



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.

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

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.



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**CCITT**

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

**LIBRO AZUL**

---

**TOMO IV – FASCÍCULO IV.4**

**ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS  
DE MEDIDA**

**RECOMENDACIONES DE LA SERIE O**

---



**IX ASAMBLEA PLENARIA**  
MELBOURNE, 14-25 DE NOVIEMBRE DE 1988

Ginebra 1989



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# CCITT

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

LIBRO AZUL

---

TOMO IV – FASCÍCULO IV.4

## ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE MEDIDA

RECOMENDACIONES DE LA SERIE O

---



IX ASAMBLEA PLENARIA

MELBOURNE, 14-25 DE NOVIEMBRE DE 1988

Ginebra 1989

ISBN 92-61-03433-0





**CONTENIDO DEL LIBRO DEL CCITT  
EN VIGOR DESPUÉS DE LA NOVENA ASAMBLEA PLENARIA (1988)**

**LIBRO AZUL**

**Tomo I**

- FASCÍCULO I.1 – Actas e Informes de la Asamblea Plenaria.  
Lista de las Comisiones de Estudio y de las Cuestiones en estudio.
- FASCÍCULO I.2 – Ruegos y Resoluciones.  
Recomendaciones sobre la organización de los trabajos del CCITT (serie A).
- FASCÍCULO I.3 – Términos y definiciones. Abreviaturas y acrónimos. Recomendaciones sobre los medios de expresión (serie B) y las estadísticas generales de las telecomunicaciones (serie C).
- FASCÍCULO I.4 – Índice del Libro Azul.

**Tomo II**

- FASCÍCULO II.1 – Principios generales de tarificación – Tasación y contabilidad en los servicios internacionales de telecomunicación. Recomendaciones de la serie D (Comisión de Estudio III).
- FASCÍCULO II.2 – Red telefónica y RDSI – Explotación, numeración, encaminamiento y servicio móvil. Recomendaciones E.100 a E.333 (Comisión de Estudio II).
- FASCÍCULO II.3 – Red telefónica y RDSI – Calidad de servicio, gestión de la red e ingeniería de tráfico. Recomendaciones E.401 a E.880 (Comisión de Estudio II).
- FASCÍCULO II.4 – Servicios de telegrafía y móvil – Explotación y calidad de servicio. Recomendaciones F.1 a F.140 (Comisión de Estudio I).
- FASCÍCULO II.5 – Servicios de telemática, transmisión de datos y teleconferencia – Explotación y calidad de servicio. Recomendaciones F.160 a F.353, F.600, F.601 y F.710 a F.730 (Comisión de Estudio I).
- FASCÍCULO II.6 – Servicios de tratamiento de mensajes y guía – Explotación y definición del servicio. Recomendaciones F.400 a F.422 y F.500 (Comisión de Estudio I).

**Tomo III**

- FASCÍCULO III.1 – Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones G.100 a G.181 (Comisiones de Estudio XII y XV).
- FASCÍCULO III.2 – Sistemas internacionales analógicos de portadoras. Recomendaciones G.211 a G.544 (Comisión de Estudio XV).
- FASCÍCULO III.3 – Medios de transmisión – Características. Recomendaciones G.601 a G.654 (Comisión de Estudio XV).
- FASCÍCULO III.4 – Aspectos generales de los sistemas de transmisión digital; equipos terminales. Recomendaciones G.700 a G.795 (Comisiones de Estudio XV y XVIII).
- FASCÍCULO III.5 – Redes digitales, secciones digitales y sistemas de línea digitales. Recomendaciones G.801 a G.961 (Comisiones de Estudio XV y XVIII).

- FASCÍCULO III.6 – Transmisión en línea de señales no telefónicas. Transmisión de señales radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de las series H y J (Comisión de Estudio XV).
- FASCÍCULO III.7 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Estructura general y capacidades de servicio. Recomendaciones I.110 a I.257 (Comisión de Estudio XVIII).
- FASCÍCULO III.8 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Aspectos y funciones globales de la red, interfaces usuario-red de la RDSI. Recomendaciones I.310 a I.470 (Comisión de Estudio XVIII).
- FASCÍCULO III.9 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Interfaces entre redes y principios de mantenimiento. Recomendaciones I.500 a I.605 (Comisión de Estudio XVIII).

#### **Tomo IV**

- FASCÍCULO IV.1 – Principios generales de mantenimiento: mantenimiento de los sistemas de transmisión y de los circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones M.10 a M.782 (Comisión de Estudio IV).
- FASCÍCULO IV.2 – Mantenimiento de circuitos internacionales de telegrafía y de telefotografía y de circuitos internacionales arrendados. Mantenimiento de la red telefónica pública internacional. Mantenimiento de sistemas marítimos por satélite y de transmisión de datos. Recomendaciones M.800 a M.1375 (Comisión de Estudio IV).
- FASCÍCULO IV.3 – Mantenimiento de circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de la serie N (Comisión de Estudio IV).
- FASCÍCULO IV.4 – Especificaciones de los aparatos de medida. Recomendaciones de la serie O (Comisión de Estudio IV).

