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

COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRÁFICO
Y TELEFÓNICO
(C.C.I.T.T.)

IV ASAMBLEA PLENARIA

MAR DEL PLATA, 23 DE SEPTIEMBRE - 25 DE OCTUBRE DE 1968

LIBRO BLANCO

TOMO V

Calidad de transmisión telefónica, redes locales y aparatos telefónicos

Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
1969

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRÁFICO
Y TELEFÓNICO
(C.C.I.T.T.)

IV ASAMBLEA PLENARIA

MAR DEL PLATA, 23 DE SEPTIEMBRE - 25 DE OCTUBRE DE 1968

LIBRO BLANCO

TOMO V

Calidad de transmisión telefónica, redes locales y aparatos telefónicos

Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
1969

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CONTENIDO DE LOS LIBROS DEL C.C.I.T.T.

EN VIGOR DESPUÉS DE LA IV ASAMBLEA PLENARIA (1968)

Libro Blanco

Tomo I
- Actas e Informes de la IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T.
- Resoluciones y Ruegos formulados por el C.C.I.T.T.
- Cuadro general de las Comisiones de estudio y Grupos de trabajo para el periodo 1968-1972.
- Cuadro recapitulativo de las Cuestiones en estudio durante el periodo 1968-1972.
- Texto de las Recomendaciones (serie A) relativas a la organización de los trabajos del C.C.I.T.T.
- Texto de las Recomendaciones (serie B) y Cuestiones (Comisión de estudio VII) relativas a los medios de expresión.

Tomo II-A
- Recomendaciones (serie D) y Cuestiones (Comisión de estudio III) relativas al arriendo de circuitos.
- Recomendaciones (serie E) y Cuestiones (Comisión de estudio II) relativas a la explotación y tarificación telefónicas.

Tomo II-B
- Recomendaciones (serie F) y Cuestiones (Comisión de estudio I) relativas a la explotación y tarificación telegráficas.

Tomo III
- Recomendaciones (series G, H y J) y Cuestiones (Comisiones de estudio XV, XVI, especial C y especial D), relativas a la transmisión en línea.

Tomo IV
- Recomendaciones (series M y N) y Cuestiones (Comisión de estudio IV) relativas a la mantenencia de las líneas, circuitos y cadenas de circuitos internacionales.

Tomo V
- Recomendaciones (serie P) y Cuestiones (Comisión de estudio XII) relativas a la calidad de la transmisión telefónica y a los aparatos telefónicos.

Tomo VI
- Recomendaciones (serie Q) y Cuestiones (Comisiones de estudio XI y XIII) relativas a la señalización y conmutación telefónicas.

Tomo VII - Recomendaciones (series R, S, T y U) y Cuestiones (Comisiones de estudio VIII, IX, X y XIV) relativas a la técnica telegráfica.

Tomo VIII - Recomendaciones (serie V) y Cuestiones (Comisión de estudio especial A) relativas a la transmisión de datos.

Tomo IX - Recomendaciones (serie K) y Cuestiones (Comisión de estudio V) relativas a la protección contra las perturbaciones.

Recomendaciones (serie L) y Cuestiones (Comisión de estudio VI) relativas a la protección de las cubiertas de cable y de los postes.

Cada tomo contiene los extractos de las contribuciones que sobre la materia de que se trata se han recibido y cuya publicación se ha considerado de utilidad en razón del interés que presentan.

ÍNDICE DEL TOMO V
DEL LIBRO BLANCO DEL C.C.I.T.T.

Advertencia

Primera Parte - Recomendaciones de la serie P

Calidad de la transmisión telefónica; instalaciones y redes locales telefónicas

Sección 1

Recomendaciones generales relativas a la calidad de transmisión de una comunicación telefónica internacional completa

Recomendación

P.11 Equivalentes de referencia en una comunicación internacional

- A. Equivalentes de referencia nominales de los sistemas nacionales
- B. Equivalente nominal de la cadena internacional
- C. Equivalente de referencia nominal de una comunicación completa
- D. Variaciones en función del tiempo e influencia del ruido de circuito
- E. Límites prácticos del equivalente de referencia entre dos operadoras o entre una operadora y un abonado

P.12 Atenuación equivalente para la nitidez (A.E.N.)

- A. Definición
- B. Cálculo
- C. Determinación de las A.E.N.
- D. Valores nominales para los sistemas nacionales

Anexo.- A.E.N. media de los circuitos locales

P.13 Reducción de calidad de transmisión y ruidos

A. Reducción de calidad de transmisión

B. Efecto del ruido de circuito

P.14 Tiempo medio de propagación en una dirección

A. Límites para una comunicación

B. Valores para los circuitos

P.15 Distorsión de tiempo de propagación de grupo

Sección 2

Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de las comunicaciones internacionales

Recomendación

P.20 Características de transmisión de las redes nacionales

A. Aplicación de las Recomendaciones del C.C.I.T.T.

B. Plan nacional de transmisión

Anexo.- Indicaciones sobre la organización de una red telefónica nacional

P.21 Equivalentes de referencia de los sistemas nacionales

A. Definición

B. Valores máximos de los equivalentes de referencia nominales en la transmisión y en la recepción

C. Equivalentes de referencia mínimos

D. Determinación de los equivalentes de referencia de un sistema nacional

E. Equivalente de referencia del efecto local

P.22 Centrales telefónicas interurbanas manuales

A. Posiciones de operadora

B. Pupitres de control del tráfico telefónico

C. Dispositivos para comunicaciones colectivas

Sección 3

Líneas y aparatos de abonados

P.31 Condiciones que deben reunir las instalaciones de abonado utilizadas con circuitos internacionales arrendados temporalmente para un servicio privado

P.32 Sistemas para la grabación de mensajes o de conferencias telefónicas

P.33 Aparatos telefónicos de abonado con receptores de altavoz o micrófonos asociados a amplificadores

Sección 4

Patrones de transmisión

P.41 Descripción del A.R.A.E.N.

P.42 Sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia

A. Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.)

B. Ajuste normal del N.O.S.F.E.R.

C. Potencia vocal normal para las mediciones telefotométricas

D. Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia

E. Sistemas patrón de trabajo

P.43 Instrucciones para el envío de sistemas patrón y de sistemas comerciales al Laboratorio del C.C.I.T.T., a fin de que se midan los equivalentes de referencia

P.44 Descripción y ajuste del sistema de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez

P.45 Medición de la A.E.N. de un sistema telefónico comercial (en la transmisión y en la recepción) por comparación con el S.R.A.E.N.

P.47 Gastos relativos a la determinación (en el Laboratorio del C.C.I.T.T.) de los valores de equivalentes de referencia y de los valores de A.E.N.

Sección 5

Aparatos de medidas objetivas

P.51 Voces, bocas y oídos artificiales

A. Consideraciones generales

B. Oído artificial provisionalmente recomendado por el C.C.I.T.T.

P.52 Volúmetros

P.53 Sofómetros (aparatos para la medición objetiva de los ruidos de circuito)

A. Para circuitos telefónicos comerciales

B. Para transmisiones radiofónicas

P.54 Sofómetros (aparatos para la medición objetiva del ruido ambiente)

P.55 Aparatos para medir los ruidos impulsivos

Sección 6

Mediciones electroacústicas objetivas

P.61 Medición de la eficacia absoluta de un sistema transmisor o de un sistema receptor

P.62 Mediciones hechas en los aparatos telefónicos de abonado

A. Medición de la distorsión de atenuación de un aparato telefónico

B. Medición de la distorsión no lineal de un aparato telefónico y del ruido de micrófono

C. Medición objetiva del equivalente de referencia y del equivalente de referencia del efecto local

P.63 Métodos de evaluación de la calidad de transmisión a base de mediciones objetivas

Sección 7

Mediciones subjetivas con la voz y el oído

P.71 Medición del volumen de los sonidos vocales

P.72 Medición de los equivalentes de referencia y de los equivalentes relativos

A. Medición de los equivalentes de referencia propiamente dichos

B. Medición de los equivalentes relativos

C. Precauciones que deben tomarse durante las mediciones telefonométricas

Anexo.- Nota acerca de la medición de los equivalentes de referencia

P.73 Medición del equivalente de referencia del efecto local

P.74 Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión

A. Pruebas de observación de las repeticiones

B. Pruebas de apreciación inmediata

C. Otros métodos

Sección 8

Mediciones para la mantenencia de los aparatos telefónicos de abonado y para su recepción en fábrica

P.81 Mantenencia de los equipos de abonado

A. Mediciones subjetivas

B. Mediciones objetivas

P.82 Recepción en fábrica de los aparatos de abonado

Segunda Parte - Cuestiones relativas a la calidad de transmisión telefónica y a las redes locales

Tercera Parte - Suplementos a las recomendaciones de la serie P

Suplemento N.° 1 (citado en la Recomendación P.14)
Tolerancia de los abonados con respecto a largos tiempos de propagación, ecos y supresores de eco (Telephone Association of Canada)

Suplemento N.° 2 (citado en la Recomendación P.14)
Evaluación subjetiva de la calidad de transmisión en las comunicaciones telefónicas con largos tiempos de propagación (K.D.D., Japón)

Suplemento N.° 3 (citado en la Recomendación P.14)
Reacciones de los abonados que utilizan circuitos establecidos por medio del satélite "Early Bird" (Dinamarca, Noruega y Suecia)

Suplemento N.° 4 (citado en la Recomendación P.14)
Pruebas de telefonía con el satélite HS 303 (Telespazio, Italia)

Suplemento N.° 5 (citado en la Recomendación P.14)
Resultados de mediciones y de observaciones relativas al tráfico cursado por medio de circuitos por satélites (República Federal de Alemania)

Suplemento N.° 6 (citado en la Recomendación P.14)
Correlación entre la reducción de calidad de la transmisión telefónica debida a largos tiempos de propagación y la debida al ruido (Telephone Association of Canada)

Suplemento N.° 7 (citado en la Recomendación P.20)
Métodos aplicados por diversas administraciones en las redes urbanas e interurbanas interiores para asegurar una calidad satisfactoria a las comunicaciones nacionales

Suplemento N.° 8 (citado en las Recomendaciones P.20 y P.74)
Métodos empleados por la Administración británica de teléfonos para evaluar la calidad de transmisión de los enlaces telefónicos

Suplemento N.° 9 (citado en la Recomendación P.41)
Calibrado absoluto del A.R.A.E.N. en el Laboratorio del C.C.I.T.T.

Suplemento N.° 10 (citado en las Recomendaciones P.42, P.45 y P.52)
Volúmetro del A.R.A.E.N. o voltímetro vocal (speech voltmeter)

Suplemento N.° 11 (citado en las Recomendaciones P.42 y P.52)
Volúmetro normalizado en Estados Unidos de América, denominado medidor de v.u.

Suplemento N.° 12 (citado en la Recomendación P.52)
Indicador de cresta empleado por la British Broadcasting Corporation

Suplemento N.° 13 (citado en la Recomendación P.52)
Indicadores de amplitud máxima de los tipos U21 y U71 utilizados en la República Federal de Alemania

Suplemento N.° 14 (citado en las Recomendaciones P.42 y P.52)
Comparación de las lecturas hechas durante una conversación con volúmetros de tipos diferentes (pruebas efectuadas por la Administración británica)

Suplemento N.° 15 (citado en la Recomendación P.42)
Extracto de un estudio de las diferencias observadas entre los resultados obtenidos por los distintos miembros de un equipo de operadores en la comparación de la intensidad de los sonidos

Tabla analítica

PRIMERA PARTE

RECOMENDACIONES DE LA SERIE P

Calidad de la transmisión telefónica; instalaciones y redes locales telefónicas

SECCIÓN 1

RECOMENDACIONES GENERALES RELATIVAS A LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE UNA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA INTERNACIONAL COMPLETA

Las Recomendaciones de esta sección figuran en un fascículo (común a los tomos III y V del Libro Blanco) que debe insertarse inmediatamente después de esta página.

P.11 Equivalentes de referencia en una comunicación internacional [1].
P.12 Atenuación equivalente para la nitidez (A.E.N.).
P.13 Reducción de calidad de transmisión y ruidos.
P.14 Tiempo medio de propagación en una dirección.
P.15 Distorsión de tiempo de propagación de grupo.

Este fascículo contiene también las siguientes Recomendaciones de la sección 2:

P.20 Características de transmisión de las redes nacionales [2].
P.21 Equivalentes de referencia de los sistemas nacionales [1].

---

1) Estas dos Recomendaciones reemplazan a la antigua Recomendación P.11 (tomo Vbis del Libro Rojo).

2) Reemplaza a la antigua Recomendación P.21 (tomo Vbis del Libro Rojo).

ADVERTENCIA

El tomo V del Libro Blanco sustituye a los tomos V (Nueva Delhi, 1960) y V bis (Ginebra, 1964) del Libro Rojo del C.C.I.T.T.

A continuación del título de las Recomendaciones o de los Suplementos, se indica si se trata de nuevos textos aprobados por la Asamblea Plenaria de Mar del Plata, 1968, o de textos modificados por esa Asamblea. Los textos que no llevan indicación alguna datan por lo menos de la Asamblea Plenaria de Nueva Delhi, 1960, en la que se dividió el tomo V en Recomendaciones numeradas, pero algunos de ellos pueden ser aún más antiguos.

Unidades

Ciertas Recomendaciones de la presente obra se expresan en varios sistemas de unidades[1]). En estos casos, se han aplicado las siguientes convenciones:

1. Un número entre paréntesis indica una conversión efectuada con toda la precisión requerida por el caso considerado.

Ejemplos: 2500 km (1550 millas); 2,1 neperios (18,2 decibelios).

2. La letra "o" separa dos valores entre los cuales puede elegirse, según la unidad adoptada.

Ejemplos: 9,5 mm o 0,375 pulgadas; -1,2 Np o -10 dB.

Las abreviaturas siguientes, utilizadas especialmente en diagramas y cuadros, tienen siempre el sentido preciso que a continuación se indica:

Nm (dBm): Nivel absoluto de potencia expresado en neperios (en decibelios);

NmO (dBmO): Nivel absoluto de potencia expresado en neperios (en decibelios), referido al punto de nivel relativo cero;

Nr (dBr): Nivel relativo de potencia expresado en neperios (en decibelios);

NmOp (dBmOp): Nivel absoluto de potencia sofométrica expresado en neperios (en decibelios), referido al punto de nivel relativo cero.

---

1) Nota de la Secretaría del C.C.I.T.T.

Al formular la Recomendación B.4 (tomo I del Libro Blanco), en la que preconiza el empleo exclusivo en determinados casos del decibelio, la IV Asamblea Plenaria (Mar del Plata, 1968), ha reconocido que no era posible aplicar inmediatamente esa Recomendación en la presente publicación.

RECOMENDACIONES GENERALES RELATIVAS A LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE UNA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA INTERNACIONAL COMPLETA [1)]

RECOMENDACIÓN G.111 (P.11) (Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968)

EQUIVALENTES DE REFERENCIA EN UNA COMUNICACIÓN INTERNACIONAL

En el nuevo plan de transmisión, el equivalente de referencia nominal total entre dos abonados no está estrictamente limitado; su valor máximo se desprende del conjunto de las recomendaciones que a continuación se indican.

A. Equivalentes de referencia nominales de los sistemas nacionales

a) Definición

Los equivalentes de referencia de los sistemas nacionales transmisor y receptor deben ser los calculados en los extremos virtuales del circuito internacional, es decir, en los puntos a) y b) de la figura 1 (en el caso de un país de mediana extensión).

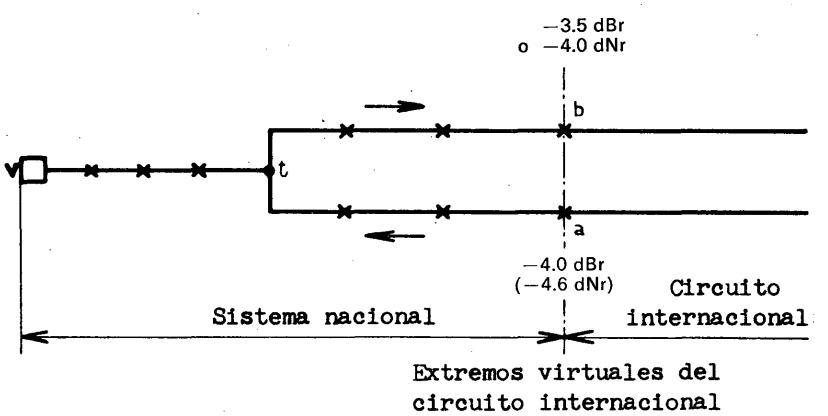


Figura 1 - Definición de los extremos virtuales

1) Las Recomendaciones que figuran bajo este epígrafe constituyen al mismo tiempo la subsección 1.1 de la Sección 1 de la 1.ª parte del tomo III y la Sección 1 de la 1.ª parte del tomo V del Libro Blanco.

Equivalentes de referencia

Por convención, los extremos virtuales de un circuito telefónico internacional (circuito de cuatro hilos) se fijan en puntos del circuito en los que los niveles relativos nominales en la frecuencia de referencia son, respectivamente:

en la transmisión: -4,0 dNr o -3,5 dBr
en la recepción: -4,6 dNr (-4,0 dBr)

La atenuación nominal en la frecuencia de referencia entre extremos virtuales de este circuito es, por lo tanto, de 6 cNp o 0,5 dB.

Observación.- El nivel relativo en un punto de un circuito de cuatro hilos se determina de acuerdo con las especificaciones del sistema de transmisión por el que se establece el circuito, evaluándose las características funcionales del sistema (ruido, diafonía, limitación, linealidad, etc.) "en un punto de nivel relativo cero". Por ejemplo, la potencia media nominal de las señales a la hora cargada, en un punto de nivel relativo cero, se indica en el punto 1 de la Recomendación G.223. Para más detalles, véase la Recomendación G.141, A.

b) Valores máximos

A título provisional, los sistemas nacionales transmisores y receptores que sirvan para establecer el 95% de las comunicaciones reales de salida o de llegada de un país de extensión media (en el sentido de la Recomendación G.101, B, b) o de la figura 1 de la Recomendación G.121) deben satisfacer en cada caso las dos condiciones siguientes:

- El equivalente de referencia nominal del sistema transmisor entre un abonado y el primer circuito internacional no debe ser superior a 24 dNp (20,8 dB);

- El equivalente de referencia nominal del sistema receptor entre estos dos mismos puntos no debe ser superior a 14 dNp (12,2 dB);

(Véase para más detalles la Recomendación G.121 - P.21).

B. Equivalente nominal de la cadena internacional

La atenuación nominal entre extremos virtuales de cada circuito internacional debe ser, en principio, igual a 6 cNp o 0,5 dB en 800 ó 1000 Hz. No obstante, ciertos circuitos pueden explotarse con una atenuación mayor (véase la Recomendación G.131, B, a) o nula (véase la observación 3 de la Recomendación G.141, A, a).

Equivalentes de referencia

Desde el punto de vista de la transmisión, el número de circuitos internacionales que pueden interconectarse en cadena no está estrictamente limitado, siempre que cada uno de esos circuitos tenga una atenuación nominal entre extremos virtuales de 6 cNp o 0,5 dB en posición de tránsito, y esté interconectado en cuatro hilos. Por supuesto, es probable que la calidad de transmisión sea tanto mejor cuanto menor sea el número de circuitos interconectados (véase la Recomendación G.101, C).

C. Equivalente de referencia nominal de una comunicación completa

El Laboratorio del C.C.I.T.T. ha determinado la atenuación que debe insertarse entre un sistema transmisor local y un sistema receptor local para obtener un equivalente de referencia total de 36 dB. En las mediciones se insertaron en la línea de conexión de los dos sistemas comerciales locales, uno, dos o tres filtros de paso de banda de 300 - 3400 Hz, idénticos al que forma parte del equipo del S.R.A.E.N. (Recomendación P.44, tomo V del Libro Blanco).

La característica atenuación-frecuencia de cada filtro está de acuerdo con el gráfico N.° 2 B de la Recomendación G.232[1]; el conjunto de tres filtros en serie está en consonancia con el gráfico N.° 1 de la Recomendación G.132, que representa un objetivo deseable para una cadena de doce circuitos de corrientes portadoras en tándem.

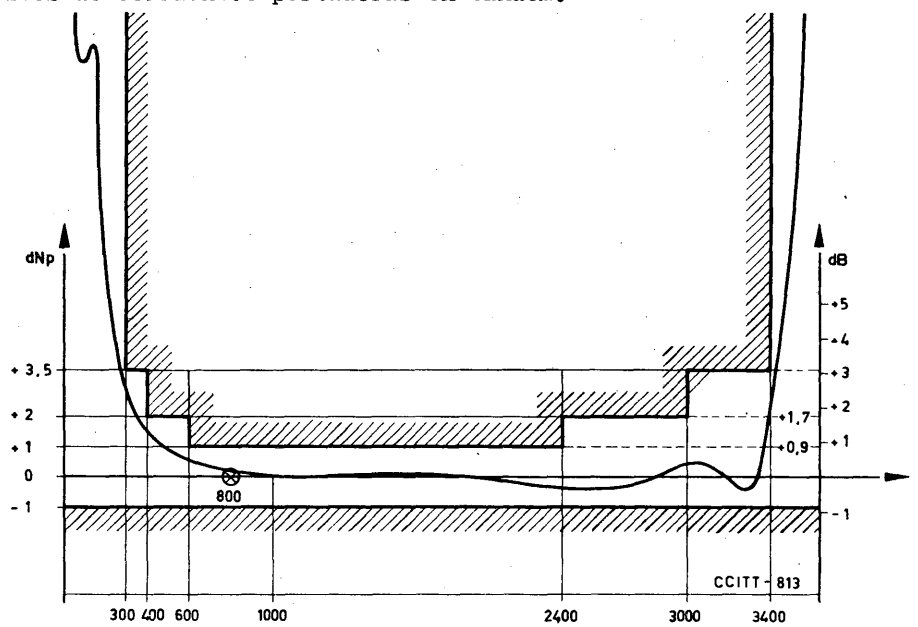


Figura 2 - Característica del filtro del A.R.A.E.N.

(El gráfico en escalones es el N.° 2 B de la Recomendación G.232)

1) En la figura 2 se reproducen la característica real de uno de estos filtros y el gráfico N.° 2 B de la Recomendación G.232.

Por otra parte, se determinaron por el método habitual los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción de los sistemas locales.

Habida cuenta de los resultados de esos experimentos, se recomienda a las administraciones que utilicen aparatos telefónicos de tipo moderno que supongan en la planificación de las redes que el equivalente de referencia correspondiente a una comunicación completa está representado de manera satisfactoria (error inferior a 1 dB) por la suma de los equivalentes de referencia de los sistemas locales, medidos separadamente en la transmisión y en la recepción, y del equivalente en 800 Hz (o en 1000 Hz) de la cadena de circuitos de larga distancia.

Observación.- En esta Recomendación, se tiene en cuenta que los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción se determinan en condiciones fijadas por convención, en particular con un nivel de las señales vocales recibidas que por lo general no es el que cabe esperar en una comunicación internacional próxima del límite admisible. Por otro lado, a efectos de planificación, no se pueden tener en cuenta todos los factores susceptibles de variar de una comunicación a otra, por ejemplo los valores exactos de las pérdidas debidas a reflexiones en determinados puntos de interconexión, los efectos de la distorsión de atenuación, del nivel de los sonidos vocales transmitidos y recibidos, etc.

D. Variaciones en función del tiempo e influencia del ruido de circuito

Los valores indicados para los equivalentes de referencia nominales de los sistemas nacionales comprenden las diferencias sistemáticas entre la eficacia del aparato de abonado en la transmisión y en la recepción, y sus valores nominales, pero no las variaciones en función del tiempo de la atenuación de las diferentes partes del sistema nacional, ni las variaciones fortuitas de los valores del equivalente de referencia determinados por métodos subjetivos. La Recomendación G.151, C indica los objetivos recomendados por el C.C.I.T.T. para las variaciones de atenuación de los circuitos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación con relación a los valores nominales.

Según los resultados de medida proporcionados por una administración, el equivalente de referencia de un sistema transmisor de esta administración aumenta por término medio 7 cNp por año; este aumento sistemático se debe al envejecimiento del micrófono. El C.C.I.T.T. estudia este punto en el marco de la Cuestión 1/XII.

El Anexo A al tomo V bis del Libro Rojo (ediciones francesa o inglesa) proporciona indicaciones sobre las variaciones estadísticas de los equivalentes de referencia.

El Anexo B al tomo V bis del Libro Rojo (ediciones francesa o inglesa) indica el efecto en la calidad de transmisión de estas variaciones de equivalente y de los objetivos recomendados para el ruido de circuito.

E. Límites prácticos del equivalente de referencia entre dos operadoras o entre una operadora y un abonado

Se están estudiando estos límites para el nuevo plan de transmisión; los valores recomendados hasta el presente figuran en la página 10, observación 1, del tomo V del Libro Rojo (ediciones francesa e inglesa) y conviene tener en cuenta al aplicarlos la observación 2 del mismo texto.

Los valores para comunicaciones completas que figuran en el cuadro de la página 9 del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa, no corresponden al plan de transmisión actualmente recomendado por el C.C.I.T.T.

RECOMENDACIÓN G.112 (P.12) (modificada en Ginebra, 1964 y en Mar del Plata, 1968)

ATENUACIÓN EQUIVALENTE PARA LA NITIDEZ (A.E.N.)

La calidad de transmisión de las comunicaciones telefónicas internacionales será siempre satisfactoria si se respetan los límites de equivalente de referencia indicados en la Recomendación G.111 (P.11), así como los fijados en el presente tomo para el ruido, la diafonía, etc., y si además se utilizan aparatos telefónicos de tipo moderno con características "eficacia-frecuencia" satisfactorias y dispositivos eficaces de reducción del efecto local (véase la Recomendación G.121, E (P.21, E)).

Las administraciones que deseen estudiar en detalle la calidad de transmisión de sus sistemas nacionales transmisor y receptor, podrán inspirarse, por ejemplo, en el método de A.E.N. que se describe a continuación:

A. Definición de la atenuación equivalente para la nitidez (A.E.N.)

Atenuación equivalente para la nitidez (A.E.N.) [Articulation reference equivalent (A.E.N.) (G.B.) - Equivalent articulation loss (EE.UU.)].

Supóngase que se hacen pruebas de nitidez alternadas en un sistema telefónico y en el sistema de referencia para la determinación de las A.E.N. (S.R.A.E.N.), con valores distintos de atenuación de la línea,

hasta que se reduzca considerablemente la nitidez en los dos sistemas; con los resultados de estas pruebas se trazan curvas representativas de la variación de la nitidez para los sonidos en función de la atenuación, y se determina el valor A_1 de la atenuación para el sistema considerado y el valor A_2 de la atenuación para el S.R.A.E.N. en un valor fijado en el 80% de la nitidez para los sonidos.

$(A_2 - A_1)$ es, por definición, igual a la atenuación equivalente para la nitidez, abreviado, A.E.N.

B. Cálculo de la A.E.N. nominal de un sistema transmisor o receptor nacional [1]

La A.E.N. nominal de un sistema transmisor o receptor nacional es la suma de las magnitudes siguientes:

1. La A.E.N. nominal del sistema local (valor medio en servicio);

2. La A.E.N. nominal del enlace entre la central urbana y el centro internacional (valor medio en servicio).

La A.E.N. en servicio del enlace entre la central urbana y el centro internacional es igual a la suma de los números siguientes[2]:

- La atenuación de los circuitos interurbanos entre la última central interurbana y el centro internacional, medida en 800 Hz, más la reducción de calidad de transmisión debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida (véase la Recomendación G.113, P.13), cuando dichos circuitos tienen una distorsión de atenuación superior a la admitida en las Recomendaciones del C.C.I.T.T.

- La A.E.N. media de los circuitos locales, dada por la expresión siguiente:

$$i = K \times L$$

---

1) Para las necesidades internacionales, se ha acordado considerar como magnitud de la atenuación equivalente para la nitidez de un sistema transmisor o receptor nacional el resultado del cálculo expuesto en B. El valor obtenido se llama "atenuación equivalente nominal para la nitidez" (A.E.N. nominal), a fin de evitar toda confusión con la atenuación equivalente para la nitidez medida en el sistema transmisor o receptor nacional completo.

2) Las pruebas de nitidez han demostrado que puede calcularse el valor aproximado de la A.E.N. de tal enlace en la forma arriba indicada.

en donde

i = A.E.N. media en neperios o en decibelios,

L = longitud del circuito local en kilómetros,

K = coeficiente que depende del tipo de circuito local considerado, en neperios por kilómetro o en decibelios por kilómetro (para más detalles, véase el anexo);

- La A.E.N. media de cada central intermedia. La A.E.N. correspondiente a la inserción de un órgano de circuito eléctrico que, de conformidad con las Recomendaciones del C.C.I.T.T., transmita efectivamente las frecuencias de 300 a 3400 Hz, puede calcularse tomando la media aritmética de los cuatro valores de atenuación (o ganancia) de inserción del órgano considerado, medidos en 500, 1000, 2000 y 3000 Hz y expresados en decibelios o en neperios. Hasta que se disponga para esta A.E.N. media del valor o valores más precisos resultantes de las mediciones que puedan hacer las administraciones, se adoptará provisionalmente el valor de 1 dNp o 1 dB para cada central interurbana incluida en el enlace.

Observación 1.- No se toman en consideración los ruidos de circuitc comprendidos en los límites fijados por las Recomendaciones del C.C.I.T.T.

Observación 2.- La atenuación compuesta de las líneas que conectan los centros internacionales a las centrales urbanas debe ser tal que el equivalente de referencia del sistema transmisor nacional y el equivalente de referencia del sistema receptor nacional se mantengan dentro de los límites que se consideran compatibles con una buena transmisión telefónica.

C. Determinación de las A.E.N.

El sistema de referencia para la determinación de las A.E.N. (S.R.A.E.N.) y el método de determinación de las A.E.N. de sistemas telefónicos comerciales en el Laboratorio del C.C.I.T.T. se describen en las Recomendaciones P.44 y P.45 (tomo V del Libro Blanco).

D. Valores de la A.E.N. nominal del sistema transmisor nacional y de la A.E.N. nominal del sistema receptor nacional

A título informativo se señala que las administraciones que emplean el método de las A.E.N. consideran muy deseable que los sistemas nacionales transmisor y receptor que sirvan para establecer el 90% de las comunicaciones reales de salida y de llegada respondan en cada caso a las dos condiciones siguientes:

- Que la A.E.N. nominal del sistema transmisor nacional no exceda de 2,8 Np o 24 dB.

- Que la A.E.N. nominal del sistema receptor nacional no exceda de 2,1 Np o 18 dB.

Observación 1.- Los valores (2,8 Np y 2,1 Np) para los sistemas nacionales, en la transmisión y en la recepción, indicados anteriormente, se refieren a los extremos de dos hilos del circuito internacional, en tanto que los valores del equivalente de referencia preconizados en la Recomendación P.11 se refieren a los extremos virtuales del circuito internacional. Estos valores de A.E.N. no comprenden las variaciones probables, en función del tiempo, de los equivalentes de los circuitos interurbanos que formen parte del sistema nacional.

Observación 2.- Estos valores se aplican a los valores de A.E.N. deducidos de los valores determinados para un sistema local en el Laboratorio del C.C.I.T.T., como se indica en la Recomendación P.45, en particular con un ruido de sala en la recepción de 7 Np o 60 dB para los sistemas comerciales, y un ruido de fondo eléctrico (caracterizado por una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios), inyectado a la entrada del sistema receptor del S.R.A.E.N.

Observación 3.- El método de las A.E.N. no tiene en cuenta la influencia del efecto local en la potencia vocal de los abonados.

Las administraciones o empresas privadas de explotación que deseen establecer proyectos de transmisión en su red nacional a base de los "índices de calidad de transmisión", hallarán indicaciones en el Anexo 2 del tomo IV del Libro Verde sobre las correcciones que han de hacerse en los valores de A.E.N. para tener en cuenta este efecto local en la transmisión.

Anexo

(a la Recomendación G.112 (P.12))

A.E.N. media de los circuitos locales

Un circuito local puede considerarse como un cuadripolo inserto entre la impedancia del primer circuito interurbano, vista a través de los órganos del cuadro o del autoconmutador interurbanos, y la impedancia del sistema local (puente de alimentación + línea de abonado + aparato de abonado).

En una frecuencia dada, la pérdida introducida por tal circuito está representada por su "atenuación compuesta" 1), que es la suma de la atenuación imagen del circuito mismo y de otros términos representativos de todos los efectos debidos a las reflexiones introducidas por la desadaptación entre la impedancia imagen del circuito y las impedancias de las terminaciones antes definidas.

Según los trabajos de la Administración británica, la A.E.N. correspondiente a las reflexiones puede representarse por la media aritmética de las pérdidas por reflexión medidas en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz.

Por otra parte, la A.E.N. media de una línea no pupinizada se mide por su atenuación imagen en 1500 Hz, que es sensiblemente igual a la media aritmética de las atenuaciones imágenes en las cuatro frecuencias mencionadas 2).

En consecuencia, puede obtenerse directamente la A.E.N. del circuito local, teniendo en cuenta no sólo el efecto debido a la atenuación imagen, sino también el efecto de las reflexiones, sacando la media aritmética de las atenuaciones compuestas medidas en las cuatro frecuencias precitadas.

Como la impedancia de los sistemas locales es una magnitud muy variable, no es posible definir un valor único de la A.E.N. media para un circuito local, sino únicamente un valor medio obtenido sacando la media aritmética de varios valores, medidos en varias condiciones terminales (véase "C.C.I.F. - 1952/1954 - 4.ª C.E. - Documento N.º 32", Anexo).

Para cada tipo de circuito local (definido por las características eléctricas del circuito), la A.E.N. media es proporcional a la longitud del circuito, y el coeficiente de proporcionalidad puede definirse fácilmente cuando se dispone de tres o cuatro valores del índice citado. Esta función tiene la siguiente forma:

$$i = K \times L \qquad (1)$$

---

1) En la práctica, puede emplearse la atenuación de inserción en lugar de la atenuación compuesta.

2) La atenuación de un circuito de cable no pupinizado es proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia. Las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz están en las relaciones 1, 2, 4 y 6, y sus raíces cuadradas en las relaciones 1, 1,41, 2 y 2,45, cuya media aritmética es 1,72, es decir, poco más o menos la raíz cuadrada de 3; en consecuencia, esta media corresponde a una frecuencia de 3 x 500 = 1500 Hz.

en donde

i = A.E.N. media en neperios o decibelios;

L = longitud del circuito local en kilómetros;

K = coeficiente, que depende del tipo de circuito local considerado, en neperios por kilómetro, o en decibelios por kilómetro.

Para determinar de una vez para siempre los diferentes valores del coeficiente K, puede medirse la atenuación compuesta de tres o cuatro longitudes diferentes de cada uno de los tipos de circuitos locales utilizados en una red particular (representadas eventualmente por líneas artificiales); a tal efecto, podrá emplearse la técnica descrita en el Documento N.° 32 antes citado (véase también el Anexo 2 a la Cuestión 10, tomo I ter del Libro Amarillo del C.C.I.F., página 400) y uno de los métodos de medida de la atenuación compuesta descritos en el Suplemento N.° 1 de la III parte del tomo IV del Libro Azul (ediciones francesa o inglesa).

La relación (1) permite calcular el valor de la A.E.N. media para toda longitud y tipo de circuito local que entre en la constitución de la red nacional considerada.

RECOMENDACIÓN G.113 (P.13) (modificada en Ginebra, 1964, y en Mar del Plata, 1968)

REDUCCIÓN DE CALIDAD DE TRANSMISIÓN Y RUIDOS

A. Reducción de calidad de transmisión

a) Debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida por el circuito interurbano

En Estados Unidos de América se han hecho observaciones de las repeticiones durante conferencias, y en diversos laboratorios nacionales y en el del C.C.I.T.T. se han realizado mediciones de nitidez. Los resultados obtenidos han permitido trazar la curva media de la figura 1, que muestra la reducción de calidad de transmisión causada por la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida por un circuito interurbano.

Esta curva tiene por ecuación $y = 2\,(3{,}7 - f)^2$, siendo y la reducción de calidad de transmisión (en decibelios) debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida, y f la frecuencia (en kHz) para la cual el equivalente del circuito es 10 decibelios superior al equivalente para 1000 Hz.

TOMO III - Recs. G.112, pág. 6; G.113, pág. 1;
TOMO V - Recs. P.12, pág. 6; P.13, pág. 1

Observación.- La reducción de calidad de transmisión debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida, para una cadena de circuitos interurbanos o para un enlace entre dos centros internacionales que comprenda varios circuitos internacionales, no se obtiene sumando las reducciones individuales de calidad de transmisión. Lo que debe tomarse en consideración es la reducción de calidad de transmisión del circuito que transmita efectivamente la banda de frecuencias más estrecha.

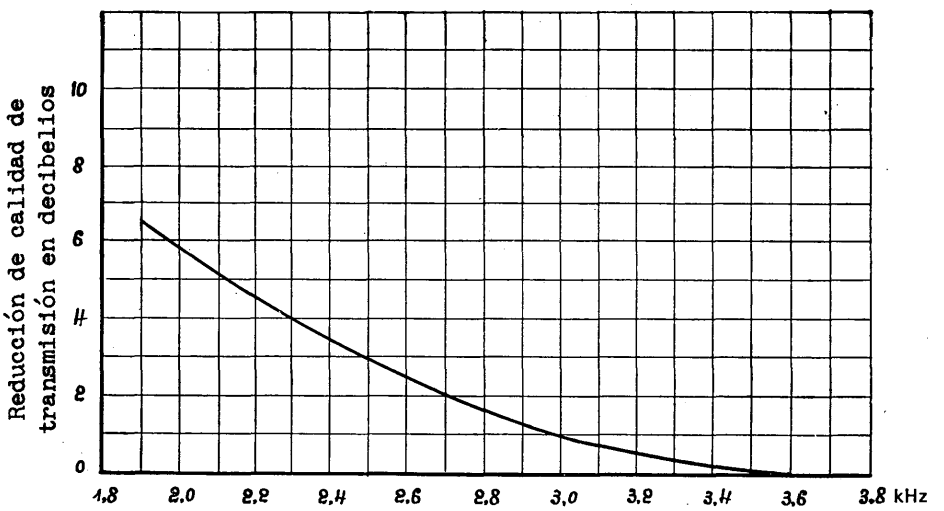


Figura 1 - Reducción de calidad de transmisión debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida

Observación.- Las frecuencias indicadas en abscisas son las frecuencias máximas efectivamente transmitidas según la definición adoptada en Estados Unidos de América, es decir, aquéllas para las cuales la atenuación es 10 decibelios superior a la atenuación para 1000 Hz.

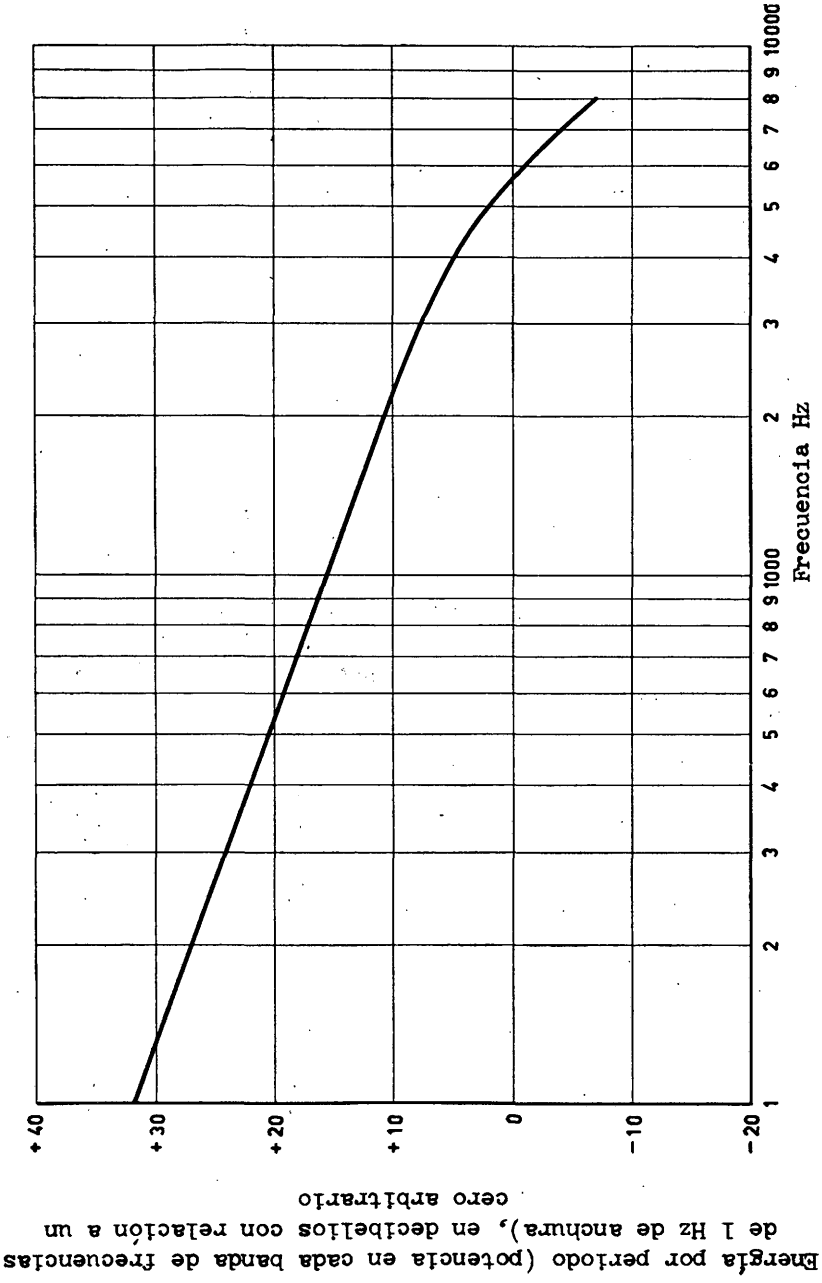


Figura 2 - Curva espectral energética del ruido de sala producido en la cabina de escucha del Laboratorio del C.C.I.T.T.

Esta curva se ajusta a la curva espectral energética media del ruido observado en los locales en que existen aparatos telefónicos, publicada por Hoth.

b) Debida al ruido de sala [1)]

El método de medida de las A.E.N. tiene en cuenta el efecto del ruido de sala de 60 dB (espectro de Hoth) en la recepción. Además, en el Anexo 3 de la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo (ediciones francesa o inglesa) se indica el método de evaluación de la "reducción de calidad de transmisión debida al ruido de sala" utilizado en Estados Unidos de América. Aunque los valores de reducción de calidad de transmisión citados en ese Anexo estén ya anticuados, el método ilustra el efecto desfavorable de un ruido de sala de nivel elevado en la transmisión de la palabra, en telefonía.

B. Efecto del ruido de circuito

El C.C.I.T.T. recomienda que el valor medio, expresado en decibelios y tomado en un gran número de comunicaciones mundiales (cada una de las cuales comprenda seis circuitos internacionales), de la distribución del valor medio durante un minuto de la potencia de ruido no exceda de -5 NmOp o -43 dBmOp, referido a la entrada del primer circuito de la cadena de circuitos internacionales.

Los Anexos B, C y D (2.ª parte del tomo V bis del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) describen la forma en que el C.C.I.T.T. ha tenido en cuenta en la planificación de la red internacional el efecto del ruido en la calidad de transmisión. El método aplicado no hace intervenir explícitamente ninguna "reducción de calidad de transmisión debida al ruido de circuito".

A título informativo se señala que el método aplicado en Estados Unidos de América para fijar objetivos relativos al ruido de circuito se describe en el siguiente artículo: D.A. LEWINSKI - A new Objective for Message Circuit Noise - Bell System Technical Journal, Vol. XLIII, págs. 719-740, N.º 2, marzo de 1964.

Observación.- Debe suprimirse el Anexo 2 de la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo (ediciones francesa o inglesa), que ha quedado anticuado.

1) La figura 2 es la curva espectral energética del ruido de sala utilizada en las mediciones de A.E.N. Pueden encontrarse datos sobre los ruidos de sala en los locales en que existen aparatos telefónicos comerciales en los siguientes artículos:

1. A room-noise survey of business subscribers' telephone locations. B.P.O. Research Report, N.º 8990, 1935;
2. Room-noise at telephone locations. D.F. SEACORD, Electrical Engineering, Part I, 58, 255, 1939;
3. Room-noise spectra at subscribers' telephone locations, D.F. HOTH, Journal of the Acoustical Society of America, 12, 4991, 1941.

RECOMENDACIÓN G.114 (P.14) (Ginebra, 1964, modificada en Mar del Plata, 1968)

TIEMPO MEDIO DE PROPAGACIÓN EN UNA DIRECCIÓN

A. Límites para una comunicación

En una comunicación telefónica internacional, es necesario limitar el tiempo de propagación entre dos abonados. A medida que crece el tiempo de propagación, mayores son las dificultades de los abonados, así como el coeficiente de aumento de esas dificultades. En la bibliografía figuran los datos pertinentes, especialmente en lo que respecta al inciso b) a continuación.

En consecuencia, el C.C.I.T.T. recomienda los límites siguientes para el tiempo medio de propagación en una dirección cuando existan fuentes de eco y se utilicen supresores de eco adecuados:

a) 0 a 150 ms, aceptable.

Observación.- Pueden emplearse supresores de eco de tipo antiguo; deben modificarse si el tiempo de propagación excede de 50 ms.

b) 150 a 400 ms, admisible siempre que se redoblen las precauciones en las comunicaciones cuando el tiempo medio de propagación en una sola dirección exceda de unos 300 ms, y a condición de que se utilicen supresores de eco concebidos para circuitos con largos tiempos de propagación.

c) por encima de 400 ms, inadmisible. Salvo en circunstancias verdaderamente excepcionales, no deberán establecerse comunicaciones con estos tiempos de propagación.

Mientras no se disponga de informaciones adicionales significativas que les permitan determinar mejor los límites admisibles para el tiempo de propagación, las administraciones tendrán plenamente en cuenta los datos contenidos en los documentos citados en la Bibliografía a fin de elegir, entre las distintas posibilidades, las que correspondan a tiempos de propagación comprendidos en los límites indicados en el párrafo b) precedente.

BIBLIOGRAFÍA

Libro Rojo del C.C.I.T.T., tomo V bis, Anexo E (Estados Unidos).
Libro Rojo del C.C.I.T.T., tomo V bis, Anexo F (Reino Unido).

Libro Rojo del C.C.I.T.T., tomos V y V bis, Anexo 4 a la Cuestión 6/XII (Italia).

Libro Blanco del C.C.I.T.T., tomo V, Suplementos N.os 1 a 6.

BARSTOW, J.M.: Results of user reaction tests on communication via Early Bird Satellite; Progress in Astronautic Aeronautics, 19, 1966, Academic Press, Nueva York y Londres.

HELDER, G.K.: Customer evaluation of telephone circuits with delay; Bell System Technical Journal, 45, septiembre de 1966, págs.1157-1191.

RICHARDS, D.L.: Transmission performance of telephone connexions having long propagation times; Het P.T.T.-Bedrijf, XV, N.° 1/2, mayo de 1967, págs. 12-24.

KARLIN, J.E.: Measuring the acceptability of long delay transmission circuits used during the "Early Bird" transatlantic tests in 1965; Het P.T.T.-Bedrijf, mayo de 1967, págs. 25-31.

DE JONG, C.: Observations on telephone calls between the Netherlands and the U.S.A.; Het P.T.T.-Bedrijf, mayo de 1967, págs. 32-36.

HUTTER, J.: Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite; P.O.E.E.J., Volumen 60, pág. 181, octubre de 1967.

B. Valores para los circuitos

Al establecer el plan general de interconexión dentro de estos límites, debe tenerse en cuenta el tiempo de propagación en un solo sentido de los circuitos nacionales de prolongación, y de los circuitos internacionales.

a) Circuitos nacionales de prolongación

Las arterias principales de la red nacional deben estar constituidas por líneas de gran velocidad de propagación. En estas condiciones, el tiempo de propagación entre la red internacional y el abonado que esté más alejado en una red nacional no excederá probablemente:

de (0,004 x distancia en kilómetros) + 12 milisegundos,
o de (0,0064 x distancia en millas) + 12 milisegundos.

En estas fórmulas, los coeficientes 0,004 (ó 0,0064) se basan en la hipótesis de que los circuitos interurbanos nacionales se establecerán en líneas de gran velocidad de propagación (240 km/ms o 155 millas/ms). En el término constante de 12 ms se tienen en cuenta los equipos terminales y la presencia probable en la red nacional de cierto número de cables cargados (por ejemplo, tres pares de equipos de modulación de canal más unos 160 km de cables de carga H88/36). En un país de extensión media, el tiempo de propagación en un solo sentido será inferior a 18 milisegundos.

b) Circuitos internacionales

Los circuitos internacionales utilizarán sistemas de gran velocidad de propagación; conviene adoptar, para el establecimiento de los planes, los siguientes valores de tiempo de propagación en un solo sentido (o de velocidad):

1. Líneas terrenales (incluidas las líneas terrestres y los cables submarinos)

160 km por milisegundos (100 millas por milisegundo).

Esta velocidad de propagación incluye un margen para tener en cuenta los equipos múltiplex terminales o intermedios susceptibles de emplearse en una línea de transmisión.

2. Enlaces por satélites

El tiempo medio de propagación en un solo sentido entre estaciones terrenas en el caso de dos sistemas típicos de comunicación por satélite de un solo salto es el siguiente:

Satélite a 14 000 km (8700 millas) de altitud	110 ms
Satélite a 36 000 km (22 500 millas) de altitud	260 ms.

Estos tiempos de propagación no incluyen margen alguno para la distancia comprendida entre las estaciones terrenas y los puntos en que el enlace por satélite puede ser prolongado por otras líneas internacionales, o conmutado a otros circuitos internacionales u otros circuitos nacionales de prolongación. Estos tiempos de propagación suplementarios deben tenerse en cuenta en el establecimiento de los planes. Las distancias que deben preverse entre las estaciones terrenas dependen no sólo de la altitud de los satélites, sino también de las órbitas y de la posición de los satélites con relación a las estaciones terrenas. En las aplicaciones particulares hay que tener en cuenta exactamente estos parámetros.

La magnitud del tiempo medio de propagación en un solo sentido en los circuitos establecidos mediante sistemas de satélites de gran altitud, aconseja imponer ciertas restricciones de encaminamiento en el empleo de dichos circuitos. La Sección 3 de la Recomendación Q.13 contiene informaciones detalladas sobre esas restricciones.

Observación.- El tiempo de propagación aludido es el "tiempo de propagación de grupo" definido en el Repertorio de definiciones de la U.I.T. (N.° 04.17); los valores están calculados para una frecuencia de unos 800 Hz.

RECOMENDACIÓN P.15 (modificada en Ginebra, 1964) [1]

DISTORSIÓN DE TIEMPO DE PROPAGACIÓN DE GRUPO

En el cuadro siguiente se indican las diferencias admisibles, para una cadena mundial de 12 circuitos establecidos cada uno de ellos en un solo enlace en grupo primario, entre el valor mínimo del tiempo de propagación de grupo en toda la banda de frecuencias transmitida y el tiempo de propagación de grupo en los límites inferior y superior de esta banda de frecuencias.

	Límite inferior de la banda de frecuencias	Límite superior de la banda de frecuencias
	ms	ms
Cadena internacional	30	15
Cada cadena nacional de cuatro hilos	15	7,5
Conjunto de la cadena de cuatro hilos	60	30

En la Recomendación G.232 (tomo III del Libro Blanco) se indican valores típicos del tiempo de propagación de grupo en varias frecuencias para una cadena de 12 circuitos en tándem.

1.2 Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de comunicaciones internacionales [2]

La presente subsección agrupa las Recomendaciones que los sistemas nacionales deben respetar para asegurar una calidad razonable en las comunicaciones internacionales.

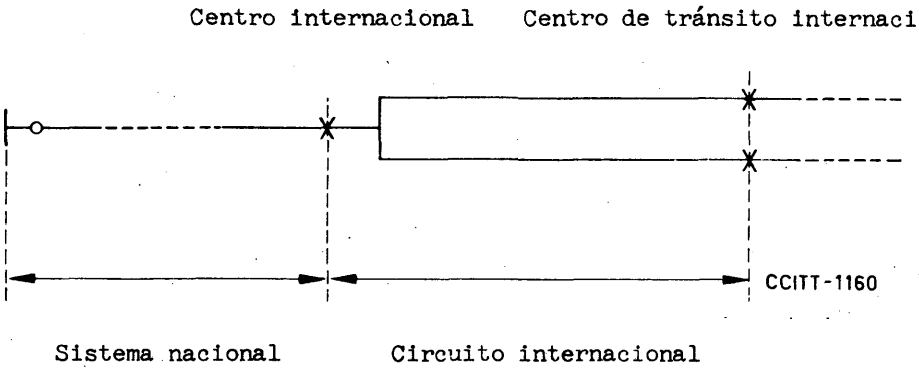
Los principios expuestos en estas Recomendaciones se aplican igualmente al caso de un circuito internacional conmutado en dos hilos en uno de sus extremos en un centro internacional, caso que puede presentarse durante el periodo de puesta en aplicación del plan de transmisión del C.C.I.T.T. y que ilustra la figura que sigue.

---

1) Idéntica a la Recomendación G.133 (tomo III del Libro Blanco).

2) En esta subsección, las Recomendaciones G.120 (P.20) y G.121 (P.21) forman también parte del tomo V.

Transmisión en las redes nacionales



RECOMENDACIÓN G.120 (P.20) [1]

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DE LAS REDES NACIONALES

A. Aplicación en las redes nacionales de las Recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas a la calidad de la transmisión telefónica

Los distintos elementos de una red nacional susceptibles de intervenir en una comunicación internacional deben responder a las recomendaciones generales siguientes:

1. Los sistemas nacionales transmisor y receptor deben ajustarse a los límites recomendados:

- En la Recomendación G.121 (P.21) para el equivalente de referencia;
- En la Recomendación G.133 (P.15) para la distorsión de tiempo de propagación de grupo;

---

1) Antigua Recomendación P.21 de los tomos V y V bis del Libro Rojo, modificada en Mar del Plata, 1968; no figuraba en el tomo III del Libro Azul. Las Recomendaciones (serie G) citadas en este texto se encuentran en el tomo III del Libro Blanco; se han indicado también las referencias (serie P) de las que figuran igualmente en el tomo V del Libro Blanco.

TOMO III - Recs. G.114, pág. 5 ; G.120, pág. 1;
TOMO V - Recs. P.15, pág. 2; P.20, pág. 1

- En la Recomendación G.122, para la atenuación de equilibrado y las atenuaciones de los circuitos;

- En la Recomendación G.123, para los ruidos de circuito.

Observación.- Conviene también remitirse a las Recomendaciones G.112 (P.12) y G.113 (P.13).

2. Los circuitos interurbanos de larga distancia que formen parte de las arterias principales de la red nacional deben ser circuitos de gran velocidad de propagación conformes con los límites de la Recomendación G.114 (P.14). Deberán ajustarse asimismo a las Recomendaciones G.151 y G.152.

Los circuitos cargados han de responder a la Recomendación G.124, y los circuitos de corrientes portadoras para distancias muy cortas a la Recomendación G.125.

3. Los circuitos interurbanos nacionales deben tener características que permitan conformarse a las Recomendaciones G.131, G.132 y G.134 de la Sección 1 del tomo III del Libro Blanco, relativas a las demás características de la "cadena de cuatro hilos" formada por los circuitos telefónicos internacionales y por los circuitos interurbanos nacionales de prolongación.

4. Los centros internacionales deben ajustarse a la Recomendación G.142 del tomo III del Libro Blanco.

Las centrales automáticas nacionales de cuatro hilos deben respetar los límites de ruido de la Recomendación G.123, C.

Las centrales telefónicas interurbanas manuales deben ajustarse a la Recomendación P.22.

En la parte II del Capítulo V (Transmisión) del manual Redes telefónicas nacionales para el servicio automático se dan indicaciones sobre la calidad de transmisión de las centrales locales automáticas.

B. Plan nacional de transmisión

Cada administración puede elegir el método de especificación de la calidad de transmisión que juzgue apropiado, y fijar los límites correspondientes para asegurar una calidad satisfactoria en las comunicaciones nacionales, a condición de que se cumpla además la Recomendación del C.C.I.T.T., relativa a los equivalentes de referencia (Recomendación G.121-P.21) en lo que concierne a las comunicaciones internacionales.

Observación.- Para satisfacer esta doble condición, relativa a las comunicaciones nacionales y a las internacionales, cada administración deberá establecer un plan nacional de transmisión, esto es, fijar límites para cada parte de la red nacional. En el Suplemento N.° 7 del tomo V del Libro Blanco se describen los planes de transmisión aplicados en diversos países. A título informativo, el anexo siguiente contiene algunas indicaciones sobre los métodos que pueden aplicarse para establecer dicho plan. Igualmente a título informativo se dan indicaciones sobre los métodos de planificación de las redes nacionales en el Capítulo V, Transmisión, del manual Redes telefónicas nacionales para el servicio automático.

Anexo

(a la Recomendación G.120 (P.20))

Indicaciones sobre la organización de una red telefónica nacional

a) Organización general y nomenclatura (véase el Capítulo V, Transmisión, del manual Redes telefónicas nacionales para el servicio automático, págs. 4-5).

b) Elección de un método de especificación de la calidad de transmisión

Ciertos países utilizan distintos métodos para asegurar una calidad de transmisión satisfactoria en las comunicaciones nacionales, por ejemplo:

- En el Suplemento N.° 8 del tomo V del Libro Blanco (antiguo Anexo 1 del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa e inglesa, págs.167-173), se describen los métodos, basados en pruebas subjetivas, empleados por la Administración del Reino Unido;

- En el Suplemento N.° 7 del tomo V del Libro Blanco, se describe el "método norteamericano para las condiciones de transmisión de una red nacional";

- En otra sección del mismo Suplemento se describe la aplicación en la red nacional del Japón del método de A.E.N. descrito en la Recomendación G.112 (P.12).

No obstante, el procedimiento más sencillo, empleado por numerosas administraciones, consiste en fijar límites de equivalente de referencia para las comunicaciones nacionales, ya que de todos modos debe aplicarse este método en las comunicaciones internacionales. Una vez conocidos los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción de cada

tipo de aparato de abonado utilizado en un país, se puede calcular el equivalente de referencia de cualquier comunicación (o parte de una comunicación) por los procedimientos indicados en el Capítulo V del manual Redes locales (Sección 5 y Anexo 3).

c) Mejora de la calidad de transmisión en las redes existentes

En las redes telefónicas existentes, es importante mejorar la calidad de transmisión de las estaciones desfavorecidas que tengan un tráfico intenso, especialmente internacional. A estos efectos, pueden emplearse diversos métodos, por ejemplo:

1) Utilización de repetidores en las líneas de abonado, en los circuitos de enlace de las redes de las grandes ciudades y en los circuitos locales.

Observación.- Estos repetidores pueden ser de dos hilos del tipo clásico o repetidores (dipolos o cuadripolos) de impedancia negativa. En cada caso, debe comprobarse si la estabilidad de la transmisión es suficiente.

2) Clasificación en función de su calidad de las cápsulas microfónicas y de las cápsulas receptoras, colocándose las de mejor calidad en los aparatos servidos por las líneas de mayor atenuación, y a la inversa.

3) Empleo de aparatos telefónicos especialmente concebidos para líneas de abonado particularmente largas. Estos aparatos pueden incluir un amplificador en la transmisión.

RECOMENDACIÓN G.121 (P.21) (Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968)

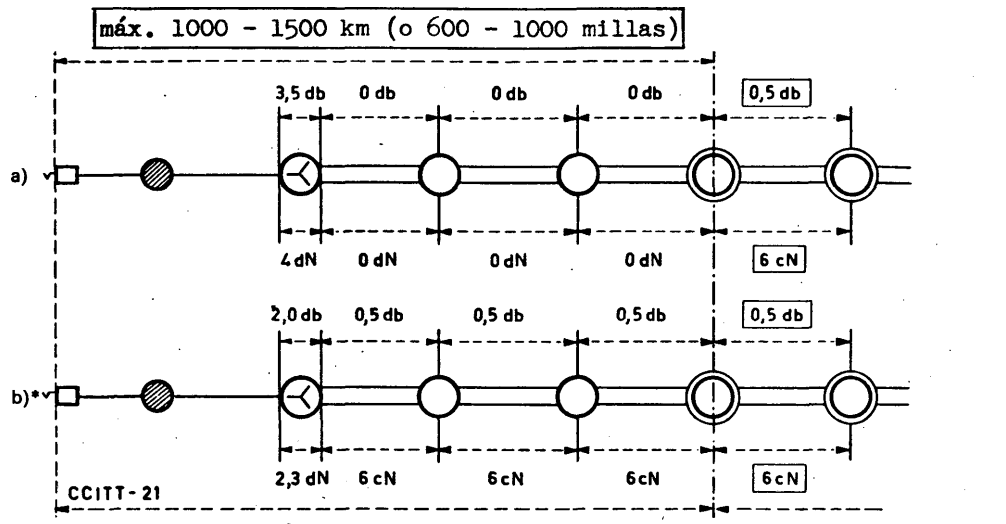
EQUIVALENTES DE REFERENCIA DE LOS SISTEMAS NACIONALES

A. Definición

Por definición, los extremos virtuales del sistema nacional son los puntos (teóricos) en que éste se encuentra conectado a los extremos virtuales de los circuitos telefónicos internacionales, es decir, los puntos a) y b) de la figura 1 de la Recomendación G.111 (P.11) y de la figura de la Recomendación G.122.

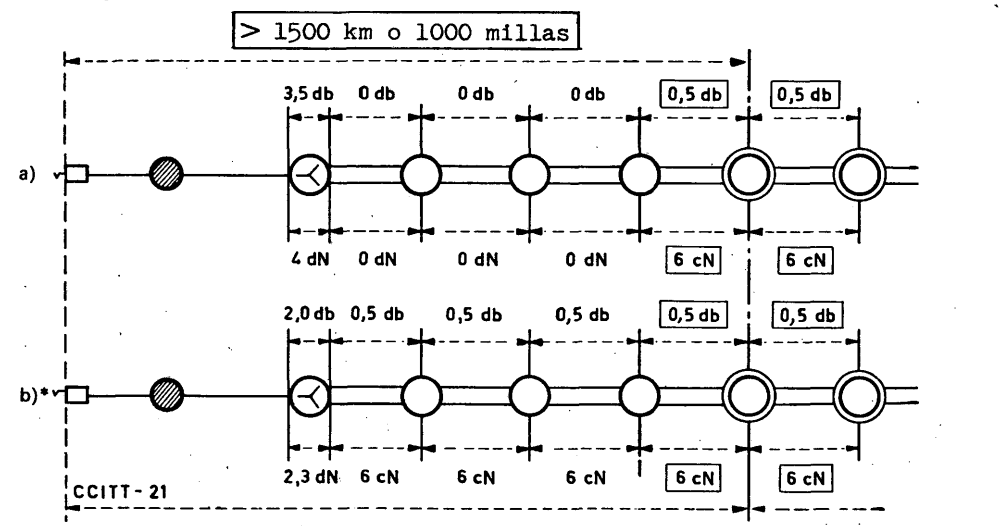
Todos los equivalentes de referencia indicados en la presente Recomendación se entienden referidos a los extremos virtuales de un circuito internacional, en el CT3 si se trata de un país de mediana extensión.

Sistemas nacionales - Equivalentes de referencia



Equivalentes de referencia máximos (transmisión 24 dNp (20,8 dB)
(
para el 97% de las comunicaciones (recepción 14 dNp (12,2 dB)

Figura 1 - Distribución de los equivalentes en un país de extensión media, para una comunicación internacional



Equivalentes de referencia máximos (transmisión 24,6 dNp (21,3 dB)
(
para el 97% de las comunicaciones (recepción 14,6 dNp (12,7 dB)

Figura 2 - Distribución de los equivalentes en un país de gran extensión, para una comunicación internacional

(* Distribución teórica de las atenuaciones nominales realizables, por ejemplo, con atenuadores conmutables.

B. Valores máximos de los equivalentes de referencia nominales en la transmisión y en la recepción

A título provisional, los sistemas nacionales transmisor y receptor que sirvan para establecer el 97% de las comunicaciones reales de salida o de llegada en un país de extensión media (en el sentido de la Recomendación G.101 B, b)) deben responder en cada caso a las dos condiciones siguientes:

- El equivalente de referencia nominal del sistema transmisor entre un abonado y el primer circuito internacional no debe ser superior a 24 dNp (20,8 dB);

- El equivalente de referencia nominal del sistema receptor entre esos dos mismos puntos no debe ser superior a 14 dNp (12,2 dB).

En un país de gran extensión, estos límites son, respectivamente, de 24,6 dNp (21,3 dB) y 14,6 dNp (12,7 dB), si un cuarto circuito nacional forma parte de la cadena de cuatro hilos, y de 25,2 dNp (21,8 dB) y 15,2 dNp (13,2 dB), si son cinco los circuitos nacionales que forman parte de la cadena de cuatro hilos.

En las figuras 1 y 2, los números enmarcados son valores recomendados por el C.C.I.T.T.; los restantes se dan sólo a título de ejemplo de disposiciones posibles en el marco de la Recomendación G.122.

Observación 1.- Es posible que en ciertas redes establecidas de conformidad con las antiguas Recomendaciones del C.C.I.F. (véase el Apéndice a la Sección 1), no puedan respetarse inmediatamente los límites de 24 dNp y 14 dNp, pero habría que tratar de hacerlo aprovechando una reorganización de las redes o la introducción de un nuevo tipo de aparato telefónico.

Observación 2.- La cifra de 97% es provisional y es conveniente aplicar un valor más elevado al establecer los planes de nuevas redes.

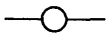
Observación 3.- Los valores indicados para los equivalentes de referencia nominales de los sistemas nacionales incluyen las diferencias sistemáticas entre la eficacia de los aparatos de abonado en la transmisión y en la recepción y sus valores nominales, pero no las variaciones en función del tiempo de la atenuación de las distintas partes del sistema nacional, ni las variaciones fortuitas de los valores de equivalente de referencia determinadas por métodos subjetivos.

C. Equivalentes de referencia mínimos

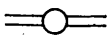
Las administraciones han de velar **porque** la reducción de las atenuaciones de su red nacional interurbana no sobrecargue los sistemas internacionales de transmisión. Este aspecto del problema requiere un estudio separado antes de que pueda formularse una recomendación precisa.

Leyenda de las figuras 1 y 2

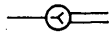
Aparato de abonado



Centro de conmutación de dos hilos



Centro de conmutación de cuatro hilos



Centro de conmutación con equipo de terminación [1)]

Centro local

Centro internacional

1) Puede, por otra parte, utilizarse un atenuador conmutable para compensar atenuaciones del lado de dos hilos, a condición de que se observen los límites estipulados en la Recomendación G.122, A, para la estabilidad y la atenuación.

En algunos países puede darse un equivalente de referencia en la transmisión muy reducido cuando se empleen aparatos telefónicos sin regulación. La potencia de las corrientes vocales provenientes de las estaciones de operadora y transmitidas por los circuitos internacionales no debe ser tampoco demasiado elevada.

D. Determinación de los equivalentes de referencia de un sistema nacional

Para asegurarse de que no se rebasan los límites indicados para los equivalentes de referencia, las administraciones y empresas privadas de explotación pueden emplear diversos métodos. Por ejemplo, pueden

construir maquetas que representen, respectivamente, las principales combinaciones de aparatos telefónicos comerciales de abonado, de líneas de abonado, de circuitos de enlace y de órganos de centrales urbanas e interurbanas; cada una de estas maquetas constituirá un sistema nacional transmisor o un sistema nacional receptor completo que se comparará a base de una medición telefonométrica, con el Nuevo Sistema Fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER), o con un sistema patrón de trabajo comparado con el N.O.S.F.E.R. o con el S.E.R.F.T.

También cabe limitarse a medir el equivalente de referencia del aparato en ciertas condiciones especificadas; a este equivalente de referencia se agrega la diferencia sistemática entre la eficacia real del aparato de abonado considerado y el valor nominal de esta eficacia, el equivalente de referencia de la línea de abonado, las atenuaciones imagen (calculadas o medidas en 800 Hz o en cualquier otra frecuencia adecuada) de los circuitos locales o interurbanos que conecten este aparato al centro internacional, y las atenuaciones compuestas (medidas o calculadas en 800 Hz con una resistencia no reactiva de 600 ohmios) de los órganos de centrales telefónicas situadas en el circuito entre este aparato y el centro internacional (incluidos los órganos de la central de que dependa el abonado y los del centro internacional).

En todo caso, es necesario verificar los resultados de los cálculos con una medición telefonométrica en maquetas representativas de los sistemas nacionales transmisor y receptor completos más típicos.

Para el establecimiento de los planes de transmisión de las redes locales, las administraciones necesitarán quizás calcular el equivalente de referencia de una línea de abonado, definido según se indica en la Observación 1.

El C.C.I.T.T. aconseja a las administraciones que no dispongan de numerosos resultados de medida que apliquen los métodos de cálculo descritos en el Anexo 3 al Capítulo V del manual Redes telefónicas locales (el método descrito en el punto 6 de ese anexo es asimismo aplicable con circuitos de enlace y con circuitos locales).

Se entiende que, en cualquier caso, las administraciones que dispongan de los medios necesarios para evaluar el equivalente de referencia de los distintos tipos de líneas que utilicen, asociados a los diversos tipos de aparatos telefónicos empleados en su red, podrán continuar aplicando los métodos simples de cálculo que hubieran establecido ya.

Observación 1.- Se supone que el equivalente de referencia de una línea de abonado tiene el mismo valor q en la transmisión y en la recepción, definido por:

$$q = Q - Q_o \qquad (1)$$

siendo Q el equivalente de referencia global de esta línea y de un aparato de abonado, y

Q_o el equivalente de referencia del mismo aparato, sin la línea;

se considera que se adoptan las precauciones necesarias para evaluar separadamente el efecto de las variaciones de la corriente de alimentación.

Observación 2.- El punto b) de la Cuestión 7/XVI se refiere a la influencia eventual que el emplazamiento del punto de nivel relativo cero en la red nacional pueda ejercer en los valores efectivos de los equivalentes de referencia del sistema transmisor nacional y del sistema receptor nacional.

Observación 3.- El N.O.S.F.E.R. ha reemplazado al Sistema Fundamental de Referencia (S.F.E.R.T.) que utilizaba aún el Laboratorio del C.C.I.T.T. antes de su traslado al nuevo edificio de la U.I.T. El N.O.S.F.E.R. y los demás sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia se describen en la Recomendación P.42 (tomo V del Libro Blanco).

E. Equivalente de referencia del efecto local

Debe evitarse cuanto pueda reducir aún más la calidad de transmisión de las comunicaciones que alcancen los límites de equivalente de referencia y de ruido.

Diversas pruebas han demostrado que en estas condiciones desfavorables convendría que el equivalente de referencia del efecto local (para la palabra) fuese por lo menos igual a 2 neperios o 17 dB.

En realidad, este valor sólo puede alcanzarse utilizando redes adicionales, que aumentan el costo de la línea y que solamente se justifican en el caso de abonados que celebren a menudo conferencias en condiciones sumamente desfavorables. En la mayoría de los casos, los valores más probables se sitúan entre 0,8 y 1,2 neperios (7 a 10,5 dB).

Observación 1.- Un efecto local intenso (correspondiente a un reducido valor del equivalente de referencia del efecto local) reduce de dos maneras la calidad de transmisión: en la transmisión, el abonado que oye sus propias palabras con un nivel elevado, tiende a hablar en voz baja;

en la recepción, el ruido de sala que penetra por la fuga acústica entre el auricular y el oído sobre el que está aplicado, es captado por el micrófono y transmitido vía el efecto local al auricular y al oído del abonado que escucha, lo que aumenta el ruido total recibido por este abonado.

Observación 2.- Incluso si se alcanza el valor de 2 Np o 17 dB, las administraciones pueden juzgar útil fijar un límite para el ruido de sala (véase la Recomendación G.113 - P.13).

RECOMENDACIÓN P.22

CENTRALES TELEFÓNICAS INTERURBANAS MANUALES

A. Posiciones de operadora

El C.C.I.T.T.,

Considerando

La necesidad de reducir todo lo posible las perturbaciones debidas al ruido de sala y a las atenuaciones de inserción ocasionadas por los aparatos de las operadoras,

Recomienda por unanimidad

1. Que se provea a los aparatos de operadora utilizados en el servicio telefónico internacional de un dispositivo de desconexión del micrófono, constituido, preferentemente, por una llave de conmutación;

2. Que los aparatos de operadora utilizados en el servicio telefónico internacional no causen, en la posición de escucha silenciosa (micrófono desconectado) una atenuación de inserción superior a 0,05 neperios (0,43 decibelios) en frecuencias comprendidas entre 300 y 3400 Hz. Para reducir suficientemente esta atenuación de inserción (sin merma de la recepción satisfactoria por la operadora), puede intercalarse en la posición de escucha silenciosa una impedancia apropiada en serie con el receptor de la operadora, o asegurarse la conexión entre el receptor de ésta y el circuito telefónico por medio de un transformador con una relación de transformación lo bastante elevada.

Observación 1.- Hay que evitar que las corrientes vocales emitidas por las operadoras sobrecarguen los amplificadores o los moduladores de los sistemas de corrientes portadoras. Los aparatos de operadora y los equipos a ellos asociados deben construirse de modo que, en condiciones de servicio, las operadoras no produzcan un volumen de sonidos vocales superior al de un abonado situado a proximidad inmediata de la central interurbana considerada. Cuando las administraciones o empresas privadas de explotación pongan en servicio un nuevo tipo de aparato de operadora, deberán cerciorarse de que reúne estas condiciones.

Observación 2.- En una comunicación telefónica internacional, las posiciones de operadora no han de rebasar los límites especificados en la Recomendación P.11 en lo que respecta al equivalente de referencia entre dos operadoras o entre una operadora y un abonado.

B. Pupitres de control del tráfico telefónico

El C.C.I.T.T.

Recomienda por unanimidad

1. Que el equipo del pupitre de control permita a la supervisora que lo ocupe:

a) Ponerse a la escucha de los circuitos,

b) Ponerse a la escucha de los aparatos de las operadoras,

c) Ponerse a la escucha de las líneas de órdenes,

d) Entrar en relación con las supervisoras de sección;

2. Que el pupitre de control esté provisto de un cronómetro;

3. Que el equipo del pupitre de control y el montaje de los aparatos de operadora sea tal que la operadora no pueda saber en ningún momento que se la está vigilando desde el pupitre de control;

4. Que, cuando una operadora interurbana llame directamente a un abonado o a una central por vía automática, el equipo del pupitre de control permita verificar la exactitud de los impulsos de selección.

El C.C.I.T.T.

Considerando, además

Que la vigilancia de un determinado circuito por el pupitre de control es, por regla general, prolongada, que los pupitres de control de los centros internacionales ejercen esa vigilancia simultáneamente y que, por lo tanto, conviene, desde el punto de vista de la atenuación de inserción ocasionada por la vigilancia, proceder con más rigor en el caso de la vigilancia ejercida desde el pupitre de control que en el de la ejercida por una operadora,

Recomienda por unanimidad

1. Que la atenuación de inserción causada por la vigilancia de un circuito o de un aparato de operadora desde el pupitre de control no exceda en ningún caso de 0,03 neperios (0,26 decibelios) en cualquier frecuencia efectivamente transmitida por los circuitos interurbanos (frecuencia comprendida entre 300 y 3400 Hz);

2. Que, siendo por otro lado deseable reducir al mínimo posible la atenuación de inserción ocasionada por la supervisión, se procure conseguirlo utilizando, por ejemplo, en caso necesario, un amplificador.

C. Dispositivos para comunicaciones colectivas

Los dispositivos para comunicaciones colectivas han de responder a las siguientes recomendaciones provisionales:

a) Establecimiento y supervisión de la comunicación colectiva

La vigilancia y la determinación de la duración tasable de una comunicación colectiva incumbirán siempre a una operadora interurbana especial de una de las centrales que cuenten con dispositivos para comunicaciones colectivas, designada central directora en virtud de acuerdo entre las administraciones y empresas privadas de explotación interesadas.

A petición de esta operadora interurbana especial, las operadoras interurbanas de las centrales interesadas insertarán los dispositivos para comunicaciones colectivas por un procedimiento rápido, automático, o manual (la intermediaria manual, de haberla, no interviene para nada en la explotación).

La operadora interurbana especial debe disponer, en su posición, de los órganos necesarios para llamar a las distintas centrales interurbanas interesadas, recibir las señales de fin, conectar a los circuitos interesados, en la forma normal, a los abonados de la red local, y vigilar la comunicación colectiva.

b) Dispositivo de acoplamiento para la interconexión de varios circuitos telefónicos internacionales de larga distancia y de varios circuitos locales

Los dispositivos de acoplamiento para las comunicaciones colectivas han de permitir la interconexión de circuitos de dos hilos y de cuatro hilos, sin cambio alguno en el establecimiento de los circuitos, así como la conexión a los circuitos internacionales de las líneas de abonado de dos o de cuatro hilos.

El equivalente medido en la frecuencia de 800 Hz de dos circuitos internacionales interconectados por medio del dispositivo de acoplamiento no debe exceder de 1,3 neperios (11,3 decibelios).

El equivalente de referencia de una comunicación colectiva entre dos abonados cualesquiera no rebasará el valor prescrito para una comunicación normal (véase la Recomendación P.11).

La distorsión de atenuación suplementaria introducida por el dispositivo de acoplamiento en las diferentes vías de comunicación debe ser lo más reducida posible.

El dispositivo de acoplamiento no debe disminuir notablemente la estabilidad de los circuitos interconectados.

De emplearse micrófonos y altavoces especiales en los aparatos de abonado, se utilizarán de preferencia líneas distintas para la transmisión y para la recepción, y deberán tomarse medidas para evitar el efecto de acoplamiento acústico entre micrófonos y altavoces.

La potencia suministrada por los micrófonos y los amplificadores especiales colocados en las instalaciones de abonado no debe superar la potencia suministrada por los micrófonos normales de los aparatos de abonado, a fin de evitar la sobrecarga de los repetidores en circuito.

En un aparato receptor cualquiera, las potencias provenientes de los diferentes aparatos transmisores deben ser aproximadamente iguales.

SECCIÓN 3

LÍNEAS Y APARATOS DE ABONADO

RECOMENDACIÓN P.31

CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LAS INSTALACIONES DE ABONADO UTILIZADAS CON CIRCUITOS INTERNACIONALES ARRENDADOS TEMPORALMENTE PARA UN SERVICIO PRIVADO

El C.C.I.T.T. estudia actualmente las condiciones de eficacia impuestas, en general, a los sistemas transmisores y receptores locales. En espera de los resultados de este estudio, las administraciones y empresas privadas de explotación deben atenerse a la recomendación siguiente sobre las condiciones que han de reunir las instalaciones de abonado utilizadas con circuitos internacionales arrendados temporalmente para un servicio privado.

El C.C.I.T.T.,

Considerando

Que los aparatos conectados a un circuito telefónico internacional arrendado no deben ponerse en ningún caso habitualmente a disposición del público, y que la línea no debe cederse en modo alguno a terceras personas,

Recomienda por unanimidad

Que los circuitos arrendados terminen, en los locales de los abonados, en instalaciones cuyo equipo impida utilizar esos circuitos en condiciones distintas de las estipuladas en el contrato de arriendo;

Considerando, además,

Que los enlaces establecidos por medio de circuitos arrendados han de reunir las mismas condiciones eléctricas que los enlaces comerciales entre abonados,

Recomienda por unanimidad

1. Que las administraciones y empresas privadas de explotación no autoricen, en lo posible, el uso de micrófonos con una potencia de salida superior a la potencia suministrada por los micrófonos normales, ni tampoco el empleo de receptores especiales;

2. Que las administraciones y empresas privadas de explotación se reserven la posibilidad de comprobar, por medio de volúmetros, que el volumen transmitido por los circuitos telefónicos arrendados no alcanza un valor excesivo;

3. Que, en los casos en que las administraciones y empresas privadas de explotación autoricen el uso de amplificadores de recepción, se limite la ganancia de esos aparatos de modo que el usuario no pueda captar, por diafonía, comunicaciones cruzadas por circuitos adyacentes;

4. Que se apliquen las recomendaciones precedentes a todos los aparatos telefónicos utilizados en comunicaciones internacionales, así como a todos los circuitos telefónicos internacionales.

RECOMENDACIÓN P.32

SISTEMAS PARA LA GRABACIÓN DE MENSAJES O DE CONFERENCIAS TELEFÓNICAS

El C.C.I.T.T.,

Considerando

Que sólo las administraciones o empresas privadas de explotación telefónica están en condiciones de apreciar la oportunidad de admitir en sus redes respectivas sistemas de grabación de mensajes o de conferencias telefónicas;

Que interesaría a las administraciones o empresas privadas de explotación que hubieren decidido admitirlos, conocer las cláusulas técnicas esenciales a que han de responder tales sistemas de grabación,

Recomienda por unanimidad

Las siguientes características técnicas esenciales para los sistemas de grabación de conferencias o mensajes telefónicos:

Los sistemas de grabación de conferencias o mensajes telefónicos pueden tener tres aplicaciones:

a) Como elemento auxiliar de una instalación telefónica para registrar la conversación cruzada entre el abonado solicitante y su correspondiente;

b) Para registrar el mensaje de un correspondiente, en ausencia del abonado solicitado, después de haber señalado mediante una frase apropiada que el abonado solicitado se halla ausente pero que va a registrarse la comunicación;

c) En los pupitres de control del tráfico telefónico, en las centrales telefónicas urbanas o interurbanas.

Para que estas instalaciones no perturben el servicio técnico ni reduzcan la calidad de la transmisión, conviene que reúnan las condiciones que se enumeran seguidamente; en cada caso se indican las condiciones peculiares a uno de los modos de utilización.

1. Impedancia de entrada.- La impedancia de entrada del sistema de grabación, conectado en derivación a una comunicación por la que se desarrolle una conferencia, ha de ser lo suficientemente elevada en todas las frecuencias superiores a 300 Hz para que la atenuación de inserción no exceda de 0,06 neperios (0,5 decibelios) con cualquier nivel de corrientes vocales que pueda producirse durante la conferencia.

Cuando el sistema de grabación reemplace al aparato del abonado, en ausencia de éste, debe presentar una impedancia de entrada próxima a la del aparato de abonado que reemplaza.

2. El sistema de grabación ha de estar debidamente equilibrado con relación a tierra, a fin de que su conexión a la línea no origine o intensifique ruidos perturbadores en el circuito telefónico; además, las tensiones de alimentación del aparato grabador no han de producir perturbaciones en el circuito telefónico.

3. Entre el ruido de fondo del sistema de grabación y su punto de sobrecarga, debe haber un margen suficiente para que el sonido vocal más débil que haya que registrar esté, por lo menos, 2,3 neperios (20 decibelios) por encima del ruido de fondo. A título de alternativa, el sistema de grabación puede incluir un "compresor de volumen" que amplifique los sonidos vocales muy débiles, a fin de que alcancen un nivel de 2,3 neperios (20 decibelios) por encima del ruido de fondo del sistema grabador, y que atenúe al mismo tiempo los sonidos vocales muy elevados para que no originen una sobrecarga durante la grabación.

4. El sistema de grabación debe reproducir con suficiente nitidez, habida cuenta de la calidad de los sistemas telefónicos, y con una intensidad acústica subjetiva comparable a la de un receptor telefónico conectado al mismo circuito, toda conversación grabada en un circuito con un equivalente de referencia total, de abonado a abonado, correspondiente a una atenuación de 3,3 neperios (28,7 decibelios) entre los aparatos de abonado.

5. Para asegurar el secreto de las comunicaciones telefónicas, una conferencia grabada con la mayor ganancia posible no debe ser inteligible cuando el volumen de los sonidos vocales sea por lo menos 6,3 neperios o 55 decibelios inferior al volumen de referencia.

6. Si el sistema de grabación incluye un dispositivo de escucha después del amplificador para vigilar la grabación de la conferencia en

presencia del abonado, sólo deberá emplearse un receptor de casco, a fin de evitar acoplamientos acústicos en el dispositivo de escucha; el receptor de casco estará conectado a través de un atenuador fijo, de modo que proporcione una intensidad acústica subjetiva a lo sumo igual a la que daría el receptor del aparato telefónico de abonado conectado a la línea.

7. Si se trata de un sistema de grabación destinado a reemplazar automáticamente al aparato del abonado en ausencia de éste, es necesario que el sistema transmita una señal de respuesta a la llamada y que seguidamente dé una indicación hablada (cinta o disco, por ejemplo) que informe al abonado solicitante de la ausencia de su correspondiente y de que el mensaje va a ser grabado por un aparato. La emisión de tal indicación habrá de hacerse con un volumen que no exceda de los valores que normalmente se observan en las conferencias telefónicas.

8. Para poder desconectar fácilmente el sistema de grabación en caso de avería, y evitar así que la conferencia telefónica resulte perturbada, conviene prever una llave para la ruptura bipolar del circuito de conexión; por otra parte, para limitar los riesgos en caso de ruptura dieléctrica entre los circuitos de alimentación del sistema de entrada y los hilos de conexión, conviene insertar dispositivos de protección conformes con los principios generales aplicados en los países interesados. Por último, con objeto de impedir que se origine una señal de llamada en la central telefónica al conectarse el sistema por medio de la llave de ruptura, habrá de insertarse en cada rama del circuito un condensador con una capacidad máxima apropiada para evitar que sufran perturbaciones los impulsos generados por los discos automáticos de llamada, o cualquier otro dispositivo que cumpla esa finalidad.

9. La disposición general de los sistemas de grabación debe adaptarse a las condiciones generales de las instalaciones en que se empleen.

RECOMENDACIÓN P.33 (Mar del Plata, 1968)

APARATOS TELEFÓNICOS DE ABONADO CON RECEPTORES DE ALTAVOZ O MICRÓFONOS ASOCIADOS A AMPLIFICADORES

Dada la creciente introducción en la red telefónica de aparatos telefónicos de altavoz, y

La forma tan compleja en que los factores inherentes a estos equipos influyen en la calidad de la transmisión telefónica,

El C.C.I.T.T. considera necesario activar los estudios a fin de que al término del periodo 1968-1972 pueda responderse definitivamente a la Cuestión 17/XII.

Sin embargo, para facilitar la fijación por las administraciones de las condiciones en que puede autorizarse el empleo de tales aparatos en las redes telefónicas, el C.C.I.T.T. formula la siguiente Recomendación provisional:

Para evitar la sobrecarga de los sistemas de corrientes portadoras, la potencia media a largo plazo de las corrientes vocales no deberá exceder del valor admitido para los proyectos de construcción de los sistemas de transmisión. El valor adoptado en la Recomendación G.223 para el nivel absoluto de potencia media, referido al punto de nivel relativo cero, es de - 15 dBm0 (potencia media de 31,6 microvatios). Además, para evitar una diafonía excesiva debida a corrientes vocales de nivel elevado, y/o un nivel insuficiente de recepción en el caso de corrientes vocales de bajo nivel, convendrá asegurarse de que la variación de potencia de las corrientes vocales no es mucho mayor que en los aparatos telefónicos modernos.

Las administraciones deberán tomar las precauciones necesarias para que, en caso de oscilaciones, la persona que escuche pueda cortar el circuito de transmisión, o bien prever métodos adecuados para que un dispositivo accionado por la voz impida la aparición de oscilaciones.

SECCIÓN 4

PATRONES DE TRANSMISIÓN

RECOMENDACIÓN P.41

DESCRIPCIÓN DEL A.R.A.E.N.

Un conjunto de equipos que se guarda en el Laboratorio del C.C.I.T.T. se denomina, por razones históricas, A.R.A.E.N. (aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez). Se usa en la constitución:

- del N.O.S.F.E.R. para la determinación de equivalentes de referencia (véase la Recomendación P.42), o

- del S.R.A.E.N. para la determinación de la A.E.N. (véase la Recomendación P.44).

El A.R.A.E.N. comprende tres partes principales:

1. El sistema de transmisión telefónica propiamente dicho, que puede subdividirse en transmisor, línea y receptor;

2. Un equipo común que suministra el ruido de sala y circuitos de intercomunicación, y

3. Un equipo de calibrado que sirve para la mantenencia correcta del sistema de referencia.

El sistema de transmisión comprende un micrófono de bobina móvil, amplificadores de transmisión y de recepción, atenuadores de línea y cuatro receptores de bobina móvil. Hay un filtro de línea con una característica de transmisión análoga a la característica media de un canal telefónico de un sistema de corrientes portadoras con 4 kHz de separación entre las frecuencias portadoras. Este filtro puede insertarse en el sistema de transmisión del A.R.A.E.N. o en el sistema telefónico probado. El sistema de transmisión completo, con el filtro fuera de circuito, está concebido para reproducir las características de transmisión de un metro de aire en el campo acústico libre, en el supuesto de que en esa transmisión al aire libre se emplee la escucha monoauricular. Con los ajustes normales de los amplificadores de transmisión y de recepción se reproducen esas características cuando se introduce en línea una atenuación no reactiva de 30 decibelios.

El ruido de sala se produce en forma de ruido de espectro continuo amplificando las fluctuaciones fortuitas de la corriente anódica de un tiratrón. El espectro de este ruido se ajusta al espectro medio de los ruidos observados en los locales en que se encuentran aparatos telefónicos.

Se dispone de micrófonos sonda calibrados como patrones secundarios, que se usan:

a) Con un oído artificial para observar el funcionamiento de los receptores de bobina móvil, y

b) Con un acoplador cerrado para observar el funcionamiento de los micrófonos.

Como patrón primario se emplean discos de Rayleigh y un tubo de ondas estacionarias, que sirven para calibrar los micrófonos sonda. Un oscilador, miliamperímetros y equipos auxiliares completan la instalación de mediciones electroacústicas.

En el Suplemento N.° 9 del presente tomo (véanse las ediciones francesa o inglesa) se describe el método empleado en el Laboratorio del C.C.I.T.T. para el calibrado absoluto del A.R.A.E.N. Las calibraciones efectuadas en el Laboratorio sirven esencialmente para verificar la estabilidad de los micrófonos de bobina móvil y la de los receptores, en condiciones especiales de medida.

Este sistema está perfectamente definido en los documentos conservados en la Secretaría y en el Laboratorio del C.C.I.T.T.; además, el documento mimeografiado titulado "Proyecto de instrucciones resumidas para la utilización y mantenencia del Laboratorio del C.C.I.F." contiene una descripción abreviada del equipo y de las condiciones de empleo.

A. El sistema de transmisión

El sistema de transmisión está constituido esencialmente por los órganos cuyas características se indican en el cuadro siguiente y cuya interconexión se realiza, según el esquema de la figura 1, por medio de un panel de conmutación de líneas.

Cuadro 1

Órgano	Características de funcionamiento
Micrófono Standard Telephone and Cables, tipo 4021 E	Distorsión de atenuación ± 2,5 decibelios en la banda de frecuencias de 80 a 6000 Hz (reducida a límites aún más estrechos por un corrector de distorsión de atenuación separado)
Amplificador microfónico	Impedancia de entrada: elevada con relación a la impedancia de 20 ohmios del micrófono Impedancia de salida: 600 ± 50 ohmios en la banda de frecuencias de 80 a 6000 Hz La ganancia tiene un valor fijo Ganancia sin realimentación: 68 decibelios Ganancia con realimentación: 47 ± 0,2 dB en la banda de frecuencias de 80 a 6000 Hz Nivel máximo del ruido a la salida (la entrada termina en una resistencia de 20 ohmios): -82 dB con relación a 1 voltio en los terminales de una resistencia de 600 ohmios
Amplificador de transmisión (o de recepción)	Impedancias de entrada y de salida: 600 ± 50 ohmios Ganancia sin realimentación: 100 decibelios Ganancia máxima con realimentación: 64 decibelios Distorsión de atenuación: ± 0,3 dB en la banda de frecuencias de 50 a 6000 Hz Gama de ajuste de la ganancia: 48 dB (por pasos de 0,2 dB)
Receptor telefónico Standard Telephone and Cables, tipo 4026 A	Distorsión de atenuación (cuando se aplica el receptor a un oído humano): ± 5 decibelios en la banda de frecuencias de 80 a 6000 Hz (antes de la corrección de la distorsión)

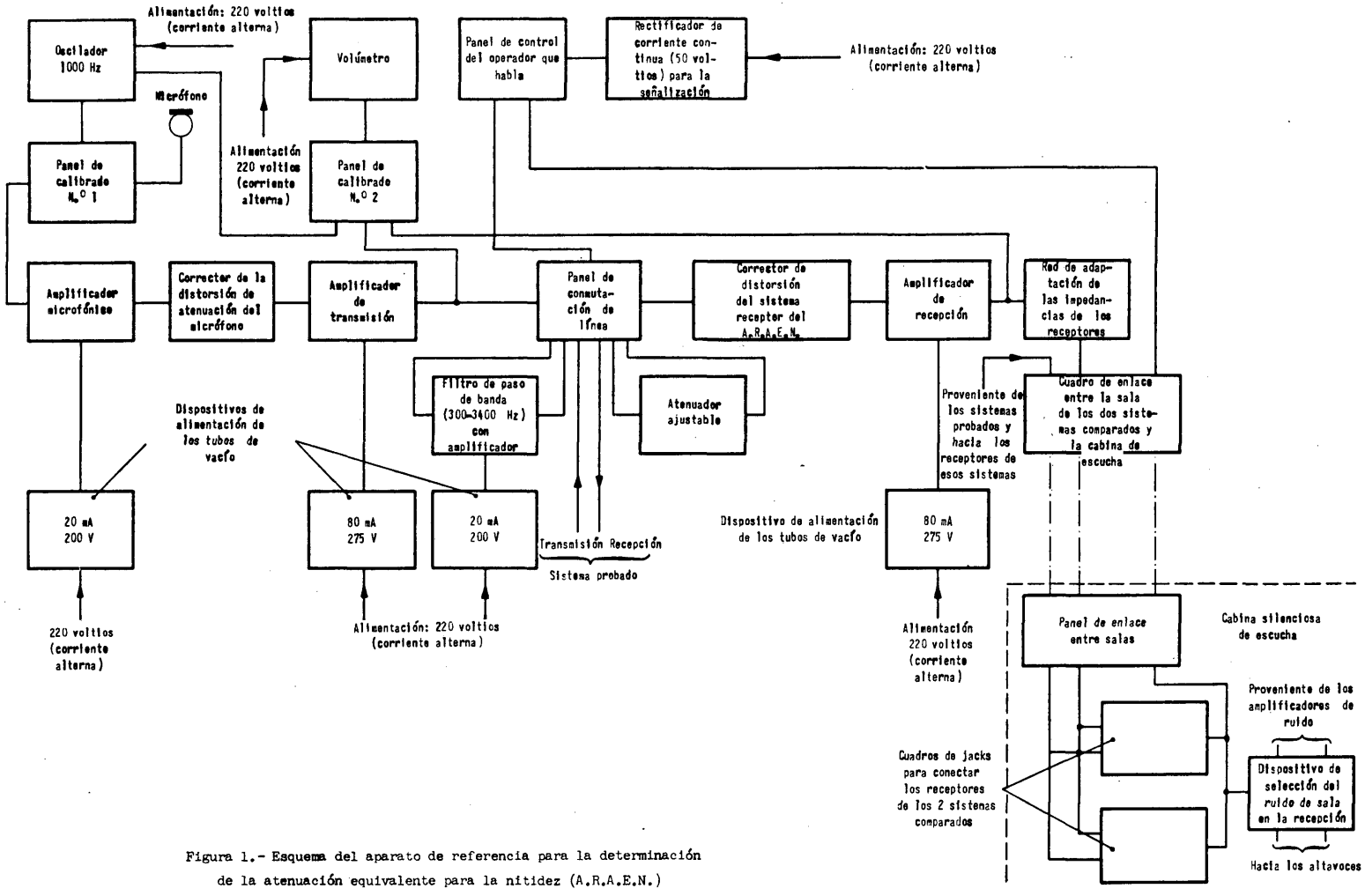


Figura 1.- Esquema del aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez (A.R.A.E.N.)

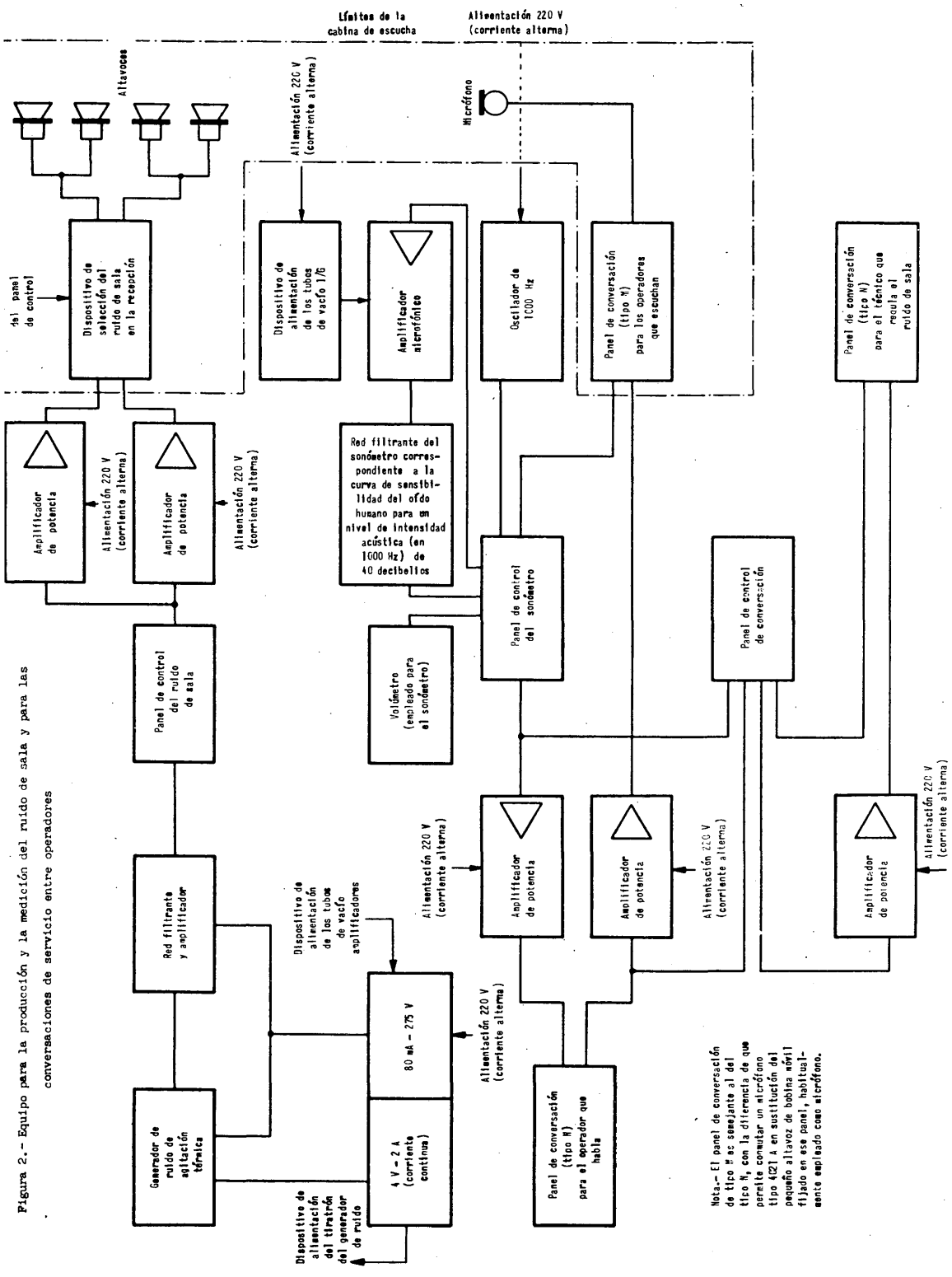


Figura 2.- Equipo para la producción y la medición del ruido de sala y para las conversaciones de servicio entre operadores

B. Equipo que suministra el ruido de sala y diversos circuitos de intercomunicación

Este equipo, cuyo esquema de conexiones aparece en la figura 2, comprende:

1. una fuente de ruido (tiratrón);

2. amplificadores de potencia para alimentar los altavoces;

3. un sonómetro, que puede introducirse por conmutación en diferentes puntos de escucha, y

4. un equipo telefónico de altavoces para facilitar la intercomunicación de los miembros del equipo de operadores.

C. Equipo de calibrado

La figura 3 representa la disposición general del equipo electroacústico de calibrado. El modo de empleo de este equipo en el Laboratorio del C.C.I.T.T. se describe en el Suplemento N.° 9 del presente tomo.

El disco de Rayleigh está suspendido en el centro del tubo de ondas estacionarias y, en el pupitre del operador, se dispone de medios para observar su desviación angular (con arreglo a la cual pueden calcularse las presiones sonoras en la extremidad del tubo). La sonda del micrófono que ha de calibrarse se introduce en un orificio de la placa que cierra un extremo del tubo de ondas estacionarias; el otro extremo está cerrado por un receptor telefónico de bobina móvil, alimentado por un oscilador colocado a la derecha del operador. La intensidad de la corriente a la salida del micrófono sonda se lee en un amperiómetro instalado delante del operador.

El calibrado del micrófono sonda se efectúa ajustando la frecuencia del oscilador para producir una onda estacionaria en el tubo, lo que da máximas simultáneas de la desviación del disco de Rayleigh y de la intensidad de la corriente a la salida del micrófono. Para ajustar la longitud del tubo de ondas estacionarias, pueden utilizarse para el calibrado la frecuencia correspondiente al modo fundamental de resonancia en el tubo (alrededor de 100 Hz) y todas sus armónicas impares. Para obtener puntos de la curva de calibrado en otras frecuencias, es preciso modificar la longitud del tubo; aunque se cuenta con medios para hacerlo, no será necesario recurrir a ellos en las verificaciones periódicas de la eficacia de los micrófonos sonda.

El bastidor a la izquierda del pupitre del operador contiene el equipo de verificación de la eficacia de los micrófonos y de los

receptores del A.R.A.E.N. por comparación con un micrófono sonda calibrado. Los principales aparatos empleados para estas operaciones son los siguientes:

Micrófono sonda.- Para calibrar el A.R.A.E.N., se dispone de dos micrófonos sonda y de un amplificador-corrector de la distorsión de atenuación; la característica de funcionamiento en las diferentes frecuencias del conjunto constituido por el micrófono sonda y por el amplificador, una vez aplicada la contra-distorsión de atenuación, es sensiblemente uniforme entre unos 80 Hz y 6000 Hz.

Oído artificial.- Es un dispositivo que presenta a un receptor telefónico una impedancia acústica de carga equivalente a la del oído humano y que permite medir la presión acústica en un punto determinado, en el interior de ese oído artificial, por medio de un micrófono sonda.

Acoplador cerrado.- Es una pequeña cavidad cilíndrica cerrada en un extremo por un receptor telefónico de bobina móvil (que constituye la fuente sonora) y en el otro por el micrófono probado, en la que puede introducirse el extremo de un micrófono sonda para medir la presión acústica. De este modo, puede obtenerse un calibrado del micrófono a presión constante, en condiciones de medición dadas, que basta para observar cualquier variación en la eficacia del micrófono.

El equipo de calibrado lleva asociado un miliamperímetro de bobina móvil de alta calidad y un miliamperímetro de termopar, que sirven de patrones primario y secundario (respectivamente) para las mediciones eléctricas. Este equipo incluye medios para conmutar las diferentes partes del equipo eléctrico y facilitar así los calibrados periódicos.

Observación.- Cuando se emplea un sistema telefónico de referencia para pruebas de nitidez, conviene a veces grabar las palabras pronunciadas por el operador a fin de ayudarle a pronunciar correctamente. Existe -y ha sido enviado al Laboratorio del C.C.I.T.T.- un aparato grabador apropiado que puede utilizarse conjuntamente con el micrófono y los receptores telefónicos del A.R.A.E.N. Este aparato no forma, sin embargo, parte integrante del A.R.A.E.N.

D. Eficacia teórica del A.R.A.E.N. completo

El A.R.A.E.N. se ha concebido de tal manera que, en la posición normalizada del micrófono (definida a continuación), el conjunto comprendido entre la boca del operador que habla y el oído del que escucha represente, desde el punto de vista acústico, un metro de aire; el A.R.A.E.N. representa entonces la parte comprendida entre un punto situado a 13,25 pulgadas (33,5 cm, aproximadamente) de los labios del operador que habla

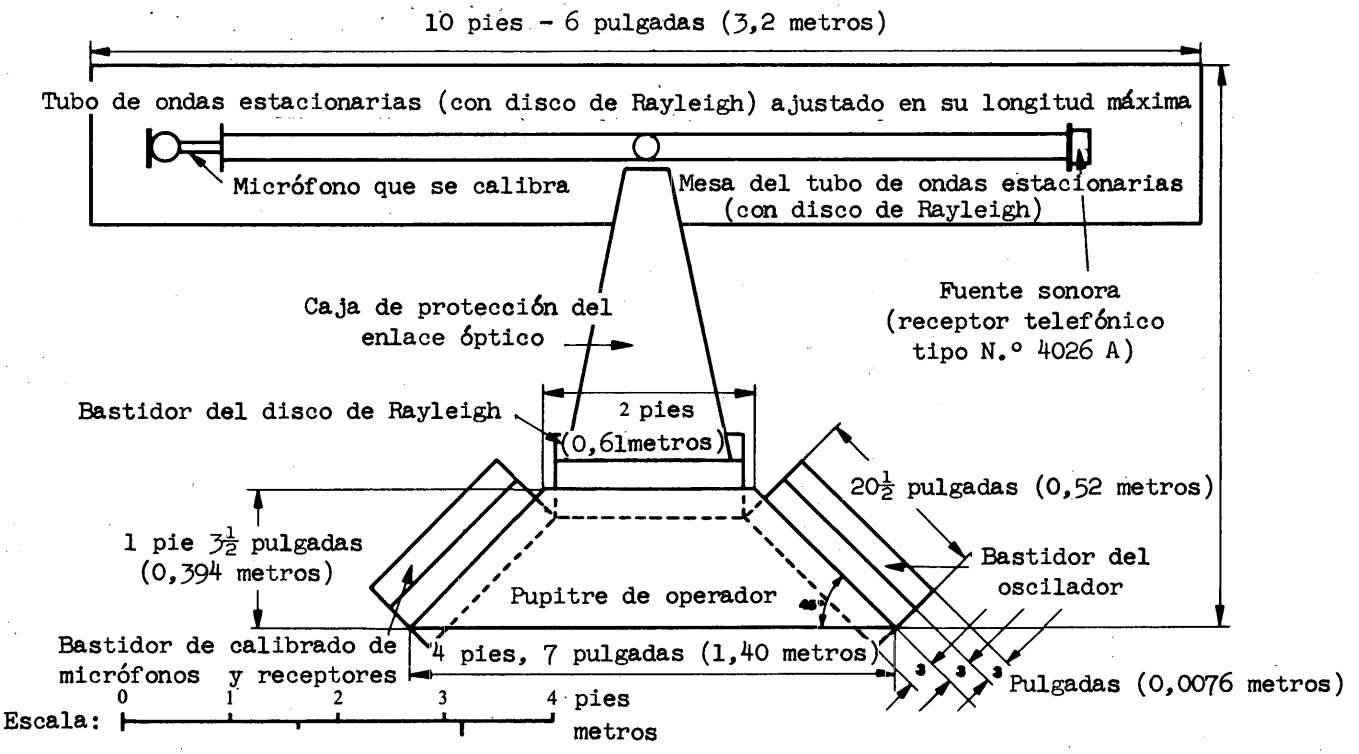


Figura 3.- Plano del equipo de calibrado de los micrófonos y receptores del A.R.A.E.N.

(posición del centro del micrófono)[1] y el oído del operador que escucha, situado a un metro de los labios del operador que habla, estando el operador que escucha de frente al que habla.

Si se desprecia el efecto producido en el campo acústico por la cabeza del operador que escucha, la diferencia de las presiones acústicas entre esos dos puntos es teóricamente:

$$20 \log_{10} \frac{39,37}{13,25} = 20 \log_{10} \frac{100}{33,5} = 9,5 \text{ decibelios}$$

Si se tiene en cuenta el efecto producido por la cabeza del operador que escucha, según la curva b de la figura 4, se obtienen los valores siguientes:

Cuadro 2

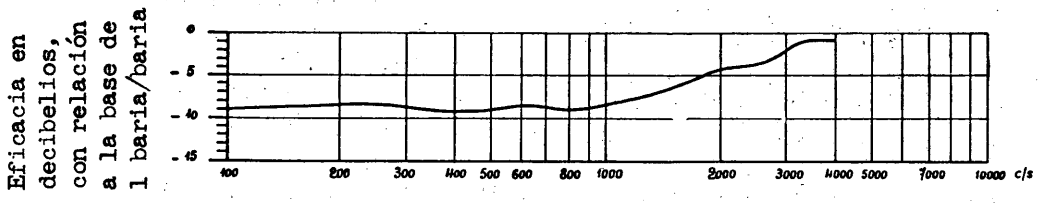
Frecuencia	Aumento de presión debido a la presencia en el campo acústico de la cabeza del operador que escucha	Valor teórico de atenuación
100 Hz	0 dB	9,5 dB
300 Hz	0 dB	9,5 dB
1000 Hz	1 dB	8,5 dB
2000 Hz	4,6 dB	4,9 dB

Eficacia del sistema transmisor del A.R.A.E.N.- La eficacia del sistema transmisor se ha fijado en un valor que permita regular la potencia vocal mediante un volúmetro dado (véase la Recomendación P.52), conectado a la salida de este sistema transmisor.

La "tensión vocal" aplicada a la entrada de la línea y leída en el volúmetro es de 1 voltio cuando el operador habla con la "potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N." (véase la Recomendación P.45). En tales condiciones, la presión acústica aplicada al diafragma del micrófono es igual a una baria.

---

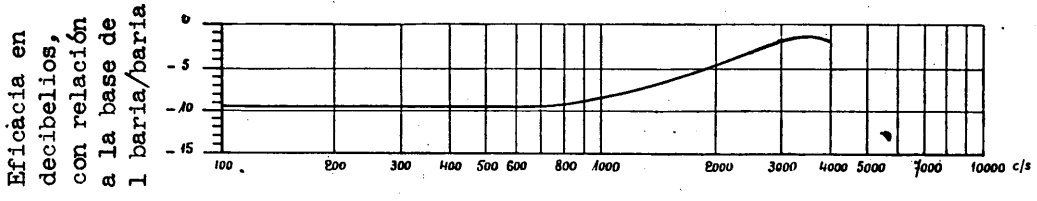
1) El borde de la rejilla de protección del micrófono se encuentra a 12 pulgadas (1 pie) de los labios del operador que habla.



Frecuencia

a) Curva característica de funcionamiento del conjunto del A.R.A.E.N. con el micrófono N.° 1284 (modelo 4021 E) y un receptor telefónico típico (modelo 4026 A), sin insertar el filtro de paso de banda[1]).

Condiciones de ajuste:
- Ganancia del amplificador de transmisión "normal"
- Atenuación de la línea 30 dB
- Ganancia del amplificador de recepción "normal" + 1 dB



Frecuencia

b) Curva característica de transmisión al aire libre a una distancia igual a un metro -"distancia de conversación"-, habida cuenta de la deformación del campo acústico introducida por la cabeza del observador que escucha (definición teórica de la curva característica del A.R.A.E.N. en las susodichas condiciones de ajuste).

Figura 4.- Aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez (A.R.A.E.N.)

---

1) Este filtro tiene por efecto producir un corte brusco en 300 y 3400 Hz; entre estas frecuencias, introduce una distorsión de atenuación suplementaria inferior a $\pm$ 0,5 decibelios.

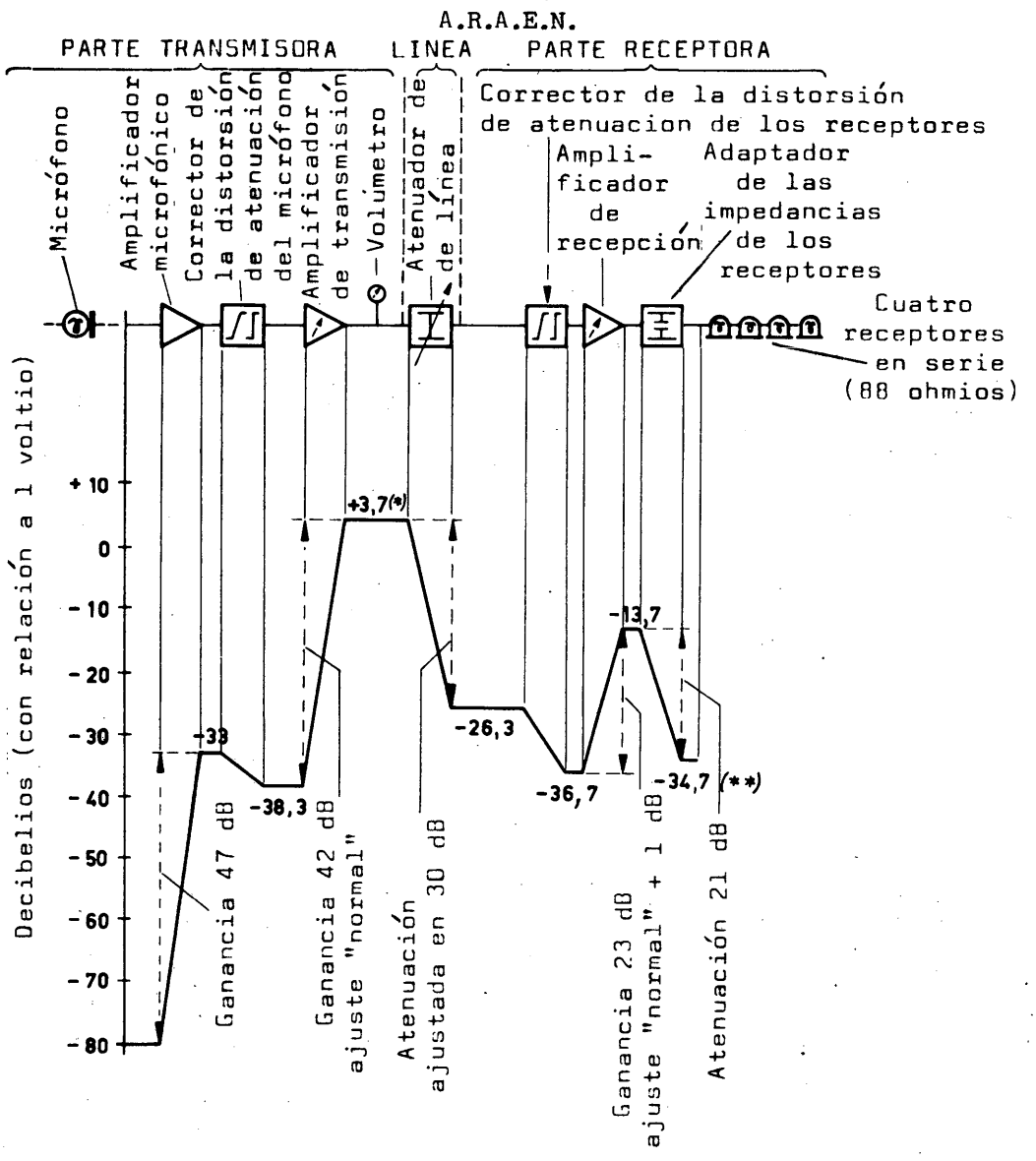


Figura 5.- Hipsograma del A.R.A.E.N. cuando se aplica al jack del micrófono una señal de medida sinusoidal de 1000 Hz en un nivel de -80 dB con relación a 1 voltio, en las condiciones de ajuste siguientes:

amplificador de transmisión:	"normal"
amplificador de recepción:	"normal" + 1 dB
atenuador de línea:	30 dB

*) El volumen medido en este punto es de 0 dB (con relación a 1 voltio) cuando el micrófono está conectado y el operador habla con la potencia vocal de referencia del A.R.A.E.N.

**) Con una tolerancia de $\pm$ 1,0 dB (sin insertar el filtro de paso de banda).

Eficacia del sistema receptor del A.R.A.E.N.- La eficacia del sistema receptor se ha determinado convencionalmente de manera que se cumpla la condición arriba indicada (para la eficacia "aire a aire" del A.R.A.E.N.), con un valor de atenuación de la línea igual a 30 decibelios.

En el cuadro siguiente se indican los valores de la presión acústica (en decibelios con relación a una baria) producida por un receptor cuando se aplica a la entrada de la parte eléctrica del sistema receptor una tensión de -30 decibelios con relación a un voltio, o sea, cuando se aplica al micrófono una presión de una baria.

Cuadro 3

Frecuencia	Tensión a la entrada del sistema receptor (salida de la línea)	Atenuación total de la parte eléctrica del sistema receptor	Tensión aplicada a un receptor	Eficacia media del receptor	Presión acústica producida por un receptor
Hz	dB con relación a 1 voltio	dB	dB con relación a 1 voltio	dB con relación a 1 baria/ voltio	dB con relación a 1 baria
100	-30	25,8	-55,8	46,0	-9,8
300	-30	25,2	-55,2	46,1	-9,1
1000	-30	19,5	-49,5	41,2	-8,3
2000	-30	15,4	-45,4	41,4	-4,0

El cuadro siguiente permite comparar los valores teóricos arriba indicados para la atenuación del conjunto del A.R.A.E.N. con los valores reales de esa atenuación.

Cuadro 4

Frecuencia	Atenuación del conjunto del A.R.A.E.N.		
	Valor teórico	Valor real	Valor real corregido para tener en cuenta la posición de la sonda en el oído artificial[1)]
Hz	dB	dB	dB
100	9,5	9,8	9,8
300	9,5	9,1	9,1
1000	8,5	8,3	8,3
2000	4,9	4,0	4,3

1) Esta corrección es necesaria porque el valor de presión teniendo en cuenta la presencia (en el campo acústico) de la cabeza del operador que escucha está referido al orificio exterior del canal auditivo, mientras que en el oído artificial la sonda del micrófono se coloca en la parte inferior de la cavidad de este oído artificial; la región correspondiente al orificio externo del canal auditivo del oído humano se halla cerca de la parte superior de la cavidad del oído artificial. Esta corrección tiene gran importancia en las frecuencias elevadas. Las diferencias entre los valores medidos (así corregidos) y los valores teóricos se deben a pequeñas variaciones de las características "eficacia-frecuencia" de los receptores.

En la práctica, al ajustar las ganancias de los amplificadores de los sistemas transmisores y receptores, es necesario tener en cuenta las diferencias entre las características "eficacia-frecuencia" individuales de los micrófonos y de los receptores. El Laboratorio del C.C.I.T.T. dispone de la documentación necesaria para determinar esas correcciones a base de las pequeñas variaciones de eficacia de los micrófonos y de los receptores que se observan durante las mediciones de calibrado. La figura 5 muestra el hipsograma del A.R.A.E.N. en su posición de "ajuste normal".

RECOMENDACIÓN P.42 (modificada en Mar del Plata, 1968)

SISTEMAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA

Existen tres tipos de sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia. Estos tres tipos deben responder a las condiciones que se indican a continuación y tienen las denominaciones siguientes:

1. Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (abreviadamente, N.O.S.F.E.R.).

2. Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia.

3. Sistemas patrón de trabajo.

El nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.) es el utilizado en el Laboratorio del C.C.I.T.T.

Antiguamente, los equivalentes de referencia se determinaban con relación al sistema fundamental europeo de referencia para la transmisión telefónica (S.F.E.R.T.), definido en las páginas 27 a 43 del tomo IV del Libro Verde del C.C.I.F.[1]).

Los valores de equivalentes de referencia determinados por comparación directa o indirecta con el S.F.E.R.T., siguen siendo válidos.

En otro tiempo, se utilizaban también los sistemas de referencia para la transmisión telefónica descritos en las páginas 27 a 43 del tomo IV del Libro Verde del C.C.I.F.

A. Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.)

Este sistema está constituido por el A.R.A.E.N. (descrito en la Recomendación P.41), con las modificaciones siguientes:

1. Sistema transmisor

La distancia de conversación (medida entre el plano tangente al anillo de guarda del lado de los labios del operador que habla y el centro de la rejilla del micrófono) es de 14 centímetros.

A la salida del amplificador de transmisión se inserta una red correctora, definida por las figuras 1 y 2 y los Cuadros 1 y 2.

---

1) Como el Laboratorio del C.C.I.T.T. dispone de un aparato de transmisión de alta calidad (A.R.A.E.N.), se ha creído razonable no conservar en el Laboratorio del C.C.I.T.T. más que un sistema de referencia, que, modificado convenientemente, pudiera reemplazar al S.F.E.R.T.; las pruebas realizadas han demostrado que esto era posible.

El S.F.E.R.T. es un sistema antiguo, cuyas piezas son difíciles de reemplazar; además, sus características físicas se han definido arbitrariamente. Por ello, sería difícil reconstruirlo en caso de destrucción parcial o total.

El volúmetro del A.R.A.E.N., cuyas características se indican en el Suplemento N.° 10 del presente tomo, está conectado en derivación a los terminales de salida del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

2. Sistema receptor

A la entrada del amplificador de recepción se inserta una red correctora como la definida en las figuras 3 y 4 y en los Cuadros 3 y 4, en lugar de la red correctora de distorsión del sistema receptor del A.R.A.E.N.[1] (véase la figura 1 de la Recomendación P.41).

---

1) En la actual constitución del A.R.A.E.N., esta red realiza dos funciones:

1) Corrige la distorsión de los receptores del A.R.A.E.N., y

2) Tiene en cuenta, para una transmisión en el aire libre a una distancia igual a 1 metro de aire, la deformación del campo acústico debida a la cabeza del operador que escucha.

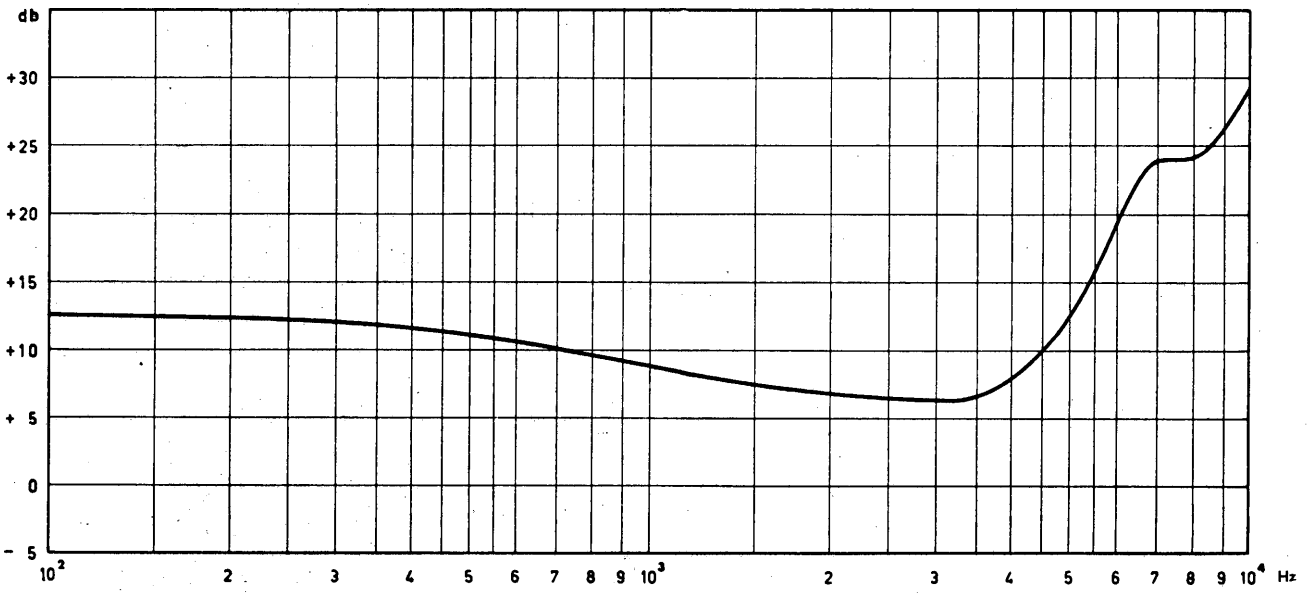


Figura 1.- Curva característica de la atenuación de inserción (medida entre dos resistencias puras de 600 ohmios) de la red correctora del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

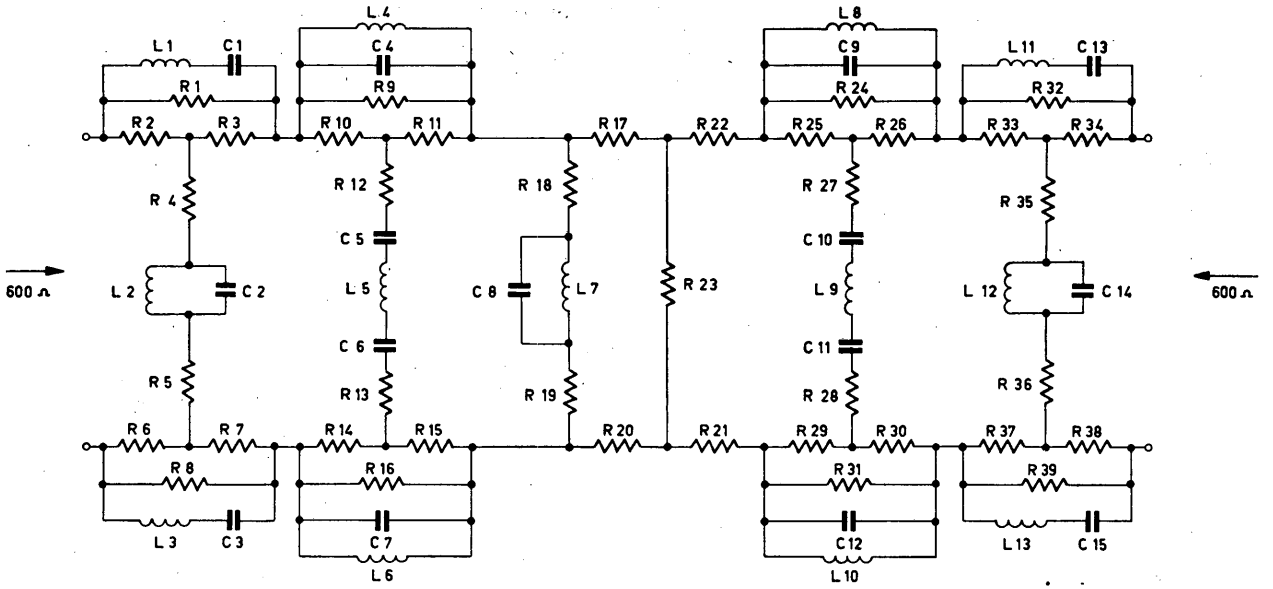


Figura 2.- Esquema de principio de la red correctora del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

Cuadro 1

Atenuación de inserción de la red correctora del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

(medida en el Laboratorio del C.C.I.T.T. entre dos resistencias puras de 600 ohmios)

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
100	12,6	1200	8,1	4000	7,6
200	12,3	1300	7,9	4500	9,6
300	12,2	1400	7,8	5000	12,2
350	11,8	1500	7,5	5500	15,5
400	11,5	1800	7,0	6000	19,0
450	11,1	2000	6,8	6500	21,8
500	11,0	2200	6,7	7000	23,7
550	10,7	2500	6,5	7500	24,0
600	10,5	2700	6,4	8000	23,8
700	10,3	3000	6,2	8500	24,6
800	9,6	3200	6,3	9000	25,8
900	9,1	3400	6,3	9500	27,5
1000	8,7	3600	6,6	10000	28,9
1100	8,3	3800	7,0		

Cuadro 2

Valores de los elementos constitutivos de la red correctora del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. (fig. 2)

R		L					C	
(no inductivo)				Resistencia en corriente continua	Factor de calidad en la frecuencia de resonancia	(f_r)		
	ohmios		mH	ohmios	(f_r)	Hz		$/^{u}F$
R_1 R_8	372	L_1 L_3	2,265	0,61	106	3 900	C_1 C_3	0,736
R_2 R_3	300	L_2	132,7	32,81	94,5	3 900	C_2	0,0126
R_4 R_5	241,5	L_4 L_6	9,09	2,37	209	10 000	C_4 C_7	0,0217
R_6 R_7	300	L_5	5,01	1,31	205	10 000	C_5 C_6	0,101
R_9 R_{16}	3477	L_7	4,04	1,02	203	10 000	C_8	0,1475
R_{10} R_{11}	300	L_8 L_{10}	4,33	1,10	157	6 700	C_9 C_{12}	0,1298
R_{12} R_{13}	25,88	L_9	23,4	5,54	159	6 700	C_{10} C_{11}	0,0483
R_{14} R_{15}	300	L_{11} L_{13}	5,25	1,34	92,5	3 850	C_{13} C_{15}	0,318
R_{17} R_{20}	13,81	L_{12}	55,8	13,94	88,5	3 850	C_{14}	0,029
R_{18} R_{19}	579							
R_{21} R_{22}	13,81							
R_{23}	6505							
R_{24} R_{31}	765							
R_{25} R_{26}	300							
R_{27} R_{28}	113							
R_{29} R_{30}	300							
R_{32} R_{39}	125							
R_{33} R_{34}	300							
R_{35} R_{36}	722							
R_{37} R_{38}	300							
Tolerancias	$\pm$ 0,5%		$\pm$ 0,5%					$\pm$ 0,5%

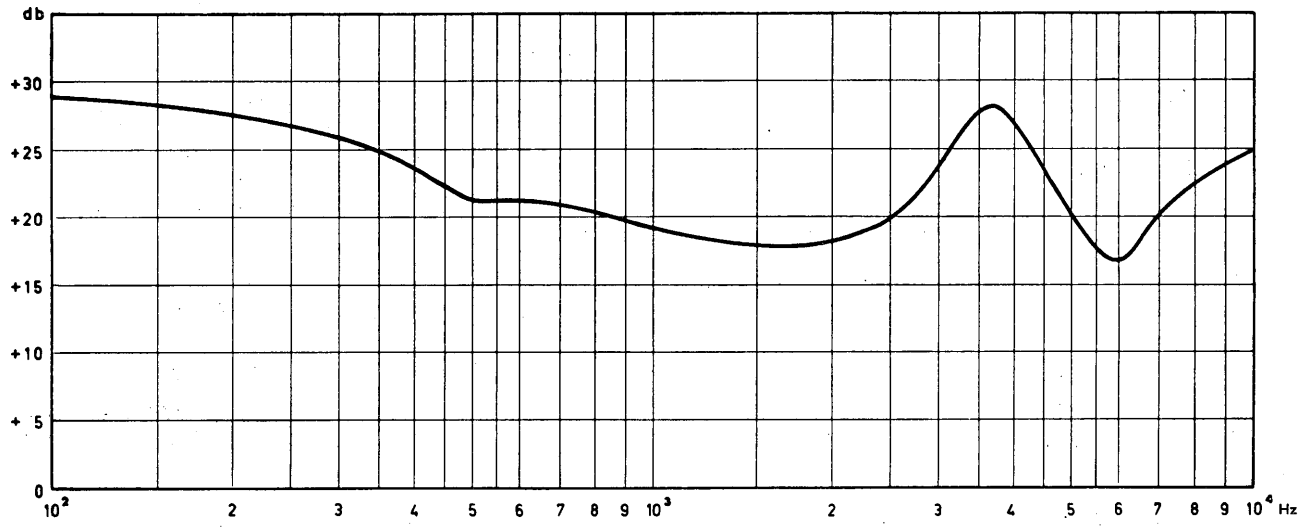


Figura 3.- Curva característica de la atenuación de inserción (entre dos resistencias puras de 600 ohmios) de la red correctora del sistema receptor del N.O.S.F.E.R.

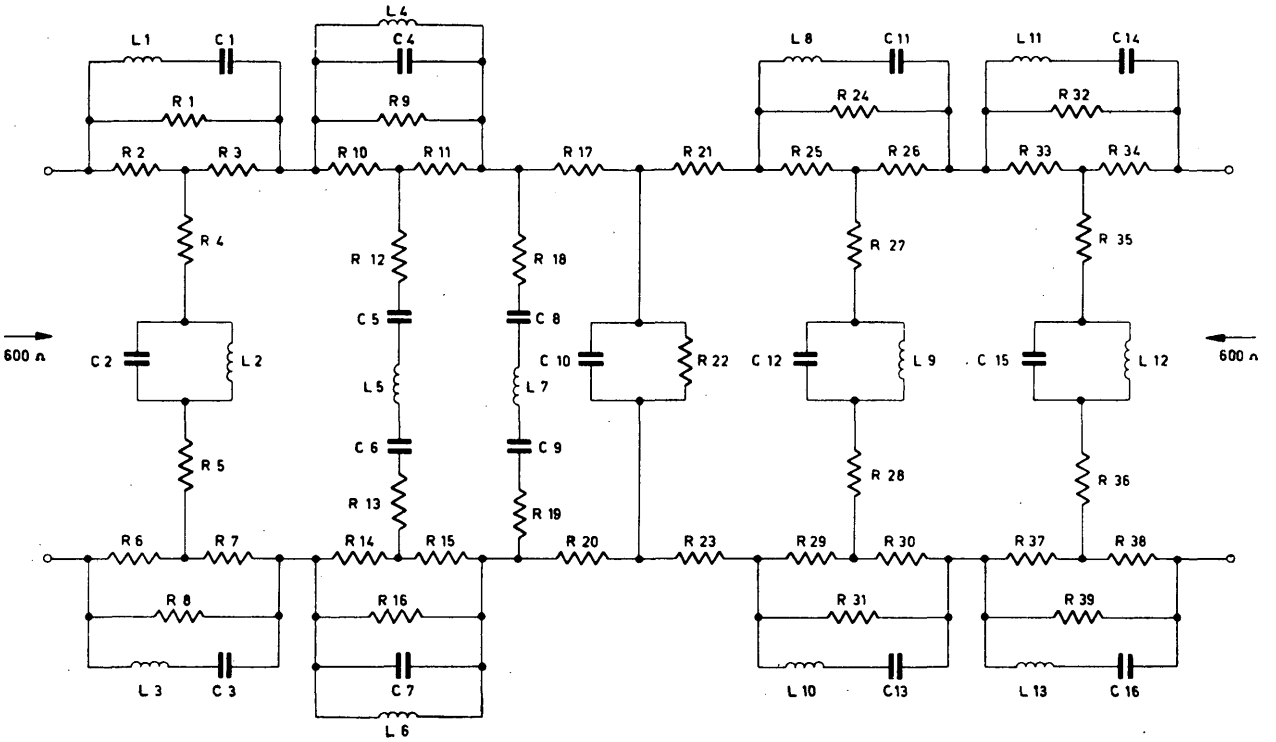


Figura 4.- Esquema de principio de la red correctora del sistema receptor del N.O.S.F.E.R.

Cuadro 3

Atenuación de inserción de la red correctora del sistema receptor del N.O.S.F.E.R.

(medida en el Laboratorio del C.C.I.T.T. entre dos resistencias puras de 600 ohmios)

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
100	28,7	1200	18,3	4000	27,0
200	27,3	1300	18,0	4500	23,3
300	25,8	1400	17,9	5000	20,2
350	24,7	1500	17,8	5500	17,6
400	23,8	1800	17,8	6000	16,4
450	22,2	2000	18,0	6500	18,0
500	21,4	2200	18,6	7000	19,7
550	21,1	2500	19,8	7500	21,3
600	21,2	2700	21,0	8000	22,2
700	20,9	3000	23,3	8500	23,1
800	20,2	3200	25,3	9000	23,8
900	19,7	3400	27,0	9500	24,4
1000	19,0	3600	28,3	10000	24,7
1100	18,7	3800	28,2		

Cuadro 4

Valores de los elementos constitutivos de la red correctora del sistema receptor del N.O.S.F.E.R. (fig. 4)

R		L					C	
(no inductiva)				Resistencia en corriente continua ohmios	Factor de calidad en la frecuencia de resonancia (f_r)	(f_r)		
	ohmios		mH			Hz		μF
R_1 R_8	1071	L_1 L_3	10.64	2.63	50.5	2 000	C_1 C_3	0.5956
R_2 R_3	300	L_2	107.2	29.61	43.6	2 000	C_2	0.05906
R_4 R_5	84	L_4 L_6	7.975	1.90	90	3 700	C_4 C_7	0.2318
R_6 R_7	300	L_5	41.74	11.42	81.6	3 700	C_5 C_6	0.08862
R_9 R_{16}	764.5	L_7	658	167.2	71	3 300	C_8 C_9	0.00709
R_{10} R_{11}	300	L_8 L_{10}	18.27	5.16	122	5 900	C_{10}	0.022
R_{12} R_{13}	117.8	L_9	7.171	1.78	136	5 900	C_{11} C_{13}	0.03984
R_{14} R_{15}	300	L_{11} L_{13}	91.2	23.6	12.1	500	C_{12}	0.1015
R_{17} R_{20}	108.8	L_{12}	200	54.34	11.4	500	C_{14} C_{16}	1.111
R_{18} R_{19}	1650						C_{15}	0.5068
R_{21} R_{23}	108.8							
R_{22}	718.4							
R_{24} R_{31}	411.4							
R_{25} R_{26}	300							
R_{27} R_{28}	218.8							
R_{29} R_{30}	300							
R_{32} R_{39}	100.2							
R_{33} R_{34}	300							
R_{35} R_{36}	898							
R_{37} R_{38}	300							
Tolerancias	± 0.5%		± 0.5%					± 0.5%

B. Ajuste normal del N.O.S.F.E.R.

Ajustado el A.R.A.E.N. para tener en cuenta las características del micrófono utilizado, se insertan las redes correctoras descritas en la sección A precedente y se ajusta la distancia de conversación en 14 cm. La ganancia del amplificador de recepción con relación a su ajuste en el A.R.A.E.N. ("normal" + 1 dB) se aumenta 14 dB; no hay que modificar la ganancia del amplificador de transmisión.

1. Eficacia del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

Como se ha dicho, el ajuste de la ganancia del amplificador de transmisión no se modifica al pasar de la constitución "sistema transmisor del A.R.A.E.N." a la constitución "sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.".

La ganancia nominal de conjunto del preamplificador del micrófono (47 dB) y del amplificador de transmisión (42 dB), independiente de la frecuencia, es igual a 89 decibelios.

La ganancia del amplificador de transmisión puede variar ligeramente para tener en cuenta el tipo de micrófono utilizado.

