación debe combinarse utilizando el método de multiplicación simplificada descrito en el Informe 945.

4. Alturas efectivas de la antena transmisora

Los textos actuales del Volumen V del CCIR no tratan convenientemente el caso de los valores bajos de la altura efectiva de la antena transmisora (< 10 m en ondas métricas y < 37,5 m en ondas decimétricas), en particular cuando son alturas negativas. El GITM-AFBC(2) ha propuesto un método para resolver el problema, extrapolando de las actuales curvas de propagación y, en particular, sustituyendo los valores de altura efectiva de la antena transmisora inferior a 0 m por 0 m.

INFORME 626-1

SIMPLIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE SINCRONISMO EN TELEVISIÓN

(Cuestión 1/11, Programa de Estudios 1E/11)

(1974-1978)

Se ha propuesto simplificar la señal de sincronismo de televisión reduciendo, por un lado, el número de impulsos de igualación [CCIR, 1963-66; 1966-69; 1970-74a, b y c; Recomendación 472, nota (5)] y, por el otro, el número de impulsos anchos [CCIR, 1970-74a y b]. En el Programa de Estudios 1E/11 se propone que se estudien los efectos de la reducción del número de impulsos de igualación.

La simplificación de la señal de sincronismo lleva a la simplificación de los generadores de sincronismo y permite además disponer de más periodos de línea del intervalo de supresión de trama para insertar señales de prueba o de medida, frecuencias patrón de referencia [CCIR, 1970-74d], información comercial (por ejemplo, transmisiones de facsímil), señales de audiofrecuencia suplementarias para programas bilingües, subtítulos para sordos o señales para el control remoto o la supervisión de centros no atendidos [CCIR, 1970-74b], o cualquier otro tipo de información.

Se han efectuado estudios [CCIR, 1970-74d] que indican que en los países miembros de la OIRT, las características de los receptores son tales que la segunda secuencia de impulsos de igualación puede suprimirse completamente, sin que se degrade la calidad del entrelazado de líneas y, lo que es más, el número de impulsos de igualación en la primera secuencia puede reducirse a uno, de duración normalizada, conforme a la fig. 1. Confirman estos resultados los experimentos [CCIR, 1970-74c] efectuados en la URSS, no sólo con receptores, sino también con receptores de control (monitores), equipos de radioenlace, transmisores, grabadores en cinta de video y equipos de televisión industrial. Dichos experimentos han mostrado también una mayor calidad de funcionamiento en grabadores de cinta de video, receptores y otros equipos con circuitos compensadores [CCIR, 1970-74c]. En la URSS se permite la utilización de un solo impulso de pre-igualación y no se permiten los impulsos de post-igualación (fig. 1). Sin embargo, la reducción del número de impulsos anchos lleva a la degradación del entrelazado y a otros inconvenientes, por lo que resulta inaceptable [CCIR, 1970-74c y d]. Como continuación de los estudios en laboratorio y en explotación experimental efectuados por la OIRT [CCIR, 1974-78a], se ha decidido proseguir las investigaciones sobre la posibilidad de simplificar las señales de sincronismo.

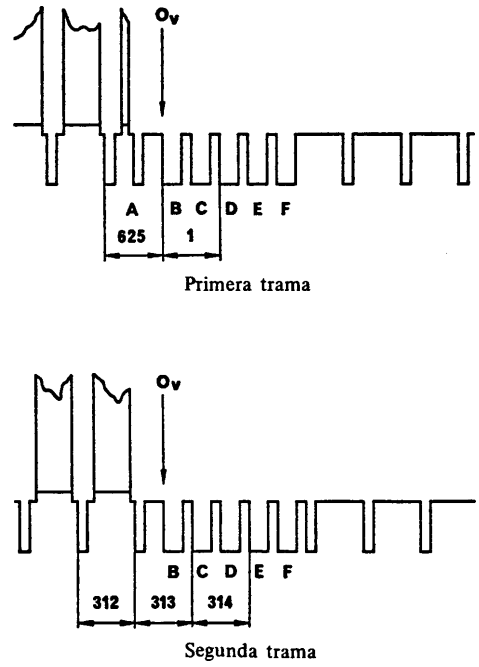


FIGURA 1

A : Impulso único de igualación al final de cada segunda trama

B, C, D, E, F : Impulsos anchos

Nota. – En los experimentos mencionados en [CCIR, 1970-74a y b] se estudia el efecto de suprimir los impulsos anchos F y E sustituyéndolos por impulsos de sincronismo de línea, siempre que sea apropiado.

Los experimentos en laboratorio [CCIR, 1970-74b] y las pruebas realizadas en Italia [CCIR, 1974-78b], parecen indicar que un impulso de pre-igualación sin impulsos de post-igualación es adecuado para receptores domésticos, siempre que el impulso único de igualación, situado en el centro de la línea número 625 (fig. 1) dure unos 2,8 µs. En la misma serie de experimentos se realizaron pruebas en las que no sólo se había reducido a uno el número de impulsos de pre-igualación y había ausencia de impulsos de post-igualación, sino que se reducía también progresivamente de cinco a dos el número de impulsos anchos (véase la nota de la fig. 1). Se comprobó que con esta forma de señal de sincronismo de trama podía reducirse a tres, en un futuro previsible, el número de impulsos anchos, sin un aumento apreciable de la inestabilidad del receptor.

Los experimentos realizados en el Reino Unido [CCIR, 1970-74a] en receptores de blanco y negro y de color, con un impulso de pre-igualación en el centro de la línea 625, sin impulsos de post-igualación y sólo tres impulsos anchos (fig. 1 y nota), mostraron que un número reducido aunque significativo de receptores experimentaban degradaciones de entrelazado debidas probablemente a la duración de 2,5 µs del impulso único de pre-igualación, inadecuada para los receptores que tienen integradores con una constante de tiempo inferior a 100 µs. Como consecuencia también del reducido número de impulsos anchos (tres), los controles de estabilidad vertical de algunos receptores tienden a requerir ajustes más precisos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1963-66]: XI/115 (Reino Unido).

[1966-69]: XI/55 (URSS).

[1970-74]: **a.** 11/266 (Reino Unido); **b.** 11/309 (Italia); **c.** 11/340 (URSS); **d.** 11/34 (OIRT).

[1974-78]: **a.** 11/53 (OIRT); **b.** 11/423 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1970-74]: 11/84 y Corr. 1 (OIRT).

INFORME 409-4

LÍMITES DE LAS ZONAS DE SERVICIO DE LA TELEVISIÓN EN LAS ZONAS RURALES DE BAJA DENSIDAD DE POBLACIÓN

(1966-1970-1978-1982-1986)

Cuando se haya de establecer un servicio de televisión en una zona poco poblada, donde probablemente se emplearán receptores e instalaciones de antena de mejor calidad que los considerados en la Recomendación 417, las administraciones pueden estimar conveniente reducir a las cifras que se indican en el cuadro I, el valor mediano de la intensidad de campo que debe protegerse contra las interferencias:

CUADRO I

Banda	I	III	IV	V
dB(µV/m)	+46	+49	+58	+64

Esos valores se aplican a la intensidad de campo a una altura de 10 m sobre el nivel del suelo.

En ausencia de interferencias distintas de las debidas al ruido, las intensidades de campo del orden de 40 dB(μV/m) en la Banda I, 43 dB(μV/m) en la Banda III, 52 dB(μV/m) en la Banda IV y 58 dB(μV/m) en la Banda V, pueden dar imágenes satisfactorias. En general, sin embargo, se observa que el telespectador comienza a perder interés por la instalación de equipo receptor de televisión cuando las intensidades de campo son muy inferiores a esos valores.

Los valores que figuran en el Informe se obtuvieron mediante evaluaciones de la intensidad de campo en el borde de la zona de cobertura y evaluaciones de la calidad de imagen para las Bandas I y III en zonas rurales de Australia [CCIR, 1963-66], la India [CCIR, 1974-78] e Italia; para las Bandas IV y V las mediciones correspondientes a las zonas rurales y urbanas se llevaron a cabo en Italia y el Reino Unido [CCIR, 1982-86]. Cabe señalar que, en las Bandas IV y V, donde el ruido artificial no suele plantear problemas, las intensidades de campo indicadas para las zonas rurales pueden ser válidas también para las zonas urbanas.

Nota. – Véase la Recomendación 417.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1963-66]: XI/168 (Australia).

[1974-78]: 11/439 (India).

[1982-86]: 11/247 (UER).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1978-82]: 11/333 (Italia).

INFORME 484-2

RELACIÓN SEÑAL DE IMAGEN/SEÑAL DE SINCRONISMO

(Cuestión 1/11, Programa de Estudios 1D/11)

(1970-1974-1986)

En el Programa de Estudios 1D/11 se considera la posibilidad de adoptar un valor único para expresar la relación señal de imagen/señal de sincronismo en todos los sistemas de televisión, tanto para las señales de video como para las señales radiadas.

Se considera conveniente que el valor de dicha relación sea lo más elevado posible, compatible con las características del receptor.

Se estima que la reducción de la amplitud relativa de la señal de sincronismo por debajo de los valores normalmente utilizados puede plantear dificultades en los receptores y en algunos tipos de equipo de estudio.

Los valores de la relación señal de imagen/señal de sincronismo que pueden considerarse en la actualidad para la adopción de una norma única son los de 7/3 y 10/4.

Como la relación 10/4 es la más elevada de las dos y es la que se utiliza generalmente para las señales radiadas (en algunos países se emplea también para la señal de video), las administraciones deberían considerar la posibilidad de adoptar en el futuro este valor.

Investigaciones recientes llevadas a cabo en la República Federal de Alemania han demostrado, sin embargo, que es posible con receptores modernos, reducir la amplitud relativa de la señal de sincronismo en proporciones considerables, por debajo de un valor correspondiente a una relación de 10/4. Puede obtenerse fácilmente una relación de 8/2, por ejemplo, sin influir desfavorablemente en la fiabilidad de la sincronización de los receptores [CCIR, 1970-74]. Los estudios deberían también orientarse hacia la investigación del efecto que sobre todas las partes de un sistema de televisión produce una reducción a esa relación. También es necesario tener en cuenta los gastos que entraña la modificación necesaria para pasar a una relación de 8/2 en lo que respecta a los medios de transmisión, antes de que pueda pedirse a las administraciones que consideren la adopción de ese valor en el futuro.

Los estudios recientes sobre receptores efectuados en la India confirman la estabilidad con una relación entre la señal de imagen y la señal de sincronismo de 8/2 [CCIR, 1982-86].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR
[1970-74]: 11/72 (Alemania (República Federal de)).
[1982-86]: 11/397 (India).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR
[1966-69]: XI/15 (CMTT/3) (Italia); CMTT/81 (Rev. 3) (Comisión de Estudio XI); XI/151 (Italia).

INFORME 961-1

RADIODIFUSIÓN TERRENAL DE TELEVISIÓN EN LA BANDA DE 12 GHz (BANDA VI)

(Cuestión 1/11, Programa de Estudios 1G/11)

(1982-1986)

1. Introducción.

Están funcionando sistemas experimentales de televisión terrenal con modulación de amplitud en la banda de 12 GHz en la República Federal de Alemania [CCIR, 1974-78a], Países Bajos [CCIR, 1974-78b] y Suiza (con el sistema G) [CCIR, 1974-78c], así como en el Japón (con el sistema M) [CCIR, 1974-78d y e]. Además, desde 1979 está también en servicio en el Japón una estación que pertenece al mismo sistema de radiodifusión [CCIR, 1978-82a].

La CAMR-RS-77 estableció para las Regiones 1 y 3 un Plan de asignaciones de frecuencias y posiciones orbitales para el servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz compartida con el servicio de radiodifusión terrenal. La Conferencia Administrativa Regional de Radiocomunicaciones, (Ginebra, 1983), estableció un Plan análogo para el servicio de radiodifusión por satélite en la Región 2.

2. Características técnicas

2.1 *Sistemas con modulación de amplitud*

2.1.1 *Características de la señal radiada*

En la radiodifusión de televisión terrenal en la banda de 12 GHz se puede utilizar la modulación de amplitud o de frecuencia. Un sistema con modulación de amplitud requiere una potencia de transmisión más elevada, pero proporciona a cambio más canales de televisión.

Las señales de televisión con modulación de amplitud en la banda de 12 GHz han de ajustarse a las normas indicadas en el Informe 624, a fin de que puedan ser recibidas por receptores de televisión convencionales equipados con un convertidor de frecuencia.

2.1.2 *Relaciones de protección*

La relación entre las potencias de la señal deseada y de la señal interferente a la entrada del receptor es un factor importante para la planificación de los sistemas de televisión terrenales. La relación requerida cuando se considera la interferencia entre dos señales de televisión con modulación de amplitud y banda lateral residual (MA-BLR) viene dada en la Recomendación 655. Las relaciones de protección entre dos señales de televisión con modulación de frecuencia (MF) figuran en el Informe 634.

Dichas relaciones son esencialmente independientes de la banda de frecuencias. Sin embargo, al aplicarlas a la planificación de un sistema terrenal en la banda de 12 GHz, es necesario tener también en cuenta los efectos del desvanecimiento de las señales y la estabilidad en frecuencia de los transmisores. En relación con esto último, según un experimento realizado en Japón, no resulta práctico aplicar en el sistema MA-BLR en la banda de 12 GHz técnicas de desplazamiento de precisión [CCIR, 1978-82b].

2.1.3 *Características de los equipos*

2.1.3.1 *Transmisor*

Las especificaciones de los transmisores MA-BLR para un servicio de televisión terrenal en la banda de 12 GHz pueden ser virtualmente las mismas que en las Bandas III, IV y V.

Para simplificar los transmisores, se podría amplificar la portadora de imagen junto con la portadora de sonido asociada, a pesar de que ello podría causar intermodulación. En Japón, la relación potencia de sonido/potencia de imagen se ha modificado de 1/4 en las Bandas III, IV y V, a 1/10 en la banda de 12 GHz, para reducir el batido de 920 kHz entre la portadora de sonido y la subportadora de color.

2.1.3.2 *Equipo receptor*

En los experimentos comunicados hasta ahora, los convertidores de frecuencia utilizados en los puntos de recepción sólo han de convertir la frecuencia de la banda de 12 GHz, en una frecuencia de las Bandas IV y V. El convertidor va montado directamente detrás de una antena de reflector parabólico, que provoca una pérdida de alimentación despreciable. La experiencia adquirida lleva a la conclusión de que es posible obtener sin costos excesivos un factor de ruido de 7 a 10 dB en el convertidor y que, habida cuenta de la potencia de transmisión, del factor de ruido del convertidor, de los medios de montaje, de la anchura del haz y de la influencia del viento, sería razonable utilizar una antena con un diámetro de 40 cm.

A la hora de establecer las normas aplicables a la radiodifusión de televisión terrenal en la banda de 12 GHz, se tomó como base en Japón, un convertidor de frecuencia con un factor de ruido de 10 dB, equipado con una antena de 40 cm de diámetro. En la práctica, en Japón se han utilizado convertidores con un factor de ruido de 6 a 8 dB.

2.2 *Televisión con modulación de frecuencia*

En cuanto a los sistemas de televisión MF, sólo se dispone de información limitada y se precisan ulteriores estudios. Sin embargo, se han efectuado en los Estados Unidos de América algunas pruebas [CCIR, 1982-86] para determinar las condiciones básicas de propagación.

3. Densidad mínima de flujo de potencia

En frecuencias superiores a 1 GHz suele utilizarse la densidad de flujo de potencia, medida en W/m^2, para expresar la intensidad de la señal.

Se ha calculado la intensidad de la señal en esta banda teniendo en cuenta las consideraciones expuestas y la necesidad de disponer de un valor para la planificación de una red terrenal de radiodifusión con modulación de amplitud en la banda de 12 GHz.

El cuadro I siguiente muestra los parámetros característicos para calcular la densidad mínima del flujo de potencia, derivados de los sistemas experimentales y operacionales ya mencionados.

La densidad de flujo de potencia, Φ ($dB(W/m^2)$), en el punto de recepción, viene dada por la siguiente fórmula:

$$\Phi = F + 10 \log k T B + (S/N)_{RF} - 10 \log a \qquad dB(W/m^2) \qquad (1)$$

Las densidades mínimas de flujo de potencia en la antena receptora propuestas para una calidad satisfactoria de la imagen, se sitúan entre $-85{,}5$ $dB(W/m^2)$ y $-70{,}2$ $dB(W/m^2)$ en los sistemas con modulación de amplitud. Estas diferencias derivan de la diversidad de hipótesis de calidad de la imagen, del nivel de ruido del receptor y de la ganancia de la antena receptora, como se observa en el cuadro I.

En Japón se adoptó un valor de -70 $dB(W/m^2)$ para el sistema operacional con MA.

4. Polarización de la emisión

En la zona urbana de Tokio se han realizado mediciones en la banda de 12 GHz de las ondas dispersadas por zonas densamente edificadas en la zona de recepción. Sobre la base de los resultados, se ha observado que la polarización horizontal o vertical ofrece ventajas sobre la polarización circular para reducir la interferencia en otras zonas de servicio en las que se utiliza la polarización ortogonal. Por otra parte, aunque se ha observado que la transmisión con la polarización circular tiene la ventaja de reducir la interferencia debida a la propagación por trayectos múltiples (véase el Informe 562), en la práctica, se puede despreciar este tipo de interferencia por trayectos múltiples en el servicio de televisión terrenal en la banda de 12 GHz. Según mediciones efectuadas en zonas urbanas de Tokio, la calidad de la imagen, en presencia de interferencia causada por la propagación por trayectos múltiples, no es peor que la nota 4 (escala de calidad de 5 notas, Recomendación 500) cuando la intensidad de campo es suficientemente alta, es decir, que la calidad de la imagen afectada por el ruido no es inferior a la nota 3 o que la intensidad de campo no es inferior al valor en el espacio libre en más de 20 dB. Estos resultados pueden conseguirse con un receptor parabólico con un diámetro mínimo de 40 cm y un convertidor de frecuencia con un factor de ruido de 6 dB [Saito y otros, 1977].

En Japón se utiliza la polarización horizontal, así como la vertical; esta última en caso necesario.

CUADRO I

Sistema de televisión		G (Alemania (República Federal de))	G (Suiza)	M (1) (Japón)	G/MF (Suiza)
Factor de ruido del convertidor de frecuencia (dB)	F	10	9	10	9
Señal/ruido en radiofrecuencia a la entrada del receptor de televisión (dB)	$(S/N)_{RF}$	43 (2)	40 (3)	42	19 (4)
Diámetro del reflector parabólico (m)	D	0,6	0,6	0,4	0,6
Rendimiento de la antena (%)	η	50	–	50	–
Pérdidas diversas en recepción (alineación defectuosa, etc.) (dB)	L	–	–	2	–
Ganancia de la antena (dB con relación a una antena isótropa)	G	34,5	34	31	34
Superficie efectiva de la antena 10 log a (a en m^2)	A	−8,5	–	−14	–
10 log kTB (dBW)	–	−137 (5)	–	−136,2 (6)	–
Densidad mínima de flujo de potencia (dB(W/m^2))	P	−75,5	−80	−70,2	−101

(1) Sistema operacional.

(2) $(S/N)_{RF}$ en el límite de la zona de servicio, utilizando una antena con un diagrama vertical en cosecante que produzca la misma intensidad de campo en toda la zona de servicio.

(3) Corresponde a la nota 4,5 de la Recomendación 500.

(4) $(S/N)_{RF}$ a la entrada del receptor; índice de modulación $m = 1$.

(5) Anchura de banda de ruido $B = 7$ MHz.

(6) Anchura de banda de ruido $B = 6$ MHz.

5. Efectos de la interferencia

En la planificación de una red terrenal, la interferencia puede constituir un factor determinante de la densidad de flujo requerida de la señal deseada. Los métodos de cálculo de la intensidad de campo o de la pérdida de transmisión que revisten interés para la evaluación de las probabilidades de interferencia están indicados en los Informes 562 y 569.

6. Efectos de la propagación

En la planificación de un sistema de radiodifusión terrenal en la banda de 12 GHz, las pérdidas debidas a la difracción por edificios son de particular importancia; también debe tenerse en consideración la atenuación debida a la lluvia. Véase sobre este particular el Informe 562.

En investigaciones realizadas en San Francisco con un sistema MF de 20 MHz de anchura de banda [Bentz, 1982] se observó poquísima difracción en torno a obstáculos o penetración a través de obstáculos, incluida la vegetación. Sin embargo, en muchos trayectos de transmisión obstruidos fue posible utilizar una reflexión que resultaba mejor como fuente de la señal. El haz sumamente directivo de la antena receptora, ya sea de bocina o parabólica, permitía seleccionar *una sola* reflexión. Por este mismo motivo, se produjo raramente interferencia debida a la propagación por trayectos múltiples. La atenuación debida a la lluvia fue considerable, como indican las mediciones a largo plazo en posiciones fijas, y habría que tenerla en cuenta en el diseño del sistema previendo una potencia de transmisión adecuada. En función de los parámetros de esta prueba concreta, se informó que la reflexión era satisfactoria en aproximadamente el 70% de la zona deseada.

7. Utilización compartida de las frecuencias con el servicio de radiodifusión por satélite

La utilización compartida entre el servicio de radiodifusión por satélite y los servicios terrenales se analiza en el Informe 631. La compartición de frecuencias entre el servicio de radiodifusión por satélite y el servicio de televisión terrenal en la banda de 12 GHz es posible si los transmisores terrenales se explotan en aquellas porciones de la banda no utilizadas por el servicio de radiodifusión por satélite en las zonas en que están ubicados los transmisores.

En dicho caso, es importante, desde el punto de vista de la utilización del espectro, conocer los factores que influyen en la separación requerida entre las frecuencias de trabajo de ambos servicios. En Japón se han realizado pruebas prácticas y de laboratorio utilizando el satélite experimental de radiodifusión (BSE-Japón) y los transmisores de radiodifusión terrenal en la banda de 12 GHz. Las pruebas han mostrado que, en la recepción de un servicio de radiodifusión por satélite, la interferencia debida a señales no deseadas está determinada por la selectividad del receptor, y no por intermodulación en el receptor, aun en la hipótesis más desfavorable. En las pruebas se utilizaron receptores con convertidores de frecuencia del tipo de mezcladores de diodos (véase el Informe 473). Durante las pruebas no se han observado interferencias producidas por el satélite BSE en el servicio de radiodifusión terrenal en un canal que se solapa con la señal del satélite [CCIR 1978-82b].

8. Sistema operacional

En el Japón se asignaron en 1977 a los servicios terrenales de televisión, 18 canales en la gama de frecuencias comprendida entre 12,092 GHz y 12,2 GHz, para mejorar la recepción en las zonas en las que la interferencia debida a la propagación por trayectos múltiples degrada gravemente las señales en las Bandas III, IV y V. La primera estación operacional con convertidor de frecuencia comenzó a funcionar en 1979 en la zona de Tokio. La estación proporciona siete canales MA-BLR con una p.i.r.e. máxima de 6,7 W/canal. La distancia máxima de cobertura del transmisor es del orden de 1 km, y se define por una densidad de flujo de potencia requerida de -70 dB (W/m^2) [Momoura y Kikuchi, 1979].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTZ, C. [1982] Experimenting at 12 290 MHz. Broadcast Engineering Spec. Book.

MOMOURA, T. y KIKUCHI, S. [1979] SHF terrestrial broadcasting in Japan. *IEEE Trans. Broadcasting*, Vol. BC-25, 4, 147-151.

SAITO, T., ITO, S., OHMARU, K., HASEGAWA, T., ISONO, H. y TAKANO, K. [1977] Propagation characteristics of the terrestrial television waves in the 12 GHz band in urban area. NHK Lab. Note No. 215.

Documentos del CCIR

[1974-78]: **a.** 11/156 (Alemania (República Federal de)); **b.** 11/172 (Países Bajos); **c.** 11/22 (Suiza); **d.** 11/34 (Japón); **e.** 11/308 (Japón).

[1978-82]: **a.** 11/79 (Japón); **b.** 11/247 (Japón).

[1982-86]: 11/320 (Estados Unidos de América).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 11F: MÉTODOS DIGITALES PARA TRANSMITIR LA INFORMACIÓN DE TELEVISIÓN

INFORME 629-4

CODIFICACIÓN DIGITAL DE SEÑALES DE TELEVISIÓN EN COLOR

(Cuestión 25/11, Programas de Estudios 18L/11, 25G/11, 25L/11 y 25M/11)

(1974-1978-1982-1986-1990)

1. Introducción

La Comisión de Estudio 11 ha reunido, previamente y durante el periodo de estudios 1982-1986, una gran cantidad de información relativa a la codificación, procesamiento, transmisión y grabación en los estudios de señales de video mediante componentes digitales. Este trabajo se recoge en la Recomendación 601 relativa a la codificación de las señales digitales de video en los estudios de producción, así como en la Recomendación 656 relativa a los interfaces en los estudios para señales digitales de video.

Este trabajo se ha tenido también en cuenta en la Recomendación 656 sobre el formato para la grabación digital (Recomendación 657) y en los estudios de la Comisión de Estudio 11 sobre la reducción de la velocidad binaria (Informe 1089) así como en los estudios de la CMTT concernientes a la transmisión de las señales de imagen.

Este Informe resume el trabajo sobre métodos de codificación para las señales video producidas en los estudios, procedentes tanto de fuentes digitales como analógicas, y proporciona las bases para la Recomendación 601 relativa a los parámetros de codificación de las señales digitales de televisión en los estudios. Esto se complementa con el Informe 962 relativo al filtrado, muestreo y multiplaje de las señales digitales.

2. Principios básicos

2.1 Parámetros de codificación digital en el estudio para televisión convencional

Se han propuesto dos métodos diferentes para solucionar el problema de la codificación:

- *Codificación de componentes:* En este método, las componentes de las señales de luminancia y de diferencia de color se codifican por separado y se transmiten juntas como trenes de bits independientes multiplexados en el tiempo. Cuando la señal de televisión en color se encuentre en la forma compuesta NTSC, PAL o SECAM, será necesario separar primero la señal en sus componentes de luminancia y de diferencia de color.
- *Codificación compuesta:* En este método, la señal compleja de color se codifica en su forma compuesta como un solo tren de bits.

El primer método ofrece ventajas con respecto al segundo porque, en el futuro, será posible transmitir la señal en forma digital desde su origen al transmisor de radiodifusión. Sólo en este último será necesario generar la señal compuesta. Al menos en el terreno de la transmisión, desaparecerían las diferencias entre los sistemas NTSC, PAL y SECAM, lo que simplificaría los problemas relacionados con el intercambio internacional de programas [CCIR, 1974-78a], excepto en los casos en que intervienen diferentes normas de barrido. (El intercambio internacional de programas se relaciona con la provisión del interfaz requerido para los equipos magnetoscópicos y con el interfaz con los equipos de transmisión.) El segundo método se considera ventajoso cuando la cadena completa está constituida por varias secciones digitales y analógicas en tándem, como es probable que ocurra durante el periodo en que se introduzcan las técnicas digitales en radiodifusión.

La mayoría de las administraciones están ahora de acuerdo en que sería sumamente interesante utilizar la codificación de componentes para las normas del estudio. Para ello se argumentan las siguientes razones:

- Los recientes desarrollos tecnológicos, sobre todo en materia de almacenamiento mediante memorias de semiconductores y de grabación en cinta magnética, han abierto nuevas y prometedoras perspectivas con respecto al proceso electrónico de la imagen y a los efectos especiales. En el pasado, sólo se podía disponer de esas facilidades utilizando técnicas cinematográficas onerosas [CCIR, 1978-82a].
- La codificación de componentes permite una norma mundial uniforme, salvo para la frecuencia de trama. Dicha norma tiene el mayor número de valores de parámetros significativos comunes a los sistemas de 525 y de 625 líneas. Puede permitir que el equipo y el funcionamiento tengan el máximo número de características comunes, lo que no es posible con normas analógicas o digitales compuestas. Salvo para la frecuencia de trama (que podría ser conmutable), los estudios en todo el mundo utilizarían muchos elementos de equipos comunes, y se simplificaría mucho la producción y el intercambio de programas.

Al definir el método de reducción de la velocidad binaria que pudiera utilizarse en los estudios de televisión, antes de la interconexión a cualesquiera facilidades de transmisión a larga distancia, importa tener en cuenta las jerarquías digitales en proceso de normalización por el CCITT [CCIR, 1974-78b].

En [CCIR, 1978-82b] la UER ha propuesto que, para facilitar el intercambio internacional de programas, se utilice una señal basada en la codificación separada de las señales componentes de luminancia y de diferencia de color. Estudios efectuados por la UER han demostrado claramente el interés que presenta la codificación digital para evitar algunas de las limitaciones asociadas a los sistemas PAL y SECAM, y se indica la posibilidad de establecer una norma digital universalmente compatible [CCIR, 1978-82c]. Estas consideraciones, combinadas con propuestas similares de otras administraciones, han dado como resultado la Recomendación 601, según la cual debe preferirse el uso de la codificación de componentes para todos los estudios a los fines del intercambio internacional.

2.2 Parámetros de codificación digital en estudio para TVAD

El Grupo Interino de Trabajo 11/7 ha examinado este tema, según lo dispuesto en la Decisión 60, y los resultados obtenidos hasta mayo de 1989 se presentaron como Contribución a la Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 sobre TVAD [CCIR, 1986-90a].

En la Contribución se examinan varios métodos para establecer una norma digital de estudio de TVAD basados en los conceptos de un formato común de imagen o de una velocidad común de datos.

El Grupo Interino de Trabajo 11/7 aún sigue examinando este tema y espera recibir Contribuciones, en particular, sobre los siguientes aspectos:

- características de la señal digital;
  - a) niveles de la señal digital;
  - b) forma de codificación;
  - c) margen dinámico;
- requisitos de interfaz digital;
  - a) interfaces paralelo y serie;
  - b) palabras de sincronización, número de bits, etc.;
- señales digitales de sincronización;
- señales digitales de prueba;
- requisitos para el tratamiento de la imagen digital;
  - a) requisitos para la supresión de trama horizontal y vertical;
  - b) modificación del tamaño de imagen que puede conseguirse mediante los procesos de edición, etc.

3. Métodos de codificación

En todos los métodos de codificación digital que se estudian actualmente, los procesos iniciales son el muestreo y la cuantificación.

3.1 *Anchura de banda y muestreo*

El proceso de muestreo se rige por tres factores básicos:

- la estructura del muestreo, es decir, la posición relativa de las muestras en el espacio y el tiempo;
- el número de muestras por línea;
- el proceso de filtrado, que puede ser de una, dos o tres dimensiones.

La estructura de muestreo mencionada más arriba puede, o no, ser iterativa en lo que respecta a la imagen. De modo semejante, el número de muestras por línea indicado puede, o no, ser constante de una línea a otra.

Según la teoría clásica, la frecuencia de muestreo tiene que ser igual o superior al doble de la frecuencia más alta de la señal, es decir, tiene que corresponder al muestreo de Nyquist. Sin embargo, ciertos estudios han demostrado que pueden utilizarse en la práctica frecuencias de muestreo más bajas (es decir, un muestreo por debajo del límite de Nyquist) [Messerschmid, 1969].

3.1.1 *Señales componentes*

La UER ha sugerido en [CCIR, 1974-78c] que los países que codifican digitalmente las componentes separadas utilicen una estructura de muestreo iterativa que se repita de imagen a imagen. En [CCIR, 1974-78d] se apoya este método. Las estructuras de muestreo iterativas pueden ser ortogonales [CCIR, 1974-78e] o intercaladas.

En el Informe 962 se describe con algún detalle el trabajo conducente a la elección de los parámetros de muestreo enumerados en la Recomendación 601 como la base de un código para estudios de televisión, por lo que en este Informe sólo se expone un breve resumen.

Las administraciones han estudiado diversas frecuencias de muestreo para la señal de luminancia del nivel 4 : 2 : 2, en particular 12 MHz, 12,5 MHz, 13 MHz, 13,5 MHz y 14,3 MHz. Entre los factores estudiados, que tendrán una posible influencia en la elección de la frecuencia de muestreo, figuran la calidad de la imagen básica, la calidad de la imagen una vez procesada, las relaciones costo/rendimiento, la capacidad potencial de los magnetoscopios digitales, la reducción de la velocidad binaria a niveles de la jerarquía de transmisión y la compatibilidad con las señales compuestas y la codificación compuesta.

Durante sus estudios, algunas administraciones observaron ventajas en la elección de una frecuencia de muestreo en relación con la frecuencia de la subportadora de color de la señal compuesta, porque esto puede ser favorable en la utilización mixta de la codificación de señales componentes y compuestas a escala nacional. Sin embargo, consideraron que los beneficios de la unificación mundial de la frecuencia de muestreo puede alterar el equilibrio de las ventajas a favor del valor convenido.

Se adoptó para una norma mundial la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia de 13,5 MHz. Se trata de un compromiso entre la necesidad de elegir valores que permitan un equipo prácticamente realizable y económico, por un lado, y la de disponer del suficiente grado de tratamiento de la imagen, por otro. Asimismo esta frecuencia es la única en la gama de 12 a 14,3 MHz que permite un número entero de muestras por línea tanto para los sistemas de 525 líneas como para los de 625 líneas [CCIR, 1978-82d, e, f, g, h, i y j]. La frecuencia de muestreo para las señales de diferencia de color se fijó en la mitad de la que se utiliza para la señal de luminancia, después de comprobar que esto permitiría una calidad adecuada en el proceso de incrustación automática. El interfaz digital para los equipos de estudio de televisión se examina en el Informe 1088 titulado «Interfaces para señales video digitales en sistemas de televisión de 525 líneas y 625 líneas».

Se previó que no era probable abarcar mediante un solo conjunto de parámetros digitales las aplicaciones actuales y previstas de la televisión. Por tanto, se propuso una *familia ampliable de normas de codificación digital* compatibles [CCIR, 1978-82k, l, m].

Los niveles de la familia se designan por una secuencia de números enteros, tal como 4 : 2 : 2 ó 4 : 4 : 4. Estos números representan la relación entre la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia (primer número) y la frecuencia de muestreo de las señales de diferencia de color (números subsiguientes). La convención adoptada es que el número 4 representa la frecuencia principal de muestreo de 13,5 MHz (nominal). Así pues, por ejemplo, el nivel de la familia 4 : 2 : 2 se caracteriza por frecuencias de muestreo de 13,5 y 6,75 MHz para las señales de luminancia y de diferencia de color, respectivamente, como se definen en la Recomendación 601.

En [CCIR, 1978-82m] se considera que un posible conjunto de esas normas corresponde a los siguientes niveles:

- una norma para los estudios de producción de programas;
- una norma inferior que utilice los mismos parámetros de exploración, pero que dé como resultado velocidades binarias y costos inferiores, apropiados para aplicaciones de menor calidad;
- una norma de más alta calidad, con una capacidad superior a las proporcionadas por las normas de exploración actuales.

En [CCIR, 1978-82n] se sugiere que un código digital compatible internacionalmente podría consistir en un código de componentes que incorporara un muestreo sincronizado con la frecuencia de línea (ortogonal), un número idéntico de muestras por línea, tanto para los sistemas de 525 como de 625 líneas, y que pertenezcan a una familia ampliable de normas de codificación compatibles que tengan frecuencias de muestreo relacionadas sencillamente entre sí. Deben efectuarse nuevos estudios sobre la definición de las frecuencias de muestreo preferidas.

En 1980 y 1981 la UER [CCIR, 1978-82d y f], la SMPTE [CCIR, 1978-82g] y la NHK de Japón [CCIR, 1978-82o; Nishizawa y otros, 1981] hicieron evaluaciones subjetivas de una familia ampliable de sistemas digitales de televisión con codificación por componentes. Las pruebas incluyeron los niveles de familias 4 : 4 : 4, 4 : 2 : 2 y 4 : 1 : 1 de codificación binaria con frecuencias de muestreo de la luminancia situadas entre 12 y 14,3 MHz. Los resultados de todas esas pruebas fueron concordantes y tienden a confirmar que el nivel 4 : 2 : 2 es la selección preferida para el interfaz normalizado para los estudios y que la elección de una frecuencia de muestreo de 13,5 MHz constituye una transacción satisfactoria entre la calidad aceptable de la imagen después de su tratamiento y las velocidades binarias requeridas. Esta opinión se comparte también en [CCIR, 1978-82e].

En [CCIR, 1986-90b] se presenta la posibilidad de utilizar el nivel 4:2:2 de la Recomendación 601 con imágenes que tienen un formato de imagen más ancho (16:9 en vez de 4:3), y se señala que los equipos de estudio sólo necesitan ligeras modificaciones y que puede utilizarse el mismo interfaz de la Recomendación 656. Sin embargo, en estas aplicaciones debe observarse que las señales de formato más ancho no deben entremezclarse con señales de formato convencional (4:3).

En [CCIR, 1978-82k] se describe una familia ampliable de códigos, basada en un código de componentes con una relación de las velocidades de muestreo de 4 : 1 : 1 (entre la luminancia y las señales de diferencia de color). Esos códigos podrían transcodificarse fácilmente a un código NTSC de interfaz digital compuesto, y la familia puede extenderse rápidamente hacia arriba para una televisión de mayor definición, cuando los avances de la técnica lo justifiquen. Asimismo, la familia de códigos puede extenderse hacia abajo para códigos de interfaz de definición inferior, en el caso de aplicaciones especiales; por ejemplo, la captación electrónica de noticias (o periodismo electrónico).

El nivel 4:4:4 descrito en el anexo a la Recomendación 601 está siendo objeto de estudio por parte tanto de la UER como de la SMPTE. El interfaz 4:4:4 está destinado a gráficos complejos y a la post-producción. No se pretende sustituir los interfaces 4:2:2 ya especificados en la Recomendación 656, puesto que se consideran más adecuados para las operaciones normales de estudio. Se piensa que el interfaz 4:4:4 especificará codificación MIC con más de 8 bits por muestra. En la UER y en la SMPTE se ha convenido la inclusión de la señal de incrustación como parte del conjunto básico de señales. A este nivel de la Recomendación 601 se le designa ahora como 4:4:4:4 ó 4 x 4. El trabajo se concentra en adecuar la información del interfaz actual descrito en la Recomendación 656. Entre los temas cuya investigación se continúa todavía, están los efectos de varios algoritmos de redondeo dinámico para minimizar el número de bits por muestra, y también las características de filtrado y los requisitos de las señales de incrustación. El redondeo dinámico es un proceso por el que se oculta los errores que surgen cuando se reduce la longitud de palabra de una muestra, por ejemplo de 10 bits a 8 bits.

En [CCIR, 1978-82p] se sugieren criterios de diseño y una posible aplicación para un nivel más bajo dentro de una familia ampliable de códigos digitales compatibles. Se indican los parámetros del sistema y los resultados de pruebas correspondientes a un códec experimental que funciona a la mitad de la velocidad binaria de la norma principal para estudios. Este sistema se caracteriza por una relación no binaria entre las frecuencias de muestreo de la luminancia de niveles correspondientes y una relación de 3 : 1 entre las frecuencias de muestreo de la señal de luminancia y las señales de diferencia de color codificadas en secuencias de líneas. En [CCIR, 1982-86a] se describe una evaluación subjetiva, utilizando imágenes de prueba estáticas de varias normas posibles de nivel más bajo, que incluye los efectos del submuestreo con desplazamiento de líneas y desplazamiento de tramas y del procesamiento secuencial en línea de las señales de diferencia de color. En [CCIR, 1982-86b] figura un estudio teórico de la distorsión de la imagen que se produce cuando se utiliza la transmisión secuencial en línea de las señales de diferencia de color con un ciclo de dos tramas.

En [CCIR, 1986-90c] se sugiere la utilización de valores de los parámetros para una codificación económica de la señal al nivel más bajo y velocidades de muestreo, con relaciones 2 2/3; 1 1/3; 1 1/3. La utilización de estos parámetros en vez de 2:1:1, permite utilizar una respuesta de corte progresivo lento, simplificando así los filtros.

Parece haber poco interés en los niveles inferiores de las normas de codificación digital de la Recomendación 601. El esfuerzo actual parece estar dirigido al logro de objetivos fijados originalmente para los niveles inferiores de la familia, tales como periodismo electrónico y operaciones de campo, con el nivel 4:2:2, utilizando técnicas de reducción de la velocidad binaria.

En [Rossi, 1981] se describe un grupo de filtros digitales adaptados a una familia binaria, que realizan una conversión descendente de velocidad de muestreo de 2 a 1 y una conversión ascendente de velocidad de muestreo de 1 a 2, mediante una interpolación por filtro en peine.

Es conveniente para los equipos que los niveles de una familia tengan números compatibles de muestras por línea. Los miembros de la familia digital deben elegirse teniendo en cuenta otras posibles representaciones de señales de televisión con el fin de limitar el número y la complejidad de las operaciones de transcodificación en el recorrido de la señal. En [CCIR, 1982-86c] se enumeran algunas de las representaciones que se han propuesto.

Las duraciones nominales de las líneas activas para los sistemas de 525/60 y 625/50 son ligeramente diferentes. Para armonizar los dos sistemas en el dominio de componentes digitales, se define una «línea activa digital» (LAD), que tiene suficientes muestras digitales para abarcar las líneas activas de los sistemas 525/60 ó 625/50. Hay ventajas evidentes en que ambos sistemas necesiten precisamente el mismo volumen de memoria de líneas digitales y la LAD pueda procesarse exactamente de la misma manera para los dos sistemas de 525 ó 625 líneas. El número de muestras asociado con la supresión de trama analógica es diferente, pero no es necesario introducir esto en el dominio de las componentes digitales. La supresión de trama adecuada a la norma de radiodifusión nacional debe aplicarse en el punto en que la señal se convierte en analógica.

La línea activa para los sistemas de 525 es la más larga de las dos, y con las tolerancias que se utilizan actualmente en la práctica, se necesitan más de 710 muestras para cubrir una línea. Las 720 muestras por línea activa digital indicada en la Recomendación 601 se han elegido porque cumple convenientemente esta necesidad.

Definición de la señal de luminancia (E'_Y) *y de las señales de diferencia de color* ($E'_R - E'_Y$) *y* ($E'_B - E'_Y$)

Una propuesta de construcción de las señales de luminancia y de diferencia de color forma parte de la Recomendación 601 y se indica como sigue:

$$E'_Y = 0{,}299\ E'_R + 0{,}587\ E'_G + 0{,}114\ E'_B \quad \text{(véase la nota)}$$

donde

$$(E'_R - E'_Y) = E'_R - 0{,}299\ E'_R - 0{,}587\ E'_G - 0{,}114\ E'_B$$
$$= 0{,}701\ E'_R - 0{,}587\ E'_G - 0{,}114\ E'_B$$

y

$$(E'_B - E'_Y) = E'_B - 0{,}299\ E'_R - 0{,}587\ E'_G - 0{,}114\ E'_B$$
$$= -0{,}299\ E'_R - 0{,}587\ E'_G + 0{,}886\ E'_B$$

Nota. – Véase el Informe 624, cuadro II.

Tomando los valores de señal como normalizados a la unidad (ejemplo, niveles máximos de 1,0 V), los valores obtenidos para los colores blanco, negro, saturado primario y complementario son los siguientes:

CUADRO I

Condición	E'_R	E'_G	E'_B	E'_Y	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
Blanco	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Negro	0	0	0	0	0	0
Rojo	1,0	0	0	0,299	0,701	−0,299
Verde	0	1,0	0	0,587	−0,587	−0,587
Azul	0	0	1,0	0,114	−0,114	0,886
Amarillo	1,0	1,0	0	0,886	0,114	−0,886
Cian	0	1,0	1,0	0,701	−0,701	0,299
Magenta	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

Aunque los valores de E'_Y están ya comprendidos en la gama de 1 a 0, los de ($E'_R - E'_Y$) se sitúan en la gama de +0,701 a −0,701, y los de ($E'_B - E'_Y$) en la gama de +0,886 a −0,886. Para renormalizar respecto a la unidad la gama de las señales de diferencia de color (es decir, de +0,5 a −0,5), se pueden calcular los coeficientes siguientes:

$$K_R = \frac{0{,}5}{0{,}701} = 0{,}713;\ K_B = \frac{0{,}5}{0{,}886} = 0{,}564;$$

Entonces

$$E'_{C_R} = 0{,}713\ (E'_R - E'_Y) = 0{,}500\ E'_R - 0{,}419\ E'_G - 0{,}081\ E'_B$$

y

$$E'_{C_B} = 0{,}564\ (E'_B - E'_Y) = -0{,}169\ E'_R - 0{,}331\ E'_G + 0{,}500\ E'_B$$

donde E'_{C_R} y E'_{C_B} son las señales renormalizadas de diferencia de color para rojo y azul, respectivamente.

En el caso de una codificación binaria de 8 bits con cuantificación uniforme, se especifican 2^8 (es decir, 256) niveles de cuantificación, con igual separación, con lo que la gama de números binarios disponible va de 0000 0000 a 1111 1111 (00 a FF en la notación hexadecimal), siendo los números decimales equivalentes 0 a 255, inclusive.

En el caso de sistema de relación 4 : 2 : 2 descrito en la Recomendación 601, los niveles 0 y 255 se reservan para datos de sincronización, mientras que los niveles 1 a 254 están disponibles para video.

Dado que la señal de luminancia sólo va a ocupar 220 niveles, para proporcionar márgenes de trabajo y que el negro se encuentre en el nivel 16, el valor decimal de la señal de luminancia, $\overline{Y}$, antes de la cuantificación es:

$$\overline{Y} = 219\,(E'_Y) + 16,$$

y el número de nivel correspondiente, después de la cuantificación, es el número entero más próximo.

Análogamente, como las señales de diferencia de color van a ocupar 225 niveles y como el nivel 0 va a ser el nivel 128, los valores decimales de las señales de diferencia de color, $\overline{C}_R$ y $\overline{C}_B$, antes de la cuantificación son:

$$\overline{C}_R = 224\,[0{,}713\,(E'_R - E'_Y)] + 128$$

y

$$\overline{C}_B = 224\,[0{,}564\,(E'_B - E'_Y)] + 128$$

que simplificando se convierten en:

$$\overline{C}_R = 160\,(E'_R - E'_Y) + 128$$

y

$$\overline{C}_B = 126\,(E'_B - E'_Y) + 128$$

y el número de nivel correspondiente, después de la cuantificación, es el número entero más próximo.

Los equivalentes digitales se denominan Y, C_R y C_B.

En [CCIR, 1982-86d] se ha señalado que puede ser necesario un ulterior examen de la relación entre niveles de video analógicos y niveles de cuantificación, de acuerdo con los actuales requisitos de márgenes de explotación.

Nota. – En el § 2.4 del anexo II a la Recomendación 601 se considera la cuantificación y codificación para la construcción de Y, C_R, C_B a partir de señales diferentes de las señales de luminancia y de diferencia de color.

La codificación digital en la forma de señales Y, C_R y C_B puede representar una gama de valores de señales notablemente mayor que la que pueden sustentar las gamas correspondientes de señales R, G y B. Es posible, por ello, como consecuencia de la generación electrónia de imágenes o el tratamiento de señales, producir señales Y, C_R y C_B que, aun siendo válidas individualmente, den lugar a valores fuera de gama al convertirlas en señales R, G. y B. Según [Devereux, 1987] es más conveniente y eficaz evitar esto imponiendo limitaciones a las señales Y, C_R y C_B que esperar a que las señales estén en la forma R, G y B. Además, se han descrito técnicas mediante las cuales es posible aplicar limitaciones de manera que se mantengan los valores de luminancia y tonalidad, minimizando la degradación subjetiva a costa únicamente de la saturación.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

3.1.2 *Señales complejas*

Puede aplicarse el muestreo por debajo del límite de Nyquist muestreando la señal compleja PAL a razón de dos veces la frecuencia de la subportadora [Devereux y Phillips, 1974]. El códec digital para este muestreo utiliza un filtrado que introduce pequeñas pérdidas en la resolución de luminancia diagonal y en la resolución de crominancia vertical. Sin embargo, un filtrado adicional de este tipo en todo proceso subsiguiente de muestreo sub-Nyquist, no debiera introducir ninguna degradación de la resolución [Stott y Phillips, 1977].

En el sistema M/NTSC, se tiene tendencia a utilizar una frecuencia de muestreo tres o cuatro veces superior a la frecuencia de la subportadora de color. Sin embargo, en [CCIR, 1974-78f], se da cuenta de estudios efectuados sobre un sistema de codificación que utiliza una frecuencia de muestreo múltiplo entero de la frecuencia de línea. La técnica de muestreo sub-Nyquist ha sido también utilizada con señales NTSC [Rossi, 1976].

En [Patel, 1980] se describen los efectos del filtrado de paso bajo en la señal compleja analógica del sistema I/PAL. Se llega a la conclusión de que predomina la sobreoscilación de crominancia, pudiéndose mitigar la degradación resultante con una mejor corrección del retardo.

3.1.3 *Compatibilidad entre la señal compuesta y las señales componentes separadas*

En [CCIR, 1974-78c] la UER señala la necesidad de que los métodos propuestos de codificación de la señal compuesta de 625 líneas y los de codificación de las componentes separadas sean compatibles.

Experimentos de la UER [CCIR, 1978-82b] han demostrado que utilizando un códec perfeccionado y efectuando el muestreo a la frecuencia de línea, puede lograrse una buena calidad de codificación y decodificación de señales PAL analógicas a *YUV* digitales.

En [Clarke, 1986], se ofrecen detalles de las técnicas digitales utilizadas para generar señales subportadoras en cuadratura, a partir de una frecuencia de muestreo sincronizada con la línea, que se utilizan en los codificadores de color compuesto y para sincronizar estas señales con la ráfaga de referencia de entrada en los decodificadores de color. Estas técnicas permiten obtener en los codificadores y decodificadores una calidad más estable y características más definidas producidas por la realización digital, sin necesidad de efectuar una conversión de la frecuencia de muestreo. La descripción incluye también las modificaciones necesarias para poder funcionar con señales NTSC.

Además, en [Clarke, 1988], se describen varios métodos de filtrado para conseguir una separación de alta calidad de los componentes de luminancia y crominancia de una señal PAL, a fin de obtener principalmente señales digitales Y, C_R y C_B a partir de PAL en un contexto de estudio digital. Los métodos comprenden desde filtros de peine de retardo de línea relativamente sencillos a filtros de peine tridimensionales que emplean retardos múltiples de imagen, trama y línea. Los resultados de pruebas subjetivas en las que se comparan los diferentes métodos indican que, si bien un ligero grado de filtrado temporal puede mejorar notablemente la calidad de funcionamiento, un mayor uso de esta técnica puede causar la degradación de objetos en movimiento.

3.1.4 *Modificación de la frecuencia de muestreo*

En un determinado sistema que utilice la codificación de la señal compleja o la codificación de componentes, puede ser necesario modificar la frecuencia de muestreo.

En [CCIR, 1974-78g] se describe un método que puede utilizarse con el sistema M/NTSC para modificar la frecuencia de muestreo de 4 a 3 veces la frecuencia de la subportadora NTSC, e inversamente.

En [CCIR, 1974-78h], que propone el posible empleo de dos frecuencias de muestreo en el estudio PAL digital, se indica que una señal muestreada a $4 f_{sc}$ puede convertirse muy fácilmente en una señal muestreada a $2 f_{sc}$, e inversamente. Sin embargo, cuando la frecuencia de muestreo se modifica de $2 f_{sc}$ a $4 f_{sc}$ persisten las pequeñas degradaciones inherentes al muestreo a $2 f_{sc}$; no obstante, el efecto sobre la resolución no es acumulativo.

3.1.5 *Tolerancia de las frecuencias de muestreo*

Las frecuencias de muestreo utilizadas deben cumplir los requisitos de los sistemas de televisión asociados. En particular, la tolerancia para las frecuencias de muestreo de las señales componentes debe ser igual a la tolerancia para la frecuencia de línea de la norma de televisión de color pertinente [CCIR, 1982-86e, f].

En los casos en que las frecuencias de muestreo se generen a partir de la señal de sincronización de referencia procedente de un generador de sincronización principal alejado, podrían resultar útiles unas señales de sincronización centralizadas especiales con paquetes de frecuencias de referencia, para aumentar la estabilidad de fase de las frecuencias generadas [CCIR, 1986-90d].

3.2 *MIC lineal*

El tipo básico de codificación digital es la MIC lineal, en la cual el valor de cada «palabra» digital representa la amplitud cuantificada uniformemente de una muestra de la señal de banda base [CCIR, 1970-74a y b].

En [CCIR, 1974-78i] se presentan los resultados preliminares de un experimento efectuado utilizando 7 codecs MIC en cascada para codificar señales NTSC compuestas.

En [CCIR, 1978-82q] se describen experimentos para determinar las degradaciones de la imagen introducidas cuando se utilizan hasta 10 codecs. Las señales NTSC compuestas se codificaron utilizando varios números de bits por muestra, y las frecuencias de muestreo fueron $3 f_{sc}$ y $4 f_{sc}$. La relación señal/ruido de la fuente fue elevada.

Un estudio sobre códecs MIC utilizando 8 bits por muestra [CCIR, 1982-86g y Devereux, 1983] indica la importancia de la calidad de funcionamiento del codificador/decodificador básico y de los circuitos asociados al determinar el funcionamiento de una cadena de códecs en cascada. Revisten particular importancia los siguientes factores: filtros anteriores y posteriores; estabilización del nivel de supresión; distorsión de cuantificación, sobre todo en señales con subidas o bajadas muy pronunciadas; temblores de fase de la señal de reloj; no linealidad en frecuencias medias. En un códec bien diseñado donde se tengan en cuenta todos estos requisitos, probablemente la degradación dominante la constituya el ruido de cuantificación que, según se ha demostrado, es unos 2 dB peor que el teórico en los códecs ensayados. Se muestra una conexión en cascada de 8 códecs para aumentar el ruido de cuantificación aproximadamente en los 9 dB previstos.