#### **Tomo V**

- Calidad de transmisión telefónica. Recomendaciones de la serie P (Comisión de Estudio XII).

#### **Tomo VI**

- FASCÍCULO VI.1 – Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas. Funciones y flujos de información para los servicios de la RDSI. Suplementos. Recomendaciones Q.1 a Q.118 *bis* (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.2 – Especificaciones de los sistemas de señalización N.<sup>os</sup> 4 y 5. Recomendaciones Q.120 a Q.180 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.3 – Especificaciones del sistema de señalización N.<sup>o</sup> 6. Recomendaciones Q.251 a Q.300 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.4 – Especificaciones de los sistemas de señalización R1 y R2. Recomendaciones Q.310 a Q.490 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.5 – Centrales digitales: locales, de tránsito, combinadas e internacionales en: redes digitales integradas y en redes mixtas analógico-digitales. Suplementos. Recomendaciones Q.500 a Q.554 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.6 – Interfuncionamiento de los sistemas de señalización. Recomendaciones Q.601 a Q.699 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.7 – Especificaciones del sistema de señalización N.<sup>o</sup> 7. Recomendaciones Q.700 a Q.716 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.8 – Especificaciones del sistema de señalización N.<sup>o</sup> 7. Recomendaciones Q.721 a Q.766 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.9 – Especificaciones del sistema de señalización N.<sup>o</sup> 7. Recomendaciones Q.771 a Q.795 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.10 – Sistema de señalización digital de abonado N.<sup>o</sup> 1 (SDA 1), capa enlace de datos. Recomendaciones Q.920 a Q.921 (Comisión de Estudio XI).

- FASCÍCULO VI.11 – Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 (SDA 1), capa red, gestión usuario-red. Recomendaciones Q.930 a Q.940 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.12 – Red móvil terrestre pública, interfuncionamiento con RDSI y RTPC. Recomendaciones Q.1000 a Q.1032 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.13 – Red móvil terrestre pública. Parte aplicación móvil e interfaces. Recomendaciones Q.1051 a Q.1063 (Comisión de Estudio XI).
- FASCÍCULO VI.14 – Interfuncionamiento con sistemas móviles por satélite. Recomendaciones Q.1100 a Q.1152 (Comisión de Estudio XI).

#### **Tomo VII**

- FASCÍCULO VII.1 – Transmisión telegráfica. Recomendaciones de la serie R. Equipos terminales para los servicios de telegrafía. Recomendaciones de la serie S (Comisión de Estudio IX).
- FASCÍCULO VII.2 – Conmutación telegráfica. Recomendaciones de la serie U (Comisión de Estudio IX).
- FASCÍCULO VII.3 – Equipo terminal y protocolos para los servicios de telemática. Recomendaciones T.0 a T.63 (Comisión de Estudio VIII).
- FASCÍCULO VII.4 – Procedimientos de prueba de conformidad para las Recomendaciones teletex. Recomendación T.64 (Comisión de Estudio VIII).
- FASCÍCULO VII.5 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.65 a T.101 y T.150 a T.390 (Comisión de Estudio VIII).
- FASCÍCULO VII.6 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.400 a T.418 (Comisión de Estudio VIII).
- FASCÍCULO VII.7 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.431 a T.564 (Comisión de Estudio VIII).

#### **Tomo VIII**

- FASCÍCULO VIII.1 – Comunicación de datos por la red telefónica. Recomendaciones de la serie V (Comisión de Estudio XVII).
- FASCÍCULO VIII.2 – Redes de comunicación de datos: servicios y facilidades, interfaces. Recomendaciones X.1 a X.32 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.3 – Redes de comunicación de datos: transmisión, señalización y conmutación, aspectos de red, mantenimiento, disposiciones administrativas. Recomendaciones X.40 a X.181 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.4 – Redes de comunicación de datos: Interconexión de sistemas abiertos (ISA) – Modelo y notación, definición del servicio. Recomendaciones X.200 a X.219 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.5 – Redes de comunicación de datos: Interconexión de sistemas abiertos (ISA) – Especificación de protocolos, pruebas de conformidad. Recomendaciones X.220 a X.290 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.6 – Redes de comunicación de datos: Interfuncionamiento entre redes, sistemas móviles de transmisión de datos, gestión interredes. Recomendaciones X.300 a X.370 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.7 – Redes de comunicación de datos: Sistemas de tratamiento de mensajes. Recomendaciones X.400 a X.420 (Comisión de Estudio VII).
- FASCÍCULO VIII.8 – Redes de comunicación de datos: La guía. Recomendaciones X.500 a X.521 (Comisión de Estudio VII).