El ajuste de la ganancia del amplificador se obtiene mediante las operaciones siguientes, descritas en el cuadro que figura más abajo:

a) Se toma la media aritmética de los tres valores de eficacia del micrófono (expresada en dB con relación a 1 voltio/baria) medidos en el campo acústico libre en las frecuencias de 100, 300 y 900 Hz; se restan 6,1 dB, valor de la atenuación media de inserción para estas tres frecuencias de la red correctora de distorsión del micrófono.

b) Se cambia el signo del resultado de a) (para obtener el valor en que debe ajustarse la ganancia del amplificador de transmisión) y se restan 89 dB (ajuste normal); se determina así la corrección que ha de efectuarse en el ajuste del amplificador de transmisión.

Hz	Ganancia nominal del conjunto (preamplificador del micrófono/ amplificador de transmisión (dB)	Eficacia del micrófono (N.° 1292) en campo libre (dB con relación a 1 voltio/ baria)	Atenuación de la red correctora del micrófono (dB)	(2 - 3)	Corrección que hay que efectuar en el ajuste del amplificador de transmisión (con el micrófono N.° 1292)
	1	2	3	4	5
100	89,0	- 85,2	4,5	- 89,7	
300	89,0	- 81,1	8,0	- 89,1	- (- 89,2) - 89
900	89,0	- 83,0	5,8	- 88,8	
Medias	89,0	- 83,1	6,1	- 89,2	+ 0,2

Estas correcciones han sido determinadas por la Administración británica. En el caso particular del micrófono N.° 1292, la corrección es de +0,2 dB. Los dos controles de la ganancia del amplificador de transmisión se colocan, pues, en las posiciones "normal" y "+0,2", respectivamente.

El Laboratorio calibra periódicamente los micrófonos con un acoplador cerrado particular, asociado al dispositivo especial de calibrado del Laboratorio. Estas mediciones permiten comprobar la estabilidad de los micrófonos y determinar, en su caso, su variación en el tiempo. Si se observa una variación superior a 1 dB, se rechaza el micrófono. De observarse una variación de la eficacia media incluso inferior a 1 dB, se modifica en consecuencia la ganancia del amplificador de transmisión.

En el Cuadro 5 se señalan los valores característicos que definen la variación, en función de la frecuencia, de la eficacia del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R., calculados en cada frecuencia a partir del valor medio (para cierto número de micrófonos) de la eficacia en campo acústico libre.

En el Cuadro 6 se indican los valores característicos que definen la variación, en función de la frecuencia, de la eficacia del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R., determinados a partir de la eficacia del micrófono N.° 1292, medida en campo libre (valores suministrados por la Administración británica) y en el acoplador cerrado. La ganancia del amplificador de transmisión se ha ajustado en el valor correspondiente a dicho micrófono ("normal" + 0,2).

Cuadro 5

Valores característicos de la variación, en función de la frecuencia de la eficacia del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. calculados a partir de los valores de eficacia media de cierto número de micrófonos, medida en campo libre

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema transmisor (con el amplificador de transmisión ajustado en normal + 0,4)	Eficacia media de cierto número de micrófonos, medida en campo acústico libre*) (dB con relación a 1 voltio/baria)	Eficacia del sistema transmisor en el campo acústico libre (dB voltio/1/baria) (1 + 2)
	1	2	3
80	+73,2	-86,8	-13,6
100	+72,9	-85,6	-12,7
120	+72,4	-84,6	-12,2
200	+70,8	-82,4	-11,6
300	+69,5	-81,6	-12,1
400	+69,6	-81,7	-12,1
500	+70,4	-81,7	-11,3
600	+71,5	-81,5	-10,0
700	+72,6	-82,0	- 9,4
800	+73,7	-82,3	- 8,6
900	+74,5	-82,7	- 8,2
1000	+75,4	-83,4	- 8,0
1500	+77,9	-85,8	- 7,9
2000	+79,2	-86,6	- 7,4
2500	+79,9	-87,4	- 7,5
3000	+80,2	-86,5	- 6,3
3500	+80,2	-86,0	- 5,8
4000	+79,1	-85,9	- 6,8
4500	+77,2	-85,6	- 8,4
5000	+74,5	-85,4	-10,9
5500	+71,4	-85,9	-14,5
6000	+67,5	-85,6	-18,1
6500	+65,0	-84,3	-19,3
7000	+62,9	-84,7	-21,8

*) Valores extraídos del Informe de investigación N.° 13200 de la Administración británica (abril de 1950).

Cuadro 6

Valores característicos de la variación, en función de la frecuencia, de la eficacia del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R., calculados a partir de los valores de eficacia de un micrófono determinado (N.° 1292)

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema transmisor (con el amplificador de transmisión ajustado en normal + 0,2)	Eficacia del micrófono N.° 1292 medida en campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/baria)	Eficacia del sistema transmisor en el campo acústico libre para el micrófono asociado N.° 1292 (1 + 2)	Eficacia del micrófono N.° 1292, medida en el acoplador cerrado (dB con relación a 1 voltio/baria)	Eficacia del sistema transmisor con el micrófono asociado N.° 1292, medida en el acoplador cerrado (1 + 4)
	1	2	3	4	5
80	+73,0	-86,8	-13,8	-89,9	-16,9
100	+72,7	-85,2	-12,5	-87,7	-15,0
120	+72,2	-83,9	-11,7	-86,2	-14,0
200	+70,6	-81,6	-11,0	-83,3	-12,7
300	+69,3	-81,1	-11,8	-82,6	-13,3
400	+69,4	-81,5	-12,1	-82,6	-13,2
500	+70,2	-81,1	-10,9	-82,6	-12,4
600	+71,3	-81,0	- 9,7	-82,6	-11,3
700	+72,4	-81,7	- 9,3	-82,7	-10,3
800	+73,5	-82,6	- 9,1	-82,8	- 9,3
900	+74,3	-83,0	- 8,7	-83,0	- 8,7
1000	+75,2	-83,2	- 8,0	-83,2	- 8,0
1500	+77,7	-85,6	- 7,9	-84,6	- 6,9
2000	+79,0	-86,7	- 7,7	-85,8	- 6,8
2500	+79,7	-87,8	- 8,1	-86,2	- 6,5
3000	+80,0	-86,6	- 6,6	-85,9	- 5,9
3500	+80,0	-85,3	- 5,3	-85,3	- 5,3
4000	+78,9	-85,0	- 6,1	-85,0	- 6,1
4500	+77,0	-84,9	- 7,9	-84,6	- 7,6
5000	+74,3	-84,7	-10,4	-84,1	- 9,8
5500	+71,2	-86,0	-14,8	-83,0	-11,8
6000	+67,3	-84,8	-17,5	-79,2	-11,9
6500	+64,8	-83,2	-18,4	-76,6	-11,8
7000	+62,7	-84,7	-22,0		

El Cuadro 7 contiene información sobre la eficacia del sistema transmisor, determinada a base de las mediciones efectuadas en la cámara anecoica con la boca artificial de la Administración Suiza, estando colocado el micrófono a 14 cm de la boca, con la rejilla en posición horizontal. La presión acústica se midió antes de colocar el micrófono en posición.

La boca artificial se describe en el Anexo 10 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

Estas mediciones se efectuaron en la cámara anecoica de la Administración Suiza (en Berna), en julio de 1958.

En la figura 5 se indican las características "eficacia-frecuencia" del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R., calculadas a base de los valores de eficacia del micrófono medidos en diferentes condiciones de calibrado.

2. Eficacia del sistema receptor del N.O.S.F.E.R.

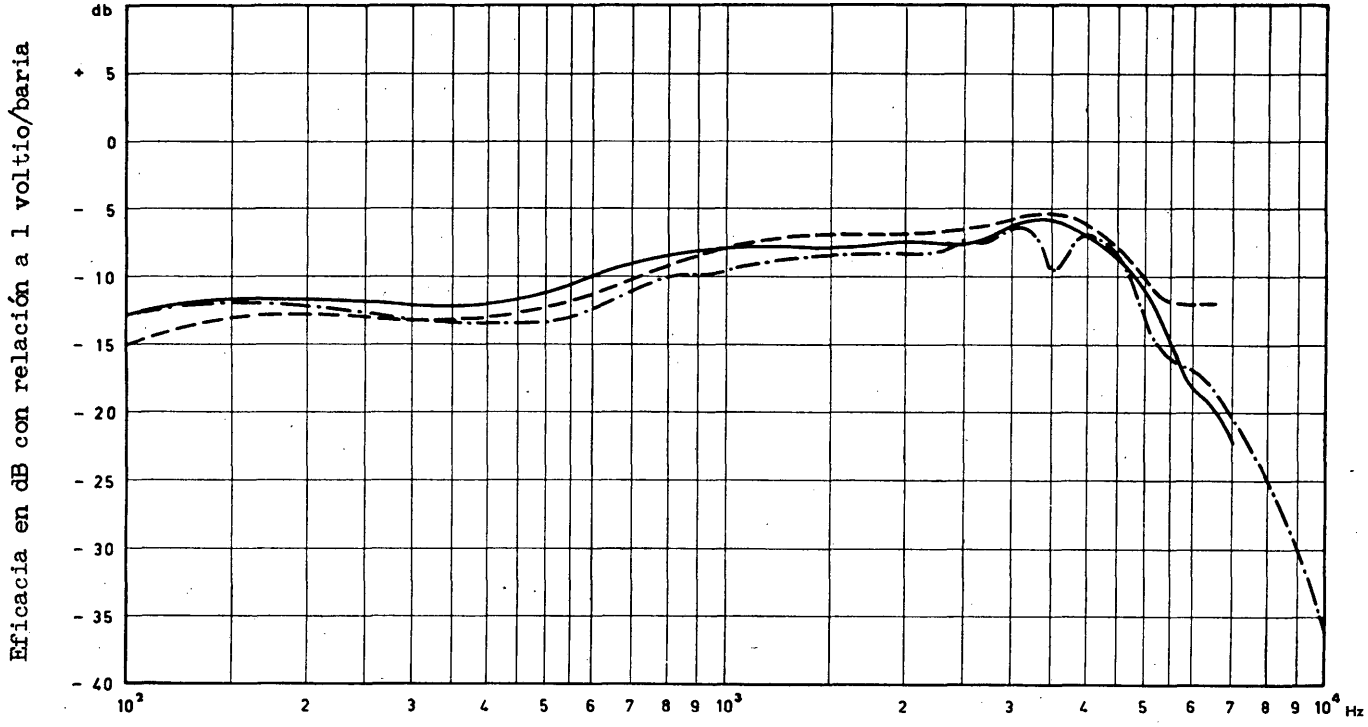
Los dos controles de la ganancia del amplificador de recepción se ajustan, respectivamente, en las posiciones "+ 14 dB" y "+ 1 dB". La ganancia nominal del amplificador de recepción del sistema receptor del N.O.S.F.E.R. se ajusta en el valor fijo de 37 dB.

En el Cuadro 8 (columna 5), se dan los valores característicos de la eficacia del sistema receptor del N.O.S.F.E.R. Los valores de eficacia del receptor considerado en los cálculos se han extraído del Informe de investigación N.° 13200 (abril de 1950) de la Administración británica.

Dichos valores corresponden a la eficacia media, menos 1 dB, de cierto número de receptores. La eficacia nominal media de un receptor, en las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz, se ha fijado en + 43,7 dB, con relación a 1 baria por voltio.

En la práctica, los cuatro receptores utilizados tienen características "eficacia-frecuencia" diferentes de la característica media precedentemente definida. Por lo general, la eficacia de un receptor es superior a ese valor medio; además, se ha introducido una corrección de 1 dB en el caso citado, de suerte que las variaciones de los receptores individuales con relación al valor medio podrán compensarse por medio de atenuadores.

Cuando la característica de un receptor está dentro de los límites fijados, se adapta al receptor un atenuador especial variable por pasos de 0,25 dB, de modo que el valor medio de su eficacia en las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz sea igual a + 43,7 dB $\pm$ 0,4 dB, con relación a una baria por voltio.



——— Valores calculados a partir de la eficacia media de cierto número de micrófonos, medida en campo libre.

— — — — Valores calculados a partir de la eficacia del micrófono N.° 1292, medida en acoplador cerrado.

— · — · — · Valores calculados a partir de la eficacia del micrófono N.° 1292, medida en la cámara anecoica (Berna)

Figura 5.- Curva característica de funcionamiento del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R.

Cuadro 7

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema transmisor (dB) 1	Eficacia del micrófono N.º 1292, medida en campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/baria) 2	Eficacia del sistema transmisor en el campo acústico libre (1 + 2) (dB con relación a 1 voltio/baria) 3
100	+72,7	-85,6	-12,9
200	+70,6	-82,9	-12,3
300	+69,3	-82,4	-13,1
400	+69,4	+82,9	-13,5
500	+70,2	-83,6	-13,4
600	+71,3	-83,7	-12,4
700	+72,4	-83,6	-11,2
800	+73,5	-83,6	-10,1
900	+74,3	-84,4	-10,1
1000	+75,2	-84,8	- 9,6
1100	+75,9	-85,2	- 9,3
1200	+76,5	-85,7	- 9,2
1300	+77,0	-85,7	- 8,7
1400	+77,3	-86,2	- 8,9
1500	+77,7	-86,3	- 8,6
1800	+78,7	-87,3	- 8,6
2000	+79,0	-87,3	- 8,3
2200	+79,2	-87,6	- 8,4
2500	+79,7	-87,0	- 7,3
2700	+79,8	-87,4	- 7,6
3000	+80,0	-86,4	- 6,4
3300	+80,0	-86,6	- 6,6
3500	+80,0	-89,6	- 9,6
4000	+78,9	-84,9	- 6,0
4500	+77,0	-84,8	- 7,8
5000	+74,3	-87,1	-12,8
5500	+71,2	-87,2	-16,0
6000	+67,3	-84,0	-16,7
6500	+64,8	-	-
7000	+62,7	-82,7	-20,0
8000	+62,4	-87,0	-24,6
10000	+56,9	-92,6	-35,7

Cuadro 8

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor (terminada en 88 ohmios)	Corrección de 12 dB a la salida del adaptador de impedancia de los receptores (4 receptores en serie)	Eficacia media, -1 dB, de un receptor (dB con relación a 1 baria/voltio)	Eficacia nominal del sistema receptor (dB con relación a 1 baria/voltio)
	1	2	3	4
80	-12,5	-12,0	+45,4	+20,9
100	-12,2		+46,0	+21,8
120	-12,0		+46,3	+22,3
200	-10,8		+46,6	+23,8
300	- 8,8		+46,1	+25,3
400	- 6,9		+45,3	+26,4
700	- 4,0		+43,1	+27,1
1000	- 2,8		+41,2	+26,4
1500	- 1,2		+40,0	+26,8
2000	- 1,1		+41,4	+28,3
2500	- 3,0		+43,3	+28,3
3000	- 6,7		+45,9	+27,2
3500	-11,2		+47,8	+24,6
4000	-10,7		+47,9	+25,2
4500	- 7,0		+47,0	+28,0
5000	- 3,7		+45,5	+29,8
5500	- 2,0		+46,3	+32,3
6000	- 0,3		+48,2	+35,9
6500	- 1,9		+52,0	+38,1
7000	- 3,8	-12,0	+55,2	+39,4
Media de las eficacias en las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz			+43,7	+25,4

En el Cuadro 9, se indican los valores característicos que definen, para cada uno de los cuatro canales de escucha, la eficacia del sistema receptor del N.O.S.F.E.R., con el juego de cuatro receptores especiales utilizados.

La figura 6 muestra las características "eficacia-frecuencia" del sistema receptor del N.O.S.F.E.R.

Cuadro 9

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor (terminada en los 4 receptores en serie)	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor relativa a cada canal de escucha (cuatro receptores en serie) Receptores N.os				Eficacia de los receptores (dB con relación a 1 baria/voltio) Receptores N.os				Eficacia del sistema receptor con cada uno de los cuatro receptores (dB con relación a 1 baria/voltio) Receptores N.os				Medias de las eficacias del sistema receptor con los 4 receptores (dB con relación a 1 baria/voltio)
		936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	
100	−12,3	−24,3	−24,4	−25,0	−24,8	**+45,0**	**+45,5**	**+45,5**	**+47,5**	**+20,7**	**+21,1**	**+20,5**	**+22,7**	**+21,2**
200	−11,0	−22,7	−22,8	−23,2	−23,1	+46,1	+46,9	+46,6	+46,4	+23,4	+24,1	+23,4	+23,3	+23,5
300	− 9,3	−20,9	−21,0	−21,7	−21,6	**+45,5**	**+46,0**	**+45,1**	**+45,6**	**+24,6**	**+25,0**	**+23,4**	**+24,0**	**+24,2**
400	− 7,3	−18,9	−19,0	−19,8	−19,7	+45,2	+45,4	+45,2	+45,1	+26,3	+26,4	+25,4	+25,4	+25,9
500	− 5,0	−16,6	−16,7	−17,3	−17,2	+44,5	+44,5	+44,5	+43,5	+27,9	+27,8	+27,2	+26,3	+27,3
600	− 4,8	−16,4	−16,6	−17,1	−17,0	+43,9	+44,0	+43,8	+43,5	+27,5	+27,4	+26,7	+26,5	+27,0
700	− 4,4	−16,0	−16,2	−16,8	−16,7	+43,5	+43,5	+43,0	+43,0	+27,5	+27,3	+26,2	+26,3	+26,8
800	− 3,8	−15,4	−15,6	−16,2	−16,1	+42,7	+42,7	+42,4	+42,0	+27,3	+27,1	+26,2	+25,9	+26,6
900	− 3,2	−14,8	−15,0	−15,7	−15,5	+42,4	+42,2	+42,0	+41,5	+27,6	+27,2	+26,3	+26,0	+26,8
1000	− 2,7	−14,3	−14,4	−15,0	−14,9	**+42,0**	**+41,8**	**+41,5**	**+41,0**	**+27,7**	**+27,4**	**+26,5**	**+26,1**	**+26,9**
1100	− 2,3	−13,9	−14,0	−14,7	−14,6	+41,5	+41,5	+41,0	+40,7	+27,6	+27,5	+26,3	+26,1	+26,9
1200	− 1,8	−13,5	−13,6	−14,3	−14,2	+41,0	+41,0	+40,7	+40,5	+27,5	+27,4	+26,4	+26,3	+26,9
1300	− 1,6	−13,2	−13,3	−14,0	−13,9	+41,0	+41,0	+40,6	+40,1	+27,8	+27,7	+26,6	+26,2	+27,1
1500	− 1,1	−12,8	−12,9	−13,6	−13,4	+40,7	+40,8	+40,5	+39,4	+27,9	+27,9	+26,9	+26,0	+27,2
1800	− 1,0	−12,7	−12,8	−13,4	−13,3	+40,7	+40,5	+39,7	+39,0	+28,0	+27,7	+26,3	+25,7	+26,9
2000	− 1,2	−12,7	−12,9	−13,6	−13,5	**+41,4**	**+41,2**	**+40,5**	**+39,9**	**+28,7**	**+28,3**	**+26,9**	**+26,4**	**+27,6**
2100														
2400														
2500	− 2,8	−14,8	−14,5	−15,1	−15,0	+42,9	+43,1	+42,2	+41,8	+28,1	+28,6	+27,1	+26,8	+27,6
2700	− 4,0	−15,6	−15,8	−16,4	−16,3	+44,0	+44,5	+43,5	+43,0	+28,4	+28,7	+27,1	+26,7	+27,7
3000	− 6,5	−18,0	−18,2	−18,9	−18,9	+45,8	+46,2	+45,2	+44,5	+27,8	+28,0	+26,3	+25,6	+26,9
3300	− 9,2	−20,7	−20,9	−21,6	−21,6	+47,5	+48,0	+47,0	+46,5	+26,8	+27,1	+25,4	+24,9	+26,0
3600	−11,0	−22,6	−22,8	−23,5	−23,4	+48,5	+49,0	+48,0	+48,0	+25,9	+26,2	+24,5	+24,6	+25,3
4000	−10,0	−21,7	−21,9	−22,6	−22,3	+48,8	+48,7	+48,2	+48,7	+27,1	+26,8	+25,6	+26,4	+26,5
4500	− 6,8	−18,4	−18,6	−19,2	−18,9	+48,0	+48,1	+47,5	+48,7	+29,6	+29,5	+28,3	+29,8	+29,3
5000	− 3,8	−15,4	−15,6	−16,2	−16,0	+46,2	+46,3	+45,8	+47,8	+30,8	+30,7	+29,6	+31,8	+30,7
6000	− 0,2	−11,8	−12,0	−12,6	−12,4	+49,9	+49,9	+48,8	+52,4	+38,1	+37,9	+36,2	+40,0	+38,0
7000	− 3,4	−15,0	−15,1	−15,8	−15,7									
	Medias de las eficacias en las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz . . .					+43,5	+43,6	+43,2	+43,5	+25,4	+25,4	+24,3	+24,8	+25,0
	Atenuación suplementaria					b=1,5dB	b=1,5dB	b=2,0dB	b=2,0dB					

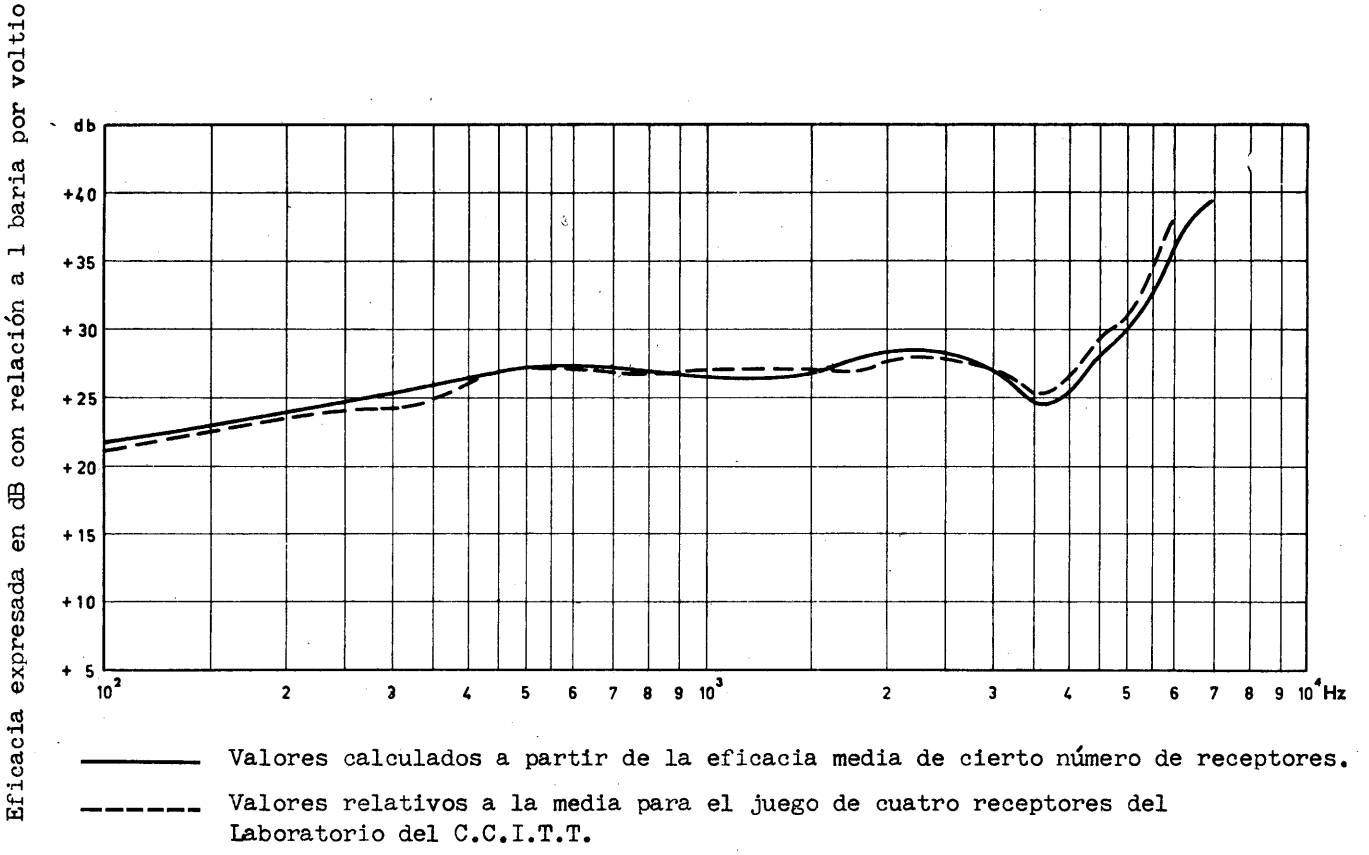


Figura 6.- Características "eficacia-frecuencia" del sistema receptor del N.O.S.F.E.R. (valores calculados a partir del calibrado de los receptores con el oído artificial del A.R.A.E.N.)

3. Hipsograma del N.O.S.F.E.R.

La figura 7 ilustra el hipsograma teórico del N.O.S.F.E.R.

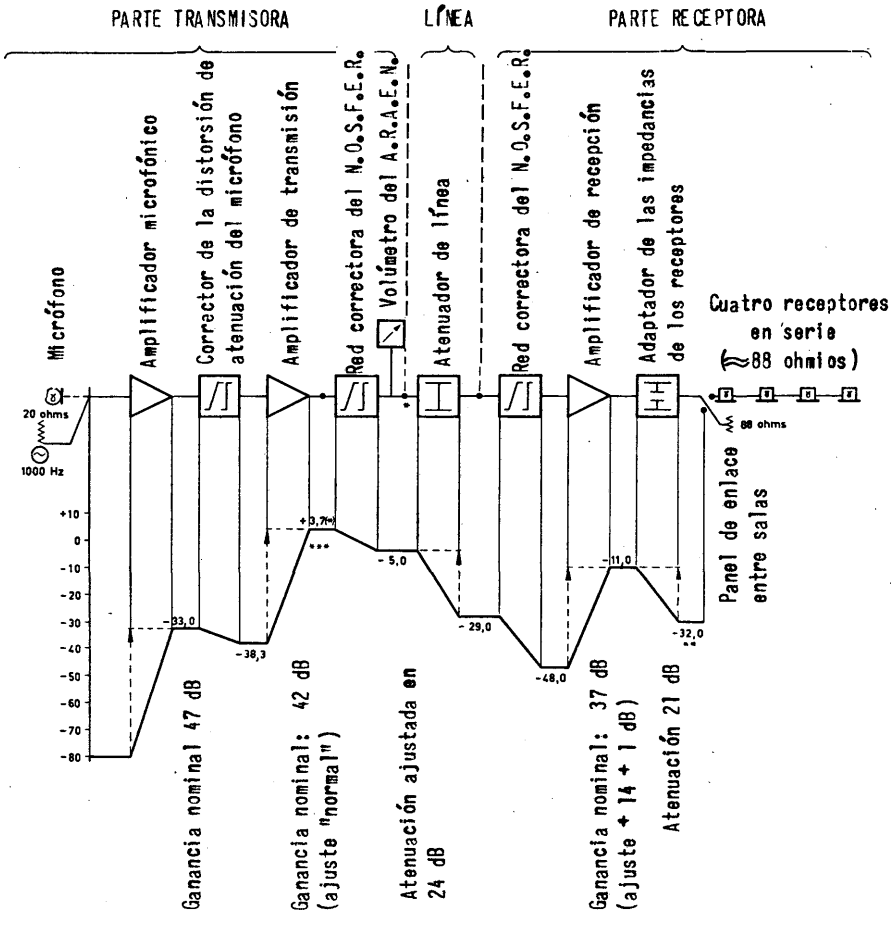


Figura 7.- Hipsograma del N.O.S.F.E.R. cuando se aplica al jack del micrófono un generador de impedancia interna de 20 ohmios que da una señal de medida sinusoidal de 1000 Hz con un nivel de -80 dB con relación a 1 voltio, en las condiciones de ajuste siguientes:

amplificador de transmisión: "normal"

amplificador de recepción: "14 dB + 1 dB"

atenuador de línea: 24 dB

Véanse las notas en la página siguiente.

*) El volumen medido en este punto con el volúmetro del A.R.A.E.N. es de -10 dB (con relación a 1 voltio) cuando el operador habla con la potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas.

**) Con una tolerancia de $\pm$ 0,3 dB (valor determinado a partir de mediciones de mantenencia escalonadas a lo largo de un periodo de seis meses).

***) Este valor, así como los valores de los niveles medidos en los diferentes puntos siguientes de la cadena de transmisión, dependen del micrófono que se emplee. (Véanse B.1 más arriba y el párrafo 6 del Suplemento N.° 9 del presente tomo, ajuste de la ganancia del amplificador de transmisión.)

C. Potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas

El volúmetro del A.R.A.E.N. está conectado a la salida del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. Los controles de la sensibilidad del volúmetro deben ajustarse en -10 decibelios y el operador hablará ante el micrófono del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. con la potencia vocal necesaria para que la aguja del instrumento indicador llegue a la marca. Esa potencia vocal es la "potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas". El "volumen (de los sonidos vocales)" correspondiente a esta "potencia vocal normal" es el "volumen normal para las mediciones telefonométricas".

Observación 1.- En iguales condiciones, un medidor v.u. (véase el Suplemento N.° 11 del presente tomo) conectado a la salida del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. indicaría -9,4 v.u.

Observación 2.- El "volumen normal para las mediciones telefonométricas" se definía anteriormente por medio del "Indicador de Volumen" (véase el anexo 18, 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) que, conectado a la salida del sistema transmisor del S.F.E.R.T., debía indicar -16 dB.

Observación 3.- Las relaciones entre las indicaciones del volúmetro del A.R.A.E.N., del indicador de volumen y de un medidor v.u., resultantes de las Observaciones 1 y 2, sólo son válidas para determinar equivalentes de referencia. En el Suplemento N.° 14 al presente tomo se dan las relaciones entre las indicaciones de volúmetros de distintos tipos, en el curso de una conferencia telefónica.

D. Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia

Llámase "Sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia" a:

a) Un sistema constituido por una réplica del N.O.S.F.E.R.;

b) Un sistema que responde a la descripción dada en la sección 3.1.1.II del tomo IV del Libro Verde del C.C.I.F. (páginas 27 a 34).

Se supone:

1. Que tal sistema está definido por una descripción detallada que comprende el método apropiado de calibrado objetivo de los parámetros físicos del sistema;

2. Que este sistema se ha comparado directa o indirectamente con el "sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia".

La verificación indirecta de un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia puede efectuarse midiendo el equivalente de referencia de sistemas transmisores o receptores estables, por un lado con el sistema primario considerado y, por otro, con el N.O.S.F.E.R.

E. Sistemas patrón de trabajo

A los efectos de la aplicación de las Recomendaciones del C.C.I.T.T., se supone que se puede determinar el equivalente de referencia de un sistema comercial a base de la suma del equivalente relativo de ese sistema comercial con relación a un sistema patrón de trabajo y del equivalente de referencia de ese sistema patrón de trabajo (véase la Recomendación P.72).

En los anexos 1 y 2 a esta Recomendación se describen sistemas patrón de trabajo, con fines informativos.

Antes de ponerse oficialmente en servicio, todo sistema patrón de trabajo que no haya sido ya comparado con el S.F.E.R.T. ha de compararse con el N.O.S.F.E.R. o con un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia.

Esta comparación tiene por objeto definir las calidades de transmisión del elemento del sistema patrón de trabajo considerado, con relación a las

del elemento correspondiente del N.O.S.F.E.R. o del sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia. Indica en particular en cuantas unidades de transmisión (neperios o decibelios) es el sistema transmisor o el sistema receptor del sistema patrón de trabajo inferior o superior al sistema transmisor o al sistema receptor del N.O.S.F.E.R. (o del sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia).

El método de medida utilizado en el Laboratorio del C.C.I.T.T. es el llamado "de dos operadores con atenuación secreta" (véase la Recomendación P.72).

La medición se efectúa por comparación telefonométrica (por la voz y el oído) sustituyendo por el elemento que se desea comparar (sistema transmisor o sistema receptor) el elemento correspondiente del N.O.S.F.E.R. Una línea artificial de atenuación ajustable, añadida en serie al sistema más eficaz, permite lograr la equivalencia de las eficacias de los dos sistemas comparados.

Los esquemas generales de principio correspondientes al calibrado del sistema tranmisor o del sistema receptor del sistema patrón de trabajo se representan en las figuras 8 y 9, respectivamente.

El método de comparación utilizado por el Laboratorio del C.C.I.T.T. se basa en pruebas (equilibrios elementales, véase más adelante) hechas por dos operadores solamente (un operador que habla y un operador que escucha), y en el empleo de tres líneas de atenuación sin distorsión, con una impedancia característica de 600 ohmios para un ángulo igual a cero.

La atenuación de la primera de esas líneas A se fija en 24 decibelios en el Laboratorio del C.C.I.T.T.; el valor de esta atenuación ha de ser, en todo caso, superior a 1,8 neperios o 10 decibelios, a fin: 1) de ajustar la intensidad de la corriente en los sistemas receptores en un valor tal que se obtengan las mejores condiciones para las comparaciones auditivas; y 2) de impedir toda reacción eléctrica entre el sistema transmisor y el sistema receptor.

La segunda línea S introduce una atenuación llamada "secreta" porque el operador que escucha no conoce su valor; su atenuación puede variar entre 0 y 10 dB por pasos de 1 dB.

La tercera línea E, llamada "línea de equilibrio", está a disposición del operador que escucha y sirve para realizar el equilibrio sonoro.

Un conjunto de conmutadores (véanse las figuras 8 y 9) accionados simultáneamente asegura la conmutación necesaria para la comparación telefonométrica.

Sistemas patrón de trabajo

Un volúmetro (el del A.R.A.E.N.) permite al operador que habla alcanzar y mantener el volumen normal para las mediciones telefonométricas, definido en C. Los equivalentes de referencia del sistema transmisor y del sistema receptor del sistema patrón de trabajo considerado se obtienen a base de la media de cierto número de mediciones telefonométricas denominadas "equilibrios elementales".

Para la realización de un equilibrio elemental se procede de la manera siguiente:

a) Medición de un sistema transmisor (figura 8)

Cada equilibrio elemental lo realizan dos operadores. El operador que habla (P) pronuncia alternativamente ante cada micrófono una frase convencional[1]; la atenuación secreta se ajusta en un valor determinado.

En la figura 8 se observa que el valor total de la atenuación insertada entre el sistema transmisor medido y el sistema receptor del N.O.S.F.E.R. varía entre 24 dB y 34 dB (según el valor de la atenuación de la línea "secreta"). Actualmente, se utiliza en el Laboratorio del C.C.I.T.T. una variante de este método, a fin de dejar un mayor margen de variación para la atenuación de la "línea de equilibrio", lo que se ha revelado necesario con aparatos cuyo equivalente de referencia se aproxima al del sistema patrón: la suma S + A de las atenuaciones de las líneas S y A varía entre 24 dB y 34 dB; así, la atenuación de la línea "secreta" S puede variar entre 0 y 34 dB.

El operador (P) procura hablar en un tono normal, a la velocidad normal de conversación y conservar el "volumen normal para las mediciones telefonométricas". Además, acciona sincrónicamente los conmutadores para establecer los enlaces apropiados correspondientes al micrófono ante el cual habla. El operador que escucha (E) ajusta la línea de equilibrio de que dispone a fin de igualar las impresiones sonoras para los dos conjuntos de posiciones de los conmutadores.

b) Medición de un sistema receptor (figura 9)

Cada equilibrio elemental es realizado por dos operadores. El operador que habla (P) repite en un tono normal, a la velocidad normal de conversación y conservando el "volumen normal para las mediciones telefonométricas", las frases convencionales, ante el micrófono del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. Manipula los conmutadores para conectar sucesivamente el sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. al sistema receptor del N.O.S.F.E.R. o al sistema receptor del sistema patrón de trabajo. El

---

1) En el Laboratorio del C.C.I.T.T., la frase convencional es la siguiente: París, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun.

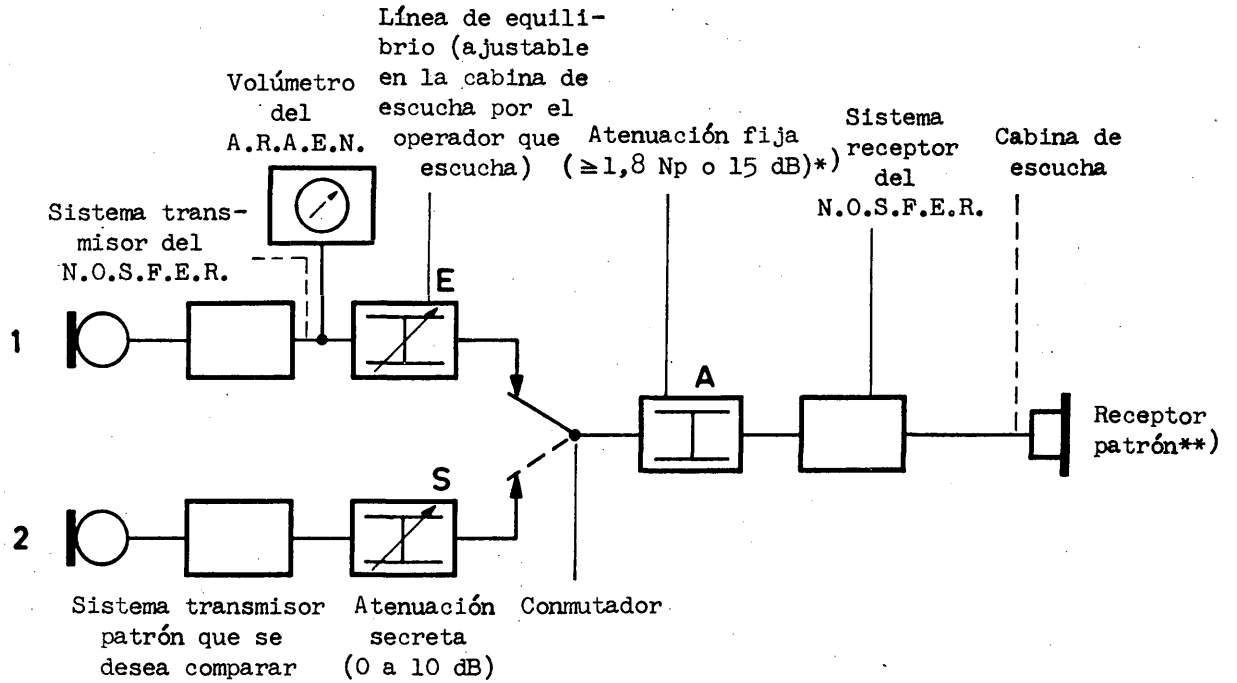


Figura 8.- Comparación de un sistema transmisor patrón con el sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. (método llamado "de dos operadores con atenuación secreta")

*) En el Laboratorio del C.C.I.T.T., este valor se fija en 24 dB

**) En el N.O.S.F.E.R. hay cuatro receptores montados en serie. Durante un equilibrio elemental, los otros tres receptores se ponen boca abajo sin desconectarlos

operador (E) escucha sucesivamente con los dos receptores (el del N.O.S.F.E.R. y el del sistema patrón de trabajo que se prueba). Ajusta, además, la línea de equilibrio de que dispone a fin de igualar las impresiones sonoras con cada uno de los dos receptores. En esta prueba, el Laboratorio utiliza la misma técnica que para el ajuste de las líneas de atenuación S y A, indicada en el punto a) precedente.

c) Inscripción de los resultados y análisis estadístico de las pruebas

Cada serie de mediciones telefonométricas comprende cierto número de equilibrios elementales. El número de equilibrios elementales que componen una "serie de pruebas" es de seis como mínimo, y de doce normalmente en el Laboratorio del C.C.I.T.T. con un equipo normal de seis operadores (tres de los cuales participan simultáneamente en las pruebas), y puede aumentarse cada vez que se estime necesario.

En cada serie de pruebas, los resultados de la medida se registran en formularios apropiados, en los que se inscriben, respectivamente, los valores de las atenuaciones secretas y de las atenuaciones de equilibrio para cada equilibrio elemental. El valor del equivalente de referencia para una serie de pruebas es el valor aritmético medio de los valores hallados para el conjunto de los equilibrios elementales de esa serie. Cuando una serie de pruebas no es suficiente para determinar un valor de equivalente de referencia, se efectúan dos series de pruebas, con un intervalo de una semana aproximadamente. Los resultados de las pruebas se someten luego a un análisis estadístico. Los resultados de las pruebas y los del análisis estadístico se envían a las administraciones y empresas privadas de explotación telefónicas en calidad de informe técnico del Laboratorio del C.C.I.T.T. en el que se indican, en especial, "límites de confianza" como los que se definen más adelante en el Anexo 3.

Observación.- En el Anexo 7 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa), se describe otro método para el análisis de las mediciones de eficacia de la intensidad sonora.

d) Medición de la resistencia del micrófono

Cuando el sistema transmisor que ha de medirse comprende un micrófono de carbón (sistema S.E.T.A.B. o sistema S.E.T.A.C.), la resistencia del micrófono se mide durante la prueba vocal por el método del voltímetro-amperímetro. El voltímetro y el amperímetro utilizados son de un modelo con una gran amortiguación.

Se hacen varias observaciones mientras se habla ante el micrófono medido, y se calcula la media de los valores de resistencia obtenidos en el curso de dichas observaciones.

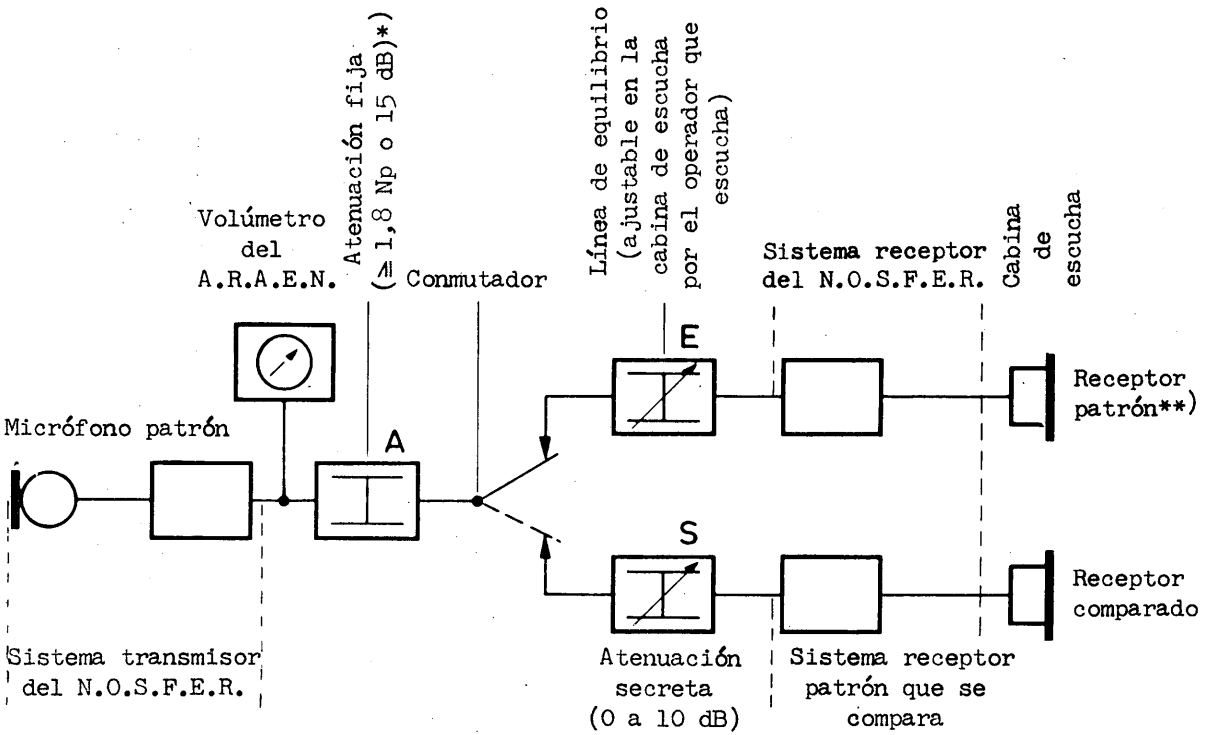


Figura 9.- Comparación de un sistema receptor patrón con el sistema receptor del N.O.S.F.E.R. (método llamado "de dos operadores con atenuación secreta")

*)
**) } Véanse las notas de la figura 8

e) Calibrado periódico de los sistemas patrón de trabajo

Es necesario comparar periódicamente los sistemas patrón de trabajo con la base telefonométrica internacional constituida por el N.O.S.F.E.R. o por un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia. Las instrucciones para el envío de estos aparatos figuran en la Recomendación P.43.

Anexo 1

(a la Recomendación P.42)

Reglas relativas a la constitución de sistemas patrón de trabajo con aparatos de abonado (S.E.T.A.B.)

Los sistemas patrón de trabajo con aparatos de abonado comprenden un sistema transmisor, una línea y un sistema receptor. El sistema transmisor y el sistema receptor están constituidos, respectivamente, por aparatos de abonado de tipo comercial, asociados a una línea local y a un sistema de alimentación. La corriente de alimentación ha de ser lo bastante reducida para evitar todo riesgo de deterioro o de inestabilidad del micrófono.

La línea insertada entre el sistema transmisor y el sistema receptor ha de tener una atenuación mínima de 1,8 neperios o 15 decibelios, y una impedancia de 600 ohmios.

El sistema debe completarse con un volúmetro que permita regular la potencia vocal utilizada en el curso de las pruebas telefonométricas.

Es indispensable, por supuesto, que los micrófonos y los receptores se ajusten a determinadas condiciones para poder considerarlos como micrófonos y receptores patrón. A estos efectos, las administraciones y empresas privadas de explotación telefónicas que no lo hayan hecho aún podrán enviar al Laboratorio del C.C.I.T.T. seis aparatos de microteléfono cuya estabilidad haya quedado demostrada en pruebas previas efectuadas a lo largo de un periodo de seis meses.

El Laboratorio del C.C.I.T.T. medirá primero las características eficacia-frecuencia para apreciar la calidad de esos aparatos; luego, a intervalos de dos semanas, realizará cinco mediciones de equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción para verificar la estabilidad de los aparatos.

Después de estas mediciones preliminares, el Laboratorio del C.C.I.T.T. escogerá, entre los seis aparatos de igual tipo que se le hayan enviado, tres destinados a servir de patrón en la transmisión, y tres destinados a servir de patrón en la recepción. El calibrado de los aparatos así seleccionados se efectuará en las siguientes condiciones:

Determinación de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción. Para cada medición se harán, como mínimo, 12 equilibrios elementales, a fin de obtener valores seguros de equivalentes de referencia.

Anexo 2

(a la Recomendación P.42)

Descripción de un sistema patrón de trabajo con micrófono y receptor electrodinámico (S.E.T.E.D.)

Es posible que en un sistema patrón de trabajo que comprenda aparatos de abonado modernos (S.E.T.A.B.), la estabilidad que pueda obtenerse sea inferior a la deseable; de ahí la necesidad de calibrar los sistemas patrón de trabajo por comparaciones periódicas con el N.O.S.F.E.R. o con otro sistema telefónico más estable.

Se ha construido, pues, un sistema patrón de trabajo con el que puede utilizarse un micrófono y un receptor de bobina móvil que proporcionan un sistema telefónico de alta calidad y de características estables.

Este sistema patrón de trabajo se ha concebido para la transmisión de la palabra con una alta calidad, pues se estima que la calidad de transmisión del patrón con el que se comparen los sistemas comerciales ha de ser siempre mejor que la de los sistemas comerciales probados; existe otra razón, a saber, que de este modo se dispone de un sistema patrón de trabajo estable con el que pueden compararse los sistemas comerciales en lo que atañe a la nitidez, dado que parece deseable que ésta constituya la base para el establecimiento de los proyectos de transmisión telefónica, en lugar de los equivalentes de referencia, basados en el volumen de los sonidos vocales.

El nuevo sistema patrón de trabajo está provisto de los medios necesarios para el calibrado absoluto de sus micrófonos y de sus receptores telefónicos. Es lo suficientemente sencillo para poder ser instalado en numerosos laboratorios y puede servir de patrón primario, con lo cual quienes lo posean no tendrán necesidad de enviar a otro lugar sus micrófonos y receptores para su calibrado.

Se dispone también de los medios necesarios para verificar las características acústicas del sistema completo.

El patrón de trabajo S.E.T.E.D. comprende:

1. Un bastidor cerrado, con paneles de 19 pulgadas (48 cm), de las siguientes dimensiones:

Altura	6 pies $5\frac{1}{2}$ pulgadas	(195 cm)
Longitud	2 pies 9 pulgadas	(66 cm)
Profundidad	2 pies 6 pulgadas	(76 cm)

En este bastidor están montados un medidor de v.u.; un amplificador microfónico y un corrector de distorsión de atenuación; un panel de control, que comprende un atenuador, un filtro, pulsadores y relés para modificar los circuitos de prueba y jacks para las conexiones externas; un amplificador de recepción con un corrector de distorsión de atenuación, y un dispositivo de alimentación en energía eléctrica conectado a la red de distribución.

2. Un micrófono patrón de cuarzo piezoeléctrico para el calibrado por medición objetiva de los instrumentos del sistema patrón de trabajo (micrófonos y receptores);

3. Un micrófono y un receptor de bobina móvil;

4. Diversos accesorios.

El sistema patrón de trabajo comprende un volúmetro tipo "medidor de v.u.", graduado en "unidades de volumen" americanas, para el ajuste de la potencia vocal del operador que habla, que puede servir asimismo de voltímetro indicador en las mediciones objetivas de calibrado.

Se precisa también un oscilador destinado a los calibrados en toda la banda de frecuencias de 100 a 5000 Hz, que no forma parte del equipo.

El micrófono de bobina móvil es de un tipo especial concebido para hablar muy cerca de él. Está bien protegido contra los efectos de la humedad de la respiración.

Para normalizar la posición de los labios, se ha adaptado al micrófono un anillo de guarda montado en un soporte ajustable.

La característica de funcionamiento en las diferentes frecuencias del micrófono y de su corrector de distorsión es tal que la relación entre su tensión de salida y la presión acústica medida en el emplazamiento de los labios del operador que habla es constante en toda la banda de frecuencias utilizada.

El receptor está provisto de un corrector de distorsión tal que la relación entre la presión acústica producida en un oído humano y la tensión aplicada a la entrada del corrector varía en función de la frecuencia, según la curva de respuesta llamada "ortotelefónica".

La ganancia de los amplificadores puede ajustarse para obtener los valores normales de 62,1 decibelios para el amplificador microfónico, y de 17,5 decibelios para el amplificador de recepción.

Para calibrar un amplificador, se compara su ganancia con la atenuación de una línea artificial formada por resistencias fijas, utilizando una señal sinusoidal proveniente de un oscilador exterior y el volúmetro

como instrumento indicador de la igualdad de dos tensiones. El amplificador tiene una realimentación negativa más que suficiente y, de ordinario, no hay necesidad de especificar que el dispositivo de alimentación en energía eléctrica conectado a la red de distribución sea estable.

Se inserta un filtro de paso de banda que deja pasar las frecuencias de 300 a 3400 Hz para limitar la transmisión a una banda de frecuencias análoga a la de un circuito telefónico ordinario. Esto es necesario porque el nuevo sistema patrón de trabajo transmite, en realidad, una amplia banda de frecuencias que va de 50 a 9000 Hz, y no es apropiado en esta forma para su comparación con los sistemas que transmiten una banda de frecuencias estrecha.

Seguidamente se describe el micrófono de cuarzo piezoeléctrico empleado para el calibrado. El calibrado del micrófono de bobina móvil consiste en la comparación directa de la tensión de salida de este micrófono con la del montaje de cristales de cuarzo, que no depende de la frecuencia. El receptor de bobina móvil se calibra midiendo la tensión que ha de aplicársele para que excite el montaje de cristales de cuarzo a fin de obtener una tensión de salida constante, esto es, para que el receptor produzca una presión acústica constante.

El montaje de cristales de cuarzo va asociado a un preamplificador de tres pasos, alimentado por una batería, seguido del amplificador microfónico de 62,1 decibelios de ganancia antes mencionado. En todas las operaciones de calibrado, el volúmetro se emplea únicamente para indicar una igualdad de tensiones.

La característica "ganancia-frecuencia" del preamplificador se elimina automáticamente del calibrado empleando una señal de calibrado que se aplica directamente en serie con el elemento de cristal piezoeléctrico. La única "incógnita" del sistema es, pues, el efecto piezoeléctrico, que puede calcularse partiendo de las dimensiones geométricas del elemento de cristal y de las leyes fundamentales de la piezoelectricidad.

El ajuste normal del preamplificador, el calibrado del micrófono y del receptor y la realización de otras combinaciones de circuitos se efectúan simplemente por medio de un conmutador que acciona los relés apropiados. Estos relés tienen contactos de platino o de oro en todos los circuitos por donde pasan las corrientes vocales. Otros conmutadores accionan los relés necesarios para establecer los circuitos de prueba para ajustar las ganancias de los amplificadores y para establecer, según los casos, el sistema completo, para las pruebas basadas en comparaciones de volumen, o para las mediciones de A.E.N.

En los calibrados del micrófono y del receptor, el atenuador se inserta en el circuito de calibrado. Se utiliza este atenuador para igualar dos indicaciones del volúmetro, de modo que los ajustes del atenuador constituyen una medida del calibrado electroacústico en cuestión.

He aquí algunas características del calibrado acústico:

1. La relación entre la presión aplicada al micrófono de cristal piezoeléctrico y su tensión de salida es independiente de la frecuencia y de la temperatura.

2. El medio acústico es el aire; a la presión y temperatura de funcionamiento normal.

3. Se han hecho algunas mediciones para ver hasta qué punto influye la temperatura en el micrófono y el receptor de bobina móvil y en el equipo de calibrado. Se ha observado que elevando de 16° a 40°C la temperatura del equipo completo de calibrado y la del micrófono y el receptor de bobina móvil, disminuía por lo general la eficacia del micrófono unos 0,7 decibelios, en tanto que la eficacia del receptor permanecía prácticamente estacionaria salvo en bandas de frecuencias de una octava a uno y otro lado de la frecuencia de resonancia del diafragma, siendo la variación máxima una disminución de menos de 2 decibelios. Los dos calibrados recuperaron su valor primitivo al volver los aparatos a la temperatura ambiente.

4. Los dispositivos de acoplamiento acústico son lo suficientemente pequeños para asegurar la uniformidad de la presión acústica.

5. Las mediciones de calibrado pueden repetirse con resultados iguales $\pm$ 0,5 decibelios (o mejores aún en el centro de la banda de frecuencias transmitida).

6. El dispositivo de acoplamiento acústico del receptor reviste la forma de un oído artificial cuya impedancia acústica comprende términos que tienen, respectivamente, las dimensiones de una rigidez acústica y de una resistencia acústica.

7. El micrófono se calibra a presión constante en las diferentes frecuencias. La curva de calibrado así obtenida se relaciona con la característica de funcionamiento en el campo acústico libre antes mencionado efectuando una corrección que depende de factores geométricos; esta corrección se determina de una vez para siempre mediante un calibrado en el campo acústico libre, por mediciones hechas con una boca artificial, en una sala de características acústicas determinadas.

El sistema patrón de trabajo S.E.T.E.D. se ha concebido con miras a su aplicación como sistema de referencia para pruebas de nitidez.

Puede también utilizarse al realizar equilibrios desde el punto de vista del volumen de los sonidos vocales recibidos, para la determinación de equivalentes relativos.

En ambos casos pueden establecerse los circuitos apropiados para determinar el equivalente relativo (o el valor relativo de la atenuación equivalente para la nitidez) de un sistema telefónico comercial en la recepción, en la transmisión o para el conjunto del sistema.

Los equivalentes de referencia del S.E.T.E.D. en la transmisión, en la recepción y para el sistema completo según las determinaciones directas efectuadas en el Laboratorio del C.C.I.T.T., tienen los valores siguientes:

El equivalente de referencia en la transmisión del S.E.T.E.D. es 3,3 dB mejor que el S.F.E.R.T. (1953);

El equivalente de referencia en la recepción del S.E.T.E.D. es 1,1 dB mejor que el S.F.E.R.T. (1953);

El equivalente de referencia en la transmisión del S.E.T.E.D. es 0,1 dB mejor que el N.O.S.F.E.R. (1967);

El equivalente de referencia en la recepción del S.E.T.E.D. es 2,8 dB mejor que el N.O.S.F.E.R. (1967);

El equivalente de referencia del S.E.T.E.D. completo es 4,5 dB mejor que el N.O.S.F.E.R. (1967).

Se han determinado también, por comparación con el A.R.A.E.N., las A.E.N. del sistema completo, del sistema transmisor y del sistema receptor:

La A.E.N. en la transmisión es $3,3 \pm 1,9$ dB mejor que el A.R.A.E.N.;

La A.E.N. en la recepción es $10,2 \pm 2,3$ dB mejor que el A.R.A.E.N.;

La A.E.N del sistema completo es $17,3 \pm 2,2$ dB mejor que el A.R.A.E.N.

El S.E.T.E.D. está provisto de dispositivos que permiten inyectar un ruido o producir un efecto local a la entrada del amplificador de recepción, pero los valores de A.E.N. indicados se han determinado en presencia de un ruido de sala transmitido por el aire, que también se utilizó con el A.R.A.E.N. cuando se efectuaron estas pruebas.

El calibrado del S.E.T.E.D. se basa en el micrófono de cristal de cuarzo que utiliza el efecto piezoeléctrico directo en una pila de cristales de cuarzo tallados perpendicularmente al eje X (eje eléctrico) (véase la figura 10); una cara de cada cristal elemental se expone a la presión acústica, en tanto que la cara opuesta se fija sólidamente a un bloque macizo. De este modo, se está seguro de que el desplazamiento de la cara sometida a la presión acústica está regulado por la rigidez del sistema mecánico combinado hasta la frecuencia de resonancia de este sistema (estimada en 20 kHz). Seis cristales elementales similares se apilan de

modo que se hallen eléctricamente en paralelo. La ventaja sobre un solo bloque de cuarzo, en forma de paralelepípedo rectángulo, de dimensiones equivalentes, es que la impedancia del generador de fuerza electromotriz equivalente es más pequeña. Esto facilita la construcción del paso de entrada (tubo de vacío) del preamplificador asociado al micrófono de cuarzo. Una ventaja incidental consiste en una pequeña mejora de la relación señal/ruido cuando el factor que limita esta relación es el ruido de agitación térmica en la resistencia de fuga de la rejilla del tubo de ese primer paso de amplificación.

Es condición imperativa, para aplicar al cuarzo el principio del efecto piezoeléctrico directo, cerciorarse de que el desplazamiento producido por la presión acústica se limita a una sola superficie. Al mismo tiempo, el montaje de cristales ha de estar libre de todo esfuerzo mecánico para que pueda calcularse la eficacia del micrófono partiendo de las leyes fundamentales de la piezoelectricidad. El tipo de construcción adoptado responde a esas condiciones; se utiliza un compuesto que no se endurece con el tiempo para obturar el hueco entre los cristales de cuarzo y el metal que los rodea. Esto impide el acceso de las ondas acústicas a las caras laterales de los cristales de cuarzo, sin influir por ello en la vibración de estos cristales.

Una vez elegidos y preparados los cristales con el máximo cuidado, se calcula la eficacia del micrófono partiendo de hipótesis razonables de la homogeneidad de los cristales y de un efecto de compresión simple paralelo al eje Y (eje mecánico), que es uniforme e igual en todos los puntos de los cristales a la presión acústica aplicada. Se obtiene así:

$$\frac{e}{p} = \frac{4\pi L_1 d_{21}}{n K_{11}} \times 300$$

en donde e = fuerza electromotriz con circuito eléctrico abierto, en voltios, entre caras adyacentes de los cristales;

p = presión acústica en barias;

n = número de cristales elementales apilados;

K_{11} = constante dieléctrica del cuarzo en la dirección del eje X (4,55);

L_1 = dimensión paralela al eje X de la pila de cristales elementales (en centímetros) (véase la figura 10);

d_{21} = constante piezoeléctrica del cuarzo que relaciona el esfuerzo de compresión paralelo al eje Y con la polarización eléctrica paralela al eje X ($6{,}9 \times 10^{-8}$ unidades electrostáticas de carga eléctrica por dina).

Como se ve, la magnitud $\frac{e}{p}$ es independiente de la frecuencia, de modo que la característica de funcionamiento del micrófono piezoeléctrico en las diferentes frecuencias es verdaderamente uniforme. De ahí la utilidad de este micrófono como patrón.

La impedancia del generador de fuerza electromotriz equivalente es la de un condensador de capacidad

$$C = \frac{1}{9 \times 10^{11}} \cdot \frac{n^2 K_{11} a}{4\pi L_1} \quad \text{faradios}$$

donde a es el área de la parte revestida de metal de las caras principales (perpendiculares al eje eléctrico X del cristal), ligeramente inferior al área $L_2 L_3$ de la cara del cristal.

Los límites superiores de la eficacia $\frac{e}{p}$ y de C los fijan las condiciones siguientes:

1. La frecuencia de resonancia del montaje de cristales ha de ser superior a la más elevada de las frecuencias utilizadas (lo que determina L_2);

2. Las dimensiones lineales de la cara expuesta a la presión acústica han de ser pequeñas con relación a la longitud de onda de las vibraciones sonoras en el aire (lo que determina L_1 y L_3).

Los valores adoptados son

$L_2 = 3{,}92$ cm

$L_1 = L_3 = 1{,}34$ cm

$a = 4{,}77$ cm^2

$n = 6$

a base de los cuales se calcula la eficacia:

$20 \log_{10} \left(\frac{e}{p}\right) = -97{,}9$ decibelios con relación a 1 voltio por baria

y la capacidad $C = 51{,}5\,\rho F$.

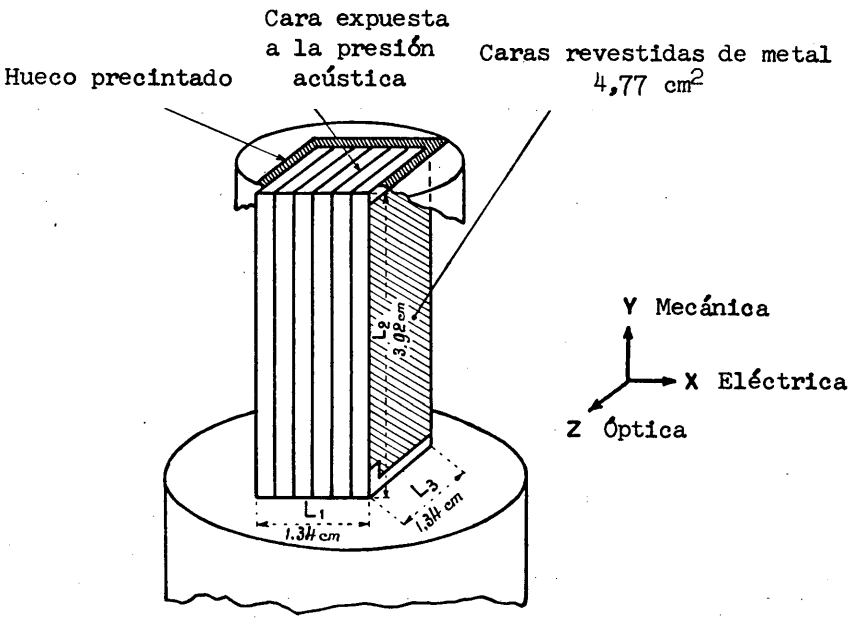

Cara expuesta
a la presión
acústica
Hueco precintado
Caras revestidas de metal
4,77 cm2
Y Mecánica
X Eléctrica
Z Óptica
L2
3,02 cm
L1
1,34 cm
L3
1,34 cm

Figura 10

Límites de confianza

La ganancia del preamplificador se mantiene en un valor suficiente en frecuencias de hasta unos 100 Hz empleando una resistencia de fuga de rejilla de 100 megaohmios y un paso de entrada que comprenda un pentodo amplificador tipo 155, cuyo cátodo se caldea con una tensión inferior a la tensión normal de caldeo, con una capacidad de entrada de unos $4\,\rho\,F$. Los valores exactos de las constantes de los circuitos de este preamplificador carecen, sin embargo, de importancia, pues son eliminadas por el método de calibrado, en el que se introduce una fuerza electromotriz conocida directamente en serie con los cristales piezoeléctricos.

Se han efectuado calibrados secundarios del micrófono de cuarzo utilizando micrófonos sonda acoplados a él por un dispositivo especialmente concebido para este fin. El calibrado de los tres micrófonos sonda utilizados se hizo directamente por comparación con patrones primarios. Los valores de eficacia del micrófono de cuarzo deducidos de esos calibrados secundarios fueron -98,2 -98,0 y -98,4 decibelios con relación a 1 voltio por baria, en comparación con el valor de -97,9 decibelios calculado.

Anexo 3

(a la Recomendación P.42)

Límites de confianza

Supóngase que, por un análisis estadístico apropiado, se obtiene una evaluación s_o^2 para la variancia verdadera del error y s_D^2 para la variancia verdadera del "operador que escucha" (o s_C^2 para la variancia del "operador que habla"), cada una con su propio número de grados de libertad, que dependerá del número de operadores (n) del equipo y del número de series (r). La estimación del valor verdadero del equivalente de referencia la da el valor medio $\overline{x}$ de todos los resultados. El término "verdadero" designa los valores hacia los cuales tenderían los valores estimados si las pruebas se repitiesen indefinidamente, con un número infinito de operadores.

A base de estas estimaciones, puede decirse - con una probabilidad de exactitud a largo plazo P - que el valor verdadero del equivalente de referencia X se sitúa en el interior de dos límites x_1 y x_2, es decir: $x_1 \leq X \leq x_2$. Los valores numéricos de x_1 y x_2 pueden determinarse, según los casos, con cierto grado de aproximación, a partir de s_1, s_2 (teniendo en cuenta el número de sus grados de libertad) y de $\overline{x}$; la ley de distribución de la relación la da la función t de Student. Se sabe que los valores x_1 y x_2 son los límites de confianza en la media y cuando, como en el caso presente, se hallan dispuestos simétricamente a uno y otro lado de esta media, se representan por $\pm\, L_p\%$.

Si los límites de confianza sólo hacen intervenir el error, entonces se habla de límites internos que se aplican al caso de determinaciones repetidas, en las mismas condiciones de prueba, con el mismo equipo, en el Laboratorio del C.C.I.T.T. (En este caso sólo se tiene en cuenta una variancia estimada, y los errores debidos a las aproximaciones son despreciables.)

Si los límites se basan en la variancia del "operador que escucha (o que habla)", así como en la variancia del error, se aplican a determinaciones repetidas, en las mismas condiciones de prueba, en el Laboratorio del C.C.I.T.T., pero con una serie indefinida de equipos, cada uno formado por n operadores de la misma población que la muestra de operadores utilizados en la prueba analizada.

(En este caso, intervienen las dos variancias estimadas, pero el valor de t que ha de utilizarse depende solamente del factor (D) porque tiene el número más pequeño de grados de libertad: por consiguiente, el grado de aproximación es mayor.)

Observación.- El método que ha de utilizarse para el análisis de pruebas de volumen sonoro organizadas según el método normal, se indica en el Suplemento N.º 15 (Parte 3.ª del presente tomo).

RECOMENDACIÓN P.43

INSTRUCCIONES PARA EL ENVÍO DE SISTEMAS PATRÓN Y DE SISTEMAS COMERCIALES AL LABORATORIO DEL C.C.I.T.T., A FIN DE QUE SE MIDAN LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA

Se recomienda a las administraciones y empresas privadas de explotación que se ajusten a las siguientes instrucciones cuando envíen al Laboratorio del C.C.I.T.T., para la medición de equivalentes de referencia, sistemas de determinación de los equivalentes de referencia o sistemas telefónicos comerciales.

A. Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia

Si una administración (o empresa privada de explotación) desea que se mida el equivalente de referencia de su sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia, en el supuesto de que tal sistema pueda transportarse sin riesgo de deterioro, habrá de facilitar al Laboratorio del C.C.I.T.T. la documentación pertinente y, en su caso, las indicaciones necesarias para el control del buen funcionamiento de las

diferentes partes que constituyan el sistema (amplificador, línea de atenuación, etc.).

Si el volúmetro asociado a tal sistema no posee las características fundamentales del volúmetro del A.R.A.E.N. (véase el Suplemento N.º 10 del presente tomo), es indispensable que este volúmetro se expida al Laboratorio del C.C.I.T.T. al mismo tiempo que el sistema propiamente dicho y que se indique el método de lectura del mismo.

B. Sistemas patrón de trabajo

1. Sistemas patrón de trabajo que utilicen micrófonos que no sean de carbón

Si un sistema patrón de trabajo está concebido para el empleo de uno o varios receptores estables y principalmente de un micrófono estable, no es necesario calibrar periódicamente tales sistemas por comparación con el N.O.S.F.E.R. (o con un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia).

La administración (o empresa privada de explotación) que desee que el Laboratorio del C.C.I.T.T. calibre (o vuelva a calibrar) su sistema, habrá de atenerse a las normas indicadas en A.

2. Sistemas patrón de trabajo que utilicen micrófonos de carbón

2.1 Sistemas patrón de trabajo con aparatos de abonado (S.E.T.A.B.). Al constituir el sistema S.E.T.A.B., la administración (o empresa privada de explotación) efectuará previamente pruebas preliminares para verificar si los micrófonos y los receptores son estables, si estos micrófonos causan ruido de fritura, y si la calidad de transmisión es aceptable. Estas mediciones deben escalonarse a lo largo de unos seis meses.

Después de estas pruebas preliminares, la administración (o empresa privada de explotación) enviará al Laboratorio del C.C.I.T.T. seis sistemas (cada aparato debe llevar una referencia apropiada), constituidos por aparatos del mismo tipo:

- Seis aparatos de abonado de microteléfono con una cápsula microfónica y una cápsula receptora (cada una con un número especial);

- Seis maquetas de alimentación (con indicación de sus características);

- Si ha lugar, seis líneas artificiales de abonado cuando estas líneas forman parte de los sistemas;

- Un anillo de guarda para los equivalentes de referencia;

Envío al Laboratorio (Equivalentes de referencia)

- Un anillo de guarda para las A.E.N., si la administración desea que el Laboratorio del C.C.I.T.T. efectúe una prueba de nitidez utilizando el método especificado para las A.E.N.;

- El volúmetro asociado.

Se indicará al Laboratorio del C.C.I.T.T. el método de lectura de este volúmetro. Durante las mediciones, el Laboratorio podrá así calibrar este volúmetro con la voz y fijar el ajuste adecuado que corresponda a la "potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas".

La administración (o empresa privada de explotación) dispondrá de este modo de seis sistemas que podrá utilizar según sus necesidades, por ejemplo:

- Tres sistemas que sirvan de patrón en la transmisión,

- Tres sistemas que sirvan de patrón en la recepción, en caso de mediciones de equivalentes de referencia, o bien,

- Un sistema que sirva de patrón en la transmisión,

- Cuatro sistemas que sirvan de patrón en la recepción en caso de mediciones de A.E.N.

Para nuevos calibrados periódicos por mediciones de equivalentes de referencia, cuyo objeto principal es verificar la estabilidad de los micrófonos y de los receptores, la administración (o empresa privada de explotación) puede abstenerse de enviar todos los aparatos antes mencionados. En este caso, los aparatos necesarios son los siguientes:

- Tres aparatos de abonado;

- Seis micrófonos y seis receptores;

- Una línea artificial de abonado;

- Un puente de alimentación;

- Un anillo de guarda para los equivalentes de referencia.

2.2 Sistemas patrón de trabajo con micrófono de carbón Solid Back y receptor Bell (S.E.T.A.C.). El C.C.I.T.T. no recomienda ya el empleo de estos sistemas como sistemas patrón de trabajo; no obstante, la administración (o empresa privada de explotación) que los utilice todavía y que desee volver a calibrar los micrófonos y los receptores, enviará al Laboratorio del C.C.I.T.T. exclusivamente los micrófonos y los receptores, ya que el C.C.I.T.T. dispone de maquetas S.E.T.A.C. (véase el tomo IV del Libro Amarillo del C.C.I.F., París, julio de 1949).

S.R.A.E.N.

Observación general relativa a los puntos A y B

El objeto de las recomendaciones generales mencionadas es orientar a las administraciones (o empresas privadas de explotación). Cuando una administración (o empresa privada de explotación) desee calibrar (o volver a calibrar) un sistema para la determinación de los equivalentes de referencia, deberá ponerse en relación con el Laboratorio del C.C.I.T.T. antes de expedir los aparatos, para fijar previamente las condiciones técnicas y experimentales de las pruebas.

C. Sistemas telefónicos comerciales

Las mediciones de equivalentes de referencia no son operaciones de calibrado propiamente dichas; tienen por objeto determinar directamente, por comparación con el nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.), valores de equivalentes de referencia. En este caso, conviene que las condiciones técnicas se definan previo acuerdo entre la administración o empresa privada de explotación y el Laboratorio del C.C.I.T.T.

Los gastos relativos a la determinación de los valores de equivalentes de referencia (en el Laboratorio del C.C.I.T.T.) son generalmente objeto de una evaluación basada en el número de horas de trabajo del equipo del Laboratorio del C.C.I.T.T. La Recomendación P.47 trata en detalle esta cuestión.

RECOMENDACIÓN P.44

DESCRIPCIÓN Y AJUSTE DEL SISTEMA DE REFERENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ATENUACIONES EQUIVALENTES PARA LA NITIDEZ

El sistema de referencia para la determinación de las A.E.N. (S.R.A.E.N.) se compone de los siguientes elementos:

- El aparato de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez (A.R.A.E.N.);
- Un filtro de paso de banda con frecuencias de corte de 300 y 3400 Hz;
- Un dispositivo que permite inyectar en la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N. un "ruido de fondo eléctrico" (espectro de Hoth) que tenga en este punto (punto M de la figura 1) una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios.

S.R.A.E.N.

La figura 1 muestra el esquema de principio del S.R.A.E.N.

a) A.R.A.E.N.

En la Recomendación P.41 se describe con detalle el A.R.A.E.N. y se define su ajuste normal.

b) Filtro de paso de banda 300-3400 Hz

El filtro de paso de banda tiene frecuencias de corte de 300 y 3400 Hz; imita las características de transmisión del conjunto de un canal telefónico típico de corrientes portadoras. Su atenuación de inserción no varía más de $\pm$ 0,5 dB en la banda de frecuencias comprendida entre 300 y 3400 Hz (véase la figura 2). En las frecuencias superiores a 3400 Hz, su atenuación de inserción aumenta para alcanzar un valor de 30 dB por lo menos en 4000 Hz y conserva este valor para todas las frecuencias superiores a 4000 Hz.

c) Ruido de fondo eléctrico

En la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N. se inyecta un "ruido de fondo eléctrico" que tenga el espectro de Hoth y una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios medida, en ese punto, con el sofómetro para circuitos telefónicos comerciales especificado por el C.C.I.T.T. (véase la Recomendación P.53 A). La figura 3 muestra la curva espectral energética media de los ruidos observados en los locales en que se encuentran estos aparatos telefónicos (espectro de Hoth) (curva a), y los gráficos típicos b y c obtenidos en el Laboratorio del C.C.I.T.T. con dos juegos de filtros de media octava.

Observación.- Las administraciones y empresas privadas de explotación pueden prever el empleo de otros sistemas patrón de trabajo para la determinación de la A.E.N.; estos sistemas pueden calibrarse por comparación con el S.R.A.E.N.

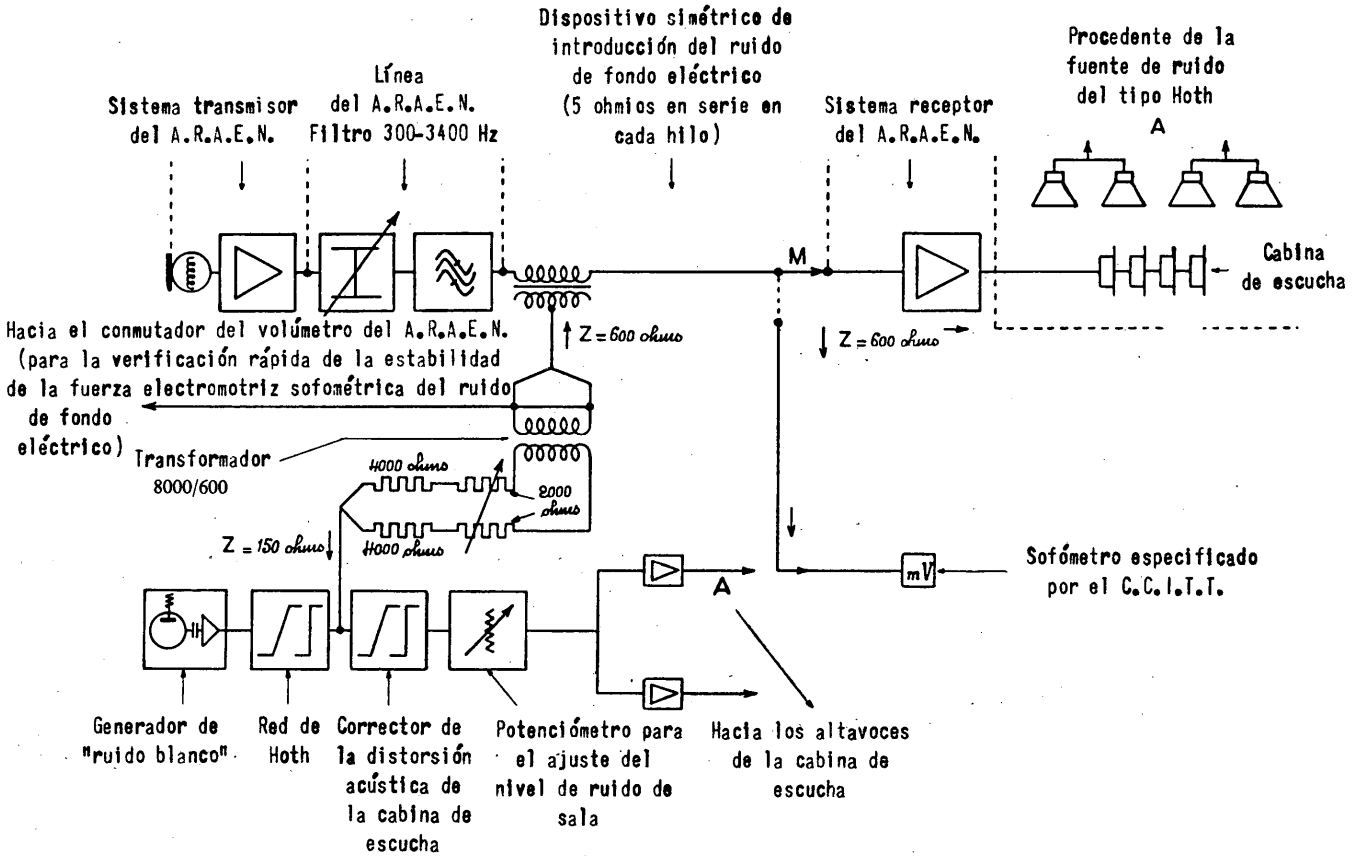


Figura 1.- Esquema de principio del S.R.A.E.N., incluido el montaje para la introducción del "ruido de de fondo eléctrico" en el A.R.A.E.N. y la medición de la tensión sofométrica de este ruido

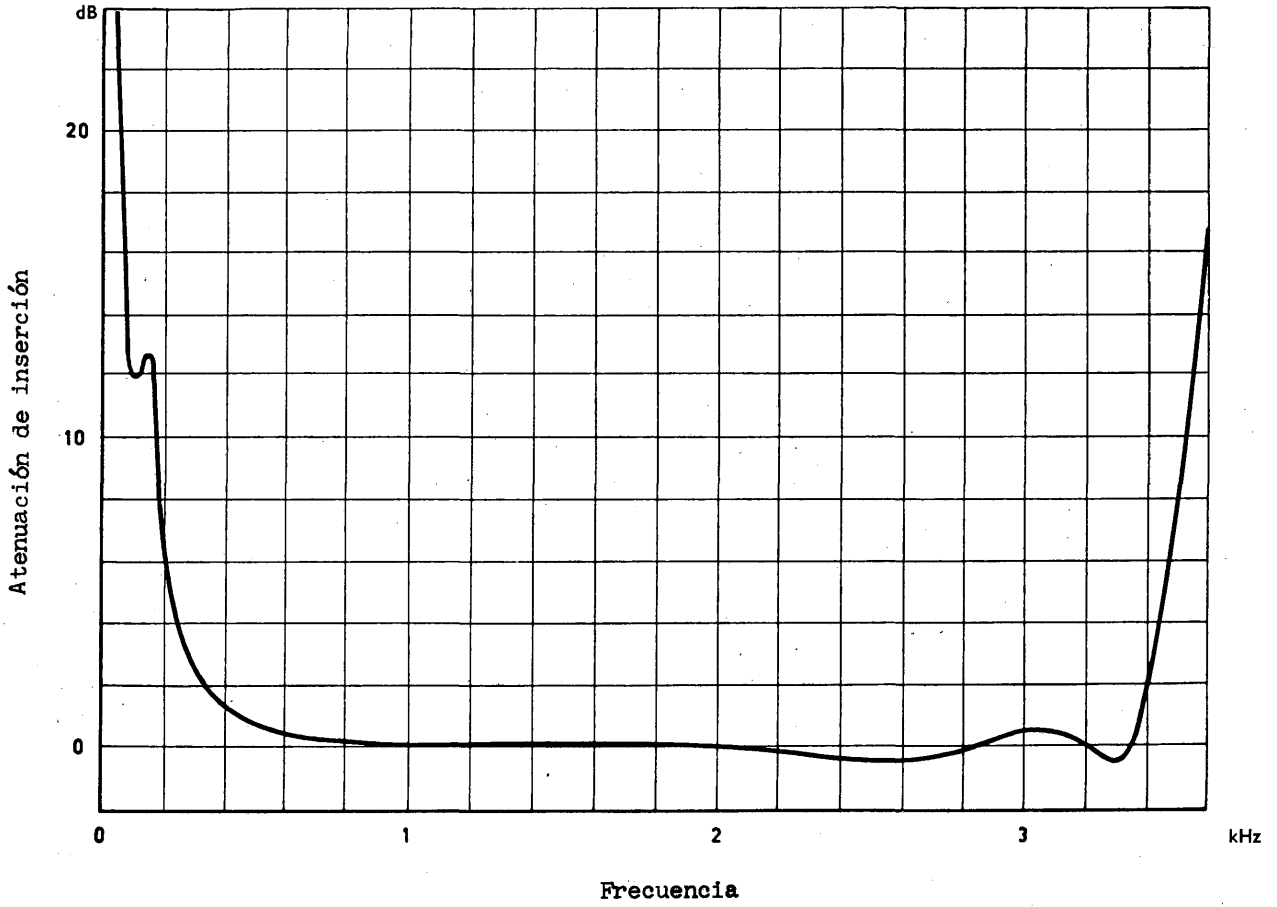
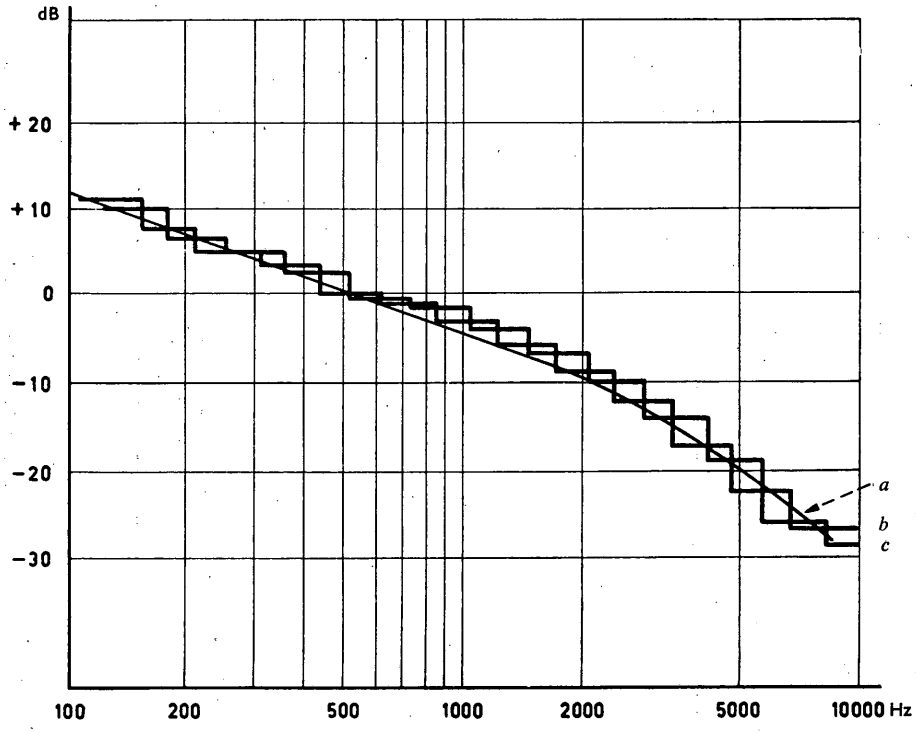


Figura 2.- Atenuación de inserción (medida entre impedancias de 600 ohmios) del filtro de paso de banda 300-3400 Hz



a ——— Curva espectral energética media de los ruidos observados en los locales en que hay aparatos telefónicos (publicada por Hoth)

b ———
c ——— Gráfico espectral energético típico del ruido de fondo eléctrico introducido en la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N. (registrado en el Laboratorio del C.C.I.T.T. con dos juegos de filtros de mediaoctava)

Figura 3.- Curva espectral energética del "ruido de fondo eléctrico" introducido en la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N.

RECOMENDACIÓN P.45 (modificada en Mar del Plata, 1968)

MEDICIÓN DE LA A.E.N. DE UN SISTEMA TELEFÓNICO COMERCIAL (EN LA TRANSMISIÓN Y EN LA RECEPCIÓN) POR COMPARACIÓN CON EL S.R.A.E.N.

Este método de medida se describe, con carácter informativo, en el antiguo texto de la Recomendación P.45 (Libro Rojo, tomos V y V bis, páginas 135 a 198). Comprende, entre otras, las condiciones de medida siguientes, que difieren de las condiciones de determinación de los equivalentes de referencia:

a) Distancia de conversación

La "distancia de conversación" utilizada para medir una A.E.N. en la transmisión está determinada por los valores medios de los parámetros siguientes (definidos en la Recomendación P.72):

$$\alpha = 22° \qquad \beta = 12°54' \qquad \delta = 13{,}6 \text{ cm}$$

La administración o empresa privada de explotación interesada tiene, pues, que facilitar al mismo tiempo que los cinco sistemas telefónicos de abonado, dos anillos de guarda para esta "distancia de conversación" y dos anillos de guarda para la medición de los equivalentes de referencia; los valores de los parámetros que definen esta última "distancia de conversación" se indican en el anexo a la Recomendación P.72 y se reproducen a continuación:

$$\alpha = 15°30' \qquad \beta = 18° \qquad \delta = 14 \text{ cm}$$

b) Potencia vocal utilizada durante las pruebas

La potencia vocal utilizada es la potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N.- La potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N. es la potencia vocal que, en un punto situado a una distancia de 33,5 cm de los labios del operador que habla, y directamente enfrente, produce una presión acústica vocal que da, para cada una de las tres sílabas: KAN, KON, BAJ, de la frase de enlace (empleada en las pruebas de nitidez) una desviación de la aguja del instrumento indicador de un volúmetro especificado (véase el Suplemento N.° 10 del presente tomo), conectado a un sistema micrófono-amplificador especificado, igual a la que se obtendría aplicando en este mismo punto en régimen permanente una presión acústica de una baria en 1000 Hz.

c) **Fijación** de los microteléfonos

Con los valores de α, β, δ antes indicados se puede determinar la posición de un anillo de guarda que fije la posición de la boca del operador que habla con relación al microteléfono. El plano de este anillo es perpendicular al de simetría del microteléfono, y su centro se encuentra en este plano.

Su posición se define por la siguiente construcción geométrica efectuada en el plano de simetría del microteléfono. Se toma como origen el punto medio del pabellón del receptor. A partir de este origen se traza una recta que forme un ángulo α con el trazado del plano del pabellón del receptor en el plano de simetría del microteléfono, y se lleva a esta recta una longitud δ. El punto así determinado es el centro del anillo de guarda, que debe coincidir con el punto medio de los labios.

La intersección del plano de este anillo con el plano de simetría es una recta perpendicular a la dirección de conversación definida anteriormente, es decir, que la perpendicular a esta recta forma un ángulo β con la intersección del plano del receptor con el plano de simetría del microteléfono.

La posición del anillo de guarda está pues, bien determinada y fijada con relación al microteléfono.

Hay que determinar luego la posición del anillo de guarda en el espacio durante las pruebas de nitidez. Se supone que el operador habla de tal forma que el plano de simetría de su cara es vertical. El centro del anillo está en este plano, y el plano del anillo es perpendicular a él.

Por otra parte, se ha decidido (por convención) que el plano del anillo de guarda sea vertical.

Se ruega a las administraciones o empresas privadas de explotación interesadas que faciliten, para cada tipo de microteléfono, un calibre que, cuando se fije en el pabellón del receptor, coincidiendo su plano de simetría con el del microteléfono, las marcas trazadas en el calibre determinen la posición conveniente del anillo de guarda con relación al microteléfono, tal como se ha definido anteriormente. Además, este calibre debe estar provisto de un nivel de burbuja situado de modo que el plano del anillo de guarda sea vertical cuando la burbuja ocupe la posición central, marcada con una señal. A título de ejemplo, en la figura 1 se representa un calibre utilizado en el Laboratorio del C.C.I.T.T. con un tipo particular de microteléfono.

Observación.- La posición del anillo de guarda con relación al microteléfono está determinada sin equívoco para las mediciones de A.E.N. por las condiciones antes definidas. Provisionalmente, para cada tipo

de microteléfono conviene definir un calibre que determine la posición del conjunto (microteléfono más anillo de guarda) de modo que se satisfagan simultáneamente las dos condiciones siguientes:

1) el plano del anillo de guarda es vertical;

2) la posición, con relación a la vertical, del plano del diafragma de la cápsula microfónica está lo más cerca posible de la posición que ocupa este plano en una conversación normal.

d) Tratamiento del micrófono antes de cada prueba elemental

Antes de cada prueba elemental, una vez que el microteléfono está debidamente fijado en su soporte, se conecta al circuito de alimentación en energía eléctrica y se le hace girar lentamente unos tres cuartos de círculo, una vez hacia adelante y otra hacia atrás, fijándosele por último en su posición evitando todo choque.

(No se reproducen los párrafos e) y f) de la antigua Recomendación.)

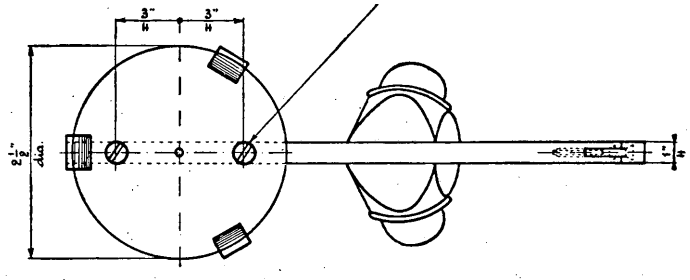
g) Ruidos introducidos en la recepción

En las mediciones para la determinación de la A.E.N. en la transmisión de un sistema telefónico comercial, se inyecta en la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N. un "ruido de fondo eléctrico" que tenga una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios medida con el sofómetro para circuitos telefónicos comerciales especificado por el C.C.I.T.T. (véase la Recomendación P.53. A). En la figura 1 de la Recomendación P.44 se da el esquema de principio del montaje para la introducción del "ruido de fondo eléctrico" en la entrada del sistema receptor del A.R.A.E.N., y en la figura 3 de la misma Recomendación, la curva espectral energética de este circuito.

En las mediciones en que se utiliza un sistema receptor comercial (caso del sistema 3, véase la Introducción), se emplea un ruido de sala en la recepción solamente. Este ruido de sala debe tener una curva espectral energética conforme con la publicada por Hoth, reproducida en la curva a) de la figura 2; en esta figura se ha indicado también la composición espectral de un ruido de sala típico medido en la cabina de escucha del Laboratorio del C.C.I.T.T.; los gráficos b) y c) representan, respectivamente, los resultados de medida de este ruido, con dos juegos de filtros de mediaoctava.

La intensidad acústica estará 60 dB por encima de un punto de referencia definido por 2×10^{-4} baria en 1000 Hz en una onda progresiva libre; esta intensidad acústica se mide con el sonómetro norteamericano provisto de su red correctora A (norma Z.24.3.1944 de la American Standards Association, traducida en el Anexo 24 de la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

2 tornillos 4 B.A., 19 mm
de long., cabeza fresada,
acero suave

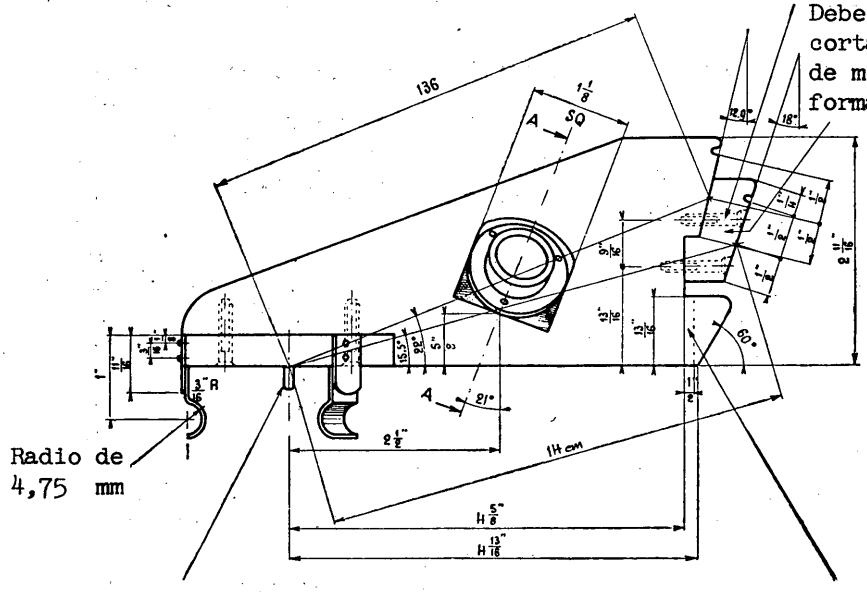


Dimensiones en pulgadas
(1 pulgada = 25,4 mm)

Material: duraluminio Acabado: neto

2 tornillos 6 B.A., 17 mm
de long., cabeza fresada,
acero suave.- Las cabezas
de estos tornillos
están embutidas

Debe marcarse y
cortarse después
de montada en su
forma definitiva



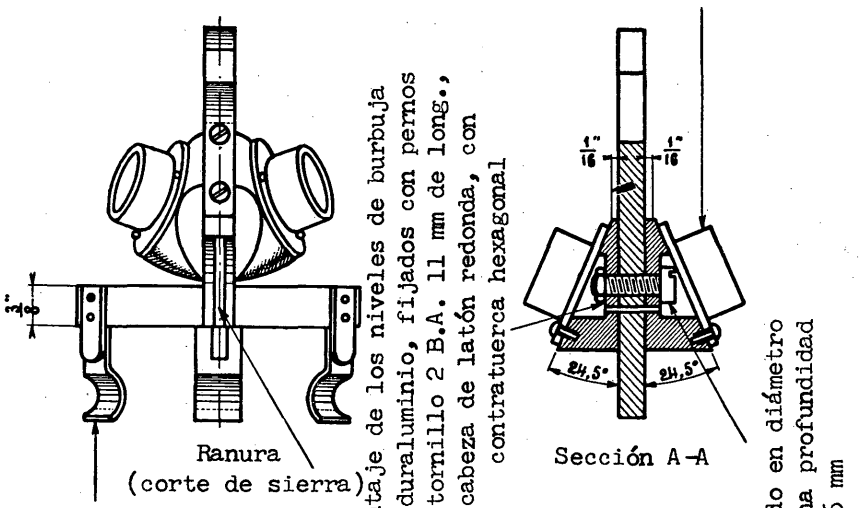
Radio de
4,75 mm

Espiga 1,98 mm de diámetro
que sobresale 7,95 mm

Ranura (corte de sierra)
1,98 mm (de anchura)

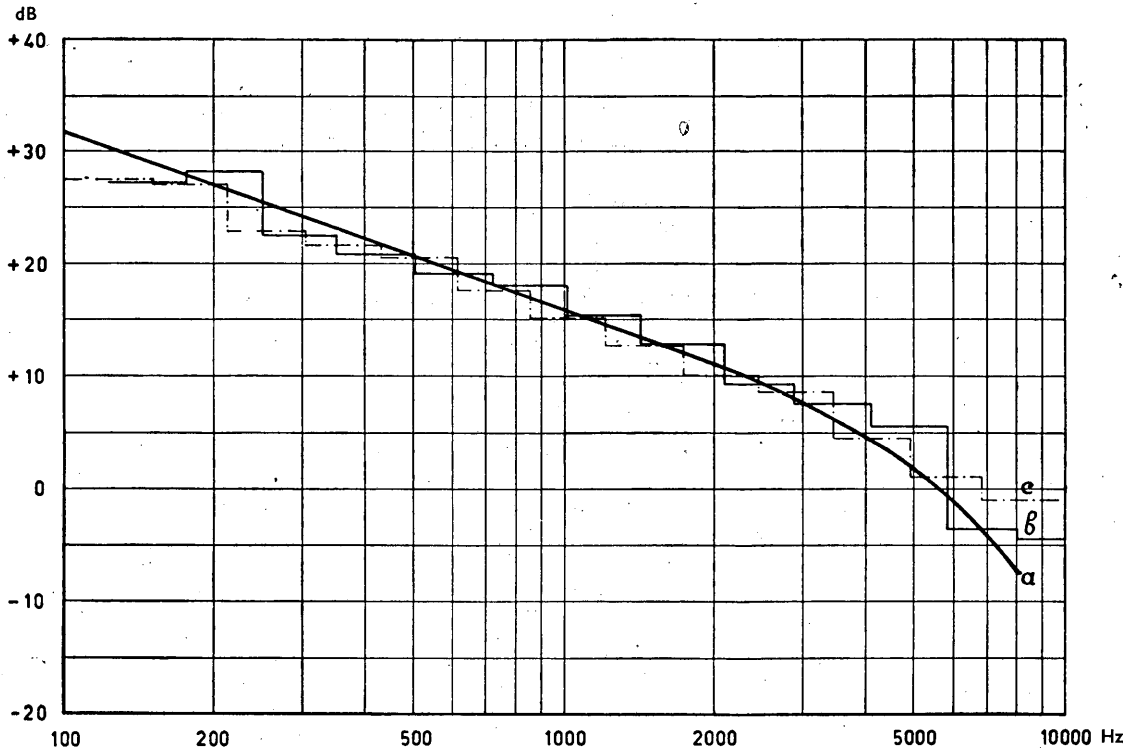
Figura 1.- Tipo de calibre empleado para el ajuste de los microteléfonos en las pruebas de nitidez hechas en el Laboratorio del C.C.I.T.T.

Niveles de burbuja. Marca W.F. Stanley and Co. Ltd., tipo P 1024, modelo B, fijados con 3 tornillos 10 B.A. de latón, 4,75 mm de long., cabeza redonda



3 muelles (acero elástico, 0,61 mm de espesor x 9,5 mm de anchura), igualmente espaciados, fijados con 2 remaches en acero suave (o 2 tornillos 10 B.A. de cabeza redonda)

Figura 1 (continuación)



a ——— Curva espectral energética media de los ruidos observados en los locales en que hay aparatos telefónicos (publicada por Hoth)

b ———
c - - - - } Gráficos típicos obtenidos en el Laboratorio del C.C.I.T.T. con dos juegos de filtros de medioctava

Figura 2.- Curva espectral energética del ruido de sala producido en la cabina de escucha del Laboratorio del C.C.I.T.T.

Observación.- Antes de la XVII Asamblea Plenaria del C.C.I.F. (Ginebra, octubre de 1954), el Laboratorio del C.C.I.F. determinaba las A.E.N. en todos los casos (transmisión y recepción) con un ruido de sala en la recepción; el método actual introduce, con relación a los valores medidos anteriormente, una diferencia de -2 decibelios en el índice de calidad de transmisión de un sistema telefónico comercial en la recepción.

h) Línea

La línea utilizada durante las pruebas comprende el filtro de paso de banda 300-3400 Hz y una línea de atenuación variable sin distorsión (línea del A.R.A.E.N.), siempre la misma, cualquiera que sea el sistema telefónico S.R.A.E.N. o comercial que se pruebe.

RECOMENDACIÓN P.47[1)]

GASTOS RELATIVOS A LA DETERMINACIÓN (EN EL LABORATORIO DEL C.C.I.T.T.) DE LOS VALORES DE EQUIVALENTES DE REFERENCIA Y DE LOS VALORES DE A.E.N. (EN LA TRANSMISIÓN Y EN LA RECEPCIÓN) DE SISTEMAS PATRÓN DE TRABAJO Y DE SISTEMAS TELEFÓNICOS COMERCIALES

Estos gastos se determinan a base del número de horas de trabajo del Laboratorio del C.C.I.T.T.; la hora de trabajo del equipo (de cinco operadores u operadoras técnicos) del Laboratorio se evalúa periódicamente en francos suizos (no se incluyen los gastos generales del Laboratorio del C.C.I.T.T., excepción hecha de los de alumbrado y calefacción).

1. El número de horas de trabajo necesarias para las mediciones de equivalentes de referencia depende del tipo de aparato medido, pero también del objeto de las mediciones, por ejemplo, si se trata de un primer calibrado o de un segundo calibrado.

a) Calibrado de sistemas con micrófonos de carbón (S.E.T.A.B. o S.E.T.A.C.)

a.1 Medición de calibrado en la transmisión: 5 horas.

---

1) La IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) ha suprimido las siguientes Recomendaciones del tomo V del Libro Rojo:

P.46 - Recomendaciones a las administraciones o empresas privadas de explotación que deseen enviar al Laboratorio del C.C.I.T.T. sistemas telefónicos comerciales para la medición de A.E.N.

P.48 - Instrucciones para el envío de los aparatos que hayan de ser objeto de mediciones de equivalentes de referencia o de mediciones de A.E.N.

a.2 Medición de calibrado en la recepción: 5 horas.

b) Nuevo calibrado de sistemas con micrófonos de carbón (S.E.T.A.B. o S.E.T.A.C.)

b.1 Medición de nuevo calibrado en la transmisión: 3 horas.

b.2 Medición de nuevo calibrado en la recepción: 3 horas.

c) En lo que respecta al calibrado o al nuevo calibrado de otros sistemas, por ejemplo, para la medición de los equivalentes de referencia de sistemas telefónicos comerciales (transmisión, recepción y efecto local), el Laboratorio evalúa el tiempo efectivo dedicado a las mediciones de acuerdo con la administración o empresa privada de explotación interesada.

2. Las horas de trabajo necesarias para las mediciones de A.E.N. de un sistema telefónico comercial son las siguientes:

a) Medición de la A.E.N. en la transmisión: 28 horas;

b) Medición de la A.E.N. en la recepción: 28 horas;

c) Medición de la A.E.N. para un sistema telefónico completo: 35 horas.

SECCIÓN 5

APARATOS DE MEDIDAS OBJETIVAS

RECOMENDACIÓN P.51 (modificada en Mar del Plata, 1968)

VOCES, BOCAS Y OÍDOS ARTIFICIALES

A. Consideraciones generales

El C.C.I.T.T.,

Considerando

Que es muy conveniente idear un aparato para mediciones telefonométricas que permita hacer en lo futuro estas mediciones sin recurrir a bocas y oídos humanos;

Que la normalización de las voces, bocas y oídos artificiales utilizados en este aparato es un tema de estudio general por parte del C.C.I.T.T.,

Recomienda provisionalmente el empleo del oído artificial descrito en la sección B de la presente Recomendación.

Observación 1.- El C.C.I.T.T. sólo podrá formular una recomendación definitiva sobre este oído artificial cuando haya sido normalizado definitivamente por la C.E.I.

Observación 2.- Se entiende que se considera esencial que todas las mediciones telefonométricas que efectúa el Laboratorio del C.C.I.T.T. sigan haciéndose con bocas y oídos humanos.

Observación 3.- Las administraciones y empresas privadas de explotación telefónica podrán eventualmente utilizar, si lo desean, los dispositivos que hayan podido construir para las pruebas en gran escala de los aparatos telefónicos suministrados por los constructores, a condición de que los resultados obtenidos con esos dispositivos concuerden satisfactoriamente con los logrados aplicando el método de medida con la boca y el oído humanos.

Observación 4.- La Asamblea Plenaria de Copenhague, 1936, estimó de interés emplear expresiones diferentes para designar por una parte, una fuente artificial de sonidos vocales y, por otra, un aparato destinado a producir un campo acústico determinado que reúna ciertas condiciones especificadas y que reproduzca artificialmente la boca humana. En el primer caso, conviene emplear el término "voz artificial" y, en el segundo, el término "boca artificial".

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

B. Oído artificial provisionalmente recomendado por el C.C.I.T.T.

1. Introducción

Durante muchos años, el C.C.I.F. estudió la posibilidad de normalizar en el plano internacional un oído artificial que permitiera hacer mediciones telefonométricas sin recurrir al oído humano. En espera de esa normalización, la Asamblea Plenaria de 1954 recomendó a las administraciones y al Laboratorio del C.C.I.F. el uso de un "oído artificial provisional de referencia" constituido por un simple acoplador, para la comparación de los resultados de mediciones objetivas de receptores telefónicos realizadas en diversos laboratorios. Posteriormente, este dispositivo se denominó con más propiedad "acoplador de referencia del C.C.I.T.T."1).

Por otra parte, la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.) estableció en 1960 un Grupo de trabajo encargado de redactar ciertas especificaciones y recomendaciones relativas a la creación de oídos artificiales, "aparatos objetivos que sustituyan al oído humano en el calibrado de distintos tipos de auriculares".

Durante su reunión en Lieja, en 1960, este Grupo de trabajo propuso que se definieran cinco tipos de oídos artificiales:

1 - Un tipo sencillo convencional

2 - Un tipo sencillo para aplicaciones telefonométricas

3 - Un tipo de banda ancha para mediciones audiométricas

4 - Un tipo especial para calibrar los auriculares internos

5 - Un tipo que reproduzca fielmente las características del oído humano medio, para uso de laboratorios.

El oído artificial del tipo 1 (o acoplador de referencia) constituye el objeto de la publicación ... de la C.E.I.; este acoplador es diferente del "acoplador de referencia del C.C.I.T.T.".

El Grupo de trabajo del C.E.I. se consagró luego al estudio de las especificaciones relativas al oído del tipo 3. Se llegó a un acuerdo sobre la impedancia acústica del oído humano medio, lo que llevó al Grupo de trabajo a definir una red eléctrica equivalente al oído humano medio y a preparar especificaciones para la construcción del oído artificial del tipo 3. La IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) ha decidido recomendar provisionalmente el empleo de este oído para las

1) La descripción más reciente de este acoplador figura en la antigua Recomendación P.51 (Libro Rojo, tomos V y V bis, págs. 203-215), a la que estaba vinculado el Anexo 17 del tomo V del Libro Rojo (ediciones francesa o inglesa).

mediciones telefonométricas, en los casos en que no haya que introducir pérdidas acústicas; más abajo se reproducen los pasajes pertinentes de las especificaciones de la C.E.I.[1)], con algunas modificaciones de detalle.

Se han eliminado, pues, del programa de trabajo de la C.E.I. el estudio del oído artificial del tipo 2 y el de las pérdidas acústicas, que continúa el C.C.I.T.T.

2. Campo de aplicación, objeto y definición

2.1 Campo de aplicación y objeto

La presente Recomendación se refiere a la especificación de un oído artificial que cubra la gama de frecuencias 20-10 000 Hz, destinado al calibrado de auriculares externos normales, aplicados al oído sin pérdidas acústicas.

2.2 Definición

El oído artificial es un dispositivo que presenta en su plano de entrada una impedancia acústica igual a la del oído externo humano medio, como se indica en el Anexo 1. El oído artificial comprende una red acústica y un micrófono de medida que permiten calibrar los auriculares usados en audiometría y telefonometría.

3. Descripción del oído artificial para mediciones audiométricas

3.1 Datos básicos

El oído artificial está constituido por tres cavidades acopladas acústicamente. Las dimensiones de la cavidad cónica primaria y los volúmenes de las cavidades acopladas se definen en la figura 1. Los elementos de acoplamiento se ajustarán en los valores siguientes, definidos según constantes localizadas:

$$L_2 = 5 \times 10^2 \ Ns^2m^{-5}$$
$$L_3 = 1 \times 10^4 \ Ns^2m^{-5}$$
$$R_2 = 6{,}5 \times 10^6 \ Ns\ m^{-5}$$
$$R_3 = 2 \times 10^7 \ Ns\ m^{-5}$$

Estos valores corresponden a condiciones atmosféricas normales.

1) Nota de la Secretaría del C.C.I.T.T. - La Asamblea Plenaria de Mar del Plata, 1968, disponía del Documento 29C (Oficina Central) 3 de la C.E.I., distribuido en septiembre de 1968 para su aprobación según la regla de los seis meses. La Secretaría ha reemplazado los extractos de ese documento por los pasajes correspondientes del texto aprobado que se imprimirá como Publicación de la C.E.I. con el título de Oído artificial de la C.E.I., de banda ancha, para el calibrado de los auriculares utilizados en audiometría.

Observación - El volumen V_1 incluye el volumen equivalente de la cápsula microfónica; la presencia de una rejilla de protección exige la corrección correspondiente.

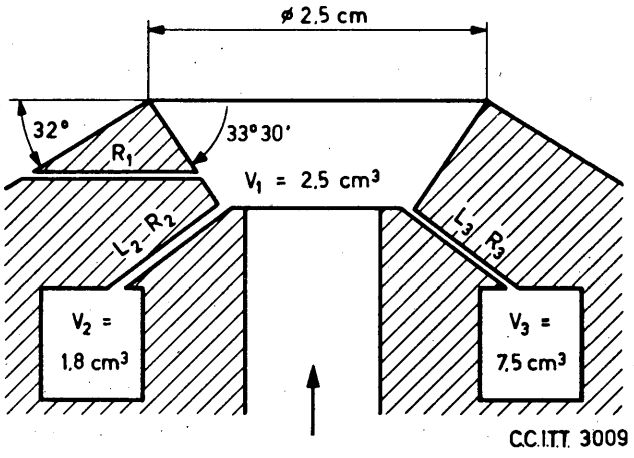


Figura 1

(Para las tolerancias, véase el punto 3.2)

3.2 Tolerancias

La dimensión lineal especificada deberá definirse con una tolerancia de $\pm$ 0,02 cm, los valores de los volúmenes de las cavidades acopladas con una tolerancia de $\pm$ 1%, y los de los elementos de acoplamiento con una tolerancia de $\pm$ 5%. La tolerancia para el ángulo de 33°30' debe ser de $\pm$ 00°30'.

Observación - El C.C.I.T.T. no ha especificado tolerancias para el ángulo de 32° ya que se ha reconocido que al medir receptores telefónicos puede ser necesario apartarse apreciablemente de este valor para asegurar una buena aplicación del auricular al oído artificial. Las administraciones podrán remitirse a este respecto al Anexo 1 a la Cuestión 12/XII.

3.3 Pérdida de igualación de presión

Se prevé una pérdida de igualación de presión que deberá tener una resistencia acústica R_1 superior a 5×10^8 Ns m^{-5} e inferior a 10^9 Ns m^{-5}. Esta pérdida podrá originarse en cualquiera de los tres volúmenes.

3.4 Micrófono

La base de la cavidad V_1 está constituida por un micrófono. La impedancia mecánica del micrófono utilizado deberá ser elevada, siendo el volumen equivalente inferior a 0,02 cm^3 en la banda de frecuencias especificada. La piezosensibilidad global del micrófono y del sistema de medida asociado en la gama de frecuencias especificada deberá conocerse con una precisión de $\pm$ 0,2 dB. El acoplamiento entre el micrófono y el volumen V_1 debe ser rigurosamente estanco.

3.5 Materiales

El oído artificial deberá construirse con un material duro, estable y no magnético, como el latón.

3.6 Ejemplo de realización

En el Anexo 2 figura un ejemplo concreto de oído artificial.

4. Modo de empleo

El auricular que haya de calibrarse se aplicará al oído artificial sin pérdidas acústicas con una fuerza comprendida entre 4 y 5 N, sin tener en cuenta el peso del propio auricular.

El auricular no debe reposar sobre la superficie cónica exterior del oído artificial, sino sobre el borde superior.

Si el pabellón del auricular que se ha de calibrar es de un material muy duro deberá intercalarse una finísima película de cera o grasa entre el pabellón y el oído artificial para evitar toda pérdida.

5. Calibrado

Con un oído artificial que cumpla los requisitos mencionados, el calibrado depende del conocimiento de la piezosensibilidad global del micrófono y del equipo asociado.

Se recomienda que los fabricantes de oídos artificiales conformes con estas especificaciones describan en las instrucciones de empleo el método (o métodos) para determinar la estabilidad global.

BIBLIOGRAFÍA

BRÜEL, P.V., FREDERIKSEN, E. y RASMUSSEN, G.: Artificial ears for the calibration of earphones of the external type; B & K Tech. Rev. N.° 4 (1961) y N.° 1 (1962).

DELANY, M.E.: The acoustical impedance of human ears; J. Sound Vib. I (1964), 455.

DELANY, M.E., WHITTLE, L.S., COOK, J.P. y SCOTT, V.: Perfomances studies on a new artificial ear; Acustica 18 (1967), 231.

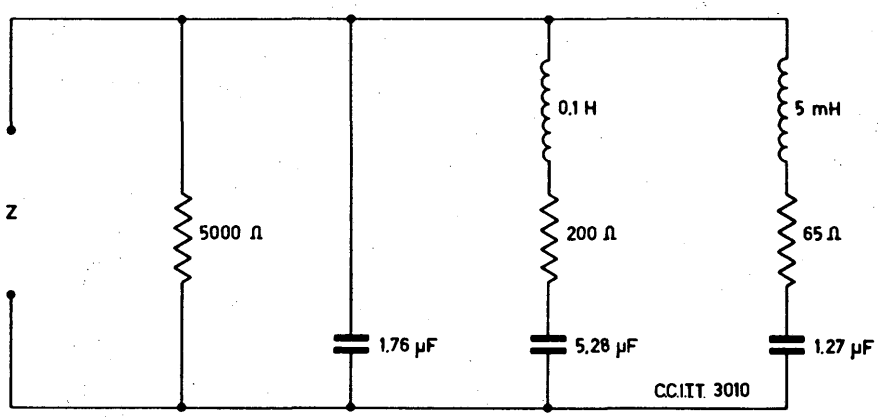
ITHELL, A.H.: A determination of the acoustical input impedance characteristics of human ears; Acustica 13 (1963), 311.

ITHELL, A.H., JOHNSON, E.G.T., y YATES, R.F.: The acoustical impedance of human ears and a new artificial ear; Acustica 15 (1965), 109.

Anexo 1 a

Red eléctrica de constantes localizadas equivalente al oído artificial

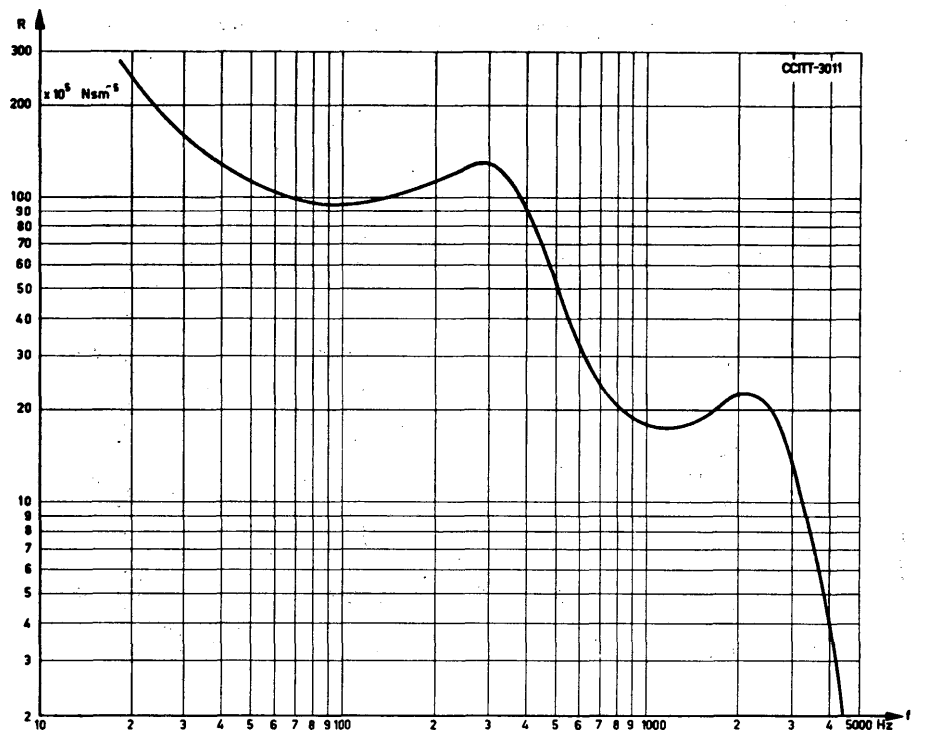
En esta equivalencia, un ohmio eléctrico corresponde a 10^5 Ns m^{-5}.



Se ha dispuesto de tres determinaciones independientes de la impedancia acústica del oído humano medio en ausencia de pérdidas (véase la bibliografía); estas determinaciones se aplicaban a pabellones de diferentes formas utilizados en auriculares audiométricos. En cada caso, se ha determinado una red equivalente del tipo representado en la figura fijándose los valores de los elementos de modo que se consiguiera la mejor concordancia posible con los valores de impedancia medidos. Los valores de los elementos de constantes localizadas que se indican en la figura son valores medios correspondientes a un pabellón plano.

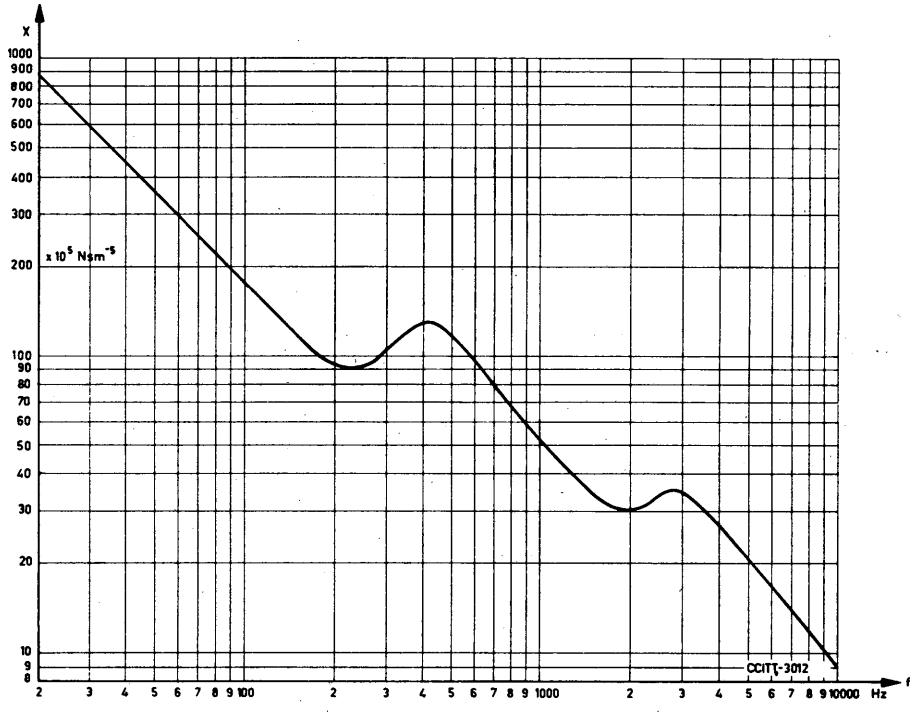
Anexo 1 b1

Parte real de la impedancia de la red eléctrica equivalente



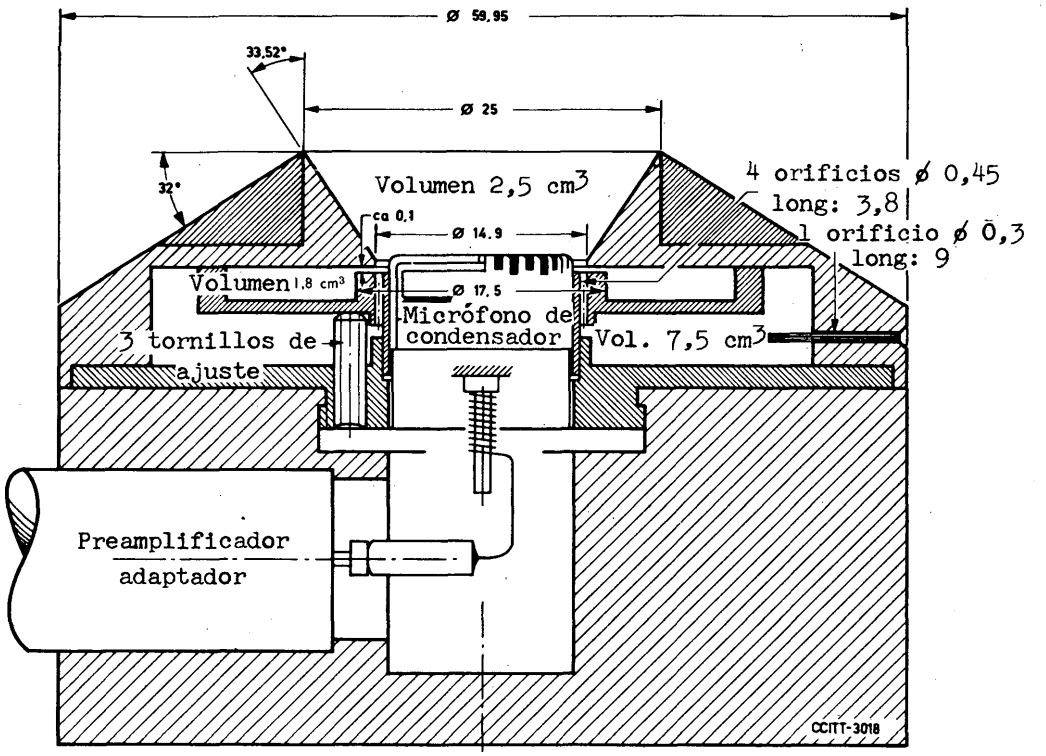
Anexo 1 b2

Parte imaginaria de la impedancia de la red eléctrica equivalente



Anexo 2

Ejemplo de realización del oído artificial



Todas las dimensiones lineales se expresan en mm.

Observación.- Los tres tornillos se ajustan de modo que la resistencia correspondiente sea de $6,5 \times 10^6$ Ns m^{-5}.

RECOMENDACIÓN P.52

VOLÚMETROS

El C.C.I.T.T. estima que para asegurar la continuidad con la práctica anterior no conviene modificar la especificación del volúmetro del A.R.A.E.N. empleado en el Laboratorio del C.C.I.T.T.

En el cuadro que sigue se indican las principales características de diversos aparatos de medida utilizados para controlar el volumen o los niveles de cresta durante conferencias telefónicas o transmisiones radiofónicas.

Características principales de diversos aparatos de medida utilizados para controlar el volumen o las crestas durante conferencias telefónicas o transmisiones radiofónicas

Tipo de aparato	Características del rectificador (Nota 4)	Tiempo de establecimiento para el 99% de la desviación final (milisegundos)	Tiempo de integración (milisegundos) (Nota 5)	Tiempo de retorno a cero (valor y definición)
1) "Voltímetro vocal" británico del tipo 3 (S.V.3) idéntico al volúmetro del A.R.A.E.N.	2	230	100 (aprox.)	igual al tiempo de integración
2) Medidor de v.u. (Estados Unidos de América) (Nota 1)	1,0 a 1,4	300	165 (aprox.)	igual al tiempo de integración
3) Volúmetro del tipo "Indicador de volumen" del S.F.E.R.T.	2	unos 400 a 650	200	igual al tiempo de integración
4) Indicador de cresta para transmisiones radiofónicas empleado por la British Broadcasting Corporation (B.B.C. Peak Programme Meter) (Nota 2)	1		10 (Nota 6)	3 segundos para que la indicación disminuya de 26 dB
5) Indicador de amplitud máxima utilizado en la República Federal de Alemania (tipo U 21)	1	unos 80	5 (aprox.)	1 ó 2 segundos de 100% a 10% de la desviación en régimen permanente

Características principales de diversos aparatos de medida utilizados para controlar el volumen o las crestas durante conferencias telefónicas o transmisiones radiofónicas (cont.)

Tipo de aparato	Características del rectificador (Nota 4)	Tiempo de establecimiento para el 99% de la desviación final (milisegundos)	Tiempo de integración (milisegundos) (Nota 5)	Tiempo de retorno a cero (valor y definición)
6) OIRT - Medidor del nivel de transmisión:		Para los dos tipos:		Para los dos tipos:
Medidor de nivel de tipo A		menos de 300 ms para los aparatos de aguja,	10±5	de 1,5 a 2 segundos a partir del punto "0 dB", en el 30% de la parte útil de la escala
Medidor de nivel de tipo B		y menos de 150 ms para los aparatos de indicador luminoso	60±10	

Volúmetros

Observación.- En suplementos del presente tomo se describen los siguientes aparatos:

Volúmetro del A.R.A.E.N., o "voltímetro vocal" (speech voltmeter): Suplemento N.° 10

Volúmetro normalizado en Estados Unidos de América, llamado "medidor de v.u.": Suplemento N.° 11

Indicador de cresta utilizado por la British Broadcasting Corporation Suplemento N.° 12

Indicadores de amplitud máxima tipos U 21 y U 71 empleados en la República Federal de Alemania: Suplemento N.° 13.

El indicador de volumen del S.F.E.R.T. (Volume Indicator), utilizado antiguamente en el Laboratorio del C.C.I.T.T., se describe en el Anexo 18 (Parte 2.ª del Tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

Pruebas comparativas de diversos tipos de volúmetros

En la nota que figura en las páginas 270 a 293 del tomo IV del Libro Blanco del C.C.I.F.(Budapest, 1934), se dan algunas indicaciones sobre los resultados de pruebas preliminares efectuadas en el Laboratorio del S.F.E.R.T. para comparar el Volume Indicator con distintos indicadores de impulsos.

En el Suplemento N.° 14 del presente tomo figuran los resultados de pruebas comparativas realizadas en 1952 por la Administración británica.

Notas del Cuadro

Nota 1.- Francia ha normalizado un sistema análogo al definido en la línea (2) del cuadro.

Nota 2.- Los Países Bajos han normalizado un sistema (N.R.U.-ON301) análogo al definido en la línea (4) del cuadro.

Nota 3.- Italia utiliza un medidor del nivel de transmisión de las siguientes características:

- característica del rectificador: 1 (véase la Nota 4);
- tiempo de establecimiento para el 99% de la desviación en régimen permanente: unos 20 ms;
- tiempo de integración: 1,5 ms, aproximadamente;
- tiempo de retorno: 1,5 s aproximadamente de 100% a 10% de la desviación en régimen permanente.

Nota 4.- El número que figura en esta columna es el exponente n en la fórmula $/\overline{V}$ (salida) = V (entrada)^{n} $\overline{/}$ aplicable para cada medio ciclo.

Nota 5.- El C.C.I.F. ha definido el "tiempo de integración" como el "periodo mínimo durante el cual debe aplicarse una tensión alterna sinusoidal a los terminales del aparato para que la aguja del instrumento de medida alcance, con una aproximación de 0,2 neperios o 2 dB, la desviación que se obtendría si se aplicara la misma tensión indefinidamente". Una diferencia logarítmica de 2 dB corresponde a un valor del 79,5%, y una diferencia de 0,2 neperios a un valor de 82%.

Nota 6.- El valor de 4 milisegundos indicado en las ediciones precedentes era, en realidad, el tiempo necesario para alcanzar el 80% de la desviación final al aplicar un paso de corriente continua al circuito rectificador-integrador. En un nuevo tipo de indicador, de construcción algo distinta y que utiliza transistores, el funcionamiento durante la transmisión de un programa es poco más o menos el mismo que con los tipos anteriores y lo mismo ocurre con la respuesta a una señal de medida arbitraria próxima de una señal de corriente continua, pero el tiempo de integración, tal como se define en la Nota 5, es aproximadamente un 20% superior para las mayores desviaciones de la aguja.

RECOMENDACIÓN P.53

SOFÓMETROS (APARATOS PARA LA MEDICIÓN OBJETIVA DE LOS RUIDOS DE CIRCUITO)

A. Sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

El C.C.I.T.T.,

Considerando

Que desde que se especificó el sofómetro para circuitos telefónicos comerciales (Instrucciones para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas, edición de Roma, 1937, revisada en Oslo, 1938), se han realizado considerables progresos en la construcción de los aparatos telefónicos de abonado, sobre todo en lo que se refiere a la uniformidad de la eficacia en función de la frecuencia;

Que le "Joint Subcommittee on development and research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System" (Engineering report N.° 45)[1] ha efectuado numerosas pruebas con el fin de determinar la curva

1) La traducción francesa de este informe figura en el documento "C.C.I.F. - 1947/1948 - 1.° C.R. - Documento N.° 2".

que para la red correctora del sofómetro ha de prescribirse para tener en cuenta las características mejoradas de los aparatos telefónicos de abonado;

Que numerosas pruebas y mediciones hechas en los últimos años han demostrado que las características electroacústicas de los aparatos telefónicos de abonado utilizados en Europa son muy semejantes a las de los aparatos americanos, y que, por consiguiente, no es necesario volver a hacer en Europa pruebas similares a las realizadas por el Joint Subcommittee,

Recomienda, por unanimidad

Que los pesos atribuidos a las distintas frecuencias en la red correctora del sofómetro utilizado para las mediciones en los terminales de un circuito interurbano del servicio telefónico comercial, sean los indicados en el cuadro 1 (véase también la curva de la figura 1); sólo los valores subrayados en este cuadro especifican la red correctora del sofómetro y sólo ellos pueden tomarse en consideración para las pruebas de verificación del aparato. Los demás valores, obtenidos por interpolación, se indican para facilitar los cálculos eventuales.

Por convención, los valores numéricos se determinan atribuyendo a la frecuencia de 800 Hz el valor 1000. Las expresiones logarítmicas de los pesos se determinan atribuyendo a la frecuencia de 800 Hz el valor correspondiente a 0 neperios o 0 decibelios.

Tolerancias admisibles

Las tolerancias admisibles son:

50	a	300 Hz	. . . . .	± 2 decibelios	o ± 0,23	neperios
300	a	800 Hz	. . . . .	± 1 decibelio	o ± 0,12	neperios
		800 Hz	. . . . .	± 0 decibelios	o ± 0	neperios
800	a	3000 Hz	. . . . .	± 1 decibelio	o ± 0,12	neperios
3000	a	3500 Hz	. . . . .	± 2 decibelios	o ± 0,23	neperios
3500	a	5000 Hz	. . . . .	± 3 decibelios	o ± 0,35	neperios

Cuadro 1

Cuadro de pesos del sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

Frecuencia Hz	Peso			
	Valores numéricos	Cuadrado de los valores numéricos	Valores en neperios	Valores en decibelios
16,66	0,056	0,003136	−9,79	−85,0
50	0,71	0,5041	−7,25	−63,0
100	8,91	79,3881	−4,72	−41,0
150	35,5	1 260,25	−3,34	−29,0
200	89,1	7 938,81	−2,42	−21,0
250	178	31 684	−1,73	−15,0
300	295	87 025	−1,22	−10,6
350	376	141 376	−0,98	− 8,5
400	484	234 256	−0,73	− 6,3
450	582	338 724	−0,54	− 4,7
500	661	436 921	−0,41	− 3,6
550	733	537 289	−0,31	− 2,7
600	794	630 436	−0,23	− 2,0
650	851	724 201	−0,16	− 1,4
700	902	813 604	−0,10	− 0,9
750	955	912 025	−0,046	− 0,4
800	1 000	1 000 000	0,000	0,0
850	1 035	1 071 225	+0,034	+ 0,3
900	1 072	1 149 184	+0,069	+ 0,6
950	1 109	1 229 881	+0,103	+ 0,9
1 000	1 122	1 258 884	+0,115	+ 1,0
1 050	1 109	1 229 881	+0,103	+ 0,9
1 100	1 072	1 149 184	+0,069	+ 0,6
1 150	1 035	1 071 225	+0,034	+ 0,3
1 200	1 000	1 000 000	0,000	0,0
1 250	977	954 529	−0,023	− 0,20
1 300	955	912 025	−0,046	− 0,40
1 350	928	861 184	−0,075	− 0,65
1 400	905	819 025	−0,100	− 0,87
1 450	881	776 161	−0,126	− 1,10
1 500	861	741 321	−0,150	− 1,30
1 550	842	708 964	−0,172	− 1,49
1 600	824	678 976	−0,193	− 1,68
1 650	807	651 249	−0,214	− 1,86
1 700	791	625 681	−0,234	− 2,04
1 750	775	600 625	−0,255	− 2,22
1 800	760	577 600	−0,275	− 2,39
1 850	745	555 025	−0,295	− 2,56
1 900	732	535 824	−0,311	− 2,71
1 950	720	518 400	−0,329	− 2,86
2 000	708	501 264	−0,345	− 3,00
2 050	698	487 204	−0,359	− 3,12
2 100	689	474 721	−0,373	− 3,24
2 150	679	461 041	−0,386	− 3,36
2 200	670	448 900	−0,400	− 3,48
2 250	661	436 921	−0,414	− 3,60
2 300	652	425 104	−0,428	− 3,72
2 350	643	413 449	−0,442	− 3,84

Cuadro 1 (cont.)

Cuadro de pesos del sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

Frecuencia Hz	Peso			
	Valores numéricos	Cuadrado de los valores numéricos	Valores en nepers	Valores en decibelios
2 400	634	401 956	−0.456	− 3.96
2 450	626	390 625	−0.470	− 4.08
2 500	617	380 689	0.484	− 4.20
2 550	607	368 449	−0.499	− 4.33
2 600	598	357 604	−0.513	− 4.46
2 650	590	348 100	−0.528	− 4.59
2 700	580	336 400	−0.544	− 4.73
2 750	571	326 041	−0.560	− 4.87
2 800	562	315 844	−0.576	− 5.01
2 850	553	305 809	−0.593	− 5.15
2 900	543	294 849	−0.610	− 5.30
2 950	534	285 156	−0.627	− 5.45
3 000	525	275 625	−0.645	− 5.60
3 100	501	251 001	−0.691	− 6.00
3 200	473	223 729	−0.748	− 6.50
3 300	444	197 136	−0.812	− 7.05
3 400	412	169 744	−0.886	− 7.70
3 500	376	141 376	−0.979	− 8.5
3 600	335	112 225	−1.09	− 9.5
3 700	292	85 264	−1.23	−10.7
3 800	251	63 001	−1.38	−12.0
3 900	214	45 796	−1.54	−13.4
4 000	178	31 684	−1.73	−15.0
4 100	144.5	20 880.25	−1.93	−16.8
4 200	116.0	13 456	−2.15	−18.7
4 300	92.3	8 519.29	−2.38	−20.7
4 400	72.4	5 241.76	−2.62	−22.8
4 500	56.2	3 158.44	−2.88	−25.0
4 600	43.7	1 909.69	−3.13	−27.2
4 700	33.9	1 149.21	−3.38	−29.4
4 800	26.3	691.69	−3.64	−31.6
4 900	20.4	416.16	−3.89	−33.8
5 000	15.9	252.81	−4.14	−36.0
>5 000	<15.9	<252.81	<−4.14	<−36.0

Observación 1. - Si, para establecer ciertos sistemas de transmisión teléfonica, deben efectuarse cálculos a partir de valores de los pesos sofométricos y si se cree conveniente adoptar, para las frecuencias superiores a 5000 Hz, valores más exactos que los del cuadro precedente, se utilizarán los siguientes valores:

5 000 à 6 000	<15.9	<252.81	<−4.14	<−36.0
>6 000	< 7.1	< 50.41	<−4.95	<−43.0

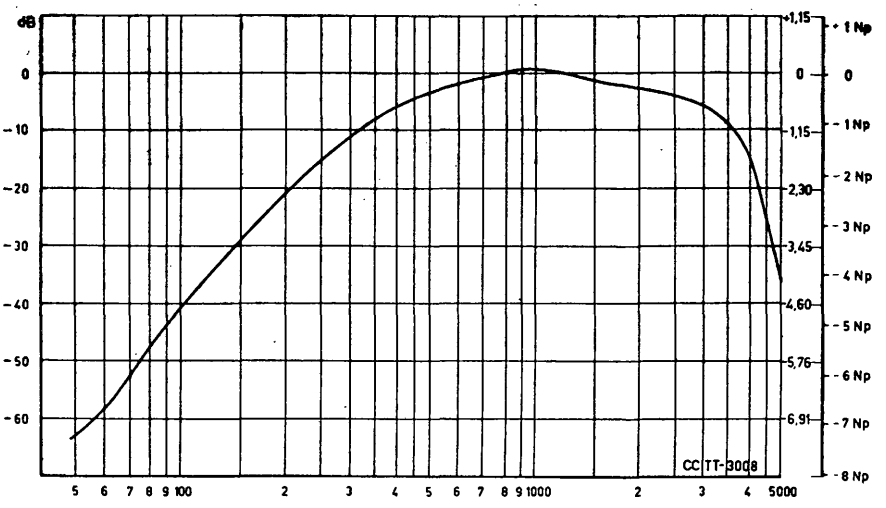


Figura 1.- Curva característica de la red correctora del sofómetro utilizado para las mediciones en los terminales de un circuito interurbano del servicio telefónico comercial

Observación 2.- En su XVI Asamblea Plenaria (Florencia, 1951), el C.C.I.F. consideró muy conveniente no introducir durante un periodo lo más largo posible, por ejemplo, diez años, ninguna modificación en el cuadro de pesos ni en la especificación del sofómetro.