La experiencia sugiere que, dentro del equipo de tratamiento de las señales MIC, deben conservarse más de 8 bits por muestra para evitar una rápida acumulación de la distorsión de cuantificación resultante del redondeo repetido después de cada proceso aritmético. Ahora bien, se ha observado que 8 bits por muestra es un valor satisfactorio para las interconexiones entre equipos que utilizan las señales Y, C_R, C_B digitales codificadas conforme a la Recomendación 601, siempre que se aplique un redondeo efectivo al pasar de un número superior de bits a 8 bits en la salida del equipo [Croll, Devereux y Weston, 1987] describen una forma apropiada de redondeo, denominada realimentación del error, en la que esos bits de menor significado truncados procedentes de una muestra se añaden a la muestra siguiente antes del truncado, con lo cual se acumulan los restos de menor significado en lugar de eliminarlos. Con 8 bits por muestra, las señales de redondeo producen de este modo distorsiones de cuantificación de frecuencia superior que no son visibles, mientras que el simple truncado puede provocar un reborde visible.

4. Bibliografía

Además de las referencias citadas expresamente en el texto, se acompaña como apéndice una bibliografía de varias publicaciones sobre el tema de la televisión digital. Los documentos de referencia no se repiten en la bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLARKE, C.K.P. [1986] Colour encoding and decoding techniques for line-locked sampled PAL and NTSC television signals. BBC Research Department Report Nº BBC RD 1986/2.

CLARKE, C.K.P. [1988] - PAL decoding: multi-dimensional filter design for chrominance-luminance separation. BBC Research Department Report Nº BBC RD 1988/11.

CROLL, M.G., DEVEREUX, V.G. y WESTON, M. [septiembre, 1987]. Accommodating the residue of processed or computed digital video signals within the 8 bit CCIR Recommendation 601. BBC Research Department. Report RD 1987/12.

DEVEREUX, V. G. y PHILLIPS, G. J. [1974] Bit-rate reduction of digital video signals using differential PCM techniques. IEE Conf. Publ., No. 119, 83-89.

DEVEREUX, V. G. [junio de 1983] Performance of cascaded video PCM codecs. *EBU Rev. Tech.*, **199**, 114-130.

DEVEREUX, V.G. [1987] - Limiting of YUV digital video signals. BBC Research Department Report Nº BBC RD 1987/22.

MESSERSCHMID, U. [1969] Bandbreitenreduktion bei der Fernsehübertragung durch Verringerung der Abtastfrequenz (Reducción de la anchura de banda para la transmisión de televisión mediante disminución de la frecuencia de muestreo). *NTZ*, Vol. 22, 9, 515-521.

NISHIZAWA, T., YUYAMA, I., OKADA, K., TANAKA, Y., KUBOTA, K. e ISHIDA, J. [septiembre de 1981] Experimental component coding system. NHK Lab. Note, 264.

PATEL, B. R. [marzo de 1980] Effect of sharp cut-off video-frequency filters on chrominance signal in PAL colour television. *Radio Electron. Engr.*, Vol. 50, 3, 117-121.

ROSSI, J. P. [enero de 1976] Sub-Nyquist encoded NTSC colour television. *SMPTE J*, Vol. 85, **1**, 1-6.

ROSSI, J. P. [octubre de 1981] A simple family of digital filters for a binary hierarchy. *SMPTE J*, Vol. 90, **10**, 956-959.

STOTT, J. H. y PHILLIPS, G. J. [1977] Digital video: multiple sub-Nyquist coding. BBC Research Department Report No. 1977/21.

Documentos del CCIR

[1970-74]: **a.** 11/246 (Reino Unido); **b.** 11/298 (Japón).

[1974-78]: **a.** 11/64 (Japón); **b.** 11/354 (Japón); **c.** 11/374 (UER); **d.** 11/354 (Francia); **e.** 11/317 (Japón); **f.** 11/314 (Japón); **g.** 11/329 (Estados Unidos de América); **h.** 11/410 (Reino Unido); **i.** 11/331 (Estados Unidos de América); **j.** 11/409 (URSS); **k.** 11/65 (Francia); **l.** 11/330 (Estados Unidos de América).

[1978-82]: **a.** 11/36 (Reino Unido); **b.** 11/14 (UER); **c.** 11/15 (UER); **d.** 11/330 (UER); **e.** 11/328 (URSS); **f.** 11/285 (UER); **g.** 11/292 (Estados Unidos de América); **h.** 11/339 (OIRT); **i.** 11/342 (Canadá); **j.** 11/344 (Japón); **k.** 11/31 (Estados Unidos de América); **l.** 11/16 (UER); **m.** 11/114 (Francia); **n.** 11/33 (Estados Unidos de América); **o.** 11/343 (Japón); **p.** 11/278 (Alemania (República Federal de)); **q.** 11/80 (Japón); **r.** 11/87 (Japón); **s.** 11/248 (Japón).

[1982-86]: **a.** 11/22 (Japón); **b.** 11/90 (URSS); **c.** 11/81 (Reino Unido); **d.** 11/23 (Japón); **e.** 11/46 (UER); **f.** 11/135 (OIRT); **g.** 11/65 (Reino Unido); **h.** 11/19 (Japón); **i.** 11/26 (Japón).

[1986-90]: a. 11/323 (Relator Principal del GIT 11/7); b. 11/545 (Francia); c. 11/185 (URSS); d. 11/86 (URSS).

BIBLIOGRAFÍA

AKRICH, C. y ZACCARIAN, P. [junio de 1981] Productions requirements for digital television systems. *EBU Rev. Tech.*, **187**.

BALDWIN, J. L. E. [septiembre de 1976] Sampling frequencies for digital coding of television signals. *IBA Tech. Rev.*, **9**, 32-36.

BALDWIN, J. L. E., STALLEY, A. D. y KITCHIN, H. D. [junio de 1973] A standards converter using digital techniques. *IBA Tech. Rev.*, **3**, 15-29.

CLARKE, C. K. P. [6-7 de febrero de 1981] Digital decoding of PAL and NTSC signals using field delay comb filters and line-lock sampling. *Television Technology in the 80's.* SMPTE, Scarsdale, NY 10583, 200-206. 15th Annual SMPTE Television Conference, San Francisco, Estados Unidos de América.

DAVIDOFF, F. [marzo de 1977] An update of digital television fundamentals. SMPTE, *Digital Video*, Vol. I.

GRUDZINSKY, M. A., TSUKKERMAN, I. I. y SHOSTATSKY, N. N. [1978] Diskretizatsiya TV izobrazhenii pri tsifrovom kodirovanii (Muestreo de imágenes de TV con codificación digital). *Tekhnika kino i Televideniya*, **11**.

IGNATEV, N. K. [1961] Optimalnaya diskretizatsiya drymernykh soobshchenii (Muestreo óptimo de comunicaciones bidimensionales). *Radiotekhnika*, Vol. 4, **6**.

JONES, A. H. [1979] Digital video: coding techniques and trade-offs. 11th International TV Symposium, Montreux, Suiza.

KARWOWSKA-LAMPARSKA, A. [1980] Wplyw metod próbkowania sygnalu wizyjnego na jakość odtwarzanego obrazu (Influencia de los métodos de muestreo de la señal video en la calidad de las imágenes reproducidas). *Archiwum Elektrotechniki*, **4**, 865-876.

KARWOWSKA-LAMPARSKA, A. [1984] Telewizyjne systemy cyfrowe (Sistemas de televisión digital). Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Varsovia, Polonia (República Popular de).

KHLEBORODOV, V.A. [1984] - Ekonomichnyi TV standard 2 2/3: 1 1/3: 1 1/3 (A Cost-Effective 2 2/3: 1 1/3: 1 1/3 TV Standard). In: 1st All-Union Scientific and Technical Conference: Improvements of Technical Means, Management and Planning for TV and Sound Broadcasting (VNIITR), Moscow, USSR.

KRIVOSHEEV, M. I. y otros [1980] *Tsifrovoye televidenie* (Televisión digital). Publicado por Sviaz, Moscú, URSS.

LUCAS, K. [septiembre de 1979] Sampling frequencies for digital PAL decoding. IBA Report 104/79.

OVCHINNIKOV, E. K., PEVSNER, B. M., ROSSELEVICH, I. A., SARDYKO, S. V., TIMOFEYEV, V. E. y TSUKKERMAN, I. I. [1976] Tsifrovoye kodirovaniye televizyonnykh izobrazheniy i perspektivy ispolzovaniya yego na teletsentrakh (Codificación digital de imágenes de televisión y perspectivas para su utilización en los centros de TV). *Tekhnika sredstv sviazi* en la serie *Tekhnika Televideniya*, **4**, 20-31.

PEVSNER, B. M. y TSUKKERMAN, I. I. [1977] O normakh na tsifrovoye kodirovaniye signalov dlya TV tsentrov chetvyortogo pokoleniya (Normas para la codificación digital de señales para los centros de TV de la cuarta generación). *Tekhnika kino i Televideniya*, **9**, 49-51.

PTACEK, M. [mayo de 1977] Digital television transmission systems. *Radio Telev.* (OIRT), **2**, 27-38.

SABATIER, J. y KRETZ, F. [octubre de 1978] Sampling the components of 625-line colour television signals. *EBU Rev. Tech.*, **171**.

SMPTE [marzo de 1977, marzo de 1979 y marzo de 1980] *Digital Video.* Vols. I, II y III.

SOROKA, E. Z. y KHLEBORODOV, V. A. [1980] Trekhmernye spektry polnykh tsvetovykh videosignalov (Espectros tridimensionales de señales video de color compuestas). *Tekhnika sredstv svyazi* en la serie *Tekhnika Televideniya*, **3**, 23.

TONGE, G. J. [1981] The sampling of television images. UKIBA experimental and development Report 112/81.

TSUKKERMAN, I. I. y otros [1981] Tsifrovoe kodirovanie televizionnykh izobrazhenii (Codificación digital de imágenes de TV). *Radio i svyaz*, Moscú, URSS.

VILENCHIK, L. S., PALITSKY, V. M. y SOLOVEV, V. M. [1978] Tsifrovaya peredacha signalov televizionnykh programm po coedinitelnym liniyam (Transmisión digital de señales de TV por líneas de enlace). *Tekhnika kino i Televideniya*, **12**.

WENDLAND, B. [30 de mayo-4 de junio de 1981] Lines of development for future television systems. 12th International Television Symposium, Montreux, Suiza.

Documentos del CCIR

[1974-78]: 11/147 (URSS).

[1978-82]: 11/297 (UER); 11/293 (Estados Unidos de América); 11/249 (Japón).

[1982-86]: 11/378 (Canadá); 11/314 (Francia).

INFORME 962-2

FILTRADO, MUESTREO Y MULTIPLAJE PARA LA CODIFICACIÓN DIGITAL DE LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN EN COLOR

(Cuestión 25/11, Programa de Estudios 25H/11)

(1982-1986-1990)

1. Introducción

El Informe 629 contiene una breve introducción concerniente a la anchura de banda y al muestreo, en su relación con el proceso de codificación de señales en forma digital.

Con el fin de que la velocidad binaria total de la señal digital no sea excesiva, es necesario evidentemente determinar las anchuras de banda de las señales de luminancia y de diferencia de color adecuadas para proporcionar señales de radiodifusión de gran calidad (que pueden encontrarse en la forma analógica compuesta). Además, al considerar el filtrado y el muestreo de las señales componentes, es preciso tener también en cuenta que se han formulado propuestas con miras a utilizar tales señales en forma digital para fines en que las exigencias podrían ser mayores que para la radiodifusión clásica (véase el punto 2.3). En particular se debe prestar atención a los condicionamientos impuestos por las modernas técnicas de producción de programas, teniendo en cuenta el margen de calidad exigido por la creciente demanda de operaciones de procesamiento de la imagen [Akrich y Zaccarian, 1981].

Al elegir los parámetros de muestreo que han de aplicarse a las señales componentes, no hay duda de que las frecuencias de muestreo están estrechamente relacionadas con las anchuras de banda de las señales componentes, pero hay otros parámetros que dependen de la estructura o estructuras de muestreo de la imagen (véase el punto 3).

En el punto 4 se trata del número de bits necesarios para describir cada muestra.

Con el fin de manejar un solo tren de bytes en el estudio cuando se utiliza la codificación de las componentes, se requiere el multiplaje en el tiempo de los tres trenes de bytes. En el punto 5 se trata de algunos procedimientos posibles.

2. Anchuras de banda

En los puntos 2.1 y 2.2 se describen los resultados de pruebas subjetivas destinadas a establecer respectivamente las anchuras de banda de la señal de luminancia y de las señales de diferencia de color. En el punto 2.3 se analizan las implicaciones con respecto a esas anchuras de banda, teniendo en cuenta las necesidades de las operaciones de procesamiento de las señales en los estudios.

2.1 *Anchura de banda de la señal de luminancia*

En [CCIR, 1978-82a y b] se exponen los resultados de pruebas realizadas por miembros de la UER, para determinar la relación entre la calidad subjetiva y la anchura de banda de la componente de luminancia, utilizando un sistema de 625 líneas y una pantalla monocroma. Las pruebas se realizaron con un método descrito en el Informe 405, aplicando la escala de degradación e imágenes ligeramente más críticas que la media, de acuerdo con las exigencias de la Recomendación 500.

La conclusión principal a que se llega es que la limitación de la anchura de banda (entre puntos a -3 dB) a 4,5 MHz utilizando filtros de paso bajo de corte abrupto introduce una degradación imperceptible para el 50% de los observadores situados a una distancia de observación equivalente a 4 veces la altura de la imagen (véase la fig. 1a). Los resultados indican que los efectos de los filtros en imágenes generadas electrónicamente son menos críticos que en las demás imágenes. Estos estudios no han mostrado las ventajas esperadas de la utilización de un filtro en peine (con el muestreo sub-Nyquist), en comparación con un filtro de paso bajo que corta a la mitad de la frecuencia de muestreo.

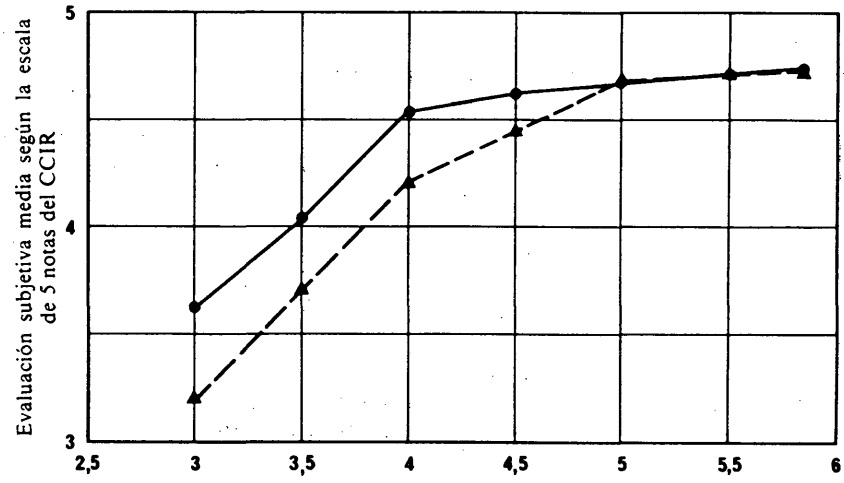


FIGURA 1a – *Filtrado paso bajo.*
Valores medios de los resultados obtenidos en siete laboratorios utilizando imágenes de prueba de 625 líneas

—●— observadores situados a una distancia igual a 6 veces la altura de la imagen
—▲— observadores situados a una distancia igual a 4 veces la altura de la imagen

Los resultados obtenidos en estas pruebas subjetivas de la UER han sido analizados de acuerdo con el método descrito en el anexo III del Informe 405 y este análisis se describe en el documento [CCIR, 1978-82c]. El resultado del análisis se presenta en la fig. 1b. En el mismo documento se analiza el efecto notable de la elección de las señales imagen de prueba y la gran dispersión de los resultados que puede producirse si no se sigue la Recomendación 500. Se expresa también la opinión de que un criterio de degradación de $I = 0{,}05$ (que corresponde a la nota 4,8 en una escala de cinco notas) es apropiado y que por consiguiente la anchura de banda mínima de la señal de luminancia debe ser de 5,8 MHz.

Pruebas realizadas en Polonia y descritas en [CCIR, 1978-82d] indican que la anchura de banda de la señal de luminancia no debe ser inferior a 4,5 MHz en los sistemas de 625 líneas.

En [CCIR, 1978-82e] se describen los trabajos realizadas por la URSS, que concluye que la anchura de banda apropiada de la señal de luminancia es de 6,0 MHz.

La relación entre la calidad de imagen y la anchura de banda de la señal de luminancia en los sistemas de 525 líneas ha sido estudiada en Japón [CCIR, 1978-82f]. Se han realizado pruebas separadas, utilizando imágenes de color, de dos diferentes valores de la anchura de banda de la señal de diferencia de color; los filtros utilizados en los canales de luminancia y de diferencia de color eran tipo Thomson (es decir, de corte relativamente lento). Los resultados de las pruebas indican la idoneidad de una anchura de banda de la señal de luminancia de 5,6 MHz.

2.2 *Anchura de banda de las señales de diferencia de color*

Pruebas hechas en Polonia [CCIR, 1978-82d] indican que en los sistemas de 625 líneas la anchura de banda de cada señal de diferencia de color no debe ser inferior a 1,5 MHz (resultado que concuerda con el expuesto por la URSS en [CCIR, 1978-82e]).

Los trabajos descritos en [CCIR, 1978-82f], incluyen también pruebas para determinar la anchura de banda de la señal de diferencia de color adecuada para los sistemas de 525 líneas. La relación entre la calidad de la imagen y la anchura de banda de la señal de diferencia de color se determinó mediante pruebas separadas, utilizando imágenes de color, con dos valores diferentes de la anchura de banda de la señal de luminancia. Los resultados permitieron llegar a la conclusión de que la anchura de banda de la señal de diferencia de color debe tener un valor aproximado de 2,8 MHz (fig. 2).

Experimentos realizados en Francia [Sabatier y Sallio, 1981; Sabatier y Chatel, 1981], muestran resultados muy similares para los sistemas de 625 líneas.

Se describen en [CCIR, 1978-82g] algunas investigaciones encaminadas a establecer la característica óptima para limitar la anchura de banda de las señales de diferencia de color. Estos estudios, realizados en la República Federal de Alemania, partían de la base de que la máxima anchura de banda disponible (límite Nyquist) era de 2,0 MHz.

En [CCIR, 1978-82h] se describen estudios sobre pruebas subjetivas realizadas para determinar las características óptimas de un filtro con una anchura también de 2,0 MHz.

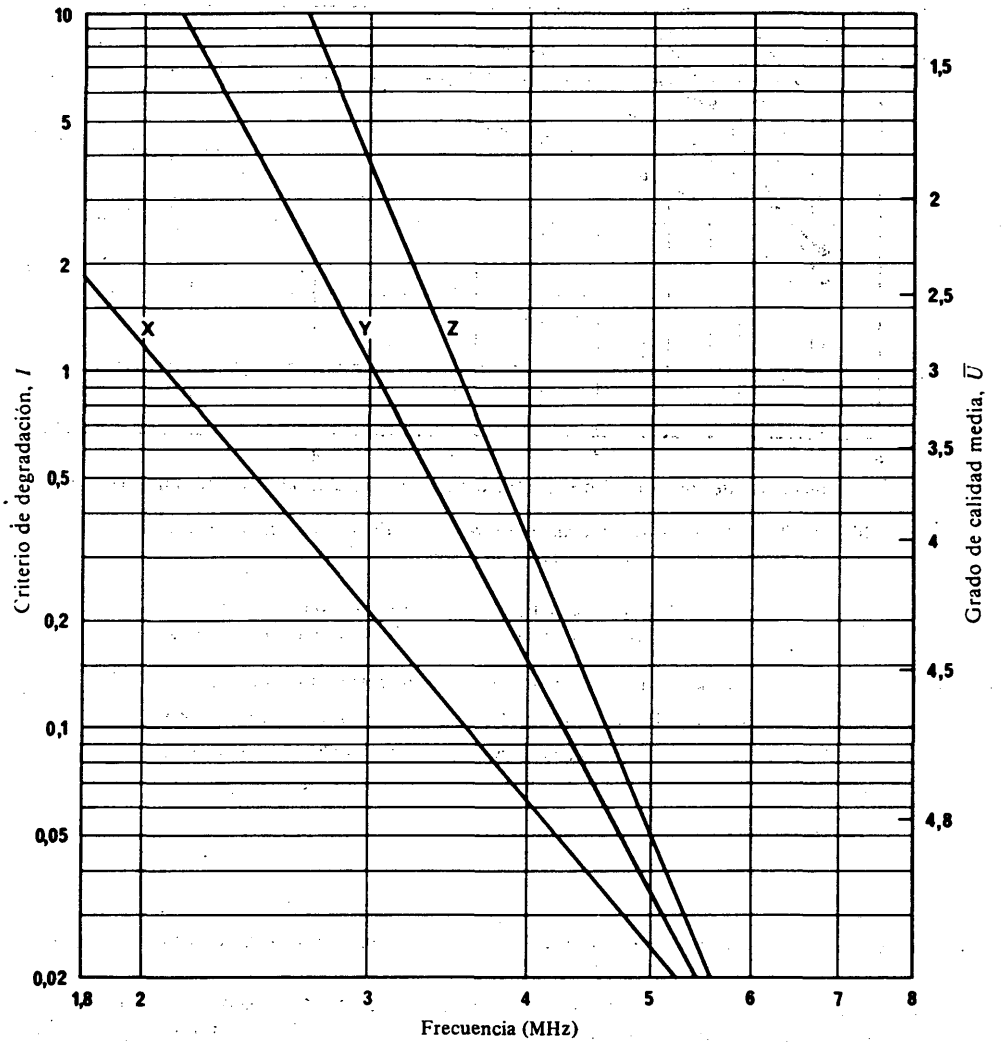


FIGURA 1b – *Características de degradación para una anchura de banda reducida, de acuerdo con los experimentos realizados por la UER: dispersión de los resultados obtenidos por diferentes laboratorios. La distancia de observación es de 4 veces la altura de la imagen*

Curvas X: laboratorio A (la menos crítica)
Y: media de los resultados de 7 laboratorios
Z: laboratorio B (la más crítica)

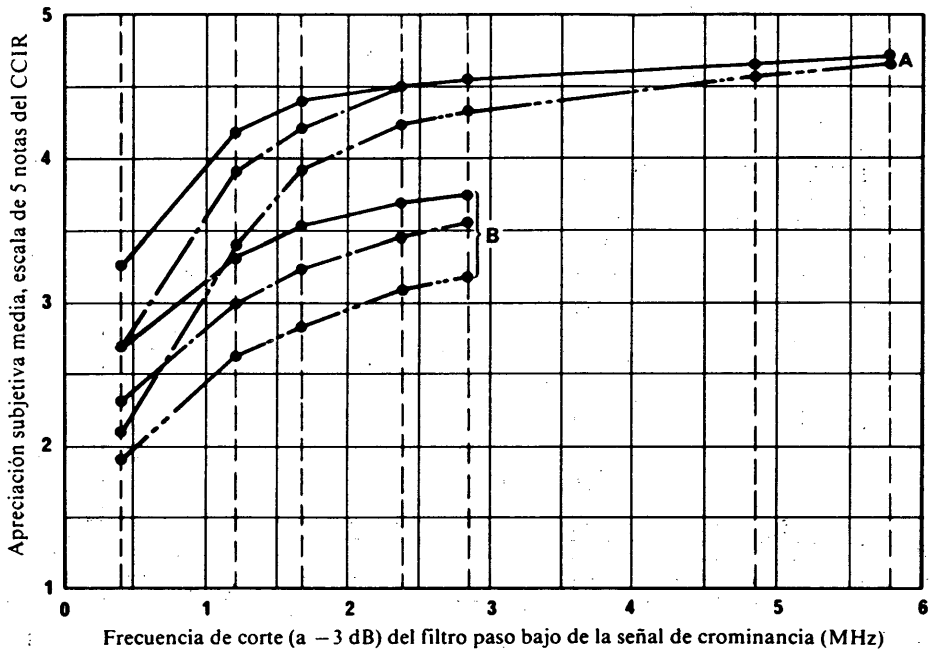


FIGURA 2 – *Relación entre la anchura de banda de la señal de diferencia de color y la calidad de imagen (sistemas de 525 líneas)*

Curvas A: anchura de banda (a −3 dB) de la señal *Y*: 5,8 MHz
B: anchura de banda (a −3 dB) de la señal *Y*: 2,9 MHz

——— Distancia de observación de 6 veces la altura de la imagen
——-—- Distancia de observación de 4 veces la altura de la imagen
——--—- Distancia de observación de 2,5 veces la altura de la imagen

2.3 *Requisitos de anchura de banda para aplicaciones de procesamiento de la señal en los estudios*

Debe tenerse en cuenta que los valores de la anchura de banda de la señal de luminancia expuestos en los puntos 2.1 y 2.2 son los que se consideran convenientes al considerar la cadena general de la señal antes del emisor de radiodifusión. En [CCIR, 1978-82i] se examina la necesidad de mayores anchuras de banda de las señales de luminancia y de diferencia de color al considerar el procesamiento de la señal en el estudio. Se indica en primer lugar que la anchura de banda de la señal de luminancia debe ser suficiente para permitir que las imágenes sufran cierto grado de recomposición sin que se observe una degradación perceptible de la imagen de salida. En segundo término, [CCIR, 1978-82i] mantiene que las anchuras de banda de las señales de diferencia de color deben ser suficientes para permitir la obtención de excelentes resultados con los dispositivos de incrustación. En [CCIR, 1978-82h] se examinan también las necesidades de anchura de banda de la señal de diferencia de color en el contexto del proceso de incrustación. Expresa la opinión de que una frecuencia de muestreo de la señal de diferencia de color de 6 a 7 MHz (la mitad de la usada para la señal de luminancia) es satisfactoria tanto en lo que se refiere a la calidad de la imagen como a los requisitos del proceso de incrustación, siempre que la característica de filtrado muestre una atenuación de 12 dB en la mitad de la frecuencia de muestreo; además, las frecuencias en las que los valores de la atenuación son de 12 dB y 3 dB deben guardar la relación de 1,25 : 1.

Se ha estudiado en Italia el problema general de diseño de los filtros de conformación utilizados en la codificación digital de señales de televisión [CCIR, 1978-82j]. Se utilizaron simulaciones de computador para estudiar la influencia de diversos parámetros de diseño en la amplitud de las sobreoscilaciones en el grado de aparición de componentes espectrales de repliegue.

En [CCIR, 1982-86a] se informa de los experimentos realizados en la República Popular de Polonia sobre las características preferidas de filtrado de luminancia para un medio en que se utiliza una anchura de banda de luminancia de 6 MHz para sistemas compuestos convencionales. Se sugieren una banda de paso de 6 MHz, una tolerancia de pérdida de inserción de ± 0,05 dB, una atenuación de 15 dB en 6,75 MHz y de 40 dB en 7,5 MHz.

El documento [CCIR, 1982-86b] da cuenta de estudios realizados en la URSS, según los cuales, teniendo en cuenta las circunstancias anteriormente mencionadas y consideraciones de diseño prácticas adicionales, se propone una banda de paso de 5,75 MHz, una tolerancia de pérdida de inserción de 0,1 dB, una atenuación de 20 dB en 6,75 MHz y de 40 dB en 7,5 MHz para el filtro de luminancia.

En Italia [CCIR, 1982-86c], se ha realizado un estudio, mediante simulación por computador, de las características de prefiltrado y postfiltrado basadas en la reducción al mínimo de la influencia ponderada de las sobreoscilaciones y el repliegue del espectro. De este estudio se derivan valiosos datos preliminares que redundan subsiguientemente en apoyo de las características de filtrado de las señales de luminancia y de diferencia de color mencionadas en [CCIR, 1982-86d].

Un cuidadoso estudio sobre la calidad de funcionamiento de una cadena de codecs MIC en cascada [CCIR, 1982-86e, f; Devereux, 1982] ha demostrado que después de reducir al mínimo las deficiencias instrumentales de los codecs, la degradación más importante que persiste y puede eliminarse se debe a las respuestas en amplitud y fase de la banda de paso de los filtros previos y posteriores analógicos, por lo que, en los documentos anteriormente mencionados, se formulan propuestas sobre las características de estos filtros.

La OIRT [CCIR, 1982-86g] ha estudiado la proposición de utilizar una frecuencia de corte de 5,75 MHz para la señal de luminancia de la norma digital 4 : 2 : 2. Este valor se aproxima más al de la frecuencia de corte de 6 MHz para las señales video especificado por las normas D, K, K1 y L (véase el Informe 624). Se está también estudiando el valor de 6 MHz para el filtro de banda limitada.

Basándose en los resultados de los estudios anteriormente mencionados y en el examen de los problemas que entraña la realización práctica de filtros eficaces que satisfagan las necesidades de todas las administraciones, se han especificado las características indicadas en la fig. 1 del anexo III a la Recomendación 601.

Se ha continuado el anterior estudio [CCIR, 1982-86d, f; Devereux, 1984] para determinar las especificaciones de los filtros para las señales de diferencia de color para la norma de codificación de relación 4 : 2 : 2 de la Recomendación 601. En estos estudios se ha dedicado especial atención a:

a) la necesidad de conseguir las máximas anchuras de banda utilizables tanto para las señales de luminancia como para las de diferencia de color;

b) la necesidad de garantizar unas degradaciones despreciables como consecuencia de las tolerancias en la banda de paso, cuando se disponen en cascada un cierto número de parejas de filtros en una cadena de transmisión;

c) completando el punto b) anterior, la necesidad de evitar valores y tolerancias innecesariamente restrictivos;

d) la necesidad de unas especificaciones para filtros tanto analógicos como digitales que los fabricantes puedan satisfacer a un coste razonable.

Como resultado de estos estudios, se presenta en la fig. 2 del anexo III a la Recomendación 601, la especificación de los filtros analógicos para señales de diferencia de color muestreadas a 6,75 MHz. En la fig. 3 del anexo III a la Recomendación 601, se indica la especificación del correspondiente filtro digital para la conversión de la frecuencia de muestreo entre señales muestreadas a 13,5 MHz y a 6,75 MHz.

En los puntos que siguen, se dan algunas indicaciones sobre la aplicación práctica de los filtros recomendados en el anexo III a la Recomendación 601.

En las propuestas para los filtros utilizados en los procesos de codificación y decodificación, se ha supuesto que se introduce la corrección de la característica (sen x/x) en los filtros que van a continuación de los convertidores digital a analógico. Las tolerancias en la banda de paso del filtro, más el corrector de (sen x/x), más la característica teórica (sen x/x) y el igualador de retardo se consideran una sola unidad.

Los retardos totales debidos al filtrado y a la codificación de las componentes de luminancia y de diferencia de color deben ser los mismos. El retardo en el filtro de diferencia de color (fig. 2 del anexo III a la Recomendación 601) es el doble del correspondiente al filtro de luminancia (fig. 1 del anexo III a la Recomendación 601). Como resulta difícil igualar estos retardos utilizando redes analógicas de retardo sin exceder las tolerancias de la banda de paso, se recomienda igualar el conjunto de las diferencias de retardo (en múltiplos enteros del periodo de muestreo) en el dominio digital. Al corregir cualquier resto, debe observarse que el circuito de muestreo y mantenimiento del decodificador introduce un retardo uniforme igual a la mitad del periodo de muestreo.

Se reconoce que las tolerancias en la banda de paso para el rizado de amplitud y el retardo de grupo son muy estrictas. El estado actual de los estudios indican que es necesario que se pueda llevar a cabo un número significativo de operaciones de codificación y decodificación en cascada sin sacrificar la calidad potencialmente elevada de la norma de codificación 4 : 2 : 2. Debido a las limitaciones de las características de los equipos de medición actualmente disponibles, puede que los fabricantes tengan dificultades para verificar de forma económica el cumpliento de las tolerancias de cada uno de los filtros durante la producción. No obstante, es posible diseñar filtros de forma que se cumplan las características especificadas en la práctica, y se pide a los fabricantes que hagan todos los esfuerzos durante el proceso de fabricación para que el ajuste de cada filtro cumpla las máscaras correspondientes.

Se realizaron en Japón evaluaciones subjetivas del umbral de visibilidad para las oscilaciones parásitas de la señal de color. Los resultados revelan que el umbral de visibilidad se alcanza en un 2,5% o menos, para cartas de ajuste y caracteres generados electrónicamente, y en un 5% o más para imágenes generales. Sobre la base de los resultados de las evaluaciones, se diseñó un filtro de conformación de la señal de color, para el que la perturbación total debida a las oscilaciones parásitas y a la distorsión por repliegue del espectro era inferior al 2,5%. Esta característica puede obtenerse mediante un filtro transversal digital [CCIR, 1982-86h].

Las especificaciones recogidas en el Anexo III de la Recomendación 601 se determinaron para salvaguardar en la medida de lo posible el contenido espectral de las señales Y, C_R y C_B a lo largo de la cadena de señales componentes. No obstante, se reconoce que las características espectrales de diferencia de color deben conformarse con un filtro de caída lenta, insertado en los monitores de imagen o al final de la cadena de señales componentes.

2.4 Anchura de la banda y filtrado para la conversión entre las distintas frecuencias de muestreo

En [CCIR, 1986-90a] se examinan las características de filtrado e interpolación digitales necesarios para el interfaz entre las señales de relación 4:2:2 de la Recomendación 601 y las señales con frecuencias de muestreo inferiores, y se ofrecen ejemplos de filtros de complejidad media, diseñados para conservar el contenido de información. Sólo se considera el filtrado horizontal.

En [CCIR, 1986-90b] se describen las pruebas subjetivas efectuadas utilizando dichas características simuladas por computador. Se vio que para las imágenes naturales los efectos del submuestreo son más visibles en las zonas coloreadas, si bien se obtuvo cierta degradación mediante el submuestreo de la componente de luminancia de las imágenes generadas electrónicamente. Esta conclusión lleva a considerar el submuestreo en tresbolillo para las señales de crominancia.

3. Parámetros de muestreo

El proceso de muestreo está determinado por tres factores fundamentales:

- la estructura de muestreo, es decir, la posición relativa de las muestras en el espacio y en el tiempo;
- el número de muestras por línea;
- el proceso de filtrado, que puede ser unidimensional, bidimensional o tridimensional.

La estructura de muestreo citada anteriormente puede ser repetitiva o no repetitiva de imagen a imagen. Igualmente, el número de muestras por línea puede ser constante o no constante de una línea a otra. En todos los ejemplos indicados a continuación, los esquemas de muestreo eran estables de imagen a imagen.

En [Kretz y Sabatier, 1981] se muestra un estudio general sobre la materia.

En [CCIR, 1978-82d] se hacen algunas comparaciones entre esquemas de muestreo ortogonal y al tresbolillo, las cuales indican que el esquema ortogonal tiene algunas ventajas.

3.1 *Velocidades de muestreo*

La UER ha estudiado el problema de definir una serie normalizada de parámetros esenciales de codificación para equipos de estudio de televisión con cuatro objetivos principales:

- eliminar, en la zona de producción, las diferencias entre los sistemas existentes de 625 líneas;
- lograr una calidad de imagen técnica tan elevada o más que la que pueda obtenerse con buenos sistemas modernos que utilicen técnicas analógicas;
- asegurar de que la norma es adecuada para la tecnología utilizable actualmente o de la que pueda disponerse en un futuro próximo y;
- definir valores de los parámetros que tengan en cuenta las necesidades de procesamiento de la imagen en el estudio.

En una primera serie de estudios [CCIR, 1978-82k] se empleó el muestreo ortogonal con velocidades de muestreo de 768 veces la frecuencia de barrido horizontal (f_H) para la señal de luminancia, y 256 f_H para las señales de diferencia de color; las cuatro muestras de diferencia de color coincidían espacialmente, y cada par de muestras de diferencia de color coincidía espacialmente con una muestra de luminancia.

Estos estudios pusieron de relieve la necesidad de nuevos trabajos, referentes en particular a la influencia de los requisitos de procesamiento de la imagen en la elección de las velocidades de muestreo.

Los parámetros de muestreo examinados en [CCIR, 1978-82k] se analizan en [CCIR, 1978-82l] con respecto a su idoneidad para la transmisión de la señal digital a una velocidad de 140 Mbit/s. Se expresa la opinión de que las señales basadas en estos parámetros de muestreo serán de calidad superior a las proporcionadas actualmente por transmisiones analógicas.

La UER ha realizado también otra serie de estudios referentes a velocidades de muestreo. Se incluyen en este trabajo experimentos para evaluar la calidad de la imagen disponible utilizando diversos valores de la serie de parámetros que va de 12 : 4 : 4 a 14,3 : 7,15 : 7,15, en la que el número de estas relaciones corresponde a las frecuencias de muestreo (en MHz) utilizadas para la señal de luminancia y para las dos señales de diferencia de color respectivamente. Aparte de la serie 12 : 4 : 4, todas las series de parámetros evaluadas tienen una relación de 2 : 1 entre la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia y de las señales de diferencia de color. En [CCIR, 1978-82m; UER, 1981] se describen estas investigaciones y analizan los resultados obtenidos con cada uno de los valores de las series de parámetros, con respecto a cierto número de atributos.

En primer lugar, en cuanto a la calidad de imagen obtenida después de una conversión analógica *RGB* a digital *YUV*, los resultados indican en términos generales que la gama de parámetros 12 : 6 : 6 da unos resultados bastante mejores que la gama 12 : 4 : 4. Sin embargo, indican también que la calidad de la gama 14,3 : 7,15 : 7,15 a este respecto no es significativamente mejor que la obtenida utilizando la gama 12 : 6 : 6.

En segundo lugar, con relación a la calidad de las incrustaciones obtenidas, los resultados indican que si bien la gama 12 : 6 : 6 proporciona una calidad mayor que la gama 12 : 4 : 4, puede advertirse una mejora relativamente constante de la calidad a medida que las frecuencias de muestreo de luminancia y de diferencia de color van aumentando hasta su valor máximo, es decir, conforme a la gama 14,3 : 7,15 : 7,15.

En tercer lugar, se concluyó que en pruebas realizadas después de una expansión horizontal de la imagen no se observaban componentes espectrales de repliegue utilizando imágenes de prueba naturales generadas no electrónicamente, para todas las frecuencias de muestreo de la señal de luminancia de la gama 12 : 6 : 6 a 14,3 : 7,15 : 7,15. Por el contrario, en una señal generada electrónicamente con barrido de frecuencia horizontal, los componentes espectrales de repliegue disminuían al aumentar la frecuencia de muestreo, siendo la disminución máxima en la gama 12 a 13 MHz.

k Finalmente, con respecto a la reducción de la velocidad binaria los estudios demuestran que es posible reducir la velocidad binaria de una señal de las series 14,3 : 7,15 : 7,15 de manera que no se excedan los 140 Mbit/s, sin afectar a la calidad de la imagen o a la capacidad potencial de procesamiento de las incrustaciones.

Algunos de los estudios mencionados derivan de trabajos realizados en el Reino Unido que se describen con todo detalle en [CCIR, 1978-82n]. En estos trabajos se incluyen pruebas sobre dos subseries de parámetros a fin de investigar las propiedades de sistemas que posiblemente se califiquen como niveles inferiores de la familia de normas compatibles de codificación digital. En una de estas subseries las frecuencias de muestreo de las señales de luminancia y de diferencia de color utilizadas estaban en la relación de 4 a 1.

Las pruebas subjetivas relacionadas con este trabajo se realizaron utilizando el método del «doble estímulo» descrito en el apéndice I a la Recomendación 500 y las imágenes de referencia derivadas por codificación digital de las señales de entrada de acuerdo con la serie de parámetros 14,3 : 14,3 : 14,3. Los resultados detallados de las pruebas subjetivas mencionadas han sido analizados por el método descrito en el anexo III al Informe 405 y los resultados del análisis, descritos en [CCIR, 1978-82o], se dan en términos del índice de degradación y de la nota media $\overline{U}$. Del análisis ha de concluirse que con respecto a la calidad básica de la imagen la serie de parámetros 13,5 : 6,75 : 6,75 se caracteriza por un índice de degradación I de 0,03 (a 4 H) y una nota media superior a 4,8 y que los resultados correspondientes relativos a la calidad de las incrustaciones son $I = 0{,}3$ y $\overline{U} = 4{,}0$.

En la URSS, se han estudiado los parámetros de muestreo adecuados para las normas D y K. Los trabajos iniciales comprendían el estudio de un sistema en el que el muestreo de la señal de luminancia se efectuaba ortogonalmente a una velocidad de 800 f_H (12,5 MHz), y el muestreo de cada una de las señales de diferencia de color se efectuaba de modo semejante a 200 f_H (3,125 MHz); la investigación se describe en [CCIR, 1978-82e]. En estudios que se describen en [CCIR, 1978-82p], se revisaron los parámetros de muestreo para estudios de televisión digital y se estimó conveniente aumentar las frecuencias de muestreo hasta unos 13 a 13,5 MHz y 6,5 a 6,75 MHz para las señales de luminancia y de diferencia de color, respectivamente.

En [CCIR, 1978-82q], se comunican los resultados de las pruebas subjetivas detalladas que se realizaron con el fin de determinar la relación entre la calidad de la imagen de color reproducida y las frecuencias y estructuras de muestreo utilizadas para las señales de luminancia y de diferencia de color.

En [CCIR, 1978-82r], se describe una norma, que formará parte de la familia de normas de codificación digital por debajo de la recomendada como norma principal para estudios. En esta norma, el muestreo de la señal de luminancia se efectúa a 10,125 MHz y la anchura de banda útil se extiende hasta 5 MHz. Las señales de diferencia de color se muestrean a una frecuencia igual a 3,375 MHz, y tienen una anchura de banda de 1,5 MHz. Se necesitan nuevos estudios para elegir la mejor estructura de muestreo para este sistema. El sistema se conoce como sistema 3 : 1 debido, en primer lugar, a las relaciones especiales utilizadas para calcular las frecuencias de muestreo a partir de las frecuencias recomendadas para la norma principal para estudios y, en segundo lugar, a la utilización de codificación secuencial en línea de las señales de diferencia de color. Se afirma que la calidad de imagen obtenida con este sistema es igual o mejor que la obtenida utilizando un códec PAL analógico corriente.

En [CCIR, 1982-86i, Wengenroth, 1982] se describe un sistema para la codificación de una señal de televisión a una velocidad binaria de 70 Mbit/s utilizando el método MICD (cuantificación plegada con 5 bit/muestra). Las frecuencias de muestreo para las señales de luminancia y de diferencia de color se derivan de la norma para estudios por medio de un filtro digital que produce una conversión de la frecuencia de muestreo de relación 6 : 5. La transmisión secuencial en línea está prevista para las dos señales de diferencia de color.

En Estados Unidos, se realizaron pruebas objetivas detalladas utilizando un método descrito en el Informe 405, anexo IV, con señales componentes codificadas en forma digital, de conformidad con la norma de 525 líneas; estas pruebas se describen en [CCIR, 1978-82s; SMPTEJ, 1981]. Las pruebas comprendieron velocidades de muestreo de la señal de luminancia correspondientes a 768, 864 y 912 muestras por línea completa, y relaciones entre la anchura de banda de la señal de luminancia y la de la señal de diferencia de color de 4 : 4 : 4, 4 : 2 : 2, 4 : 1 : 1 y 2 : 1 : 1. Se realizaron pruebas sobre la calidad básica de la imagen y sobre las propiedades de las diversas series de parámetros por lo que respecta a los procesos de producción, tales como ampliación de la imagen, incrustación, registro digital de copias múltiples y decodificación/codificación digital de las señales compuestas de color del sistema M de NTSC.

Estas pruebas confirmaron la selección de la serie de parámetros 4 : 2 : 2 como preferibles para una norma de estudio y mostraron que se obtenía una pequeña pero creciente mejora de la calidad de la imagen con el aumento de la velocidad de muestreo.

En Japón se realizaron pruebas subjetivas, con series de parámetros de muestreo semejantes, que se describen en [CCIR, 1978-82t]. Estas pruebas comprendían un proceso de incrustación digital para series de parámetros con frecuencias de muestreo de la señal de luminancia de 12,1, 13,6 y 14,3 MHz. Los dos resultados principales pueden resumirse del modo siguiente: en primer lugar, la calidad de la imagen disminuye gradualmente a medida que disminuye la frecuencia de muestreo de las señales de diferencia de color de un valor igual al utilizado para la señal de luminancia a un cuarto de ese valor y, en segundo lugar, la calidad de la imagen obtenida utilizando el proceso de incrustación disminuye considerablemente a medida que se reduce la frecuencia de muestreo utilizada para las señales de diferencia de color; esta disminución es mayor cuando la frecuencia de muestreo se reduce de la mitad de la utilizada para la señal de luminancia a un cuarto de ese valor.

Los documentos [CCIR, 1982-86d] y [Khleborodov, 1983] contienen un estudio teórico de las distorsiones de imagen en la transmisión secuencial en línea de señales de diferencia de color con un ciclo de dos tramas.

El documento [CCIR, 1982-86k] expone los resultados de evaluaciones subjetivas de la calidad de imagen obtenidos con codificación 4 : 1 : 1, 4 : 2 : 0, 2 : 1 : 1 y 3 : 1 : 0, incluidos los efectos del submuestreo por desplazamiento de línea y de trama, y del procesamiento secuencial en línea de las señales de diferencia de color. En estas pruebas se utilizaron imágenes de prueba estacionarias. Los resultados revelaron que la calidad de imagen para 2 : 1 : 1 con submuestreo por desplazamiento de trama era superior a la de los otros niveles de relación con similar velocidad binaria para la mayor parte de las imágenes sometidas a prueba.

En [CCIR, 1982-86l] se informa sobre ciertas pruebas subjetivas en torno a un sistema de relación 2 : 1 : 1 que emplea submuestreo de trama con desviación; los resultados de estas pruebas indican que se ha conseguido una representación satisfactoria del movimiento.

3.2 *Cambio de la velocidad de muestreo*

El cambio de la velocidad de muestreo es un procedimiento necesario en muchas operaciones de tratamiento de la imagen. Un ejemplo es el cambio que se efectúa en la conversión de señales de un nivel de la familia de normas compatibles de codificación a otro. En [CCIR, 1978-82u] se describe un proceso de filtrado, basado en un filtrado en peine de la parte superior del espectro de la señal, que permite convertir fácilmente las señales entre diversos niveles de una familia con una jerarquía de relación binaria (4 : 4 : 4, 4 : 2 : 2, 2 : 1 : 1). En [CCIR, 1978-82t; Nishizawa y otros, 1981] se describe un filtro paso bajo de interpolación muy complejo para la misma finalidad.

El cambio de la velocidad de muestreo es también necesario cuando la familia de normas compatibles de codificación digital no se basa en relaciones binarias. En [CCIR, 1978-82v] se indica que el diseño del filtro de interpolación no necesita ser demasiado complicado, siempre que el cambio de la velocidad de muestreo entrañe una relación descrita por un número racional.

En [CCIR, 1982-86m] se muestra la forma en que pueden utilizarse diversos procedimientos de codificación en origen y técnicas de reducción de velocidad binaria para adaptar los diversos niveles de la familia de normas de codificación digital compatibles a niveles adecuados de la jerarquía de transmisión basada en 2048 kbit/s.

A fin de evitar pérdidas de calidad debidas a conversiones de la frecuencia de muestreo y a procedimientos de codificación en tándem, y de eliminar la necesidad de instalar equipo de transcodificación en todos los nodos de la red de transmisión explotados a diferentes velocidades binarias, conviene efectuar la conversión de velocidad binaria en el estudio de televisión con arreglo a la velocidad binaria de la sección de circuito que tenga menor anchura de banda.

Por tanto, las señales transmitidas por un enlace punto a punto compuesto por una conexión en tándem de secciones de diferente capacidad deben codificarse con arreglo a la sección de menor capacidad, a menos que haya de disponerse de una señal de mayor calidad en un punto intermedio.

4. Modulación por impulsos codificados (MIC) con cuantificación uniforme

La forma básica de la codificación digital es la MIC cuantificada de manera uniforme, donde el valor de cada «palabra» digital representa la amplitud cuantificada uniformemente de una muestra de la señal de banda de base.

En todos los ejemplos indicados anteriormente, se propone una cuantificación uniforme de 8 bits por muestra para la señal de luminancia y para las señales de diferencia de color [CCIR, 1978-82e, k, l y w].

5. Métodos de multiplaje

Para la transmisión por un solo canal de señales componentes codificadas digitalmente es preciso combinar en forma multiplexada en el tiempo las tres señales codificadas por separado, que describen la luminancia y las dos señales de diferencia de color, respectivamente.

En [CCIR, 1978-82x] se comparan dos formas de multiplaje. En la primera se agrupan las tres palabras digitales que describen cada elemento de imagen; en la segunda se agrupan las palabras que describen los valores de la señal de luminancia de todos los elementos de imagen contenidos en una línea, y este grupo de palabras va seguido de dos grupos, cada uno de los cuales describe los correspondientes valores de las señales de diferencia de color. En la comparación se llega a la conclusión de que el primer procedimiento es más económico, pero que el segundo es más ventajoso con respecto a la verificación.

En [CCIR, 1978-82k] se considera una estructura de multiplaje idéntica a la primera de las descritas anteriormente.

Los trabajos sobre la codificación digital de señales componentes realizados en la URSS, y descritos en [CCIR, 1978-82e], comprenden una disposición de multiplaje en que las señales se transmiten en el orden siguiente: Y, D_R, Y, Y, D_B, Y, donde Y representa un valor de la señal de luminancia, y D_R y D_B representan valores de las señales de diferencia de color.

En [CCIR, 1982-86n] se describe un multiplexor que combina dos señales, cada una con una velocidad binaria de unos 70 Mbit/s, para producir una señal de cuarto orden de nivel jerárquico, es decir, de 139 264 kbit/s. Cada contribuyente de 70 Mbit/s puede contener una señal de televisión digital o dos señales de 34 368 kbit/s. La señal de alineación de trama y la velocidad binaria neta de los dos contribuyentes se ajustan a los requisitos de telefonía y de televisión. De este modo puede conseguirse adaptación de las señales de televisión a otras velocidades binarias jerárquicas. La inserción de una señal de alineación de trama en el interfaz entre el estudio de televisión y el sistema de transmisión facilitaría considerablemente la transmisión de señales de televisión en la «Red Digital de Servicios Integrados» (RDSI).

El documento [CCIR, 1982-86o] describe los resultados de los estudios sobre un método de transmisión de bits en paralelo que permite una fácil transcodificación hacia y desde un formato de bits en serie que tenga una velocidad binaria de 108 Mbit/s utilizando dos canales, y también hacia y desde un formato de canal único a 216 Mbit/s. El documento [CCIR, 1982-86p] da algunos detalles del interfaz paralelo/serie a 2 × 108 Mbit/s y del interfaz serie a 216 Mbit/s.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKRICH, C. y ZACCARIAN, P. [junio de 1981] Production requirements for digital television systems. *EBU Rev. Tech.*, **187**.

DEVEREUX, V. G. [1982] Tests on eight video PCM codecs in tandem handling composite PAL and monochrome video signals. BBC Research Department Report RD 1982/19.

DEVEREUX, V. G. [junio de 1984] Filtering of the colour-difference signals in 4 : 2 : 2 YUV video coding systems. BBC Research Department Report 1984/4.

KHLEBORODOV, V. A. [1983] Postrochnaya peredacha tsvetoraznostnych signalov v tsifrovom televidenii (Transmisión secuencial en línea de señales de diferencia de color en televisión digital). *Tekhnika kino i Televidenya.* 7, 44.

KRETZ, F. y SABATIER, J. [marzo-abril de 1981] Echantillonage des images de télévision: analyse dans le domaine spatiotemporal et dans le domaine de Fourier. *Ann. des Télécomm.*, Vol. 36, **3-4**, 231-273.

NISHIZAWA, T., YUYAMA, I., OKADA, K., TANAKA, Y., KUBOTA, K. e ISHIDA, J. [septiembre de 1981] Experimental component coding system. NHK Lab. Note 264.

SABATIER, J. y CHATEL, J. [noviembre-diciembre de 1981] Qualité des signaux de télévision en bande de base – II^{e} Partie – Evaluation des performances de diverses méthodes de décodage des signaux de TV couleur. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 5/5, **70**, 12-21.

SABATIER, J. y SALLIO, P. [septiembre-octubre de 1981] Qualité des signaux de télévision en bande base – I^{re} Partie – Evaluation subjective de l'effet de la limitation de largeur de bande sur les composantes du signal de télévision. *Radiodif.-Télév.*, Vol. 4/5, **69**, 7-15.

SMPTE JOURNAL [octubre de 1981] Special Issue: A report of digital video demonstrations using component coding.

UER [junio de 1981] Numéro sur le codage numérique de la télévision *UER Rev. Téch.*, **187**.

WENGENROTH, G. [1982] Die Codierung von Farbfernseh- und Bildfernsprechsignalen in einem digitalen optischen Teilnehmeranschlussnets (Codificación de señales de televisión en color y videotelefónicas en una red de distribución digital por cable de fibra óptica). *NTZ-Archiv.*, Vol. 4, **4**.

Documentos del CCIR

[1978-82]: **a.** 11/17 (UER); **b.** 11/18 (UER); **c.** 11/289 (Reino Unido); **d.** 11/89 (Polonia (República Popular de)); **e.** 11/128 (URSS); **f.** 11/305 (Japón); **g.** 11/113 (Alemania (República Federal de)); **h.** 11/261 (Francia); **i.** 11/323 (Italia); **j.** 11/327 (Italia); **k.** 11/14 (UER); **l.** 11/112 (Alemania (República Federal de)); **m.** 11/330 (UER); **n.** 11/285 (Reino Unido); **o.** 11/288 (Reino Unido); **p.** 11/328 (URSS); **q.** 11/302 (Polonia (República Popular de)); **r.** 11/278 (Alemania (República Federal de)); **s.** 11/292 (Estados Unidos de América); **t.** 11/343 (Japón); **u.** 11/294 (Estados Unidos de América); **v.** 11/243 (Alemania (República Federal de)); **w.** 11/31 (Estados Unidos de América); **x.** 11/111 (Alemania (República Federal de)).