#### **Tomo IX**

- Protección contra las perturbaciones. Recomendaciones de la serie K (Comisión de Estudio V) – Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior. Recomendaciones de la serie L (Comisión de Estudio VI).

## **Tomo X**

- FASCÍCULO X.1 – Lenguaje de especificación y descripción funcionales (LED). Criterios para la utilización de técnicas de descripción formal (TDF). Recomendación Z.100 y anexos A, B, C y E, Recomendación Z.110 (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.2 – Anexo D a la Recomendación Z.100: Directrices para el usuario del LED (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.3 – Anexo F.1 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Introducción (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.4 – Anexo F.2 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Semántica estática (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.5 – Anexo F.3 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Semántica dinámica (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.6 – Lenguaje de alto nivel del CCITT (CHILL). Recomendación Z.200 (Comisión de Estudio X).
  - FASCÍCULO X.7 – Lenguaje hombre-máquina (LHM). Recomendaciones Z.301 a Z.341 (Comisión de Estudio X).
-

## ÍNDICE DEL FÁSCICULO IV.4 DEL LIBRO AZUL

### Parte I – Recomendaciones de la serie O Especificaciones de los aparatos de medida

Rec. N.º		Página
<b>SECCIÓN 1 – Recomendaciones de carácter general</b>		
O.1	Alcance y aplicación de las Recomendaciones de la serie O . . . . .	3
O.3	Condiciones climáticas y pruebas pertinentes para los aparatos de medida . . . . .	6
O.6	Frecuencia de prueba de referencia de 1020 Hz . . . . .	8
O.9	Configuraciones de medida para evaluar el grado de asimetría con respecto a tierra . . . . .	9
<b>SECCIÓN 2 – Acceso para mantenimiento</b>		
O.11	Líneas de acceso para mantenimiento . . . . .	17
<b>SECCIÓN 3 – Sistemas de medida automáticos y semiautomáticos</b>		
O.22	Aparato automático de medidas de transmisión y de pruebas de señalización del CCITT (ATME N.º 2) . . . . .	23
O.25	Sistema semiautomático de pruebas en circuito de supresores de ECO (SPSE) . . . . .	50
O.27	Aparato de prueba de compensadores de eco en estación . . . . .	57
O.31	Aparato automático de medida para circuitos radiofónicos . . . . .	64
O.32	Aparato automático de medida para los pares estereofónicos de circuitos radiofónicos . . . . .	72
O.33	Aparato automático para medir rápidamente conexiones, enlaces y circuitos radiofónicos, monofónicos y de pares estereofónicos . . . . .	82
<b>SECCIÓN 4 – Aparatos de medida para parámetros analógicos</b>		
O.41	Sofómetro para uso en circuitos de tipo telefónico . . . . .	94
O.42	Aparato de medida de la distorsión no lineal utilizando el método de intermodulación de cuatro tonos . . . . .	101
O.51	Volúmetros . . . . .	105
O.61	Aparato sencillo para cómputo de interrupciones en circuitos de tipo telefónico . . . . .	105

Rec. N.º		Página
O.62	Aparato perfeccionado para cómputo de interrupciones en circuitos de tipo telefónico . . . . .	107
O.71	Aparato de medida del ruido impulsivo en circuitos de tipo telefónico . . . . .	109
O.72	Características de un aparato de medida de ruidos impulsivos para la transmisión de datos de banda ancha . . . . .	112
O.81	Aparato de medida del retardo de grupo en circuitos de tipo telefónico . . . . .	113
O.82	Aparato de medida del retardo de grupo para la gama de 5 a 600 kHz . . . . .	119
O.91	Aparato de medida de la fluctuación de fase en circuitos de tipo telefónico . . . . .	125
O.95	Contadores de saltos de fase y de amplitud en circuitos de tipo telefónico . . . . .	128
O.111	Aparato de medida de la deriva de frecuencia en canales de portadoras . . . . .	131

**SECCIÓN 5 – Aparatos de medida para parámetros digitales y analógico/digitales**

O.131	Aparato de medida de la distorsión de cuantificación mediante una señal de prueba de ruido pseudoaleatoria . . . . .	137
O.132	Aparato de medida de la distorsión de cuantificación que utiliza una señal de prueba sinusoidal . . . . .	143
O.133	Aparato de medida de la calidad de funcionamiento de los codificadores y decodificadores MIC . . . . .	145
O.151	Aparato de medida de la característica de error en sistemas digitales con una velocidad primaria y superior . . . . .	171
O.152	Aparato de medida de la característica de error en trayectos a 64 kbit/s . . . . .	176
O.153	Parámetros básicos para la medida de la característica de error a velocidades inferiores a la primaria . . . . .	179
O.161	Monitores de violaciones de código en servicio para sistemas digitales . . . . .	183
O.162	Aparato para monitorización de señales de 2048 kbit/s en servicio . . . . .	186
O.163	Aparato para monitorización de señales de 1544 kbit/s en servicio . . . . .	191
O.171	Aparato de medida de la fluctuación de fase de la señal de temporización para equipo digital . . . . .	195