Mediciones en los terminales del receptor telefónico de abonado

El sofómetro normalizado por la XVI Asamblea Plenaria del C.C.I.F. para medir los ruidos de circuito relativamente estables comprende, para su empleo en el extremo de un circuito telefónico internacional (véase anteriormente), una red correctora que tiene en cuenta las características de funcionamiento de un tipo bastante moderno de aparato telefónico utilizado en Estados Unidos de América, así como las características medias de la red telefónica nacional de Estados Unidos de América. Según la práctica norteamericana, para emplear el sofómetro en los terminales del receptor telefónico se suprime la parte de la red correctora que tiene en cuenta las características de los circuitos telefónicos comerciales. No parece esencial recurrir en Europa a tal modificación, puesto que las características de funcionamiento de los aparatos telefónicos europeos son muy diversas. La elección de una característica única para la red correctora resultante de una modificación como ésta, sería probablemente algo tan arbitrario como utilizar sin modificación, para mediciones en los terminales del receptor telefónico, el sofómetro con la red correctora especificado por la XVI Asamblea Plenaria del C.C.I.F. para las mediciones en los terminales de un circuito interurbano del servicio telefónico comercial (véase más arriba).

Cuando sólo se necesitan mediciones comparativas, el sofómetro especificado por la XVI Asamblea Plenaria del C.C.I.F. puede muy bien emplearse sin modificación como un voltímetro de características fijadas arbitrariamente para efectuar mediciones en los terminales del receptor telefónico de abonado.

Sofómetros

Para estudios de carácter fundamental, las administraciones pueden quizás preferir el empleo de redes correctoras elegidas especialmente a tales efectos.

Correspondencia con las indicaciones de los sofómetros americanos

Las bases actualmente utilizadas por la American Telephone and Telegraph Company para evaluar la reducción de la calidad de transmisión motivada por el ruido se exponen en un artículo de D.A. Lewinski, publicado en el número de marzo de 1964 del Bell System Technical Journal [1]. En este artículo, el ruido se expresa en función de las indicaciones obtenidas con el aparato 3A, actualmente usado en Estados Unidos, con ponderación C para la telefonía. Como esta ponderación es distinta de la empleada con el aparato 2B, más antiguo, o con el sofómetro del C.C.I.T.T. de 1951, la relación entre las mediciones hechas con estos aparatos está sometida a la influencia del espectro del ruido medido. Si se aplica a cada aparato un ruido blanco de una potencia de 1 mW en la banda comprendida entre 300 y 3400 Hz, se obtienen las siguientes indicaciones:

Aparato 3A (ponderación C para la telefonía)	88 dBrn
Aparato 2B (ponderación F1A)	81,5 dBa
Sofómetro del C.C.I.T.T. (ponderación 1951).	-2,5 dBm

Teniendo en cuenta que la relación será diferente para otros espectros de ruido, se proponen, con miras a la realización de comparaciones reales, los factores de conversión siguientes (valores redondeados):

Ponderación 1951 del C.C.I.T.T.		Aparato 3A Ponderación C para la telefonía		Aparato 2B Ponderación F1A
0 dBm	=	90 dBrn	=	84 dBa
-90 dBm	=	0 dBrn	=	-6 dBa
-84 dBm	=	6 dBrn	=	0 dBa

Estos factores de conversión tienen en cuenta el efecto de la diferencia entre las frecuencias de referencia utilizadas (800 Hz para el sofómetro del C.C.I.T.T. y 1000 Hz para los aparatos americanos).

En [2] y [3] figura información detallada sobre los sofómetros actualmente utilizados en Estados Unidos.

Bibliografía

/1/ LEWINSKI, D.A.: A new objective for message circuit noise. Bell System Technical Journal, página 719, N.° 43 (marzo de 1964).

/2/ COCHRAN, W.T. y LEWINSKI, D.A.: A new measuring set for message circuit noise. Bell System Technical Journal, página 911, N.° 39 (julio de 1960).

/3/ AIKENS, A.J. y LEWINSKI, D.A.: Evaluation of message circuit noise. Bell System Technical Journal, página 879, N.° 39 (julio de 1960).

Medición de ruidos impulsivos

(Véase la Recomendación P.55)

Cláusulas esenciales de un pliego de condiciones tipo para el suministro de un sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

El C.C.I.T.T.,

Considerando por un lado,

Que la realización de un sofómetro para circuitos telefónicos comerciales que permitiera efectuar mediciones en frecuencias inferiores a 40 Hz, especialmente en 16,66 Hz, presentaría dificultades de construcción y sería, en definitiva, un aparato pesado y voluminoso.

Que los casos de empleo del aparato en esas frecuencias serían relativamente poco frecuentes;

Que parece posible utilizar un aparato en esas frecuencias añadiendo una red correctora apropiada:

Considerando, por otro lado,

Que las cláusulas provisionales esenciales de un pliego de condiciones para el suministro de un sofómetro para circuitos telefónicos comerciales no parecen suficientemente detalladas en lo que concierne a las mediciones de tensiones que presenten crestas;

Que parece adecuado prever una prueba para verificar este particular;

Que, no obstante, dados los diversos modos de realización de los sofómetros, no parece posible recomendar cláusulas uniformes de verificación, pero que quizás fuera útil llamar la atención sobre este punto,

Sofómetros

Recomienda por unanimidad

Que se procure que los sofómetros para circuitos telefónicos comerciales respondan a las siguientes condiciones:

1. Graduación.- El sofómetro debe estar graduado de modo que, para cada sensibilidad, dé por lectura directa (o eventualmente previa multiplicación por un factor característico de la sensibilidad) el valor exacto de la tensión, cuando se aplica a la entrada del sofómetro una tensión de 800 Hz.

2. Sensibilidad.- El sofómetro debe dar una indicación cuando se aplique a sus terminales de entrada una tensión de 800 Hz igual a 0,05 milivoltios por lo menos, y permitir la lectura directa de tensiones de hasta 100 milivoltios por lo menos en la frecuencia de 800 Hz, sin necesidad de dispositivos potenciométricos externos.

3. Mediciones.- En toda la gama de medida y en todas las condiciones de empleo del aparato, para cada sensibilidad y para cada frecuencia aplicada separadamente, los valores indicados deben ser iguales al producto de la tensión aplicada por el peso atribuido a la frecuencia, dividido por 1000.

Cuando la tensión aplicada comprenda cierto número de componentes de frecuencias distintas, la indicación dada por el instrumento debe ser igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las indicaciones correspondientes a las componentes individuales aplicadas por separado.

Para comprobar que se cumple esta condición puede utilizarse, por ejemplo, el siguiente procedimiento. Se aplican sucesivamente dos tensiones sinusoidales de frecuencia muy distinta, sin relación armónica entre sí y que produzcan la misma desviación de la aguja del instrumento indicador; a continuación, se aplica la resultante de estas dos tensiones mediante un dispositivo que permita atenuarlas por igual, ajustado de modo que se obtenga la misma desviación que anteriormente. La atenuación así introducida debe ser igual a 0,35 neperios o 3 decibelios, con una tolerancia de $\pm$ 0,05 neperios o $\pm$ 0,5 decibelios.

La prueba podrá hacerse utilizando distintos pares de frecuencias, próximos unos y alejados los otros, y repetirse para diversas desviaciones de la aguja del sofómetro.

4. Linealidad.- Cuando la onda periódica de tensión aplicada presente picos tales que el valor de cresta sea muy superior al valor eficaz, la medición de la tensión ponderada correspondiente debe estar exenta, en lo posible, de todo error causado por una sobrecarga del amplificador o de otros órganos. Se puede comprobar la eliminación de esta causa de error por uno de los métodos siguientes, indicados a título de ejemplo:

Primer método.- Durante periodos de 5 ms, separados por intervalos de silencio de 20 ms, se aplica al sofómetro una tensión con una frecuencia del orden de 2000 Hz. Al disminuir la tensión aplicada a partir de la correspondiente al mayor valor que el aparato sea susceptible de medir, las lecturas deben ser proporcionales a la tensión aplicada, con una tolerancia de $\pm$ 5% (o sea, $\pm$ 0,05 neperios o $\pm$ 0,5 decibelios).

Segundo método.- La Administración británica de teléfonos ha adoptado la regla siguiente:

El sofómetro comprende un indicador de corriente continua, precedido de un rectificador de característica cuadrática. El instrumento se gradúa de modo que se cumpla la condición 1.

Con una tensión sinusoidal de frecuencia dada y un ajuste fijo de los dispositivos de control de ganancia, la corriente de control del instrumento indicador debe ser proporcional al cuadrado de la tensión aplicada al sofómetro, para valores de esta tensión comprendidos entre 0,4 y 2,5 veces el valor necesario para producir una desviación correspondiente al máximo de la escala graduada, con una tolerancia de $\pm$ 10%, lo que corresponde a un error de lectura de $\pm$ 5% aproximadamente ($\pm$ 0,5 neperios o $\pm$ 0,5 decibelios).

Se utiliza el método de comprobación siguiente: entre el rectificador y el instrumento indicador se inserta una red que hace que una fracción conocida de la corriente rectificada atraviese el instrumento, mientras que la impedancia presentada al rectificador es igual a la que presenta el instrumento indicador cuando está conectado directamente. Por este medio, se puede reducir la desviación a un valor inferior o igual al máximo de la escala graduada, y comprobar entonces si se cumple la condición impuesta.

Tercer método.-.Otra prueba considerada conveniente en el caso de un sofómetro con un instrumento indicador de corriente continua, precedido de un rectificador de característica cuadrática, consiste en efectuar la prueba descrita en 3 y en aplicar una tensión con dos componentes sinusoidales de valor igual a 0,4; 1; 1,5; 2 y 2,5 veces el valor correspondiente a la desviación total del instrumento indicador. La desviación se reduce a un valor igual o inferior al máximo de la escala graduada utilizando una red reductora análoga a la indicada en el segundo método.

5. Característica dinámica.- La característica dinámica del sofómetro debe ser tal que un ruido de 0,15 a 0,25 segundos de duración produzca la misma desviación que un ruido continuo, en tanto que los ruidos de menor duración producirán desviaciones proporcionalmente más pequeñas. Esta duración es la que parece necesaria para que se oiga enteramente el ruido.

6. Impedancia de entrada.- La impedancia de entrada del sofómetro debe ser lo más grande posible en la banda de frecuencias de 15 a 5000 Hz En la banda de frecuencias de 40 a 5000 Hz en particular, debe ser como mínimo igual a 6000 ohmios.

La impedancia entre los dos terminales de entrada interconectados y la masa del sofómetro debe ser lo más grande posible en todas las frecuencias comprendidas entre 15 y 5000 Hz. En la frecuencia de 800 Hz en particular, debe ser superior a 200 000 ohmios.

7. Simetría.- La simetría del sofómetro con relación a la masa debe ser tal que la aplicación entre el punto medio de una resistencia de 600 ohmios conectada a los terminales de entrada y la masa (figura 2) de una tensión de 200 voltios y 50 Hz, o de una tensión de 30 voltios y 300 Hz o de una tensión de 10 voltios y 800 Hz, no dé una indicación superior a 0,1 milivoltios.

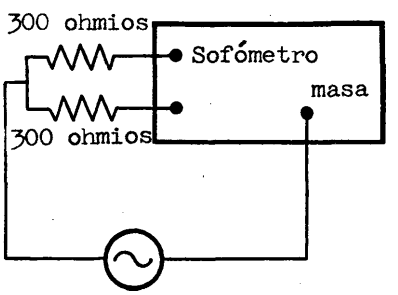


Figura 2

8. Insensibilidad a los campos externos.- El aparato debe ser insensible a los campos magnéticos y eléctricos externos, incluso cuando se utilice cerca de una instalación industrial. Hay que señalar a este respecto que los campos externos pueden ejercer su acción en el interior del aparato, antes o después del reductor de tensión (potenciómetro), y que, por consiguiente, los efectos de esos campos dependen o no, según el caso, de la posición del reductor de tensión.

El sofómetro debe estar blindado, lo mismo que las cajas que contienen las fuentes de alimentación. Las conexiones externas han de hacerse con conductores retorcidos y blindados. Es conveniente prever terminales para poner a tierra todas las partes del aparato y sus cajas durante el empleo del sofómetro.

Observación.- A título de ejemplo, la Administración británica de teléfonos efectúa las pruebas siguientes:

a) Se produce un campo magnético de 0,01 oerstedios (campo alterno de 300 Hz) mediante una bobina cuadrada de las siguientes dimensiones:

- Lado del núcleo, 40 pulgadas (101 cm).

- Sección transversal como máximo igual a una pulgada cuadrada (unos 6,5 cm^2) con n espiras, recorrida por una corriente de intensidad I amperios tal que $nI = 0,84$. El sofómetro que se prueba se coloca en el centro de esta bobina y se ajusta su sensibilidad en el valor que dé la máxima desviación de la aguja del instrumento de medida con una tensión aplicada de 0,2 milivoltios. En estas condiciones, el campo magnético no debe producir una desviación superior a 0,04 milivoltios.

b) A continuación, se da al campo magnético un valor de 0,05 oerstedios, lo que corresponde a $nI = 4,2$. En estas condiciones, para cualquier otra sensibilidad que no sea la mencionada en a), la aguja del instrumento de medida no debe alcanzar la desviación máxima.

9. Ajuste.- Cuando el amplificador no es suficientemente estable, debe preverse un dispositivo apropiado de ajuste para mantener la ganancia del amplificador en el valor deseado, con un error inferior a $\pm$ 5%.

10. Realización práctica.- En la práctica, las vibraciones mecánicas no deben ser causa de ningún inconveniente.

Las características del sofómetro deben ser lo más estables posible en las condiciones prácticas de empleo, es decir, que no deben influir en ellas el transporte, las variaciones de temperatura, etc.

El aparato debe ser transportable y su peso tan reducido como lo permitan las condiciones arriba indicadas.

B. Sofómetro utilizado en los circuitos para transmisiones radiofónicas

La constitución general y las características principales antes indicadas para el sofómetro utilizado en los circuitos telefónicos comerciales son igualmente válidas para el sofómetro empleado en los circuitos para

transmisiones radiofónicas, excepción hecha de la frecuencia de referencia y de los datos relativos a la red correctora que, en este caso, ha de tener una curva característica de acuerdo con el cuadro 2 siguiente.

Cuadro 2

Curva característica de la red correctora del sofómetro utilizado en los circuitos para transmisiones radiofónicas

(Véase la curva de la figura 3)

Frecuencia Hz	Ponderación con relación a 1000 Hz			
	Valor nominal		Tolerancia	
	Np	dB	Np	dB
20 e inferiores	≤ - 4,6	≤ - 40	-	-
50	- 3,95	- 34,3	± 0,17	± 1,5
60	- 3,70	- 32,2	"	"
100	- 3,00	- 26,1	"	"
200	- 2,00	- 17,3	"	"
400	- 1,01	- 8,8	"	"
800	- 0,22	- 1,9	"	"
1 000	0	0	-	-
2 000	+ 0,61	+ 5,3	± 0,17	± 1,5
4 000	+ 0,94	+ 8,2	"	"
5 000	+ 0,97	+ 8,4	"	"
6 000	+ 0,94	+ 8,2	"	"
7 000	+ 0,84	+ 7,3	"	"
8 000	+ 0,59	+ 5,1	"	"
9 000	- 0,03	- 0,3	± 0,35	± 3,0
10 000	- 1,12	- 9,7	"	"
13 000	≤ - 3,5	≤ - 30	-	-
20 000 y superiores	≤ - 4	≤ - 35	-	-

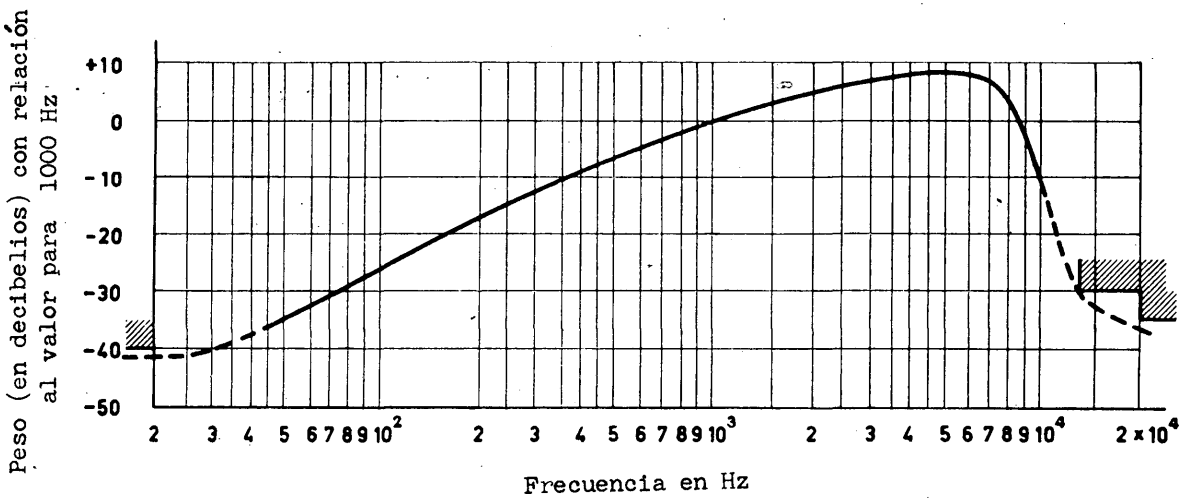


Figura 3.- Curva característica de la red correctora del sofómetro utilizado para las mediciones en los circuitos para transmisiones radiofónicas

Aparatos para medir los ruidos impulsivos

RECOMENDACIÓN P.54 (Modificada en Mar del Plata, 1968)

SONÓMETROS

(APARATOS PARA LA MEDICIÓN OBJETIVA DEL RUIDO AMBIENTE)

El C.C.I.T.T. señala a la atención de las administraciones las siguientes publicaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.)

Publicación 123 - Recomendaciones relativas a los sonómetros,

Publicación 179 - Sonómetros de precisión.

Observación.- En espera de una normalización internacional, el C.C.I.T.T. adoptó provisionalmente en otro tiempo, como especificación de un aparato para la medición objetiva del ruido ambiente la especificación dada en la norma Z.24.3.1944 de l'American Standards Association (Sound level meter for measurement of noise and other sounds). Esta especificación se reproduce en el Anexo 24 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo ediciones francesa o inglesa); ha sido reemplazada, como norma del USASI (United States of America Standards Institute), por el Documento S.1.4-1961 (American Standard Specification for General Purpose Sound Level Meters).

RECOMENDACIÓN P.55 (Mar del Plata, 1968)[1)]

APARATOS PARA MEDIR LOS RUIDOS IMPULSIVOS

La experiencia ha demostrado que los chasquidos u otros ruidos impulsivos que se producen en las conferencias telefónicas provienen de diversas fuentes, por ejemplo, construcción defectuosa de las instalaciones de conmutación, defectos en las tomas de tierra de las centrales, y acoplamientos electromagnéticos en las centrales o en línea.

No es prácticamente posible apreciar el efecto perturbador en las conferencias telefónicas de los impulsos aislados. La rápida sucesión de impulsos breves es sobre todo molesta al comienzo de una conferencia. Es probable que estas series de impulsos breves afecten más a las transmisiones de datos que a las conferencias telefónicas, y que los circuitos utilizables para las transmisiones de datos, de conformidad con los criterios de ruido en curso de estudio, sean también satisfactorios para la transmisión de la palabra.

---

1) Se ha suprimido la antigua Recomendación P.55 (Libro Rojo, tomos V y V bis, página 234).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el C.C.I.T.T. recomienda a las administraciones que para medir el número de veces en que aparecen series de impulsos, tanto en los circuitos telefónicos como en los utilizados para las transmisiones de datos, empleen el contador de impulsos definido en la Recomendación H.13 (tomo III del Libro Blanco).

Observación.- Las administraciones podrán seguir estudiando en el plano nacional si el empleo de estos contadores de impulsos garantiza por sí solo que se cumplen las condiciones necesarias para obtener una buena calidad en las comunicaciones telefónicas. Para esos estudios, las administraciones pueden usar los aparatos de medida que juzguen más apropiados, por ejemplo, un sofómetro con factor de sobrecarga aumentado, pero el C.C.I.T.T. no piensa recomendar el empleo de tal aparato.

SECCIÓN 6

MEDICIONES ELECTROACÚSTICAS OBJETIVAS

RECOMENDACIÓN P.61

MEDICIÓN DE LA EFICACIA ABSOLUTA DE UN SISTEMA TRANSMISOR O DE UN SISTEMA RECEPTOR

Para esta medición se sigue en general uno de los métodos siguientes:

a) Método del termófono

El principio y la descripción de este método figuran en los siguientes artículos:

H.D. ARNOLD e I.B. CRANDALL: Physical Review, Vol. 10 (1917), pág. 22.

E.C. WENTE: Physical Review, Vol. 19 (1922), pág. 333.

S. BALLANTINE: Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 3 (1932), pág. 319.

Observación.- Este método, que el Laboratorio del C.C.I.T.T. utilizaba para el calibrado absoluto del S.F.E.R.T., se describe en el Anexo 5 del Libro de anexos al tomo IV del Libro Verde.

b) Método del disco de Rayleigh

El principio y la descripción de este método figuran en los siguientes artículos:

W. KÖNIG: Annalen der Physik, Vol. 43 (1891), pág. 43.

E.J. BARNES y W. WEST: Journal of the Institution of Electrical Engineers, Vol. 65 (1927), pág. 871.

W. WEST: Acoustical Engineering, cap XI (1932), Pitman editor, Londres (en la sección H del "Proyecto de instrucciones sumarias para la utilización y mantenencia del Laboratorio del C.C.I.F." figura una traducción en francés de los principales pasajes de este capítulo relativos al método del disco de Rayleigh).

R.A. SCOTT: Proceedings of the Royal Society A, Vol. 183 (1945), pág. 296.

W. WEST: Proceedings of the Physical Society B, Vol. 62 (1949), pág. 437.

En el Suplemento N.° 9 del presente tomo se describe la aplicación de este método en el Laboratorio del C.C.I.T.T., para el calibrado absoluto del A.R.A.E.N.

c) Método de compensación y método de desplazamiento electrostático

El principio y la descripción de estos métodos figuran en los artículos siguientes:

E. GERLACH: Wiss. Veröff. Siemens-Konzern, Vol. 3 (1923), pág. 139.

M. GRÜTZMACHER y E. MEYER: Elektrische Nachrichten Technik, Vol. 4 (1927), pág. 203.

S. BALLANTINE: Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 3 (1932), pág. 219.

d) Método de reciprocidad para el calibrado de micrófonos de condensador

El principio y la descripción de este método figuran en un artículo de R.K. Cook publicado en el Journal of Research of the National Bureau of Standards (Washington), Volumen 25, página 489 (noviembre de 1940). El Anexo 25 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) contiene detalles complementarios.

Las bases físicas de este método se exponen en los trabajos y artículos siguientes:

RAYLEIGH: The Theory of Sound. Macmillan & Co., Londres (1896).

W. VOIGT: Lehrbuch der Kristallphysik. B.G. Teubner, Leipzig (1910).

D.A. KEYS: Philosophical Magazine, Vol. 46 (1923), pág. 999.

S. BALLANTINE: Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Vol. 17 (1929), pág. 929.

L.J. SIVIAN: Bell System Technical Journal, Vol. 10 (1931), pág. 96.

S. BALLANTINE: Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 3 (1932), pág. 319.

H. OSTERBERG y J.W. COOKSON: Review of Scientific Instruments, Vol. 6 (1935), pág. 347.

W.R. MACLEAN: Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 12 (1940), pág. 140.

RECOMENDACIÓN P.62

MEDICIONES HECHAS EN LOS APARATOS TELEFÓNICOS DE ABONADO

A. Medición de la distorsión de atenuación de un aparato telefónico

La curva de las variaciones de la eficacia absoluta de un aparato telefónico (sistema transmisor o sistema receptor) en función de la frecuencia no informa por completo sobre la manera en que este aparato reproduce la voz humana o la música, aunque a menudo se la denomine "característica de funcionamiento en las distintas frecuencias".

Sin embargo, la curva de las variaciones de la eficacia absoluta de un aparato telefónico en función de la frecuencia proporciona indicaciones útiles desde el punto de vista de la transmisión de la palabra. Por otra parte, para la transmisión de música, en ausencia de un criterio preciso de calidad de transmisión (que desempeñe el mismo papel que la nitidez o el índice de repetición en las conferencias telefónicas comerciales), hay que contentarse con tales curvas para apreciar la calidad de los aparatos terminales (sistemas microfónicos o altavoces).

Para trazar las características "eficacia-frecuencia" se dispone en el comercio de cierto número de instrumentos modernos que pueden clasificarse en dos categorías:

1. Aparatos registradores que permiten determinar automáticamente las características de funcionamiento de los aparatos telefónicos.

2. Aparatos que emplean un tubo de rayos catódicos y que permiten determinar rápidamente la curva característica de funcionamiento de un aparato en las distintas frecuencias.

Las Recomendaciones P.81 y P.82 contienen información sobre los métodos de medida que utilizan algunas administraciones para la mantenencia de los aparatos telefónicos y para su recepción en fábrica.

B. Medición de la distorsión no lineal de un aparato telefónico y del ruido de micrófono

En tanto que las distorsiones no lineales de los receptores telefónicos son, por lo general, despreciables, los micrófonos (sobre todo los micrófonos de carbón que comúnmente se emplean en los aparatos telefónicos comerciales) presentan una no linealidad considerable; la relación entre la variación de la resistencia del micrófono y la presión acústica que se ejerce sobre el diafragma no es lineal. Esta no linealidad es tanto más importante cuanto mayor es la variación de resistencia con relación a la resistencia total del micrófono, es decir, cuanto más sensible es el micrófono. Hay además otros dos efectos:

Mediciones objetivas

1. El micrófono es totalmente insensible a las presiones acústicas inferiores a cierto valor (umbral de excitación).

2. La inercia mecánica de los granos de carbón (o el retardo en el establecimiento del contacto eléctrico entre estos granos) se debe a que los diversos regímenes de agitación del carbón bajo la influencia de las ondas acústicas no son los mismos en todas las frecuencias de esas ondas (por ejemplo, un micrófono de carbón reproduce mejor en general los batidos lentos entre dos sonidos).

Los ruidos microfónicos están estrechamente relacionados con la no linealidad. Cuando se mide la distorsión no lineal, puede ser necesario medir la distorsión armónica y la variación de la eficacia en función de la amplitud. Véase, a título de ejemplo de estas mediciones, la contribución de la República Federal de Alemania descrita en el Anexo 26 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

C. Medición objetiva del equivalente de referencia (en la transmisión y en la recepción) y del equivalente de referencia del efecto local

1. En lo que respecta a la medición objetiva del equivalente de referencia (en la transmisión y en la recepción) de los aparatos telefónicos de abonado, pueden citarse los aparatos que utilizan las administraciones de Francia, República Federal de Alemania, Suiza y Checoeslovaquia, descritos en los Anexos 27 a 29 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) y en el Anexo G (2.ª parte del tomo V bis del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

2. En lo que concierne a la medición objetiva del equivalente de referencia del efecto local de un aparato telefónico de abonado, no se recomienda ningún método objetivo. El C.C.I.T.T. estudia el conjunto de esta cuestión (véase la Recomendación P.63).

RECOMENDACIÓN P.63 (modificada en Ginebra, 1964)

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN A BASE DE MEDICIONES OBJETIVAS

Estos métodos están en estudio en el C.C.I.T.T.

En los Anexos 30 y 31 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) se describen los métodos empleados por las administraciones de Suiza y de la U.R.S.S.

Mediciones objetivas

La American Telephone and Telegraph Company estudia un nuevo método para la determinación de la calidad de transmisión. El equipo fundamental de medida se describe en el Anexo 1 a la Cuestión 15/XII (2.ª parte del presente tomo).

SECCIÓN 7

MEDICIONES SUBJETIVAS CON LA VOZ Y EL OÍDO

RECOMENDACIÓN P.71 (modificada en Mar del Plata, 1968)

MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE LOS SONIDOS VOCALES[1)]

Cada volúmetro deberá utilizarse según las indicaciones que figuren en su especificación (véase la Recomendación P.52). Al utilizar la "potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas", se deberían tener en cuenta las indicaciones facilitadas en la Recomendación P.42, C.

RECOMENDACIÓN P.72

MEDICIÓN DE LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA
Y DE LOS EQUIVALENTES RELATIVOS

A. Medición de los equivalentes de referencia propiamente dichos

Esta medición consiste en una comparación por la voz y el oído con el Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.); es lo que se denomina una "medición telefonométrica".

La comparación puede ser directa, en cuyo caso da directamente el equivalente de referencia del sistema completo, o el del sistema transmisor o receptor considerado. Pero, en general, sólo se comparan directamente con el N.O.S.F.E.R. los sistemas patrón de trabajo antes de ponerlos en servicio, y luego, periódicamente, con fines de verificación (véase la Recomendación P.42, E). Por consiguiente, el equivalente de referencia de un sistema o de una parte de sistema se determina, por lo general, indirectamente, es decir, que se mide el equivalente relativo de este sistema (o parte de sistema) con relación a un sistema auxiliar (sistema patrón de trabajo) cuyo equivalente de referencia se ha determinado previamente por comparación directa con el sistema fundamental de referencia.

1) "En esta Recomendación se dan consejos a las administraciones para la realización de pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas efectuadas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. por medio de sistemas patrón se describen en la Sección 4 del presente tomo."

B. Medición de los equivalentes relativos[1)]

Como los sistemas patrón de trabajo que actualmente se utilizan son de micrófono de carbón (S.E.T.A.B.) o de micrófono y receptor electrodinámicos (S.E.T.E.D.), a continuación se indican las precauciones especiales que deben tomarse cuando se efectúe una medición telefonométrica, en particular, la medición de un equivalente relativo de un aparato de microteléfono. Se indican, como ejemplo, los dos métodos de medida siguientes:

α) Utilización de un sistema patrón de trabajo del tipo S.E.T.A.B.

La medición telefonométrica que hay que hacer para determinar el equivalente relativo de un sistema o parte de sistema con relación a un sistema patrón de trabajo con micrófono de carbón (S.E.T.A.B.) puede efectuarse por cualquiera de los dos métodos siguientes:

α.1 Método denominado de "dos operadores con atenuación secreta"

Este método se basa en la utilización simultánea de dos líneas de atenuación ajustables; una de estas líneas (línea de equilibrio) sirve para igualar las impresiones sonoras en la recepción; la otra línea (atenuación secreta) permite modificar como se quiera, antes de la medición y sin que lo advierta el operador que escucha, el valor aparente de la eficacia de uno de los dos aparatos comparados.

El resultado debe expresarse como sigue: x unidades de transmisión (neperios o decibelios) "mejor" (M) o "peor" (P) que el N.O.S.F.E.R., habida cuenta del equivalente de referencia del S.E.T.A.B.

Los detalles precisos de montaje que siguen se indican sólo a título de ejemplo.

α.1.1 Comparación de un sistema transmisor con un sistema transmisor patrón

En la figura 1 se representan el esquema de principio y las conmutaciones necesarias para esta comparación.

---

1) "En esta Recomendación se dan consejos a las administraciones para la realización de pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas efectuadas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. por medio de sistemas patrón se describen en la Sección 4 del presente tomo."

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Para obtener un equilibrio elemental, un primer operador A da cierto valor a la línea de atenuación secreta; después habla alternativamente ante los micrófonos 1 y 2, repitiendo sucesivamente ante cada uno de ellos una de las siguientes frases convencionales, elegidas de forma que cada uno contenga los principales sonidos vocales:

Berlin, Hamburg, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund (utilizada en Alemania).

One, two, three, four, five (utilizada en Gran Bretaña).

Joe took father's shoe bench out
She was waiting at my lawn
} (utilizadas en Estados Unidos de América).

Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun (utilizada en Francia y en el Laboratorio del C.C.I.T.T.).

Mientras habla, mantiene el "volumen normal para las mediciones telefonométricas" definido anteriormente en "Patrones de transmisión" (apartado C de la Recomendación P.42), y pone sus labios de manera que sean sensiblemente tangentes al plano del círculo que limita el anillo de guarda[1]; al mismo tiempo, acciona el conmutador para conectar adecuadamente el sistema.

Un segundo operador B recibe en el receptor (siempre el mismo) las corrientes de los dos micrófonos, las compara auditivamente y ajusta la línea artificial de forma que obtenga la misma impresión sonora.

Para que el operador que escucha pueda seguir el ritmo de las conmutaciones, se recomienda emplear una lámpara cuyo circuito de encendido esté controlado sincrónicamente por el conmutador; al encenderse, la lámpara indica que la línea de equilibrio está inserta en el circuito de escucha. Realizado así el equilibrio, queda terminada la prueba y basta entonces con registrar las indicaciones de las líneas de atenuación e interpretarlas de conformidad con el ejemplo que sigue.

---

1) La posición del anillo de guarda se expone en la sección C de la presente Recomendación.

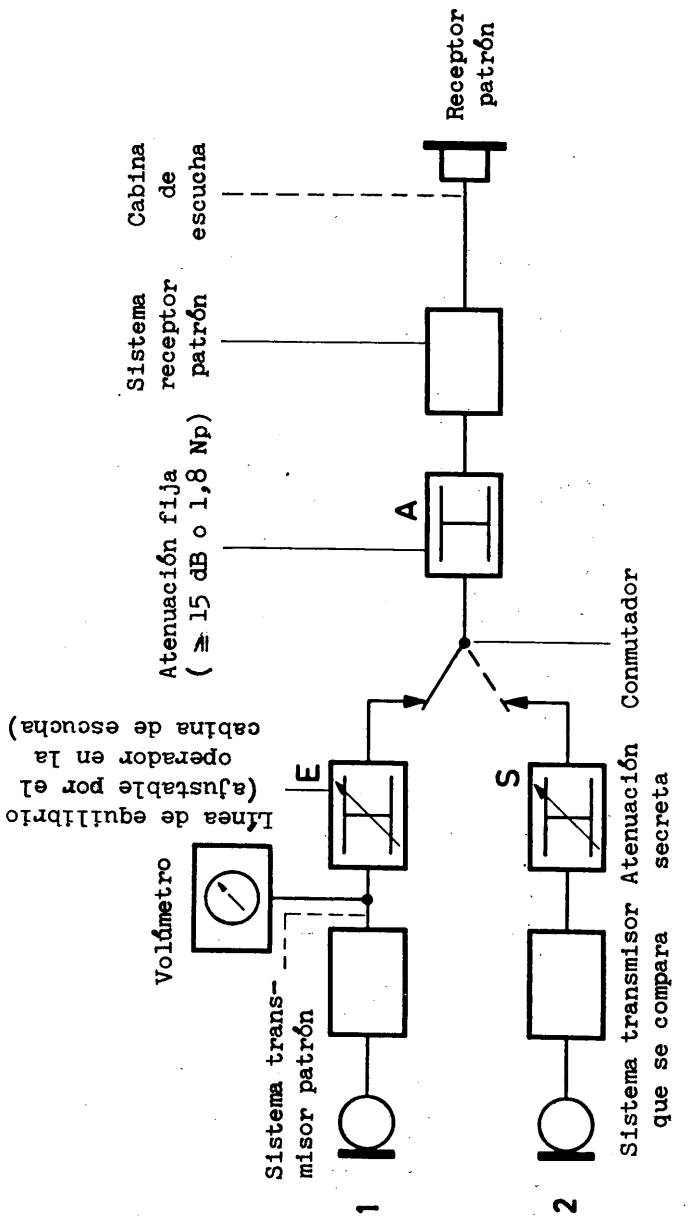


Figura 1.- Comparación de un sistema transmisor con un sistema transmisor patrón (método denominado de "dos operadores con atenuación secreta")

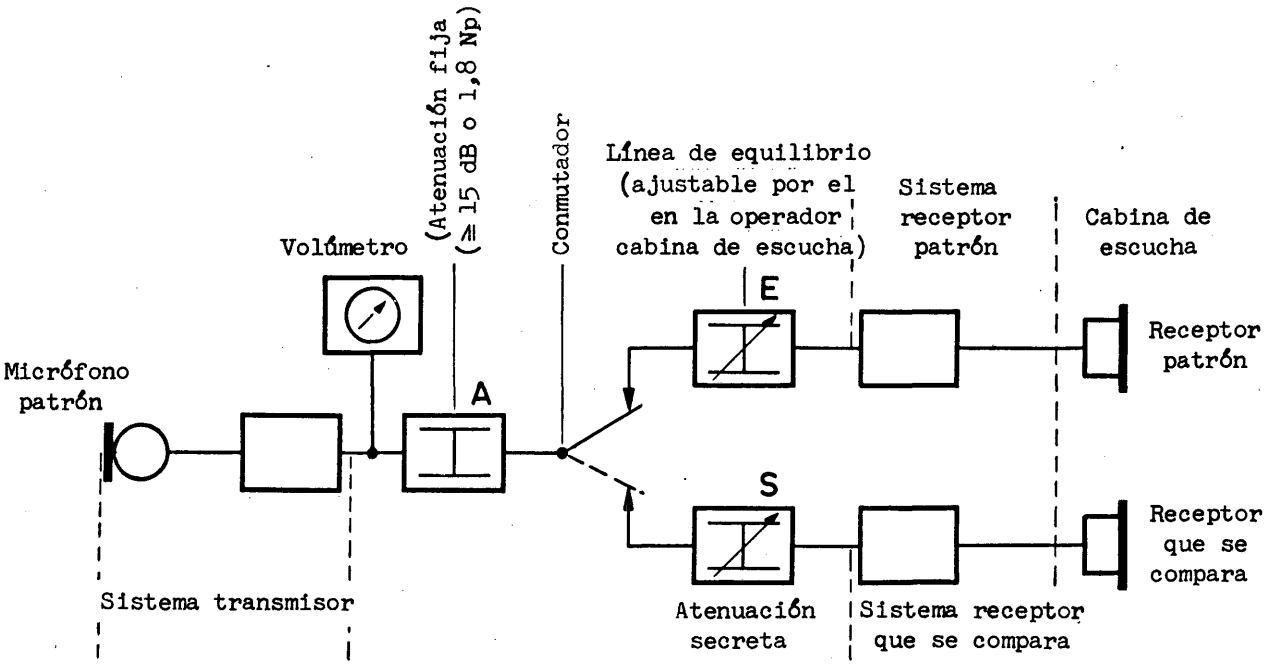


Figura 2.- Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor patrón (método denominado de "dos operadores con atenuación secreta")

α.1.2 Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor patrón

En la figura 2 se representa el esquema de principio y las conmutaciones necesarias para esta comparación.

Para obtener un equilibrio elemental, un primer operador A da cierto valor a la línea de atenuación secreta. A continuación habla ante el micrófono patrón (siempre el mismo), repitiendo la misma frase convencional a un ritmo conveniente y a intervalos regulares, y mantiene el "volumen normal para las mediciones telefonométricas" (véase precedentemente). Al mismo tiempo, acciona el conmutador para efectuar las conmutaciones apropiadas.

Un segundo operador B tiene en la mano los dos receptores y los aplica alternativamente a su oído (en la posición que dé la mejor audición) siguiendo en este movimiento el ritmo de la conmutación. Ajusta después la línea de equilibrio con el fin de obtener con los dos receptores impresiones sonoras iguales. Cuando el operador B no puede conseguir esta igualdad, es decir, cuando el sistema comparado es más eficaz que el sistema patrón, pide al operador A (valiéndose de un sistema cualquiera de señalización, por ejemplo, de una señal sonora convenida) que cambie las posiciones respectivas de la atenuación secreta y de la atenuación de equilibrio.

Una lámpara, cuyo circuito de encendido está controlado sincrónicamente por el conmutador, indica al encenderse al operador B que la línea de equilibrio está insertada en el circuito de escucha, y le da así en todo momento la cadencia de la conmutación.

La determinación de un equivalente de referencia (o de un equivalente relativo) no puede obtenerse con una sola medición, sino que es la media de un número suficiente de equilibrios elementales realizados por el método descrito. Este número es de seis como mínimo, pero normalmente debe ser de doce. Cuando se dispone de tres operadores, que pueden agruparse de seis maneras distintas, será necesario realizar como mínimo una medición y de preferencia dos, por cada combinación posible de operadores.

Se recomienda inscribir los resultados de las pruebas en fichas especiales, con indicación de los valores de atenuación secreta y de atenuación de equilibrio utilizados en los equilibrios elementales, así como de los valores resultantes que caractericen los resultados definitivos de la medición telefonométrica. El siguiente cuadro es un ejemplo de registro de una medición telefonométrica efectuada en el Laboratorio por un equipo de cinco operadores.

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Sistema (denominación del tipo de sistema telefónico probado) Fecha .....

Operadores			
1	.....	4	.....
2	.....	5	.....
3	.....		

Equivalente de referencia (o relativo) en la transmisión (o en la recepción)

Condiciones de medida (características del circuito de alimentación con o sin línea de abonado, valor de la tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente microfónica)

Prueba N.° .....

Operadores que escuchan

Operadores que hablan

	1			2			3			4			5			Total	Promedio para el operador que habla
	s	eq	r	s	eq	r	s	eq	r	s	eq	r	s	eq	r		
1				8	12	+4	9	6	−3	5	7	+2	5	7	+2	+5	+1.2
2	10	11	+1				6	10	+4	10	8	−2	7	11	+4	+7	+1.7
3	4	9	+5	4	9	+5				6	6	0	2	4	+2	+12	+3.0
4	8	16	+8	9	15	+6	9	7	−2				10	12	+2	+14	+3.5
5	6	13	+7	3	7	+4	9	7	−2	9	11	+2				+11	+2.7
Total			+21			+19			−3			+2			+10	49	
Promedio para el operador que escucha			+5.2			+4.7			−0.7			+0.5			+2.5		

Equivalente de referencia + 2,45 dB (o 2,45 dB peor)

Desviación cuadrática media de la media aritmética: .....

Leyenda
- "s" es el valor de la atenuación secreta
- "eq" el valor de la línea de equilibrio
- "r" el resultado de la comparación ("eq" - "s")

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Para determinar el equivalente de referencia de un sistema transmisor (o receptor) a base de una medición de comparación con un sistema transmisor (o receptor) patrón de trabajo (cuyo equivalente de referencia se ha determinado en el Laboratorio del C.C.I.T.T.), es necesario tener en cuenta el valor del equivalente de referencia de este sistema transmisor (o receptor) patrón. El equivalente de referencia de un sistema transmisor (o receptor) se deduce entonces de los resultados de las pruebas, por ejemplo, del modo siguiente:

Resultado bruto medio	- 5,0 (5 dB mejor)
Equivalente de referencia del sistema patrón de trabajo	+ 1,3 (1,3 dB peor)
Equivalente de referencia del sistema probado	(- 5,0) + (+ 1,3) = -3,7dB o (3,7 dB mejor)

α.2 Método denominado de "tres operadores sin atenuación secreta"

Este método comprende tres posiciones de operadores:

a) Una posición de transmisión;

b) Una posición de recepción (en la que se hacen las comparaciones telefonométricas);

c) Una posición de ajuste.

Los montajes de las posiciones de transmisión y de recepción son idénticos a los descritos anteriormente, salvo en lo que respecta al número y disposición de las líneas artificiales. El modo de comparación con tres operadores sólo requiere, en efecto, además de la línea de atenuación fija, una sola línea ajustable, controlada por el operador C que ocupa la posición de ajuste y recibe las indicaciones que envía el operador B desde la posición de recepción. La línea de atenuación secreta se sustituye por conexiones metálicas directas.

Se procede como sigue:

α.2.1 Comparación de un sistema transmisor con un sistema transmisor patrón (figura 3)

El operador C da un primer valor a_1 a la línea artificial ajustable, y con una lámpara, un vibrador, o simplemente de viva voz, indica al operador A que puede comenzar a hablar. El operador A pronuncia entonces alternativamente ante cada uno de los dos micrófonos la frase convencional

adoptada de una vez para siempre, manteniendo el volumen normal definido para las mediciones telefonométricas (apartado C de la Recomendación P.42). El operador B recibe sucesivamente en su receptor las corrientes de los dos micrófonos. Una señalización luminosa accionada por el sistema general de conmutación le indica en todo momento el número (1 ó 2) del micrófono que se está utilizando. Si la intensidad sonora correspondiente al micrófono 2 es menor que la correspondiente al micrófono 1 (patrón), B pulsa el botón de señalización marcado con una P (peor). Una señal luminosa (encendido de una lámpara en cuyo casquete figura la letra P), acompañada en caso necesario de un ruido de vibrador, indica al operador C el resultado de la primera apreciación. Una señalización similar se utiliza para indicar al operador A que puede dejar de hablar. El operador C inscribe inmediatamente ese resultado en el registro, poniendo a_1 P.

El número a_1 puede inscribirse en dos columnas. Inscrito en la primera, significa que la atenuación se ha introducido en el circuito al mismo tiempo que el aparato patrón, lo que tiene por efecto atenuar éste; inscrito en la segunda, significa que la atenuación se ha introducido en el circuito al mismo tiempo que el aparato probado, lo que tiene por efecto atenuar este último aparato.

En el caso contrario, es decir, si la intensidad sonora correspondiente al micrófono 2 es mayor que la correspondiente al micrófono 1 (patrón), el operador B pulsa el botón de señalización M (mejor). Una señal luminosa (encendido de una lámpara en cuyo casquete está inscrita la letra M), acompañada en caso necesario del ruido de vibrador, aparece entonces ante el operador C. Cuando el resultado de la apreciación corresponde al equilibrio exacto, el operador B puede pulsar un tercer botón que controla el circuito de una tercera lámpara reservada para señalar el equilibrio exacto.

El operador C da entonces un segundo valor a_2 a la atenuación ajustable, e indica al operador A que puede volver a hablar. El resultado de la medición será una segunda comprobación, por ejemplo M, lo que significa que el micrófono comparado es mejor que el micrófono patrón, cuando éste está en serie con una atenuación de a_2 unidades; el operador C registra la información correspondiente poniendo a_2 M.

A continuación da nuevos valores a la atenuación ajustable para disminuir el intervalo de los dos valores para los cuales el resultado del equilibrio cambia de signo. Cuando por reducciones sucesivas (formando una serie convergente) se han determinado, si no el número que corresponde a la equivalencia exacta de las impresiones sonoras, al menos dos valores, a y a' que difieren como máximo 1 ó 2 decibelios o 0,1 ó 0,2 neperios y para los cuales uno de los aparatos parece mejor y peor, respectivamente, que el otro, se considera terminada la prueba. El operador C de la posición de ajuste señala el fin de la prueba a los otros dos operadores A y B, y se puede proceder a un nuevo equilibrio.

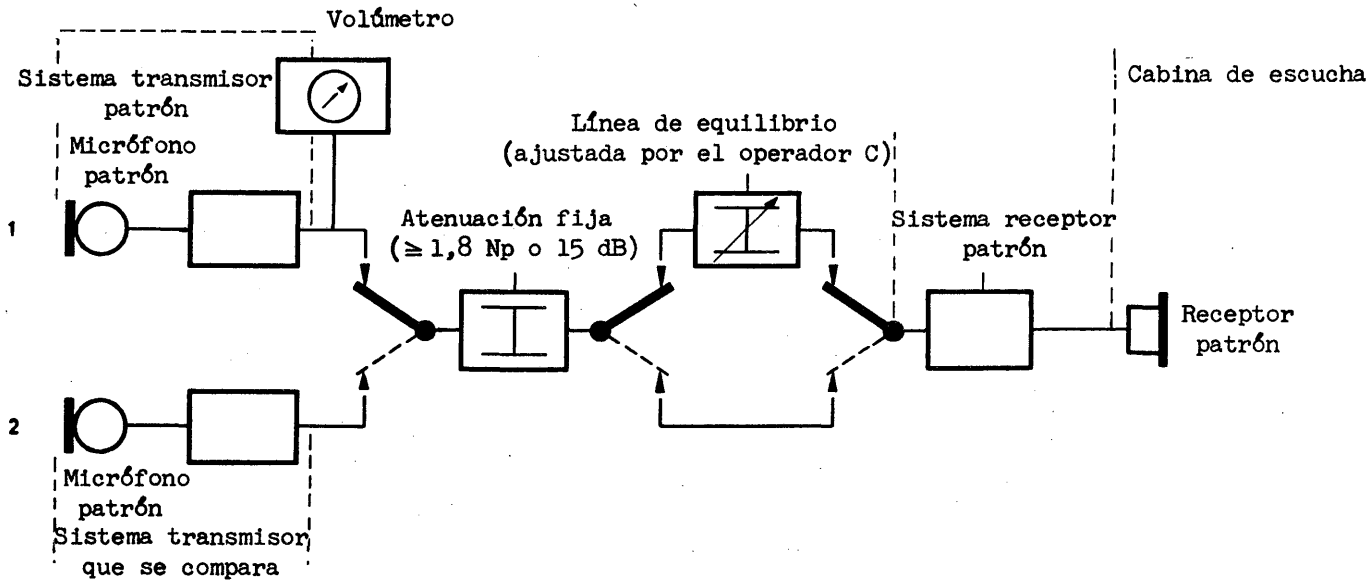


Figura 3.- Comparación de un sistema transmisor con un sistema transmisor patrón (método de tres operadores sin atenuación secreta)

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Prueba del sistema transmisor .....

Sistema transmisor patrón de comparación N.° .....

A-B (habla) (escucha)			B-C			C-A		
Atenuación			Atenuación			Atenuación		
Lado patrón	Lado aparato		Lado patrón	Lado aparato		Lado patrón	Lado aparato	
6		M	1		P	1		M
0		P	5		M		3	P
3		M	3		M		1	P
1		P	1		P	1		M
2		M	2		M		0	P
						1		M
Promedio 1,5 P			Promedio 1,5 P			Promedio 1,5 P		

B-A			C-B			A-C		
Atenuación			Atenuación			Atenuación		
Lado patrón	Lado aparato		Lado patrón	Lado aparato		Lado patrón	Lado aparato	
0		P		2	P	4		M
2		M	3		M		2	P
1		P	0		M	2		M
2		M		1	P	0		M
				0	M		1	P
Promedio 1,5 P			Promedio 0,5 M			Promedio 0,5 M		

Resultado bruto medio . . . . . 0,7 P
Equivalente de referencia del aparato patrón 5,0 P

Equivalente de referencia del aparato probado 5,7 P o + 5,7

Una sola apreciación de igualdad no es suficiente para caracterizar un equilibrio; debe ser confirmada como mínimo por dos apreciaciones (M y P) que permitan encuadrarlo.

Para facilitar la lectura de los resultados, conviene disponer los resultados individuales de medida de forma que aparezcan claramente, por una parte, la posición de la atenuación de equilibrio (lado patrón o lado aparato medido) y, por otra, la apreciación correspondiente dada por el operador que escucha.

El cuadro anterior es un ejemplo de tal disposición. El resultado bruto del equilibrio es el número correspondiente a la equivalencia exacta de las apreciaciones telefónicas (cuando esta equivalencia exacta ha podido obtenerse y confirmarse por encuadramiento), o la media de los dos números más próximos, uno con el símbolo de apreciación M (mejor) y otro con el símbolo P (peor). Se anota la media seguida de la letra P o de la letra M, según que el mayor de los dos números que la encuadran se encuentre en la columna "lado patrón" o en la columna "lado aparato".

El resultado bruto de la serie de seis equilibrios es la media de los resultados de los seis equilibrios elementales. El resultado neto de la medición telefonométrica, o serie de seis equilibrios, es igual al resultado bruto corregido del equivalente de referencia del aparato patrón. El resultado final puede ir acompañado de los signos - o +, en lugar de las letras M o P.

α.2.2 Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor patrón

El procedimiento es el mismo que en el caso de la comparación de dos sistemas transmisores; la única diferencia reside, naturalmente, en la conmutación, que se hace con el sistema receptor y no con el transmisor. Para la disposición general de los resultados conviene atenerse a las mismas instrucciones.

β) Utilización de un sistema patrón de trabajo del tipo S.E.T.E.D.

El S.E.T.E.D. puede usarse para medir el equivalente de referencia de cualquier sistema transmisor (o receptor), en particular el de los sistemas normalmente en servicio en las relaciones telefónicas.

Para la comparación puede emplearse uno de los dos métodos anteriormente descritos.

Observación.- En el pasado, el C.C.I.T.T. recomendó que se utilizaran sistemas patrón de trabajo con micrófonos de carbón del tipo S.E.T.A.C., o con micrófonos electromagnéticos del tipo S.E.T.E.M. Las administraciones y empresas privadas de explotación telefónica que usen todavía esos sistemas patrón de trabajo encontrarán información sobre ellos en las páginas 254 a 266 del tomo IV del Libro Amarillo (París, 1949).

C. Precauciones que deben tomarse durante las mediciones telefonométricas

Volumen.- El volumen producido durante las medidas telefonométricas tiene suma importancia, pues influye en la eficacia absoluta y en la eficacia relativa de los aparatos medidos (sobre todo en el caso de micrófonos de carbón). Este volumen debe corresponder a la "potencia normal para las mediciones telefonométricas" utilizada en el Laboratorio del C.C.I.T.T., y determinada según se indica en el punto C de la Recomendación P.42.

El volumen debe controlarse con un indicador cuya aguja esté a la vista del operador que habla, conectado a la entrada de la línea de atenuación fija (con una impedancia de entrada de 600 ohmios). Es necesario que este indicador de volumen se haya comparado con el indicador de volumen del S.F.E.R.T. al mismo tiempo que el sistema patrón de trabajo al que está asociado (o con otro indicador de volumen del mismo tipo que ya haya sido comparado con el indicador de volumen del S.F.E.R.T.).

Apelmazado del grafito.- Para impedir que se apelmace el grafito de los micrófonos de carbón que se prueban, se recomienda golpear ligeramente antes de cada prueba la cápsula microfónica.

Resistencias parásitas de los contactos.- Para reducir al mínimo el efecto de las resistencias de los contactos, se recomienda el empleo de láminas-resorte de muy buena calidad que ejerzan una presión de contactos suficientemente grande.

Los puntos de contactos deben ser de un metal apropiado, por ejemplo, de plata y oro o de platino; en caso de utilizarse para un mismo contacto puntos de plata y oro, se emplearán varias láminas en paralelo.

Es indispensable, además, comprobar muy frecuentemente la calidad de los contactos eléctricos del sistema de clavijas y de conmutación midiendo el equivalente de la parte eléctrica del sistema con una corriente de determinada frecuencia, por ejemplo, 1000 Hz y de muy baja intensidad.

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Posición de los labios con relación al micrófono.- En las mediciones telefonométricas, no sólo hay que mantener el volumen normal, sino que es también indispensable definir rigurosamente la posición de los labios con relación al micrófono. En el caso de un micrófono fijo, el operador que habla debe poner sus labios sensiblemente tangentes al plano que limita exteriormente la embocadura del micrófono y mantener esta posición mientras duren las pruebas. A este efecto, puede utilizarse un dispositivo denominado "anillo de guarda", que es un anillo circular de 2,5 cm de diámetro sujeto con una abrazadera a la embocadura del micrófono, y colocado de tal forma que el plano de la embocadura sea tangente al plano de los labios del operador cuando éste, al hablar, apoye sus labios en el anillo. La cara anterior del micrófono debe estar siempre inclinada hacia atrás, formando con la vertical un ángulo de 20°.

En el caso de un aparato de microteléfono, debe utilizarse siempre un "anillo de guarda" de conformidad con las indicaciones siguientes.

Se han precisado en primer lugar a base de mediciones hechas con un gran número de personas, las dimensiones características de la cabeza del abonado medio y la forma en que éste aplica a su oído el microteléfono durante una conversación telefónica. Estas mediciones se han efectuado en numerosos países con un aparato denominado "Dispositivo de medida de las dimensiones de la cabeza".

En la figura 4 se representa este dispositivo, que comprende un receptor telefónico por el que se hace pasar una corriente compleja de audiofrecuencia, y un sistema de varillas graduadas. Este sistema se halla en el plano que pasa por el centro de las orejas y de la boca; el sujeto aplica el receptor telefónico a su oído como normalmente suele hacerlo. En la varillas graduadas se leen la distancia d_1 entre el centro de la oreja y la línea de los labios, y la distancia d_2 de separación del centro de la boca. Mediante el ábaco de la figura 5 se deducen:

1. La distancia δ entre el centro de la oreja y el centro de la boca;

2. El ángulo α entre el plano del pabellón del receptor telefónico y la recta que va del centro del pabellón al centro de la boca.

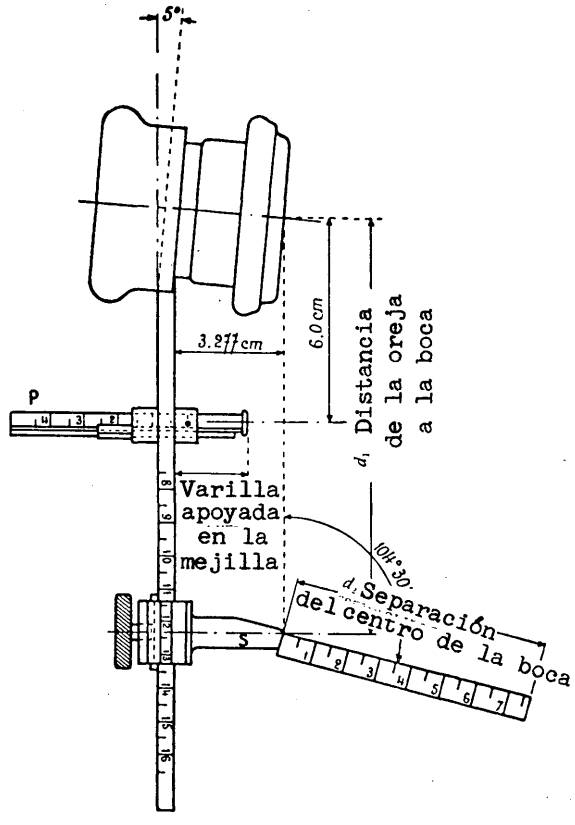


Figura 4.- Dispositivo de medida de las dimensiones de la cabeza

Se mide también la distancia l entre los puntos centrales de los pabellones de los receptores telefónicos que se aplicarán respectivamente a cada oído (distancia entre los centros de las dos orejas). Se calculan, por un lado, el ángulo β que forma la intersección del plano del pabellón del receptor telefónico aplicado al oído con el plano que pasa por los centros de las orejas y el centro de la boca y, por otro, la "dirección de conversación". Se llama "dirección de conversación" la línea recta formada por la intersección del plano de simetría de la cabeza con el plano que pasa por los centros de las orejas y el centro de la boca.

Este cálculo se hace mediante la fórmula

$$\beta = \text{arco seno } \frac{1}{2\,\delta} - \alpha$$

En el caso de mediciones de equivalentes de referencia, el C.C.I.T.T. recomienda para α , β , δ los siguientes valores:

$\alpha = 15^\circ\ 30'$

$\beta = 18^\circ$

$\delta = 14$ cm

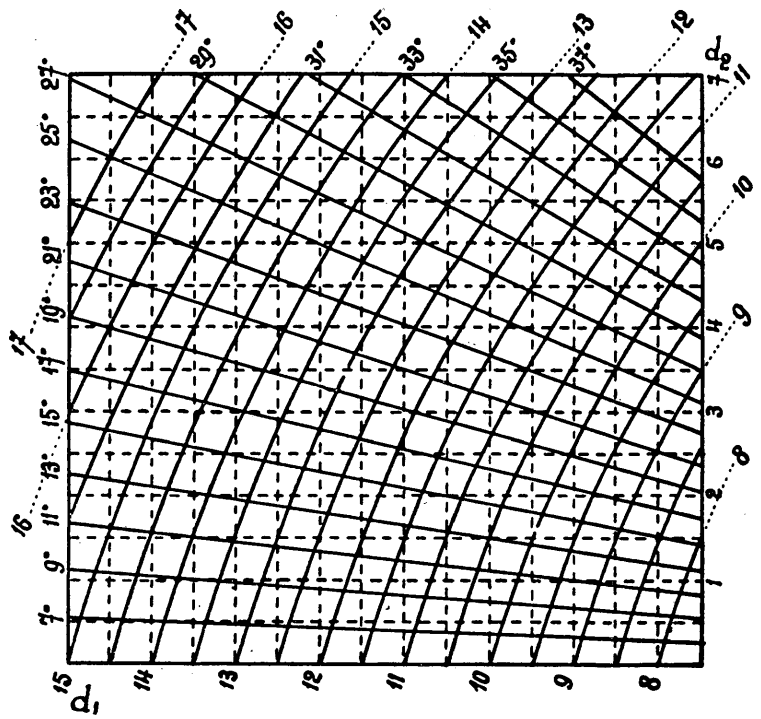


Figura 5.- Ábaco utilizado con el dispositivo de medida de las dimensiones de la cabeza

d_1 Distancia entre el centro de la oreja y la línea de los labios (cm)

d_2 Separación del centro de la boca (cm)

15-15, 14-14, etc. Distancia δ en cm

7°, 9°, etc. Ángulo α en grados

Mediciones de los equivalentes de referencia y relativos

Estos valores son los más probables hallados en Estados Unidos de América. Aunque otras mediciones de las dimensiones de cabezas de abonados han dado valores algo distintos, conviene mantener los indicados con miras a la normalización mundial, y también porque a base de ellos se han determinados ya numerosos valores de equivalentes de referencia de aparatos telefónicos comerciales.

Con los citados valores de α, β , δ es posible determinar la posición de un anillo de guarda que fije la posición de la boca del operador que habla con relación al microteléfono. El plano de este anillo será perpendicular al plano de simetría del aparato, y su centro se hallará en este plano.

La posición del anillo será definida por la siguiente construcción geométrica en el plano de simetría del microteléfono: Se toma como origen el punto medio del pabellón del receptor: A partir de este origen se traza una recta que forme un ángulo α con la intersección del plano del pabellón del receptor y del plano de simetría del microteléfono y se lleva a esta recta una longitud δ . El punto así determinado es el centro del anillo de guarda, que deberá coincidir con el punto medio de los labios.

La intersección del plano del anillo con el plano de simetría será una línea recta perpendicular a la dirección de conversación anteriormente definida, es decir, que la perpendicular a esta recta formará un ángulo β con la intersección del plano del receptor.

La posición del anillo de guarda queda así bien determinada con relación al aparato.

Queda luego por determinar la posición del anillo de guarda en el espacio durante las mediciones telefonométricas. Para ello, se supone que el operador hablará de forma que el plano de simetría de su cara sea vertical. El centro del anillo estará en ese plano de simetría y el plano del anillo será perpendicular a éste.

Queda por determinar la inclinación del anillo en el plano horizontal. Se tomará una inclinación de 45°, lo que corresponde a una posición normal de conversación, con la cabeza ligeramente inclinada hacia adelante.

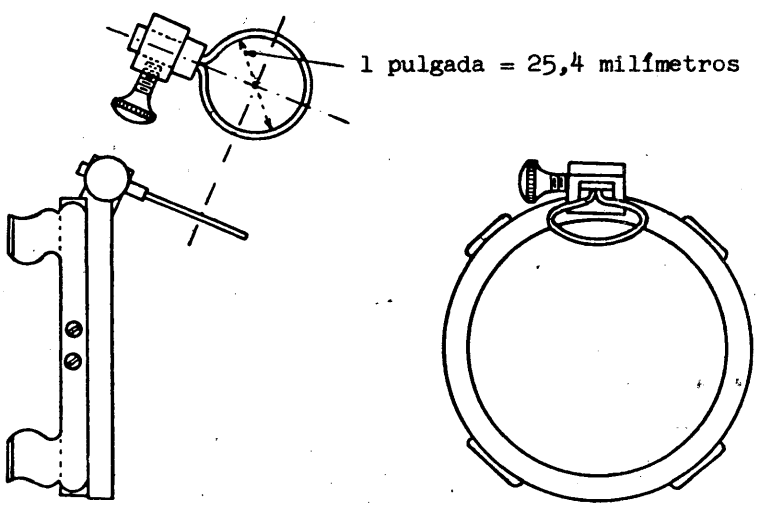
Hay que señalar que la posición así definida para el anillo de guarda se ha determinado sin tener en cuenta la inclinación del diafragma del micrófono, y que no corresponde necesariamente a las condiciones óptimas de funcionamiento de este último.

Si, hallándose el microteléfono en la posición indicada, el receptor está colocado junto al oído del operador, convendrá cuidar de que el volumen permanezca constante. En efecto, el volúmetro está conectado al aparato patrón, y al hablar ante el micrófono el operador tiende a modificar el volumen de su voz a causa del ruido que produce en su receptor el efecto local. Este inconveniente es de temer sobre todo en los aparatos desprovistos de dispositivo antilocal.

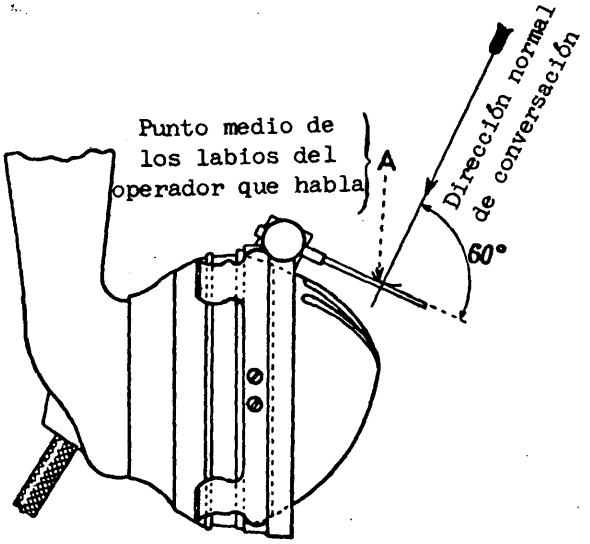
Para evitarlo, el receptor del microteléfono debe desconectarse y no debe aplicarse al oído del operador. Además, en el montaje de prueba se insertará en lugar de este receptor desconectado un receptor análogo, pero puesto de cara contra la mesa para que presente una impedancia similar a la del receptor aplicado al oído.

Es indispensable que el anillo de guarda y su montura sean de construcción muy ligera con objeto de no perturbar el campo acústico frente al micrófono. También es necesario que su sujeción a la caja no influya para nada en las propiedades mecánicas y eléctricas del micrófono.

Se recomienda una disposición similar a la de las figuras 6 y 7.

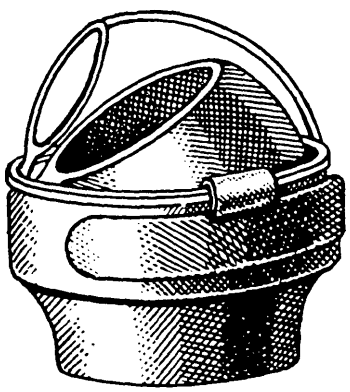


1. Ejemplo de anillo de guarda para las pruebas de microtéfonos

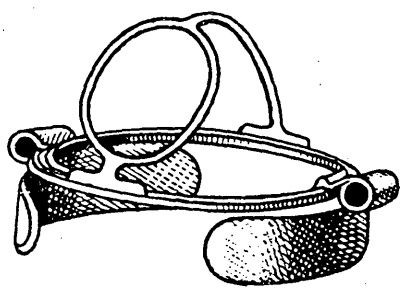


2. Fijación del anillo de guarda
al microteléfono

Figura 6



Fijación del anillo de guarda
al microteléfono



Croquis en perspectiva del
anillo de guarda

Figura 7.- Anillo de guarda utilizado por la American Telephone and Telegraph Company para probar los microteléfonos

Anexo

(a la Recomendación P.72)

Nota acerca de la medición de los equivalentes de referencia

Hay que establecer una distinción muy precisa entre las mediciones necesarias para el estudio y la construcción de aparatos telefónicos comerciales destinados a responder lo mejor posible a las condiciones de servicio, y el intercambio de datos numéricos entre las administraciones y empresas privadas de explotación para establecer una correlación entre los distintos tipos de aparatos, en lo que respecta al equivalente de referencia, considerado como uno de los factores que influyen en la calidad de transmisión.

En el primer caso, es necesario medir la eficacia del aparato en la transmisión y en la recepción en una amplia gama de posiciones de la boca del abonado con relación al microteléfono, de volúmenes empleados, o de intensidades de la corriente de alimentación.

En el segundo caso, basta con indicar para cada aparato un valor de equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción correspondiente a una posición convencional de la boca con relación al micrófono, y un valor convencional del volumen, medido con un volúmetro especificado.

El C.C.I.T.T. sólo considera el segundo caso, por lo cual no es esencial que la posición adoptada convencionalmente para la boca corresponda exactamente a la posición media de la boca de los abonados, ni que el volumen normal para las pruebas telefonométricas coincida exactamente con el valor medio de los volúmenes registrados en servicio.

Es en cambio de suma conveniencia que esta posición convencional de la boca y que este volumen normal para las pruebas telefonométricas se utilicen universalmente cuando se trate sólo de comunicar a otro país datos generales sobre los equivalentes de referencia.

Es evidente, pues, que los valores de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción correspondientes a esa posición convencional de la boca y a ese volumen normal para las pruebas telefonométricas, no son necesariamente iguales a los que dan esos mismos aparatos en servicio real.

Estas consideraciones llevan a admitir las convenciones mencionadas en lo que concierne a la posición de la boca y al "volumen normal para las pruebas telefonométricas", aun cuando los resultados de medida de las dimensiones de la cabeza hayan dado en Europa, sobre todo para los

ángulos α y β , valores medios sensiblemente diferentes de los indicados antes, sin rebasar, no obstante, la gama de variación en servicio de los valores medidos. (En efecto, los valores medios estadísticos hallados como consecuencia de numerosas mediciones hechas en distintos países europeos y adoptados en el Laboratorio del C.C.I.T.T. para determinar la A.E.N. son:

$\alpha = 22°$ $\beta = 12° 54'$ $\delta = 13{,}6$ cm

en tanto que los valores retenidos para las mediciones de equivalentes de referencia son:

$\alpha = 15° 30'$ $\beta = 18°$ $\delta = 14$ cm.)

RECOMENDACIÓN P.73

MEDICIÓN DEL EQUIVALENTE DE REFERENCIA DEL EFECTO LOCAL[1)]

Hay que considerar dos clases de efecto local: el efecto local para la palabra y el efecto local del ruido de sala.

La determinación del equivalente de referencia del efecto local para la palabra debe efectuarse con la voz o mediante un dispositivo equivalente; la potencia vocal que se utiliza para estas pruebas es la "potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas".

La determinación del equivalente de referencia del efecto local del ruido de sala debe efectuarse con la intensidad acústica subjetiva de referencia para el ruido de sala.

Cuando se da un resultado de medida del equivalente de referencia del efecto local de un aparato telefónico, hay que indicar también el valor de la impedancia a la que el aparato telefónico estaba conectado durante la medición, la intensidad de la corriente de alimentación microfónica y los equivalentes de referencia del aparato en la transmisión y en la recepción.

---

1) En esta Recomendación se dan consejos a las administraciones para la realización de pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas efectuadas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. por medio de sistemas patrón se describen en la Sección 4 del presente tomo.

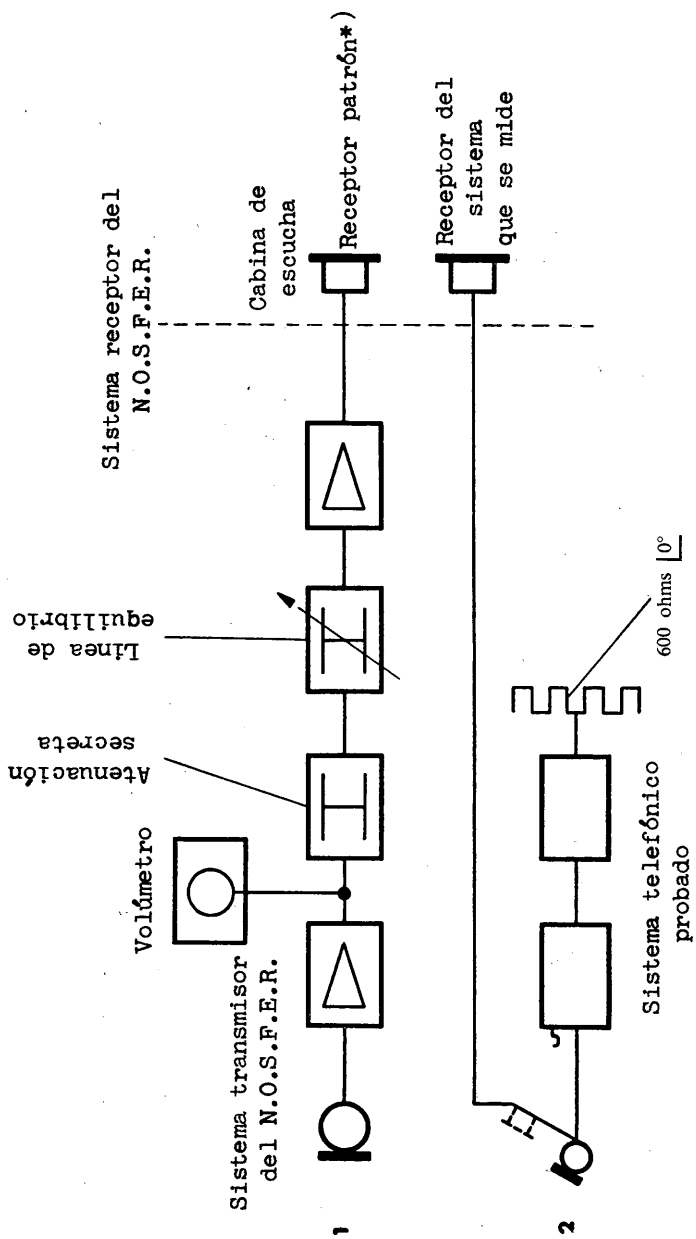


Figura 1.- Medición del equivalente de referencia del efecto local de un sistema telefónico comercial

*) En el N.O.S.F.E.R. hay cuatro receptores montados en serie. Durante un equilibrio elemental, los otros tres receptores disponibles se ponen boca abajo pero no se desconectan.

Medición del equivalente de referencia del efecto local

a) En el caso del efecto local para la palabra, se hace una medición telefonométrica del equivalente de referencia del efecto local (con la voz y el oído) hablando en un local silencioso, ante el micrófono del aparato considerado, con la boca a la "distancia normal de conversación" del diafragma del micrófono (véase anteriormente); el receptor se halla en la cabina silenciosa, donde se compara la audición con este receptor con la audición con el receptor del Sistema fundamental de referencia (o con el receptor de un sistema patrón de trabajo de equivalente de referencia conocido).

La igualdad de las impresiones sonoras se obtiene ajustando la "línea de equilibrio". Un atenuador secreto colocado cerca de la posición de transmisión permite modificar a voluntad, antes de la medición y sin que lo advierta el operador que escucha, el valor aparente de la eficacia del sistema N.O.S.F.E.R. completo. El valor del equivalente de referencia del efecto local del sistema telefónico es igual a la suma S + Q de los valores de la atenuación de las líneas "secreta" y de "equilibrio".

b) Para medir el equivalente de referencia del efecto local de un aparato telefónico para el ruido de sala por comparación auditiva entre el Sistema fundamental de referencia (o un sistema patrón de trabajo calibrado) y el sistema local desde el micrófono hasta el receptor en el interior del aparato telefónico considerado, debiera emplearse estrictamente un "ruido de sala normal", producido por un altavoz situado a una distancia especificada del micrófono.

La fuente de ruido puede ser, por ejemplo, una cabeza de lectura electromagnética que reproduzca ruidos de sala típicos previamente registrados en un disco fonográfico. El C.C.I.T.T. aconseja emplear el ruido de sala de referencia que ha adoptado para la determinación de la A.E.N. (véase la Recomendación P.45).

La técnica de medida empleada en el Laboratorio del C.C.I.T.T. se indica en la figura 1; la voz humana se sustituye por una fuente de ruido que produce el ruido de sala de referencia en el emplazamiento de los dos micrófonos (1 y 2).

Para los ruidos de sala, el valor del equivalente de referencia del efecto local del sistema telefónico es igual a S + Q - 17 decibelios, siendo S la atenuación de la línea "secreta" y Q la de la línea de equilibrio; el término correctivo 17 decibelios tiene en cuenta el hecho de que, en las condiciones de medida, el N.O.S.F.E.R. es más eficaz que el S.F.E.R.T., con relación al cual se han definido los equivalentes de referencia del efecto local.

Observación.- El C.C.I.T.T. estudia actualmente las condiciones de prueba y una técnica de medida para determinar el equivalente de referencia del efecto local para la palabra y del ruido de sala.

RECOMENDACIÓN P.74

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN SUBJETIVA DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN[1)]

A. Pruebas de observación de las repeticiones

Uno de los criterios aplicados para apreciar la calidad de la transmisión en servicio se basa en la observación de las repeticiones durante conferencias telefónicas celebradas en condiciones comerciales de servicio.

No existe ninguna medición directa de los equivalentes efectivos de transmisión que haya sido objeto de acuerdo internacional.

En lo que respecta a los circuitos telefónicos interurbanos, hay que limitarse a medir individualmente las distintas "reducciones de calidad de transmisión" causadas por ruidos de circuito, distorsiones, etc., sin tener siquiera la seguridad de que sea siempre posible aproximarse por el cálculo al valor del equivalente de transmisión efectivo de un circuito interurbano, por ejemplo, añadiendo el "equivalente de referencia" del circuito (que es aproximadamente igual al "equivalente" para 800 ó 1000 Hz) a las reducciones de calidad de transmisión debidas a las distorsiones del circuito (distorsión de atenuación, distorsión de fase, distorsión no lineal) y a las reducciones de calidad de transmisión producidas por los diversos ruidos (ruidos inducidos, ruidos de receptores, ruidos de diafonía, etc.); estas reducciones de calidad de transmisión se definen en la primera parte del presente tomo, y se miden como se indica a continuación.

Para medir a base de las repeticiones la reducción de calidad de transmisión causada, por ejemplo, por cierto ruido existente en un circuito telefónico interurbano, se emplea el siguiente método:

Se anotan durante un periodo suficientemente largo (de 50 000 a 100 000 segundos, por ejemplo) las repeticiones de uno u otro de los dos abonados que hablan por un circuito de prueba de equivalente de referencia constante q, en el que se introducen sucesivamente diversos valores de un

---

1) En esta Recomendación se dan consejos a las administraciones para la realización de pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas efectuadas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. por medio de sistemas patrón se describen en la Sección 4 del presente tomo.

ruido artificial de igual constitución que el ruido de circuito considerado, pero de intensidad ajustable; se traza la curva de las repeticiones (número de repeticiones por 100 segundos) en función de la intensidad del ruido de circuito artificial.

Se aumenta, por otra parte, el equivalente de referencia del circuito de prueba (que queda entonces en silencio) partiendo del valor q, y se traza la curva de repeticiones en función del incremento Δ q del equivalente de referencia del circuito de prueba.

Comparando las dos curvas puede determinarse el incremento del equivalente del referencia del circuito de prueba que produce el mismo aumento de repeticiones que el ruido de circuito de intensidad y constitución determinadas que se considera; este incremento de equivalencia de referencia Δ q es igual a la reducción de calidad de transmisión causada por ese ruido de circuito, expresada en unidades de transmisión (neperios o decibelios).

El circuito de prueba que se utiliza para las mediciones con este método, debe reproducir las condiciones medias de una conmutación comercial interurbana típica. Cada administración o empresa privada de explotación lo constituye con los sistemas transmisor y receptor de su propio sistema patrón de trabajo (con el ruido de sala típico), que se conectan mediante un circuito (o mejor mediante una línea artificial) de atenuación ajustable y similar en todos los aspectos al circuito interurbano considerado (en particular desde el punto de vista de las diversas distorsiones), con la sola diferencia de que este circuito (o línea artificial) utilizado en las pruebas es silencioso (sin ruido de circuito).

El método de observación de las repeticiones descrito puede servir para medir la reducción de calidad de transmisión causada por una determinada distorsión (por ejemplo, limitación de la banda de frecuencia efectivamente transmitida o distorsión de atenuación) del circuito interurbano considerado, a condición de utilizar como variable, no ya el ruido de circuito, sino la magnitud que caracterice la importancia de la distorsión considerada (en el ejemplo citado, la anchura de la banda de frecuencia efectivamente transmitida por el circuito interurbano).

En esta medición, el circuito de prueba comprenderá (sin contar los sistemas transmisor y receptor del sistema patrón de trabajo con el ruido de sala típico) una línea artificial con un ruido de circuito artificial análogo al del circuito interurbano y cuyas restantes características sean también similares a las de ese circuito interurbano, pero que no presente el tipo de distorsión considerado.

B. Pruebas de apreciación inmediata

En el Anexo 32 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa), se describe el método a seguir en las pruebas de apreciación inmediata.

C. Otros métodos

A título de ejemplo, en el Suplemento N.º 8 al presente tomo se describe un método empleado por la Administración británica para determinar subjetivamente la calidad de transmisión telefónica.

SECCIÓN 8

MEDICIONES PARA LA MANTENENCIA DE LOS APARATOS TELEFÓNICOS DE ABONADO Y PARA SU RECEPCIÓN EN FÁBRICA

RECOMENDACIÓN P.81 (modificada en Ginebra, 1964 y en Mar del Plata, 1968)

MANTENENCIA DE LOS EQUIPOS DE ABONADO

Para lograr una buena calidad de transmisión en las relaciones internacionales, el C.C.I.T.T. recomienda que se prueben periódicamente todos los equipos de abonado.

Existen diferentes procedimientos para verificar desde una central urbana las instalaciones de abonado en funcionamiento mediante mediciones subjetivas u objetivas.

Los principales procedimientos son los siguientes:

A. Mediciones subjetivas.- a) prueba rápida de conversación; b) prueba telefonométrica completa.

B. Mediciones objetivas.- Puede preverse también una mantenencia basada en los procedimientos aplicados para la recepción en fábrica. (Esta forma de mantenencia permite prescindir de la central urbana.)

A. Mediciones subjetivas

a) Prueba rápida de conversación

Este método se emplea principalmente en Estados Unidos de América (por la American Telephone and Telegraph Company) y en Suiza. Además, en Gran Bretaña se aprecia la calidad de transmisión de los aparatos telefónicos de las cabinas públicas y de las instalaciones de abonado con aparatos suplementarios mediante una conversación con el operador del pupitre de prueba de la central telefónica[1].

---

1) La Administración británica estima que el coste de la mantenencia preventiva no se justifica en el caso de aparatos telefónicos distintos de los aparatos públicos y de las instalaciones de abonado con aparatos supletorios.

b) Prueba telefonométrica completa

Este método parece haber caído en desuso.

B. Mediciones objetivas

a) Mediciones efectuadas desde el pupitre de prueba

En Suiza, la verificación de la calidad de transmisión se hace de manera subjetiva mediante una conversación con el pupitre de prueba que posee el servicio de averías de cada central telefónica interurbana. Desde ese pupitre de prueba, se efectúan también mediciones y verificaciones de las líneas de abonado desde el punto de vista del aislamiento, la resistencia óhmica, la transmisión de impulsos de selección, etc.

b) Mediciones eléctricas de carácter general

Para verificar la calidad de transmisión de los aparatos telefónicos de abonado en servicio, la Administración de los Países Bajos utiliza los mismos aparatos y métodos de medida que para la verificación en fábrica; no obstante, los límites admisibles son algo más amplios. Esos métodos de medida se describen en la Recomendación P.82.

c) Empleo de aparatos especiales de medida para la verificación de los aparatos telefónicos

Australia - La Administración australiana ha construido un aparato de prueba de las estaciones de abonado que puede utilizarse para la mantenencia. El aparato de prueba, portátil, es de pequeñas dimensiones (15 x 8 x 8 cm aproximadamente); se intercala entre la línea de abonado y el aparato telefónico. Las clavijas y bases de enchufe de los aparatos telefónicos modernos facilitan su inserción. El aparato comprobador permite verificar los siguientes parámetros:

1) Corriente de línea en mA (corriente continua);

2) Eficacia para el volumen de sonidos vocales transmitidos;

3) Eficacia para el volumen de sonidos vocales recibidos;

4) Atenuación de inserción de la línea de abonado (terminada en 600 ohmios).

Mantenencia de los equipos de abonado

El aparato comprobador es excitado por un oscilador de tono de aullido; se ha obtenido una reducción sensible del volumen y del peso del comprobador instalando el oscilador en la central local. El oscilador, que es un dispositivo de estado sólido, emite 25 veces por segundo una onda sinusoidal de barrido lineal en el tiempo, en la banda 300 - 3000 -300 Hz. En el interior del aparato comprobador, un micrófono electrodinámico con una característica de frecuencia apropiada hace, según los casos, de boca artificial o de oído artificial. Para cada medición se utiliza un acoplador cerrado; el micrófono del aparato telefónico se somete a una presión acústica de unos 95 dB con relación a 0,0002 /ubarias durante las pruebas de eficacia de la transmisión.

En Australia, se emplean numerosos tipos de aparatos de abonado muy diferentes en lo que respecta a las embocaduras y a las cápsulas receptoras. Cada uno de estos aparatos dará valores de calidad ligeramente distintos; para evitar el empleo de un conmutador de tomas, el aparato de control se calibra para cada tipo por medio de un ajuste común de calibrado; el factor de calidad que corresponde a la medición se lee en una escala graduada en decibelios y se establece por comparación con el valor límite apropiado que figura en una ficha unida al aparato de control. Una escala graduada de 0 a 100, incorporada al aparato, sirve para indicar directamente, en mA el valor de la corriente de línea. La escala en decibelios se utiliza asimismo para medir la atenuación de la línea de abonado.

El aparato de control se calibra sobre el terreno de forma que las indicaciones que facilite se aproximen de las que el aparato de abonado daría en las condiciones límite de línea, que son las condiciones en que se hacen las pruebas de recepción de los aparatos telefónicos nuevos. En principio, se había pensado medir la eficacia para el volumen de los sonidos vocales del aparato telefónico con su línea de abonado, puesto que los aparatos que dan una calidad inferior a la inicial pueden proporcionar aún una calidad suficiente en líneas más cortas. Se desechó esta posibilidad porque sólo se mide la eficacia para el volumen y, si ésta es muy reducida puede haber otros defectos (por ejemplo, puede estar deformado el diafragma del receptor), y porque los aparatos telefónicos con defectos marginales pueden ser inadecuados desde el punto de vista de su duración.

Un prototipo de este aparato de control ha merecido una acogida muy favorable con ocasión de una prueba en servicio. Los técnicos encargados de la mantenencia y los abonados están satisfechos de que puedan diagnosticar con mayor facilidad los defectos y demostrar su corrección. En la actualidad se procede a la elaboración de un programa de pruebas en servicio en mayor escala, en el que se utilizarán 20 aparatos de control en cierto número de zonas locales.

Mantenencia de los equipos de abonado

Estados Unidos de América - La American Telephone and Telegraph Company proyecta evaluar la calidad de los aparatos de abonado con un sistema de especificación electroacústica (E.A.R.S.)[1]. Este sistema se emplea en laboratorio para determinar índices relativos, aplicables a maquetas de aparatos telefónicos o a redes locales construidas según ciertos planes de transmisión, que presentan una correlación con índices para la intensidad de los sonidos, determinados subjetivamente. Por ahora, no se prevé emplear este sistema para evaluar la calidad de los aparatos de abonado en servicio con fines de mantenencia.

República Federal de Alemania - La Administración de la República Federal de Alemania emplea el método siguiente:

La prueba de los aparatos telefónicos, para verificar la calidad de transmisión de las estaciones de abonado en servicio, consiste principalmente en medir las cápsulas microfónicas y receptoras, pues su calidad de transmisión depende mucho del material empleado y de la calidad de fabricación. Se han fijado especificaciones para las cápsulas microfónicas y receptoras cuya observancia se verifica por medio del aparato utilizado para la medición objetiva de los equivalentes de referencia descrito en el anexo 28 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

El aparato de medida objetiva de los equivalentes de referencia permite medir objetivamente los equivalentes de referencia de las cápsulas microfónicas y receptoras. Para las cápsulas micrófonicas, se mide, al mismo tiempo que el equivalente de referencia la distorsión no lineal y el ruido de micrófono utilizando para ello la tensión parásita de modulación. Además, puede verificarse la característica "eficacia-frecuencia" por medio de un hipsoscopio.

Las cápsulas microfónicas se dividen según su sensibilidad en grupos, por escalones de 0,4 Np y las cápsulas receptoras en grupos por escalones de 0,3 Np. Estos grupos corresponden, para las cápsulas microfónicas, a los valores de equivalente de referencia en la transmisión de 0,9 a 0,5 Np 0,5 a 0,1 Np, y 0,1 a -0,3 Np y, para las cápsulas receptoras, a los valores de equivalente de referencia en la recepción de 0 a -0,3 Np, -0,3 a -0,6 Np, y -0,6 a -0,9 Np. Esta repartición en grupos se utiliza luego para asociar las cápsulas a los grupos de líneas de abonado correspondientes (resistencia de la línea en bucle 0 a 250 ohmios, 250 a 500 ohmios y 500 a 750 ohmios véase en la 3.ª parte del presente tomo el párrafo "República Federal de Alemania" del Suplemento N.° 7).

---

1) Véase el Anexo 1 a la Cuestión 15/XII, en la 2.ª parte del presente tomo.

A efectos de su agrupación, las cápsulas se caracterizan por las cifras I, II o III, estampadas en ellas. De esta forma, se puede no sólo compensar los valores demasiado elevados de equivalente de referencia de las líneas de abonado, sino también, cuando se reemplazan las cápsulas con ocasión de la revisión del aparato telefónico, comprobar si han sufrido alteraciones después de su puesta en servicio. Con este fin, el operador encargado de localizar las averías ha de llevar siempre consigo cápsulas de los diferentes grupos; las cápsulas que retira de los aparatos de abonado se verifican por medio del aparato de medida objetiva de los equivalentes de referencia del depósito de material de la Dirección de Correos, a fin de decidir si pueden o no seguir utilizándose.

La medición y la clasificación de las cápsulas microfónicas y receptoras por medio del aparato de medida objetiva de los equivalentes de referencia se introdujo hace ya varios años en la Administración de Correos y Telecomunicaciones de la República Federal de Alemania. Cada Dirección de Correos posee en su depósito de material de telecomunicaciones un aparato de medida de este tipo atendido por personal femenino no especializado. La precisión de las mediciones es tan elevada que si se mide una misma cápsula con diferentes aparatos de medida, las diferencias son inferiores a 0,1 Np. La agrupación de las cápsulas y su adaptación exacta a los aparatos telefónicos se puede realizar (como viene demostrando la experiencia) sin dificultades, y el personal del servicio telefónico, particularmente los operadores encargados de localizar las averías, juzga que tal agrupación constituye un importante progreso, pues ha podido comprobar que permite compensar las variaciones de la intensidad sonora en la recepción para diferentes longitudes de la línea de abonado. Un importante porcentaje de las cápsulas en servicio (alrededor de 1/3 de las cápsulas microfónicas y de 1/6 de las cápsulas receptoras) ha tenido que ser reemplazado, lo que ha supuesto una mejora importante de la calidad de transmisión. Se ha podido comprobar que la mayoría de las cápsulas microfónicas en servicio no respondía ya a las condiciones actuales. Esto se aplica igualmente a las cápsulas receptoras, aunque en menor proporción.

RECOMENDACIÓN P.82 (modificada en Ginebra, 1964)

RECEPCIÓN EN FÁBRICA DE LOS APARATOS DE ABONADO

Se describen a continuación, a título informativo, los métodos utilizados en distintos países.

DINAMARCA

Aparte de una inspección y de un examen de la parte mecánica, el aparato es objeto de la siguiente prueba de transmisión:

Recepción en fábrica de los aparatos de abonado

El microteléfono se coloca sobre un soporte que contiene una fuente sonora (boca artificial) y un micrófono (oído artificial).

Con un generador de 800 ohmios aplicado a los terminales del aparato, se mide la presión acústica producida por el receptor telefónico, la cual aparece en un oscilógrafo de rayos catódicos, en función de la frecuencia, en la banda de frecuencias de 300 a 3400 Hz. De este modo se verifican simultáneamente la cápsula receptora y el circuito eléctrico de recepción.

Conectados a los terminales del aparato un puente de alimentación y una impedancia de 800 ohmios, se mide la tensión aplicada a los terminales al mismo tiempo que se aplica al micrófono una presión acústica constante de 20 barias, proveniente de la fuente sonora. La tensión suministrada aparece en un oscilógrafo de rayos catódicos, en función de la frecuencia, en la banda de frecuencias de 300 a 3400 Hz. De este modo se verifican simultáneamente la cápsula microfónica y el circuito eléctrico de transmisión.

El oscilógrafo tiene una plantilla transparente en la que están trazadas las curvas límite para la transmisión y la recepción, respectivamente, esto es: las curvas medias $\pm$ 2 dB.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Además de las mediciones efectuadas en las distintas partes constitutivas del aparato telefónico, las principales mediciones hechas en fábrica en los aparatos telefónicos de abonado por la American Telephone and Telegraph Company son las siguientes:

1. Una vez terminado el montaje del microteléfono:

a) Se determinan simultáneamente la forma y el nivel de las características "eficacia-frecuencia" del micrófono y del receptor por medio de un tubo de rayos catódicos, en cuya pantalla se han trazado las curvas correspondientes a los límites de tolerancia;

b) Se mide la resistencia en corriente continua del micrófono de carbón, para la que se han fijado los límites superior e inferior;

c) Se mide la impedancia en 60 Hz del varistor que sirve para proteger el receptor, y se la compara con un límite superior establecido.

2. Cuando el aparato telefónico está completamente montado:

a) Se prueba el timbre, aplicando una tensión de entrada determinada;

b) Para verificar la continuidad de los circuitos, más bien que para detectar los aparatos defectuosos, se aplica al micrófono por vía acústica un sonido ululante destinado a excitarlo, y se mide:

1) La tensión de salida aplicada a una línea artificial representativa de la línea de abonado;

2) La presión acústica producida por el receptor y transmitida por la vía de efecto local;

c) Se mide el aislamiento con relación al suelo del circuito telefónico aplicando una tensión de ruptura de 500 voltios en corriente continua.

Las pruebas y mediciones enumeradas se efectúan en todos los aparatos, y no por muestreo.

FRANCIA

La Administración francesa de Correos y Telecomunicaciones ha estudiado y construido un conjunto de aparatos destinados:

- a la verificación y mantenencia de los aparatos telefónicos en el domicilio de los abonados;

- a las pruebas de recepción en serie en fábrica de lotes de aparatos de abonado sometidos por los constructores a la aprobación de la Administración y conformes a un tipo admitido;

- a la mantenencia en los centros regionales.

Las descripciones de los distintos tipos de aparatos figuran en los párrafos II, III y IV del Anexo 27 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa).

PAÍSES BAJOS

La Administración de los Países Bajos ha puesto a disposición de los proveedores un aparato de medida con el que han de examinar la eficacia de cada cápsula microfónica o receptora entregada a la Administración.

Es obligado, además, medir la resistencia de cada cápsula micrófónica mientras se aplica al micrófono, en una cámara acústica, un ruido blanco cuyo espectro de frecuencias esté limitado a la banda de 300 a 3400 Hz. El micrófono se encuentra en un circuito eléctrico que, tanto con corriente alterna como con corriente continua, es equivalente a la situación media real en que se encuentra el micrófono en la red telefónica. La resistencia se mide también en estas condiciones con corriente que se aplique en la práctica. La tensión de ruido suministrada por el micrófono se mide con un voltímetro de corriente continua colocado en un circuito Graetz. El voltímetro indica aproximadamente el valor eficaz.

Para medir el receptor telefónico, se aplica el principio de reciprocidad inyectándose el ruido blanco al receptor por vía acústica y midiéndose la tensión engendrada por este receptor.

También en este caso se coloca el receptor en un circuito de igual impedancia nominal que la del aparato telefónico normal.

Los niveles así medidos proporcionan siempre una distribución estadística y la Administración exige que no se acepte ninguna cápsula microfónica o receptora que se aparte más de ± 3 decibelios de la media. El nivel absoluto de la media lo fija igualmente la Administración.

En cuanto a la característica "eficacia-frecuencia", los constructores han de garantizar, para cada cápsula, que responde a las tolerancias precisadas en la norma de la Administración. La experiencia ha demostrado que la Administración de los Países Bajos puede limitarse a verificar de vez en cuando por muestreo si se observan o no las prescripciones relativas a la característica "eficacia-frecuencia". En general, la Administración emplea para la verificación los mismos aparatos que se utilizan en fábrica. Los instrumentos de medida que el proveedor ha de utilizar para la verificación final en fábrica tienen que haber sido aprobados por la Administración. Además, la Administración se reserva el derecho de medir los micrófonos y receptores en fábrica.

Las características de transmisión de cada bobina de inducción tienen que estar garantizadas por el constructor. Éste puede verificarlas durante la fabricación, en la forma aprobada por la Administración de los Países Bajos.

REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

Para las pruebas desde el punto de vista de la transmisión, la Administración federal alemana de Correos y Telecomunicaciones utiliza, para la recepción de los aparatos telefónicos de abonado en sus depósitos de material de telecomunicación, el aparato de medida objetiva de los equivalentes de referencia descrito en el Anexo 28 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa). Se ha podido comprobar que cuando la fabricación es buena apenas si hay defectos en el montaje de los aparatos telefónicos. Basta, pues, con efectuar pruebas al azar en el momento de su recepción. No obstante, al hacerse la entrega, todas las cápsulas micrófonicas y receptoras se miden y agrupan como se indica a continuación. Además, todos los aparatos telefónicos reparados han de ser objeto de pruebas lo que resulta fácil, puesto que, generalmente, su número es reducido.

Al probar los aparatos telefónicos, se mide con el aparato de medida objetiva de los equivalentes de referencia el equivalente medio en la transmisión y en la recepción, entre las frecuencias límite de 200 y 4000 Hz. Las resistencias de la línea, del receptor y del micrófono se reemplazan por una resistencia de 600 ohmios.

REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NORTE

Principios generales.- Los procedimientos de fabricación y las mediciones hechas por el constructor pueden ser comprobados en todo momento por el Servicio de Inspección. Se efectúan mediciones de recepción para cada aparato fabricado, o en muestras tomadas al azar, a discreción del Servicio de Inspección. La naturaleza de las mediciones de recepción se determina de común acuerdo entre el servicio adquirente y el constructor antes de hacerse el pedido.

Mediciones electroacústicas en los micrófonos y receptores telefónicos.- La Administración de Gran Bretaña invita a todos los constructores a preveerse de un aparato de medida que responda a las especificaciones aprobadas. Este aparato funciona con ruidos de espectro continuo de anchuras de banda bien determinadas. Para tener la seguridad de que todos los constructores utilizan la misma señal de medida, la Administración ha registrado las bandas de ruido en un disco de cristal en forma de pistas sonoras ópticas; todos los constructores reciben discos que son impresiones positivas sacadas del patrón negativo.

Recepción en fábrica de los aparatos de abonado

Para medir los micrófonos, la señal de ruido apropiada alimenta una boca artificial (véase el Anexo 11 en la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) cuyo nivel de salida se ajusta en un valor especificado por medio de un micrófono sonda. El micrófono de carbón que se prueba es objeto de un tratamiento previo; se coloca en una posición normalizada frente a la boca artificial y se observa en un voltímetro la tensión de salida en los terminales de un circuito normalizado. Se hacen mediciones especiales para verificar el calibrado en presión de todos los micrófonos sonda utilizados en los distintos talleres de fabricación.

El voltímetro indica los valores eficaces verdaderos, está graduado en decibelios con relación a 1 voltio y funciona con un tiempo de intengración de 1,4 segundos; sus indicaciones, en caso de aplicarse una onda sinusoidal, son independientes de la frecuencia en la gama de frecuencias comprendidas entre 300 y 3400 Hz.

Las señales de ruido se utilizan de la siguiente manera: en primer lugar, se mide la eficacia del conjunto del micrófono aplicando un ruido de banda ancha (300-3400 Hz); para el nuevo tipo de micrófono (cápsula micrófonica N.° 16), la tolerancia admitida es $\pm$ 2 dB con relación al valor especificado. En segundo término, se efectúa una medición en cada una de las tres bandas estrechas para verificar si la respuesta en frecuencia se ajusta o no a dicha tolerancia.

Para medir los receptores telefónicos, la fuente de ruido alimenta el receptor medido, colocado en un oído artificial (véase el Anexo 11 en la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa); con un voltímetro, se observa la tensión a la salida del oído artificial en los terminales de un circuito normalizado. Para el tipo de receptor telefónico de abonado fabricado normalmente, se han especificado mediciones de recepción con tres bandas estrechas de ruido.

No se mide la calidad de los aparatos telefónicos completos. Medidas ya antes del montaje todas las piezas básicas, se estima que basta una simple verificación para asegurarse de que el aparato funciona realmente.

SUIZA

Los aparatos de abonado y las piezas de recambio adquiridos por la Administración suiza de Teléfonos son objeto de una verificación de recepción. Esta tarea se confía a la sección de verificación de material de la División de Investigaciones y Pruebas. Las pruebas en serie se realizan con aparatos de medida apropiados. Previa verificación por la Administración de C.T.T., que comprueba, por ejemplo, de capacidad y el aislamiento

de los condensadores, el microteléfono y diversos cordones, se suministran algunas piezas sueltas a los fabricantes de aparatos telefónicos. La velocidad de retorno y la relación de impulsos de los discos de llamada y los contactos de cortocircuito se verifican en unos segundos por medio del aparato SC12/SC14 (Sodeco).

El aparato de abonado (sin microteléfono) se prueba en la recepción con el aparato de medida TLPG3 (Zellweger), en un minuto aproximadamente. La prueba comprende la verificación del aislamiento, de la intensidad del sonido del timbre, de la impedancia en posición de recepción de llamada, y de las atenuaciones compuestas en la transmisión, en la recepción y para el efecto local, en 400 y 1600 Hz y, en caso necesario, para dos corrientes de alimentación diferentes; la verificación puede comprender también la supresión de parásitos de alta frecuencia, el impulso de ocupado para líneas compartidas y los eventuales circuitos auxiliares del aparato de abonado.

La verificación de los micrófonos y auriculares se efectúa rápidamente con el aparato de medida KP51/MPG12 (Autophon/Zellweger), descrito en el Anexo 29 (2.ª parte del tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa). Se verifican el equivalente de referencia y la curva de frecuencia, así como la resistencia y el ruido para los micrófonos, y el centrado del sistema de transmisión para los auriculares.

Los fabricantes de aparatos telefónicos y de piezas sueltas utilizan aparatos de medida similares.

El material defectuoso rechazado por los servicios de explotación es verificado de igual manera que el proveniente de los proveedores por el mismo servicio de control.

SEGUNDA PARTE

CUESTIONES RELATIVAS A LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA Y A LAS REDES LOCALES CONFIADAS A LA COMISIÓN DE ESTUDIO XII EN 1968-1972

Advertencia importante

1) Creada la Comisión especial D por la Asamblea Plenaria, todas las cuestiones relativas a la modulación por impulsos codificados (M.I.C.) han sido confiadas por de pronto a esta Comisión (con excepción de la Cuestión 21/XII, cuyo estudio se ha confiado a la Comisión XII, en el marco específico de sus tareas).

El Relator principal de la Comisión especial D se pondrá de acuerdo con los otros Relatores principales para establecer el enlace con las demás Comisiones de estudio interesadas, a medida que vayan avanzando los trabajos.

2) La indicación de las diversas Comisiones a las que interesa una Cuestión, en los casos en que no se ha constituido un grupo mixto para el estudio de esa Cuestión, tiene por objeto señalar esta circunstancia a los miembros de la Comisión encargada del estudio, a fin de que aseguren en el marco de las administraciones nacionales la necesaria coordinación, de acuerdo con una decisión de la IV Asamblea Plenaria.

CUESTIÓN 1/XII - Equivalentes de referencia de los sistemas nacionales en el nuevo plan de transmisión

(continuación de la Cuestión 1/XII, estudiada en 1964-1968)

a) ¿Cuál es el porcentaje de comunicaciones internacionales para las que parece posible satisfacer los límites de 24 dNp y 14 dNp para los equivalentes de referencia nacionales?[1])

---

1) Al estudiar estas partes de la cuestión, se tendrán particularmente en cuenta las informaciones que se reúnan respecto de la calidad de transmisión de conexiones telefónicas completas y de prolongaciones nacionales, durante los estudios mencionados en los Suplementos X e Y del Tomo IV del Libro Blanco (véase provisionalmente la Contribución XII - N.° 119).

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Observación - En la Recomendación P.11 se ha indicado provisionalmente un porcentaje mínimo de 97%. El Anexo 2 indica cómo se puede determinar el valor real de este porcentaje.

b) ¿En qué forma conviene tener en cuenta las variaciones en función del tiempo del equivalente de los circuitos nacionales (distintos de los circuitos de cuatro hilos interconectados en cuatro hilos en la cadena internacional), así como el envejecimiento de los micrófonos y de los receptores telefónicos?

c) ¿Qué valor mínimo[1)] debe recomendarse para el equivalente de referencia nominal del sistema transmisor nacional?

Observación - No se podrá responder a esta parte c) de la Cuestión 1/XII hasta que se haya respondido a la parte b) de la Cuestión 10/XII (nuevo texto).

d) ¿Qué valor mínimo debe recomendarse para el equivalente de referencia nominal del sistema receptor nacional?

Observación - Las respuesta a las partes c) y d) determinarán el equivalente de referencia mínimo de una comunicación internacional.

e) ¿Cuáles deben ser, de acuerdo con las preferencias de los abonados, los objetivos de planificación a corto y a largo plazo para el equivalente de referencia de una conexión internacional, y cómo debe repartirse el equivalente de referencia global entre los sistemas nacionales de transmisión y recepción?

Observación - El Anexo 3 indica los motivos que justifican el estudio de la parte e).

f) ¿Qué valores máximos y mínimos deben recomendarse para el equivalente de referencia nominal de un enlace que comprenda una estación de operadora?

Observación - En la respuesta a esta parte f), se tendrá en cuenta el Anexo 4.

Observación general - El Anexo 1 siguiente reproduce la respuesta dada a las diversas partes de esta cuestión en 1967.

---

1) Queda entendido que la documentación reunida por la Comisión XVI sobre los equivalentes de referencia mínimos en la transmisión formará parte de la documentación de la Comisión XII en 1968-1972.

Anexo 1

(a la Cuestión 1/XII)

Informe (aprobado por la Comisión XII en octubre de 1967)

del Grupo de trabajo presidido por el Sr. D.L. Richards

Parte a) de la Cuestión 1/XII

El porcentaje de comunicaciones internacionales en las que parece posible respetar los límites de 24 dNp y 14 dNp para los equivalentes de referencia nacionales es de al menos el 95%, alcanzando en algunas administraciones o empresas privadas de explotación, el 97%.

La Comisión XII propone modificar en consecuencia el párrafo B.a de la Recomendación P.11.

Conviene proseguir el estudio de esta parte de la cuestión con el fin de aclarar el conjunto de este párrafo, incluida la observación 3, y llegar a recomendaciones definitivas. En el estudio se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

El Grupo de trabajo ha estimado que, en una planificación real, las administraciones que no utilicen a estos efectos las leyes de distribución estadística[1] tropezarían con dificultades para aplicar un porcentaje asociado a estos límites. En la práctica, debe determinarse el porcentaje ulteriormente, a base de una encuesta en la red real, después de haber aplicado determinadas reglas de planificación. El anexo 2 (concretamente en la Figura 3) da los resultados de una encuesta de este tipo realizada en la red australiana. Se ha discutido la posibilidad de modificar la

---

1) La A.T. & T.Co. es una de las administraciones que han declarado que gran parte del trabajo de planificación de su red se basaba en leyes de distribución, más bien que en la especificación de límites. Los artículos siguientes, publicados en el Bell System Technical Journal, volumen XLIII, N.° 2, marzo de 1964, contienen ejemplos de este método:

NÅSELL, I.: The 1962 Survey of Noise and Loss on Toll Connections, págs. 697-718.

LEWINSKI, D.A.: A New Objective for Message Circuit Noise, págs. 719-740.

Recomendación P.11 para explicar más claramente a qué se supone que se refieren los porcentajes; no ha sido posible ponerse de acuerdo sobre esta modificación pero, según la opinión general, en la planificación hay que tratar, en principio, de respetar los límites especificados para todas las comunicaciones internacionales, considerándose como una reserva la pequeña proporción de excepciones.

Se ha hecho notar que las fluctuaciones estadísticas y ciertas prácticas de planificación pueden ser causa de diferencias de más de 10 dB en el equivalente de referencia global, entre los dos sentidos de transmisión. Podría limitarse este fenómeno exigiendo que la diferencia entre los equivalentes de referencia de cualquier sistema nacional, en la transmisión y en la recepción, tenga un valor constante, por ejemplo 1 Np (8,7 dB). Se ha sugerido que, a este efecto, se añada una cláusula en la Recomendación P.11. El Sr. Boeryd ha citado hechos que tienden a probar que estas asimetrías de la transmisión son importantes.

El Presidente ha decidido que se examinen las pruebas de la importancia de este efecto antes de redactar la cláusula que haya de insertarse en la Recomendación P.11. El Grupo de trabajo ha opinado, en general, que hasta ahora las pruebas de los efectos subjetivos de la asimetría no son concluyentes y que sería prematuro examinar en estos momentos una cláusula calificativa. Sin embargo, ha estimado que se debería proseguir el estudio de este problema en el marco de la Cuestión 3/XII

Parte b)

El Grupo de trabajo estima que la calidad de los receptores telefónicos no disminuye notablemente con el tiempo, de forma que no es necesario tener en cuenta una disminución de su eficacia al planificar las redes. En cambio, se observan variaciones más importantes en el caso de los micrófonos telefónicos y sólo parece posible tenerlas en cuenta durante la planificación, aplicando un margen apropiado al elegir las reglas de planificación.

No se ha suministrado información alguna sobre la variación de la atenuación de las líneas que unen las centrales locales extremas al centro primario de conmutación.

Parte c)

Los debates han demostrado que no es necesario por más tiempo fijar un valor mínimo para el equivalente de referencia nominal del sistema transmisor nacional, siempre que las administraciones efectúen de vez en cuando encuestas estadísticas sobre el volumen de los sonidos vocales en su red.

El Grupo de trabajo ha estimado que convendría también suprimir la referencia a un valor mínimo para la media del equivalente de referencia en la transmisión. En consecuencia, queda anulada la respuesta dada a esta parte por la Comisión XII en 1966. Véase también el informe del Grupo de trabajo, anexo a la Cuestión 10/XII.

Antigua parte d) (actual parte f))

No se dispone aún de descripciones sobre la manera en que conviene medir los equivalentes de referencia de las posiciones de operadora, por lo que no es posible confirmar los valores máximos sugeridos en 1966, a saber:

18 dNp (15,6 dB) para el equivalente de referencia en la transmisión, y 8 dNp (7 dB) para el equivalente de referencia en la recepción, cuando la línea de abonado está conectada, calculándose el equivalente de referencia en la transmisión y el equivalente de referencia en la recepción en los "extremos virtuales" del circuito internacional.

Se precisa información sobre la distancia entre la boca de la operadora y el micrófono, y sobre los niveles de corrientes vocales que conviene adoptar para estas mediciones, y sobre las disposiciones que han de tomarse para la colocación de los terminales de línea del aparato. Los problemas que hay que resolver se exponen en el Anexo 4.

Anexo 2

(a la Cuestión 1/XII)

Equivalentes de referencia nacionales, en la transmisión y en la recepción, de las comunicaciones internacionales de salida

(Contribución de la Administración de Australia)

Se ha analizado una muestra relativa a un día, constituida por 1233 comunicaciones internacionales de salida de Australia (véase el apéndice), para identificar al abonado del que emanaba la llamada y determinar el enlace que conectaba a cada abonado al centro internacional de Sidney. Las informaciones análogas referentes a las comunicaciones de llegada son más difíciles de obtener y no están todavía disponibles.

La atenuación de cada uno de los enlaces entre la central local extrema y el centro internacional de Sidney se ha calculado por medio de los diagramas de cables, de valores estimados de las pérdidas debidas a la conmutación, de documentos de mantenencia y de mediciones de transmisión.

Luego se ha calculado el equivalente de referencia de este enlace para ambos sentidos de transmisión con relación a los extremos virtuales (puntos de nivel relativo -3,5 dBr en la transmisión y -4 dBr en la recepción en el centro internacional). Estas leyes de distribución es decir, D'_s en la transmisión y D'_r en la recepción, están representadas en la Figura 1.

No se han determinado los equivalentes de referencia de cada línea y aparato de abonado. Sin embargo, una encuesta por sondeo, realizada anteriormente en Australia, ha proporcionado información sobre los sistemas locales de abonado que ha permitido establecer curvas representativas de su distribución D''_s (en la transmisión) y D''_r (en la recepción). Estas distribuciones se representan en la Figura 2.

Las sumas estadísticas de D'_s y D''_s y de D'_r y D''_r se representan en la Figura 3; expresan las distribuciones actuales de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción, respectivamente, para las comunicaciones internacionales originadas en la red nacional australiana, referidas a los extremos virtuales en el centro internacional de Sidney.

Las principales características de esta distribución son las siguientes:

	Transmisión	Recepción
Mediana	13,8 dB	2 dB
Para el 95% de las comunicaciones, menos de.	20,2 dB	8,4 dB
Para el 97% de las comunicaciones, menos de.	21,2 dB	9 dB

La red australiana está por lo tanto, dentro de los límites indicados en la Recomendación P.11/G.121 (Asamblea Plenaria de 1964) para el 95% de las comunicaciones y para los países de gran extensión, cuando la cadena nacional comprende 4 circuitos de 4 hilos: 21,3 dB en la transmisión y 12,7 dB en la recepción.

Además, se respetarán también estos límites para más del 97% de las comunicaciones cumpliéndose así con lo dispuesto, a título provisional en la Recomendación P.11 (Tomo V del Libro Blanco).

Comentarios

Las distribuciones de los equivalentes de referencia para los sistemas locales de abonado suponen la utilización de aparatos telefónicos provistos de micrófonos y de receptores de eficacia igual al mínimo

admitido para los nuevos aparatos telefónicos; no se ha efectuado ajuste alguno para compensar el efecto de los pares de cable con derivaciones.

La eficacia media de los nuevos aparatos telefónicos es, tanto en la transmisión como en la recepción, aproximadamente 2 dB mayor que los valores mínimos admitidos; sólo un cuarto, aproximadamente, de los micrófonos de los aparatos de abonado comprendidos en la muestra tenían una eficacia inferior a la mínima admitida para los nuevos aparatos, aunque algunos de los aparatos controlados tenían más de 20 años.

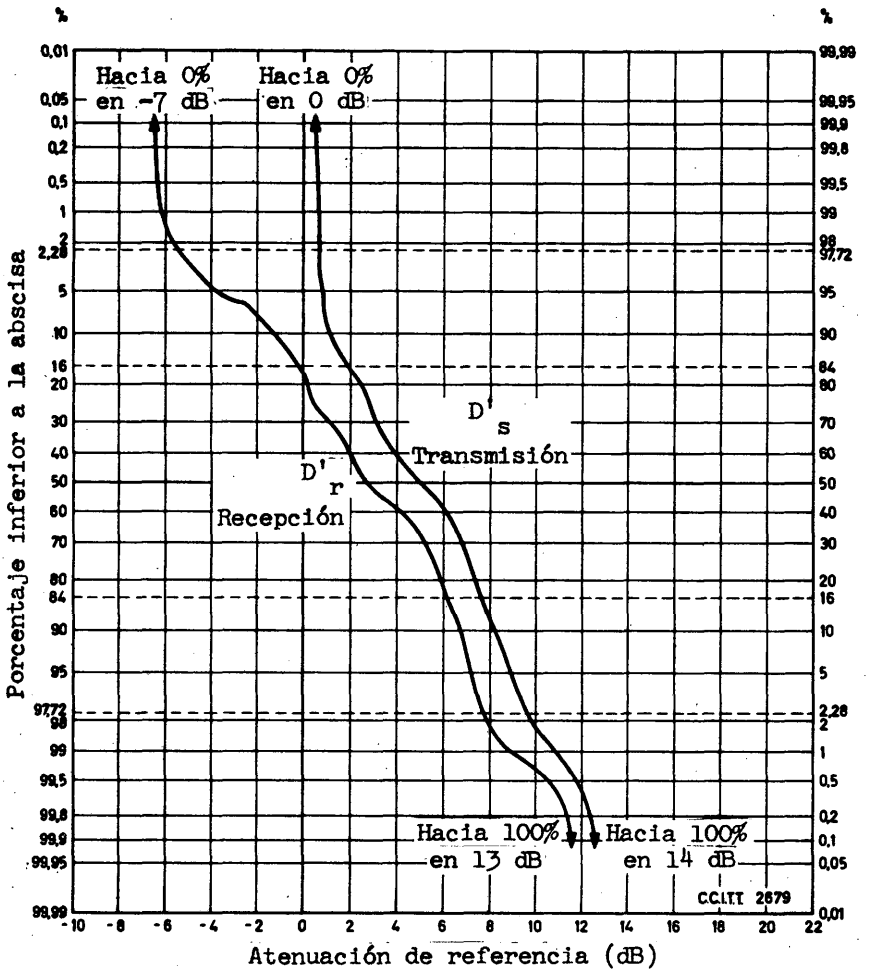


Figura 1.- Atenuación de referencia de la red entrecentrales entre la central local extrema y los extremos virtuales del circuito internacional

(Comunicaciones internacionales de salida - 10 de mayo de 1967)

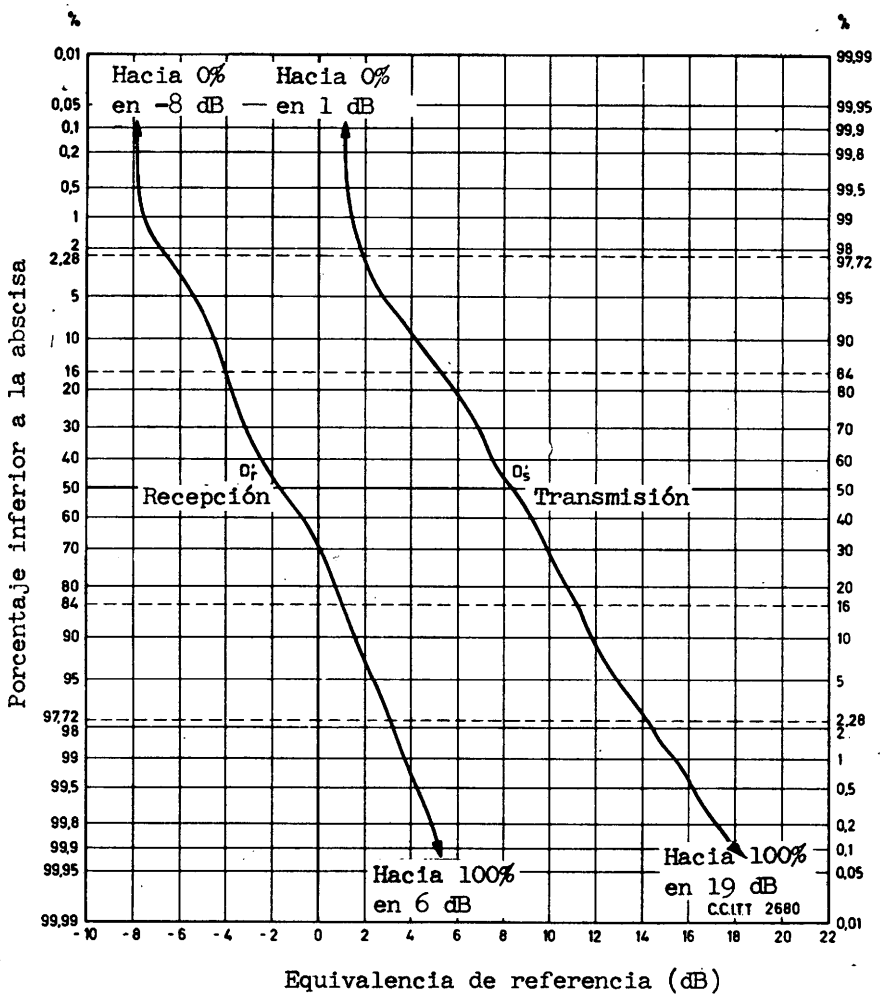
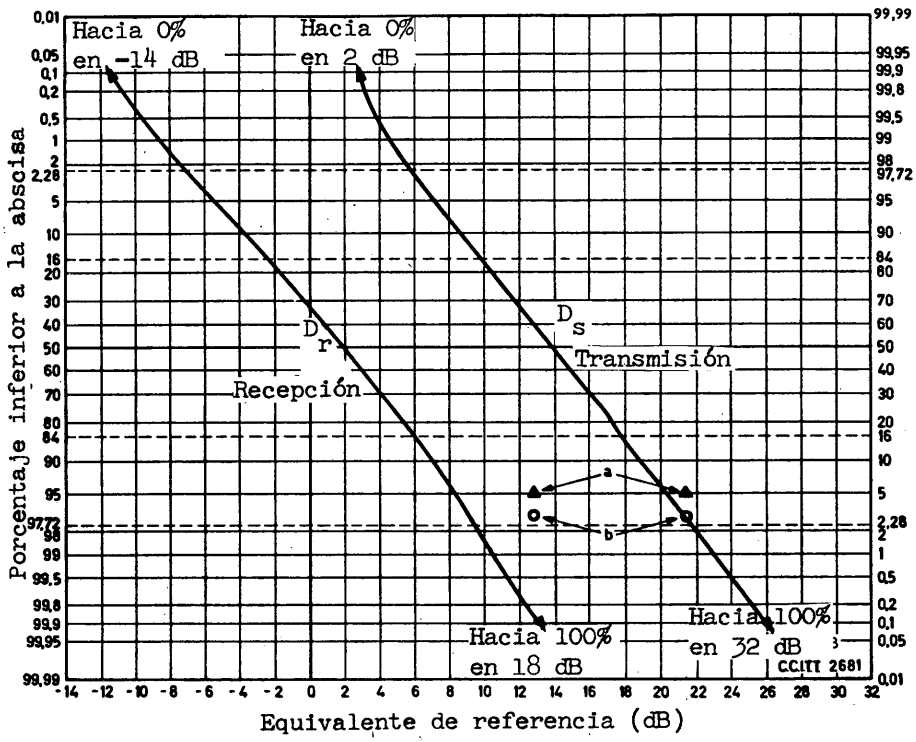


Figura 2.- Equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción de los sistemas de abonado de la red nacional

(Encuesta de 1965 sobre la red de líneas de abonado)



a = puntos correspondientes a 95% según la antigua Recomendación G.121 (para un país de gran extensión)

b = puntos correspondientes a 97%

Figura 3.- Equivalentes nominales de referencia en la transmisión y en la recepción del sistema nacional australiano

Comunicaciones internacionales originadas en Australia el 10 de mayo de 1967:

número de comunicaciones comprendidas en la muestra = 1233

Por el momento, no se sabe nada acerca de la pérdida de eficacia de los receptores en función del tiempo.

Los pares de cable con derivaciones producen efectos desfavorables en la calidad de transmisión en menos de 4% de las líneas de abonado únicamente, y más del 60% de estas líneas no incluyen cables con derivaciones.

Aunque la distribución de la Figura 2 tiene en cuenta estos efectos, ello no modifica en absoluto las conclusiones precedentes.

Apéndice (al Anexo 2)

Composición de una muestra de 1233 comunicaciones internacionales originadas en Australia

Todas las comunicaciones fueron encaminadas por el centro de comunicación interurbano principal del Estado de origen hacia el centro internacional de Sidney. Las distancias entre estos centros se indican en el cuadro para dar una idea de la longitud de los enlaces asegurados por la red nacional australiana.

Estado	Comunicaciones procedentes de la región de la capital del Estado		Comunicaciones procedentes de regiones rurales		Total de comunicaciones		Distancia entre el centro de conmutación interurbano principal del Estado y el centro internacional de Sidney
	Número	%	Número	%	Número	%	
Nueva Gales del Sur	570	89,5	67	10,5	637	51,7	Distancia nominal 0
Victoria	316	88,7	40	11,3	356	28,9	950 km
Queensland	75	63,5	43	36,5	118	9,55	1.045 km
Australia del Sur	43	79,6	11	20,4	54	4,35	1.750 km
Australia Occidental	44	89,8	5	10,2	49	3,96	4.080 km
Tasmania	15	79	4	21	19	1,54	1.590 km
Totales	1063	86,1	170	13,9	1233	-	

Anexo 3

(a la Cuestión 1/XII)

Valores máximos, mínimos y preferidos del equivalente de referencia

(nota de la Administración australiana)

Según la experiencia de distintas administraciones, en algunas comunicaciones en las que intervienen líneas cortas, instalaciones automáticas de abonado con aparatos suplementarios y líneas locales, los sonidos que se reciben tienen un nivel demasiado elevado, a menos que se tomen precauciones especiales para reducir el volumen, es decir para aumentar el equivalente de referencia global. Varias administraciones utilizan resistencias para completar líneas cortas en ciertos tipos de teléfonos; otros aparatos incluyen una regulación automática que controla el equivalente de referencia mínimo.

El nuevo equipo que está apareciendo permitirá reducir las pérdidas en la red, en muchos casos sin incurrir en gastos importantes. Como ejemplo de tal equipo pueden citarse: líneas de abonados de corrientes portadoras, circuitos de enlace M.I.C., receptores y micrófonos amplificados, conmutación y transmisión integradas. Con la generalización de ese equipo y la posibilidad de conseguir supresores de eco adaptables, el problema del exceso de sonoridad con que hasta ahora se tropezaba en líneas cortas de abonado, podría plantearse incluso en comunicaciones entre centrales. En consecuencia, se requieren objetivos de planificación a corto y largo plazo para los equivalentes globales de referencia preferidos, así como para los límites máximos y mínimos.

Anexo 4

(a la Cuestión 1/XII)

Respuesta a la parte d) de la Cuestión 1/XII en 1967

(Contribución de la Administración del Reino Unido)

La eficacia de los aparatos de operadora, en la transmisión y en la recepción, se ha determinado según los criterios siguientes:

En la transmisión

El volumen de los sonidos vocales transmitidos por la línea interurbana, desconectado el abonado local, mientras que la operadora local habla a la operadora alejada, debiera ser aproximadamente el mismo que el que transmite por esa línea un abonado local que hable con un abonado alejado. En estas condiciones, ese volumen, referido a la entrada de dos hilos (punto de nivel relativo cero) es, para las operadoras, de -14,4 dBm0 (desviación estándar 3,4 dB) y, para los abonados, de -19,3 a -13,9 dB, según el emplazamiento de su central local con respecto al centro de conmutación interurbano en que se hagan las mediciones. (Para los abonados, las desviaciones estándar son del orden de 5,7 dB.)

No se pueden dar valores del equivalente de referencia para los aparatos de operadora en el sentido "transmisión", puesto que no existe ninguna norma en cuanto a la distancia que debe mediar, durante las mediciones del equivalente de referencia, entre los labios de la operadora y el orificio de la embocadura. Se hace sentir la falta de instrucciones a este respecto; debería prescribirse que se adopte la misma distancia que para las operadoras en servicio real. También hacen falta prescripciones análogas sobre el nivel de los sonidos vocales que hay que utilizar.

Es importante señalar que, en general, los aparatos de operadora se prestan a toda una serie de ajustes de la distancia de conversación que las operadoras pueden aprovechar para mejorar la eficacia en la transmisión en caso de dificultades; pero, naturalmente, cabe que las operadoras hagan mal uso de esta posibilidad de ajuste, lo que tendría consecuencias enojosas en la transmisión. Es preciso tener en cuenta esta consideración al especificar condiciones normalizadas para la distancia y para el nivel vocal que debe observarse, si se quiere que las mediciones de equivalente de referencia sean realistas. En consecuencia, hay que determinar el valor mediano de estas magnitudes en servicio real, por ejemplo, merced a mediciones del volumen de los sonidos vocales, y por otras observaciones realizadas en las condiciones reales de empleo.

Se pueden hacer evaluaciones indirectas del "equivalente de referencia" como sigue: en condiciones de conversación en el laboratorio, pero con un medio representativo de la utilización ordinaria del teléfono, un sistema local de abonado con un equivalente de referencia en la transmisión de 7 dB, da un volumen de sonidos vocales de aproximadamente -15 dBm. Sería por lo tanto de esperar que un aparato con un equivalente de referencia en la transmisión de 6,4 dB produjera un volumen de -14,4 dBm0. Este valor se referiría a la entrada de dos hilos del circuito interurbano y correspondería a 9,9 dB referido al extremo virtual. Hay que dejar aún un margen antes de comparar este valor con el propuesto a título provisional en la Parte d) del Anexo 1, a saber, 15,6 dB cuando el abonado local está conectado; esto impondrá probablemente una atenuación de derivación de aproximadamente 3 dB, lo cual lleva, para las estaciones de operadora del Reino Unido, a una estimación de 12,9 dB, lo que satisfaría ampliamente el valor propuesto.

En la recepción

Un aparato de abonado conectado a una línea de longitud despreciable tiene un equivalente de referencia en la recepción de aproximadamente -6 dB (aparato telefónico 706 del Reino Unido). Utilizado por un abonado, tal aparato reproduce la palabra en condiciones de audición que no son nunca molestas; en cambio, el mismo índice basado en la fuerza del sonido, dará lugar en un aparato de operadora a una recepción difícil, si el nivel de los sonidos vocales recibidos es elevado; será entonces preciso reducir la eficacia unos 3 dB. El equivalente de referencia en la recepción para los aparatos de operadora del Reino Unido, referido al extremo virtual (ajuste de 3 dB en la hipótesis de un circuito interurbano con una atenuación de 7 dB entre extremos de dos hilos) y habida cuenta de la atenuación debida a la derivación de la línea del abonado local (por ejemplo 3 dB) será de: $-6 + 3 + 3 + 3 = 3$ dB. Esta cifra es asimismo inferior al valor provisional propuesto, es decir, 7 dB.

En consecuencia, la Administración del Reino Unido no tiene nada que objetar a los valores provisionales propuestos, a condición de que se

fijen de manera realista las normas de que se carece en la actualidad para medir los equivalentes de referencia en la transmisión. Estas normas deben tener en cuenta la forma en que las operadoras utilizan en la práctica su aparato.

CUESTIÓN 2/XII - Evaluación de la calidad de la transmisión en condiciones de servicio

(continuación de la nueva Cuestión A, estudiada en 1967-1968)

Considerando:

Que con la aparición de redes mundiales automáticas y semiautomáticas, le será más difícil al personal de explotación determinar el momento en que las condiciones de servicio dejan de ser satisfactorias;

Que las comunicaciones establecidas mediante esas redes mundiales serán más complejas y comprenderán más elementos capaces de provocar dificultades de transmisión;

Que los abonados exigirán una mejor calidad de servicio a medida que hagan un mayor uso de las redes mundiales;

Procede someter a estudio la siguiente cuestión:

a) ¿Cuáles son los métodos más convenientes para evaluar la calidad del servicio, desde el punto de vista de la calidad de transmisión de la palabra?

b) ¿Conviene normalizar métodos para conseguir uno de los elementos de la evaluación de conjunto de las comunicaciones mundiales de abonado a abonado?

Observación 1 - Entre las modalidades de estudio de esta Cuestión, conviene señalar las observaciones hechas por terceros, así como las informaciones obtenidas de los abonados mediante interrogatorios o cuestionarios. En el Anexo 1 se describe un método de este género y el Anexo 2 contiene un ejemplo de programa de pruebas.

Observación 2 - Diversas administraciones han comprobado que ciertas medidas de la calidad del servicio dan resultados variables en el curso de una conferencia. Por ejemplo, se ha observado que las peticiones de repetición son más frecuentes al comienzo de la conferencia (véanse los Anexos 3 y 4). Convendrá tener en cuenta este factor cuando se estudien los métodos de evaluación de la calidad de transmisión.

Observación 3 - Se señala cuán importante es la utilización de métodos adecuados para establecer los planes de experimentación y para analizar los resultados obtenidos.

Observación 4 - La presente Cuestión está relacionada con la parte a) de la Cuestión 7/XII, relativa al criterio que debe adoptarse para determinar, antes de elaborar métodos de medidas objetivas, si diversos sistemas presentan una calidad de transmisión idéntica.

Observación 5 - La Comisión XIII está estudiando cuestiones relativas a aspectos de la evaluación del servicio distintos de la calidad de transmisión de la palabra. Hubo en el pasado un ejemplo de coordinación cuando se incluyeron cuestiones relativas a la transmisión en un cuestionario experimental utilizado en un estudio realizado por la Comisión XIII. Este estudio se prosigue en el marco de la Cuestión 12/XIII y sería conveniente que el estudio de las Cuestiones 2/XII y 12/XIII se coordine estrechamente.

Anexo 1

(a la Cuestión 2/XII)

Métodos de evaluación del servicio desde el punto de vista de la calidad de transmisión de la palabra

(Contribución de la American Telephone and Telegraph Company)

1. Generalidades

Los métodos utilizables para evaluar la calidad de transmisión de la palabra, tal como la perciben los abonados, debieran proporcionar informaciones representativas de las condiciones reales de utilización. Se puede lograr este resultado de dos maneras diferentes. El primer método, que es el más directo, consiste en apreciar la calidad de las propias comunicaciones telefónicas intercontinentales; esta apreciación la hace el abonado, que indica personalmente el resultado. Un segundo método, que puede calificarse de indirecto, se basa en la utilización de parámetros de transmisión medidos en comunicaciones intercontinentales y en el establecimiento de relaciones, independientemente determinadas, entre estos parámetros y los resultados de la apreciación de la calidad, con objeto de prever la calidad de las comunicaciones intercontinentales. Es evidente que para aplicar este segundo método hay que conocer las relaciones en cuestión.

Ambos métodos proporcionan resultados útiles si se aplican prudentemente. Sin embargo, el segundo exige un mejor conocimiento de las reducciones de calidad posibles, así como del efecto de estas reducciones, es decir, de las relaciones anteriormente mencionadas. Como a menudo no se conocen estos elementos, este método no siempre es aplicable. Por ello, nos limitaremos a estudiar el método directo en el presente documento. Esto no resta en absoluto importancia al método indirecto en los casos en que se conocen bien los parámetros de transmisión pertinentes, existen métodos y aparatos de medida y se dispone de resultados de pruebas subjetivas. Por ejemplo, el método indirecto puede ser especialmente eficaz para apreciar la calidad de transmisión de la palabra en circuitos en los que la reducción de la calidad sea debida a una atenuación o a ruidos.

Antes de considerar satisfactorio un método de medida propuesto para medir la calidad de transmisión, conviene determinar el valor de este método por referencia a dos criterios: la confiabilidad y la validez. Algunos de los métodos corrientemente utilizados para medir la calidad de transmisión resultan inadecuados desde uno o ambos de estos puntos de vista. Ciertos métodos no son sensibles a los cambios o diferencias conocidos que intervienen en la transmisión; otros dan lugar a variaciones excesivas al cambiar el observador, por último, otros no han permitido obtener resultados coherentes incluso en condiciones constantes.

En el punto 2 se definirán los criterios que conviene utilizar para juzgar los métodos de medida. En el punto 3, se describirán los métodos utilizados por la A.T.& T. Company; finalmente en el último punto se analizará el valor de varios métodos de medida a base de los criterios definidos en el punto 2.

2. Características necesarias y deseables de los métodos de medida de la calidad de transmisión

El valor, desde el punto de vista de la confiabilidad y de la validez, de cualquier método de medida destinado a suministrar información sobre la calidad de transmisión de la palabra, a base de las reacciones de los abonados, debe estudiarse en la forma que seguidamente se indica:

Confiabilidad - El método debe dar los mismos resultados o valores, o resultados o valores similares, al repetirse las mediciones en las mismas condiciones. Las fluctuaciones de los valores medidos como consecuencia de variaciones erráticas deben ser pequeñas en comparación con las variaciones imputables a los cambios que afecten a la transmisión. Todo método debe cumplir estas dos condiciones.

Además, los métodos propuestos para uso general deben cumplir exigencias aún más estrictas. Si se trata de comparar resultados de mediciones obtenidas en épocas o lugares diferentes, el método debe dar los mismos

resultados o valores, o resultados o valores similares, si los parámetros esenciales de la transmisión permanecen constantes, incluso si se modifican condiciones que no se refieran a la transmisión (por ejemplo, empleo de observadores, investigadores o usuarios distintos). En otras palabras, el método debe ser relativamente insensible a factores que no sean la calidad de transmisión. La confiabilidad, definida así en forma más amplia, podría llamarse "robustez" (robustness), término utilizado con esta acepción en estadística.

Validez - Los resultados o valores obtenidos con el método utilizado deben reflejar cambios conocidos de la calidad de transmisión; deben estar en correlación con los resultados de otras mediciones eficaces de la calidad de transmisión. El método debe ser sensible a los cambios conocidos de la calidad de transmisión, si ha de empleársele para medir una calidad de transmisión desconocida.

3. Métodos y categorías de medida

La A.T.& T. Company ha empleado cierto número de métodos diferentes para medir la calidad de transmisión; estos métodos se aplican a conferencias normales, seguidas de encuestas o de cuestionarios. En el Cuadro 1 se hallarán las rúbricas o preguntas formuladas, con algunas observaciones sobre los factores que han llevado a la elección de tal o cual pregunta.

No expondremos en este documento en forma detallada los métodos utilizados para transformar las distribuciones de las respuestas de los usuarios en índices numéricos unívocos representativos de la calidad de la transmisión. A estos efectos, frecuentemente se emplean dos métodos sencillos: cálculo del porcentaje de comunicaciones afectadas por una condición dada, y cálculo de una nota media de opinión basada en las notas dadas por los usuarios. Pueden también emplearse diversos métodos más complicados.

4. Ejemplos de estudio del valor de métodos de medida

Seguidamente se da un ejemplo de aplicación de los criterios de confiabilidad y de validez a las mediciones hechas según los métodos especificados en el Cuadro 1. Estos ejemplos se basan en resultados obtenidos en experimentos recientemente realizados por la A.T.& T. Company.

A menudo puede determinarse la confiabilidad comparando los resultados que se deriven de comunicaciones que lleven un número de serie impar con los derivados de comunicaciones que llevan un número par, o comparando encuestas realizadas en días impares con las hechas en días pares. Si

la diferencia revelada por estos subconjuntos es pequeña en relación con las diferencias correspondientes a tipos de circuito desemejantes, se puede decir que el método de medida es seguro. Citemos por ejemplo una serie de mediciones hechas en comunicaciones ultramarinas, en las que se invitaba a los usuarios, a que respondiesen, en el curso de una encuesta, a una pregunta relativa a las dificultades de la conferencia. Se variaba el parámetro de transmisión y, para cada valor de este parámetro, se calculaba el porcentaje de comunicaciones que había dado lugar a dificultades en la conversación, por una parte para comunicaciones que llevaban un número impar y, por otra, para comunicaciones con número par. Se ha podido comprobar que la diferencia entre las comunicaciones pares a impares, para cada valor del parámetro, era netamente inferior al porcentaje de diferencia imputable a la variación del parámetro.