[1982-86]: **a.** 11/393 (Polonia (República Popular de)); **b.** 11/327 (URSS); **c.** 11/348 (Italia); **d.** 11/292 (GIT 11/7); **e.** 11/65 (Reino Unido); **f.** 11/276 (Reino Unido); **g.** 11/424 (OIRT); **h.** 11/31 (Japón); **i.** 11/13 (Alemania (República Federal de)); **j.** 11/90 (URSS); **k.** 11/22 (Japón); **l.** 11/415 (Japón); **m.** 11/14 (Alemania (República Federal de)); **n.** 11/15 (Alemania (República Federal de)); **o.** 11/24 (Japón); **p.** 11/136 (OIRT).

/ 1986-90 /: a. GIT 11/7-138 (Reino Unido); b. GIT 11/7-159 (Italia).

BIBLIOGRAFÍA

KHLEBORODOV, V. A. y SHTEINBERG, A. L. [1984] Vybor pred i postfiltrov dlya tsifrovogo TV standarta 4 : 2 : 2 (Elección de prefiltros y postfiltros para TV digital para el nivel de la familia de relación 4 : 2 : 2). *Tekhnika kino i Televideniya*, **2**, 50-53.

KHLEBORODOV, V. A. y SOROKA, E. Z. [1980] Diskretizatsiya polnykh tsvetovykh videosignalov (Muestreo de señales de video en color). *Tekhnika sredstv svyazi* en la serie *Tekhnika Televideniya*, **3**, 23.

KRIVOSHEEV, M. I., NIKANOROV, S. I. y KHLEBORODOV, V. A. [1983] Mezhdynarodny standart tsivrovogo kodirovaniya TV signalov – Chast 1 (Norma internacional para la codificación digital de señales de televisión – Parte I) *Radio i televidenie* (OIRT), **1**.

OIRT [septiembre de 1983] Opredelenie kharakteristik i dopuskov vkhodnykh filtrov signala yarkosti i signalov tvetnosti, pri tsifrovom kodirovanii televizionnykh signalov (Determinación de las características y tolerancias de los filtros de entrada para señales de luminancia y crominancia en la codificación digital de señales de televisión). Doc. TK-III-1638, República Popular de Polonia.

INFORME 1209

MEDIDAS PARA EVITAR LA POSIBLE INTERFERENCIA GENERADA POR LOS EQUIPOS DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA ESTUDIO

(1990)

1. Introducción

Con el advenimiento del procesado digital de la imagen, han tenido que considerarse los problemas de radiaciones no esenciales desde dichos aparatos. Los equipos concebidos para funcionar según las normas de imagen digital de la Recomendación 601 del CCIR utilizan una frecuencia de muestreo de luminancia de 13,5 MHz, cuyo noveno armónico coincide exactamente con una frecuencia internacional de siniestros, 121,5 MHz. Además, la frecuencia 243 MHz, coincidente con el 18º armónico de la frecuencia de muestreo de luminancia, está también reservada para uso en socorro internacional.

Las frecuencias de socorro internacionales, 121,5 MHz y 243 MHz se utilizan en los transmisores de localización de siniestros (ELT) del servicio aeronáutico y en las Radiobalizas de Localización de Siniestros (RLS) en el servicio marítimo. Los métodos de explotación son similares y la señal de socorro o emergencia se indica mediante la radiación de una portadora con modulación en amplitud por impulsos de frecuencia variable. Las señales pueden recibirse en receptores fijos pero generalmente son detectadas por receptores de aeronave o de satélite. Se requiere un procesado sofisticado para detectar dichas señales con suficiente fiabilidad debido al ruido, la interferencia y las variaciones de frecuencia, debidas a desalineación y desplazamientos Doppler, sobre la anchura de banda de 25 kHz. En [Chung y Carter, 1987] se explica el procesamiento necesario en el programa SARSAT (Search And Rescue Satellite Aided Tracking) de Canadá, Estados Unidos, Francia y la URSS.

A la vista de la necesidad de eliminar la interferencia perjudicial, debe tenerse en consideración con carácter prioritario en el diseño, la construcción y la explotación de los equipos digitales. Este Informe describe las medidas, métodos de medida y algunos resultados de medidas a tomar desde el punto de vista mecánico y eléctrico.

2. Métodos de diseño de circuitos

Siempre que sea posible, la placa de circuitos debe dividirse en función de la velocidad de la lógica, de la frecuencia y de las funciones a realizar. Esta técnica reduce la longitud de las pistas y ayuda a aislar las señales digitales de alta frecuencia de las señales analógicas, así como las líneas de entrada de las líneas de salida. Debe emplearse la adaptación de impedancias para los dispositivos de lógica de alta velocidad. A menudo se emplean circuitos simétricos ECL.

Se recomienda el uso de tarjetas de circuito impreso multicapa con planos de distribución de potencia y de puesta a tierra, ya que los diversos planos actúan como condensadores de paso de alimentación a altas frecuencias. Deben aislarse las pistas de potencia analógicas y digitales. Cuando se diseña la placa de circuito impreso, debe considerarse en primer lugar el sistema de distribución de potencia y a continuación las configuraciones para la distribución de la señal.

Los condensadores de desacoplo con baja resistencia e inductancia serie efectiva, deberían situarse cerca de las patillas de alimentación de los circuitos integrados a fin de reducir los bucles radiantes del sistema de alimentación. También deberían utilizarse condensadores de desacoplo en los puntos donde el sistema de alimentación accede a la placa. Cuando sea posible deben también utilizarse componentes de montaje superficial.

3. Consideraciones electromagnéticas

Para minimizar la radiación electromagnética de los equipos pueden utilizarse las siguientes técnicas:

- uso de conectores blindados y puestos a tierra al chasis del equipo;
- blindaje y separación por compartimentos de los componentes o subconjuntos;
- blindaje y minimización de la longitud del cableado interior;
- llevar los puntos de tierra y los blindajes a punto común;
- uso de placas multicapa con planos de tierra para módulos de extensión;
- uso de chasis apantallado para radiofrecuencia.

Se ha informado que el blindaje es efectivo solamente si se filtran todas las entradas y salidas.

Puede existir radiación electromagnética de los cables de cinta. Algunos medios posibles para minimizar esta radiación es el uso de cable "plano y girado" y blindado, así como cables circulares de diseño especial.

En [Jerse y Terrien, 1986] figura información adicional sobre aspectos de blindaje electromagnético.

4. Métodos de medida

Las Publicaciones 16 y 22 del CISPR, sobre los que se basan los métodos recomendados por asociaciones de normalización de muchas administraciones, contienen procedimientos y especificaciones detalladas para medir la radiación electromagnética. Al medir la radiación de una parte particular de un equipo, deben simularse al máximo posible las condiciones reales de explotación del mismo. En concreto deben estar presentes todas las conexiones externas.

5. Niveles aceptables de radiación

La Publicación 22 del CISPR recomienda que los límites de radiación electromagnética para equipos de clase A (equipo no doméstico de baja tensión) debe estar de acuerdo con los límites dados del cuadro I.

CUADRO I

Límites de intensidad de campo radiado interferente a una distancia de prueba de 30 metros de un equipo clase A

Margen de frecuencia (MHz)	Límites cuasi-cresta dB(μV/m)
30 a 230	30
239 a 1000	37

Algunas administraciones recomiendan sin embargo los límites dados en el cuadro II.

CUADRO II

Límites de emisiones no esenciales (clase A CSA)
Intensidad de campo máxima en dB(μV/m) a 30 m

Frecuencia (MHz)	Intensidad de campo máxima dB(μV/m) a 30 m
30 a 88	30
88 a 216	34
216 a 1000	37

En [CCIR, 1986-90a] se encontrará información útil para establecer juicios comparativos sobre el nivel de interferencia producido por los equipos digitales.

6. Medida de los niveles de interferencia radiados

En Australia se han realizado medidas de los niveles de señales radiadas a 121,5 MHz para un prototipo de decodificador digital PAL-RGB/Y, C_R, C_B basado en la Recomendación 601 del CCIR y utilizando una técnica de medida conforme a la Publicación 22 del CISPR [CCIR, 1986-90b]. A una distancia de 30 m del decodificador se midieron niveles de intensidad de campo de hasta 46 dB(μV/m). Eliminando los cables se midieron niveles de 37 dB(μV/m).

En el Reino Unido se realizaron medidas semejantes [CCIR, 1986-90c], también sobre un equipo de procesado experimental conforme a la Recomendación 601 y siguiendo estrictamente la técnica de medidas señalada en BS 6527: 1984 (que está en línea con la Recomendación 22 del CISPR) a fin de asegurar resultados semejantes. El equipo en prueba se montó sobre una mesa giratoria controlada a distancia, y se ajustó la antena de medida en polarización y altura de manera que se obtuvieran las medidas para el caso peor, se midieron niveles de intensidad de campo (referidas a 30 m) de hasta 39 dB(μV/m). Sin embargo, cuando el equipo se introdujo en una jaula metálica se obtuvieron valores de 24 dB(μV/m) (referidos a 30 m).

Estas medidas sobre equipos prototipo demuestran que potencialmente existen problemas. Debe prestarse especial atención a la compatibilidad electromagnética de equipos basados en la Recomendación 601 del CCIR, tanto en el diseño como en fabricación y uso.

En Japón se han realizado medidas de la radiación de equipos de vídeo digitales comerciales con una frecuencia de muestreo de aproximadamente 14,3 MHz [CCIR, 1986-90d]. Aunque este equipo no es conforme a la Recomendación 601, los niveles de radiación medidos del 9ª armónico (128,7 MHz) pueden suministrar una guía útil en cuanto a los niveles que podrían obtenerse de equipos comerciales conformes a la Recomendación 601. El nivel de radiación del 9ª armónico fue de 22 dB(μV/m), referido a 30 m.

En [CCIR, 1986-90e] se informa de pruebas realizadas en Francia en un estudio de televisión digital experimental y de los que se puede deducir valores de intensidad campo medio a 30 metros comprendidos entre 29 dB(μV/m) y 37,8 dB(μV/m). Si se tiene en cuenta una atenuación de 20 dB debida a la construcción del estudio, a base de hormigón, la intensidad de campo resultante estaría por debajo del valor límite especificado por el CISPR que es de 30 dB(μV/m) a 30 metros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHUNG, T. y CARTER, C.R. [1987] Processing of real ELT signals for SARSAT. Canadian Electrical Engineering Journal, Vol. 12, Nº 1.

JERSE, T. y TERRIEN, M. [1986] A Designers Guide to Shielding. Hewlett Packard Publication.

Documentos del CCIR

/ 1986-90/: a. 11/81 (CCIR); b. 11/10 (Australia); c. GIT 11/7-143 (Reino Unido); d. GIT 11/7-157 (Japón); e. GIT 11/7-161 (UER).

INFORME 1088-1

INTERFACES PARA SEÑALES VIDEO DIGITALES EN SISTEMAS DE TELEVISIÓN DE 525 LÍNEAS Y 625 LÍNEAS

(Cuestión 25/11)

(1986-1990)

1. Introducción

En la Recomendación 656 se especifican los interfaces para el equipo digital de los estudios, de conformidad con los valores de parámetros básicos contenidos en la Recomendación 601.

En este Informe se resumen las contribuciones recibidas sobre interfaces de señales video digitales que sirvieron de base para la Recomendación 656; se incluye información suplementaria sobre el tema y se indican los puntos cuyo estudio es necesario continuar.

2. Definiciones

El concepto de interfaz implica la especificación de la interconexión entre dos elementos de equipo o sistemas. La especificación incluye el tipo, cantidad y función de los circuitos de interconexión, y el tipo y forma de las señales que deben ser objeto de intercambio por estos circuitos.

Un interfaz para bits en paralelo es un interfaz en el cual los bits de una palabra de datos se envían simultáneamente a través de canales diferentes.

Un interfaz para bits en serie es un interfaz en el cual los bits de una palabra de datos, y de las sucesivas palabras de datos, se envían de forma consecutiva a través de un canal único.

Un interfaz paralelo-serie (híbrido) es un interfaz en el cual las diferentes partes de una palabra de datos se envían sucesivamente a través de canales diferentes.

3. Formato primario de codificación

Hay características de la organización básica de los datos que son comunes a los tres tipos de interfaz definidos anteriormente, que se tratan en la parte I de la Recomendación 656, y comprenden:

- la organización de los datos video en palabras y bloques;
- los códigos de referencia para temporización que proporcionan la sincronización video;
- la estructura de señales de datos auxiliares;
- señales de datos durante intervalos de supresión;
- detalles del multiplaje.

3.1 *Consideraciones relativas a la supresión y a la sincronización*

En [CCIR, 1982-86a, b, c] existe acuerdo acerca de la forma y utilización de las señales de referencia para temporización. Cada señal de referencia para temporización está formada por una secuencia de cuatro palabras. Las primeras tres palabras son un preámbulo fijo. La cuarta palabra contiene información que define:

- la identificación de la primera o segunda trama;
- el estado de la supresión de trama;
- el estado de la supresión de línea;
- los datos de protección contra errores.

En [CCIR, 1982-86d] se propone que solamente se utilice una señal de referencia para temporización, al final de cada periodo de supresión de línea. La señal de identificación contiene una ráfaga de reloj (para un interfaz para bits en serie), la indicación del comienzo de la trama de datos, del periodo de supresión de trama y de la primera y segunda tramas. La información de fin de línea se obtendrá contando los impulsos de reloj.

La UER [CCIR, 1982-86e] sugiere que se incluyan códigos adicionales en el tren de datos y que se identifique el comienzo y el final de la línea activa digital en los trenes de datos demultiplexados de las señales Y, C_R, C_B. Se propone asimismo que estos códigos se incluyan en el nivel 4 : 4 : 4 para las señales tanto Y, C_R, C_B como R, G, B en forma digital.

En [CCIR, 1982-86f] se afirma que los códigos de referencia para temporización (sincronización digital) que se insertan en el código paralelo deben ser fácilmente utilizables en un código serie.

Las propuestas para 525 líneas y 625 líneas difieren en su definición de los intervalos de supresión de trama digitales. Según [CCIR, 1982-86b, c, d], solamente 9 líneas de las tramas 1 y 2 pertenecen al intervalo de supresión de trama. En [CCIR, 1982-86a y f] se especifica que el intervalo de supresión de trama digital tiene 24 líneas (trama 1) y 25 líneas (trama 2). Puede ser recomendable acortar el intervalo de supresión de la trama digital para permitir filtrados verticales complejos, aunque este problema requiere estudios adicionales.

Entre otras consideraciones [CCIR, 1982-86g] se señala que las «señales de referencia para temporización» deben denominarse «códigos de referencia para temporización».

En aquellas palabras de datos que aparecen durante los intervalos digitales de supresión que no se encuentran especificados de otra manera, la OIRT [CCIR, 1982-86e] propone que se incluyan los códigos digitales equivalentes al nivel de supresión para Y, C_R, C_B en los lugares apropiados del múltiplex.

3.2 *Señales auxiliares*

Se ha previsto la inserción síncrona, en el múltiplex vídeo, de señales de datos auxiliares en los intervalos de supresión horizontales y verticales. Se observa que los magnetoscopios digitales (Recomendación 657) no graban ninguno de los intervalos de supresión horizontal ni algunas líneas de los intervalos de supresión vertical. Por esta razón, la UER ha atribuido solamente cuatro líneas de supresión vertical para señales auxiliares. Los periodos de supresión no grabables pueden utilizarse para transferir datos, si hace falta, entre otros elementos del equipo del estudio.

En [CCIR, 1982-86d y f] figuran algunos detalles de las señales auxiliares. En [CCIR, 1982-86a, b y c] se propone el formato para la señal auxiliar de datos.

El código de tiempo es una señal auxiliar esencial para el control de los procesos de posproducción y la sincronización de vídeo y audio. Actualmente están reconocidos cuatro formatos, el formato CEI [Publicación 461 de la CEI] en las formas longitudinal y de intervalo vertical, el código de tiempo de audio de conformidad con la Recomendación 647 y el código de tiempo correspondiente al formato de grabación audio R-DAT. Los formatos de datos auxiliares para incluir esa información en el intervalo vertical son actualmente objeto de estudio por parte de varias administraciones y ofrecen la posibilidad de mantener el sincronismo de vídeo y audio durante diversos procesos [CCIR, 1986-1990a].

La Recomendación 656 especifica solamente un código de referencia para temporización AUX, dejando sin especificar el campo de datos que sigue a AUX. Se han debatido diversos formatos de paquete para los datos auxiliares.

Cierta información, de mayor prioridad y con formato predeterminado, podría tener una longitud de paquete de datos fija y probablemente también una ventana de tiempo fija en el tren de datos. Los datos auxiliares menos importantes, sin formato predeterminado, podrían tener una longitud de paquete variable.

En [CCIR 1986-1990b] se mencionan los números de línea digital como posible información útil que debería considerarse como señal auxiliar. El documento propone dos modos de numeración de líneas digitales. Además, se propone un método para introducir las palabras de código respectivas en los datos de vídeo.

En la Decisión 60 se incluye el estudio de las necesidades de las señales sonoras, para que se tenga debidamente en cuenta cualquier influencia posible de los parámetros del interfaz vídeo en las señales asociadas de sonido. No se han identificado tales influencias, excepto por lo que se refiere a la necesidad de controlar el retardo relativo entre el vídeo y el sonido.

4. Interfaces paralelo

Varias propuestas hechas hasta el momento [CCIR, 1982-86a, b, c, d, y f] sugieren la utilización de ocho pares de conductores, cada uno de los cuales transmite, en formato NRZ, un tren multiplexado de bits (del mismo peso) de cada una de las señales componentes, Y, C_R, C_B. Los ocho pares transmiten también información de referencia para temporización, y podrían llevar señales auxiliares que se multiplexan en el tiempo dentro del tren de datos durante los intervalos de supresión de video. Un noveno par suministra un reloj síncrono a 27 MHz. Estas proposiciones, junto con [CCIR, 1982-86e], han contribuido a la preparación de la Recomendación 656. Véase también [UER, 1983].

Las señales de interfaz pueden transmitirse utilizando pares de conductores equilibrados para distancias de hasta 50 m sin ecualización y hasta 200 m con la adecuada ecualización [CCIR, 1982-86a].

Se ha demostrado que una codificación adecuada de la señal de reloj, como una codificación con Paridad Alternada (AP) aumentaría esta distancia reduciendo los efectos de la atenuación del cable [CCIR, 1982-86h].

5. Interfaces serie

En [CCIR, 1982-86d] se da un ejemplo de una secuencia de datos multiplexados de 216 Mbit/s. Se concede una atención particular a la facilidad de extracción del reloj y a la sincronización de palabras mediante la inclusión dentro del tren de datos, de palabras que generan ráfagas de reloj.

En [CCIR, 1982-86f] se alude a la codificación de la modulación y se afirma que la transmisión debe efectuarse por cables coaxiales de 75 Ω para distancias de hasta 1 km.

El documento [CCIR, 1982-86e] contiene un análisis detallado de los requisitos especiales para un interfaz serie y propone en el anexo I un proyecto de Recomendación respecto a un interfaz para bits en serie correspondiente al nivel 4 : 2 : 2 de la Recomendación 601. Esto ha contribuido a la preparación de la Recomendación 656. Véase también [UER, 1985].

En [CCIR, 1982-86e], la transmisión de señales se considera tanto en forma eléctrica por cables coaxiales como en forma óptica por fibras ópticas. Los requisitos especiales para la transmisión de señales de bits en serie entre estudios, o entre equipos en un estudio, son los siguientes:

- un bajo coste y una baja complejidad junto a una alta fiabilidad,
- una proporción de errores intrínseca muy baja en la transmisión gracias a que las distancias son muy cortas,
- múltiples salidas para comprobación técnica y distribución,
- una recuperación rápida de los errores introducidos por la conmutación del trayecto de transmisión, la fuente de video o las interrupciones de la señal,
- una compatibilidad total con el formato del interfaz paralelo y una comunidad de código de señal de las realizaciones tanto eléctrica como óptica del interfaz serie,
- utilizable en una gama de distancias desde cero hasta al menos 500 m con un mínimo de ajustes y unas proporciones de bits erróneos extremadamente bajas,
- aplicable a toda gama de cables de tipos diferentes.

Estos requisitos se confirman en [CCIR, 1982-86i], donde se señala también que en la realización de una instalación de video digital se dará normalmente preferencia al interfaz paralelo para conexiones cortas y que se recurrirá al interfaz serie principalmente en el caso de trayectos de conexión largos y complejos, en los que el coste del equipo terminal de interfaz no superará el ahorro en el soporte físico de la propia conexión. Probablemente se prefieren cables coaxiales para las conexiones de longitud media, mientras que para longitudes de conexión muy largas las preferencias serán para la fibra óptica.

En esta última contribución se sugiere también que el código utilizado debe estar estructurado de modo que permita el empleo de bits redundantes en la realización de un sistema para medir la proporción de bits erróneos en el extremo receptor de la conexión, y para supervisar así automáticamente su calidad de funcionamiento.

Se indica además que en un sistema o instalación digital totalmente integrado puede ser útil que todas las interconexiones sean transparentes a cualquier flujo de bits apropiado, independientemente del contenido del mensaje. Por lo tanto, aunque el interfaz se utilizará para transmitir una señal de video deberá ser «transparente» al contenido del mensaje, es decir no deberá basar su funcionamiento en la estructura conocida del propio mensaje.

En [CCIR, 1982-86e] se examinan las características de los medios de transmisión, incluida la sensibilidad a la interferencia, y se describen las proposiciones recibidas para la codificación de fuente, codificación de canal y gestión de errores.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Se han propuesto dos métodos de codificación de fuente. En [CCIR, 1982-86j] se sugiere la utilización de un aleatorizador en paralelo con la adición de un bit de paridad para sincronización y detección de errores limitada. De acuerdo con una investigación preliminar, parece que, al menos el extremo emisor de este interfaz, podría integrarse en un solo circuito integrado.

En la Recomendación 656 se adopta un segundo método [CCIR, 1982-86e] que proporciona control del espectro, sincronización de reloj y de palabra por un código de mapeado adaptable de 8 a 9 bits.

En relación con estos métodos de codificación de fuente, se han propuesto dos enfoques diferentes para la codificación de canal. En el sistema aleatorizado, la codificación de canal es AMI («Alternate Mark Inversion» – señal bipolar) para cable coaxial, y NRZ para fibra óptica. El código AMI restringe la anchura de banda requerida. En el sistema de mapeado de bits, el tren de bits codificado, en el formato NRZ, es adecuado para alimentar ambos medios de transmisión.

El interfaz para bits en paralelo definido en la Recomendación 656 incluye la posibilidad de añadir 2 bits a cada palabra, mejorando así la precisión de la muestra de 8 bits a 10 bits. En algunas aplicaciones, tales como los gráficos por computador, esta mejora ha resultado ventajosa. En el caso del interfaz serie de la Recomendación 656, esa ampliación no es factible, lo que limita la aplicación del interfaz serie tanto en su versión eléctrica como en su versión óptica. Ciertas administracines están estudiando métodos que permitan transmitir una longitud de palabra de 10 bits por el interfaz serie, en base a las técnicas de codificación NRZ aleatorizada.

6. Interfaces paralelo-serie (híbridos)

En [CCIR, 1982-86d y f] se examina también una solución alternativa en la cual las señales se dividen en varios canales de 108 Mbit/s cada uno para reducir la velocidad binaria por canal. Este método permite también acomodar, dentro de un sistema multicanal, niveles diferentes de la familia ampliable de normas de codificación compatibles. Sin embargo, como se afirma en [CCIR, 1982-86k], la mayor ventaja del interfaz híbrido es que reduce la velocidad binaria que se transmite por cada uno de los cables en paralelo, pero si se utilizan dos cables en paralelo lo que es la opción más frecuente, se reduce a la mitad la velocidad binaria, pero todavía sigue siendo demasiado alta para poderse realizar mediante tecnologías muy baratas.

Por otra parte, la utilización de un interfaz híbrido entraña complicaciones en los extremos emisor y receptor, en los que se precisan circuitos para multiplexar y demultiplexar el flujo de bits, y también para poner en fase los flujos de bits que se reciben por los cables.

Estas complicaciones y el coste del cable (o de los cables) suplementario en el interfaz híbrido, puede ponerse a utilizar un interfaz totalmente serie, antes que un interfaz híbrido, en los casos en los que no se puede utilizar un interfaz paralelo.

7. Interfaces ópticos

Se ha informado de trabajos relativos a las características óptimas de un interfaz de fibra óptica para uso en estudios [CCIR,1986-90c, d, e] Se propone la utilización de una fibra monomodo alimentada por un láser o diodo fotoemisor con una longitud de onda de alrededor de 1 300 nm. En el Apéndice I figura un proyecto de texto, todavía incompleto, a partir del cual se redactará el punto 7 de la Recomendación 656. Se invita a las administraciones a que preparen estudios y Contribuciones con objeto de completar dicho punto durante el actual Periodo de Estudios.

En [CCIR, 1986 - 90f] se describe un nuevo método de conmutación y encaminamiento de señales digitales por medios ópticos dentro de un gran estudio. Se sugiere una disposición que elimina el conmutador central de encaminamiento, dirigiéndose todas las señales a sus respectivos destinos por una única fibra óptica. Las señales se ensamblan mediante una combinación de Multiplexación por División de Tiempo (MDT), a una velocidad binaria de transmisión de datos del orden de 2 Gbit/s, y de multiplexación óptica por división de longitud de onda. La utilización de MDT significa que el sistema es aplicable a una amplia gama de velocidades binarias, incluidas las requeridas para la TVAD. Si este enfoque tiene éxito, se necesitarán especificaciones adecuadas del interfaz.

En el Documento [CCIR, 1986-90q] se describe un método, aplicable asimismo a los sistemas de TVAD, para la transmisión de tres señales analógicas (R, G, B) de banda ancha (hasta 60 MHz) por tres fibras ópticas. El método utilizado consiste en la linealización de las características del dispositivo óptico. En el mismo documento se exponen con detalle las ventajas de la transmisión óptica digital en serie a 1,15 Gbit /s para la TVAD.

8. Realización práctica de los interfaces

En [Grimaldi y otros, 1986] se describe un estudio totalmente digital que se encuentra en la fase final de construcción en Francia. Aunque algunas funciones (por ejemplo, cámaras) siguen siendo analógicas, el sistema utiliza mucho equipo digital, en particular un mezclador/conmutador, magnetoscopios y otras diversas funciones. Ese equipo está conectado por cables coaxiales mediante el interfaz serie de la Recomendación 656, con algunas diferencias menores debidas a lo temprano de la aplicación. Se emplea un enlace óptico con el mismo formato de señales, de 6 km de longitud. Los autores analizan las soluciones adoptadas.

En [Baraclough y otros, 1987] se aporta información sobre la experiencia práctica en materia de concepción, instalación y explotación de un centro experimental de producción de televisión digital del Reino Unido, en el que se utiliza el interfaz paralelo de la Recomendación 656. Se indican las soluciones adoptadas para los problemas que se plantean, incluidos, por ejemplo, los relacionados con las interconexiones, sincronización y temporización de múltiples equipos.

Se insta a que se presenten nuevas Contribuciones sobre este tema.

9. **Interferencia con otros servicios**

El tratamiento y la transmisión de datos digitales, como señales video digitales, a altas velocidades de transmisión produce un ancho espectro de energía que puede causar intermodulación o interferencia. En particular, en la Recomendación 656 se señala que los armónicos noveno y decimoctavo de la frecuencia de muestreo de 13,5 MHz (valor nominal) especificada en la Recomendación 601 caen en los canales aeronáuticos de emergencia en 121,5 y 243 MHz. Deben tomarse por tanto las precauciones adecuadas en el diseño y funcionamiento de estos interfaces para asegurar que no se provoca ninguna interferencia a estas frecuencias. Los niveles máximos permitidos de señales radiadas por equipos de tratamiento de datos digitales están sujetos a diversas normas nacionales e internacionales, y debe señalarse que los niveles de emisiones para cada equipo correspondiente se incluyen en la Recomendación del CISPR: «Information technology equipment – Limits of interference and measuring methods», Documento CISPR/B (Oficina Central) 16.

En el caso del interfaz de bits en paralelo [CCIR, 1982-86l] se afirma que, según los estudios y experimentos llevados a cabo en la CBC («Canadian Broadcasting Corporation» – Corporación de radiodifusión canadiense), no es probable que se produzcan problemas de interferencia con otros servicios si se protegen los cables con un apantallamiento adecuado. Esta contribución recomienda que los niveles de radiación deben respetar los límites indicados en el cuadro I [CSA, 1983]. Estos límites equivalen a los del FCC en los Estados Unidos de América.

CUADRO I – *Límites de las emisiones no esenciales (Clase A CSA)*

Frecuencia (MHz)	Intensidad de campo máxima dB(μV/m) a 30 m
30 a 88	30
88 a 216	50
216 a 1000	70

En relación con el interfaz para bits en serie, en [CCIR, 1982-86e] se indica que la transmisión por fibras ópticas elimina la radiación generada por el cable e impide también la radiación por conducción en modo común, pero la calidad de un cable coaxial puede hacerse igualmente casi perfecta. Se cree que la parte más importante de cualquier radiación procedería de la lógica de tratamiento y del circuito de alta potencia común a ambos métodos. Se añade que, debido a la naturaleza aleatoria y la banda ancha de la señal digital, se gana muy poco con la optimización de frecuencia.

Nota - Véase el Informe 1209.

10. **Nuevos estudios**

Es necesario continuar los estudios:

- sobre los interfaces para el nivel 4 : 4 : 4, y para los miembros más bajos de la familia de normas de codificación digital;
- para establecer los tipos de señales auxiliares que han de transmitirse, incluyendo su caracterización y localización en el tren de datos, y para proponer unas normas internacionales cuando sea necesario;
- para determinar qué disposiciones especiales pueden resultar necesarias en relación con los canales de sonido asociados, por ejemplo, para evitar retardos relativos de tiempo excesivos;
- sobre los métodos prácticos necesarios para garantizar aceptablemente niveles bajos de interferencia radiada procedentes de las señales digitales;
- sobre los interfaces ópticos para señales de bits en serie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARACLOUGH, J.N., DALTON, C.J. y GREEN, N.W. [1987]. Experience with an experimental digital production centre, IEE coloquium Digest 1987/11, págs. 13/1 a 13/6.

CSA [1983] Electromagnetic emissions from data processing equipment and electronic office machines: limits and methods C-108.8-M1983 – ISSN 0317-5669. Canadian Standards Association.

GRIMALDI, J.L., NASSE, D. y CAYET, A. [1986]. An experimental all-digital television centre, J.S.M.P.T.E., Vol. 95, Nº 1, PT. 1, págs. 13 a 19.

UER [1985] EBU paralell interface for 625 line digital video signals. Tech. Doc. 3246.
UER [1985] EBU serial interface for 625 line digital video signals. Tech. Doc. 3247.

Documentos del CCIR

[1982-86]: **a.** 11/126 (UER); **b.** 11/61 (Estados Unidos de América); **c.** 11/94 (Canadá); **d.** 11/24 (Japón); **e.** 11/291 (GIT 11/7); **f.** 11/136 (OIRT); **g.** 11/336 (Italia); **h.** 11/347 (Italia); **i.** 11/335 (Italia); **j.** 11/356 (Italia); **k.** 11/354 (Italia); **l.** 11/385 (Canadá).

[1986-90]: a. GIT 11/7-257 (Australia); b. GIT 11/7-186 (OIRT); c. GIT 11/7-115 (Reino Unido); d. 11/112 (Canadá); e. 11/124 (Canadá); f. GIT 11/7-141 (Reino Unido); g. 11/28 (Thomson-CSF).

BIBLIOGRAFÍA

STICKLER, M.J., NASSE, D. y BRADSHAW, D. [agosto de 1984] The EBU bit-serial interface for 625 line digital video signals. *EBU Rev. Tech.*, **212**, 181-187.

APÉNDICE I

PROYECTO DE ADICIÓN PROPUESTA A LA RECOMENDACIÓN 656 SOBRE UN INTERFAZ ÓPTICO

7. Características del interfaz óptico

7.1 Características de la fuente

7.1.1 Longitud de onda de salida

1 300 nm (nominal)

Anchura máxima de la raya espectral: 150 nm entre puntos a media potencia.

7.1.2 Potencia de salida

Máxima: 0 dBm

Mínima: -25 dBm

7.1.3 Convenio lógico

La potencia máxima de salida corresponde a la señalización de un "1" lógico.

7.1.4 Tiempos de establecimiento y caída

Se decidirán ulteriormente

7.1.5 Fluctuación de fase

Se decidirá ulteriormente.

7.1.6 Aislamiento

El transmisor debe soportar el 10% de su potencia de salida devuelta por reflexión.

7.2 Enlace de fibra óptica

FIBRA (compatible con la fibra óptica especificada en la Recomendación G.652 del CCITT)

Tipo de fibra	- monomodo
Dimensiones: diámetro de campo monomodo	- 9 - 10 um +/-10%
Revestimiento	- 125 um
Ventana de funcionamiento	- alrededor de 1 300 nm
Concentricidad de campo monomodo	- < 3 um
No circularidad del revestimiento	- < 2%
Longitud de onda de corte	- 1 100 - 1 280 nm
Atenuación a 1 300 nm	- < 1 dB/km
Dispersión máxima (1 270 - 1 340 nm)	- 6 ps/nm.km

CONECTOR

Tipo	- bicónico

7.3 Características de destino

7.3.1 Sensibilidad

Potencia de entrada para una proporción media de errores en los bits de 1 en 10^9: -35 dBm.

Potencia máxima de entrada: -20 dBm.

7.3.2 Potencia máxima de entrada

El receptor funcionará con una proporción media de errores en los bits menor que 1 en 10^9 hasta un nivel de potencia de -20 dBm.

INFORME 1219

SEÑALES DE SINCRONIZACIÓN PARA ESTUDIOS DE TELEVISIÓN EN EL CASO DE COMPONENTES DIGITALES

(Cuestión 25/11 y Programa de Estudios 25N/11)

(1990)

1. Introducción

En cualquier estudio de producción de programas de televisión hace falta una estrecha sincronización entre las fuentes de señales y el procesamiento de las mismas, sobre todo en los estudios digitales o en los que funcionan combinando lo analógico con lo digital. La sincronización es necesaria a varios niveles: en el reloj de muestreo (13,5 MHz en el caso de la Recomendación 601) y en la exploración de línea, trama y cuadro para tener un alto grado de precisión y estabilidad que facilite la libertad de mezclados, efectos y procesamiento que requiere la producción de programas televisivos. La sincronización es por tanto una función básica y su exactitud y estabilidad son fundamentales para una emisión de televisión satisfactoria.

Se han identificado las siguientes dos necesidades de sincronización:

a) Sincronización de entrada. La sincronización de la temporización interna de un proceso con la señal de entrada. Esto se consigue normalmente enganchando el generador de reloj a la señal de entrada directamente a través de un bucle de enganche de fase, lo cual minimiza los temblores* y la deriva de fase.

b) Sincronización de salida. La sincronización de dos o más señales entre sí, enganchando sus respectivos generadores a una señal de referencia común, como se hace generalmente con las cámaras y los telecines.

2. Posibles señales de sincronización

En el caso sincronización de entrada de un equipo que procesa una señal componente digital, está claro que la única referencia útil será la propia señal digital, tal como se define en las Recomendaciones 601 y 656. En el caso de sincronización de salida, las posibilidades de elección son mayores, por ejemplo:

- una señal digital de negro;
- una señal digital de imagen;
- una señal de negro analógica;
- una señal de imagen analógica;
- un señal especial en forma analógica o digital.

---

* El término inglés "jitter", que en otros textos figura como fluctuación de fase, se ha traducido aquí por temblores para tener en cuenta la rapidez de los cambios y evitar toda posible confusión con las fluctuaciones de la señal en propagación.

En este caso, las señales digitales seguirían las Recomendaciones 601 y 656, y las señales analógicas la Recomendación 470 y el Informe 624.

El requisito esencial es que la señal lleve información de sincronización de imagen (línea, trama y cuadro) y que el reloj de muestreo pueda obtenerse de una manera sencilla y precisa. Es de desear además que la señal sea utilizable con equipo analógico en forma de componentes y posiblemente en forma compuesta, y tanto según la norma de 525 como de 625 líneas.

En estudios efectuados por radiodifusores con normas de 525 líneas y 625 líneas se ha llegado a la conclusión de que para conseguir un funcionamiento satisfactorio, cierto grado de flexibilidad y de características comunes en un entorno mixto digital/analógico, hay que utilizar la señal analógica de negro modificada ligeramente respecto a las tolerancias en el tiempo de establecimiento y en los temblores de fase. [UER, 1988] [SMPTE, 1989].

Es también adecuado posibilitar un entorno integramente digital previendo, para ello, la posibilidad de utilizar una señal digital conforme a la Recomendación 656 como referencia de sincronización.

3. Decodificación de señales

Los elementos de sincronización de la señal vídeo digital descrita en la Recomendación 656 pueden derivarse de la señal de sincronización, bien directamente, o bien mediante el enganche de fase de un generador de mayor precisión y estabilidad cuando se requiera un mejor nivel de calidad. Puede ser necesario el equivalente a nivel de estudio de un generador de pulsos de sincronismo. Se obtiene de la siguiente manera:

Reloj de muestreo - 858 veces la frecuencia de línea (sistemas de 525 líneas) o 864 veces la frecuencia de línea (sistemas de 625 líneas).

Referencias para la temporización del comienzo y el fin del vídeo activo (SAV y EAV) - directa o indirectamente a partir de la sincronización de línea, temporizada por el reloj de muestreo.

Banderas V y F - directa o indirectamente a partir de la sincronización vertical, temporizada por el reloj de muestreo.

Supresión digital - como en el caso del SAV y del EAV y de las banderas V y F.

4. Señales alternativas

Aunque se ha estudiado el uso de una señal de vídeo compuesta en lugar de la señal analógica especificada, no se recomienda, ya que las variaciones en el nivel medio de la imagen (Average Picture Level-APL) pueden provocar la deriva y los temblores de la temporización después de la separación de la sincronización.

Se necesitan ulteriores estudios sobre métodos alternativos de sincronización de estudio que utilicen al máximo las nuevas técnicas digitales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EBU [1988]. Technical Standard N14: Specification of a reference signal for the synchronisation of 625-line component digital equipment.

SMPTE [1988]. Recommended Practice RP 154-1988: Reference signal for the synchronisation of 525-line component digital video equipment.

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR:

[1986-90]: 11/497 (GIT 11/7), 11/516 (UER), 11/574 (OIRT).

INFORME 1211

REQUISITOS DE USUARIO PARA LA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL

(1990)

1. Introducción

En el periodo de estudios de 1982-1986, el GIT 11/7 de la Comisión de Estudio 11 del CCIR recopiló datos sobre las técnicas de reducción de la velocidad binaria, en su mayor parte aquéllas que podían utilizarse para reducir la velocidad binaria neta de las señales originalmente conformes a la Recomendación 601 del CCIR. Esta información representa un trabajo de referencia sobre las técnicas de la reducción de la velocidad binaria y se incluye en el Informe 1089.

En el punto 2, se analizan las funciones y objetivos que cumplen los enlaces digitales de televisión. En el punto 3, se consideran los métodos de evaluación. El punto 4 se refiere a la calidad en presencia de errores de transmisión y el punto 5 presenta los requisitos de sistemas para equipos que trabajan a aproximadamente 140, 68 y 34 Mbit/s. El punto 6 considera los requisitos de los canales de sonido asociados. El punto 7 se refiere a los balances de bits para los sistemas de 140 Mbit/s y 34 Mbit/s y el punto 8 hace comentarios sobre los formatos de origen y los criterios para los sistemas de 34 Mbit/s. El punto 9 se refiere al cifrado y el punto 10 a la temporización sonido-imagen.

El anexo I contiene comentarios específicos sobre el modo de fallo en el multiplex de televisión.

2. Funciones y objetivos de las redes de televisión digital

Las redes digitales de transmisión que transportan señales de televisión necesitarán enviar imágenes y las señales de sonido que las acompañan. Es posible catalogar las aplicaciones a las que se destina la señal recibida. Esto constituye un esfuerzo de generalidad que debe definirse de forma precisa, pero no obstante, puede resultar útil para la comprensión de los diferentes requisitos asociados con los distintos niveles de acceso, etc. Los objetivos globales del sistema pueden clasificarse según se indica a continuación en a) y b).

a) Sistemas destinados a contribución

Un circuito de contribución es un circuito en cuyo extremo puede existir la necesidad de un tratamiento de la imagen de alta calidad (por ejemplo enlaces entre estudios). Esto significa que el sistema de transmisión no debe (idealmente) limitar las capacidades de tratamiento que pueden llevarse a cabo sobre la señal.

b) Sistemas destinados a distribución

Un circuito de distribución es un circuito en cuyo extremo es probable que no exista la necesidad o que ésta sea poco frecuente, de tratar imágenes de alta calidad (por ejemplo enlaces estudio-transmisor). Esto significa que en el diseño del sistema debe ponerse el acento en una calidad subjetiva de la imagen lo más alta posible.

Sin embargo para todos los sistemas, los requisitos sobre la señal original son los mismos y se especifican a continuación:

La norma de la señal original de video para los sistemas de reducción de la velocidad binaria considerados en este documento, es la norma 4:2:2 definida en la Recomendación 601 del CCIR. Respecto de la señal de video, el sistema de transmisión digital debe poder transportar todo el período activo de imagen, definido a continuación, en la medida que tiene un efecto sobre la calidad deseada o sobre la capacidad de tratamiento de la señal.

	625 líneas	525 líneas
- líneas activas por cuadro	576	488
- muestras activas de luminancia por línea (Y)	720	720
- muestras activas de diferencia de color por línea (C_R, C_B)	360 x 2	360 x 2
- número de bits por muestra	8	8
Esto corresponde a una velocidad binaria total de (Mbit/s)	165,88	168,48

En general, tres facetas de las prestaciones de los sistemas de reducción de la velocidad binaria resultan importantes para el cumplimiento de su función y se indican a continuación en 1), 2) y 3).

1) Calidad de imagen básica del sistema

La calidad de la imagen en ausencia de errores visibles.

2) Características de fallo

Las características de la calidad de imagen en función de la probabilidad de error en los bits teniendo en cuenta el esquema probable de la distribución de errores en el enlace.

Comportamiento del sistema después de una interrupción y después de un arranque en frío.

3) Calidad del tratamiento de post-producción

La calidad después de que la señal ha atravesado uno o más de los siguientes procesos antes de presentarse en pantalla:

- inserción de orla de color
- expansión y compresión de la imagen
- decodificación y codificación sucesivas
- movimiento lento.

En general, los requisitos en cada uno de estos casos se ponderarán en función del grado con que se utilizará el circuito para fines de contribución y el grado con que se utilizará para fines de distribución.

3. Métodos de evaluación de los sistemas con velocidad binaria reducida

El GIT 11/4 (actualmente GTTM 10-11/6) está estudiando la selección de una metodología de evaluación de calidad para los sistemas con reducción de la velocidad binaria; sus consideraciones figuran en el Informe 1206 [CCIR,1986-90a]. En dicho Informe se considera la elección de un método de evaluación subjetiva de la calidad para el entorno particular de los codecs digitales, y se examinan también métodos objetivos de evaluación de la calidad.

En general, el nivel de degradación asociado con la calidad de imagen básica es probablemente pequeño, porque los sistemas que presentan degradaciones importantes habrán sido descartados mediante la simple inspección visual. Sin embargo, existirán ocasiones en que deba explorarse la gama total de grados, por ejemplo las características de fallo. Sin embargo, en general los sistemas digitales presentan unas características de fallo abruptas. Por tanto, puede ocurrir que el intervalo entre los grados 4 y 5 sea probablemente el más importante, y que el método utilizado debería ir orientado hacia una alta estabilidad de los resultados en este intervalo en concreto, aunque no se debería subestimar una alta estabilidad a lo largo de toda la gama de grados.

El objetivo es el de que los resultados obtenidos de forma independiente en un cierto número de laboratorios en distintas partes del mundo, puedan compararse adecuadamente. Sin embargo, en la actualidad el método más fiable para determinar las categorías de los códecs de alta calidad, consiste en evaluar al mismo tiempo y en condiciones idénticas todos los sistemas sometidos a estimación [CCIR, 1986-90a].

Lógicamente, el factor individual más importante que afecta la coherencia y relevancia en los resultados de la evaluación subjetiva es la elección del material de prueba. En consonancia con los procedimientos normales del CCIR, éste debería disponerse de forma que fuera "crítico pero no con exceso" para los sitemas en cuestión.

El GIT 11/7 cree que la necesidad más inmediata es definir el material de prueba para la evaluación de los codecs de 30 - 33 Mbit/s, ya que los estudios para dichos sistemas están en una etapa muy avanzada. Una lista inicial figura en el Informe 1213 .

En la evaluación de la calidad de las imágenes deben considerarse varios tipos de tratamiento de post-producción. Estos procesos, como la inserción de orla de color o de la inserción de tonalidades cromáticas dependen de una toma de decisiones que se basa en el contenido de la señal, tales como la detección precisa del nivel o la selección de matices en una anchura de banda de color estrecha. Dichos procesos son por tanto muy sensibles a degradaciones tales como el ruido de bordes, la reducción de anchura de banda o la limitación de la pendiente de subida. Por el momento, estos procesos son difíciles de especificar objetivamente, aunque para una mayor coherencia de los resultados sería deseable disponer de una definición que permitiera también una simulación por computador. En estas circunstancias, las evaluaciones de la calidad de imagen pueden llevarse a cabo únicamente mediante un proceso de referencia específico, utilizando por ejemplo una unidad de tonalidades cromáticas analógica RGB de banda ancha.

El Informe 1213 incluye también imágenes que pueden utilizarse para la evaluación de las características en presencia de errores.

El Documento [CCIR, 1986-90b] describe métodos para generar secuencias en movimiento de alta calidad a partir de imágenes fijas. Se consideran varios tipos de movimiento. Los métodos de interpolación directa resultan adecuados en determinadas ocasiones, y en otras se pueden aplicar las técnicas de la transformación de Fourier. Se sugiere igualmente que en algunas aplicaciones es útil invertir el proceso de movimiento, después de que la señal haya pasado por el equipo que se está probando, para que varios artificios resulten más fácilmente visibles (puesto que entonces se ven moviéndose sobre un fondo de material de imagen estacionario).

4. Calidad en presencia de errores digitales

Es necesario garantizar que los sistemas con reducción de la velocidad binaria son suficientemente robustos en presencia de los errores introducidos en los enlaces digitales. Esto significa que para las probabilidades de error y la distribución probable de errores que se encuentran en la práctica, las imágenes decodificadas deberían presentar una calidad aceptable, tanto cuando se observan directamente como cuando se someten a un tratamiento posterior ("en el curso") como la expansión de imágenes o la inserción de la orla de color.

Por supuesto los errores que se observarán, serán aquéllos que permanezcan sin corregir después de la actuación de cualquiera de los circuitos de protección frente a errores incorporados en el equipo terminal. Las características de dichos errores dependerán de las propiedades concretas de funcionamiento de estos circuitos y de los circuitos terminales de recepción sucesivos, y por tanto es difícil enunciar afirmaciones generales sobre cuál es el nivel de calidad aceptable. No obstante, en el Reino Unido se ha realizado algún trabajo [CCIR, 1986-90c] para evaluar la influencia visual de los errores aleatorios en los bits individuales de las señales Y, C_R, C_B codificadas linealmente. Este trabajo, cuyos aspectos principales están siendo considerados por el GIT 11/4 como un posible material para su inclusión en la Recomendación 654, concluye que los errores observados directamente eran más importantes en el canal de luminancia que en los canales de diferencia de color, y que los bits más significativos son muchos más sensibles que los menos significativos. Se encontraron las siguientes probabilidades de error para el grado de 4,5 de la escala de degradación:

CUADRO I

Probabilidades de error para el grado 4,5 de la escala de degradación

Componente	Peso del bit	Apenas perceptible	
		Fenómenos por segundo	Probabilidad de error
Y	MSB	1	10^{-8}
Y	MSB-1	100	10^{-6}
Y	MSB-2 a MSB-7	$> 10^{-4}$	$> 10^{-4}$
C_B/C_R	MSB	10	10^{-7}
C_B/C_R	MSB-1	10^3	10^{-5}
C_B/C_R	MSB-2 a MSB-7	$> 10^4$	$> 10^{-4}$

Sin embargo, se encontró que los errores en los canales de diferencia de color eran muchos más graves, y que dependían mucho menos del significado del bit, cuando se utilizaba un tratamiento posterior de inserción de tonalidades cromáticas. Las probabilidades de error correspondientes son las siguientes:

CUADRO II

Errores-fenómenos por segundo para el grado 4,5 de la escala de degradación con tratamiento de inserción de tonalidades cromáticas

Canal	MSB	MSB-1	MSB-2	MSB-3	MSB-4 a MSB-7
C_B	3	10	30	2×10^3	$> 10^4$
C_R	2	30	3×10^3	$> 10^4$	$> 10^4$

Así pues se concluyó que allí donde se considera un tratamiento posterior como el de inserción de tonalidades cromáticas, estos procesos deben constituir la norma para establecer la probabilidad de error aceptable.

Es de esperar que los sistemas prácticos incorporen técnicas de corrección de errores, y que por tanto la probabilidad de error aceptable medida en la línea será superior a la que podrían sugerir los valores anteriores. Se están llevando a cabo estudios para determinar los límites aceptables que pueden aplicarse a los enlaces que transportan señales digitales de televisión; es probable que sea necesario mantener un BER mejor que 10^{-4} medido a lo largo de un periodo de integración de 10 ms.

A continuación se describe un método adecuado para la medición de las características frente a errores de los sistemas sugeridos:

1) Sin corrección de errores

Utilizando el método de la UER, se obtiene el grado medio de degradación para una presentación aleatoria a lo largo de la gama de probabilidades de error necesaria para la Investigación (por ejemplo posiblemente entre 10^{-3} y 10^{-9}). Las pruebas deben llevarse a cabo para todas las señales originales y los resultados deben presentarse en una curva de la calidad de imagen en función de la probabilidad de error. El Documento [CCIR, 1986-90d] analiza las características frente a los errores.

2) Con corrección de errores

Se repite el procedimiento anterior para obtener un gráfico de resultados comparables.

Los resultados de la primera de las pruebas anteriores deben interpretarse cuidadosamente, puesto que se refieren a condiciones que no se cumplirán normalmente en situaciones prácticas (aunque simulan aproximadamente una situación en la que el corrector de errores se ve superado por una tasa al error extremadamente alta en el enlace). Además la segunda prueba sólo podrá realizarse para probabilidades de error muy elevadas. No obstante, estas dos pruebas proporcionarán unas informaciones útiles sobre las prestaciones frente a errores.

Se necesitarán otras pruebas para establecer el tiempo que necesita el sistema para recuperarse de los errores importantes que provocan la pérdida completa de la señal en el decodificador.

El tiempo de recuperación puede medirse como el número de tramas del retardo que son necesarias entre la conexión de la señal al decodificador y la conmutación de la entrada del monitor de imagen desde una señal de nivel gris (o una señal no procesada convenientemente retardada) a la señal de salida del decodificador de forma que no pueda observarse ninguna perturbación de la imagen.

Debe adoptarse un procedimiento similar para evaluar el tiempo de recuperación asociado a los deslizamientos de bits, como podría suceder a consecuencia por ejemplo de un corte no sincronizado.

5. Requisitos que constituyen el objetivo del sistema

5.1 Requisitos de usuario

En los Cuadros IIIa y IIIb se enumeran los requisitos de usuario para los códecs de distribución y contribución.

Todas las evaluaciones de calidad de este punto se han realizado utilizando los procedimientos de la Recomendación 500 y del Informe 1206 , aplicando los métodos de evaluación subjetiva indicados.

CUADRO IIIa

Requisitos para los códecs de distribución

Velocidad binaria para la cual se requiere compatibilidad	60-70/140 Mbit/s: niveles de jerarquía del CCITT 139,264 Mbit/s y RDSI H3/H4 30-45 Mbit/s: niveles de jerarquía del CCITT; 34,368/44,736 Mbit/s y RDSI H21, H22
Señales de origen	4:2:2 con posibilidades de ocupación total del espectro
Señales de destino	4:2:2
Capacidad de sonido	En estudio
Capacidad auxiliar y de datos	En estudio
Máximo retardo sonido-visión	$\pm$ 2ms por códec
Calidad básica	Número de códecs probados: 60-70/140 Mbit/s: 3 códecs en tándem[1] 34-45 Mbit/s: códec único Diferencia de calidad $\leq$12%[2,3] con el método DSCQS[5] utilizando: móvil y calendario (secuencia); disco rotatorio (secuencia)[4]; diva con ruido (secuencia)[4]
Característica de fallo/ característica de error	BER $\leq 10^{-4}$ incluidas ráfagas de errores $\leq$30 bits Degradación $\leq$ 1 grado con el método de DSIS[6] utilizando: juguetes contra fondo negro (imágen fija), móvil y calendario (secuencia)
Tiempo de recuperación	$\leq$ 160 ms tras una interrupción de 50 ms
Modificación en el retardo global tras una interrupción de la señal	Lo más pequeña posible (en el Informe 1235 se sugiere el valor de $\pm$20 μs para estudios ulteriores

CUADRO IIIb

Requisitos adicionales para códecs de contribución

Calidad básica	34-45 Mbit/s 2 códecs en tándem[1] Diferencia de calidad ≤12%[2,3] con DSCQS[5] utilizando: móvil y calendario (secuencia); Puerto de Kiel con zoom (secuencia); disco rotatorio (secuencia)[4]; diva con ruido (secuencia)[4]
	140 Mbit/s 3 códecs en tándem[1]
Calidad tras incrustación cromática	Diferencia de calidad ≤18%[2] con método DSCQS[5] utilizando: Ondulación (primer plano) + ramas de árbol (fondo) Par de obras pictóricas[4] entre dos códecs
Calidad tras modificación la geometría de la imagen	Diferencia de calidad ≤18%[2] con método de DSCQS[5] utilizando: jardín florido (secuencia) entre dos códecs
Calidad tras cámara lenta	Diferencia de calidad ≤18%[2] con método DSCQS[5] utilizando: Puerto de Kiel en movimiento (secuencia) 10:1 cámara lenta entre dos códecs

Notas:

1 Se observa que se plantean problemas para estimar o medir las características de los códecs en tándem, concretamente, si debe considerarse un número de códecs diferentes. Estos criterios de calidad parten del supuesto de que las conexiones directas de códecs en tándem son enteramente digitales. Para las aplicaciones de contribución debe insertarse procesamiento de salida (downstream) entre los códecs.