**Parte II – Suplementos a las Recomendaciones de la serie O**

**(Sección 3 de los suplementos a las Recomendaciones de las series M, N y O)**

**3 Especificaciones de los aparatos de medida**

Suplemento N.º 3.1	Requisitos que deben cumplir los aparatos de medida – Generadores de señales sinusoidales e hipsómetros . . . . .	207
Suplemento N.º 3.2	Aparatos de medida del ruido en los circuitos de telecomunicaciones . . . . .	211
Suplemento N.º 3.3	Principales características de los indicadores de volumen . . . . .	211

Rec. N.º	Página
Suplemento N.º 3.4 Criterios de interfuncionamiento entre aparatos de medida de la distorsión de cuantificación de diferentes diseños . . . . .	211
Suplemento N.º 3.5 (Suprimido) . . . . .	211
Suplemento N.º 3.6 Aparato de medida de la diafonía para sistemas de transmisión por portadoras en cables coaxiales . . . . .	211
Suplemento N.º 3.7 Señal de medición (señal de prueba multitono) para la medición rápida de la amplitud y fase en circuitos de tipo telefónico . . . . .	216
Suplemento N.º 3.8 Directrices relativas a la medición de la fluctuación de fase . . . . .	219

---

**MODIFICACIONES EN LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE O**

*Reestructuración del Tomo IV del Libro CCITT*

Al reorganizar el Tomo IV del *Libro Rojo* del CCITT, algunas Recomendaciones existentes fueron desplazadas (o cambiado de número), con lo que ahora aparecen en otras secciones del Tomo.

A continuación se indican los cambios citados con el fin de facilitar la lectura del Tomo IV del *Libro Azul* del CCITT.

*Libro Rojo del CCITT*  
(Malaga-Torremolinos, 1984)

*Libro Azul del CCITT*  
(Melbourne, 1988)

O.121  
O.141

O.9  
O.25

---

NOTAS PRELIMINARES

1 En la lista de suplementos del presente índice se incluyen algunos que no se publican en el *Libro Azul*. La información con ellos relacionada podrá encontrarse en las páginas que se indican en el índice.

2 Las Cuestiones asignadas a cada Comisión de Estudio para el periodo de estudios 1989-1992 figuran en la contribución N.º 1 de dicha Comisión.

3 En este fascículo, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación de telecomunicaciones reconocida.

**PARTE 1**

**Recomendaciones de la serie O**

**ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE MEDIDA**

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

## SECCIÓN 1

### RECOMENDACIONES DE CARÁCTER GENERAL

#### Recomendación O.1

#### ALCANCE Y APLICACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE O

*(Melbourne, 1988)*

##### 1 Alcance de las Recomendaciones de la serie O

El CCITT elabora diversas Recomendaciones que abarcan:

- a) especificaciones esenciales de equipos de telecomunicaciones, y
- b) aspectos operacionales tales como procedimientos para la puesta en servicio de circuitos y comprobaciones periódicas de la calidad de funcionamiento.

La naturaleza de las pruebas para la verificación de la conformidad con estas dos categorías de Recomendaciones no es la misma en los dos casos, lo que a menudo conduce a la elección de aparatos de prueba diferentes.

Las pruebas de la categoría a) que a menudo se basan en la medida de muestras o en equipos prototipo, serán normalmente más amplias y tienen por objeto verificar que se cumplen los objetivos de diseño, por lo cual pueden ser previas a la aceptación de un equipo para su instalación en las redes de las Administraciones. Es muy poco probable que se utilicen como pruebas periódicas y, en general, el CCITT no formula Recomendaciones para aparatos de prueba destinados específicamente a esta finalidad.

Las pruebas de la categoría b), por el contrario, se utilizan de una manera sistemática y repetitiva, y para una aplicación generalizada de las mismas es necesario tener en cuenta otros aspectos, en particular:

- 1) la conformidad de los resultados cuando deban realizarse pruebas utilizando aparatos de prueba suministrados por más de un fabricante, y
- 2) una técnica común de medición para asegurar la compatibilidad cuando para una prueba haya que instalar aparatos de prueba en ambos extremos de un circuito internacional.

Es esencial para estas situaciones que el CCITT formule Recomendaciones de la serie O.