Estas pruebas en comunicaciones con ultramar proporcionan un ejemplo de "robustez". En el curso de ellas, investigadores residentes en París interrogaban a los usuarios, en francés y en inglés, a propósito de una muestra de comunicaciones acerca de la cual investigadores destinados en Nueva York hacían las mismas preguntas, pero sólo en inglés. Para cada valor de los parámetros de transmisión considerados, se calculó el porcentaje de comunicaciones que habían causado dificultades, el cálculo se basó en encuestas realizadas en Nueva York y en París, respectivamente. Se ha comprobado que las diferencias de porcentaje entre los resultados de Nueva York y París eran pequeñas, en comparación con las variaciones imputables al parámetro de transmisión considerado.

La validez de una medición es mucho más difícil de determinar que su confiabilidad, pues exige la definición de un valor medido o de una variable que sirva de criterio, que esté en correlación con la medición que se realiza. En numerosos casos, esta medición (por ejemplo, la nota media dada por los usuarios) tiene tanto derecho a ser considerada la variable que ha de servir de criterio como cualquier otra medición (cuando se mide la calidad de la transmisión telefónica). No obstante, como no existe un valor medio o una variable única que sirva de criterio, el valor de una medición cualquiera debe estudiarse, por lo menos en parte, según su correlación con otras mediciones y su sensibilidad a los cambios de circuito que, según se reconoce generalmente, modifican la calidad. Por ejemplo, se ha demostrado en muchos casos que una nota media de opinión basada en las notas dadas por los usuarios varía coherentemente en función de la atenuación del ruido de circuitos. Experimentos recientes han demostrado que estas relaciones son válidas cuando estas notas se determinan a raíz de comunicaciones telefónicas naturales, por circuitos cuyo ruido y atenuación pueden regularse con precisión.

Cuadro 1

A. Pregunta general relativa a la transmisión. Se hizo esta pregunta en los casos en que se ignoraba la naturaleza exacta de las reducciones de calidad, o cuando este elemento era de importancia secundaria.

¿Han tenido dificultades, usted o su interlocutor, para hablar o para oír durante la conferencia? (Si la respuesta es afirmativa, trátese de precisar la naturaleza de las dificultades sin mencionar, no obstante, los tipos de dificultad posibles) por ejemplo, "¿Podría describir la dificultad con más detalle?"

B. Preguntas particulares relativas a las características de transmisión. Se hicieron estas preguntas en los casos en que podrían especificarse los tipos de dificultad y cuando era necesario clasificar las respuestas de los usuarios en una de las categorías.

¿Ha observado usted durante la comunicación alguno de los siguientes defectos: (cada vez que la respuesta sea afirmativa, hágase la siguiente pregunta:)

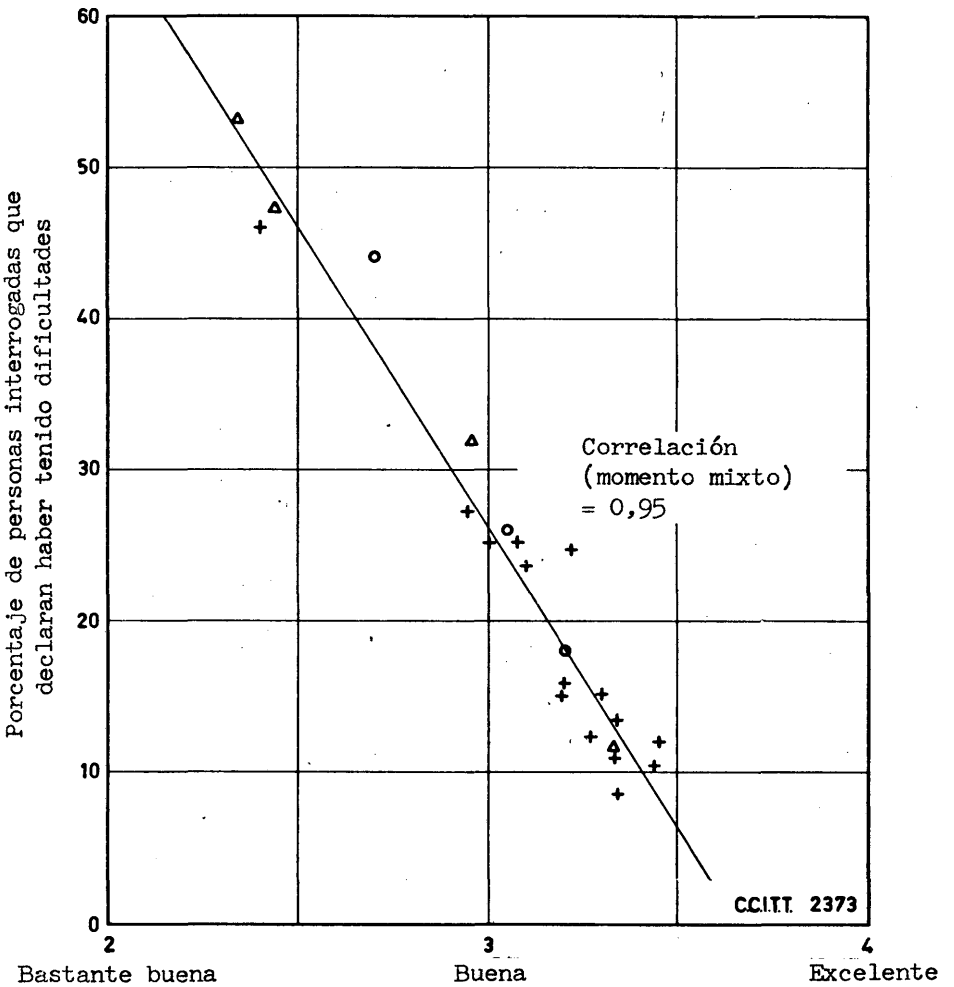
Le ha molestado el (o la) ....., nada, algo, regular o mucho?

- Insuficiente volumen?
- Ruido y zumbido?
- Distorsión?
- Variaciones de nivel, corte y reaparición sucesivas de los sonidos?
- Diafonía?
- Eco?
- Corte completo?

C. En casi todos los cuestionarios, se añadía la evaluación de conjunto del usuario.

"A su juicio, ¿cuál de estos términos describe mejor la calidad de la comunicación:

Excelente, buena, bastante buena, o mediocre? (Si las contestaciones revelan una degradación importante de los circuitos considerados para un gran porcentaje de personas, se puede añadir una quinta categoría: mala o nada satisfactoria.)"



\+ Comunicaciones con ultramar

o Comunicaciones interurbanas nacionales

Δ Comunicaciones en el interior de una PBX

El número de personas interrogadas varía de 77 a 524, según los puntos

Figura 1

La Figura 1 muestra a título de ejemplo, la correlación que existe entre dos mediciones de la calidad de transmisión. En esta figura la nota media de opinión se ha representado en función del porcentaje de respuestas a una encuesta en que se señalaban dificultades de conversación; los resultados se han extraído de cierto número de pruebas en servicio y de pruebas de laboratorio. Cada punto de medida corresponde a un gran número de preguntas hechas después de conversaciones naturales, pero los resultados se refieren a tipos de circuito de longitud variable (en el interior de una PBX[1]), comunicaciones nacionales, comunicaciones intercontinentales), y muchos de estos puntos corresponden a circuitos caracterizados por valores diferentes de diversos parámetros de transmisión. Entre estas dos mediciones de la calidad de los circuitos se obtiene una correlación de 0,95, lo que indica que con ambos métodos se mide prácticamente lo mismo. La pendiente de regresión de la derecha muestra que una variación de 0,25 en la nota media de opinión equivale a una variación de 10% de las respuestas en las que se señalan dificultades. Una prueba de la "robustez" de esta relación es el hecho de que todas las comunicaciones (PBX, nacionales e intercontinentales) dan poco más o menos la misma pendiente, a pesar de diferencias importantes en cuanto a la duración de las conferencias y a lo que los usuarios podían esperar.

Aviso

Los ejemplos considerados se basan en valores medios obtenidos para un gran número de comunicaciones telefónicas realizadas en cada condición. Para tener la certeza de que las mediciones basadas en las reacciones de los usuarios son muy seguras y válidas, hay que calcular las medias para un gran número de comunicaciones y usuarios, con objeto de reducir la influencia de las diferencias erráticas que pueden surgir entre los circuitos y entre las personas. Puede demostrarse que las opiniones de un solo usuario no merecen mucha confianza y que, por consiguiente, pueden tener poca validez al medir las características de los circuitos. A este respecto, aplicamos una regla empírica consistente en exigir un mínimo de 50 comunicaciones o encuestas o, más a menudo, de 100, para cada condición que se intenta analizar.

---

1) Centralita privada.

Anexo 2

(a la Cuestión 2/XII)

Calidad de servicio de las comunicaciones telefónicas de varios circuitos

(Contribución de la Telephone Association of Canada)

Introducción

Uno de los factores que motivaron la adopción de la Cuestión 2/XII fue la preocupación causada por el número relativamente elevado de circuitos en tándem que pueden intervenir en una comunicación telefónica establecida de conformidad con el Plan de encaminamiento internacional. Este aspecto del Plan de encaminamiento internacional fue estudiado en Tokio, en 1967, por las Comisiones de estudio XIII y Especial B, que nuevamente han considerado deseable evaluar las reacciones de los abonados ante las comunicaciones de varios circuitos.

La Telephone Association of Canada comparte esta preocupación y propone consecuentemente un programa de pruebas para evaluar las reacciones de los abonados ante este tipo de comunicación. La presente contribución contiene información sobre este programa de pruebas, enfocado desde el punto de vista de las condiciones de la explotación semiautomática.

Programa de pruebas

El estudio de los principios y de los planes de encaminamiento, que permiten conectar un gran número de circuitos en tándem en un porcentaje importante de comunicaciones, obliga a evaluar la reacción de los abonados ante este servicio. Todo programa de pruebas destinado a obtener este tipo de información debe basarse en la experiencia personal de los abonados, y no en pruebas realizadas en laboratorios o en otras condiciones experimentales simuladas. Hoy día son bien conocidos estos métodos; han servido para evaluar la calidad de los circuitos por satélite con tiempos de propagación elevados. La Comisión de estudio XII los ha examinado durante su reunión de 1966 en Ginebra y prosigue su estudio. La característica esencial de este método consiste en recoger la opinión del abonado haciéndole preguntas por teléfono, tan pronto como ha terminado de comunicar por el circuito probado. Se ha observado que el análisis de las respuestas mediante una calculadora electrónica permitía obtener datos estadísticos significativos sobre las reacciones de los abonados.

El tráfico normal debe encaminarse por los circuitos ensayados de tal manera que ni el abonado ni la operadora se percaten de la finalidad perseguida. Esto se puede conseguir utilizando distintivos arbitrarios, marcados por la operadora en servicio semiautomático. Tales distintivos sustituirán al regional (distintivo interurbano) y determinarán el encaminamiento de la comunicación. En el centro de salida conviene que el acceso a los circuitos sea automático. Estos distintivos arbitrarios han de permitir conectar uno o más circuitos en tándem para el establecimiento de la comunicación. En las comunicaciones establecidas por esos circuitos intervendrán siempre abonados de las mismas ciudades terminales, sin encaminamiento desviado, de forma que pueda compararse directamente el servicio en las vías de encaminamiento que correspondan a cada distintivo especial. En cada punto de tránsito, se ajustarán los traductores de los aparatos de conmutación para recoger los indicativos especiales e iniciar las operaciones deseadas.

El ejemplo que se expone a continuación ilustra las explicaciones precedentes. En Canadá, el tráfico Montreal-Vancouver se encamina por un grupo de circuitos directos de gran utilización o por circuitos de última elección que pasan por el centro regional de Regina. Por lo tanto, se puede obtener una comunicación de uno o dos circuitos según que la llamada se encamine por la vía directa o por la ruta desviada. No obstante, en la arteria de 4.800 km que atraviesa Canadá, entre Montreal y Vancouver, existen otros centros de conmutación que pueden utilizarse para establecer comunicaciones de 3, 4 ó 5 circuitos sin aumentar mucho la distancia. Utilizando los distintivos especiales, podemos encaminar una llamada normal entre Montreal y Vancouver en las condiciones que se exponen a continuación:

1. Montreal-Vancouver en directo, sin sobrecarga

2. Una conmutación en Regina (2 circuitos)

3. Conmutaciones en Regina y Winnipeg (3 circuitos)

4. Conmutaciones en Regina, Winnipeg y Toronto (4 circuitos)

5. Conmutaciones en Calgary, Regina, Winnipeg y Toronto (5 circuitos)

6. Pueden también elegirse otros trayectos menos directos y más largos de 6 y 7 circuitos.

Conviene señalar que en cada uno de los casos indicados se utilizan circuitos normales que no han sido objeto de preparación especial alguna. La única característica especial es la transformación realizada en el traductor de cada órgano de conmutación para poder utilizar los distintivos especiales.

En esta sucinta descripción de un programa de pruebas, se ha hecho sobre todo hincapié en la evaluación de las reacciones del abonado frente al servicio proporcionado mediante comunicaciones de varios circuitos, establecidas en servicio semiautomático. Es evidente que se podrían incluir en el programa factores suplementarios relacionados con las reacciones del abonado en servicio automático, por oposición al servicio semiautomático. Pensamos por ejemplo en la demora después de la selección, en las probabilidades de bloqueo, en la demora de la señal de respuesta y en los errores de conmutación, elementos que la operadora encargada de establecer la comunicación puede medir y registrar. El análisis de estos factores suplementarios, unido al de las reacciones del abonado, permitiría aproximarse a las condiciones del servicio automático.

Anexo 3

(a la Cuestión 2/XII)

Incremento de la calidad de transmisión en función de la duración de una conferencia telefónica

(Contribución de la Administración checoeslovaca)

Durante nuestras mediciones de la calidad de transmisión telefónica en las redes locales, hemos comprobado repetidas veces una disminución del índice de repeticiones al aumentar los intervalos entre ellas durante la conferencia, y la duración de ésta. El diagrama de la Figura 1 muestra, a título de ejemplo, una relación típica entre el número medio total de repeticiones Z y la duración de la conferencia telefónica T durante la cual se observaron esas repeticiones. La curva de la Figura 2 muestra como el índice medio de repeticiones z_{100}, en una unidad de tiempo de 100 segundos, depende de la duración de la conferencia telefónica T; finalmente, el diagrama de la Figura 3 ilustra la interdependencia de la densidad del índice de repeticiones ξ_{100} y del tiempo t, entre repeticiones, durante la conferencia telefónica.

Los valores Z, z_{100} y ξ_{100} están vinculados por las siguientes ecuaciones:

$$z_{100} = 100 \frac{Z}{T}$$

$$\xi_{100} = 100 \frac{dZ}{dt}$$

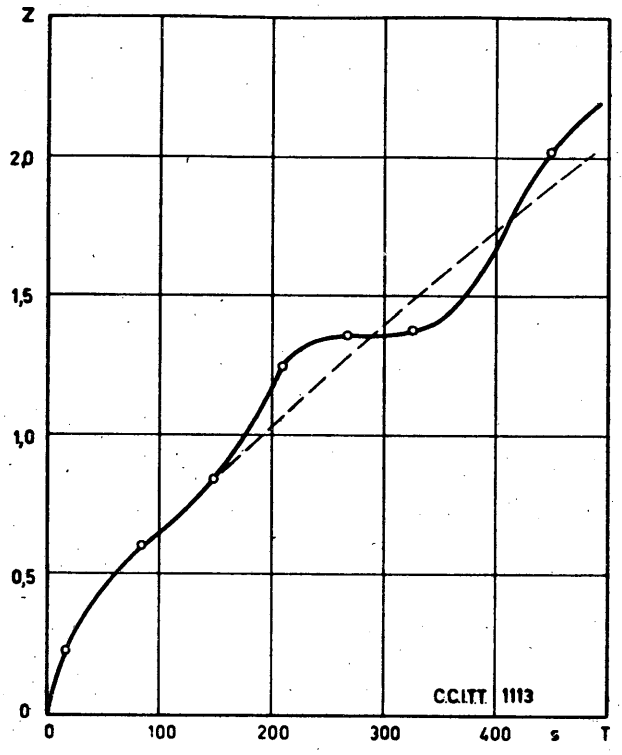


Figura 1.- Relación entre el número medio total de repeticiones Z y la duración de la conferencia telefónica T.

Los diagramas de las Figuras 1 a 3 se obtuvieron merced a mediciones hechas en una red telefónica local que comprendía unos 400 aparatos principales de abonado y 800 aparatos suplementarios, conectados a una central automática. El tiempo total de medición se elevó a unos 130.000 segundos, de forma que cada punto de los diagramas N.os 1 y 2 corresponde a una medición hecha durante 18.500 segundos, por término medio.

La disminución del índice de repeticiones con el aumento de la duración de la conferencia telefónica y de los intervalos entre repeticiones indica un aumento progresivo de la redundancia durante la conferencia, lo que puede explicarse por la limitación de la materia objeto de la conferencia, tanto en su concepto como en su tema, transcurrida la fase inicial en la que se definió más o menos claramente esa materia.

El diagrama de la Figura 3 muestra máximos característicos, adyacentes a 200 y 400 segundos, separados por intervalos que corresponden aproximadamente al periodo medio de compresión del micrófono de carbón. De este modo, al menos en cierta medida, los máximos pueden explicarse por un aumento sensible del equivalente de referencia de la vía de transmisión resultante de la compresión del carbón del micrófono.

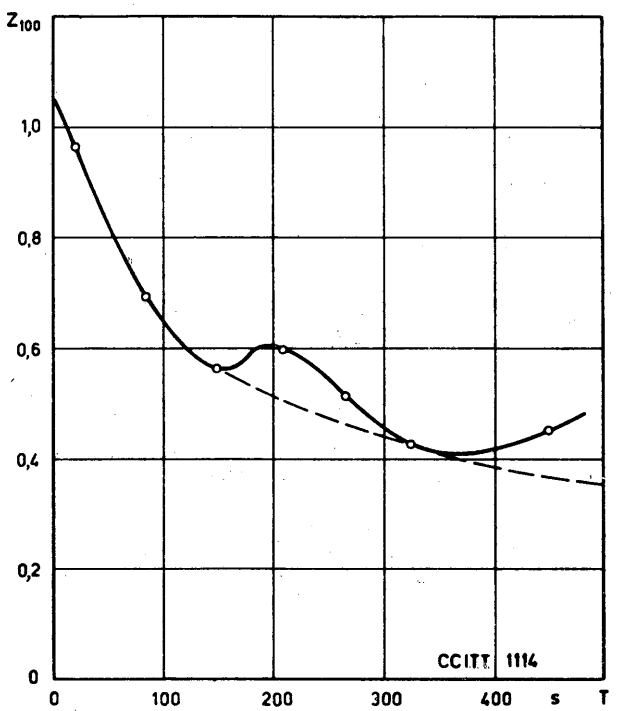


Figura 2.- Relación entre el índice medio de repeticiones z_{100} y la duración de la conferencia telefónica T

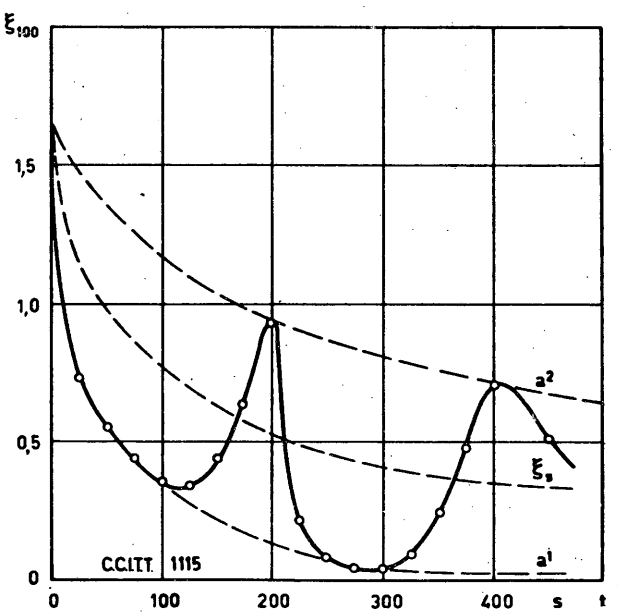


Figura 3.- Relación entre la densidad del índice de repeticiones ξ_{100} y la duración t en el curso de la conferencia telefónica

La forma de la curva de la Figura 3 podría deberse eventualmente al hecho de que el equivalente de referencia del micrófono de carbón mejora temporalmente si se golpea suavemente el microteléfono o se le sacude -lo que constituye por otra parte una reacción habitual del abonado ante una acusada disminución de la calidad de la transmisión telefónica. De ello resulta que la densidad del índice de repeticiones decrece nuevamente hasta que se produce una nueva compresión del micrófono- que entraña a su vez un nuevo aumento de la densidad del índice de repeticiones y, consecuentemente, una repetición más o menos exacta del ciclo completo anteriormente descrito.

La zona de densidades del índice de repeticiones, dada por las envolventes a_1, a_2 de la curva real, y el valor medio ξ_s muestran una clara disminución con el aumento de la coordenada tiempo.

Anexo 4

(a la Cuestión 2/XII)

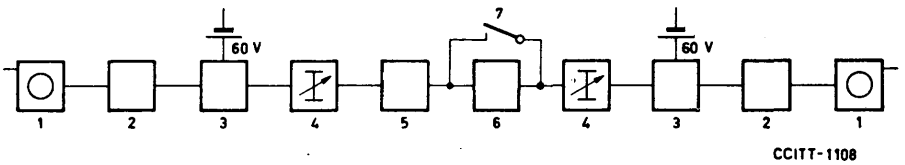
Variación de la calidad de las conferencias telefónicas, durante su desarrollo, cuando la banda transmitida varía en función del tiempo

(Contribución de la Administración checoeslovaca)

Se han hecho pruebas en los laboratorios de la Administración checoeslovaca de Telecomunicaciones sobre la influencia de la limitación (en el tiempo) de la banda de frecuencias de un canal de transmisión en la calidad de la conferencia telefónica en curso.

La calidad de las conferencias telefónicas en las condiciones de servicio, evaluada por el método del índice de repeticiones, ha demostrado (véase otra contribución checoeslovaca) que, iniciada la conversación, y una vez que se ha especificado el tema, el índice de repeticiones desciende muy rápidamente, lo que puede explicarse por la creciente redundancia de la información. Esta circunstancia puede aprovecharse para reducir la banda de frecuencias del canal de transmisión poco después de iniciarse la conversación, pero de forma tal que no se reduzca sensiblemente la calidad de las conferencias telefónicas. La banda de frecuencias así economizada podría emplearse para constituir nuevas vías temporales para telegrafía o para transmisiones de datos.

Los estudios relativos a la variación de calidad de una conferencia telefónica se realizaron mediante una maqueta de conexión telefónica (véase la Figura 1), según el método basado en las opiniones de abonados típicos, de conformidad con el método recomendado por el C.C.I.T.T.



1. Aparato telefónico
2. Línea de abonado
3. Puente de alimentación microfónica
4. Atenuador variable
5. Filtro de paso bajo 0-4 kHz
6. Filtro de paso bajo 0-2,3 kHz
7. Conmutador para la desconexión del filtro

Figura 1.- Modelo de conexión telefónica

La maqueta comprendía aparatos telefónicos automáticos de construcción moderna y líneas de abonado en cable, representadas por líneas artificiales, cada una de ellas de 5 km de longitud e hilos de cobre de 0,5 mm de diámetro; también constaba de elementos que permitían regular la atenuación de la línea. La banda de conversación estaba limitada a 4 kHz. En este enlace se insertó, 30 segundos o un minuto después de iniciarse la conferencia y hasta el final de ella, un filtro de paso bajo de frecuencia limitada a 2300 Hz. (Dicho filtro de paso bajo se caracteriza por una atenuación de 1,051 dB, en la banda de paso, y por una atenuación de 52,12 dB a partir de la frecuencia de 2400 Hz). Los observadores que componían el equipo de medida fueron normalmente examinados por métodos audiométricos e informados de que las pruebas comprendían cinco grados, expresados por las notas 0 a 4 (B, P, F, G, E); el equipo se componía de hombres y de mujeres, de 18 a 25 años de edad y constaba en total de 40 personas. La conversación sobre un tema libre, con la dinámica natural de la palabra, duraba 3 minutos. El número de mediciones fue de 20 x 5 x 3 = 300.

Los resultados de los experimentos se expresan en forma gráfica en las Figuras 2, 3 y 4.

Conclusiones

Se han confirmado las consideraciones teóricas relativas a la constitución de vías supletorias temporales durante una conferencia estereofónica. Suponemos que podrían obtenerse diferencias menores en la calidad de transmisión, en función del tiempo de inserción del filtro de paso bajo de 2300 Hz, para una incertidumbre mayor de temas de conversación con una redundancia inicial de la conversación relativamente poco importante.

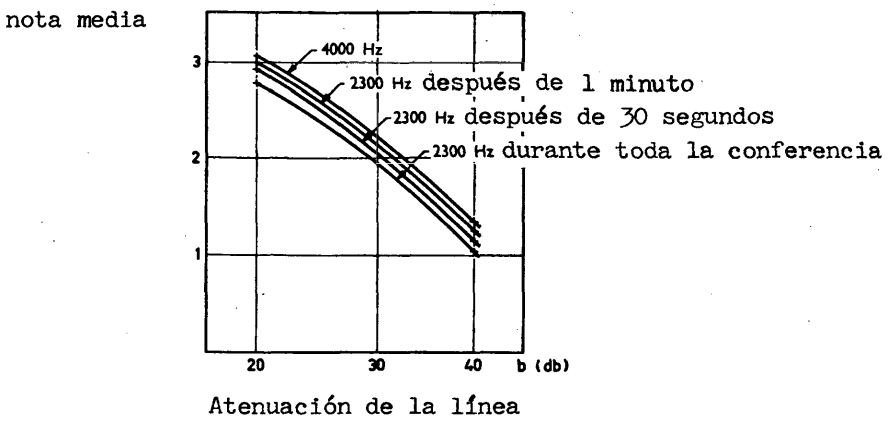


Figura 2 - Variación de la nota media en función de la atenuación de la línea

Observación.- La frecuencia límite del filtro pasa-bajo y el tiempo de inserción del filtro constituyen los parámetros de las curvas.

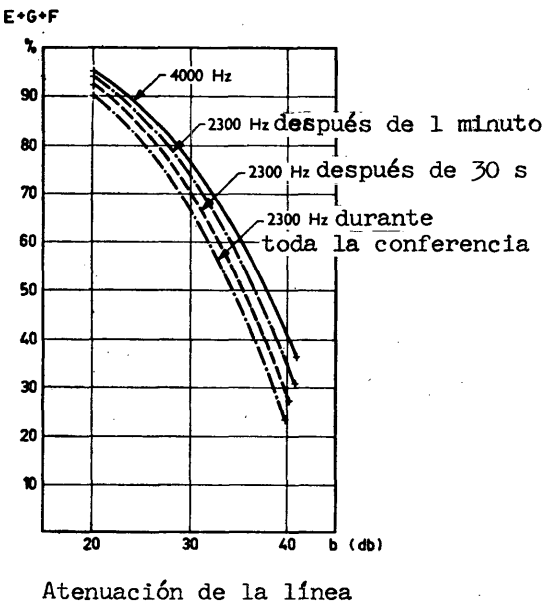


Figura 3 -
Porcentaje de usuarios "satisfechos" E + G + F en función de la atenuación de la línea

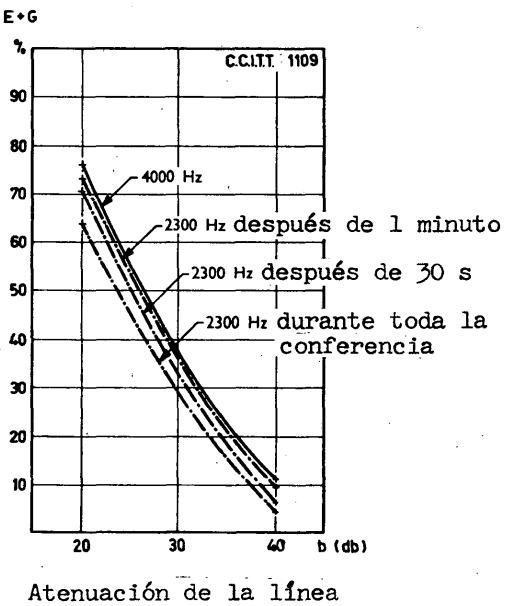


Figura 4 -
Porcentaje de usuarios "satisfechos" E + G en función de la atenuación de la línea

CUESTIÓN 3/XII - Asimetría entre los dos sentidos de transmisión

(nueva cuestión)

Partiendo de la hipótesis de que se cumple lo dispuesto en la actual Recomendación P.11, y

en vista de que diversos factores físicos y ciertas prácticas de planificación pueden entrañar diferencias superiores a 10 dB entre los equivalentes de referencia globales correspondientes a los dos sentidos de transmisión,

a) ¿Tienen las asimetrías resultantes importancia desde el punto de vista de los abonados que utilizan estas comunicaciones?

b) Si la respuesta a la Parte a) es afirmativa, ¿qué recomendación cabría formular para limitar esta asimetría?

Observación.- La respuesta a esta cuestión deberá comunicarse a la Comisión XVI para que pueda estudiar la Cuestión 5/XVI.

CUESTIÓN 4/XII - Efecto de los ruidos de circuito en la calidad de transmisión

(continuación de la Cuestión 4/XII, estudiada en 1964-1968)

¿Qué familias de curvas indican la reducción de la calidad de transmisión debida al ruido de circuito en función de la indicación del sofómetro normalizado por el C.C.I.T.T. y para diferentes valores del equivalente de la cadena de circuitos internacionales e interurbanos utilizados?

Observación 1.- Sería conveniente proseguir el estudio, especialmente el de los puntos siguientes:

a) Búsqueda de un método sencillo que permita calcular, a base de los resultados obtenidos con un cierto tipo de aparato telefónico, los resultados que se obtendrían con un aparato de distinta eficacia. Se señala a este propósito el artículo de F. Markman publicado en el N.° 2 año 1960, de la revista Ericsson Technics. Sería conveniente que las administraciones que propusieran tal método hiciesen pruebas a fin de determinar su validez.

b) Se ruega a las administraciones que hayan efectuado pruebas, a base de opiniones, que indiquen los valores de volumen de los sonidos vocales medidos en el curso de esas pruebas, si es que han hecho tales medidas.

Observación 2.- El método empleado por la Administración del Reino Unido se describe en el artículo siguiente: RICHARDS, D.L.: Transmission Performance Assessment for Telephone Network Planning. I.E.E. Proceedings, págs. 931-940, mayo de 1964.

CUESTIÓN 5/XII - Especificación de sonómetros

(nueva cuestión)

¿Son satisfactorios, a juicio del C.C.I.T.T., los sonómetros objeto de las publicaciones 123 y 179 de la C.E.I.?

En caso negativo, ¿debe el C.C.I.T.T. estudiar una nueva especificación?

Observación.- El C.C.I.T.T. ha formulado ya a este respecto la Recomendación P.54.

CUESTIÓN 6/XII - Tolerancia de los abonados a los ecos y al tiempo de propagación

(continuación de la Cuestión 6/XII, estudiada en 1964-1968)

a) Según los resultados de las pruebas a base de opiniones, ¿cuál es la curva media que indica la tolerancia de los abonados a los ecos, cuando se emplean aparatos telefónicos de tipo moderno, y cuál es la desviación estándar de las variaciones de esta tolerancia, para los abonados considerados individualmente, con relación a esta curva media?

b) ¿Cómo debe calcularse la atenuación de equilibrado desde el punto de vista del eco, partiendo de la curva de variación de la atenuación de equilibrado en función de la frecuencia, cuando se emplee la curva de tolerancia a los ecos, para obtener una medida de la atenuación del eco que corresponda al efecto subjetivo producido por ese eco?

c) ¿Cuál es el valor máximo de tiempo de propagación con el que serían satisfactorios supresores de eco conformes con las especificaciones enunciadas en la Recomendación G.161, (Tomo III del Libro Azul)? Al estudiar esta cuestión, convendrá considerar los efectos de todos los factores pertinentes que puedan intervenir, por ejemplo, las atenuaciones de transmisión, las atenuaciones de equilibrado, los niveles de ruido de circuito y los tipos de aparatos y de líneas de abonado.

d) ¿Cuál es el efecto de los factores siguientes en la calidad de transmisión, en el caso de comunicaciones telefónicas con tiempos de propagación de 150 ms o más?

Cuestiones - Comisión XII

1) Presencia de varios circuitos interconectados que comprendan cada uno un par diferente de supresores de eco. Se requiere información en particular sobre los casos en que hay tres circuitos de este género o más, debiendo consagrarse la máxima atención a los casos precisos definidos por la Comisión de estudio XVI en el Anexo 1 a la presente Cuestión.

2) Interacción del retardo en los extremos y de la atenuación de equilibrado. Esta interacción debiera ser estudiada conjuntamente por las Comisiones de estudio XII y XV, para una gama de valores que comprenda el retardo ida y vuelta de 36 ms en los extremos.

3) Efectos que la asimetría de los niveles de las corrientes vocales en los dos sentidos de transmisión ejerce en los supresores de eco.

4) Atenuaciones de equilibrado más elevadas que permiten alcanzar técnicas especiales[1].

5) Presencia de supresores de eco de tipo diferente en los dos extremos del circuito internacional. Se sobreentiende que los dos tipos deben ser conformes con la especificación elaborada por la Comisión de estudio XV.

Observación.- En el Anexo 2 se da cuenta del estado de esta Cuestión en 1968.

---

1) Estas técnicas se describen en los artículos siguientes:

BECKER, F.K. y RUDIN, H.R.: B.S.T.J. Brief - Application of automatic transversal filters to the problem of echo suppression; B.S.T.J., diciembre de 1966, volumen XLV, N.° 10, página 1847.

SONDHI, M.M.: An adaptive echo canceller; B.S.T.J., marzo de 1967, volumen XLVI, N.° 3, página 497.

THIES, A.W. y ZMOOD, R.B.: New ways of echo suppression; Australian Telecommunication Research, noviembre de 1967, volumen 1, N.os 1 y 2, página 14.

Anexo 1

(a la Cuestión 6/XII)

Estudios que han de proseguirse en relación con el punto d.1 de la Cuestión 6/XII

(extracto del informe de la reunión de la Comisión XVI, junio de 1966)

La Comisión XVI ha definido en las Figuras 1, 2a y 2b diversas disposiciones de circuitos y supresores de eco que podrían encontrarse en servicio real y que parecen capaces de crear dificultades.

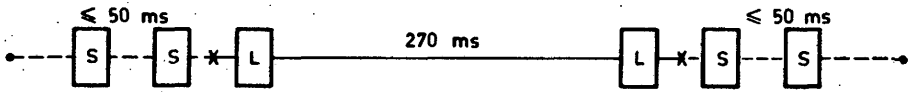


Fig. 1

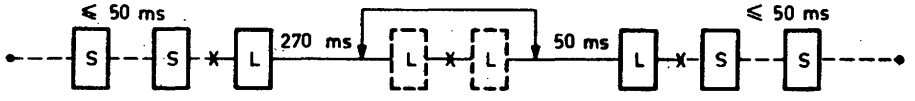
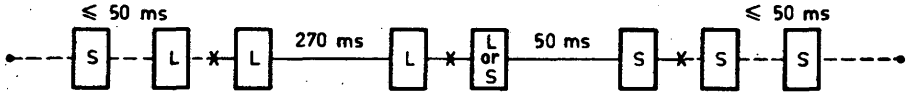


Fig. 2a



C.C.I.T.T. 2371

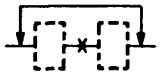
Fig. 2b

Leyenda

_____ Circuito internacional)
_ _ _ _ _ _ _ Circuito nacional) (tiempo de propagación en un sentido, en ms)

X punto de conmutación

S L semisupresor de eco (véase el texto precedente)



eliminación por conmutación de dos semisupresores de eco

En estas figuras:

L es un semisupresor de eco construido para funcionar con largos tiempos de propagación, como los que se pueden dar en un circuito por satélite de órbita elevada, por ejemplo del tipo 3A americano.

S es un semisupresor de eco conforme con la especificación del C.C.I.T.T. en vigor en 1966 (Libro Azul, Tomo III, Recomendación G.161), o un semisupresor de eco moderno, para tiempos de propagación moderados, por ejemplo el tipo simplificado derivado del tipo 3A.

Observación 1.- En una red nacional, pueden reemplazarse dos semisupresores de eco por un supresor de eco completo.

Observación 2.- Debería admitirse que la relación señal/diafonía entre los dos sentidos de transmisión de cada circuito sea por lo menos igual a 5 Np o 43 dB, de conformidad con la Recomendación G.151 D.**b**.2 del C.C.I.T.T.

Se ruega a las administraciones que en las nuevas contribuciones que para el estudio del punto d.1 de la Cuestión 6/XII presenten a la próxima reunión de la Comisión XII, en 1967, analicen la calidad de las comunicaciones conformes con esta disposición y, particularmente, el funcionamiento de los supresores de eco de diversos tipos asociados.

Anexo 2

(a la Cuestión 6/XII)

Respuesta dada por la Comisión de estudio XII, en septiembre de 1968, a la Cuestión 6/XII

Parte a)

Esta parte de la cuestión debe permanecer en estudio; de momento, la Comisión XII no tiene nada que añadir a los Anexos 1 y 2 al texto de esta Cuestión, publicados en los Tomos V y V bis del Libro Rojo (páginas 454-465).

Parte b)

La Comisión XII señala a la Comisión XVI, que para la aplicación de la Recomendación G.122.B y de los cálculos descritos en el Anexo 2 del Tomo III del Libro Azul (ediciones francesa o inglesa), se puede estimar provisionalmente que la atenuación de equilibrado para el eco

corresponde a la media no ponderada de las relaciones de potencia en la banda de 500 a 2500 Hz. Equivale a tomar el cuarto de la suma de las relaciones de potencia en las frecuencias siguientes, con la ponderación indicada:

500 - peso = $\frac{1}{2}$
1000 - peso = 1
1500 - peso = 1
2000 - peso = 1
2500 - peso = $\frac{1}{2}$

En el Anexo 3 a la Cuestión 6/XII de los Tomos V y V bis del Libro Rojo (páginas 467 - 477), se describe otro método de cálculo, cuyos resultados se han comparado también con los de pruebas subjetivas. Se invita a las administraciones a que hagan mediciones y cálculos comparativos, a fin de que la Comisión XII pueda recomendar finalmente un solo método.

Parte c)

La Comisión XII estima que para tiempos de propagación que no excedan de 50 ms en un sentido, se pueden emplear sin modificación los supresores de eco existentes que respondan a las características de la Recomendación G.161.B del Tomo III del Libro Azul.

Con tiempos de propagación comprendidos entre 50 y 150 ms, se pueden emplear aún los supresores de eco existentes, a condición de que se modifique su montaje, en especial, aumentando la sensibilidad y la atenuación de bloqueo.

Por encima de 150 ms, deberán emplearse siempre supresores de eco conformes con la nueva especificación formulada por la Comisión XV (Recomendación G.161, Tomo III del Libro Blanco). La Comisión XII ha observado que la orientación dada a los trabajos de la Comisión XV permitirá utilizar también para tiempos de propagación moderados estos supresores de eco destinados para elevados tiempos de propagación.

Parte d)[1)]

1. Presencia de varios circuitos provistos de supresores de eco

La Telephone Association of Canada [1], la Administración del Reino Unido [3] y la A.T. & T. Co. [4] han realizado pruebas en el curso de las cuales se han unido en tándem dos circuitos provisto cada uno de un par determinado de supresores de eco.

---

1) Los puntos 1 a 6 corresponden al antiguo texto de esta parte (Libro Rojo, Tomo V y V bis, página 454)

Durante estas pruebas, el tiempo de propagación en uno de los circuitos se ha ajustado en el valor correspondiente al tiempo de propagación de un circuito por satélite sincrónico y se han insertado en los circuitos supresores de eco apropiados a esta condición. El tiempo de propagación en el segundo circuito era relativamente corto (hasta 30 ms) y, en todos los casos, este circuito estaba provisto de supresores de eco destinados para estos tiempos de propagación. En estas condiciones, no se ha observado una disminución estadísticamente notable de la calidad, aparte de la que podía resultar de lo prolongado del tiempo de propagación.

No se han suministrado informaciones relativas a un número de circuitos interconectados igual o superior a tres, cada uno de los cuales incluyera supresores de eco.

2. Retardo en los extremos

La especificación referente a un nuevo supresor de eco, formulada por la Comisión de estudio XV, prevé retardos en los extremos de hasta 25 ms, y una atenuación de equilibrio de un valor tan bajo como 0 dB.

Si, en un caso particular, ambos parámetros son netamente menos favorables que los indicados, se produce una disminución de la calidad.

Se puede establecer una compensación entre el retardo en los extremos y la atenuación de equilibrado, siendo aceptable un valor menos favorable de uno de estos parámetros si el otro mejora en consecuencia. Conviene fijar los valores numéricos que definan esta relación con ayuda de la Comisión de estudio XV, especialmente para un retardo de ida y de retorno en el extremo de 36 ms, que interesa a la Comisión de estudio XVI.

3. Atenuación de los circuitos de prolongación

Los estudios realizados con fijación del nivel de las corrientes vocales o con fijación de la atenuación [2], indican que la asimetría de estos parámetros agrava la disminución de la calidad.

A este respecto, es necesario recoger nuevas informaciones que cubren una gama práctica de volúmenes de corrientes vocales procedentes de cada extremo. En una contribución del Reino Unido [5] se describe un método cuya aplicación a estas investigaciones debiera estudiarse.

4. Atenuación de equilibrado

La relación entre el retardo en los extremos y la atenuación de equilibrado se ha estudiado en el punto 2. Se puede añadir que una atenuación de equilibrado más importante permitiría considerar un método más

eficaz para luchar contra el eco. Diversas administraciones estudian métodos apropiados; se les invita a que faciliten datos más amplios a este respecto.

5. Ruido de circuito

La especificación relativa a los nuevos supresores de eco, formulada por la Comisión de estudio XV, debe asegurar un funcionamiento satisfactorio con los niveles de ruido que pueden encontrarse en los circuitos internacionales constituidos con arreglo a las Recomendaciones del C.C.I.T.T.

6. Supresores de eco de tipo diferente

Las pruebas conjuntas realizadas por la Administración del Reino Unido [3] y por la A.T. & T. Co. [4] han demostrado que los supresores de eco de tipo diferente destinados para circuitos con tiempos de propagación elevados, pueden aplicarse a los dos extremos de un circuito internacional con resultados que no difieren fundamentalmente de los que se obtienen con supresores del mismo tipo.

El objetivo de los trabajos de la Comisión de estudio XV consistía en asegurar la compatibilidad de los nuevos supresores de eco. Es conveniente que se desarrollen métodos que permitan medir el valor de combinaciones de supresores de eco en condiciones de laboratorio, con el fin de comprobar si se ha alcanzado este objetivo.

En contribuciones de la Comisión de estudio XII [5], [6] se describen dos métodos especialmente estudiados con este fin.

7. (Punto adicional)

El Grupo de trabajo no tiene nada que añadir a las conclusiones anteriores, según las cuales la experiencia adquirida por los usuarios de los circuitos por satélite no tienen ningún efecto estadísticamente notable sobre la forma de calcular la calidad del circuito por satélite que estén utilizando, como se dice en el último párrafo de la página 5 del Documento COM XII-N.° 39 y queda confirmado por las indicaciones dadas en las referencias [3] y [4].

REFERENCIAS

[1] Suplemento N.° 1 del Tomo V del Libro Blanco (Tel. Assoc. of Canada)

[2] Suplemento N.° 2 del Tomo V del Libro Blanco (K.D.D., Japón)

[3] HUTTER, J.: Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite; P.O.E.E.J., Volumen 60, pág. 181, octubre de 1967.

o RICHARDS, D.L.: Transmission performance of telephone circuits having long propagation times; HET PTT Bedrijf (edición inglesa), Volumen XV, pág. 12, mayo de 1967.

[4] HELDER G. K.: Customer evaluation of telephone circuits with delay, B.S.T.J. 45, septiembre de 1966, págs. 1157 - 1191.

o KARLIN, J. E.: Measuring the acceptability of long delay transmission used during the "Early Bird" transatlantic tests in 1965; Het PTT-Bedrijf (edición inglesa), mayo de 1967.

[5] COM XII - N.° 113 (COM XV - N.° 149), Anexo 3 (Reino Unido)

[6] COM XII - N.° 52 (COM XV - N.° 93), Anexo 6 (A.T. & T. Co.)

CUESTIÓN 7/XII - Determinación de la calidad de transmisión a base de medidas objetivas

(continuación de la Cuestión 7/XII, estudiada en 1964-1968)

a) ¿Qué criterio ha de adoptarse para determinar si diversos sistemas poseen la misma calidad de transmisión?

b) ¿Qué método práctico, basado en medidas objetivas, debe especificarse para determinar la calidad de transmisión de los sistemas telefónicos locales?

Observación 1.- En el anexo se dan indicaciones sobre el métodó a seguir para el estudio de esta cuestión.

Observación 2.- Se señala la importancia que tiene el empleo de métodos apropiados para establecer los planes de las experiencias y analizar los resultados obtenidos.

Observación 3.- Los problemas que atañen a los métodos de evaluación de los índices basados en la intensidad de los sonidos constituyen el objeto de la Cuestión 15/XII, por lo cual la Cuestión 7/XII debe limitarse al estudio de métodos distintos de los relacionados con los índices basados en la intensidad de los sonidos. Se señala también la Cuestión 2/XII.

Anexo

(a la Cuestión 7/XII)

Normas para el estudio de la Cuestión 7/XII

Parte a)

La condición primordial que ha de reunir un método de medida de la calidad de un enlace telefónico es que proporcione resultados conformes con la experiencia de un usuario cualquiera, que se sirva del teléfono en el curso normal de sus actividades; otra condición exigible es que ese método sea sencillo y práctico.

Los métodos de pruebas subjetivas actualmente recomendados o estudiados por el C.C.I.T.T. están basados en los criterios siguientes:

a.1 Comparación del volumen de los sonidos vocales

El único método de este tipo recomendado por el C.C.I.T.T. es el de los equivalentes de referencia, que quizá no satisfaga en la medida que sería de desear la primera condición expresada más arriba. En el marco de la Cuestión 15/XII se estudiará la posibilidad de mejorar este método.

a.2 Método de las A.E.N.

Este método ha dejado de ser la base de recomendaciones internacionales porque no es lo suficientemente sensible en el caso de aparatos modernos. Sin embargo, se siguen haciendo pruebas de nitidez para estudiar ciertos casos particulares (véase la Cuestión 21/XII).

a.3 Pruebas a base de opiniones

Este método, aunque no ha sido objeto de una Recomendación del C.C.I.T.T., se ha empleado ya para estudiar el efecto del ruido de circuito y de los compresores-expansores (véanse los Anexos B y D del Tomo V bis del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa), y la Comisión de estudio XII ha aconsejado su empleo, o algunas administraciones lo han empleado, en estudios en curso (Cuestiones 6.a, 13, 16 y 21/XII).

a.4 Métodos de evaluación de la calidad de servicio considerados en la Cuestión 2/XII, por ejemplo, observaciones realizadas por terceras personas o interrogatorios, utilizando como criterios las repeticiones, las dificultades señaladas, etc. Algunos de estos métodos han sido ya utilizados para el estudio de la Cuestión 6/XII (véase la documentación citada en la Recomendación P.14). También se han descrito métodos de este tipo en los anexos a la Cuestión 2/XII.

Parte b)

Se ha intentado elaborar métodos de medida objetivos que den los mismos resultados que algunos de los enumerados en a); para ello, es necesario establecer, por un lado, una teoría que ligue los resultados de medida al factor subjetivo tomado como criterio y, por otro, procedimientos prácticos para medir correctamente las magnitudes físicas consideradas. No cabe esperar una solución general sobre este último punto antes de haber respondido a las Cuestiones 12 y 8/XII.

Existen también métodos generales de medida objetiva de la calidad de transmisión, que no atañen a ninguno de los métodos de pruebas subjetivas existentes.

A continuación se expone el estado actual de los trabajos relativos a los métodos de medida objetiva de la calidad de transmisión siguiendo, en la medida de lo posible, el orden de los párrafos de la parte a).

b.1 Métodos basados en la intensidad sonora

b.1.1 La teoría de los "equivalentes de referencia objetivos" es conocida desde hace largo tiempo ([1], [2]). Se intenta establecer, en el plano internacional, una relación entre los resultados obtenidos objetiva y subjetivamente, con diversos tipos de aparatos. (Cuestión 15/XII.)

b.1.2 También se puede intentar establecer, a base de la intensidad sonora, un método absoluto comparable al cálculo de las atenuaciones de las líneas. Tales métodos se exponen en [3], [10] y en el Anexo 6 a la Cuestión 15/XII; podrían servir de inspiración para establecer métodos análogos aplicables al caso b.2.

b.2 Métodos basados en la nitidez o el flujo de información

b.2.1 Existen diversas teorías, más o menos equivalentes, para el cálculo de la nitidez ([5] a [8]). Las constantes de las fórmulas teóricas se han deducido de pruebas de nitidez, lo que conduce en la

práctica a métodos especiales aplicables cada uno a un tipo de aparato telefónico. En [10] y [11] se describen métodos de medida de la nitidez derivados de estas teorías.

b.2.2 En lugar de intentar calcular la nitidez para los logatomos o para los sonidos, se puede tratar de evaluar la información transportada por los elementos vocales. En la Contribución COM XII - N.° 87 (periodo 1964 - 1968) se describe un método de medida objetiva basado en este principio.

b.2.3 El método que se describe en [12] puede considerarse como absoluto puesto que tiende a calcular la información transmitida a partir de los resultados de medidas objetivas. Aunque esta teoría se aplique a un canal de transmisión unilateral, se ha comprobado que daba resultados en correlación con los de pruebas a base de opiniones para un tipo de aparato para el que se disponía de resultados de medidas hechas en relación con una teoría del tipo b.2.1. No se podrá eliminar esta limitación antes de haber respondido a las Cuestiones 12 y 8/XII.

La Administración británica ha desarrollado un método de medida objetivo de las líneas y del montaje eléctrico de un aparato que, para un tipo determinado de micrófono y de receptor, da resultados en correlación con las mediciones de A.E.N. y de las pruebas a base de opiniones [13]. Se puede demostrar que la ponderación de las diversas frecuencias empleadas en este método se aproxima a la calculada en [12].

b.3 Parece muy difícil imaginar un método de medida objetivo basado en el principio de pruebas a base de opinión que se efectúan por medio de conversaciones bilaterales y tienen en cuenta las reacciones mutuas de los interlocutores.

b.4 Las consideraciones indicadas en b.3 son también de aplicación a los métodos de prueba subjetivos mencionados en a.4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRAUN, K.: Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus der Restdämpfungskurve (Frequezkurve) eines Übertragungssystems; T.F.T., Vol. 28, págs. 311-318, agosto de 1939.

[2] BRAUN, K.: Theoretische und experimentelle Untersuchung der Bezugsdämpfung und der Lautstärke, T.F.T., Vol. 29, págs. 31-37, N.° 2, 1940.

[3] BLYE, P.W., COOLIDGE, O.H. y HUNTLEY, H.R.: Un plan revisé de spécification de la qualité de transmission téléphonique. B.S.T.J., Vol. 34, págs. 453-472, mayo de 1955 (reproducido en el Libro Rojo del C.C.I.T.T., Tomo I, págs. 636-651, ediciones francesa o inglesa, y Tomo V, págs. 607-624, ediciones francesa o inglesa).

[4] BRAUN, K.: Atenuación de imagen de cápsulas microfónicas y receptoras, N.T.Z., 1960, N.° 8 págs. 365-370 (traducido en el Libro Rojo, Tomos V y V bis, págs. 804-829).

[5] FRENCH, N.R. y STEINBERG, J.C.: Factors governing the intelligibility of speech sounds. J.A.S.A., Vol. 19, pág. 89, enero de 1947.

[6] RICHARDS, D.L. y ARCHBOLD, R.B.: Perfectionnements apportés à la méthode de Collard pour le calcul de la netteté. Libro Rojo, Tomo I, págs. 681-707, ediciones francesa o inglesa, Ginebra, 1956 (traducción de un artículo publicado en P.I.E.E., Vol. 103, parte B, septiembre de 1956, A development of the Collard principle of articulation calculation).

[7] Contribución de la Administración italiana al estudio de los métodos de medidas objetivas del equivalente de referencia y de la atenuación equivalente para la nitidez. Libro Rojo, Tomo I, págs. 660-680, ediciones francesa o inglesa, Ginebra, 1956.

[8] FLETCHER, H.y GALT, R.H.: The perception of speech and its relation to telephony, J.A.S.A., Vol. 22, marzo de 1950, pág. 89, (reproducido en [9] cap. 15-17).

[9] FLETCHER, H.: Speech and hearing in communication; D. Van Nostrand, Nueva York, 1953.

[10] Méthode de tonalité étudiée par l'Administration de l'U.R.S.S. pour la détermination de la netteté, Libro Rojo, Tomo V, págs. 516-524, ediciones francesa o inglesa.

[11] Méthode d'évaluation de la qualité de transmission, sur la base de mesures objectives, employée par l'Administration suisse, Libro Rojo, Tomo V, págs. 496-516, ediciones francesa o inglesa.

[12] LALOU, J.: Cálculo de la calidad de transmisión telefónica por la teoría de la información, Libro Rojo, Tomos V y V bis, págs. 492-560.

/13/ Méthodes employées par l'Administration britannique des téléphones pour évaluer la qualité de transmission de liaisons télephoniques, Libro Rojo, Tomo V, págs. 167-173, ediciones francesa o inglesa.

B.S.T.J. = Bell System Technical Journal

J.A.S.A. = Journal of the Acoustical Society of America

N.T.Z. = Nachrichtentechnische Zeitschrift

P.I.E.E. = Proceedings of the Institution of Electrical Engineers

T.F.T. = Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernseh-Technik

CUESTIÓN 8/XII - Medición de la eficacia de un micrófono o de un receptor

(continuación de la Cuestión 8/XII, estudiada en 1964-1968)

La forma de la curva que caracteriza la eficacia (en las distintas frecuencias) de un sistema transmisor depende mucho de la boca artificial que se emplee, pero también del método de medida utilizado.

Análogamente la forma de la curva que caracteriza la eficacia (en las distintas frecuencias) de un sistema receptor, depende del oído artificial y, asimismo, del método de medida que se utilice.

¿Qué métodos de medida deben recomendarse para trazar estas curvas, y cuál es la precisión de medida recomendable?

Observación 1.- En el anexo se indican, a título informativo, las principales condiciones experimentales que convendría tener en cuenta al medir la característica "eficacia-frecuencia" de un sistema transmisor con micrófono de carbón.

Observación 2.- Los métodos descritos en los Anexos 27 a 31 (2.ª parte del Tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) deberían aplicarse también a otros sistemas telefónicos distintos de aquellos a los que se han venido aplicando.

Observación 3.- En el marco del estudio de la Cuestión 12/XII, el Laboratorio del C.C.I.T.T. ha realizado pruebas con diversas bocas y oídos artificiales (véase el Anexo 2 a la Cuestión 12/XII).

Observación 4.- Se llama la atención de las administraciones sobre los documentos siguientes (periodo 1964-1968):

COM XII - N.° 28 (Australia, Suecia) - con las correcciones siguientes en el texto inglés: En las páginas 2 y 3, sustitúyase en todas partes Kc/s por Hz, e indíquense como valores de presión: 0,1; 1; 3; etc.

COM XII - N.° 76 (Compañía de Teléfonos de Helsinki)

La norma provisional figura en el Documento N.° 269 de la I.E.E.E., mayo de 1966, titulado "Proposed method for measuring transmission performance of telephone sets".

Observación 5.- Se llama la atención de las administraciones sobre la importancia que tiene el tiempo que transcurre entre el acondicionamiento previo del micrófono de carbón y el comienzo de las mediciones. La experiencia de la A.T.T. a este respecto se resume en el pasaje siguiente de la norma citada en la Observación 4 (pasaje reproducido en el Doc. COM XII - N.° 95, pág. 7):

"5.2.2 La medición de la transmisión se efectúa de la manera siguiente:

. . . . . .

3) Gírese el micrófono en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido opuesto, describiendo un arco de 180° (retorno a la posición de medida),

4) Mídase la señal de salida del aparato telefónico para el valor especificado de nivel de presión acústica en la entrada; las mediciones pueden efectuarse en cualquiera de las tres condiciones siguientes, o en las tres:

. . . . . .

b) Mediciones con barrido lento; las mediciones deben iniciarse en los treinta segundos que sigan el acondicionamiento del micrófono (véase el punto 5.2.2.3). El conjunto de las mediciones no debe durar más de 4 minutos. Si los resultados son dudosos, se repetirá el acondicionamiento del micrófono y se iniciará de nuevo el conjunto de las mediciones.

Se invita a las administraciones a que indiquen en sus futuras contribuciones los resultados que hayan obtenido con estas precauciones.

Anexo

(a la Cuestión 8/XII)

Principales condiciones experimentales que convendría tener en cuenta al medir la característica "eficacia-frecuencia" de un sistema transmisor con micrófono de carbón

(Contribución de la Administración de la República Federal de Alemania)

La distorsión de atenuación del micrófono (sistema transmisor) de un aparato de abonado (característica "eficacia-frecuencia") es la distorsión de la fuerza electromotriz del aparato de abonado en función de la frecuencia en caso de radiación acústica. Como se trata aquí de un micrófono de carbón, esta distorsión de atenuación está influida por:

1. El campo acústico (la boca artificial),

2. La magnitud de la presión acústica,

3. La velocidad de registro,

4. El acondicionamiento previo del micrófono,

5. El sistema de medida empleado.

1. Para que las mediciones repetidas y las mediciones efectuadas en diferentes lugares den el mismo resultado, es necesario que el campo acústico al que está sometido el micrófono tenga características conocidas y exactamente definidas. Esto exige un campo acústico esférico; para ello se requiere que la fuente sonora sea de pequeñas dimensiones y se encuentre a poca distancia del punto de medida. Para crear el campo acústico esférico, se utiliza como fuente una "boca artificial". Para efectuar las medidas con la boca artificial no es necesaria una sala con una fuerte absorción acústica, pero hay que evitar que en las proximidades existan superficies que reflejen el sonido. Es importante que la presión acústica varíe en función inversa de la distancia de la fuente, para todas las frecuencias que se encuentren en la gama de medidas y en un ángulo de radiación de 90° aproximadamente.

Las medidas con una boca artificial presentan la ventaja, en relación con las medidas hechas con un campo acústico plano, de reproducir con una buena aproximación las condiciones existentes cuando habla una persona ya que el sonido radiado por la boca humana forma también un campo acústico prácticamente esférico.

Para la medición, se coloca el micrófono en el microteléfono (con la embocadura) y se introduce en el campo acústico de forma que el plano de su diafragma sea vertical.

2. Como existe una relación no lineal entre la fuerza electromotriz de un micrófono de carbón y la presión acústica, hay que hacer las medidas con una presión acústica de 10 barias, constante para todas las frecuencias. La boca artificial debiera, pues, construirse de forma que produzca la misma presión acústica en todas las frecuencias de la gama de medidas, o de modo que pueda ajustarse como corresponda la tensión aplicada. Para medir la presión acústica se emplea un micrófono de condensador de dimensiones muy reducidas, a fin de que no se produzca ninguna acumulación notable de presión acústica ante su diafragma, ni siquiera en las frecuencias de medida más elevadas. La presión acústica de 10 barias corresponde sobre poco más o menos al volumen de los sonidos vocales en las medidas de equivalente de referencia hechas con el S.F.E.R.T.

3. Para poder determinar exactamente todas las resonancias y antiresonancias en la característica eficacia-frecuencia, esta última debiera registrarse con una variación continua de la frecuencia en un aparato registrador, o proyectarse en un tubo de rayos catódicos (y eventualmente fotografiarse). El periodo de exploración de la banda de frecuencias que ha de medirse, no debe ser demasiado breve, a fin de que no resulten fenómenos transitorios. Tampoco debe ser demasiado largo, pues de lo contrario podrían producirse variaciones de la sensibilidad del micrófono en función del tiempo.

4. Para obtener resultados de medida que puedan reproducirse, es necesario acondicionar previamente el micrófono. Este acondicionamiento tiene por objeto lograr que los granos de carbón ofrezcan en cada medida la misma resistencia eléctrica en la cámara de granalla y ejerzan la misma influencia en los electrodos y el diafragma. Está demostrada la eficacia del siguiente método:

a) Se coloca la cápsula microfónica en el microteléfono;

b) Se hace pasar la corriente de alimentación;

c) Se hace describir tres veces al microteléfono un arco de 270° hacia adelante y hacia atrás, a partir de la posición inicial (con el diafragma en sentido vertical), de forma que la posición vertical del micrófono vaya inmediatamente seguida de la posición horizontal en la que la capa de gránulos de carbón se encuentra por debajo del diafragma. El microteléfono se debe manipular de modo que sobre la capa de granos de carbón actúe sólo la fuerza de gravedad; deben evitarse las aceleraciones y los choques;

d) Se pone en funcionamiento la fuente sonora radiante. El ajuste de la presión acústica en el valor de 10 barias debe efectuarse antes que la operación a), para evitar que el micrófono esté sometido a una presión acústica más elevada;

e) Se hace variar varias veces la frecuencia de medida del valor más bajo al más elevado, y viceversa;

f) Se registra la característica "eficacia-frecuencia";

g) Se interrumpe el funcionamiento de la fuente sonora;

h) Se repiten las operaciones c) a g).

Con este método, se ha comprobado, por lo general, que no se produce ninguna diferencia superior a 2 dB entre las dos curvas extremas.

5. La medida se efectúa con la instalación normal del aparato de abonado y de la central. Normalmente, no debe intercalarse un cable de abonado.

CUESTIÓN 9/XII - Límites aplicados en las redes urbanas e interurbanas nacionales

(continuación de la Cuestión 9/XII, estudiada en 1964-1968)

(cuestión documental)

¿Qué límites aplica su administración a las redes urbanas e interurbanas de su país para garantizar una calidad satisfactoria de las comunicaciones nacionales, al propio tiempo que se cumple, para las comunicaciones internacionales, la Recomendación del C.C.I.T.T. sobre los equivalentes de referencia?

Observación.- En la Recomendación P.21 se menciona la documentación ya obtenida, que se reproduce en un Suplemento al Tomo V del Libro Blanco.

CUESTIÓN 10/XII - Aumento de la eficacia de los sistemas locales

(continuación de la Cuestión 10/XII, estudiada en 1964-1968)

(cuestión documental)

a) Considerando que los adelantos modernos han permitido mejorar considerablemente la eficacia de los aparatos de abonado y que parece fácil mejorarla aún más, conviene examinar las consecuencias de este aumento de eficacia y la manera de sacar el máximo provecho de él.

Si se eleva la eficacia de los aparatos de abonado en la transmisión y en la recepción hasta rebasar los niveles que generalmente se alcanzan en la actualidad, ¿cuáles serán las consecuencias desde el punto de vista:

1) del comportamiento del abonado,

2) de la calidad de los sistemas de transmisión?

b) ¿Cuál es la relación entre el volumen de los sonidos vocales, medido en un punto apropiado de una comunicación telefónica, y el equivalente de referencia en la transmisión entre el abonado que habla y el punto de medida?

Observación 1.- Para que las respuestas a esta Cuestión puedan presentarse de un modo uniforme, se recomienda expresar los niveles vocales en v.u. Estos niveles, así como la ley de distribución estadística que en la actualidad se considere aceptable en la transmisión, deben determinarse a base de medidas efectuadas en la central urbana o en el centro internacional, o en ambos puntos a la vez[1].

Observación 2.- Conviene estudiar el efecto que produce, en el volumen de los sonidos vocales en condiciones de servicio y en su distribución estadística, la provisión a los abonados de aparatos telefónicos más eficaces que aquéllos a los que están acostumbrados. A título informativo, se señala que las características de transmisión que pueden verse afectadas por la introducción de aparatos de abonado más eficaces son las siguientes:

a) Distorsión no lineal y de intermodulación en los sistemas de transmisión de gran número de canales;

b) Diafonía en las líneas, sean éstas de cable o de hilo desnudo;

c) Molestias provocadas por el efecto acrecentado del eco;

d) Señalización intempestiva;

e) Efecto local y generación de oscilaciones debido al acoplamiento entre el micrófono y el receptor;

f) Reducción de la calidad de transmisión por el ruido ambiente.

---

1) Nota de la Secretaría.- Estas medidas serán coordinadas cuando se estudie la Cuestión 11/C (véase la Circular N.° 10 del C.C.I.T.T., del 28 de enero de 1969).

Observación 3.- En el Anexo 1 se dan indicaciones sobre el efecto que, desde el punto de vista del comportamiento de los abonados, puede tener el aumento de la eficacia de los aparatos telefónicos de abonado. La sección correspondiente a la contribución de la Compañía de teléfonos de Helsinki, que figura en el suplemento al Tomo V, relativo a las redes nacionales, del Libro Blanco, contiene observaciones sobre el empleo de aparatos telefónicos de regulación automática.

Observación 4.- En el Anexo 2 se dan los resultados de pruebas realizadas por la Administración de la República Federal de Alemania.

Observación 5.- El Anexo 3 reproduce la respuesta dada por la Comisión XII a esta Cuestión en 1967. El Anexo 4 indica la relación que existe entre los trabajos de la Comisión XII y de la Comisión XVI a este respecto.

Anexo 1
(a la Cuestión 10/XII)

Influencia de la eficacia de los aparatos telefónicos en el comportamiento de los abonados

El efecto que, en lo que concierne al comportamiento del abonado, tiene el aumento de la eficacia, en la transmisión y en la recepción, de los aparatos telefónicos de abonado por encima de los valores que generalmente se obtienen, puede examinarse desde los dos puntos de vista siguientes:

a) Efecto producido por estos aumentos en el volumen de los sonidos vocales transmitidos en línea,

b) Efecto en la opinión del abonado que utiliza la relación.

Efecto en el volumen de los sonidos vocales

Las variaciones del volumen de los sonidos vocales deben examinarse teniendo en cuenta la influencia de los factores siguientes:

I. Eficacia del micrófono.

II. Eficacia del canal de efecto local.

Observación.- La eficacia del canal de efecto local depende de la eficacia del micrófono, de la eficacia del receptor y de la atenuación del circuito antilocal. Este último depende de la red equilibradora y de la impedancia de la línea (por consiguiente, de su constitución y de su longitud).

III. Intensidad de los sonidos vocales recibidos.

Observación.- Esta intensidad depende de la eficacia en la transmisión del aparato del abonado que habla, de la atenuación total del enlace y de la eficacia en la recepción del aparato del abonado que escucha.

IV. Ruido de circuito percibido por el abonado que escucha.

V. Nivel del ruido ambiente, principalmente en el extremo del enlace correspondiente al abonado que habla.

Efecto en las opiniones de los abonados

Un efecto local excesivo, resultante de un aumento de la eficacia en la transmisión y en la recepción, y un aumento excesivo del volumen de los sonidos vocales recibidos, afectarán desfavorablemente las opiniones expresadas por los usuarios de tales enlaces.

Anexo 2

(a la Cuestión 10/XII)

Consecuencias del aumento de la eficacia de las cápsulas microfónicas

(Contribución de la Administración de la República Federal de Alemania)

Para examinar las consecuencias del aumento de la eficacia de las cápsulas microfónicas, se recomienda que en los aparatos telefónicos utilizados para las pruebas, se empleen cápsulas microfónicas de eficacia diferente, sin advertir de esta circunstancia a los abonados. El volumen de las corrientes vocales producidas por los abonados cuando hablan puede determinarse por medio del volúmetro. El valor medio estadístico resultante de estas medidas permite establecer la relación entre el volumen y la eficacia (equivalente de referencia en la transmisión) de la cápsula microfónica.

El volumen de las corrientes vocales transmitidas por el aparato telefónico dotado de cápsulas de prueba debe medirse en los terminales de la línea de conexión del aparato telefónico. Para poder cambiar las cápsulas microfónicas sin que el abonado tenga conocimiento de ello, se han utilizado aparatos suplementarios conectados a la central de una gran oficina de la Administración federal alemana. Los usuarios de estos aparatos no se ocupaban en su servicio de técnica telefónica.

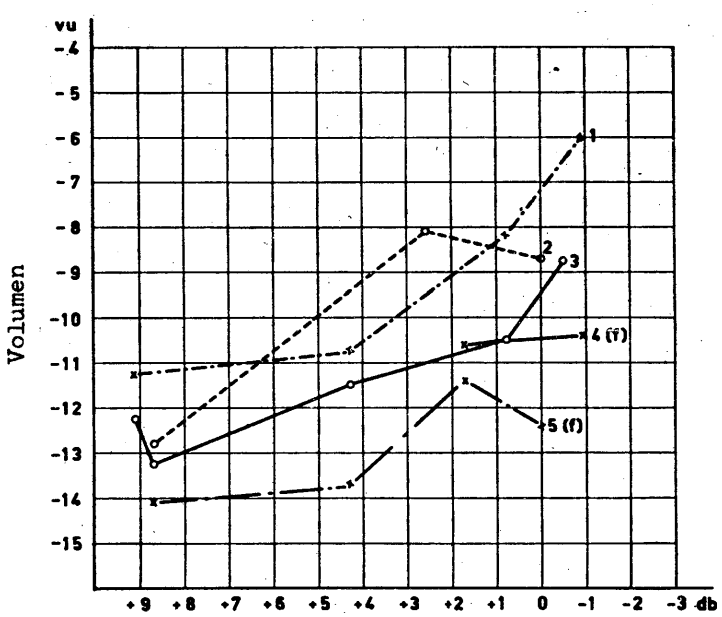
En estos aparatos telefónicos se instalaron cápsulas microfónicas con valores de equivalente de referencia comprendidos entre -1 dB y +9 dB. Los usuarios de los aparatos telefónicos en cuestión sólo celebraron, en general, comunicaciones con el interior del edificio y comunicaciones interurbanas. Las comunicaciones interurbanas celebradas representaron del 40 al 60% (una media aproximada de 55%). El porcentaje de comunicaciones locales fue muy reducido, es decir, inferior al 5%. El equivalente de referencia de las comunicaciones interurbanas, medido con las cápsulas microfónicas de equivalente de referencia elevado (peor), fue inferior a unos 30 ó 35 dB. La diferencia de volumen entre las comunicaciones interurbanas y las celebradas en el interior del edificio fue pequeña (< 1 dB). Este resultado se explica perfectamente por el hecho de que las comunicaciones interurbanas se celebraron también con una intensidad acústica relativamente elevada.

En la figura que se incluye más adelante se reproducen los valores estadísticos para el 50% de los resultados de medida del volumen, en función del equivalente de referencia en la transmisión para diferentes aparatos telefónicos. El equivalente de referencia de las cápsulas microfónicas utilizadas en los aparatos telefónicos se indica por medio de un punto o de una cruz. Los usuarios de los aparatos telefónicos 1, 2 y 3 eran hombres, y los de los aparatos telefónicos 4(f) y 5(f), mujeres.

La forma de las curvas muestra diversas irregularidades, algunas de las cuales se deben, probablemente, a diferencias de fabricación y a diferencias entre las cápsulas microfónicas de tipo antiguo y nuevo; para las observaciones se emplearon también cápsulas de tipo antiguo, que estaban ya en servicio en los aparatos telefónicos. A pesar de ello, se aprecia claramente un aumento del volumen en función del aumento de la eficacia (disminución del equivalente de referencia en la transmisión). En el caso de una potencia vocal constante e iguales características de transmisión de las cápsulas, abstracción hecha de diferencias de sensibilidad, cabe esperar obtener una recta con una inclinación de 45° para la relación volumen de transmisión/equivalente de referencia. Las medidas han demostrado, en general, un incremento menor. Esto puede deberse a que, en el caso de cápsulas más eficaces, el usuario habla más bajo debido al aumento del efecto local, o a otra reacción motivada por la recepción de las palabras del abonado alejado, ya que en las comunicaciones observadas la intensidad sonora en la recepción ha sido en general bastante buena.

Si, para todos los sujetos masculinos que hablaron, se toma un valor medio del volumen del equivalente de referencia en la transmisión de 0 dB se encuentra un valor de -8,3 dB, que corresponde bastante bien al volumen normal del S.F.E.R.T. (-9 dB aproximadamente). El valor medio del volumen para los sujetos femeninos, con un equivalente de referencia en la transmisión de 0 dB es unos 3 dB inferior al correspondiente a los sujetos masculinos. Para el conjunto de los sujetos que hablaron se obtuvo con bastante exactitud el volumen normal del S.F.E.R.T.

Las medidas muestran claramente que un aumento de la eficacia de unos 10 dB (es decir, como consecuencia de una reducción del equivalente de referencia en la transmisión), en el caso de comunicaciones relativamente buenas, no implica forzosamente un aumento inadmisible del volumen que podría causar distorsiones en los sistemas de corrientes portadoras o diafonía en líneas adyacentes. En lo que respecta al ruido ambiente, tampoco es de esperar una reducción de la calidad de transmisión, toda vez que el ruido ambiente producido por la celebración de comunicaciones telefónicas en los sitios en que se encuentran varios aparatos telefónicos disminuye como consecuencia del hecho de que el abonado habla más bajo, cuando dispone de cápsulas microfónicas eficaces.



Equivalente de referencia en la transmisión

Relación entre el volumen de salida y el equivalente de referencia en la transmisión para diferentes aparatos telefónicos

Anexo 3

(a la Cuestión 10/XII)

Respuesta de un Grupo de trabajo, aprobada por la Comisión XII

(octubre de 1967)

Aumento de la eficacia de los aparatos de abonado

El aumento de la eficacia de los aparatos de abonado tiende a aprovecharse para admitir una mayor atenuación de las líneas de abonado sin exceder los valores máximos del equivalente de referencia de un sistema nacional. Sin embargo, un aumento de Δa de la atenuación de la línea debe ir acompañado de aumentos iguales a $2\Delta a$ de la atenuación de equilibrado para el efecto local y de la atenuación diafónica. Este imperativo limitará probablemente, en lo futuro, la medida en que será posible aumentar la eficacia de los aparatos de abonado.

Mediciones de potencia vocal

1. Es indispensable poseer más amplia información sobre la relación entre el volumen de los sonidos vocales, medido en un punto apropiado de una comunicación telefónica, y el equivalente de referencia en la transmisión entre el abonado que habla y el punto de medida. En cierto modo, esta relación depende de otras características de la comunicación completa, pero las informaciones publicadas -que se refieren a la red del Reino Unido[1])- indican que el nivel medio de potencia para un abonado medio activo es de -15 dBm cuando el equivalente de referencia en la transmisión es de +7 dB. (Esto es válido cuando el equivalente de referencia global de la comunicación se sitúa en la gama de 15 a 25 dB.) En lo que respecta a la República Federal de Alemania, se encontrarán datos expresados en v.u. en el Anexo 2. El Grupo de trabajo estima que conviene invitar a las administraciones a que suministren más datos sobre esta relación. Estas informaciones pueden proporcionarse a base de medir el volumen de los sonidos vocales en el curso de conferencias en laboratorio, o de encuestas relativas a conferencias telefónicas reales. Tales informaciones son necesarias en el marco del programa de mediciones de la potencia vocal[2]) y para otros fines (véase la Observación 1.b de la Cuestión 4/XII).

---

1) D.L. RICHARDS: "Transmission performance assessment for telephone network planning"; Proc. I.E.E., 111, 1964, págs. 931-940.

2) Véase la nota al pie de la página Cuestión 10/XII, pág. 2.

2. Se han estudiado los resultados recogidos ya en el marco del programa de medición de la potencia vocal ejecutado en el curso del periodo 1964-1968 (véase el Documento COM XII - N.° 96 (1964-1968). El Presidente del Grupo de trabajo ha precisado que los resultados dados por el Reino Unido son los niveles de potencia media para un abonado que habla, correspondiendo a la mediana de la ley de distribución, y no los niveles de potencia media calculada en toda la extensión de la distribución de volúmenes. El Presidente ha solicitado de los representantes de las demás administraciones, cuyos resultados se dan asimismo en el Documento COM XII - N.° 96, que digan si también era así para los resultados suministrados por sus administraciones (todavía hay dudas a este respecto[1]). Para poder evaluar la carga de los sistemas multicanales, hay que disponer también de las desviaciones estándar correspondientes para la distribución del volumen de los sonidos vocales y de los factores de actividad, así como de las definiciones utilizadas para distinguir los periodos de actividad y de inactividad para la palabra. La definición utilizada por la A.T.T. para estas mediciones figura en el Documento COM XII - N.° 46. (1964-1968). El Presidente ha precisado que difiere de la que se utiliza en el Reino Unido, de modo que los factores de actividad no son los mismos. Se ha convenido en que las administraciones deberían facilitar informaciones suplementarias sobre estas cuestiones antes de poder basarse en los datos, a fin de evaluar la carga de los sistemas múltiplex por las corrientes vocales.

Se ha estudiado el problema que supone relacionar los resultados de las mediciones de la potencia vocal sobre una base común a los efectos de comparación, pero el Grupo de trabajo no ha podido formular conclusiones (véase, sin embargo, la sugerencia hecha por el Presidente[1]).

Equivalente de referencia del sistema transmisor nacional

En el Documento COM XII - N.° 38 (1964-1968), se sugiere que el valor nominal medio del equivalente de referencia de un sistema transmisor nacional debiera ser, de preferencia, igual o superior a 14 dB. Esta opinión es apoyada por N.V. Philips en la Contribución COM XII - N.° 58 (1964-1968), donde se estima que este valor corresponde a una potencia media a largo plazo de 22 microwatios por canal en el caso de un sistema múltiplex (véase la Recomendación G.223). Por otro lado, el Documento COM XII - N.° 89 contiene evaluaciones del valor medio del equivalente de referencia en la transmisión para el sistema nacional del Reino Unido, calculado a base de mediciones del volumen de los sonidos vocales. Estos valores del

---

1) Véase el Apéndice.

equivalente de referencia en la transmisión son del orden de 10 a 12 dB. No existen pruebas de que tales valores medios provoquen una sobrecarga de los equipos múltiplex del Reino Unido construidos de acuerdo con las disposiciones de la Recomendación G.223, por lo que se ha llegado a la conclusión de que tales valores eran aceptables. Se han debatido las razones de esta aparente contradicción habiéndose llegado a la conclusión que era imposible despejarla sin estudiar más a fondo los métodos aplicados para evaluar la carga de los sistemas multicanales. El cuadro matemático y estadístico utilizado para evaluar la capacidad de carga requerida, habida cuenta de los resultados de mediciones de la potencia de los sonidos vocales y de los factores de actividad, implica cierto número de hipótesis basadas en datos relativamente antiguos referentes a la estructura estadística de las señales vocales emitidas por los micrófonos telefónicos en el curso de una conferencia y a las características de los sistemas multicanales en las inmediaciones de su nivel de saturación. El Grupo de trabajo ha estimado que debían ponerse al día las informaciones fundamentales y que convenía revisar en su totalidad el cuadro matemático y estadístico de los estudios, especialmente en los casos en que los sistemas comprenden un número de canales relativamente poco importante.

Apéndice (al Anexo 3)

Para la interpretación de las mediciones de la potencia vocal, quizá tengan cierta utilidad las observaciones siguientes, presentadas por el Presidente del Grupo de trabajo.

Varias administraciones han medido la potencia vocal por diversos métodos, algunos de los cuales se describen en los párrafos siguientes.

A. Volumen de los sonidos vocales emitidos por un abonado durante una conversación. El resultado se expresa, en dBm, por el nivel de la potencia media para este abonado mientras habla, esto es, activo. Hay que definir este término "activo" y dar también precisiones sobre el factor de actividad "en el curso de una conversación". Los resultados de una serie de mediciones hechas en un canal telefónico en el que diferentes personas hablan sucesivamente, o los resultados de una serie de mediciones hechas en distintos canales de un sistema múltiplex, permiten definir una distribución de los volúmenes vocales; se comprueba que esta distribución es, generalmente, de tipo gaussiano, definida por su valor medio y su desviación estándar. Hay que determinar por separado la proporción del tiempo durante el cual el canal está conectado a los abonados.

B. Potencia media de todas las señales vocales que se producen durante un intervalo de tiempo dado en un canal telefónico determinado. Se puede elegir este intervalo de manera que englobe únicamente el tiempo "de ocupación del canal", el tiempo de "conversación entre los abonados", o aun la duración de la "conversación activa". En todos los casos, los resultados pueden expresarse a base del valor medio de los resultados de lectura (en dBm) y de la desviación estándar de esas lecturas. Hay que determinar también los factores de actividad apropiados.

C. Potencia media para un sistema múltiplex de varios canales telefónicos (media calculada a base de una duración total determinada). Si esta duración total es suficientemente larga, o si los canales son muy numerosos, esta magnitud es la misma que aquélla para la que la Recomendación G.223 indica un valor de 22 microwatios. Si la duración total correspondiente a cada lectura no es muy larga (por ejemplo, algunos minutos o menos) y si se trata de un pequeño número de canales, los resultados de las lecturas estarán claramente dispersos, y habrá que aplicar correcciones apropiadas para obtener la potencia media a largo plazo.

No se pueden comparar directamente las leyes de distribución de los resultados de lectura obtenidos según los métodos A y B, ni es posible pasar de los resultados de una de estas categorías a los de la otra, sin hacer ciertas hipótesis. Sin embargo, se pueden utilizar estas dos categorías de resultados para calcular la potencia media a largo plazo de un sistema múltiplex que transmita señales vocales (magnitud facilitada directamente por C). En ambos casos, esto exige ciertas hipótesis adicionales que pueden expresarse por medio de fórmulas matemáticas y estadísticas. Cuando se trata de sistemas que comprenden un número muy elevado de canales, se obtiene una aproximación válida agregando al valor medio de los niveles expresados en dBm la cantidad $0{,}115$ (desviación estándar)^2 y restando cierto margen para tener en cuenta el valor total apropiado del factor de actividad. Cuando se aplica esta aproximación a los resultados obtenidos por el método A, en el factor de actividad hay que incluir el porcentaje del tiempo total durante el cual el circuito está disponible para la comunicación entre los abonados; este valor corresponde aproximadamente a la duración tasable para el circuito, y es inferior a la duración en que el circuito está marcado "ocupado".

He aquí un ejemplo: los resultados facilitados en el Documento COM XII - N.° 89 (1964-1968) y obtenidos según el método A, dan un nivel medio de -15,8 dBm0 y una desviación estándar de 5,7 dB. El factor de

actividad "en el curso de la conversación" es de 0,43 aproximadamente, la proporción del tiempo total, durante la hora cargada, en que los abonados utilizan efectivamente un determinado canal para la comunicación es de aproximadamente 0,62[1]. Por ello, la proporción del tiempo total en que un canal está ocupado por señales vocales activas es de 0,27. En la hipótesis de que el sistema múltiplex comprenda un número muy elevado de canales, el nivel de la potencia media a largo plazo será igual a:

$$-15,8 + 0,115\ (5,7)^2 + 10\ \log_{10} 0,27$$

$$= -15,8 + 3,7 - 5,7 = -17,8\ \text{dBm0}$$

lo que corresponde a 16,6 microwatios.

Este valor no tiene en cuenta los sonidos vocales de las operadoras.

Parecería prudente transformar los resultados de las mediciones hechas con arreglo a otros métodos para obtener evaluaciones apropiadas de la potencia media a largo plazo por canal, en la hipótesis de sistemas múltiplex que comprendan un número muy elevado de canales.

Para evaluar la capacidad de carga necesaria a un sistema múltiplex destinados a transmitir un pequeño número de canales solamente, hay que tener en cuenta también fluctuaciones a corto plazo de la carga media. En todo caso, debe tenerse en cuenta que la carga de cresta es mucho mayor que los valores, aún los más elevados, de la carga media a corto plazo. Se necesita un cuadro matemático y estadístico más perfecto (con hipótesis) para hacer estas evaluaciones. Véase, por ejemplo, D.L. Richards: "Statistical properties of speech signals", Proc. I.E.E., 111, 1964, págs. 941-949.

Anexo 4

(a la Cuestión 10/XII)

Extracto de la respuesta de la Comisión de estudio XVI al punto 6 de la Cuestión 1/XVI (Ginebra, 24-31 de octubre de 1967)

1. La Comisión XVI ha tomado nota del Documento COM XVI - N.° 86 (1964-1968), así como de la respuesta dada por la Comisión XII en octubre de 1967 a su Cuestión 10/XII (Anexo 3 precedente), que contiene comentarios sobre el conjunto del problema.

---

1) La proporción corrrespondiente a los sonidos vocales de la operadora es de 0,12; la correspondiente a la señalización es de 0,13; inactividad completa, 0,13.

Las mediciones de potencia de las señales transmitidas por los circuitos telefónicos pueden perseguir diversos fines, por ejemplo:

- Conocer la carga efectiva de los sistemas de banda ancha, en cuyo caso lo que hay que determinar es el valor medio a largo plazo y la dispersión de la potencia por canal.

- Conocer la potencia (media y dispersión) por comunicación, por ejemplo, para tratar eventualmente de establecer una relación entre esa potencia y el equivalente de referencia en la transmisión.

El logro del primer objetivo compete a la Comisión especial C, en beneficio de la Comisión XV; el segundo concierne esencialmente a la Comisión XII.

La Comisión XVI, por su parte, debe servirse de las conclusiones de estas dos otras Comisiones (Sp.C y XII) para establecer o mejorar el plan de transmisión.

. . . . . .

4. En general, la Comisión XVI en lo que a ella respecta, piensa trasladar el problema a la Comisión especial C, que podría decidir, de acuerdo con la Comisión XII, un programa de mediciones en condiciones bien definidas para el próximo periodo de estudios del C.C.I.T.T. Se sugiere que este programa de mediciones permita obtener simultáneamente los datos que interesan concretamente a cada comisión[1].

CUESTIÓN 11/XII - Límites en relación con la diafonía inteligible (nueva cuestión)[2]

A. ¿Cabe determinar un umbral para la atenuación diafónica entre dos circuitos telefónicos, por debajo del cual la diafonía producida por una señal vocal perturbadora única pueda considerarse inteligible?

Observación 1.- La respuesta a esta cuestión servirá para revisar los objetivos fijados para la atenuación diafónica (desde el punto de vista de la inteligibilidad) de los cables, circuitos, sistemas de transmisión y centrales.

---

1) Véase la nota al pie de la página Cuestión 10/XII, pág. 2.

2) La respuesta se transmitirá a la Comisión de estudio XVI.

Observación 2 - Para responder a esta cuestión, deberán tomarse en consideración, por lo menos, los siguientes factores:

a) nivel de la señal vocal deseada;

b) nivel sofométrico del ruido asociado a la señal vocal deseada;

c) nivel de la señal perturbadora;

d) equivalente de referencia, en la recepción, de la línea y del aparato del abonado que escucha;

e) distorsión de atenuación en el trayecto diafónico;

f) método de medida o de cálculo que ha de estar asociado al umbral de la atenuación diafónica.

B. En espera de una respuesta completa a la parte A, ¿cabe considerar aceptables los siguientes valores de relación señal/diafonía entre circuitos internacionales, suponiendo que, en las redes locales, se utilicen aparatos telefónicos modernos:

a) 58 dB, en presencia de ruido de una potencia sofométrica, con relación a un punto de nivel relativo cero, de 500 pW (-63 dBm0p);

b) 62 dB, en presencia de ruido de una potencia sofométrica, con relación a un punto de nivel relativo cero, de 200 pW (-67 dBm0p)?

De no ser aceptables estos valores, ¿qué valores se podrían proponer?

Observación 1.- El valor de la relación señal/diafonía indicado en a) se basa en la Recomendación G.151, punto D.a. Se supone que la diafonía inteligible introducida por un circuito perturbador único se produce íntegramente en una sola sección homogénea de un circuito ficticio de referencia, por lo que no puede afirmarse con toda seguridad que el ruido que enmascare la diafonía sea más fuerte que el producido en esta sola sección homogénea. Durante la hora cargada, según la Recomendación G.222, puede tolerarse un valor máximo para este ruido de 10 000/9 pW, o sea, 1100 pW, mas, en los períodos de poco tráfico, y habida cuenta de los márgenes del proyecto de construcción del sistema, el ruido puede reducirse perfectamente en la práctica a 500 pW.

Observación 2.- El valor indicado en b) se ha determinado partiendo de un circuito muy corto del tipo considerado en la Recomendación G.125. Cabe suponer en este caso que la diafonía depende, en gran parte, de los dos equipos terminales. De estar provistos estos últimos de moduladores de canal que respondan con justeza a lo preconizado en la Recomendación G.232, punto J.a, y si los ruidos de estos moduladores se

suman en potencia, se obtiene el valor indicado. El ruido máximo que se produce en las condiciones de la hora cargada se define en la Recomendación G.125.a (revisada, Tomo III del Libro Blanco), pero durante los periodos de poco tráfico, y habida cuenta de los márgenes del proyecto de construcción, podría reducirse hasta 200 pW.

CUESTIÓN 12/XII - Realización de voces, bocas y oídos artificiales

(continuación de la Cuestión 12/XII, estudiada en 1964-1968)

a) ¿Cómo conviene completar la Recomendación P.51, relativa al oído artificial recomendado por el C.C.I.T.T.?

b) ¿Qué características generales cabe estipular para las voces y bocas artificiales?

Observación 1.- En el Anexo 1 se dan precisiones relativas al empleo del oído artificial, así como indicaciones para el estudio de la parte a) de esta Cuestión. La Contribución COM XII - N.° 53 (1964-1968) contiene resultados de pruebas sobre la influencia de las fugas acústicas.

Observación 2.- Los Anexos 8 a 16 del Tomo V del Libro Rojo págs. 241-415, ediciones francesa o inglesa), el Anexo G del Tomo V bis del Libro Rojo (págs. 119 a 131, ediciones francesa o inglesa) y los Anexos 1 a 5 del antiguo texto de la Cuestión 12/XII (Libro Rojo, Tomos V y V bis, págs. 573-665) contienen abundante documentación sobre las bocas y oídos artificiales.

Anexo 1

(a la Cuestión 12/XII)

Empleo del oído artificial recomendado por el C.C.I.T.T.

El punto B.4 "Modo de empleo" del anexo a la Recomendación P.51 (Tomo V del Libro Blanco) preconiza un método de empleo del oído artificial según el cual el pabellón del auricular medido se aplica estrechamente al oído artificial, sin fuga acústica.

La Comisión XII, con arreglo a los resultados experimentales que se le han comunicado, estima que esto representa una condición límite de la que se está próxima, en las condiciones prácticas de utilización cuando el equivalente de referencia total de la comunicación está cerca del límite recomendado por el C.C.I.T.T., o cuando el ruido ambiente es bastante importante; en estas condiciones límite, el abonado que escucha tiene tendencia a aplicar el receptor lo más estrechamente posible a su oído. Esta condición de empleo, sin fuga acústica, se adopta como condición de referencia.

Sin embargo, en otras condiciones, por ejemplo si se quiere estudiar la calidad de transmisión de comunicaciones que no alcanzan los límites inferiores de calidad admisibles, puede ser conveniente introducir una fuga acústica artificial bien determinada, sin modificar por ello el oído artificial, para que los resultados de medida correspondan a los que podrían dar pruebas subjetivas apropiadas en tales condiciones. Es conveniente proseguir los estudios sobre este particular.

En lo que respecta al punto B.3.1 "Diseño básico" del anexo a la Recomendación P.51, se propone a título provisional que las mediciones se hagan apoyando el receptor telefónico comercial que se ha de medir, en la arista viva de la cavidad de entrada del oído artificial. El Laboratorio del C.C.I.T.T. deberá tomar las disposiciones necesarias para que se pueda aplicar cualquier tipo de receptor comercial al oído artificial en estas condiciones. Cada administración tiene plena libertad para modificar el ángulo (fijado en 32° en el anexo a la Recomendación P.51), de forma que se satisfaga la condición antes indicada al colocar en el oído artificial el receptor que utilice normalmente.

Para la buena adaptación del pabellón del receptor al oído artificial, se puede asegurar también la estanqueidad con un pequeño anillo de caucho, con plasticina o por cualquier otro método que no modifique el volumen de acoplamiento. Se podrían emplear los mismos métodos para medir receptores de pabellón asimétrico.

Anexo 2

(a la Cuestión 12/XII)

Pruebas efectuadas con bocas artificiales

El Laboratorio del C.C.I.T.T. ha realizado el programa de pruebas con bocas artificiales mencionado en el punto 2.2 del antiguo Anexo 2 a la Cuestión 12/XII (págs. 594-600 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo). Los resultados de estas pruebas figuran en las Contribuciones COM XII - N.os 54, 81, 90 y 106 y en los Documentos temporales N.os 1 y 4 (periodo 1964-1968).

El aumento de presión acústica resultante de la presencia de un obstáculo colocado ante los labios de la boca artificial del Reino Unido se representa en la Figura 1.

Las mismas mediciones hechas con distintos modelos de bocas artificiales concuerdan debidamente con las efectuadas con la boca artificial del Reino Unido.

La Comisión XII ha decidido, en espera de la normalización de una boca artificial, que las pruebas que realice el Laboratorio del C.C.I.T.T. con bocas artificiales se hagan únicamente con la boca artificial del Reino Unido, de la que existen varios ejemplares, y que, en particular, está permanentemente a disposición del Laboratorio.

CUESTIÓN 13/XII - **Distorsión no lineal de los aparatos telefónicos**

(continuación de la Cuestión 13/XII, estudiada en 1964-1968)

(cuestión documental)

Recopilación de datos:

1. Sobre los efectos de la distorsión no lineal de un aparato telefónico de abonado en la calidad de la transmisión telefónica.

2. Sobre los métodos de medida de la distorsión no lineal de un aparato telefónico de abonado, y

3. Sobre los efectos del ruido del micrófono de carbón de un aparato telefónico de abonado en la calidad de la transmisión telefónica.

Observación.- La documentación obtenida hasta ahora ha sido objeto del Anexo 26 (Tomo V del Libro Rojo, 2.ª parte, ediciones francesa o inglesa). El anexo que figura a continuación contiene una nueva contribución al estudio de esta Cuestión. Las administraciones pueden encontrar información complementaria en la Contribución COM 12 - N.° 38 (periodo 1957-1960) de la Administración japonesa, donde se examinan los factores que pueden influir en el timbre natural de la voz en un sistema de transmisión.

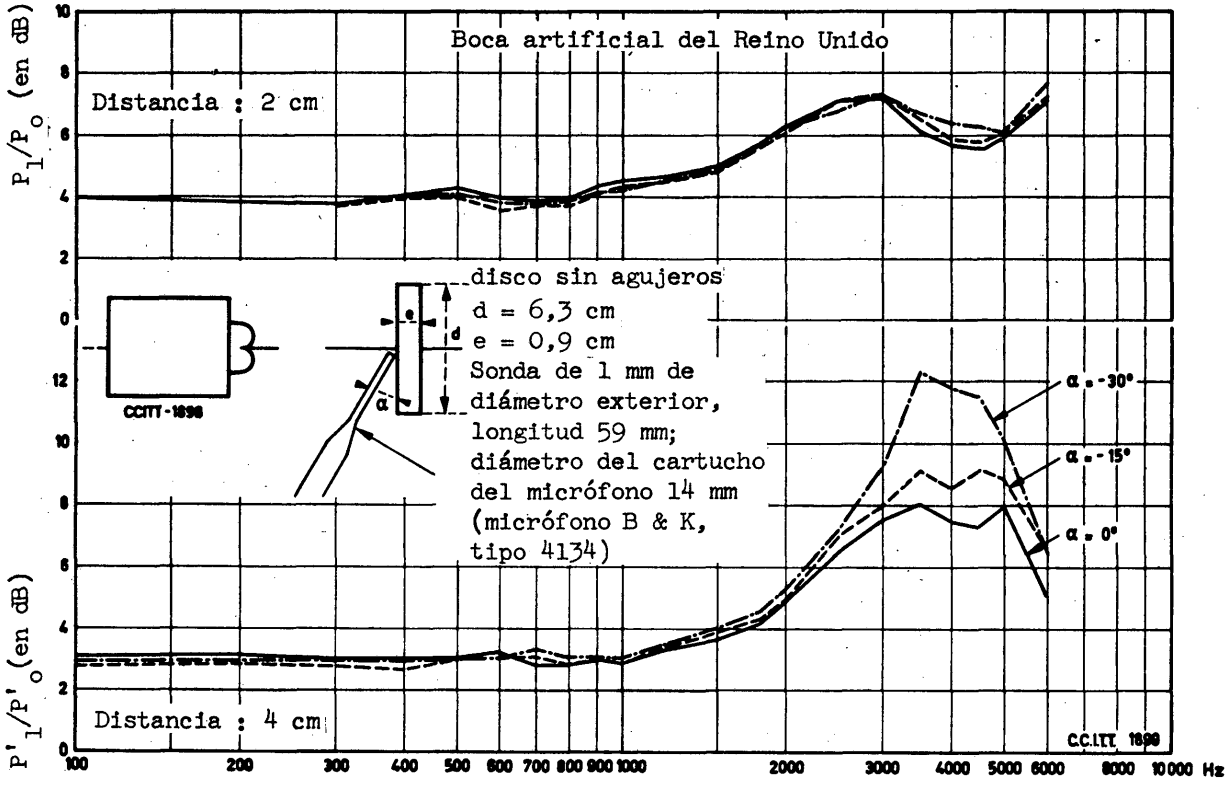


Figura 1.- Aumento de la presión acústica resultante de la presencia de un disco de 6,3 cm de diámetro ($20 \log_{10} P_1/P_o$)

Anexo

(a la Cuestión 13/XII)

Contribución de la Administración italiana

Punto 1

Se han efectuado pruebas de calidad de transmisión en una comunicación telefónica completa en la que se podían modificar la distorsión no lineal y el equivalente de referencia. El esquema del circuito empleado se reproduce en la Figura 1, en la que se observa que el micrófono de carbón ha sido sustituido por una cápsula receptora telefónica convenientemente amplificada y corregida.

En la figura se aprecia también el circuito que produce la distorsión, realizado por medio de un rectificador insertado en el tercer arrollamiento de un transformador. La distorsión depende del nivel de la señal, según las curvas indicadas en la Figura 2. Un atenuador a la entrada del circuito de distorsión, junto con un amplificador y un atenuador a la salida de este circuito, permiten modificar la distorsión, cualquiera que sea el valor elegido para el equivalente de referencia del circuito completo.

Las pruebas a base de opiniones se realizaron con un ruido ambiente de 50 dB (espectro de Hoth); los resultados obtenidos se reproducen en la Figura 3, que indica la nota media para diferentes valores del equivalente de referencia y de distorsión. La Figura 4 indica la reducción de calidad de transmisión, en dB, en función de la distorsión para diferentes valores del equivalente de referencia.

Punto 2

Este punto se estudió principalmente en lo que atañe a la distorsión no lineal producida por cuatro tipos de cápsulas microfónicas de carbón de uso común, alimentadas por una corriente correspondiente a las condiciones de empleo en el aparato telefónico conectado a un puente de alimentación con línea cero.

Los micrófonos se excitaron por conducto de una fuente de presión acústica constante en las diferentes frecuencias, a la que se dieron los valores de 10, 30, 100 barias. En la Figura 5, se indica el esquema del circuito experimental.

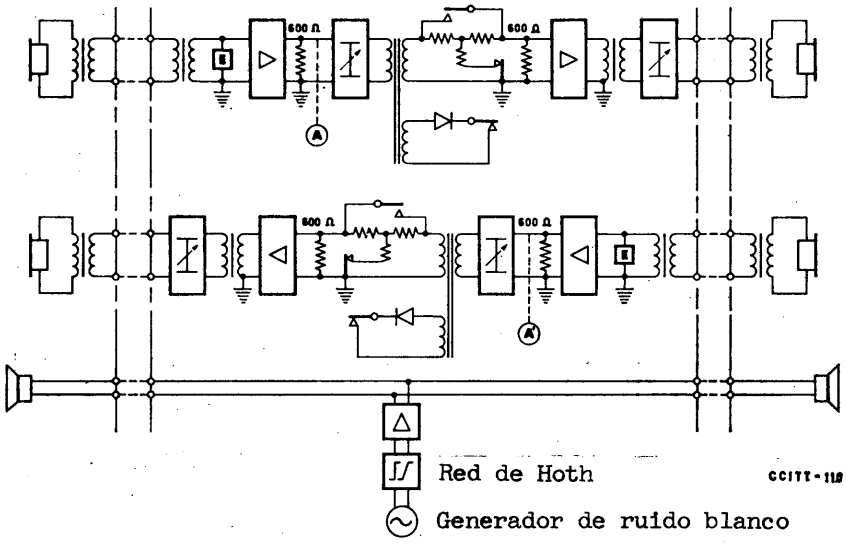

600 Ω
600 Ω
600 Ω
600 Ω
Red de Hoth
CCITT-118
Generador de ruido blanco

Figura 1

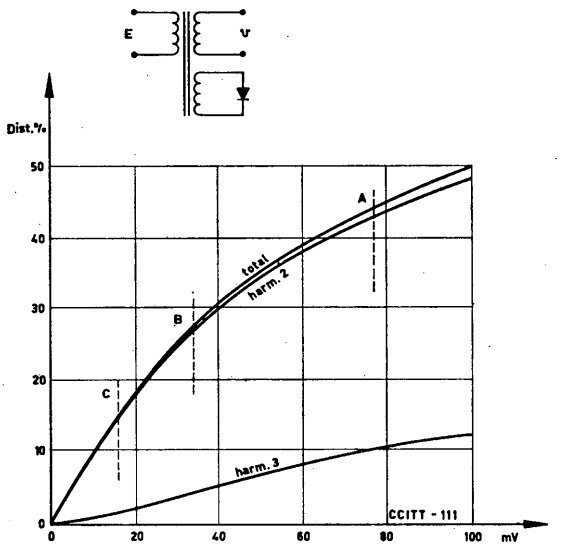


Figura 2

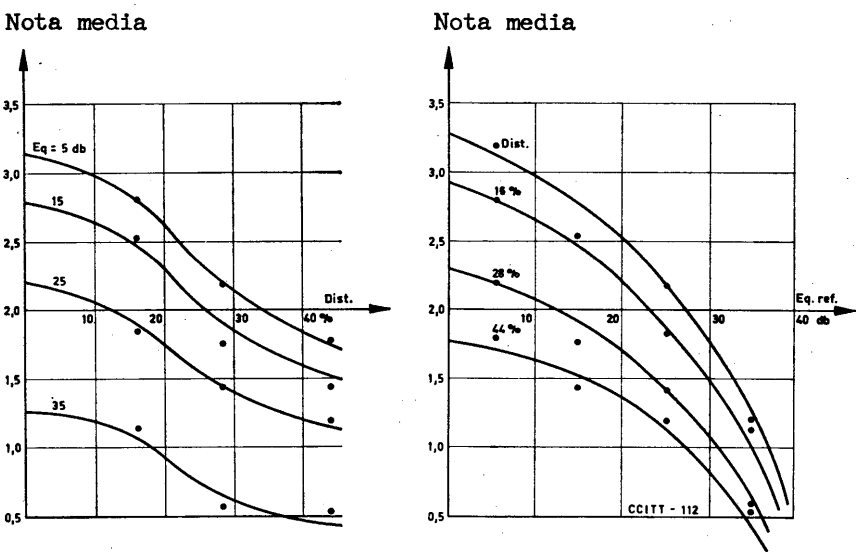


Figura 3

Se aplicaron los dos métodos siguientes:

1) Micrófono excitado por las frecuencias fijas 300, 500 y 1000 Hz, teniendo cuidado de golpear el micrófono de manera uniforme al comienzo de cada medición, efectuada lo más rápidamente posible. A la salida del circuito, se midió la tensión de la frecuencia fundamental y de las armónicas 2 y 3.

2) Micrófono excitado por barrido continuo de frecuencias, entre 100 y 5000 Hz por espacio de unos 10 segundos. En este caso, no fue necesario someter el micrófono a ningún tratamiento mecánico previo. La salida del circuito se conectó a un registrador de nivel, precedido de un filtro de paso de banda de frecuencia variable, sincronizado con la frecuencia de barrido o distante de ella una o dos octavas. Se obtuvieron así tres curvas representativas, respectivamente, de la frecuencia fundamental, de la armónica 2 y de la armónica 3.

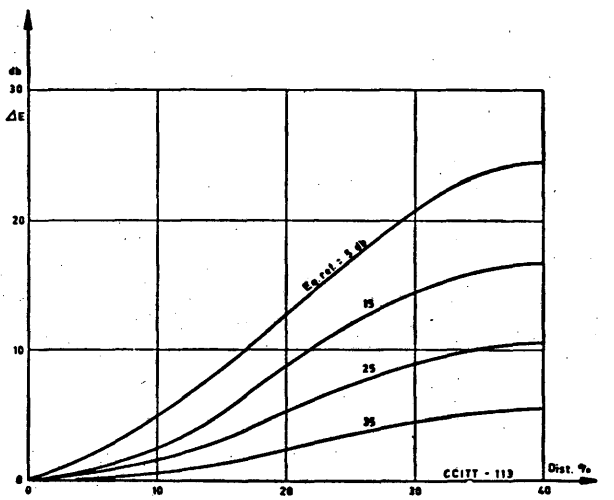


Figura 4

Los resultados obtenidos con estos dos métodos son suficientemente constantes y coinciden bastante bien para el tipo A, mientras que para los tipos B, C y D sólo el segundo método ha dado resultados suficientemente constantes. Además, el tipo A ha dado valores de distorsión más elevados que los tipos B, C y D, que más o menos coinciden. Los resultados se indican en la Figura 6.

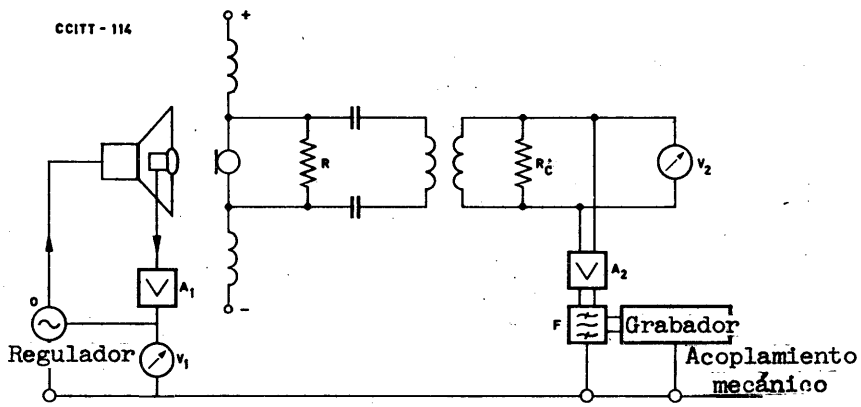


Figura 5

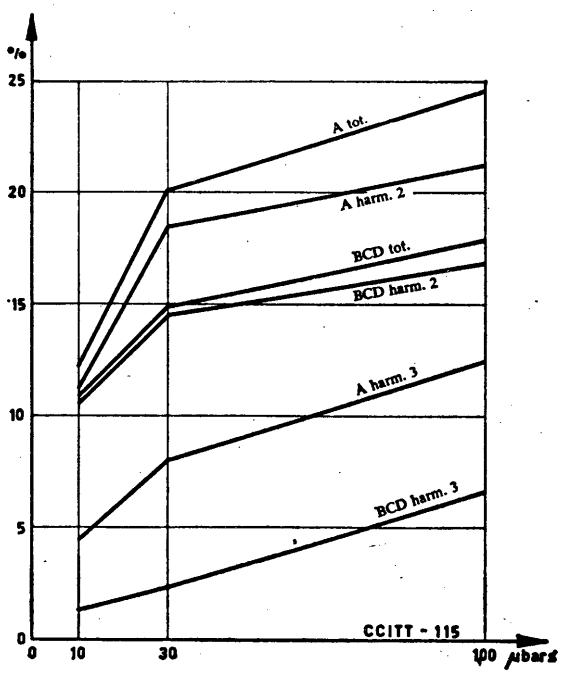


Figura 6

Punto 3

Se midió el nivel de ruido producido por el micrófono de carbón, en las condiciones de prueba indicadas, y se obtuvo un valor medio de -76 dBmp con una desviación estándar de 2 dB.

Se cree que, desde el punto de vista de su influjo en la calidad de transmisión, este ruido puede considerarse como un ruido de circuito, habida cuenta de su nivel o del nivel de los sonidos vocales.

A este respecto, cabe remitirse a la antigua contribución ya presentada por la Administración italiana, que figura en el antiguo Anexo 1 a la Cuestión 4/XII.(Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 413-443).

CUESTIÓN 14/XII - Ampliación hacia abajo de la banda de frecuencias transmitida

(continuación de la Cuestión 24/XII, estudiada en 1964-1968)

¿Qué mejora de la calidad de transmisión puede obtenerse reduciendo la distorsión de atenuación en la parte inferior de la banda de frecuencias transmitida por los circuitos internacionales y por los circuitos interurbanos nacionales?

Observación.- Para el estudio de esta cuestión, conviene tener en cuenta los siguientes factores:

1. Si se realizara tal reducción de la distorsión de atenuación, ello daría lugar a un aumento de la sensibilidad a las perturbaciones producidas por ruidos de baja frecuencia y, en particular, por armónicas de la corriente industrial.

2. La potencia vocal que habría que transmitir por los sistemas de corrientes portadoras sería mayor y sus propiedades estadísticas se verían modificadas.

3. Se originarían efectos perjudiciales de distorsión de fase, provocados por la necesidad de proceder a un corte muy brusco, cuando se emplean sistemas de señalización fuera de banda.

4. El aumento de potencia en la parte baja frecuencia se manifestaría en las frecuencias en que es difícil asegurar valores adecuados de atenuación de equilibrado.

CUESTIÓN 15/XII - Medición de índices basados en la intensidad sonora

(continuación de las Cuestiones 5/XII y 15/XII, estudiadas en 1964-1968)

1. Diversas administraciones emplean métodos distintos para medir en sus laboratorios índices basados en la intensidad sonora, por ejemplo:

a) El equivalente de referencia definido por el C.C.I.T.T. y utilizado en su Laboratorio;

b) El equipo O.B.D.M., utilizado por la Administración de la República Federal de Alemania y por los laboratorios de otras administraciones;

c) El equipo E.A.R.S. empleado por la American Telephone and Telegraph Company;

d) El método de medida a base de un trayecto de un metro de aire, fundado en el A.R.A.E.N. y utilizado por la Administración británica.

2. ¿Pueden establecerse relaciones entre los resultados obtenidos por estos diversos métodos a base de consideraciones teóricas, en lo que respecta a las magnitudes siguientes:

a) Índice global de un aparato y de una línea de abonado conectados por un atenuador al aparato y a la línea de otro abonado;

b) Índice en la transmisión de un aparato y de una línea de abonado;

c) Índice en la recepción de un aparato y de una línea de abonado;

d) Índice del efecto local de un aparato de abonado conectado a una línea determinada?

En caso afirmativo, ¿cuáles deben ser estas relaciones?

3. Si se pueden establecer relaciones teóricas, sería también muy deseable comprobar si su aplicación es suficientemente precisa en la práctica. Este requisito podría satisfacerse mejor mediante la colaboración de los laboratorios de las administraciones con el Laboratorio del C.C.I.T.T. para obtener medidas, por todos estos métodos, de cierto número de aparatos de abonado de tipo diferente.

4. De no poder establecerse ninguna relación teórica, el único método por el que se podría obtener una relación empírica útil en la práctica, consistiría en realizar una serie de medidas de aparatos de abonado de tipo diferente. En octubre de 1967, la Comisión XII ha establecido un plan de intercambio de aparatos telefónicos estables entre diversos laboratorios.

5. Los métodos enumerados en el punto 1 y otros métodos similares, que no se mencionan específicamente, presentan ventajas e inconvenientes; deberían estudiarse para definir un solo método que reúna sus mejores características. Al buscar estas características, conviene tener en cuenta el hecho de que, si en numerosos casos puede ser necesario medir los índices por métodos subjetivos, la meta final es llegar a un método objetivo. En el anexo 7 se dan informaciones sobre las características de un método de evaluación de índices basados en la intensidad sonora, al que, en opinión de la Sociedad L.M. Ericsson, de la Administración del Reino Unido y de la Administración australiana, convendría conceder atención especial.

6. Conviene que el método que se elija finalmente como consecuencia de los trabajos descritos en el párrafo precedente dé resultados lo más precisos posible y de fácil reproducción en los diversos laboratorios. A este respecto, importa definir procedimientos de aplicación que garanticen la mayor precisión. Por ejemplo, en el caso de mediciones subjetivas, conviene estudiar los mejores medios de asegurar la estabilidad del equipo de medida. Por otra parte, en todos los métodos, la estabilidad de los aparatos telefónicos comerciales, especialmente la de los aparatos con micrófono de carbón, influye en la precisión de los resultados, por lo que conviene velar por el método de acondicionamiento previo de los microteléfonos antes de su utilización (véanse las Observaciones 1 y 5 de la Cuestión 8/XII), así como por la utilización de un número de aparatos lo bastante grande para asegurar límites de confianza razonablemente reducidos. Por la misma razón, se llama la atención sobre la importancia que presenta la utilización de métodos adecuados al establecer los planes de experimentación y al analizar los resultados obtenidos.

7. Como etapa intermedia, se ha propuesto definir un nuevo método de pruebas subjetivas cuyos resultados se comparen más fácilmente que los equivalentes de referencia con medidas objetivas. En especial, el equivalente de referencia se define actualmente en condiciones de prueba en que varía el nivel de los sonidos vocales recibidos; en un informe técnico del Laboratorio del C.C.I.T.T. se darán informaciones sobre la influencia que esta situación puede tener en los valores medidos.

Observación 1.- A título informativo, en los Anexos 1, 2, 3 y 4 se describen métodos para determinar, a base de medidas objetivas, magnitudes

análogas al equivalente de referencia. En los Anexos 27 a 29 de la 2.ª parte del Tomo V del Libro Rojo (véanse las ediciones francesa o inglesa) se describen aparatos para medir objetivamente los equivalentes de referencia utilizados, respectivamente, por las Administraciones de Francia, República Federal de Alemania y Suiza. En el Anexo H (2.ª parte del Tomo V bis del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa) se describe el telefonómetro portátil empleado por la Administración checoeslovaca.

Observación 2.- En el Anexo 5 se describe el método estudiado por la Administración de la República Federal de Alemania para determinar la atenuación de imagen de cápsulas microfónicas y receptoras; el Anexo 6 completa esta descripción.

Anexo 1

(a la Cuestión 15/XII)

Contribución de la American Telephone and Telegraph Company

(Véanse las páginas 720-727 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo)

Anexo 2

(a la Cuestión 15/XII)

Contribución de la Administración italiana al estudio de métodos objetivos de medida del equivalente de referencia

(Véanse las páginas 729-751 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo)

Anexo 3

(a la Cuestión 15/XII)

Función "intensidad sonora" y cálculo de equivalentes relativos para la lengua japonesa

(Nota de la Administración de teléfonos del Japón)

(Véanse las páginas 752-799 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo

Anexo 4

(a la Cuestión 15/XII)

Contribución de la Administración francesa

(Véanse las páginas 801-804 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo)

Anexo 5

(a la Cuestión 15/XII)

Atenuación de imagen de cápsulas microfónicas y receptoras

(Véanse las páginas 804-829 de los Tomos V y V bis del Libro Rojo)

Anexo 6

(a la Cuestión 15/XII)

Medición de índices basados en la intensidad sonora

(Contribución de la Administración de la República Federal de Alemania)

En una comunicación telefónica, el micrófono y el receptor son los elementos terminales de una cadena de cuadripolos eléctricos compuesta de circuitos y de equipos de conmutación. Para la planificación y medida de los elementos eléctricos se toman como base las atenuaciones características de la teoría de los cuadripolos.

Para determinar la transducción electroacústica por el aparato telefónico, se ha introducido la noción de equivalente de referencia, que resulta de comparar pruebas al oído del aparato telefónico con un sistema de referencia empleado como sistema patrón normal, cuando se transmite la palabra. Anteriormente, el sistema de referencia era el llamado SFERT. Hace algún tiempo fue sustituido por el sistema NOSFER, equivalente desde el punto de vista de la técnica de la transmisión. Mientras que la atenuación de imagen es una medida abstracta y objetiva, el equivalente de referencia es una medida relativa y subjetiva, determinada por comparación en pruebas con la voz y el oído, efectuadas por varias personas en el sistema de referencia.

En otra ocasión se indicó ya un método mediante el cual puede determinarse la atenuación de imagen de un transductor [1]. De igual modo que para los cuadripolos eléctricos, se puede definir para los

transductores un exponente de transferencia electroacústica a partir de la relación existente entre la potencia aplicada y la potencia absorbida, pero para el transductor las potencias tienen formas diferentes. Se componen, en especial, de energía eléctrica o acústica.

Supongamos que en el lado eléctrico del transductor, U es la tensión en voltios, J la corriente en amperios y Z = U/J la impedancia eléctrica en ohmios y que, en el lado acústico del transductor, p es la presión acústica en N/m^2 = 10 µbares, q el flujo acústico en m^3/s = 10^6 cm^3/s, y Z_a = p/q la impedancia acústica en nuevos ohmios acústicos (Ω^X) = 10^5 antiguos ohmios acústicos (Ω). El exponente de transferencia (de imagen) g = a + jb, en donde a es la atenuación (de imagen) y b el desfasaje (de imagen), es entonces el logaritmo de la relación entre la potencia eléctrica UJ y la potencia acústica pq.

De donde tendremos para el receptor $e^{2g} = \frac{UJ}{pq} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e}$;

y para el micrófono $e^{2g'} = \frac{p'q'}{U'J'} = \frac{p'^2}{U'^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_a}$.

En general, sólo la atenuación a tiene interés; se produce únicamente cuando se consideran sólo los módulos de magnitudes U, p y Z. La atenuación a, en decibelios, la da la relación

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e} .$$

La atenuación a depende, pues,no sólo del factor de transferencia U/p, sino también de la relación entre la impedancia acústica y la impedancia eléctrica. Por lo tanto, dos transductores que tengan el mismo factor de transferencia, pero impedancias distintas, pueden tener atenuaciones electroacústicas diferentes.

Para determinar la atenuación de un sistema de referencia, no basta, pues,fijar el factor de transferencia (según el método del termofono o de Rayleigh), sino que también debe fijarse la impedancia acústica.

En cambio, si además del factor de transferencia y de la impedancia eléctrica se conoce también la impedancia acústica, se puede calcular la atenuación a a partir de la relación antes indicada. A decir verdad, hay que señalar que en las frecuencias más elevadas puede haber una diferencia calculable [2] entre la presión acústica a la entrada y la presión en la membrana del micrófono cuando la distancia es importante con relación a la longitud de onda. Sin embargo, para simplificar, no se

tiene en cuenta esta diferencia en las consideraciones que siguen. Los valores de atenuación calculados pueden verificarse experimentalmente montando acústicamente en cascada dos transductores idénticos y formando así un cuadripolo eléctrico cuya atenuación de imagen puede medirse. Esta atenuación electroacústica es igual a la mitad de la atenuación de imagen medida. Como se demostrará en una contribución ulterior, el valor experimental concuerda muy bien con el valor de atenuación calculado.

Con los sistemas de referencia SFERT y NOSFER, no se conocen las impedancias acústicas; en cambio, al calibrar el aparato de medida objetiva del equivalente de referencia, se conectan al micrófono de medida impedancias acústicas determinadas. El micrófono está provisto de la embocadura microfónica SFERT para la transmisión y del acoplador (según BRAUN) para la recepción. La impedancia acústica del acoplador se ha medido en el Laboratorio del C.C.I.T.T. [3]. La impedancia acústica de la embocadura del micrófono del SFERT puede calcularse a base de sus dimensiones. Es, pues, posible calcular la atenuación electroacústica para el equivalente de referencia cero. Para la recepción es válida la siguiente relación:

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e},$$

en donde U = 0,285 V, p = 1,6 N/m^2, Z_e = 600 ohmios. Se halla así

$$10^{\frac{a}{10}} = 5{,}23\, Z_a \cdot 10^{-5}$$

En el Cuadro 1 se agrupan los valores para las diferentes frecuencias.

Cuadro 1

f (Hz)	300	600	800	1000	1500	2000	2400	3000	3600
$Z_a \cdot 10^{-5}$	173	80	58,9	44,8	23	17,3	17,4	14,3	26,1
a (dB)	29,5	26,2	24,9	23,7	20,8	19,6	19,6	18,8	21,3

Para 800 Hz, a $\approx$ 25 dB.

Para la transmisión es válida la siguiente relación: $10^{\frac{a'}{10}} = \frac{p^2}{U^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_a}$,

en donde p = 1,07 N/m^2, U = 0,285 V, Z_e = 600 ohmios. Para la presión barométrica P = 760 mm de mercurio = $1{,}013 \cdot 10^5$ N/m^2, K = 1,4 y con el volumen de la embocadura de micrófono,

$V = \pi^{\circ} \cdot 2{,}14^2 \cdot 1{,}4 = 20{,}3$ cm^3, se obtiene Z_a a partir de la relación simplificada

$$Z_a = \frac{K}{\omega}\frac{P}{V} = \frac{1{,}42 \cdot 10^5}{2\pi f \cdot 20{,}3 \cdot 10^{-6}} = \frac{1{,}1 \cdot 10^6}{f_{kHz}} .$$

De esta forma se halla $10^{\frac{a'}{10}} = 0{,}776 \cdot 10^{-2}$ (f en kHz)

Los valores calculados se han agrupado en el Cuadro 2.

Cuadro 2

f (Hz)	300	600	800	1000	1500	2000	2400	3000	3600
a' (dB)	-26,3	-23,3	-22,1	-21,1	-19,3	-18,1	-17,3	-16,3	-15,5

Para 800 Hz, a' = -22 dB.

El equivalente de referencia de los aparatos telefónicos modernos es negativo, es decir que la atenuación electroacústica es menor que 25 ó -22 dB. Sin el montaje del aparato, la atenuación electroacústica de un micrófono sensible puede sólo reducirse por debajo de -35 dB, y la

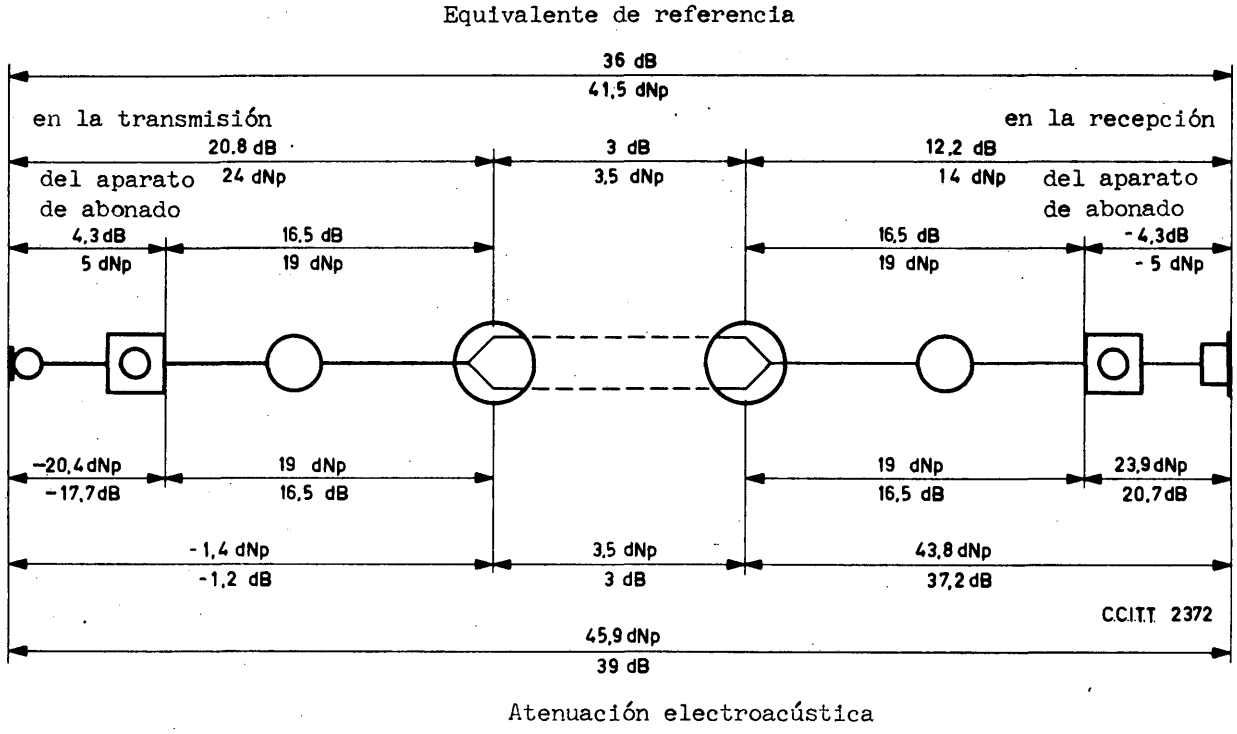


Figura 1.- Distribución de los equivalentes de referencia y de las atenuaciones electroacústicas

de un receptor por debajo de 20 dB. El signo menos para la atenuación electroacústica significa, en vez de una atenuación, una ganancia electroacústica, lo que corresponde también a la realidad física, pero no aparece en la noción de "equivalente de referencia en la transmisión". Con la ganancia o la atenuación electroacústica, el plan de atenuaciones puede ajustarse al modo de designación usual en la técnica de las líneas. Dado que el equivalente de referencia en la transmisión resulta de sumar 22 dB o 25 dNp a la atenuación electroacústica, y el equivalente de referencia en la recepción de restar 25 dB (29,8 dNp) a la atenuación electroacústica, queda garantizada la correspondencia en la fijación de la distribución de la atenuación de referencia. La Figura 1 muestra el plan de atenuación de una comunicación internacional establecida entre dos aparatos telefónicos con un equivalente de referencia en la transmisión de +5 dNp, y un equivalente de referencia en la recepción de -5 dNp. Al equivalente de referencia en la transmisión de +5 dNp (4,3 dB) corresponde una atenuación electroacústica de -20,4 dNp (-17,7 dB), es decir, una ganancia, y al equivalente de referencia en la recepción de -5 dNp (-4,3 dB) una atenuación electroacústica de 23,8 dNp (20,7 dB).

Puede, pues, determinarse en principio la transferencia electroacústica de un aparato telefónico por la noción de atenuación electroacústica. Las impedancias terminales eléctricas y acústicas necesarias para esta determinación se elegirán tal como se presentan por término medio en la transmisión telefónica. En la técnica de las líneas para medir el equivalente, suele tomarse como base una resistencia Z_e = 600 ohmios $< 0°$ como impedancia terminal. Se puede concebir fácilmente que se tome también este valor como fase para la impedancia eléctrica para determinar la atenuación electroacústica, como es también el caso para la medición del equivalente de referencia, aunque la impedancia de las líneas de abonado difiera en la mayoría de los casos.

Al emplear en la práctica el aparato telefónico, el receptor termina en la impedancia acústica del oído. La C.E.I. ha normalizado ya la impedancia acústica del oído [4] y para este uso se ha indicado un acoplador que sólo simula exactamente la impedancia de entrada del oído. Se ha abandonado aquí el principio de la sencillez aplicada en la técnica de las líneas al elegirse la resistencia eléctrica de 600 ohmios; una simple capacidad acústica bastaría también para determinar la atenuación electroacústica. Se demuestra este hecho por comparación de las atenuaciones electroacústicas que resultan de valores de impedancia acústica diferentes entre el acoplador del aparato de medida objetiva del equivalente de referencia y el acoplador de la C.E.I. La diferencia de atenuación para las bajas frecuencias es inferior a 1 decibelio. Generalmente, la impedancia eléctrica de entrada, necesaria para determinar la atenuación electroacústica en la recepción, es conocida y puede medirse también de una manera sencilla. Dado que la potencia eléctrica absorbida

por el transductor depende además de la resistencia interna del generador y, por lo tanto, de la resistencia de la línea de abonado, es conveniente alimentar el aparato telefónico mediante un generador con una resistencia interna Z_e = 600 ohmios y una fuerza electromotriz U_o. La atenuación electroacústica a en la recepción es entonces la relación entre la potencia máxima que el generador puede entregar $\frac{U_o^2}{4Z_e}$, y la potencia suministrada al oído por la impedancia acústica Z_o, es decir $\frac{p^2}{Z_o}$. Esta relación es, pues,

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U_o^2}{p^2} \cdot \frac{Z_o}{4Z_e}$$

La impedancia acústica del micrófono que interviene en la atenuación electroacústica, en la transmisión, depende de la frecuencia y no se conoce. A ello se añade que las distancias entre la boca y la embocadura del micrófono varían según el microteléfono. Se concibe fácilmente el empleo, en lugar de un generador normal, de una boca artificial que simule la boca humana. Para calibrar la boca artificial es necesario disponer de una impedancia acústica graduada en forma de un micrófono normal. Se concibe también fácilmente el empleo con este fin de la misma impedancia acústica que para el oído artificial, porque la atenuación de toda la comunicación es igual a la relación entre las presiones acústicas. En general, las impedancias acústicas de las embocaduras de los micrófonos de los aparatos telefónicos son mucho menores.

La distancia entre la boca y el micrófono normal debiera ser la que resulte como término medio de las dimensiones de los microteléfonos modernos, a base de la posición de la boca fijada para la determinación de las A.E.N. La Figura 2 muestra la posición de las embocaduras del micrófono en numerosos microteléfonos modernos. El contorno del micrófono normal debiera corresponder a las dimensiones de la embocadura de micrófono de un microteléfono. En la práctica, el acoplador de la C.E.I. cumple esta condición.

Es útil definir la atenuación electroacústica a' en la transmisión como la relación entre la potencia acústica recibida por el micrófono normal empleando la boca artificial $\frac{p'^2}{Z_o}$ y la potencia eléctrica $\frac{U^2}{Z_e}$ suministrada a la resistencia terminal eléctrica Z_e = 600 ohmios; esta relación es pues

$$10^{\frac{a'}{10}} = \frac{p'^2}{U^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_o} .$$

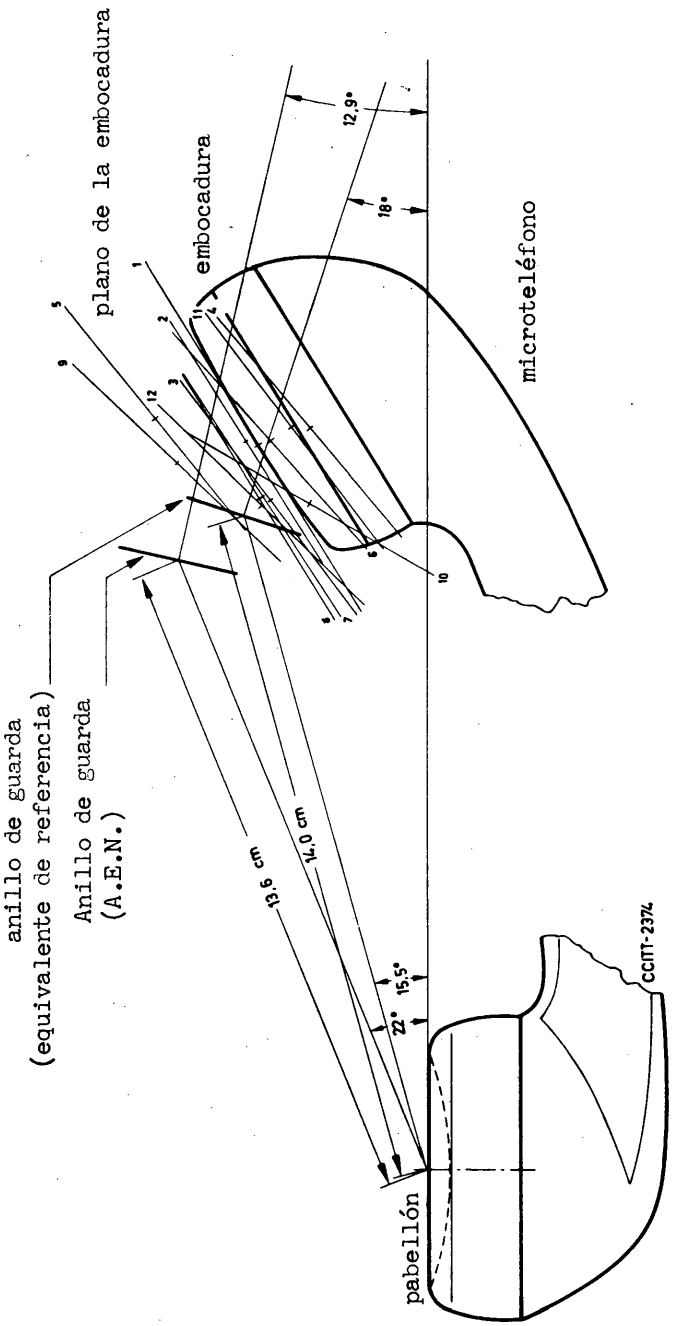


Figura 2.- Posición de las embocaduras

Las relaciones indicadas para a y a' determinan sin equívoco la atenuación electroacústica de un aparato telefónico en la recepción y en la transmisión. La fuerza electromotriz U_o y la presión acústica p' deben elegirse de forma que correspondan poco más o menos a los valores que se presentan en el aparato telefónico, esto es:

$$\frac{U_o}{2} \approx 0{,}285 \text{ V} \quad \text{y} \quad p' \approx 1 \text{ N/m}^2.$$

La palabra es una mezcla de frecuencias que el oído no percibe como valor efectivo, sino según una ley cuadrática. Para una indicación de la atenuación media válida para la transmisión de la palabra, hay que considerar, pues, el espectro de la palabra y la ley válida para la adición de potencia sonora con el exponente normalizado 0,6. La simulación del espectro de la palabra y la de la relación de potencia sonora son relativamente fáciles de conseguir si se utiliza en sustitución de la palabra un aullido cuya frecuencia varíe más o menos logarítmicamente con una amplitud constante. Se pueden así registrar directamente las características de frecuencia de un aparato telefónico.

Los principios conexos pueden determinarse combinando un micrófono normal y un receptor moderno y haciendo variar la banda transmitida mediante la inserción de diferentes filtros de paso bajo y de paso alto. Se han realizado ya mediciones análogas [5]. Sus resultados se han tenido en cuenta en el O.B.D.M.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 804-829, Anexo 5 a la Cuestión 15/XII.

[2] BRAUN, K.: N.T.Z. 1964, págs. 191-196; 230-236.

[3] Informe técnico N.° 315 del Laboratorio del C.C.I.T.T., pág. 26.

[4] Véase la Recomendación P.51 en la 1.ª Parte de la presente obra.

[5] BRAUN, K.: T.F.T. 1939, págs. 311-318.

Anexo 7

(a la Cuestión 15/XII)

Consideraciones sobre la elección de un método de medida de índices basados en la intensidad sonora

Observación.- Este texto está basado en las informaciones contenidas en los documentos siguientes (periodo 1964-1968):

COM XII - N.° 71, Anexo 2 a la respuesta al punto D (página 15) (nota presentada por la Administración del Reino Unido y la Sociedad L.M. Ericsson),

COM XII - N.° 91, página 2 (contribución de la Administración australiana).

Para elegir y normalizar un método de medida de índices basados en la intensidad sonora, conviene prestar particular atención a las características deseables que se enumeran a continuación.

1. Característica eficacia/frecuencia del sistema de referencia

El sistema de referencia (o, en el caso de un método de medida objetiva, el dispositivo de medida) ha de ser tal que garantice que al medirse índices en la transmisión o en la recepción, no se concederá excesiva importancia a elementos particulares de la banda de frecuencias normalmente transmitida por los canales telefónicos y se excluirán las componentes situadas fuera de esa banda.

2. Distancia entre los labios y el micrófono del sistema de referencia

La distancia entre los labios de la persona que habla y el micrófono (o, en el caso de un método de medida objetiva, entre la boca artificial y el punto en que se fije la presión acústica de referencia) ha de ser tal que, por un lado, las ligeras inexactitudes de posición no revistan importancia y, por otro, el medio acústico ejerza sólo una leve influencia.

3. Especificación del sistema de referencia

Una vez fijadas, en principio, las características particulares del sistema de referencia, interesa definirlas con suficiente detalle para que puedan constituirse sin ambigüedad sistemas concretos. Conviene utilizar elementos electroacústicos fáciles de encontrar y, de preferencia, habrán de poder respetarse las condiciones especificadas utilizando

elementos de diferentes constructores, cuyas líneas exteriores sean ligeramente distintas. En la medida de lo posible, las disposiciones relativas al calibrado deberán basarse en métodos y en un equipo de medida que haya sido objeto de normalización internacional (bocas y oídos artificiales, por ejemplo). El tipo de auriculares y, en su caso, de los elementos de caucho asociados, deberán elegirse de suerte que se limite en lo posible toda variabilidad cuando se utilizan con oídos humanos. Conviene asegurarse asimismo de que el método de calibrado del receptor indica la misma eficacia con oídos artificiales que con oídos humanos.

4. Potencia vocal, lenguaje y pronunciación

La potencia vocal debiera elegirse teniendo debidamente en cuenta la necesidad de que las personas que hablan mantengan un nivel constante durante largos periodos. Las palabras y los sonidos utilizados deben convenir a personas de distinto idioma materno y deberá precisarse la pronunciación.

5. Distancia entre los labios de la persona que habla y el microteléfono medido

Al medir un microteléfono, la distancia de conversación debe convenir a las condiciones de empleo de los microteléfonos modernos. En particular, esta distancia debe ser más o menos la normalmente observada por los usuarios en una conferencia ordinaria.

6. Método utilizado para sujetar el microteléfono

Conviene especificar la posición en que ha de mantenerse el microteléfono durante las pruebas para asegurarse de que los micrófonos de carbón se colocan en la posición correcta. La fijación mediante una mordaza a un soporte fijo asegura un control preciso, pero si se sujeta el microteléfono con la mano, puede evitarse o reducirse el empleo de métodos de acondicionamiento previo.

CUESTIÓN 16/XII - Mantenencia de los aparatos de abonado

(continuación de la Cuestión 25/XII, estudiada en 1964-1968; Cuestión África H planteada por la Comisión regional del Plan para África)

a) ¿Cómo debe organizarse un servicio satisfactorio de mantenencia de las líneas e instalaciones telefónicas, especialmente desde el punto de vista de la calidad telefonométrica: tipos de aparatos que han de utilizarse, posibilidad de realizar mediciones sencillas de telefonometría, en particular, eficacia de los sistemas transmisores (micrófonos comprendidos), mediciones de ruido en la líneas?

b) Definición de los métodos de medida.