2 La especificación de calidad se aplica sólo al material de prueba indicado. Con material menos crítico, debería obtenerse una menor diferencia de calidad.

3 Al informar los resultados de las pruebas, conviene identificar por separado aquéllos vinculados con secuencias de actividad intensa; este asunto se encuentra actualmente en estudio.

4 Estas escenas pueden ser sustituidas o prolongadas por otras.

5 Escala de calidad continua de doble estímulo.

6 Escala de degradación de doble estímulo.

5.2 Utilización para transportar señales compuestas

Si bien el sistema ha sido diseñado, esencialmente, para transportar señales de conformidad con lo dispuesto en la Recomendación 601, deberá también transportar señales derivadas de una señal compuesta. Esta última será decodificada en sus componentes en el terminal emisor y reconstruida en forma compuesta en el terminal receptor.

En aplicaciones de este tipo, es conveniente utilizar procesos de separación y de recomposición complementarios. En dichos procesos, la separación de la luminancia y de la diferencia de color puede no ser completa y originar componentes transversales, aunque el proceso general sea transparente. Por lo tanto, es fundamental que el códec digital transmita los componentes transversales con una distorsión mínima; también debe especificarse la capacidad del códec para transportar componentes transversales.

Además, debe preverse en el canal múltiplex una capacidad de datos auxiliares para la fase de subportadora y la información de conmutación del eje-V. Se efectúan actualmente investigaciones para determinar la velocidad binaria necesaria para la señal de datos; podría ser conveniente adoptar un interfaz normalizado. La capacidad de datos auxiliares especificada en el punto 2.5 de la Recomendación 656 se estima adecuada para la inclusión de datos de codificación PAL.

Utilizado de esta forma, el sistema no servirá para la transmisión a larga distancia con enlaces mixtos analógico/digitales y no debe ser transparente para las señales de prueba de intervalo vertical.

5.3 Acceso condicional

Los procesos de reducción de la velocidad binaria se basan en la eliminación sistemática de la redundancia en la señal en varias dimensiones. Las señales que ya están aleatorizadas para el acceso condicional tendrán una menor correlación espacial y temporal y, por lo tanto, las características del proceso de codificación y la calidad de la señal resultante en el decodificador pueden no ser adecuadas, a esta velocidad binaria, para señales ya aleatorizadas. En consecuencia, si se necesita una seguridad de transmisión adicional, es conveniente disponer una aleatorización adicional del flujo de datos transmitidos.

5.4 Capacidad de extensión a niveles más altos

Deben estudiarse los algoritmos de codificación de carácter modular y que podrían utilizarse en otras aplicaciones, por ejemplo, en televisión de alta definición.

5.5 Otras aplicaciones

Sería conveniente poder adaptar algunas partes del códec de transmisión para otros usos, por ejemplo, el registro digital.

5.6 Complejidad del sistema

La complejidad del códec debe permitir su utilización con las tecnologías disponibles y su coste debe guardar una relación razonable con los costes de transmisión, para la aplicación que se desea dar.

5.7 Disponiblidad del sistema

Debe poder disponerse equitativamente de las patentes necesarias, sin ningún tipo de discriminación a nivel mundial.

6. Requisitos para las señales de sonido en un múltiplex digital que incluye el sonido de televisión

El estudio de la transmisión digital del sonido se está emprendiendo en la Comisión de Estudio 10 del CCIR y en la CMTT, pero se ha pedido al GIT 11/7 que tenga en cuenta los requisitos de sonido y por ello se ha incluido en este Informe la nota siguiente. No se pretende proporcionar un texto definitivo, que debería venir de la Comisión de Estudio 10 y de la CMTT, sino garantizar que se han contemplado los requisitos de sonido.

Actualmente, el CCIR ha aprobado un Proyecto de Recomendación para un interfaz de audio digital para su utilización en los estudios centrales Recomendación 647. Se pretende principalmente transportar señales monofónicas o estereofónicas con una frecuencia de muestreo de 48 kHz y una resolución de hasta 24 bits por muestra. En este modo, con un funcionamiento normal estereofónico, la velocidad binaria neta necesaria es de 3,072 Mbit/s. Como se prétende que este interfaz funcione en el entorno de estudio, normalmente no se necesitaría ninguna otra protección frente a errores que no fuera una simple comprobación de paridad, y por supuesto no se incluye ninguna en la Recomendación. Sin embargo, posiblemente se podría, si se necesita, incluir algo para los 4 bits menos significativos de la palabra de la muestra.

En general, este interfaz admite señales de audio que ofrecen cierto margen para un tratamiento posterior (sin una pérdida audible de la calidad), y por tanto en cierto sentido presentan un paralelismo con el concepto de calidad de "contribución" en términos de imágenes.

Igualmente debe tenerse en cuenta la Recomendación 660 relativa a los circuitos digitales de sonido. Esta especifica una velocidad de 384 kbit/s por canal incluyendo datos y cualquier corrección de errores, en base a una velocidad de muestreo de 32 kbit/s. Se están llevando a cabo estudios sobre otros formatos de sonido para niveles de calidad superiores en torno a 480 kbit/s por canal. En la selección de la capacidad del canal asignada al sonido digital, debe considerarse el equilibrio de calidad entre imagen y sonido, ya que la calidad de la imagen en la zona de 30 Mbit/s es probable que sea muy sensible a pequeños cambios de la velocidad de datos. Deberá tener lugar un debate posterior con las Comisiones de Estudio 10 y CMTT, pero provisionalmente se propone lo siguiente:

1) Para el nivel H2 debe considerarse una atribución de 960 kbit/s para el sonido (correspondiendo a un par estereofónico de alta calidad). La necesidad de posibles canales adicionales, o su viabilidad en el nivel H2 exige un estudio ulterior.

2) Para la transmisión en los niveles de acceso H3 y H4, que quizás resulten más atractivos para las redes de contribución, puede necesitarse una velocidad de datos superior para conseguir una mejor calidad, el espacio necesario para el tratamiento y otras características adicionales. La sencillez de codificación y la flexibilidad indican que resulta deseable un estrecho paralelismo con la Recomendación 647. Conviene que la Comisión de Estudio 10 y la CMTT estudien esta cuestión, y la relativa al número necesario de canales tan pronto como sea posible, considerando igualmente la conveniencia de un mínimo número de formatos de codificación para las actuales y futuras cadenas de emisión.

7. Directrices para los balances de bits

7.1 Sistemas de contribución a velocidades binarias de 140 Mbit/s aproximadamente

La UER ha indicado que, para transmisiones a larga distancia de televisión de 625 líneas, sus requisitos generales serían:

- Video, codificado aproximadamente 6 bits por muestra para la imagen activa únicamente (más la necesaria estructura de trama de vídeo): 125 Mbit/s

- Protección frente a errores de la señal video, basada en un BER de 10^{-3} para un periodo superior a 10 segundos (que corresponde a un fallo total de la red digital):* 8 Mbit/s

- Líneas de datos auxiliares: 3 por campo y 8 bits por muestra: 2 Mbit/s

- Multiplex de señales de sonido/datos/auxiliares: 4 Mbit/s

Las indicaciones actuales son que, en el caso de una futura RDSI de banda ancha, la velocidad binaria total disponible para el usuario puede reducirse. Se ha sugerido que podría llegar a 135 168 kbit/s. En ese caso, será necesario aceptar un compromiso y, en concreto, se dispondrá de menos bits para la corrección de errores, el sonido y los datos.

7.2 Sistemas de distribución a velocidades binarias de aproximadamente 34 Mbit/s

El CCITT no ha definido todavía la velocidad binaria que entregará el nivel H_2 de la RDSI. Suponiendo que la velocidad binaria se aproximará al correspondiente nivel jerárquico existente, se han hecho las siguientes propuestas:

	Mbit/s aproximadamente
Señal de video codificada con teletexto y corrección de errores sin canal de retorno:	32,5
Señal de sonido codificada:	1,0
Datos auxiliares:	0,5

8. Formatos de las imágenes originales y criterios para sistemas de 34 Mbit/s

En la Decisión 60-1, se pedía al GIT 11/7 que trabajara en estrecha colaboración con el Grupo Interino de Trabajo CMTT/2, teniendo en cuenta la Decisión 18, y se solicitaba la redacción de Informes y Recomendaciones sobre los métodos de codificación de señales de televisión de 525 y 625 líneas en forma de componentes para su transmisión. El GIT 11/7 sugiere al GIT CMTT/2 los siguientes principios para ayudarle en su trabajo.

1. El método de codificación seleccionado debe conseguir un equilibrio entre la calidad y la complejidad para la aplicación correspondiente.

---

* Se están considerando otras propuestas para los objetivos de la probabilidad de error, según se idica en el punto 4 de este Informe.

2. El algoritmo de codificación debe transmitir imágenes fijas e imágenes de baja dificultad con un nivel de calidad igual o casi igual al de la señal original y descender suavemente hacia niveles de calidad inferiores para imágenes de dificultad creciente. En [CCIR, 1986-90 e, f, g] se expresa la opinión de que los sistemas de codificación deben funcionar preferentemente con la estructura de muestreo 4:2:2 completa, en vez de comportar un prefiltrado y un submuestreo a niveles más bajos; por ejemplo, 3:1:1. El algoritmo debe evitar los fallos repentinos de cualquier secuencia de imagen dentro de los límites de la norma de la señal original.

3. Los niveles crecientes de errores de transmisión no corregidos deben, cuando sea posible, traducirse únicamente en la contaminación de pequeñas zonas de la imagen.

4. La complejidad del codec debe ser tal que pueda realizarse físicamente con las tecnologías disponibles, o casi disponibles a un coste en consonancia con los costes de transmisión de la aplicación pretendida.

5. Debe garantizarse la viabilidad del algoritmo en una pequeña gama de velocidades de datos para permitir diferentes multiplex de canales de audio y tolerar futuras decisiones que afecten a las velocidades de datos concretas del canal.

6. Deben considerarse algoritmos de codificación de concepción modular y que puedan aplicarse en niveles superiores de la velocidad binaria de transmisión.

Se han identificado y están en estudio varias técnicas que podrían satisfacer estos objetivos, pero una decisión firme por parte del GIT 11/7 exige un estudio ulterior

9. Cifrado

[CCIR, 1986-90h] señala que al atribuir los datos a las señales auxiliares deben tenerse en cuenta las necesidades de datos impuestas por el cifrado. Todos los sistemas adecuados de cifrado utilizan un generador de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS) en el receptor, y por tanto en el multiplex se necesita una versión cifrada de la palabra de inicialización del PRBS. Además, podrían necesitarse datos de direccionamiento de los usuarios. El volumen estaría relacionado con el número de decodificadores direccionables necesarios en el sistema. La anterior contribución sugiere que las atribuciones adecuadas de datos para el caso anterior serían de 6 kbit/s para las aplicaciones de distribución y algo menos para las aplicaciones de contribución.

10. Temporización relativa del sonido y de la imagen

Las pruebas subjetivas muestran que los retardos entre el instante en que se ve la acción y se produce el sonido correspondiente molestan al telespectador. En el Informe 1081 figuran especificaciones sobre las diferencias de tiempo admisibles entre sonido e imagen. Necesita un estudio ulterior que tenga en cuenta la Recomendación 265 del CCIR y la utilización de codecs en cascada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/75 (GIT 11/4); b. GIT 11/7-140 (Reino Unido); c. GIT 11/7-109 (Reino Unido); d. GIT 11/7-134 (UER); e. 11/29 (Francia); f. 11/137 (UER); g. 11/170 (España); h. GIT 11/7-139 (Reino Unido).

ANEXO I

COMENTARIOS SOBRE EL MODO DE FALLO PARA EL MULTIPLEX DE TELEVISIÓN

Los debates mantenidos sobre esta cuestión en el Grupo Interino de Trabajo 11/7 permitieron definir los temas enumerados en el Cuadro IIIa. A continuación se especifican los principios subyacentes en éstas y otras consideraciones conexas. Se solicitó a la CMTT que suministrara más información sobre las posibles características de los enlaces de transmisión, para permitir definir posteriormente, los requisitos del usuario.

- Las interrupciones en cualquier parte del multiplex que duren varios segundos o más, resultan intolerables y se necesitarían modos de protección.

  En relación con la respuesta a los errores en ráfaga de corta duración, el sistema de sincronización debería disponer de una protección adecuada de forma que la influencia de los errores sobre el vídeo, el audio o los datos no se extendiera a causa de la necesidad de una resincronización. Si se mantiene el sincronismo durante la interrupción, los sistemas de gestión de errores para el vídeo, el audio y los datos podrían ser independientes.

Es probable que no pueda protegerse contra interrupciones de unos 50 ms. Una vez producido el fallo, los circuitos del decodificador deberán ser nuevamente enganchados, de manera similar a la conexión inicial. Se sugiere completar la secuencia de reenganche dentro de 160 ms.

- Es importante que el retardo global de la señal a través del códec no se modifique sustancialmente como consecuencia de errores o interrupciones de transmisión. Se estudia actualmente el grado de retardo admisible; el Informe 1235 ha sugerido, como máximo razonable, un retardo de ± 20 μs.

- Parece existir un acuerdo general sobre que los defectos de muy corta duración resultan menos tolerables en el sonido que en la imagen.

- El grado de protección necesario para los datos depende fuertemente de la aplicación. Por ejemplo, la utilización de los datos para el control de un sistema, podría resultar crucial y exigir una protección potente.

- En condiciones normales de funcionamiento, los errores en el canal deberían tener una influencia imperceptible sobre el vídeo, el sonido y los datos.

- En el diseño de los sistemas de protección que han de utilizarse cuando se deterioran las prestaciones del enlace que se está utilizando, la conmutación al enlace de protección no debe provocar una perturbación en la señal de vídeo, sonido o datos.

INFORME 1089-1

REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD BINARIA PARA SEÑALES DIGITALES DE TELEVISIÓN

(Cuestiones 3/11 y 25/11; Programas de Estudios 3A/11, 25J/11, 25K/11 y 25M/11)

(1986-1990)

1. Introducción

El objeto de este Informe es el estudio de los algoritmos de reducción de la velocidad binaria y sus prestaciones en cuanto a calidad de imagen, capacidad de tratamiento, y resistencia a los errores de transmisión. Estos algoritmos pueden aplicarse en un cierto número de áreas de radiodifusión, pero está claro según las contribuciones recibidas, que la aplicación de estos esquemas a los enlaces de transmisión de larga distancia es por el momento la más importante.

La transmisión de TV se estudia generalmente en la CMTT, y por tanto es necesario que la Comisión de Estudio 11 informe a la CMTT de su labor y, cuando sea necesario, remita cuestiones a la CMTT.

Un análisis de los posibles métodos de reducción de la velocidad binaria para imágenes de calidad de radiodifusión constituye una tarea ingente, y en las contribuciones se informa sobre una amplia gama de métodos y técnicas para la reducción de la velocidad binaria. En el punto 2 de este Informe se presenta una revisión de estas técnicas.

El punto 3 de este Informe presenta un análisis de la información disponible agrupando los sistemas según las aplicaciones prácticas.

Para comparar sistemas alternativos es necesario llegar a un acuerdo sobre cómo se establecen los objetivos y cómo deben evaluarse los sistemas. El punto 4 describe las categorías de degradaciones susceptibles de producirse en los sistemas de reducción de la velocidad binaria y su evaluación, incluyendo los métodos de evaluación subjetiva.

El Informe concluye en el punto 5 con una evaluación de los futuros estudios que la Comisión de Estudio 11 podría emprender.

2. Procedimientos y técnicas de reducción de la velocidad binaria

La representación MIC de las señales de video necesita velocidades binarias de aproximadamente 100 Mbit/s y 216 Mbit/s para las señales compuesta y de componentes respectivamente. Existen varias fuentes de redundancia en las señales de televisión que posibilitan la reducción de la velociad binaria, éstas incluyen la redundancia estadística, la redundancia espectral y la redundancia de percepción.

La redundancia estadística es consecuencia del alto grado de correlación espacio-temporal entre las muestras adyacentes de las imágenes. Generalmente, la redundancia estadística puede eliminarse o reducirse mediante un tratamiento totalmente reversible, es decir, sin introducir degradaciones en el proceso.

La redundancia espectral es consecuencia del sobremuestreo. La señal de video es esencialmente tridimensional (vertical, horizontal y temporal). Los esquemas de muestreo ortogonales (alineados) son, en general, poco eficaces en términos de utilización del espectro (anchura de banda). Utilizando los esquemas de muestreo apropiados y las propiedades espectrales y dimensionales de la señal muestreada, puede reducirse la frecuencia efectiva de muestreo (submuestreo). Los procesos de submuestreo e interpolación producen una perturbación de la señal (irreversible).

Las propiedades del sistema visual humano, es decir el mecanismo ojo-cerebro, crean lo que se denomina redundancia de percepción. Aprovechando estas propiedades, puede reducirse la visibilidad de las degradaciones causadas por la reducción de la velocidad binaria en condiciones de visión normales. Por ejemplo, la visibilidad del ruido varía con el nivel de brillo de la imagen. Otro ejemplo es el fenómeno de enmascaramiento donde las elevadas actividades espacio-temporales de la imagen tienden a enmascarar las degradaciones debidas a la codificación o al tratamiento.

Un elemento muy importante a considerar en los sistemas de reducción de la velocidad binaria es el criterio de la fidelidad. Los requisitos de calidad de la imagen dependen de la aplicación deseada. Es importante reconocer que los requisitos de la calidad de la imagen para su presentación en pantalla en condiciones normales de visión son bastante diferentes de los necesarios para un tratamiento posterior. Por tanto, al seleccionar los sistemas, técnicas y parámetros de reducción de la velocidad binaria, es importante tener en cuenta las propiedades del receptor, es decir el sistema visual humano o un equipo de tratamiento. En general, los requisitos de calidad de la imagen para un tratamiento posterior son más exigentes que los de la presentación visual.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Un códec de vídeo corriente puede dividirse, según las funciones que realiza, en las siguientes partes fundamentales:

- Interfaces analógicos: realizan todas las funciones de pre y postratamiento analógico. Incluyen igualmente las operaciones de conversión analógica a digital y digital a analógica. En aquellos casos en que la señal de entrada o de salida está en formato digital (por ejemplo, según la Recomendación 601) no se necesitan estas operaciones.
- Funciones de pre y postratamiento digital: incluyen operaciones tales como la reducción de ruido, el prefiltrado y el posfiltrado digitales, el submuestreo, etc.
- Funciones de reducción de la velocidad binaria; incluyen la aplicación práctica de los algoritmos y técnicas de reducción de la velocidad binaria para llevar la velocidad binaria al nivel deseado. Las funciones inversas se realizan en el decodificador para reconstruir las señales.
- Funciones periféricas: incluyen todas las otras funciones tales como los interfaces de canal, la codificación de canal, la multiplexación, la formación de la trama, etc.

2.1 *Técnicas de pretratamiento y postratamiento*

Las técnicas de pretratamiento se aplican a las señales de video para preparar la señal con vistas a una codificación eficaz y reducir al mínimo las degradaciones de la señal. Estas constan generalmente de un filtrado digital lineal o no lineal para la reducción del solape del espectro antes del submuestreo. Se utilizan igualmente para la reducción del ruido. Las técnicas de postratamiento incluyen el filtrado de interpolación o de mejora, y en algunos casos pueden incluir la reducción del ruido a la salida.

2.1.1 *Prefiltrado multidimensional*

Una de las técnicas utilizadas en la reducción de la velocidad binaria es el submuestreo espacio-temporal. Este implica reducir las frecuencias efectivas del muestreo espacial y/o temporalmente. Para reducir los efectos del solape del espectro se utilizan filtros paso bajo uni o multidimensionales. Las componentes de ese solape afectan a la calidad de la imagen y disminuyen la eficacia de los sistemas de reducción de la velocidad binaria lo que se traduce a su vez en una inferior calidad de la imagen.

El proyecto y la selección de la técnica del prefiltrado adecuada está estrechamente relacionada con el esquema de muestreo utilizado. Para los esquemas de muestreo ortogonales, se lleva a cabo un prefiltrado en la dirección del submuestreo. Esto requerirá generalmente reducir la resolución de la imagen a medida que las componentes del solape coincidan con las componentes de la banda base. En el caso de los esquemas de muestreo no ortogonales, por ejemplo, esquemas de líneas al tresbolillo o tramas al tresbolillo, se puede necesitar un filtrado multidimensional. Para un esquema de muestreo cuidadosamente elegido, las componentes de solape no se superpondrán con las componentes de banda de base. En este caso pueden eliminarse mediante un filtrado posterior.

2.1.2 *Reducción del ruido*

Tradicionalmente, se han utilizado reductores de ruido en la radiodifusión de televisión con el fin de mejorar la calidad de la imagen para ciertos tipos de material de video. Para bajas velocidades binarias, que quieren grandes relaciones de compresión, por ejemplo 4 : 1 u 8 : 1, puede resultar necesaria la reducción del ruido. Los beneficios que se obtienen al utilizar la reducción del ruido no se limitan a mejoras en la calidad de la imagen sino que resultan útiles para una operación eficaz de reducción de la velocidad binaria.

En [CCIR, 1986-90a] y Drewery y otros, 1984] figuran ejemplos de estos sistemas, que exponen las conclusiones de estudios teóricos y experimentales y la metodología para calcular la efectividad de la supresión del ruido.

2.1.3 *Interpolación espacio-temporal*

En aquellos casos en que se utilizan técnicas de submuestreo para la reducción de la velocidad binaria, se requiere una interpolación espacio-temporal El diseño de los filtros de interpolación está estrechamente relacionado con el esquema de muestreo específico utilizado.

2.2 *Técnicas de codificación con predicción*

En las técnicas de codificación con predicción, se obtiene una predicción de la presente muestra de la imagen utilizando las muestras de imagen previamente codificadas (generalmente conocida como MICD). El error de predicción, es decir, la diferencia entre el valor de la muestra presente y la predicción, se cuantifica, codifica y transmite. En el receptor, se realizan las operaciones inversas para reconstruir la señal.

Existe ya una amplia bibliografía que trata de las técnicas de codificación con predicción. Generalmente se realiza una clasificación de los diferentes métodos según el origen de la información utilizada para elaborar la prediccion. Estas pueden dividirse en técnicas «dentro de trama» donde la información utilizada para elaborar la predicción pertenece únicamente a la trama presente, y las técnicas «entre tramas», donde se utiliza la información de las tramas anteriores (y posiblemente de la trama presente) para elaborar la predicción.

2.2.1 *Técnicas de codificación dentro de trama con predicción*

Las técnicas dentro de trama pueden clasificarse como de una o dos dimensiones. En las técnicas unidimensionales la señal de predicción se elabora utilizando muestras codificadas previamente tomadas exclusivamente de la línea presente. La forma más sencilla es el predictor del elemento previo donde la muestra anterior (algunas veces ponderada mediante un factor inferior a la unidad) se utiliza para elaborar la predicción.

Los predictores de una dimensión tienen la ventaja de la sencillez de realización. Además, la propagación de los errores del canal viene limitada a la línea donde se producen. Sin embargo, la relación de compresión conseguible es relativamente moderada; a menos que se tolere una pérdida de la calidad de la imagen [Sistemas 12, 15, 26 y 36]. Para facilitar la localización de las referencias, los sistemas particulares de reducción de la velocidad binaria se citan con unos números (aplicables solamente en el presente texto), que corresponden a las contribuciones pertinentes del Grupo Interino de Trabajo 11/7.

En las técnicas de codificación con predicción de dos dimensiones, la predicción se realiza utilizando los elementos codificados previamente tomados de la línea presente y de las líneas anteriores de la misma trama [Sistemas 11, 13, 21, 30 y 42]. En general, las técnicas de dos dimensiones resultan más eficaces que el caso unidimensional.

Se ha informado igualmente [Sistema 42] y [CCIR, 1982-86a] sobre técnicas híbridas MIC/MICD. Estas implican la transmisión periódica de muestras MIC, basando la predicción sobre aquellas muestras MIC transmitidas. Este método proporciona un cierto grado de inmunidad frente a los errores del canal.

2.2.2 *Técnicas de codificación entre tramas*

Mientras que las técnicas de codificación dentro de trama examinadas en el punto anterior aprovechan las propiedades espaciales de la señal, las técnicas entre tramas aprovechan las propiedades tanto temporales como espaciales. En esencia, estas técnicas aprovechan la naturaleza tridimensional de la señal de televisión y son esenciales para situaciones donde se necesitan relaciones de compresión más elevadas manteniendo aún una buena calidad de la imagen. Las técnicas de predicción entre tramas pueden clasificarse en dos categorías principales, técnicas normales entre tramas y técnicas de movimiento compensado.

2.2.2.1 *Técnicas normales entre tramas*

En estas técnicas, para elaborar la predicción, pueden utilizarse los elementos de las tramas presentes y anteriores. La configuración del predictor y los coeficientes de predicción son fijos. Generalmente funcionan muy bien en zonas estacionarias de la imagen; sin embargo, su comportamiento se deteriora en las zonas de la imagen que se mueven o cambian.

2.2.2.2 *Técnicas de movimiento compensado*

La idea básica de las técnicas de predicción entre tramas con movimiento compensado consiste en la estimación del movimiento de diferentes objetos desde una trama (o cuadro) a la siguiente, realizando la predicción en la dirección del movimiento [Sistemas 4, 7, 8 y 9].

Un elemento clave de este procedimiento es el método de la estimación del desplazamiento (movimiento). En la literatura se han presentado varios métodos. Entre ellos están el método de adaptación del patrón y el método de los elementos de imágenes (pel) recurrentes.

La estimación del desplazamiento puede llevarse a cabo antes de la codificación, en cuyo caso los vectores de desplazamiento habrán de transmitirse al receptor. Los métodos de segmentación identifican zonas de la imagen que pertenecen al mismo vector de movimiento para limitar la velocidad binaria suplementaria requerida. Como alternativa, la estimación del movimiento puede llevarse a cabo en base a la información previamente codificada. En este caso las estimaciones de desplazamiento no han de transmitirse y pueden generarse en el receptor.

En [CCIR, 1986-90 b] se indican varios niveles de complejidad de s segmentación.

2.2.3 *Técnicas de codificación con predicción adaptable (conmutada)*

Cualquier proceso de predicción supone un cierto modelo de imagen. Los predictores unidimensionales (dentro de línea) suponen que la imagen consta principalmente de bordes horizontales o de zonas uniformes, los predictores bidimensionales amplían este modelo ligeramente a las segundas dimensiones.

Las técnicas normales entre tramas suponen que las imágenes consisten principalmente en zonas estacionarias. Obviamente no existe un modelo de imágenes preciso para televisión. Por tanto, el comportamiento de los esquemas fijos de predicción variará dependiendo de lo alejadas que estén las propiedades de la imagen en cuestión de las propiedades supuestas implícitamente.

Para mejorar la calidad de las técnicas de codificación con predicción, se han utilizado predictores adaptables (o conmutados) [Sistemas 4, 5, 14, 15, 22, 31 y 37]. En este procedimiento se elaboran dos o más predicciones y se selecciona la del predictor que proporciona el error de predicción más bajo. De esta forma puede adaptarse el proceso de predicción a las propiedades de la imagen en cuestión.

Los predictores pueden conmutarse «elemento de imagen por elemento de imagen» o en base a un grupo de elementos de imagen. Puesto que el receptor ha de conocer qué predictor se está usando en el transmisor, se ha de transmitir explícita o implícitamente la regla de selección del predictor. Las reglas de conmutación explícitas requieren la transmisión de una información necesaria de encabezamiento para indicar qué predictor se está utilizando. Las reglas implícitas se basan en la información previamente codificada y generalmente no necesitan la transmisión de este encabezamiento a expensas de alguna pérdida de calidad.

2.3 *Las técnicas de codificación por transformación*

En las técnicas de codificación por transformación, la señal se segmenta en bloques de 1, 2 ó 3 dimensiones. Cada bloque se transforma utilizando una de las transformadas ortogonales conocidas, por ejemplo la del Coseno Discreto, la de Hadamard, etc. Los coeficientes resultantes de la transformada se cuantifican, se codifican y transmiten. En el receptor, se realizan las operaciones inversas para reconstruir la señal [Sistemas 18, 20, 38, 44 y 51].

2.4 *Técnicas híbridas de predicción/transformación*

Estas técnicas combinan los métodos de codificación por transformación y codificación con predicción. Este proceso híbrido de codificación puede adoptar una entre varias formas. Un método consiste en una transformación espacial de dos dimensiones sobre bloques de imágenes, codificando después los coeficientes resultantes de la transformación mediante una técnica de codificación con predicción intertramas. Un segundo método implica la realización de una codificación con predicción intertramas en el dominio de los elementos de imagen. El error de predicción se codifica por transformada dentro del bucle de codificación con predicción. Obviamente la transformación inversa se lleva a cabo igualmente dentro del bucle de realimentación. El error de predicción codificado por transformación se transmite al receptor [Sistema 27].

2.5 *Otros métodos de codificación*

Además de las técnicas básicas descritas en los puntos anteriores, en la literatura se informa de otros métodos. Estos incluyen la codificación por grupos, la codificación con interpolación, la codificación de contornos, la transmisión de patrones almacenados [Sistema 43] y la codificación por truncado de bloques [CCIR, 1982-86b].

2.6 *Técnicas para la reducción de la velocidad binaria*

Todos los métodos anteriormente descritos no reducen la velocidad binaria por sí misma, sino que tienden a obtener una nueva señal más adecuada para su codificación utilizando un menor número de bits por muestra que el original. Sin embargo, debe señalarse que la magnitud de la reducción de redundancia que puede conseguirse, sin pérdida de información, es generalmente muy baja. Relaciones de compresión más elevadas pueden obtenerse únicamente recortando una cierta parte de las señales no redundantes. El procedimiento según el cual funcionan estas técnicas es el de la eliminación de la parte de información que resulta menos necesaria para la reproducción correcta de la imagen. Lo que significa que la degradación resultante, es menos visible o no es visible en modo alguno.

A continuación se indica un cierto número de técnicas que se utilizan para conseguir la reducción real de la velocidad binaria.

2.6.1 *Eliminación de los intervalos de sincronización y supresión*

La eliminación de los intervalos de sincronización y supresión, que son altamente redundantes, proporciona un ahorro apreciable de velocidad binaria sin introducir ninguna degradación de la calidad de imagen y es relativamente fácil de conseguir. Esta técnica resulta aplicable a todos los sistemas de codificación de televisión.

2.6.2 *Submuestreo*

El submuestreo espacio-temporal es el método más obvio de reducción de la velocidad binaria. En general, la consecuencia de este proceso es la pérdida de resolución de la señal. Sin embargo, con la utilización de un esquema adecuado de muestreo, junto con una operación correspondiente de prefiltrado, puede reducirse la repercusión del proceso de submuestreo sobre la calidad de la imagen [Sistemas 4, 7, 8, 9, 13, 19, 21, 22, 36, 37] y [CCIR, 1982-86c].

El submuestreo puede llevarse a cabo sobre toda la imagen o puede restringirse a ciertas zonas específicas de ella. Por ejemplo, en los codificadores multimodo, el submuestreo espacio-temporal puede utilizarse en los modos más elevados de la operación. Como alternativa, se aplica el submuestreo temporal a las zonas estacionarias y el submuestreo espacial se aplica a las zonas en movimiento. Obviamente el submuestreo condicional exige una caracterización precisa de las imágenes, por ejemplo, la segmentación en zonas en movimiento o zonas estacionarias.

El Documento [CCIR, 1986-90c] ofrece resultados de pruebas subjetivas realizadas con algunos filtros de submuestreo y muestra que las imágenes críticas pueden verse afectadas por el submuestreo. El documento propone que para cumplir los requisitos del intercambio de programas de gran calidad, en las redes de televisión digital se evite la utilización de los métodos de reducción de la velocidad binaria que entrañen submuestreo.

2.6.3 *Cuantificación*

La cuantificación efectiva implica la reducción del número de bits que representa cada muestra. Pueden utilizarse cuantificadores tanto uniformes como no uniformes. En la mayoría de los sistemas de reducción de la velocidad binaria se utilizan varios cuantificadores. La conmutación entre cuantificadores puede basarse en el modo en que está funcionando el codificador [Sistemas 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 28 y 42] o la conmutación puede basarse en las propiedades de la imagen en cuestión [Sistemas 21, 22 y 30].

Otro método utiliza el cuantificador «deslizante» [Sistema 36], donde la ley de cuantificación se elige en función del nivel de la señal. Este se basa en la consideración de que la señal de video no puede encontrarse fuera de una cierta gama de valores. De esta forma, se limita el error de predicción según el valor predicho. Así pues, la selección del cuantificador más adecuado se realiza de una vez a otra, según el valor de la predicción.

No es necesario llevar a cabo el proceso de cuantificación según un criterio de elemento por elemento. Este puede aplicarse simultáneamente a un grupo de elementos de imagen adyacentes. Son ejemplos de este proceso las técnicas de cuantificación vectorial y de cuantificación por bloques.

Las transformadas ortogonales efectúan cierto tipo de análisis espectral. Como la sensibilidad ocular disminuye con la frecuencia, la visibilidad del ruido de cuantificación que afecta a los coeficientes de la transformada es mínima cuando los pasos de cuantificación aumentan con el orden del coeficiente. Un planteamiento equivalente consiste en aplicar factores de escala a los coeficientes de la transformada, en función de su orden, y utilizar el mismo paso de cuantificación para todos los coeficientes. Estas transformadas modificadas se han denominado perceptuales. En [CCIR, 1986-90d] se indican los factores de escala óptimos para los cuales se reduce al mínimo la potencia de ruido de cuantificación ponderada.

2.6.4 *Cambio de umbrales y supresión de ruido en elementos de imagen aislados*

En la codificación con predicción, el error de predicción que cae por debajo de un determinado umbral se clasifica como despreciable y se pone a cero. Modificando este umbral, se variará el número de bits necesarios para representar el error de predicción cuantificado. El cambio de umbral proporciona un control relativamente fino de la velocidad binaria.

Además, muestras de los errores de predicción aislados que pueden clasificarse como ruido pueden suprimirse (fijarse a cero) [Sistemas 7 y 9]. Esto mejorará la eficacia de los procesos de codificación de longitud de palabra variable, por longitud de serie y por bloques que se analizarán posteriormente.

2.6.5 *Filtrado temporal*

Este proceso implica el tratamiento de la señal de error de predicción mediante una función lineal o no lineal. En su forma más sencilla, el error de predicción se multiplica por un valor α inferior a la unidad. El resultado del filtrado temporal consiste en una reducción de la magnitud del error de predicción. Generalmente, como consecuencia de este proceso se produce una reducción en la resolución temporal y otras degradaciones.

2.6.6 *Codificación de longitud de palabra variable*

La codificación con longitud de palabra variable (algunas veces denominada codificación por entropía) aprovecha las propiedades estadísticas de la señal de error de predicción cuantificada o de los coeficientes de la transformada cuantificados. Esto se consigue asignando un número inferior de bits a los valores de señal con frecuencia elevada de aparición y un número de bits superior a los niveles de señal con una baja frecuencia de aparición lo que da como resultado una representación de la señal con longitud de palabra variable, por ejemplo representación con el código de Huffman y conduce a una reducción de la velocidad binaria [Sistemas 4, 5, 10, 11, 14, 15, 19 y 28].

En [CCIR, 1986-90e] se propone un planteamiento alternativo basado en códigos binarios universales o casi universales. Estos códigos son muy eficientes para codificar palabras binarias largas suministradas por una fuente sin memoria. Con este objeto se conforman grupos de N bloques de transformada de coseno discreta DCT (por ejemplo, N=90 corresponde a ocho líneas). Las palabras recibidas por el codificador consisten en los N bits de un orden determinado tomados en los N coeficientes de un orden dado. La ventaja de este planteamiento es que la codificación de la entropía se vuelve independiente de las estadísticas de imagen.

2.6.7 *Codificación por bloques o por longitud de serie*

Este método implica dividir el error de predicción cuantificado o los coeficientes de la transformada en grupos de elementos de imagen, es decir «secuencias» o «bloques». Se codifica y transmite el comportamiento o la forma de la señal [Sistemas 18, 27, 38, 43 y 44].

Estudios realizados [CCIR, 1986-90f] han demostrado que las operaciones con bloques o matrices pueden en efecto simular muchos de los procesos involucrados en el procesado de señales digitales, tales como el filtrado o muestreo, así como la codificación por transformación. Esto puede ser particularmente útil ya que las matrices pueden combinarse fácilmente. Este concepto permitiría la definición y realización de una familia de sistemas.

2.7 *Codificación multimodo*

En los codificadores de video que utilizan la codificación con longitud de palabra variable, por longitud de secuencias o por bloques, los datos de video se generan a una velocidad variable. Puesto que la velocidad binaria de transmisión es generalmente fija, es necesario almacenar provisionalmente los datos. Para evitar que la memoria tampón se desborde o tenga un flujo insuficiente, se necesita un funcionamiento multimodo. El codificador tendrá varios modos de funcionamiento.

Los modos de funcionamiento se indican por M_0, M_1, ... M_n, cada modo representa una determinada elección de los parámetros de codificación (velocidades de muestreo, niveles de cuantificación, umbrales, etc.). Los R_{ij} representan las reglas de transición de modo (por ejemplo cambios de ocupación de la memoria tampón desde por debajo de T_i hasta por encima de T_i). En general, la mayoría de las transiciones no están permitidas, y las transiciones se producen entre modos adyacentes, o casi adyacentes.

Se denomina M_1 al modo principal de funcionamiento diseñado para unas características estadísticas «típicas» de las imágenes, y proporciona la total resolución disponible y la mejor calidad de imagen. M_0 es un modo de «subocupación» que garantiza que la memoria tampón no está vacía, transmitiendo quizá una señal MIC de 8 bits de resolución total. Puede considerarse igualmente un modo de reescritura para limitar la propagación de los errores de canal. Los modos M_2, M_3 ... M_n se denominan modos de «desbordamiento», solicitados sucesivamente en periodos de una mayor actividad de las imágenes. Para evitar que el codificador oscile entre dos modos, se establece una histéresis en las reglas de transición de modos.

El arte de diseñar codificadores multimodo implica la optimización tanto de los parámetros de codificación como de las reglas de transición entre modos. Este proceso se lleva a cabo mediante una evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes realizada sobre una base de datos con gran cantidad de información.

2.8 *Gestión de los errores del canal*

Es bien conocido que los errores del canal, causados por la interferencia y otras degradaciones en el canal, afectarán de forma adversa a la calidad final de la imagen. En los sistemas MIC, los errores del canal no se propagan más allá del elemento de imagen donde se produjeron. Sin embargo, en los sistemas que utilizan técnicas de reducción de la velocidad binaria, los errores se propagan más allá del elemento de imagen donde se produjeron. En general, se utilizan tres técnicas para disminuir la repercusión de los errores del canal sobre la calidad de la imagen. Estos son:

2.8.1 *Corrección de errores sin canal de retorno* (FEC)

Añadiendo algo de redundancia controlada a la información codificada, se proporciona una protección limitada frente a los errores del canal detectando y corrigiendo un cierto número de errores por bloque [Sistemas 4, 5 y 13]. En estos documentos se habla de varios de estos códigos, el código BCH (239, 255) que corrige hasta 2 errores, el código Read-Solomon (63, 59) y el código Wyner Ash (15, 16). Estos códigos pueden manejar de forma eficaz errores aleatorios. Sin embargo, para contrarrestar los errores por ráfagas, se utilizan técnicas de entrelazado.

2.8.2 *Detección de errores y ocultamiento*

Esta clase de técnicas implica la detección de errores seguida de un ocultamiento que implica la sustitución de los elementos de imagen incorrectos por la información extraída de los elementos de imagen circundantes. Esta modalidad se ha utilizado ampliamente en los sistemas MIC.

En los sistemas de codificación con predicción (MICD), su utilización se ha dirigido principalmente a los casos donde se utilizan predictores unidimensionales (dentro de línea). En gran medida, esto se debe a las propiedades de propagación de los errores en este tipo de sistemas. En el caso de los predictores espaciales de dos dimensiones, los errores se propagan en una forma que puede afectar a toda la trama. Por tanto, la puesta en práctica de las técnicas de ocultamiento puede exigir memorias de varias tramas. En el caso de los predictores entre tramas, puede que las técnicas de ocultamiento no resulten prácticas puesto que los errores se propagarán en la dirección temporal.

El problema de la propagación de los errores en los sistemas MICD puede aliviarse considerablemente añadiendo una limitación de estabilidad a los criterios de diseño del predictor [Sistema 13]. Esto puede conseguirse introduciendo una «fuga» deliberada en el proceso de predicción (predictor con fugas). Por tanto, las degradaciones causadas por la propagación de errores decaerán rápidamente y resultarán por tanto menos molestas.

2.8.3 *Reconstitución periódica*

Para limitar la propagación de los errores en el canal, se utiliza una reconstitución periódica en formato MIC. Esto implica la transmisión periódica de alguna de las muestras de imagen en formato MIC y tiene asimismo el efecto de eliminar degradaciones residuales de la imagen causadas por la codificación. Como alternativa, en los codificadores que utilizan varios predictores, puede conseguirse una reconstitución periódica activando únicamente el predictor dentro de línea y desactivando los restantes predictores, es decir, reconstitución MICD.

En los sistemas de reducción de velocidad binaria, la información transmitida al decodificador incluye información visual codificada así como información de encabezamiento y control, por ejemplo identificación de línea, identificación de trama, modo de funcionamiento, etc. En general, la información de control requiere un mayor grado de protección que la información visual codificada. Esto puede conseguirse añadiendo una mayor redundancia a la información de control y empleando las mismas técnicas FEC utilizadas para la información visual. Asimismo, puede utilizarse una técnica FEC diferente para la información de control y de encabezamiento.

3. Sistemas de reducción de la velocidad binaria para diferentes aplicaciones

Debe señalarse que, por razones prácticas las descripciones siguientes de sistemas de la reducción de velocidad binaria, se han clasificado por gamas de velocidad binaria. Algunos algoritmos de codificación indicados aquí con determinadas velocidades binarias pueden utilizarse también con otras velocidades.

El cuadro I resume las características principales de los sistemas sobre los cuales se han presentado contribuciones durante el presente periodo de estudios «, como respuesta a los cuestionarios publicados por el Grupo Interino de Trabajo 11/7 [CCIR, 1982-86d]». Algunas de estas características se señalan a continuación.

CUADRO I – *Resumen de los sistemas de reducción de la velocidad binaria*

Sistema N.º		19	12	13	26	42	76	13	13	21	30	36	22	31	37	28	20	38	51	74	4	18	44	27	75	43	13	14	13	15	15	10	11	5	8	9
Origen		D	FNL	G	I	G	OIRT	G	G	D	D	F	D	D	F	D	D	F	BEL	OIRT	J	CHN	EGY	I	OIRT	EGY	G	J	G	J	J	J	J	J	CAN	J
Situación	En estudio	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*				*						*	
	Experimental					*	*					*									*						*	*		*	*	*	*	*			*
	Práctico																																			
Componente	140 (155) Mbit/s	*	*	*	*	*																														
	50-70 Mbit/s				*		*	*	*																											
	30-34 Mbit/s									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*															
	6-20 Mbit/s																				*	*	*	*	*	*										
PAL	68 Mbit/s																										*	*	*							
	34 Mbit/s																																			
NTSC	44 Mbit/s																													*	*	*	*	*		
	30-32 Mbit/s																																		*	*
	15-20 Mbit/s																																			
Eliminación de la supresión	Supresión de línea	(1)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*					*		*	*	*	*	*	*
	Supresión de trama	(1)			*			*	*		*	*		*	*	*		*		*	*			*					*		*	*	*	*	*	*
Cuantificación	Lineal	*			*					*			*																							
	No lineal		*	*		*	*	*	*		*	*		*	*	*		*		*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Submuestreo	Horizontal	(1)						*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	(2)						*		*						*	(3)
	Vertical	(1)						(4)	(4)		(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)			*		(4)																
	Temporal											(4)													*												
MIC		*				*																														
MICD	Dentro de trama		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*					*							*	*	*	*	*		*		*
	Entre trama							*	*				*		*	*					*			*				*		*	*			*		*
	Dentro de cuadro													*																			*	*			
	Entre cuadros												(5)	*		*					*			*											*	*

(1) (1)
(2) (4)
(3)

CUADRO I *(continuación)*

Sistema N.º		19	12	13	26	42	76	13	13	21	30	36	22	31	37	28	20	38	51	74	4	18	44	27	75	43	13	14	13	15	15	10	11	5	8	9
Origen		D	FNL	G	I	G	OIRT	G	G	D	D	F	D	D	F	D	D	F	BEL	OIRT	J	CHN	EGY	I	OIRT	EGY	G	J	G	J	J	J	J	J	CAN	J
Transformación	2-D 3-D																*	*	*			*	*	*												
Entropía	Longitud de palabra variable				*					*			*			*	*				*							*		*		*	*	*	*	
Otros																				*					*	*										
Control adaptable	Cuantificador Predictor									*	*	*	* *	*	* *	* *	*	*			* *								* *		* *		*	*	* *	*	* *
	Compensación de movimiento Coeficientes de la transformada																			*	*	*													*	*
Corrección de errores										*		*				*				*	*	*						*	*	*	(6)			*	*	
Aplicación	Contribución Distribución Satélite	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(1) C parcialmente, dependiendo de la velocidad de muestreo.
(2) Y y/o C parcialmente, dependiendo de la velocidad de muestreo.
(3) Parcialmente, dependiendo del modo seleccionado.
(4) C únicamente.
(5) En combinación con predicción dentro de trama únicamente.
(6) Opcional.

3.1 Métodos de reducción de la velocidad binaria para señales de TVAD

Se llevan a cabo estudios sobre aspectos de la transmisión digital de señales de televisión de alta definición, en los que la reducción de la velocidad binaria es un proceso esencial. Para este trabajo se pueden aprovechar los resultados de los estudios sobre métodos de transmisión para el nivel 4:2:2 contenidos en la Recomendación 601 y descritos en el siguiente punto, así como los trabajos conexos sobre algoritmos normalizados y especificaciones de códec para transmisiones a 34, 45 y 140 Mbit/s.

Los estudios están destinados tanto a las redes de contribución como a las de distribución, y en ellos se tiene en cuenta la Decisión 18. No siempre resulta fácil hacer una distinción entre esas aplicaciones. En términos generales, las aplicaciones de contribución son aquellas destinadas al tráfico entre estudios que requieren señales de una fidelidad tal que les permita soportar el postratamiento en estudio después de pasar a través de un proceso de codificación/decodificación digital. En el caso de la distribución a los telespectadores, la codificación se aplica a señales que ya pueden haber sido codificadas en formatos analógicos o digitales, y constituye la parte final del proceso de distribución a los hogares. Con frecuencia, la distribución a los telespectadores se verá influída por las ventajas económicas que reporta poseer un decodificador de bajo costo en el hogar.

3.1.1 Contribución (distribución entre entidades de radiodifusión)

a) En el Documento [CCIR, 1986-90g] se describe un algoritmo de codificación en la fuente basado en la MICD con conformación de ruido para aplicaciones de contribución de TVAD que utiliza una velocidad de transmisión de 565 Mbit/s. En ese método se toma como hipótesis una frecuencia de muestreo de 72 MHz para la luminancia y de 36 MHz para las dos señales de diferencia de color, y un total de 1 152 Mbit/s que habrá que reducir aproximadamente en un factor de dos; una MICD con predicción 2D (coeficientes positivos fijos 1/2, 1/4, 1/4) y cuantificación fija (5 bits para la luminancia y 4 bits para las señales de diferencia de color) es suficiente para obtener la elevada calidad de imagen requerida. Para fabricar un códec compacto se utilizan chips-CMOS específicos de 1,5 μm.

b) En el Documento [CCIR, 1986-90h] se describe la disposición de un sistema de codificación para TVAD a 120/140 Mbit/s, que ya se ha aplicado a un soporte físico compacto con fines prácticos. La finalidad del sistema es transmitir señales de TVAD a través de un transpondedor de 72 MHz de anchura de banda de un satélite Intelsat, o por medio de la cuarta jerarquía digital del CCITT de un cable de fibra óptica. Las principales técnicas de reducción de la velocidad binaria utilizadas son las siguientes:

- eliminación de los intervalos de supresión de trama y tratamiento en líneas alternadas para dos componentes de color,
- un muestreo sub-Nyquist 1/2 con una estrutura de desplazamiento de línea, y
- modulación MICD dentro de la trama con un filtro de conformación adaptable al ruido y un cuantificador adaptable.

c) En el Documento [CCIR, 1986-90i] se indican algunos resultados preliminares obtenidos utilizando el algoritmo DCT. Ese documento trata de las señales de TVAD con los valores de parámetros propuestos en el Documento [CCIR, 1986-90j]) que utilizan barrido progresivo y tienen como resultado una velocidad binaria de 2 304 Mbit/s. Se hace referencia al intenso trabajo llevado a cabo durante el presente Periodo de Estudios, destinado a la especificación de un códec de contribución de 34/45 Mbit/s para señales digitales convencionales, según lo dispuesto en la Recomendación 601. En ese documento se indica que los resultados prometedores obtenidos han conducido a varias organizaciones a aplicar esas técnicas de reducción de la velocidad binaria a las señales de TVAD, con el objetivo de utilizar códecs de contribución de TVAD a 140 Mbit/s. Se hace hincapié en que no es conveniente efectuar una simple extrapolación de estos resultados, pues a) se necesita una relación de compresión más alta, b) con el barrido progresivo se obtiene un contenido de información más rico y c) a causa de la elevada velocidad de datos, deben tenerse en cuenta las limitaciones concretas de los algoritmos para poder aplicarlos en un soporte físico compacto.

En algunos proyectos cooperativos europeos se llevan a cabo los estudios adicionales necesarios para adaptar los códecs convencionales a la TVAD. Un Grupo de Expertos sobre DCT realiza simulaciones basadas en el algoritmo de codificación DCT propuesto. Aunque es necesario proseguir los trabajos, el Grupo afirma que la ampliación del algoritmo ha dado resultados prometedores en lo que respecta a los formatos de TVAD con exploración tanto entrelazada como progresiva. Llega a la conclusión de que es posible considerar el canal a 140 Mbit/s para la transmisión de señales de TVAD en ambos formatos, conservando así en la transmisión todas las ventajas de la exploración progresiva.

d) En el Documento [CCIR, 1986-90k] se hace una reseña de los sistemas de decodificación de sonido MICD-NI, que también pueden aplicarse en las instalaciones en estudios. Se indica que con una MICD-NI de 48 kHz entre 16 y 11 bits y una MICD-NI de 32 kHz entre 15 y 8 bits es posible reproducir aproximadamente la misma calidad que la obtenida con una MIC lineal de 48 kHz a 16 bits y una MIC-NI de 32 kHz entre 14 y 10 bits, respectivamente, que son los sistemas de radiodifusión por satélite utilizados en el Japón.

3.1.2 Distribución (a los telespectadores)

a) En el marco del proyecto Europeo Eureka-95 se ha desarrollado un códec de reducción de la velocidad binaria para señales HD MA, según se describe en el Documento [CCIR, 1986-90l]. Esa técnica utiliza un híbrido de MICD de 5 bit y MIC de 8 bits con un cuantificador reflejado, para reducir la velocidad binaria de un múltiplex HD-MAC al nivel de transmisión H4 de aproximadamente 140 Mbit/s. El método es de aplicación sencilla, riguroso en presencia de errores de transmisión, y puede transmitir señales HD-MAC cuando éstas se encuentran aún en su forma aleatorizada. En la IBC 88, Brighton, Reino Unido, se efectuó una demostración de ese tipo de códec, utilizándolo para transmitir señales HD-MAC digitalizadas a lo largo de 2 km de fibra óptica.

b) En el Documento [CCIR, 1986-90m] se describe otro método de codificación HD-MAC desarrollado también en el marco del proyecto Eureka-95. Con este método se demultiplexa la señal MAC/paquetes en componentes de vídeo y de sonido/datos y luego se codifican las componentes separadamente.

Para la señal vídeo se utilizan técnicas Van Buul combinadas con MICD híbrida no autoadaptable, con un cuantificador plegado. Para reducir aún más la sensibilidad a los errores de transmisión causados por el método de codificación, cada 9 muestras se sustituyen las palabras de código MICD a 7 bits por las palabras de código de entrada MIC de 8 bits.

En el caso de los paquetes de sonido/datos, se utiliza la transmisión binaria (1 bit) de la información duobinaria decodificada. Esta codificación se puede realizar también cuando los dos componentes se encuentran en forma aleatorzada.