Estas observaciones se aplican por igual a las técnicas analógicas y digitales.

##### 2 Aplicación de los aparatos de medida en los sistemas de transmisión digitales

La presente sección tiene por objeto ayudar a seleccionar y aplicar especificaciones de las Recomendaciones de la serie O relativas a los aparatos de prueba y de medida que se utilizan en multiplexores MIC primarios y de datos en sistemas de transmisión digitales.

Hay dos categorías de aplicaciones:

- a) medidas e indicaciones en multiplexores MIC primarios;
- b) medidas e indicaciones en sistemas de transmisión digitales, incluidos los sistemas de línea digital, circuitos digitales y multiplexores digitales.

Las figuras 1/O.1 y 2/O.1 ilustran la gama de capacidades de prueba y de medida aplicables a los multiplexores MIC primarios, en los sentidos de emisión y recepción respectivamente.

Los cuadros 1/O.1 y 2/O.1 ilustran la gama de capacidades de prueba y de medida aplicables a los sistemas de transmisión digitales.

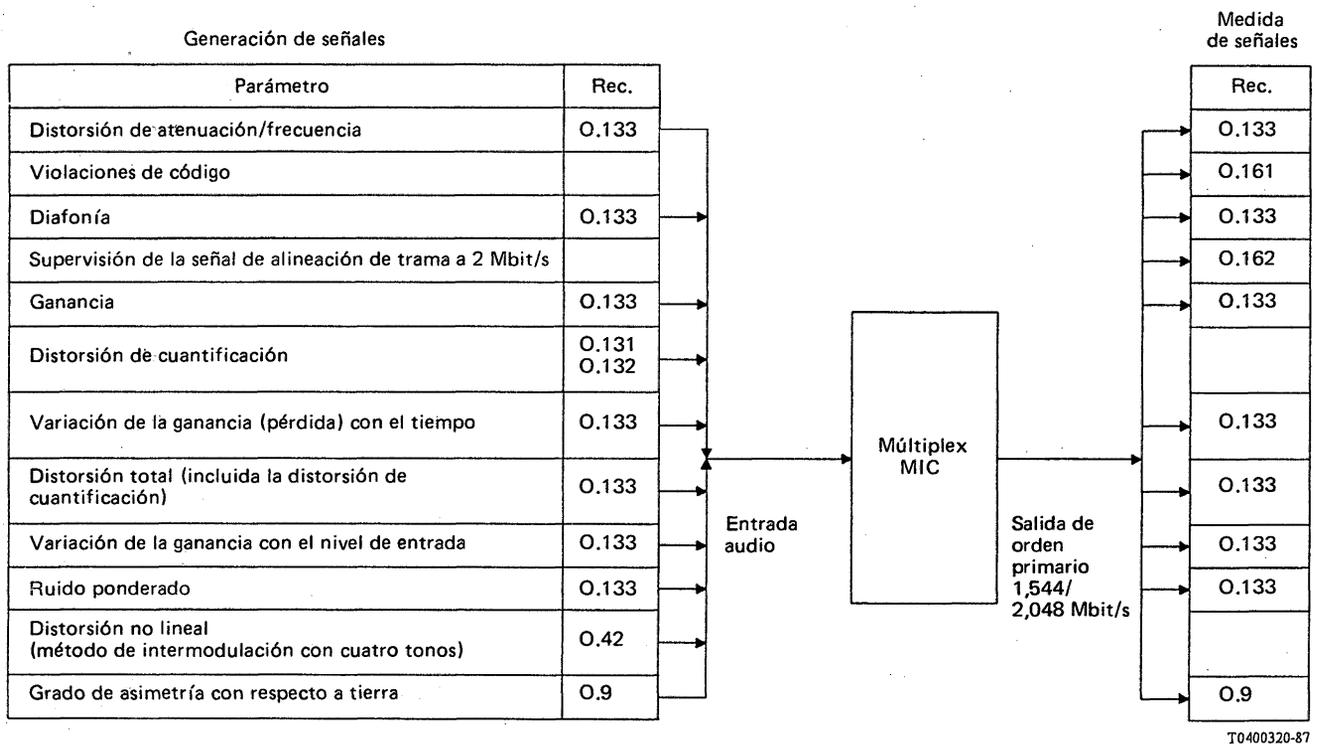
Las figuras indican las Recomendaciones de la serie O que deben aplicarse a cada parámetro de prueba y medición, así como el interfaz de conexión para el instrumento de prueba.

*Ejemplo:*

Para medir la distorsión de cuantificación en un multiplexor MIC primario:

La figura 1/O.1 indica que se pueden utilizar aparatos conformes a las Recomendaciones O.131 y O.132, conectados al interfaz de entrada de audiofrecuencia del codificador de emisión.