Observación.- Las contribuciones al estudio de esta cuestión deberán someterse en forma de adiciones o modificaciones a la Recomendación P.81.

CUESTIÓN 17/XII - Aparatos telefónicos de altavoz

(continuación de la Cuestión 17/XII, estudiada en 1964-1968)

¿Qué condiciones deben reunir (desde el punto de vista de la transmisión telefónica) los aparatos telefónicos de abonado que puedan ser utilizados en conferencias internacionales, y que comprendan altavoces, o micrófonos del tipo de radiodifusión, asociados a amplificadores?

Observación 1.- En el Anexo 1, se enuncian los principios adoptados para el estudio de las condiciones que deben reunir los aparatos telefónicos de altavoz desde el punto de vista de la transmisión telefónica.

Observación 2.- Parece útil estudiar, en particular, los siguientes puntos:

1. Método que ha de recomendarse para medir la eficacia de un aparato telefónico de altavoz (en el Anexo 2, se describe un método empleado por la Administración del Reino Unido).

2. Influencia del ruido y del tiempo de reverberación en el local en que se encuentre el aparato de altavoz. ¿Conviene fijar, para estas magnitudes, límites pasados los cuales no debieran utilizarse ni el altavoz ni el micrófono del tipo de radiodifusión? En el Anexo 3, se hacen algunos comentarios al respecto.

Observación 3.- La Recomendación P.33 responde en parte a esta cuestión. La Comisión XII estima necesario acelerar los estudios, a fin de que pueda darse una respuesta definitiva a esta cuestión al final del periodo de estudios 1968-1972.

Con tal fin, se señala a la atención de las administraciones el método de medida de la eficacia de un aparato telefónico de altavoz descrito en el Anexo 2. Se invita a las administraciones a efectuar pruebas empleando este método u otros que puedan dar resultados comparables, por ejemplo, utilizando como sistema de referencia el NOSFER, en lugar del A.R.A.E.N. Es particularmente importante determinar el volumen transmitido en línea que corresponde a un valor determinado del índice de intensidad sonora en la transmisión, medido por este método.

Observación 4.- Los Anexos 4, 5 y 6 contienen información complementaria facilitada por las Administraciones de la República Federal de Alemania, de Suecia y de Polonia.

Anexo 1
(a la Cuestión 17/XII)

Principios adoptados para el estudio de las condiciones que deben reunir los aparatos telefónicos de altavoz desde el punto de vista de la transmisión telefónica

(Véanse los Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 862-864)

Anexo 2
(a la Cuestión 17/XII)

Método de medida de la eficacia de un aparato telefónico de altavoz

(Contribución de la Administración del Reino Unido)

La Administración del Reino Unido procede en la actualidad a estudios destinados a determinar las características de calidad de transmisión que deben poseer los buenos aparatos telefónicos de altavoz. Estos estudios se refieren a los elementos siguientes:

1. Potencia vocal utilizada cuando se habla ante un micrófono más alejado que el microteléfono normal. Se ha observado que los sujetos hablan algunos dB más alto.

2. Presión acústica preferida para la escucha de sonidos vocales reproducidas por un altavoz. Si la escucha está exenta de ruido ambiente, la presión acústica necesaria en el oído del sujeto es mucho menor (unos 20 dB) para la escucha con altavoz que para la escucha con receptor telefónico. En cambio, según las notas de opinión, la calidad de la escucha por altavoz disminuye mucho en presencia de un ruido ambiente de, por ejemplo, 50 dB. Además, no parece posible compensar esta disminución de la calidad con un aumento de la presión acústica que produciría únicamente la impresión de que se habla demasiado fuerte.

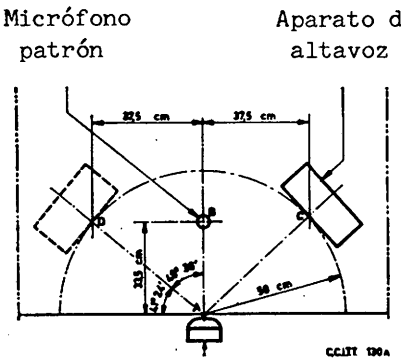
3. Se está estudiando también la forma que debiera tener la característica de eficacia global aire-aire en función de la frecuencia. Esta forma no es forzosamente la de una curva de respuesta plana; parece preferible un aumento de unos 6 a 8 dB por octava de 200 a 3200 Hz, aunque quizá no sea lo ideal. Parece conveniente tener en cuenta esta forma en el sistema transmisor y dejar el sistema receptor sensiblemente plano. Con las formas corrientes de respuesta en frecuencia de los microteléfonos modernos, se asegurará así un funcionamiento satisfactorio.

Si las conclusiones preliminares indicadas en los puntos 1 y 2 se confirman, no habrá que tratar de obtener, ni en la transmisión ni en la recepción, eficacias tan elevadas como las de los aparatos de microteléfono. Por otra parte, es sin duda imposible obtener tales eficacias con teléfonos de altavoz.

Actualmente se reúnen los resultados experimentales obtenidos con lo que se llama un "teléfono de altavoz patrón de trabajo". Compuesto de elementos de alta calidad, no comprende ningún dispositivo de conmutación accionado por la voz, pero posee una eficacia global suficiente gracias a micrófonos directivos y a un cuidado equilibrado.

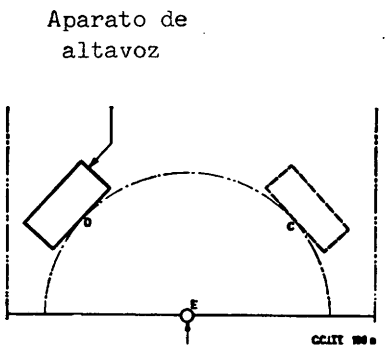
La eficacia en la transmisión y en la recepción, se mide y se expresa con relación a las partes correspondientes del A.R.A.E.N. (sin filtro). El principio es el siguiente:

Se utiliza una grabación de alta calidad. Para la transmisión, esta grabación se reproduce a partir de una boca artificial y la magnitud eléctrica a la salida de un teléfono de altavoz se compara con la de la parte transmisora del A.R.A.E.N., por medio de un volúmetro que mide el valor eficaz durante un lapso bastante largo (excluyendo las pausas). Para la recepción, la señal vocal se inyecta en los terminales de línea del aparato telefónico de altavoz y se compara la presión acústica en un punto definido, no demasiado alejado del altavoz, con la que se crearía en el oído de un oyente si se hubiese aplicado la misma magnitud eléctrica a la parte receptora del A.R.A.E.N. Las Figuras 1 y 2 muestran las posiciones y distancias que se han adoptado convencionalmente. Para medir la precisión acústica del aparato telefónico de altavoz, es práctico utilizar la parte transmisora del A.R.A.E.N. con un volúmetro vocal. Todas las medidas se hacen en una habitación normal, con los aparatos telefónicos de altavoz colocados sobre una mesa, a fin de que correspondan a las condiciones usuales de utilización.



Boca artificial

Figura 1.- Eficacia en la transmisión



Micrófono patrón

Figura 2.- Eficacia en la recepción

1. Todas las dimensiones se han tomado paralelamente a la superficie de la mesa.

2. La fuente puntual de la boca artificial, en A, se encuentra a la vertical del borde de la mesa, a 35 cm de altura con relación a ésta.

3. La altura de la pantalla acústica del micrófono patrón, en B o en E, es de 35 cm con relación a la mesa.

Seguidamente se exponen los resultados típicos de estas medidas:

Aparato telefónico de altavoz	Dispositivo de conmutación accionado por la voz	Eficacia en dB con relación al A.R.A.E.N.	
		En la transmisión	En la recepción 1)
A	No	-30,0	-12,2 a + 1,7
B	Sí	-19,0	-10,8 a + 6,9
C	Sí	-20,0	- 6,1 a + 1,1

1) Posiciones extremas del ajuste de ganancia, controlado directamente a mano por el usuario.

En el caso de aparatos de microteléfono sin líneas de abonado, las eficacias correspondientes, con relación a las partes transmisora y receptora del A.R.A.E.N. son aproximadamente de -9,5 dB en la transmisión y de +14,5 dB en la recepción. (Estos valores se han obtenido de una forma un poco diferente, y necesitan verificarse; sólo se dan a título de indicación aproximada.)

De cuanto antecede parece desprenderse que pueden especificarse valores deseables de eficacia en la transmisión y en la recepción con relación al A.R.A.E.N.

Anexo 3

(a la Cuestión 17/XII)

Influencia del ruido ambiente y del tiempo de reverberación en el local en que se encuentre el aparato de altavoz

I. Contribución de la Administración del Reino Unido

Presión acústica preferida para la escucha de sonidos vocales reproducidos por un altavoz.

Si la escucha está exenta de ruido ambiente, la presión acústica necesaria en el oído del sujeto es bastante menor (unos 20 dB) para la escucha por altavoz que para la escucha por el receptor telefónico. En cambio, según las notas de opinión, la calidad de la escucha por altavoz disminuye mucho en presencia de un ruido ambiente de, por ejemplo, 50 dB. Además, no parece posible compensar esta disminución de la calidad con un aumento de la presión acústica, que produciría únicamente la impresión de que se habla demasiado fuerte.

II. Contribución de la Administración de Suecia

Basándose en la experiencia adquirida con diversos tipos de aparatos telefónicos de altavoz, la Administración sueca estima que debería prestarse especial atención a la influencia del ruido ambiente sobre los aparatos de altavoz de conmutación controlada por corrientes vocales. Para reducir esta influencia, el aparato debe diseñarse de modo que su efecto directivo haga resaltar la voz del abonado que habla; de otro modo, el ruido ambiente causará bloqueos inútiles.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

III. Contribución de la American Telephone and Telegraph Company

La American Telephone and Telegraph Company no estima necesario modificar las líneas de abonado o cualquier otra instalación de la red ordinaria con conmutación para adaptarlas a las condiciones requeridas por los aparatos telefónicos de altavoz (que permiten hablar y escuchar a distancia). Por ello, el objetivo que hay que lograr es que esos aparatos aseguren la misma calidad de transmisión y respondan a las mismas condiciones de impedancia que los aparatos telefónicos de mesa utilizados por el Bell System.

Ahora bien, las primeras instalaciones de altavoz del Bell System no podían satisfacer estas condiciones. En efecto, en esas instalaciones se empleaban dispositivos fijos de amplificación, tanto en la parte transmisora como en la parte receptora del aparato telefónico, a fin de compensar las atenuaciones del micrófono y del altavoz debidas a la distancia. Se ha comprobado que no era posible lograr, para toda la gama de impedancias del material empleado en las líneas de abonado, una atenuación de equilibrado que permitiera compensar enteramente estas atenuaciones sin crear una condición de oscilación, o próxima a ella, a través del espacio aéreo que acopla el micrófono al altavoz. La transmisión con aparatos de este tipo, situados en locales que reúnan condiciones favorables, sería satisfactoria para un 10-15% de las líneas de abonado del Bell System.

Estas insuficiencias, debidamente comprobadas, han llevado a diseñar un aparato mucho más perfecto, fundado en el principio de una ganancia conmutada. (El aparato telefónico de altavoz de ganancia conmutada y los principios en que se basa su diseño se describe en las referencia bibliográficas /1/ y /2/.) Este nuevo modelo de aparato ha demostrado ser muy satisfactorio y ha sustituido a casi todos los aparatos telefónicos de altavoz del tipo anterior. En el nuevo aparato, la amplificación es conmutada por la voz, en la parte receptora para las corrientes vocales recibidas, y en la parte transmisora para las corrientes vocales emitidas. La amplificación en la parte receptora está controlada por el usuario del aparato telefónico de altavoz, pero la ganancia total del circuito en bucle, por los canales de transmisión, de recepción y el transformador diferencial, así como por los canales aéreos de acoplamiento, no puede alcanzar, en ningún caso, un valor suficiente para crear una condición de oscilación o que se aproxime a ella. Se estima que, en un local que reúna condiciones favorables, este nuevo modelo de aparato telefónico de altavoz permitirá una transmisión satisfactoria para más del 90% de las líneas de abonado del Bell System.

Es evidente que, cualquiera que sea el aparato utilizado para hablar de lejos, la transmisión será menos satisfactoria que en el caso de un aparato para hablar de cerca, en locales con reverberación elevada.

Análogamente, un ruido ambiente elevado tendrá un efecto desfavorable más pronunciado en la transmisión hacia un aparato telefónico de altavoz que en el caso de un aparato telefónico de mesa, ya que, en los niveles de utilización práctica del altavoz, el ruido afectará más a los sonidos vocales recibidos. Por ello, los aparatos de altavoz se instalan en la medida de lo posible, únicamente en locales caracterizados por condiciones favorables de ruido y de reverberación, por ejemplo, despachos de empleados superiores o de categoría media, o locales residenciales. Se enseña a los usuarios a hablar a una distancia razonable del micrófono (unos 60 cm, como máximo) para obtener la mejor calidad posible. Además, se prevé un aparato telefónico de mesa como complemento del aparato de altavoz, a fin de dar a las conferencias, en caso necesario, un carácter más privado, o para hacer frente a cualesquiera condiciones desfavorables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BUSALA, A.: Fundamental Considerations in the Design of a Voice-Switched Speakerphone, B.S.T.J., Vol. 39, pág. 265.

[2] CLEMENCY, W.F. y GOODALE, W.D., hijo: Functional Design of a Voice-Switched Speakerphone, B.S.T.J., Vol. 40, pág. 649.

Anexo 4

(a la Cuestión 17/XII)

Contribución de la Administración de la República Federal de Alemania

(Véanse los Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 871-873)

Anexo 5

(a la Cuestión 17/XII)

Contribución de la Administración sueca

(Véanse los Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 873-877)

Anexo 6

(a la Cuestión 17/XII)

Contribución de la Administración polaca

(Véanse los Tomos V y V bis del Libro Rojo, págs. 877-881)

CUESTIÓN 18/XII - Estudio de las implicaciones de la fonética española en los sistemas de telecomunicaciones

(continuación de la Cuestión 28/XII, estudiada en 1964/1968)

Estudio de las implicaciones de la fonética española en los sistemas de telecomunicaciones:

a) Datos estadísticos

b) Nitidez para las frases, palabras y sonidos en los circuitos telefónicos[1)]

c) Relación entre nitidez e índices de intensidad sonora.

CUESTIÓN 19/XII - Variación de la impedancia de las líneas y aparatos de abonado

(continuación de la Cuestión 19/XII, estudiada en 1964/1968)

(cuestión documental)

a) ¿Cuál es la gama de variación de las impedancias de las líneas y de los aparatos telefónicos de abonado medidas, por un lado, en el extremo del sistema local y, por otro, en el centro primario?

¿Cuáles son las gamas de variación correspondientes de la atenuación de equilibrado medida con relación a una impedancia puramente resistiva de 600 ohmios, o a cualquier otra impedancia de valor fijo, utilizada como circuito equilibrador en los equipos de terminación?

b) ¿Qué métodos pueden emplearse en los proyectos de construcción de aparatos telefónicos, líneas de abonado y puentes de alimentación para reducir la amplitud de estas variaciones?

Observación.- En estos estudios, convendría prestar atención a la atenuación de equilibrado desde el punto de vista del eco y de la estabilidad.

---

1) Véase el estudio publicado en el Libro Verde del C.C.I.F. (París, 1928, páginas 139 a 171), derivado del artículo siguiente:

COLLARD, J.: "A theoretical study of the articulation and intelligibility of a telephone circuit. Electrical Communications, Vol. 7, página 168, enero de 1929.

Cuestiones - Comisión XII

CUESTIÓN 20/XII - Palabra sintética y sistema de compresión de frecuencia

(continuación de la Cuestión 20/XII, estudiada en 1964-1968)

a) ¿Qué grado de calidad de la palabra sintética se puede obtener en la actualidad?

Observación.- La palabra sintética se define como un conjunto de corrientes análogas a las corrientes vocales, producidas por un sistema de generadores accionados, a su vez, por señales transmitidas según un código adecuado.

b) ¿Qué calidad tiene la palabra transmitida por un canal en que la banda de frecuencias está comprimida?

Observación.- Se ruega a las administraciones que describan los principios de funcionamiento del sistema cuya calidad se haya estudiado.

c) ¿En qué condiciones podrían utilizarse en la red telefónica internacional en un próximo futuro, sistemas del tipo indicado en los puntos a) y b)?

CUESTIÓN 21/XII - Calidad de transmisión de los sistemas de modulación por impulsos codificados

(continuación de la Cuestión 27/XII, estudiada en 1964-1968)

a) ¿Qué recomendación debería formular el C.C.I.T.T. a propósito de la norma de calidad de transmisión que conviene alcanzar en un solo enlace entre terminales de frecuencias vocales, realizado según los criterios técnicos usuales para un sistema de transmisión de modulación por impulsos codificados, teniendo en cuenta las condiciones en las que tal enlace puede formar parte de una conexión internacional?

b) Para que puedan recomendarse valores aceptables de los parámetros fundamentales que permitan un diseño económico, conviene evaluar -mediante las mismas unidades que en el método a que se alude en a)- los efectos de los diversos factores que contribuyen a la distorsión de cuantificación de un sistema ideal de modulación por impulsos codificados, por ejemplo, el corte de las crestas y el corte central.

c) Como todo sistema de modulación por impulsos codificados de concepción económica puede estar sujeto a otras formas de reducción de la calidad de transmisión, debidas especialmente a los errores de transmisión, a las imprecisiones de la cuantificación, a la dificultad de sincronización, a la inestabilidad, etc., ¿de qué manera conviene medir tales sistemas en condiciones normales de explotación para asegurarse de que responden a las exigencias de calidad a que se alude en la parte a) de esta cuestión?

Observación.- Para el estudio de esta cuestión, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en 1967, expuestos en el Anexo 1. En los Anexos 2, 3 y 4 se reproducen contribuciones comunicadas por la Comisión XV; en el Anexo 4 a la Cuestión 2/D y en sus apéndices (Tomo III del Libro Blanco) figuran otras informaciones.

Anexo 1
(a la Cuestión 21/XII)

Extractos del Informe de un Grupo de trabajo aprobado por la Comisión de estudio XII en octubre de 1967

El Grupo de trabajo ha aceptado una nueva subdivisión de esta cuestión; los progresos que ha realizado son los siguientes:

Parte a): Norma de calidad de transmisión

La cuestión del establecimiento de una norma puede dividirse en cuatro elementos principales:

1) La escala de referencia

Es preciso disponer de una escala de referencia, fácilmente definible en términos físicos, para medir la calidad de transmisión de los sistemas M.I.C. Con este fin, se han utilizado dos escalas de referencia: un ruido aleatorio continuo y un ruido aleatorio proporcional a la amplitud instantánea de la señal.

Se ha decidido proponer el empleo de un ruido aleatorio proporcional a la amplitud instantánea de la señal a las administraciones que procedan a nuevas evaluaciones de calidad, a fin de disponer de una base común para la comparación de los resultados obtenidos.

2) El método de comparación

Para medir la calidad de un sistema M.I.C. se utiliza una escala de referencia y se compara el sistema con un dispositivo de referencia. Las administraciones han aplicado métodos de comparación basados en las pruebas de nitidez, en las pruebas de preferencia (comparaciones por pares o de tipo equilibrado) y en el análisis validado por pruebas de preferencia.

Aunque el método de comparación efectivamente aplicado pueda no tener un efecto notable sobre los resultados, el Grupo de trabajo sugiere que se emplee el método de pruebas de preferencia o el del análisis validado por pruebas de preferencia. Esto no significa que las mediciones de nitidez no sean apropiadas. Se trata, simplemente, de lograr una presentación más uniforme de los resultados a efectos de comparación.

3) El contexto

Para que tengan una significación, las evaluaciones de calidad de la modulación por impulsos codificados en comparación con el dispositivo de referencia han de efectuarse en el marco general de su aplicación a sistemas reales. El Grupo de trabajo ha definido cuatro comunicaciones de referencia apropiadas (véanse las Figuras 1 a 4).

Tres de estas comunicaciones de referencia comprenden cuatro sistemas M.I.C. en cascada; una comunicación de referencia comprende ocho sistemas M.I.C. en cascada. Estas comunicaciones tienen esencialmente por objeto permitir la evaluación de los efectos del proceso de modulación por impulsos codificados y se ha evitado crear condiciones que produzcan efectos de enmascaramiento.

Conviene observar que las comunicaciones de referencia propuestas sólo representan un comienzo y que no hay que considerarlas como definitivas. En particular, hay que tener en cuenta que puede presentarse una gama de niveles de sonidos vocales de -2 dBm a -22 dBm (potencia media para un interlocutor activo) en la entrada del primer sistema M.I.C. en el sentido de la transmisión. Naturalmente, esto no es compatible con un valor determinado del equivalente de referencia en la transmisión.

4) El valor normalizado

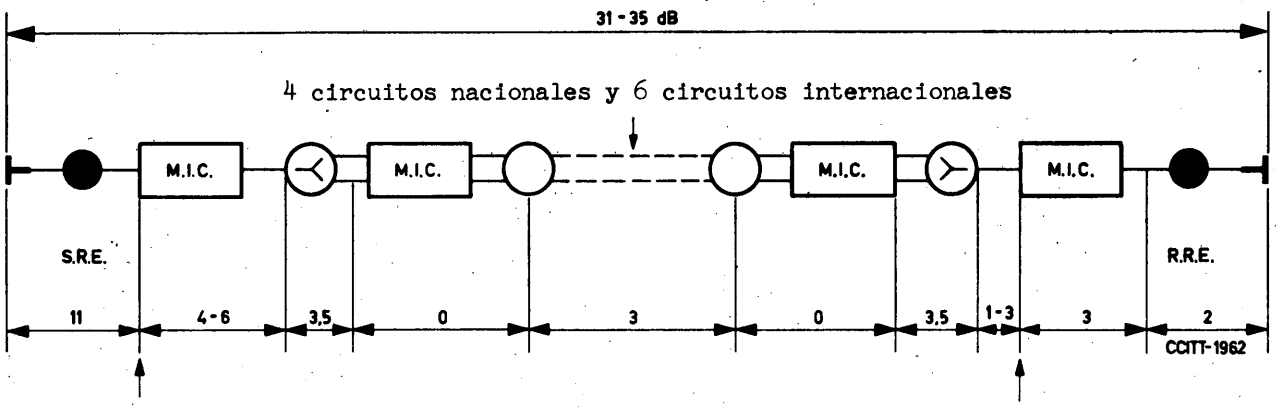
El valor de la magnitud de referencia que se considere aceptable en condiciones dadas debe basarse en pruebas subjetivas. Para ello, puede recurrirse a pruebas a base de opiniones, a mediciones de umbral, a comparaciones por pares con reducciones de calidad más corrientes, o a otros métodos.

La Administración del Reino Unido ha fijado un valor aceptable de 22 dB para la relación señal/ruido de la señal de referencia especial recomendada en el punto a) 1) precedente. Indica que la mitad de los observadores no puede detectar una distorsión de este nivel en una gama de niveles de escucha de -5 a -25 dBm (potencia media para un interlocutor activo) a la entrada de un sistema receptor cuyo equivalente de referencia es igual a cero.

Se invita a las administraciones a facilitar informaciones suplementarias de este tipo, a fin de que pueda determinarse este importante nexo entre las reducciones de calidad de los sistemas M.I.C. y otros objetivos de transmisión.

Parte b): Efectos de diversos factores

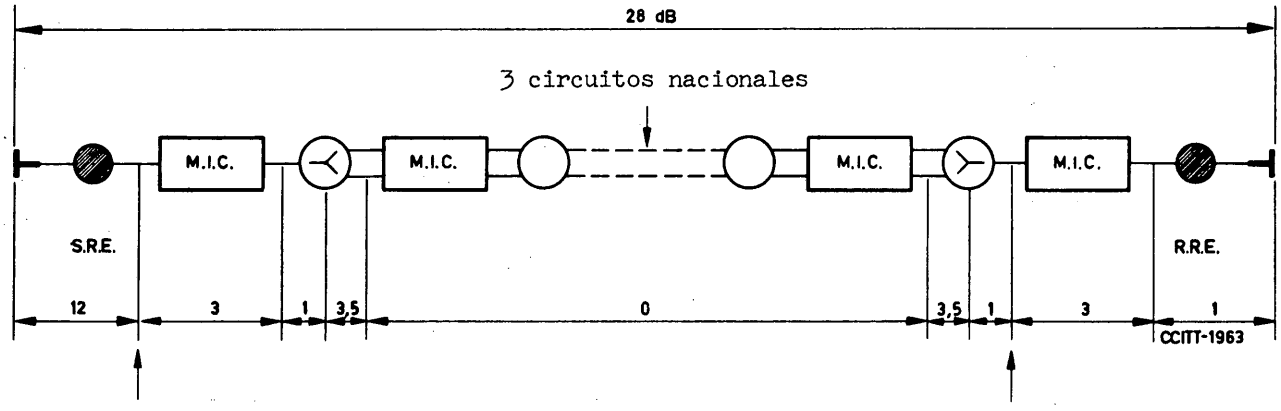
Si bien se han reunido hasta la fecha numerosísimas informaciones sobre los efectos de distintos factores M.I.C., es tal el número de



Hágase variar el equivalente de referencia en la transmisión para obtener una gama de potencias vocales comprendida entre -2 dBm y -22 dBm en este punto

El ruido proveniente de todas las fuentes (exceptuada la M.I.C.) hasta este punto se estima en -63 dBm

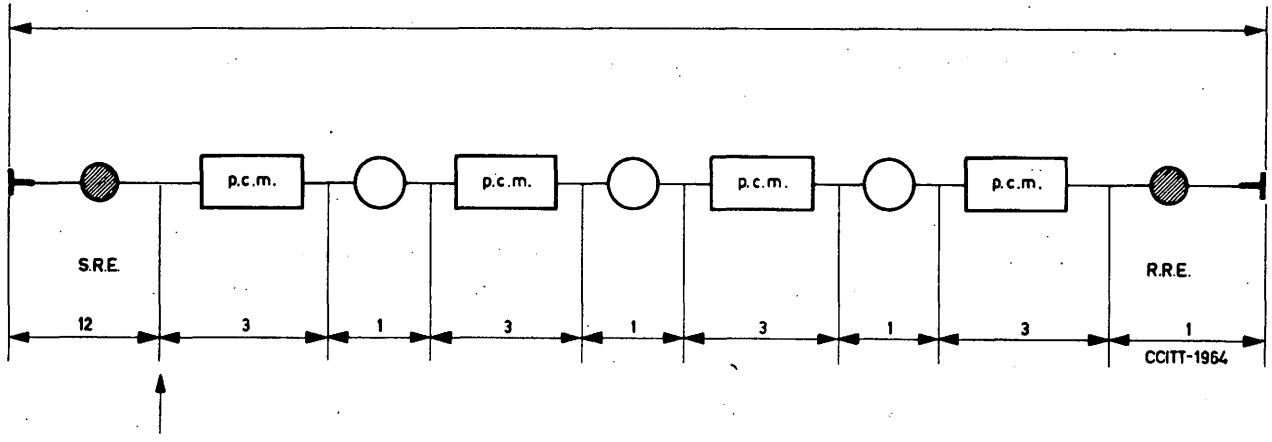
Figura 1.- Comunicación internacional de referencia de gran longitud con cuatro sistemas de modulación por impulsos codificados



Hágase variar el equivalente de referencia en la transmisión para obtener una gama de potencias vocales comprendida entre -2 dBm y -22 dBm en este punto

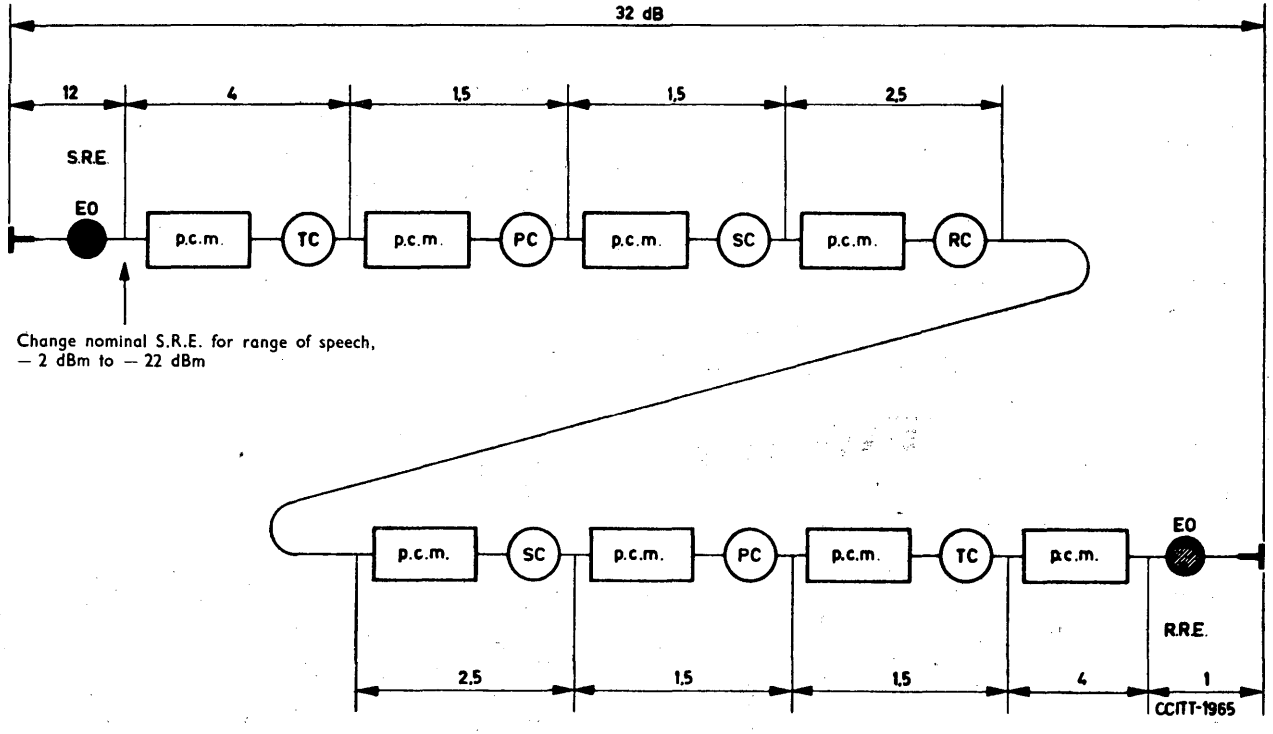
El ruido proveniente de todas las fuentes (exceptuada la M.I.C.) hasta este punto se estima en -63 dBm

Figura 2.- Comunicación nacional de referencia de gran longitud con cuatro sistemas de modulación por impulsos codificados



Hágase variar el equivalente de referencia en la transmisión para obtener una gama de potencias vocales comprendida entre -2 dBm y -22 dBm en este punto

Figura 3.- Comunicación de referencia de corta longitud en la que todos los circuitos se han establecido con sistemas M.I.C.



Hágase variar el equivalente de referencia en la transmisión para obtener una gama de potencias vocales comprendida entre -2 dBm y -22 dBm en este punto

Figura 4.- Comunicación de referencia de gran longitud en la que todos los circuitos se han establecido con sistemas M.I.C.

posibilidades y de métodos de evaluación utilizados, que no es posible proceder a comparaciones válidas. La Comisión de estudio XV ha llamado ahora la atención sobre ciertas características importantes de codificación/descodificación que conviene estudiar particularmente desde el punto de vista de la interconexión de sistemas de características diferentes. Se estima que, a este propósito, deben tomarse en consideración la interconexión directa y la interconexión con manipulación numérica apropiada. En el Cuadro 1 se resumen las características que han de tomarse en consideración.

Cuadro 1

	7 elementos binarios	8 elementos binarios
A = 87,6**	W 13 segmentos + 2 dBm0*	X 13 segmentos + 2 dBm0*
μ = 100**	Y Continuo + 3 dBm0*	Z 31 segmentos + 3 dBm0*

* Estos valores de sobrecarga han sido añadidos por el Grupo de trabajo para poder especificar las características de manera más completa.

** Las definiciones de las leyes de compresión y expansión designadas por A y μ son las siguientes:

Característica A

$$0 \leq v \leq V/A \quad y = \frac{Ax}{1 + \log A}$$

$$V/A \quad v \leq V \quad y = \frac{1 + \log (Ax)}{1 + \log A}$$

Característica μ

$$y = \frac{\log (1 + \mu x)}{\log (1 + \mu)}$$

En estas fórmulas: $x = v/V$

$y = i/B$

en donde v = valor instantáneo de la tensión de entrada;

V = tensión máxima para la que no hay limitación de cresta;

i = número del escalón de cuantificación a partir del centro de la gama;

B = número de escalones de cuantificación a uno y otro lado del centro de la gama.

Las características de supresión de los filtros M.I.C. deben indicarse en las informaciones que se suministren, pues pueden ejercer un efecto considerable en el funcionamiento de los enlaces M.I.C. en cascada.

Se procurará que los sistemas utilizados en estas evaluaciones tengan una calidad parecida a la que es inherente a estas características fundamentales de codificación-descodificación. En el Anexo 1 a la Cuestión 33/XV (Tomo III del Libro Azul) se enumeran los factores que afectan la calidad de los sistemas M.I.C. reales.

Observación.- Un Grupo de trabajo de la Comisión XV ha estimado que, además de las comunicaciones ficticias de referencia representadas en las Figuras 1, 2 y 3, convendría evaluar la calidad de las comunicaciones que comprendan más de cuatro sistemas M.I.C. de conformidad con el Cuadro 2. Este cuadro reproduce una serie de combinaciones posibles de los cuatro tipos de sistemas M.I.C. indicados en el Cuadro 1 que deben estudiarse actualmente. Si se aprueba esta proposición, la Figura 4 resultará inútil. En cualquier caso, los resultados obtenidos deberían compararse con aquellos de que ya dispone la Comisión XII acerca de comunicaciones de constitución análoga pero que comprenden solamente circuitos establecidos mediante sistemas de multiplaje por distribución de frecuencia.

Parte c): Métodos de medida en condiciones de explotación

Se han definido dos tipos de mediciones susceptibles de aplicarse a los sistemas M.I.C. en explotación, para asegurarse de que responden a las normas especificadas en la Parte a).

1) Capacidad de carga

Uno de los métodos propuestos consiste en determinar el momento en que un aumento de amplitud de la onda sinusoidal en la entrada produce un aumento que no llega a ser proporcional en la salida. Por ejemplo, la Administración británica considera que se cumple la condición de saturación de + 2 dBm0 "cuando una elevación del nivel de entrada de + 2 dBm0 a + 4 dBm0 produce en la salida una elevación de nivel comprendida entre 1 dB y 2 dB".

2) Distorsión de cuantificación

Se han establecido dos métodos para medir este efecto, a saber:

Cuadro 2

	Leyes de compresión similares	Mezclas de leyes de compresión
Figura 1	2Y + 4Z + F + F + 4Z + 2Y 2W + 4X + F + F + 4X + 2W 4Y + 2Z + F + F + 2Z + 4Y 4W + 2X + F + F + 2X + 4W 14W, 14X, 14Y, 14Z	4W + 2X + 2F + 2Z + 4Y 4W + 3X + 3Z + 4Y 7X + 7Z
Figura 2	7W, 7X, 7Y, 7Z 2W + 3X + 2W 2Y + 3Z + 2Y	NINGUNA
Figura 3	4W, 4X, 4Y, 4Z W + 2X + W Y + 2Z + Y	NINGUNA

F = Multiplaje por distribución de frecuencia

Onda sinusoidal: El sistema M.I.C. es excitado por una señal de frecuencia próxima a 1000 Hz, pero que no sea una subarmónica del índice de muestreo. Un aparato de medida suprime la señal de excitación y mide la distorsión contenida en el resto de la banda de frecuencias vocales.

Onda gaussiana: El sistema M.I.C. es excitado por una banda de ruido comprendida entre 450 y 550 Hz. Se miden los productos de distorsión presentes en la banda de frecuencias por encima de 850 Hz, y se introduce una corrección para la banda inferior a 850 Hz.

La Comisión de estudio XII no ha recibido informaciones sobre la relación existente entre estos tipos de mediciones y las normas de calidad de transmisión. Se ruega a las administraciones que faciliten datos apropiados, a fin de que pueda progresar el estudio de esta parte de la cuestión en las mismas condiciones que los estudios emprendidos en relación con las partes a) y b).

Anexo 2

(a la Cuestión 21/XII)

Aparato de referencia generador de ruido

(Contribución de la American Telephone and Telegraph Company)

El apéndice al presente anexo (sacado del Documento COM XII-N.° 84, de 24 de agosto de 1967) contiene la descripción de un aparato que produce un ruido que depende de la señal, destinado a ser utilizado en las pruebas subjetivas de los sistemas M.I.C. provistos de compresores-expansores. Se acaba de construir un aparato de la misma clase que está sometido a pruebas. A continuación se describe este aparato y se indica la forma en que se prevé su utilización.

La Figura 1 representa el esquema de principio del aparato. Su funcionamiento es idéntico al del aparato descrito en el apéndice. Las primeras pruebas en régimen sinusoidal indican que puede obtenerse una relación constante señal/ruido con una precisión de 0,5 dB en una gama de 40 dB, por lo menos.

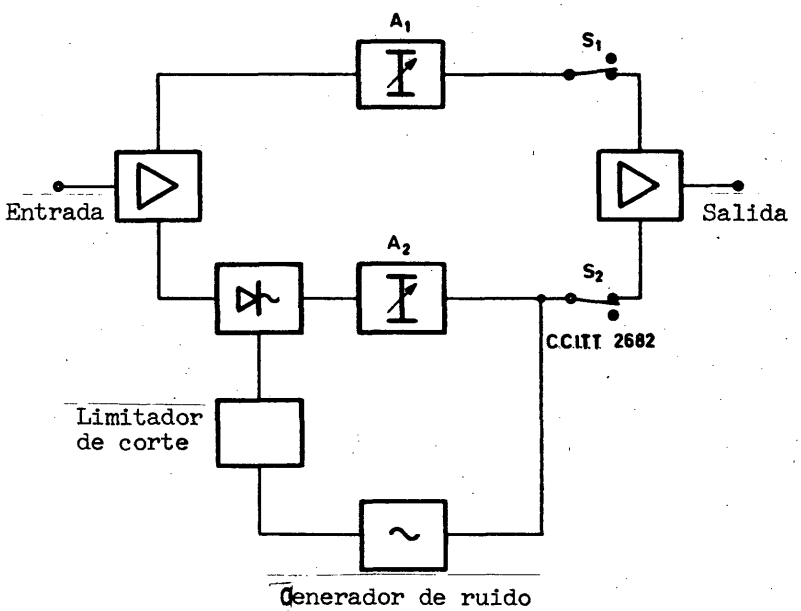


Figura 1.- Aparato de referencia para generar ruido

Para los ajustes y cuando se quiere hacer pruebas en tráfico real, el aparato se conecta al montaje diferencial por los bornes S1 y S2. Como es probable que para las pruebas subjetivas se utilicen aparatos de grabación en cinta con doble pista, éstos se conectarán a dichos bornes S1 y S2, y las salidas de los grabadores se pueden entonces combinar de acuerdo con las condiciones de medida, modificando la ganancia relativa del trayecto del ruido y el de la señal. En caso necesario se insertará una segunda fuente de ruido en el trayecto de ruido para representar éste en ausencia de señal.

Antes de efectuar las pruebas subjetivas habrá que medir las siguientes características del aparato:

1) gama dinámica;

2) distribución de amplitud y espectro de frecuencias de la señal de salida, siendo la señal de entrada un ruido uniforme o un ruido ponderado análogo a la voz;

3) respuesta en frecuencia.

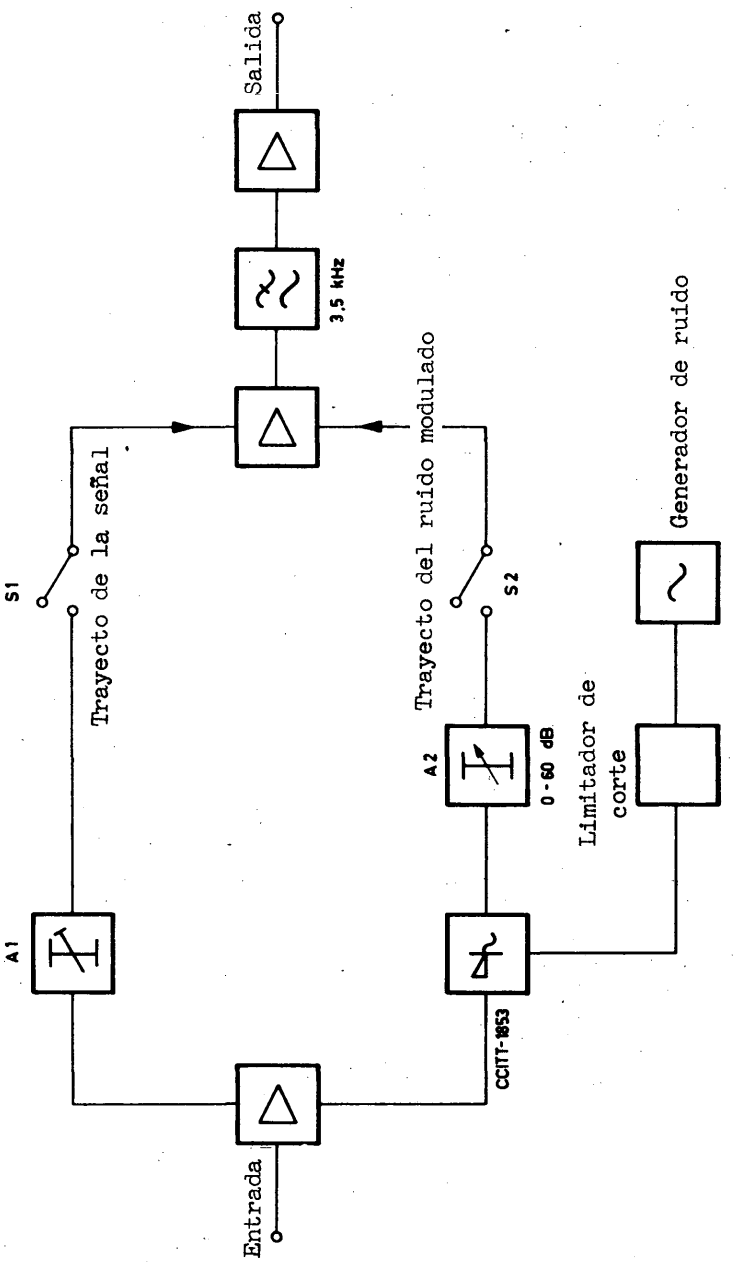


Figura 2.- Aparato de referencia para generar ruido modulado

Apéndice al Anexo 2

Descripción del aparato de referencia para generar ruido modulado que se utiliza en el Reino Unido

Se trata de un dispositivo que produce una distorsión análoga a la de un sistema M.I.C. que utilice una ley logarítmica de compresión-expansión; la relación de potencia señal/distorsión no varía en una gama extremamente amplia de amplitudes de la señal. El aparato admite a la entrada señales con un valor de cresta hasta de +6 dB con relación a 1 voltio eficaz; a la salida se tiene un nivel de ruido residual de -55 dBm. Las impedancias de entrada y de salida son de 600 ohmios. El aparato se alimenta con la red de distribución, está alojado en una caja cuyas dimensiones son 50 x 30 x 25 cm, y pesa unos 13,5 kg. La Figura 2 (véase la página anterior) representa el esquema de principio del aparato.

La señal de entrada se divide entre dos trayectos: uno que llega hasta la salida sin sufrir distorsión ("trayecto de la señal"), y otro que pasa por un modulador que invierte la polaridad de la señal en función de la polaridad de la señal de salida procedente de una fuente de ruido de banda ancha; este ruido hace de portadora y se inyecta a la entrada de un modulador anular. A la salida del modulador se tiene así una señal, cuya envolvente tiene una amplitud igual o proporcional a la de la señal vocal, pero desprovista absolutamente de inteligibilidad. Este "ruido modulado" se añade entonces a la señal sin distorsión, en una proporción que se puede hacer variar con un atenuador (A2) que está en el trayecto del ruido modulado. Esta combinación pasa después por un filtro que suprime los productos del ruido modulado cuya frecuencia cae fuera de la anchura de banda de la señal. El dispositivo se calibra de forma que, cuando el atenuador de ajuste A2 esté en 0 dB, la potencia media de salida producida por el ruido modulado sea igual a la potencia producida por la señal únicamente. Facilitan las operaciones el atenuador preajustado A1 y los conmutadores S1 y S2. El efecto que este proceso causa en los sonidos vocales es muy parecido al de la distorsión de cuantificación en un sistema M.I.C.

Anexo 3

(a la Cuestión 21/XII)

Estudio del funcionamiento de varios sistemas M.I.C. en cascada

(Contribución de Telettra Sp.A)

Introducción

En el presente anexo se estudia el problema del ruido objetivo que se produce a la salida de una cadena compuesta por varios sistemas M.I.C. a causa de la cuantificación de los distintos sistemas y de la eventual introducción de ruido térmico a lo largo de la cadena.

Este problema es extremadamente complejo, pero se puede simplificar si se admite que, en una sección cualquiera de la cadena, la distribución estadística del ruido es gaussiana, y que el ruido y la señal corresponden a procesos estadísticamente independientes.

Con esta hipótesis, el estudio del funcionamiento de la cadena total se reduce a determinar el ruido presente a la salida de un sistema único cuando a la entrada del sistema se aplica una señal con ruido gaussiano, que es independiente estadísticamente de la señal misma.

En el presente anexo se exponen y examinan los resultados numéricos obtenidos con un sistema único y varias leyes de cuantificación (al mismo tiempo que se estudia la validez de las hipótesis simplificadoras que se han hecho), y después se dan algunos ejemplos de cálculo del ruido a la salida de determinadas cadenas formadas por sistemas M.I.C.

Ganancia y relación señal/ruido de un sistema M.I.C. único que recibe a la entrada una señal con ruido.

Se ha calculado la atenuación Γ y la relación señal/ruido $\left(\frac{S}{R}\right)_o$ a la salida de un sistema M.I.C., suponiéndose que la señal de entrada es la suma de un proceso aleatorio $i(t)$ que tiene una función de densidad de probabilidad exponencial[1] y un ruido gaussiano $n_i(t)$ que es estadísticamente independiente de la señal.

---

1) Como se sabe, puede considerarse que una señal vocal representa un proceso aleatorio que se caracteriza por esta función de densidad de probabilidad.

Se han adoptado las siguientes definiciones[1]:

$$\Gamma = \frac{E(i^2)}{E(i \cdot u)} = \frac{1}{k_0} \qquad \left(\frac{S}{R}\right)_0 = \frac{1}{\dfrac{E(u^2)}{k_0^2 E(i^2)} - 1}$$

en donde E(x) es la esperanza matemática de la variable aleatoria x, y u(t) la señal de salida del sistema.

En la Figura 1 se indica la significación de los símbolos empleados.

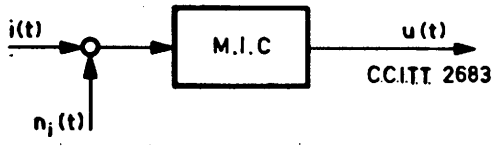


Figura 1

Las funciones de densidad de probabilidad de i y n_i son:

$$P_i(x) = \frac{1}{\sqrt{2}\,I} \exp\left(-\frac{\sqrt{2}}{I}|x|\right)$$

$$Pn_i(x) = \frac{1}{R\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2R^2}\right)$$

1) A. BELLMAN y F.VAGLIANI (Telettra Sp.A): "Quantizzazione ottimale nei sistemi p.c.m."; Alta Frequenza, N.° 10 volumen XXXVI, 1967, páginas 942-951.

Se tiene las expresiones siguientes para E(i . u) y $E(u^2)$:

$$E(i \cdot u) = -R\sqrt{\frac{2}{\pi}} \sum_{-N^k}^{+N} u_k (\Phi_{k+1} - \Phi_k); \qquad E(u^2 = \sum_{-N^k}^{+N} \frac{u_k^2}{2} (\Psi_{k+1} - \Psi_k)$$

donde:

$$\Phi_k = \exp\left(\frac{-i_k^2}{2R^2}\right) + \frac{\sqrt{\pi}}{4} \exp\left(\frac{R^2}{I^2}\right)\left\{\left(\frac{I}{R} - 2\frac{R}{I} - \sqrt{2}\frac{i_k}{R}\right)\exp\left(\sqrt{2}\frac{i_k}{I}\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{i_k}{\sqrt{2}R} + \frac{R}{I}\right)\right] + \left(\frac{I}{R} - 2\frac{R}{I} + \sqrt{2}\frac{i_k}{R}\right)\exp\left(-\sqrt{2}\frac{i_k}{I}\right)\left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{i_k}{\sqrt{2}R} - \frac{R}{I}\right)\right]\right\}\cdot$$

$$\Psi_k = \exp\left(\frac{R^2}{I^2} + \frac{i_k}{\sqrt{2}I}\right)\left[1 + \operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}R} - \frac{R}{I}\right)\right] - 2\operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}R}\right) +$$

$$+ \exp\left(\frac{R^2}{I^2} - \frac{i_k}{\sqrt{2}I}\right)\left[1 - \operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}R} + \frac{R}{I}\right)\right]$$

i_k y u_k son los niveles de decisión y de reconstitución, y 2 N-1 el número de escalones.

En las Figuras 2 y 3 se representan los resultados en forma de curvas de Γ y de $\left(\frac{S}{R}\right)_o$ a la salida de cada sistema, en función del nivel de la señal de entrada, para varios valores de la relación señal/ruido a la entrada $\left(\frac{S}{R}\right)_i = \frac{I^2}{R^2}$.

La Figura 2 corresponde a una ley de cuantificación logarítmica cuya representación aproximada se obtiene por 13 segmentos (A = 87,6) y 127 escalones de cuantificación; la Figura 3 se refiere a una ley de cuantificación hiperbólica (h = 20) con 127 escalones.

Al realizar los cálculos se observa que, en cada caso y en todas las condiciones consideradas, la potencia de ruido resultante es aproximadamente igual a la suma de la potencia de ruido de cuantificación que se tendría sin ruido a la entrada, y la potencia de ruido a la entrada. Así, pues, la transformación representada en la Figura 4 puede considerarse

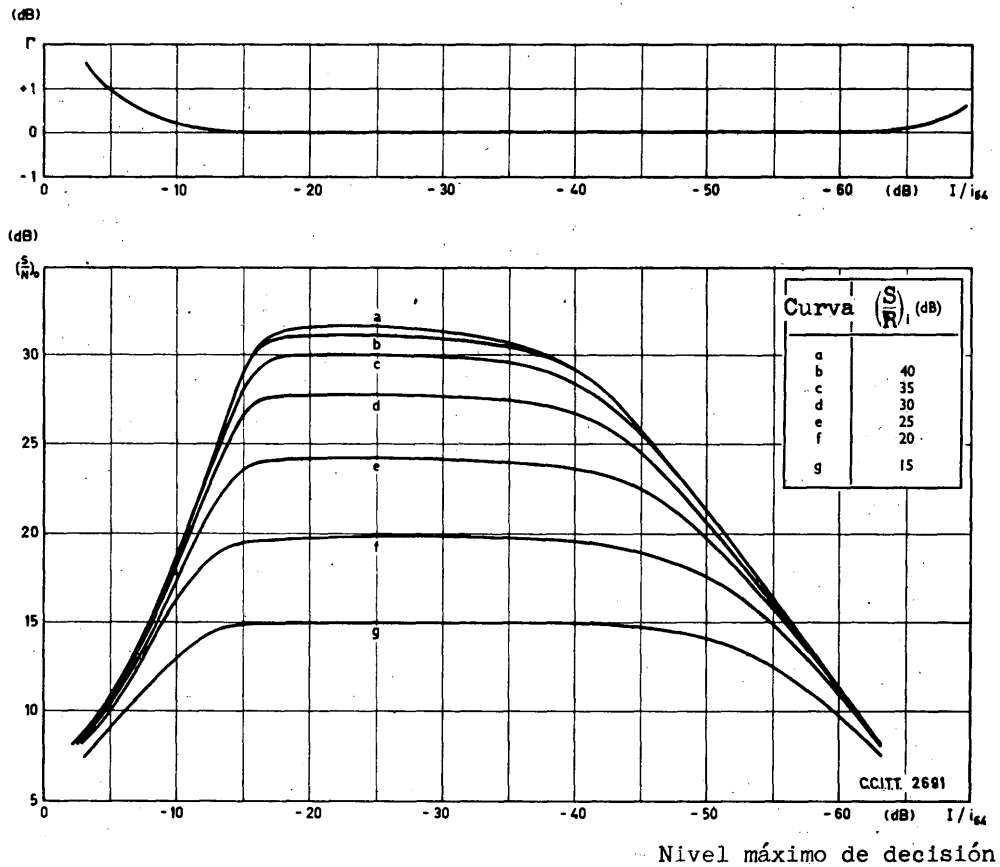


Figura 2.- Atenuaciones Γ y relación señal/ruido a la salida $\left(\frac{S}{R}\right)_o$ en función del nivel de la señal de entrada para varios valores de la relación señal/ruido a la entrada $\left(\frac{S}{R}\right)_i$ (Ley de cuantificación de 13 segmentos, A = 87,6; 127 escalones)

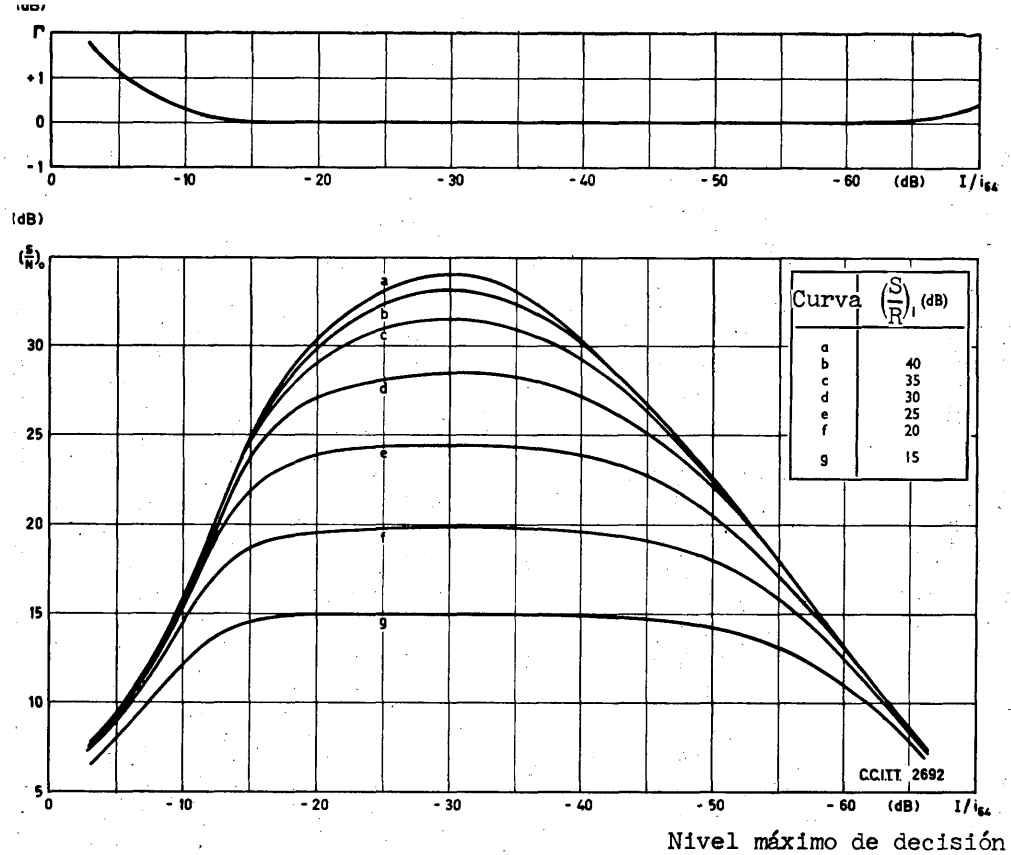


Figura 3.- Atenuación Γ y relación señal/ruido a la salida $\left(\frac{S}{R}\right)_o$ en función de la señal de entrada para varios valores de la relación señal/ruido a la entrada $\left(\frac{S}{R}\right)_i$ (Ley de cuantificación hiperbólica, h = 20)

válida para calcular la potencia de ruido, al menos para los valores de nivel de señal y de nivel de ruido considerados. En esta figura, $n_q(t)$ es el ruido de cuantificación que introduce solamente la señal i(t).

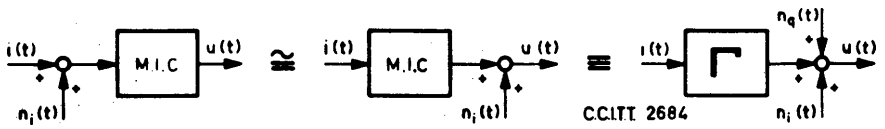


Figura 4

Este resultado es importante en la práctica, porque simplifica de forma considerable la evaluación del ruido en un sistema M.I.C. a cuya entrada se aplique una señal con ruido y, por consiguiente, se simplifica también la evaluación del ruido en una cadena completa. Se señala asimismo que en la ganancia no influye prácticamente el ruido a la entrada.

Validez de las hipótesis

Resultados tan simples pueden dar lugar a dudas en cuanto a las hipótesis aplicadas.

Por consiguiente, conviene estudiar la validez de las mismas. Admitir que el ruido tiene una distribución gaussiana a lo largo de la cadena, equivale a admitir que, en un sistema M.I.C. único a cuya entrada se tiene una señal i(t) y un ruido $n_i(t)$ en cualquier relación, y para todo valor del nivel de la señal, la función de densidad de probabilidad del ruido de salida $n_o(t)$ es una función de distribución gaussiana.

Esto es así efectivamente con gran aproximación, incluso en ausencia de ruido a la entrada $n_i(t)$, siempre que:

a) El nivel de la señal de entrada no sea tan alto que sature el sistema (la saturación produciría un ruido cuya distribución no sería totalmente gaussiana);

b) El nivel de la señal de entrada no sea tan bajo que el sistema principal funcione en la parte lineal de la característica de compresión-expansión (en cuyo caso la densidad de probabilidad del ruido tendería a tener una distribución rectangular).

Claro está que la presencia de ruido a la entrada del sistema refuerza la hipótesis de un ruido gaussiano a la salida, sobre todo si la distribución del ruido a la entrada es casi gaussiana.

Por consiguiente, al estudiar una larga cadena de sistemas M.I.C., en todos los casos se puede considerar válida la hipótesis de un ruido de distribución gaussiana en todas las secciones, siempre que los primeros sistemas de la cadena no estén muy saturados.

Si no se tiene en cuenta esta eventualidad, los primeros sistemas funcionan en una parte de la característica de compresión-expansión que da un ruido cuya distribución intrínseca es casi gaussiana; los últimos sistemas, que funcionen con niveles muy bajos, reciben señales que tienen ya un ruido casi gaussiano, lo que hace que la distribución del ruido a la salida de esos sistemas se aproxime aún más a la gaussiana.

La limitación de la validez de esta hipótesis a los sistemas que no están saturados, carece de importancia. En efecto, sabido es que, cuando se trata de sistemas muy saturados, no existe una relación estrecha entre el ruido objetivo y la inteligibilidad y, por consiguiente, el cálculo exacto del ruido en tales condiciones no daría resultados significativos.

La segunda hipótesis, o sea la de la independencia estadística entre la señal y el ruido a lo largo de la cadena, no se confirma en general, pero no influye mucho en la exactitud de los cálculos, como puede verse por las consideraciones que se exponen a continuación.

Los cálculos se han realizado admitiendo esta independencia estadística lo que significa que, en un instante dado, la densidad de probabilidad del ruido n_i es independiente del valor de la señal de entrada i en el mismo instante.

En general, esto no es exacto si el ruido y la señal proceden de otro sistema M.I.C. En un cálculo mucho más preciso (y mucho más complicado), se tendría en cuenta la relación que existe, en un instante dado entre la variancia del ruido y el valor de la señal de entrada; esta relación haría intervenir el nivel de la señal y las características de la cadena a la entrada del sistema.

Este cálculo exacto no permitiría mejorar de forma apreciable el resultado final, debido a que la potencia de ruido a la entrada n_i se puede sumar directamente a la potencia del ruido de cuantificación n_q para obtener la potencia de ruido a la salida.

Ruido en una cadena de varios sistemas

Consideremos ahora, a título de ejemplo, la cadena que se representa en la Figura 5 a), formada por cuatro sistemas M.I.C. que introducen cada uno una atenuación de 3 dB, y un sistema típico de transmisión inserto en el centro, que tiene una atenuación de 12 dB e introduce un ruido.

Para el cálculo del ruido total a la salida, esta cadena se puede reemplazar por la cadena equivalente que se representa en la Figura 5 b).

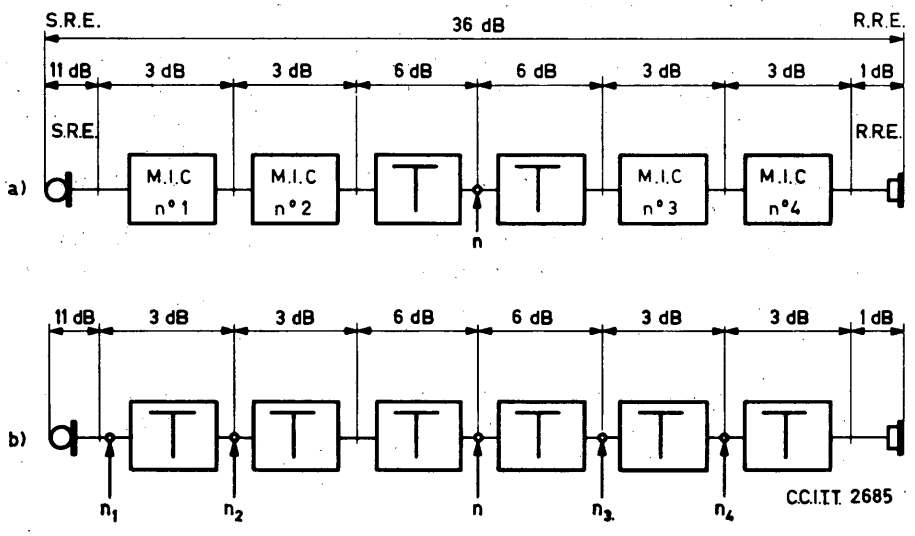


Figura 5

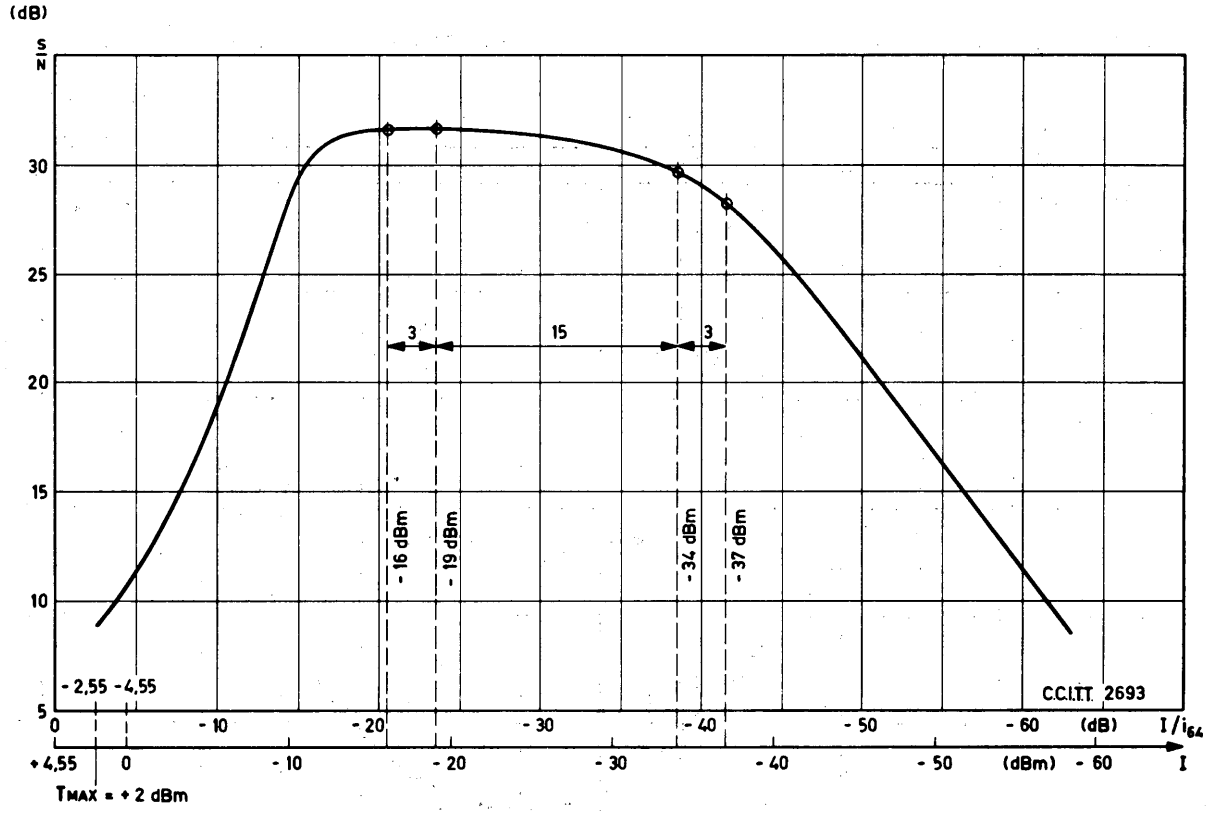


Figura 6.- Evaluación de las aportaciones de ruido a lo largo de la cadena (Ley de 13 segmentos, A = 87,6)

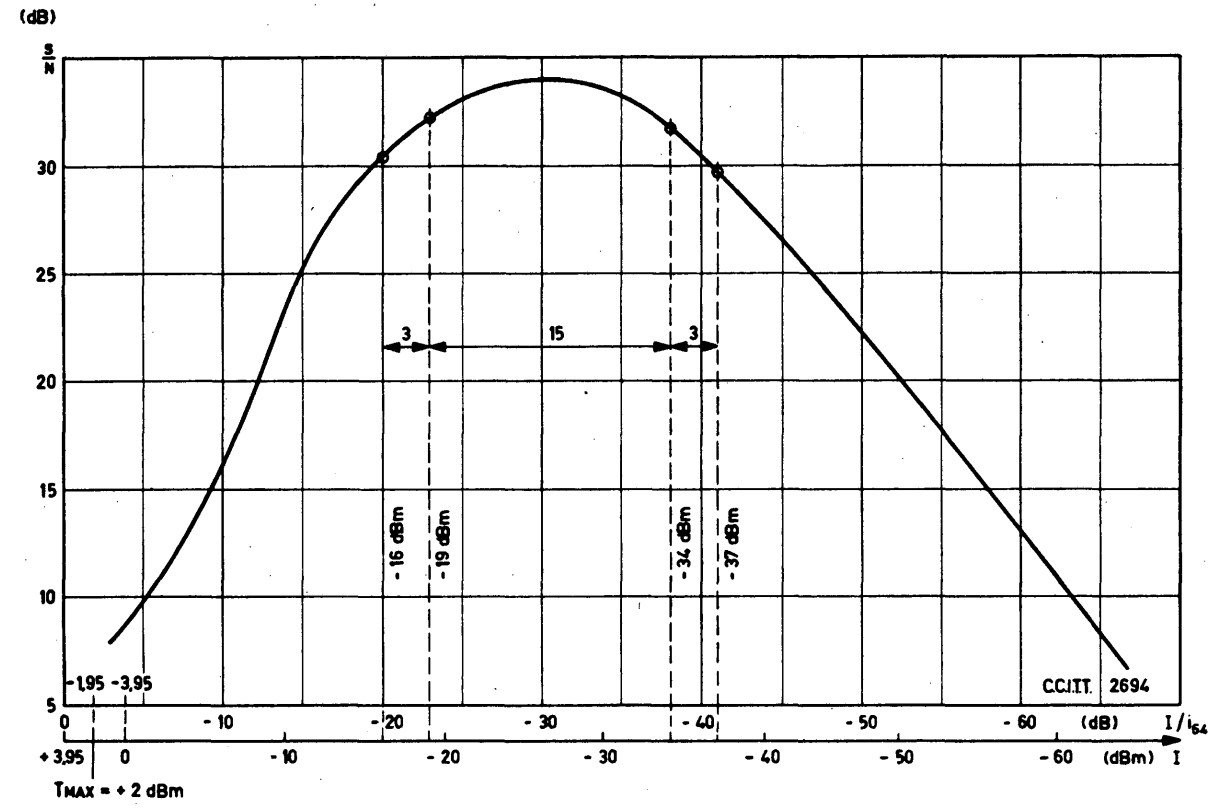


Figura 7.- Evaluación de las aportaciones de ruido a lo largo de la cadena (Ley hiperbólica, h = 20)

Las potencias de ruido n_1, n_2, n_3 y n_4 deben evaluarse como funciones de los niveles de la señal a la entrada de los cuatro sistemas M.I.C., respectivamente, como si la señal estuviera exenta de ruido.

A continuación se pueden sumar esas potencias entre sí y a la potencia de ruido del sistema típico, teniendo en cuenta los niveles relativos en las secciones cuando éstas están insertas.

Supongamos que el equivalente de referencia de transmisión es de 11 dB, y de 30 dB el equivalente de referencia total. En estas condiciones, se puede admitir que el nivel a la entrada del primer sistema es de -16 dBm, lo que no produce una saturación excesiva.

La Figura 6 contiene una curva de la relación $\left(\frac{S}{R}\right)_o$ en función del nivel de la señal, para un sistema cuya ley logarítmica con 127 escalones de cuantificación se representa de forma aproximada por 13 segmentos (A = 87,6); también se indican los puntos de funcionamiento de los cuatro sistemas.

En esta figura pueden leerse los valores absolutos de potencia de los distintos sistemas de los que se deduce la potencia total.

Se hace el mismo cálculo para una ley de cuantificación hiperbólica (h = 20, 127 escalones de cuantificación). (Véase la Figura 7.)

En el cuadro que sigue se indican valores de ruido (valores parciales y valor total) en ambos casos; para establecer este cuadro se ha supuesto que n = -60 dBm0.

		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema típico	Total	Unidad
13 segmentos	nivel absoluto de la señal de entrada	-16	-19	-34	-37			dBm
	S/R	31,5	31,6	29,7	28,3			dB
	nivel de ruido	n_1 -50,5 0,9x10	n_2 -50,6 0,9x10	n_3 -48,7 1,3x10	n_4 -47,3 1,9x10	n -60 0,1x10	-42,8 5,1x10	dBm0 pW0
Hiperbólica	S/R	30,3	32,2	30,7	29,7			dB
	nivel de ruido	n_1 -49,3 1,1x10	n_2 -51,2 75x10	n_3 -49,7 1x10	n_4 -48,7 1,3x10	n -60 0,1x10	-43,7 4,2x10	dBm0 pW0

Anexo 4

(a la Cuestión 21/XII)

Compatibilidad de los sistemas M.I.C. de 7 y 8 elementos binarios

Elección de la ley de codificación y del código

(Contribución de los Países Bajos)

1. Introducción

Hasta ahora no se ha podido llegar a un acuerdo sobre el número de elementos binarios (bitios) que hay que adoptar para la codificación de una muestra de señal vocal. Todo hace creer que se construirán tantos sistemas de 7 bitios como de 8 bitios.

Para que los sistemas distintos sean compatibles, es necesario en todos los casos elegir la misma ley de codificación. Esto se aplica también a la compatibilidad entre los sistemas de 7 bitios y los sistemas de 8 bitios. No obstante, la interconexión de estos dos tipos de sistemas crea una pequeña distorsión adicional, lo que hace que la calidad sea algo peor que en el caso de interconexión de sistemas de 7 bitios.

Seguidamente se estudia este problema con más detalle, se abordan algunos puntos acerca de la codificación que debe utilizarse, y se presenta una proposición de la Administración de los Países Bajos relativa al código y a la ley de codificación.

2. Compatibilidad entre los codificadores de 7 y de 8 bitios

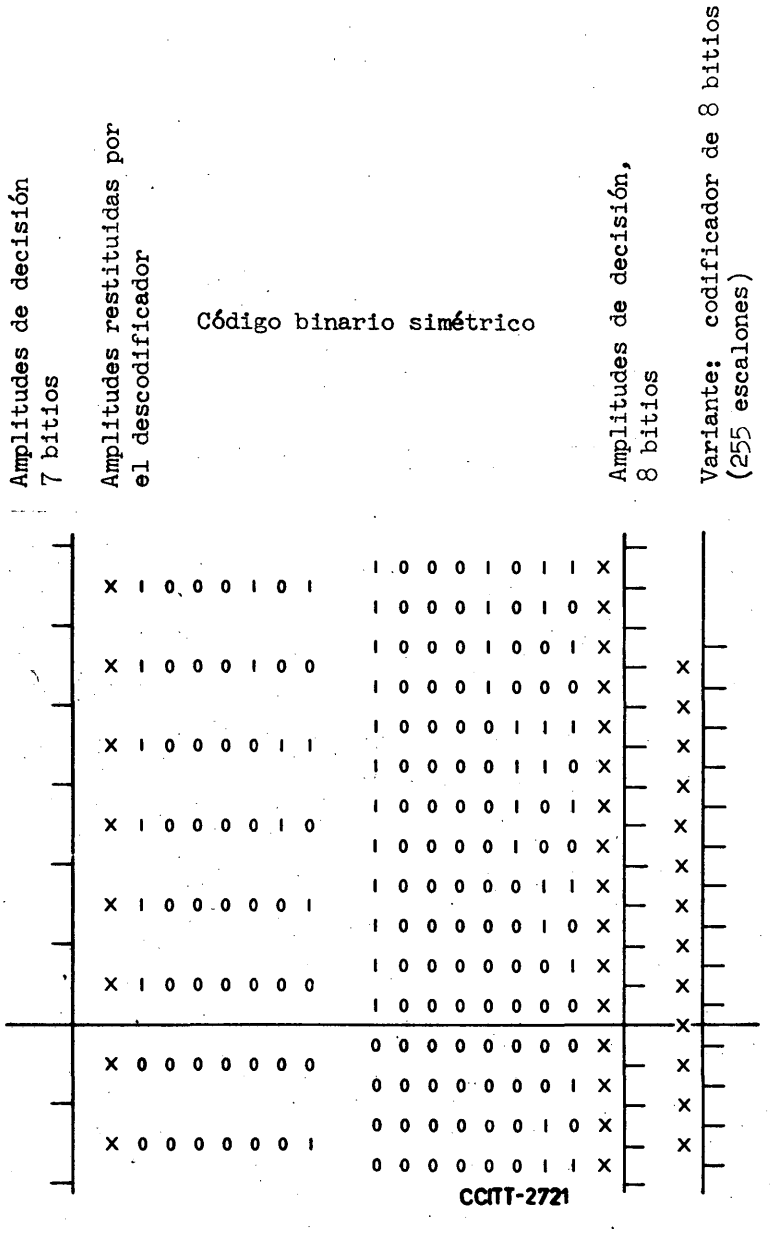
2.1 Codificación lineal

Se puede ilustrar el problema de la compatibilidad entre los equipos de 7 y de 8 bitios mediante un codificador lineal. La Figura 1 muestra que un descodificador de 8 bitios no puede reproducir las amplitudes restituidas por un descodificador de 7 bitios. Cuando se conecta un codificador de 7 bitios a un descodificador de 8 bitios, éste último restituye una amplitud un poco demasiado baja si se añade un cero al código de 7 bitios, y un poco demasiado alta si se añade la cifra 1. La diferencia es de un cuarto de escalón del codificador de 7 bitios.

En el caso inverso no hay problema. En efecto, la conexión del codificador de 8 bitios con el descodificador de 7 bitios corresponde a la supresión del octavo bitio. La gama de amplitudes de que puede provenir el código en este caso cubre precisamente la gama correspondiente del equipo de 7 bitios. Con un codificador lineal de codificación binaria simétrica, el efecto de que se trata produciría, pues, un corte central adicional positivo o negativo (según que el bitio que falta se interprete como "0" o como "1") en el caso de conectar un codificador de 7 bitios a un descodificador de 8 bitios. La conexión de un codificador de 8 bitios a un descodificador de 7 bitios no da ningún resultado peor que el que se obtiene con sistemas de 7 bitios.

El corte central no se produce, si en lugar de aplicar una codificación binaria simétrica, se aplica una codificación binaria normal continua. El efecto entonces no es sino un ligero desplazamiento de la señal (véase la Figura 2). Se obtiene el mismo resultado con una codificación binaria simétrica si el octavo bitio se acopla al primero (bitio de polaridad). En el caso de codificación no lineal, sin embargo, esta no es la solución mejor, como veremos más adelante.

Otra posibilidad que hay que tener en cuenta, para conseguir una mejora, consiste en desplazar las amplitudes de decisión de la codificación de 8 bitios, hasta la mitad del escalón del codificador de 8 cifras. Esta posibilidad se indica como variante en la Figura 1. En efecto, en tal caso, con un descodificador de 8 bitios se puede representar con exactitud un código de 7 bitios, pero no a la inversa. Si, en tales condiciones, se conecta un codificador de 8 bitios a un descodificador de 7 bitios, la gama de amplitudes de que puede provenir el código ya no cubre la gama correspondiente del equipo de 7 bitios. Por consiguiente, se producirá también una distorsión adicional.



Observación.- El código que se indica es el binario simétrico; el código transmitido es este mismo con inversión alternativa de bitios.

Figura 1

2.2 Codificación no lineal

En codificación no lineal, el desplazamiento da lugar, como ya queda indicado, a una desviación en función de la amplitud y, por consiguiente, en principio a una distorsión. Si $y = f(x)$ es la característica de codificación normada en 1 ($y = 0$ si $x = 0$, $y = 1$ si $x = 1$), en donde y representa la señal comprimida. El desplazamiento de 1/4 de escalón del codificador de 7 bitios, visto en el eje y, tendrá un valor constante

$\Delta y = \pm \frac{1}{4} \times \frac{1}{64} = \pm \frac{1}{256}$, independientemente del valor de la señal, ya que el eje "y" se divide linealmente en el número de escalones deseado.

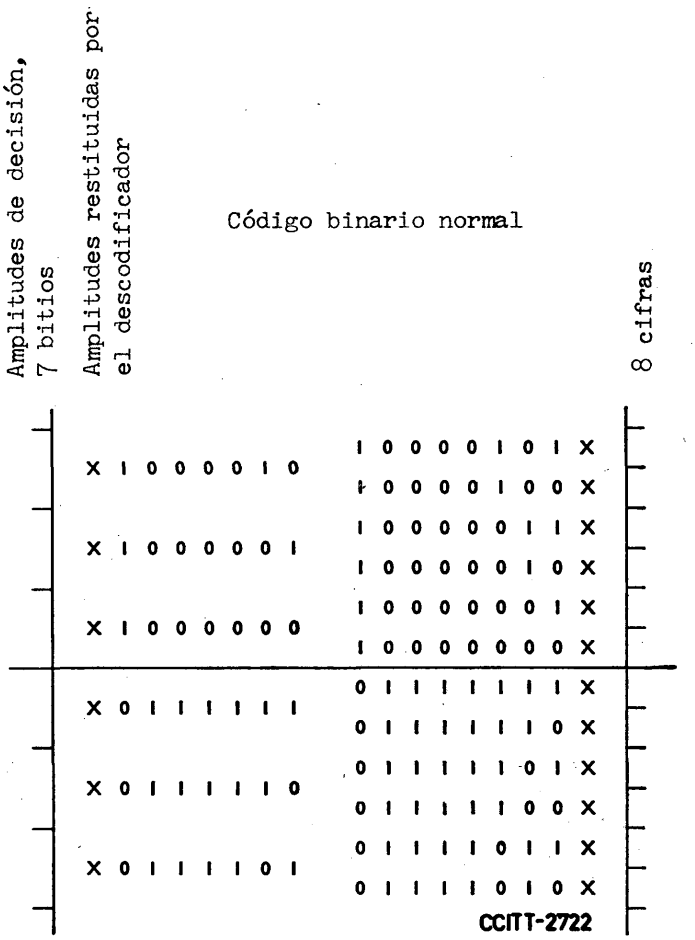


Figura 2

La expresión para Δx es entonces:

$$\Delta x = \frac{dx}{dy} \qquad \Delta y = \frac{\Delta y}{dy/dx}$$

Tomando para $y = f(x)$ la característica logarítmica

$$y = \frac{1 + \ln Ax}{1 + \ln A} \quad \text{con} \quad A = 87{,}6 \text{ se tiene}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{(1 + \ln A)x} \quad \text{y por consiguiente} \quad \Delta x = (1 + \ln A) \cdot \Delta y \cdot x$$

$$\Delta x = \pm \frac{5{,}47}{256} \; x = \pm \, 0{,}0213 \; x$$

En el caso de una característica logarítmica, la desviación adicional Δx es proporcional a x, lo que se puede interpretar como una ganancia (si Δy es positiva) o una atenuación (si Δy es negativa) de 0,183 dB (0,0211 Np). Esto significa que, con un codificador binario simétrico que tenga una ley de codificación logarítmica, la desviación de compatibilidad entre los equipos de 7 y 8 bitios se puede interpretar en su mayor parte como una pequeña atenuación o ganancia. Esta interpretación no es válida únicamente en el caso de valores de señal para los que $x < \frac{1}{A}$, en que la característica se convierte en lineal. En este caso, la desviación de compatibilidad ocasiona un pequeño corte central positivo o negativo (véase la Figura 3). Si, como se ha indicado, se quiere evitar este corte mediante un codificador lineal, acoplando el sentido del desplazamiento Δy al bitio de polaridad, se comprende fácilmente, por lo que queda expuesto, que en general se obtenga una característica interrumpida como la de la Figura 4. La diferencia de transferencia entre la mitad positiva y la mitad negativa de la característica es entonces 2 x 0,183 dB = = 0,37 dB. Con una señal sinuosoidal, se puede deducir fácilmente que ésto da lugar a una distorsión de 0,9% aproximadamente. Aunque esta distorsión es bastante pequeña, es preferible admitir un ligero corte central sin distorsión ulterior para las señales en la gama normal de amplitudes. En tal caso, hay que elegir todavía entre un corte central positivo o negativo. Un corte central negativo significa un escalón mayor alrededor de la zona de señal "0", lo que, en determinadas condiciones, puede dar lugar a un ruido de fondo o a una diafonía 3,5 dB mayor que para los sistemas de 7 $\longrightarrow$ 7 bitios. Un corte central positivo no tiene tales inconvenientes, y por tanto hay que preferirle. Para una conexión entre un codificador de 7 bitios y un descodificador de 8 bitios, es necesario pues fijar de forma permanente, el octavo bitio en 0 en un código binario simétrico.

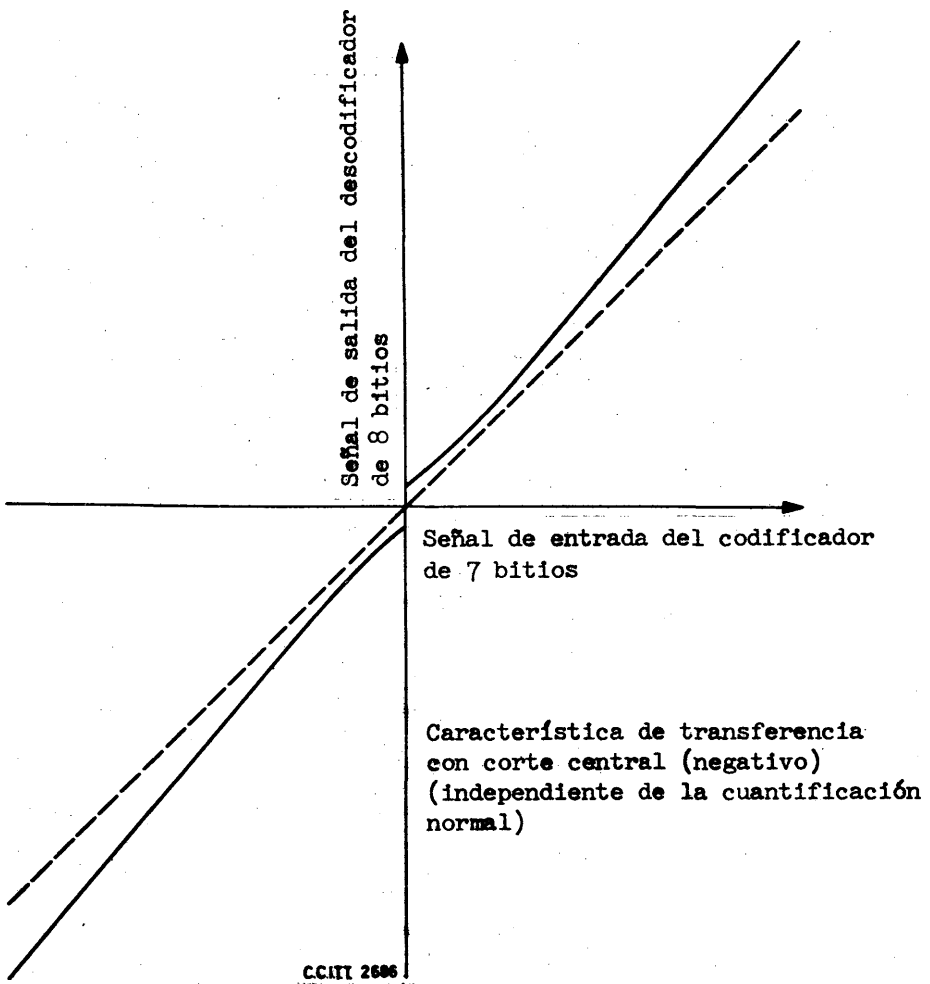

Señal de salida del descodificador de 8 bitios
Señal de entrada del codificador de 7 bitios
Característica de transferencia con corte central (negativo) (independiente de la cuantificación normal)
CCITT 2696

Figura 3

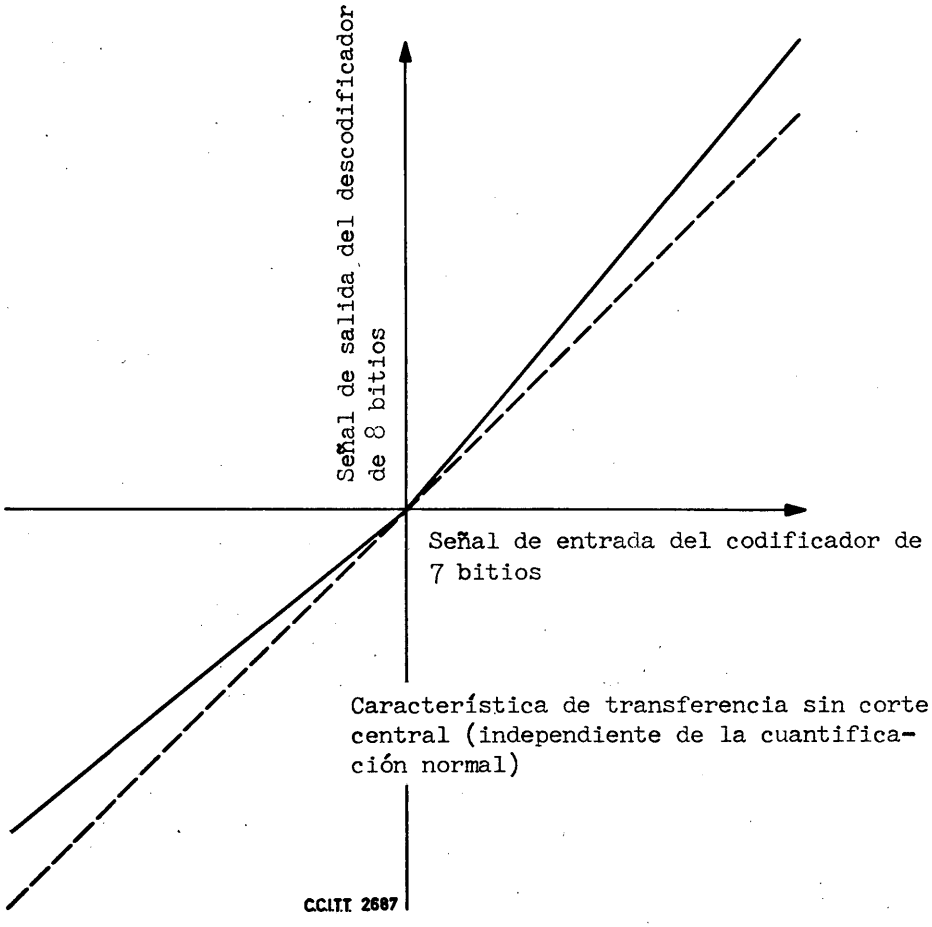

Señal de salida del descodificador de 8 bitios
Señal de entrada del codificador de 7 bitios
Característica de transferencia sin corte central (independiente de la cuantificación normal)
CCITT 2687

Figura 4

2.3 Método para obtener la característica A mediante 13 segmentos

Lo que precede es también exactamente válido para la característica A continua. Con el método de 13 segmentos, la desviación Δx no es exactamente proporcional a x, de suerte que todavía se percibirá como distorsión un pequeño efecto residual a causa de la cuantificación. Partiendo de la interpretación según la cual la ganancia en toda la gama de la señal ha disminuido en un factor $\beta = 1 - \left(\frac{\Delta x}{x}\right)_{\text{media}} = 1 - 0{,}0213 = 0{,}9787$, se ha calculado la relación S/R, con miras al método de característica A mediante 13 segmentos, para tres modos de distribución de probabilidades de la amplitud, a saber: una distribución uniforme, una distribución exponencial y una distribución de señal sinusoidal. En el cálculo no se ha tenido en cuenta los efectos eventuales del filtrado por debajo de 4 kHz.

Los resultados se indican en el Cuadro 1 siguiente.

Los valores eficaces de la señal varían entre 0,003 (que corresponde a -45,4 dBm0) y 0,700 (que corresponde a +2 dBm0) si se fija en +2 dBm0 el punto de sobrecarga.

Con valores eficaces de x superiores a 0,5 se observa un efecto de sobrecarga para la distribución uniforme. Con la distribución exponencial, este efecto se manifiesta ya en valores más bajos de x. La distribución de la señal sinusoidal no produce ningún efecto de sobrecarga. Como son muy bruscos los límites de la distribución uniforme y de la distribución sinusoidal, los resultados de la relación S/R no tienen aspecto monótono; para algunos valores de la señal, los resultados del codificador de 7 bitios hacia el descodificador de 8 bitios son incluso mejores que los del codificador de 7 bitios hacia el descodificador de 7 bitios.

En vista de su aspecto monótono, la distribución exponencial se presta mejor a una comparación directa de los resultados 7 $\longrightarrow$ 8 bitios con los resultados 7 $\longrightarrow$ 7 bitios u 8 $\longrightarrow$ 7 bitios.

La degradación adicional para señales vocales con distribución exponencial, en el caso de conexión de un codificador de 7 bitios con un descodificador de 8 bitios, con relación a un sistema 7 $\longrightarrow$ 7 bitios, se indica en el Cuadro 2.

La degradación de la relación S/R es pequeña y puede aceptarse sin inconveniente. Se señala a este respecto que el efecto del corte central en la distribución exponencial desempeña un papel importante a causa del carácter de esta distribución. En el apéndice se indican de forma detallada los cálculos del Cuadro 1.

Cuadro 1

		Distribución uniforme		Distribución exponencial		Distribución de señal sinusoidal	
		7 → 7 8 → 7	7 → 8	7 → 7 8 → 7	7 → 8	7 → 7 8 → 7	7 → 8
x	α	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75
	β	1	0,9787	1	0,9787	1	0,9787
0,700		20,74936	20,47693	8,49578	8,44889	33,64466	33,32799
0,600		31,06823	30,67095	9,90602	9,85132	32,86902	32,95699
0,500		31,92974	31,88485	11,87742	11,81176	31,10156	31,09355
0,400		30,97069	30,86297	14,81645	14,73428	29,67171	29,64119
0,300		31,52734	30,98764	19,60220	19,49221	32,86895	32,95690
0,250		31,92963	31,88470	23,18939	23,05704	31,10148	31,09344
0,200		30,97051	30,86272	27,60311	27,44109	29,67160	29,64104
0,170		31,02738	30,68606	29,95036	29,77399	33,15309	33,35067
0,150		31,52685	30,98704	30,91417	30,73442	32,86842	32,95615
0,130		31,94923	31,96524	31,35318	31,17359	32,20678	32,17241
0,100		30,96905	30,86075	31,49423	31,31500	29,67075	29,63988
0,070		32,37335	32,38271	31,49217	31,30998	32,61437	32,62063
0,060		31,52622	31,51405	31,48546	31,30090	31,54793	31,55623
0,050		30,95739	30,84501	31,47149	31,28226	29,66396	29,63057
0,040		31,77031	31,39170	31,44114	31,24111	32,99399	33,13528
0,030		31,46520	31,43002	31,36246	31,13397	31,49932	31,48922
0,025		30,86522	30,72112	31,26866	31,00669	29,60930	29,55656
0,020		31,55627	31,12188	31,07424	30,74321	32,76854	32,81767
0,017		31,73365	31,52567	30,84977	30,44103	31,22819	31,17625
0,015		31,00562	30,81066	30,61052	30,12223	31,12566	30,98366
0,013		30,47012	30,13710	30,24773	29,64530	30,40944	29,84301
0,010		30,14267	29,41396	29,28198	28,41022	31,24487	30,82858
0,007		27,87110	27,02591	27,28416	25,98027	27,40924	26,75958
0,006		26,61436	25,58819	26,20350	24,71448	27,12035	26,04851
0,005		25,06057	23,84882	24,80292	23,10595	24,55946	23,47093
0,004		22,95488	21,58650	22,96848	21,03343	23,58897	22,31419
0,003		20,41462	18,70121	20,50130	18,27611	20,37677	18,52456

S/R en dB.

Cuadro 2

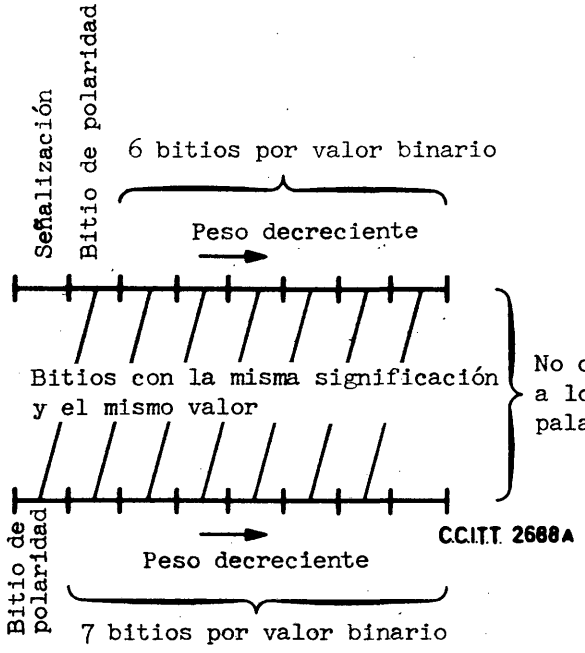
Número de dB por debajo del nivel de sobrecarga	Degradación adicional
0	0,05
-10	0,15
-20	0,18
-30	0,30
-40	1,3

2.3.1 Señales sinusoidales

Los resultados de las columnas correspondientes a una distribución uniforme también pueden considerarse válidos para señales en diente de sierra o para señales triangulares. Las columnas relativas a la distribución sinusoidal son asimismo aplicables a las señales sinusoidales. No obstante, conviene hacer una advertencia y es que los resultados no serán exactamente válidos para las señales sinusoidales sino cuando la relación entre la frecuencia de la señal y la frecuencia de muestreo no es racional. Esto significa que, en la práctica, hay que aplicar con prudencia los resultados a las señales periódicas. En efecto, si existe una relación racional entre la frecuencia de la señal y la de muestreo, las distintas componentes de distorsión que se crean por reflexión con relación a n veces la frecuencia de muestreo, coinciden exactamente con otros productos. En tales condiciones, la relación de fase entre la frecuencia de la señal y la de muestreo es importante. Mediciones realizadas en un sistema en prueba han demostrado que pueden entonces medirse productos de algunos dB mayores que los indicados en el cuadro. Si las relaciones de las frecuencias no son racionales, pueden producirse batidos y, por consiguiente, si no se toma el valor eficaz de la distorsión como promedio en un tiempo indefinidamente largo, el resultado será peor que el tenido por simple teoría.

3. Código

Una cuestión de interés práctico es la de la significación y el valor que hay que atribuir por orden cronológico a los 8 bitios de un sector de tiempo. En particular es importante saber no sólo si la codificación que se aplica es binaria simétrica o de otra forma, sino también si, en los sistemas de 7 bitios, el primero o el octavo bitio del sector de tiempo se utiliza con otros fines. La conexión de sistemas de 7 bitios con sistemas de 8 bitios requiere considerablemente menos modificaciones en los equipos si se destina para fines múltiples el octavo bitio, en lugar del primero (véase la Figura 5).


Señalización
Bitio de polaridad
6 bitios por valor binario
Peso decreciente
Bitios con la misma significación y el mismo valor
No compatibles en lo que concierne a los bitios de codificación de la palabra (que están desplazados)
C.C.I.T.T. 2688A
Bitio de polaridad
Peso decreciente
7 bitios por valor binario

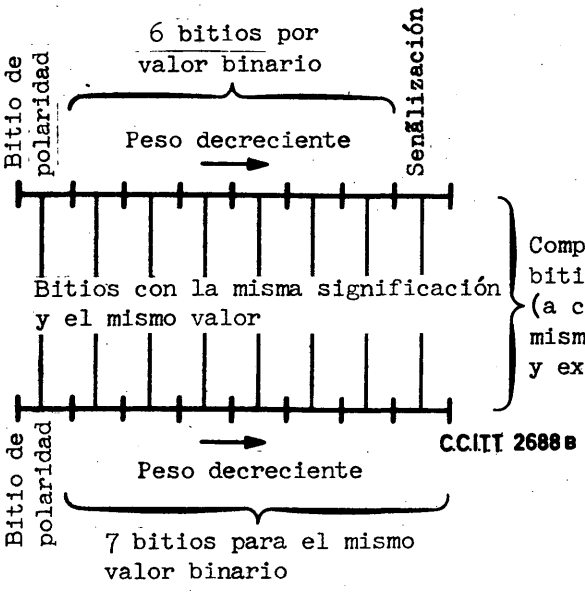

Bitio de polaridad
6 bitios por valor binario
Señalización
Peso decreciente
Bitios con la misma significación y el mismo valor
Compatibles en lo que concierne a los bitios de codificación de la palabra (a condición de que se utilice el mismo código y la misma ley de compresión y expansión)
C.C.I.T.T. 2688B
Bitio de polaridad
Peso decreciente
7 bitios para el mismo valor binario

Figura 5

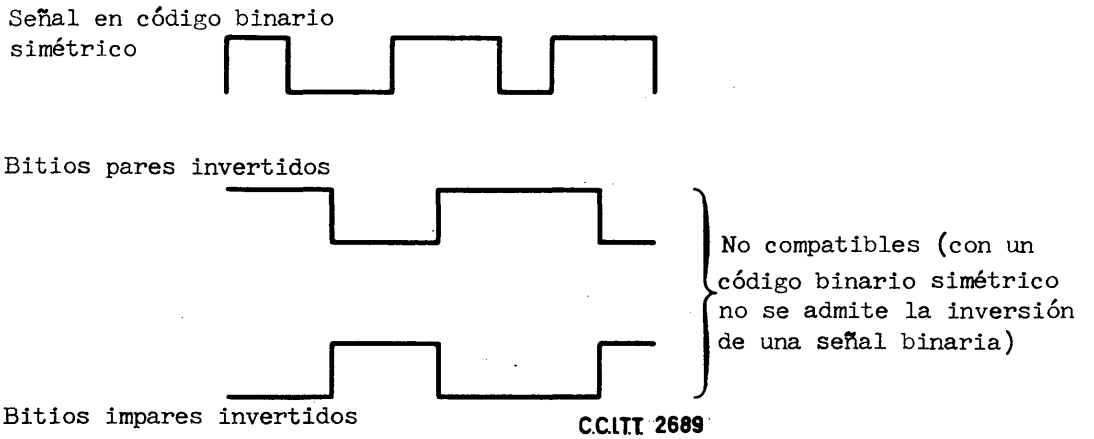


Figura 6

Para reducir las probabilidades de que la señal "0" se mantenga durante largo tiempo, se ha señalado la posibilidad de transmitir un bitio invertido de cada dos. Habrá que determinar también el modo de llevar esto a cabo (véase la Figura 6).

En relación con lo que antecede, la Administración de los Países Bajos propone que se recomiende lo siguiente:

a) Un código binario simétrico en el que los bitios impares estén invertidos;

b) Asignar a este código las 7 primeras posiciones de bitios o las 8 posiciones de bitios del sector de tiempo;

c) Si una de las 8 posiciones se utiliza para otros fines, asignar con tal objeto la octava posición;

d) En el caso de conexión de un codificador de 7 bitios con un descodificador de 8 bitios fijar el octavo bitio del descodificador permanentemente en el valor "0" (del lado de transmisión o de recepción).

4. Ley de codificación

En Europa se ha llegado a un acuerdo general sobre la característica de codificación que hay que utilizar. La característica logarítmica con A = 87,6 y un nivel de sobrecarga de +2 dBm0, da para los sistemas de 7 bitios, un ruido de fondo de -61,2 dBm0 como máximo; para las señales en la gama de niveles normales, puede obtenerse una relación S/R de unos 31,5 dB. Con los sistemas de 8 bitios se consiguen,en determinados casos,un ruido de fondo y una diafonía inferiores a 6 dB, a condición de utilizar codificadores y descodificadores que tengan una precisión dos veces mayor. En todo caso puede conseguirse una relación S/R 6 dB mejor en la gama de niveles normales de las señales.

Teniendo asimismo en cuenta las ventajas de la característica logarítmica, en lo que respecta a la compatibilidad entre los sistemas de 7 y de 8 bitios, la Administración de los Países Bajos propone que se recomiende la característica logarítmica con A = 87,6. El método de 13 segmentos, como se propone en el Documento COM XV-N.° 72 (1964-1968) es aceptable en vista de los resultados que figuran en el Cuadro 1.

Apéndice (al Anexo 4)

Cálculo de la relación señal/distorsión de cuantificación cuando se utilizan el codificador y el descodificador "A" con 13 segmentos

En el cálculo se han tenido en cuenta dos posibilidades:

a) Codificación de 7 bitios -descodificación de 7 bitios, que corresponde también a codificación de 8 bitios- descodificación de 7 bitios;

b) Codificación de 7 bitios -descodificación de 8 bitios.

En el caso de codificación de 8 bitios -descodificación de 8 bitios, se obtienen resultados, para todos los valores, que son 6 dB mejores que en el caso a).

En la Figura 7 se indican las distintas amplitudes que se producen en el codificador y en el descodificador. En el caso a), $\alpha = 1/2$, es decir, que la amplitud de descodificación se sitúa en el centro del intervalo de codificación. En el caso b), $\alpha = 3/4$ ó $1/4$ según el valor que se elija para el octavo bitio. Si $\alpha = 3/4$, se produce una pequeña amplificación debido a que las amplitudes de codificación se sitúan siempre a un cuarto de escalón por encima del centro del intervalo. Esta amplificación

es, por término medio, de 1/0,9787. Como esta amplificación no origina ninguna distorsión de cuantificación, se supone que a continuación del descodificador de 8 bitios hay conectado un dispositivo atenuador $\beta = 0{,}9787$.

La distorsión de cuantificación que se produce por intervalo $a_n < x < a_{n+1}$ es entonces:

$$\int_{a_n}^{a_{n+1}} \left[x - \beta\left\{a_n + \alpha\,(a_{n+1} - a_n)\right\}\right]^2 p(x)\,dx$$

en donde $p(x)$ es la densidad de probabilidad de la señal que hay que codificar.

La distorsión total de cuantificación es:

$$P = \sum_{n-1}^{64} \int_{a_n}^{a_{n+1}} \left[x - \beta\left\{a_n + \alpha\,(a_{n+1} - a_n)\right\}\right]^2 p(x)\,dx$$

$$+ \int_{a_{65}}^{\infty} \left\{x - \beta\,(a_{64} + \alpha\,a_{65} - \alpha\,a_{64})\right\}^2 p(x)\,dx$$

Esta última integral representa la distorsión que se produce a causa de la limitación de cresta $(x > a_{65})$. La relación señal/distorsión se ha calculado con una calculadora electrónica, para los distintos modos de distribución de $p(x)$.

1. Distribución uniforme

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{3}} \qquad 0 \leq x \leq \sigma\sqrt{3}$$

$$p(x) = 0 \qquad x > \sigma\sqrt{3}$$

en donde σ es el valor eficaz de x.

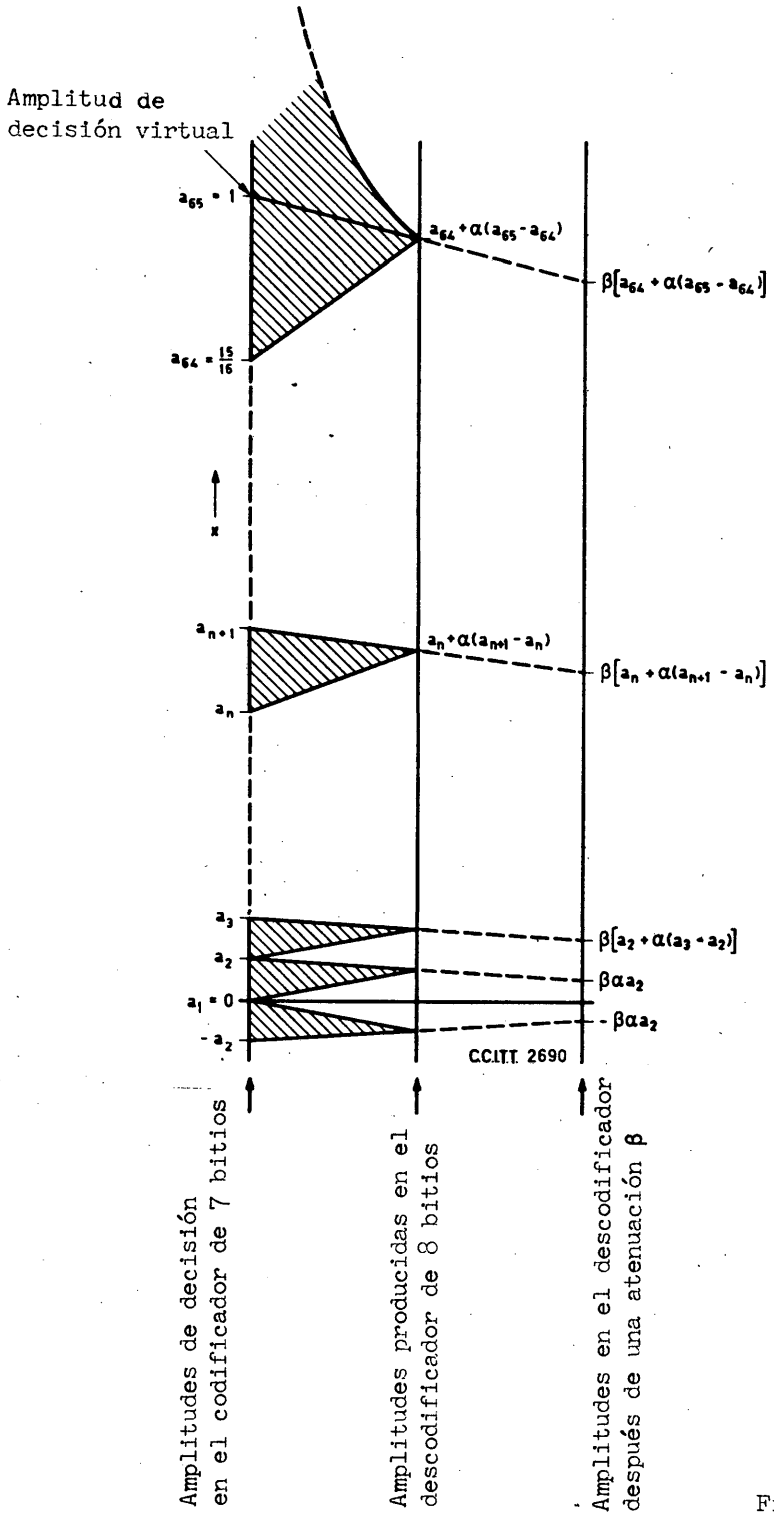

Amplitud de decisión virtual
$a_{65} = 1$
$a_{64} = \frac{15}{16}$
$a_{64} + \alpha(a_{65} - a_{64})$
$\beta[a_{64} + \alpha(a_{65} - a_{64})]$
x
a_{n+1}
a_n
$a_n + \alpha(a_{n+1} - a_n)$
$\beta[a_n + \alpha(a_{n+1} - a_n)]$
a_3
a_2
$a_1 = 0$
$-a_2$
$\beta[a_2 + \alpha(a_3 - a_2)]$
$\beta\alpha a_2$
$\beta\alpha a_2$
CCITT 2690
Amplitudes de decisión en el codificador de 7 bitios
Amplitudes producidas en el descodificador de 8 bitios
Amplitudes en el descodificador después de una atenuación β

Figura 7

2. Distribución exponencial

$$p(x) = \frac{\sqrt{2}}{\sigma} e^{-\frac{\sqrt{2}}{\sigma} x} \quad x \geq 0$$

3. Distribución de una señal sinusoidal

$$p(x) = \frac{\sqrt{2}}{\pi\sigma\sqrt{1 - \frac{1}{2}\left(\frac{x}{\sigma}\right)^2}} \qquad 0 \leq x < \sigma\sqrt{2}$$

$$p(x) = 0 \qquad x > \sigma\sqrt{2}$$

Para los tres modos de distribución se ha calculado

$10 \log_{10} \frac{\sigma^2}{p}$ en función de σ, con $\alpha = \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$

y $\beta = 1, 0{,}9787$

Los niveles de decisión a_n correspondientes a la característica de 13 segmentos, son:

$a_n = (n - 1)\ 2^{-10}$ $\qquad 1 \leq n \leq 17$

$a_n = (n - 9)\ 2^{-9}$ $\qquad 18 \leq n \leq 25$

$a_n = (n - 17)\ 2^{-8}$ $\qquad 26 \leq n \leq 33$

$a_n = (n - 25)\ 2^{-7}$ $\qquad 34 \leq n \leq 41$

$a_n = (n - 33)\ 2^{-6}$ $\qquad 42 \leq n \leq 49$

$a_n = (n - 41)\ 2^{-5}$ $\qquad 50 \leq n \leq 57$

$a_n = (n - 49)\ 2^{-4}$ $\qquad 58 \leq n \leq 65$

CUESTIÓN 22/XII - Revisión del manual sobre las redes locales

(nueva cuestión)

Revisión del capítulo V del Manual titulado "Redes telefónicas locales".

Cuadro recapitulativo de las cuestiones confiadas a la Comisión de estudio XII

N.° de la Cuestión	Tema resumido	Observaciones
1/XII	Equivalente de referencia de los sistemas nacionales en el nuevo plan de transmisión	Interesa a la Comisión XVI
2/XII	Evaluación de la calidad de transmisión en servicio	Interesa a las Comisiones II y XIII
3/XII	Asimetría entre los dos sentidos de transmisión	Respuesta a transmitir a la Comisión XVI (Cuestión 5/XVI)
4/XII	Efecto de los ruidos de circuito en la calidad de transmisión	
5/XII	Especificación de sonómetros	
6/XII	Tolerancia de los abonados a los ecos y al tiempo de propagación	
7/XII	Determinación de la calidad de transmisión a base de medidas objetivas	
8/XII	Medición de la eficacia de un micrófono o de un receptor	
9/XII	Límites aplicados en las redes urbanas e interurbanas nacionales	
10/XII	Aumento de eficacia de los sistemas locales	Interesa a la Comisión XVI (Cuestión 1/XVI, punto 6). Respuesta a transmitir a la Comisión XVI
11/XII	Límites en relación con la diafonía inteligible	
12/XII	Realización de voces, bocas y oídos artificiales	

Cuestiones - Comisión XII

N.° de la Cuestión	Tema resumido	Observaciones
13/XII	Distorsión no lineal de los aparatos telefónicos	
14/XII	Ampliación de la banda de frecuencias transmitida	
15/XII	Medición de índices basados en la intensidad sonora	
16/XII	Mantenencia de los aparatos de abonado	Cuestión África H
17/XII	Aparatos telefónicos de altavoz	
18/XII	Estudio de las implicaciones de la fonética española en los sistemas de telecomunicación	Cuestión América Latina 5
19/XII	Variación de la impedancia de las líneas y aparatos de abonado	Interesa a la Comisión XVI (Cuestión 1/XVI, puntos 3 y 4)
20/XII	Palabra sintética y sistema de compresión de frecuencia	
21/XII	Calidad de transmisión de los sistemas de modulación por impulsos codificados	En relación con la Cuestión 2/D
22/XII	Revisión del manual sobre redes locales	

TERCERA PARTE

SUPLEMENTOS A LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE P

SUPLEMENTO N.° 1

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

TOLERANCIA DE LOS ABONADOS CON RESPECTO A LARGOS TIEMPOS DE PROPAGACIÓN, ECOS Y SUPRESORES DE ECO

(Contribución de la Telephone Association of Canada)

Introducción

En 1965, la Telephone Association of Canada ejecutó, durante tres meses, un programa de pruebas para determinar la probable reacción de los abonados canadienses ante las comunicaciones telefónicas en las que intervienen líneas e instalaciones intercontinentales con tiempos de propagación diferentes. Las líneas e instalaciones intercontinentales estudiadas comprendían cables submarinos, sistemas por satélites de altitud media y sistemas por satélites estacionarios, en combinación con circuitos nacionales de prolongación de hasta 6.000 km de longitud.

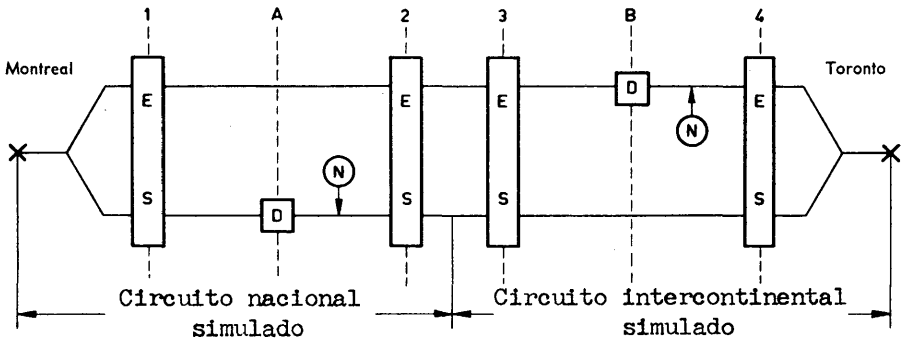
El programa de pruebas se desarrolló a base de simular las diversas líneas e instalaciones intercontinentales y los diversos circuitos nacionales de prolongación; para ello, se modificó un circuito telefónico Montreal-Toronto de forma que tuviera los tiempos de propagación y el ruido adecuados. Además, el circuito de prueba fue dotado de supresores de eco que simularan los comprendidos en las instalaciones intercontinentales y, en ciertos casos, de dos supresores de eco en cascada para simular las condiciones de explotación existentes en un circuito interncontinental en cascada con un circuito nacional de prolongación de gran longitud provisto de un supresor de eco.

Modificado así para las pruebas, el circuito telefónico se dispuso de forma que pudiera despacharse por él el tráfico telefónico normal entre Montreal y Toronto. Los abonados que solicitaban comunicaciones por este circuito eran interrogados verbalmente poco después de las conferencias y debían responder a determinadas preguntas sobre la calidad de transmisión obtenida.

A continuación se dan informaciones relativas a los dispositivos experimentales, los resultados obtenidos y las conclusiones a que se llegó.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Tolerancia de los abonados con respecto a los tiempos de propagación (Canadá)



Cond. de prueba	Equipo 1	A*	2	3	B*	4	Ruido del circuito de prueba	Sistema intercontinental
1	0	20 ms	0	1A	70 ms	1A	−47 dBm0p	Cable submarino
2	1A	40 ms	1A	1A	70 ms	1A	−47 dBm0p	
3	1A	60 ms	1A	1A	70 ms	1A	−47 dBm0p	
4	0	20 ms	0	2A	300 ms	2A	−47 dBm0p	Satélite de altitud media
5	1A	40 ms	1A	2A	300 ms	2A	−47 dBm0p	
6	1A	60 ms	1A	2A	300 ms	2A	−47 dBm0p	
7	0	20 ms	0	2A	600 ms	2A	−47 dBm0p	Satélite sincrónico
8	1A	40 ms	1A	2A	600 ms	2A	−47 dBm0p	
9	1A	60 ms	1A	2A	600 ms	2A	−47 dBm0p	
0	0	0	0	0	0	0	−57 dBm0p	

[E S] = supresor de eco, Bell System tipo 1A o 2A

[D] = aparato que introduce un retardo

(N) = generador de ruido

* Todos los valores de retardo corresponden a un tiempo de propagación de ida y de retorno.

Figura 1.- Condiciones de prueba

Dispositivos experimentales

El circuito Montreal-Toronto elegido para el programa de pruebas tenía una longitud de 550 km. Fue modificado repetidas veces para simular las diez condiciones de prueba representadas en la figura 1.

La parte intercontinental de la comunicación se dispuso de forma que simulara cables submarinos y circuitos por satélites de longitud transatlántica. Los circuitos nacionales de prolongación se dispusieron de modo que simularan las condiciones de explotación en el Canadá, con servicio telefónico hasta centros distantes 2.000 km, 4.000 km y 6.000 km del extremo del circuito intercontinental. En el caso de un servicio con centros situados a más de 2.000 km del extremo del circuito intercontinental, se previó un supresor de eco además del comprendido en el circuito intercontinental.

El ruido que afectaba al circuito de prueba se ajustó artificialmente en -47 dBm0p (43 dBrnc0) para las nueve primeras condiciones. Este ruido es unos 10 dB superior al del circuito con la disposición normal (condición de prueba 0). Se estima que el valor -47 dBm0p (43 dBrnc0) es característico de las condiciones de ruido imperantes en los circuitos transatlánticos combinados con circuitos canadienses de prolongación de longitud comprendida entre 2.000 y 6.000 km.

Las variables del programa de pruebas fueron el tiempo de propagación de ida y de retorno, el tipo de supresor de eco y la disposición de éstos, según se indican en la figura 1.

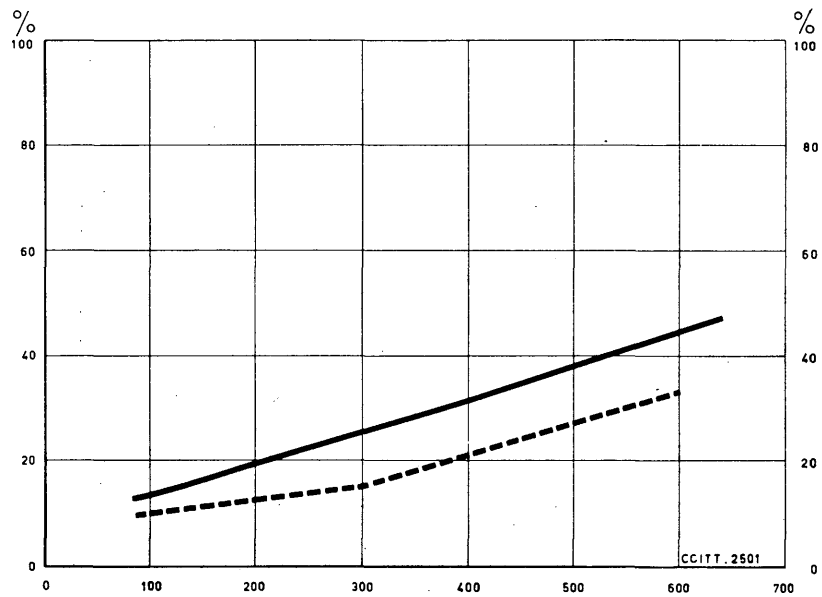
Para facilitar el desarrollo del programa de pruebas, únicamente se transmitieron por el circuito de prueba llamadas "de persona a persona" entre Montreal y Toronto. Después de cada conferencia se intentó interrogar al solicitante y al solicitado. Se realizaron unos 200 interrogatorios para cada condición de prueba, con objeto de obtener muestras adecuadas. En total, se realizaron más de 2.300 interrogatorios en los tres meses comprendidos entre febrero y abril de 1965. Hay que señalar que los abonados ignoraban antes y después del interrogatorio, el carácter especial del circuito de prueba.

Resultados

La estimación de la reacción del abonado al tipo de sistema utilizado se basó en las respuestas a preguntas relativas a las dificultades experimentadas para hablar y para oir, y a la calidad de la comunicación, que había de indicarse mediante las palabras "excelente", "buena", "bastante buena" y "mediocre".

Los resultados obtenidos muestran que los circuitos nacionales de prolongación utilizados durante las pruebas, con o sin supresores de eco,

ejercen escasa influencia en los abonados. Indican, además, que el porcentaje de abonados que experimentan dificultades para hablar o para oir depende en gran medida del tiempo de propagación de las líneas e instalaciones intercontinentales.



Tiempo de propagación de ida y de retorno (ms)

——— pruebas canadienses

- - - - - - pruebas estadounidenses

Figura 2.-

Porcentaje de los interrogatorios en que se han señalado dificultades, después de la combinación de las condiciones de prueba

En la figura 2 se recapitulan los resultados del programa de pruebas relativos a las dificultades experimentadas por los abonados (para hablar u oir) en función del tiempo de propagación. La figura muestra, asimismo, los resultados de las pruebas efectuadas entre Estados Unidos y Europa, en 1964, en las que el tiempo de propagación de un circuito por satélite se simuló en circuitos reales de cable submarino[1].

1) Tomo V bis (ediciones francesa o inglesa) del Libro Rojo del C.C.I.T.T., Anexo E: Contribución de la Delegación de Estados Unidos de América.

De la figura 2 se desprende que los resultados de los dos programas de pruebas son similares en cuanto a la pendiente de las curvas. La diferencia, en valores absolutos, observada entre las curvas, se atribuye a la calidad que los abonados esperan del servicio entre Montreal y Toronto, en comparación con la calidad del servicio intercontinental en la época de las pruebas estadounidenses.

La apreciación de la calidad de transmisión (excelente, buena, bastante buena, mediocre) formulada durante el programa de pruebas canadiense, en función del tiempo de propagación de ida y de retorno, se indica en el cuadro 1.

CUADRO 1

Tiempo de propagación de ida y de retorno	Excelente	Buena	Bastante buena	Mediocre
100 ms	41%	43%	14%	2%
300 ms	37%	40%	16%	7%
600 ms	26%	35%	25%	14%

La nota media de las opiniones sobre la calidad de transmisión de las comunicaciones establecidas durante el programa de pruebas iba de 3,3 para un tiempo de propagación de ida y de retorno de 100 ms, a 2,7 para un tiempo de propagación de ida y de retorno de 600 ms. Para establecer estas notas medias, se aplicaron los siguientes coeficientes de ponderación: 4 para "excelente", 3 para "buena", 2 para "bastante buena" y 1 para "mediocre".

Conclusiones

Algunas de las conclusiones más importantes que pueden sacarse de este programa de pruebas son las siguientes:

a) En el caso de una comunicación telefónica, un tiempo de propagación elevado (como el tiempo de propagación de un circuito establecido mediante un satélite estacionario) puede producir una degradación real e importante de la calidad de transmisión. Se basa esta conclusión en la opinión de los abonados acerca de las dificultades experimentadas para hablar u oir: se observa entonces un aumento considerable de las notas "bastante buena" y "mediocre", en detrimento de las notas "buena" y "excelente".

b) Desde el punto de vista de la utilización de los supresores de eco, un circuito con un tiempo de propagación de ida y de retorno elevado (hasta 600 ms), provisto de un supresor de eco, puede conectarse en cascada con un circuito con un tiempo de propagación de ida y de retorno relativamente reducido (hasta 60 ms), provisto asimismo de un supresor de eco. En este caso, la reducción de calidad de transmisión debida al empleo del circuito con un tiempo de propagación elevado no aumenta sensiblemente con la utilización del circuito con un tiempo de propagación relativamente reducido.

Estos resultados indican la reacción actual de los abonados canadienses respecto de las comunicaciones nacionales o regionales (en América del Norte) a larga distancia, con diversos tiempos de propagación. No obstante, pueden considerarse representativos de las futuras reacciones ante comunicaciones intercontinentales, puesto que los abonados serán sin duda más exigentes a medida que se generalice la utilización de las comunicaciones mundiales.

SUPLEMENTO N.° 2

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN EN LAS COMUNICACIONES TELEFÓNICAS CON LARGOS TIEMPOS DE PROPAGACIÓN

(Contribución de la KDD - Japón)

El montaje representado en la figura 1, con un par de supresores de eco especialmente concebidos para tiempos de propagación elevados, ha permitido realizar en laboratorio una serie de pruebas destinadas a evaluar la calidad de transmisión de las comunicaciones telefónicas con largos tiempos de propagación. Durante las pruebas, se modificó la atenuación de equilibrado mediante la red equilibradora del equipo de terminación de 4 hilos, agregándose una atenuación suplementaria igual o desigual a cada uno de los circuitos de dos hilos. Únicamente en una de las condiciones de prueba se añadió un retardo en los extremos. La evaluación se ha basado en la proporción de comunicaciones rechazadas por las 26 personas que participaron en las pruebas.

En el montaje de prueba, que presentaba un tiempo de propagación de 300 ms y una atenuación de equilibrado de 8 dB, se introdujo un retardo en los extremos de 17,5 ms (en una sola dirección). Cuando no se previó protección alguna contra el retardo terminal, el porcentaje de comunicaciones rechazadas pasó del 12 al 24%.

La curva A de la figura 2 muestra el porcentaje de comunicaciones rechazadas con una atenuación simétrica en los circuitos de prolongación de dos hilos. Para verificar la calidad de las opiniones de los participantes, se hicieron pruebas con un sistema con tiempo de propagación nulo (curva B). En el Cuadro 1 se indica el porcentaje de comunicaciones rechazadas con una atenuación asimétrica en los circuitos de prolongación de dos hilos. La reducción de calidad, causa de este elevado porcentaje, es consecuencia de la agravación de la mutilación de la palabra provocada inevitablemente por el empleo de un supresor de eco de tipo diferencial.

Cuadro 1

Resultado de las pruebas

Equivalente de referencia, 25 dB aproximadamente

Sujetos	De cuyo lado se ha añadido una atenuación suplementaria de 10 dB	De cuyo lado se ha añadido una atenuación suplementaria de 0 dB
Porcentaje de comunicaciones rechazadas	8%	36%

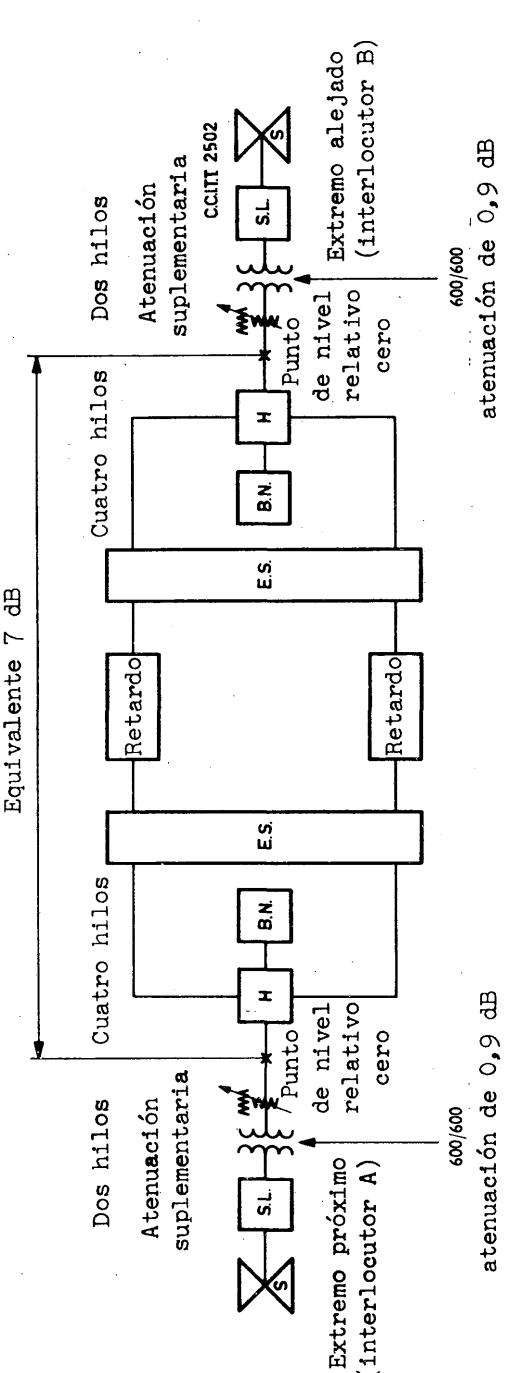
Calidad de transmisión de las comunicaciones con largos tiempos de propagación (Japón)

Equivalente de referencia, 35 dB aproximadamente

Sujetos	En cuyo lado se ha añadido una atenuación suplementaria de 20 dB	En cuyo lado se ha añadido una atenuación suplementaria de 0 dB
Porcentaje de comunicaciones rechazadas	28%	72%

La figura 3 muestra la degradación de la comunicación con diversos valores de atenuación de equilibrado. Esta reducción de calidad se debe al eco residual que se produce cuando los dos interlocutores hablan simultáneamente, y a los "chasquidos" originados por la señal en la recepción, devuelta al interlocutor alejado durante el breve periodo que precede a la intervención del supresor de eco.

Las pruebas han permitido formular las siguientes conclusiones: la existencia de un retardo en los extremos, que puede ser de hasta 18 ms, valor que parece constituir un máximo en países de extensión media, disminuye la calidad de transmisión, y de ahí la conveniencia de construir supresores de eco que aseguren cierta protección contra los retardos en los extremos. Debe señalarse también que en la calidad de transmisión en uno de los extremos influyen mucho más las condiciones del circuito, tales como la atenuación de equilibrado, la atenuación de los circuitos de prolongación de dos hilos y el retardo en el otro extremo, que las condiciones particulares en el extremo considerado, cuando interviene el efecto combinado del tiempo de propagación y de los supresores de eco.



S : Aparato de abonado (tipo 600)
S.L.: Línea artifical de abonado estándar en cable no cargado de 0,5 mm, 3 km
H : Equipo de terminación
B.N.: Equilibrador
E.S.: Supresor de eco

Ruido de sala : 50 fonios (Hoth)
Ruido de circuito : -50 dBmOp
Equivalente de referencia : unos 15 dB

Figura 1 - Montaje de pruebas

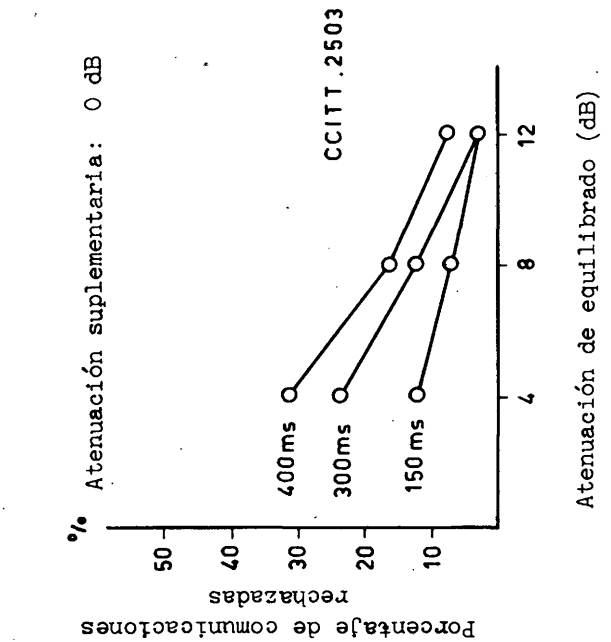


Figura 3 - Resultados de las pruebas

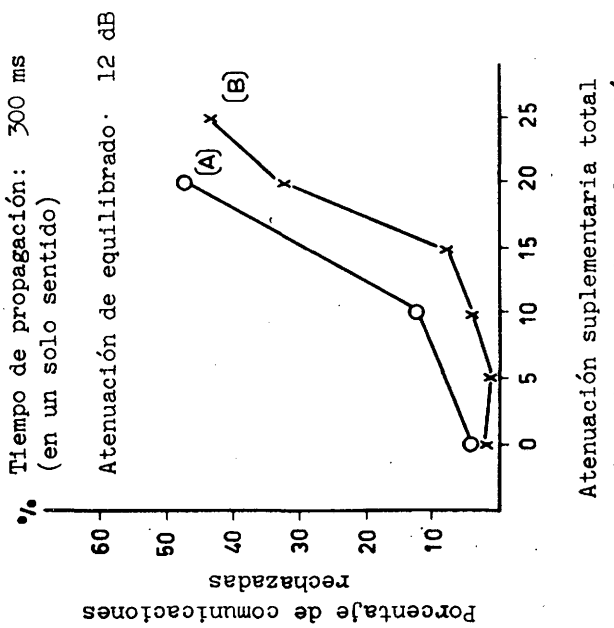


Figura 2 - Resultados de las pruebas

SUPLEMENTO N.° 3

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

REACCIONES DE LOS ABONADOS QUE UTILIZAN CIRCUITOS ESTABLECIDOS POR MEDIO DEL SATÉLITE "EARLY BIRD"

(Contribución de las Administraciones de Dinamarca, Noruega y Suecia)

Introducción

Cuando se empezó a cursar tráfico comercial por medio del satélite "Early Bird" (28 de junio de 1965), existían tres circuitos que enlazaban respectivamente Oslo, Estocolmo y Copenhague a Nueva York, vía Londres.

Las tres administraciones escandinavas han creído necesario tener por lo menos una idea subjetiva de la forma en que el público reaccionaba ante las comunicaciones establecidas por "Early Bird", haciendo una comparación lo más detallada posible con el caso de los circuitos transatlánticos por cable.

Se instalaron supresores de eco especiales en las tres capitales, que establecían las conexiones con todas las localidades de Escandinavia. Las comunicaciones por satélite se limitaban a una región de 500 millas (800 km) de radio alrededor de Nueva York, a fin de que no interviniese en ellas ningún circuito provisto del tipo de supresor de eco normalmente utilizado en la red nacional de Estados Unidos. Todos los circuitos (por satélite o de cable) se explotaban manualmente.

Organización de las pruebas

En cada uno de los tres países, las pruebas se efectuaron de conformidad con un plan, y se dividieron en dos partes. Del 28 de junio al 11 de septiembre, las operadoras escandinavas escucharon en total 1624 conferencias encaminadas por el satélite, y tomaron nota de la calidad de la conexión, de las reacciones de los abonados y de sus observaciones. Los abonados ignoraban que estaban conectados por medio del satélite y jamás fueron interrogados. A título comparativo, se procedió de igual forma con las comunicaciones por cable procedentes de la región de 500 millas alrededor de Nueva York o destinadas a ella. Esto se ha hecho con 844 conferencias, del 20 de julio al 11 de septiembre (véanse los resultados en el Anexo 1).

En la segunda parte de las pruebas (15 de agosto - 11 de septiembre), se interrogaba a los abonados inmediatamente después de la conferencia, con arreglo a un cuestionario uniforme. Cada uno de los tres centros terminales procedía a los interrogatorios después del intercambio de

50 conferencias por el satélite y de otras tantas por el cable (o sea, en total, 300 conferencias). Los abonados no sabían si su conferencia había pasado por el satélite o por el cable. Nunca se interrogó más de una vez a un mismo abonado, para evitar toda publicidad sobre la operación en curso y, por consiguiente, cualquier influencia posible en los interrogatorios siguientes; tampoco se interrogó nunca a abonados tales como periódicos, agencias de prensa, revistas ilustradas, organismos de radiodifusión, etc. En el Anexo 2 figura un resumen de las respuestas a las preguntas más importantes.

Conclusiones

De cuanto precede se desprende que la documentación estadística de que disponemos es muy limitada. Sin embargo, es probable que no se hubiesen obtenido resultados muy diferentes si se hubieran hecho pruebas durante un periodo más largo y con mayor número de circuitos.

El análisis de las dificultades observadas o señaladas debe hacerse con prudencia, porque la mayoría de estas dificultades pueden atribuirse a factores que no tienen nada que ver con el enlace espacial o con la sección de cable transatlántico.

Las diversas categorías de evaluaciones han sido enteramente subjetivas; sólo tienen valor porque se han hecho con comunicaciones por satélite o por cable tomadas al azar.

La conclusión esencial es que las conferencias celebradas por medio del satélite "Early Bird" han dado generalmente satisfacción al público escandinavo y que los resultados de la evaluación subjetiva de estas conferencias son prácticamente los mismos que los de las comunicaciones por cable. El número de dificultades señaladas que pudieran deberse al tiempo de propagación inherente a las comunicaciones por satélites es muy reducido; las observaciones y las encuestas han demostrado que esas dificultades no han sido nunca graves.

Reacciones de los abonados que utilizan circuitos "Early Bird"

Anexo 1

Resumen de las observaciones hechas por las operadoras

Circuitos por satélites y circuitos por cable entre Escandinavia y la región de 500 millas (800 km) alrededor de Nueva York

1624 conferencias por satélite (28 de junio - 11 de septiembre)
844 conferencias por cable (20 de julio - 11 de sepbiembre)

		Satélite/cable		
		Muy buena	Buena	Bastante buena
Nivel de la señal	número	1365/640	244/190	15/14
	%	84,1/76,1	15,0/22,5	0,9/1,7
Ausencia de ruido	número	1358/645	248/179	18/20
	%	83,6/76,5	15,3/21,2	1,1/2,3
Calidad de conjunto	número	1366/641	237/190	21/13
	%	84,1/75,7	14,6/22,5	1,3/1,5

		Sí	No
Eco	número	21/3	1603/841
	%	1,3/0,4	98,7/99,6
Diafonía	número	14/0	1610/844
	%	0,9/0	99,1/100,0
Variaciones del nivel de la señal	número	25/3	1599/841
	%	1,5/0,4	98,5/99,6

Peticiones de repetición	número	47/14
	%	2,9/1,6

Casos en que las operadoras han oído observaciones de los abonados sobre la calidad de la comunicación

Observaciones favorables	número	45/8
	%	2,8/0,9
Observaciones desfavorables	número	19/12
	%	1,2/1,4

Anexo 2

Resumen de las respuestas dadas por los abonados interrogados

50 interrogatorios por país inmediatamente después de una comunicación por satélite
50 interrogatorios por país inmediatamente después de una comunicación por cable

Pregunta 3

¿Han tenido durante la conferencia, usted o su corresponsal, dificultades para hablar o para oir?