Para la transmisión se realiza una multiplexión de la señal codificada HD-MAC, de modo que la totalidad de la señal se ajuste al canal vídeo del contenedor de televisión, según se describe en el Documento [CCIR, 1986-90n].

c) El Documento [CCIR, 1986-90o] contiene una descripción de la transmisión digital de la señal MUSE (para una información más detallada sobre la señal MUSE véase el Anexo II del Informe 1075). Se considera que el sistema de transmisión digital descrito es ventajoso, especialmente cuando el destino exige únicamente una señal codificada en MUSE. En el documento se afirma que con el sistema MUSE-MICD es posible realizar la transmisión digital de la señal MUSE a una velocidad binaria de aproximadamente 135 Mbit/s. Prosiguen los estudios relacionados con el perfeccionamiento y las aplicaciones de ese sistema.

d) En el Documento [CCIR, 1986-90p] se describen los principios de codificación para la reducción de la anchura de banda en la HD-MAC a efectos de la emisión de imágenes de TVAD derivadas de la norma propuesta 1250/50/1; contiene un Informe sobre la marcha de los estudios en el marco del proyecto Eureka-95. En este documento se explica que la HD-MAC se optimiza para permitir la introducción de servicios de TVAD en los canales establecidos por la CAMR-RS 1977, preservando al mismo tiempo la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes. Se examinan los métodos de reducción de anchura de banda utilizados, con inclusión del concepto de TVAD (televisión con complemento digital) y la codificación multi-rama. Se hace hincapié en algunos compromisos de diseño, y se hace referencia a las evaluaciones subjetivas que han conducido al proyecto Eureka a adoptar el sistema.

e) En el Documento [CCIR, 1986-90q] se examinan los diferentes efectos subjetivos de los errores en los bits debidos a tres esquemas diferentes de codificación para la transmisión de imágenes fijas de TVAD. En el caso de señales componentes MIC lineal, de una señal MIC submuestreada y de una señal MICD submuestreada, se determinó que los valores relativos de la proporción de bits erróneos para los cuales se juzgó que la degradación subjetiva era igual a 1, 1/6 y 1/10 respectivamente, en lo que se refiere al límite apenas perceptible de la degradación.

3.1.3 Conclusión

En estudios que han sido objeto de informes se demuestra que existen varias técnicas de reducción de la velocidad binaria que permitirán realizar la transmisión de señales digitales de TVAD a aproximadamente 140 Mbit/s. Los trabajos prácticos actualmente en curso sobre códecs para el nivel 4:2:2 de la Recomendación 601 proporcionarán más información al respecto. Cabe esperar que las decisiones finales, en lo que respecta a los métodos de normalización, dependerán de los parámetros digitales elegidos para la producción en estudio y para el intercambio internacional de programas de televisión de alta definición.

3.2 *Sistemas de reducción de la velocidad binaria para señales componentes del tipo 4 : 2 : 2*

3.2.1 *Sistemas de 140 Mbit/s*

La mayoría de estos sistemas mantienen íntegramente la resolución espacial y temporal de la señal de televisión con arreglo a la Recomendación 601 y cumplen así las exigencias de calidad de funcionamiento de los enlaces cuando es necesario procesar el tren de datos de salida. En [CCIR, 1982-86e] figuran algunos aspectos generales de la elección de parámetros de codificación para enlaces de televisión.

Se han aplicado tres técnicas diferentes para la codificación de las señales de componentes a 140 Mbit/s: la codificación MIC, la codificación MICD y la codificación MICD híbrida.

En [Sistema 19] y [CCIR, 1982-86f] se indican ciertas propuestas de codificación para una futura red de distribución en el área local, que utiliza codificación MIC de 8 bits con cuantificación uniforme para las componentes tanto de luminancia como de diferencia de color. La reducción de la velocidad binaria se obtiene eliminando la supresión de línea junto con un submuestreo horizontal y/o vertical de las señales de diferencia de color.

En [Sistema 12] se describe un sistema MICD donde las velocidades de muestreo son las mismas que en el sistema de codificación 4 : 2 : 2 si bien se aplica una predicción con las muestras anteriores de las señales de luminancia y diferencia de color, utilizando una cuantificación de 6 bits para la señal *Y* y una cuantificación de 4 bits para las señales U, V. El [Sistema 13] describe un esquema MICD no adaptable con un predictor de 9 elementos bidimensional para *Y* y un predictor con las muestras anteriores para *U* y *V*, utilizando 6 bits por muestra para las señales tanto de luminancia como de diferencia de color. Otro estudio [Sistema 26] para verificar las prestaciones en cuanto a la inserción óptima del color, utiliza un simulador en tiempo real para deducir las mejores características de cuantificación y una codificación óptima de longitud variable.

Un método MICD híbrido (MICDH) se presenta en [Sistema 42]. La cuarta muestra de la fuente, en una estructura de líneas al tresbolillo, permanece como una muestra MIC de 8 bits sin modificar y los valores de estas muestras se utilizan entonces como base de los predictores/interpoladores de dos dimensiones para las muestras MICD que intervienen.

En [CCIR, 1982-86a .] se describe una propuesta adicional. Utilizando una característica de cuantificador plegado y un MICD híbrido propuesto por Van Buul [Van Buul, 1978] puede reducirse significativamente la degradación de la calidad de la imagen debida a efectos de sobrecarga. Además, puede obtenerse una sensibilidad a los errores de transmisión comparable a la de los sistemas con representación MIC. En [CCIR, 1986 - 90 r] se dan algunos aspectos de realización práctica basados en el uso de tablas de memorias a fin de conseguir un alto grado de libertad en la optimización del esquema de codificación.

Para el caso concreto de la transmisión de punto a punto a velocidades binarias de unos 140 Mbit/s, cuando las principales exigencias son la calidad de la imagen para radiodifusión, la salvaguarda de la capacidad de procesamiento post-producción 4:2:2 y un códec no demasiado complejo, la UER ha indicado en [CCIR, 1986-1990 s y t] las principales características de ese sistema, que es el sistema de referencia citado en el Informe 1234. . En el Cuadro II se especifica un sistema de codificación basado en esa propuesta de referencia. En la República Federal de Alemania [CCIR, 1986-90u] y en Francia [CCIR, 1986-90v] se está progresando en la realización de los equipos.

En la Recomendación 721 se describen las características de códecs para sistemas de 140 Mbit/s.

CUADRO II

Especificación de un sistema de codificación YUV para su empleo a 140 Mbit/s

Entrada/salida imagen	Norma	Vídeo digital de 625 líneas en forma de componentes
	Codificación	Señales 4:2:2 conformes a la Recomendación 601
	Interfaz	Bits en paralelo o bits en serie de conformidad con la Recomendación 656
Procesado previo	Supresión de trama	Eliminación de los intervalos de supresión horizontales y verticales
	Submuestreo	Ninguno
	Filtrado previo	Ninguno
Codificación	Predictor	Intratrama de dos dimensiones $X = \frac{A+C}{2}$ C A X X O Para las componentes de luminancia y de diferencia de color
	Control adaptable de los predictores	Ninguna
	Compensación del movimiento	Ninguna
	Características de los cuantificadores	Cuantificador plegado combinado con la técnica de Van Buul
	Bits/muestra	6, cada uno para las componentes de luminancia y de diferencia de color
	Codificación de longitud variable	Ninguna
Post-procesado		Ninguna
Velocidad de datos vídeo		124 416 kbit/s

3.2.2 *Sistemas de 50-70 Mbit/s*

Se pueden conseguir señales sin pérdida de calidad de la imagen o con una pérdida despreciable de la calidad en cuanto a la inserción del color en comparación con las señales 4 : 2 : 2 a la velocidad binaria jerárquica de 140 Mbit/s. Utilizando el siguiente nivel normalizado inferior, 34 Mbit/s, la calidad de la imagen resulta generalmente equivalente a la de las señales compuestas analógicas existentes, mientras que la capacidad de proceso se reduce sin duda alguna con respecto a la de las señales 4 : 2 : 2. Algunas administraciones estiman que una velocidad no jerárquica del orden de 68 Mbit/s, podría constituir un compromiso atractivo entre los posibles costes del enlace y las posibilidades de funcionamiento disponibles, recordando que las velocidades binarias del orden de 50 a 60 Mbit/s pueden resultar igualmente factibles para el intercambio de programas a través de los futuros satélites de comunicaciones [Sistema 17].

En [Sistema 76] se describe un sistema MICD que utiliza 5 bits por muestra y que tiene una velocidad binaria global de 70 Mbit/s incluyendo señales auxiliares. Se basa en una relación de muestreo de 4 : 1 : 1 con una transmisión de color según la secuencia de líneas junto con la eliminación de la supresión horizontal.

En [CCIR, 1986- 90w] figura cierta especificación de un sistema que funciona a la velocidad de 68 Mbit/s aproximadamente, así como una breve información sobre dos posibles alternativas. Este sistema especificado no supone el submuestreo de la fuente 4:2:2 y se basa en MICD con predicción fija de multielementos, cuantificación adaptable y codificación de longitud variable.

Se ha investigado, según dos métodos diferentes, la reducción de la velocidad binaria de las señales componentes *YUV* a aproximadamente 52 Mbit/s, utilizando un MICD no adaptable de elementos múltiples con un algoritmo de predicción de dos tramas y una cuantificación no lineal de 32 niveles para aplicaciones con calidad de radiodifusión [Sistema 13].

En el método MDT, la frecuencia de muestreo de la luminancia se reduce a 10,125 MHz y se utiliza el submuestreo de la diferencia de color reduciendo la frecuencia de muestreo horizontal a 3,375 MHz y tomando la mitad de la frecuencia de muestreo vertical (diferencia de color según líneas secuenciales). En el método MDF las componentes de diferencia de color se añaden a la componente de luminancia sobre una subportadora fuera de banda a la mitad de la frecuencia de muestreo de 6,75 MHz. En ambos casos, se encontró que la calidad de la imagen era comparable o mejor que la de las señales compuestas analógicas codificadas; sólo se introdujo cierta reducción en las posibilidades de tratamiento en relación con 216 Mbit/s debido a las anchuras de banda reducidas de las componentes de diferencia de color.

3.2.3 *Sistemas a 30-34 Mbit/s*

La velocidad de datos de 30-34 Mbit/s resulta de especial interés para la transmisión de programas de televisión por circuitos terrenales y por satélite. Según [CCIR, 1982-86g], a esta velocidad se puede obtener una buena calidad para la distribución. Queda por determinar qué calidad se puede obtener a 34 Mbit/s y cómo se relaciona ésta con la calidad necesaria para los enlaces afluentes.

Para la transmisión a 34 Mbit/s se han propuesto varios sistemas que utilizan una predicción no adaptable, una cuantificación fija o conmutada junto con una conversión de la velocidad de muestreo introduciendo así un muestreo sub-Nyquist y una relación de 4 : 1 entre las frecuencias de muestreo para las componentes de luminancia y de diferencia de color.

En [Sistemas 21 y 30] se presentan ejemplos de esquemas de codificación MICD con predicción fija que utilizan frecuencias de muestreo de 9 MHz para la luminancia y de 2,25 MHz para las señales de diferencia de color.

Otro método [Sistema 36] comienza con una codificación inicial de la imagen de 12 : 6 : 6 MHz. Después de la eliminación de la supresión de trama y de línea, se utiliza una técnica de codificación de dos etapas mediante un submuestreo de líneas al tresbolillo.

En [Sistema 22] se describe un esquema de codificación MICD adaptable que utiliza velocidades de muestreo de 9 MHz para la señal de luminancia y 2,25 MHz para las señales de color y donde se emplea la predicción dentro de trama o entre tramas cuando el contenido de la imagen es fijo y la predicción entre tramas cuando el contenido se mueve.

Otros enfoques utilizan la selección del predictor adaptable entre las técnicas intertramas e intratrama, intercuadros e intracuadro o intratrama e intercuadros en los cuales las velocidades de muestreo de luminancia de 10,125 MHz y de 3,375 MHz para las señales de diferencia de color, se utilizan conjuntamente con la transmisión de líneas alternas de las señales C_R, C_B [Sistema 31 y 37] o con la transmisión simultánea de las señales C_R, C_B incluyendo codificación de longitud variable [CCIR, 1986 - 90x].

En [Sistema 28] se representa un códec MICD entre tramas/dentro de trama que permite la transcodificación entre las diferentes velocidades de datos normalizadas en las diferentes regiones sin una reconstrucción previa al nivel MIC. El concepto que consiste en seleccionar las características de cuantificación y las palabras del código de longitud variable asociadas a la capacidad de la memoria tampón de salida y en señalizar al decodificador los cambios de predictor permite mantener la calidad de imagen alcanzable en los sistemas de transmisión de velocidades superiores.

En [CCIR, 1982-86h] se describe un método MICD a 34 Mbit/s en el que se utiliza codificación de longitud variable y transmisión de la longitud residual en el intervalo de supresión horizontal.

En [CCIR, 1986-90y] se describe un sistema MICD adaptable utilizando muestreo 4:1:0 a fin de conseguir una velocidad binaria de aproximadamente 30 Mbit/s para la señal de imagen. En él se utilizan varios predictores intratrama y uno intercuadros. La cuantificación es también adaptable; las funciones de actividad controlan todo el proceso de adaptación. Se procesan todas las muestras de luminancia, pero las diferencias de color son submuestreadas una de cada dos horizontalmente y una de cada dos temporalmente. La salida de los bucles MICD alimentan a los codificadores de longitud variable, y el estado de la memoria tampón es realimentado al control de adaptabilidad con fines de regulación. El sistema se realizó mediante simulación utilizando desarrollos de soporte físico preliminares.

El [Sistema 4] presenta un códec universal para sistemas tanto de 525 como de 625 líneas que resulta aplicable a las velocidades binarias de los terceros niveles jerárquicos MIC recomendados por el CCITT (32, 34 y 44 Mbit/s), sin modificaciones significativas en la configuración física que tiene unos interfaces de entrada/salida conformes a las Recomendaciones 601 y 604. Este códec utiliza un nuevo esquema de predicción adaptable, denominado MAP («Median Adaptive Prediction» – predicción adaptable mediana) basado en la combinación de una predicción de movimiento compensado entre tramas, entre cuadros y dentro de cuadro que permite la transmisión de programas de radiodifusión de televisión a 30 Mbit/s.

En [CCIR, 1986-90z; 90aa] se describe la actividad del Grupo de Expertos en el GIT CMTT/2 y las consideraciones hechas en un esfuerzo para establecer un sistema de referencia derivado de dos codecs reales para velocidades binarias correspondientes al nivel de acceso H2 del CCITT, a la vista de un nuevo Proyecto de Recomendación a realizar en este periodo de estudios del CCIR. Este sistema utiliza prefiltrado 3:1:1 después del interfaz 4:2:2, lo que se ha considerado un buen compromiso entre resolución y ruido de codificación, y una estructura intercuadros de movimiento compensado, predicción adaptable intertramas e intratrama, cuantificador adaptable y codificación de longitud variable para conseguir los objetivos de calidad establecidos en [CCIR, 1986-90ab]. En cuanto a la protección contra errores del canal, en el sistema se utilizó un código corrector de errores doble BCH (255, 239).

En Suecia, se han realizado pruebas subjetivas / CCIR, 1986-90ac/ con un algoritmo realizado con soporte físico descrito en / Bengtsson y otros, 1986 / utilizando una velocidad binaria de imagen neta de 30 Mbit/s. Este algoritmo es parecido al sistema de codificación descrito en / CCIR, 1986-90ad /.

Las pruebas se realizaron de acuerdo con los métodos de la UER. Se utilizaron como referencia seis imágenes de pruebas con 4:2:2.

Los resultados de esta prueba muestran que este método de codificación cumple claramente los requisitos de calidad del nivel de degradación media 4,5 para la calidad de imagen básica del material de prueba utilizado.

Con respecto a la referencia 4:2:2, la diferencia en nivel de calidad se situó entre 0,0 y 0,25 a 6H, estando los niveles entre 4,46 y 4,81 para la imagen codificada y entre 4,75 y 4,88 para la referencia 4:2:2.

A 4H los resultados fueron que la diferencia del nivel de calidad estaba entre 0,1 y 0,4, estando los niveles entre 4,28 y 4,91, y para la referencia 4:2:2 entre 4,55 y 4,97.

Tras la ulterior consideración por el Grupo de Expertos del GIT CMTT/2, y para satisfacer los deseos de muchas administraciones, sobre suprimido el submuestreo del sistema, de modo que funciona directamente en la fuente 4:2:2. Comparado con la técnica anterior, el nuevo método presenta una compensación del movimiento más elaborada e incorpora el relleno condicional. En [CCIR, 1986 - 90ae] figura una descripción detallada del nuevo sistema.

La codificación por transformación se ha aplicado igualmente a la transmisión de las señales componentes. El [Sistema 20] propone un método de codificación que utiliza una transformación-*M* modificada para la transmisión a 34 Mbit/s. Aquí, se lleva a cabo una codificación con reducción de la redundancia y de los elementos no pertinentes según tres canales paralelos, mediante el tratamiento y cuantificación del valor espectral, del valor medio y de la actividad de un vector que representa un bloque de 4 × 4 elementos de imagen (pels).

Otra aplicación de la codificación por transformación a la componente de luminancia de las señales de componentes separadas se describe en [Sistema 38] utilizando una transformación de Walsh-Hadamard con bloques de 4 líneas por 8 pels y cuantificación adaptable en cada bloque.

Otro sistema de 34 Mbit/s [Sistema 51] utiliza la transformación de Hadamard en combinación con el submuestreo realizado mediante una interpolación de dos dimensiones (diezma).

En [CCIR, 1986-90af] existe información sobre los parámetros del sistema basado en la transformación discreta de coseno bidimensional intratrama (DCT) que ha sido realizado en Italia para transmisión a 34 Mbit/s. La reducción de velocidad binaria se obtiene transformando bloques de 8 x 8 elementos de imagen, sin ningún filtrado previo ni proceso de submuestreo, valorando los coeficientes con relación al llenado de la memoria tampón, y codificándolos utilizando un código de longitud variable. La protección contra errores de transmisión se obtiene mediante un código BCH (511, 493). En [CCIR, 1986 - 90ag] figura una descripción detallada del sistema.

En [CCIR, 1986 - 90ah] se describen las evaluaciones subjetivas realizadas utilizando el sistema antes mencionado mediante una simulación por computador. Como referencia se han utilizado seis imágenes (tres estáticas y tres en movimiento) con 4:2:2. Expresadas en grados de la escala de degradaciones a 6H la diferencia estaba entre 0,0 y 0,49 y los valores estaban entre 4,46 y 4,96 para imágenes codificadas, y entre 4,75 y 4,96 para las imágenes de referencia 4:2:2. A 4H la diferencia estaba entre 0,0 y 0,76, y los valores entre 4,16 y 4,97 para imágenes codificadas, y entre 4,80 y 4,98 para imágenes de referencia 4:2:2. Estos resultados muestran que el método de codificación DCT puede cumplir los requisitos de calidad básicos para el material de prueba utilizado.

En [CCIR, 1986 - 90ai] se describe un sistema utilizando transformación DCT para codificar imagen 4:2:2 a 30 Mbit/s. Los bloques son de 8 x 4 y pueden procesarse como tales o como diferencias intercuadros. Los coeficientes se seleccionan por medio de umbrales, realizándose entonces la clasificación, cuantificación y atribución de bits. El modo intra- o inter- se selecciona de modo que se obtenga la velocidad binaria más baja, transmitiéndose en la cabecera de bloque la decisión junto con la clasificación y la atribución de bits. El sistema fue solamente simulado. En [CCIR, 1986 - 90aj] se dan indicaciones sobre su comportamiento, haciéndose una comparación con el sistema de [CCIR, 1986 - 90x] concluyéndose de ello que es de superiores características.

En Francia se ha realizado una comparación informal de varios métodos de codificación utilizando sólo una secuencia de prueba [CCIR,1986-90aj] en la que se comparan las características de dos codecs basados en un sistema MICD [CCIR, 1986-90x, y] y de otro basado en DCT [CCIR, 1986- 90ai]. El resultado es que los codecs que utilizan un esquema de muestreo 4:2:2 o 4:1:0 tienen al menos una calidad tan buena como el que utiliza un esquema 3:1:1 (en particular, el codec basado en DCT) y que la elección de frecuencias de muestreo más bajas que 4:2:2 supone una restricción innecesaria.

En [CCIR,1986- 90ak] se presenta una técnica de codificación para un nivel de acceso a 30-34 Mbit/s. El método utilizado, híbrido entre codificación predictiva y de interpolación, combina las ventajas de la codificación predictiva para explotar las características de la vista humana, junto con el hecho de suministrar una resolución completa 4:2:2 cuando la capacidad del canal y la actividad de la imagen lo permiten. No existe submuestreo fijo, pero el codificador incluye filtrado adaptable que reduce ligeramente la resolución de los detalles en movimiento cuando se le fuerza con secuencias de imágenes activas. Las características del sistema incluyen un predictor altamente adaptable basado en memorias ROM que puede responder a los contornos de luminancia, soporta bien errores en la transmisión y resulta de fácil realización en el receptor. Está técnica está siendo optimizada mediante simulación y se prevé realizar el soporte físico correspondiente.

El sistema MICD estadístico [CCIR, 1986-90al], que utiliza un interfaz 4:2:2, se caracteriza por el submuestreo por secuencia de tramas de las señales de diferencia de color antes del proceso de codificación. La componente de luminancia completa es codificada por una predicción autoadaptable intercuadros/intratrama controlada por un detector del movimiento, y uno de los tres cuantificadores seleccionados de acuerdo con una medición de la actividad estadística determinada en el lugar de cada muestra de imagen. Las componentes de diferencia de color submuestreadas se codifican con predictores espaciales fijos y cuantificadores fijos. A los valores de luminancia y de diferencia de color obtenidos con el cuantificador se les asignan palabras de código de longitud variable para la transmisión. Para garantizar su resistencia contra los errores de canal se efectúan reaprovisionamientos periódicos, y se aplica una estrategia de corrección de errores basada en un código FIRE entrelazado cuatro veces.

Este códec puede cursar hasta cuatro canales de sonido de la Recomendación J.41 del CCITT, y se puede adquirir actualmente en el comercio.

Se ha utilizado igualmente con éxito la codificación por truncamiento de bloques (codificación por grupos) a 34 Mbit/s con una calidad de imagen buena y con un sistema de protección contra errores para mantener una proporción de bits erróneos de hasta 10^{-5} [Sistema 74] y [CCIR, 1982-86b].

En [CCIR, 1986-90am] se presenta el punto de vista de la UER indicando que en el presente periodo de estudios del CCIR deberían alentarse los esfuerzos tendentes al desarrollo de un codec que cumpla los objetivos de calidad y de procesado para sistemas a 30 - 34 Mbit/s. Sin embargo, hasta que no se conozca claramente la calidad y capacidad de procesado de los posibles sistemas, y hasta que los estudios en curso se completen, no debería adoptarse un Proyecto de Recomendación. La UER cree que debería alentarse el estudio de toda una serie de técnicas (MICD, sistemas híbridos, DCT) y que debería ser posible desarrollar un sistema que no incluyera submuestreo (por ejemplo a 3:1:1) al tiempo que produjera una alta calidad global. Sin embargo, si esto no se muestra factible, podría considerarse firmemente el desarrollo de un codec 3:1:1.

En el GIT CMTT/2 se está examinando un sistema basado en una transformada de coseno discreta (DCT) híbrida con codificación de longitud variable. En [CCIR, 1986-90an] se describen evaluaciones subjetivas realizadas con una simulación por computador del citado algoritmo. Para ello se utilizó la escala de calidad continua de doble estímulo: 16 observadores, situados a una distancia de seis veces la altura de la pantalla (6H), evaluaron tres secuencias críticas codificadas a cuatro velocidades binarias distintas. Los resultados globales, expresados como notas medias de diferencia en una escala de 1 a 100, fueron de 3,2 para 30 Mbit/s, 8 para 15 Mbit/s, 15 para 12 Mbit/s y 22,8 para 10 Mbit/s. Aunque sólo sea una aproximación, la nota de 25 equivale prácticamente a una nota de diferencia en la escala de cinco notas del CCIR.

Estos resultados indican que, a 30 Mbit/s con ese material de prueba y en esas condiciones, puede obtenerse una calidad subjetiva comparable a la referencia 4:2:2. La calidad de funcionamiento a velocidades binarias más bajas parece indicar que el mismo algoritmo puede tener un amplio campo de aplicaciones, por ejemplo, la reducción de la velocidad binaria para fines de distribución y para la TVAD digital.

En Italia y España se está desarrollando un sistema que está estudiando la CMTT/2 sobre la base de una DCT híbrida. En [CCIR, 1986-90ao] se indican las ventajas del código de longitud variable (VLC) y de la estructura de la alineación de trama de vídeo utilizada en lo que toca a la eficacia y a la resistencia contra los errores de canal. Sobre la base de estas consideraciones, en [CCIR, 1986-90ap] se propone un anexo actualizado sobre el VLC del sistema que está especificando el CMTT/2, y en [CCIR, 1986-90aq] se propone una estructura de alineación de trama de vídeo basada en paquetes de longitud fija. El algoritmo de codificación es adecuado también para la TVAD digital, y en [CCIR, 1986-90ar] se indica el programa de desarrollo de los prototipos de los códecs 4:2:2 y TVAD que deberían poderse probar a finales de 1989.

En la Recomendación 721 se describen las características de códecs para sistemas de 140 Mbit/s.

3.2.4 *Sistemas de 6-20 Mbit/s*

Puede resultar necesario reducir la velocidad binaria de transmisión a 15-20 MHz o incluso inferior, por ejemplo, para alojar hasta 4 canales de televisión en un transpondedor de satélite. Actuando de esta forma debe mejorarse notablemente la eficacia de codificación. En este contexto, la predicción con movimiento compensado, la codificación por transformación tridimensional o la codificación híbrida MICD/transformación ofrecen procedimientos prometedores para mejorar las prestaciones de codificación.

Se utiliza igualmente el códec del [Sistema 4] para la transmisión de programas de «periodismo electrónico» a 15 Mbit/s. En este sistema de 15 Mbit/s se adopta una relación de muestreo de 2 : 1 : 0.

En [Sistema 18] se describe una codificación adaptable por transformación de la imagen que utiliza la transformada rápida de Hadamard. La adaptabilidad se consigue encontrando los factores denominados de actividad para cada bloque transformado y asignando más bits a las partes más activas de la imagen y menos bits a las partes menos activas de la imagen.

En [Sistema 44] se informa de un estudio para conseguir un ahorro sustancial de la velocidad binaria donde se introduce la correlación entre tramas consecutivas bajo la forma de una transformación tridimensional. En este estudio, se calcula la función de distorsión de la velocidad para un vector de 64 pels, un cuadro de 8 × 8 pels y un cubo de 4 × 4 × 4 pels utilizando en cada caso las transformadas de Karhunen-Loeve, de Hadamard y de Slant en una, dos y tres dimensiones.

En [Sistema 27] se examinan los primeros resultados de una investigación sobre la codificación híbrida, combinación de la codificación con predicción y por transformación. El sistema utiliza un predictor lineal de tres dimensiones que muestrea las tres tramas anteriores según una rejilla de 5 × 5 pels que circunda al punto que se predice.

En [Sistema 75] se presenta un sistema de codificación por grupos que utiliza bloques de 4 × 4 pels para la señal de luminancia y bloques de 2 × 4 pels para las señales de diferencia de color. Para la transmisión a 18,5 Mbit/s, en el extremo de recepción se extrae y se reconstruye cada una de las otras tramas mediante interpolación temporal lineal.

En [Sistema 43] se aplica un nuevo procedimiento para la reducción de la velocidad binaria denominado transmisión de patrón almacenado (SPT – «Stored Pattern Transmission»). El SPT depende de la selección de un número finito de patrones para cubrir las diferentes variaciones que se producen normalmente en una imagen. Estos patrones se almacenan en las mismas direcciones, en los extremos tanto de transmisión como de recepción. Con este sistema puede reducirse la velocidad binaria a 6 Mbit/s.

3.3 *Algoritmos para la reducción de la velocidad binaria en señales PAL*

3.3.1 *Sistemas a 68 Mbit/s*

En [Sistema 13] se describe una técnica que utiliza un submuestreo sub-Nyquist combinado con un MICD no adaptable dentro de trama o entre tramas. Mediante la actuación de un filtro digital en peine se reduce la estructura de muestreo original 4 f_{sc} (véase la nota) de la señal PAL a una estructura de muestreo 2 f_{sc}. Un algoritmo MICD fijo de elementos múltiples que utiliza varias muestras tomadas de la trama presente y de las anteriores, en combinación con un cuantificador no lineal de 64 niveles, permite transmitir la señal de diferencia así formada a una velocidad binaria de video del orden de 53 Mbit/s.

En [Sistema 14] se informa sobre un principio de codificación basado en una codificación con predicción reversible seguida de una codificación por entropía. Para generar una velocidad de transmisión constante, se introduce un truncamiento de los bits del MIC antes de la codificación con predicción.

Nota .– f_{sc} indica la frecuencia de la subportadora de color.

3.3.2 *Sistemas a 34 Mbit/s*

En [Sistema 13] se describe un sistema MICD de codificación a 34 Mbit/s que utiliza un predictor no adaptable de 14 elementos dentro de trama o entre tramas y un cuantificador no lineal de 22 niveles combinado con la eliminación de los intervalos de supresión tanto de línea como de trama y un submuestreo a frecuencia doble de la subportadora de color.

3.4 *Sistemas de reducción de la velocidad binaria para señales NTSC*

Se han llevado a cabo varios estudios sobre la reducción de la velociad binaria de las señales NTSC para una gama de velocidades binarias entre 30 y 44 Mbit/s utilizando técnicas de codificación con predicción, bajo forma fija o adaptable, frecuencias de muestreo de 8,9 MHz o 10,7 MHz, y, en ciertos casos, la codificación con longitud de palabra variable.

3.4.1 *Sistemas a 44 Mbit/s*

El [Sistema 15] presenta dos procedimientos diferentes de codificación con predicción de orden elevado y describe su aplicación a codecs para la codificación de señales de televisión en color NTSC a la velocidad de transmisión de 44 Mbit/s. El primer procedimiento se basa en una codificación con predicción reversible seguida de una codificación por entropía. En el segundo procedimiento, la señal digitalizada NTSC muestreada a 8,9 MHz con una precisión de 8 bits se codifica según un código de longitud de palabra fija de 5 bits utilizando un MICD no adaptable entre tramas seguido de un cuantificador no lineal de 31 niveles.

3.4.2 *Sistemas a 30-32 Mbit/s*

Para la transmisión de las señales NTSC a la velocidad binaria del tercer nivel jerárquico MIC, se ha recurrido en Japón a ciertos métodos MICD que utilizan esquemas de predicción fijos con una frecuencia de muestreo de 8,9 MHz ($= 2{,}5\ f_{sc}$ ó $566\ f_h$) o ciertos esquemas de predicción adaptables combinados con una frecuencia de muestreo de 10,7 MHz ($= 3\ f_{sc}$) podrían proporcionar una reducción suficiente de la velocidad de datos.

El [Sistema 10] describe un método de codificación dentro de trama de diferencias combinacionales para su utilización como algoritmo de codificación orientado a la integración de gran escala donde se conectan seguidos dos circuitos de codificación con predicción de configuración idéntica, a los que se añade un cuantificador.

El método compuesto de predicción MICD descrito en [Sistema 11] se basa en el principio de que las componentes de luminancia y de diferencia de color se predicen por separado. Se determina entonces el valor de predicción compuesto mediante la suma de estos dos valores de predicción. Un código de longitud de palabra doble de 4 bits y 8 bits, que asigna palabras de 4 bits a los 15 niveles de cuantificación (que corresponden a las pequeñas amplitudes del error de predicción) y palabras de 8 bits a los otros 15 niveles de cuantificación (que corresponden a las amplitudes grandes del error de predicción), proporciona una longitud de palabra media de 4,4 bits por muestra.

En [Sistema 5] se propone otro método de codificación compuesta de las señales de televisión en color NTSC que utiliza una predicción adaptable entre tramas o dentro de trama junto con un control de relleno condicional según los bloques. Para bloques «no significativos» es decir aquellos bloques donde la suma de los errores no supera un cierto valor umbral, se suponen los errores de predicción iguales a cero y se transmite únicamente la información del modo de bloque de 2 bits mientras que los errores de predicción de los bloques «significativos» se cuantifican y transmiten junto con la información del modo de bloque.

3.4.3 *Sistemas a 15-20 Mbit/s*

El [Sistema 8] presenta los algoritmos de codificación y los resultados de la simulación de los codificadores de video entre cuadros multimodales, con compensación de movimiento, que funcionan a 15 Mbit/s y 20 Mbit/s. Para reducir la velocidad binaria a los niveles deseados, se utilizan, de diferentes formas y controlados mediante el estado de la memoria tampón, varias técnicas tales como el submuestreo de $4\ f_{sc}$ a $2\ f_{sc}$, el filtrado temporal, la supresión del ruido en elementos de imagen aislados, la cuantificación conmutada, la codificación por bloques y la codificación de longitud de palabra variable.

En el [Sistema 9] se presenta un segundo procedimiento que hace un uso adaptable de la predicción entre cuadros, entre tramas y dentro de trama para la codificación de señales de televisión en color NTSC. Mientras que la detección del vector de movimiento para un segmento de la imagen se lleva a cabo utilizando únicamente la señal de luminancia, tanto la señal de luminancia como las dos componentes de banda base de la señal de crominancia son de movimiento compensado para desplazar los segmentos de la imagen del cuadro anterior según el vector de movimiento detectado.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

3.5 Sistemas de reducción de la velocidad binaria para la familia de señales MAC 140 Mbit/s

En [CCIR, 1986-90 1] se describe un códec de reducción de la velocidad binaria para la familia de señales MAC (D; D2-, o AD-), desarrollado en el marco del proyecto europeo EUREKA-95. Esta técnica emplea una codificación híbrida MIC de 8 bits y MICD de 5 bits con un cuantificador plegado para reducir la velocidad binaria a unos 140 Mbit/s. El método es de fácil aplicación, es resistente a los errores de transmisión y puede transmitir señales de la familia MAC cuando están todavía en forma aleatorizada. En la IBC'88 de Brighton, Reino Unido, se efectuó una demostración de este códec transmitiendo una señal AD-MAC digitalizada por una fibra óptica de 2 km de longitud.

En [CCIR, 1986-90m] se indica un método de codificación alternativo, desarrollado también en el marco del proyecto EUREKA-95. Con este método se demultiplexa la señal MAC/paquetes en sus componentes de imagen y de sonido/datos que se codifican por separado. Para la señal de imagen se emplea una codificación MICD híbrida no adaptativa, que combina técnicas de Van Buul con un cuantificador plegado. Esta codificación puede efectuarse también utilizando la forma aleatorizada de ambas componentes. La multiplexión de la señal MAC/paquetes codificada para la transmisión se elige de modo que la señal completa se adapte al canal vídeo del contenedor TV descrita en [CCIR,1986-90n].

3.6 Distribución secundaria (véase la Nota 1)

La cuestión de los códecs de distribución secundaria se examina en [CCIR, 1986-90as], que contiene un Informe sobre evaluaciones subjetivas, efectuadas en simulaciones, de cuatro códecs con DCT, de los cuales dos utilizan una velocidad binaria de vídeo de 30 Mbit/s, con codificación intracuadro e intratrama, respectivamente, y los otros dos tienen una velocidad binaria de vídeo de 15 Mbit/s con distintas formas de compensación del movimiento. Las evaluaciones se llevaron a cabo con las secuencias de prueba y la metodología fundamental del CCIR; el análisis se efectuó utilizando intervalos de confianza, y se proporcionó un enclavamiento bajo (PAL) y un enclavamiento alto (4:2:2). Los resultados indican que todos los algoritmos tienen una calidad prácticamente comparable y visiblemente mejor que la calidad PAL, aunque no equivalente a la calidad 4:2:2. Se llega a la conclusión de que estas velocidades binarias y tipos de algoritmos son adecuados para la distribución secundaria, y posiblemente para la primaria.

Nota 1 - La expresión "distribución secundaria" se ha propuesto últimamente en la CMTT [———— Recomendación 604 ————] para designarla transmisión de señales de televisión directamente al usuario. Estos trabajos de la CMTT pueden hacer necesario que la Comisión de Estudio 11 analice en relación con ello los criterios de calidad, las velocidades binarias y otras cuestiones conexas.

3.7 *Métodos de protección contra errores*

Como para el método de protección contra errores en el canal, se han aplicado varios códigos de corrección de errores sin canal de retorno (FEC) en los sistemas con codificación para reducir la velocidad binaria, tales como el código Reed-Solomon (63, 59), el código Wyner Ash (15, 16) y el código BCH (239, 255) [Sistemas 4, 5, 8, 13, 14, 21, 28, 36 y 79]. Como ejemplo de un método de protección contra errores en el canal, utilizado en un códec, en el [Sistema 79] se describe el código BCH (239, 255) en combinación con un refresco periódico MICD y la reinicialización de las líneas.

En [CCIR, 1986-90at] se hacen algunas consideraciones fundamentales de las prestaciones y aspectos económicos de las redes futuras, basados en la experiencia en el Reino Unido. De ella se desprende que con fibra óptica monomodo la característica de coste en función de la velocidad binaria no es lineal y que una transmisión óptima desde el punto de vista económico puede hacerse sobre la base de sistemas de 140 Mbit/s por canal. Se examinan las degradaciones que afectan a los sistemas de transmisión digitales y se concluye que los parámetros de las Recomendaciones para sistemas a 64 kbit/s no son adecuados para especificar las prestaciones de los servicios de imagen, los cuales deberían evaluarse de manera subjetiva. Para ulteriores estudios se consideran por una parte, un parámetro simple "porcentaje de centésimas de segundo con una BER peor que 10^{-4}" o, alternativamente, dos parámetros con diferentes valores de BER y de intervalos de integración.

3.9 Métodos de multiplexión

Se han utilizado dos métodos distintos a fin de realizar un múltiplex adecuado para la transmisión de señales vídeo con componentes codificadas para aplicaciones de calidad de contribución.

El primer método, descrito en [CCIR, 1986-90n] utiliza el denominado contenedor TV, con una velocidad de datos de 138240 kbit/s y puede transmitir distintas señales de fuentes de vídeo con velocidades de datos de 135000 kbit/s y señales de audio/datos con velocidades de 2048 kbit/s. Aunque este contenedor TV presenta interés sobre todo para las señales de contribución Y.C.R.CB de acuerdo con [CCIR, 1986-90m], pueden aplicarse otras señales de componentes o compuestas. Con técnicas de relleno o correlación, este contenedor TV puede adaptarse a las tramas de canal de los distintos medios de transporte; y en particular, a las tramas de canal conformes a la Recomendación G.751 del CCITT, así como a las de las Recomendaciones G.707 a G.709 del CCITT.

El segundo método [CCIR, 1986-90v] se fundamenta en la necesidad señalada por ciertos organismos de radiodifusión de poder transmitir dos pares estereofónicos de sonido de alta calidad además del vídeo. Se proporcionan entonces dos canales de 2048 kbit/s (capacidad efectiva 1920 kbit/s cada uno) para la transmisión del sonido. La estructura general de la trama se atiene a la Recomendación G.751 del CCITT en lo que toca a su longitud, alineación y organización. Se suministra justificación vídeo y audio de modo que la fluctuación de fase del reloj recuperado se mantenga dentro de los límites especificados en la Recomendación 656 del CCIR. Una aplicación importante de este múltiplex es la conexión de magnetoscopios digitales (una señal vídeo 4:2:2 y dos pares estereofónicos de sonido, codificados de acuerdo con la norma AES/UER) para lo que ya han finalizado los experimentos.

4. Métodos de evaluación de la calidad de imagen para los sistemas de reducción de la velocidad binaria

4.1 *Objetivos y alcance de las técnicas de evaluación*

El criterio último para la eficacia de un sistema de reducción de la velocidad binaria es la calidad subjetiva de las imágenes resultantes, en el contexto de la velocidad binaria final conseguida.

Una evaluación global debe incluir la consideración de las prestaciones del propio sistema de codificación (calidad básica), las prestaciones después de cualquier tratamiento subsiguiente que se haya llevado a cabo (calidad tratada en sentido descendente), y la forma en que los errores de transmisión afectan al sistema (características de fallo) y debe tenerse en cuenta la naturaleza crítica de las secuencias de las imágenes de prueba utilizadas para evaluar el sistema.

Para decidir sobre los métodos de un sistema en particular, es necesario considerar la importancia relativa de todos estos factores, y establecer los criterios para su aceptación en cada caso. En [Inoue e Hishiyama, 1984] se indica un ejemplo de este procedimiento.

Según las contribuciones al CCIR resulta evidente que probablemente la codificación con predicción (MICD) proporciona el mejor método para la codificación de señales de video de alta calidad con los equipos actualmente realizables en la práctica. Además puede señalarse que muchas propuestas utilizan la reducción de la frecuencia de muestreo (en comparación con las frecuencias de muestreo 4 : 2 : 2 de la fuente).

4.2 *Evaluación de la calidad básica*

Es posible clasificar los tipos de degradación asociados con la codificación entre tramas aproximadamente de la forma siguiente:

- sobrecarga en la pendiente (cuando no puede adaptarse al tiempo de subida de la señal original y por tanto los bordes están borrosos);
- extensión de los bordes (cuando no puede adaptarse a la continuidad precisa de un borde de la señal original y por tanto los bordes aparecen ruidosos);
- efecto de contorno (cuando no puede adaptarse a la uniformidad o monotonía de la señal original y por tanto se produce un efecto de capas);
- ruido granular (cuando no se dispone de las partes de la imagen con detalle fino, por ejemplo aquéllas que se encuentran por debajo de un nivel umbral, y por tanto la imagen tiene una apariencia ruidosa).

En la codificación entre cuadros o entre tramas, se pueden producir los siguientes tipos de degradación debido a imprecisiones de la predicción temporal:

- sobrecarga en la pendiente temporal (cuando, debido a la velocidad del movimiento, no pueden seguirse los bordes en movimiento y por tanto la imagen aparece borrosa durante el movimiento);
- granulación y extensión de bordes (cuando, para las zonas con detalle fino en movimiento, se produce el efecto de ruido granular o de ocupación de bordes anteriormente indicados).

En la codificación entre cuadros o entre tramas se pueden producir los siguientes tipos de degradación debido al submuestreo temporal:

- sacudida (cuando no puede adaptarse a la suavidad del movimiento y por tanto existen discontinuidades en las secuencias de movimientos);
- solape temporal del espectro (cuando la frecuencia temporal vuelve hacia atrás);
- pérdida de resolución en las imágenes en movimiento (cuando la resolución espacial se reduce durante el movimiento).

4.3 *Evaluación de la calidad procesada en sentido descendente*

4.3.1 *Tipos de tratamiento en sentido descendente a considerar*

Es necesario considerar cuatro tipos fundamentales de tratamiento. Estos son los siguientes:

- inserción del color (proceso que combina la determinación de la clave de color y la adición de señales para producir una imagen única que dé la impresión de que dos fuentes (primer plano y fondo) forman parte de la misma);
- expansión y compresión de la imagen (proceso que produce una nueva imagen basada en la original pero más grande (expansión) o más pequeña (compresión));
- decodificación y codificación sucesivas (proceso de generación de una señal analógica o digital en un formato diferente, quizás para uso intermedio, antes de las codificaciones subsiguientes, etc.);
- movimiento lento (reproducción de la señal a velocidad lenta mediante la repetición de los cuadros).

4.3.2 *Tipos de degradación asociados con los sistemas de reducción de la velocidad binaria*

4.3.2.1 *Inserción del color*

– efectos de borde sobre los bordes de los primeros planos (cuando aparece una orla debido a la transición entre el primer plano y el fondo como un halo visible).

4.3.2.2 *Expansión y compresión de la imagen*

– solape del espectro (cuando se ponen de manifiesto esquemas de repetición o interferencia en zonas donde originalmente existía un detalle fino en la imagen);
– carencia de definición y detalle en la imagen expandida.

4.3.2.3 *Codificación y decodificación sucesivas*

– una reducción general en la calidad de la imagen causada por la pérdida de la respuesta en frecuencia, el ruido, etc.

4.3.2.4 *Movimiento lento*

– carencia de definición de la imagen o vibración con deformación o vibración de la posición.

4.4 *Evaluación de las características de fallo*

El paso de una señal de velocidad binaria reducida a través de un medio de transporte, línea de transmisión, grabador de cinta de video, etc. puede provocar bits erróneos, que pueden aparecer independientemente o por ráfagas. La capacidad de un sistema para tolerar dichos errores, incluyendo los errores de canal corregidos o no corregidos, y la forma en que las degradaciones resultantes se manifiestan, debería formar parte de la evaluación de un sistema para un medio de transporte determinado [Matsumoto y otros, 1985].

En general, los bits erróneos se manifestarían como ruido en la imagen, aunque pueden existir otros efectos dependiendo del tipo de técnica que se utilice, tal como el ocultamiento. Dependiendo de la técnica de codificación utilizada, el error puede esparcirse espacial y temporalmente.

4.5 *Material de prueba*

En general, los sistemas dentro de trama no limitan las imágenes en movimiento, y por tanto puede utilizarse para su evaluación un material de prueba constituido por imágenes fijas. (Sin embargo, puede que las reservas de imágenes fijas no sean suficientes debido a los efectos de ruido.) Para la codificación entre cuadros, se necesitan secuencias de imágenes en movimiento.

4.6 *Métodos de evaluación subjetiva*

Los esquemas de reducción de la velocidad binaria que se consideran, proporcionan probablemente imágenes de alta calidad, por tanto se necesitan procedimientos de evaluación que proporcionan la mayor precisión por encima de la opinión media. En la Recomendación 500 figuran procedimientos de evaluación recomendados. El Informe 1205 ———— contiene información sobre el método de análisis y la presentación de resultados y en el anexo IV del Informe 405 (Dubrovnik, 1986) se hacen algunas consideraciones sobre la comparación de distintos procedimientos de prueba.

4.7 *Métodos de evaluación cuantitativa*

Se han realizado estudios en el Japón que sugieren que las degradaciones de la calidad de la imagen que surgen de la transmisión y de la decodificación digitales, pueden clasificarse en varias categorías de perturbaciones independientes entre sí, en lo que se refiere a su efecto sobre la calidad subjetiva de la imagen. En [CCIR, 1978-82 y Kobayashi, 1977] se indica que los términos físicos para expresar las categorías de perturbación en la codificación dentro de trama pueden definirse y medirse utilizando señales de prueba bien conocidas, tales como señales en escalera o en diente de sierra. Para la codificación entre cuadros [CCIR, 1982-86i e Hishiyama e Inoue, 1984] indican que las degradaciones introducidas pueden clasificarse según cuatro factores de degradación y las referencias describen igualmente los parámetros objetivos para poder especificarlos. Existen otras propuestas japonesas que prevén métodos analógicos y digitales para medir la distorsión (la diferencia entre la señal de salida y la de entrada) y en la BBC se ha encontrado que resulta útil emplear una representación visual del error de cuantificación, multiplicado mediante un factor que lo haga visible.

Weston [1982] describe un generador digital de mira de Fresnel para probar equipos y sistemas que utilizan el tratamiento de señal en dos y tres dimensiones. Como en otros tipos de mediciones de la respuesta en función de la frecuencia, los resultados son útiles sobre todo cualitativamente; los resultados cuantitativos son difíciles de relacionar con una evaluación subjetiva que utiliza imágenes reales.

Se ha investigado [CCIR, 1986-90d y au] una técnica que puede tener más sentido que la de error RMS. Esta técnica consiste en obtener un valor ponderado de visibilidad de ruido para las señales de luminancia y de error de diferencia de color.

5. Resultados de pruebas de códecs con velocidad binaria reducida

En el Periodo de Estudios 1986-90, el GIT 11/7 probó códecs prototipos que funcionan a 34 - 45 Mbits/s. En el Anexo I figura un Informe con los resultados de estas pruebas y los aspectos que requieren ulterior estudio, incluido el grado de criticidad de una parte del material.

6. Conclusiones y estudios futuros

Los métodos de codificación más eficaces para la reducción de la velocidad binaria son la codificación con predicción y la codificación por transformación junto con la eliminación de los intervalos de supresión de línea y/o supresión de trama, aunque, desde un punto de vista práctico la mayoría de los equipos de codificación desarrollados hasta el momento se basan en la codificación con predicción.

A 140 Mbit/s, las técnicas MIC, MICD o MICD híbrida en combinación con esquemas de predicción no adaptables, permiten en la mayoría de los casos un tratamiento posterior de alta calidad (próximo al que se consigue con señales 4 : 2 : 2). La codificación de componentes a 68 Mbit/s utilizando una predicción fija entre tramas resulta aplicable para enlaces de contribución con una calidad reducida en cuanto a la inserción del color. Las velocidades de datos de 30 a 44 Mbit/s que corresponden al tercer nivel de las diferentes jerarquías MIC resultan especialmente interesantes para la distribución de programas. A estas velocidades binarias puede alcanzarse la calidad de las imágenes compuestas analógicas convencionales con los actuales métodos de reducción de la velocidad binaria.

Para velocidades de datos del orden de 30 Mbit/s o inferiores, resulta indispensable el cambio adaptable de los esquemas de predicción para alcanzar una calidad satisfactoria de la imagen. Además, pueden aplicarse con éxito los métodos de predicción con compensación del movimiento para los sistemas de codificación a velocidades binarias de 15 a 20 Mbit/s.

Se anima a las administraciones a que trabajen hacia una normalización del material fuente de imágenes en movimiento e imágenes fijas, basadas sobre señales componentes, para las evaluaciones subjetivas de los sistemas de reducción de la velocidad binaria. Si es posible, se debería disponer de ellos en el formato de grabación en cinta magnética de TV digital 4 : 2 : 2 del CCIR (véase la Recomendación 657).

Parece que un objetivo potencialmente conseguible en los futuros estudios del CCIR sería el establecimiento de métodos primarios normalizados de codificación para la transmisión de señales digitales de televisión derivadas de las señales 4 : 2 : 2 (Recomendación 601). Es necesario considerar varios conjuntos de requisitos. Estos pueden incluir un nivel que preservaría la calidad y alguna o toda la capacidad de tratamiento de las señales 4 : 2 : 2 para los circuitos de contribución y otro nivel que proporcionaría al menos unas características equivalentes a la calidad de la señal compuesta convencional para los circuitos de distribución.

Como puede observarse, las indicaciones preliminares son que el primer nivel puede conseguirse con MICD (60-140 Mbit/s) y el último mediante MICD adaptable (34 Mbit/s o inferior). Sin embargo, se necesita un estudio más profundo para determinar unos objetivos precisos o unas soluciones óptimas. El [CCIR, 1982-86j] presenta una propuesta sobre los fundamentos de los requisitos de los sistemas y sobre la aplicación práctica de un sistema de codificación con reducción de la velocidad binaria para los circuitos de distribución o la transmisión a larga distancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA LOS SISTEMAS DE REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD BINARIA

A cada sistema concreto de reducción de la velocidad binaria citado en el texto por el número de sistema corresponden las siguientes referencias:

Sistema 4: MURAKAMI, H. y otros [septiembre de 1983] A 15 Mbit/s universal codec for TV signals using a median adaptive prediction coding method. Sixth International Conference on Digital Satellite Communications, Phoenix, AZ, Estados Unidos de América.

MURAKAMI, H. y otros [enero de 1984] A 15/30 Mbit/s universal digital TV codec and its performance. International Symposium on Image Processing and its Applications, Tokio, Japón.

Sistema 5: YAMAMOTO, H., HATORI, Y. y MURAKAMI, H. [diciembre de 1981] 30 Mbit/s codec for the NTSC colour TV signal using an interfield-intrafield adaptive prediction. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-29, **12**, 1859-1867.

MURAKAMI, H., HATORI, Y. y YAMAMOTO, H. [octubre de 1982] Subjective evaluation of interfield-intrafield adaptive prediction coding. *SMPTE J.*, Vol. 91, **10**, 912-918.

Sistema 7: SABRI, S. [agosto de 1984] Movement compensated interframe prediction for NTSC color TV signals. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-32, **8**, 954-967.

Sistema 8: SABRI, S. y PRASADA, B. [diciembre de 1984] Coding of broadcast TV signals for transmission over satellite channels. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-32, **12**, 1323-1330.

Sistema 9: NINOMIYA, Y. y OHTSUKA, Y. [enero de 1982] A motion-compensated interframe coding scheme for television pictures. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-30, **1**, 201-211.

NINOMIYA, Y. y OHTSUKA, Y. [marzo de 1984] A motion-compensated interframe coding scheme for NTSC colour television signals. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-32, **3**, 328-334.

Sistema 10: KURODA, H., MUKAWA, N. y OKUBO, S. [septiembre de 1984] LSI oriented intra-frame coding system for NTSC television signals. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 33, **9**, 2271-2284.

Sistema 11: SAWADA, K. y KOTERA, H. [octubre de 1978] 32 Mbit/s transmission of NTSC colour TV signals by composite DPCM coding. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-26, **10**, 1432-1439.

Sistema 12: SUVITAIVAL, P. [mayo de 1984] A codec for component video transmission at 140 Mbit/s. Finnish Broadcasting Company (YLE) Technical Division Report No. 4/1984.

Sistema 13: LEWIS, A. R. y OSBORNE, D. W. [1984] Joint BBC/BT 140 Mbit/s digital transmission pilot scheme: Description of BBC equipment. IEE Conf. Publ. No. 235, 19-28, COMMS '84.

RATLIFF, P. A. y STOTT, M. A. [julio de 1983] Digital television transmission: 34 Mbit/s PAL investigation. BBC Research Department 1983/9.

WELLS, N. D. [1984] Digital video: YUV bit rate reduction for broadcasting applications. IEE Conf. Publ. No. 240, 338-340, Tenth International Broadcasting Convention (IBC '84), Brighton, Reino Unido.

Sistema 14: SUZUKI, N., IINUMA, K. e ISHIGURO, T. [30 de noviembre de 1982] Information preserving coding for broadcast television signals. IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM '82), Miami, FL, Estados Unidos de América, B6.7.1-B6.7.5.

Sistema 15: Igual referencia que el sistema 14.

Sistema 17: Bit-rate reduction for point-to-point transmission – Framework of EBU studies [CCIR, 1982-86d].

Sistema 18: KANG, S. y ESSMAN, J. E. [mayo de 1983] Adaptive image transform coding using activity factors (en chino). (Se dispone igualmente de una traducción al inglés). *Acta Electronica Sinica*, Vol. 11, **3**.

Sistema 19: GRALLERT, H. J. y STARCK, A. [1984] Component encoding of colour television-signals for transmission in 34, 70 and 140 Mbit/s channels. IEEE Zurich Seminar on Digital Communications, C1.1-C1.6.