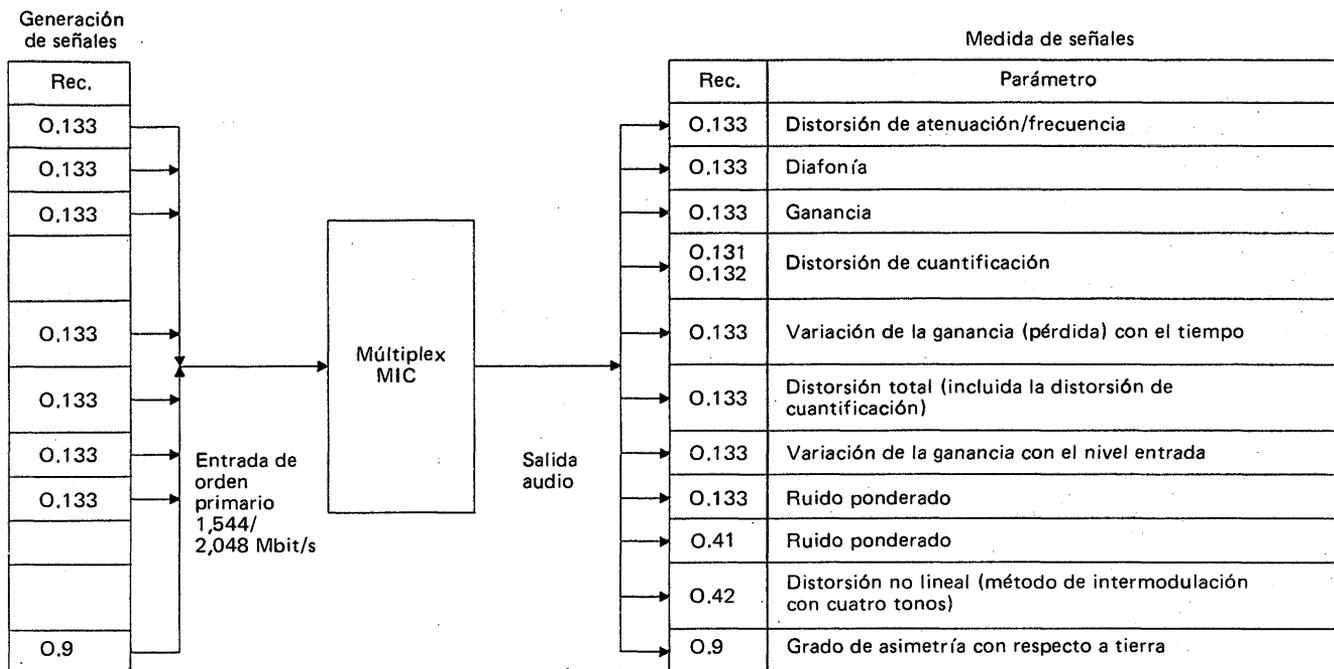
La figura 2/O.1 indica que aparatos similares se conectan al interfaz de salida de audiofrecuencia del decodificador de recepción para completar el trayecto de medida.



*Nota* — Generalmente, las medidas realizadas a través del interfaz digital de un multiplexor MIC primario son también aplicables a los transmultiplexores conformes a las Recomendaciones G.793 [1] y G.794 [2]. Se supone que, en su caso, se dispone de un generador adecuado de señales de prueba analógicas.

FIGURA 1/O.1

**Lista de pruebas y medidas aplicables a los multiplexores MIC primarios, en el sentido de emisión**



T0400330-87

*Nota* – Generalmente, las medidas realizadas a través del interfaz digital de un multiplexor MIC primario son también aplicables a los transmultiplexores conformes a las Recomendaciones G.793 [1] y G.794 [2]. Se supone que, en su caso, se dispone de un generador adecuado de señales de prueba analógicas.

FIGURA 2/O.1

**Lista de pruebas y medidas aplicables a los multiplexores MIC primarios, en el sentido de recepción**

CUADRO 1/O.1

**Lista de pruebas y medidas aplicables a los sistemas de transmisión digitales, en el sentido de emisión**

Nivel jerárquico del sistema		Orden primario	Segundo orden	Tercer orden	Cuarto orden
Velocidad binaria	64 kbit/s	1544 2048 kbit/s	6312 8448 kbit/s	32 064 34 368 44 736 kbit/s	139,264 Mbit/s
Parámetro	Recomendación				
Característica de error	O.152	O.151	O.151	O.151	O.151
Fluctuación de fase de la temporización	O.171	O.171	O.171	O.171	O.171

CUADRO 2/O.1

Lista de pruebas y medidas aplicables a los sistemas de transmisión digitales, en el sentido de recepción

Nivel jerárquico del sistema		Orden primario	Segundo orden	Tercer orden	Cuarto orden
Velocidad binaria	64 kbit/s	1544 2048 kbit/s	6312 8448 kbit/s	32 064 34 368 44 736 kbit/s	139,264 Mbit/s
Parámetro	Recomendación				
Característica de error	O.152	O.151	O.151	O.151	O.151
Violaciones de código		O.161	O.161		
Supervisión de la señal de alineación de trama		O.162 (2 Mbit/s)			
Fluctuación de fase de la temporización	O.171	O.171	O.171	O.171	O.171

**3 Aplicación de los aparatos de medida en los sistemas de transmisión analógicos**

En estudio.

**Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Características de los multiplexores de 60 canales*, Tomo III, Rec. G.793.
- [2] Recomendación del CCITT *Características de los multiplexores de 24 canales*, Tomo III, Rec. G.794.

**Recomendación O.3**

**CONDICIONES CLIMÁTICAS Y PRUEBAS PERTINENTES  
PARA LOS APARATOS DE MEDIDA**

*(Melbourne, 1988)*

**1 Consideraciones generales**

Las Recomendaciones de la serie O especifican aparatos de medida para un amplio campo de aplicaciones. Un requisito importante en el mantenimiento de los equipos de transmisión y las redes de telecomunicación, es la disponibilidad de aparatos de prueba fiables. La fiabilidad de los aparatos de medida puede verse afectada por las condiciones ambientales a las que los aparatos pueden verse sometidos durante su uso.

La presente Recomendación da una gama de condiciones climáticas para el funcionamiento de los aparatos de medida especificados en las Recomendaciones de la serie O. Adicionalmente se definen una serie de condiciones climáticas aplicables al transporte y almacenamiento de los aparatos de medida.

Para poder comprobar que se cumplen los requisitos de esta Recomendación, se especifican condiciones de prueba que simulan los diversos parámetros ambientales.

Siempre que ha sido posible, esta Recomendación está basada en normativa elaborada por otros organismos, tales como la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) [1]; (CEPT) [2].

## 2 Condiciones climáticas para el funcionamiento de los aparatos de medida

### 2.1 Funcionamiento en salas cerradas

Teniendo en cuenta que la mayor parte de las veces los aparatos de medida funcionan en lugares protegidos contra la intemperie, las condiciones normales de funcionamiento que se especifican en la figura 1/O.3 definen la gama de condiciones climáticas en las que los aparatos deberán cumplir las especificaciones. Estas condiciones son las que se dan en las zonas normales de trabajo, oficinas, centros de telecomunicación o lugares de almacenamiento de materiales delicados, etc.

Las condiciones normales de funcionamiento se mantendrán por medio de calefacción, refrigeración y si fuese necesario por ventilación forzada. La humedad no será necesario normalmente que se controle.

La figura 1/O.3 da por supuesto que los aparatos de medida funcionan generalmente a una temperatura aproximada de 25 °C y con una humedad relativa del 45%.

La zona punteada en el centro del climatograma de la figura 1/O.3 señala las condiciones climáticas que se registran en el 90% del tiempo.

Las condiciones de funcionamiento excepcionales que aparecen en la figura 1/O.3 pueden darse, por ejemplo, después de un fallo en el sistema de control ambiental. En estas circunstancias, el aparato de medida, deberá continuar funcionando sin averías irreversibles. Sin embargo, la medida puede ser menos precisa.

En algunas ocasiones, el aparato de medida puede verse sometido a radiación solar o a radiación térmica de otras fuentes (por ejemplo del sistema de calefacción de la sala). Deberá evitarse la radiación solar directa y la temperatura en la proximidad de los equipos no sobrepasará los límites de la figura 1/O.3.

Los aparatos de medida se pueden ver sometidos a los movimientos del aire que les rodea así como a las corrientes en los edificios (por ejemplo, a través de ventanas abiertas). No deberán verse sometidos a la condensación ni a las precipitaciones.