Respuestas

	Satélite	Cable
Ninguna dificultad	114	122
Cierto desvanecimiento	6	2
Un ligero eco	6	2
Dificultad para oír al corresponsal y para hablar al mismo tiempo	5	0
Escaso nivel	3	11
Diafonía y ruido	10	7
Han desaparecido ciertas sílabas	6	3
Desconexión	0	3
Total	150	150

Pregunta 4

¿Cómo califica usted la calidad de la comunicación?

Respuestas

		Satélite	Cable
Muy buena	número	70	81
	%	46,7	54,0
Buena	número	61	56
	%	40,8	37,4
Bastante buena	número	17	13
	%	11,3	8,6
Mediocre	número	2	0
	%	1,2*)	0
Total	número	150	150
	%	100	100

*) La sección terrestre del circuito fue responsable.

Reacciones de los abonados que utilizan circuitos "Early Bird"

Una de las preguntas hechas fue la siguiente: "¿Telefonea usted a menudo a Estados Unidos?"

Las informaciones así obtenidas se han comparado con las respuestas de los abonados sobre la calidad de la comunicación que acababan de celebrar. Se ha visto que la evaluación de esta calidad apenas si depende de la periodicidad con que los abonados suelen telefonear a Estados Unidos.

SUPLEMENTO N.° 4

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

PRUEBAS DE TELEFONÍA CON EL SATÉLITE HS 303

(Contribución de Telespazio, Italia)

El periodo experimental de explotación del satélite HS 303 comenzó el 28 de junio y terminó el 19 de noviembre de 1965.

Durante este periodo, el centro telefónico intercontinental de Italcable ha explotado, además de 15 circuitos en cable, otros 8 circuitos telefónicos por medio de este satélite, y ocasionalmente ha explotado 4 circuitos radioeléctricos.

De conformidad con los acuerdos concluidos entre la A.T.T. y las cuatro administraciones europeas interesadas en estas pruebas (Administración británica, Administración francesa de C.T., Administración alemana de C.T. e Italcable), las pruebas efectuadas durante el periodo indicado tenían como objetivo verificar:

1) La calidad de transmisión del satélite,

2) El funcionamiento de los nuevos supresores de eco construidos para las comunicaciones por satélites con largos tiempos de propagación,

3) La reacción de los abonados con respecto a este nuevo medio de comunicación, concediéndose especial atención a los efectos debidos a estos largos tiempos de propagación.

Puede decirse que los resultados de las pruebas han sido muy satisfactorios desde todos los puntos de vista.

El análisis del tráfico y las observaciones hechas por nuestras operadoras, han puesto de relieve:

1) Que la mayoría de los abonados no han observado diferencia cualitativa alguna entre el sistema por cable submarino y el sistema por satélite,

2) Que a juicio de nuestros operadores, la calidad de la voz en las conferencias retransmitidas por el satélite era mejor que en las transmisiones por cable,

3) Que en los circuitos por satélite, la relación señal/ruido es más elevada,

4) Que los nuevos supresores de eco han respondido muy bien a las exigencias del sistema y han permitido a los abonados sentir mejor la presencia de sus corresponsales, y evitaban, al mismo tiempo, las mutilaciones de la palabra que a veces se producen.

En lo que respecta a Italia, es muy difícil proceder a una evaluación comparativa entre la calidad de transmisión de los sistemas por satélite y la de los sistemas por cable, ya que en su eficacia influyen seriamente las imperfecciones de las líneas de interconexión distantes.

En otros términos, Italcable considera que la yuxtaposición de los dos sistemas de telecomunicación equivaldría finalmente a comparar la calidad de los circuitos telefónicos Roma-París para el sistema en cable con la de los circuitos Roma-Francfort para el sistema por satélite.

Esta opinión se ve confirmada por el hecho de que cuando la estación de Fucino funcionaba el sábado y el domingo conectada al centro terminal por un corto enlace de hiperfrecuencias, la calidad de transmisión era muy superior.

Anexo 1

Encuesta sobre la calidad de los circuitos establecidos vía Early Bird

Comunicaciones de salida, zona automática de Nueva York

	Durante la semana	Sábado y domingo	Total
Por satélite	4.254-40%	736-39%	4.990-40%
Por cable	6.332-60%	1.153-61%	7.485-60%
	10.586	1.889	12.475

Anexo 2

Encuesta sobre la calidad de los circuitos establecidos vía Early Bird

Las siguientes informaciones son el resultado de la encuesta efectuada para determinar las reacciones de los abonados después de utilizar el servicio telefónico establecido por medio del satélite Early Bird.

El periodo estudiado se extiende del 28 de junio al 19 de noviembre de 1965, y la encuesta abarca los ocho circuitos explotados.

	Comunicaciones de salida	Comunicaciones de llegada	Total
Número de comunicaciones estudiadas	4990	2970	7960
Comunicaciones con una "calidad de transmisión mediocre" que no han sido objeto de reclamaciones o de peticiones de detasa . . .	15(0,36%)	36(1,20%)	51(0,64%)
Comunicaciones cortadas sin que hayan motivado una reclamación después de la conferencia . . .	143(2,85%)	46(1,54%)	189(2,5%)
Comunicaciones con una "calidad de transmisión mediocre" y cortadas, sin que hayan motivado una reclamación	6(0,12%)	-	6(0,08%)
Comunicaciones que han dado lugar a una reclamación de los abonados después de la conferencia	4(0,08%)	17(0,57%)	21(0,26%)

No disponemos de ningún dato que permita determinar la influencia del tiempo de propagación y de los supresores de eco en el porcentaje de comunicaciones de calidad mediocre. Sin embargo, puede considerarse que, en conjunto, la proporción de comunicaciones consideradas aceptables es muy satisfactoria.

SUPLEMENTO N.° 5

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

RESULTADOS DE MEDICIONES Y DE OBSERVACIONES RELATIVAS AL TRÁFICO CURSADO POR MEDIO DE CIRCUITOS POR SATÉLITES

(Contribución de la Administración de la República Federal de Alemania)

En junio de 1965, la República Federal de Alemania participó por primera vez en el tráfico comercial cursado, por medio del satélite de telecomunicación "Early Bird" HS 303, por el enlace en grupo secundario Francfort del Meno-Nueva York 6001, que contiene los enlaces en grupo primario Francfort del Meno-Nueva York 1201 y 1202, con 14 circuitos telefónicos y 2 sistemas de telegrafía armónica.

Durante el periodo comprendido entre el 28 de junio y el 12 de noviembre de 1965, se hicieron diversas observaciones relativas al servicio telefónico de conmutación semiautomácica por medio de circuitos por satélite entre Francfort del Meno y Nueva York. Estas mediciones se hicieron de acuerdo con el horario fijado por la A.T.T.

Durante ese periodo se establecieron 4622 comunicaciones de una dureción media de 7 minutos. El 95,7% de estas comunicaciones no han motivado reclamaciones, y el 4,3% dieron lugar a quejas (el 1,7% de las comunicaciones sufrieron interrupciones que las operadoras remediaron inmediatamente, siendo el 2,6% medianamente inteligibles. No se formuló ninguna reclamación al término de las conferencias).

Durante las encuestas precedentemente efectuadas por la A.T.T. en relación con 5000 comunicaciones telefónicas establecidas por medio de sistemas de cable, el 95,6% de las comunicaciones no motivaron ninguna reclamación; el 4,4% restante dieron lugar a quejas.

En el siguiente cuadro se indica la repartición de las comunicaciones, en función de su duración. Se observará que los resultados se acercan mucho a los correspondientes a las comunicaciones por cable.

Duración de las comunicaciones (en minutos)								Total
<3	4 a 6	7 a 9	10 a 12	13 a 15	16 a 30	31 a 60	>60	
18,1%	29,9%	18,1%	10,9%	7,3%	13,6%	1,9%	0,2%	100%

SUPLEMENTO N.° 6

(Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.14)

CORRELACIÓN ENTRE LA REDUCCIÓN DE CALIDAD DE LA TRANSMISIÓN TELEFÓNICA DEBIDA A LARGOS TIEMPOS DE PROPAGACIÓN Y LA DEBIDA AL RUIDO

(Contribución de la Telephone Association of Canada)

Introducción

En 1965, la Telephone Association of Canada emprendió un programa de pruebas para evaluar los efectos subjetivos de largos tiempos de propagación en las comunicaciones telefónicas. Estas pruebas se efectuaron en un circuito telefónico nacional ajustado de modo que simulara los tiempos de propagación de diversos circuitos intercontinentales conectados en tándem con circuitos nacionales, de longitud y tipo corrientes en Canadá. Los tiempos de propagación elegidos para la parte intercontinental simulada del circuito de prueba fueron los siguientes: tiempo de propagación de un circuito por cable submarino de longitud transatlántica, de un circuito por satélite de altitud media y de un circuito por satélite de órbita estacionaria.

Por este circuito de prueba se transmitió tráfico nacional normal entre las dos ciudades terminales, a saber, Montreal y Toronto. Tan pronto como los abonados terminaban sus conferencias por este circuito, se les interrogaba y se les pedía que dieran su opinión sobre la comunicación. Los abonados no sabían que comunicaban por un circuito de prueba.

Los resultados del programa de pruebas se han presentado en forma de porcentajes de respuestas señalando dificultades (para hablar y para oír), en función del tiempo de propagación. También se han presentado según la nota (excelente, buena, bastante buena o mediocre) dada por los abonados, en función del tiempo de propagación. El Suplemento N.° 1 contiene informaciones detalladas sobre los resultados y los dispositivos experimentales.

En el presente suplemento se analizan los resultados de este programa de pruebas de 1965, con el fin de establecer una correlación entre la reducción de calidad de transmisión debida a un tiempo de propagación elevado y el nivel de ruido que sería necesario para obtener una reducción equivalente.

Correlación entre la reducción de calidad debida a largos tiempos de propagación y la debida al ruido

En el Cuadro 1 figuran los resultados del programa de pruebas de 1965 en lo que concierne a la opinión que los abonados expresaron sobre las comunicaciones.

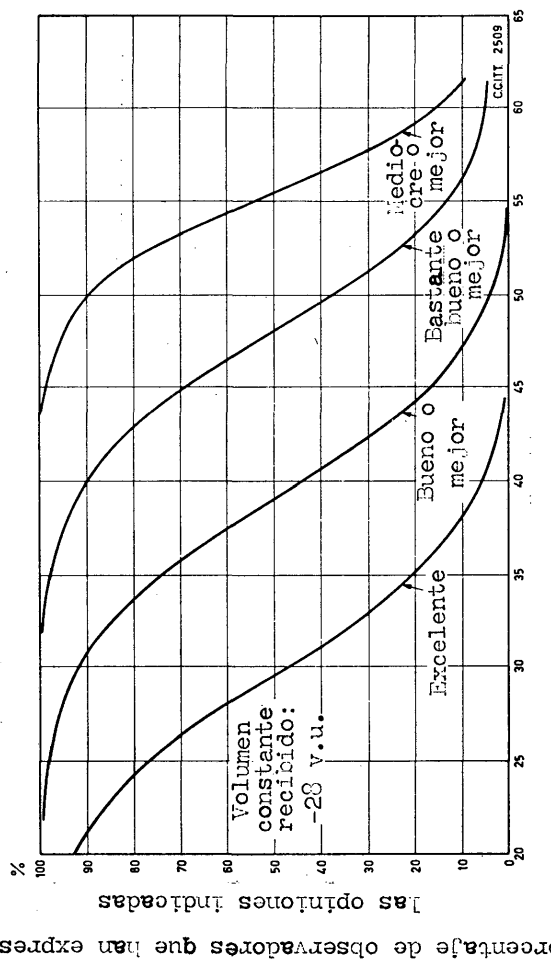
Cuadro 1

Tiempo de propagación de ida y de retorno	Buena o mejor (B + E) 1)	Bastante buena o mejor (A + B + E) 1)
100 ms (cable submarino)	84%	98%
300 ms (altitud media)	77%	93%
600 ms (órbita estacionaria)	61%	86%

1) Las letras A, B y E designan, respectivamente, las opiniones: bastante buena, buena y excelente.

Durante el programa de pruebas, se fijó artificialmente el nivel de ruido en el circuito de prueba en 43 dBrnc0 (-47 dBm0p). Se consideró que este valor era representativo del nivel de ruido existente en circuitos transatlánticos conectados a circuitos canadienses de longitud comprendida entre 2000 y 6000 km. En la mayoría de los casos objeto de las pruebas, se estima que el nivel de ruido recibido por un aparato telefónico de abonado fue del orden de 32 dBrnc (-58 dBm0p), y que el volumen de los sonidos vocales recibidos fue aproximadamente de -28 v.u. (-29,4 dBm).

La American Telephone and Telegraph Company ha presentado una contribución publicada en el Documento COM XII - N.° 77 (periodo de estudios 1964/1968), en la que figuran informaciones sobre el efecto subjetivo del ruido percibido por el abonado cuando el tiempo de propagación no tiene una gran influencia. La figura 1 está sacada de este documento de la A.T.T. El Cuadro 2 indica que, para tiempos de propagación relativamente cortos (100 ms), los resultados de las pruebas efectuadas en Canadá concuerdan adecuadamente con las informaciones facilitadas por la A.T.T.



Nivel de ruido en los terminales del lado línea del aparato telefónico (dBrnc)

Figura 1 - Curvas de apreciación del ruido

Cuadro 2

Efectos subjetivos resultantes de un nivel de ruido de 32 dBrnc en el aparato de abonado

	Buena o mejor (B + E)	Bastante buena o mejor (A + B + E)
Pruebas TAC (Cuadro 1) (Tiempo de propagación 100 ms)	84%	98%
Datos A.T.T. (figura 1)	87%	99%

Por consiguiente, se han utilizado los datos contenidos en la figura 1 y en el Cuadro 1 para determinar la reducción de calidad de transmisión debida a tiempos de propagación elevados, evaluándose el ruido que produciría una reducción equivalente. Los resultados de este estudio figuran en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3

Tiempo de propagación de ida y de retorno 300 ms

Opinión del abonado (según el Cuadro 1)	Ruido equivalente (según la figura 1)	Reducción de calidad causada por el ruido equivalente (ruido equivalente - 32 dBrnc)
77% Buena o mejor	34 dBrnc	2 dB
93% Bastante buena o mejor	38 dBrnc	6 dB

Cuadro 4

Tiempo de propagación de ida y de retorno 600 ms

Opinión del abonado (según el Cuadro 1)	Ruido equivalente (según la figura 1)	Reducción de calidad causada por el ruido equivalente (ruido equivalente - 32 dBrnc)
61% Buena o mejor	37 dBrnc	5 dB
86% Bastante buena o mejor	42 dBrnc	10 dB

Correlación entre la reducción de calidad de transmisión y el nivel de ruido

El Cuadro 3 muestra que, para un tiempo de propagación de ida y de retorno de 300 ms, la reducción de calidad imputable al ruido equivalente está comprendida entre 2 y 6 dB. El Cuadro 4 muestra que, para un tiempo de propagación de ida y de retorno de 600 ms, esta reducción de calidad está comprendida entre 5 y 10 dB.

Puede pretenderse que la parte más elevada de cada una de estas dos gamas de valores debiera considerarse como la reducción de calidad imputable al ruido equivalente; en efecto, los mayores valores se deducen de las opiniones "bastante buena o mejor" que constituyen también una medida de las opiniones "mediocre o peor" (100% - bastante buena o mejor). Consideradas desde el punto de vista del servicio, las opiniones "mediocre o peor" son a menudo las más críticas y, por ello, determinantes. No obstante, si se concediese a las opiniones "buena o mejor" el mismo valor que a las opiniones "mediocre o peor", la reducción de calidad imputable al ruido equivalente, para los tiempos de propagación elevados, se situaría hacia el centro de cada gama, como muestra el siguiente cuadro.

Tiempo de propagación de ida y de retorno	Reducción de calidad debida al ruido equivalente
300 ms	4 dB
600 ms	7 a 8 dB

Conclusiones

La correlación indicada se funda en la calidad de transmisión que esperan los abonados canadienses que solicitan comunicaciones nacionales o regionales (en América del Norte) a larga distancia. Parece, empero, que la misma correlación pueda aplicarse al futuro servicio telefónico intercontinental que habrán de emplear, teniendo en cuenta el hecho de que serán más exigentes en lo que respecta al servicio mundial a medida que éste vaya extendiéndose.

SUPLEMENTO N.° 7

(antiguo Anexo 4, modificado en Ginebra, 1964 y
en Mar del Plata, 1968; citado en la Recomendación P.20)

METODOS APLICADOS POR DIVERSAS ADMINISTRACIONES EN LAS REDES URBANAS E INTERURBANAS INTERIORES PARA ASEGURAR UNA CALIDAD SATISFACTORIA A LAS COMUNICACIONES NACIONALES

(en la inteligencia de que se observa la recomendación
del C.C.I.T.T. relativa a los equivalentes de
referencia para las comunicaciones internacionales)

Argentina (República)
Australia
Austria
Canadá y Estados Unidos de América
Checoeslovaquia
España
Finlandia
Francia
Hungría
Indonesia
Italia
Japón
Malasia
Noruega
Nueva Zelandia
Países Bajos
Pakistán
Reino Unido
República Federal de Alemania
Singapur
Sudafricana (República)
Suecia
Suiza
Zambia

Contribución de la Administración Argentina

La Argentina participa en los trabajos del C.C.I.T.T., sus redes se ajustarán a las normas fijadas por este Comité para poder interconectarlas con las de los demás países; se adaptarán a las condiciones geográficas y económicas nacionales.

Las condiciones de estabilidad de los sistemas que constituyen la red determinarán finalmente la atenuación máxima efectiva entre dos abonados. Un análisis preliminar, a base de los equipos normales, indica que esta atenuación máxima no excederá de 32 dB para los abonados más alejados, respetándose las prescripciones del C.C.I.T.T. relativas a las atenuaciones de conexión, de reflexión, de adaptación, etc.

Contribución de la Administración Australiana

1. Introducción

Los métodos adoptados para asegurar a una red telefónica una calidad de transmisión satisfactoria dependen estrechamente de la importancia de la red y de su desarrollo, técnico u otro. Para poder apreciar los métodos aplicados en Australia a la luz de estos factores, a continuación se indica sucintamente la situación actual de la red australiana.

En Australia explota los servicios telefónicos de la totalidad del continente australiano un organismo federal, el Departamento del Postmaster-General. La superficie cubierta tiene una extensión análoga a la de Estados Unidos, y está constituida en gran parte por una región desértica; las principales regiones habitadas se encuentran a orillas del mar, a lo largo de las costas este y sudeste y, en Australia occidental, alrededor de Perth. Las regiones habitadas se caracterizan por la gran distancia (800 km (500 millas) o incluso más) que media entre sus grandes ciudades. Las dos terceras partes de los aparatos telefónicos se encuentran en cinco ciudades de 500 000 a 2 500 000 habitantes. Las ciudades que cuentan con algunos miles de habitantes distan generalmente entre sí 100 km (60 millas) o más.

En junio de 1967, la situación de la red telefónica australiana era la siguiente:

Aparatos telefónicos	3 178 000
Instalaciones telefónicas	2 234 000
Instalaciones telefónicas automáticas	85,3%
Centrales (automáticas)	2 500
Centrales (manuales, la mayoría de poca importancia)	4 000
Líneas interurbanas	43 000
Comunicaciones	2 313 000 000
Comunicaciones interurbanas enteramente automáticas	18,6%

Hasta 1964, las centrales automáticas locales estaban equipadas, en general, con sistemas paso a paso. Las zonas locales se han extendido a toda Australia y pagando una unidad de tasa, podían celebrarse conferencias hasta distancias entre centrales de unos 40 km (25 millas). La mayor parte del tráfico interurbano se cursaba en explotación semiautomática, con intervención de una operadora en el extremo de salida para despachar el tráfico por una red de tránsito automático que utilizaba una señalización de dos frecuencias vocales, efectuándose la conmutación lo mismo en dos que en cuatro hilos a través del devanado de los transformadores ("tail-eating").

Los equipos de conmutación que actualmente (1968) se instalan son del tipo de barras cruzadas con conmutación del tráfico urbano en dos hilos

y verdadera conmutación "cuatro hilos-cuatro hilos" en los centros de tránsito secundarios y en los centros de orden más elevado. Estos equipos facilitan el encaminamiento por vía desviada, y el método de conmutación adoptado se funda en el principio de un encaminamiento con elección de vía según un orden jerárquico.

En 268 centrales, el servicio interurbano es ya enteramente automático, sobre todo por vías directas sin conmutación en tránsito. Según los planes, el 66% como mínimo de las comunicaciones interurbanas podrán establecerse directamente por el abonado por la red de barras cruzadas de tránsito.

El aumento del tráfico interurbano, la terminación de los proyectos COMPAC y SEACOM, que facilita las comunicaciones intercontinentales procedentes de Australia y destinadas a este país por circuitos de buena calidad en cable, la introducción, en fin, de la explotación enteramente automática, dan mayor importancia a la limitación de los efectos de eco, cuestión ésta que es actualmente objeto de detenido estudio.

Otros factores hay que tener también en cuenta para la realización de una red, por ejemplo, la introducción de aparatos telefónicos más modernos, más eficaces y provistos de regulación automática; la transmisión de datos por la red telefónica pública; diversos servicios especiales y la señalización a gran velocidad entre registradores que utilizan señales multifrecuencia codificadas (MFC). Este sistema de señalización MFC se utilizará para la explotación de extremo a extremo sin regeneración de la señal (salvo en ciertos casos) más bien que para la explotación sección por sección; de ahí que la explotación de una cadena de canales interurbanos conectados en tándem haya de responder a ciertas exigencias mínimas de calidad.

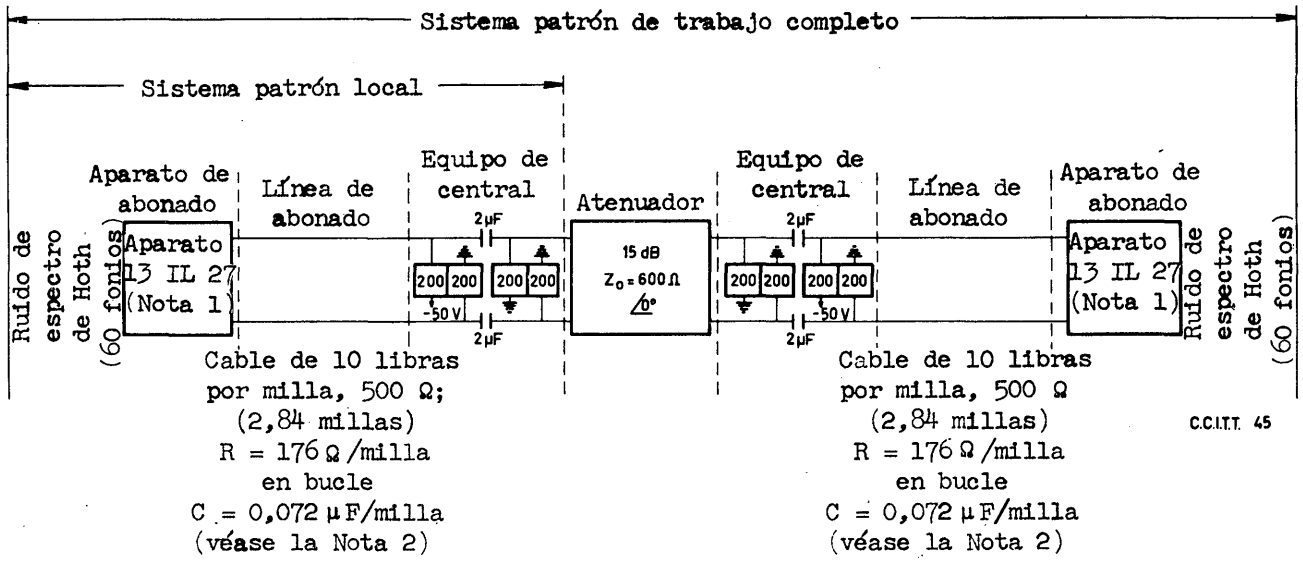
2. Objetivos

2.1 Objetivo general

El plan de transmisión se funda en un sistema patrón de trabajo constituido por dos aparatos telefónicos provistos cada uno de ellos de una línea de abonado y de un puente de alimentación y conectados por un atenuador que presenta una impedancia de 600 ohmios y una atenuación de 15 dB, como puede verse en la figura 1. La planificación de la red asegura, para una proporción muy importante de las comunicaciones, una calidad global de transmisión superior a la del sistema patrón; la calidad de transmisión sólo será inferior a la del sistema patrón en una pequeñísima proporción de comunicaciones. A los fines de la planificación, la red se divide en dos partes:

a) Red de líneas locales (líneas de abonado),

b) Red intercentrales.



Notas:

1. La indicación "Aparato telefónico 13.II.27" se refiere a un aparato telefónico moderno con los siguientes elementos de transmisión:

   Cápsula microfónica N.° 13
   Receptor tipo II
   Bobina de inducción antiefecto local N.° 27

   Designación de la Administración británica

2. 0,635 mm de diámetro; 4,56 km; 109,3 Ω/km en bucle; 44,7 nF/km

Figura 1.- Sistema patrón de trabajo (Australia)

2.2 Red de líneas locales (líneas de abonado)

Las redes locales se establecen de modo que la calidad de transmisión de las líneas individuales sea igual por lo menos a la de la sección del sistema patrón de trabajo correspondiente a la red local, que comprende transductores que tienen la mínima eficacia aceptable para nuevos aparatos. Este sistema local se ha medido en Ginebra; tiene equivalentes de referencia de 14 dB en la transmisión y de 6 dB en la recepción. Un equivalente de referencia de 3 dB en la recepción sólo se rebasa en el 20% de las instalaciones existentes; ninguna nueva instalación rebasa 3 dB. Será posible, por consiguiente, disminuir ulteriormente el equivalente de referencia total 3 dB.

En la red australiana, casi la mitad de los aparatos telefónicos son aparatos del tipo 300 de la Administración británica y se pusieron en servicio en 1939. En 1957 se puso en servicio el aparato del tipo 400, de eficacia casi equivalente a la del tipo 700 de la Administración británica o a la del tipo norteamericano 500, pero sin dispositivo de regulación automática. El aparato telefónico normalizado actual, puesto en servicio en 1963, es del tipo 800; su circuito de transmisión es análogo al del del tipo 400 y está provisto, además, de un dispositivo de regulación automática según la longitud de la línea de abonado.

Dos límites, o por lo menos el más riguroso de estos dos límites, determinan los conductores que han de utilizarse en cada línea de abonado. En primer lugar, el valor límite de la atenuación, que depende de la atenuación de la línea (la cual, a los efectos de la planificación, se considera que corresponde a la atenuación en 1,6 kHz) y, a la vez, de la reducción de la corriente de alimentación del micrófono. Y en segundo término, el valor límite de la señalización más allá del cual la llamada, la numeración o la confirmación de llamada pueden verse comprometidas. El valor límite para la señalización varía según el tipo de equipo de la central.

En el Cuadro 1 siguiente se indican los límites de transmisión actuales, para cables no cargados.

Los cables para líneas de abonado pueden pupinizarse, insertándose bobinas de carga de 88 mH a intervalos de 1,83 km (6.000 pies) cuando esté justificado desde el punto de vista económico. El Cuadro 2 indica los límites de transmisión de los cables cargados para líneas de abonado, y el Cuadro 3, los límites de señalización actualmente aplicados en la red australiana.

Cuadro 1

Límites de transmisión para cables no cargados de líneas de abonado

Conductores: calibre*) (1 lb/milla)	4		6½		10		20	
diámetro (mm)	0,4035		0,5075		0,6347		0,9025	
Tipo de aparato telefónico	**Moderno**	**Anticuado**	**Moderno**	**Anticuado**	**Moderno**	**Anticuado**	**Moderno**	**Anticuado**
Resistencia (ohmios) . . .	1150	670	920	600	770	500	610	400
Distancia: millas	2,62	1,52	3,41	2,22	4,37	2,84	7,0	4,55
km	4,22	2,44	5,48	3,57	7,04	4,56	11,3	7,33
Atenuación en 0,8 kHz: dB	6,55	3,8	6,58	4,28	6,73	4,37	7,49	4,87
dNp	7,52	4,37	7,57	4,92	7,73	5,02	8,62	5,59
Atenuación en 1,0 kHz: dB	7,34	4,25	7,26	4,73	7,47	4,85	8,34	5,41
dNp	8,44	4,88	8,34	5,43	8,58	5,57	9,58	6,22
Atenuación en 1,6 kHz: dB	9,16	5,32	9,1	5,88	9,32	6,05	10,2	6,64
dNp	10,55	6,12	10,48	6,77	10,7	6,97	11,9	7,65
Equivalente de referencia calculado de la línea: dB	6,98	4,08	6,73	4,38	6,59	4,28	6,58	4,32
dNp	8,05	4,69	7,74	5,04	7,58	4,93	7,57	4,96

*) Capacidad = 0,072 microfaradios/milla = 44,7 nF/km.

2.3 Redes intercentrales

2.3.1 Consideraciones generales

Las centrales telefónicas se clasifican según la posición que ocupan en una red establecida jerárquicamente. En cada uno de los Estados de Australia hay un centro principal y, por orden decreciente de importancia, centros primarios[1)], centros secundarios, centros de sector y centros terminales. Este último tipo de central tiene únicamente a su cargo la conmutación entre los abonados a ella adscritos; no efectúa interconexiones entre otras centrales. La figura 2 muestra los seis Estados de

1) Se está examinando la posibilidad de suprimir esta categoría.

Australia y los cinco centros principales y, en uno de esos Estados, la estructura jerárquica de la red interurbana.

En los primeros años 70, los centros principales estarán conectados entre sí por una red en malla de últimas vías elegibles.

El plan de transmisión prevé, en general, una atenuación máxima de 15 dB, más las atenuaciones destinadas a limitar los ecos (véase el punto 2.3.2), entre dos centrales cualesquiera de la red. La atenuación en dos hilos entre un equipo de terminación y una central terminal tiene un valor mínimo de 3 dB, para asegurar una atenuación de adaptación suficiente.

En los párrafos siguientes se entenderá por atenuaciones nominales las atenuaciones entre extremos virtuales, y comprenden la atenuación en línea y las pérdidas debidas a los transformadores y a los equipos de conmutación.

Cuadro 2

Límites de transmisión para cables cargados de líneas de abonado (se emplean solamente aparatos telefónicos modernos)

Conductores {calibre*) (1 lb/milla) / {diámetro (mm)	4 / 0,4035	6½ / 0,5075	10 / 0,6347	20 / 0,9025
Resistencia (ohmios)	1500	1300	1200	1200
Distancia: {millas	3,3	4,7	6,5	12,5
Distancia: {km	5,3	7,55	10,45	20,1
Atenuación en 1,6 kHz {dB	6,0	5,26	4,94	5,12
Atenuación en 1,6 kHz {dNp	6,9	6,05	5,68	5,9
Equivalente de referencia calculado de la línea {dB	6,54	6,47	6,54	6,08
Equivalente de referencia calculado de la línea {dNp	6,48	7,44	7,52	6,98

Cuadro 3

Límites de resistencia impuestos por la señalización para las líneas individuales de abonado

Tipo de equipo de la central	Resistencia en bucle de las líneas de abonado ohmios
Llamada por magneto y sistema de barras cruzadas (automático)	1500
Tipo 2000; sistema Siemens N.º 17 (autom.)	1000
Central automática rural de la Administración australiana de Correos	750
Otras centrales	650

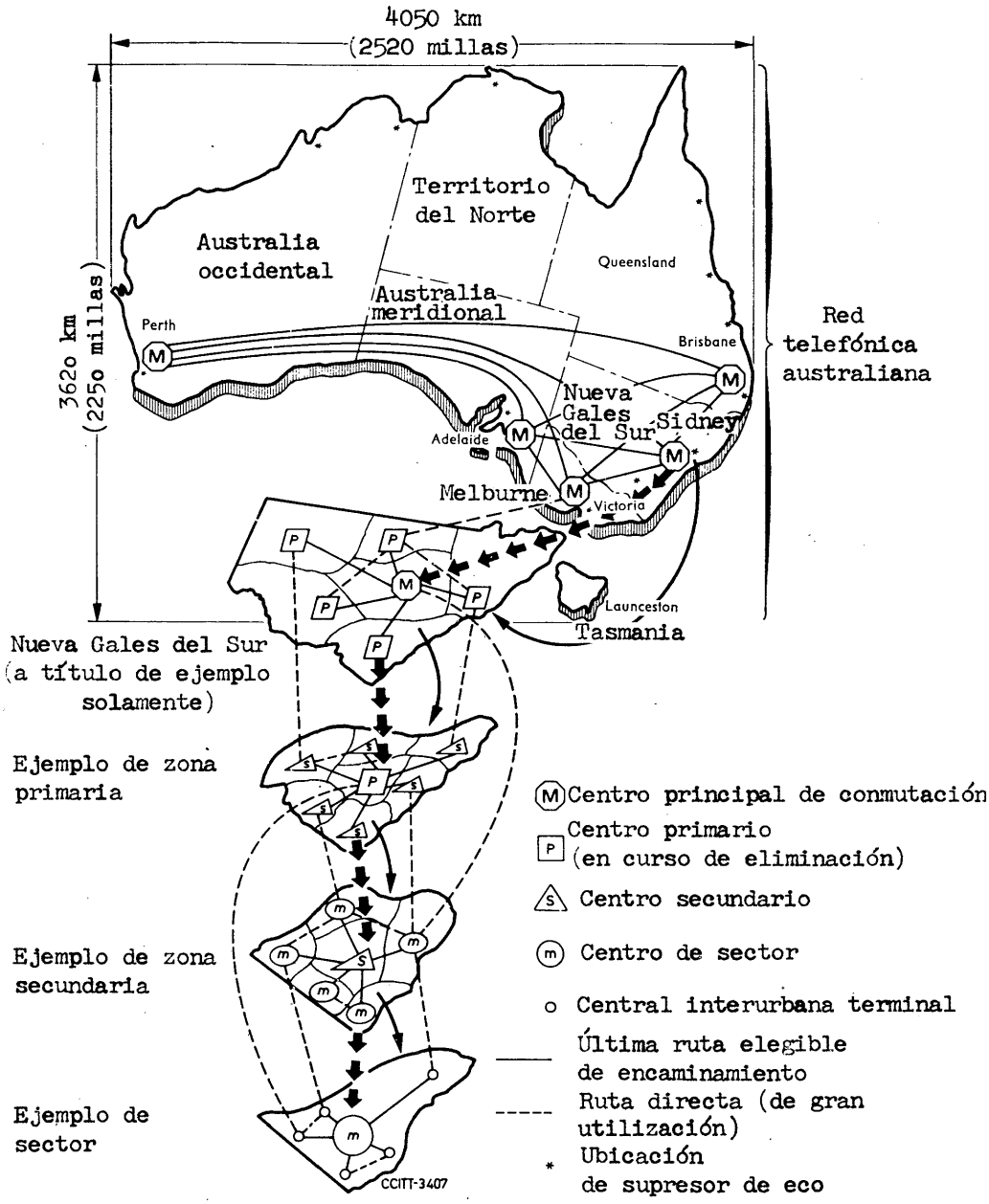


Figura 2.- Estructura de la red interurbana australiana

2.3.2 Red interurbana

La planificación de la red interurbana se basa en el empleo de circuitos de cuatro hilos de gran velocidad de propagación y poca pérdida de transmisión entre centros principales, primarios y secundarios. Se establecen en sistemas de banda ancha, en radioenlaces y/o en cables de pares coaxiles. En los proyectos sólo se prevén supresores de eco en las comunicaciones a muy larga distancia (de más de 2.500 km o 1.500 millas). La atenuación nominal de tales circuitos es de 0,5 dB. A los demás circuitos de cuatro hilos se les asigna una atenuación que depende de la distancia, según las tres categorías indicadas en el Cuadro 4, con el fin de reducir los efectos de eco.

Cuadro 4

Atenuaciones destinadas a limitar los ecos

Distancia		Atenuación
Millas	km	dB
0-350	0-563	0
351-750	564-1210	0,5
> 750	> 1210	1,0

La atenuación nominal máxima entre una central terminal y su centro de conmutación (que puede ser un centro cualquiera de categoría superior) es de 7,5 dB. Tales circuitos se establecen generalmente en pares en cable pupinizado, sin amplificadores. En la red australiana, los repetidores de impedancia negativa se utilizan poco, pero su número está en aumento.

Si la atenuación de 7,5 dB admisible no es enteramente necesaria entre una central terminal y un centro de sector, entre este último centro y el centro de que depende (a saber, el centro secundario, primario o principal) puede establecerse un circuito pasivo siempre que la atenuación total de los dos circuitos no sea superior a 6 dB. Esto implica que los demás centros terminales servidos por el centro de sector respondan a las mismas condiciones; en otro caso, la atenuación entre el centro de sector y el centro de que depende deberá ser de 0 dB.

Cuando se prevén circuitos directos entre centros terminales, el valor límite de la atenuación de estos circuitos es de 12 dB.

2.3.3 Redes de grandes ciudades

En la red de una gran ciudad, el conjunto de la red está conectado a un solo y mismo centro interurbano (en general, un centro principal) conectado a las demás centrales de la red nacional interurbana (véase el punto 2.3.2).

En la zona de una gran ciudad suele utilizarse un solo plan de numeración, y las comunicaciones internas de la zona se establecen por varias centrales tándem, evitando la central interurbana. Se han establecido en tales casos reglas particulares para aprovechar la flexibilidad que supone el poder disponer de varias centrales tándem, aplicando los mismos límites de transmisión que en los proyectos de red interurbana. Con una sola central tándem, los métodos para los proyectos son necesariamente los del punto 2.3.2. No obstante, las centrales tándem periféricas están situadas más cerca de las centrales terminales a que dan servicio, lo que disminuye la atenuación de los circuitos de interconexión. El resto del límite de transmisión queda así disponible para circuitos directos con centrales tándem exteriores, establecidos en cables de conductores más finos o en arterias más cortas con el fin de obtener circuitos más económicos. Las llamadas pueden hacerse en sobrecarga por las últimas vías elegibles pasando por las centrales tándem respectivas.

La atenuación atribuida a cada tipo de circuito no se especifica; se determina para cada red repartiendo de la manera más económica la atenuación admisible entre los diversos grupos de circuitos de enlace. La mayor parte de los circuitos de enlace se realizan en cable pupinizado de 10 libras por milla (conductores de 0,63 mm), con bobinas de carga de 88 mH insertas a intervalos de 1,83 km (6.000 pies). En la práctica, para el establecimiento de los planes no se tienen en cuenta las pérdidas por reflexiones. El plan de transmisión depende en gran medida del número y de la ubicación de las centrales tándem en la red.

En la práctica, las atenuaciones típicas son las siguientes:

entre central tándem y central terminal: 3 a 5,5 dB

entre central tándem y central tándem: 1 a 6 dB

entre central tándem y central interurbana: 1 a 3 dB

(número de centrales tándem: 2 a 17)

2.3.4 Estabilidad

Las atenuaciones máximas admisibles en la red australiana son las indicadas en los párrafos precedentes. Cuando una comunicación comprende circuitos de cuatro hilos de poca atenuación, es también necesario especificar la atenuación mínima admisible para asegurar a las comunicaciones

la estabilidad conveniente. La atenuación mínima entre centrales terminales es de 6 dB para las comunicaciones que comprenden circuitos de cuatro hilos. Esta atenuación mínima puede proporcionarla la atenuación real del circuito de dos hilos entre el circuito de cuatro hilos y la central terminal, u obtenerse añadiendo a cada uno de los circuitos de dos hilos una línea artificial complementaria de modo que se obtenga una atenuación mínima de 3 dB, o bien (en una central de cuatro hilos) con una línea artificial complementaria en el lado cuatro hilos del equipo de terminación. La adición de esta atenuación mínima entre el equipo de terminación y las líneas de abonado, extremamente diversas, permite mejorar la atenuación de equilibrado en el equipo de terminación y darle un valor satisfactorio.

Además de este método para obtener circuitos terminales que presenten una atenuación mínima de 3 dB, se prevén también transformadores de adaptación en todas las líneas pupinizadas en los centros en que estas líneas están conectadas a circuitos de cuatro hilos. La impedancia normalizada es de 600 ohmios.

En los centros en que los circuitos de cuatro hilos se conmutan en dos hilos, el efecto de los transformadores de adaptación puede verse contrarrestado por un desequilibrio de impedancia causado por los relés de señalización y por las diferencias de longitud del cableado de las centrales. El plan actual prevé un equilibrado en las centrales para reducir estos efectos, pero hasta ahora los progresos en este sentido son poco sensibles.

2.3.5 Supresores de eco

Hasta ahora (1968), sólo se han empleado supresores de eco, en las comunicaciones nacionales, en circuitos entre Melburne y Perth, a 3.500 km de distancia (2.180 millas), estando los supresores asociados al circuito. En las comunicaciones internacionales, el supresor de eco se monta en el circuito en el centro internacional de Sidney, cualquiera que sea el emplazamiento de la central terminal en la red nacional.

Se ha establecido en la red nacional australiana un plan de empleo de supresores de eco en curso de ejecución. Se prevé en él la instalación de supresores de eco en los cinco centros principales de conmutación y en siete centros aislados de categoría inferior, en los que los equipos de conmutación conectarán semisupresores de eco de tal modo que no haya más de dos en una comunicación. Estos semisupresores de eco se insertarán lo más cerca posible de las centrales terminales de la comunicación en cuestión. Además, los supresores de eco destinados a las comunicaciones internacionales provendrán de la instalación nacional más próxima de la central terminal que interviene en la comunicación (en lugar de la práctica actual, antes descrita).

3. El futuro

El plan australiano de transmisión se revisa constantemente con ayuda de controles de funcionamiento real de la red.

Recientes encuestas sobre el grado de satisfacción de los usuarios han revelado la necesidad de disminuir la atenuación total en la red para atender los deseos de los abonados más exigentes del periodo actual. Para responder a esta exigencia de atenuaciones menores de las comunicaciones, se han establecido objetivos de atenuación reducida que se realizarán dentro de algunos años. Los objetivos actuales y los objetivos futuros posibles de atenuación total entre centrales terminales, para el tráfico total de salida y de llegada en cada zona secundaria (comprendido el tráfico propio de la central) son los siguientes:

Valores obtenidos actualmente (estimación)	Objetivos posibles para dentro de algunos años
50% inferiores a 9 dB	50% inferiores a 6 dB
80% inferiores a 12 dB	70% inferiores a 7 dB
99% inferiores a 14 dB	85% inferiores a 8 dB
100% inferiores a 15 dB	100% inferiores a 9 dB

Además, para reducir al mínimo, a partir de una central cualquiera, las variaciones de atenuación de comunicaciones sucesivas que pueden establecerse por vías directas, desviadas o de última elección, puede especificarse una atenuación media y una desviación estándar de la atenuación para el tráfico cursado en la hora cargada entre cada par de centrales terminales de una zona de numeración. Los valores prescritos actualmente son 12 dB para la atenuación y 1,8 para la desviación estándar. Los objetivos provisionales que han de realizarse de aquí a algunos años son 7 dB y 1,5 dB, respectivamente.

Referencia.- R.G. KITCHENN: Telephone Transmission Objectives: The Telecommunication Journal of Australia, febrero de 1968, Volumen 18, N.° 1, página 15.

Contribución de la Administración austriaca

El desarrollo de la red telefónica automática interurbana de Austria se basa en un plan de transmisión que se ajusta a las Recomendaciones del C.C.I.T.T. En este plan de transmisión, los equivalentes de referencia del sistema local (aparato de abonado + línea de abonado + puente de alimentación) y de la red interurbana se han fijado independientemente uno de otro.

Sistema local

Los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción del sistema local no deben rebasar, respectivamente, 1,25 Np (10,8 dB) y 0,3 Np (2,6 dB). La resistencia máxima en bucle de la línea de abonado se ha fijado en 800 ohmios. Para tener en cuenta las diferencias de longitud de las líneas de abonado y las resultantes entre las pérdidas de corriente de alimentación, los micrófonos y los receptores de los aparatos de abonado, se han agrupado según su eficacia. Además, los aparatos de abonado comprenden una línea artificial complementaria de atenuación fija.

Red interurbana

La figura 1 es un esquema de la red telefónica automática interurbana de la Administración austriaca e indica las atenuaciones entre los diversos centros de conmutación. Las centrales locales están conectadas a los centros primarios por circuitos de dos hilos. Los demás enlaces dentro de la red interurbana se establecen por medio de circuitos de cuatro hilos, y la conmutación se efectúa en cuatro hilos en los centros secundarios y terciarios.

El valor máximo del equivalente de referencia entre dos centrales locales cualesquiera se ha fijado en 2,0 Np (17,4 dB). Los circuitos de cuatro hilos se explotan con una atenuación nula. Por razones de estabilidad y habida cuenta de la variación de atenuación de las secciones de cuatro hilos, se ha fijado un valor mínimo para la atenuación de los circuitos de dos hilos. De ser necesario, se utiliza a este efecto una línea artificial complementaria de atenuación fija.

En la red nacional, el equivalente de referencia máximo entre dos aparatos de abonado cualesquiera es de 3,55 Np (30,8 dB), comprendida la variación de atenuación.

En caso de necesidad, la red representada esquemáticamente en la figura 1 se completa con circuitos directos entre los diversos centros de conmutación.

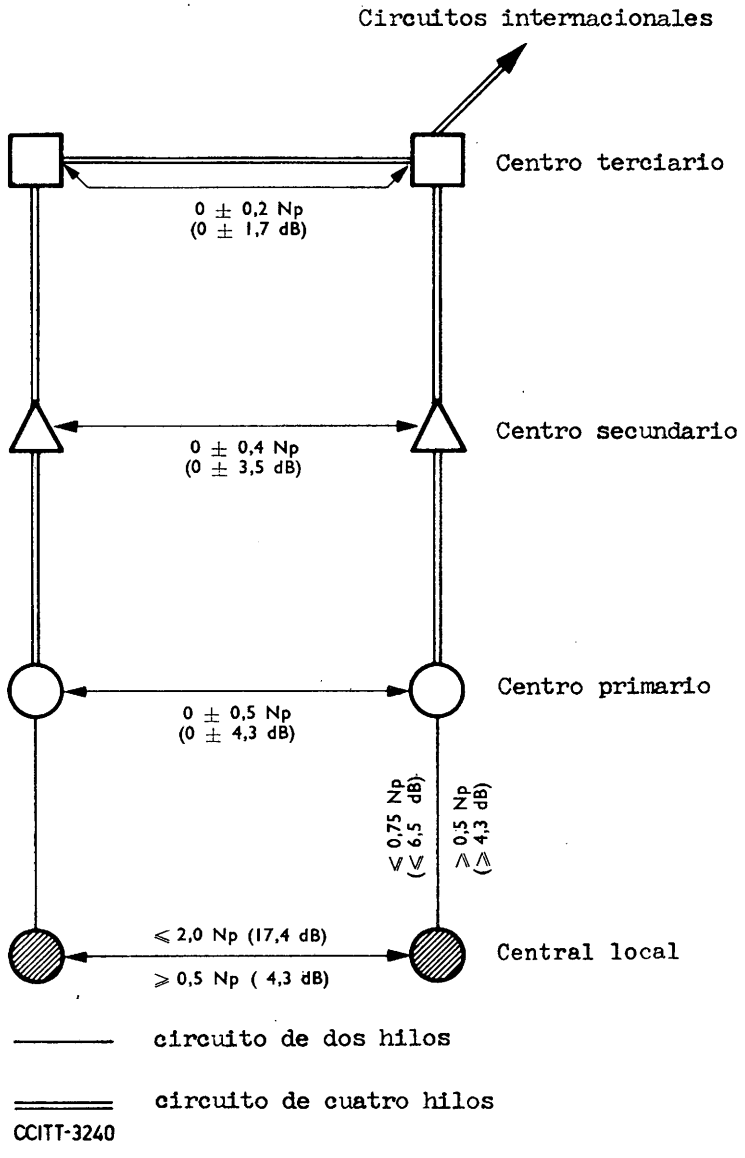


Figura 1.- Diagrama de las atenuaciones de la red telefónica automática interurbana de Austria

Contribución de la Telephone Association of Canada
y de la American Telephone and Telegraph Company

Práctica norteamericana en lo que concierne a las condiciones de transmisión de una red nacional

En el presente texto se describen de modo sumario las prácticas actualmente seguidas en el continente norteamericano, y se señalan sus principales diferencias con las prácticas seguidas en materia de transmisión en otros continentes.

En general, las principales diferencias entre la práctica norteamericana y las demás son las siguientes:

1. La calidad de transmisión no se expresa en forma de "equivalentes de referencia";

2. Se abandona en los proyectos de transmisión el concepto de línea de abonado; y

3. La calidad de transmisión de la "línea y del aparato de abonado", por un lado, y la de las demás partes de una comunicación, por otro, son sensiblemente independientes.

Principios de transmisión

El principio fundamental consiste en dar al abonado el tipo de transmisión que considera satisfactorio. Los métodos adoptados para lograrlo han ido modificándose de vez en cuando pero, fundamentalmente, el método adoptado para abordar los proyectos de transmisión se funda no en lo que el abonado puede tolerar sino en lo que prefiere.

El principio general aplicado en los estudios sobre los objetivos de transmisión es el de asegurar una calidad de servicio que los abonados considera BUENA en el 95%, por lo menos, de las comunicaciones, BASTANTE BUENA en el 5% de las comunicaciones como máximo, y MEDIOCRE en un porcentaje insignificante de casos, a causa de averías específicas. Las directrices necesarias para el logro de estos objetivos se definen en virtud de pruebas en las cuales se ruega a grupos de personas elegidas como muestra que evalúen una serie de condiciones de la calidad de transmisión clasificándolas en BUENAS, BASTANTE BUENAS o MEDIOCRES. Los resultados de estas pruebas subjetivas han influido ya en el estudio de la red de América del Norte y se han utilizado para evaluar la calidad actual. Se ha demostrado por ejemplo, que el objetivo general, en servicio, no se había logrado todavía enteramente en lo que concierne al volumen en la recepción.

Los principios según los cuales conviene distribuir las atenuaciones admisibles entre las diversas partes de una comunicación han variado con el tiempo. En una época, por ejemplo, se asignaba un valor a la sección "línea de abonado y circuito de enlace", y en casos particulares se hacían detenidos estudios para determinar la división más económica de este valor entre líneas de abonado y circuitos de enlace.

El método general seguido en los proyectos de transmisión que más abajo se describe se funda en:

1. La mejora considerable de la eficacia de los aparatos de abonado;

2. La disminución del costo de los medios de transmisión entre centrales locales y para las comunicaciones a larga distancia; y

3. El estudio simultáneo del costo y de la duración de utilización de los diversos circuitos y líneas.

Líneas de abonado

1. La fijación de las dimensiones de los conductores de línea se inspira en el principio de emplear el mínimo de cobre necesario para respetar los límites de resistencia en corriente continua impuestos por las exigencias de los órganos de señalización de la central desde el punto de vista de la señalización, de los impulsos de numeración y de la supervisión.

Para los tipos de sistemas de conmutación más empleados, se obtiene un funcionamiento satisfactorio con una resistencia en bucle (hacia el exterior de la central) de hasta 1200 ó 1300 ohmios, que es aproximadamente equivalente a las longitudes de línea indicadas en el Cuadro siguiente:

Longitud del par		Calibre	Diámetro	Libras por milla
pies	metros		(mm)	de conductor
15.000	4.560	26	0,40	4,1
24.000	7.300	24	0,51	6,5
38.000	11.500	22	0,64	10,3

2. Para disminuir la dispersión de la calidad de transmisión entre las líneas de abonado más largas y las líneas de longitud media, se insertan bobinas de carga, en general de 88 milihenrios, a intervalos de 6.000 pies (unos 1.830 metros) en todas la líneas de longitud superior a 18.000 pies (5,5 kilómetros). La primera bobina de carga se coloca a 3.000 pies (unos 915 metros) de la central con el fin de obtener la

eficacia máxima en caso de interconexión entre líneas de abonado cargadas o entre una línea de abonado cargada y un circuito de enlace cargado.

3. El número de conexiones de derivación (líneas compartidas) se mantiene en un mínimo y su longitud se limita generalmente a 6.000 pies (1,8 km).

Construido el material local sobre esta base, la casi totalidad de los abonados clasificaría como BUENAS, en lo que concierne al volumen, las comunicaciones entre dos aparatos telefónicos conectados a la misma central, y estas comunicaciones concordarían, pues, con el objetivo general.

Este método simplifica evidentemente la técnica de manera considerable (véase [1], [2], [3]). Naturalmente, puede ser necesario modificarlo en función de los cambios de que sean objeto los sistemas de conmutación, los aparatos telefónicos o las exigencias de la señalización, o para tener en cuenta los deseos de los abonados en materia de mejora del servicio. Su puesta a punto ha requerido pruebas sobre diversos tipos de zonas de central y sobre la longitud y la distribución de líneas de abonado, la comparación de la calidad efectiva de transmisión con la de los métodos anteriormente aplicados y la evaluación de las atenuaciones admisibles para los circuitos de enlace. Esta evaluación ha influido considerablemente en la tendencia a adoptar atenuaciones muy bajas para estos circuitos y, más precisamente, en la generalización del empleo de sistemas de corrientes portadoras para las líneas muy cortas.

Circuitos de enlace

En 1964, se modificó la definición de los extremos de los circuitos de enlace para armonizar los proyectos de cálculo de atenuación de esos circuitos con las técnicas de medida. Antes, en el proyecto de circuito se tenían en cuenta ganancias y atenuaciones entre el centro del conmutador en la central de salida y el centro del conmutador en la central de llegada. Hoy día se considera que la atenuación de un circuito de enlace comprende todas las ganancias y pérdidas entre la salida del conmutador de salida y la salida del conmutador al que está conectado el circuito en el extremo de llegada.

En el método actual, las pérdidas debidas a la alimentación por batería, que antes se consideraba formaban parte de la línea de abonado, están hoy comprendidas en la atenuación del circuito de enlace. En consecuencia, se han ajustado los valores nominales de atenuación de los circuitos, para tener esto en cuenta. Por consiguiente, aunque los nuevos objetivos para la atenuación de los circuitos parecen mayores que los enunciados precedentemente, son, en realidad, idénticos, si se tiene en cuenta el cambio de los extremos.

También se han introducido pequeñas modificaciones en los valores máximos aplicables a los circuitos a larga distancia. Estas modificaciones eran necesarias para que los valores de atenuación que figuran en los proyectos fuesen compatibles con el aparato automático de medida de transmisión.

Circuitos de enlace directos o en tándem

Estos circuitos, que aseguran los enlaces entre dos centrales locales, se representan en la figura 1. Se observará la reducida diferencia admisible entre el valor nominal y el máximo. Si la distancia del trayecto entre las centrales locales es superior a 100 millas (160 km), habrá que aplicar los objetivos indicados en la figura 2 para los circuitos a larga distancia.

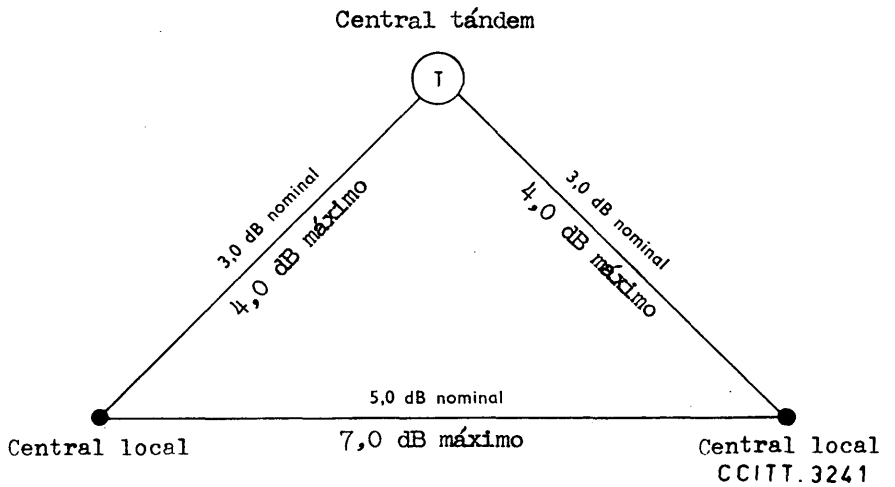


Figura 1.- Red local (América del Norte)

Circuitos locales

Estos circuitos conectan las centrales locales a los centros de conmutación interurbanos. Se explotan con atenuaciones comprendidas entre 3 y 4 dB. El objetivo es asegurar una atenuación igual al "equivalente en tránsito" más 2,5 dB, con un máximo de 4 dB. El equivalente en tránsito (vía net loss = V.N.L.) se define por la menor atenuación (en dB) en que es deseable explotar un circuito interurbano, habida cuenta de las limitaciones debidas al eco, la diafonía, el ruido y el cebado. Conociendo los diversos tipos de línea utilizados, ha sido posible determinar el "equivalente en tránsito" (V.N.L.) para cada tipo en función de la

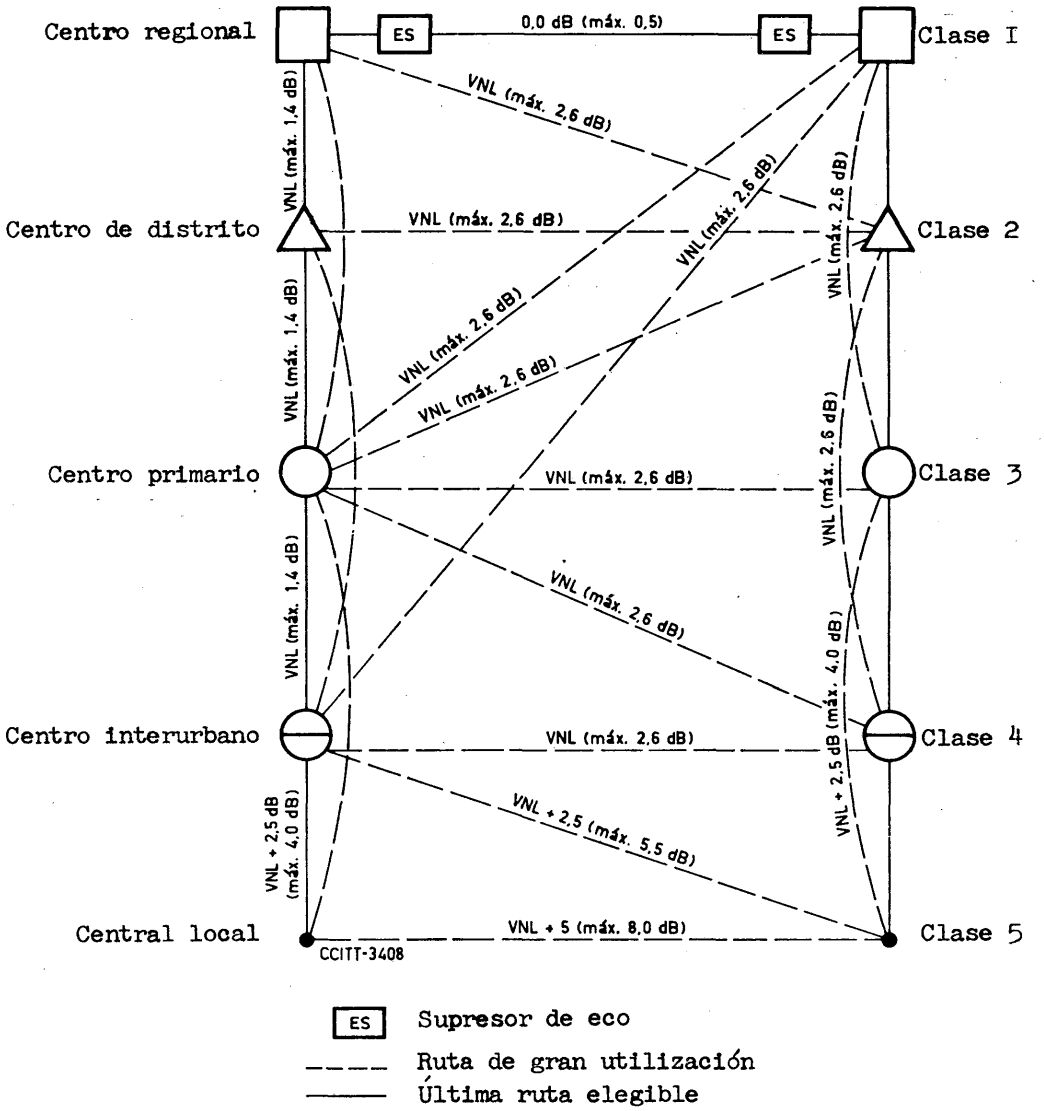


Figura 2.- Atenuaciones de los circuitos, fundándose los proyectos en el equivalente en tránsito (V.N.L.) (América del Norte)

Nota de la Secretaría.- Se han indicado en la figura las designaciones de las diversas centrales utilizadas en América del Norte (con sus abreviaturas). Estas designaciones no corresponden a la terminología inglesa del C.C.I.T.T.; en particular, el "primary center" (PC) no responde a la definición de centro primario aplicada por el C.C.I.T.T.

longitud[1]. Para garantizar la estabilidad del conjunto de la cadena de circuitos es necesario un equivalente mínimo de 2 dB (garantizado por la inserción de un atenuador resistivo para los circuitos cortos).

Circuitos interurbanos

Son los circuitos entre centros de conmutación de la red continental a larga distancia. Las atenuaciones de los últimos grupos de circuitos elegibles son los equivalentes en tránsito (V.N.L.), es decir, la menor atenuación admisible en cada caso desde el punto de vista del eco, el cebado y la diafonía. Para poder obtener una atenuación reducida se impone otra condición, a saber, un máximo de 1,4 dB; a este efecto se utilizan circuitos de gran velocidad de propagación. Para los circuitos interregionales de gran utilización (véase la figura 1) se admite una atenuación máxima de 2,6 dB.

Puede pues observarse que el objetivo para la atenuación media de una cadena de circuitos entre dos centrales locales es de unos 5 dB si esta cadena utiliza circuitos de enlace directos o en tándem, y bastante más elevado si la cadena utiliza circuitos interurbanos, dependiendo entonces del número de circuitos. El 83% de las comunicaciones utilizan un solo circuito interurbano; el 15%, dos; el otro 2% corresponde a comunicaciones que utilizan tres circuitos interurbanos o más.

Según una encuesta reciente [5], la atenuación media de central local a central local es de 7,5 dB para el conjunto de las comunicaciones interurbanas. Su descomposición según la distancia a vuelo de pájaro es la siguiente:

7,2 dB de 0 a 180 millas (0 a 290 km),

8,9 dB de 180 a 725 millas (290 a 1.160 km),

9,6 dB de 725 a 2.900 millas (1.160 a 4.650 km).

Discusión

Como ya se ha dicho, en América del Norte se ha disociado tanto el plan de transmisión de las líneas y aparatos de abonado del de los circuitos interurbanos que no se aplica el principio de los "equivalentes de referencia" nacionales en la transmisión y en la recepción actualmente utilizado por el C.C.I.T.T. Aunque este método se aplicaba antiguamente en América del Norte, se abandonó cuando el perfeccionamiento de los aparatos telefónicos

---

1) Para el estudio detallado del equivalente en tránsito, véase [4].

hizo que perdiera valor. Por ejemplo, se ha observado que la mejora indudable de calidad debida a la introducción de una respuesta en frecuencia sensiblemente plana en los aparatos telefónicos no se reflejaba en las mediciones de equivalente de referencia por equilibrado de volúmenes sonoros. Para salvar este inconveniente, se ha aplicado un método basado en el "equivalente de transmisión efectiva", que permite hacer comparaciones entre las diversas líneas de abonado y los diversos aparatos de abonado a base del número de repeticiones pedidas por los abonados en el curso de conversaciones normales.

Se fijaron entonces objetivos de equivalente de transmisión efectiva para las líneas de abonado, y los datos que relacionaban los equivalentes de transmisión efectiva con la constitución de las líneas y con los aparatos de abonado se utilizaron con fines prácticos de planificación. El método por definición de la resistencia de la línea de abonado, descrito anteriormente (véase el punto 1), que es el que actualmente se aplica, se puso a punto ulteriormente, pues se estimaba que era el más sencillo y cómodo para ajustarse a los límites del equivalente de transmisión efectiva, respetando, al propio tiempo, las limitaciones impuestas por la señalización en bucle.

La evaluación de la calidad de transmisión sobre la base de repeticiones es hoy día un método de medida poco sensible, y es difícil relacionar los equivalentes de transmisión efectiva con los equivalentes de referencia por la naturaleza misma de los primeros. En el continente norteamericano, parece práctico volver al principio de las evaluaciones de intensidad de los sonidos, pues los aparatos telefónicos, lo mismo que los circuitos de enlace, presentan actualmente una calidad elevada y uniforme. La construcción de circuitos de enlace se refiere ahora a la atenuación en 1000 Hz, valor que asegura una medición adecuada de la influencia de los materiales modernos en la calidad de transmisión. Para situar la evaluación de las líneas y aparatos de abonado sobre una base objetiva análoga, se está estudiando actualmente un sistema electroacústico de especificación [6] que mide objetivamente la atenuación de la intensidad de los sonidos. Se espera poder establecer una relación entre los índices de esta especificación y los equivalentes de referencia, admitiendo en los dos casos el empleo de aparatos telefónicos análogos de gran calidad. Se reconoce que esta relación no tendrá en cuenta las diferencias de calidad debidas al efecto local, a la respuesta en frecuencia y a factores análogos que los sistemas fundamentales de especificación no evalúan.

Referencias

[1] Simplified transmission engineering in exchange cable plant design; Communication and Electronics (A.I.E.E.), noviembre de 1954.

[2] Transmission Economics; Telephony, 23 de agosto de 1958.

[3] Subscriber loop design; Telephone Engineer and Management, 15 de septiembre de 1961.

[4] Transmission design of interoll telephone trunks; Bell System Technical Journal, septiembre de 1953.

[5] I. NASELL: Some transmission characteristics of Bell system toll connections; Bell System Technical Journal, Volumen 47, julio-agosto de 1968.

[6] A revised telephone transmission rating plan; Bell System Technical Journal, mayo de 1955 (reproducido en el Libro Rojo del C.C.I.T.T., tomo V, páginas 607-624).

Contribución de la Compañía Telefónica Nacional de España (España)

1. Principios de transmisión

El equivalente de referencia máximo admitido para una comunicación nacional se fija en 32 dB. En casos excepcionales, pueden admitirse comunicaciones nacionales con un equivalente de referencia de 35 dB, siempre que éstas no superen el 5% del total.

En la figura 1, se representa un esquema de la red automática nacional con las atenuaciones máximas admitidas para los distintos circuitos de enlace.

Los enlaces automáticos entre centrales nacionales, tanto en rutas directas como en rutas finales, se establecen en cuatro hilos con 1 dB de ganancia en los tramos de 4 hilos.

Los enlaces entre los centros de sector o centrales tándem y la central nacional, se establecen en cuatro hilos con 0 dB de ganancia.

Cualquier circuito interurbano de cuatro hilos tiene un ajuste nominal de 8 dB entre extremos de dos hilos, con lo que queda un equivalente local máximo de 12 dB, incluida la pérdida por conmutación de las centrales de sector y terminal.

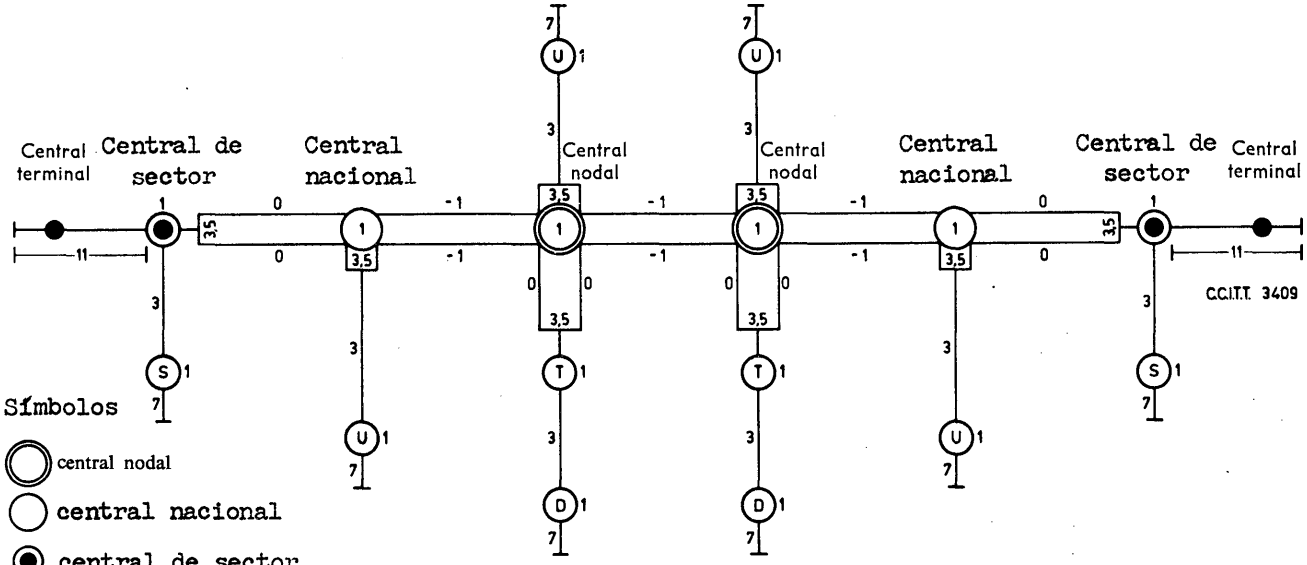


Figura 1.- Plan de transmisión para las redes automáticas (España)

2. Valores de equivalente de referencia

2.1 Equivalentes de referencia asignados a una zona primaria (sector)

Se considera la línea de abonados más los circuitos locales. El equivalente de referencia máximo, medido en 800 Hz, es de 12 dB.

De estos valores hay que sustraer las atenuaciones de la central local y del centro primario.

2.2 Valor nominal del equivalente de referencia entre dos centrales

Está comprendido entre 18 dB y 22 dB.

2.3 Atenuaciones asignadas a un circuito local

Medida en 800 Hz, está comprendida entre 4 dB y 6 dB, dependiendo de la extensión del área del centro primario.

De estos valores hay que sustraer la atenuación del centro primario para obtener el valor asignado a la atenuación en línea[1].

Contribución de la Administración finlandesa

En la figura 1 se reproduce el plan de base de la red telefónica de Finlandia. Existen 79 zonas secundarias (zonas de numeración) que forman nueve zonas terciarias. Las zonas terciarias están enlazadas por una red en estrella. En el plan de base, todos los centros terciarios están interconectados por circuitos directos, formando así una red en malla. La red nacional está conectada a la red internacional por el centro terciario de la capital de Finlandia.

Si no es posible encaminar una comunicación hasta su destino por la vía más corta, puede hacerse por otras vías de una red en malla. El número de circuitos conectados en tándem es limitado; para una comunicación nacional, no pasa de 8, y para una comunicación internacional no es superior a 5 en la parte nacional. En este último caso, se va a tratar de reducir este número a cuatro recurriendo menos al encaminamiento por vías desviadas, lo que se conformaría a los objetivos del C.C.I.T.T. para un país de superficie media.

---

1) Nota de la Secretaría.- Habida cuenta de los puntos 2.1 y 2.3 según se ve en la figura 1, quedan 7 dB para el equivalente de referencia terminal, que es la media de los equivalentes de referencia (cuyos valores se han facilitado aparte) para el conjunto del aparato de abonado, la línea de abonado y el puente de alimentación:

12 dB en la transmisión,
2 dB en la recepción.

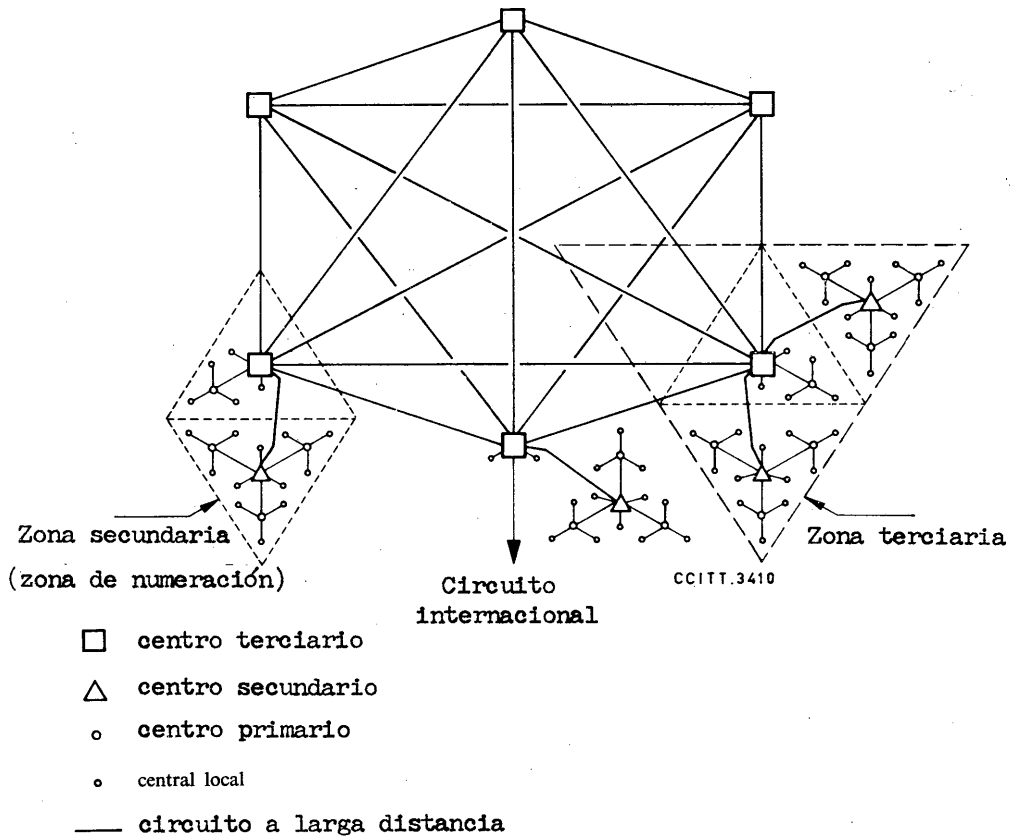


Figura 1.- Plan de base de la red telefónica de Finlandia

El plan de transmisión se basa en el plan a) del C.C.I.T.T. indicado en la figura 2 de la Recomendación P.11 del Libro Rojo, tomo V bis. Para una comunicación nacional, el valor máximo del equivalente de referencia total nominal es 33 dB (38 Np). Todos los circuitos a larga distancia, es decir, los circuitos de interconexión de zonas secundarias, son circuitos de cuatro hilos y su atenuación nominal es de 0 dB (0 Np) en la frecuencia 800 Hz. En una zona secundaria, el valor máximo del equivalente de referencia nominal en la transmisión entre el aparato de abonado y el punto de conmutación en cuatro hilos de un circuito interurbano es de 20,8 dB (24 dNp). El valor correspondiente para el equivalente de referencia en la recepción es de 12,2 dB (14 dNp). De estos valores, se han reservado 11,3 dB (13 dNp) a la atenuación en las centrales y en los circuitos de enlace de las centrales, y el resto al sistema de abonado, que comprende el aparato del abonado, la línea de abonado y el puente de alimentación. En el plan de base, la cadena de cuatro hilos se extiende hasta el centro primario. El valor nominal de la atenuación entre el punto de conmutación en un circuito a larga distancia y la parte dos hilos de un centro primario debe ser igual, como mínimo, a 5,2 dB (6 dNp), y no rebasar 7 dB (8 dNp).

Hay dos razones para que el valor mínimo sea mayor que la atenuación nominal de un transformador diferencial. En primer lugar, en una comunicación internacional, el número de circuitos de cuatro hilos interconectados en tándem en el sistema nacional se limita actualmente a cuatro. En segundo término, debería ser posible utilizar, en la zona secundaria, sistemas de corrientes portadoras en los cuales las variaciones de la atenuación en función del tiempo fuesen superiores a los valores especificados por el C.C.I.T.T.

El valor máximo del equivalente de referencia nominal en la transmisión del sistema de abonado, para una central local, es de 9,5 dB (11 dNp), y el valor correspondiente del equivalente de referencia en la recepción es de 0,9 dB (1 dNp).

La red telefónica de Finlandia no está constituida enteramente según el plan de base. La red en malla que enlaza los centros terciarios no es completa y suelen añadirse circuitos directos a la red en estrella. Se aparta del plan de base cuando está justificado desde el punto de vista técnico o económico y desde el punto de vista del tráfico. En una zona secundaria, la cadena de cuatro hilos puede ir también hasta la central local o terminar en el centro secundario.

Estas desviaciones del plan de base provocan cambios en el plan de transmisión de la parte correspondiente de la red. Los circuitos directos que no cursan tráfico hasta la red a larga distancia pueden calcularse con menos rigor. Sin embargo, se respeta el valor 33 dB (38 dNp) como valor máximo nominal del equivalente de referencia para una comunicación completa.

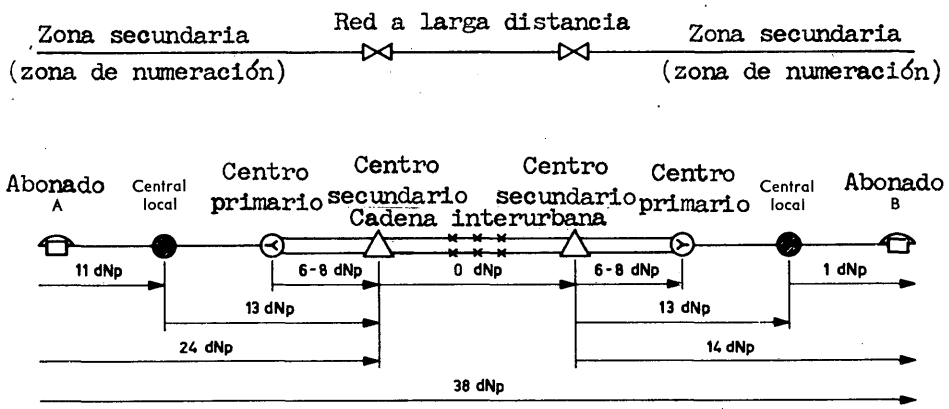


Figura 2.- (Finlandia)

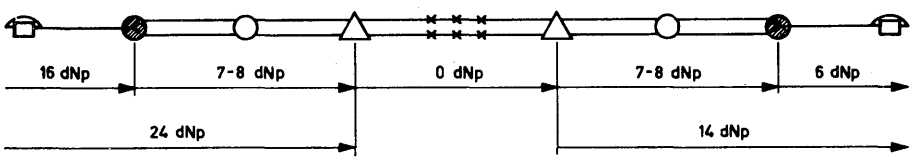


Figura 3.- (Finlandia)

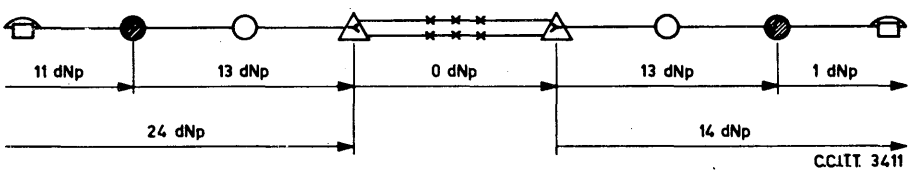


Figura 4.- (Finlandia)

En el caso excepcional en que la cadena de cuatro hilos se extienda más allá del centro primario hasta la central local (figura 3), la atenuación nominal, entre el punto de conmutación de un centro secundario y la parte de dos hilos de la central local, debe ser como mínimo de 6 dB (7 dNp), sin rebasar 7 dB (8 dNp). Cuando la cadena de cuatro hilos termina en el centro secundario (figura 4), la atenuación nominal admisible, entre el punto de conmutación en cuatro hilos del centro secundario y la central local tiene el valor de 11,3 dB (13 dNp) anteriormente indicado.

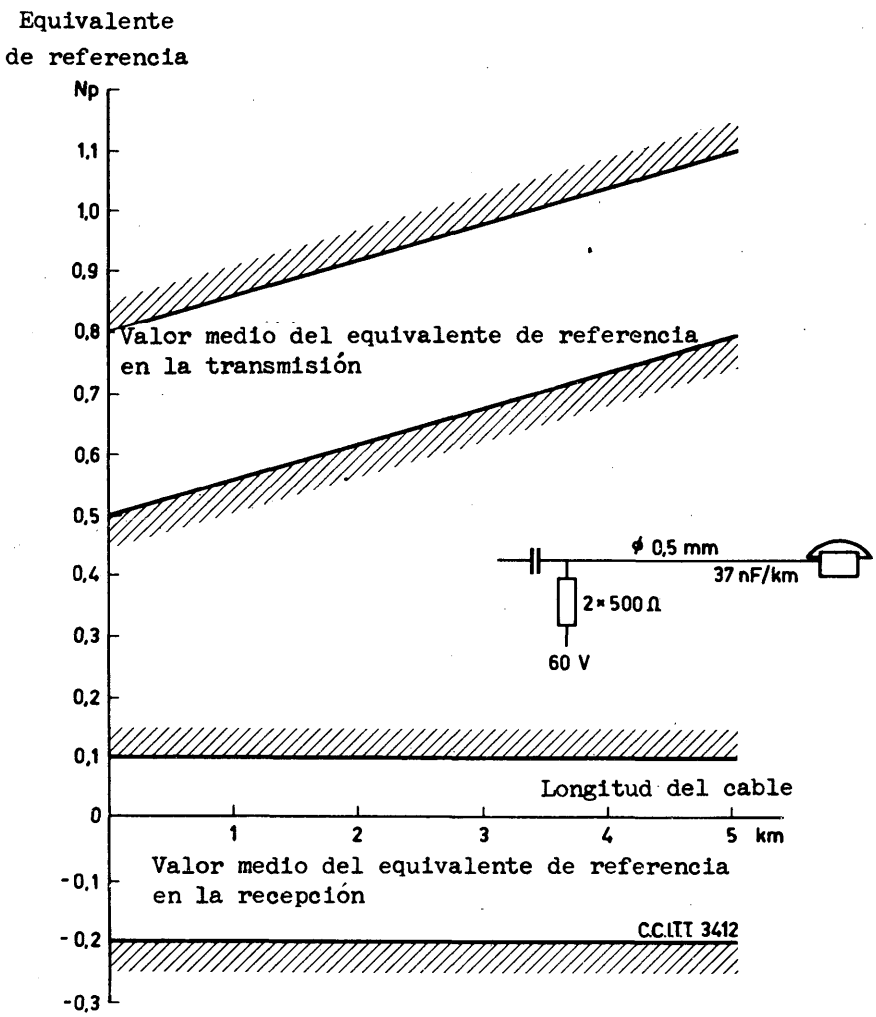


Figura 5.- Valores medios especificados de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción para una muestra de aparatos telefónicos (Finlandia)

Se prevé el empleo en toda la red de aparatos telefónicos provistos de compensadores para reducir la eficacia en la transmisión y en la recepción en las líneas de abonado de poca longitud. Las características de transmisión de un aparato de este tipo se determinan conectándolo a un cable de abonado de 0,5 mm y 37 nF/km y a un puente de alimentación de 60 V y 2 x 500 ohmios, de modo que el valor medio de una muestra bastante grande de un buen número de aparatos responda a las especificaciones de

la figura 5. La longitud del cable puede ser de 0 a 5 km. La desviación estándar no debe exceder, cualquiera que sea la longitud, de 1,3 dB (1,5 dNp) en la transmisión y de 0,9 dB (1 dNp) en la recepción. Las mediciones se efectúan con un aparato de medida objetiva del equivalente de referencia (O.B.D.M.). Este aparato está calibrado con relación al N.O.S.F.E.R. por medio del patrón nacional de trabajo.

Como se ve, se ha reservado al sistema de abonado de cada central un valor de 9,5 dB (11 dNp) para el equivalente de referencia en la transmisión y de 0,9 dB (1 dNp) para el equivalente de referencia en la recepción. En algunas centrales, los valores correspondientes son 14 dB (16 dNp) y 5,2 dB (6 dNp). En los dos casos se ha especificado la longitud máxima admisible de los diferentes tipos de líneas de abonado por mediciones efectuadas con un aparato O.B.D.M.

Contribución de la Administración francesa

1. Consideraciones generales

En el nuevo plan de transmisión adoptado por la Administración francesa se tienen en cuenta las Recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas al servicio telefónico internacional, en particular la Recomendación G.111 (o P.11), que fija valores límite para el equivalente de referencia nominal de los sistemas nacionales transmisor y receptor.

En lo que concierne a las comunicaciones nacionales, se han aceptado las reglas siguientes:

1) El equivalente de referencia total debe ser inferior a 4,15 Np para el 90% de las comunicaciones que pueden establecerse entre dos abonados cualesquiera de la red;

2) El equivalente de referencia total sólo excepcionalmente podrá rebasar el valor de 4,60 Np;

3) Los valores nominales de los equivalentes en 800 Hz de los diferentes circuitos constitutivos de la cadena de cuatro hilos deberán elegirse de tal modo que se asegure la estabilidad de la cadena para una variación negativa de la atenuación total igual a tres veces la desviación estándar.

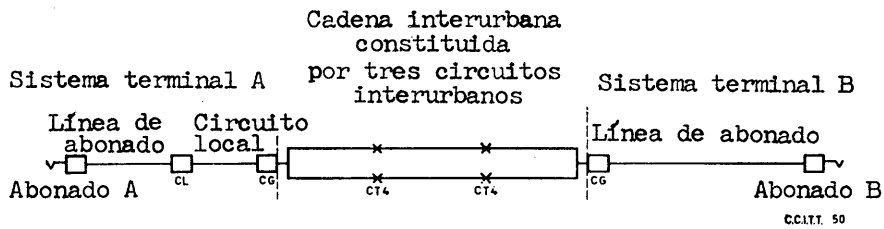
Por definición se llama:

- sistema terminal al conjunto formado por la instalación del abonado, la línea de abonado, el centro o centros locales, el circuito o circuitos locales y el centro de grupo;

- cadena interurbana al conjunto constituido por los circuitos interurbanos y los centros de tránsito situados entre los dos centros de grupo.

La figura 1 es un ejemplo de esquema de una comunicación interurbana, descompuesta en sus tres partes constitutivas.

El nuevo plan define separadamente los valores nominales del equivalente de referencia para la cadena interurbana y para el sistema terminal (en la transmisión y en la recepción).



CL = centro local

CG = centro primario

CT4 = centro de tránsito equipado de un conmutador en cuatro hilos

Figura 1.- (Francia)

2. Equivalente de referencia de la cadena interurbana

Se ha admitido que el equivalente de referencia de la cadena interurbana es igual a la suma de los equivalentes en 800 Hz de los diferentes circuitos más, eventualmente, la atenuación debida al paso por los centros de tránsito equipados de conmutadores de dos hilos (CT2).

Se han retenido los valores siguientes:

1) La atenuación nominal de una cadena de circuitos interconectados en cuatro hilos, medida entre la entrada y la salida en dos hilos, es igual a:

$$4 + 0{,}5\ n\ dNp$$

siendo n el número de circuitos interurbanos de la cadena de cuatro hilos (en la práctica, n está comprendido entre 1 y 6).

2) Los circuitos interurbanos conmutados en dos hilos en sus extremos se ajustan al equivalente 3 dNp (circuitos de cuatro hilos) o 5 dNp (circuitos de dos hilos).

3) El equivalente en 800 Hz de un circuito que conecta dos centros de grupo, sin tráfico en tránsito, no debe ser superior a 1 neperio.

4) La atenuación de paso de un CT2 se supone igual a 15 cNp.

En la figura 2 se representan los diferentes tipos de cadenas interurbanas previstos. Cuando se instalen conmutadores de cuatro hilos en todos los centros de tránsito regionales y en los centros de tránsito departamentales más importantes desde el punto de vista del tráfico, sólo habrán de tenerse en cuenta los casos A_1, A_2 y A_3. En la fase transitoria convendrá también tener en cuenta los casos A_4, A_5 y A_6.

La desviación estándar de las variaciones del equivalente de un circuito se supone igual a 12 cNp para los circuitos establecidos en grupos primarios provistos de reguladores automáticos, y a 17 cNp para los demás circuitos.

3. Equivalentes de referencia, en la transmisión y en la recepción, del sistema terminal

El equivalente de referencia del sistema terminal se obtiene añadiendo el equivalente en 800 Hz del circuito o circuitos locales, la atenuación de paso por los centros (distintos del centro que alimenta la instalación del abonado) y el equivalente de referencia del sistema de abonado.

Las reglas de planificación de las redes locales tienden a fijar en 1,6 Np en la transmisión y en 0,6 Np en la recepción el valor nominal máximo del equivalente de referencia del sistema terminal. Sólo los abonados menos favorecidos del grupo pueden obtener este valor.

Se ha estimado, además, en $\pm$ 2 dNp las variaciones posibles del equivalente de referencia del sistema terminal (en la transmisión o en la recepción) con relación a su valor nominal, debidas:

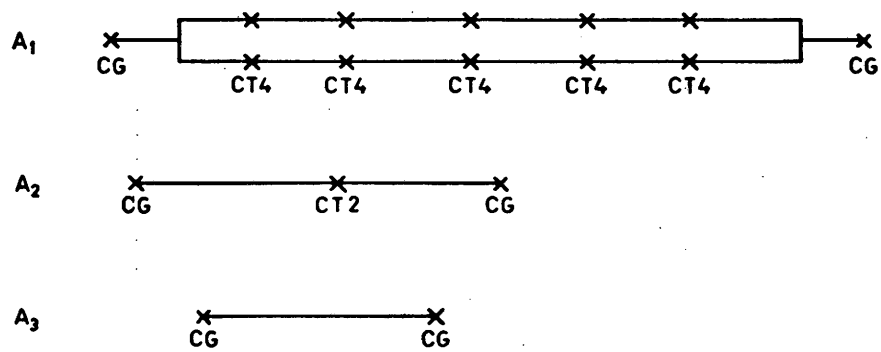
- a la dispersión y a las variaciones en el tiempo de la eficacia de las cápsulas microfónicas y receptoras,

- y a las variaciones de la tensión de batería.

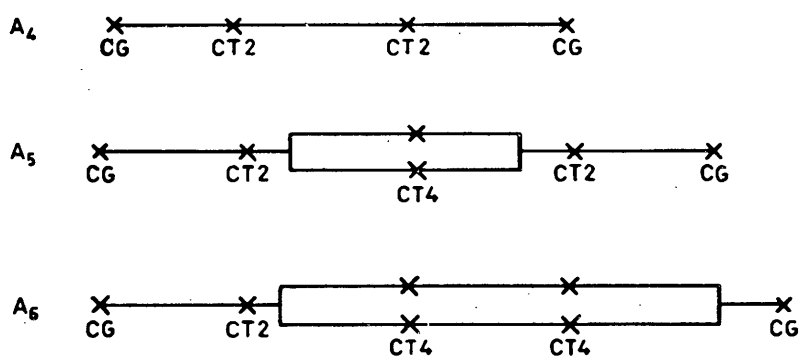
Convendrá tener en cuenta eventualmente las variaciones del equivalente en 800 Hz de los circuitos locales amplificados.

Cadena de cuatro hilos, siendo n = 6 circuitos en la más larga de ellas.

Fase definitiva



Fase transitoria



C.C.I.T.T. 51

CG = centro primario

CT2 = centro de tránsito equipado de un conmutador en dos hilos

CT4 = centro de tránsito equipado de un conmutador en cuatro hilos

Figura 2.- Cadenas interurbanas (Francia)

4. Resultados de conjunto

Para verificar que la regla de los 4,15 Np se aplica al 90% de las comunicaciones, ha parecido necesario estudiar un modelo estadístico de la red. Se están reuniendo los datos de base; ulteriormente podrán facilitarse informaciones más detalladas.

En cambio, es relativamente fácil verificar que el equivalente de referencia es inferior a 4,6 Np en la casi totalidad de las comunicaciones posibles.

El Cuadro 1 indica, para cada uno de los casos precedentemente señalados, una evaluación máxima del equivalente de referencia de la comunicación. A continuación se enuncian las hipótesis de este cálculo:

a) Se ha supuesto que cada uno de los dos abonados figura entre los menos favorecidos de su grupo (equivalente de referencia nominal del sistema terminal igual a 1,6 Np en la transmisión y a 0,6 Np en la recepción).

Cuadro 1

Tipo de la cadena interurbana	Equivalente de referencia (en Np)					
	Nominal de la cadena interurbana	Nominal máximo del sistema terminal		Nominal total	Total (variaciones positivas inclusive)	
		Transmisión	Recepción		σ = 0,12 Np	σ = 0,17 Np
A_1 (n = 3)	0,55	1,6	0,6	2,75	3,57	3,75
A_1 (n = 5)	0,65	1,6	0,6	2,85	3,79	4,01
A_1 (n = 6)	0,70	1,6	0,6	2,90	3,90	4,14
A_2	1,15	1,6	0,6	3,35	4,09	4,23
A_3	1	1,6	0,6	3,20	3,84	3,94
A_4	1,60	1,6	0,6	3,80	4,62	4,80
A_5	1,80	1,6	0,6	4	4,88	5,08
A_6	1,20	1,6	0,6	3,40	4,28	4,48

b) A cada uno de estos dos valores se ha añadido 0,2 Np, lo que representa la variación máxima del equivalente en el sentido desfavorable.

c) Se ha estimado en 2 $\sigma\sqrt{n}$ (σ = 0,12 ó 0,17 Np) la variación positiva de la atenuación de una cadena de n circuitos interurbanos (probabilidad de rebasamiento de 2% para una ley de distribución gaussiana de los equivalentes con relación al valor medio).

Es evidente que este procedimiento de cálculo del equivalente de referencia de una comunicación es muy pesimista y que la probabilidad de rebasamiento es casi nula.

Puede verse que la condición de los 4,60 Np se mantiene con un margen suficiente en el caso de configuraciones relativas a la fase definitiva de aplicación del nuevo plan. Se advierten, en cambio, ciertos rebasamientos para los casos A_4 y A_5, que corresponden al comienzo mismo de la fase transitoria.

Información sobre las redes telefónicas de la Administración húngara de Correos

El año último la Administración húngara de Correos ha ultimado un nuevo plan de redes en sustitución del plan de 1957. Al propio tiempo, la Administración húngara ha estudiado en detalle las prescripciones estadísticas correspondientes del C.C.I.T.T. No ha sido posible, sin embargo, deducir instrucciones claras y de fácil manejo de los datos sobre la media y la repartición para el servicio real. Por consiguiente, el nuevo plan de atenuación publicado contiene instrucciones sobre el límite superior del equivalente de referencia. Es de prever, no obstante, que las redes establecidas a base del plan se ajustarán a las prescripciones estadísticas. Las estimaciones efectuadas en las redes existentes indican que la repartición de probabilidad del equivalente de referencia de las comunicaciones se aproxima a la repartición normal. Las redes establecidas con arreglo al nuevo plan de atenuación se controlarán, asimismo, desde el punto de vista de las prescripciones estadísticas.

Los diversos aspectos de la planificación de las redes telefónicas de Hungría son los siguientes.

1. Plan de transmisión

Desde el punto de vista del plan de atenuación, se distinguen tres tipos de circuitos nacionales:

a) La línea de abonado va desde el aparato de abonado hasta la primera central pública (central local) y comprende también el puente de alimentación de la central que asegura la alimentación microfónica. Se hace una excepción cuando se trata de un aparato supletorio conectado a un autoconmutador, pues en este caso la línea urbana conectada a la central urbana forma parte también de la línea de abonado.

b) La cadena de circuitos de cuatro hilos realizada por la interconexión de los circuitos de cuatro hilos es la parte más importante del sistema nacional de comunicación telefónica total.

c) El enlace entre el punto terminal de la cadena de cuatro hilos y la central local se compone normalmente de circuitos interurbanos de dos hilos relativamente cortos y sin amplificación. Los circuitos de enlace, en las redes locales de varias centrales, son también circuitos de dos hilos.

1.1 Red de abonado

El equivalente de referencia de la red de abonado se da por el valor total del aparato telefónico, de la línea de abonado y del puente de alimentación, valor al que se añade, en el sentido de transmisión, una

atenuación suplementaria que depende del valor de la resistencia en bucle, debida a la reducción de la corriente de alimentación. Para hacer uniforme el equivalente de referencia de las líneas de abonado de diferente longitud y para desarrollar económicamente las redes locales, los aparatos telefónicos se clasifican, hasta que sean de uso general los aparatos equipados de reguladores automáticos de nivel de buena calidad, como sigue:

Categoría	Equivalente de referencia	
	Transmisión Np	Recepción Np
I	+ 0,5 a + 0,9	- 0,2 a + 0,2
II	+ 0,2 a + 0,5	- 0,5 a - 0,2
III	- 0,1 a + 0,2	- 0,8 a - 0,5

Observación.- Los aparatos del tipo precedentemente utilizado pertenecen a la categoría I.

El valor observado del aumento del equivalente de referencia en la transmisión debido a una reducción de la corriente de alimentación es 0,3 Np en el caso de una resistencia en bucle de 500 ohmios y 0,55 Np en el caso de una resistencia en bucle de 1000 ohmios.

Según los datos estadísticos de una red de abonado de una gran ciudad, el 80% de las líneas tienen menos de 2 km de longitud, el 95% no pasan de 3,7 km y el 99,5%, de 6,2 km. Por consiguiente, la red local puede caracterizarse por una longitud media de 1,2 km y por una desviación estándar de 1,5 km. La atenuación de la central y del puente de alimentación determinada es, por término medio, de 0,1 Np.

El valor de planificación fundamental de la red de abonado es un equivalente de referencia de 1,35 Np en la transmisión y de 0,35 Np en la recepción. Para los aparatos supletorios de los autoconmutadores, es admisible un equivalente de referencia suplementario de 0,25 y 0,25 Np en la transmisión y en la recepción. En el caso de abonados situados a distancia muy grande de la central, los límites de equivalente de referencia pueden aumentarse 0,4 Np como máximo en ciertos casos excepcionales.

Para respetar los límites de equivalente de referencia autorizados en la red de abonado y para asegurar la distribución de las atenuaciones en la red según la curva de Gauss, la utilización de los aparatos telefónicos clasificados se hace como sigue:

Un aparato telefónico de categoría I se asocia a una línea con una resistencia en bucle o de 0 a 250 ohmios;

Un aparato telefónico de categoría II se asocia a una línea con una resistencia en bucle de 250 a 500 ohmios;

Un aparato telefónico de categoría III se asocia a una línea con una resistencia en bucle superior a 500 ohmios.

Observación.- Para las líneas de abonado de las centrales del sistema "rotary" se admite (sin aparato) una resistencia en bucle de 750 ohmios, y en el caso de centrales de sistema de barras cruzadas, una resistencia de 1000 ohmios como máximo.

1.2 Cadena de circuitos nacionales de cuatro hilos

La atenuación de la cadena de circuitos nacionales de cuatro hilos varía con el número de circuitos de cuatro hilos conectados en tándem, teniendo en cuenta el grado de las fluctuaciones de atenuación. Algunos circuitos de cuatro hilos se ajustan a una atenuación residual de 0 Np. El valor nominal del equivalente de una cadena de circuitos de cuatro hilos con sus equipos de terminación es:

para dos circuitos, 0,4 Np

para cuatro circuitos, 0,4 Np

para seis circuitos, 0,5 Np

En el caso de ocho circuitos, que sólo excepcionalmente se presenta, la atenuación prescrita es 0,6 Np.

1.3 Circuitos locales de dos hilos

El valor del equivalente de referencia admisible para los circuitos de dos hilos varía según que la comunicación telefónica completa comprenda una cadena de dos, de cuatro, de seis o, excepcionalmente, de ocho circuitos de cuatro hilos.

El equivalente de referencia de la comunicación completa entre dos centrales locales, teniendo en cuenta fluctuaciones de atenuación mayores que las que pueden observarse, no debe ser superior a 2 Np.

Prolongando la cadena de circuitos de cuatro hilos con circuitos de dos hilos por medio de un tránsito de cuatro hilos, y eliminando una atenuación de 0,4 Np, el equivalente de referencia de los circuitos de dos hilos puede ser:

0,85 Np en el caso de dos circuitos de cuatro hilos

0,8 Np en el caso de cuatro circuitos de cuatro hilos

0,75 Np en el caso de seis circuitos de cuatro hilos.

1.4 Equivalente de referencia de la comunicación completa

El equivalente de referencia de la comunicación telefónica completa entre dos abonados puede ser de 3,7 Np como máximo considerando el valor admisible para la red de abonado, es decir, 1,35 + 0,35 = 1,7 Np, y de 2 Np para los cables regionales en el caso de comunicaciones interurbanas. Este valor para aparatos supletorios conectados a los autoconmutadores es 0,25 + 0,25 = 0,5 Np superior, es decir, que puede ser igual a 4,2 Np. Sin embargo, la mayor parte de las comunicaciones ya establecidas tienen un equivalente de referencia notablemente inferior, y es de prever que la media del equivalente de referencia de las comunicaciones que se establezcan en la red nacional sea de unos 2,4 Np, en tanto que más del 95% de las comunicaciones ya realizadas no pasa de 3,7 Np.

2. Plan de interconexión

2.1 Tipos de centrales

La red nacional de Correos de Hungría está constituida en su mayor parte en un sistema en estrella.

Los tipos de centrales sucesivas son los siguientes:

I. Central principal (centro de conmutación internacional) (No hay en el país sino una sola central de esta clase, situada en la capital.)

II. Central terciaria (existen 18)

III. Centro secundario (68)

IV. Central primaria (130)

V. Central terminal (900)

Las centrales de clase superior pueden realizar también las tareas de las centrales de clase inferior (las indicadas con números romanos más elevados).

Modo de conmutación

En las centrales I, II, III, el modo de conmutación es sin excepción en cuatro hilos. En general, la central primaria de clase IV efectúa el tránsito también en cuatro hilos, pero con carácter excepcional, y puede también utilizarse con una conmutación en dos hilos. Unos de los objetivos, en el establecimiento de la red, es prolongar la cadena de circuitos de cuatro hilos hasta las centrales primarias.

La conmutación en cuatro hilos permite sacar partido de las ventajas derivadas del control de atenuación, no obstante la influencia desfavorable en la estabilidad debido a estar los atenuadores instalados en las secciones de cuatro hilos.

2.3 Utilización de líneas transversales

Para la buena utilización de los circuitos, el encaminamiento de las llamadas puede diferir del de un sistema en estrella ideal. Las centrales de clase II pueden conectarse una a otra y las centrales de clase III pueden también conectarse entre sí o a la central principal por un primer circuito directo elegible, si el tráfico lo justifica. En la red de la zona de numeración puede asimismo establecerse una primera vía elegible entre las centrales primarias.

3. Observaciones adicionales

Dada la poca superficie de Hungría, no es necesario utilizar supresores de eco, y la observancia de las recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas al tiempo de transmisión no ofrece tampoco dificultades. La perturbación de la distorsión de fase se elimina estableciendo los circuitos de cuatro hilos en sistemas de corrientes portadoras y limitando la longitud de los circuitos de dos hilos (30 a 50 km como máximo).

Los circuitos interurbanos de dos hilos amplificados se establecen muy excepcionalmente y en número reducido, y así las prescripciones sobre la uniformidad de impedancia y la atenuación de eco se respetan en toda la red. Al proyectar la red, se fijaron los siguientes valores máximos de la atenuación de equilibrado:

para los cables subterráneos DM	2,7 Np	como máximo
para los cables aéreos DM	2,0 Np	" "
para los cables subterráneos locales	2,0 Np	" "
para los cables aéreos locales	1,5 Np	" "

Estas atenuaciones de equilibrado permiten utilizar el control de atenuación y, en caso necesario, un repetidor terminal.

Plan de transmisión para las redes telefónicas automáticas de Indonesia

Para las comunicaciones nacionales, la atenuación de abonado a abonado no debe ser superior a 34,8 dB (4 Np).

Para las comunicaciones internacionales, el valor nominal del equivalente de referencia entre un abonado y los extremos de cuatro hilos del circuito internacional no debe rebasar 20,8 dB (2,4 Np) en la transmisión ni 12,2 dB (1,4 Np) en la recepción.

Contribución de la Administración italiana

Introducción

El plan de transmisión de la red telefónica italiana forma parte del "Plan regulador telefónico nacional" (P.R.T.N.), elaborado con el fin de dar a la red italiana una configuración racional de adaptarla a los principios de la técnica moderna.

La planificación prevé la división de la red en tres partes:

a) La red de distrito (en estrella), que comprende las líneas conectadas a un "centro de distrito" (CD);

b) La red secundaria (en estrella), que comprende las líneas de conexión entre CD y "centros regionales" (CC);

c) La red primaria (en malla), que conecta a los CC entre sí.

El territorio nacional se ha dividido en 220 distritos agrupados en 21 regiones, siendo generalmente los CC las capitales de región. Entre éstas, Roma y Milán, equipados también como centros internacionales de tránsito, se llaman "centros nacionales" (CN).

Cada distrito está dividido en sectores, y los sectores en redes locales. Esta división responde a la finalidad de concentrar, respectivamente:

El tráfico de interés exclusivamente local, en los sectores;

El tráfico relativo a las zonas en las que influyen razones geográficas, relaciones comerciales, etc., en los distritos;

El tráfico esencialmente regional, en las regiones.

Los centros regionales constituyen los centros nodales de distribución del tráfico a media y larga distancia (entre las distintas regiones).

Plan de transmisión

Actualmente, la red interurbana automática italiana está en curso de establecimiento según el plan de atenuaciones siguiente:

a) El equivalente nominal (en 800 Hz) entre dos centros de distrito no debe exceder de 0,8 Np, comprendidas las atenuaciones de los circuitos intermedios de tránsito;

b) El equivalente nominal del circuito que conecta el aparato telefónico al centro de distrito no debe rebasar 1,1 Np;

c) La atenuación en 800 Hz de las centrales automáticas (exceptuados los CC) no debe pasar en total de 0,5 Np;

d) La suma de los equivalentes de referencia, en la transmisión y en la recepción, de los aparatos de abonado no debe ser superior a 0,7 Np.

Añadiendo una variación de equivalente media de $\pm$ 0,3 Np para la cadena de circuitos que dan servicio a dos CD, se llega a una atenuación de 4,5 Np, inferior al límite de 4,6 Np recomendado por el C.C.I.T.T.

Conviene sin embargo, hacer observar que el valor de 4,5 Np sólo se logra en un porcentaje de casos muy reducido, pues es difícil que se presenten simultáneamente valores máximos en el conjunto de un mismo enlace.

Los circuitos de la red primaria son todos de cuatro hilos, principalmente del tipo de corrientes portadoras. En los centros regionales, los circuitos están interconectados por selectores para circuitos de cuatro hilos; su interconexión con los circuitos de la red secundaria o de distrito (que pueden ser de dos o de cuatro hilos, aunque la práctica moderna tiende a la constitución de circuitos de cuatro hilos de corrientes portadoras) se efectúa también en cuatro hilos, y esto contribuye a mejorar de manera adecuada la transmisión, en particular en los casos en que se hace necesario utilizar una vía desviada; es el método indicado en el tomo VI del Libro Rojo, páginas 180, letra b).

Bibliografía

[1] Piano Regolatore Telefonico Nazionale; Gazzeta Ufficiale, 30 de diciembre de 1957, N.° 321.

[2] FORNO, A.: Servizio Telefonico in Italia; Asociación Nacional de Ingenieros y Arquitectos italianos, Milán, 17- 20 de junio de 1962.

Contribución de la Nippon Telegraph
and Telephone Public Corporation (Japón)

1. Los principios del nuevo plan de transmisión nacional se fundan en la nueva norma técnica de transmisión telefónica aprobada el 1.° de septiembre de 1965 como consecuencia de la adopción del nuevo tipo de aparato N.° 600.

Observación 1.- El plan de transmisión nacional vigente se había redactado a base de la antigua norma técnica de transmisión telefónica, fundada, a su vez, en el antiguo tipo de aparato N.° 4; se ha descrito en la Contribución COM XI - N.° 47 (periodo de estudios 1961-1964).

Los principales puntos de la nueva norma son los siguientes:

2. La calidad de transmisión de una comunicación entre dos abonados cualesquiera del Japón se evalúa a base de la A.E.N., pero la calidad de transmisión de una comunicación internacional, entre un centro internacional y un abonado residente en Japón, se evalúa a base del equivalente de referencia.

3. El objetivo fijado para la calidad de transmisión nacional es que el 90% de las comunicaciones establecidas entre dos abonados cualesquiera deben tener una A.E.N. mejor que 49 dB (lo que equivale a 43 dB para la A.E.N. nominal recomendada por el C.C.I.T.T.).

La calidad de la mayoría de las comunicaciones corresponde así a un valor de A.E.N. mejor que 50 dB (lo que equivale a 44 dB para la A.E.N. nominal recomendada por el C.C.I.T.T.).

Observación 2.- La A.E.N. nominal recomendada por el C.C.I.T.T. (Recomendación P.12, tomo V del Libro Blanco) no tiene en cuenta la reducción de calidad de transmisión debida a la variación de la atenuación, a los ruidos de circuito y a la limitación de la banda de frecuencias. En Japón, sin embargo, se ha estimado que desde el punto de vista de la concepción de la A.E.N. era razonable tenerla en cuenta al tratar la A.E.N.

Observación 3.- Aunque la A.E.N. nominal del C.C.I.T.T. se aplica a una comunicación real, en el Japón la A.E.N. se aplica a la comunicación posible. Se considera que esta solución es razonable, habida cuenta de la concepción de la red de transmisión.

La frase "el 90% de las comunicaciones responden al objetivo de 49 dB para la A.E.N." debe interpretarse como sigue: si un abonado logra este objetivo la atenuación de su línea corresponde a la del 90% de los abonados de una zona local cualquiera, conectado a un abonado de otra zona en la que la atenuación de su línea corresponda a la del 90% de los abonados de esta otra zona.

4. El objetivo fijado para la calidad de transmisión internacional es que, para más del 97% de todas las comunicaciones internacionales, el equivalente de referencia entre un centro internacional y un abonado debe ser mejor que el equivalente de referencia indicado en la Recomendación P.11 del C.C.I.T.T.

5. La reducción total de calidad de transmisión mencionada en la Observación 2 se determina de modo que se respete el valor de 49 dB para la A.E.N., como se indica en el Cuadro 1. Correspondiendo a estos valores de la A.E.N., los límites de la calidad de transmisión se determinan según se indica en la figura 1 para la comunicación típica más larga, llamada comunicación telefónica nacional tipo.

6. La figura 2 muestra la atenuación admisible para cada línea o circuito en el caso de la comunicación telefónica nacional tipo.

Cuadro 1

Valores de A.E.N. que expresan la calidad de transmisión nacional (en dB)

	Casi todas las comunicaciones		90% de las comunicaciones	
Factor de calidad de transmisión	A.E.N.	A.E.N. nominal del C.C.I.T.T.	A.E.N.	A.E.N. nominal del C.C.I.T.T.
Sistema transmisor local	18,3	18,3	16,6	16,6
Sistema receptor local .	8,5	6,5	8,5	6,5
Atenuación de los circuitos	17,0	17,0	17,0	17,0
Variación de la atenuación y de la eficacia del microteléfono	5,7	2,0	5,7	2,0
Reducción de calidad debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida	0,5	-	0,5	-
Total	50,0	43,8 < 44	48,3<49	42,1 < 43

Observación.- Los valores de A.E.N. indicados en el Cuadro 1 para el sistema local son válidos en el caso de una línea de abonado con conductores de 0,4 mm en cable no cargado, que tenga una atenuación de 7 dB (en 1,5 kHz).

La calidad de transmisión del aparato telefónico del tipo 600 se ha mejorado recientemente, dando por resultado, para los sistemas transmisor y receptor locales, una A.E.N. total de 24,8 dB y un equivalente de referencia de 7,2 dB, en las mismas condiciones de línea citadas. Esto representa una mejora de 2 dB y de 7 dB, respectivamente, con relación a la situación del Cuadro 1.

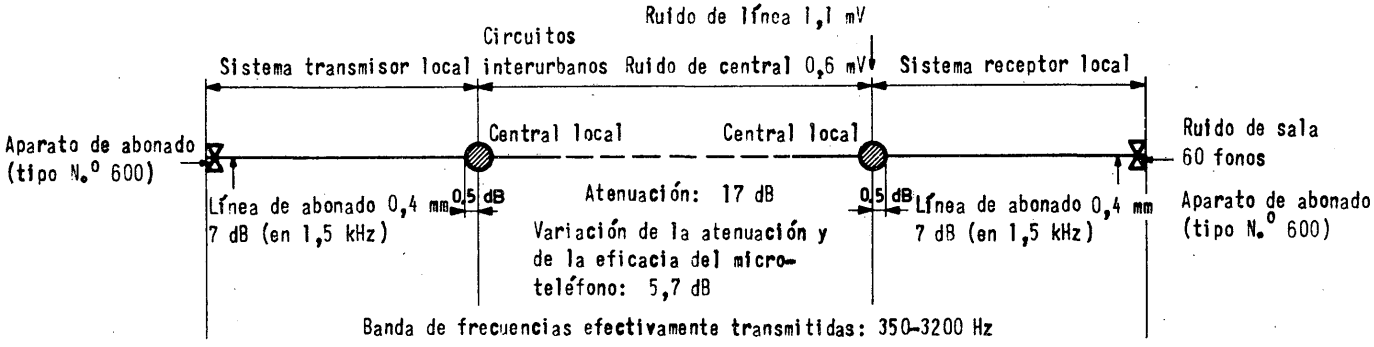
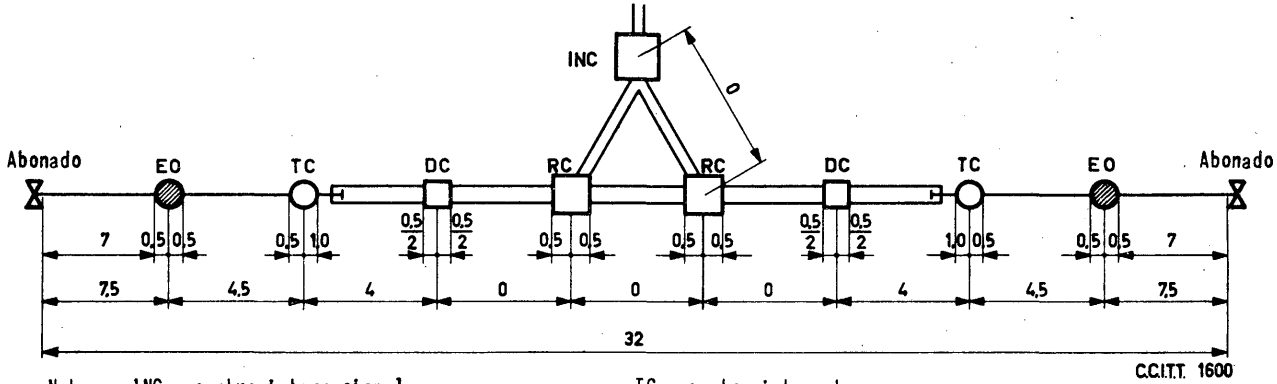


Figura 1.- Límites teóricos de la calidad de transmisión en el caso de una comunicación telefónica nacional tipo (Japón)



Notas.- INC = centro internacional
TC = centro interurbano
RC = centro regional
EO = centro local
DC = centro de distrito

Figura 2.- Atenuaciones de las líneas y circuitos (dB) en la comunicación telefónica nacional tipo (Japón)

Plan de transmisión nacional de Malasia

1. Consideraciones generales

Deseosa de realizar una red telefónica nacional rentable, la Administración malasia ha adoptado su plan de transmisión teniendo en cuenta las recomendaciones pertinentes del C.C.I.T.T. y del C.C.I.R.

2. Cuestiones estudiadas

Puede decirse que, en general, un sistema de transmisión telefónica está constituido por un micrófono telefónico, los circuitos que conectan el micrófono al centro terminal, el centro terminal al centro primario, el centro primario al centro de zona, el centro de zona al centro principal, el centro principal al centro internacional y, en orden inverso, los circuitos que terminan en un receptor telefónico situado a gran distancia.

En la figura 1 se reproduce este esquema:

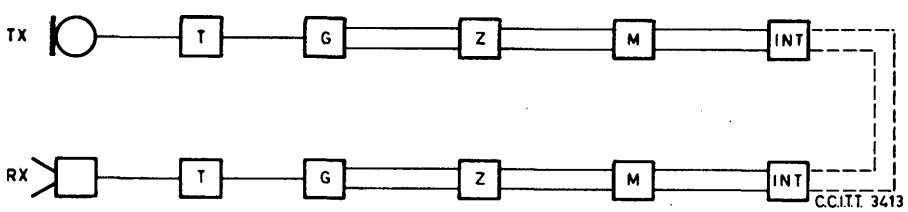


Figura 1.- (Malasia)

Leyenda de las figuras 1 y 2

TX	=	Extremo transmisión	Z	=	Centro de zona
RX	=	Extremo recepción	M	=	Centro principal
T	=	Centro terminal	INT	=	Centro internacional
G	=	Centro de grupo			

En el presente estudio, cada uno de los circuitos indicados se considera en relación con los demás, habiéndose atribuido a cada uno valores límite de atenuación y de ruido.

3. Equivalente de referencia

Se entiende por "equivalente de referencia" la atenuación que experimentan las señales telefónicas en el curso de la transmisión. Los equivalentes de referencia se miden en las condiciones definidas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. y tienen en cuenta la calidad de funcionamiento del micrófono y del receptor telefónicos. Según la Recomendación G.111 del C.C.I.T.T. (Ginebra, 1964), el equivalente de referencia nominal total entre dos abonados no está estrictamente limitado; su valor máximo es la suma de los equivalentes de referencia de los circuitos nacionales e internacionales.

3.1 Equivalente de referencia para una cadena internacional

La atenuación nominal entre los extremos virtuales[1] de cada circuito internacional debe ser de 0,5 dB (Recomendación G.111, Ginebra, 1964).

3.2 Equivalente de referencia nominal del sistema nacional

El C.C.I.T.T. ha recomendado (Recomendación G.111, Ginebra, 1964) que los equivalentes de referencia nacionales en la transmisión y en la recepción para el 95% de las comunicaciones se ajusten, en cada caso, a las condiciones siguientes:

1) El equivalente de referencia nominal del sistema transmisor nacional entre un abonado y el primer circuito internacional no debe exceder de 20,8 dB.

2) El equivalente de referencia nominal del sistema receptor nacional entre los mismos puntos no debe rebasar 12,2 dB.

3.3 Distribución de los equivalentes de referencia en el plan de transmisión nacional de Malasia

Según el plan nacional de conmutación de Malasia, la red con conmutación se ajustará en esencia al esquema de la figura 1. Para repartir los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción entre los diferentes circuitos de manera que se cumplan las condiciones impuestas por el C.C.I.T.T. para el 95% de las comunicaciones (véase el punto 3.2 precedente), hay que determinar de antemano (en forma de desviación estándar) la estabilidad práctica del nivel relativo

---

1) En un circuito de cuatro hilos, un extremo virtual corresponde a un punto teórico en que el nivel en el sentido "ida" es de -3,5 dBr, y el nivel en el sentido "retorno" es de -4,0 dBr.

para cada circuito de cuatro hilos. Habida cuenta de los aspectos económicos y prácticos del problema, se recomienda que la red de transmisión de Malasia responda a las condiciones de estabilidad siguientes:

Circuito de cuatro hilos	Estabilidad (desviación estándar)
1) Entre el centro de grupo y el centro de zona	1 dB
2) Entre el centro de zona y el centro principal (u otro centro de zona)	0,5 dB
3) Entre el centro principal y el centro internacional (u otro centro principal)	0,5 dB

Según la Recomendación P.11 del C.C.I.T.T. (Libro Rojo, tomo V bis, parte B, párrafo e), página 13), los valores indicados para los equivalentes de referencia nominales de los sistemas nacionales comprenden las diferencias sistemáticas entre la eficacia del aparato de abonado en la transmisión y en la recepción y su valor nominal. Por consiguiente, la desviación estándar global entre el aparato telefónico y el centro internacional puede expresarse como sigue:

$$S = \sqrt{1^2 + 0{,}5^2 + 0{,}5^2} = 1{,}22 \text{ dB}$$

Si se quiere que el 95% de las comunicaciones respondan a las condiciones recomendadas por el C.C.I.T.T. (punto 3.2 precedente), los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción deben ser los siguientes:

1) Equivalente de referencia teórico en la transmisión = 20,8 dB -1,64 x 1,22 dB = 18,8 dB

2) Equivalente de referencia teórico en la recepción = 12,2 dB -1,64 x 1,22 dB = 10,2 dB

Se ha elegido el factor 1,64 porque, en una curva de distribución normal, el 95% de la superficie comprendida por ella se sitúa entre $-\infty$ y + 1,64 veces la desviación estándar, con relación a la media.

Se recomienda que los equivalentes de referencia teóricos en la transmisión y en la recepción no sean superiores a los valores indicados en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Elementos de la red de transmisión	Equivalente de referencia en la transmisión dB	Equivalente de referencia para la cadena internacional dB	Equivalente de referencia en la recepción dB	Desviación estándar dB
a) Aparato telefónico . . .	+ 2,4		- 6,2	
b) Línea de abonado	+ 8,0		+8,0	
c) Entre un centro terminal y un centro de grupo . .	+ 5,0		+5,0	
d) Entre un centro de grupo y un centro de zona . .	+ 1,0		+1,0	1,0
e) Entre un centro de zona y un centro principal, u otro centro de zona .	+ 0,5		+ 0,5	0,5
f) Entre un centro principal y un centro internacional, u otro centro principal	+ 0,5		+0,5	0,5
g) Pérdidas de conmutación (totales)	+ 1,4		+1,4	
h) Cadena internacional (n circuitos)		0,5 n		
Total . . .	+ 18,8 dB	+0,5 n dB	+ 10,2 dB	+1,22 dB

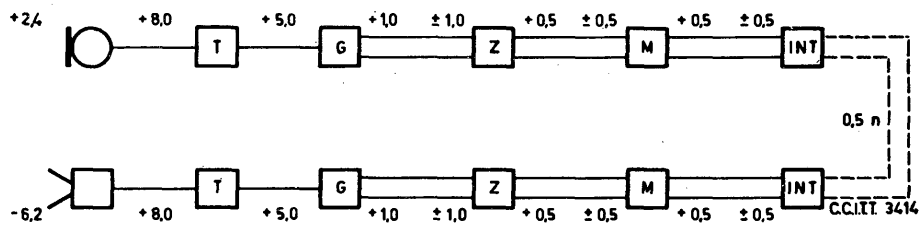


Figura 2.- (Malasia)

(Véase la leyenda de la figura 1)

La distribución del equivalente de referencia indicada en el Cuadro 1 se funda en las consideraciones siguientes:

1) La transmisión en los circuitos de cuatro hilos puede mantenerse dentro de estrechos límites; en caso necesario, puede utilizarse a este efecto un equipo regulado por señal piloto. De ahí que se haya atribuido a estos circuitos una atenuación mínima.

2) La atenuación en los circuitos de dos hilos entre un centro terminal y un centro de grupo puede mantenerse en el límite máximo de + 5,0 dB utilizando, en caso necesario, amplificadores de dos hilos de impedancia negativa. Se ha estudiado cuidadosamente la posibilidad de utilizar la técnica de la conmutación con líneas artificiales complementarias para introducir una ganancia de compensación en los circuitos de dos hilos de elevada atenuación, pero esta técnica no se recomienda en razón de la complejidad de los equipos de conmutación que exige.

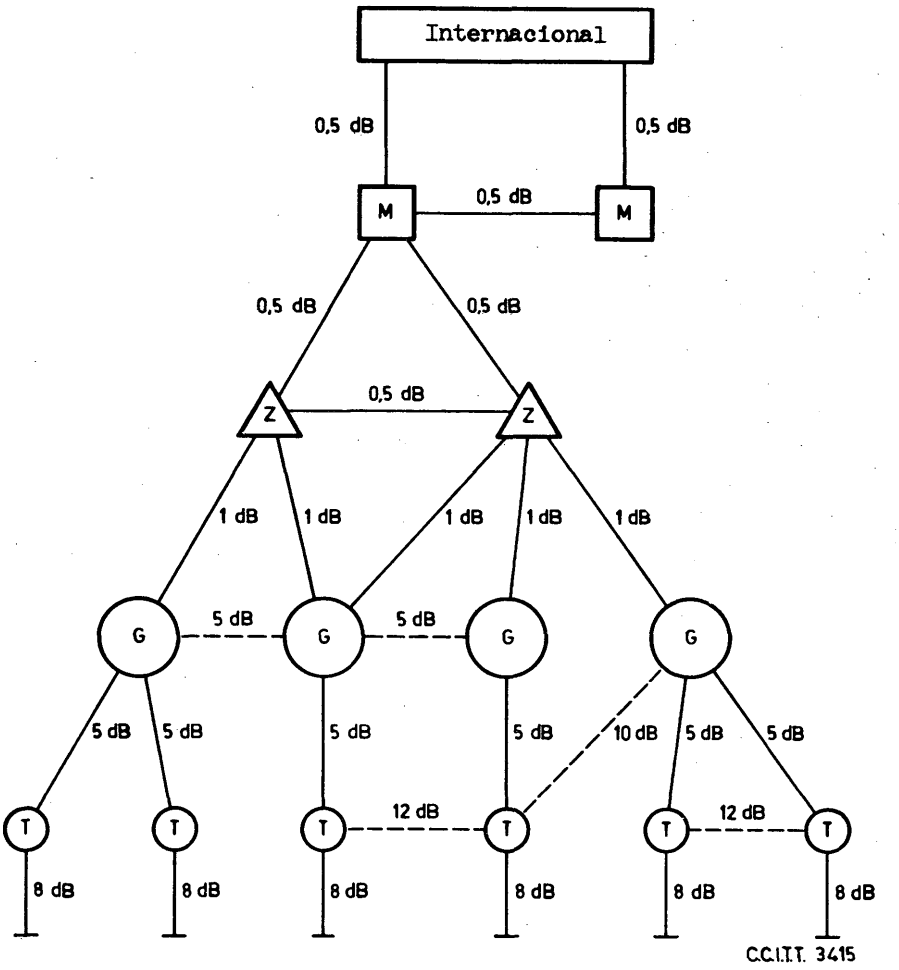
3) Hoy día se encuentran fácilmente en el comercio aparatos telefónicos de eficacia no inferior a la indicada en el Cuadro 1.

4) El valor máximo posible de atenuación se ha atribuido a las líneas de abonado. La construcción de las líneas es onerosa. La aceptación de una atenuación importante permite utilizar conductores de menor diámetro o bien conductores de igual diámetro para líneas de mayor longitud.

3.4 Equivalentes de referencia de los circuitos de gran utilización entre dos centros de grupo y entre dos centros terminales

En el plan nacional de conmutación de Malasia no siempre es necesario seguir el orden jerárquico creciente o decreciente de los centros para llegar al centro terminal o al centro de grupo deseado. Puede recurrirse a circuitos directos de gran utilización para conectar dos centros de grupo, un centro de grupo y un centro terminal o dos centros terminales. Estos circuitos se utilizan generalmente cuando las regiones a que los centros dan servicio tienen importantes intereses comunes. En estas condiciones, se estima que los circuitos de gran utilización deben tener una calidad de transmisión superior a la que permite el equivalente de referencia normal. Se recomienda, pues, que el equivalente de referencia no rebase 5 dB para los circuitos de gran utilización que enlacen dos centros de grupo, 10 dB para los circuitos entre un centro de grupo y un centro terminal, y 12 dB para un circuito entre dos centros terminales. La figura 3 da algunos ejemplos de circuitos de gran utilización.

Estos circuitos de gran utilización no deben utilizarse para el encaminamiento de un tráfico de tránsito destinado a un centro de clase superior.



Observaciones.- Las líneas de trazo interrumpido representan circuitos de gran utilización, y sólo se utilizarán en las condiciones siguientes:

1) Circuitos de centro de grupo a centro de grupo o a centro terminal y de centro terminal a centro terminal, en su caso;

2) Dos circuitos de gran utilización no deben conectarse en tándem;

3) Los circuitos de gran utilización entre dos centros de grupo constituirán segundas rutas elegibles para el tráfico entre centros terminales que posean sus propios circuitos de gran utilización.

Figura 3.- Distribución del equivalente de referencia máximo admisible en el plan nacional de transmisión de Malasia

ARCHIVES U.I.T. GENEVE

3.5 Respuesta en frecuencia de los circuitos interurbanos y de los circuitos de enlace

Los circuitos de enlace deben tener una carga tal que la característica atenuación/frecuencia sea bastante constante. En los sistemas modernos, los circuitos de corrientes portadoras tienen generalmente una característica atenuación/frecuencia bastante uniforme, y no ha lugar a tomar precauciones especiales.

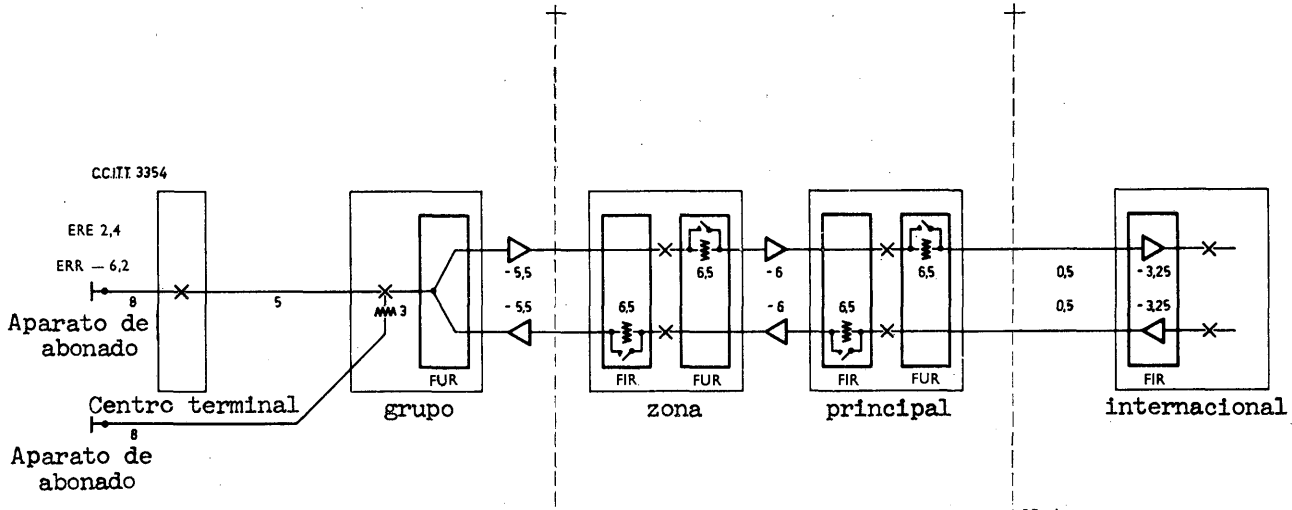
La frecuencia de referencia en que se mide la atenuación es de 1000 Hz.

4. Conmutación con líneas artificiales complementarias y atenuación de equilibrado en los transformadores diferenciales

El plan nacional de conmutación de Malasia prevé utilizar la conmutación con líneas artificiales complementarias de cuatro hilos. Estas líneas artificiales complementarias, cuya atenuación es de 6,5 dB, se hallan a la entrada del modulador de un circuito de cuatro hilos. La parte activa del circuito da una ganancia de 6 dB (o sea un nivel de entrada de -3 dBm y un nivel de salida de +3 dBm), de suerte que la atenuación global de un circuito de cuatro hilos, con líneas artificiales complementarias conectadas, es de 0,5 dB. Si un circuito de cuatro hilos termina en un transformador diferencial y según sea el circuito de dos hilos un circuito de enlace o una línea de abonado, la conmutación con línea artificial complementaria se hace en las condiciones siguientes (véase la figura 4).

a) Circuito de enlace

En una comunicación establecida entre dos aparatos de abonado por medio de cierto número de enlaces activos de cuatro hilos, el número de amplificadores es siempre el de líneas artificiales complementarias más uno, lo que permite compensar exactamente la atenuación de los dos transformadores diferenciales. Cuando un aparato de abonado está conectado al centro internacional, este centro proporciona una ganancia de 3,25 dB para compensar la atenuación debida al único transformador diferencial. Para atenerse a las condiciones de estabilidad y de eco, la atenuación de los circuitos de enlace debe ser de 3 dB como mínimo; con este fin, en estos circuitos se insertarán, en su caso, líneas artificiales complementarias. Además, la atenuación de los circuitos de enlace no debe exceder de 5 dB para responder a las exigencias relativas a la transmisión (véase el punto 3.3).

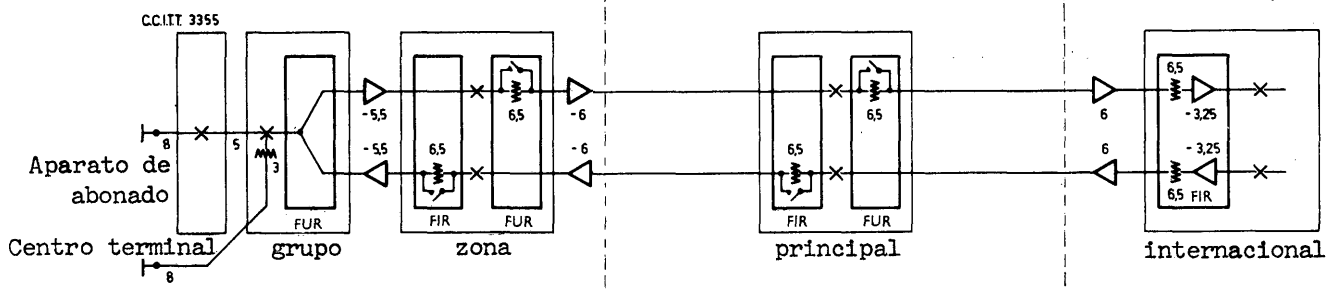


Nota.- Todos los circuitos de enlace entre centro terminal y centro de grupo deben presentar una atenuación nominal de 3 dB.

Nota.-

La ganancia de 3,25 dB puede obtenerse en el equipo de corrientes portadoras no compensando la atenuación del transformador diferencial.

Figura 4.- Empleo de líneas artificiales complementarias conmutables en el plan nacional de transmisión de Malasia



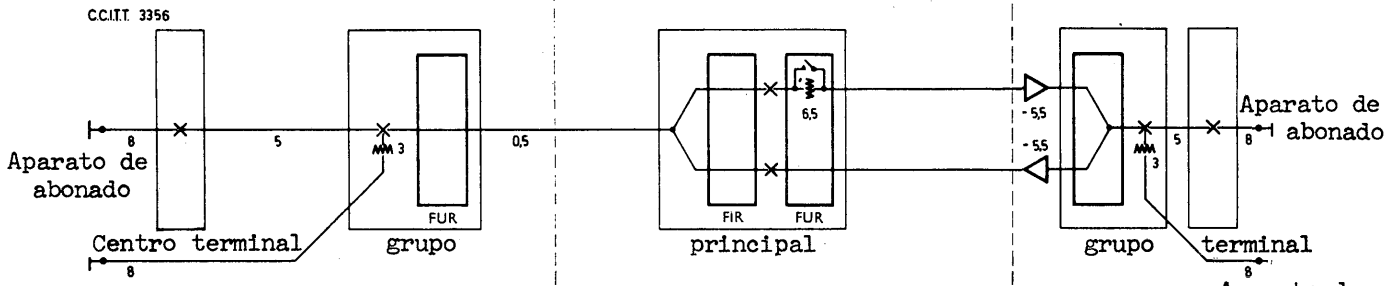
Nota.-

Todos los circuitos de enlace entre centro terminal y centro de grupo deben presentar una atenuación mínima de 3 dB.

Nota.-

En el caso del centro principal de Jesselton y de Kuching, el nivel máximo de la línea de cuatro hilos presentará una atenuación 4 hilos-4 hilos de 0,5 dB; para ello podrá insertarse una línea artificial complementaria pasiva en el lado cuatro hilos.

Figura 4 (cont.)



Notas.-

1) Desde el punto de vista de la transmisión, un centro tándem urbano se considerará siempre como un centro de grupo.

2) Todos los circuitos de enlace entre centro terminal y centro de grupo deben presentar una atenuación mínima de 3 dB.

Notas.-

1) El transformador diferencial debe estar bien equilibrado con la línea de 2 hilos.

2) En el lado 4 hilos pueden colocarse amplificadores para compensar las atenuaciones debidas a los circuitos de enlace de 4 hilos.

3) Es indispensable, para mantener la estabilidad, que las condiciones terminales se mantengan al efectuarse la conmutación en el centro de grupo.

Nota.-

Todos los circuitos de enlace entre centro terminal y centro de grupo deben presentar una atenuación mínima de 3 dB.

Figura 4 (cont.)