Sistema 20: KEESEN, V. W., REIMANN, U. y GRALLERT, H. J. [1984] Codierung von Farbfernsehsignalen mittels modifizierter M-transformation für die Übertragung über 34-Mbit/s-Kanäle (Coding of colour television-signals using a modified M-transform for 34 Mbit/s transmission). *Frequenz*, Vol. 38, **10**, 238-243.

Sistema 21: Igual referencia que el sistema 19.

Sistema 22: Igual referencia que el sistema 19.

Sistema 26: COLLURA, M. y PICCO, R. [1984] Real time emulator of an intrafield colour DPCM, [CCIR, 1982-86k].

Sistema 27: MICELI, S. y PASETTO, C. [1984] A 3-dimensional linear predictor to process moving pictures, [CCIR, 1982-86k].

Sistema 28: BULEY, H. y STENGER, L. [1985] Inter/intraframe coding of colour TV signals for transmission of the Third Level of Digital hierarchy. *Proc. IEEE*, Special Issue on Visual Communications Systems.

Sistema 30: MUSMAN, H. G. [1983] Coding of colour TV signals with 34 Mbit/s transmission rate. NATO ASI Series, Vol. F2, 201-214.

Sistema 31: WESTERKAMP, D. [4-6 de marzo de 1984] Adaptive intra-/interframe DPCM-coding for transmission of colour TV signals with 34 Mbit/s, Proc. IEEE Zurich Seminar on Digital Communications, Suiza, C2.1-C2.7.

Sistema 36: SABATIER, J., AGUILLE, G., JOLIVET, J.-C., LE BLOCH, H. y RIOU, A. [marzo de 1982] Système de codage pour la transmission à 34 Mbit/s d'un programme de télévision en couleur. *Commutation et Transmission*, **1**, 69-82.

Sistema 37: (Francia) Respuesta al cuestionario, «34 Mbit/s» [CCIR, 1982-86d].

Sistema 38: (Francia) Respuesta al cuestionario, «CLADYN» [CCIR, 1982-86d].

Sistema 42: WILSON, E. J. [enero de 1981] Bit-rate reduction to 140 Mbit/s from a television component standard requiring 216-228 Mbit/s. IBA Report, 111/81.

Sistema 43: METWALI, M., SALEH, F. y FAYOUMI, A. [1981] Stored patterns transmission of digital video signals. IEEE Fourteenth International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 1, 92-96.

Sistema 44: EL FAYOUMI, A. H., MURAD, M. A. y SWIDAN, A. M. [marzo de 1984] Three-dimensional picture transformation for bandwidth compression. Second National Radio Science Symposium, Military College, El Cairo, Egipto, 36-40.

Sistema 51: DALLEUR, Ph. y DELOGNE, P. [febrero de 1984] Simple techniques for reducing transmitted bit rates in digital television. *EBU Rev.-Tech.*, **203**, 2-12.

DALLEUR, Ph. [1984] Analyse théorique et réalisation d'un système de réduction du débit binaire en vue d'une transmission numérique du signal de télévision en couleur. Ph. D. thesis, Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Télécommunications, Bâtiment Maxwell, B-1348 Louvain-la-Neuve, Bélgica.

Sistema 74: SARDIKO, S. W. y ZUKKERMAN, I. I. [1984] Le problème de la réduction du débit en télévision. *Radio Telev.* (OIRT), Vol. XXXIV, **3**, 23-26.

Sistema 75: KUNCHEV, R., BEKIARSKI, A. y AL-HAKKAK, H. [enero de 1985] 18.5 Mbit/s digital colour TV coding system. High Institute of Electrical and Mechanical Engineering, Sofia, Bulgaria.

Sistema 76: KARWOWSKA-LAMPARSKA, A. [1986] Optimum prediction with differential pulse code modulation of colour television signals. *Radio Telev.* (OIRT), Vol. XXXVI, **3**, 31-33.

Sistema 79: (Japón) Performance of a 15/30 Mbit/s universal digital TV codec [CCIR, 1982-86l].

B. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES

BENGTSSON, L., CHRISTENSSON, B., WEISS, P., [1986] Adaptive DPCM coding at broadcast TV signals - PCS - 86.

DREWERY, J.O., STOREY, R., TANTON, N.E., [1984] "Video noise reduction", BBC Research Report RD 1984/7.

HISHIYAMA, K. e INOUE, M. [septiembre de 1984] Physical measures for interframe coded picture quality. *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 32, **5**.

INOUE, M. e HISHIYAMA, K. [septiembre de 1984] Trade-off between information suppression effect and picture quality degradation with interframe coding, *Rev. Elec. Comm. Labs.*, Vol. 32, **5**.

KOBAYASHI, Y. [mayo de 1977] Evaluación de la calidad de imagen para señales de video codificadas digitalmente (en japonés). *Trans. Inst. Elec. Comm. Engrs. Japan*, Vol. J60B, **5**.

MATSUMOTO, S. y otros [octubre de 1985] 15/30 Mbit/s motion-compensated interframe, interfield and intrafield adaptive prediction coding – Component coding based on CCIR Recomendación 604 (en japonés). Proc. ITE.

VAN BUUL [1978] Hybrid DPCM, a combination of PCM and DPCM, IEEE Trans. Commun., Vol. COM-26 (1978) No. 3 pp 362-368.

WESTON, M. [octubre de 1982] The zone plate: its principles and applications. *EBU Rev. Tech.*, **195**, 3-11.

Documentos del CCIR:

[1978-82]: 11/87 (Japón).

[1982-86]: **a.** 11/374 (Alemania (República Federal de)); **b.** 11/312 (Francia); **c.** 11/375 (Alemania (República Federal de)); **d.** 11/293 (Grupo Interino de Trabajo 11/7); **e.** 11/373 (Alemania (República Federal de)); **f.** 11/369 (Alemania (República Federal de)); **g.** 11/311 (Francia); **h.** 11/107 (República Democrática Alemana); **i.** 11/26 (Japón); **j.** 11/264 (CMTT/148) (Japón); **k.** 11/357 (Italia); **l.** 11/263 (CMTT/147) (Japón).

[1986-1990]: a. 11/87 (URSS); b. 11/27 (Francia); c. 11/90 (Italia); d. GIT 11/7-198 (Bélgica); e. GIT 11/7-199 (Bélgica); f. GIT 11/7-108 (Bélgica); g. GIT 11/7-258 (Alemania (República Federal de)); h. GIT 11/7-193 (Japón); i. GIT 11/7-232 (Thomson-CSF); j. GIT 11/7-219 (GIT 11/6-2023(Rev.1)) (Bélgica y otros); k. GIT 11/7-197 (Japón); l. GIT 11/7-201 (Reino Unido); m. GIT 11/7-252 (Alemania (República Federal de)); n. GIT 11/7-247 (Alemania (República Federal de)); o. GIT 11/7-195 (GIT 11/6-2040 (Japón)); p. GIT 11/7-218 (GIT 11/6-2013) (Bélgica y otros); q. GIT 11/7-196 (Japón); r. GIT 11/7-164 (Alemania (República Federal de)); s. GIT 11/7-133 (UER); t. GIT 11/7-104 (Alemania (República Federal de)); u. GIT 11/7-210(Rev.1) (Alemania (República Federal de)); v. GIT 11/7-260 (Francia); w. CMTT/46 (GIT CMTT/2); x. GIT 11/7-105 (Alemania (República Federal de)); y. 11/31 (Francia); z. CMTT/45 (GIT CMTT/2); aa. CMTT/44 (GIT CMTT/2); ab. GIT 11/7-122 (GIT CMTT/2); ac. GIT 11/7-163 (Suecia); ad. GIT CMTT/2-44 (Grupo de Expertos); ae. CMTT/91 (GIT CMTT/2); af. 11/88 (Italia); ag. 11/89 (Italia); ah. GIT 11/7-153 (Italia); ai. GIT 11/7-135 (Francia); aj. GIT 11/7-137 (Francia); ak. GIT 11/7-151 (Reino Unido); al. CMTT/13 (Francia); am. GIT 11/7-132 (UER); an. GIT 11/7-207 (Italia); ao. GIT 11/7-253 (Italia y España); ap. GIT 11/7-255 (Italia y España); aq. GIT 11/7-256 (Italia y España); ar. GIT 11/7-254 (Italia y España); as. GIT 11/7-259 (Francia); at. GIT 11/7-144 (Reino Unido); au. GIT 11/7-107 (Bélgica).

BIBLIOGRAFÍA

COLAITIS, M.J. y NASSE, D. [febrero de 1981] Recent developments in error concealment techniques. *Television Technology in the 80's.* SMPTE, Scarsdale, NY 10583. 15th Annual SMPTE Television Conference, 6-7 de febrero, San Francisco, (Estados Unidos de América).

CHIARIGLIONE, L., GUGLIELMO, M. y SCIARAPPA, A. [1979] Transform coding of PAL composite signals. *CSELT Rapporti Tecnici*, Vol. VII, **2**.

DEVEREUX, V. G. y PHILLIPS, G. J. [1974] Bit-rate reduction of digital video signals using differential PCM techniques. IEE Conf. Publ. No. 119, 83-89.

EBU [junio de 1981] Issue on digital coding of television. *EBU Rev. Tech.*, **187**.

EPANECHNIKOV, V. Yu., SARDYKO, S. V. y TSUKKERMAN, I. I. [1982] Kodirovaniye tsvetnykh TV izobrazhenii tsifrovym potokom 30 Mbit/s (Coding of colour TV pictures at 30 Mbit/s). *Tekhnika kino i Televideniya*, **2**.

GOLDBERG, A. A. y ROSSI, J. P. [6-7 de febrero de 1981] Digital television error correction without overhead bits. *Television Technology in the 80's.* 80-88 SMPTE, Scarsdale, NY 10583, 15th Annual SMPTE Television Conference, San Francisco (Estados Unidos de América).

GOLDING, I. [noviembre de 1972] DITEC – a digital television communications system for satellite links. Second International Conference on Digital Satellite Communications, Paris, Francia.

HARARI, S. y NASSE, D. [julio-agosto de 1979] Protection contre les erreurs en enregistrement magnétique numérique de télévision. *Ann. des Télécomm.*, Vol. 34, **7-8**, 389-400.

HATORI, Y., MURAKAMI, H. y YAMAMOTO, H. [12 de junio de 1979] 30 Mbit/s codec for NTSC-CTU by interfield and intrafield adaptive prediction. IEEE International Conference on Communications (ICC '79), 10-14 de junio, Boston, Mass. (Estados Unidos de América), Conf. Rec. Vol. 2, Session 23: Encoding of television signals, 23.6.1-23.6.5.

HATORI, Y. y YAMAMOTO, H. [1979] Predictive coding for NTSC composite colour television signals based on comb-filter integration method. *Trans. Inst. Electron. Comm. Engrs. Japan*, Vol. E62, **4**, 201-208.

HEITMANN, J. [1976] Ein systemkompatibles digitales Farbfernsehsignal (Sistema digital compatible para señales de televisión en color). *Rundfunktechn. Mitt.*, Vol. 20, **6**, 236-241.

KOGA, T., IIJIMA, Y., IINUMA, K. e ISHIGURO, T. [12 de junio de 1979] Statistical analysis of NETEC-22H system performance. IEEE International Conference on Communications (ICC '79), 10-14 June, Boston, Mass. (Estados Unidos de América), Conf. Rec., Vol. 2, Session 23: Encoding of television signals, 23.7.1-23.7.5.

KRETZ, F. [octubre de 1977] Critères objectifs de qualité subjective en codage numérique des signaux visuels: méthodologie et application à l'optimisation: exemples. Colloque URSI sur la mesure en télécommunications, Lannion (Francia).

KRETZ, F., BOUDEVILLE, J. L. y SALLIO, P. [septiembre de 1977] Optimization of DPCM video coding scheme using subjective quality criteria. Proc. IERE Conference No. 37.

LIMB, J. O., RUBINSTEIN, C. B. y THOMPSON, J. E. [noviembre de 1977] Digital coding of colour video signals – a review. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-25, **11**, 1349-1385. Special issue on image bandwidth compression.

MESSERSCHMID, U. [1969] Bandbreitenreduktion bei der Fernsehübertragung durch Verringerung der Abtastfrequenz (Reducción de la anchura de banda para la transmisión de televisión mediante disminución de la frecuencia de muestreo). *NTZ*, Vol. 22, **9**, 515-521.

MOTSCH, R. [septiembre de 1977] Adaptive bit-rate reduction by Hadamard Transform. Proc. IERE Conference No. 37.

MURAKAMI, H., HATORI, Y. y YAMAMOTO, H. [octubre de 1982] Subjective evaluation of interfield-intrafield adaptive prediction coding. *SMPTE J.*, Vol. 91, **10**, 912-918.

MURAKAMI, H., MATSUMOTO, S., HATORI, Y., YAMAMOTO, H., OSHIMA, T. y SANO, Y. [septiembre de 1983] 15 Mbit/s component coding for TV signals. Sixth International Conference on Digital Satellite Communications, Phoenix, AZ, Estados Unidos de América.

NINOMIYA, Y. y OHTSUKA, Y. [enero de 1982] A motion-compensated interframe coding scheme for television pictures. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-30, **1**, 201-211.

OHIRA, T., HAYAKAWA, J. y MATSUMOTO, K. [junio de 1977] Orthogonal transform coding system for NTSC colour television signal. IEEE International Conference on Communications (ICC '77), 12-15 de junio, Chicago, ILL, (Estados Unidos de América), Conf. Record, Session 4B: Digital coding of video signals, 4B.3-86-4B.3-90.

OIRT [febrero de 1985] Sistema cifrovogo televideniya so skorostin peregatchi bitov 70 Mbit/s (Sistema de televisión digital en 70 Mbit/s). Doc. TK-III-1807 (República Popular de Polonia).

PTACEK, M. [mayo de 1977] Digital television transmission systems. *Radio Telev.* (OIRT), **2**, 27-38.

REID, G. M. [febrero de 1980] Subjective tests on visual communications standards. *Proc. IEE*, Parte F, Vol. 127, **1**, 3-8.

ROSSI, J. P. [septiembre de 1980] A 28 Mb/s NTSC colour television system for ENG applications. IEE Conf. Publ. No. 191, 168-171. Eighth International Broadcasting Convention. (IBC '80), Brighton, Reino Unido.

SAWADA, K. y KOTERA, H. [octubre de 1978] 32 Mbit/s transmission of NTSC colour TV signals by composite DPCM coding. *IEEE Trans. Comm.*, Vol. COM-26, **10**, 1432-1439.

STAMMNITZ, P. [6 de marzo de 1980] Error protection of 34 Mbit/s DPCM encoded TV signals with multiple error correcting BCH codes. Proc. IEEE International Zürich Seminar on Digital Communications, 4-6 de marzo, Suiza, G4.1-G4-6, IEEE Catalogue No. 80 CH1521-4 COM.

TSUKKERMAN, I. I. [1980] Izbytochnost televizionnykh soobschchenii i problema efektivnogo kodirovaniya v tsifrovom televidenii (Redundancia de la información de TV y el problema de la codificación efectiva en la televisión digital). *Tekhnika stredstv svyazi* en la serie *Tekhnika Televideniya*, **6**.

TSUKKERMAN I. I. y otros [1981] Tsifrovoe kodirovanie televizionnykh izobrazhenii (Codificación digital de imágenes de TV). Radio i sviaz, Moscú, URSS.

VILENCHIK, L. S., PALITSKY, V. M. y SOLOVEV, V. M. [1978] Tsifrovaya peredacha signalov televizionnykh programm po coedinitelnym liniyam (Transmisión digital de señales de TV por líneas de enlace). *Tekhnika kino i Televideniya*, **12**.

VILENCHIK, L.S., KRIVOSHEEV, M.I., SHAVDIA, Yu.D., [1986] - "Osnovnye polozheniya teorii tsifrovogo shumopodavleniya v TV traktakh" (Principes théoriques fondamentaux de la suppression du bruit numérique dans les canaux de télévision). Radiotekhnika, Nº 8.

WHITE, T. A. y ALLNAT, J. W. [1980] Double stimulus quality rating method for television digital codecs. *Electron. Lett.*, **16**, 714-715.

Documentos del CCIR:

[1974-78]: 11/36 (Japón); 11/37 (Japón); 11/63 (Francia); 11/65 (Francia); 11/94 (Alemania (República Federal de)); 11/96 (Francia); 11/330 (Estados Unidos de América); 11/336 (Reino Unido); 11/342 (Reino Unido); 11/357 (Francia); 11/358 (Francia); 11/409 (URSS); 11/414 (Francia).

[1978-82]: 11/83 (Japón); 11/248 (Japón); 11/277 (Alemania (República Federal de)); 11/295 (Estados Unidos de América); 11/296 (Estados Unidos de América); 11/301 (Alemania (República Federal de)).

[1982-86]: 11/19 (Japón); 11/25 (Japón); 11/91 (URSS).

ANEXO I

Pruebas de códecs de televisión digital

1. Introducción

De acuerdo con la Decisión 60, el GIT 11/7 está encargado de examinar los métodos de reducción de la velocidad binaria para la transmisión digital. Durante el Periodo de Estudios 1986-90, el GIT 11/7 llevó a cabo pruebas de los métodos de codificación empleados en códecs prototipos que funcionan a velocidades de 34 - 45 Mbits/s utilizando material que se ajustaba en la fuente a la especificación 4:2:2 de la Recomendación 601. En este trabajo, el GIT 11/7 contó con la estrecha colaboración de los GIT CMTT/2 y 11/4.

Este Informe contiene una breve descripción de los métodos empleados, los resultados obtenidos y las conclusiones de las pruebas.

2. Pruebas y métodos de prueba

2.1 Pruebas realizadas

De acuerdo con las orientaciones que figuran en los Informes 1089 y 1211 , el GIT 11/7 probó todos los códecs disponibles que funcionan a 34 - 45 Mbit/s con respecto a: su calidad de imagen básica, la calidad de la imagen resultante del tratamiento ulterior después de procesos tales como incrustación cromática y movimiento lento, y la característica de fallos en presencia de errores aleatorios y en ráfagas después de la interrupción momentánea de datos.

Como algunos fabricantes de códecs no pudieron proporcionar un equipo completo con tiempo suficiente para las pruebas, el estudio no pudo completarse, como se había previsto, en el periodo 1986-1990. Sin embargo, se realizaron pruebas completas en un códec TDC intercuadro con compensación de movimiento que funciona a 34 Mbit/s y en un códec TDC intercuadro con compensación de movimiento que funciona a 45 Mbit/s. Además, se efectuaron pruebas de la calidad básica y de la calidad después del procesamiento en un códec TDC intercuadro con compensación de movimiento que funciona a 45 Mbit/s; las características de fallo no pudieron evaluarse para este códec porque no se dispuso del decodificador.

2.2 Métodos de prueba

Para las pruebas de calidad, se utilizó una variante del método de escala de calidad contínua de doble estímulo (Recomendación 500), descrito en el § 5.1.3 del Informe 1206 . Para las pruebas de la característica de fallos se utilizó el método de escala de degradación de doble estímulo (Recomendación 500). En [CCIR 1986-90: a, b, c, d] figuran más detalles.

2.3 Material de prueba

Con el fin de probar los algoritmos de codificación, fue necesario preparar una biblioteca de imágenes y secuencias de prueba. Este material de prueba se preparó específicamente para las pruebas de los códecs, pero el material, y los criterios conforme a los cuales se preparó, pueden servir para la comprobación de otras normas. El material se preparó en formato 4:2:2 (Recomendaciones 601 y 656) y se grabó en cinta vídeo D1 (Recomendación 657). El material de prueba y los criterios conforme a los cuales se preparó se describen en el Informe 1213 .

2.4 Modo de funcionamiento

Se seleccionó el material apropiado para las pruebas previstas y adecuadamente crítico para destacar los algoritmos de los códecs de la biblioteca y se utilizó para preparar cintas de pruebas de códecs en formato D1. Las cintas D1 se enviaron a los laboratorios de códecs, donde fueron resproducidas en magnetoscopios D1 con interfaz con los códecs conformes a la Recomendación 656. La salida de cada códec, con y sin inserción de errores, se grabó en un segundo magnetoscopio D1. Las cintas resultantes se procesaron posteriormente y los resultados finales grabados se utilizaron para preparar cintas vídeo D1 para las pruebas subjetivas. Toda la operación fue una demostración crítica de la capacidad de la grabación e interconexión digitales para asegurar un intercambio adecuado de material y mantener una alta calidad durante todo el proceso, a condición de que se tenga el cuidado necesario.

Las pruebas subjetivas se realizaron en Australia, Canadá, Francia, Italia, Japón, España y Reino Unido.

3. Resultados

3.1 Secuencias de actividad baja/media

En las pruebas de calidad básica, el códec TDC a 34 Mbit/s satisfizo los requisitos de calidad para todas las secuencias de prueba menos una. Sin embargo, las evaluaciones de esta secuencia pueden haber sido afectadas por una momentánea pérdida de sincronización durante la grabación de la salida del códec. Los códecs TDC y MICD a 45 Mbit/s cumplieron los requisitos.

En las pruebas de la calidad obtenida después del proceso, todos los códecs probados cumplieron los requisitos de calidad después de la incrustación cromática y el movimiento lento.

En las pruebas de características de fallos, ninguno de los códecs probados satisfizo las características de resistencia a errores aleatorios y en ráfaga ni de la recuperación después de la interrupción momentánea de datos.

3.2 Secuencias de gran actividad

Se utilizó una secuencia de muchísima actividad en las pruebas de calidad básica para el códec TCD a 34 Mbit/s. Esta secuencia, en la cual el contenido concordó en general con la práctica de producción normal, presentaba un campo circundante de ruido que invadía progresivamente la parte central de la imagen. Para esta secuencia, que no estuvo disponible para las pruebas de los códecs a 45 Mbit/s, las evaluaciones de calidad del códec a 34 Mbit/s fueron considerablemente deficientes.

Sin embargo, debe señalarse que es posible que los diseñadores de códecs no estén suficientemente informados sobre la severidad de los requisitos, pues los códecs, el material de prueba y las necesidades del usuario se han desarrollado en cierta medida, en paralelo. Puede ser útil continuar el examen de los requisitos de calidad a la luz de la existencia y utilización de este material vídeo altamente crítico.

4. Conclusiones

Aunque no pudo efectuarse un conjunto completo de pruebas, la experiencia obtenida fue suficiente para servir de base para el esbozo de especificación de una norma para los códecs a 34 - 45 Mbit/s. Este códec combinaría aspectos de los diferentes códecs probados y utilizaría corrección de errores mejorada. Sin embargo, dado los pequeños problemas que se evidenciaron en las pruebas de los códecs prototipos, pudiera ser útil confirmar la idoneidad de los códecs producidos de acuerdo con la nueva norma.

5. Experiencia obtenida

En las pruebas se obtuvieron varias experiencias valiosas. En primer lugar, se estableció la capacidad de las grabaciones D1 y del interfaz digital para mantener una alta calidad y una alta intercambiabilidad, a condición de que se tenga el debido cuidado. En segundo lugar, se demostró la idoneidad de los métodos de prueba utilizados y su fiabilidad a través de grupos lingüísticos. En tercer lugar, se confirmó la idoneidad del material de prueba. A este respecto, las secuencias de prueba y los métodos según los cuales se prepararon y grabaron pueden ser útiles para pruebas de otras normas de exploración.

6. Puntos para ulterior estudio

Antes de que se realicen pruebas para confirmar una norma de códec, deben estudiarse los dos aspectos siguientes:

a) la estadística de los errores aleatorios y en ráfaga que ha de encontrarse en enlaces de transmisión reales, y

b) la estadística del material vídeo que ha de transmitirse. Si el material vídeo puede caracterizarse adecuadamente con una medida como la indicada en [CCIR 1986-90e], cabe la posibilidad de establecer formalmente un requisito de calidad que sea función de la criticidad de la imagen. Esto deberá asegurar que los códecs funcionan bien con material que presente dificultades bajas a moderadas y que, empero, no producen resultados objetables subjetivamente con el material más crítico que pueda encontrarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Documentos del CCIR

[1986-90]: a. 11/498 (GIT 11/7); b. 11/7-189 (GIT 11/7); c. 11/7-248 (GIT 11/7); d. 11/7-249 (GIT 11/7); e. 11/7-261 (Reino Unido).

INFORME 1223

UN ENFOQUE BASADO EN UN MODELO ESTRATIFICADO PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL

(Cuestión 46/11)

(1990)

1. Introducción

Una descripción de las funciones básicas de la transferencia de información por televisión puede efectuarse en términos de una arquitectura estratificada que se ajuste a la definida por la ISO y el CCITT en el marco de la Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA) [Miceli, 1986; Fierro y Miceli, 1987]. Este tipo de enfoque puede ser útil también en el futuro, cuando las señales de televisión han de transmitirse a través de una RDSI de banda ancha. Además permite una clara separación de los distintos problemas relativos al establecimiento de una nueva norma. En particular, el trayecto de la información de la séptima capa a la primera también puede considerarse un modo ordenado de abordar estos problemas.

En la fig. 1 se representa simbólicamente la transferencia de información en una interconexión de televisión en términos de la arquitectura estratificada.

Esto debe considerarse un intento de solución del problema de encuadrar las señales de televisión típicas en las funciones abstractas del modelo ISA.

En particular, pueden plantearse problemas en lo que se refiere a la capa 5, dado que no resulta totalmente claro si el "periodo de imagen" y las "imágenes por cuadro ('frame')" deben considerarse en la quinta capa o como subcapa del sexto nivel. No obstante, éste es un problema meramente teórico: lo que es importante es el orden o, en otras palabras, la prioridad de las diversas funciones en la interconexión de televisión. Para este fin, se da una asignación de parámetros válida en la fig. 1.

2. Descripción de las funciones de las capas

Por razones de claridad, es necesario describir brevemente algunas de las funciones de las capas.

2.1 Sexta capa

En la arquitectura estratificada, la sexta capa se relaciona con la presentación de la información que se transfiere del origen al destino. En el caso de un sistema video, por consiguiente, trata de los aspectos colorimétricos de los datos de los píxeles y de la estructura geométrica de la pantalla (número de líneas activas, número de píxeles activos por línea, relación de dimensiones).

2.2 Quinta capa

La quinta capa se relaciona con el número de imágenes (cuyo formato ya se ha examinado en la sexta capa) que se transmiten por segundo a través del sistema. A fin de permitir cierto tratamiento espaciotemporal en la cuarta capa (como se explicará más adelante), es preferible considerar las imágenes agrupadas en "cuadros" ("frames"). Por consiguiente, el mismo grupo de imágenes puede considerarse como un conjunto y codificarse en consecuencia. Evidentemente, el producto del número de imágenes por "cuadro" y la frecuencia de "cuadro" ("frame rate") equivale al número de imágenes por segundo procesadas en el sistema de televisión.

El "cuadro" así definido puede interpretarse también como un intervalo de tiempo en el que puede mostrarse una periodicidad típica de la señal video. Esta periodicidad ha de especificarse en términos de un número entero de imágenes, considerando también el caso límite de una imagen por "cuadro". En cierto sentido, este concepto puede considerarse una generalización del significado original de cuadro de televisión. En realidad, en el caso de sistemas entrelazados puede interpretarse que incluye dos imágenes por "cuadro", cada una de ellas codificada de un modo determinado (transmisión de una línea de cada dos). En este caso la frecuencia de "cuadro" es evidentemente la mitad de la frecuencia de trama ("field rate") y es también la periodicidad básica de la señal video.

2.3 Cuarta capa

Esta capa se relaciona con la codificación y el establecimiento del formato de la información video. En tal sentido, trata de los métodos de compresión de la anchura de banda, a fin de adaptar la velocidad binaria de video a la anchura de banda del canal.

En términos de las arquitecturas estratificadas, los métodos de transmisión entrelazada de la imágen deben hacer intervenir típicamente a la capa 4. En realidad, es teóricamente posible obtener una señal de televisión entrelazada mediante un submuestreo vertical de una imagen explorada en forma progresiva: en cierto sentido, el entrelazado puede considerarse un método muy simple de codificación de imágenes con anchura de banda reducida.

2.4 Capas inferiores (Norma de transmisión)

Las capas inferiores se relacionan con los problemas de interfaz que se especifican en la Figura 1.

Los interfaces definen los modos físicos y lógicos de transporte de la información a través de la cadena video. Su definición no debe tener ninguna consecuencia para los parámetros del sistema principal y puede estudiarse por separado. Pueden definirse diferentes interfaces para distintos nodos de la cadena video, a fin de ajustarse a los requisitos locales de transmisión, aunque ha de adoptarse un interfaz común para las interconexiones de estudio (véase la Figura 2).

3. Enfoque de la compatibilidad basado en el modelo ISO o en la Recomendación 601

La característica más importante del modelo ISA consiste en que la transferencia de información es transparente en lo que se refiere a las capas superiores. Si es necesaria una conversión de normas, ésta tendrá lugar en las capas inferiores, por ejemplo como se representa en la Figura 2. Por consiguiente, la compatibilidad se obtiene comenzando por las capas superiores y pasando sucesivamente a las inferiores.

Esta es una diferencia fundamental con los principios de la Recomendación 601. En efecto, en este caso, la compatibilidad se obtiene en las dos capas inferiores, mientras que es necesario un proceso de conversión de normas para las capas superiores (conversión de 625 a 525 líneas y viceversa).

4. Un ejemplo de posible aplicación

En el [CCIR, 1986-90] se describe sucintamente una posible aplicación del enfoque descrito en el punto 2. Según la estructura que antes se indica, se puede definir un "sistema de transporte asíncrono" que permite acomodar fácilmente diferentes formatos de exploración como la televisión a 50 Hz, la televisión a 60 Hz y las películas cinematográficas. Suponiendo que se haya conseguido un formato de pantalla común en la sexta capa (utilizando una conversión de entrelazado a progresivo cuando proceda), el siguiente paso, en la quinta capa, es la definición de la "duración del cuadro" como un periodo de tiempo que comprende un número entero de imágenes en todo tipo de fuente.

Para recoger dentro de un "cuadro", independientemente de la frecuencia de imagen original, un número entero de imágenes se piensa en una "frecuencia de cuadro" que es el máximo común divisor entre las diversas frecuencias de imagen, es decir, 2 Hz. Por lo tanto, si la fuente está representada por una película cinematográfica de 24 imágenes por segundo, la "duración del cuadro" será de 12 imágenes (T = 0,5 s). Por otra parte, en el caso de los sistemas de televisión de 50 Hz y 60 Hz, el número de imágenes en un "cuadro" será de 25 y 30 respectivamente (fig. 3).

En lo que respecta al formatado de los datos (cuarta capa), el "cuadro" se ha organizado en una estructura capaz de llevar en este orden la información relativa al propio cuadro, las imágenes transportadas y los pixels; se necesitan datos de tara para sincronización, protección de los datos y rotulación.

Según se indica en la fig. 4 (en el caso de un sistema de televisión a 50 Hz), un "cuadro" se puede estructurar de la siguiente manera:

- Un "registro marcador de cuadro" (FMR) situado al comienzo de cada cuadro de transmisión.
- Un "registro de cifrado" (ER) facultativo, en el que se necesita acceso condicional a los datos transmitidos.
- Un "registro marcador de imagen" (PMR) para cada imagen.
- Un "registro de datos de pixels" (PDR) para cada grupo de pixels (por ejemplo, bloques cuadrados de 8 x 8 cuando el formato de la pantalla lo permite).
- Un "registro de relleno" (PR) para asegurar una velocidad binaria fija en todos los casos.

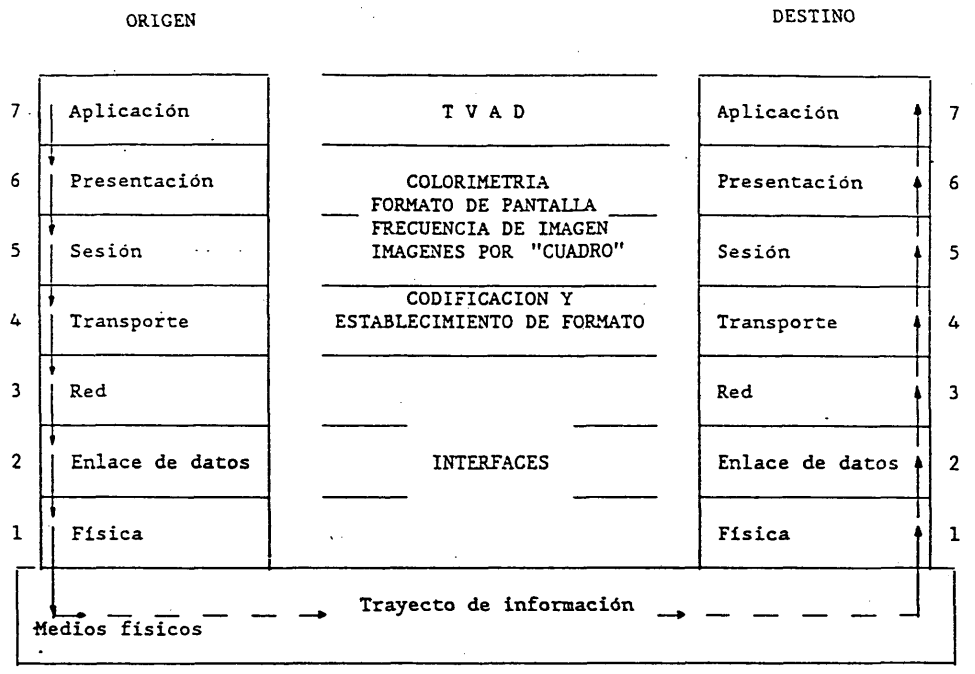


FIGURA 1 - Arquitectura estratificada para la televisión digital

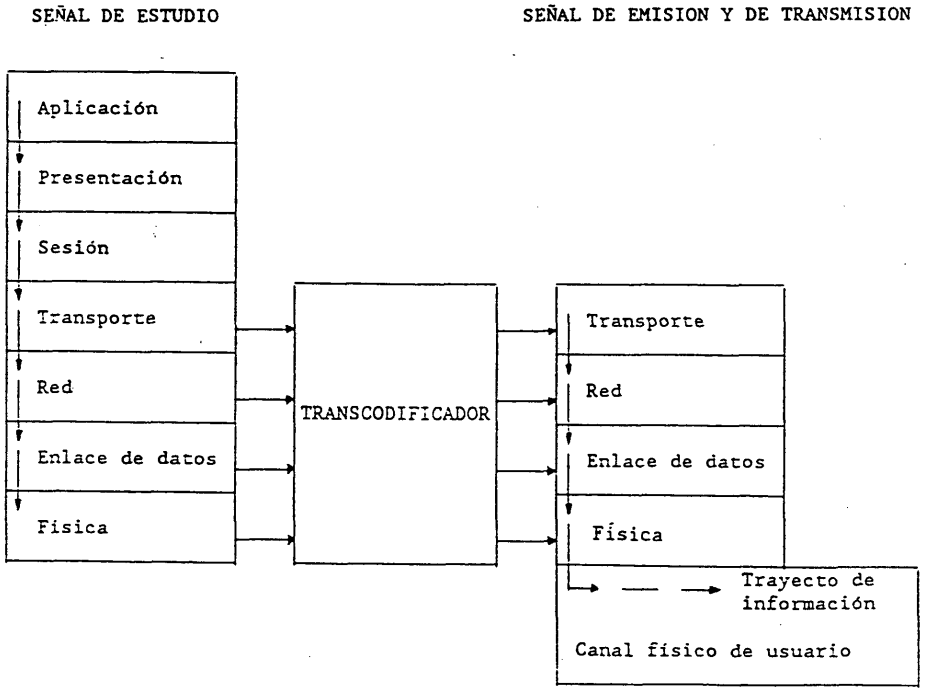


FIGURA 2 - Generación de la norma de emisión y de transmisión

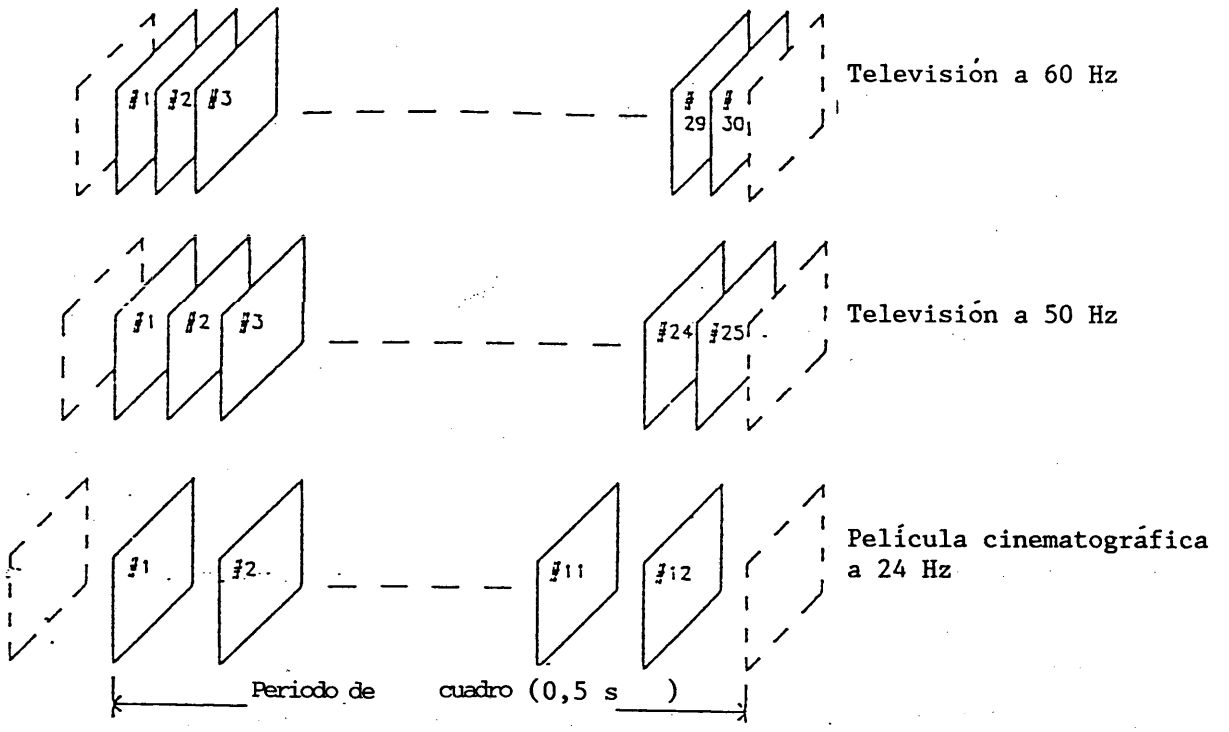


FIGURA 3 - Definición del periodo de cuadro para las tres frecuencias de imágen más utilizadas

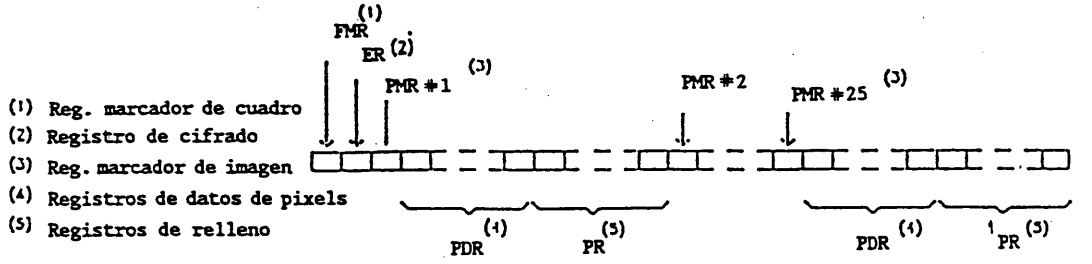


FIGURA 4 - Definición provisional de la estructura de un "cuadro" (sistema de televisión a 50 Hz

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIERRO, G., MICELI, S. [septiembre de 1987] Frame based HDTV system. Proc. of the "International Symposium on Broadcasting Technology", Beijing, China.

MICELI, S. [1986] Basic structure for a future television system. Proc. of the EURASIP Worshop on Coding of HDTV, L'Aquila, 12-13 de noviembre.

Documentos del CCIR:

[1986-90]: 11/502 (Italia).

INFORME 1212*

MEDICIONES Y SEÑALES DE PRUEBA PARA LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN EN COLOR CON CODIFICACIÓN DIGITAL

(Cuestión 25/11, Programa de Estudios 25M/11)

(1990)

1. Introducción

El funcionamiento de los sistemas digitales, de índole muy distinta del de los sistemas analógicos, hace que aquéllos puedan introducir en las imágenes degradaciones completamente diferentes. Las degradaciones pueden tener por causa la codificación que realiza la conversión entre el dominio digital y analógico, o viceversa (operaciones que traen aparejados los procesos de filtrado, muestreo y cuantificación; véanse los Informes 629 y 962, y la Recomendación 601) o los defectos de la propia señal digital (por ejemplo, errores en elementos binarios, fluctuación de la fase de tiempo, o pérdida de sincronización). Las degradaciones introducidas por la codificación pueden depender del contenido de la imagen, mientras que los errores de señal en el dominio digital pueden depender de las secuencias de elementos binarios. En el dominio digital, un aumento del ruido o de la distorsión por encima de determinado nivel puede conducir a un crecimiento rápido del número de errores en los datos. Antes de alcanzar ese nivel, puede mejorarse considerablemente el comportamiento frente a errores mediante el empleo de técnicas de corrección de errores.

Las degradaciones de la imagen pueden provenir también de diversas causas:

a) distorsiones producidas en los procesos de conversión entre el dominio analógico y el digital;

b) errores en el canal digital;

c) distorsiones introducidas por el procesamiento digital de la señal.

Por consiguiente, en los métodos de prueba y de medición de los sistemas de televisión digital deben tenerse en cuenta esos tres factores, así como la necesidad de efectuar pruebas tanto fuera de servicio (pruebas de aceptación/mantenimiento) como en servicio (control/diagnóstico).

En el caso de las degradaciones de imagen pueden emplearse pruebas subjetivas u objetivas. El punto 2.1 de este Informe se refiere a los métodos de evaluación subjetivos, mientras que en el punto 2.2 se examinan los métodos objetivos. En esos dos tipos de evaluación es preciso tener en cuenta las consecuencias de las técnicas bidimensionales o tridimensionales de procesamiento de la señal, que hacen que muchas señales de prueba analógicas actuales sean de poca utilidad (en este caso, porque no se puede hacer más que repetir la misma señal línea por línea). El punto 2.3 de este Informe se refiere

---

* Este Informe debe señalarse a la atención de la CMTT y de la CEI.

a la comprobación de las señales codificadas en forma digital. En este caso, lo importante es la evaluación de los errores residuales (una vez aplicadas todas las técnicas de corrección de errores previstas) , su distribución y su relación con las informaciones transportadas, como la información de imagen. Podría, pues, ser necesario efectuar pruebas objetivas y disponer de equipos de prueba especializados.

En los equipos digitales es posible a veces sacar partido de las capacidades de autoprueba de gran número de circuitos integrados, y de las capacidades de los circuitos digitales para producir formas de onda bien definidas, a fin de probar las partes analógicas de los circuitos de conversión.

Es mucha todavía la labor por realizar antes de poder crear métodos de prueba y de medición adaptados a las instalaciones de televisión digital, por lo que se invita a las administraciones a efectuar Contribuciones sobre el tema.

2. Métodos de evaluación

2.1 *Evaluación subjetiva*

La evaluación subjetiva es actualmente el único procedimiento práctico conveniente para evaluar los sistemas de televisión digital, por lo que es importante que el método utilizado se ajuste a la Recomendación 500. Debe prestarse particular atención a la elección de las imágenes utilizadas. Por ejemplo, en [CCIR, 1974-78a] se propone utilizar imágenes que comprendan movimientos ya sea lineales o rotativos, y se indica que pueden ser convenientes también las fluctuaciones periódicas lentas de la amplitud de la señal de imagen.

Para la evaluación subjetiva de los métodos de codificación intertrama o intercuadro (que son importantes para la reducción altamente eficaz de la velocidad binaria de señales de televisión digital), son esenciales imágenes de prueba en movimiento. En [CCIR, 1982-86a] se describen los factores que deben considerarse para preparar estas imágenes de prueba en movimiento y se presenta un conjunto de ejemplos compuesto por 26 escenas en movimiento. En el Informe 1206 se propone un conjunto de imágenes, escenas y secuencias para las evaluaciones subjetivas.

2.2 *Mediciones objetivas*

2.2.1 Mediciones en equipos e instalaciones de televisión digital

Se han efectuado estudios para definir los parámetros objetivos cuya medición pueda relacionarse con las degradaciones subjetivas [CCIR, 1974-78 b; Kretz, 1977]. Un método consiste en considerar por separado las diversas degradaciones que pueden afectar a diferentes tipos de información de imagen (por ejemplo, zonas uniformes, contornos, detalles finos). Estudios recientes [CCIR, 1978-82a] indican que las degradaciones de la calidad de la imagen derivadas de la transmisión digital pueden clasificarse en varias categorías de perturbación subjetivamente independientes entre sí, en cuanto a sus efectos sobre la calidad subjetiva de la imagen. Los términos concretos para expresar las respectivas categorías de perturbación para la codificación intracuadro están definidos y pueden medirse utilizando señales bien conocidas, como las señales en escalera y en diente de sierra. El documento [CCIR, 1982-86b] presenta un método para clasificar las degradaciones de la calidad de la imagen mediante un análisis de factores psicológicos, para los casos en que no se puede adoptar a priori un procedimiento de clasificación.

Hasta que se establezcan estudios de televisión totalmente digitales, continuarán empleándose en los estudios combinaciones de equipos analógicos y digitales. Durante el periodo de transición, la señal de video será objeto de cierto número de conversiones analógico-digital-analógico. Cada conversión en uno u otro sentido es una fuente potencial de degradaciones de la imagen.

Los actuales métodos analógicos de prueba son adecuados para numerosas mediciones de los trayectos mixtos analógico-digital-analógico utilizados en los estudios, pero se reconoce que el tratamiento digital de la señal enmascara y resta fiabilidad a los resultados de algunas mediciones.

Se han propuesto nuevas señales de prueba para soslayar estas dificultades. En [CCIR, 1974-78a] se propone utilizar un impulso en seno cuadrado de duración entre puntos de amplitud mitad algo inferior a la mitad del periodo activo de la línea, con una subportadora de color superpuesta, como señal de prueba para la medición del ruido de cuantificación [Krivosheev, 1976].

En [CCIR, 1974-78c] se propone utilizar una señal en diente de sierra de duración igual a la de una línea con subportadora de color superpuesta para medir la ganancia y la fase diferenciales.

En [CCIR, 1978-82b] se sugiere un método para medir la distorsión introducida por los procesos digitales, en los que la señal procesada en forma digital es sustraída de la señal original, también en forma digital, proporcionando así mayor precisión. De este modo los análisis pueden efectuarse con equipos de medida digitales o con los equipos de medida analógicos existentes.

Weston [1982] describe un generador digital de señales de prueba para comprobación de equipos y sistemas que utilizan tratamiento de señales en dos y tres dimensiones. Este produce, entre otros, cartas de ajuste electrónicas de placas de zona que pueden ser estacionarias (2 dimensiones) o móviles (3 dimensiones). Las señales de placas de zona constituyen una buena ayuda de diagnóstico para el estudio de las propiedades de procesos tales como el filtrado espacial y temporal, el submuestreo, la interpolación, etc., y para optimizar los algoritmos utilizados. Como en otros tipos de mediciones de la respuesta en función de la frecuencia, los resultados son más útiles cualitativamente; los resultados cuantitativos son difíciles de realizar con una valoración subjetiva que utiliza imágenes reales. No obstante, las pruebas con las cartas de ajuste de placas de zona pueden utilizarse para revelar modalidades particulares de degradación y por consiguiente imágenes reales críticas.

En [CCIR, 1986-90a] se describe la aplicación de una secuencia seudoaleatoria de datos, producida por un registro de desplazamiento por realimentación, para verificar el funcionamiento de los interfaces vídeo de bits paralelos correspondientes a la Recomendación 656 del CCIR y los trayectos de transmisión entre ellos dentro del estudio. En la aplicación descrita, las gamas de valores de los niveles de cuantificación corresponden a la gama definida en la Recomendación 601 del CCIR; no obstante se producirán valores de cuantificación que estarán fuera de la gama de señales RGB.

Aunque las características estadísticas (por ejemplo, correlación) de la secuencia seudoaleatoria propuesta no son típicos de la televisión digitalizada, el método descrito se ha utilizado para determinar la diafonía de impulsos entre elementos del circuito y líneas de transmisión. Por consiguiente, los resultados obtenidos con esas determinaciones deben ser objeto de una adecuada interpretación. El método se ha utilizado también para medir las proporciones de errores en los bits y la radiación no deseada procedente de enlaces dentro del estudio y el tiempo de respuesta de los componentes de circuito lineales y no lineales, valores sujetos también a las reservas de las estadísticas de datos seudoaleatorios.

En el [CCIR, 1986-90b] se sugiere que las pruebas de conformidad de los interfaces 4-2-2 deben basarse en la utilización de técnicas de medición en tiempo real adecuadas para controlar la validez de los parámetros especificados en la Recomendación 656 para cada dato transmitido.

En [Lebrat-Fouillet, 1989] se explican métodos de medición basados en el uso de las señales de prueba 4-2-2:

- La fluctuación de fase del reloj en un interfaz paralelo puede medirse produciendo una señal cuya amplitud es proporcional a la diferencia de fase entre el reloj del interfaz y un reloj estable, obtenida mediante el filtrado adecuado. La observación en el osciloscópio de esta señal, después de la calibración, indica la amplitud y la distribución de la fluctuación en relación con la estructura de la señal vídeo (línea, trama, etc.).

- La medición del tiempo de propagación diferencial en un interfaz paralelo puede realizarse comparando los datos detectados por medio del reloj del interfaz con los detectados por medio de varias señales de reloj obtenidas por desfasamiento fijo (avance o retardo) en relación con el reloj del interfaz. Esta comparación suministra, para cada dato, las diferencias máximas de avance y de retardo de reloj para conservar una detección correcta, y la combinación de estos resultados permite obtener la medida del tiempo de propagación diferencial.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

2..2.2 Mediciones en códecs de televisión digitales

Meiseles [1988] describe un método de medición para determinar objetivamente los efectos de los algoritmos de predicción del movimiento utilizados en determinados códecs de vídeo con reducción de velocidad binaria. Con el método descrito se mide primero el comportamiento estático del sistema de codificación, para determinar los atributos de respuesta-frecuencia, ganancia, respuesta al impulso 2T, distorsión de la forma de onda de corta duración (método IEEE 511-1979) y ganancia no lineal. Los resultados de estas pruebas representan el comportamiento de referencia para las pruebas dinámicas. Para medir los atributos descritos anteriormente se utiliza el diagrama de prueba dinámica con las señales de prueba apropiadas utilizado para medir las respuestas estáticas. Las diferencias entre los resultados estátitos y los resultados dinámicos son las causadas por el proceso de predicción. Con este método pueden medirse con precisión, y reiteradamente, los efectos secundarios del tratamiento tales como la sobrecarga de pendiente, la fluctuación en los bordes, los errores de cuantificación o de predicción, y la relación señal/ruido.

En el Informe 1206 se examinan también las mediciones objetivas de la calidad de los códecs.

2.3 Prueba de señales digitales

En el Informe 1206 se aborda el tema de la evaluación de circuitos digitales.

3. Ejemplos de señales de prueba 4:2:2

En [CCIR,1986-90b, c] se describen algunas señales y procedimientos de prueba para instalaciones de televisión digital de 4:2:2. Estas señales se definen a continuación. Sin embargo, se requieren otras señales para proporcionar una evaluación más completa de la calidad de funcionamiento.

Se insta a las administraciones a que realicen estudios encaminados a definir otras señales de prueba.

3.1 Notas explicativas

Cada uno de los subpuntos 3.2 a 3.9 describe una señal de prueba, 4.2.2 indicando:

- Un número y una denominación de la señal de prueba (en el título del subpunto).

- La composición de las líneas activas digitales de la señal. Y(i) designa el valor que toma la señal de luminancia Y para la muestra número i de la línea vídeo digital activa sabiendo que las muestras se numeran del 1 al 720 por orden cronológico. Para i impar, C_B (i) y C_R (i) designan los valores tomados por las señales de diferencia de color C_R y C_B.

- La utilidad de la señal en la comprobación de los equipos de vídeo digitales 4:2:2.

El cuadro I define seis formas de onda digitales, denominadas como A1, A2, A3, A4, A5, A6, de 720 muestras.

Estas formas de onda digitales se obtienen a partir de impulsos de zonas uniformes, de rampas entre dos formas uniformes y de transiciones entre dos zonas uniformes, conformadas mediante un filtro cuya respuesta impulsiva R(t) se define en función del tiempo, como:

- para $-3T < t < 3T$, $R(t) = 0{,}42 + 0{,}50 \cos(\pi t/3T) + 0{,}08 \cos(2\pi t/3T)$
- en el resto $R(t) = 0$

(R(t) es una ventana de Blackman.)

El valor de T es 74 ns para las formas de ondas digitales A1, A2, A3, A4 e igual a 148 ns para A5 y A6.

3.2 Señal de prueba Nº 1: GRIS

Las señales de video activas de esta señal se definen mediante:

$Y(i) = A1\ (i)$, $C_R = C_B = 128$

Esta señal es crítica para la transmisión a través de un interfaz para conexiones en paralelo, ya que cada una de las 8 señales binarias de datos del interfaz contiene entonces una sucesión de bits 0,1,0,1,0,1... y alcanza la concentración máxima de energía en las frecuencias elevadas (múltiplos de 13,5 MHz) que a menudo resulta difícil preservar en los soportes de transmisión.

3.3 Señal de prueba Nº 2: BLANCO-NEGRO ALTERNADOS a 0,1 Hz

En esta señal, se encuentra alternativamente:

- Durante 5 segundos, imágenes conteniendo líneas video digitales activas "blancas" definidas mediante $Y(i) = A2(i)$, $C_R = C_B = 128$.

- Durante 5 segundos, imágenes conteniendo líneas video digitales activas "negras" definidas mediante $Y = 16$, $C_R = C_B = 128$.

Esta señal proporciona una variación del nivel de negro en las señales video analógicas correspondientes, debido a la supresión de las componentes continua y de muy bajas frecuencias en los enlaces de transmisión analógicos. Permite controlar la compensación de esta variación, y la estabilidad y precisión del negro en la codificación digital.

3.4 Señal de prueba Nº 3: IMPULSOS EN LOS EXTREMOS DE LA LINEA

Las líneas video activas digitales de esta señal se definen mediante:

$Y(i) = A3(i)$, $C_R = C_B = 128$

Esta señal de 4 impulsos permite verificar la posición de la línea activa digital respecto de la referencia analógica, así como la actividad de las muestras situadas en el extremo de la línea activa digital.

Los bordes externos de los dos impulsos internos coinciden con los extremos de la línea visualizada en el sistema de 625/50.

3.5 Señal de prueba Nº 4: RAMPA NEGRO-BLANCO

Las líneas video activas digitales de esta señal se definen mediante:

$Y(i) = \text{Parte entera } (A_4(i)); \quad C_R = C_B = 128$

Esta señal permite comprobar la existencia y la posición de los niveles de cuantificación del 1 al 254 de la señal de luminancia.

3.6 Señal de prueba Nº 5: RAMPA AMARILLO-GRIS

Las líneas activas digitales de esta señal se definen mediante:

$C_B(i) = \text{Parte entera } (A_5(i))$

$C_R(i) = \text{Parte entera } (128{,}5 - (0{,}114/0{,}701)\ (A_5(i)-128))$

$Y(i) = \text{Parte entera } (126 - (169/224)\ (A_5(i)-128))$

Esta señal permite comprobar la existencia y posición de los niveles de cuantificación de 1 al 128 de la señal de diferencia de color C_B.

CUADRO I - Formas de ondas digitales de 720 muestras que intervienen en la definición de las señales de prueba 4:2:2

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26 ≤ i ≤ 694	695	696	697	698	699	700 ≤ i ≤ 720
A1(i)	16	18	33	72	110	125	127	125	110	72	33	18	16

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26 ≤ i ≤ 694	695	696	697	698	699	700 ≤ i ≤ 720
A2(i)	16	19	50	126	201	232	235	232	201	126	50	19	16

i	1	2	3	4	5	6	7 ≤ i ≤ 10	11	12	13	14	15	16	17 ≤ i ≤ 706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
A3(i)	16	44	154	235	154	44	16	17	64	185	229	121	31	16	17	64	185	229	121	31	16	16	44	154	235	154	44	16

i	1	1 ≤ i ≤ 21	22	23	24	25	1 60	61 ≤ i ≤ 88	89 ≤ i ≤ 100	101 ≤ i ≤ 536	537 ≤ i ≤ 550	551 ≤ i ≤ 586	587 ≤ i ≤ 600	601	602	603	604	605	606 ≤ i ≤ 720
A4(i)	16	14	9	3	1	((1-57)/2)	16	((1-67)/2)	235	((1-79)/2)	254	250	217	135	53	20	16		

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 ≤ i ≤ 40	41 ≤ i ≤ 96	97 ≤ i ≤ 120	121 ≤ i ≤ 564	565 ≤ i ≤ 720
A5(i)	128	126	120	108	89	65	40	21	9	3	1	((1-33)/4)	16	((1-53)/4)	128

i	1	1 ≤ i ≤ 120	121 ≤ i ≤ 564	565 ≤ i ≤ 580	581 ≤ i ≤ 632	633 ≤ i ≤ 660	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670 ≤ i ≤ 720
A6(i)	128	((1+395)/4)	240	((1+383)/4)	254		252	246	234	215	191	167	148	136	130	128	

i representa el número de muestras, está comprendido entre 1 y 720.

CUADRO I - (Cont.)

i	1 a 254	255 a 508	509 a 762	763 a 1016	1017 a 1270	1271 a 1440
A7(i)	i	509-i	i-508	1017-i	i-1016	1525-i

i	1 a 47	48	49	50	51	52	53	54	55	56 a 668
A8(i)	235	232	218	187	139	86	46	24	17	16

i	669	670	671	672	673	674	675	676	677 a 720
A8(i)	19	33	64	112	165	205	227	234	235

i	1 a 24	25	26	27	28 a 334	335	336	337	338	339 a 360
A9(i)	240	232	191	143	128	130	152	204	236	240

i	1 a 24	25	26	27	28 a 334	335	336	337	338	339 a 360
A10(i)	16	24	65	113	128	126	104	52	20	16

3.7 Señal de prueba Nº 6: RAMPA GRIS-AZUL

Las líneas video activas digitales de esta señal se definen mediante las mismas fórmulas que las del apartado 3.6 sustituyendo A_5 por A_6.

Esta señal permite comprobar la existencia y la posición de los niveles de cuantificación del 128 al 254 de la señal de diferencia de color C_B.

3.8 Señal de prueba Nº 7: RAMPA CYAN-GRIS

Las líneas video activas digitales de esta señal se definen mediante:

$C_B(i)$ = Parte entera (128,5 - (0,299/0,886) ($A_5(i)$-128))

$C_R(i)$ = Parte entera ($A_5(i)$)

Y(i) = Parte entera (126 - (88/224) ($A_5(i)$-128))

Esta señal permite comprobar la existencia y la posición de los niveles de cuantificación del 1 al 128 de la señal de diferencia de color C_R.

3.9 Señal de prueba Nº 8: RAMPA GRIS-ROJO

Las líneas video activas digitales de esta señal se definen mediante las mismas fórmulas del apartado 3.8, sustituyendo A_5 por A_6.

Esta señal permite comprobar la existencia y la posición de los niveles de cuantificación del 128 al 254 de la señal de diferencia de color C_R.

3.10 Señal de prueba Nº 9 : Rampa C_B, Y, C_R, Y

Las líneas vídeo activas de esta señal se definen en el Cuadro $A_7(i)$ para 1440 elementos de muestras del múltiplex de la línea activa digital.

Esta señal se utiliza para verificar la conformidad del formato de la señal vídeo digital a la salida de los equipos de tratamiento digital que efectúan operaciones de demultiplexión y remultiplexión de los componentes de la señal vídeo digital.

Nota.- Esta señal produce colores no autorizados en el campo R, G, B.

3.11 Señal de prueba Nº 10: pórticos en los extremos de una línea de blanco

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

$Y(i) = A_8(i)$, $C_B = C_R = 128$

Esta señal carece de conformación de transiciones en Y en los límites de la línea activa digital y resulta útil para observar la conformación analógica de las supresiones de línea producida por los decodificadores 4-2-2.

Dos transiciones de integral del impulso de Blackman con un tiempo de establecimiento de 300 ns, están ubicadas a 3 μs de los frentes anterior y posterior de supresiones de línea analógica para los sistemas de 625 líneas y permiten una observación comparativa de las transiciones así como de la conformidad de la correspondencia temporal digital analógica en Y.

3.12 Señal de prueba Nº 11: pórticos en los extremos de una línea azul

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

$Y = 41$, $C_B(i) = A_9(i)$, $C_R = 110$

Esta señal permite efectuar las observaciones descritas en el inciso 3.11 para transiciones altas en C_B.

3.13 Señal de prueba Nº 12: pórticos en los extremos de una línea roja

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

$Y = 81$, $C_B = 90$, $C_R = A_9(i)$

Esta señal permite efectuar las observaciones descritas en el inciso 3.11 para transiciones altas en C_R.

3.14 Señal de prueba Nº 13: pórticos en los extremos de una línea amarilla

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

$Y = 210$, $C_B(i) = A_{10}(i)$, $C_R = 146$

Esta señal permite efectuar las observaciones descritas en el inciso 3.11 para transiciones bajas en C_B.

3.15 Señal de prueba Nº 14: pórticos en los extremos de una línea cyan

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

$Y = 170$, $C_B = 166$ $C_R(i) = A_{10}(i)$

Esta señal permite efectuar las observaciones descritas en el inciso 3.11 para transiciones bajas en C_R.

3.16 Señal de prueba Nº 15: serie 1010

Las líneas vídeo activas de esa señal vienen definidas por:

$Y = 128$, $C_B = C_R = 129$

Tras la serialización, esta señal produce la secuencia de bits ..., 1, 0, 1, 0, ... en el múltiplex serie y concentra la energía en la frecuencia de 121,5 MHz.

Resulta útil para controlar el funcionamiento del reloj de recuperación de fase de 9 bits de los conversores paralelo-serie y para evaluar la calidad de la ecualización de los receptores.

3.17 Señal de prueba Nº 16: serie 11001100

Las líneas vídeo activas en esta señal vienen definidas por:

C_B = 192 Y (i impar) = 218 C_R = 191 Y (i par) = 215

Tras la serialización, esta señal produce la secuencia de bits ..., 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, ... en el múltiplex serie y concentra la energía en la frecuencia de 60,75 MHz.

Resulta útil para controlar el comportamiento de la recuperación del reloj de bits y de la fase del reloj de 9 bits de los deserializadores y para evaluar la calidad de la ecualización de los receptores.

Nota.- Esta señal produce colores no autorizados en el campo R, G, B.

3.18 Señal de prueba Nº 17: serie 111000111000

Las líneas vídeo activas de esta señal vienen definidas por:

. Y = 245, C_B = C_R = 248

Tras la serialización, esta señal produce la secuencia de bits ..., 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, ... en el múltiplex serie y concentra la energía en la frecuencia de 40,5 MHz.

Resulta útil para controlar el comportamiento de la recuperación del reloj de bits y de la fase del reloj de 9 bits de los deserializadores y para evaluar la calidad de la ecualización de los receptores.

Nota.- Esta señal produce colores no autorizados en el campo R, G, B.

4. Señales digitales de barras de color

La frecuente utilización de señales de barras de color en televisión analógica sugiere la conveniencia de definir señales de este tipo codificadas digitalmente para controlar los niveles y el respeto de las fases entre componentes, tras la decodificación 4-2-2.

Los cuadros IIa y IIb ———————— describen las barras de color 100/0/100/0 y 100/0/75/0 calculadas mediante ecuaciones matemáticas, con las siguientes características:

- Conformación de las transiciones mediante integral del impulso de Blackman.

- Tiempo de establecimiento de 10% a 90% para Y: 150 ns.

- Tiempo de establecimiento de 10% a 90% para C_B y C_R: 300 ns.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CUADRO II - Descripción de señales de barras de color codificadas digitalmente

a) DESIGNACION: barras de color 100/0/100/0
Definición de Y para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 150 ns

i	1 a 14	15	16	17	18	19	20 a 100	101	102	103	104	105	106 a 186	187	188	189	190	191
Y(i)	16	16	39	126	212	235	235	235	232	223	213	210	210	210	206	190	174	170

i	192 a 272	273	274	275	276	277	278 a 358	359	360	361	362	363	364 a 444	445	446	447	448	449
Y(i)	170	169	167	157	147	145	145	144	141	126	110	107	106	106	104	94	84	82

i	450 a 530	531	532	533	534	535	536 a 616	617	618	619	620	621	622 a 720
Y(i)	81	81	77	61	45	41	41	41	38	28	19	16	16

Definición de C_R para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 300 ns

i	1 a 6	7	8	9	10	11	12 a 49	50	51	52	53	54	55 a 92	93	94	95	96	97
CR(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	130	137	144	146	146	146	133	81	29	16

i	98 a 135	136	137	138	139	140	141 a 178	179	180	181	182	183	184 a 221	222	223	224	225	226
CR(i)	16	16	18	25	32	34	34	35	54	128	202	221	222	222	224	231	238	240

i	227 a 264	265	266	267	268	269	270 a 307	308	309	310	311	312	313 a 360
CR(i)	240	240	227	175	123	110	110	110	112	119	126	128	128

Definición de C_B para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 300 ns

i	1 a 6	7	8	9	10	11	12 a 49	50	51	52	53	54	55 a 92	93	94	95	96	97
CB(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	116	72	28	16	16	16	31	91	150	166

i	98 a 135	136	137	138	139	140	141 a 178	179	180	181	182	183	184 a 221	222	223	224	225	226
CB(i)	166	166	154	110	65	54	54	54	69	128	187	202	202	202	191	146	102	90

i	227 a 264	265	266	267	268	269	270 a 307	308	309	310	311	312	313 a 360
CB(i)	90	90	106	165	225	240	240	240	228	184	140	128	128

b) DESIGNACION: barras de color 100/0/75/0

Definición de Y para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 150 ns

i	1 a 14	15	16	17	18	19	20 a 100	101	102	103	104	105	106 a 186	187	188	189	190	191
Y(i)	16	16	39	126	212	235	235	235	227	198	169	162	162	161	158	146	134	131

i	192 a 272	273	274	275	276	277	278 a 358	359	360	361	362	363	364 a 444	445	446	447	448	449
Y(i)	131	131	129	122	114	112	112	112	109	98	87	84	84	84	82	74	67	65

i	450 a 530	531	532	533	534	535	536 a 616	617	618	619	620	621	622 a 720
Y(i)	65	65	62	50	38	35	35	35	33	25	18	16	16

Definición de C_R para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 300 ns

i	1 a 6	7	8	9	10	11	12 a 49	50	51	52	53	54	55 a 92	93	94	95	96	97
CR(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	129	135	140	142	142	141	132	93	54	44

i	98 a 135	136	137	138	139	140	141 a 178	179	180	181	182	183	184 a 221	222	223	224	225	226
CR(i)	44	44	45	51	56	58	58	58	72	128	184	198	198	198	200	205	211	212

i	227 a 264	265	266	267	268	269	270 a 307	308	309	310	311	312	313 a 360
CR(i)	212	212	202	163	124	115	114	114	116	121	127	128	128

Definición de C_B para la línea activa digital con tiempo de establecimiento = 300 ns

i	1 a 6	7	8	9	10	11	12 a 49	50	51	52	53	54	55 a 92	93	94	95	96	97
CB(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	119	86	53	44	44	44	56	100	145	156

i	98 a 135	136	137	138	139	140	141 a 178	179	180	181	182	183	184 a 221	222	223	224	225	226
CB(i)	156	156	148	114	81	73	72	73	84	128	172	183	184	183	175	142	108	100

i	227 a 264	265	266	267	268	269	270 a 307	308	309	310	311	312	313 a 360
CB(i)	100	100	111	156	200	212	212	212	203	170	137	128	128

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEBRAT - FOUILLET [junio de 1989] Metrologie en télévision numérique. Technical Proceedings 16th International TV Symposium, Montreux, 1989.

MEISELES, H. [1988] Objective measurement methods of motion artifacts for 45 Mbit/s NTSC, DPCM bit-reduction video codecs. SMPTE 130th Conference, 1988, Pre-print Nº 130-15.

KRETZ, F. [octubre de 1977] Critères objectifs de qualité subjective en codage numérique des signaux visuels: méthodologie et application à l'optimisation; exemples. Colloque URSI sur la mesure en télécommunications, Lannion, Francia.

KRIVOSHEEV, M. I. [1976] *Osnovy televisionnykh izmerenii* (Fundamentos de las mediciones en televisión). *Sviazizdat*, Moscú URSS.

WESTON, M. [octubre de 1982] The zone plate: its principles and applications. *EBU Rev. Tech.*, 195, 3-11.

Documentos del CCIR

[1974-78]: a. ——— 11/409 (URSS); b. 11/65 (Francia); c 11/330 (Estados Unidos de América).

[1978-82]: a. ——— 11/87 (Japón); b. 11/248 (Japón).

[1982-86]: a. ——— 11/19 (Japón); b. 11/26 (Japón).

[1986-90]: a. 11/444 (República Democrática Alemana); b. 11/466 (Francia); c. 11/10 (Francia).

INFORME 1213

IMÁGENES Y SECUENCIAS DE PRUEBA PARA LA EVALUACIÓN SUBJETIVA DE CÓDECS DIGITALES

(1990)

1. Introducción

La evaluación de equipos de transmisión digital de vídeo, como por ejemplo los códecs, se realiza mejor de manera subjetiva debido al carácter complejo y autoadaptable de las degradaciones multidimensionales que provoca la reducción de la velocidad binaria. Los textos del CCIR tales como la Recomendación 500 y los ——— Informes 1206 y 1211 proporcionan información sobre los métodos y objetivos de esta prueba. Las imágenes de prueba (fijas y en movimiento) y las secuencias de prueba para la evaluación subjetiva de los códecs son el tema del presente Informe, en el que se describe además un conjunto de imágenes recomendado que existe en forma digital.

Está claro que la elección de un material de prueba adecuado es fundamental cuando se prepara una evaluación subjetiva, y también, que para establecer una correlación entre los resultados obtenidos en diversos lugares o con distintos grupos de prueba, es indispensable utilizar las mismas imágenes y que éstas tengan el mayor nivel de calidad posible. El material que se detalla en este Informe cumple con esos criterios y ofrece al evaluador un conjunto de imágenes que abarca una amplia gama de condiciones críticas.

2. Formato de distribución

Pueden identificarse dos formatos posibles para este propósito, ambos basados en las técnicas de registro digital.

i) El formato digital DI especificado en la Recomendación 657. Este formato se basa precisamente en la Recomendación 601, con lo que satisface el primer objetivo de usuario, y comienza a estar ampliamente disponible. Además, el formato de casete proporciona un registro cómodo, un tiempo de lectura adecuado y facilidad de intercambio.

ii) El formato COST-211 bis en cinta de computador de 1/2 pulgada (véase Documento ISO 1001). Este formato puede ser transparente a las señales vídeo digitales en el formato de la Recomendación 601, pero su velocidad de transferencia es limitada. El formato es útil para la carga de vídeo digital en memorias intermedias o en disco para su lectura en tiempo real, pero de este modo el tiempo de lectura ininterrumpido es limitado. Se ha hallado adecuado para muchos fines de laboratorio, y se utiliza ampliamente.
El uso creciente del formato D1, sumado a una velocidad de transferencia relativamente baja y a la necesidad de grandes capacidades de memoria, limita la utilización futura del formato COST-211 en esta aplicación.

El uso para este fin de formatos de componentes analógicos no se considera en esta aplicación, ya que sólo un formato digital puede proporcionar en forma fiable y en condiciones controladas la señal vídeo digital componente de la Recomendación 601. En una fecha futura también podría contemplarse el empleo de discos ópticos o magnéticos con técnicas de registro digital, pero éstas no son por ahora adecuadas, en cuanto a costo, comportamiento y flexibilidad, para este propósito. Se requieren ulteriores estudios.

De acuerdo con estas consideraciones, el formato D1, definido en la Recomendación 657, es el preferido para la distribución de imágenes y secuencias de prueba, ya que ofrece una calidad elevada, permite la grabación y reproducción transparentes y presenta un comportamiento similar con las normas de 525 líneas y de 625 líneas.

3. Selección de las escenas

Al preparar evaluaciones subjetivas, el evaluador debe disponer de una variedad de escenas que puedan considerarse críticas, aunque no excesivamente, y que sean representativas, en cuanto a calidad y valores de producción, de lo mejor que existe en la televisión. El nivel de dificultad puede comprobarse por mediciones objetivas, tal como la determinación de la entropía diferencial del caso más desfavorable [CCIR 1986-90].

Las evaluaciones subjetivas pueden tener en cuenta además una gama de aplicaciones y situaciones posibles que requieran la inclusión de escenas adecuadas para evaluar la calidad básica, la procesabilidad (incrustación cromática, cámara lenta, efectos especiales, etc.), las prestaciones en cuanto a errores y la sincronización sonido/imagen. Pruebas de consistencia de los resultados entre los sistemas de 525 y 625 líneas requerirían además que se incluyan escenas casi idénticas para ambos sistemas.

Una biblioteca de escenas de prueba debe basarse entonces en los siguientes criterios esenciales:

- imágenes con diversos niveles de dificultad y diferentes velocidades y modos de movimiento, incluidas imágenes fijas;
- se requieren imágenes adecuadas a efectos de la contribución y la distribución;
- pares de escenas para la evaluación de la incrustación cromática;
- la mayor calidad posible, con niveles de ruido lo más bajos posible, pero teniendo en cuenta que hacen falta algunas escenas con magnitudes conocidas de ruido agregado, para evaluar determinados aspectos del comportamiento de los códecs;
- que abarquen diferentes tipos de programas;
- que se presten para la prueba del comportamiento de los códecs en condiciones normales y en presencia de errores, con y sin ocultación de éstos.

Se ha elaborado una biblioteca de escenas que cumplen estos criterios, tanto en la versión de 525 líneas como en la de 625 líneas. En el Cuadro I se muestra el formato de las escenas y en el Cuadro II, la lista de las mismas y su contenido. Las escenas han sido preparadas por organizaciones que participan en el desarrollo y la evaluación de códecs, entre las que figuran las Administraciones de Canadá, Francia, la República Federal de Alemania, Italia, Japón y el Reino Unido.

4. Disposición de las escenas

Están siendo objeto de análisis varios métodos de pruebas subjetivas, cada uno de los cuales requiere una disposición del material de escena ligeramente diferente. Además, la necesidad de una amplia selección de escenas para exponerlas de manera aleatoria en diferentes presentaciones impide preparar una cinta magnética que pueda utilizarse directamente en las sesiones de evaluación subjetiva. Una solución mejor consiste en elaborar una biblioteca en cinta magnética con las escenas en un formato que permita combinar cintas para sesiones específicas con un mínimo de inconvenientes, mediante el montaje entre la reproducción de la cinta de biblioteca y el medio de reproducción concreto de una sesión. La pérdida de calidad en este proceso puede ser muy pequeña, si el interfaz entre máquinas es del tipo digital especificado en las Recomendaciones 601 y 656.

Las longitudes de las escenas y sus presentaciones pueden disponerse de manera que haya un máximo de contenidos comunes con los de la cinta de sesión, lo que evita la necesidad de acortar escenas para algunas presentaciones, lo que reduciría la coherencia de las evaluaciones si distintas evaluaciones utilizaran este material. Las escenas se eligen de modo que sirvan para evaluar los códecs tanto a nivel de contribución como de distribución, mediante una selección apropiada.

La cinta biblioteca consta de un encabezamiento para los efectos de evaluación técnica, un código de tiempo para el control del montaje, un índice en forma vídeo y cierto número de bloques de escenas para utilizar en las evaluaciones.

CUADRO I

Disposición de las escenas

Bloque Nº	Duración (segundos)	Código de tiempo (comienzo)	Vídeo	Audio
1	60	00:54:15:00	Barras de colores-Nivel total	Tono - 440 Hz (Todos los canales)
2	30	00:55:15:00	Campo uniforme 1	Tono - 400 Hz (Todos los canales)
3	30	00:55:45:00	Campo uniforme 2	" "
4	30	00:56:15:00	Rampa	" "
5	20	00:56:45:00	Círculos concéntricos - Sólo Y - Fijo $C_B = C_R = 128$	" "
6	20	00:57:05:00	Círculos concéntricos - Sólo C_B - Fijo Y = 16, $C_R = 128$	" "
7	20	00:57:25:00	Círculos concéntricos - Sólo C_R - Fijo Y = 16, $C_B = 128$	" "
8	20	00:57:45:00	Círculos concéntricos Sólo Y - Movimiento $C_B = C_R = 128$	" "
9	20	00:58:25:00	Círculos concéntricos Sólo C_B - Movimiento Y = 16, $C_R = 128$	" "
10	20	00:58:05:00	Círculos concéntricos Sólo C_R - Movimiento Y = 16, $C_B = 128$	" "
11	10	00:58:45:00	Título/Encabezamiento - Cinta de prueba del CCIR Rev.(x) Año/Mes/Día	Anuncio oral
12	10	00:58:55:00	Créditos	Voz superpuesta
13	40	00:59:05:00	Desfile del índice	Silencio
14(a)	10	00:59:45:00	Título - "Formal Pond"	"Formal Pond" (Canal 1)
14(b)	05	00:59:55:00	Gris (Y = 64, $C_B = C_R = 128$)	Silencio
14(c)	30	01:00:00:00	Escena de prueba 1 - Pileta	Secuencia de Tonos (Canal 1)
14(d)	15	01:00:30:00	Gris	Silencio
15(a)	10	01:00:45:00	Título - "Boats"	"Boats" (Canal 1)
			ETC.	ETC.
NN	60		Barras de Colores - Final del Vídeo	Tono - 400 Hz (Todos los canales)

CUADRO II

Contenido de la cinta biblioteca

ESCENA Nº	TITULO	CARACTERISTICA	MOVIMIENTO	ORIGEN	525	625
1	Pileta	Resolución de luminancia	Imagen fija	Diapositiva	o	o
2	Botes	Resolución de luminancia y color	Imagen fija	Diapositiva	o	o
3	Payaso	Resolución horizontal	Imagen fija	Diapositiva	o	o
4	Niño con juguetes	Piel y bordes de color	Imagen fija	Diapositiva	o	o
5	Niña con juguetes	Piel y bordes de color	Imagen fija	Diapositiva	o	o
6	Pareja joven	Luminancia y detalle fino	Imagen fija	Diapositiva	o	o
7	Pizarra	Color, resolución vertical	Imagen fija	Diapositiva	o	o
8	Arbol	Diagramas de luminancia	Imagen fija	Diapositiva	o	o
9	Anciano maestro	Incrustación cromática FG	Imagen fija	Vídeo	-	o
10	Anciano Maestro	Incrustación cromática BG	Imagen fija	Vídeo	-	o
11	Naturaleza muerta	Incrustación cromática FG	Imagen fija	Vídeo	o	o
12	Naturaleza muerta	Incrustación cromática BG	Imagen fija	Vídeo	o	o
13	Puerto de Kiel - 1	Alta resolución	Imagen fija	Diapositiva 8 x 10	o	o
14	Velero	Resolución de luminancia	Lento	Vídeo	o	o
15	Jardín de flores	Detalles de color	Barrido panorámico lento	Vídeo	o	o
16	Susie	Tonos de la piel	Lento	Vídeo	o	o
17	Diva con ruido	Cambios rápidos de entropía	Reducción de círculo sobre ruido	Vídeo	o	o
18	Cena	Incrustación cromática BG		Vídeo	o	o
19	Niño con juguetes	Piel y bordes de color	Barrido panorámico [H, V]	Diapositiva	-	o
20	Anciano maestro	Incrustación cromática FG	Barrido panorámico lento	Vídeo	-	o
21	Anciano maestro	Incrustación cromática BG	Barrido panorámico lento	Vídeo	-	o
22	Payaso	Resolución horizontal de color y luminancia	Barrido panorámico [H, V]	Diapositiva	-	o

Cuadro II (Continuación)

ESCENA Nº	TITULO	CARACTERISTICA	MOVIMIENTO	ORIGEN	525	625
23	Disco de la BBC	Movimiento aleatorio	Circular	Vídeo	-	o
24	Puerto de Kiel-2	Movimiento cíclico [filtro estrecho]	Balanceo rápido	Componente	o	o
25	Puerto de Kiel-3	Movimiento cíclico [filtro ancho]	Balanceo rápido	Componente	o	o
26	Puerto de Kiel-4	Alta resolución en dimensiones H, V y T	Barrido panorámico lento/zoom	Componente	o	o
27	Ovillos de lana	Colores en movimiento	Medio	Vídeo	o	o
28	Juguete acuático	Colores en movimiento	Barrido panorámico/ rotativo	Vídeo	o	o
29	Ping-Pong	Movimientos rápidos múltiples	Barrido panorámico/ zoom/corte	Vídeo	o	o
30	Móvil y calendario	Movimiento aleatorio de objetos	Lento	Vídeo	o	o
31	Hojas otoñales	Detalles de color	Barrido panorámico lento/zoom	Cámara	o	-
32	Flores estivales	Colores saturados, textura	Barrido panorámico lento	Cámara	o	-
33	Abedules	Detalles de luminancia, cielo	Inclinación lenta hacia arriba	Cámara	o	-
34	Cabalgada	Paisaje	Zoom	Cámara	o	-
35	Bicicletas	Ruedas de bicicletas	Complejo, rápido	Cámara	o	-
36	Noria	Detalles de luminancia y color	Rápido, complejo	Cámara	o	-
37	Shinjuku	Detalle horizontal y vertical	Barrido panorámico lento	Cámara	o	-
38	Fútbol	Deporte	Movimiento rápido	Cámara	o	-
39	Animadores de la hinchada	Rápido, complejo	Zoom	Cámara	o	-
40	¡Chao!	Detalles de color y luminancia, CK FG	Barrido panorámico lento/zoom	Cámara	o	o
41	¡Chao!	Detalles de color y luminancia, CK FG	Barrido panorámico lento/zoom	Cámara	o	o
42	Retrato de familia	Mosaicos (progresivo)	Agrandamiento gradual	Cámara/SE	o	-

Cuadro II (Continuación)

ESCENA Nº	TITULO	CARACTERISTICA	MOVIMIENTO	ORIGEN	525	625
43	Diva	Cortes en los títulos/ escena activa	Cortes	Cámara/SE	o	-
44	Tempestad	Detalles de color y luminancia H, V	Aleatorio	Cámara	o	o
45	Tempestad con ruido	Detalles de color y luminancia H, V	Aleatorio	Cámara	o	o
46	Viaje en TV	Gráfico tridimensional detalles de color y luminancia H, V	Zoom/ rotación	Gráficos	o	-
47	En crucero	Animación de imágenes congeladas	Inmoviliza-ciones (2 - 10)	Cámara	o	o
48	NTSC deco-dificado	Diafotía de color	Barrido panorámico lento/zoom	Cámara	o	-
49	PAL Deco-dificado	Diafotía de color	Barrido panorámico lento/zoom	Cámara	-	o
50	Genérico	Títulos con desplaza-miento vertical y horizontal	Reptación/ desfile	Cámara/CG	o	o
51	Recupera-ción tras error	Trama y calibración	Lento	Cámara	o	o
52	Texto para Diva en 625	Cortes en títulos	Cortes	SE		o

La identificación de cada escena se hace mediante un título situado, en audio y en vídeo, antes de la escena propiamente dicha. De este modo, las escenas pueden localizarse visualmente o por referencia a un código de tiempo que se basa en las direcciones que aparecen en el índice al principio de la cinta.

5. Información auxiliar

La identificación de las escenas puede efectuarse en las zonas de código horario y de audio longitudinal o digital del formato DI-DTTR. En el formato COST-211 bis, estos datos pueden incluirse en los datos digitales del encabezamiento.

6. Producción

Las versiones de 525 líneas y 625 líneas de la cinta de biblioteca se han producido en formato D1 (véase la Recomendación 657). En los Cuadros I y II figura la segunda revisión de esta cinta.

7. Distribución

El GIT 11/7 deberá realizar estudios ulteriores.

8. Propiedad intelectual

Todos los segmentos de la cinta de biblioteca están a disposición del público y pueden utilizarse libremente para hacer evaluaciones y demostraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1986-90]: GIT 11/7-261 (IBA, Reino Unido).

DECISIONES

DECISIÓN 18-6*

SISTEMAS DIGITALES PARA LA TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN

(1974-1976-1978-1981-1983-1986-1989)

La CMTT,

CONSIDERANDO

a) que la Comisión de Estudio XVIII del CCITT examina los problemas relativos a la implantación de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) para la transmisión de todo tipo de señales, incluidas las de radiodifusión sonora y de televisión;

b) que la Comisión de Estudio XV del CCITT está estudiando sistemas de línea y múltiplex digitales, incluidos los equipos para la transmisión digital de señales radiofónicas y de televisión, y la codificación de servicios audiovisuales interactivos;

c) que la Comisión de Estudio I del CCITT está estudiando la calidad de servicio de extremo a extremo de todos los servicios audiovisuales interactivos admitidos por la RDSI;

d) la urgencia que reviste la compatibilidad de las normas adoptadas para la red digital de servicios integrados con las condiciones necesarias para la transmisión de señales de radiodifusión sonora y de televisión;

e) que las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR proceden actualmente al estudio del empleo de técnicas digitales en los centros de producción de estas señales y para la emisión de las mismas;

f) que las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR tienen la principal responsablidad de especificar la calidad de funcionamiento global, su distribución y los métodos de evaluación de los sistemas del servicio de radiodifusión;

g) que la CMTT estudia las especificaciones de calidad aplicables a los circuitos digitales de transmisión a larga distancia para las señales de radiodifusión sonora y de televisión, ya se trate de circuitos de contribución o de distribución;

h) que la CMTT ha de considerar el periodo de transición durante el cual tendrán lugar cambios tecnológicos;

j) la necesidad de coordinar los trabajos emprendidos por las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR y de la CMTT con los trabajos en curso de las Comisiones de Estudio XV y XVIII del CCITT,

DECIDE:

1. Crear un Grupo Interino de Trabajo Mixto CMTT-10-11/2 con el mandato siguiente:

1.1 Examinar los resultados de los estudios en materia de transmisiones digitales que efectúen las Comisiones de Estudio 10 y 11 y la CMTT, asi como formular las propuestas necesarias con vistas a la máxima compatibilidad entre las recomendaciones sometidas por las diversas Comisiones de Estudio.

1.2 Cooperar con las Comisiones de Estudio XV y XVIII del CCITT para asegurar que la red digital integrada satisfaga las necesidades relativas a la transmisión de señales de radiodifusión sonora y de televisión.

---

* Esta Decisión debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR, asi como de las Comisiones de Estudio IV, XV y XVIII del CCITT.

1.3 Cooperar con la Comisión de Estudio I del CCITT para asegurar la compatibilidad adecuada entre los servicios audiovisuales interactivos y los servicios de radiodifusión.

2. Que el Presidente del GITM CMTT-10-11/2 sea un representante de la Administración del Reino Unido.

3. Que el GITM CMTT-10-11/2 esté integrado por los Relatores Principales y los Relatores Principales Adjuntos de las Comisiones de Estudio 10 y 11 y CMTT del CCIR y por los representantes de las Comisiones de Estudio interesadas del CCITT, así como representantes designados por las siguientes administraciones: Alemania (República Federal de), Australia, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos de América, Finlandia, Francia, India, Italia, Japón, Noruega, Países Bajos, Reino Unido, Suecia, Suiza, URSS y Yugoslavia.

4. Que, en la medida de lo posible, la labor del GITM CMTT-10-11/2 se realice por correspondencia.

5. Que la coordinación de los estudios de los sistemas digitales en el CCIR se efectúe de acuerdo con el anexo I.

6. Que las especificaciones de las características para los circuitos de transmisión que utilizan métodos digitales, en términos generales, estén de acuerdo con el principio que establece que el primer objetivo para los sistemas que emplean métodos digitales o analógicos y digitales debería ser el que la calidad global no fuese inferior al del sistema analógico equivalente. Posteriormente puede que sea posible mejorar las normas de calidad en el desarrollo de los sistemas digitales.

ANEXO I

COORDINACIÓN DE LOS ESTUDIOS SOBRE LOS SISTEMAS DIGITALES EN LAS COMISIONES DE ESTUDIO 10, 11 Y CMTT

1. Organización de los trabajos

Con objeto de coordinar de una manera eficaz los trabajos de las Comisiones de Estudio 10, 11 y CMTT sobre técnicas digitales, el Grupo Interino de Trabajo Mixto examinará los resultados de estos trabajos antes de su remisión a las Comisiones de Estudio I, XV, XVIII del CCITT. En caso necesario, formulará propuestas con vistas a asegurar la compatibilidad entre los resultados de estas Comisiones de Estudio. Entre las reuniones de las mismas, los trabajos proseguirán por correspondencia y los resultados serán comunicados a las Comisiones de Estudio con anterioridad a su reunión. En el calendario de los trabajos del Grupo Interino de Trabajo Mixto habrá de tenerse en cuenta las reuniones de las Comisiones de Estudio del CCIR interesadas.

A juicio del GITM CMTT-10-11/2 , los trabajos de coordinación se verían facilitados si la reunión de las Comisiones de Estudio 10, 11 y CMTT pudiera celebrarse simultáneamente, aunque independientemente de las reuniones de otras Comisiones de Estudio del CCIR.

2. Coordinación de los estudios

El GITM CMTT-10-11/2 propone que las Comisiones de Estudio atribuyan una importancia especial a determinados aspectos de los estudios en materia de técnicas digitales, según se especifica en el Cuadro I.

CUADRO I

Orden de importancia que han de atribuir las Comisiones de Estudio interesadas del CCITT y del CCIR, la CMTT, así como el Grupo Interino de Trabajo Mixto CMTT-10-11/2 a los distintos aspectos del estudio de las técnicas digitales

1.	Especificación de todos los aspectos de red de la RDSI (Comisión de Estudio XVIII del CCITT); especificación de equipos y sistemas (Comisión de Estudio XV del CCITT), y especificaciones relativas a los servicios de telecomunicación (Comisión de Estudio I del CCITT).	
2.*	Métodos de codificación, incluida la reducción de la redundancia, y normas que se deben adoptar para las aplicaciones previstas de:	
2.1	radiodifusión sonora y televisión (véase la Nota 1)	
2.1.1	instalaciones de los estudios, incluida la grabación	sonido (CE 10) / televisión (CE 11)
2.1.2	sistemas de radioenlaces terrenales	CMTT
2.1.3	radioenlaces de transmisión por cable	CMTT
2.1.4	radioenlaces de transmisión por satélite	CMTT
2.1.5	radiodifusión desde transmisores terrenales y desde satélites	sonido (CE 10) / televisión (CE 11)
2.1.6	RDSI-B (distribución) (CMTT)	
2.2	servicios audiovisuales interactivos (CE XV)	
3.*	Compatibilidad de los métodos de codificación pertinentes (véase § 2):	
3.1	instalaciones de los estudios, incluida la grabación**	GITM CMTT 10-11/2
3.2	sistemas de radioenlaces terrenales	GITM CMTT 10-11/2
3.3	radioenlaces de transmisión por cable	GITM CMTT 10-11/2
3.4	radioenlaces de transmisión por satélite	GITM CMTT 10-11/2
3.5	radiodifusión desde transmisores terrenales y desde satélites, entre sí y con los demás servicios indicados en el punto 1	GITM CMTT 10-11/2
3.6	servicios audiovisuales interactivos	
4.*	Estudio de los medios de protección contra las degradaciones inherentes a las transmisiones digitales (por ejemplo, errores, temblores, interrupciones):	

* Para estos estudios es esencial una colaboración estrecha entre el Grupo Interino de Trabajo CMTT-10-11/2 y la Comisión de Estudio XVIII.

** Corresponde a las Comisiones de Estudio 10 y 11 el examen de la compatibilidad en relación con el intercambio de grabaciones.

		Estudios	Radioenlaces de transmisión
4.1	radiodifusión sonora	(CE 10)	(CMTT)
4.2	televisión	(CE 11)	

4.3 servicios audiovisuales interactivos (CE XV)

5. Estudio de los métodos de transmisión sobre los diferentes circuitos soporte:

5.1 instalaciones de estudios incluida la grabación — sonido (CE 10); televisión (CE 11)

5.2 sistemas de radioenlaces terrenales (CE 9)

5.3 radioenlaces de transmisión por cable óptico y metálico (CE XV)

5.4 radioenlaces de transmisión por satélite (CE 4)

5.5 radiodifusión desde transmisores terrenales y desde satélite — sonido (CE 10); televisión (CE 11)

5.6 sistemas de línea digital y equipo múltiplex por cables de fibra óptica en redes locales, incluido el acceso a la RDSI (CE XV)

6. Equipos para codificación digital y multiplexión para señales de sonido e imagen, incluida la inserción de señales radiofónicas en enlaces telefónicos digitales (Comisión de Estudio XV).

7. Métodos para la transformación de señales digitales de sonido e imagen, por ejemplo transformación de señales codificadas para su utilización en estudio, en señales para transmisiones a larga distancia (véase la nota 1):

7.1 radiodifusión sonora
7.2 televisión
(CMTT).

8. Definición de cadenas y circuitos ficticios de referencia para circuitos radiofónicos y de televisión (CMTT).

9. Condiciones necesarias de transmisión por las cadenas o circuitos ficticios de referencia indicados en el punto 8 (CMTT).

10. Definición de conexiones y circuitos ficticios de referencia para la red digital de servicios integrados (Comisión de Estudio XVIII)

11. Métodos para medir la calidad de funcionamiento y señales de prueba para la radiodifusión sonora y la televisión.

11.1 Dentro de cada elemento del sistema:

11.1.1 para las instalaciones de los estudios, incluida la grabación — sonido (CE 10); televisión (CE 11);

11.1.2 para los sistemas de radioenlaces terrenales (CE 9);

11.1.3 para los radioenlaces de transmisión por cable (Comisiones de Estudio IV y XV);

11.1.4 para los radioenlaces de transmisión por satélite (CE 4);

11.1.5 para la radiodifusión desde transmisores terrenales y desde satélite — sonido (CE 10); televisión (CE 11).

11.2 Entre los terminales de entrada y los de salida de la cadena de transmisión, puntos 11.1.2, 11.1.3 y 11.1.4 (CMTT).

12. Estudio de la calidad subjetiva de señales codificadas y transmitidas en forma digital o tratadas (por ejemplo, con manipulación/igualación cromática u otros efectos especiales) utilizando señales transmitidas en forma digital (véase la nota 1):

12.1 la radiodifusión sonora (CE 10);

12.2 la televisión (CE 11).

13. Interfaces

13.1 en el interior de los estudios (Comisiones de Estudio 10 y 11) y en los transmisores de radiodifusión

13.2 en los enlaces de transmisión distintos de los de la RDSI-B (CMTT)

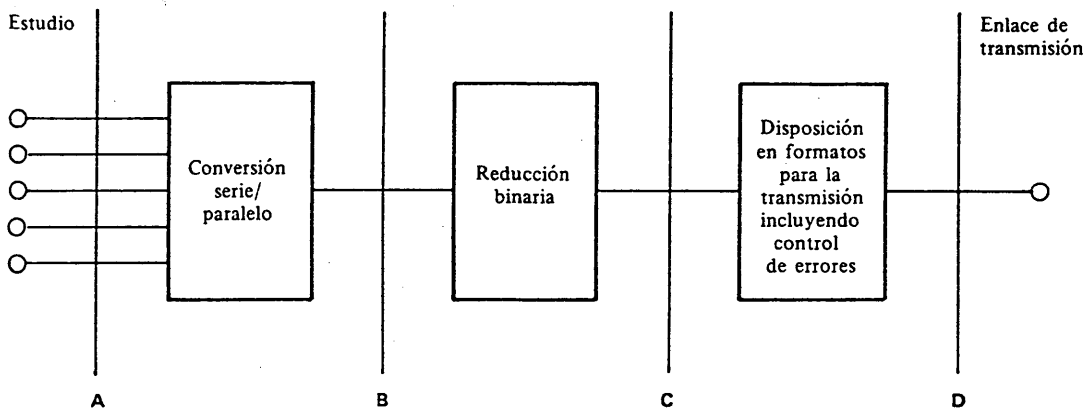
13.3 entre estudios y enlaces de transmisión, y entre enlaces de transmisión y transmisores de radiodifusión (CMTT) (véase la Nota 2)

13.4 en el interior de la RDSI-B, incluido el interfaz usuario RDSI-B-red (CE XVIII)

Nota 1. – Las representaciones básicas de las señales de sonido y de imagen mediante códigos digitales y los requisitos de calidad conexos son estudiadas y recomendadas por las Comisiones de Estudio 10 y 11. Las transformaciones irreversibles de estas representaciones básicas en otras representaciones requeridas para la transmisión deben someterse a criterios de evaluación subjetivos y objetivos definidos por las Comisiones de Estudio 10 y 11 antes de recomendarlas la CMTT.

Nota 2. – Interfaces digitales para las señales radiofónicas y de televisión.

Los interfaces digitales entre estudios y circuitos de transmisión pueden requerir la transmisión serie o paralelo de información y, en general, pueden implicar procesos para la reducción binaria y la disposición en formatos a fin de adaptarse al circuito de transmisión. Los diagramas siguientes ilustran estos pasos.



El interfaz a la salida del estudio puede ser de tipo A, B o C. Dependiendo de las necesidades de los enlaces de transmisión, puede o no ser necesario el bloque entre los interfaces C y D.

El proceso de reducción binaria representado entre los interfaces B y C puede efectuarse en el estudio, antes de la conversión paralelo/serie. Este bloque puede incluir también algunos procesos de protección contra errores.

Teniendo en cuenta lo anterior, debe recaer sobre las Comisiones de Estudio 10 y 11 (para la radiodifusión sonora y de televisión, respectivamente) la responsabilidad principal en cuanto a los interfaces A y B, pero pudiendo la CMTT formular sus comentarios al respecto antes de que se llegue a acuerdos definitivos. De forma similar, la responsabilidad principal de los interfaces C recaería en la CMTT y las Comisiones de Estudio 10 u 11 tendrían oportunidad de formular sus comentarios antes de llegarse a acuerdos definitivos. El caso del interfaz D debe estudiarse en estrecha cooperación entre la CMTT y la Comisión de Estudios XVIII del CCITT, si bien debe darse a las Comisiones de Estudio 10 y 11 la oportunidad de formular sus comentarios antes de que se alcancen acuerdos definitivos. Este interfaz ofrecerá también interés para el acceso a la RDSI. La responsabilidad principal en cuanto al interfaz D corresponde a la Comisión de Estudio XVIII.

DECISIÓN 42-4

RELACIÓN DE PROTECCIÓN EN RADIOFRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE RADIOFRECUENCIA DE LOS RECEPTORES PARA LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN

Servicios terrenales y por cable

(1980-1982-1985-1987-1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que la Recomendación 655 contiene información sobre las relaciones de protección para los sistemas de televisión establecidos;

b) que sigue siendo necesaria información adicional;

c) que se está estudiando la compatibilidad entre los sistemas tradicionales y los nuevos sistemas de televisión,

DECIDE:

1. Mantener el Grupo Interino de Trabajo (GIT) 11/5, encargado, dentro del mandato general de la Comisión de Estudio 11, de:

1.1 Reunir información adicional y determinar las relaciones de protección aplicables a:

- características mejoradas del receptor; canal conjugado; canal adyacente; separación entre canales; etc.,
- respuesta fuera del canal,
- efecto de la no linealidad en los receptores,
- interferencia permanente (100% del tiempo),
- señales de datos dentro de los canales de imagen o de sonido,
- señales de sonido, incluidos canales de sonido analógicos o digitales adicionales,
- sistemas convencionales de televisión a 525/625 líneas mejorados, por ejemplo, receptores de amplio formato de imagen,
- nuevos sistemas de televisión de 525/625 líneas, compatibles y no compatibles, y
- sistemas de TVAD digitales y analógicos,

a fin de completar la Recomendación 655.

1.2 Establecer una relación entre las relaciones de protección y las características principales en radiofrecuencia de los sistemas terrenales y por cable en relación con:

- características de radiofrecuencia de los receptores,
- características de radiofrecuencia de los transmisores y necesidades de desplazamiento,
- necesidades de radiofrecuencia para los sistemas con antena colectiva y por cable.

1.3 Reunir datos sobre la compatibilidad de los nuevos sistemas de televisión mejorados y los sistemas de TVAD:

- con el servicio terrenal existente,
- con el sistema de distribución por cable y de antena colectiva,
- estrategia de introducción de los sistemas de televisión mejorada y de TVAD.

1.4 Reunir datos sobre otros temas, tales como:

- métodos de evaluación de la interferencia causada al sonido de televisión,
- las necesidades de radiofrecuencia de los receptores multimedios para la visualización simultánea de múltiples canales de programas, por ejemplo, como subimágenes en una visualización de amplio formato de imagen,
- supresión de imágenes fantasma.

2. Invitar a las administraciones a que emprendan los estudios necesarios.

3. Que el GIT 11/5 mantenga en coordinación con el GIT 11/6 y con el GITM 10-11/3, y con la CEI en aspectos relativos a los receptores de televisión.

4. Preparar informes actualizados periódicos sobre el avance de sus estudios.

5. Que el GIT 11/5 realice su labor por correspondencia en la medida de lo posible; no obstante, éste podrá reunirse a propuesta de su Presidente y previa consulta con el Director del CCIR.

6. Que el Presidente y la composición del GIT 11/5 sean los indicados en el Anexo I.

ANEXO I

Las siguientes administraciones, organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas manifestaron su deseo de participar en la labor del Grupo Interino de Trabajo 11/5:

Administraciones:

Alemania (República Federal de)
Australia
Austria
Benin
Camerún
Canadá
Egipto
España
Estados Unidos de América
Finlandia
Francia
Gabón
Israel
Italia
Japón
Kenya
Polonia (República Popular de)
Portugal
Reino Unido
Swazilandia
Tanzania
URSS
Venezuela
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)
Zimbabwe

Organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas:

UER
Norddeutscher Rundfunk (NDR)

Presidente del Grupo Interino de Trabajo 11/5:

Sr. S. DINSEL
IRT Munich
Floriansmuehlstr. 60
D 8000 MUNICH 45
República Federal de Alemania

Teléfono: +49 89 32399268
Telefax: +49 89 32399351
Télex: 5215605 irt md

con la colaboración de dos Vicepresidentes:

Dr. A.H. El FAYOUMI
Broadcasting Television
Television Building Eng. Sect.
CAIRO
Egipto

Teléfono: +20 2749 635
Télex: 92152 karad un

y

Sr. S. AQUERREVERE
Consultor de Telecomunicaciones
Novena Calle
Las Palos Grandes
Nº 2-11-02
CARACAS 1062
Venezuela

Teléfono: +58 2 2833218
Telefax: +58 2 325670
Télex: 25596

DECISIÓN 58-4*

NORMA PARA LA TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

(1983-1986-1987-1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que la televisión de alta definición (TVAD) es actualmente objeto de intenso interés y actividad en todo el mundo;

b) que este trabajo es el objeto de la Cuestión 27/11 y de los Programas de Estudios derivados de la misma, y se detalla en los textos sobre TVAD publicados en las Recomendaciones e Informes del CCIR (Volumen XI-1);

c) que sería útil para los organismos de radiodifusión de televisión de alta definición y para el público que el CCIR pudiese recomendar la adopción de una norma mundial única de televisión de alta definición para los estudios de TV;

d) que un paso para alcanzar este objetivo es definir las características de una sola norma mundial de televisión aplicable a la TVAD en los estudios y al intercambio internacional de programas;

e) que se necesita una pronta acción a este respecto, con objeto de evitar el establecimiento de facto de una o varias normas antes de que se hayan estudiado debidamente todos los aspectos del problema;

f) que en la Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 se presentó una propuesta de Recomendación en la que se define un conjunto completo de valores de parámetros de una norma de TVAD;

g) que en la Recomendación 709 se define una serie de valores de parámetros básicos de una norma de TVAD para producción en estudios e intercambio internacional de programas;

h) el número e importancia de los interfaces en el futuro entorno de medios múltiples de la TVAD y la necesidad de su armonización, temas a los que se refieren el Programa de Estudios 18U-1/11 y el Informe 1232 ,

---

* Esta Decisión debe señalarse a la atención de la CEI y de la ISO.

DECIDE:

1. Que el Grupo Interino de Trabajo 11/6 continúe su labor dentro del mandato general de la Comisión de Estudio 11 del CCIR tomando nota de la Cuestión 27/11 y de los Programas de Estudios que se derivan de ella, con el mandato siguiente: (véase también el Anexo II).

1.1 Alentar a las administraciones a que participen coordinadamente en el examen de una norma de televisión de alta definición aplicable en los estudios para el intercambio internacional de programas.

1.2 Continuar los trabajos necesarios para definir un conjunto completo de parámetros digitales (en colaboración con el Grupo Interino de Trabajo 11/7) u analógicos pertinentes de una sola norma mundial de televisión de alta definición para la producción de programas y para el intercambio internacional de programas sobre la que pueda llegarse a un acuerdo. Los estudios deben tener en cuenta los textos publicados en las Recomendaciones e Informes del CCIR, (Volumen XI-1) (XVII Asamblea Plenaria, 1990) incluidos los aspectos técnicos, económicos y de explotación.

1.3 Estudiar el tema de la emisión de TVAD desde el punto de vista de la radiodifusión terrenal. Este estudio deberá realizarse con la asistencia técnica de los grupos GIT y GITM competentes de la Comisión de Estudio 11.

1.4 Si así se solicitara, prestar asistencia técnica al Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/3 en su estudio de la emisión de TVAD por satélite.

1.5 De acuerdo con los estudios anteriormente mencionados, preparar la especificación única si ello es posible, para que el formato de la señal de banda base pueda ser utilizado tanto en la radiodifusión terrenal como por satélite.

1.6 Del mismo modo, en cooperación con la CMTT, preparar una especificación para el formato de la señal de banda de base que ha de utilizarse en el intercambio internacional de programas de televisión de alta definición a través de enlaces de transmisión.

1.7 Pedir asesoramiento al GITM 10-11/6 sobre la evaluación de la calidad, en relación con los § 1.2, 1.5 y 1.6.

1.8 Estudiar los requisitos y consecuencias de los interfaces en el futuro entorno de producción y difusión de la TVAD.

1.9 Preparar regularmente proyectos de Informes actualizados sobre los avances de sus estudios.

1.10 Terminar los estudios lo antes posible, y preparar un Informe para la Reunión Intermedia de la Comisión de Estudio 11 en 1991.

2. Que el GIT 11/6 trabaje, en la medida posible, por correspondencia, aunque puede reunirse cuando su Presidente, el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 o el Director del CCIR lo consideren necesario.