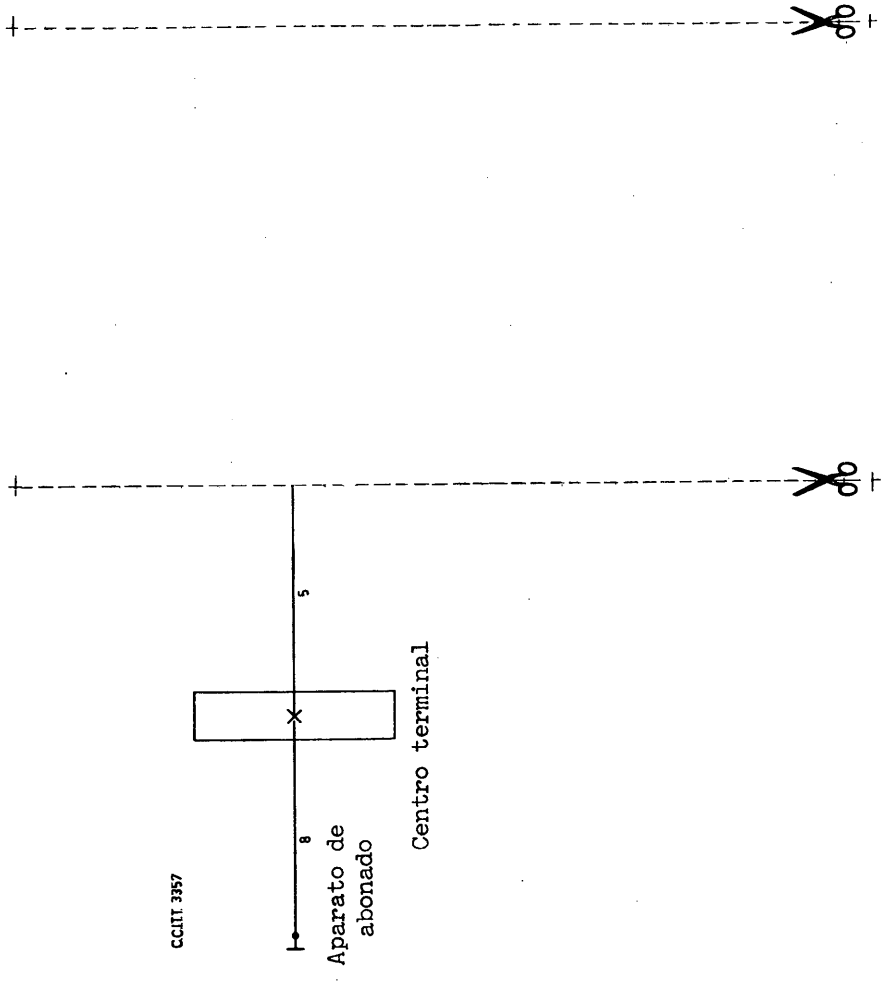


Figura 4 (fin)

b) Línea de abonado

Si el lado dos hilos está conectado directamente a la línea de abonado, se insertará una línea artificial complementaria de 3 dB en el juego de relés conectado al aparato de abonado. Dicho de otro modo, las atenuaciones entre los lados cuatro hilos y dos hilos del transformador diferencial no se compensan, con miras a responder a las condiciones de estabilidad y de eco.

Como se desprende de los párrafos precedentes, el valor nominal de la atenuación entre los trayectos "ida" y "retorno" de un transformador diferencial es de 6 dB. En el caso de una red telefónica real, se añadirá a este último valor el de la atenuación de equilibrado que presenta el aparato de abonado para llegar a la estabilidad del sistema. Las mediciones hechas en aparatos telefónicos indican, en efecto, que el valor medio de la atenuación de equilibrado es superior a 6 dB cuando el microteléfono está descolgado. En el caso, sin embargo, de una comunicación de llegada, transcurre cierto lapso de tiempo entre el momento en que se conecta el circuito y aquel en que el microteléfono se descuelga, es decir, mientras suena el timbre. En esta situación y habida cuenta de que la mayor parte de las líneas de abonado tienen su propia atenuación, la atenuación de equilibrado no debería ser inferior a 3,5 dB en la casi totalidad de los casos.

Puede admitirse, pues, que el valor medio de la atenuación de equilibrado en los transformadores diferenciales terminales de la red telefónica de Malasia es igual por lo menos a 6 dB, con una desviación estándar no superior a 2,5 dB.

5. Estabilidad

La cadena nacional malasia comprendida en una comunicación internacional se conforma, con relación a los extremos virtuales A y B del primer circuito internacional, a la figura 5 de la Recomendación G.122 del C.C.I.T.T. (Ginebra, 1964), aplicándose a la cadena nacional los siguientes criterios de estabilidad:

1) Valor medio de la atenuación en el trayecto A-T-B $\geq$ (10 + n) dB.

2) Desviación estándar de la atenuación A-T-B $\geq (6{,}25 + 4\ n)^{\frac{1}{2}}$ dB.

La letra n representa el número de circuitos de cuatro hilos de la cadena nacional (en la figura 5, por ejemplo, n = 3).

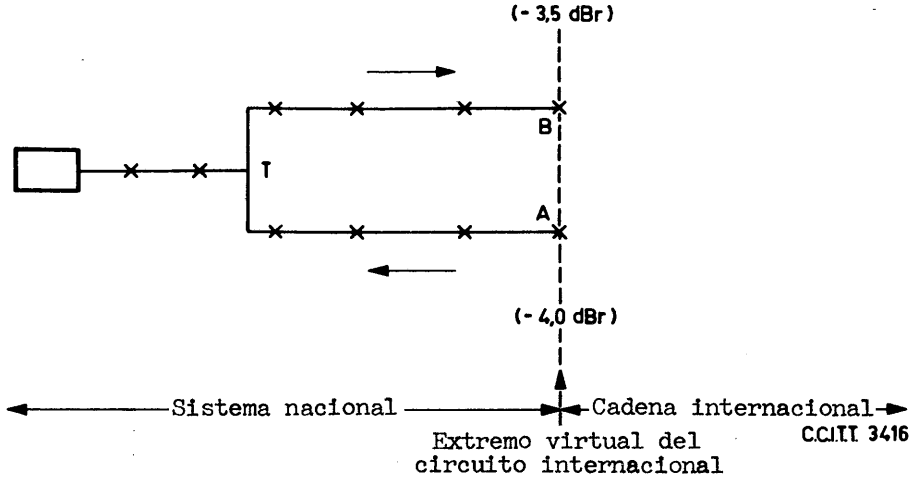


Figura 5.- (Malasia)

Como seguidamente se verá estos criterios pueden respetarse.

Criterio 1) - El valor medio de n dB por lo menos de la atenuación ida y retorno para n circuitos puede realizarse perfectamente, puesto que, para cada circuito de cuatro hilos, la atenuación mínima en un sentido de transmisión es de 0,5 dB. En el equipo de terminación, la atenuación media mínima de 10 dB puede rebasarse como sigue:

a)	Atenuación del transformador diferencial o atenuación ida y retorno del circuito de enlace (veáse el punto 4)	> 6,0 dB
b)	Atenuación media de equilibrado	> 6,0 dB
		12,0 dB

Criterio 2) - Como cada circuito de cuatro hilos del plan nacional de transmisión de Malasia presenta una desviación estándar inferior o igual a 1 dB, el total de variancias para n circuitos no debe, en consecuencia, llegar a 4 n, aun cuando se admita una correlación igual a uno entre las variaciones en los trayectos "ida" y "retorno". Además, como la desviación estándar de la atenuación de equilibrado en los equipos de terminación no es superior a 2,5 dB, la variancia no rebasa, pues, $(2,5)^2 = 6,25$. Por consiguiente, la desviación estándar de la atenuación A-T-B no debe exceder de $(6,25 + 4\ n)^{\frac{1}{2}}$ dB.

6. Eco

El eco proviene de la energía de las corrientes vocales reflejada en el extremo alejado; se manifiesta siempre en un sistema telefónico real. Sin embargo, en el caso del eco para la persona que habla, el valor medio de la atenuación por encima del cual el eco deja de ser molesto depende del tiempo de propagación ida y retorno: cuanto mayor es este tiempo mayor es la atenuación requerida. Si el eco no se atenúa suficientemente, se recurrirá al empleo de supresores de eco.

6.1 Red nacional malasia

En Malasia, la comunicación más larga se extiende desde Kota Bahru hasta un punto situado en un punto alejado de Sabah o en el centro de Sarawak, lo que representa unos 1.500 km de radioenlaces de "gran velocidad" y 1.600 km de cable submarino SEACOM de "pequeña velocidad". El tiempo de propagación en un sentido es, pues, el siguiente:

a)	1.500 km de radioenlaces, a razón de 300 km/ms	5 ms
b)	1.600 km de cable, a razón de 160 km/ms	10 ms
	Total	15 ms

Según la figura 11 de la Recomendación G.131 del C.C.I.T.T. (Ginebra, 1964), la atenuación media del eco, para la persona que habla, debe ser de 27 dB para que la probabilidad de comunicaciones no afectadas de eco molesto se eleve al 95%. Desde el punto de vista del eco, la comunicación peor de la red malasia es aquella en que:

a) El aparato de abonado está conectado por una línea corta al centro terminal,

b) La atenuación del circuito de enlace entre el centro terminal y el centro primario es de 3 dB,

c) La cadena de cuatro hilos es la más larga posible, lo que corresponde a un tiempo de propagación de 15 ms en un sentido.

En estas condiciones y habida cuenta del plan nacional de transmisión de Malasia (véase la figura 2), la atenuación media del eco para la persona que habla se distribuye como sigue:

a)	Atenuaciones en los sentidos "ida" y "retorno"	
1)	Circuito de enlace: 2 x 3,00 dB	= +6,0 dB
2)	Equipo de terminación en el extremo de origen: 2 x 3,25 dB	= +6,5 dB
3)	Ganancia del circuito de cuatro hilos: -6,5 dB	= -6,5 dB
4)	Trayectos de transmisión de cuatro hilos, de centro de grupo a centro de grupo: 2 (1,0 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 1,0) dB	=+9 dB

b) Equipo de terminación en el extremo alejado

1) Atenuación en el equipo de terminación:	+6,5 dB
2) Atenuación de equilibrado:.....	+6,0 dB
Atenuación total del eco para la persona que habla:	+27,5 dB

En conclusión, en la red nacional malasia, el 95% de las comunicaciones establecidas en la cadena nacional más larga no serán objeto de eco molesto. Se recomienda, en consecuencia, no emplear supresores de eco para las transmisiones nacionales, ni entre Singapur y Malasia, ni entre Brunei y Malasia.

6.2 Circuitos internacionales

Aunque en el punto 6.1 se ha mostrado ya que la atenuación del eco era suficiente en las comunicaciones nacionales, el margen de seguridad es, sin embargo, muy pequeño. En general, los circuitos establecidos con los países de ultramar por conducto del centro internacional de Kuala Lumpur tendrán, pues, que estar provistos de supresores de eco. Entre las excepciones posibles, pueden citarse las comunicaciones establecidas entre Tailandia y Malasia por medio de los radioenlaces previstos en el trayecto Bangkok-Penang-Kuala Lumpur, y las comunicaciones establecidas entre Kuala Lumpur, Madan y Djakarta por medio del sistema de ondas métricas y microondas por Sumatra. Estos casos deben considerarse como casos particulares.

7. Sistemas de microondas

Los equipos de microondas se utilizarán considerablemente en el sistema malasio de transmisión. Los sistemas de microondas pueden dividirse en las dos categorías siguientes:

1) Sistemas interurbanos principales: conectan los centros de zona a otros centros de zona o a los centros principales, y también los centros principales a otros centros principales o al centro internacional. Su capacidad es generalmente superior o igual a 600 canales;

2) Sistemas secundarios: conectan los centros de grupo a los centros de zona, y también los centros terminales a los centros de grupo o a los centros de zona. Su capacidad suele ser inferior a 600 canales.

Los sistemas de microondas se concebirán de tal suerte que, en condiciones medias de propagación:

a) El ruido producido por la interferencia y la diafonía en las frecuencias radioeléctricas y en las frecuencias intermedias sea como máximo del orden de magnitud del ruido térmico en las mismas frecuencias;

b) El ruido total en un canal telefónico con carga de ruido blanco (véase la Recomendación 393 del C.C.I.R., Ginebra, 1963) está constituido principalmente por el ruido de intermodulación de tal modo que en condiciones de desvanecimiento moderadas (de 10 a 20 dB), la calidad de funcionamiento del sistema no se degrade sensiblemente;

c) En los sistemas interurbanos principales, el valor total del ruido, sofométrico, con ponderación en un punto de nivel relativo cero en el peor canal telefónico, con la carga de ruido blanco mencionada en el párrafo b) precedente, no sea superior a 3 picovatios por km de la arteria de microondas;

d) En los sistemas secundarios, el valor total del ruido, sofométrico, con ponderación en un punto de nivel relativo cero en el peor canal telefónico, con la carga de ruido blanco mencionada en el párrafo b), no sea superior a 5000 picovatios (-53 dBm) en el conjunto del sistema. Este último puede comprender varios enlaces de microondas conectados en tándem. En este caso, se mejorará la calidad de cada enlace para que responda a las condiciones especificadas para el conjunto del sistema.

A fin de lograr la estabilidad de transmisión recomendada en el punto 3 y de evitar en lo posible el tener que emplear equipos de señales piloto de grupos primario y secundario, la estabilidad de la banda de base de un sistema de microondas será, para cada enlace establecido entre equipos terminales, la siguiente:

a) $\pm$ 0,5 dB (valor de cresta) en un periodo de un mes (para los sistemas secundarios, este valor puede elevarse a $\pm$ 1 dB);

b) $\pm$ 0,5 dB (valor de cresta) para variaciones de la temperatura ambiente, entre 17° C y 45° C;

c) $\pm$ 0,5 dB (valor de cresta) para variaciones de $\pm$ 10% de la tensión de la corriente alterna de alimentación.

Además, la respuesta global de la banda de base debe ser mejor que $\pm$ 0,5 dB con relación a la respuesta en el centro de la banda.

8. Aparatos telefónicos

En el punto 3 se recomienda que la eficacia mínima de los aparatos telefónicos corresponda, respectivamente, a un equivalente de referencia en la transmisión de + 2,4 dB, y a un equivalente de referencia en la recepción de -6,2 dB. Estos valores deben mantenerse cuando el aparato

telefónico está conectado al extremo de una línea de abonado que tenga una atenuación de referencia de 8 dB y una resistencia en bucle de 1500 ohmios. Los valores de los equivalentes de referencia de + 2,4 dB y de -6,2 dB son los del propio aparato, con exclusión de la atenuación de referencia de la línea, que es de 8 dB. En otros términos, los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción serán, en la central telefónica y en las condiciones precedentes, de + 10,4 dB (2,4 + 8,0) y de +1,8 dB (8,0 - 6,2), respectivamente.

Los aparatos telefónicos pueden estar provistos de dispositivos de regulación de la eficacia. En este caso, los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción serán, respectivamente, inferiores o iguales a + 10,4 dB y a + 1,8 dB, cualquiera que sea la longitud de la línea de abonado, hasta los límites máximos siguientes: 8 dB para la atenuación de referencia de la línea y 1500 ohmios para la resistencia en bucle.

9. Líneas de abonado

Las líneas de abonado deben tener una atenuación de referencia máxima de 8 dB y una resistencia en bucle de 1500 ohmios como máximo. Puede suceder que no se obtengan simultáneamente estos dos valores para un conductor de línea de un diámetro dado o para líneas de conductores de diámetro diferente conectadas en tándem. En tal caso, uno u otro de dichos valores pueden constituir el criterio principal para los proyectos.

Contribución de la Administración noruega

La red principal será una red mixta en estrella y en malla con cinco tipos diferentes de centrales (véase la figura 1). (Cuando son ventajosas, se establecen líneas directas.)

La conmutación directa en cuatro hilos se efectuará en las partes centrales de la red, establecida a base del principio de atenuaciones repartidas, con una atenuación de 4 dB en los extremos y de 1 dB para cada circuito.

Desde el doble punto de vista técnico y económico, es ventajoso utilizar cables aéreos con vaina de materia plástica en lugar de líneas de hilo desnudo para el servicio de los abonados situados a gran distancia de la central local. Por esta razón, la planificación futura de la red se hará atribuyendo a la red local un equivalente de mayor valor que en el pasado.

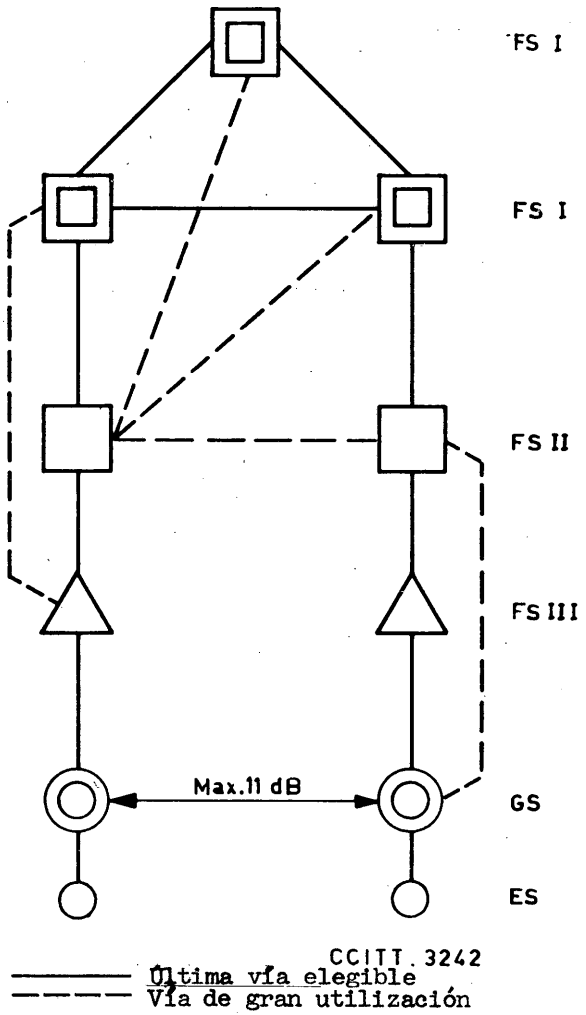


Figura 1.- (Noruega)

Este resultado se obtendrá gracias a la puesta en servicio de gran número de centros de conmutación en cuatro hilos, al empleo de repetidores de resistencia negativa en las líneas interurbanas de dos hilos, a la pupinización de las líneas de abonado de gran longitud y a la puesta en servicio de aparatos telefónicos de transistores.

Contribución de la Administración de Nueva Zelandia

El plan de transmisión de Nueva Zelandia para las comunicaciones nacionales ha sido revisado, y se aplicará progresivamente durante cierto número de años.

Este plan comprende los siguientes elementos:

a) La calidad de transmisión global, definida en función:

1) De un aparato telefónico normal y de una línea de abonado;

2) De la atenuación, en dB, de la cadena de circuitos de enlace y de circuitos interurbanos que conectan las dos centrales locales, comprendidas las pérdidas debidas a las conmutaciones y a las reflexiones.

b) Las impedancias nominales normales en los puntos de conmutación en dos hilos y en cuatro hilos.

c) Los límites de la atenuación de adaptación y de la estabilidad de los circuitos interurbanos.

d) Las limitaciones impuestas al empleo de compresores-expansores.

Este plan se ilustra en la figura 1 para una comunicación límite por la red interurbana a larga distancia.

Líneas de abonado y aparatos telefónicos

El sistema de abonado límite se define como sigue:

Aparato telefónico: modelo británico 700 con regulador.

Línea de abonado: circuito en cable de tipo local aislado con papel, 6,5 libras por milla (0,51·mm), resistencia en bucle de 1000 ohmios

Puente de transmisión: 200 + 200 ohmios, tipo de condensador 2 μF, sin carga.

Batería de la central: 50 voltios.

En la práctica, se utilizan conductores de 2,5 a 20 libras por milla. Se han hecho, con cada tipo de conductor, comparaciones subjetivas de transmisión con relación a la transmisión por conductores de 6,5 libras, y se han deducido coeficientes que permiten pasar de la resistencia en corriente continua del par considerado a la resistencia del cable de 6,5 libras con características de transmisión equivalentes. El valor

obtenido por conversión se llama resistencia equivalente de transmisión (R.E.T.). En el Cuadro 1 se indican valores tipos de los coeficientes de que se trata.

Cuadro 1

Conductores en cable (libras por milla)		Resistencia en bucle, en corriente continua (ohmios por 1000 pies)	Coeficiente
libras	mm	m	
$2\frac{1}{2}$	0,32	142,8	0,65
4	0,40	83,3	0,8
$6\frac{1}{2}$	0,51	51,1	1,0
10	0,63	33,3	1,2
20	0,90	16,7	1,5
40	1,27	8,4	2,4

Cuando es necesario cargar pares de abonado en cable, se utilizan bobinas de 44 mH a intervalos de 4.500 pies (1.370 m). Se obtiene así una impedancia característica de unos 740 ohmios en el caso de un cable de pares, lo que no es demasiado elevado para perturbar notablemente el funcionamiento del aparato telefónico por el efecto local. Actualmente se estudian las reglas apropiadas para corregir la R.E.T., habida cuenta de la carga de los cables.

En lo que concierne a las instalaciones de abonado con aparatos supletorios, el valor máximo admisible de la R.E.T. para la línea principal depende de la R.E.T. del aparato supletorio más alejado de la instalación principal del abonado.

Para los cables de pares múltiples, las derivaciones en T y diferentes otros factores se efectúan correcciones de la R.E.T.

Se admiten valores límite de la R.E.T. distintos de los precedentes cuando los aparatos telefónicos, el puente de alimentación o la tensión de la batería tienen características diferentes de los valores normales anteriormente indicados.

Circuitos locales (esto es, circuitos de enlace que cursan el tráfico dirigido a la red interurbana o procedente de ella)

Atenuación máxima en línea: 4,5 dB

Atenuación mínima en línea: 2 dB

Atenuación media en línea para un grupo de circuitos: no excede de 3,5 dB

En la mayor parte de los casos, las centrales locales están conectadas directamente por circuitos locales a las centrales interurbanas. En algunos de ellos, se conmutan en una central intermedia, pero se espera reducir progresivamente estos casos.

La atenuación de los circuitos locales directos, si es inferior a 2 dB, se completará hasta llegar a este valor, y se insertarán líneas artificiales complementarias de 2 dB en las comunicaciones locales de o con los abonados conectados a las centrales interurbanas.

Se ha fijado un máximo para la atenuación media de los circuitos locales con el fin de evitar la construcción constante de estos circuitos en función de un límite superior.

Circuitos interurbanos (circuitos a larga distancia)

Existen dos tipos de circuitos interurbanos: circuitos primarios y circuitos auxiliares. Estos últimos conectan las centrales interurbanas cuando el tráfico es suficiente para justificar un grupo separado de circuitos. Sólo cursan el tráfico que termina entre las centrales interurbanas interesadas, y no pueden conmutarse en tránsito hacia otras centrales interurbanas. Funcionan generalmente en los mismos sistemas de corrientes portadoras que constituyen los circuitos primarios, pero pueden establecerse en dos hilos.

La atenuación total de los circuitos de corrientes portadoras utilizados como circuitos interurbanos auxiliares se ha fijado en 4,5 dB. Los circuitos establecidos en pares en cable pueden tener una atenuación inferior.

Los circuitos primarios unen las centrales interurbanas y las centrales de conmutación de categoría superior (llamadas centros de zona), así como todos los centros de zona y el centro nacional de conmutación, situado en Wellington. Los circuitos primarios enlazan también los centros de zona cuando su tráfico lo justifica.

Los circuitos primarios son siempre circuitos de cuatro hilos, generalmente de corrientes portadoras. Terminan en equipos de conmutación en cuatro hilos en los centros de zona y, en caso necesario, se prolongan para establecer una comunicación. La atenuación total de los circuitos primarios en los extremos de dos hilos es de (4 + 0,5 n) dB, siendo n el número de circuitos en tándem.

Comunicaciones en el interior de un grupo de centrales

Son las que no se extienden más allá de un grupo de centrales adscritas a la misma central interurbana. Se admite un máximo de cuatro circuitos de enlace (es decir, tres puntos intermedios de conmutación), pero en la mayoría de ellas el número de circuitos es inferior. La atenuación máxima admisible en línea en los circuitos de enlace es de 13 dB. Se admite, además, 1 dB de pérdidas debidas a las conmutaciones y a las reflexiones para cada uno de los puntos intermedios de conmutación, lo que da un total de 16 dB entre centrales terminales para una cadena de longitud máxima.

Adaptación de la impedancia en el punto de dos hilos

Actualmente se adopta un equilibrador ómnibus constituido por una resistencia de 900 ohmios en serie con un condensador de 2 μF en el punto de terminación de dos hilos de la red interurbana, y en el punto de terminación de los circuitos de enlace de corrientes portadoras o de cuatro hilos con repetidores. Los circuitos de enlace están constituidos en cable cargado con bobinas de 88 mH, hallándose la semisección terminal en la central interurbana. En este punto, la impedancia es de unos 1100 ohmios en las frecuencias inferiores a unos 2000 Hz, y se eleva considerablemente en las frecuencias superiores. La sección terminal se completa hasta una capacidad de ocho décimas de sección y termina en una bobina de carga de 44 mH. Entonces presenta en la central interurbana una impedancia de unos 900 ohmios. Así se espera poder obtener, habida cuenta de una atenuación mínima de 2 dB para el circuito local, una limitación apropiada de la atenuación de adaptación. Esto permite también reducir al mínimo las pérdidas debidas a las reflexiones en la central local.

Cuando los abonados están conectados a la central interurbana, se utilizan líneas artificiales complementarias de una impedancia de 900 ohmios y una atenuación de 2 dB para simular circuitos de enlace de atenuación mínima. La New Zealand Post Office utiliza algunos cables de 2,5 y 4,5 libras por milla, que tienen una impedancia bastante elevada y aseguran una adaptación suficiente a 900 ohmios.

Pérdidas debidas a las conmutaciones

El plan de transmisión de Nueva Zelandia admite 1 dB para las pérdidas debidas a las conmutaciones en las centrales interurbanas, en cada extremo de una comunicación interurbana, en que se efectúa la conmutación en dos hilos. Los principales elementos que producen una atenuación en una central son los puentes de transmisión: el puente de capacidad, que tiene una atenuación aproximada de 0,5 dB en 1000 Hz, y el puente transformador, que tiene una atenuación de 0,75 dB aproximadamente. La atenuación tiende a aumentar por debajo de 500 Hz a causa de la disminución de la reactancia inductiva en derivación y del aumento de la reactancia capacitiva en serie; estos factores degradan también la atenuación de adaptación en las frecuencias inferiores.

Para reducir las pérdidas debidas a las conmutaciones y mejorar la atenuación de adaptación, es necesario reducir al mínimo el número de puentes de transmisión en el circuito de dos hilos en la central interurbana. Se propone incorporar el transformador diferencial del circuito interurbano en el bastidor de relés de señalización, y utilizarlo como puente de transmisión. Se espera así no tener sino un solo puente en circuito en el origen de las comunicaciones establecidas en servicio semiautomático, y no tener ninguno en el extremo de llegada.

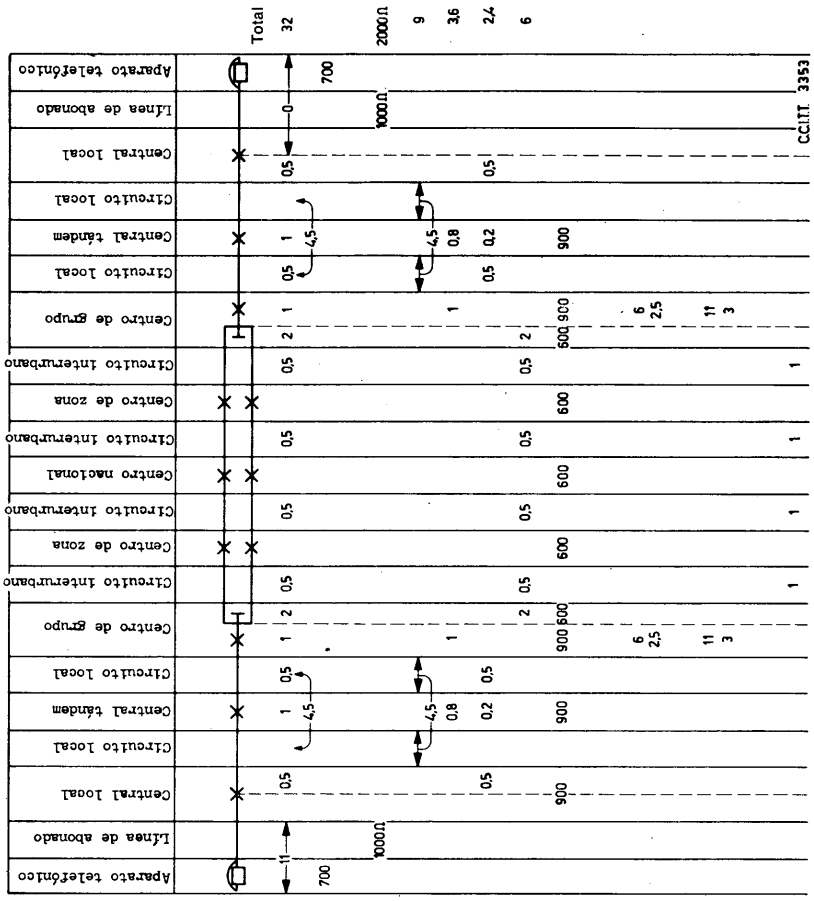
Compresores-expansores silábicos

En una comunicación completa no se pueden utilizar más de tres compresores-expansores silábicos, uno de ellos en la red interurbana y los otros dos en cada extremo, bien en el circuito de enlace conectado a la central local, bien en el equipo de corrientes portadoras del abonado. Para evitar que los compresores-expansores se conecten en tándem en la red interurbana, sólo están autorizados en los circuitos auxiliares.

Variación de atenuación de los circuitos interurbanos

Para que la atenuación de los circuitos interurbanos se aparte de su valor nominal, todos los enlaces en línea y todos los grupos secundarios están equipados de reguladores controlados por una señal piloto. Los grupos primarios son objeto de una regulación únicamente cuando se transfieren

Hasta ahora, se han hecho mediciones periódicas de la atenuación global de los circuitos interurbanos entre líneas de dos hilos, en los equipos de terminación. Se propone que en el futuro se incluyan en estas mediciones los equipos de señalización y de conmutación. Se están construyendo, para su utilización en estos circuitos, aparatos automáticos de medida periódica e instrumentos numéricos de medida. Se espera que con ellos será posible controlar mucho más rigurosamente la atenuación de los circuitos interurbanos.



Notas.- 1) En la medida de lo posible, deben instalarse circuitos locales que unan directamente la central local y el centro de grupo.

2) La atenuación mínima de un circuito local es de 2 dB.

Figura 1.- Comunicación máxima establecida por medio de las redes interurbanas primarias (Nueva Zelandia)

Plan de transmisión nacional del Pakistán

En el plan de transmisión nacional se prevé que, en el 95% de las comunicaciones entre dos abonados del país, el valor nominal del equivalente no será superior a 33 dB. El equivalente de referencia entre un abonado y los extremos de cuatro hilos del circuito internacional no debe exceder de 20,8 dB en la transmisión y de 12,2 dB en la recepción. En la red, las atenuaciones están repartidas como sigue:

Equivalentes de referencia de las cápsulas

Cápsula microfónica	de 2,6 a 0,8 dB
Cápsula receptora	de 2,6 a 5,2 dB

Equivalentes de referencia en una comunicación

Valor máximo del equivalente de referencia del sistema transmisor de abonado	10,8 dB	
(en números redondos):		11 dB
Valor máximo del equivalente de referencia del sistema receptor de abonado	3,4 dB	
(en números redondos):		3 dB
Suma de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción de los aparatos de abonado (con la línea) y del puente de alimentación		14 dB
Valor nominal del equivalente de referencia entre dos centrales		19 dB
Equivalente de referencia total		33 dB

Contribución de la Administración de Países Bajos

Al establecer el plan de atenuación nacional, la Administración neerlandesa se ha basado en los principios siguientes:

1) La atenuación total de abonado a abonado (no comprendidos los aparatos telefónicos) no debe exceder de 30 dB.

2) Esta atenuación de 30 dB debe repartirse lo más económicamente posible entre las diversas partes de la red.

Repartición de las atenuaciones

En lo que concierne a la repartición de la atenuación, la red neerlandesa se subdivide en:

red interregional (entre las regiones);
redes primarias (entre central regional y las centrales nodales);
redes secundarias (entre central nodal y las redes locales);
redes locales.

La red local es la que ofrece el menor rendimiento para el tráfico, pues hay que prever un par de hilos para cada línea de abonado. En todos los casos, la solución más económica será atribuir a esta red la mayor atenuación posible, lo que implica, evidentemente, una atenuación menor para las otras redes, esto es, una atenuación muy reducida para los circuitos interurbanos.

En el plan actual de atenuación, las atenuaciones máximas tolerables son las siguientes:

red interregional	0 dB
red primaria	0 dB
red secundaria	3 dB
red local	5 dB

La atenuación máxima total entre dos abonados será entonces de 27 dB (comprendida la atenuación de las centrales telefónicas y la pérdida debida a la reducción de la corriente de alimentación microfónica).

Transmisión en una red local

A causa de la atenuación interurbana reducida (véase precedentemente), es posible en la actualidad tolerar en las redes locales una atenuación de 5 dB entre la central a que están adscritas y el aparato de abonado.

Esta atenuación de 5 dB puede asegurarse por la utilización de cables no pupinizados de 5 km de longitud y con conductores de 0,5 mm de diámetro, a condición de que el circuito termine en un aparato telefónico del tipo normalizado.

La resistencia admisible de un par, medida en bucle, es de 1000 ohmios como máximo. Por consiguiente, al establecer el plan de redes de cables urbanos bastará con observar las dos condiciones siguientes:

a) Una resistencia en bucle de 1000 ohmios;

b) Una longitud de cable de 5 km.

Es posible responder a estas normas empleando cables con conductores de 0,5 mm de diámetro.

Antiguamente, los circuitos interurbanos requerían una parte importante de la atenuación total disponible. Había pues que tolerar en la red local una atenuación menor que en la actualidad, lo que ha conducido a la utilización de cables de poca longitud y a la creación de gran número de centrales locales, cada una de las cuales da servicio a una zona de poca extensión. Por consiguiente, en un número de casos relativamente pequeño se rebasa la longitud mencionada de 5 km. En estos casos excepcionales se imponen medidas especiales (por ejemplo, la utilización de cables con conductores de diámetro mayor).

En algunas ocasiones bastará con crear mayor número de centrales satélites. Por analogía con la red de cables interurbanos, la red de interconexión entre las centrales satélites, y la que enlaza estas centrales interurbanas, deberán responder a las normas siguientes:

Central satélite-central satélite: 6 dB como máximo;

Central satélite-central interurbana: 3 dB como máximo.

En la mayor parte de los casos, los cables de interconexión son cables pupinizados. El diámetro de los conductores es, en general, de 0,8 mm, la inductancia propia de las bobinas, 65 mH, y el paso de pupinización, de 3 km.

Contribución de la Administración de la

República Federal de Alemania

La red interurbana de telefonía automática de la República Federal de Alemania ha sido ampliada de conformidad con el plan de atenuaciones publicado en la página 189 de las ediciones francesa e inglesa del Libro Rojo. En la figura 1 se indican las nuevas designaciones de los centros de conmutación.

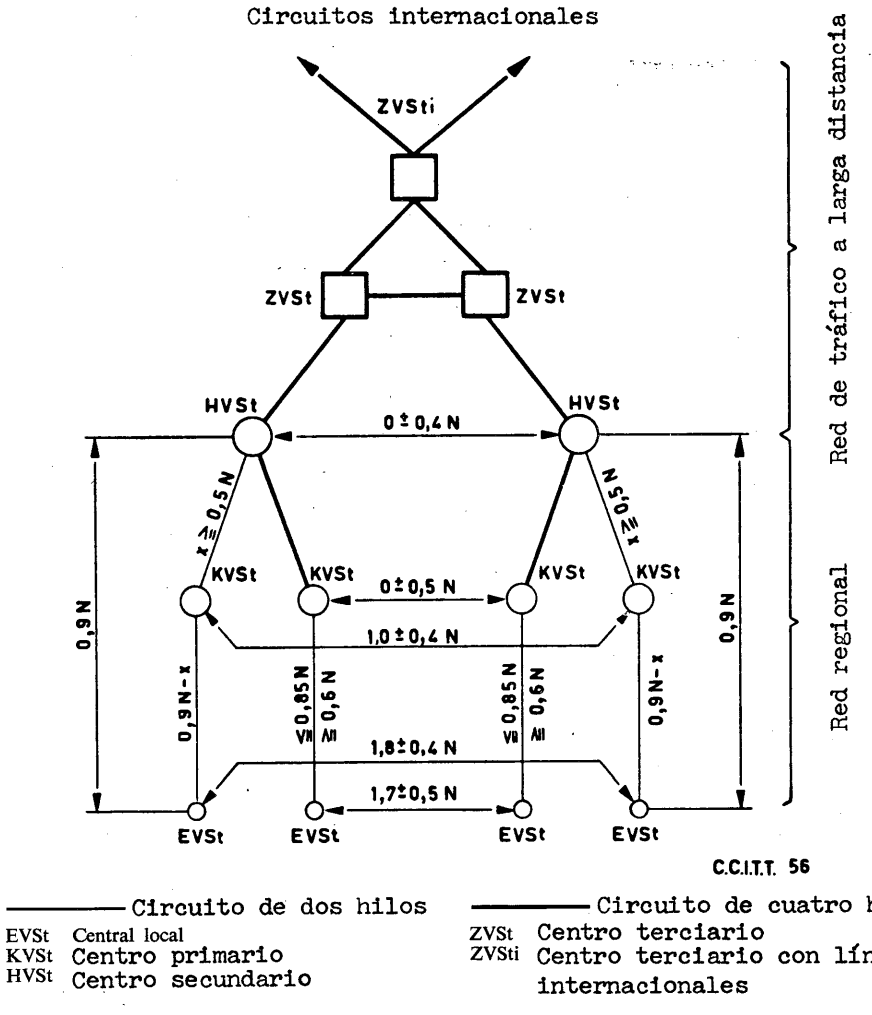


Figura 1.-

Plan de atenuaciones para la red interurbana de telefonía automática (República Federal de Alemania)

La red de tráfico a larga distancia está constituida ahora únicamente por circuitos de cuatro hilos, conectados entre sí por selectores para circuitos de cuatro hilos en los centros terciarios (ZVSt) y en los centros secundarios (HVSt). Los circuitos que enlazan los centros secundarios (HVSt) y los centros primarios (KVSt) son también, casi exclusivamente, circuitos de cuatro hilos, pero además de los centros primarios (KVSt) con selectores para circuitos de cuatro hilos, existen también centros primarios (KVSt) con selectores para circuitos de dos hilos. Para la interconexión en cuatro hilos en un centro primario (KVSt), todos los circuitos de dos hilos que lo conectan a la central local (EVSt) están provistos de un equipo de terminación. El equilibrado se adapta en cada equipo de terminación al circuito considerado. La atenuación de 4 dNp del equipo de terminación puede suprimirse poniendo fuera de circuito líneas de atenuación de 4 dNp en el extremo del circuito de cuatro hilos que se ha de conectar (interconexión con compensación de la atenuación).

Todos los valores de atenuación indicados en la figura 1 son valores de atenuación de sección y se refieren a los puntos de interconexión en los contactos de los selectores. Además de los valores nominales de la atenuación, se muestran en la figura las variaciones de atenuación que se habrían producido teniendo en cuenta una variación de atenuación de + 2 dNp para cada circuito con repetidores y adición cuadrática de las variaciones de la atenuación de todos los circuitos de una cadena de circuitos. El valor máximo del equivalente (comprendidas estas variaciones de atenuación) entre dos centrales locales (EVSt) es de 2,2 neperios. Como todos los circuitos interurbanos de cuatro hilos están interconectados con una atenuación de inserción de 0 neperios y como al centro terciario con líneas internacionales (ZVSt) llegan de cada centro primario (KVSt) tres circuitos como máximo, el plan alemán de atenuaciones corresponde también a las nuevas recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas al plan de interconexión internacional.

El equivalente de referencia máximo en la transmisión y en la recepción de una línea de abonado es, respectivamente, de 1,2 neperios y 0,2 neperios con relación a la central local (EVSt). Para los aparatos supletorios, estos valores pueden rebasarse 0,3 neperios. Como la atenuación de la sección entre una central local (EVSt) y un punto de interconexión de cuatro hilos de la cadena de circuitos interurbanos es de 0,9 neperios, se obtiene para el equivalente de referencia nacional máximo en la transmisión y en la recepción un valor respectivo de 2,4 neperios y 1,4 neperios, lo que corresponde a la Recomendación P.11 para el equivalente de referencia nacional en la transmisión y en la recepción.

La red de circuitos representada en la figura 1 se completará aún con una red de circuitos directos. Siempre que el tráfico telefónico justifique la puesta a disposición de grupos de circuitos particulares, se

establecerán circuitos directos entre los centros de conmutación. El valor máximo del equivalente de 2,2 neperios entre centrales locales (EVSt) no se rebasará tampoco para las comunicaciones telefónicas establecidas en esos circuitos directos.

La Administración federal alemana piensa fijar, además de los previstos en las recomendaciones del C.C.I.T.T., los valores de referencia siguientes, relativos al comportamiento en técnica de transmisión de nuevos equipos de centrales urbanas y a las líneas de abonado conectados a éstas permanentemente:

a) La atenuación de inserción de una central urbana (puente de alimentación inclusive) no deberá exceder de 15 cNp en 800 Hz.

b) La atenuación diafónica entre dos circuitos no deberá ser inferior a 8 neperios.

c) La atenuación de simetría de los equipos técnicos de conmutación deberá ser, en posición de conversación, de 5,3 neperios por lo menos en los límites de la banda de transmisión de 300 a 3400 Hz.

d) La tensión sofométrica de una central local no deberá rebasar 0,3 mV (evaluada con la curva de ponderación para telefonía del C.C.I.T.T.), efectuándose la medición con una conexión al repartidor principal y una terminación en 600 ohmios.

e) La resistencia en bucle máxima de una línea de abonado (aparato telefónico no comprendido) es de 1600 ohmios.

f) Las líneas de abonado y los circuitos de enlace deberán tener una resistencia de aislamiento de 50 kilo-ohmios como mínimo entre hilos y entre hilo y tierra.

g) La transmisión de información de la técnica de conmutación por líneas de abonado y circuitos de enlace no debe ser perturbada por tensiones longitudinales de hasta 65 V_{ef}.

h) Las variaciones de tensión admisibles para una alimentación de 60 V son de + 3 V y -0,4 V, con relación al valor nominal.

Clasificación de las cápsulas microfónicas y receptoras, según su eficacia

El equivalente de referencia de un aparato telefónico depende esencialmente de la eficacia de los transductores electroacústicos utilizados, es decir, de las cápsulas microfónicas y receptoras. La eficacia de las cápsulas microfónicas de carbón presenta una ley de variación en función de la corriente de alimentación tal que la eficacia se reduce cuando disminuye la corriente de alimentación.

En la medición del equivalente de referencia de la cápsula se observa que no sólo las cápsulas de diferente fabricación sino también las cápsulas de igual fabricación pueden tener eficacias muy diferentes. Incluso en el caso de una fabricación impecable es necesario admitir cierta tolerancia para el fabricante para que la fabricación de cápsulas siga siendo económica Cabe pues agrupar las cápsulas según su eficacia y utilizar cápsulas más eficaces para líneas de abonado más largas, y cápsulas menos eficaces para líneas de abonado más cortas, obteniéndose así una compensación de la atenuación.

Para cada diámetro de los conductores existe una relación entre la longitud o la resistencia en corriente continua y el equivalente de referencia, de suerte que el equivalente de referencia de una línea de abonado que se compone de hilos de diámetro constante puede caracterizarse por la resistencia en corriente continua de la línea. Para las líneas de abonado constituidas por secciones con hilos de diámetro diferente, el equivalente medido en 1300 Hz corresponde con suficiente precisión al equivalente de referencia de la línea. En el cálculo del equivalente de referencia, hay que tener en cuenta la atenuación de alimentación que se presenta además en la transmisión.

La práctica demuestra que es suficiente prever para las cápsulas receptoras pasos de 0,3 neperios, y para las cápsulas microfónicas, pasos de 0,4 neperios.

Para los abonados conectados a la central por líneas muy cortas, se inserta una línea artificial complementaria. Este modo de hacer una línea homogénea aumenta la atenuación de la señal local. Así, además, se economiza un grupo para las cápsulas microfónicas y receptoras respectivamente.

El cuadro siguiente muestra la asociación de los grupos de cápsulas a las resistencias en bucle de la línea de abonado.

Como se ve en el cuadro, se respetan los valores límite de + 1,2 neperios y + 0,2 neperios fijados en el plan de atenuación de 1955 de la Administración federal alemana de Correos y Telecomunicaciones para el equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción de un sistema de abonado.

Resistencia en bucle (ohmios) (aparato telefónico no comprendido)	0 a 500[a]	500 a 750	750 a 1000[b]
Grupo de cápsulas microfónicas Equivalente de referencia en la transmisión en neperios..	I +0,5 a +0,1	II +0,1 a -0,3	III -0,3 a -0,7
Grupo de cápsulas receptoras Equivalente de referencia en la recepción en neperios....	II -0,3 a -0,6	III -0,6 a -0,9	IV -0,9 a -1,2
Equivalente de referencia en la transmisión del sistema de abonado	+0,8 a +1,2	+0,7 a +1,2	+0,6 a +1,2
Equivalente de referencia en la recepción del sistema de abonado	0 a +0,2	-0,2 a +0,2	-0,3 a +0,2

[a] En las líneas de abonado que tienen una resistencia en bucle de menos de 250 ohmios se inserta una línea artificial complementaria que tenga un equivalente de referencia de 0,3 neperios aproximadamente.

[b] Gracias al empleo de una alimentación suplementaria, la gama puede extenderse más allá de 1000 ohmios hasta 1600 ohmios, a condición de que no se rebasen los valores límite para el equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción.

Como las cápsulas microfónicas y receptoras pueden intercambiarse fácilmente, la compensación de la atenuación antes descrita puede efectuarse sin gastos suplementarios de personal o de otra clase. El fabricante mide las cápsulas microfónicas y receptoras en "aparatos de medida objetiva del equivalente de referencia" y toma nota de la eficacia correspondiente. En esta medición se determinan, además del equivalente de referencia, otras características de las cápsulas.

Los empleados que detectan las averías llevan consigo cápsulas microfónicas y receptoras de todos los grupos de eficacia, y pueden así reemplazarlas insertando las cápsulas del grupo de eficacia requerido.

Contribución de la Administración del Reino Unido

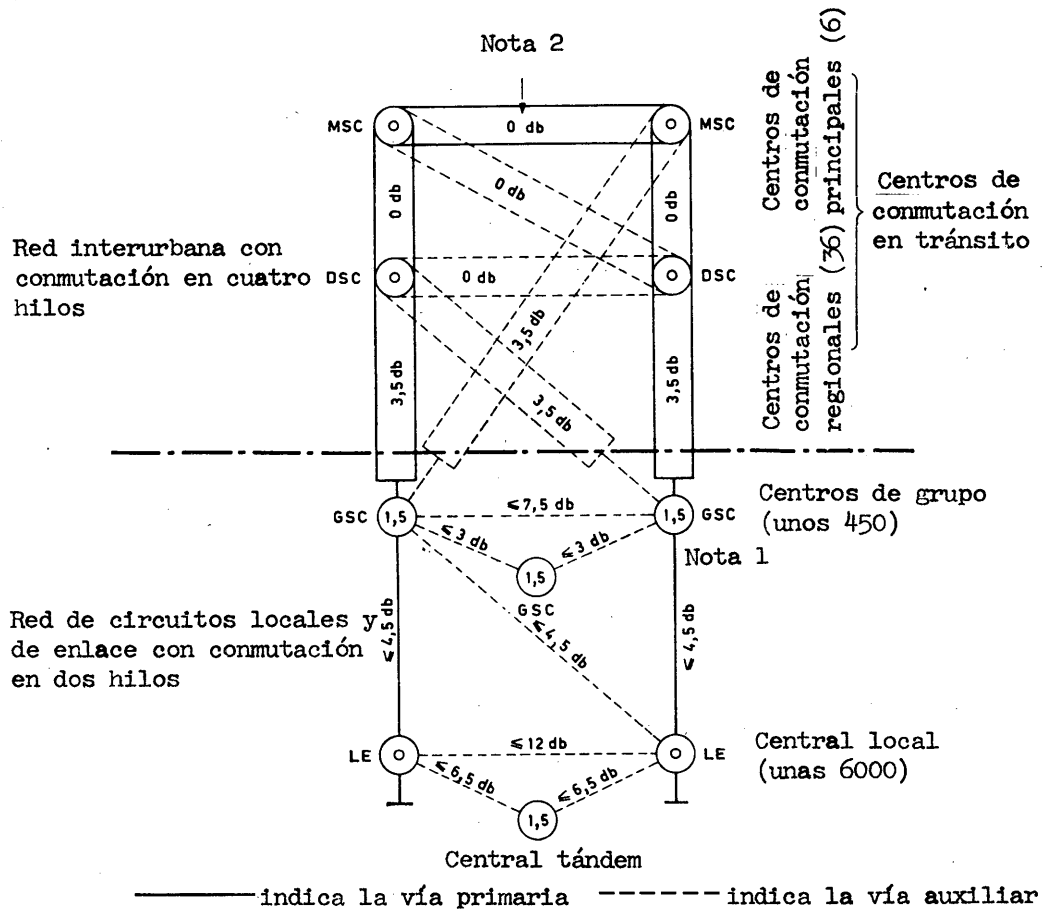
Límites aplicados en las redes urbanas e interurbanas nacionales

Como consecuencia de las pruebas subjetivas realizadas hace algunos años por la Administración del Reino Unido, se decidió que la atenuación en 800 Hz introducida entre centros de sector (minor exchanges), no debía ser superior a 20 dB[1]. En este límite están comprendidas las pérdidas debidas a las conmutaciones y a las reflexiones. El equivalente de referencia de dos líneas y aparatos de abonado que presentan las condiciones límite, de uso corriente en las redes locales del Reino Unido, es de 13 dB (sumando los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción, medidos separadamente). Por consiguiente, puede atribuirse al equivalente de referencia de una comunicación nacional un valor máximo total de 33 dB (N.B.: Para la planificación de su red, la Administración del Reino Unido no ha recurrido al concepto de "equivalente de referencia", no obstante su utilidad para describir una red).

La figura 1 muestra cómo la atenuación de 20 dB entre los centros de sector está repartida entre las diferentes categorías de circuitos. Conviene indudablemente poder asignar la mayor proporción posible de esta atenuación a la red de circuitos locales (centros de sector-centros de grupo), pues en esta red, que no está equipada con repetidores, una reducción de la atenuación de incluso 1 dB entrañaría gastos considerables, y asignar, en cambio, la menor proporción posible a la red interurbana, equipada, en su mayor parte, con repetidores y en la que, de todos modos, deben preverse amplificadores y, con muy pocos gastos, una ganancia suplementaria. La atenuación de equilibrado que es posible asegurar en el equipo de terminación del circuito interurbano, en el centro de grupo en que se hace la conmutación en dos hilos, introduce, sin embargo, cierto límite. Para evitar un programa oneroso de corrección de impedancias en todos los centros de grupo del país y también para no tener que utilizar supresores de eco, la atenuación de la red interurbana, medida entre extremos de dos hilos, se ha fijado en 7 dB. Esta atenuación es independiente del número de circuitos interurbanos y evita la conmutación de las líneas artificiales complementarias. La atenuación de cada uno de los dos circuitos locales que intervienen en una comunicación de máxima complejidad debe, según los planes, ser de 4,5 dB, lo que corresponde a una longitud de cable cargado en frecuencias vocales, sin repetidores, de unos 19 km (12 millas) (carga 88 mH, separación de 1,83 km, hilo de cobre de 0,9 mm de diámetro).

Quedan así para las pérdidas por reflexión o debidas a las conmutaciones 4 dB, de los cuales 3 dB están representados en la figura 1 como las pérdidas por conmutación en dos centros de grupo. En los cables no cargados, en las frecuencias vocales más elevadas, las pérdidas por

[1] En el supuesto de no haber distorsión de atenuación importante. Si se trata de cables en frecuencias vocales no cargados, se utiliza, a los efectos de la planificación, la atenuación en 1600 Hz.



Notas

1. Atenuación nominal de la central. Es de 0 dB en las centrales locales terminales, pues la atenuación de la central está comprendida en el límite previsto para la línea y el aparato de abonado.

2. Atenuación nominal del circuito.

3. Si uno u otro de los circuitos que salen de los centros de grupo se amplifica, se ajusta a una atenuación nominal de 3 dB.

Figura 1.- Nuevo plan de transmisión y de conmutación de la red interurbana (Reino Unido)

reflexión son apreciables, pues hay desadaptación de impedancia en el punto de conmutación en dos hilos. En la red interurbana no hay pérdidas importantes de transmisión por reflexión o por conmutación, pues, como ya se ha dicho, la conmutación se hace en cuatro hilos y la mayor parte de los circuitos se establecen en sistemas de corrientes portadoras, que tienen, por construcción, la impedancia apropiada en el punto de conmutación en las frecuencias vocales.

De una manera general, será útil la consulta del siguiente artículo:

TOBIN, W.J.E. y STRATTON, J.: A new switching and transmission plan for the inland trunk network, P.O.E.E.J., Volumen 53, parte 2, julio de 1960.

Límites aplicados en las centrales locales

El principio fundamental es que la calidad de transmisión de todo abonado conectado por una línea de abonado a una central local sea igual o superior a la de un patrón representado por un conjunto dado de un aparato de abonado, de una línea de abonado y de un puente de alimentación de central. La concepción de la red urbana es tal que la mayoría de los abonados obtiene una calidad de transmisión bastante superior al minimum.

El patrón de calidad mínima y el método de determinación de los valores relativos de la calidad de transmisión para la transmisión y para la recepción se describen en el Anexo 1 de la 2.ª parte del tomo V del Libro Rojo (reproducido como Suplemento N.° 8 a la presente obra).

Contribución de Singapur (Singapore Telephone Board)

Normas del C.C.I.F.; atenuación máxima de los circuitos de enlace: 8 dB; valor máximo para las líneas locales en la transmisión y en la recepción: 10 y 5 dB, respectivamente.

Plan de transmisión de la República Sudafricana

Consideraciones generales

En el plan de transmisión actual se ha fijado un objetivo de 18,5 dB para el equivalente total. Esta condición muy estricta podrá atenderse empleando la conmutación directa en cuatro hilos en todas las nuevas centrales interurbanas automáticas clasificadas como primarias, secundarias y terciarias en la red interurbana, y explotando lo más posible la ganancia de las líneas interurbanas de cuatro hilos, lo mismo en el caso de conexiones cuatro hilos-cuatro hilos que en el de conexiones cuatro hilos-dos hilos.

Este límite de 18,5 dB, sin embargo, no se respetará enteramente en un futuro próximo en todas las comunicaciones por las razones siguientes:

a) Por razones económicas, se tolerará que una pequeña parte de las comunicaciones interurbanas rebase el equivalente nominal;

b) Son aún muchas las centrales interurbanas manuales (conmutación en dos hilos) que han de reemplazarse por centrales automáticas de cuatro hilos;

c) Los cables de enlace de las más grandes redes locales se habían establecido teniendo en cuenta un equivalente total de 25 dB. A corto plazo, no se justifica, económicamente hablando, un cambio radical de las características de atenuación de estas redes ni una reagrupación de las centrales tándem. No obstante, se intentará en lo porvenir reducir la atenuación de los circuitos de enlace a valores inferiores a los límites actuales.

El tráfico interurbano proveniente de estas redes o destinado a ellas no se resentirá, pues se prevén circuitos locales directos de poca atenuación entre todas las centrales terminales y el centro de conmutación de la zona interurbana.

Red interurbana

La figura 1 es un esquema del plan de transmisión de base del sistema interurbano.

Las características de este plan son las siguientes:

1) Todos los circuitos interurbanos entre centros de conmutación primarios, secundarios y terciarios son de cuatro hilos y están ajustados para un equivalente en cuatro hilos de -2,5 dB (lo que corresponde a un equivalente en dos hilos de -4,5 dB).

Observación.- La mayoría de los circuitos interurbanos del país son circuitos de corrientes portadoras.

2) Los circuitos locales entre centrales interurbanas y centrales terminales pueden ser circuitos de cuatro hilos o de dos hilos.

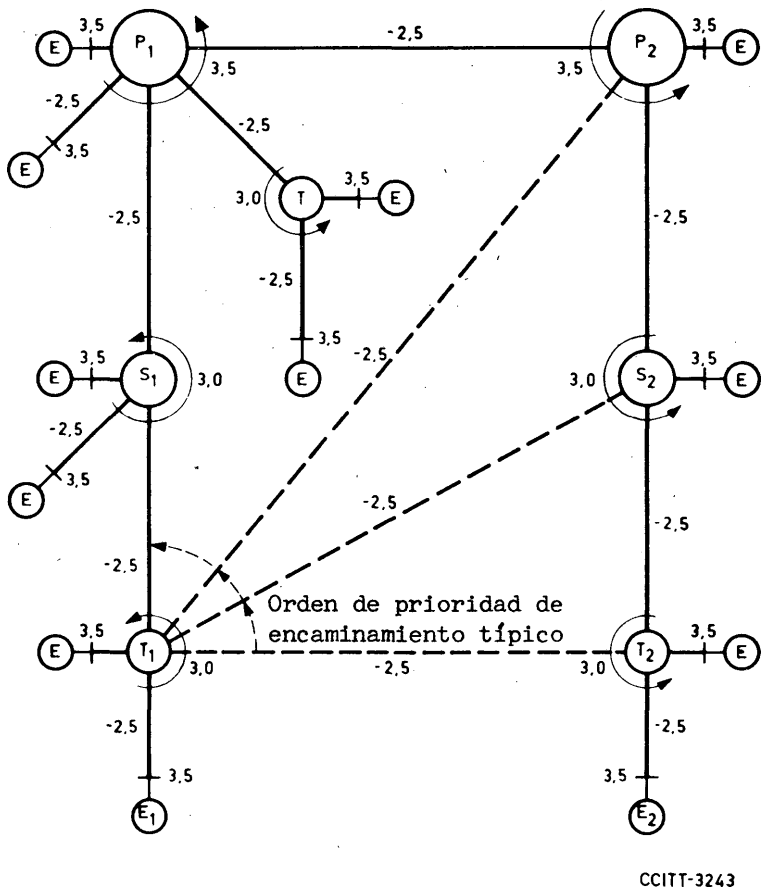
3) Cuando se interconectan dos circuitos, se introducen líneas artificiales complementarias de atenuación fija para contrarrestar la ganancia suplementaria de 2,5 dB y para añadir una atenuación suplementaria de 0,5 dB en los centros terciarios y secundarios y de 1,0 dB en los centros primarios, con el fin de aumentar progresivamente el equivalente total en dos hilos de las comunicaciones en que intervienen varios circuitos. En el caso más desfavorable de una comunicación E1 - T1 - S1 - P1 - P2 - S2 - T2 - E2, el equivalente en dos hilos llega a 8,5 dB.

4) Se ha previsto aumentar la ganancia de los circuitos de cuatro hilos cuando se conectan por conmutación a circuitos de dos hilos con el fin de obtener equivalentes totales que se aproximen a los de las comunicaciones que comprenden únicamente circuitos de cuatro hilos.

Las atenuaciones de todos los circuitos interurbanos y de enlace de dos hilos sin amplificación que terminan en una central primaria (atenuación superior a 2 dB) o en otra central interurbana (atenuación superior a 1 dB) se compensan o se disminuyen. El grado de reducción de la atenuación realizable depende de la atenuación de adaptación que puede obtenerse en el punto de paso de cuatro hilos a dos hilos.

Los circuitos de dos hilos que necesitan una reducción de atenuación están conectados permanentemente a equipos de terminación y a equilibradores de precisión. Los circuitos en cable de dos hilos que requieren una reducción de atenuación son normalmente circuitos cargados. La impedancia más elevada de los circuitos en cables cargados (1100 ohmios) se adapta, en el equipo de terminación, a la impedancia de los equipos interurbanos (600 ohmios).

5) Los circuitos interurbanos de frecuencias vocales que terminan en una central interurbana se amplifican, cualquiera que sea la atenuación, si es necesario poder reducir su atenuación, y, en los demás casos, si la atenuación es superior a 4,5 dB.



-2,5 Circuito de cuatro hilos con equivalente en 4 hilos = -2,5 dB, comprendidos 0,5 dB de atenuación debida a la conmutación en cada extremo

Punto de conmutación

a = Atenuación de conmutación en tránsito

Circuito de dos hilos

3,5 Equipo de terminación con una atenuación de transferencia de 3,5 dB

Circuito conmutado en 4 hilos

Vía de encaminamiento directa típica

Circuito conmutado en 2 hilos

Figura 1.- Plan de transmisión en cuatro hilos y de encaminamiento de base (República Sudafricana)

6) La ganancia de los circuitos de cuatro hilos se aumenta para compensar la atenuación de conmutación en los trayectos de cuatro hilos, de igual modo que las atenuaciones de los equipos de terminación. Se ha previsto un valor de 0,5 dB por extremos de línea interurbana o de 1,0 dB por central.

Red de circuitos de enlace

1) La resistencia y la atenuación de un circuito de enlace único continuo se limitan a 1500 ohmios y 6 dB, respectivamente.

2) Los circuitos de enlace están dispuestos de tal modo que la atenuación acumulativa de circuitos de enlace conectados en tándem quede limitada a 12 dB.

3) Las comunicaciones que utilizan los circuitos de enlace se encaminan por cinco centrales como máximo, esto es, dos centrales terminales y tres centrales tándem. Para la atenuación de conmutación se prevé una tolerancia de 1 dB por central.

4) Los circuitos de enlace son generalmente circuitos de frecuencias vocales no cargados, o provistos de bobinas de 88 mH a intervalos de 2000 yardas, es decir, 1828 m. Sin embargo, se utilizan cada vez más circuitos de corrientes portadoras.

Líneas de abonado

Se ha adoptado una resistencia en bucle máxima de 1000 ohmios. La atenuación máxima de una línea de abonado es del orden de 7 dB en 800 Hz.

Aparatos de abonado

Las características de la mayoría de los aparatos telefónicos, cuando se utilizan con una línea de abonado de 1000 ohmios (circuito en cable de 6,5 libras por milla, es decir, 0,51 mm de diámetro), son las siguientes:

equivalente de referencia en la transmisión: 8 dB[1)]

equivalente de referencia en la recepción : 0 dB[1)]

Los aparatos del tipo más reciente que se fabrican en África del Sur tienen equivalentes en la transmisión y en la recepción de 3,0 dB y 2,0 dB, cuando se utilizan en una línea máxima de abonado de 1000 ohmios, lo que representa una mejora de 3 dB con relación a los aparatos telefónicos generalmente utilizados.

Observación.- La atenuación debida al puente de alimentación de la central no está comprendida en los equivalentes mencionados.

1) Con relación al S.F.E.R.T.

Contribución de la Administración sueca

Nuestro plan de transmisión nacional para una red telefónica enteramente automática se ha establecido a base de las siguientes consideraciones principales:

1. El equivalente de referencia para la mayor parte de los aparatos telefónicos de la red sueca es de $0 \pm 0{,}3$ Np en la transmisión y de $0{,}7 \pm 0{,}2$ Np en la recepción.

Observación.- Los aparatos telefónicos fabricados actualmente tienen equivalentes de referencia de $-0{,}2 \pm 0{,}3$ Np en la transmisión y de $-0{,}9 \pm 0{,}3$ Np en la recepción.

2. División del país en zonas servidas por centrales, zonas de numeración y zonas de encaminamiento en tránsito.

3. La red de las líneas existentes, sobre todo las líneas a larga distancia y los cables más cortos ya en servicio en las zonas de servicio automático al establecerse el plan. A este respecto, nuestra posición para la preparación de la automatización del servicio interurbano era desfavorable, pues las instalaciones existentes que habíamos de tener en cuenta en ciertas decisiones eran relativamente importantes. Estas instalaciones comprendían principalmente cables pupinizados, pero ya se había empezado la construcción de un sistema de corrientes portadoras en cable y se preveía que este tipo de sistema predominaría en futuras ampliaciones de la red de líneas interurbanas.

4. Equipos existentes en las centrales automáticas. Al establecerse el plan, estos equipos estaban ya en servicio en numerosos centros de zona de numeración y en numerosas centrales auxiliares, todos del tipo de dos hilos. En cambio, los ingenieros encargados de la concepción de los centros de tránsito para el servicio interurbano automático tenían plena libertad en lo que concernía a las características técnicas de la transmisión.

Evidentemente, uno de los objetivos perseguidos en el establecimiento de una red automática nacional era atenerse, para todas las comunicaciones nacionales e internacionales, a la recomendación del C.C.I.T.T. relativa a la obtención de un equivalente de 4,6 neperios, y llegar, de ser posible, a un valor más pequeño todavía (véase a este respecto el artículo de G. Swedenborg "A survey of the development of telephone apparatus from the speech transmission aspect" publicado en la edición inglesa de Tele, N.° 1/1953. Para lograr este objetivo con un gasto razonable, deben utilizarse amplificaciones lo mayores posible, a reserva de los límites impuestos por los ecos y por el cebado de oscilaciones. La solución

adoptada se describe en un artículo de B. Bjurel, H.O. Björk y E. Waldelius publicado en el mismo número de Tele: "Technical viewpoints respecting automatization of the trunk traffic", págs. 21-24. A continuación se resumen las principales características de este plan de transmisión:

a) Se recurre a la conmutación en cuatro hilos con líneas artificiales complementarias en los centros de conmutación de que dependen los centros de zonas de numeración (NAC = numbering area centres).

b) Para obtener las condiciones de nivel más simples posibles, se hace de modo que todos los circuitos de una cadena NAC-NAC tengan una atenuación nominal nula en servicio de tránsito. En cada punto terminal se añaden 0,3 ó 0,5 neperios, según las características de los circuitos constitutivos, de modo que, en el caso más desfavorable, la atenuación nominal total NAC-NAC sera de 1,0 neperios (0,6 neperios solamente en el caso de un sistema de corrientes portadoras).

c) La atenuación en línea en el sentido abonado-NAC no debe rebasar 1,5 neperios, comprendida la pérdida de corriente de alimentación (1,2 neperios en el sentido NAC-abonado). Hay así adición de las atenuaciones de la red urbana y de la red interurbana; los valores respectivos de estas atenuaciones se fijan, en cada caso, a base de consideraciones económicas. De esta manera es posible, por ejemplo, realizar economías en la red urbana cuando la central urbana y el NAC están separados por una corta distancia.

d) Teniendo en cuenta las tolerancias aplicables a la calidad de los aparatos telefónicos, por un lado, y las variaciones de la atenuación en línea en función del tiempo, por otro, el valor máximo del equivalente de referencia para las comunicaciones nacionales será de unos 4 neperios. En la mayoría de los casos, sin embargo, las condiciones de transmisión para las comunicaciones interurbanas serán mucho más favorables. Como quiera que sea, es conveniente mejorar las cosas, en particular en el servicio internacional, donde no es muy fácil atender las recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas al equivalente de la red nacional en la transmisión.

Observación.- La Administración sueca está dispuesta a introducir el equivalente de referencia global de 4,15 neperios en cuanto el C.C.I.T.T. acepte este valor, siempre, no obstante, que los valores de equivalente de referencia en la transmisión y en la recepción elegidos sean, respectivamente, 2,4 y 1,4 neperios.

Calidad de transmisión de las centrales urbanas

1. La atenuación máxima admisible en una central urbana, medida entre los jacks de medida del repartidor general para las líneas de llegada y de salida es de 2 dNp en 300 Hz y de 1 dNp en la gama de 800 a 3000 Hz.

2. En el gráfico de la figura 1 se representa la atenuación diafónica mínima admisible entre dos comunicaciones cualesquiera en una central urbana.

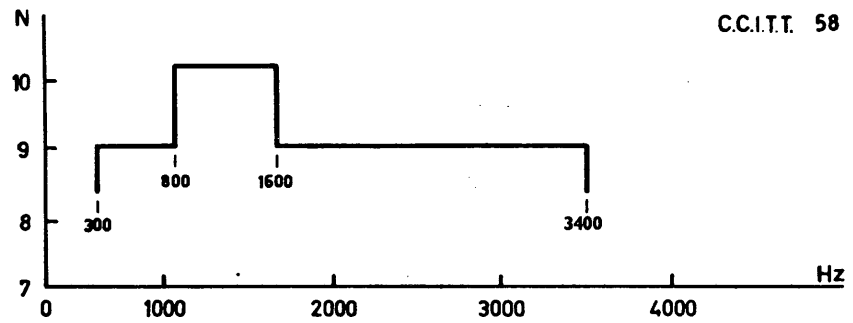


Figura 1.- (Suecia)

La atenuación diafónica se mide entre los jacks de medida del repartidor general, terminando los circuitos en una resistencia de 600 ohmios.

La atenuación diafónica entre diversos dispositivos de la central debe calcularse de tal modo que se obtengan los valores mencionados para el conjunto de la central. Esto implica, por lo general, que la atenuación diafónica entre dispositivos de la central debe ser 1 Np superior a los valores indicados en el gráfico.

Plan de transmisión de 1966 de la Administración suiza

Introducción

El plan de transmisión de 1957[1)] se fundaba en gran medida en la conmutación en dos hilos en las centrales terminales interurbanas. Desde entonces la técnica de los medios de transmisión ha evolucionado, y a partir de 1965, se aplica progresivamente en las centrales terminales interurbanas la conmutación en cuatro hilos. La introducción de este nuevo modo de conmutación ha permitido preparar un nuevo plan de transmisión.

---

1) Libro Rojo, Tomo V bis, Anexo 4, Sección XIV, página 115 (ediciones francesa e inglesa).

Finalidad del plan de transmisión de 1966

El plan de transmisión es una base técnica para la planificación y el establecimiento de los proyectos de redes interurbanas, rurales y locales. Al reestructurar el plan, se trataba de tener en cuenta las siguientes necesidades:

- Reducción de los equivalentes máximos posibles en los casos extremos;

- Adaptación a las recomendaciones del C.C.I.T.T., por ejemplo, mejora de la relación señal/ruido y reducción de la distorsión de atenuación;

- Estabilidad suficiente de las comunicaciones telefónicas, para evitar fuertes ecos al pasar del circuito de cuatro hilos al circuito de dos hilos;

- Diafonía despreciable;

- Calidad suficiente para justificar los gastos suplementarios.

El plan de atenuación

El nuevo plan de transmisión se caracteriza por la conmutación en cuatro hilos. En principio, una cadena de cuatro hilos tiene una atenuación nula, y sólo al pasar a la cadena de dos hilos se llega al valor nominal de 0,8 Np de equivalente como consecuencia de la atenuación de los equipos de terminación. Los circuitos de baja frecuencia entre la central terminal interurbana y las centrales locales y rurales conectadas, cuya atenuación rebasa 0,1 neperios, están equipadas de un amplificador terminal. Estos amplificadores dos/cuatro hilos compensan la atenuación de los circuitos asociados, de suerte que también entre los extremos dos hilos se obtiene el valor de 0,8 Np. Los circuitos de corrientes portadoras de la red rural son de cuatro hilos en el lado central terminal interurbana y de dos hilos en el lado central nodal o central terminal (figura 1).

Para que la atenuación de las centrales de tránsito no venga a añadirse al equivalente de un enlace interurbano, cada circuito de cuatro hilos y cada circuito con amplificador terminal debe ajustarse, por término medio, con una ganancia de 0,05 Np. De este modo se observa, al propio tiempo, una recomendación del C.C.I.T.T. Como hay siempre n circuitos y n - 1 centrales de tránsito, el equivalente de 0,8 Np pasa a ser efectivamente 0,75 Np.

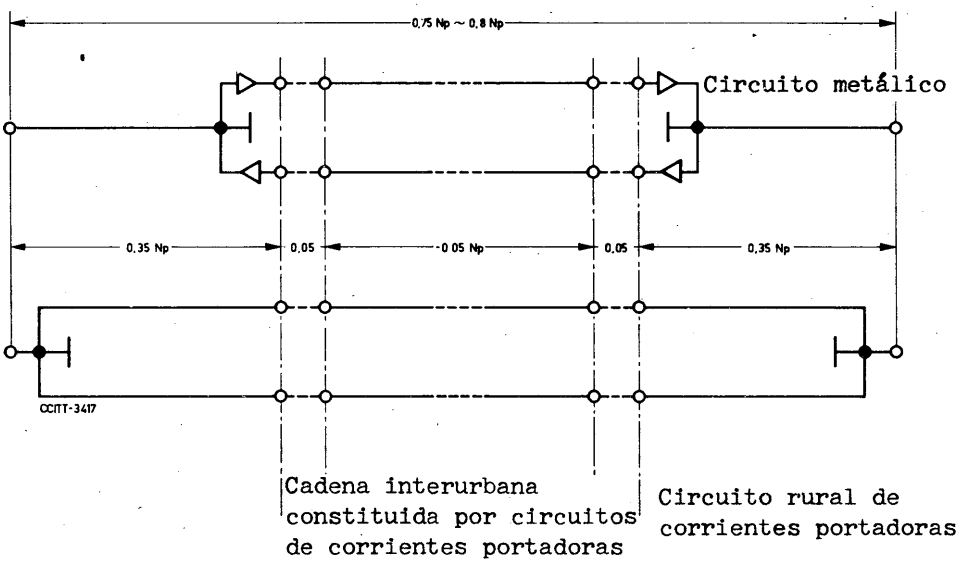


Figura 1.- (Suiza)

El plan de transmisión no sería realista si no tuviera en cuenta la dispersión de los niveles de los circuitos amplificados de frecuencias vocales y de los circuitos de corrientes portadoras. Para cada sección de circuito hay que contar con una desviación estándar σ de 0,08 Np. Si se tiene en cuenta la repartición del tráfico entre tráfico terminal y tráfico tándem, es fácil demostrar que para apenas un 1% del tráfico interurbano, el equivalente se desviará más de $\pm$ 0,24 Np = 3 σ del valor nominal.

La figura 2 muestra el nuevo plan de transmisión, sobre el cual cabe hacer los siguientes comentarios:

El plan de atenuación de 1966 difiere principalmente del precedente en que la conmutación en cuatro hilos en las centrales terminales interurbanas permite acercar mucho más al aparato de abonado el límite de 0,8 Np. El equivalente 0,8 Np o, más exactamente, 0,75 Np, se aplica en general a todos los enlaces interurbanos entre centrales locales de barrio (si A < 0,1 Np), centrales nodales, rurales y terminales rurales, a condición, sin embargo, de que estas últimas estén directamente adscritas a la central terminal interurbana.

Para los enlaces entre centrales de barrio, cabe señalar una restricción. En efecto, los circuitos de enlace entre la central interurbana y la central de barrio, cuya atenuación es inferior o igual a 0,1 Np, no

están equipadas de amplificadores terminales sino sólo de transformadores diferenciales. El valor de 0,75 Np puede en este caso aumentarse 2 x 0,1 Np para los circuitos de enlace y 2 x 0,05 Np para la atenuación no compensada de las centrales, y elevarse hasta 1,05 Np.

Para los enlaces establecidos hacia las centrales terminales rurales conectadas a una central nodal rural, hay que tener en cuenta la atenuación del circuito de enlace entre estas dos centrales, puesto que no está comprendida en el valor normalizado del enlace interurbano prolongado. En estos casos, se ha fijado un valor global de la atenuación de 0,9 Np para el enlace que comprende la central nodal, la línea de enlace de la central nodal a la central terminal, la central terminal y la línea de abonado. Este valor puede distribuirse libremente, dentro de ciertos límites.

La línea de abonado tendrá un equivalente máximo de 0,52 Np en 800 Hz. Este valor está limitado principalmente por la resistencia óhmica en bucle, que no debe ser superior a 700 ohmios, y también por la distorsión de atenuación.

El equivalente total máximo entre los aparatos de abonado puede fijarse según las indicaciones siguientes:

para el caso general, en 1,99 Np,

para las centrales de barrio, en 2,29 Np,

para las centrales terminales en 2,55 Np.

El equivalente de referencia

La inteligibilidad de una comunicación telefónica está determinada principalmente por el equivalente de referencia. Cuando los circuitos de enlace tienen sólo una pequeña distorsión de atenuación, se admite que el equivalente de referencia de la comunicación completa está representada por la suma de los equivalentes en 800 Hz de los circuitos y de los equivalentes de referencia de los sistemas locales.

Dejando un margen de 0,1 Np para los equipos suplementarios eventuales, los equivalentes de referencia de los sistemas locales serán:

Aparato de abonado	Cable de abonado Ø 0,6 mm	
	0 km	5,3 km
Modelo PTT 1950 transmisión	0,2 Np	1,2 Np
Modelo proyectado transmisión	0,8 Np	1,0 Np
Modelo PTT 1950 recepción	0,1 Np	0,8 Np
Modelo proyectado recepción	-0,15 Np	0,2 NP

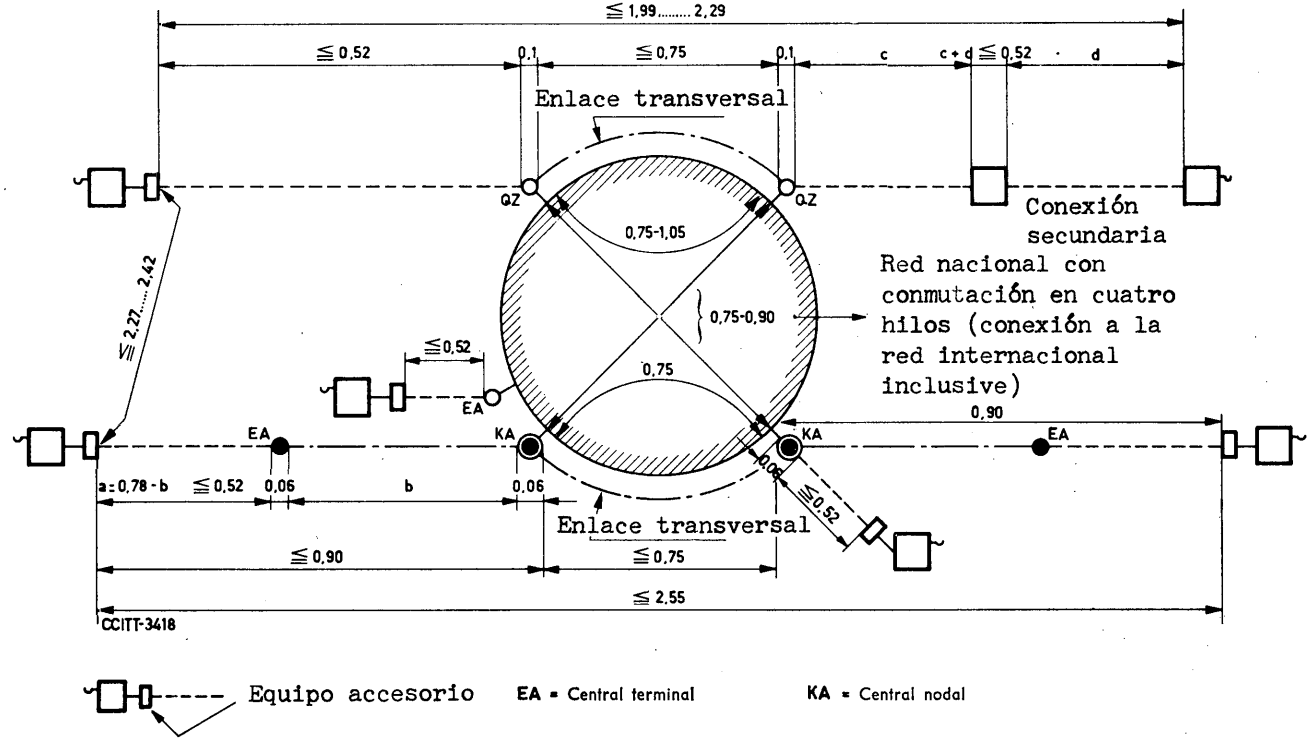


Figura 2.- (Suiza)

Para los enlaces internacionales, se obtienen así los equivalentes de referencia nominales máximos siguientes:

Enlace

Sistema transmisor nacional

con aparato modelo 1950 ..... 2,0 Np

con aparato proyectado ..... 1,8 NP

Sistema receptor nacional

con aparato modelo 1950 ..... 1,6 Np

con aparato proyectado ..... 1,0 Np

A estas cifras hay que añadir las tolerancias de ± 0,24 Np para la línea y de ± 0,2 Np para los aparatos de abonado. Se observa, sin embargo, que el equivalente de referencia en la recepción, con el aparato modelo 1950, es siempre superior al valor de 1,4 Np recomendado por el C.C.I.T.T. Pero si se considera el número de comunicaciones internacionales que se establecerán en estos casos extremos, se verá que, aun teniendo en cuenta posibles tolerancias, su porcentaje es bastante superior al valor de 5% admitido por el C.C.I.T.T.

Contribución de la Administración checoeslovaca

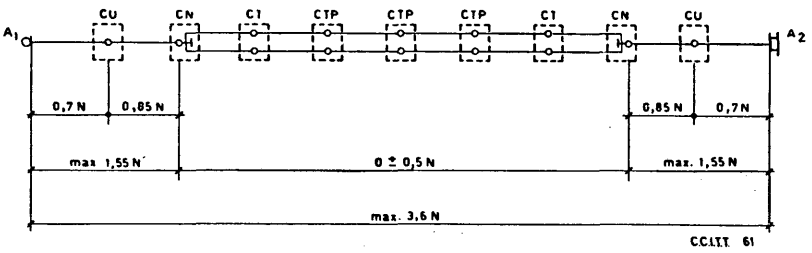
El plan de transmisión en la red telefónica nacional se ha establecido con arreglo a los principios siguientes:

a) El equivalente de la línea para una comunicación interurbana debe ser 3,6 Np como máximo (figura 1);

b) Los equivalentes relativos del micrófono y del receptor deben ser actualmente de 6 y 0 dNp. En un próximo futuro se cuenta con un equivalente relativo del micrófono de 3 dNp y del receptor de -3 dNp;

c) La comunicación en la central nodal se realiza como una comunicación de dos hilos; la comunicación procedente de la central nodal en un nivel interurbano más elevado se realiza en línea de cuatro hilos;

d) Las líneas de cuatro hilos metálicos se conectará en el futuro (de ser posible) en cuatro hilos.



CU = Central urbana
CN = Central nodal
CT = Central de tránsito
CTP = Central de tránsito principal

Figura 1.- Equivalente de referencia entre dos abonados (Checoeslovaquia)

La calidad de una comunicación telefónica se evalúa por la claridad, por la sonoridad (de la intensidad acústica) y por la confiabilidad (seguridad). La calidad final de transmisión se da por las condiciones siguientes:

- la banda telefónica debe transmitirse en la gama de 300 a 3400 Hz;
- la fuerza electromotriz sofométrica en un circuito telefónico no debe rebasar, durante la medición con un sofómetro, el valor de 2 mV en un punto de nivel relativo -0,8 Np;
- los puentes de alimentación para una comunicación urbana no deben entrañar una atenuación superior a 15 cNp.

Notas relativas al plan de transmisión de la red nacional de Zambia

1. Introducción

La Administración de Zambia no ha podido todavía medir con precisión la calidad de funcionamiento de los aparatos y de las líneas de abonado. En consecuencia, el plan de transmisión de la red nacional se ha elaborado a base de información facilitada por otras administraciones y por los constructores de aparatos, y su finalidad no era otra que respetar las condiciones enunciadas en la Recomendación G.111 (P.11) del C.C.I.T.T. en lo que concierne al equivalente de referencia nominal, que no debe ser superior a 20,8 dB en la transmisión y 12,2 dB en la recepción, entre un abonado y los extremos de cuatro hilos de un circuito internacional

cualquiera. Es necesario, asimismo, prever una atenuación terminal de 3,5 dB por lo menos entre los puntos de dos hilos de la red nacional y los extremos de cuatro hilos del circuito internacional, pudiendo esta cadena estar constituida por hasta tres circuitos nacionales conmutados en tránsito.

2. Red interurbana de cuatro hilos

Una nueva red interurbana automática nacional, en curso de instalación, permitirá la conmutación en cuatro hilos a los centros primarios y a los centros de categoría más elevada. Estos centros están interconectados exclusivamente por circuitos múltiplex de gran velocidad, y se ha especificado una atenuación nominal de 0 dB para las cadenas de cuatro hilos entre dos centros cualesquiera de este tipo.

Las cadenas entre centros primarios y secundarios estarán constituidas por circuitos múltiplex de gran velocidad o por cables internos en las estaciones, la atenuación entre el extremo de dos hilos en el centro primario y el extremo de cuatro hilos en el centro secundario se ha fijado en 3,5 dB, suponiéndose que la atenuación de los cables internos de la estación será de 0 dB. Estas disposiciones permiten:

a) Obtener la atenuación de 3,5 dB requerida entre los puntos de dos hilos de la red nacional y el extremo de cuatro hilos de un circuito internacional;

b) Evitar la conmutación de líneas artificiales complementarias, ya que la atenuación es independiente del número de puntos de conmutación;

c) Obtener una atenuación de 7 dB entre puntos de dos hilos de la red nacional, lo que permite evitar el empleo de supresores de eco y también, como se espera, el de correctores de impedancia en los centros primarios.

3. Red de zona primaria

Si se quiere observar las recomendaciones del C.C.I.T.T. relativas a las comunicaciones internacionales, con el tipo de aparato de abonado utilizado para las nuevas instalaciones, el equivalente de referencia máximo admisible en la red de la zona primaria se determina por el equivalente en la transmisión. Debido a los límites impuestos por el material existente y a consideraciones de orden económico, no ha sido posible fijar independientemente el equivalente de referencia en la zona local y la atenuación de los circuitos locales. Sin embargo, para simplificar en lo posible la planificación, se han clasificado las zonas primarias en tres categorías, y se ha atribuido a cada una de ellas una proporción dada del equivalente de referencia y de la atenuación del circuito local.

4. Equivalente de referencia total

En el total del cuadro siguiente se indican los equivalentes de referencia totales y las atenuaciones entre abonados de zonas primarias pertenecientes a categorías diferentes y puntos de conmutación en cuatro hilos. De él se deduce que, en el caso más desfavorable, el equivalente de referencia de una comunicación interurbana nacional será la suma de los totales más elevados en la transmisión y en la recepción, a saber, 31,6 dB.

	Categoría I		Categoría II		Categoría III	
	Transmisión	Recepción	Transmisión	Recepción	Transmisión	Recepción
Equivalente de referencia para la zona local	14,0 dB	3,6 dB	11,0 dB	1,0 dB	7,0 dB	-2,2 dB
Atenuación del circuito local	1,0 dB	1,0 dB	4,8 dB	4,8 dB	7,8 dB	7,8 dB
Atenuación debida al centro de conmutación primario	1,5 dB	1,5 dB	1,5 dB	1,5 dB	1,5 dB	1,5 dB
Total para la zona primaria	16,5 dB	6,1 dB	17,3 dB	7,3 dB	16,3 dB	7,1 dB
Atenuación en la red interurbana dos hilos-cuatro hilos	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB
Total	20,0 dB	9,6 dB	20,8 dB	10,8 dB	19,8 dB	10,6 dB

5. Clasificación de las centrales locales

5.1 Categoría I

Centrales urbanas situadas en los mismos locales que un centro primario o de orden superior, estando constituidos los circuitos interurbanos por cables internos en la estación cuya atenuación no rebasa 1 dB. Se trata, en general, de centrales automáticas importantes en que sería difícil obtener un equivalente de referencia menos elevado para los aparatos y las líneas de abonado, especialmente en el caso de algunos de los abonados más distantes y, sobre todo, de líneas rurales compartidas. Sólo en circunstancias excepcionales se autorizará la creación de nuevos circuitos de abonado con un equivalente de referencia superior a 11 dB en la transmisión y a 1 dB en la recepción (es decir, los límites correspondientes a

las centrales de la categoría II). En estas zonas puede ser necesario prever líneas artificiales complementarias para las líneas de abonado muy cortas.

5.2 Categoría II

Centrales urbanas alejadas de centros primarios que dan servicio a pequeñas colectividades urbanas situadas a alguna distancia del centro primario o a las zonas suburbanas de aglomeraciones más importantes.

5.3 Categoría III

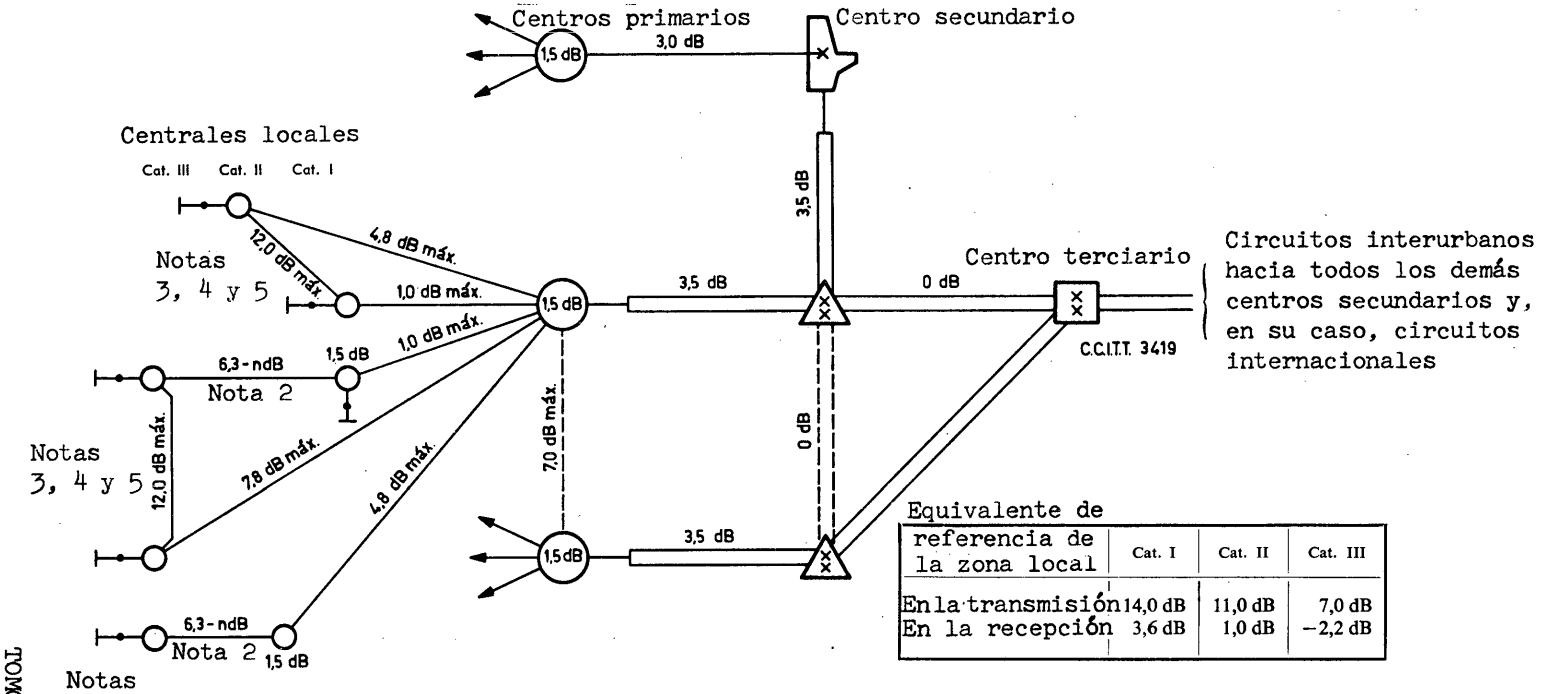
Centrales satélites que dan servicio a zonas poco extensas de fuerte densidad de población. Consideraciones relativas a la señalización limitan la longitud de las líneas de abonado de estas centrales, y los circuitos locales se establecen, en la mayoría de los casos, en pares no cargados en cable de distribución clásica. Ciertas centrales situadas en zonas rurales alejadas figuran también en esta categoría, en particular cuando se utilizan para los circuitos locales líneas de frecuencias vocales sin amplificación.

5.4 Centrales conectadas en tándem

En ciertas circunstancias, pequeñas centrales sólo tienen acceso a los circuitos locales por conmutación en tándem en una central local. Esta disposición se autorizará únicamente si la central local que efectúa la conmutación en tándem pertenece a la categoría I o a la categoría II; se considera que la central conectada en tándem pertenece a la categoría III. En estas condiciones, la atenuación máxima admisible para el circuito tándem será de 6,3 dB menos n, siendo n la atenuación real del circuito local entre la central local y el centro primario. Así, con una tolerancia de 1,5 dB para las atenuaciones debidas a la conmutación en tándem, el equivalente de referencia entre el abonado y el centro primario será el mismo que para cualquier otra zona de central de la categoría III.

6. Conmutadores automáticos-manuales interurbanos

Durante el perido de explotación inicial de la red interurbana automática nacional no será posible prever una conmutación en cuatro hilos para los conmutadores automáticos-manuales. Estos conmutadores estarán conectados directamente a los centros secundarios por circuitos interurbanos que tendrán en el equipo de terminación una atenuación de 3,5 dB. Por consiguiente, para una comunicación establecida en la red automática por medio de un conmutador interurbano de este tipo, el equivalente de referencia máximo aumentará 7 dB y llegará a 38,6 dB en el caso más desfavorable.



Equivalente de referencia de la zona local

	Cat. I	Cat. II	Cat. III
En la transmisión	14,0 dB	11,0 dB	7,0 dB
En la recepción	3,6 dB	1,0 dB	−2,2 dB

Notas

1. El equivalente de referencia de la zona local comprende la línea de abonado límite, el aparato de abonado y la central local.
2. n = Atenuación real del circuito local precedente.
3. Atenuación de los circuitos en cable no cargado, medida en 1600 Hz.
4. Circuitos locales y de enlace (circuitos múltiplex de corrientes portadoras), atenuación ajustada en 3 dB (dos hilos-dos hilos).
5. Circuitos de enlace entre centrales locales de toda categoría adscritos exclusivamente al tráfico directo, es decir, sin poder utilizarse para comunicaciones interurbanas, máx. 12 dB.
6. x / x = Punto de conmutación en cuatro hilos.

Plan de la red interurbana automática nacional, primera etapa (Zambia)

Además, estos conmutadores servirán de centros secundarios para los centros primarios alejados que no tienen actualmente acceso directo a la red interurbana automática nacional. En estos casos, los circuitos interurbanos, que son exclusivamente circuitos múltiplex de gran velocidad, se ajustarán para una atenuación de 3 dB entre el jack del conmutador y el punto de dos hilos en el centro primario. Esta atenuación suplementaria hará pasar el equivalente de referencia máxima a 34,6 dB para las comunicaciones procedentes de estos centros o a ellos destinadas, y a 37,6 dB para las comunicaciones entre dos centros de este tipo.

7. Aparatos de abonado

Por hipótesis, el cálculo de los equivalentes de referencia citados en los párrafos precedentes se funda en el empleo de aparatos telefónicos modernos que, de hecho, se utilizan en todas las nuevas instalaciones. En caso de reclamación sobre la calidad de transmisión, la Administración tiene por principio reemplazar gratuitamente los aparatos de abonado si se comprueba que la queja se debe al uso de aparatos anticuados.

Para el cálculo de los equivalentes de referencia máximos en la transmisión y en la recepción, se ha previsto una tolerancia de fabricación de 1 dB, pero sólo en el caso de equivalentes de referencia en la recepción. Como esta tolerancia parece insuficiente y como no se ha fijado para los equivalentes en la transmisión, se prevé la supresión de los dispositivos de regulación automática si se tropieza con dificultades en las zonas periféricas. Esto permitirá una reducción de 1 dB del equivalente en la transmisión y de 0,5 dB del equivalente en la recepción para las líneas límite en las centrales de la categoría II.

SUPLEMENTO N.° 8

(antiguo Anexo 1 del tomo V del Libro Rojo; citado en las Recomendaciones P.20 y P.74)

MÉTODOS EMPLEADOS POR LA ADMINISTRACIÓN BRITÁNICA DE TELÉFONOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LOS ENLACES TELEFÓNICOS

1. Introducción

El objetivo general que se perseguía al concebirse la red telefónica británica era el realizar una red telefónica cuya calidad de transmisión los usuarios pudieran considerar en todo momento satisfactoria.

No es nada fácil, sin embargo, determinar el grado de satisfacción que una comunicación telefónica dada proporciona a una población de usuarios. De ahí que se empleen sistemas patrón de transmisión.

2. Comunicaciones de referencia

Se hace en laboratorio un montaje de combinaciones de equipos telefónicos (aparatos y líneas de abonados, etc.) de uso muy generalizado y que se sabe son de un rendimiento satisfactorio y económico; los sistemas así realizados se llaman "comunicaciones de referencia" y constan en cada extremo de un aparato telefónico determinado, de una línea de abonado y de un puente de alimentación conectados por un atenuador no reactivo de 600 ohmios de impedancia que representa la atenuación y la reducción de calidad que se producen entre las centrales urbanas.

El sistema para estudiar equipos nuevos, por ejemplo, un aparato telefónico, un equipo de línea, etc., consiste en evaluar la calidad de transmisión de comunicaciones típicas en las que se utilizan esos equipos, con relación a una comunicación de referencia apropiada. Si admitimos la hipótesis de que los sistemas cuyas calidades de transmisión se han considerado equivalentes en laboratorio procuran a los usuarios el mismo grado de satisfacción en servicio, es posible hacer previsiones válidas sobre el grado de satisfacción que cabe obtener en explotación con el nuevo equipo.

3. Método general de evaluación

Para que el método sea válido, no cabe duda de que debe dar resultados idénticos para sistemas que procuran el mismo grado de satisfacción en

servicio. Como es sumamente difícil respetar esta condición, la Administración británica de telefónos suele emplear cierto número de métodos distintos.

Sin embargo, se ha observado que el método de aplicación más general consiste en efectuar pruebas de conversación adecuadas mediante sistemas telefónicos completos, en los dos sentidos de transmisión, y en recoger seguidamente la opinión de las personas que han participado en ellas. Las características fundamentales de métodos son las siguientes:

a) Los sujetos no deben tener experiencia alguna de los estudios de calidad de transmisión ni más relación con ellos que la derivada de su participación en las pruebas.

b) Para mantener intacta su objetividad, debe recurrirse a una misma persona con poca frecuencia, por ejemplo, para una prueba cada seis meses como máximo.

c) Los participantes deben referir su opinión sobre el sistema probado a la labor concreta que realizan, que implica su participación en una conversación. Como medio apropiado para este fin puede emplearse la solución de un enigma presentado en forma de dibujo.

d) Las opiniones relativas a la calidad de la comunicación deben expresarse según una escala adecuada, por ejemplo, asignando una de las cinco notas siguientes:

excelente
buena
bastante buena
mediocre
mala

e) Es muy conveniente, durante una prueba, efectuar cambios sensibles en las condiciones de transmisión de los sistemas a fin de que los participantes se vean obligados a dar respuestas que abarquen la casi totalidad de la escala.

f) Las observaciones deben hacerse según un programa de pruebas elaborado con cuidado, y los resultados deben ser objeto de un análisis estadístico apropiado.

Los resultados de estas experiencias pueden presentarse en formas diversas: por ejemplo, pueden darse las calificaciones 4, 3, 2, 1, 0 a las diversas respuestas y calcular valores medios. Este método puede ser suficiente en muchos casos en que es necesario evaluar la calidad del sistema

con relación a una comunicación de referencia. En otros casos, es interesante expresar el porcentaje de respuestas "no satisfactorias", es decir, "mediocre" o "mala".

En la figura 1 se exponen los resultados de cierto número de pruebas de evaluación realizadas con este método; estos resultados se expresan, por un parte, mediante la nota media de las opiniones expresadas, y por otra, mediante porcentajes de opinión "mediocre o mala" y "mala". Estos dos resultados se refieren a aparatos telefónicos normalmente utilizados en el Reino Unido (tipo 13.2 P.27) conectados a líneas de abonado de longitud media, para dos valores del nivel de ruido de circuito y con un ruido de sala de 50 dB. Se observa que, en general, los porcentajes comprendidos entre los límites indicados se duplican aproximadamente cada vez que el equivalente del circuito aumenta 3 dB.

4. Método de evaluación simplificada

Poner en práctica el método anteriormente descrito exige bastante tiempo, y muy a menudo hay que repetir la experiencia varias veces antes de obtener una precisión suficiente. Puede recogerse gran número de resultados sobre la calidad de transmisión telefónica con otros métodos mucho más sencillos, en los que la comparación se efectúa únicamente entre sistemas de características semejantes. Para la elaboración de proyectos de redes urbanas, la Administración británica recurre a mediciones fundamentalmente objetivas que consisten en comparar cada sistema con una instalación terminal patrón que comprende un micrófono y un receptor del mismo tipo que los de las instalaciones terminales consideradas.

Es necesario conocer las siguientes características del sistema objeto de prueba y del sistema utilizado como patrón:

A. La atenuación:

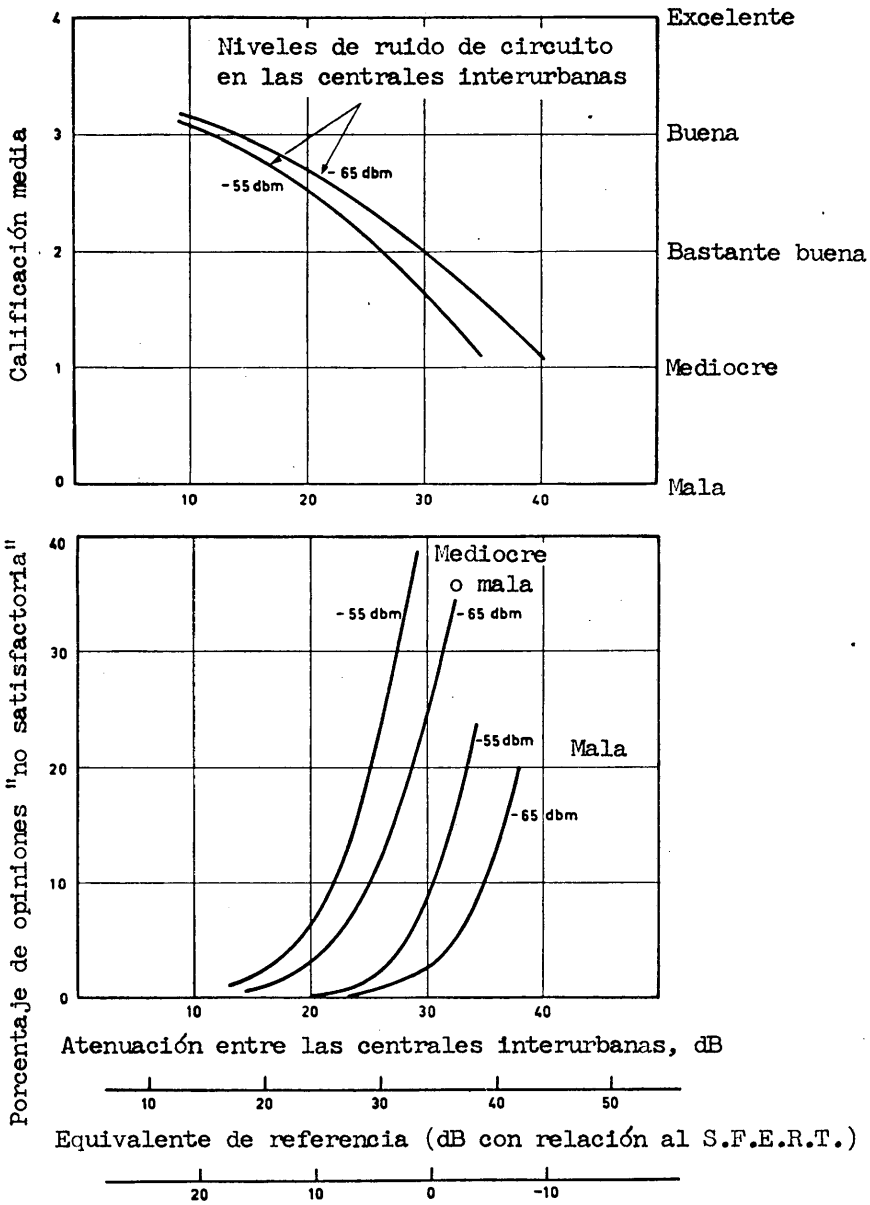
1) del circuito eléctrico del aparato telefónico,

2) de la línea de abonado, y

3) del puente de alimentación.

Se calcula el valor medio (en dB) de las atenuaciones medidas en 500, 1000, 2000 y 3000 Hz.

A.1 En la transmisión, la atenuación se mide entre los terminales del micrófono y una resistencia de 600 ohmios conectada a la salida del puente de alimentación, en el lado del circuito de enlace (véase la figura 2). La batería debe conectarse al puente de alimentación de tal forma que la corriente de alimentación conveniente recorra todos los elementos del sistema (con inclusión del regulador automático eventual inserto en el



Eficacia basada en la intensidad de los sonidos (dB con relación al caso de una conversación al aire libre a una distancia de un metro)

Figura 1.- Calificación media de las pruebas de opinión y porcentaje de opiniones "no satisfactoria" en función del equivalente del circuito y del nivel de ruido

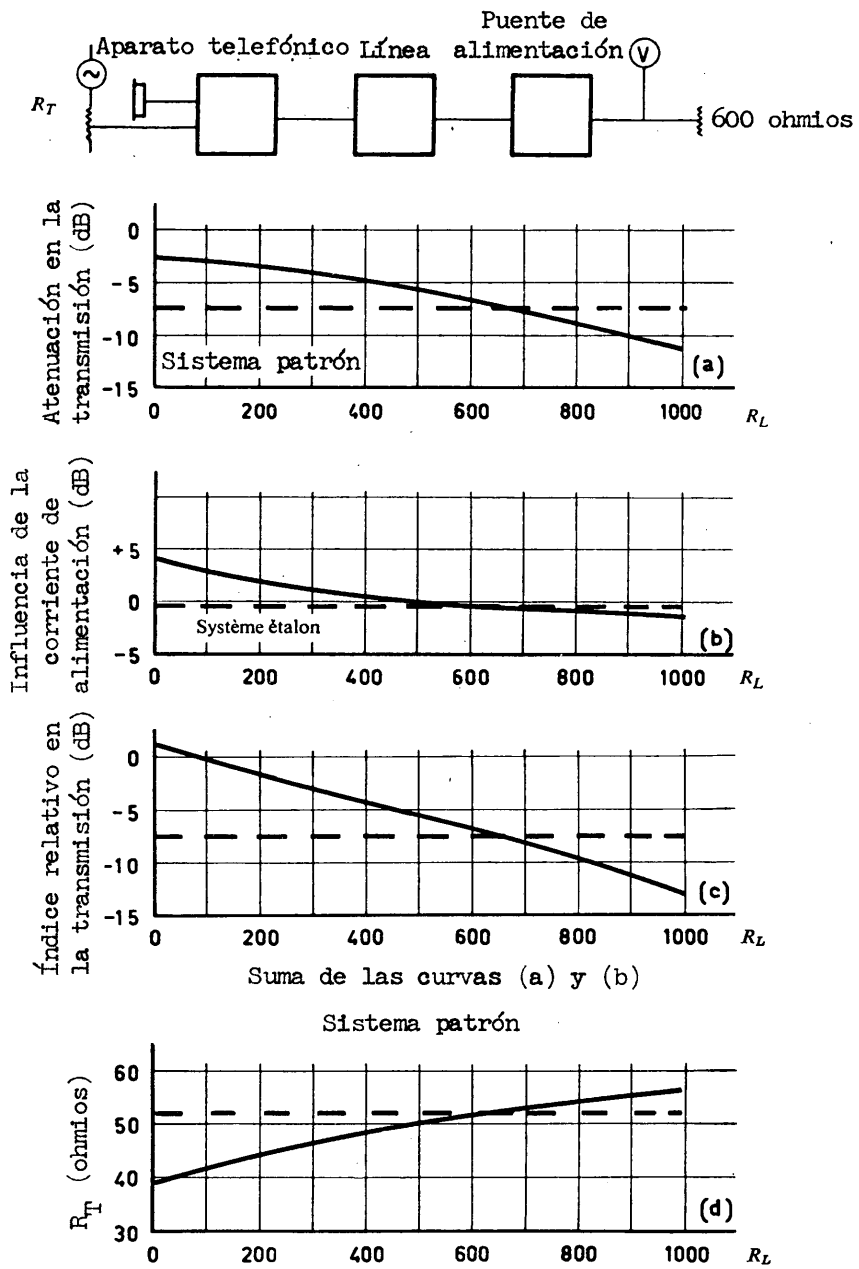


Figura 2.- Cálculo de los índices de calidad de transmisión para sistemas telefónicos locales con relación a un sistema patrón equipado de un micrófono y un receptor del mismo tipo (en la transmisión)

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

puente o en el aparato telefónico), si bien debe substituir la cápsula microfónica por una resistencia; para cada valor de la intensidad de la corriente de alimentación, esta resistencia se ajusta a un valor igual al de la resistencia de la cápsula en las condiciones de conversación para la intensidad de corriente de que se trata (véase figura 2 (d)). Mediante un generador de escasa impedancia interna, se aplica una fuerza electromotriz en serie con la resistencia regulable, que represente la fuerza electromotriz de la cápsula microfónica. La tensión se mide en las terminales del puente de alimentación del lado de la línea intermedia y la atenuación viene dada por la fórmula:

$$20 \log_{10} \frac{\text{tensión en los terminales de la resistencia de 600 ohmios colocada a la salida del puente de alimentación}}{\text{fuerza electromotriz del micrófono}^{1)}}$$

A.2 En la recepción, la atenuación se mide entre los terminales del puente de alimentación del lado del circuito de enlace y el receptor (véase la figura 3). También aquí es generalmente necesario conectar la batería y sustituir la cápsula microfónica por una resistencia de valor apropiado y que corresponda a la intensidad de la corriente de alimentación de la cápsula. Se conecta a los terminales del puente de alimentación del lado del circuito de enlace una fuerza electromotriz en serie con una resistencia de 600 ohmios, y se mide la tensión en los terminales del receptor. Para no tener que elegir un receptor con una característica "impedancia/frecuencia" media y cargarlo convenientemente desde el punto de vista acústico, es conveniente sustituir el receptor por redes de impedancias calculadas para cada una de las cuatro frecuencias utilizadas. La atenuación viene dada por la fórmula:

$$20 \log_{10} \frac{\text{tensión en los terminales del receptor}}{\text{1/2 fuerza electromotriz del generador de 600 ohmios conectado al puente de alimentación}}$$

B. Influencia de la corriente de alimentación del micrófono en función de la tensión de alimentación y de las resistencias en corriente continua. Se mide la fuerza electromotriz del micrófono cuando está excitado por sonidos vocales; es práctico expresar esta magnitud en dB con relación al valor medido para un valor arbitrario de la intensidad de la corriente de alimentación.

En la figura 2, las curvas (a), (b) y (c) representan, respectivamente, la atenuación en la transmisión, la influencia de la corriente de alimentación y la suma de estos dos valores en función de la resistencia de la línea para un cable de construcción británica con una constante de peso de $6\frac{1}{2}$ lb/milla (diámetro de los conductores: 0,51 mm) (constante de la

1) Fuerza electromotriz del micrófono, con relación a la fuerza electromotriz correspondiente a una corriente de alimentación de 50 mA, medida en el caso de excitación por sonidos vocales.

resistencia en bucle, 270 ohmios/millas), asociado a un aparato telefónico de tipo corriente sin regulador automático.

La figura 3 representa la atenuación en la recepción en las mismas condiciones. La línea horizontal de trazo interrumpido corresponde al sistema patrón citado más arriba.

Las curvas de las figuras 2 (c) y 3 dan asimismo los valores buscados del índice de calidad de transmisión, en la transmisión y en la recepción, respectivamente, con relación a una condición arbitrariamente elegida. Mediciones análogas se efectúan con un sistema patrón, obteniéndose así el índice de calidad, en la transmisión y en la recepción, definido en cada caso con relación a la misma condición arbitraria. Las líneas horizontales de trazo interrumpido dan el valor de las magnitudes correspondientes en el caso de que el sistema patrón empleado represente las condiciones de transmisión más desfavorables admisibles para la red local. Calculando las diferencias entre las ordenadas de las curvas de trazo continuo 2 (c) y 3 y las de las rectas de trazo interrumpido se obtienen los índices de calidad de transmisión con relación al patrón elegido.

En lo que precede, no se ha tenido en cuenta la influencia del efecto local por la siguiente razón:

Con aparatos telefónicos modernos empleados en condiciones normales y cuando se conecta una resistencia de 600 ohmios al puente de alimentación en el lado del circuito de enlace, la intensidad del efecto local es suficientemente débil para poder despreciar su influencia en la calidad de transmisión evaluada según la opinión de las personas que toman parte en una prueba de conversación telefónica. Se observa efectivamente cierta influencia en el volumen de los sonidos, pues no se tiene en cuenta en estos cálculos sencillos que sirven para elaborar proyectos de redes locales. En condiciones normales, el efecto local sólo empieza a ser molesto cuando el trayecto de efecto local tiene para la palabra una eficacia más de 25 dB superior a la de un metro de aire.

Cuando aumenta la eficacia de los aparatos telefónicos para permitir el empleo de líneas de abonado de mayor resistencia, es forzosamente más molesto el efecto local en el caso de líneas cortas, ya que no es posible mejorar en las mismas proporciones la atenuación de equilibrado del efecto local. En la red telefónica británica, tales aparatos están equipados de reguladores automáticos cuya función es reducir la eficacia en la transmisión y en la recepción cuando el aparato está conectado a una línea corta. El resultado es que el nivel del efecto local se reduce a un valor sensiblemente igual al correspondiente a un aparato telefónico de eficacia normal.

Sin embargo, pueden presentarse circunstancias excepcionales en que los valores del efecto local tienden a ser excesivos, por ejemplo, en el

caso de condiciones de terminación singularmente malas; son, no obstante, casos especiales que se estudian individualmente y respecto de los cuales se adoptan medidas especiales, independientemente de la elaboración de proyectos generales de redes urbanas.

Conviene insistir una vez más en que sólo pueden emplearse estos métodos simplificados para comparar entre sí sistemas telefónicos cuyo micrófono y cuyo receptor son del mismo tipo que los del sistema patrón. De ser diferentes estos elementos, hay que recurrir al método general de evaluación más perfeccionado.

5. Empleo de los diversos métodos de evaluación

Puede obtenerse un número muy elevado de datos para elaborar proyectos de redes telefónicas empleando, según las circunstancias, el método general descrito en el punto 3 o el método simplificado descrito en el punto 4. El primero debe emplearse cuando el aparato telefónico que va a ser objeto de prueba está equipado de un micrófono, de un receptor o de un microteléfono de un tipo nuevo. Las pruebas, extremamente numerosas, se efectúan con una sola condición de transmisión en línea (como máximo dos) y a lo largo de varios meses. La condición de transmisión elegida es la que, según las pruebas preliminares, estén próximas a la condición límite (por ejemplo, la condición fijada como objetivo para la construcción de un nuevo aparato). Estas experiencias permiten realizar una estimación válida de la calidad de transmisión del nuevo aparato con relación a un sistema patrón con un aparato de tipo más antiguo, del que existen muchos en servicio

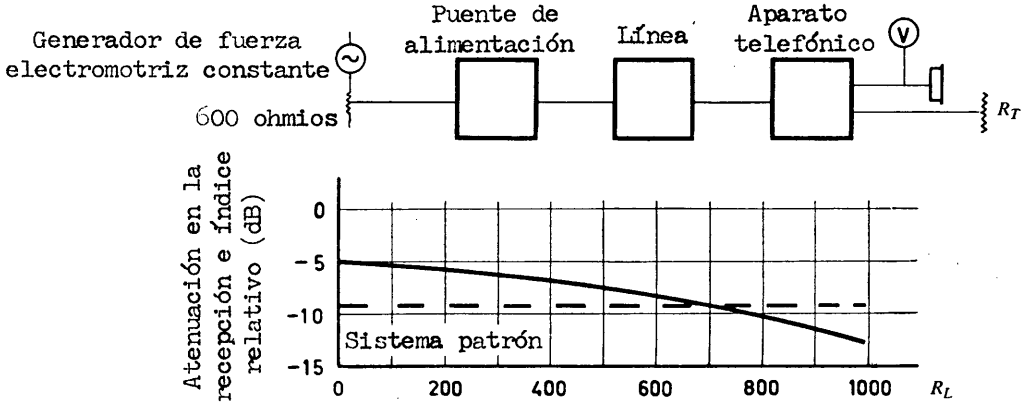


Figura 3.- Cálculo de los índices de transmisión para sistemas telefónicos locales con relación a un sistema patrón equipado con un micrófono y un receptor del mismo tipo (en la recepción)

R_T = resistencia del micrófono en las condiciones de conversación

R_L = resistencia de la línea de abonado (ohmios)

El método simplificado permitirá seguidamente estudiar el efecto obtenido, cambiando la línea de abonado y el puente de alimentación, utilizando instalaciones de abonado con aparatos supletorios y modificando las características eléctricas del nuevo aparato. Gran número de estas mediciones y cálculos pueden realizarse en sólo algunos días.

BIBLIOGRAFÍA

D. L. RICHARDS: Some aspects of the behaviour of telephone users as affected by the physical properties of the circuit (Communication Theory, Willis Jackson, Ed.), pág. 442 (Butterworths Scientific Publications, 1953).

J. SWAFFIELD y D. L. RICHARDS: Rating of speech links and performance of telephone networks; Proc. I.E.E., 106 Parte B, pág. 65, 1959.

D. L. RICHARDS y J. SWAFFIELD: Assessment of speech communication links, obra citada, pág. 77.

F. E. WILLIAMS y F. A. WILSON: Design of an automatic sensitivity control for a new subscriber's telephone set; Proc. I.E.E. 106 Parte B, pág. 361, 1959.

SUPLEMENTO N.° 9

(antiguo anexo 5; citado en la Recomendación P.41)

CALIBRADO ABSOLUTO DEL A.R.A.E.N. EN EL LABORATORIO DEL C.C.I.T.T.

1. Principios generales del calibrado electroacústico

Cada uno de los micrófonos utilizados con el A.R.A.E.N. ha sido objeto de un calibrado en el campo acústico libre, y cada uno de los receptores telefónicos ha sido calibrado en un oído artificial.

El Laboratorio del C.C.I.T.T. se limita a comprobar la estabilidad en el tiempo de los micrófonos, efectuando periódicamente su calibrado con relación a la presión aplicada a su diafragma en condiciones específicas. El calibrado se realiza en dos tiempos.

1. Para el calibrado acústico absoluto de un micrófono sonda se emplea un tubo sonoro de ondas estacionarias y un disco de Rayleigh. La teoría de este calibrado se expone en el punto 2 siguiente. La medida de la tensión eléctrica producida en los terminales de este micrófono permite determinar la presión acústica aplicada al extremo de la sonda del micrófono; por otra parte, esta sonda perturba muy poco el campo acústico en el que se introduce. Por consiguiente, los micrófonos sonda así calibrados permiten la medición absoluta de una presión acústica.

2. Los micrófonos y los receptores del A.R.A.E.N. se calibran en las siguientes condiciones específicas:

a) Para calibrar un micrófono del A.R.A.E.N., se le ajusta acústicamente, mediante un acoplador cerrado (véase la figura 3), a un receptor telefónico utilizado como fuente sonora (alimentado por un oscilador de frecuencia regulable) y se introduce en la cavidad del acoplador el extremo de la sonda de un micrófono sonda, calibrado según antes se dice. Se mide la tensión en los terminales del micrófono del A.R.A.E.N. cuando se le aplica una presión acústica medida mediante el micrófono sonda, lo que determina la eficacia del micrófono del A.R.A.E.N. en esas condiciones particulares de medición, para cada frecuencia de medida.

b) Para calibrar un receptor del A.R.A.E.N., se le fija en el oído artificial, cuya impedancia acústica sea aproximadamente la media de los valores observados en oídos humanos y que contiene un micrófono sonda que permite medir la presión acústica en un punto determinado de la cavidad de este oído artificial. Aplicando una tensión conocida en una frecuencia dada, a los terminales del receptor y midiendo la presión producida en la cavidad del oído artificial, se deduce la eficacia del receptor en esta frecuencia.

Observación.- El informe sobre investigaciones N.° 13200 de la Administración británica de teléfonos contiene algunas indicaciones teóricas sobre estos métodos de calibrado y los resultados de los primeros calibrados efectuados después de la instalación del A.R.A.E.N. en el Laboratorio del C.C.I.F. en Ginebra.

2. Teoría del calibrado de micrófonos con un tubo sonoro de ondas estacionarias y un disco de Rayleigh[1)]

2.1 Teoría del disco de Rayleigh

Sabido es que un disco circular delgado suspendido en un fluido animado de una velocidad horizontal V, está sujeto a un par de momento M dado por la fórmula

$$M = \frac{1}{6} \rho d^3 V^2 \text{ seno } 2\theta \qquad (1)$$

siendo ρ , la masa específica del fluido,

d, el diámetro del disco,

V, la velocidad del fluido,

θ, el ángulo formado por la dirección de desplazamiento del fluido y una normal al disco.

Esta fórmula ha sido teóricamente demostrada por Konig, asimilando el disco a un elipsoide muy achatado.

El sentido de este par es independiente del signo de V; por consiguiente, si el desplazamiento del fluido es alternativo, la fórmula (1) sigue siendo válida designando por V el valor eficaz de la velocidad.

En la práctica se coloca el disco (cuando el fluido está inmóvil) de forma que su posición de reposo corresponde a $\theta = 45°$: si φ es el desplazamiento angular

$$\varphi \text{ (radianes)} = \theta - \frac{\pi}{4} \qquad (2)$$

---

1) Según W. West; Acoustical Engineering (Pitman & Sons, Londres, 1932).

Si K es el momento de torsión del hilo de suspensión del disco, se tiene

$$M = K\varphi = \frac{1}{6}\rho d^3 V^2 \qquad (3)$$

siendo φ suficientemente pequeño para que pueda confundirse $\frac{\text{seno}\,\varphi}{\varphi}$ con la unidad.

Se deduce de la ecuación (3)

$$V = \sqrt{\frac{6K}{\rho d^3}}\sqrt{\varphi} \qquad (4)$$

Si se observa a una distancia el desplazamiento δ de un rayo luminoso reflejado en el disco de Rayleigh, empleado como espejo, se tiene $\delta = 2\varphi$

$$\text{y} \qquad V = \sqrt{\frac{3K}{\rho l d^3}}\sqrt{\delta} \qquad (5)$$

Con anterioridad se ha determinado el momento de torsión K del hilo suspendiendo a él, en el extremo en que más tarde se fijará el disco de Rayleigh, un disco de eje vertical de momento de inercia J conocido. Se observa el periodo T y la disminución logarítmica D de las oscilaciones libres de ese disco, y se tiene

$$K = \frac{4J}{T^2}(\pi^2 + D^2) \qquad (6)$$

La fórmula (5) da entonces directamente la velocidad V en función del desplazamiento observado.

2.2 Empleo de un tubo sonoro de ondas estacionarias

Son varios los sistemas ideados para sustraer el disco de Rayleigh a la acción de las corrientes de aire parásitas, que entorpecen la medición.

En el equipo de medidas electroacústicas del A.R.A.E.N. se emplea el siguiente método. Se coloca el micrófono sonda que va a calibrarse en un extremo de un tubo largo; la fuente sonora, colocada en el otro extremo del tubo, es un receptor telefónico alimentado con corriente alterna por un oscilador de frecuencia regulable.

Se ajusta esta frecuencia de forma que produzca un régimen de ondas estacionarias en el que los dos extremos del tubo son antinodos de presión, en tanto que el centro del tubo, en que está suspendido el disco de Rayleigh, corresponde a un máximo de velocidad (es decir, a un nodo de presión); se reconoce la existencia de tal régimen en que se obtienen al mismo tiempo máximos de la intensidad de la corriente I a la salida del micrófono a de la desviación del disco de Rayleigh. La longitud de onda correspondiente es

$$\lambda = \frac{2L}{n} \qquad (7)$$

siendo L la longitud del tubo sonoro y n un número impar cualquiera. La frecuencia más baja que puede utilizarse corresponde a una longitud de onda $\lambda_1 = 2$ L. La frecuencia más elevada está limitada por la aparición de vibraciones transversales que pueden deformar las ondas estacionarias.

Con el equipo y el tubo empleados en el laboratorio del C.C.I.T.T., este límite superior se encuentra de 6500 a 7000 Hz aproximadamente.

La teoría del disco de Rayleigh permite determinar la velocidad V en el centro del tubo mediante la fórmula (5), en función de la desviación medida. De ello se deduce la presión P en los extremos del tubo utilizando la fórmula

$$P = \rho c V \qquad (8)$$

siendo ρ la masa específica del fluido (en este caso el aire),

c, la velocidad de propagación del sonido en el aire (en otras palabras, ρc es la impedancia acústica del aire). (Sabido es que esta fórmula se aplica a la presión y a la velocidad en un mismo punto de una onda progresiva plana. Se demuestra que se aplica al caso presente considerando la onda estacionaria como resultante de la superposición de dos ondas progresivas que se propagan en dirección opuesta.)

I se mide con un miliamperímetro; conocida la relación I/P se deduce de ella la eficacia del micrófono. Según se ve, se trata de un calibrado con relación a la presión aplicada al diafragma del micrófono (o al extremo de la sonda, si se trata de un micrófono sonda), como en el método del termófono o en el método de compensación, y no con relación a la presión que existiría, a falta de micrófono, en el punto en que se introduce éste, como en los métodos de calibrado en el campo acústico libre.

3. Método práctico de calibrado de un micrófono sonda con el disco de Rayleigh

Antes de proceder a las mediciones de calibrado de un micrófono sonda, es necesario ajustar el tubo sonoro de ondas estacionarias a la longitud

adecuada y colocar un disco de Rayleigh llevándolo cuidadosamente al centro del tubo. Seguidamente se hace girar al disco unos 45° (véase el anterior punto 2), con lo que se obtiene una imagen luminosa en una regla graduada transparente. Las ligeras desviaciones del disco a partir de la posición correspondiente a un ángulo de 45° introducen en el calibrado un error despreciable, y se puede además desplazar ligeramente la regla graduada hacia un lado para que el punto luminoso aparezca en la graduación 0 de la escala.

En las figuras 1 y 2 se reproducen los montajes efectuados para esta medición. Conmutadores especiales permiten realizar sucesivamente las conexiones eléctricas.

Para cada una de las frecuencias de calibrado escogidas, es necesario primeramente encontrar la frecuencia de resonancia más próxima empleando las diversas longitudes de tubo sonoro. La resonancia puede detectarse por el movimiento del propio punto luminoso o por la desviación de la aguja del voltímetro. Ambas indicaciones deben mostrar simultáneamente la punta de resonancia por una desviación máxima; en otro caso, habría que pensar en una fuga o en un defecto de montaje del tubo sonoro.

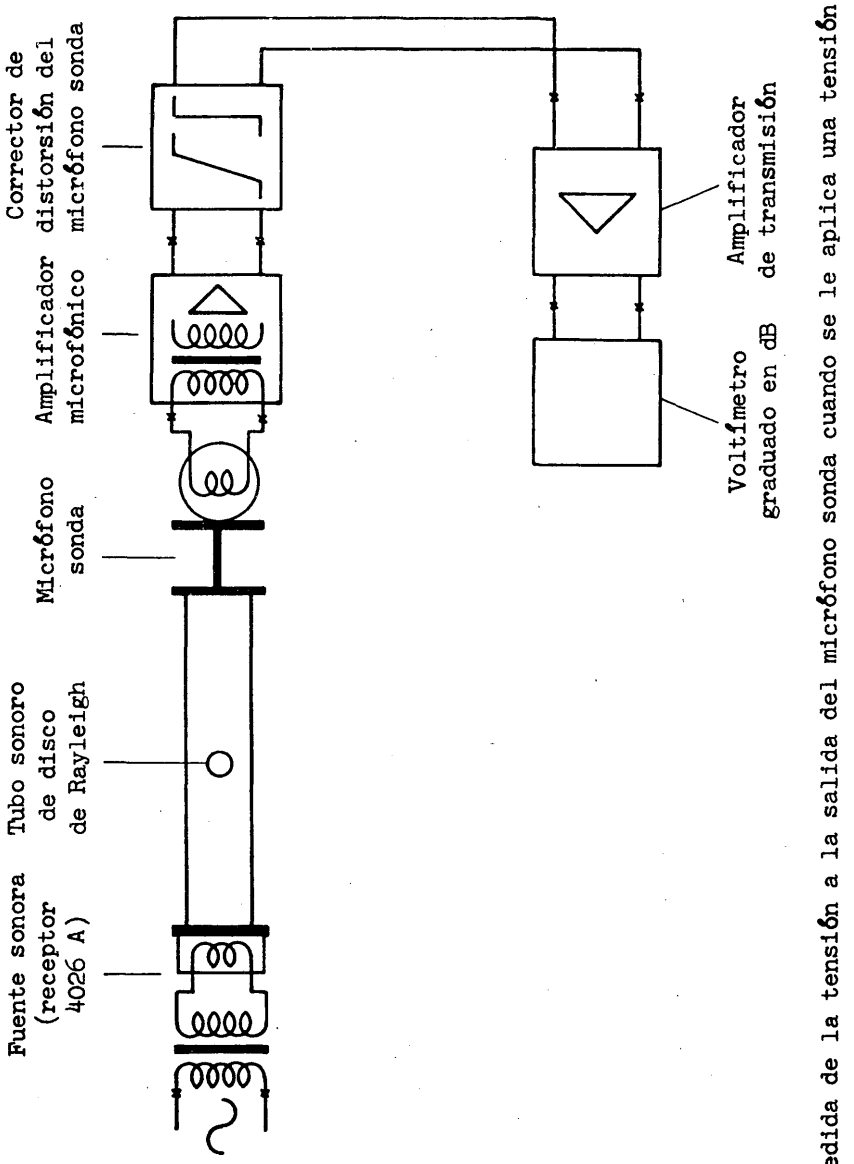
3.1 Medición de la tensión a la salida del micrófono sonda cuando se le aplica una presión P (véase la figura 1)

Una vez realizadas las conexiones eléctricas mediante los computadores, se ajusta la tensión de salida del oscilador para obtener la "desviación normal" del punto luminoso y se regula al mismo tiempo el amplificador de transmisión de forma que pueda leerse en el voltímetro una desviación conveniente x; la "desviación normal" se obtiene a partir de las constantes del disco de Rayleigh, previamente determinadas.

Por ejemplo, si, para un disco dado, se tiene entre la presión acústica y la desviación del punto luminoso la relación: $P = 12{,}7 \sqrt{\delta}$ barias, para un valor de presión P de 50 barias, es decir, un valor sencillo para los cálculos, se deduce para δ el valor de 15,5 cm. Esta desviación de 15,5 cm del punto luminoso con relación al cero de la regla graduada se denomina "desviación normal" y se emplea para las mediciones realizadas con este disco.

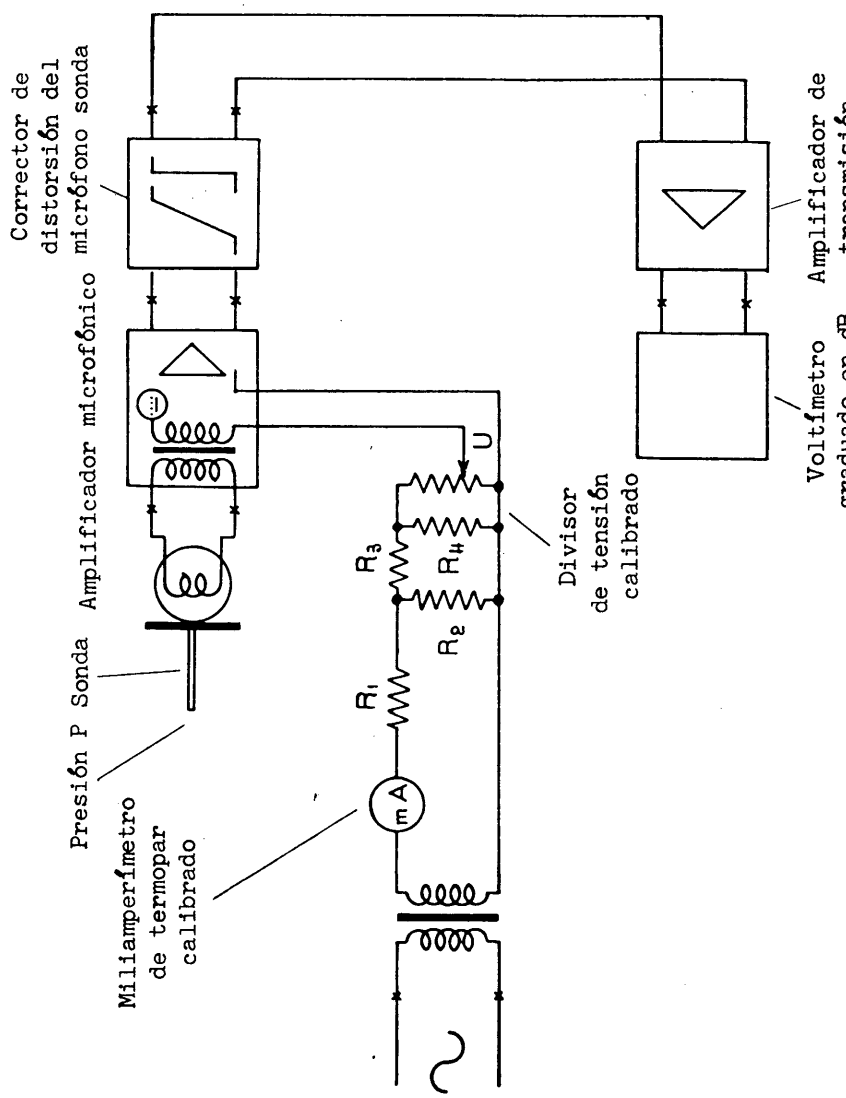
3.2 Determinación del valor de la tensión correspondiente a la desviación "x" en el voltímetro (véase la figura 2)

En esta posición de medida, la fuerza electrónica desarrollada por el micrófono sonda bajo el efecto de la presión acústica P en el extremo del tubo sonoro de ondas estacionarias, se sustituye por una tensión conocida, U, calibrada para obtener la misma desviación "x" en el voltímetro. Esta tensión calibrada se obtiene, según se ve en la figura 2, a partir del



Medida de la tensión a la salida del micrófono sonda cuando se le aplica una tensión P

Figura 1.- Calibrado de un micrófono sonda con el disco de Rayleigh



Inyección de una tensión conocida U para obtener la misma tensión de salida que en la posición precedente (figura 1) (eficacia del micrófono sonda = U/P)

Figura 2.- Calibrado de un micrófono sonda con el disco de Rayleigh

valor de la intensidad indicado por un miliamperímetro termopar calibrado. Por ejemplo, en el Laboratorio del C.C.I.T.T., el ajuste del miliamperímetro de termopar en la desviación de 15 miliamperios (en rojo en la escala) corresponde a una tensión de 10 milivoltios en la entrada del divisor de tensión. Se regula el divisor de tensión hasta obtener la desviación "x" en el voltímetro; las escalas del divisor de tensión están graduadas directamente en valores de tensión.

A partir de estos valores puede determinarse la eficacia del micrófono sonda en la forma indicada en el siguiente cuadro:

Frecuencia	Tensión inyectada U	Eficacia del micrófono		Observaciones
		U/P (P = 50 barias)	20 $\log_{10}$ U/P	
Hz	mV	mV/baria	dB con relación a 1 mV/baria	Presión acústica constante
154	0,84	0,0168	-35,5 o -95,5 dB con relación a 1 V/baria	P = 12,7 $\sqrt{\delta}$ (para el disco elegido) P = 50 barias

Se repiten las mediciones para múltiplos impares de la frecuencia fundamental de resonancia (para la que la longitud del tubo es de media onda). Si se ha escogido para el tubo de ondas estacionarias la longitud mínima, la frecuencia fundamental es de 154 Hz (ejemplo del cuadro). Las frecuencias de medida serán aproximadamente de 450, 750 ... hasta 7000 Hz. Para obtener mayor número de resultados en las bajas frecuencias es necesario alargar el tubo hasta el máximo para obtener múltiplos impares de la frecuencia fundamental de resonancia que es en este caso de 80 Hz aproximadamente.

4. Calibrado de un micrófono electrodinámico del A.R.A.E.N.

4.1 Generalidades

La finalidad de esta medición es esencialmente comprobar la estabilidad de los micrófonos de bobina móvil del A.R.A.E.N. El informe de investigación N.° 13200 de la Administración británica da un método de cálculo de la eficacia absoluta del micrófono en esas condiciones especiales de medición.

Se coloca el micrófono que va a calibrarse en un acoplador cerrado formado por una pequeña cavidad cilíndrica cerrada en un extremo por un

receptor de bobina móvil que sirve de fuente sonora. En el otro extremo se coloca el micrófono que va a calibrarse. En esta cavidad se introduce, por un orificio previsto al efecto, el extremo de la sonda del micrófono sonda que va a medir la presión acústica producida en un punto preciso y cuya posición está exactamente definida con relación a su proximidad al diafragma del micrófono que va a calibrarse. (La figura 3 muestra la posición de los micrófonos y del receptor en el acoplador cerrado.)

4.2 Comprobación de la tensión aplicada al receptor utilizado como fuente sonora (véase la figura 4)

En esta condición de medida, el voltímetro indica la tensión en los terminales del receptor. No es absolutamente necesario con un receptor lineal determinar este valor, si bien ello permite especificar las condiciones de medida y reproducirlas. Generalmente se adopta un valor de tensión de -15 dB con relación a un voltio en la frecuencia 1000 Hz.

4.3 Medición de la tensión a la salida del micrófono sonda (véase la figura 5)

En esta posición de medida, se coloca el voltímetro a la salida del micrófono sonda y, sin modificar la tensión de salida del oscilador, se regula el amplificador de transmisión para obtener una desviación conveniente "y" del voltímetro.

4.4 Medición de la tensión a la salida del micrófono del A.R.A.E.N. (véase la figura 6)

En esta posición de medida, se regula el atenuador (que varía de 0 a 100 dB) hasta que el voltímetro indique exactamente la misma desviación "y".

Si al valor que marca el atenuador se añade la eficacia del micrófono sonda, medida según se indica en el punto 3, se obtiene una magnitud que es función de la eficacia del micrófono del A.R.A.E.N. en estas condiciones especiales de medida, que debe ser constante en todas las series de mediciones y que puede así servir de criterio de la estabilidad del micrófono del A.R.A.E.N. (véase también el punto 6).

5. Calibrado de un receptor electrodinámico del A.R.A.E.N.

5.1 Observaciones generales

Para efectuar el calibrado de un receptor electrodinámico del A.R.A.E.N. se coloca el receptor en un oído artificial cuya impedancia acústica represente aproximadamente la media de los valores obtenidos en oídos humanos. Este oído artificial está compuesto esencialmente por una cavidad cilíndrica de un volumen de 3 cm^3 terminada en su parte inferior

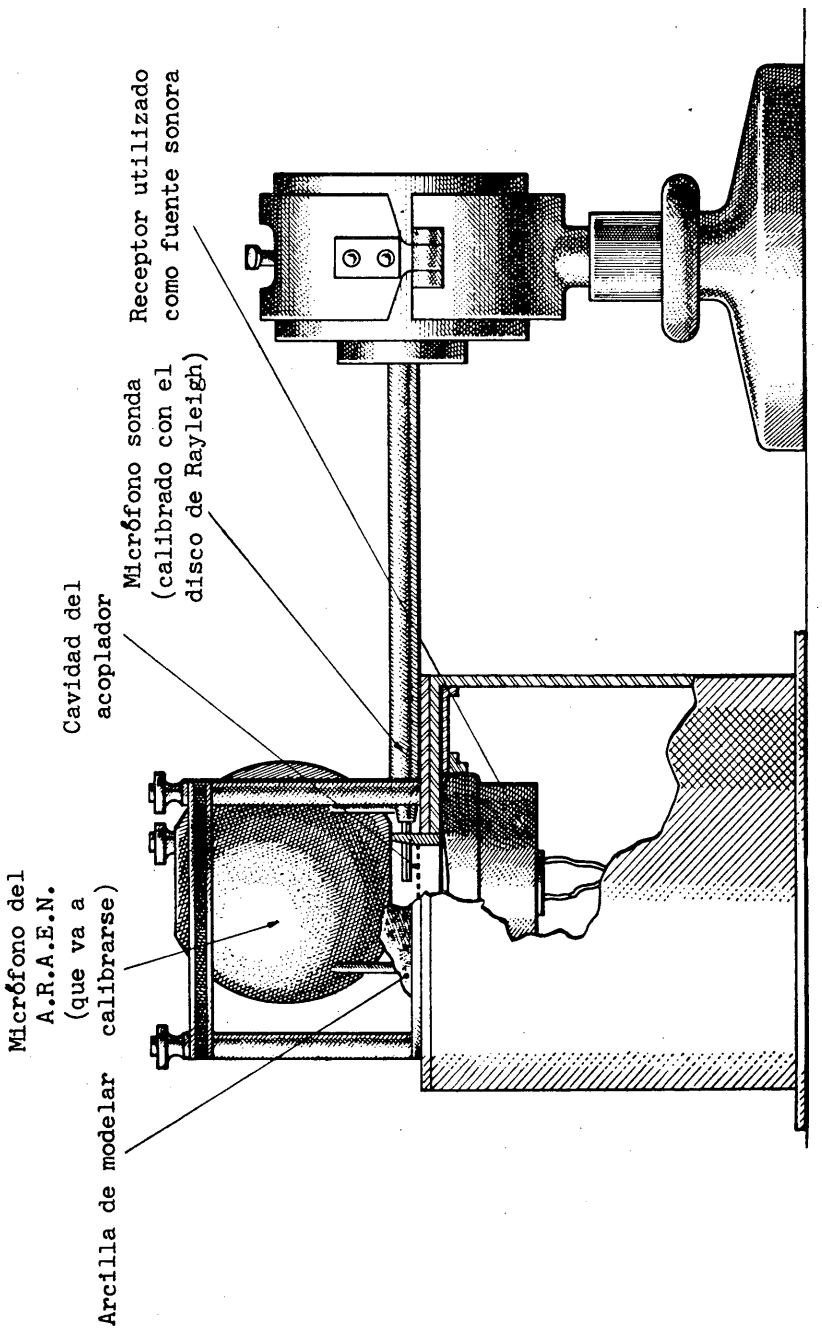


Figura 3.- Acoplador cerrado para calibrar micrófonos de bobina móvil

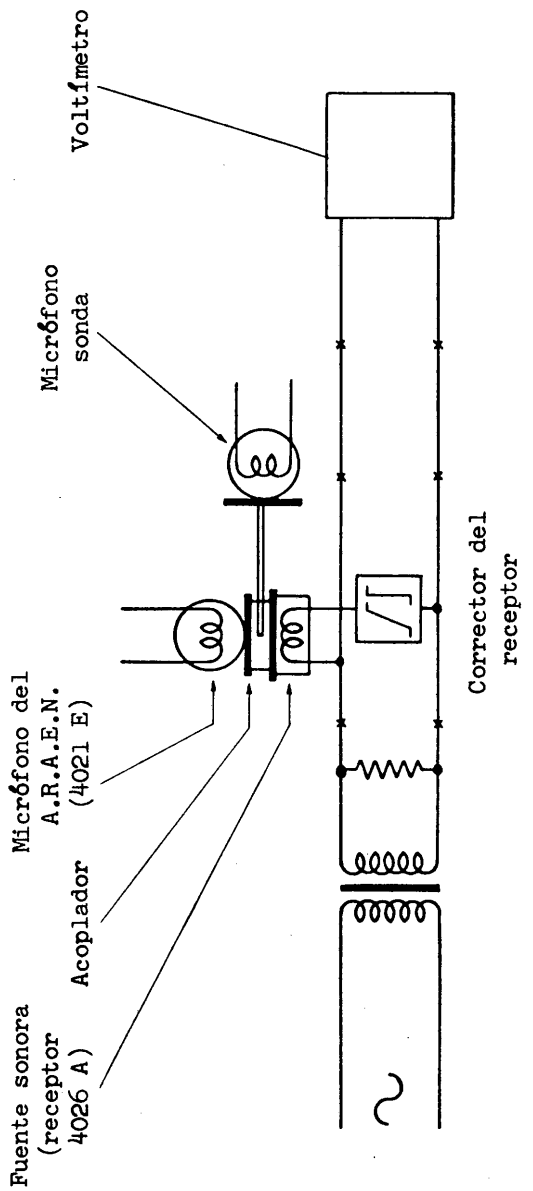
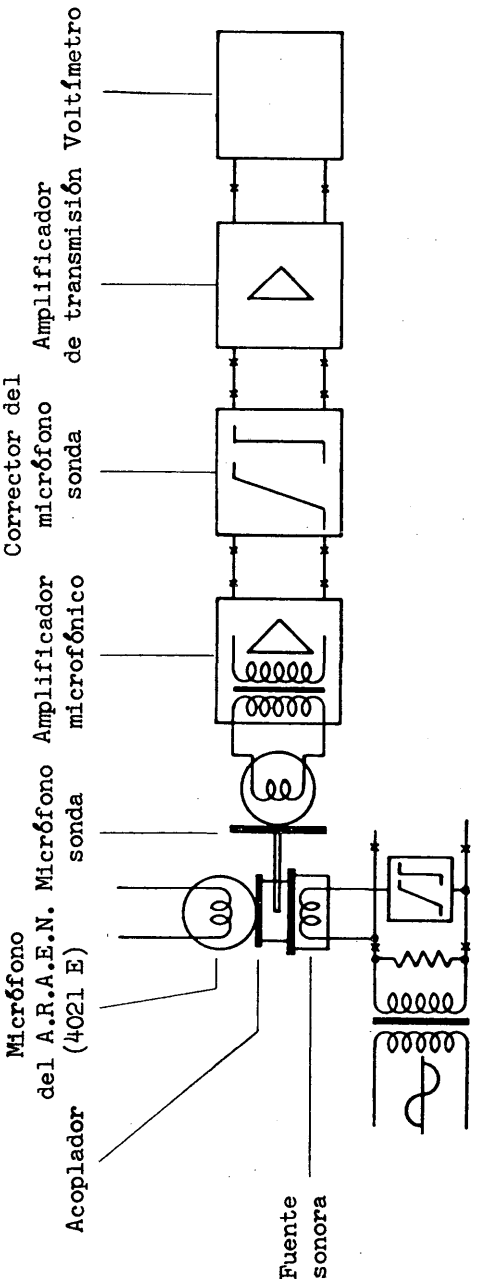


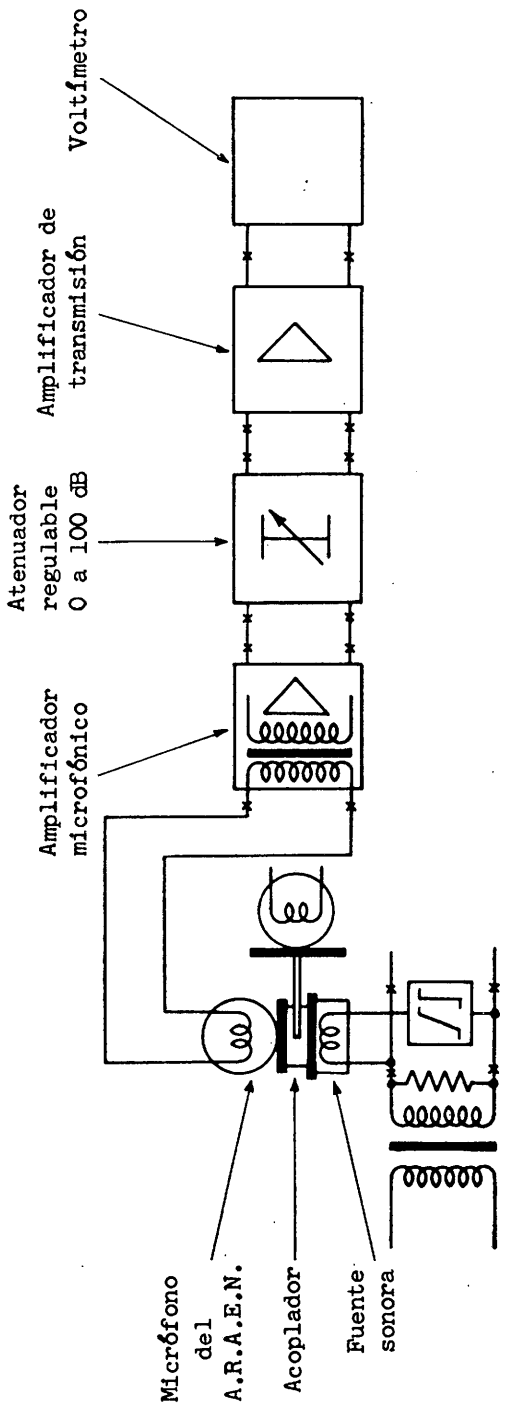
Figura 4.- Calibrado de un micrófono del A.R.A.E.N.

Comprobación de la tensión aplicada al receptor utilizado como fuente sonora



Medición de la tensión a la salida del micrófono sonda

Figura 5.- Calibrado de un micrófono del A.R.A.E.N.



Medida de la tensión a la salida del micrófono del A.R.A.E.N.

Figura 6.- Calibrado de un micrófono del A.R.A.E.N.

por un tubo en espiral que representa la impedancia acústica (véase la descripción de este oído artificial en Anexo 11 del tomo V del Libro Rojo).

La presión acústica ejercida por el receptor en un punto determinado de la cavidad de este oído artificial se mide con un micrófono sonda calibrado.

La figura 7 reproduce este oído artificial con el receptor que va a calibrarse, así como el micrófono sonda en la posición de medida.

5.2 Medición de la tensión eléctrica aplicada a los terminales del receptor que va a calibrarse (figura 8, posición 1)

Se mide la tensión en los terminales del receptor, ajustándola a un valor adecuado, fijado, en este caso, en el Laboratorio del C.C.I.T.T., en -15 dB con relación a 1 voltio.

5.3 Medición de la tensión eléctrica a la salida del sistema formado por el micrófono sonda y su amplificador (figura 8, posición 2)

Se lleva la indicación del voltímetro conectado a la salida del amplificador a un valor conveniente situado hacia la mitad de la escala. Se anota este valor.

5.4 Regulación de la tensión de inyección que sustituirá a la fuerza electromotriz engendrada por el micrófono sonda (véase la figura 8, posición 3)

El voltímetro se coloca a la entrada del divisor de tensión y se ajusta el valor de -20 dB con relación a un voltio; es la tensión en los terminales del sistema de inyección.

5.5 Ajuste del valor de la tensión de inyección aplicada en el circuito del micrófono sonda (véase la figura 8, posición 4)

En esta medición se ajustan las escalas del divisor de tensión para obtener en el voltímetro la misma desviación que en la posición 2.

Generalmente, las mediciones se efectúan en una serie de frecuencia crecientes desde 80 Hz hasta 7000 Hz.

5.6 Interpretación y análisis de los resultados

En el cuadro siguiente se exponen los resultados típicos. La eficacia calculada a partir de estos resultados corresponde al caso de un calibrado en tensión constante (-15 dB con relación a 1 voltio, medida en la ficha del receptor); la presión acústica se mide en la base de la calidad de la red del oído artificial.

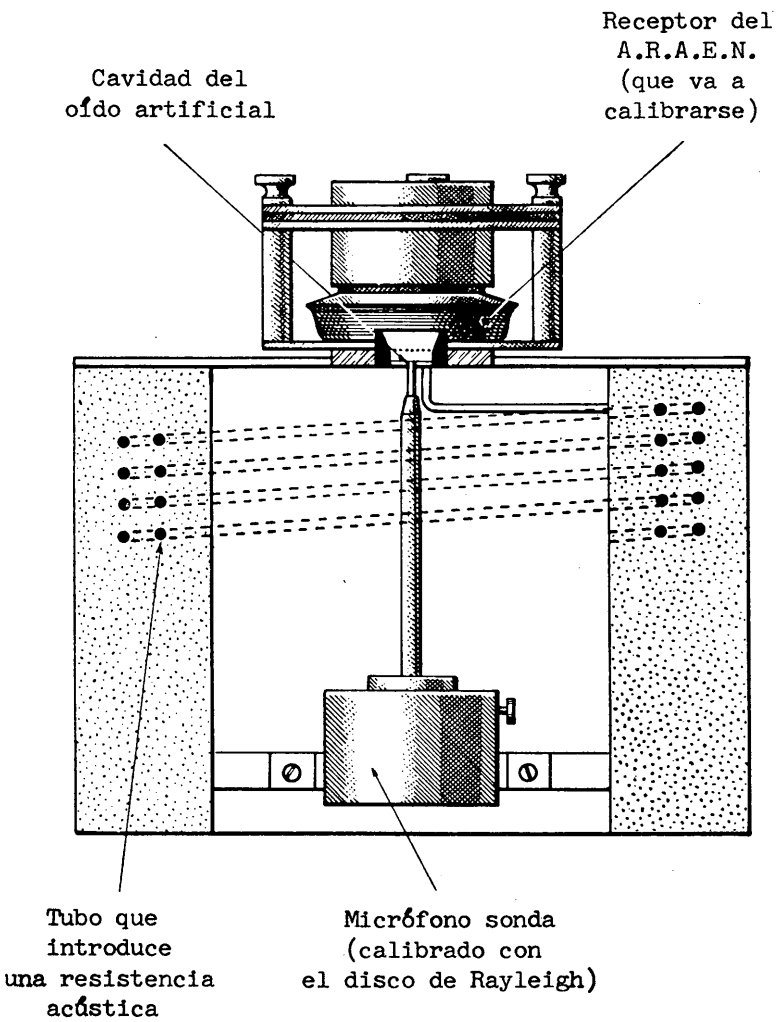


Figura 7.- Oído artificial para calibrar receptores de bobina móvil

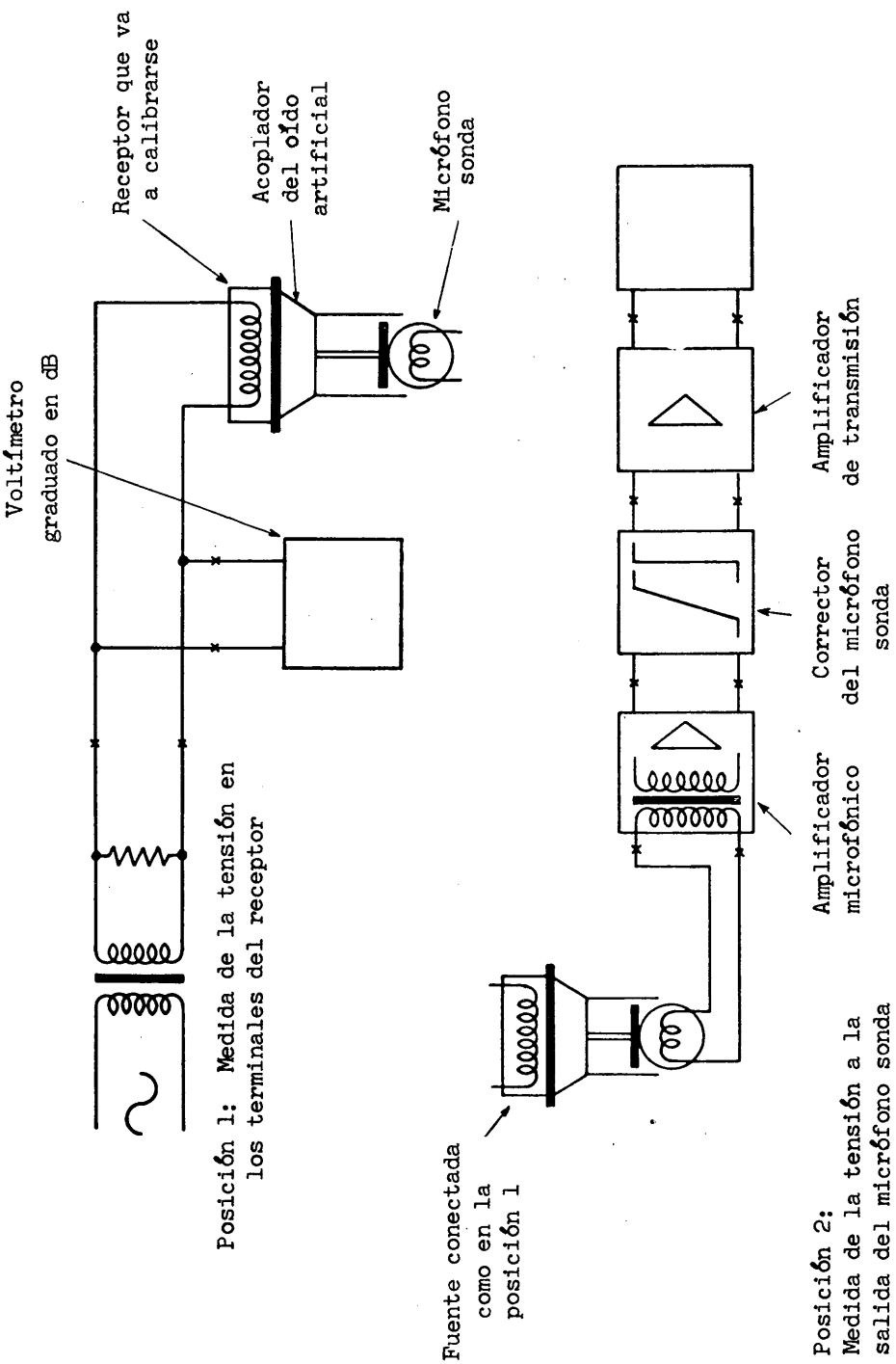
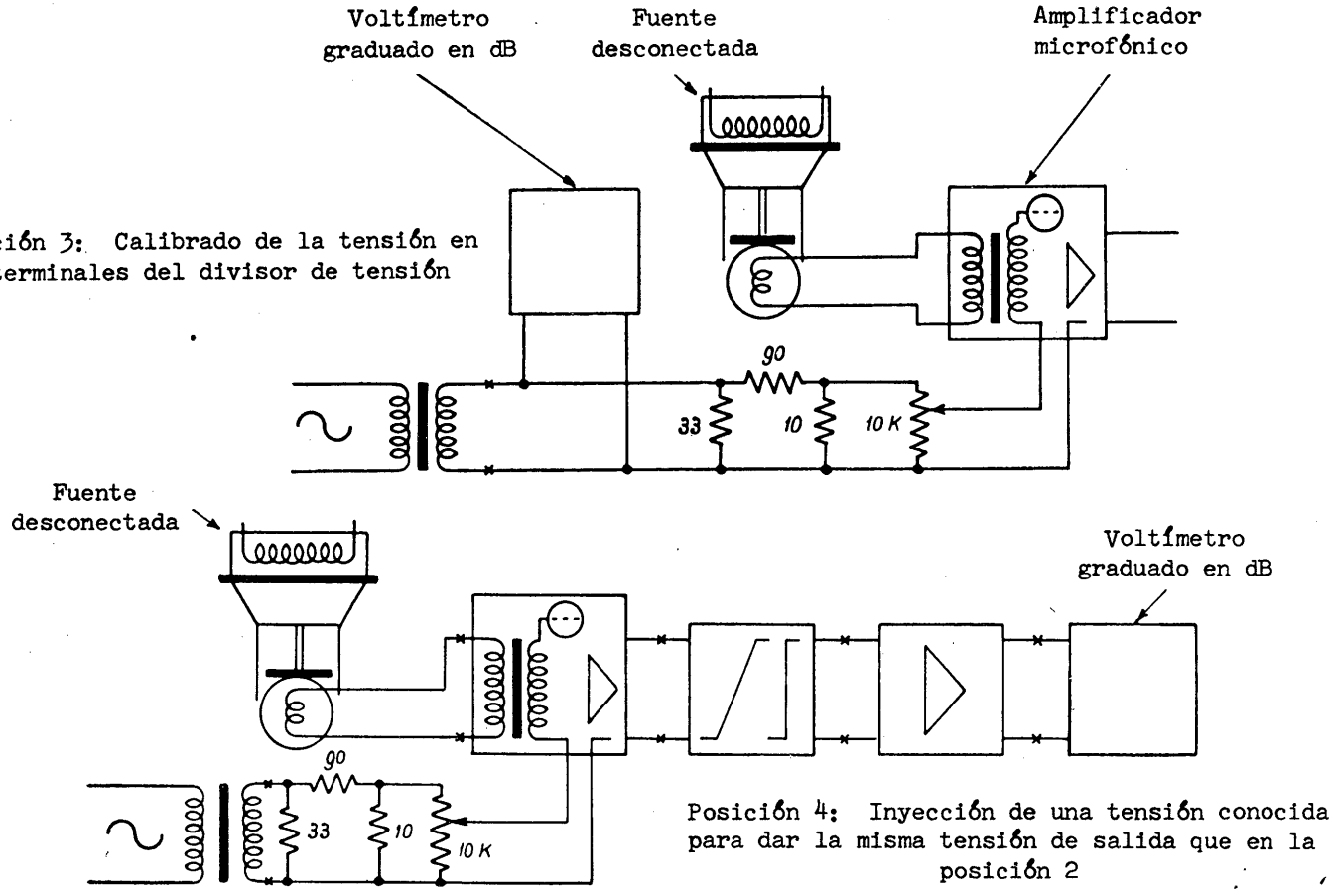


Figura 8.- Calibrado de un receptor del A.R.A.E.N.



Posición 3: Calibrado de la tensión en los terminales del divisor de tensión

Posición 4: Inyección de una tensión conocida para dar la misma tensión de salida que en la posición 2

Figura 8 (continuación).- Calibrado de un receptor del A.R.A.E.N.

Frecuencia	Tensión inyectada		Eficacia del micrófono sonda	Presión acústica	Eficacia del receptor
Hz	mV	dB con relación a 1 mV	dB con relación a 1 mV/baria	dB con relación a 1 baria	dB con relación a 1 baria/voltio
80	0,392	8,2	-35,5 (según la medición descrita en el anterior § 3,2)	+27,3	+47,3

Observación.- En la práctica, cuando se ajusta la tensión a la entrada del divisor de tensión, el empleo de un nivel de -15 dB tiene ciertas ventajas para la precisión de las lecturas en el voltímetro, pues esa indicación se encuentra en la mitad de la escala del voltímetro, en tanto que la división de -20 dB no es muy visible a causa de la forma curva de la escala. En este caso hay que efectuar la corrección correspondiente en el valor de la eficacia del receptor.

6. Ajuste de la ganancia del amplificador de transmisión del A.R.A.E.N.

Medidas descritas en el informe de investigaciones número 13180 de la Administración británica indican la existencia de una "presión vocal" de 1 baria en un punto situado a 13,25 pulgadas (una pulgada = 2,54 cm) de los labios de un operador que habla con la "potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N." (para la definición de la expresión "presión vocal" (speech pressure), véase el informe antes citado). El A.R.A.E.N. está provisto de un volúmetro para controlar la potencia vocal del operador que habla. Este volúmetro está conectado a la entrada de la línea del A.R.A.E.N., y la ganancia del conjunto de la parte transmisora se ajusta de forma que, cuando un operador habla con la "potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N.", la "tensión vocal" a la entrada de la línea es igual a 1 voltio. La sensibilidad global de cada uno de los micrófonos empleados con el A.R.A.E.N. varía ligeramente cuando se pasa de un micrófono a otro y, por lo tanto, hay que ajustar la ganancia para cada micrófono.

La característica "eficacia-frecuencia" de estos micrófonos (medida en el campo acústico libre) es aproximadamente horizontal con una cresta de 5 dB en 450 Hz, pero la presencia de esta cresta se compensa con creces con un corrector de distorsión colocado después del amplificador microfónico. Una vez que se ha tenido en cuenta esta compensación, subsiste una

variación de eficacia del orden de $\pm$ 0,5 dB en la banda de frecuencias de 100 a 1000 Hz y una variación algo mayor fuera de esta banda. Para tener completamente en cuenta estas variaciones, es necesario adoptar un valor medio de eficacia, valor que debe representar la eficacia del micrófono en toda la banda de frecuencias vocales que contiene la mayor parte de la energía correspondiente a las corrientes vocales, puesto que las componentes comprendidas en esta banda son las que determinarán la indicación del volúmetro. El estudio de la curva espectral energética de la voz humana indica que la mayor parte de esta potencia máxima se encuentra en la banda de frecuencias de 100 a 900 Hz. Por consiguiente, es en esta banda de frecuencias en la que hay que considerar la eficacia del micrófono. Como la característica "eficacia-frecuencia" del conjunto del micrófono y de su corrector es casi horizontal en esta región, es conveniente tomar la media aritmética de las eficacias del micrófono en 100, 300 y 900 Hz. Este valor medio puede utilizarse para calcular la ganancia que debe tener la parte transmisora del A.R.A.E.N. para que la tensión vocal sea de 1 voltio en la entrada de la línea cuando se aplica al micrófono una "presión vocal" de 1 baria. La ganancia normal del conjunto del amplificador microfónico y del amplificador de transmisión (ganancia definida como igual a:

$$20 \log_{10} \frac{\text{tensión medida a la salida en los terminales de una resistencia de 600 ohmios}}{\text{fuerza electromotriz aplicada en la entrada por un generador de 20 ohmios)}}$$

es de 89 decibelios, y comparando este número con la ganancia necesaria en el caso de un micrófono específico utilizado, puede determinarse el ajuste del amplificador de transmisión. (Los controles de ajuste de la ganancia están graduados en decibelios con relación a la ganancia normal.)

El ajuste de la ganancia del amplificador de transmisión se reduce a una serie de operaciones, siempre las mismas, que se efectúan en tres tiempos:

1. Sacar la característica "eficacia-frecuencia" del micrófono de que se trata (en el campo acústico libre) y restar de los valores de eficacia en 100, 300 y 900 Hz las atenuaciones de inserción correspondientes del corrector de distorsión del micrófono;

2. Sacar la media de los tres valores de eficacia (corregidos) así determinados;

3. Expresar esta eficacia media en decibelios con relación a 1 voltio por baria y añadir algebraicamente 89 decibelios (suma de las ganancias del amplificador microfónico y del amplificador de transmisión); (la eficacia media es aproximadamente de -90 decibelios con relación a 1 voltio por baria). Si la suma es nula, el ajuste normal de la ganancia

del amplificador es correcto. Si la suma es positiva, hay que disminuir la ganancia del amplificador en una cantidad igual a esa suma; si es negativa, hay que aumentar la ganancia del amplificador en una cantidad igual al valor absoluto de esa suma.

Con cada micrófono se suministra su característica "eficacia-frecuencia" medida en el campo acústico libre que puede utilizarse para aplicar el método antes descrito. Sin embargo, los calibrados periódicos del micrófono proporcionarán una características "eficacia-frecuencia" determinada en un acoplador cerrado arbitrario. Se admite una variación de 1 decibelio en la característica de eficacia determinada en el acoplador, antes de desechar un micrófono; pero hay que modificar el ajuste de la ganancia del amplificador de transmisión si la eficacia varía 0,2 decibelios. Aunque la eficacia determinada en el acoplador no puede servir directamente para calcular el ajuste de la ganancia, puede utilizarse para modificar el resultado determinado a partir de la eficacia en el campo acústico libre.

Si se determina una característica "eficacia-frecuencia" en el acoplador al mismo tiempo que la característica inicial en el campo acústico libre, cualquier variación de eficacia durante la vida del micrófono vendrá indicada por diferencias entre las características iniciales y las determinadas ulteriormente en el acoplador. Si se toma la media de las eficacias en 100, 300 y 900 Hz, por un lado para la característica inicial en el acoplador y, por otro, para cada característica determinada ulteriormente en este acoplador, puede determinarse el valor de toda variación de la sensibilidad media.

Este valor debe entonces utilizarse para corregir el ajuste primitivo de la ganancia, calculado a partir de la característica en el campo acústico libre (toda disminución de eficacia exige un aumento de la ganancia, y viceversa). Este método supone que a toda variación de la eficacia en el campo acústico libre corresponde una variación semejante de la eficacia medida en el acoplador; esta hipótesis está justificada para las pequeñas variaciones que aquí se estudian.

7. Ajuste de la ganancia del amplificador de recepción del A.R.A.E.N.

El sistema receptor del A.R.A.E.N. está terminado por cuatro receptores del mismo tipo (Standard Telephone and Cable, tipos 4026 A) conectados en serie. Sus características "eficacia relativa-frecuencia" y su sensibilidad absoluta deben mantenerse dentro de límites estrechos. Además, la ganancia del amplificador de recepción está ajustada en un valor fijo de 23 dB. La atenuación total de la parte eléctrica del sistema receptor del A.R.A.E.N. comprendida entre los terminales de entrada del corrector de distorsión de atenuación de los receptores y los terminales de un solo receptor es de 19,5 dB en 1000 Hz, contando la atenuación suplementaria de 12 dB, consecuencia de dividir por 4 la tensión a la salida del adaptador de las impedancias de los receptores (los cuatro receptores están en serie).

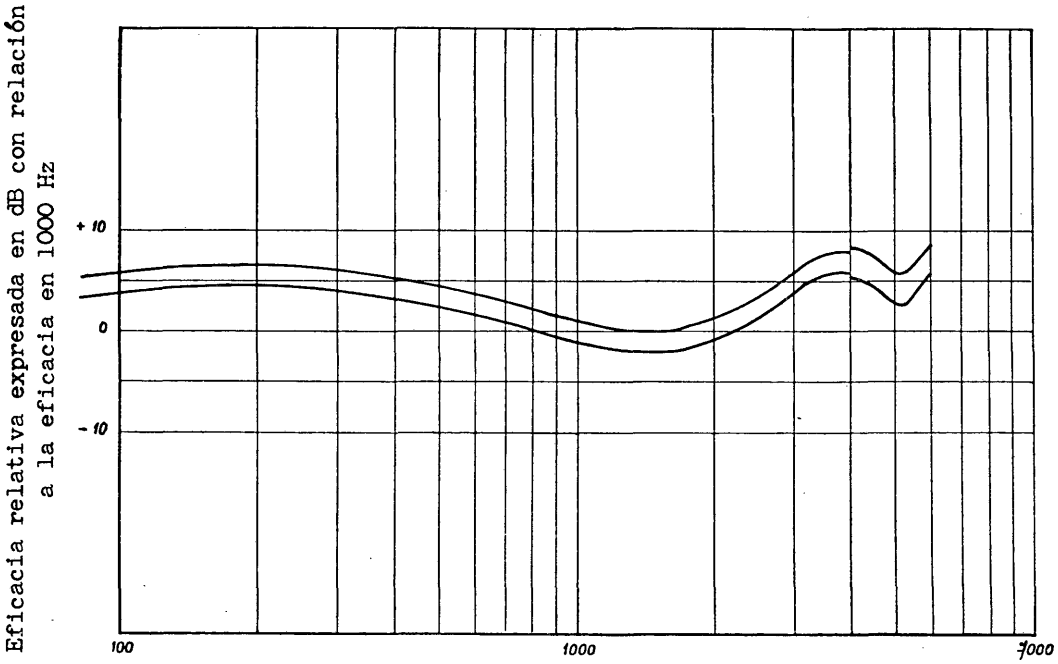


Figura 9.- Curvas de los límites entre los que debe estar comprendida la "eficacia-frecuencia" de los receptores del A.R.A.E.N. medida en las condiciones descritas en la Sección 5.- Receptores N.° 4026 A

Las características "eficacia-frecuencia" de los cuatro receptores deben permanecer dentro de los límites fijados (véase la figura 9); los receptores que están fuera de esos límites se devuelven al Servicio de la Administración británica.

Si las características "eficacia-frecuencia" de los cuatro receptores están dentro de los límites fijados, se considera un sólo receptor, y se determina la media de sus eficacias en las frecuencias 100, 300, 1000 y 2000 Hz. Este valor medio debe ser igual a +43,7 dB con relación a 1 baria por voltio. Para obtener este valor y para que todos los receptores tengan la misma eficacia, se insertan en cada receptor atenuaciones especiales por pasos de 0,25 dB.

8. Ajuste normal del A.R.A.E.N.

La eficacia teórica del A.R.A.E.N. está definida en la Sección D de la Recomendación P.41.

El Laboratorio del C.C.I.T.T. tiene en cuenta, al efectuar el ajuste de la ganancia del amplificador del sistema transmisor, las diferencias entre las características "eficacia-frecuencia" individuales de los micrófonos. Estas diferencias se determinan a base de los resultados de las mediciones de calibrado efectuadas periódicamente.

Bibliografía

W. KONIG: Annalen der Physik, Volumen 43, pág. 43 (1891).

E.J. BARNES y W. WEST: J.I.E.E., Volumen 65, pág. 871 (1927).

R.A. SCOTT: Proc. Roy. Soc. A., Volumen 183, pág. 296 (1945).

W. WEST: Proc. Phys. Soc. B., Volumen 62, pág. 437 (1949).

SUPLEMENTO N.° 10

(antiguo Anexo 19; citado en las Recomendaciones P.42, P.45 y P.52)

VOLÚMETRO DEL A.R.A.E.N. O VOLTÍMETRO VOCAL (SPEECH VOLTMETER)

Este aparato se ajusta a la especificación del indicador de volumen del S.F.E.R.T. (Anexo 18 del Tomo V del Libro Rojo, ediciones francesa o inglesa), salvo en lo que respecta al tiempo de integración y de retorno a cero, y al punto de referencia empleado para el calibrado del aparato. Los tiempos de integración y de retorno a cero especificados por el C.C.I.T.T. son de 200 milisegundos, en tanto que para el volúmetro del A.R.A.E.N. estos tiempos son aproximadamente de 100 milisegundos. La experiencia demuestra que este volúmetro, que tiene un tiempo de integración menor, es completamente satisfactorio para controlar el volumen de los sonidos vocales en las pruebas de nitidez. De ser necesario, puede obtenerse el tiempo de integración mayor especificado por el C.C.I.T.T. cambiando los miliamperímetros utilizados con este aparato.

La especificación del volumen del A.R.A.E.N. es la siguiente:

Tiempo de integración : 100 milisegundos

Tiempo de retorno a cero: 100 milisegundos

Graduación.- En decibelios. Las divisiones de la escala del instrumento indicador son de 1 dB entre -8 y +3 dB con relación a un punto de referencia definido más adelante.

Calibrado.- El aparato se calibra para indicar un número de decibelios con relación a una tensión de 1 voltio en 1000 Hz. Los controles de sensibilidad permiten obtener una indicación de 0 dB en el instrumento indicador para niveles de tensión comprendidos entre -50 y +30 dB con relación a 1 voltio en 1000 Hz.

Empleo.- a) Para medir el volumen de los sonidos vocales durante una conversación ininterrumpida.- El volúmetro está conectado al punto en que se quiere medir el volumen y se regulan los controles de sensibilidad de forma que la aguja del instrumento indicador alcance el punto de referencia (graduación "cero decibelio" de la escala de este instrumento) aproximadamente una vez cada tres segundos.

b) Para determinar la potencia vocal del operador que habla en las pruebas de nitidez.- El volúmetro se conecta al A.R.A.E.N. en un punto en que el volumen de los sonidos vocales debe corresponder a una tensión de 1 voltio. Se colocan en 0 los controles de sensibilidad de modo que el

aparato esté ajustado para indicar el volumen de referencia. El operador que habla enuncia entonces los logatomos (insertos en una frase adecuada) de forma que cada una de las sílabas preliminares de la fase de enlace produzca una desviación de la aguja del instrumento indicador, llevándola a la posición de referencia (0 dB en la escala graduada de este instrumento).

c) Para determinar la potencia vocal del operador que habla en las mediciones de equivalentes de referencia.- El volúmetro se conecta a la salida del sistema transmisor del N.O.S.F.E.R. Se ajustan en -10 dB los controles de sensibilidad del volúmetro, con lo que el aparato queda ajustado de forma que el 0 corresponde al "volumen normal para las mediciones telefonométricas". El operador que habla pronuncia entonces la frase convencional París, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun para que la aguja alcance esta graduación de referencia (0 dB).

Sobreoscilación del instrumento indicador.- Al aplicar una tensión sinusoidal, la desviación de la aguja no debe ser más de 0,1 dB superior a su desviación final.

Característica de funcionamiento en función de la frecuencia.- La sensibilidad del aparato para ondas sinusoidales en cualquier frecuencia comprendida entre 40 Hz y 12 000 Hz es la misma que en 1000 Hz con las siguientes tolerancias:

de 40 Hz a 12 000 Hz ..... $\pm$ 2 dB

de 150 Hz a 6 000 Hz ..... $\pm$ 0,5 dB

Ley de adición.- La ley de adición de las componentes en diversas potencias es cuadrática en un intervalo de $\pm$ 8 dB con relación a un punto de referencia (0 dB) del instrumento indicador.

Impedancia.- La impedancia de entrada del aparato es superior a 10 000 ohmios en toda la banda de frecuencia útil.

SUPLEMENTO N.° 11

(antiguo Anexo 20; citado en las Recomendaciones P.42 y P.52)

VOLÚMETRO NORMALIZADO EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, DENOMINADO MEDIDOR DE V.U.

(Traducción de la norma C.16.5.1942 "American recommended practice for volume measurements of electrical speech and program waves", adoptada el 6 de noviembre de 1942 por la American Standards Association)

Introducción

La radiodifusión, cuyo principal cometido es la transmisión de la palabra y de la música por circuitos metálicos y radioeléctricos, ha planteado el problema de medir las ondas eléctricas utilizadas para esa transmisión. Existen notables discrepancias entre las mediciones efectuadas por distintos organismos de radiodifusión con aparatos de construcción diversa.

El aparato descrito en la presente norma ha sido especialmente concebido para la radiodifusión y para los circuitos telefónicos que aseguran el servicio de interconexión entre las estaciones transmisoras de radiodifusión. Proporciona una correlación satisfactoria entre las mediciones hechas en condiciones normales de funcionamiento y presenta una característica dinámica que permite una lectura de la desviación de la aguja del instrumento de medida más rápida y precisa que con los anteriores tipos de volúmetros. Esta norma se refiere al indicador de volumen y a su modo de empleo.

Consideraciones generales

La presente norma se aplica a un aparato de medida de la magnitud de las ondas eléctricas con frecuencias vocales, como las que corresponden a la transmisión de la palabra y de la música.

La medición de las ondas complejas y no periódicas que se encuentran en las telecomunicaciones no puede expresarse de una manera sencilla en función de las nociones habituales de corriente eléctrica, de tensión eléctrica o de potencia. El concepto de "volumen" proporciona un método práctico de gran utilidad para el ingeniero de telecomunicaciones cuando se trata de asignar un valor numérico a la magnitud de las ondas eléctricas correspondientes a la transmisión de palabras y de música.

Se leen los valores del volumen y se anotan las desviaciones máximas de la aguja de un aparato llamado "volúmetro". Como la indicación que facilita el instrumento de medida de este aparato bajo la acción de ondas rápidamente variables depende mucho de sus características dinámicas, una norma aplicable a las mediciones de volumen debe incluir una especificación de estas características.

Hasta ahora ha sido costumbre expresar los valores medidos del volumen en forma de un número de decibelios por encima o por debajo de un "nivel de referencia", escogido entre determinado número de "niveles de referencia" variados y arbitrarios. La presente norma emplea un nuevo término, "unidades de volumen" (volume units, en abreviatura v.u.), para expresar el volumen en decibelios por encima o por debajo de un nivel de referencia determinado, cuya especificación forma parte de la norma.

Definiciones

Las siguientes definiciones se refieren al empleo de los términos que seguidamente se mencionan, cuando se aplican específicamente a las magnitudes y a los aparatos para las mediciones de volumen.

Volumen.- Se emplea para designar la magnitud de las ondas eléctricas correspondientes a la transmisión de palabras y música. Es la indicación de un aparato llamado "volúmetro norteamericano", definido seguidamente, que tiene una característica dinámica y otras características específicas, calibrado y en el que se hacen las lecturas según una manera prescrita.

Volúmetro.- Es el aparato empleado para indicar el volumen. Un volúmetro conforme a la norma norteamericana debe tener las características señaladas en el párrafo titulado "especificación del volúmetro norteamericano".

"Unidad de volumen" (v.u., generalmente escrito con letras minúsculas).- Se emplea esta expresión para designar el valor numérico del volumen. El volumen, expresado en "unidades de volumen", es numéricamente igual a la magnitud relativa de las ondas consideradas, expresada en decibelios por encima o por debajo del "volumen de referencia norteamericano"[1], definido a continuación.

No debería emplearse la expresión "unidad de volumen" para expresar resultados de mediciones de ondas complejas efectuadas con aparatos de características diferentes a las del volúmetro norteamericano normalizado.

Volumen de referencia norteamericano.- Es la base del sistema de medición del volumen. El "volumen de referencia norteamericano" es la magnitud de las ondas eléctricas, correspondiente a la transmisión de palabras o de música, que da una lectura de cero unidades de volumen en un volúmetro cuyas características y método de lectura se describen en la presente norma, y que está calibrado de manera que indique cero unidades de volumen

---

[1] Se observará que el "volumen de referencia norteamericano" difiere del "volumen de referencia" definido por el C.C.I.T.T.

para una onda sinusoidal en régimen permanente, de frecuencias 1000 Hz, cuya potencia sea de un milivatio en 600 ohmios [1].

Desviación de referencia.- Desviación de la aguja del instrumento de medida, correspondiente a un punto de la escala graduada de este instrumento en el cual, o cerca del cual, se tiene normalmente la intención de hacer las lecturas.

Especificación del volúmetro norteamericano

El volumen se mide con un volúmetro (indicador de volumen), aparato que debe ajustarse a las siguientes especificaciones y emplearse según el método descrito a continuación.

Partes constitutivas.- Consta por lo menos de dos partes:

a) Un instrumento de medida,

b) Un atenuador.

Característica dinámica.- Si se aplica bruscamente una tensión sinusoidal de frecuencia comprendida entre 35 y 10 000 Hz, con una amplitud tal que en régimen permanente produzca la "desviación de referencia" antes definida, la aguja del instrumento de medida deberá alcanzar la graduación correspondiente a un 99% de la "desviación de referencia" en 0,3 segundos $\pm$ un 10%, y deberá rebasar seguidamente la "desviación de referencia" un 1% como mínimo y un 1,5% como máximo. El tiempo necesario para que la aguja del instrumento de medida vuelva a su posición de reposo, cuando se suprime la tensión sinusoidal, no deberá diferir mucho de esta "duración de funcionamiento".

Característica de funcionamiento en las diversas frecuencias.- La sensibilidad del volúmetro no deberá desviarse de la sensibilidad en 1000 Hz más de 0,2 dB entre 35 y 10 000 Hz, ni más de 0,5 dB entre 25 y 16 000 Hz.

Funcionamiento bajo la acción de ondas complejas.- El funcionamiento bajo la acción de ondas complejas, de amplitud tal que produzcan la "desviación de referencia" cuando se realiza la lectura como se indica más adelante, debe ser equivalente al funcionamiento del conjunto de un instrumento de medida en corriente continua y de un rectificador, cuya curva característica tenga por exponente 1,2 $\pm$ 0,2.

---

[1] Se observará que el"volumen de referencia norteamericano" difiere del "volumen de referencia" definido por el C.C.I.T.T.

Simetría.- La indicación del instrumento de medida debe ser independiente de la polaridad con la que se aplican las ondas al volúmetro, cuando se miden ondas de forma disimétrica. Pueden obtenerse tales características empleando un instrumento de medida de corriente continua, asociado a un rectificador de onda entera.

Graduación de la escala del instrumento de medida.- El punto de la desviación de referencia antes definida deberá indicarse netamente, de manera apropiada. El resto de la escala deberá graduarse en "unidades de volumen" por encima y por debajo de la desviación de referencia (véase también más adelante el apartado "escala graduada").

Atenuador.- El atenuador es normalmente de un tipo regulable y su control de ajuste deberá graduarse en "unidades de volumen".

Calibrado.- El instrumento de medida de un volúmetro correctamente calibrado dará la desviación de referencia, con el atenuador ajustado en cero cuando se conecta el volúmetro a un generador de fuerza electromotriz sinusoidal regulado para desarrollar una potencia de 1 milivatio en una resistencia de 600 ohmios, o con el atenuador regulado en n "unidades de volumen" cuando la potencia de calibrado corresponda a n decibelios por encima de 1 milivatio.

Método de lectura del volúmetro.- La indicación del instrumento de medida viene determinada por las desviaciones máximas que producen durante 1 minuto aproximadamente para las transmisiones radiofónicas, o durante un tiempo más corto (por ejemplo, 5 a 10 segundos) para las conversaciones telefónicas, con exclusión de no más de 1 ó 2 desviaciones ocasionales de amplitud desacostumbrada.

Por lo general el volúmetro se conecta en derivación al circuito en un punto en que la impedancia es de 600 ohmios, y se ajusta el atenuador hasta que las desviaciones de la aguja del instrumento de medida, leídas según antes se dice, alcancen justamente el punto de la escala graduada correspondiente a la desviación de referencia. El volumen, en "unidades de volumen", viene dado por la graduación del control de ajuste del atenuador correspondiente al ajuste así obtenido. Si, por cualquier razón, la desviación de la aguja llega a un punto de la escala graduada distinto del que corresponde a la desviación de referencia, el volumen viene dado por la suma algebraica del valor en que está ajustado el atenuador y de la desviación real de la aguja leída en la escala graduada del instrumento de medida.

Cuando la impedancia del circuito en el punto en que se conecta el instrumento es distinta de 600 ohmios, debe corregirse el volumen indicado, para tener en cuenta esta diferencia de impedancia mediante la siguiente relación:

La corrección (que ha de efectuarse) es, en "unidades de volumen",

$$10 \log_{10} \frac{600}{|Z|}$$

siendo |Z| el módulo de la impedancia real en el punto de medida.

Características de construcción recomendables para el volúmetro

Los puntos siguientes no son especificaciones esenciales que formen parte de la presente norma, sino características de construcción recomendables.

Impedancia.- El volúmetro se emplea normalmente en derivación en el circuito con el que se utiliza y, en tal caso, su impedancia debe ser lo bastante elevada para no modificar excesivamente las ondas transmitidas por ese circuito. Es recomendable que su impedancia sea por lo menos igual a 7500 ohmios, cuando se emplea en un circuito de impedancia igual a 600 ohmios.

Distorsión armónica.- Cuando el volúmetro está conectado a un circuito simple, puramente resistivo, por el que se transmite una onda sinusoidal de frecuencia comprendida entre 25 y 8000 Hz, la suma cuadrática de las armónicas producidas no debería exceder de un 0,2%.

Aptitud para soportar una sobrecarga.- Debido a las grandes variaciones de amplitud a que este volúmetro puede estar sujeto, debería poder soportar sobrecargas mayores que las previstas para aparatos de medida corrientes. Según una especificación a menudo empleada, el volúmetro debe poder soportar, sin daño ni alteración del equilibrado, una sobrecarga momentánea 10 veces superior a la tensión correspondiente a la desviación de referencia y una sobrecarga continua 5 veces superior a esa tensión.

Escala graduada.- El punto de la desviación de referencia deberá estar comprendido entre los 2/3 y los 3/4 de la escala. Además de la escala graduada en "unidades de volumen", conviene que el instrumento de medida tenga otra escala graduada de 0 a 100, proporcional a la tensión, en la que el punto 100 coincida con el punto correspondiente a la desviación de referencia. En las figuras 1 y 2 figuran ejemplos de los dos tipos de escalas generalmente empleados.

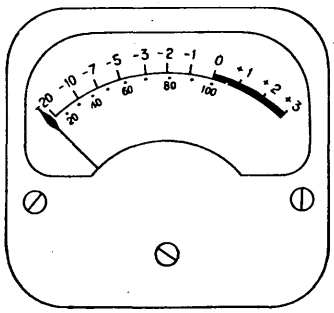


Figura 1

Escala graduada en "unidades de volumen" (v.u.).

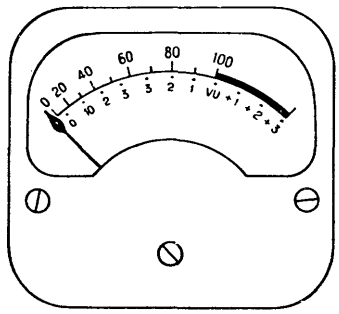


Figura 2

Escala graduada de 0 a 100. De utilidad para indicar el porcentaje de empleo de los circuitos y equipos; utilizada en general por los principales organismos de radiodifusión.

SUPLEMENTO N.° 12

(antiguo Anexo 21; citado en la Recomendación P.52)

INDICADOR DE CRESTA EMPLEADO POR LA BRITISH BROADCASTING CORPORATION

Descripción

Se trata de un aparato destinado a registrar las amplitudes de cresta de las señales de forma de onda compleja que se encuentran en las transmisiones radiofónicas de palabra y de música. Consta de un instrumento indicador del tipo de aguja de 3 1/4 pulgadas de diámetro (unos 8,3 cm) con una escala sencilla blanca sobre fondo negro. Esta escala es logarítmica y abarca un intervalo de 26 decibelios en seis escalones, con un tiempo de registro relativamente breve, en tanto que el tiempo de retorno a cero es muy largo.

Se ha escogido este tipo de instrumento indicador para permitir hacer con la vista lecturas rápidas y precisas; la escala es blanca sobre fondo negro para cansar menos la vista. A pesar de que este instrumento es esencialmente un voltímetro de cresta, la velocidad de registro se ha limitado deliberadamente a un valor inferior al que podría fácilmente obtenerse, por la siguiente razón: La aptitud del oído para apreciar las distorsiones debidas a la sobrecarga en un sistema para transmisiones radiofónicas depende de la duración de las altitudes de cresta consideradas; por consiguiente, no sólo sería innecesario impedir que crestas de duración muy limitada alcancen una amplitud inferior al punto de sobrecarga sino que esta práctica tendría como consecuencia reducir en general el índice de modulación por debajo del valor que impone el empleo económico de este sistema.

Se ha hecho que el tiempo de retorno a cero de ese instrumento sea suficientemente largo para que la vista pueda observar sin fatiga la indicación del valor de cresta alcanzado; sin embargo, es lo bastante rápido para permitir registrar con precisión crestas subsecuentes de valor inferior.

Realización de los circuitos

El instrumento indicador está accionado por un amplificador que comprende un paso separador de alta impedancia de entrada, un rectificador de diodo de onda de cresta completa y un pentodo de pendiente variable que proporciona las indicaciones según una escala logarítmica.

Las constantes de tiempo del rectificador de cresta son, respectivamente, de 2,5 milisegundos en la carga y de 1 segundo en la descarga, a fin de dar las características que a continuación se especifican siendo posible ajustar correctamente la ley de indicación de la escala haciendo variar los potenciales de los electrodos del pentodo de pendiente variable.

El instrumento indicador mismo es un instrumento de funcionamiento rápido y de escasa inercia cuya posición de reposo corresponde al extremo de la derecha de la escala; esto se debe a que la ausencia de señal a la salida del pentodo de pendiente variable corresponde a la desviación máxima de la escala y la tensión a la salida de este pentodo hace que la aguja se desvíe hacia la izquierda. La escala comprende 7 divisiones numeradas de 1 a 7; cada intervalo entre dos divisiones representa 4 dB, excepto el intervalo inferior, que representa 6 dB.

Características específicas y su medición

El aparato tiene un tiempo de establecimiento que, para un impulso cuadrado de 4 ms, se registra el 80% de su valor de cresta, en tanto que el tiempo de retorno a cero es tal que la aguja pasa de 7 a 1 (es decir, una diferencia de 26 dB) en 3,0 $\pm$ 0,5 segundos. Se comprueba el tiempo de establecimiento mediante el impulso de tensión que aparece en los terminales de una resistencia de 600 ohmios cuando se descarga a través de esta resistencia un condensador de 5 microfaradios. El condensador se carga con la tensión de cresta de una onda sinusoidal en régimen permanente que haría desviar el instrumento indicador hasta la división 6, y este impulso debe hacer desviar al instrumento indicador hasta la división 4 $\pm$ 1 dB.

El instrumento indicador tiene que desviarse hasta un 97% de la escala cuando se aplica a un condensador de 10 microfaradios en serie con una resistencia de 10.000 ohmios y con este instrumento, una tensión que, de estar el condensador en corto-circuito, ocasionaría una desviación igual al máximo de la escala. Además, cuando esta tensión se aplica bruscamente, estando el condensador en corto-circuito, la aguja del instrumento indicador no debe rebasar más de un 5% el máximo de la escala.

Empleo

El indicador de cresta sirve generalmente para comprobar un programa de volumen "cero" en un circuito de 600 ohmios. Esto supone que una onda sinusoidal en régimen permanente de 0,775 voltios debe corresponder a un índice de modulación de 40% para el sistema de transmisión, y que puede ajustarse el indicador de cresta de manera que su indicación corresponda a la división 4 en estas condiciones. Por consiguiente, la división 6 corresponde a una modulación de 100%, de suerte que se ven inmediatamente crestas de 20 dB o más por debajo de este nivel y pueden medirse sobrecargas de 4 dB.

SUPLEMENTO N.° 13

(antiguo Anexo 22; citado en la Recomendación P.52)

INDICADORES DE AMPLITUD MÁXIMA DE LOS TIPOS U 21 Y U 71 UTILIZADOS EN LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

Aplicación

El indicador de amplitud máxima que a continuación se describe es apropiado para vigilar la tensión de cresta durante la transmisión de un programa radiofónico. Por esta razón, es de especial utilidad cuando hay que evitar una sobrecarga de los equipos de transmisión o controlar la dinámica de la transmisión, por ejemplo, en los estudios, en los extremos de entrada y salida de un circuito de transmisión radiofónica, o en ciertos puntos intermedios y a la entrada de un transmisor.

Características generales

Para poder seguir el rápido aumento de la amplitud de la tensión durante una transmisión radiofónica, el tiempo de integración del indicador es muy corto. El tiempo de retorno a cero de la aguja es relativamente grande a fin de poder observar fácilmente las puntas de tensión muy breves. El instrumento indicador, provisto de un punto luminoso, tiene, por consiguiente, un tiempo de establecimiento corto. Pueden conectarse varios instrumentos indicadores secundarios y un registrador. La escala dispuesta aproximadamente en forma logarítmica, está calibrada en neperios o en decibelios. Una escala suplementaria está calibrada en porcentajes (100% corresponde a la tensión útil más elevada). La banda de frecuencias es algo mayor que la recomendada por el C.C.I.T.T. para los circuitos normales para transmisiones radiofónicas. La impedancia de entrada, con relación a 600 ohmios, es tan elevada que puede despreciarse el error debido a la aplicación a un circuito del indicador de amplitud máxima.

Valores específicos

Banda de frecuencias	30 a 15.000 Hz
Impedancia de entrada	superior a 30.000 ohmios
Gama dinámica	1: 300
correspondiente a	0,3 a 100%
(hay una gama adicional, en rojo, de 100% a 180%, que sirve de gama de sobrecargas)	

Tensión de entrada para 100% (correspondiente a 8 ó 32 milivatios en una resistencia de 600 ohmios)	2,2 ó 4,4 voltios valor eficaz[1] conmutable
Variación de la indicación en función de la frecuencia en un 100%	inferior a ± 10% con relación al valor medido en 800 Hz
Característica del rectificador	lineal
Tiempo de integración en caso de aplicación brusca de una tensión sinusoidal correspondiente a 100%	
para alcanzar 80%	unos 5 milisegundos
para alcanzar 90%	unos 10 milisegundos
Tiempo de establecimiento para alcanzar 99%	unos 80 milisegundos
Tiempo de retorno de 100% a 10% en caso de desconexión brusca de una tensión sinusoidal	aproximadamente 1 ó 2 segundos, conmutable
Sobreoscilación de la aguja	10% como máximo
Alimentación	sector 40 a 60 Hz, 110 ó 220 voltios, 55 vatios aproximadamente

1) Algunas administraciones han fijado otros valores para la tensión en los puntos de control; por otra parte, existen en Alemania indicadores de amplitud máxima para, por ejemplo, tensiones de entrada de 1,55 ó 3,1 voltios.

SUPLEMENTO N.º 14

(antiguo Anexo 23; citado en las Recomendaciones P.42 y P.52)

COMPARACIÓN DE LAS LECTURAS HECHAS DURANTE UNA CONVERSACIÓN CON VOLÚMETROS DE TIPOS DIFERENTES

(Pruebas efectuadas por la Administración británica)

1. Especificación de un volúmetro clásico

La lectura hecha en un volúmetro de tipo clásico que comprenda un voltímetro equipado de rectificadores puede definirse mediante las siguientes especificaciones:

1. Nivel (o tensión) de referencia en una frecuencia pura (por ejemplo 1 kHz), que define el punto "cero dB".

2. Tiempo de integración, definido por el tiempo necesario para que un impulso sinusoidal de amplitud constante produzca una desviación de la aguja igual al 63% de la desviación que se hubiera obtenido aplicando al aparato la misma amplitud en régimen permanente. Puede también especificarse, si se desea, el tiempo de establecimiento 99% ó 90%; se trata entonces del tiempo necesario para que, después de aplicar una onda sinusoidal de amplitud constante, la aguja alcance el 99% (o el 90%) de su desviación final. La relación entre el tiempo de integración y el tiempo de establecimiento es bastante complicada, pues depende también de la sobreoscilación.

3. Sobreoscilación; a menos que el amortiguamiento del aparato de medida sea igual o superior al valor crítico, la desviación de la aguja será superior al valor de su desviación final.

4. Ley de rectificación; para una semialternancia, puede expresarse la relación entre las magnitudes a la entrada y a la salida (valores instantáneos) del rectificador mediante:

$$A_{\text{salida}} = \text{Cte} \times (B_{\text{entrada}})^{k}$$

Es fundamental que la rectificación se efectúe en la onda completa, pues las formas de onda de las señales vocales son frecuentemente disimétricas.

5. Manera de interpretar la desviación de la aguja del instrumento de medida.

2. Efectos de las variables físicas

Para un método dado de interpretación de las lecturas (de hecho, se trata del método recomendado por el C.C.I.T.T.- véase más adelante), los efectos de las variables físicas 2, 3 y 4, mencionados en el punto 1, pueden resumirse como sigue.

Para un tiempo de integración (2) y una ley de rectificación (4) dados, la influencia de una variación de la sobreoscilación entre 0 (amortiguamiento crítico) y 5% (valor práctico) es totalmente despreciable.

La influencia del tiempo de integración es la siguiente, expresándose la lectura en función de la efectuada para un tiempo de integración de 100 ms:

100 ms	150 ms	200 ms	250 ms	300 ms
0	-0,6 dB	-1,2 dB	-1,9 dB	-2,6 dB

Esta relación es prácticamente la misma, se efectúe la medición en señales de telefonía de alta calidad o en señales de telefonía comercial.

La influencia de la ley de rectificación (4) no es completamente independiente del tipo de las señales vocales. Los resultados siguientes están expresados con relación a las lecturas hechas para k = 2.

k	2,0	1,5	1,0
Telefononía de alta calidad	0	-1,1 dB	-2,8 dB
Señales vocales procedentes de un aparato telefónico de la Administración británica	0	-1,6 dB	-3,6 dB

3. Comparación entre algunos volúmetros clásicos

Hemos estudiado tres tipos importantes de volúmenes clásicos:

A. El indicador del volumen del S.F.E.R.T., descrito en el Anexo 18 del Tomo V del Libro Rojo;

B. El voltímetro vocal británico, idéntico al voltímetro del A.R.A.E.N., descrito en el Suplemento N.° 10 al presente trabajo.

C. El medidor de v.u. (Estados Unidos de América), descrito en el Suplemento N.° 11.

Cuando se trata de mediciones de una conversación corriente y no de logatomos o de frases convencionales, se especifica, si las medidas se efectúan con aparatos de tipo A y B, que las indicaciones se interpreten según el método recomendado por el C.C.I.T.T., a saber, ajustando la escala de sensibilidad del aparato de forma que la aguja llegue al punto de referencia cada tres minutos por término medio. En cambio, con el aparato de tipo C los valores de volumen se leen tomando la media de las desviaciones extremas cada 10 segundos, poco más o menos con exclusión de los dos o tres valores más elevados.

Naturalmente, la interpretación de una lectura única está sujeta a error por parte del elemento humano; para un observador dado, puede suceder (en un caso extremo) que el 5% de las lecturas difiera 2 dB del valor medio obtenido por este observador en un número muy grande de observaciones de la misma muestra de conversación. Además, un mismo observador puede incurrir en todas sus lecturas en errores que son sistemáticamente de un signo dado; incluso con un observador entrenado se ha observado una gama de variaciones de 4 dB. La Administración británica ha comprobado que la magnitud de los errores es más o menos la misma con los dos métodos de interpretación.

Los dos métodos de interpretación de las desviaciones dan resultados que difieren aproximadamente 3 dB (el método recomendado por el C.C.I.T.T. da siempre lugar a las lecturas más elevadas).

El cuadro que figura a continuación da las lecturas obtenidas con los tres tipos de aparatos, así como los valores de sus constantes físicas. Se han sacado las medias de las lecturas para cierto número de personas que hablan y para cierto número de observadores entrenados; el margen de error de los valores medios es aproximadamente de $\pm$ 1 dB; son válidos para las señales vocales producidas por los aparatos telefónicos de la Administración británica.

Aparato de medida	Volumen de referencia cero	Tiempo de integración (ms)	Sobreoscilación (%)	Tiempo de establecimiento en 99% (en ms)	Características del rectificador (exponente K)	Método de lectura	
						Método del C.C.I.T.T.	Método del medidor de v.u.
Voltímetro vocal de la Administración británica	1 voltio	100	2,5	230	2	0	--
Indicador de volumen del S.F.E.R.T.	6 mW en 600 ohmios	200	0 a 5	(410 a 650) según la sobreoscilación	2	-6,8	--
Medidor de v.u.	1 mW en 600 ohmios	(120)	1 a 1,5	300	1,4	--	-3,2

Observación.- Las cifras entre paréntesis son aproximadas.

Estas relaciones son válidas tanto en el caso de una transmisión continua de palabra (por ejemplo, la lectura de un pasaje de un libro) como en el de una conversación telefónica (naturalmente en este último caso no se tienen en cuenta los periodos de silencio). No se aplican, en cambio, al caso de palabras o sílabas aisladas que se utilizan para las pruebas de nitidez, ni al de frases convencionales hechas (como "can con by dace also" o "París, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun") que se emplean en las pruebas de equilibrios sonoros.

En ciertas mediciones es difícil eliminar el efecto de los periodos de silencio durante la conversación, y de ahí que las relaciones se hayan detenido únicamente en una transmisión continua de palabra.

El indicador de cresta de la British Broadcasting Corporation (B.B.C.) (Suplemento N.° 12) da lecturas 1 ó 2 dB superiores al nivel de 99% anteriormente señalado. Se observará que, a pesar de los movimientos al parecer más lentos de la aguja de este instrumento, sus lecturas están sujetas aproximadamente al mismo tipo de error accidental que las del voltímetro vocal de la Administración británica y del medidor de v.u. norteamericano; lo mismo cabe decir del error sistemático del observador.

Medición	Enlace	
	Alta calidad	Calidad comercial (aparatos de la Administración británica)
Lectura en el voltímetro vocal	0	0
Valor cuadrático medio en una prueba de gran duración (en dB con relación a 1 V)	-6,9	-8,2
Nivel no rebasado durante el 99% del tiempo de una prueba de gran duración (en dB con relación a 1 V)	+5,1	+6,0

4. Eliminación de errores debidos al observador

En muchos trabajos de laboratorio no son aceptables los errores debidos al observador, y por ello la Administración británica, desde hace algunos años, utiliza un equipo electrónico que interpreta objetivamente las variaciones de una magnitud eléctrica análogas al movimiento de la aguja de un volúmetro. La descripción de este equipo figura en el artículo citado en la referencia; de ese mismo artículo se ha extraído la información facilitada más arriba.

Referencia.- J. N. SHEARME y D. L. RICHARDS: The measurement of speech level P.O.E.E.J., 47, pág. 159 (1954).

SUPLEMENTO N.° 15

(antiguo Anexo 6; citado en la Recomendación P.42)

EXTRACTO DE UN ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS OBSERVADAS ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS DISTINTOS MIEMBROS DE UN EQUIPO DE OPERADORES EN LA COMPARACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS SONIDOS

(Contribución de la Administración del Reino Unido)

1. Introducción

Las comparaciones de la intensidad de los sonidos se hacen generalmente por un equipo de tres a seis personas, en el que cada una desempeña alternativamente el papel de operador que habla y el de operador que escucha. Con un equipo de tres personas hay, pues, 6 combinaciones posibles; con un equipo de cinco, 20 y con un equipo de seis, 30.

Aunque los miembros del equipo pueden recibir un entrenamiento preliminar y adquirir una experiencia considerable, conservan diferencias individuales características, tanto en su papel de "operador que escucha", como en el de "operador que habla". Es más, esas diferencias individuales tienden a cambiar ligeramente durante un periodo de algunas semanas; a veces se observa un cambio muy considerable y, cuando así sucede, cabe generalmente atribuirlo a una causa física bien precisa.

Los métodos siguientes, si se utilizan con regularidad, permitirán mantener en observación las actividades de cada uno de los miembros del equipo y descubrir a tiempo cualquier cambio anormal, y observar, asimismo, las diferencias entre los resultados obtenidos por los distintos miembros del equipo, diferencias que, aunque normalmente existentes, pueden pasar desapercibidas si se conserva un mismo equipo durante mucho tiempo. Estos efectos, si no se descubren, pueden llevar a una interpretación muy errónea de los resultados obtenidos.

2. Método

El método de análisis se ilustrará primero con un sencillo ejemplo extraído de las mediciones mencionadas en el Informe técnico N.° 257.

Los valores individuales para el equilibrio de la intensidad de los sonidos para el equivalente de referencia del sistema transmisor del A.R.A.E.N. (prueba 1) se distribuyen según se indica en el Cuadro 1.

En un cuadro de esta forma, la separación de los efectos de las personas que hablan y los de las personas que escuchan se complica como

consecuencia de la "diagonal ausente". Yates ha ideado un método para tratar este problema (Annals of Eugenics, 1, página 121, 1936) cuya descripción figura en varios manuales que se ocupan de diversos métodos estadísticos, con el título "Balanced incomplete blocks"; para el caso que nos ocupa, constituye una buena referencia el trabajo de Brownlee, Industrial Experimentation, Her Majesty Stationery Office, 4.ª edición 1949, página 147.

Cuadro 1

Resultados individuales "operador que habla"/"operador que escucha"

Operador que habla	Operador que escucha						Suma T	Q_T	V_T dB
	Mk	Lv	El	Ik	Cz	Ct			
Mk		−2	−3	−1	−4	−2	−12	−11	−0,46
Lv	−3		−5	−4	+2	+1	− 9	−13	−0,54
El	+4	−2		−5	−1	0	− 4	+ 7	+0,29
Ik	+3	−3	0		−1	+1	0	+27	+1,12
Cz	+1	−3	−5	−4		+1	−10	−10	−0,42
Ct	0	−2	−4	−3	0		− 9	0	0
Suma L	+5	−12	−17	−17	−4	+1	−44	0	−0,01
Q_L	+57	−25	−45	−41	+14	+40	0		
V_L dB	+2,38	−1,04	−1,88	−1,71	+0,58	+1,67	0		

Media general = -44/30 = -1,47 dB

La explicación de la formación de las tres últimas líneas y de las tres columnas que completan aquéllas en que se encuentran las cifras observadas es la siguiente:

Los resultados T y L se obtienen sumando las cifras de cada línea o columna sin tener en cuenta las casillas vacías.

Cuadro 2

Valores de V_T y de V_L, equivalente de referencia del A.R.A.E.N. con relación al S.F.E.R.T.

Sistema	Miembro del equipo	Sin filtro									
		V_T					V_L				
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Media	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Media
A.R.A.E.N. en la transmisión	Mk	−0.46	−0.38	+0.62	+0.83	+0.16	+2.38	+2.62	+1.46	+0.50	+1.74
	Lv	−0.54	−0.71	+0.42	−0.04	−0.22	−1.04	−0.04	+0.42	−0.88	−0.38
	El	+0.29	+0.71	+0.08	−0.08	+0.25	−1.88	−2.96	−3.25	−2.08	−2.54
	Ik	+1.12	−0.33	−0.17	+0.33	+0.24	−1.71	−2.17	+0.50	+1.00	−0.59
	Cz	−0.42	+0.46	+0.21	+1.38	+0.41	+0.58	+1.79	+1.38	+2.21	+1.49
	Ct	−0.01	+0.25	−1.17	−2.42	−0.83	+1.67	−0.75	−0.50	−0.75	+0.29
	R.E.	−1.47	−2.10	−2.33	−1.93	−1.96	−1.47	−2.10	−2.33	−1.93	−1.96
A.R.A.E.N. en la recepción	Mk	−1.42	+0.54	+0.33	−0.50	−0.26	+0.25	+1.71	+0.17	0.0	+0.53
	Lv	+0.25	−0.88	+0.62	+0.21	+0.05	−0.42	−0.38	−0.38	−0.46	−0.41
	El	+0.46	−1.17	−0.42	−0.17	−0.32	+0.62	+0.17	−0.58	−1.33	−0.28
	Ik	−0.42	+0.62	+1.08	+1.29	+0.64	−2.75	−1.88	−1.08	−0.04	−1.44
	Cz	+0.33	+0.08	+0.17	+0.04	+0.16	0.0	−0.58	+0.33	+0.71	+0.11
	Ct	+0.79	+0.79	−1.79	−0.88	−0.27	+2.29	+0.96	+1.54	+1.12	+1.48
	R.E.	+5.47	+5.80	+5.30	+4.90	+5.36	+5.47	+5.80	+5.30	+4.90	+5.36
A.R.A.E.N. sistema completo	Mk	−1.58	−1.04	+2.83	+0.71	+0.23	+3.75	+2.29	+2.0	+1.04	+2.27
	Lv	0.0	+0.38	+0.58	−0.42	+0.14	−0.33	−0.62	−2.25	−2.58	−1.45
	El	−0.25	−0.04	−0.88	−0.12	−0.32	−1.58	−1.71	−3.54	−3.12	−2.49
	Ik	−0.17	−0.25	0.0	+1.42	+0.25	−4.17	−2.75	+1.83	+0.58	−1.12
	Cz	+1.46	+1.08	−1.0	−0.29	+0.31	+0.96	+0.92	+0.83	+2.04	+1.19
	Ct	+0.54	−0.12	−1.54	−1.29	−0.60	+1.38	+1.38	+1.12	+2.04	+1.60
	R.E.	+3.33	+3.30	+3.37	+2.90	+3.22	+3.33	+3.30	+3.37	+2.90	+3.22

Cuadro 2

Valores de V_T y de V_L, equivalente de referencia del A.R.A.E.N. con relación al S.F.E.R.T.

Con filtro										Miembro del equipo	Sistema
V_T					V_L						
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Media	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Media		
−0.58	−1.00	+0.92	+0.79	+0.03	+0.92	+1.33	−0.42	−2.04	−0.05	Mk	A.R.A.E.N. en la transmisión
+1.58	+0.25	−0.58	+0.54	+0.45	−0.25	−1.42	−1.92	−2.29	−1.47	Lv	
−1.29	−0.67	−1.00	+0.75	−0.55	−1.62	−2.0	−1.00	−0.25	−1.22	El	
+0.96	−0.12	+0.67	−0.29	+0.30	−2.38	−1.29	+0.08	+0.54	−0.70	Ik	
−0.79	+0.25	−0.08	−0.12	−0.19	+0.88	+0.58	+2.83	+4.38	+2.10	Cz	
+0.12	+1.29	+0.88	−1.67	−0.04	+2.46	+2.79	+0.42	−0.33	+1.33	Ct	
+3.77	+3.47	+3.40	+4.0	+3.66	+3.77	+3.47	+3.40	+4.0	+3.66	R.E.	
−0.33	−1.50	+0.50	+0.21	−0.28	+2.67	+3.0	−1.17	−1.29	+0.80	Mk	A.R.A.E.N. en la recepción
−0.62	+1.04	+0.42	−1.58	−0.19	−0.79	−2.29	−0.58	−1.25	−1.23	Lv	
−0.50	−1.08	+1.25	+1.21	+0.22	−1.17	−0.92	−0.42	−2.29	−1.20	El	
+2.42	−0.17	+0.46	+1.08	+0.95	−3.58	−3.33	+0.62	+1.08	−1.30	Ik	
+0.54	+0.62	−0.88	−0.08	+0.05	+1.04	+0.62	−0.04	+2.25	+0.97	Cz	
−1.50	+1.08	−1.75	+0.83	−0.75	+1.83	+2.92	+1.58	+1.50	+1.96	Ct	
+8.87	+8.10	+8.47	+8.13	+8.40	+8.87	+8.10	+8.47	+8.13	+8.40	R.E.	
−0.79	−2.96	+0.21	+1.75	−0.45	+1.38	+3.21	−0.79	−0.92	+0.72	Mk	A.R.A.E.N. sistema completo
+0.21	+1.29	−0.38	−0.04	+0.27	−0.62	−1.54	−1.71	−1.88	−1.44	Lv	
−0.96	+0.29	+1.17	−0.12	+0.09	−2.46	−0.54	−2.0	−2.39	−2.07	El	
+0.88	−0.58	+0.75	+0.21	+0.31	−4.29	−3.92	+0.92	+2.38	−1.23	Ik	
+1.21	+2.54	+0.38	+0.12	+1.06	+3.38	+1.71	+2.04	+1.96	+2.27	Cz	
−0.54	−0.58	−2.12	−1.92	−1.29	+2.62	+1.08	+1.54	+1.75	+1.75	Ct	
+6.67	+8.60	+6.83	+7.07	+7.29	+6.67	+8.60	+6.83	+7.07	+7.29	R.E.	

La suma Q_T se obtiene como sigue:

5 (suma T correspondiente) + (suma L para la columna en que figura la casilla vacía en la línea de que se trata) - total general.

Así, para la línea primera se tiene:

$$Q_T = 5\ (-12) + (+5) - (-44) = -11$$

Q_L se obtiene de la manera correspondiente: así, para la primera columna:

$$Q_L = 5\ (+5) + (-12) - (-44) = +57$$

Como comprobación: $\Sigma\, Q_T = 0$

$$\Sigma\, Q_L = 0$$

V_T y V_L son iguales a 1/24 de las Q_T o Q_L correspondientes.

Como comprobación: $\Sigma\, V_T = 0$

$$\Sigma\, V_L = 0$$

salvo que los errores resultantes del redondeo de los últimos decimales, como es el caso aquí para $\Sigma\, V_T$, pueden dar una ligera diferencia residual. Cuando el número de "operadores que hablan" y de "operadores que escuchan" es distinto de seis, los valores de los coeficientes son diferentes: en el apéndice puede verse una fórmula general.

Las cantidades V_T y V_L representan las divergencias para cada persona que habla o que escucha con la media general una vez corregidas para tener en cuenta el valor ausente en la diagonal. Así, para Mk (operador que habla), el resultado medio corregido cuando se determina la media para todos los "operadores que escuchan", incluido Mk, sería:

$$-1{,}47-0{,}46 = -1{,}93 \text{ dB},$$

y para Mk, en el papel de operador que escucha, la media calculada para todos los operadores que hablan, incluido Mk, sería

$$-1{,}47+2{,}38 = +0{,}91 \text{ dB}$$

Como en este ejemplo se observa normalmente que V_T varía menos que V_L.

Por el análisis de la variancia (descrita por Brownlee) es posible distinguir una variancia de error y determinar así un intervalo de confianza para V_T y V_L. Con una sola serie de resultados, como la del anterior

Cuadro 1, el intervalo sería bastante grande (tal vez $\pm$ 1,5 dB para una confianza de 95%), y por ello raramente es ventajoso efectuar los cálculos precedentes para una sola serie aislada de, por ejemplo, 30 equilibrios. No por ello dejaría de observarse en el ejemplo anterior que Mk, El e Ik se han desviado considerablemente de la media como "operadores que escuchan".

3. Aplicación

3.1 Equivalente de referencia del A.R.A.E.N.

Las ventajas del método anteriormente descrito se aprecian sobre todo si se examinan conjuntamente varias series de resultados. Se han utilizado, por ejemplo, cuatro secuencias de mediciones de equivalente de referencia del A.R.A.E.N., (véanse los Informes técnicos N.os 257 y 257 ter, Cuadros 1, 2 y 3).

Los resultados individuales "operador que habla/operador que escucha" de cada determinación se han reunido primeramente en un cuadro de la forma del Cuadro 1 precedente; los valores de V_T y de V_L figuran en el Cuadro 2 y de un examen detenido de estos valores se deducen algunas características muy específicas:

a) La dispersión de los valores de V_L es mucho mayor que la de los valores de V_T.

b) En general, en este caso, los operadores que escuchan conservan sus características relativas que se traducen por los valores de V_L. Así, Ik está generalmente algunos dB por debajo de cero, en tanto que Mk y Ct están 1 dB por encima, poco más o menos. (Sin embargo, como se verá más adelante, no puede considerarse esto como una regla general.)

Es posible hacer un estudio más detenido de los resultados si se calculan los límites de confianza, y pueden calcularse analizando la varianza de los resultados durante diversas pruebas agrupadas de manera adecuada. Para simplificar, se examina el caso en que se ha agrupado cada serie de cuatro secuencias; en general, puede escogerse cualquier número, pero conviene agrupar solamente las que tienen características comunes importantes, por ejemplo, las secuencias de una misma serie de experiencias.

Análisis de la variancia

Los cálculos para cada análisis de variancia se efectúan a base de los resultados agrupados en forma de cuatro secuencias, presentada cada una de ellas según indica el Cuadro 1, al mismo tiempo que un cuadro de la suma de los resultados análogo al Cuadro 1 pero conteniendo para cada rúbrica la suma correspondiente a las cuatro secuencias (salvo para V_T y V_L que son valores medios). Deben efectuarse todas las comprobaciones de cálculo habituales.

Los detalles de los cálculos para evaluar las diversas magnitudes figuran en el apéndice, y los resultados para el A.R.A.E.N., en la transmisión, sin filtro, son los siguientes:

Cuadro 3

Análisis de la variancia para cuatro secuencias

Equivalente de referencia del A.R.A.E.N. en la transmisión, sin filtro

Factor	Símbolo	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	Relación entre las varianzas F	Importancia estadística
Secuencia . .	B	3	(1) 12,09	4,03	1,48	N.S.
Operador:						
que "habla".	"C"	-	(2) 31,34	-	-	-
que "escucha"	"D"	-	(3) 247,14	-	-	-
que habla .	C	5	(4) 20,19	4,04	1,48	N.S.
que escucha.	D	5	(5) 235,99	47,20	17,35	*)
Interacción .	C D	19	(6) 77,71	4,09	1,50	N.S.
	B "C"	-	(7) 46,96	-	-	-
	B "D"	-	(8) 87,16	-	-	-
	B C	15	(9) 47,51	3,17	1,16	N.S.
	B D	15	(10) 87,71	5,85	2,15	N.S.
Error . . .	B C D	57	(11) 154,99	2,72	-	-
Total		119	(12) 646,79			

*) Importancia estadística (valor crítico con una aproximación de un 1%).

N.S. Sin importancia estadística (valor crítico con una aproximación de un 5%).

De este cuadro cabe deducir lo siguiente:

a) Los resultados medios para las cuatro secuencias no presentan diferencias importantes, y puede utilizarse su media común, que es de -1,96 dB (Cuadro 2);

b) Los operadores que hablan no presentan entre sí diferencias importantes; en otras palabras, la dispersión de los V_T no es importante;

c) Los operadores que escuchan presentan diferencias considerables; hay que tomar por tanto, una media corregida distinta ($-1,96 + V_L$) para cada uno de ellos;

d) La interacción CD no es importante, por lo que el resultado para un par dado de operadores, uno que habla y otro que escucha, puede considerarse $-1,96 + V_T + V_L$;

e) Las interacciones BC y BD no son importantes, de suerte que la dispersión de los V_T y de los V_L no presenta diferencias importantes entre las cuatro experiencias;

f) El error cuadrático medio (2,72) permite fijar límites de confianza para los V_L (y, si se desea, para la media general).

El juego de los factores, unos importantes y otros no, obtenidos según los resultados de este análisis de variancia en todas las pruebas anteriormente indicadas se presenta como sigue (Cuadro 4):

Cuadro 4

Resumen del análisis de la variancia

Factor	Símbolo	A.R.A.E.N./S.F.E.R.T.					
		transmisión		recepción		completo	
		sin filtro	con filtro	sin filtro	con filtro	sin filtro	con filtro
Prueba	B	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Operadores que hablan .	C	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Operadores que escuchan	D	***)	*)	***)	N.S.	**)	*)
Interacción	C D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	***)
	B C	N.S.	*)	N.S.	N.S.	***)	***)
	B D	N.S.	***)	N.S.	***)	***)	***)
Error cuadrático medio .		2,72	2,01	2,46	3,10	1,60	0,91

*) Importante (valor crítico con una aproximación de un 5%)

**) Importante (valor crítico con una aproximación de un 1%)

***) Importante (valor crítico con una aproximación de 0,1%)

N.S. Sin importancia estadística (valor crítico con una aproximación de un 5%).

Observación.- Se sometieron a prueba los "efectos principales" para determinar si eran o no importantes con relación a la media cuadrática del factor de interacción, que tiene la mayor medida cuadrática y que a la vez es importante e interesa al factor "efecto principal". Cuando una interacción de esta clase carecía de importancia estadística, se ha utilizado el error cuadrático medio.

De lo que precede se desprenden las siguientes conclusiones:

i) El factor "pruebas" no es importante (de serlo hay que hacer un examen más detenido).

ii) El factor "operador que habla" carece generalmente de importancia estadística pero, de tenerla, no puede hacerse nada especial.

iii) El factor "operador que escucha" es casi siempre importante.

iv) El factor de interacción CD carece normalmente de importancia; en el caso presente, su grandísima importancia, indicada en la última columna, merecería un examen más detenido.

v) Por lo general, la interacción BC carece de importancia estadística; el hecho de que sea muy importante en los resultados de conjunto invita a un nuevo examen de la cuestión.

vi) La interacción BD carece generalmente de importancia estadística, cuando se trata de pruebas realizadas con pocos días de intervalo. Cuando, como en el caso presente, se trata de series de pruebas repartidas en un periodo largo, se observan muy a menudo cambios en los resultados de escucha y, por consiguiente, esta interacción será importante si los sistemas comparados difieren mucho entre ellos.

vii) Sólo la experiencia permitirá saber cuál es la gama normal de los valores posibles para el error cuadrático medio (o sea, en este ejemplo 1 a 5 decibelios aproximadamente).

Evaluación de los límites de confianza

Si ningún factor tiene importancia, los valores de los límites de confianza se darán por la fórmula:

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{error cuadrático medio}}{\text{número de observaciones}}}$$

Si el equipo comprende n miembros y se utilizan todas las combinaciones posibles una vez por secuencia, el número de observaciones por secuencia es de n (n-1); el número total de observaciones sería entonces rn (n-1), siendo r el número de secuencias, t el factor t del "Student" dado en las tablas en función del número de grados de libertad para el error.

Si, como sucede muy corrientemente, el factor "persona que escucha" es importante, se aplicarán los mismo límites de confianza "interna" a las comparaciones entre condiciones de circuitos medidas en la misma época con el mismo equipo, pero no para las que se hubieran medido en otra época o con equipos distintos. En este último caso los límites de confianza "externa" se ampliarían por la existencia de una componente de la variancia para los "operadores que escuchan". Es dificilísimo calcular con exactitud estos límites de confianza, pero basta para nuestro propósito con la aproximación que a continuación se indica.

La componente de la variancia para los "operadores que escuchan" viene dada aproximadamente por la fórmula

$$\sigma^2_L = \frac{\text{media cuadrática para los "operadores que escuchan" - media cuadrática del error}}{r \cdot n(n-2)/(n-1)}$$

Los límites de confianza son entonces

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{media cuadrática del error}}{\text{número total de observaciones}} + \frac{\sigma^2_L}{\text{número de "operadores que escuchan"}}}$$

siendo t el factor t del "Student" para (n-1) grados de libertad.

Del Cuadro 3 se deduce:

$$\sigma^2_L = \frac{47{,}20 - 2{,}72}{4 \cdot 6 \cdot 4/5} = \frac{44{,}48}{19{,}2} = 2{,}32$$

y los límites de confianza en un 95% son, por consiguiente:

$$\pm 2{,}57 \sqrt{\frac{2{,}72}{120} + \frac{2{,}32}{6}} =$$

$$= \pm 2{,}57 \sqrt{0{,}0227 + 0{,}387} = \pm 1{,}65 \text{ dB}$$

En ausencia de un efecto "operador que escucha" importante, los límites de confianza en el 95% habían sido

$$\pm 2{,}09 \sqrt{\frac{2{,}72}{120}} = \pm 0{,}31 \text{ dB}$$

Este ejemplo pone de manifiesto que la componente de la variancia "operador que escucha" es la que mayor influencia ejerce en los límites de confianza externa (que generalmente se necesitan), y muestra claramente que n debe ser lo mayor posible, de preferencia igual por lo menos a 6, y que nada sirve aumentar el número de secuencias de prueba con el mismo equipo; incluso puede decirse que suele bastar con una sola secuencia, con la interacción CD tratada como "error".

3.2 Equivalente de referencia y equivalente relativo de siete tipos de sistemas telefónicos comerciales

En el Cuadro 5 que figura más adelante se recogen los valores de V_T y V_L para una secuencia de medida del equivalente de referencia y del equivalente relativo de siete sistemas telefónicos comerciales mencionados en el Informe técnico N.° 257. Sería conveniente tratar conjuntamente el resultado de dos secuencias, analizando la variancia de la forma antes descrita, en el punto 3.1, pero no vamos a ocuparnos aquí de este procedimiento.

Sin embargo, es también interesante determinar indirectamente el equivalente de referencia añadiendo los equivalentes relativos a los valores apropiados del equivalente de referencia del A.R.A.E.N. dados en el Cuadro 2, es decir, los valores medios calculados de cuatro secuencias. Los resultados de esta suma se indican en el Cuadro 6, en el se incluyen no sólo las medias de los equivalentes de referencia indirectos (designados E.R.) sino también las diferencias individuales entre esta media y los valores para cada operador que habla y para cada operador que escucha (designados aquí V_T y V_L).

La comparación del Cuadro 6 con los equivalentes de referencia correspondientes del Cuadro 5 muestra diferencias del orden de 2 dB por término medio. Los valores medios de estas diferencias calculados para cada tipo de sistema telefónico local figuran en el Cuadro 7, que muestra también las desviaciones individuales (es decir V_T y V_L) que separan a cada miembro del equipo de cada una de sus diferentes medias. Se observará que muchas de estas desviaciones, especialmente V_L, para los resultados en la recepción, son del mismo orden de magnitud que las diferencias medias, lo que demuestra que algunas personas casi no se separan de la media, en tanto que la desviación de otros es a veces de 4 dB. Resulta, por consiguiente, evidente que esas diferencias dependen en gran medida de las personas elegidas para la experiencia, y sería vano esperar diferencias medias inferiores a algunos decibelios, a menos que se emplearan gran número de personas.

4. Método de análisis recomendado para la práctica

Se recomienda que los valores de V_T y V_L se calculen para las experiencias ulteriores al mismo tiempo que los valores medios, tal y como se indican en el Cuadro 1, que se combinen todas las secuencias de cada prueba, y que el análisis de la variancia se efectúe según se expone en el punto 3.1. Esto permitirá detectar todas las irregularidades en los resultados y determinar los intervalos de confianza.

Cuadro 5

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia (E.R.) y equivalente relativo de los sistemas telefónicos comerciales

Medición del:	Miembro del equipo	V_T Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia
Equivalente de referencia en la transmisión	Mk	−1.01	−1.36	−0.38	−0.99	−0.68	−0.19	−1.78
	Lv	+1.33	+0.65	+0.53	+0.24	+1.36	+1.38	−0.09
	El	−0.34	+0.01	−0.32	+0.01	−0.60	+0.41	−0.08
	Ik	−0.78	+0.12	+0.15	+0.57	+0.12	−1.52	+0.18
	Cz	+0.24	+0.93	+0.26	+0.47	+0.12	−0.41	+0.58
	Ct	+0.55	−0.36	−0.24	−0.29	−0.32	−0.34	+1.20
	E.R.	+4.31	+13.26	+8.01	+8.77	+14.19	+12.97	+9.51
Equivalente relativo en la transmisión (Caso 1)	Mk	−0.23	−1.11	−0.48	−0.58	−0.70	+0.40	−0.50
	Lv	+0.58	+0.43	+1.12	+0.55	+0.88	+1.05	+0.60
	El	−1.1	−0.98	−0.83	−0.68	−1.93	−0.28	−0.91
	Ik	−0.52	+1.01	+0.90	+0.31	+0.88	−0.43	−0.14
	Cz	+0.64	+0.64	−0.22	+0.17	+0.27	−0.25	+0.37
	Ct	+0.64	+0.01	−0.50	+0.24	+0.61	−0.49	+0.58
	E.R.	+8.23	+17.03	+11.89	+11.53	+18.57	+17.49	+12.01
Equivalente relativo en la transmisión (Caso 2)	Mk	−0.45	−1.10	−0.77	−0.49	−0.42	+0.34	−1.58
	Lv	+0.33	+0.18	+0.98	+1.42	+0.97	+0.52	+0.49
	El	−0.42	−0.81	−0.84	+0.33	−0.52	+0.05	−0.62
	Ik	+0.66	+1.02	+2.20	+0.35	+0.59	+0.64	+0.59
	Cz	−0.42	+0.70	−0.57	−0.85	−0.18	−1.30	+0.52
	Ct	+0.31	+0.01	−1.01	−0.58	−0.44	−0.25	+0.59
	E.R.	+5.48	+13.56	+8.67	+8.2	+15.25	+14.43	+9.83
Equivalente relativo en la transmisión (Caso 3)	Mk	−0.25	−0.55	−0.55	−0.28	−0.12	+0.46	−1.08
	Lv	+0.41	−0.39	+0.78	+1.15	+1.18	+1.09	−0.13
	El	+0.02	−0.09	−0.26	+0.02	−1.38	+0.32	−0.48
	Ik	−0.43	+0.33	+1.59	+0.42	−0.24	−0.08	−0.03
	Cz	−0.19	−0.18	−0.82	−0.38	+0.64	−0.85	+0.67
	Ct	+0.44	+0.09	−0.73	−0.92	−0.08	−0.31	+1.06
	E.R.	+2.90	+11.41	+6.76	+6.65	+13.21	+12.49	+6.95

Cuadro 5

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia (E.R.) y equivalente relativo de los sistemas telefónicos comerciales

V_L Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia	Miembro del equipo	Medición del:
+0,69	−0,09	+1,32	+0,11	−0,24	+0,51	+0,25	Mk	Equivalente de referencia en la transmisión
+1,80	−0,65	+0,90	−0,72	−0,88	+0,14	+0,11	Lv	
−0,18	−0,66	−1,35	−0,09	−0,67	−0,89	−0,61	El	
−2,34	−0,08	−2,02	−0,30	−0,08	−0,96	−0,96	Ik	
−0,86	−0,63	−1,08	−0,80	−0,44	−0,98	−0,16	Cz	
+0,88	+2,11	+2,22	+1,81	+2,31	+2,18	+1,37	Ct	
+4,31	+13,26	+8,01	+8,77	+14,19	+12,97	+9,51	E.R.	
+0,97	−0,58	+0,89	−0,05	+0,37	−0,93	+0,77	Mk	Equivalente relativo en la transmisión (Caso 1)
−0,59	−2,27	−0,31	−2,18	−1,76	−0,28	−0,93	Lv	
+0,23	+0,45	−0,70	+0,45	+0,40	+0,70	−0,88	El	
−0,09	+0,81	−0,23	+0,01	−0,12	+0,29	−0,04	Ik	
−1,26	−0,62	−1,22	−0,30	−1,60	−1,58	−0,10	Cz	
+0,74	+2,21	+1,57	+2,08	+2,71	+1,81	+1,18	Ct	
+8,23	+17,03	+11,89	+11,53	+18,57	+17,49	+12,01	E.R.	
+0,95	−0,10	+0,50	−0,46	−0,25	−0,52	+0,25	Mk	Equivalente relativo en la transmisión (Caso 2)
−0,33	−1.52	−0,35	−0,79	−1,13	−0,05	−0,37	Lv	
−0,32	−0,84	−1,28	−0,53	−0,55	−0,78	−0,72	El	
−0,51	+0,12	−0,27	−0,05	−0,01	+0,37	−0,88	Ik	
−1,12	−0,50	−0,70	−0,05	−0,68	−0,93	−0,21	Cz	
+1,34	+2,84	+2,09	+1,88	+2,62	+1,92	+1,92	Ct	
+5,48	+13,56	+8,67	+8,2	+15,25	+14,43	+9,83	E.R.	
+0,65	+0,32	+1,25	+0,85	+0,64	−0,04	+0,92	Mk	Equivalente relativo en la transmisión (Caso 3)
+0,74	−0,78	+0,88	−0,38	−0,46	+0,32	−0,13	Lv	
+0,22	−0,79	−1,29	−0,65	−0,81	−0,12	−1,08	El	
−0,47	+0,53	−0,84	+1,15	−0,14	−0,31	−0,59	Ik	
−0,46	−0,21	−0,52	+0,19	−0,92	−0,58	−0,33	Cz	
−0,69	+0,92	+0,53	−0,16	+1,69	+0,72	+1,22	Ct	
+2,90	+11,41	+6,76	+6,65	+13,21	+12,49	+6,95	E.R.	

Cuadro 5

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia (E.R.) y equivalente relativo de los sistemas telefónicos comerciales

Medición del:	Miembro del equipo	V_T Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia
Equivalente de referencia en la recepción, sin corriente de alimentación	Mk	−0.18	+0.62	+0.20	−0.03	+0.11	−0.75	−0.18
	Lv	−0.08	−0.01	+0.06	+0.32	+0.15	+0.15	+0.19
	El	−0.28	−0.41	−0.72	−0.59	−0.34	−0.07	−0.27
	Ik	+0.08	+0.01	+0.31	−0.07	0.0	+0.63	+0.47
	Cz	+0.41	−0.30	−0.07	+0.34	+0.09	+0.91	−0.10
	Ct	+0.05	+0.09	+0.22	+0.03	−0.01	+0.39	−0.12
	E.R.	+2.28	+5.31	+0.28	+1.33	−1.09	+0.30	−7.86
Cápsula microfónica sustituida por una resistencia pura; corriente de alimentación	Mk	+0.07	+0.61	−0.02	−0.53	+0.11	−0.32	+0.17
	Lv	+0.39	+0.07	+0.32	+0.52	+0.28	+0.36	+0.23
	El	−0.45	−0.60	−0.40	−0.12	−0.59	−0.28	−0.22
	Ik	−0.35	−0.58	+0.30	+0.12	−0.20	−0.52	−0.28
	Cz	+0.25	+0.14	−0.25	+0.55	+0.01	+0.53	−0.03
	Ct	+0.09	+0.36	+0.04	−0.53	+0.39	+0.23	+0.12
	E.R.	+1.38	+5.78	−0.19	+1.27	−0.68	−0.26	−7.40
Equivalente relativo en la recepción (Caso 1)	Mk	+0.74	+1.57	+0.88	+0.47	+1.07	+0.48	+0.28
	Lv	+0.24	+0.44	+0.42	+0.71	+0.18	+0.22	+0.71
	El	−0.36	−0.56	−0.78	−0.59	−0.67	−0.21	−0.54
	Ik	−0.51	−0.66	+0.68	+0.03	+0.34	−0.57	+0.06
	Cz	−0.48	−0.30	−0.83	−0.33	−0.25	−0.31	+0.15
	Ct	+0.36	−0.49	−0.36	−0.28	−0.68	+0.38	−0.65
	E.R.	−1.25	+3.71	−2.21	−0.98	−3.99	−3.58	−10.46
Equivalente relativo en la recepción (Caso 2)	Mk	+1.07	+1.63	+1.06	+0.98	+0.99	+0.19	+0.24
	Lv	−0.02	+0.34	+0.22	+0.25	+0.18	+0.34	+0.13
	El	−0.40	−0.49	−0.42	−0.12	−0.37	+0.25	−0.33
	Ik	−0.03	−0.12	+0.15	−0.22	−0.32	−0.32	+0.14
	Ct	−0.32	−0.46	−0.51	−0.11	−0.11	+0.02	−0.08
	Ct	−0.30	−0.91	−0.50	−0.78	−0.38	−0.49	−0.11
	E.R.	−3.33	+1.04	−4.11	+2.97	−5.29	−6.17	−12.19
Equivalente relativo en la recepción (Caso 3)	Mk	+0.41	+1.27	+0.37	+0.70	+0.68	+0.04	−0.11
	Lv	+0.92	+0.91	+0.61	+0.77	+0.95	+0.79	+1.32
	El	+0.32	−0.78	−0.13	+0.38	−0.44	−0.02	+0.32
	Ik	−0.48	−0.22	+0.19	−0.38	−0.04	−0.63	+0.28
	Cz	−1.08	−0.99	−0.56	−0.72	−0.68	−0.59	−1.19
	Ct	−0.08	−0.19	−0.48	−0.75	−0.47	+0.41	−0.62
	E.R.	−5.23	−0.26	−6.17	−4.62	−7.99	−8.32	−14.51

Cuadro 5

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia (E.R.) y equivalente relativo de los sistemas telefónicos comerciales

V_L Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia	Miembro del equipo	Medición del:
+0,52	+1,45	+1,80	+2,30	+1,31	+1,35	+1,82	Mk	Equivalente de referencia en la recepción, sin corriente de alimentación
−0,38	−0,08	−0,31	−1,15	−0,08	−2,35	−0,54	Lv	
−0,42	+0,12	−1,02	−0,29	−0,14	−0,83	+0,17	El	
−1,22	−1,79	+0,74	−1,07	−1,43	+0,13	−0,77	Ik	
+1,04	−0,53	+0,07	+0,38	−0,18	+0,84	−0,20	Cz	
+0,45	+0,82	−1,28	−0,17	+0,52	+0,86	−0,48	Ct	
+2,28	+5,31	+0,28	+1,33	−1,09	+0,30	−7,86	E.R.	
+0,63	+1,94	+0,78	+2,30	+1,34	+0,72	+2,43	Mk	Cápsula microfónica sustituida por una resistencia pura; corriente de alimentación
−1,14	−0,37	+1,09	−1,01	−0,58	−1,91	−0,43	Lv	
−0,15	+0,10	−1,33	−0,26	−0,36	−0,52	−0,48	El	
−1,25	−1,58	−0,23	−0,85	−1,20	−0,12	−1,58	Ik	
+0,95	−0,99	+0,42	+0,12	+0,04	+1,17	+0,23	Cz	
+0,96	+0,89	−0,72	−0,30	+0,76	+0,67	−0,18	Ct	
+1,38	+5,78	−0,19	+1,27	−0,68	−0,26	−7,40	E.R.	
−0,56	+0,17	+1,74	+1,43	+0,57	+0,28	+0,88	Mk	Equivalente relativo en la recepción (Caso 1)
−1,86	−1,86	−0,55	−1,76	−1,85	−3,38	−1,76	Lv	
−0,46	−0,26	−0,31	−0,86	−0,30	−0,14	−0,21	El	
+3,19	+0,04	+2,34	+2,87	+0,94	+3,27	+2,59	Ik	
−0,04	−0,37	−1,00	−1,17	−0,02	−0,04	−0,35	Cz	
−0,28	+2,28	−2,22	−0,52	+0,66	+0,02	−1,15	Ct	
−1,25	+3,71	−2,21	−0,98	−3,99	−3,58	−10,46	E.R.	
+0,30	+0,37	+2,12	+0,84	+1,29	−0,11	+0,64	Mk	Equivalente relativo en la recepción (Caso 2)
−2,32	−1,89	−1,28	−1,78	−1,59	−3,16	−1,50	Lv	
−0,43	−0,86	−0,05	−0,46	−0,50	+0,98	−0,03	El	
+2,40	+1,22	+2,38	+3,08	+1,75	+2,15	+2,14	Ik	
+0,18	−0,29	−1,11	−1,38	−1,01	−0,14	−0,74	Cz	
−0,13	+1,46	−2,07	−0,31	+0,06	+0,28	−0,51	Ct	
−3,33	+1,04	−4,11	−2,97	−5,29	−6,17	−12,19	E.R.	
−1,11	+1,43	+1,80	+1,20	+1,21	+0,61	+1,09	Mk	Equivalente relativo en la recepción (Caso 3)
−1,55	−1,56	+0,81	−1,07	−0,62	−2,24	−0,98	Lv	
−0,55	−0,18	−0,10	−0,58	−0,38	−0,08	+0,02	El	
+2,05	+1,62	+2,52	+2,82	+1,22	+2,83	+2,25	Ik	
−0,11	−1,06	−1,62	−1,12	−0,54	−0,16	−0,72	Cz	
−0,95	−0,26	−3,41	−1,25	−0,90	−0,96	−1,65	Ct	
−5,23	−0,26	−6,17	−4,62	−7,99	−8,32	−14,51	E.R.	

Cuadro 6

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia indirecto de los sistemas telefónicos comerciales

Valores obtenidos sumando los valores de equivalente de referencia del Cuadro 2 a los valores de equivalente de referencia del Cuadro 5

Equivalente de referencia	Miembro del equipo	V_T Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia
En la transmisión (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)	Mk	−0.07	−0.95	−0.32	−0.42	−0.54	+0.56	−0.34
	Lv	+0.36	+0.21	+0.90	+0.33	+0.66	+0.83	+0.38
	El	−0.85	−0.73	−0.58	−0.43	−1.68	−0.03	−0.66
	Ik	−0.28	+1.25	+1.14	+0.55	+1.12	−0.19	+0.10
	Cz	+1.05	+1.05	+0.19	+0.58	+0.68	+0.16	+0.78
	Ct	−0.19	−0.82	−1.33	−0.59	−0.22	−1.32	−0.25
	E.R.	+6.27	+15.07	+9.93	+9.57	+16.61	+15.53	+10.05
En la transmisión (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)	Mk	−0.22	−0.52	−0.52	−0.25	−0.09	+0.49	−1.05
	Lv	+0.86	+0.84	+1.23	+1.60	+1.63	+1.54	+0.32
	El	−0.53	−0.64	−0.81	−0.53	−1.93	−0.87	−1.03
	Ik	−0.13	+0.63	+1.89	+0.72	+0.06	+0.22	+0.27
	Cz	−0.38	−0.37	−1.01	−0.57	+0.45	−1.04	+0.48
	Ct	+0.40	+0.05	−0.77	−0.96	−0.12	−0.35	+1.02
	E.R.	+6.56	+15.07	+10.42	+10.31	+16.87	+16.15	+10.61
En la recepción (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)	Mk	+0.48	+1.31	+0.62	+0.21	+0.89	+0.29	+0.02
	Lv	+0.29	+0.49	+0.47	+0.76	+0.23	+0.27	+0.76
	El	−0.68	−0.88	−1.10	−0.91	−0.99	−0.53	−0.86
	Ik	+0.13	−0.02	+1.32	+0.67	+0.98	+0.07	+0.70
	Cz	−0.32	−0.14	−0.67	−0.17	−0.09	−0.15	+0.31
	Ct	+0.09	−0.76	−0.63	−0.55	−0.95	+0.11	−0.92
	E.R.	+4.11	+9.07	+3.15	+4.38	+1.37	+1.78	−5.10
En la recepción (A.R.A.E.N. con filtro (Caso 3)	Mk	+0.13	+0.99	+0.09	+0.42	+0.40	−0.24	−0.39
	Lv	+0.73	+0.72	+0.42	+0.58	+0.76	+0.60	+1.13
	El	+0.54	−0.56	+0.09	+0.60	−0.22	+0.20	+0.54
	Ik	+0.47	+0.73	+1.14	+0.57	+0.91	+0.32	+1.23
	Cz	−1.03	−0.94	−0.51	−0.67	−0.63	−0.54	−1.14
	Ct	−0.83	−0.94	−1.23	−1.50	−1.22	−0.34	−1.37
	E.R.	+3.17	+8.14	+2.23	+3.78	+0.41	+0.08	−6.11

Cuadro 6

Valores de V_T y V_L, equivalente de referencia indirecto de los sistemas telefónicos comerciales

Valores obtenidos sumando los valores de equivalente de referencia del Cuadro 2 a los valores de equivalente de referencia del Cuadro 5

V_L Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia	Miembro del equipo	Equivalente de referencia
+2.71	+1.16	+2.63	+1.69	+2.11	+0.81	+2.51	Mk	En la transmisión (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)
−0.97	−2.65	−0.69	−2.56	−2.14	−0.66	−1.31	Lv	
−2.31	−2.09	−3.24	2.09	−2.14	−1.84	−3.42	El	
0.68	+0.22	−0.82	0.58	−0.71	0.30	0.63	Ik	
+0.23	+0.87	+0.27	+1.19	−0.11	−0.09	+1.39	Cz	
+1.03	+2.50	+1.86	+2.37	+3.00	+2.10	+1.47	Ct	
+6.27	+15.07	+9.93	+9.57	+16.61	+15.53	+10.05	E.R.	
+0.60	+0.27	+1.20	+0.80	+0.59	+0.09	+0.87	Mk	En la transmisión (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)
−0.73	−2.25	−0.59	−1.85	−1.93	−1.15	−1.60	Lv	
−1.00	−2.01	−2.51	−1.87	−2.03	−1.34	−2.30	El	
−1.17	−0.17	−1.54	−0.55	0.84	−1.01	−1.29	Ik	
+1.64	+1.89	+1.58	+2.29	+1.18	+1.52	+1.77	Cz	
+0.64	+2.25	+1.86	+1.17	+3.02	+2.05	+2.55	Ct	
+6.56	+15.07	+10.42	+10.31	+16.87	+16.15	+10.61	E.R.	
−0.03	+0.70	+2.27	+1.96	+1.10	+0.81	+1.41	Mk	En la recepción (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)
−2.27	−2.27	−0.96	−2.17	−2.26	−3.79	−2.17	Lv	
−0.74	−0.54	−0.59	−1.14	−0.58	−0.42	−0.49	El	
+1.75	−1.40	+0.90	+1.43	−0.50	+1.83	+1.15	Ik	
+0.07	−0.26	−0.89	−1.06	+0.09	+0.07	−0.24	Cz	
+1.20	+3.76	−0.74	+0.96	+2.14	+1.50	+0.33	Ct	
+4.11	+9.07	+3.15	+4.38	+1.37	+1.78	−5.10	E.R.	
+1.91	+2.23	+2.60	+2.00	+2.01	+1.41	+1.89	Mk	En la recepción (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)
−2.78	−2.79	−0.42	−2.30	−1.85	−3.47	−2.21	Lv	
−1.75	−1.38	−1.30	−1.78	−1.58	−1.28	−1.18	El	
+0.75	+0.32	+1.22	+1.52	−0.08	+1.53	+0.95	Ik	
+0.86	−0.09	−0.65	−0.15	+0.43	+0.81	+0.25	Cz	
+1.01	+1.70	−1.45	+0.71	+1.06	+1,00	+0,31	Ct	
+3.17	+8.14	+2.23	+3.78	+0.41	+0.08	−6.11	E.R.	

Cuadro 7

Divergencias entre los valores calculados y medidos de equivalente de referencia

Las divergencias se obtienen restando los valores de equivalente de referencia indirecto del Cuadro 6 de los valores de equivalente de referencia medidos del Cuadro 5 (V_T + V_L representan las divergencias individuales con relación a la media general)

Sistema	Miembro del equipo	V_T Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia
Transmisión (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)	Mk	+0,94	+0,41	+0,06	+0,57	+0,14	+0,75	+1,44
	Lv	+0,97	−0,44	+0,37	+0,09	−0,70	−0,55	+0,47
	El	−0,51	−0,74	−0,26	−0,44	−1,08	−0,44	−0,58
	Ik	+0,50	+1,13	+0,99	−0,02	+1,00	+1,33	−0,08
	Cz	+0,81	+0,12	−0,07	+0,11	+0,56	+0,57	+0,20
	Ct	−0,74	−0,46	−1,09	−0,30	+0,10	−1,66	−1,45
Divergencia media		+1,96	+1,81	+1,92	+0,80	+2,42	+2,56	+0,54
Transmisión (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)	Mk	+0,70	+0,84	−0,14	+0,74	+0,59	+0,68	+0,73
	Lv	−0,47	+0,19	+0,70	+1,36	+0,27	+0,16	+0,41
	El	−0,19	−0,65	−0,49	−0,54	−1,33	−1,28	−0,95
	Ik	+0,65	+0,51	+1,74	+0,15	−0,06	+1,74	+0,09
	Cz	−0,62	−1,30	−1,27	−1,04	+0,33	−0,63	−0,10
	Ct	−0,15	+0,41	−0,53	−0,67	+0,20	−0,69	−0,18
Divergencia media		+2,25	+1,81	+2,41	+1,54	+2,68	+3,18	+1,10
Recepción (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)	Mk	+0,41	+0,70	+0,64	+0,74	+0,70	+0,54	−0,15
	Lv	−0,10	+0,42	+0,15	+0,24	−0,05	−0,09	−0,53
	El	−0,23	−0,28	−0,70	−0,79	−0,40	−0,25	−0,64
	Ik	+0,48	+0,56	+1,02	+0,55	+1,18	+0,59	+0,98
	Cz	−0,57	−0,28	−0,42	−0,72	−0,10	−0,70	+0,34
	Ct	0,00	−1,12	−0,67	−0,02	−1,34	−0,12	−1,04
Divergencia media		+2,73	+3,29	+2,96	+3,11	+2,05	+2,04	+2,30
Recepción (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)	Mk	+0,06	+0,38	+0,11	+0,95	+0,29	+0,08	−0,56
	Lv	+0,34	+0,65	+0,10	+0,06	+0,48	+0,24	+0,90
	El	+0,99	+0,04	+0,49	+0,72	+0,37	+0,48	+0,74
	Ik	+0,82	+1,31	+0,84	+0,45	+1,11	+0,84	+1,51
	Cz	−1,28	−1,08	−0,26	−1,22	−0,64	−1,07	−1,11
	Ct	−0,92	−1,30	−1,27	−0,97	−1,61	−0,57	−1,49
Divergencia media		+1,79	+2,36	+2,42	+2,51	+1,09	+0,34	+1,29

Cuadro 7

Divergencias entre los valores calculados y medidos de equivalente de referencia

Las divergencias se obtienen restando los valores de equivalente de referencia indirecto del Cuadro 6 de los valores de equivalente de referencia medidos del Cuadro 5 (V_T + V_L representan las divergencias individuales con relación a la media general)

V_L Suiza	Bélgica	Italia	México	Países Bajos	R.F. de Alemania	Suecia	Miembro del equipo	Sistema
+2.02	+1.25	+1.31	+1.58	+2.35	+0.30	+2.26	Mk	Transmisión (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)
−2.77	−2.00	−1.59	−1.94	−1.26	−0.80	−1.42	Lv	
−2.13	−1.43	−1.89	−2.00	−1.47	−0.95	−2.81	El	
+1.66	+0.30	+1.20	−0.28	−0.63	+0.66	+0.33	Ik	
+1.09	+1.50	+1.35	+1.99	+0.33	+0.89	+1.55	Cz	
+0.15	+0.39	−0.36	+0.56	+0.69	−0.08	+0.10	Ct	
+1.96	+1.81	+1.92	+0.80	+2.42	+2.56	+0.54	Divergencia media	
−0.09	+0.36	−0.12	+0.69	+0.83	−0.60	+0.62	Mk	Transmisión (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)
−2.53	−1.60	−1.49	−1.13	−1.05	−1.29	−1.71	Lv	
−0.82	−1.35	−1.16	−1.78	−1.36	−0.45	−1.69	El	
+1.17	−0.09	+0.48	−0.25	−0.76	−0.05	−0.35	Ik	
+2.50	+2.52	+2.66	+3.09	+1.62	+2.50	+1.93	Cz	
−0.24	+0.14	−0.36	−0.64	+0.71	−0.13	+1.18	Ct	
+2.25	+1.81	+2.41	+1.54	+2.68	+3.18	+1.10	Divergencia media	
−0.66	−1.24	+1.49	−0.34	−0.24	+0.09	−1.02	Mk	Recepción (A.R.A.E.N. sin filtro) (Caso 1)
−1.13	−1.90	−2.05	−1.16	−1.68	−1.88	−1.74	Lv	
−0.59	−0.64	+0.74	−0.88	−0.22	+0.10	−0.01	El	
+3.00	+0.18	+1.13	+2.28	+0.70	+1.95	+2.73	Ik	
−0.88	+0.73	−1.31	−1.18	+0.05	−1.10	−0.47	Cz	
+0.24	+2.87	−0.02	+1.26	+1.38	+0.83	+0.51	Ct	
+2.73	+3.29	+2.96	+3.11	+2.05	+2.04	+2.30	Divergencia media	
+1.28	+0.29	+1.82	−0.30	+0.67	+0.69	−0.54	Mk	Recepción (A.R.A.E.N. con filtro) (Caso 3)
−1.64	−2.42	−1.51	−1.29	−1.27	−1.56	−1.78	Lv	
−1.60	−1.48	+0.03	−1.52	−1.22	−0.76	−0.70	El	
+2.00	+1.90	+1.45	+2.37	+1.12	+1.65	+2.53	Ik	
−0.09	+0.90	−1.07	−0.27	+0.39	−0.36	−0.02	Cz	
+0.05	+0.81	−0.73	+1.01	+0.30	+0.33	+0.49	Ct	
+1.79	+2.36	+2.42	+2.51	+1.09	+0.34	+1.29	Divergencia media	

Apéndice

Análisis de los "balanced incomplete blocks". Pruebas subjetivas.

Comparación de los volúmenes sonoros que emplean operadores que hablan y escuchan

1. Valores de Q_T, Q_L, V_T y V_L

En el ejemplo que figura en el punto 2, los valores de Q_T, Q_L, V_T y V_L se refieren a una prueba realizada con un equipo de seis operadores. A continuación figura la fórmula general (derivada de Brownlee).

Supongamos que la suma T_1 y la suma L_1 corresponden, respectivamente, a las sumas de los números que figuran en la fila y en la columna relativas al miembro 1 del equipo.

Sea G_1 = total general para la primera secuencia

n = número de miembros del equipo.

Los valores necesarios para el operador 1, para la primera secuencia, serían los siguientes:

$$Q_{T1} = (n - 1)\, T_1 + L_1 - G_1$$

$$Q_{L1} = (n - 1)\, L_1 + T_1 - G_1$$

$$V_{T1} = \frac{Q_{T1}}{n\,(n-2)}$$

$$V_{L1} = \frac{Q_{L1}}{n\,(n-2)}$$

de la misma manera podrían calcularse para los demás miembros.

2. Análisis de la variancia

En el cuadro que sigue se indican valores generales para el análisis de la variancia en una experiencia en que

r = número de secuencias

$G = G_1 + G_2 + \ldots\ldots G_r$

En el Cuadro 3 figuran resultados típicos relativos a un examen de los resultados de 4 secuencias agrupadas y realizadas con un equipo de seis personas.

Factor	Símbolo	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	Relación entre las varianzas F	Importancia estadística
Secuencias.....	B	$(r-1)$	(1)	ø		
Operadores que "hablan"	«C»	—	(2)	—	—	—
Operadores que "escuchan"	«D»	—	(3)	—	—	—
Operadores que hablan..	C	$(n-1)$	(4)	ø		
Operadores que escuchan	D	$(n-1)$	(5)	ø		
Interacciones.....	CD	$(n-1)\ (n-2)-1$	(6)	ø		
	B«C»	—	(7)	—	—	—
	B«D»	—	(8)	—	—	—
	BC	$(r-1)\,(n-1)$	(9)	ø		
	BD	$(r-1)\,(n-1)$	(10)	ø		
Error	BCD	$(r-1)\,[(n-1)\,(n-2)-1]$	(11)	ø		
Total		$r\cdot n\,(n-1)-1$	(12)			

Nota.- Las medias cuadráticas ø se obtienen dividiendo la suma de los cuadrados por los grados de libertad correspondientes.

Las sumas de los cuadrados (1), (2), etc., se calculan a partir de los valores dados en los cuadros elaborados separadamente para cada secuencia, como el Cuadro 1, y a partir de otro cuadro en que se han combinado los resultados de todas las secuencias. Este último muestra para cada rúbrica las sumas correspondientes para un número r de secuencias (excepto V_T y V_L, que son valores medios).

$$(1) = \frac{G_1^2 + G_2^2 + \ldots\ldots G_r^2}{n\ (n-1)} - \frac{G^2}{r\cdot n\cdot (n-1)}$$

$$(2) = \frac{\Sigma\ (\text{total general para cada operador que habla según el cuadro de secuencias combinadas})^2}{r\cdot (n-1)} - \frac{G^2}{r\cdot n\cdot (n-1)}$$

$$(3) = \frac{\Sigma\ (\text{total general para cada operador que escucha según el cuadro de secuencias combinadas})^2}{r\cdot (n-1)} - \frac{G^2}{r\cdot n\cdot (n-1)}$$

$$(4) = \frac{\Sigma\ Q_T^2}{r\cdot n.\ (n-1)\ (n-2)}$$ en que los valores Q_T se han sacado del cuadro de secuencias combinadas

$$(5) = \frac{\Sigma\, Q_L^2}{r \cdot n \cdot (n-1)\,(n-2)}$$ en que los valores Q_L se han sacado del cuadro de secuencias combinadas

$$(6) = \frac{\Sigma\,(y_1 + y_2 + \cdots\cdots y_r)^2}{r} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)} - [\ (2) + (5)\ \text{o}\ (3) + (4)\ ]$$

en que y_1, $y_2 \ldots . y_r$ son las sumas de los datos individuales de cada secuencia según figuran en el cuadro de secuencias combinadas

$$(7) = \frac{\Sigma\,(\text{total para cada operador que habla según el cuadro individual para cada secuencia})^2}{(n-1)} - \frac{G^2}{r\ n\ (n-1)} - (1) - (2)$$

$$(8) = \frac{\Sigma\,(\text{total para cada operador que escucha según el cuadro individual para cada secuencia})^2}{(n-1)} - \frac{G^2}{r.n.(n-1)} - (1) - (3)$$

$$(9) = \frac{\Sigma\, Q_T^2}{n \cdot (n-1)\,(n-2)} - (4)$$ Se toman los valores de Q_T en cada secuencia

$$(10) = \frac{\Sigma\, Q_L^2}{n \cdot (n-1)\,(n-2)} - (5)$$ Se toman los valores de Q_L en cada secuencia

$$(11) = (12) - (1) - [\ (2) + (5)\ ]\ \text{o}\ (3) + (4)\ ] - [\ (7) + (10)\ ]\ \text{o}\ (8) + (9)\ ] - (6)$$

$$(12) = \Sigma\,(y_r)^2 - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)}$$ donde y_r = datos de los cuadros individuales de cada secuencia

Se efectuarán las comprobaciones siguientes: (2) + (5) = (3) + (4)

(7) + (10) = (8) + (9)

TABLA ANALÍTICA

Abonado (véase también Aparatos telefónicos de abonado)

- Aparatos telefónicos de - con receptores de altavoz o micrófonos asociados a amplificadores P.33
- Instalaciones de - utilizadas con circuitos internacionales arrendados para un servicio privado P.31
- Mediciones de mantenencia de los equipos de - P.81

Acoplador

- de referencia del C.C.I.T.T. . . . . P.51, B
- Descripción de un - cerrado . . . . . P.41, C

Acústica

- Calibrado - del S.E.T.E.D. P.42
- Deformación producida en el campo - por la cabeza del operador . . . . . P.41, D
- Diferencia de presión - entre dos puntos . . . . . P.41, D
- Impedancia - del oído artificial . . . . . P.51, B 2.2
- Intensidad - del ruido de fondo a la entrada del A.R.A.E.N. . . . . P.45, g
- Presión - medida con ayuda del micrófono sonda . . . . . P.41, D
- Presión - vocal para la medición de las A.E.N. . . . . P.45, b
- Red - del oído artificial . . . . . P.51, B 2 y 3

A.E.N. (véase Atenuación equivalente para la nitidez)

Análisis

- estadístico de las pruebas en el Laboratorio del C.C.I.T.T. . . . . P.42, E c

Anillo de guarda

Calibre para la determinación del - . . . . . P.45 c
Croquis en perspectiva del - P.72
Determinación de la posición del - para las A.E.N. . . . . P.45 c
Ejemplo de - para pruebas de microteléfono . . P.72
Posición y fijación del - para los equivalentes de referencia . . . . . P.72, C

Aparato de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez (A.R.A.E.N.)

Ajuste normal del - P.41
Descripción del - P.41
Eficacia de los sistemas transmisor y receptor del - . . . . . P.41, D
Eficacia teórica del - completo . . . . . P.41, D
Equipo de calibrado del - . . . . . P.41, C
Equipo generador de ruido de sala para el - . . P.41, B
Sistema de transmisión del - . . . . . P.41, A

Aparatos de medidas objetivas P.51

Aparatos telefónicos de abonado

Empleo de aparatos especiales de medida para la verificación de los - . . . . . P.81, B c
Mediciones de los - efectuadas desde el pupitre de prueba . . . . . P.81, B a
Mediciones eléctricas de carácter general . . . P.81, B b
Mediciones electroacústicas en los - P.82
Mediciones objetivas de los - P.81
Mediciones subjetivas de los - P.81
Prueba rápida de conversación de los - . . . . P.81, A
Prueba telefonométrica completa de los - . . . P.81, A
Recepción en fábrica de los - P.82

Aparatos telefónicos de abonado con receptores de altavoz o micrófonos asociados a amplificadores P.33

A.R.A.E.N. (véase Aparato de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez).

Atenuación

- compuesta de un circuito local G.112 (P.12)
- entre abonados de un circuito provisto de un sistema de grabación de mensaje o conversaciones P.32, 4
- nominal de un circuito internacional . . . G.111 (P.11), B

Atenuación de inserción

- del filtro de paso de banda del S.R.A.E.N. P.44
- producida por el pupitre de control en los centros interurbanos manuales P.22

Reducción de la - causada por los aparatos de las operadoras P.22

Atenuación equivalente para la nitidez (A.E.N.)

- del enlace entre la central urbana y el centro internacional . . . . . G.112 (P.12), B
- media de cada central intermedia . . . . . G.112 (P.12), B
- media de los circuitos locales . . . . . G.112 (P.12), B

Cálculo de la - nominal de un sistema nacional . . . . . G.112 (P.12), B
Definción de la - . . . . . G.112 (P.12), A
Distancia de conversación para la - . . . . . P.45, a
Fijación de los microteléfonos . . . . . P.45, c
Línea del A.R.A.E.N. . . . . P.45, h
Medición de la - P.45
Potencia vocal de referencia para el A.R.A.E.N. . . . . P.45, b
Tratamiento del micrófono antes de cada prueba elemental . . . . . P.45, d
Valores de la - nominal del sistema nacional . . . . . G.112 (P.12), D

Boca artificial P.51

Cadena internacional

Equivalente nominal de la - . . . . . G.111 (P.11), B

Calibrado

- acústico de los S.E.T.E.D. P.42
- del micrófono sonda del A.R.A.E.N. . . . . P.41, C
- de un oído artificial . . . . . P.51, B 5
- periódico de los sistemas patrón de trabajo . . . . . P.42, E e

Equipo de - del A.R.A.E.N. . . . . P.41, C
Método de reciprocidad para el - de los micrófonos de condensador . . . . . P.61, d

Calibre

- para determinar la posición del conjunto microteléfono-anillo de guarda . . . . . P.45, c

Centrales

Central directora . . . . . P.22, C a
Centrales telefónicas interurbanas manuales P.22

Circuito(s) internacional(es)

Atenuación nominal de un - . . . . . G.111 (P.11), B
- arrendados para un servicio privado P.31
- de cuatro hilos G.111 (P.11)

Extremos virtuales del - . . . . . G.111 (P.11), A
Valores del tiempo medio de propagación en un solo sentido para un - . . . . . G.114 (P.14), B b

Comunicación(es) colectiva(s)

Dispositivo de acomplamiento para - en las centrales interurbanas manuales . . . . . P.22, C b
Equivalente de referencia de una - . . . . . P.22, C b
Establecimiento y supervisión de las - en las centrales interurbanas manuales . . . . P.22, C a

Compresor

- de volumen del sistema de grabación de mensajes o conversaciones telefónicos P.32, 3

Dimensiones de la cabeza

Dispositivo para medir las - . . . . . P.72, C

Distancia

- de conversación para la medición de las A.E.N. . . . . P.45, a
- de conversación para la medición de los equivalentes de referencia . . . . . P.72, C

Distorsión

Medición de la - de atenuación de un aparato telefónico . . . . . P.62, A
Medición de la - no lineal de un aparato telefónico . . . . . P.62, B
Red correctora de - del N.O.S.F.E.R. P.42

Distorsión de tiempo de propagación de grupo

Valores admisibles P.15
Valores típicos en varias frecuencias P.15

Efecto local

- del ruido de sala P.73
- para la palabra P.73
Equivalente de referencia del - . . . . . G.121 (P.21), E
Influencia del - en la potencia vocal de los abonados . . . . . G.112 (P.12), D
Medición del equivalente de referencia del - . P.73
Medición objetiva del equivalente de referencia del - . . . . . P.62, C

Eficacia

- "aire a aire" del A.R.A.E.N. . . . . P.41, D
- teórica del A.R.A.E.N. completo . . . . . P.41, D
Medición de la - absoluta de un sistema transmisor o de un sistema receptor P.61

Equivalente(s) de referencia

Definición de los - de los sistemas nacionales . . . . . G.121 (P.21), A'
Determinación del - de un sistema nacional . . . . . G.121 (P.21), D
- de una comunicación colectiva entre dos abonados . . . . . P.22, C b
- del efecto local . . . . . G.121 (P.21), E
- en una comunicación internacional G.111 (P.11)
- mínimos de los sistemas nacionales . . . . . G.121 (P.21), C
- nominal de la cadena internacional . . . . . G.111 (P.11), B
- nominal de una comunicación completa . . . . G.111 (P.11), C
- nominales de los sistemas nacionales . . . . G.111 (P.11), A
Influencia del ruido de circuito en los - nominales . . . . . G.111 (P.11), D
Límites de confianza para la determinación de los - P.42
Límites prácticos del - entre dos operadoras . . . . . G.111 (P.11), E
Límites prácticos del - entre una operadora y un abonado . . . . . G.111 (P.11), E
Medición del - del efecto local P.73
Medición objetiva del - . . . . . P.62, C 1
Medición objetiva del - del efecto local . . . P.62, C 2
Medición subjetiva del - . . . . . P.72, A
Medición subjetiva de los - relativos . . . . P.72, B
Nota relativa a las mediciones de - P.72
Nuevo sistema fundamental para la determinación de los - (véase N.O.S.F.E.R.)
Repartición de los - en un país de mediana o gran extensión G.121 (P.21)
Sistemas patrón de trabajo para la determinación de los - . . . . . P.42, E
Sistemas primarios para la determinación de los - . . . . . P.42, D
Valores máximos de los - nominales de los sistemas nacionales . . . . . G.121 (P.21), B

Equivalente(s) de referencia (cont.)

Valores máximos del - nominal entre un abonado y el primer circuito internacional . . . . . G.111 (P.11), A b
Variaciones en función del tiempo de los - nominales . . . . . G.111 (P.11), D

Filtro de paso de banda

Característica atenuación-frecuencia del - del A.R.A.E.N. . . . . G.111 (P.11), C

Grabación de mensajes (Sistema de grabación de mensajes o conversaciones telefónicos) P.32

Hipsograma

- del A.R.A.E.N. P.41
- del N.O.S.F.E.R. P.42

Hoth

Curva espectral energética de ruido de sala según Hoth . . . . . P.45, g
Ruido de fondo (espectro de Hoth) del A.R.A.E.N. . . . . P.44, c

Indicador

- de amplitud máxima (tipos U21 y U71) de la R.F.A. P.52
- de cresta de la B.B.C. P.52
- de volumen del S.F.E.R.T. P.52

Instalaciones de abonado (véase Abonado)

Laboratorio del C.C.I.T.T.

Envío de sistemas patrón y comerciales al - . . P.43
Gastos del - relativos a mediciones de equivalentes P.47

Mantenencia de los equipos de abonado P.81

Mediciones

- audiométricas (Descripción del oído artificial para) . . . . . P.51, B 3
- electroacústicas en los micrófonos y receptores telefónicos P.82
- electroacústicas objetivas P.61
- telefonométricas (Potencia vocal normal para las) . . . . . P.42, C
- telefonométricas (Precauciones que deben tomarse durante las) . . . . . P.72, C

Método de medida de la eficacia absoluta de un sistema P.61

- de compensación . . . . . P.61, c
- de desplazamiento electrostático . . . . . P.61, c
- de determinación subjetiva de la calidad de transmisión P.74
- de determinación de los equivalentes de referencia y de los equivalentes relativos . . P.72
- "de dos operadores con atenuación secreta" . P.72, β α.1
- "de tres operadores sin atenuación secreta" . . . . . P.72, β α.2
- del termófono . . . . . P.61, a
- del disco de Rayleigh . . . . . P.61, b
- de reciprocidad para el calibrado de los micrófonos de condensador . . . . . P.61, d

Micrófono

Descripción del - de cuarzo piezoeléctrico del S.E.T.E.D. P.42

Microteléfono

Fijación del anillo de guarda de los equivalentes de referencia en el - . . . . . P.72, C
Fijación del - para las mediciones de A.E.N. . . . . P.45, c

Nivel relativo

- en un punto de un circuito de cuatro hilos . . G.111 (P.11), A a
Punto de - cero . . . . . G.111 (P.11), A a

N.O.S.F.E.R. (véase Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia)

Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.O.S.F.E.R.)

Ajuste normal del - . . . . . P.42, B
Eficacia del sistema transmisor del - . . . . . P.42, B 1
Eficacia del sistema receptor del - . . . . . P.42, B 2
Redes correctoras de distorsión del - P.42
Sistema transmisor del - . . . . . P.42, A 1
Sistema receptor del - . . . . . P.42, A 2

Oído(s) artificial(es)

Calibrado del - . . . . . P.51, B 5
Definición de un - . . . . . P.51, B 2.2
Descripción del - para mediciones audiométricas . . . . . P.51, B 3
Ejemplo de realización de un - . . . . . P.51, B 3.6
Los diversos tipos de - de la C.E.I. . . . . P.51, B 1
Micrófono del - . . . . . P.51, B 3.4
Modo de utilización del - . . . . . P.51, B 4
- de referencia provisional . . . . . P.51, B 1
Red eléctrica equivalente en el - P.51

Operadora

Características de los aparatos de operadora en el servicio internacional manual P.22

Ponderación(es)

Comparación de las - de diversos sofómetros . . P.53
Cuadro de pesos del sofómetro P.53

Patrón (Sistema(s) patrón de trabajo)

Calibrado periódico de los - . . . . . P.42, E c
- con aparatos de abonado (S.E.T.A.B.) . . . . P.43, B 2.1
- con micrófono de carbón Solid Back y receptor Bell (S.E.T.A.C.) . . . . . P.43, B 2.2
- con micrófono y receptor electrodinámicos (S.E.T.E.D.) P.42
- con micrófono electromagnético (S.E.T.E.M.) . . . . . P.72, B, β
Reglas relativas a la constitución de los S.E.T.A.B. P.42
Utilización de un - del tipo S.E.T.A.B. . . . . P.72, B, α
Utilización de un - del tipo S.E.T.E.D. . . . . P.72, B, β

Propagación (tiempo medio de propagación en un solo sentido)

Distorsión del tiempo de - P.15
Límites del - para una comunicación . . . . . G.114 (P.14), A
Línea de gran velocidad de - . . . . . G.114 (P.14), B a
Valores del - para los circuitos internacionales (líneas terrenales) . . . . . G.114 (P.14), B b
Valores del - para los circuitos nacionales de prolongación . . . . . G.114 (P.14), B a
Valores del - para los enlaces por satélites . . G.114 (P.14), B b.2
Velocidad de - de las líneas terrenales . . . . G.114 (P.14), B b.1

Pupitres de control del tráfico telefónico

Equipo de los - en las centrales interurbanas manuales . . . . . P.22, B

Rayleigh

Disco de - . . . . . P.41, C
Método del disco de - (mediciones electroacústicas objetivas) . . . . . P.61, b

Red telefónica nacional

Indicaciones sobre la organización de una - . . G.120 (P.20)

Referencia

Equivalente de referencia (véase Equivalente)
Sistema de referencia (véase Sistema)

Repeticiones

Pruebas de observación de las - (calidad de transmisión) . . . . . P.74, A

Ruidos

Aparatos para medir los - impulsivos P.55
Influencia de los - de circuitos en los equivalentes nominales . . . . . G.111 (P.11), D
Medición de los - de los micrófonos . . . . . P.62, B
- de fondo eléctricos (Hoth) para el A.R.A.E.N. . . . . P.44, c
- de fondo de los sistemas de grabación de mensajes o conversaciones telefónicas . . P.32, 3
Valor medio de la distribución de los - de circuito . . . . . G.113 (P.13), B

Ruido(s) de sala

Aparatos para la medición objetiva del - ambiente P.54
Curva espectral energética del - . . . . . P.45, g
Equipo generador del - para el A.R.A.E.N. . . . . P.41, B
Intensidad acústica del - . . . . . P.45, g
Reducción de la calidad de transmisión debida al - . . . . . G.113 (P.13), A b

Secreto

- de las comunicaciones telefónicas en los sistemas de grabación de mensajes o conversaciones P.32, 5

S.E.T.A.B. (véase Sistema patrón de trabajo con aparato de abonado) . . . . . P.43, B 2.1

Secreto (cont.)

S.E.T.A.C. (véase Sistema patrón de trabajo con micrófono de carbón Solid Back y receptor Bell) . . . . . P.43, B 2.2

S.E.T.E.D. (véase Sistema patrón de trabajo con micrófono y receptor electrodinámicos) . . . P.42

S.E.T.E.M. (véase Sistema patrón de trabajo con micrófono electromagnético) . . . . . P.72, B β

S.F.E.R.T. (véase Sistema fundamental europeo para la transmisión telefónica) P.42

S.R.A.E.N. (véase Sistema de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez) P.44

Sistema de referencia

Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (N.C.S.F.E.R.) P.42
Sistema fundamental europeo para la transmisión telefónica (S.F.E.R.T.) P.42
- para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez (S.R.A.E.N.) (véase también Atenuación y A.E.N.) P.44

Sobrecarga

- de los sistemas de corrientes portadoras por aparatos de abonado con receptores de altavoz o micrófonos asociados a amplificadores P.33
- de los sistemas de grabación de mensajes o conversaciones telefónicas P.32, 3

Sofómetro(s)

Ajuste de un - . . . . . P.53, A 9
Característica dinámica de un - . . . . . P.53, A 5
Correspondencia con los - norteamericanos . . . P.53, A
Graduación del - . . . . . P.53, A 1
Impedancia de entrada de un - . . . . . P.53, A 6
Insensibilidad de un - a los campos externos . P.53, A 8
Linealidad de un - . . . . . P.53, A 4
Mediciones con un - . . . . . P.53, A 3

Sofómetro(s) (cont.)

Pliego de condiciones para el suministro de un - . . . . . P.53, A
- para circuitos telefónicos comerciales . . . P.53, A
- utilizado con circuitos para transmisiones radiofónicas . . . . . P.53, B
Realización práctica de un - . . . . . P.53, A 10
Red filtrante del - para circuito interurbano . . . . . P.53, A
Sensibilidad de un - . . . . . P.53, A 2
Simetría de un - . . . . . P.53, A 7
Utilización de un - para mediciones en los terminales del receptor telefónico de abonado . . . . . P.53, A

Sonómetros P.54

Supervisora

Equipo del pupitre de control de la - en las centrales interurbanas manuales . . . . . P.22, B

Termófono

Método del - (medición de la eficacia absoluta de un aparato) P.61

Tráfico telefónico

Pupitre de control del - . . . . . P.22, B

Transmisión

Características de - de las redes nacionales G.120 (P.20)
Patrones de - P.41
Plan nacional de - . . . . . G.120 (P.20), B

Transmisión (Calidad de)

Elección de un método de especificación de la - G.120 (P.20)

Transmisión (Calidad de) (cont.)
Índice de - . . . . . G.112 (P.12), D
Influencia del ruido de circuito en la - . . G.113 (P.13), B
Medición de las reducciones de la - . . . . . P.74, A
Mejora de la - en las redes existentes . . . G.120 (P.20)
Método de determinación subjetiva de la - . . P.74
Métodos de evaluación de la - a base de mediciones objetivas P.63
Pruebas de apreciación inmediata de la - . . P.74, B
Pruebas de observación de las repeticiones para la determinación subjetiva de la - . . P.74, A
Recomendaciones generales sobre la - de una comunicación telefónica internacional completa . . . . . Sección I
Reducción de la - debida al ruido de sala . . G.113 (P.13), A b
Reducción de la - debida a la limitación de la banda de frecuencias . . . . . G.113 (P.13), A a

Tubo de ondas estacionarias

- para el calibrado del A.R.A.E.N. . . . . P.41, C

Velocidad de propagación

Línea de gran - . . . . . G.114 (P.14), B a
- de las líneas terrenales . . . . . G.114 (P.14), B b 1

Vocal

Potencia - de referencia para el A.R.A.E.N. . P.45, b
Potencia - normal para las mediciones telefonométricas . . . . . P.42, C

Voltímetro vocal (speech voltmeter) del A.R.A.E.N. P.52

Volumen de los sonidos vocales

Medición del - P.71

Volúmetro(s)

Diversos tipos de - P.52
Pruebas comparativas de - P.52
- del A.R.A.E.N. P.52
- normalizado en EE.UU. (medidor de v.u.) . . P.52

Voz artificial P.51