3. Que el Presidente, los Vicepresidentes y la composición del GIT 11/6 sean los que se indican en el anexo I.

ANEXO I

Las siguientes Administraciones, Organizaciones internacionales y Empresas privadas de explotación reconocidas manifestaron su deseo de participar en la labor del Grupo Interino de Trabajo 11/6. (La lista siguiente es efectiva desde octubre de 1989):

Administraciones:

Alemania (República Federal de)
Australia
Bélgica
Brasil
Canadá
China (República Popular de)
Dinamarca
Egipto
España
Estados Unidos de América
Finlandia
Francia
India
Italia
Japón
Nueva Zelandia
Países Bajos
Portugal
Reino Unido
Suecia
URSS
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)

Organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas:

ABU
BBC
CBC
CBS
CEI
ESCO
NANBA
NBC
NDR/ZDF
NHK
OIRT
Philips
UER
UKIBA
RTVE
Thomson-CSF

Presidente del Grupo de Trabajo 11/6:

Sr. Y. TADOKORO
Japan Broadcasting Corporation (NHK)
c/o Ikegami Tsushinki Co. Ltd.
5-6-16 Ikegami Ohta-ku
TOKYO 146
Japón

Téléphone: +81 3 5700 1125
Telefax: +81 3 5700 1160
Telex: 2466738 iketsu j

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

asistido por los Vicepresidentes:

Sr. R. GREEN
Cable Television Laboratories Inc.
1050 Walnut Street. Suite 500
Boulder, Colorado 80302
Estados Unidos de América

Teléfono: +1 303 939 8500
Telefax: +1 303 440 1433

y

Sr. W. HABERMANN
Institut für Rundfunktechnik GMBH
Floriansmühlstrasse 60
8000 München 45
Alemania (República Federal de)

Teléfono: +49 89 32399262
Télex: 5215605 irt m d

ANEXO II

1. Continuar desarrollando la Recomendación 709 completando la labor sobre normas de estudio de TVAD, mediante la especificación de los parámetros que se están estudiando. En particular, la atención debe centrarse en los valores provisionales para las coordenadas de cromaticidad y la obtención de las señales de luminancia y de diferencia de color, el número de líneas activas, la frecuencia de imagen y los periodos de supresión.

2. Efectuar ensayos objetivos y subjetivos que confirmen la base del trabajo de desarrollo de la TVAD. Las áreas que requieren contribución son:

- la relación entre las normas de estudio de TVAD y los sistemas específicos de emisión, en lo que se refiere a conversiones de la frecuencia de línea y de imagen;

- las posibles ventajas de utilizar la codificación mejorada en los diversos niveles del sistema de TVAD;

- las relaciones entre las frecuencias de imagen en la fuente y en pantalla, las aperturas de exposición y la reproducción del movimiento, en diversas situaciones.

3. Explorar nuevas mejoras compatibles de las normas de estudio de TVAD obtenidas mediante una gama de colores más amplia, la mejora de la codificación de la luminancia y una mayor relación de contraste, a medida que avance la tecnología.

4. Conforme al Programa de Estudios 18U-1/11, cooperar con el GIT 11/9 para elaborar un juego coherente de documentos que defina los interfaces y la aplicación de la TVAD en los medios ya sean de radiodifusión o no y en los de consumidor, así como en otras utilizaciones distintas de la radiodifusión (por ejemplo, medicina, artes gráficas, aviación, computadores).

DECISIÓN 60-3*

NORMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL

(1983-1985-1987-1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que la Recomendación 601 ha establecido las bases de las normas de codificación digital para estudios de televisión, tanto en los países que utilizan el sistema de 525 líneas como en los que utilizan el sistema de 625 líneas;

b) que la aplicación práctica de la Recomendación 601 requiere la definición de los detalles de los diversos interfaces de estudio y de los trenes de datos que pasan por ellos;

c) que dichos interfaces deben tener el máximo número de características comunes entre las versiones de 525 y 625 líneas;

d) que en la Recomendación 656, se definen los interfaces eléctricos, tanto en paralelo como en serie, para señales digitales de nivel de codificación 4 : 2 : 2;

e) que conviene definir los interfaces de tipo similar para el nivel 4 : 4 : 4 y los niveles de orden superior e inferior de la familia de normas de codificación, incluidas la televisión de alta definión y de calidad mejorada, y, como la transmisión por fibras ópticas es ventajosa, especialmente a velocidades binarias elevadas y a grandes distancias, conviene definir interfaces compatibles de fibra óptica;

f) que conviene especificar más detalladamente señales de sincronización normalizadas para estudios de televisión digital, especialmente para el nivel 4:2:2 y para TVAD;

g) que conviene también especificar las señales digitales de prueba normalizadas;

h) que es necesario estudiar más detenidamente las señales auxiliares previstas en la Recomendación 656, y proponer las normas internacionales que sean necesarias;

j) que las señales de televisión digital pueden constituir una posible fuente de interferencia para otros servicios;

k) que son necesarios nuevos estudios para completar las especificaciones de la Recomendación 601 para los diferentes niveles de la familia de codificación y las especificaciones relativas a la televisión de alta definición y de calidad mejorada;

l) que conviene examinar toda disposición especial necesaria en relación con los canales de sonido asociados;

m) que es urgente emprender nuevos estudios sobre la reducción de la velocidad binaria, especialmente para TVAD a fin de poder escoger métodos normalizados en un próximo futuro;

n) que, durante el periodo de transición, el campo de estudios de televisión comprenderá partes analógicas y partes digitales;

o) que la modificación propuesta de la Cuestión 25/11 (véase la Cuestión 25-3/11) plantea el problema de la codificación para la difusión por cable o redes de fibra óptica,

---

* Esta Decisión debe señalarse a la atención de la CEI.

DECIDE:

1. Que se mantenga el Grupo Interino de Trabajo 11/7 con el mandato de preparar y presentar a la Comisión de Estudio 11, antes del término del actual periodo de estudios, los siguientes puntos:

1.1 la información necesaria para ampliar la Recomendación 601 a fin de especificar totalmente el nivel 4:4:4 e incluir también otros niveles de ser necesario, y para especificar los parámetros de codificación de la televisión de alta definición y de calidad mejorada, con una especificación completa de las características de los filtros;

1.2 un proyecto de Recomendación sobre interfaces de fibra óptica, para los niveles 4:2:2 y 4:4:4 y para la TVAD;

1.3 más información para el proyecto de Informe, preferentemente mediante otro proyecto de Recomendación, que defina con más detalle señales de sincronización normalizadas para estudios de televisión digital;

1.4 igualmente, un proyecto de Informe, preferentemente mediante otro proyecto de Recomendación, para señales digitales de prueba normalizadas;

1.5 un proyecto de Recomendación sobre normas internacionales, que los estudios realizados revelen deseables, para tener en cuenta las señales auxiliares en las especificaciones de interfaces;

1.6 un proyecto de Informe, y preferentemente con un proyecto de Recomendación, que defina toda disposición especial que los estudios realizados revelen deseable, en relación con los canales de sonido asociados con las señales video transmitidas por interfaces, habida cuenta de la Recomendación 647 de la Comisión de Estudio 10;

1.7 proyectos de Recomendaciones relativas a interfaces serie o paralelo para TVAD, tanto para el nivel 4:4:4 como para otros niveles que se revelan necesarios;

1.8 proyectos de Recomendaciones sobre métodos de reducción de velocidades binarias que proporcionen una calidad satisfactoria de la imagen y capacidad de procesamiento para cada aplicación prevista, siendo necesario;

- definir cada aplicación;
- establecer objetivos relativos a la calidad de la imagen y a la capacidad de procesamiento, para cada aplicación;
- determinar los métodos de reducción de la velocidad binaria que cumplan los objetivos;
- preparar textos y métodos de prueba que puedan ser aceptados;

teniendo en cuenta:

- las velocidades binarias de disponibilidad (es decir, los niveles del CCITT);
- la facilidad de conversión entre esquemas de codificación;
- la calidad de funcionamiento de los sistemas, con inclusión de diferentes sistemas en cascada;
- las necesidades especiales de los canales de sonido asociados.

1.9 un proyecto de Informe sobre los métodos para codificar una señal compuesta analógica (NTSC, PAL o SECAM) en sus componentes digitales y para decodificar esos componentes digitales en señales compuestas analógicas (Recomendación 656);

1.10 preparar adiciones al ———— Informe 1209, definiendo más métodos prácticos necesarios para garantizar niveles admisibles de la interferencia radiada por las señales digitales correspondientes a nuevos niveles de codificación;

1.11 la información que sea necesario incorporar a los proyectos de Informes y Recomendaciones indicados anterioremente en los puntos 1.1 a 1.9 y, si ello es posible, las exigencias para la difusión por cable o redes de fibra óptica.

2. Que se mantengan estrechas relaciones con los GIT Mixtos 10-11/4 y 10-11/6, los GIT 11/6 y 11/9, así como con la Comisión de Estudio 10, y en lo que respecta a la Decisión 18, con la CMTT y su GIT CMTT/2.

3. Que el GIT 11/7 trabaje, en la medida de lo posible, por correspondencia. No obstante, podrá reunirse, a propuesta de su Presidente, después de haber consultado al Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 y al Director del CCIR. Convendría que el GIT 11/7 y el GIT CMTT/2 de la CMTT se reuniesen en el mismo lugar y fechas.

4. Que el GIT presente un informe sobre los resultados de su labor a la Comisión de Estudio 11 en las reuniones intermedias del periodo de estudios 1986-1990.

5. Que el Presidente, los Vicepresidentes y la composición del GIT 11/7 sean los que se indican en el anexo I.

ANEXO I

Las siguientes administraciones, organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas manifestaron su deseo de participar en la labor del Grupo Interino de Trabajo 11/7 sobre normas de televisión digital:

Administraciones:

Alemania (República Federal de)
Australia
Bélgica
Canadá
China (República Popular de)
Egipto
España
Estados Unidos de América
Finlandia
Francia
India
Italia
Japón
Reino Unido
República Democrática Alemana
Suecia
URSS
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)

Organismos internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas:

NAMBA
OIRT
UER
CBS
NDR
ZDF

Presidente del Grupo Interino de Trabajo 11/7:

A.N. HEIGHTMAN
Allegro House
Aingers Green Road
Great Bentley
Colchester C078NH
Reino Unido

Teléfono: +44 206 250620
Telefax: +44 1 928 5746
Télex: 261969 DTI WBH G

asistido de dos Vicepresidentes:

K.P. DAVIES
Canadian Broadcasting Corporation
7925 Cote St. Luc Road
Montréal, Québec, H4W1R5
Canadá

Teléfono: +1 514 485 5474
Telefax: +1 514 485 5371
Télex: 055-66437

y

T. SAITO
NHK Technical Research
Laboratories
1-10-11 Kinuta
Setagaya
Tokyo 157
Japón

Teléfono: +81 3 4155111
Telefax: +81 3 4175536
Télex: 22377 radio nhk

DECISIÓN 72-1*

SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN DE DATOS

(1986-1989)

Las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que se están desarrollando en muchos países servicios de radiodifusión de datos por canales terrenales y por satélite, asociados a señales de sonido o de imagen, o de forma exclusiva;

b) que se han establecido ya en muchos países servicios de radiodifusión de datos, tales como el teletexto, la identificación de programas en televisión y servicios de datos en radiodifusión sonora;

c) que los nuevos servicios de gran calidad de sonido e imagen deben ir acompañados por los servicios de datos con la mejora adecuada de la calidad;

d) que el CCITT está estudiando servicios similares en las redes de telecomunicación,

DECIDEN:

1. Que el Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/5 debería continuar su tarea, en el marco general de las Comisiones de Estudio 10 y 11, con el siguiente mandato específico:

1.1 Llevar a cabo estudios sobre los requisitos a nivel de capas de presentación de algunos sistemas de escritura de alfabeto no latino o no alfabéticos, tal como se indica en la Recomendación 653.

1.2 Realizar estudios sobre los requisitos de la capa de presentación para los servicios de datos asociados a las señales de TVAD (véase el Informe 1225).

1.3 Proponer definiciones de servicios de radiodifusión de datos, en televisión y radiodifusión sonora, tanto por vía terrenal como por satélite**.

1.4 Estudiar la codificación de datos para estos servicios, manteniendo la debida coordinación con el Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/3, que es reponsable de la inclusión de señales de datos en canales de radiodifusión cursados por sistemas terrenales y por satélite**.

---

* Se ruega al Director del CCIR que transmita esta Decisión a la atención del CCITT, de la CEI y de la ISO. Este asunto se estudiará conjuntamente con la Comisión de Estudio 10.

** Son de interés al respecto los Programas de Estudios derivados de la Cuestión 29/11, es decir, los Programas de Estudios 44J/10, 46H/10, 47A/10 y 51D/10, así como el Programa de Estudios 2N/10 y 11.

1.5 Definir criterios de calidad de servicio y métodos de evaluación apropiados.

1.6 Estudiar los requisitos del intercambio internacional y de la transcodificación entre sistemas.

1.7 Estudiar los requisitos para la normalización de interfaces de equipo.

1.8 Mantener contacto con la CMTT, las Comisiones de Estudio correspondientes del CCITT, la CEI y la ISO.

2. Que el GITM 10-11/5 debería trabajar en lo posible por correspondencia; sin embargo se podrá reunir a propuesta de su Presidente, tras consulta con los Presidentes de las Comisiones de Estudio 10 y 11 y con el Director del CCIR.

3. Que el Presidente y los miembros del GITM 10-11/5 sean los indicados en el anexo I.

ANEXO I

Las siguientes administraciones y organismos internacionales han indicado que desean participar en las actividades del Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/5:

Administraciones:

Alemania (República Federal de)
Australia
Brasil (República Federativa de)
Canadá
China (República Popular de)
España
Estados Unidos de América
Francia
Irán (República Islámica del)
Italia
Japón
Países Bajos
Reino Unido
Suecia
URSS
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)

Organizaciones internacionales:

UER
OIRT

Presidente del Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/5:

Profesor F. CAPPUCCINI
Consiglio Superiore Tecnico
P.T.A. Ministero P.T.
Viale América 201
I-00144 Roma
Italia

Teléfono: +39 6 5422029
Telefax: +39 6 5422362
Télex: 614295 cstptai

DECISIÓN 76-1

PERIODISMO ELECTRÓNICO POR SATÉLITE

(Cuestión 13/CMTT, Programas de Estudios 13H/CMTT y 22D/CMTT)

(1987-1989)

Las Comisiones de Estudio 4, 10, 11 y CMTT del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que las transmisiones por satélite con estaciones terrenas transportables o portátiles constituyen una solución inestimable y, a veces, la solución única para la transmisión rápida de reportajes de televisión desde emplazamientos distantes;

b) que, como pueden producirse acontecimientos de actualidad en cualquier parte del mundo, hay que establecer procedimientos técnicos y operativos normalizados y uniformes para que el servicio de "periodismo electrónico por satélite" (SNG - "Satellite News Gathering") pueda funcionar rápidamente;

c) que la Quinta Conferencia Mundial de Uniones de Radiodifusión, celebrada en Praga en 1986, adoptó unánimemente una Recomendación sobre la utilización a escala internacional de frecuencias auxiliares para la radiodifusión y de estaciones terrenas transportables;

d) que las características especiales que deben tener las estaciones terrenas transmisoras transportables o portátiles pueden exigir la aceptación de objetivos de calidad distintos de los especificados en la Recomendación 567 para las conexiones de televisión por satélite de aplicación general;

e) que será necesario prever circuitos auxiliares por el mismo enlace ascendente, para la coordinación técnica y de los programas, así como para la gestión del interfaz de la estación terrena trasportable;

f) que los servicios SNG desde cualquier emplazamiento específico se clasificarán en ocasionales y/o temporales;

g) que la propia naturaleza del SNG exige poner en marcha las estaciones terrenas de forma rápida, y que este concepto no es compatible con los periodos dilatados de notificación que normalmente se establecen para los servicios fijos permanentes;

h) que se espera que, en el futuro, puedan originarse transmisiones de TVAD a través de enlaces ascendentes establecidos mediante instalaciones portátiles;

j) que la Constitución de la UIT dice en su Preámbulo: "Reconociendo en toda su plenitud el derecho soberano de cada Estado a reglamentar sus telecomunicaciones ...",

DECIDEN

1. Mantener el Grupo Interino de Trabajo Mixto GITM CMTT-4-10-11/1 para preparar, dentro del mandato de las Comisiones de Estudio CMTT, 4, 10 y 11, una estrategia global para las transmisiones SNG, con propuestas para resolver los aspectos técnicos, operativos y de organización relacionados con la utilización de estaciones terrenas transmisoras transportables o portátiles para el SNG;

2. que el GITM tenga el mandato siguiente:

2.1 definir especificaciones de calidad técnica para la señal de imagen del programa aceptables para el SNG;

2.2 definir el número de señales audio del programa y las especificaciones de calidad técnica de dichas señales de audio que sean aceptables para el SNG;

2.3 definir el número y las especificaciones de calidad técnica de los circuitos auxiliares necesarios para las operaciones del SNG;

2.4 estudiar los parámetros técnicos uniformes del SNG, que puedan aplicarse ampliamente a escala geográfica;

2.5 estudiar procedimientos uniformes de explotación del SNG que puedan aplicarse también ampliamente a escala geográfica;

2.6 estudiar los objetivos globales de transmisión y calidad de funcionamiento para la transmisión de TVAD a partir de estaciones terrenas portátiles de satélite para el SNG;

2.7 determinar las características técnicas del equipo específico que se requiere para cumplir los objetivos de 2.6;

2.8 identificar los requisitos de explotación relativos a la transmisión de TVAD a partir de estaciones terrenas portátiles de satélite para el SNG;

2.9 preparar proyectos de Recomendaciones sobre los aspectos antedichos;

2.10 investigar la forma de simplificar los procedimientos necesarios para obtener lo más rápidamente posible la autorización temporal para explotar facilidades del SNG, y preparar un Informe al respecto.

3. Que, de conformidad con el § 2.3.3 de la Resolución 24 del CCIR, las Comisiones de Estudio CMTT, 4, 10 y 11 se encarguen conjuntamente de la responsabilidad de los trabajos del GITM, y que, de conformidad con el § 2.3.9 de la Resolución 24, se designe a la CMTT para coordinar dichos trabajos. El GITM someterá sus Informes y los resultados de sus trabajos a las reuniones conjuntas de dichas Comisiones de Estudio.

4. Que los trabajos del GITM concluyan durante el actual Periodo de Estudios; se enviará un informe y los resultados de sus trabajos a las Reuniones Finales de las Comisiones de Estudio en 1993.

5. Que el GITM trabaje en la medida de lo posible por correspondencia; no obstante, podrá reunirse cuando lo consideren necesario su Presidente, los Relatores Principales de las Comisiones de Estudio CMTT, 4, 10 y 11 y el Director del CCIR.

6. Que el GITM esté presidido por:

Sr. Joseph A. COLSON (NANBA)
Vice-Chairman, NANBA Technical Committee
CTV Television Network Limited
42 Charles Street East
Toronto, CANADA M4Y 1T5

Teléfono: +1 416 928 6170
Télex : 06-22080
Telefax : +1 416 928 0907

y que los Vicepresidentes sean:

Sr. D. PHAM THAT (EBU)
Télédiffusion de France (TDF)
Direction de l'Equipement
21-27 rue Barbes
B. P. 518
F-92542 MONTROUGE CEDEX
Francia

Teléfono: +33 1 46 57 1115
Télex : tedif 250738f
Telefax : +33 1 46 54 3341

Sr. Gabor HEGYI (OIRT)
Administration centrale des
Postes et Telecommunications de Hongrie
Krisztina krt 6/8
1540 BUDAPEST
Hungría

Teléfono: +36 155 0550
Télex : 221193 gentel h
Telefax : +36 156 0855

y

Sr. Kuniharu ASANO (ABU)
Senior Engineer
Engineering Planning Bureau
Japan Broadcasting Corporation (NHK)
2-2-1 Jin-nan, Shibuya-ku
TOKYO 150
Japón

Teléfono: +81 3 465 1234
Télex : 22377 Radio NHK
Telefax : +81 3 485 0952

DECISIÓN 80-1

REORGANIZACIÓN DE LAS CUESTIONES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS DE LA COMISIÓN DE ESTUDIO 11

(1987-1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que la estructura de las actuales Cuestiones y Programas de Estudios de esta Comisión ha evolucionado a lo largo del tiempo y no es en la actualidad tan lógica ni sistemática como debiera, en razón de las modificaciones y supresiones de texto efectuadas en diversas ocasiones durante los últimos decenios;

b) que se espera ampliar el ámbito de los estudios de acuerdo con las tendencias experimentadas en el desarrollo de los servicios y la tecnología de radiodifusión de televisión;

c) que es recomendable reorganizar las Cuestiones y Programas de Estudios, a fin de facilitar los futuros trabajos y como ayuda para el lector;

d) que esa actividad repercute en la armonización del conjunto de tareas a realizar por esta Comisión de Estudio, por lo que se hace necesario un examen cuidadoso;

e) que el proyecto de reorganización de las Cuestiones y Programas de Estudios de la Comisión de Estudio 11 (revisado) que se adjunta como anexo II a la presente Decisión puede servir de base para la próxima etapa de actividades;

f) que es de la mayor importancia que en esta tarea participen con su experiencia los Presidentes de los Grupos de Trabajo, de los Grupos de Trabajo Mixtos y de la Comisión de Redacción de la Comisión de Estudio 11 que asistieron a la Reunión Final (Ginebra, 1989),

DECIDE:

1. Que el Grupo Interino de Trabajo 11/8, constituido de acuerdo con la Decisión 80 (1987) prosiga su actividad en el Periodo de Estudios 1990-1994 dentro del mandato general de la Comisión de Estudio 11 y con las atribuciones concretas siguientes:

1.1 proseguir el desarrollo del plan de reorganización de las Cuestiones y Programas de Estudios de la Comisión de Estudio 11 (revisado), incluida la adición de nuevas Cuestiones y Programas de Estudios, y someterlas a la aprobación de la Reunión Intermedia de la Comisión de Estudio 11 que se celebrará en 1991;

Para ello, el GIT 11/8 perseguirá los objetivos siguientes:

- reflejar los grandes temas que se plantearán a las entidades de radiodifusión de todo el mundo durante los próximos diez años;

- poner de relieve las tendencias de desarrollo de la tecnología de radiodifusión de televisión;

- agrupar las Cuestiones y Programas de Estudios referentes a esos mismos temas mayores, dejando abierta la posibilidad de que la Comisión de Estudio 11 agregue nuevas Cuestiones a esa clasificación en el futuro;

- armonizar, cuando sea posible, la clasificación de las Cuestiones y la habitual asignación de tareas a los Grupos de Trabajo, con objeto de facilitar la labor de la Comisión de Estudio en sus Reuniones Intermedia y Final;

1.2 proponer en la medida de lo posible modificaciones de las actuales Cuestiones y Programas de Estudios, sobre la base del proyecto de reorganización completado. Sin embargo, estas modificaciones no deberán alterar el contenido técnico de los textos a las que estén destinadas.

2. Que se mantenga la coordinación necesaria con la Comisión de Estudio 10 y la CMTT.

3. Que en la medida de lo posible el GIT 11/8 trabaje por correspondencia. No obstante, podrá reunirse a propuesta de su Presidente, tras consultas con el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 y con el Director del CCIR.

4. Que el GIT 11/8 presente su Informe sobre los resultados de sus trabajos al Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 antes de la Reunión Intermedia que dicha Comisión celebrará en 1991, a fin de que el Relator Principal pueda tomar las medidas necesarias para distribuir dicho Informe a los participantes en la Reunión Intermedia con objeto de que éstos lo evalúen y formulen las observaciones.

5. Que el Presidente, el Vicepresidente y los miembros del GIT 11/8 sean las personas indicadas en el Anexo I. Conviene señalar, no obstante, que se debería invitar a participar en los trabajos del GIT 11/8 a los Presidentes de los Grupos de Trabajo, de los Grupos de Trabajo Mixtos y de la Comisión de Redacción de la Comisión de Estudio 11 que ejercieron esas funciones durante la Reunión Final (Ginebra, 1989).

ANEXO I

Las administraciones, organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas que se indican a continuación han anunciado su participación en los trabajos del GIT 11/8.

Administraciones:

República Federal de Alemania
Australia
China (República Popular de)
España
Francia
Italia
Japón
Reino Unido
URSS
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)

Organizaciones Internacionales:

OIRT
UER

Presidente del Grupo Interino de Trabajo 11/8:

WU XIANLUN
Relator Principal Adjunto de la Comisión de Estudio 11, CCIR
Ingeniero Superior
Departamento de Ingeniería
Ministerio de Radiocomunicaciones, Cine y Televisión de China
P.O. Box 4503
BEIJING
China (República Popular de)

Fax: +86 1 801 2174
Tlx: 22236 RTPRC CN

Asistido por el Vicepresidente:

A.N. HEIGHTMAN
103 Longstomps Avenue
CHELMSFORD
Essex, CM2 9BZ
Reino Unido

Tel: +44 245 256257
Fax: +44 1 928 5746
Tlx: 261 969 DTI WBH

ANEXO II

Proyecto de reorganización de las Cuestiones y Programas de Estudios de la Comisión de Estudio 11 (revisado) (Nota 1)

GRUPO A - SISTEMAS DE TELEVISION ANALOGICOS

(Quedan reservados los Nº 50 a 59)

Cuestión 50/11 - Sistemas de televisión convencionales (Cuestión 1-2/11, Documento 11/631) (Nota 2)

Programa de Estudios 50A/11	Valor de la relación señal de imagen/señal de sincronización (Programa de Estudios 1D/11)
Programa de Estudios 50B/11	Simplificación de las señales de sincronización en televisión (Programa de Estudios 1E/11)
Programa de Estudios 50C/11	Reducción de la anchura de banda de los canales para radiodifusión de televisión mediante la incorporación de la información de sonido en la señal de vídeo (Programa de Estudios 1H/11)

Cuestión 51/11 - Sistemas de televisión de calidad mejorada (Cuestión 42-1/11, Documento 11/717)

Programa de Estudios 51A/11	Utilización de señales componentes analógicas en los estudios de televisión (Programa de Estudios 42A-1/11, Documento 11/599)
Programa de Estudios 51B/11	Emisión terrenal de televisión mejorada (Programa de Estudios 42B/11, Documento 11/689) (Nota 2)

Cuestión 52/11 - Sistemas de televisión de alta definición (Cuestión 27-1/11) (Nota 2)

Programa de Estudios 52A/11	Compatibilidad de las normas de televisión de alta definición con las normas actuales y futuras (Programa de Estudios 27A-1/11, Documentos 11/410 y 11/718) (Nota 2)
Programa de Estudios 52B/11	Efectos de las técnicas de presentación de imágenes sobre la norma de televisión de alta definición (Programa de Estudios 27B/11)
Programa de Estudios 52C/11	Medición objetiva en un entorno TVAD (Programa de Estudios 27C/11, Documentos 11/410 y 11/728)

Cuestión 53/11 - Sistemas de televisión estereoscópica (Programa de Estudios 1C-2/11, Documento 11/690)

Cuestión 54/11 - Transcodificación y conversión de normas entre diferentes sistemas de televisión (Cuestión 2-4/11, Documentos 11/277 y 11/728)

Programa de Estudios 54A/11	Transcodificación de las señales de televisión en color de un sistema a otro (Programa de Estudios 2A-1/11)
Programa de Estudios 54B/11	Conversión entre diferentes normas de exploración de televisión (Programa de Estudios 2B/11)
Programa de Estudios 54C/11	Inserción de señales especiales en el intervalo de supresión de trama de una señal de televisión (Programa de Estudios 12A-2/11)

Cuestión 55/11 - Márgenes de procesabilidad necesarios del material de programas de contribución utilizados en la producción de televisión (Cuestión AN/11, Documento 11/277)

Cuestión 56/11 - Sincronización entre señales de imagen y sonido (Cuestión 35-1/11)

Cuestión 57/11 - Especificaciones de interconexión para equipos audiovisuales relacionados con la radiodifusión (Cuestión AA/10-11, Documento 11/601)

GRUPO B - NORMAS DIGITALES PARA LOS SISTEMAS DE TELEVISION

(Quedan reservados los Nº 60 a 69)

Cuestión 60/11 - Normas para los sistemas de televisión que emplean modulación digital (Cuestión 25-3/11, Documentos 11/277 y 11/725)

Programa de Estudios 60A/11	Codificación digital de las señales de televisión en color (Programa de Estudios 25G-1/11)
Programa de Estudios 60B/11	Filtrado y muestreo para la codificación digital de señales de televisión en color (Programa de Estudios 25H-1/11)
Programa de Estudios 60C/11	Protección de las señales digitales de televisión contra los errores, fluctuaciones de fase y los deslizamientos de trama (Programa de Estudios 25K/11)
Programa de Estudios 60D/11	Obtención de señales componentes digitales a partir de señales compuestas analógicas (y viceversa) (Programa de Estudios 25L-1/11)

Programa de Estudios 60E/11 — Parámetros de calidad y métodos de medición y de supervisión que deben utilizarse en las instalaciones de los estudios y en radiodifusión directa desde emisores terrenales cuando se emplea modulación digital o modulación analógica y digital (Programa de Estudios 25M-1/11)

Programa de Estudios 60F/11 — Interfaces para las señales de vídeo digitales (Programa de Estudios 25N/11)

Cuestión 61/11 - Normas de televisión digital de alta definición (Cuestión ../11, Documento 11/625)

Cuestión 62/11 - Reducción de la velocidad binaria y parámetros de calidad asociados para las señales digitales de televisión (Cuestión AK/11, Documentos 11/277 y 11/725)

Programa de Estudios 62A/11 — Reducción de la velocidad binaria necesaria para la codificación digital de señales de televisión en color (Programa de Estudios AL/11, Documentos 11/277 y 11/725)

Programa de Estudios 62B/11 — Parámetros de calidad objetiva para la reducción de velocidad binaria de las señales de televisión digital (Programa de Estudios AM/11, Documentos 11/277 y 11/725) (Nota 2)

Cuestión 63/11 - Aplicación de un modelo estratificado a las cadenas de televisión digital (Cuestión AP/11, Documentos 11/277 y 11/725)

GRUPO C - SERVICIOS DE TELEVISION COMPLEMENTARIOS O ADICIONALES (Documento 11/663)

(Quedan reservados los Nº 70 a 74)

Cuestión 70/11 - Radiodifusión de imágenes fijas y de otras informaciones destinadas al público a través de un canal de televisión o de banda estrecha (Cuestión 29-3/11)

Programa de Estudios 70A/11 — Difusión de señales analógicas de televisión para imágenes fijas (Programa de Estudios 29A-2/11)

Programa de Estudios 70B/11 — Especificaciones para la radiodifusión multiplexada de información en el canal de televisión o en un canal integrado digital (Programa de Estudios 29C-2/11, Documento 11/663)

Programa de Estudios 70C/11 — Intercambio de leyendas y subtítulos para programas de televisión (Programa de Estudios 29G-1/11, Documento 11/663)

Programa de Estudios 70D/11 — Servicios adicionales que se ofrecen mediante la radiodifusión de datos en un canal de televisión o de banda estrecha (Programa de Estudios 29H/11)

Cuestión 71/11 - Sistemas de radiodifusión (televisión) de acceso condicional (Cuestión 37/11)

Programa de Estudios 71A/11 — Sistemas de radiodifusión de acceso condicional (Programa de Estudios 37A/11)

GRUPO D - EVALUACION SUBJETIVA DE LA CALIDAD DE LA IMAGEN

(Quedan reservados los Nº 75 a 79)

Cuestión 75/11 - Evaluación de la calidad de las imágenes de televisión, incluidas las imágenes alfanuméricas y gráficas, para teletexto y servicios similares (Cuestión 3-3/11, Documento 11/636)

Programa de Estudios 75A/11 — Evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión (Programa de Estudios 3A-5/11, Documento 11/694)

Programa de Estudios 75B/11 — Relación entre la evaluación subjetiva y la medición objetiva de la degradación de las imágenes de televisión (Programa de Estudios 3B-1/11, Documento 11/691)

Programa de Estudios 75C/11 — Evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes alfanuméricas y gráficas para teletexto y servicios similares (Programa de Estudios 3C-1/11, Documento 11/639)

Programa de Estudios 75D/11 — Procesamiento de los resultados de la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión (Programa de Estudios 3D-1/11)

Programa de Estudios 75E/11 — Procedimientos de evaluación subjetiva de las imágenes de televisión de alta definición (Programa de Estudios 3E-1/11, Documento 11/640)

Programa de Estudios 75F/11 — Sistemas que permiten una indicación visual directa de la calidad de imagen (Programa de Estudios 3F/11, Documento 11/692)

Programa de Estudios 75G/11 — Parámetros de calidad subjetiva para la reducción de la velocidad binaria de señales de televisión digital (Programa de Estudios AM/11) (Nota 2)

GRUPO E - SERVICIO DE RADIODIFUSION TERRENAL (TELEVISION) - PLANIFICACION Y FACILIDADES

(Quedan reservados los Nº 80 al 94)

Cuestión 80/11 - Niveles de calidad que debe presentar el conjunto de un sistema de televisión (Cuestión 14-2/11, Documento 11/707)

Programa de Estudios 80A/11	Niveles de calidad que debe presentar el conjunto de un sistema de televisión y distribución de las tolerancias (Programa de Estudios 14A-2/11, Documento 11/707)
Programa de Estudios 80B/11	Objetivos de calidad del conjunto de sistemas de televisión (Instalaciones receptoras de referencia) (Programa de Estudios 14B-1/11, Documento 11/707)

Cuestión 81/11 - Bases técnicas para la planificación del servicio de radiodifusión (televisión) en las bandas 8, 9 y 10 (Cuestión 43-1/11, Documento 11/708)

Programa de Estudios 81A/11	Características de las señales de televisión radiadas en la banda 10 (ondas centimétricas) por transmisores de radiodifusión terrenal (Programa de Estudios 1G-2/11, Documento 11/627) (Nota 2)
Programa de Estudios 81B/11	Características de las antenas transmisoras para la planificación de radiodifusión en ondas métricas y decimétricas (Programa de Estudios 43A/11, Documento 11/711)

Cuestión 82/11 - Relaciones de protección en televisión (Cuestión 4-4/11, Documento 11/709)

Programa de Estudios 82A/11	Relaciones de protección para televisión (utilización del desplazamiento de frecuencias) (Programa de Estudios 4A-2/11, Documento 11/710)

Cuestión 83/11 - Compatibilidad del servicio de radiodifusión (televisión) con otros servicios (Cuestión 39-1/11, Documento 11/668)

Programa de Estudios 83A/11	Métodos para reducir las interferencias producidas en el servicio de radiodifusión (televisión) por otros servicios que funcionan en la misma banda o en bandas adyacentes (Programa de Estudios 30A/11, Documentos 11/670 y 11/726
Programa de Estudios 83B/11	Compartición de frecuencias entre el servicio de radiodifusión (televisión) y los servicios fijo y móvil (Programa de Estudios 39A/11, Documento 11/669)

Cuestión 84/11 - Polarización de las emisiones en el servicio terrenal de radiodifusión (televisión) (Cuestión 36-2/11, Documento 11/707)

Cuestión 85/11 - Distorsiones y defectos de las señales de televisión radiadas (Cuestión 6-1/11, Documento 11/703)

Programa de Estudios 85A/11	Condiciones para un servicio de televisión satisfactorio en presencia de señales reflejadas (Programa de Estudios 6A-2/11, Documento 11/704)
Programa de Estudios 85B/11	Distorsión de las señales de televisión y de difusión de datos, en emisión y recepción, causada por el uso de técnicas de banda lateral vestigial (Programa de Estudios 9A-2/11)

Cuestión 86/11 - Características de los receptores de televisión y de las antenas de recepción esenciales para la planificación de frecuencias (Cuestión 26-2/11, Documento 11/707)

Programa de Estudios 86A/11	Características principales de las instalaciones de recepción de televisión (Programa de Estudios 26A-2/11, Documento 11/707)
Programa de Estudios 86B/11	Características recomendadas para los sistemas de antenas individuales, colectivas y de distribución por cable destinadas a la recepción a domicilio de las señales de televisión y radiodifusión de datos procedentes de transmisores terrenales (Programa de Estudios 26C/11, Documentos 11/698 y 11/726)
Programa de Estudios 86C/11	Características técnicas mínimas de los receptores de televisión de precio asequible (Programa de Estudios 26B/11, Documento 11/699 y 11/726)

Cuestión 87/11 - Características de funcionamiento y pruebas de los sistemas de distribución de señales de televisión por cable (Cuestión 31-1/11, Documento 11/701)

Programa de Estudios 87A/11	Radiación de las redes de distribución por cable (Programa de Estudios 31A/11)

Cuestión 88/11 - Protección de las estaciones de radiodifusión (televisión) contra descargas atmosféricas (Cuestión 38/11)

Cuestión 89/11 - Control automático de las estaciones de televisión (Cuestión 15/11)

GRUPO F - GRABACION DE PROGRAMAS DE TELEVISION

(Quedan reservados los Nº 95 a 105)

Cuestión 95/11 - Grabación de programas de televisión (Cuestión 18-3/11, Documentos 11/276 y 11/682)

Programa de Estudios 95A/11	Grabación analógica de programas de televisión en cinta magnética (Programa de Estudios 18K-1/11)
Programa de Estudios 95B/11	Grabación digital de programas de televisión en cinta magnética (Programa de Estudios 18L-1/11, Documentos 11/276 y 11/682)
Programa de Estudios 95C/11	Grabación de programas de televisión por nuevos métodos (Programa de Estudios 18M/11)
Programa de Estudios 95D/11	Intercambio internacional de grabaciones de televisión para la evaluación de programas (Programa de Estudios 18N/11)
Programa de Estudios 95E/11	Grabación de programas de televisión en cinta magnética para periodismo electrónico (Programa de Estudios 18Q-2/11, Documento 11/682)
Programa de Estudios 95F/11	Grabación de programas de televisión en color en película cinematográfica (Programa de Estudios 18R-1/11)
Programa de Estudios 95G/11	Grabación de programas de televisión de alta definición (Programa de Estudios 18S-1/11, Documento 11/682)
Programa de Estudios 95H/11	Grabación de programas de televisión de alta definición en película cinematográfica (Programa de Estudios 18T-1/11, Documento 11/655)
Programa de Estudios 95J/11	Transferencia de programas de televisión de alta definición a medios distintos de la radiodifusión para uso doméstico (Programa de Estudios 18U-2/11, Documento 11/626)

Cuestión 96/11 - Intercambio internacional de programas registrados en película para su uso en televisión (Cuestión 41-1/11, Documento 11/659)

Programa de Estudios 96A/11	Normas relativas a la imagen para el intercambio internacional de programas registrados en películas para su uso en televisión (Programa de Estudios 41A-1/11, Documento 11/659)

Programa de Estudios 96B/11 — Normas de las pistas sonoras de tipo óptico para el intercambio internacional de los programas registrados en película para su uso en televisión (Programa de Estudios 41B-1/11, Documentos 11/659 y 11/679)

Cuestión 97/11 - Intercambio internacional de programas de televisión grabados. Control de equipos automáticos (Cuestión 28/11)

Programa de Estudios 97A/11 — Adición a los programas de televisión (grabados en cinta, película u otros materiales) de datos para el control de equipos automáticos (Programa de Estudios 28A/11)

Cuestión 98/11 - Métodos de sincronización entre diferentes sistemas de grabación y de reproducción (Cuestión 40-1/11)

Programa de Estudios 98A/11 — Grabación de información codificada de tiempo y control en cintas magnéticas de televisión (Programa de Estudios 40A-1/11)

GRUPO G - ASUNTOS VARIOS

(Quedan reservados los Nº 105 a 114)

Nota 1 - Se han incorporado al presente proyecto de reorganización las modificaciones de las Cuestiones y Programas de Estudios existentes, las nuevas Cuestiones y Programas de Estudios aprobados por la Reunión Final de la Comisión de Estudio 11 (Ginebra, 1989), tomando como base los documentos de origen indicados. Tras el título de cada Cuestión y Programa de Estudios se ha indicado, entre paréntesis, el número correspondiente.

Nota 2 - Los Grupos de Trabajo pertinentes no han logrado un acuerdo unánime sobre este particular en la Reunión Final de la Comisión de Estudio 11 (Ginebra, 1989).

DECISIÓN 87*

DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE COORDINACIÓN

(Apéndice 28 al Reglamento de Radiocomunicaciones)

(1990)

El texto de esta Decisión figura en la parte 2 de los Volúmenes IV y IX.

DECISIÓN 90

REUNIÓN ESPECIAL RELATIVA AL PROYECTO DE RECOMENDACIÓN SOBRE LA NORMA DE TVAD DE ESTUDIO

(1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que, de conformidad con la Resolución 96 de la XVI Asamblea Plenaria y con la Decisión 74, se celebró una Reunión Extraordinaria de la Comisión de Estudio 11 sobre TVAD, que permitió avanzar rápidamente en la preparación de la Recomendación deseada sobre la norma de estudio de TVAD;

b) que en la Reunión Final de la Comisión de Estudio 11 se progresó en la elaboración de dicha Recomendación;

c) que se prevé realizar progresos importantes antes de la XVII Asamblea Plenaria (mayo de 1990);

d) que el GIT 11/6 está trabajando de acuerdo con el mandato establecido en la Decisión 58-4;

e) que el GIT 11/7 está estudiando la representación digital de la TVAD (Decisión 60-3),

OBSERVANDO

a) que es necesario tomar medidas oportunas para completar el proyecto de Recomendación;

b) que se necesitan cuanto antes Contribuciones de las administraciones para completar el proyecto de Recomendación;

c) que un proyecto de Recomendación sometido a la aprobación de la Asamblea Plenaria del CCIR no debe contener corchetes en su forma definitiva,

---

* De acuerdo con la decisión tomada en la reunión de Relatores Principales y Relatores Principales Adjuntos (Ginebra, 4-6 de julio de 1990) las tareas del GITM 2-4-5-8-9-10-11/1 sobre la determinación de la zona de coordinación se transfieren a la Comisión de Estudio 12 para que se estudien en el Grupo de Tareas Especiales 12/3.

DECIDE:

1. Convocar una reunión especial del GIT 11/6, con representación del GIT 11/7, en marzo de 1990 en Estados Unidos de América, de duración no superior a una semana.

2. Que el orden del día de esta reunión sea el siguiente:

2.1 Considerar las Contribuciones presentadas sobre los valores de los parámetros que están pendientes en la Recomendación 709.

2.2 Preparar una documentación adecuada con respecto a los valores de los parámetros pendientes, para complementar la Recomendación 709 en los siguientes aspectos:

- coordenadas de cromaticidad y derivación de las señales de luminancia y de diferencia de color;

- características de la imagen;

- velocidades binarias para la representación digital;

2.3 Presentar, en la documentación complementaria, sus recomendaciones con respecto:

- al tratamiento de los corchetes y, de ser necesario, de la información que figura entre corchetes en los puntos 1.3, 4.2, 4.3 y 5.5, de las notas correspondientes en el cuerpo principal del proyecto de Recomendación, y del material conexo que figura en su anexo;

- a la información suplementaria sobre las características de la imagen, en el punto 2 del anexo, y, si se llega a un acuerdo, a la incorporación de este acuerdo en el punto 2.4 del cuerpo principal del proyecto de Recomendación;

- a la información suplementaria sobre la representación digital, en el punto 6 del anexo, y, si se llega a un acuerdo, a la incorporación de este acuerdo en los puntos 6.6 y 6.7 del cuerpo principal del proyecto de Recomendación.

3. Que el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 considere esta documentación suplementaria como un addéndum a su Informe a la XVII Asamblea Plenaria del CCITT que se celebrará en mayo de 1990.

OBSERVA ADEMAS

Que las medidas propuestas en la presente Decisión se ajustan a las reglas de procedimiento del CCIR.

DECISIÓN 91

ARMONIZACIÓN DE LAS NORMAS DE TVAD ENTRE APLICACIONES DE RADIODIFUSIÓN Y APLICACIONES DISTINTAS DE LA RADIODIFUSIÓN

(1989)

La Comisión de Estudio 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que aumenta rápidamente la necesidad de una mejor calidad de imagen en áreas distintas de la radiodifusión, incluidas las imágenes con fines médicos, las artes gráficas, la teleconferencia, etc.;

b) que la tecnología de TVAD, desarrollada inicialmente para la radiodifusión, se está aplicando en estos campos distintos de la radiodifusión;

c) que el CCIR ha adoptado un cierto número de Cuestiones y Programas de Estudios sobre TVAD;

d) que en el Informe 1220 se identifican algunas posibles aplicaciones de televisión con formatos de pantalla ancha que pudieran utilizar pantallas de TVAD en su realización;

e) que el GITM 10-11/4 ha realizado algunos trabajos sobre armonización en el campo de la grabación de TVAD;

f) que la CEI tiene en proyecto considerar los equipos y normas de TVAD;

g) que los estudios de la ISO incluyen la utilización de las imágenes de TVAD;

h) que el CCITT está elaborando Recomendaciones sobre la RDSI de banda ancha, que facilitarán las transmisiones de TVAD;

j) que la CMTT está cooperando con otras Comisiones de Estudio del CCITT en los aspectos de la transmisión de TVAD;

k) que sería conveniente para todos los usuarios potenciales que las normas desarrolladas por estos organismos internacionales tuvieran en común el mayor número de parámetros posible;

l) que el CCIR ya está elaborando un proyecto de Recomendación sobre estudio de producción de TVAD, así como cierto número de otras Recomendaciones referentes a la TVAD,

DECIDE:

1. Que se establezca el GIT 11/9, con representantes de la CEI, la ISO, el CCITT y la CMTT, con el objetivo de armonizar las normas de TVAD elaboradas por el CCIR, teniendo en cuenta las necesidades de los organismos antes citados.

2. Que este GIT 11/9 proporcione información relativa a la TVAD a la Comisión de Estudio 11, a fin de asegurar la armonización de las Recomendaciones de TVAD.

3. Que dicho GIT proporcione a la CEI, a la ISO, al CCITT y a la CMTT la información pertinente sobre los estudios llevados a cabo por el CCIR sobre TVAD.

4. Que la primera labor del GIT 11/9 sea trasladar a la Comisión de Estudio 11 la información referente a los parámetros de la norma de producción de estudio de TVAD, que están todavía en estudio.

5. Que el GIT informe sobre los progresos de sus trabajos a las reuniones intermedia y final de la Comisión de Estudio 11.

6. que el GIT deberá establecer nexos con los GIT 11/6, 11/4 y los GITM 10-11/3, 10-11/4 y 10-11/5.

7. Que el GIT trabaje, en la medida de lo posible, por correspondencia; no obstante, a petición de su Presidente podría celebrar algunas reuniones tras consultar con el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11 y el Director del CCIR.

8. Que el Presidente, Vicepresidente y miembros del GIT sean los que figuran en el Anexo I.

DECIDE ADEMAS:

Convocar una reunión del GIT 11/9, a celebrar en Japón en septiembre de 1990, de duración no superior a una semana.

Nota - Se ruega al Director del CCIR que notifique esta Decisión a la CEI, a la ISO, al CCITT y a la CMTT, y los invite a que designen sus participantes en los trabajos del GIT.

ANEXO I

Las siguientes administraciones, organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocida han manifestado su deseo de participar en los trabajos del Grupo Interino de Trabajo 11/9 (efectivo en octubre de 1989):

Administraciones:

Australia,
Canadá
Dinamarca
Estados Unidos de América
Finlandia

Organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocida:

Presidente del Grupo Interino de Trabajo 11/9:

Sr. R. BEDFORD
Department of Trade and Industry
Waterloo Bridge House
Waterloo Road
London SE1 8UA
Reino Unido

Teléfono: +44 1 215 2290
Telefax: +44 1 928 5746
Télex: 261969 DTIWBH G

asistido por dos Vicepresidentes:

Sr. Hiroshi Tanimura
Director of Engineering
Communication Products Group
Sony Corporation
Atsugi Technology Center
4-14-1 Asahi-cho
Atsugi-shi ,Kanagawa-ken 243 Japón
Teléfono: +81 462-30-5674
Télex :3872306SONYAT J
Telefax :+81 462-30-6421

Sr. Bruce Sidran
Bell Communications Research
331 Newman Springs Road
NVC 1A-265
Red Bank, New Jersey 07701-7020 Estados Unidos de América
Teléfono: (201) 758-4646
Telefax:(201) 758-0190
Télex: ninguno

DECISIÓN 95*

EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA CALIDAD DEL SONIDO Y DE LA IMAGEN DE TELEVISIÓN

(1989)

Las Comisiones de Estudio 10 y 11 del CCIR,

CONSIDERANDO

a) que la Recomendación 500 ha establecido algunos métodos de prueba para la evaluación subjetiva de la calidad de los sistemas de televisión;

b) que en el Informe 1082 se describen nuevos métodos y enfoques para la evaluación de la calidad de la imagen, en el Informe 1205 se describen métodos avanzados de presentación y análisis de los resultados de las pruebas, en el Informe 405 se proporciona más información sobre las pruebas subjetivas, en el Informe 1206 se suministra información sobre la calidad subjetiva de la imagen en la televisión digital y en el Informe 1216 se presenta información sobre la evaluación de la calidad de la imagen en la televisión de alta definición;

c) que la Recomendación 654 establece relaciones de referencia entre la calidad subjetiva y las degradaciones objetivas para las formas de degradación más comunes en los actuales sistemas NTSC, PAL y SECAM, en tanto que el Informe 959 tabula los valores medidos para los diferentes sistemas;

d) que el Informe 313 contiene una extensa bibliografía de los trabajos publicados y contribuciones del CCIR sobre evaluaciones subjetivas;

e) que la introducción de nuevos tipos de tratamiento de la señal de televisión, como son la codificación digital y la reducción de la velocidad binaria, nuevos tipos de señales de televisión que utilizan componentes multiplexadas en el tiempo, y nuevos servicios tales como la televisión mejorada y la televisión de alta definición, pueden exigir modificaciones en los métodos para realizar las evaluaciones subjetivas;

f) que se han experimentado considerables avances en la medición de la percepción humana,

g) que la Recomendación 562 de la Comisión de Estudio 10 ha establecido algunos métodos para evaluar la calidad subjetiva del sonido;

h) que la introducción de nuevos sistemas de radiodifusión sonora puede exigir el perfeccionamiento de los métodos actuales de evaluación subjetiva;

j) que existe un núcleo de metodologías de evaluación del sonido y la imagen;

k) que algunas evaluaciones pueden implicar al sonido y la imagen como componentes de un mismo servicio;

l) que la metodología para el sonido y la imagen contribuirá al intercambio de ideas,

DECIDE:

1. Que se establezca un Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/6 dentro del mandato general de las Comisiones de Estudio 10 y 11 con el siguiente mandato específico:

1.1 Examinar las Cuestiones 3 /11 y 14 /11 y sus correspondientes Programas de Estudios, a fin de:
- identificar las tareas que se han concluido, y
- definir nuevas áreas en las que se requieran estudios.

---

* Esta Decisión sustituye a la Decisión 66 que ha sido suprimida.

1.2 Examinar los textos que figuran en el Volumen XI, Parte 1, de las Recomendaciones e Informes del CCIR que tratan de la evaluación subjetiva de la calidad de imagen con miras a:

- refundir y eliminar la información repetitiva,
- mejorar la claridad y la brevedad,
- hacer los textos más comprensibles para lectores no especializados,
- proporcionar un marco para la introducción de nueva información sin reducir la claridad del texto completo.

1.3 Examinar las actuales tendencias en los sistemas de televisión descritos en el Considerando *e)* y determinar qué modificaciones se necesitarán, en su caso, en la metodología de pruebas subjetivas para acomodar estas tendencias y preparar los posibles proyectos de revisiones de Programas de Estudios que puedan resultar adecuados.

1.4 Reunir, cotejar y armonizar las contribuciones a los estudios sobre la metodología de la prueba subjetiva de nuevos sistemas como los citados en el Considerando *e)*.

1.5 Preparar regularmente proyectos de Informes actualizados sobre los avances de tales estudios.

1.6 Examinar el Programa de Estudios 50C /10 para identificar las tareas que han concluido y definir nuevas áreas que requieren estudio.

1.7 Examinar la Recomendación 562 con miras a su consolidación y desarrollo a la luz de las realizaciones y conocimientos recientes.

1.8 Examinar las tendencias actuales en cuanto a sistemas de radiodifusión sonora y determinar las modificaciones, en su caso, que pueda exigir la metodología de la evaluación subjetiva, para adaptarse a dichas tendencias, y preparar proyectos de nuevos textos, si es necesario.

1.9 Coordinar con el GIT 10/12 para asesorar sobre las evaluaciones subjetivas de los sistemas de sonido multicanal, incluyendo las adecuadas para la televisión de alta definición y la televisión de definición mejorada.

1.10 Preparar Informes y Recomendaciones con actualización regular para las Comisiones de Estudio 10 y 11.

ANEXO I

Las siguientes administraciones, organizaciones internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas manifestaron su deseo de participar en la labor del Grupo Interino de Trabajo 10-11/6.
Se refiere a las administraciones que ya eran miembros del GIT 11/4 y a las que han expresado su interés en participar en los estudios del nuevo GITM sobre calidad del sonido.

Administraciones:

Alemania (República Federal de)
Australia
Canadá
China (República Popular de)
Estados Unidos de América
Francia
Italia
Japón
Países Bajos
República Democrática Alemana
Reino Unido
Suecia
Suiza
URSS
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)

Organismos internacionales y empresas privadas de explotación reconocidas:

Broadcasting Corporation of New Zealand (BCNZ)
Nippon Hoso Kyokai (NHK)
Norddeutscher Rundfunk (NDR)
OIRT
UER
Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF)

Presidente del Grupo Interino de Trabajo Mixto 10-11/6:

Sr. D. WOOD
Centre Technique de l'UER
17A, Ancienne Route
Case postale 67
1218 Grand-Saconnex
GINEBRA - Suiza

Tf.: +41 22 7987766
Telefax: +41 22 7985897
Tx.: 415 700 ebu ch

asistido como Vicepresidente por:

Srta. B. JONES
Science & Technology Department
National Association of Broadcasters
1771 N Street N.W.
WASHINGTON, DC 20036
Estados Unidos de América

DECISIÓN 106*

COORDINACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LAS COMISIONES DE ESTUDIO 1, 8 Y 11 PARA DETERMINAR CRITERIOS DE COMPARTICIÓN ENTRE EL SERVICIO DE TELEVISIÓN Y EL SERVICIO MÓVIL TERRESTRE EN BANDAS COMPARTIDAS

(1989)

---

* La XVII Asamblea Plenaria del CCIR decidió transferir a la Comisión de Estudio 12 los estudios conjuntos relativos a la compartición de frecuencias entre el servicio de radiodifusión de televisión y el servicio móvil en las bandas compartidas.

[redacted]