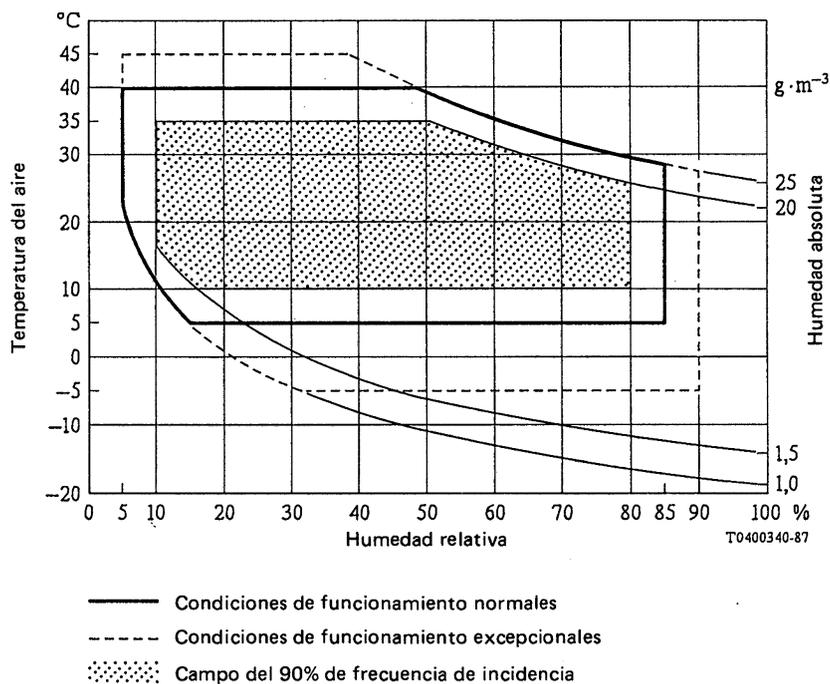


FIGURA 1/O.3

Diagrama temperatura-humedad para funcionamiento de aparatos de medida (emplazamientos protegidos contra la intemperie)

## 2.2 *Funcionamiento de los aparatos de medida en otros ambientes*

En estudio.

## 3 **Transporte y almacenamiento**

Los aparatos de medida deberán tolerar sin fallos irreversibles en su funcionamiento, temperaturas entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $+70^{\circ}\text{C}$  durante el transporte y el almacenamiento. Para humedades relativas superiores al 45% y temperaturas de más de  $25^{\circ}\text{C}$ , no se excederán los límites del climatograma de la figura 1/O.3 para cualquier combinación de valores de humedad y temperatura. En tal caso, la exposición (ininterrumpida) no podrá prolongarse por más de dos meses.

*Nota 1* – Se supone que los aparatos de medida van embalados en los recipientes que se suele utilizar para el transporte y que las condiciones ambientales mencionadas anteriormente son las registradas fuera del embalaje.

*Nota 2* – Este requisito es provisional y debe seguir siendo objeto de estudio.

## 4 **Condiciones de prueba**

### 4.1 *Condiciones de prueba en salas cerradas*

Se puede suponer que el aparato de medida cumple con los requisitos señalados en el § 2.1 si soporta los procedimientos de prueba ambientales básicos de acuerdo con la Publicación 68-2-3 de la CEI [3].

En la realización de estas pruebas, el aparato de medida estará en la cámara de prueba durante cuatro días. Después de un periodo de recuperación de dos horas, el elemento bajo prueba deberá funcionar correctamente, y no excederá los límites de error especificados.

*Nota* – Este requisito es provisional y debe seguir siendo objeto de estudio.

### 4.2 *Condiciones de prueba para otros ambientes*

En estudio.

## **Referencias**

- [1] Publicación 721-3 de la CEI *Classification of Groups of Environmental Parameters and their Severities*.  
Publicación 721-3-3 de la CEI *Stationary Use at Weather-Protected Locations*.
- [2] Recomendación T/TRw de la CEPT, Part B-3 *Environmental Conditions and Environmental Tests for Telecommunications Equipment*. (octubre de 1987).
- [3] Publicación 68-2-3 de la CEI *Basic Environmental Testing Procedures. Part 2: Test Ca: Damp heat, steady state*.

## **Recomendación O.6**

### **FRECUENCIA DE PRUEBA DE REFERENCIA DE 1020 Hz**

*(Melbourne, 1988)*

## **1 Introducción**

El propósito de esta Recomendación, es la especificación de una única frecuencia de referencia de 1020 Hz para, de esta forma, orientar a los fabricantes y a las Administraciones en el diseño y la explotación de los nuevos aparatos y sistemas. Esta Recomendación no pretende afectar a los aparatos y sistemas existentes, excepto en los casos en los que sea necesario realizar modificaciones para hacer posible el interfuncionamiento. Por ejemplo, una antigua central analógica, necesitará equiparse con nuevas capacidades de frecuencias de referencia si alguno de sus circuitos fuese a trabajar en conexión con una central digital.

## **2 Frecuencias de prueba en circuitos encaminados por sistemas MIC**

La elección de una frecuencia de prueba adecuada es de gran importancia al probar circuitos encaminados por sistemas MIC. Podría ocurrir que se produjese un error en las medidas de nivel en estos circuitos si la frecuencia de prueba utilizada fuese un submúltiplo de la frecuencia de muestreo MIC. Este error podría ser hasta de  $\pm 0,15$  dB a 800 Hz y de  $\pm 0,20$  dB a 1000 Hz con una frecuencia de muestreo de 800 Hz cuando se utiliza una codificación con 8 bits. Además, los errores en otros parámetros, como la distorsión total, serían todavía más significativos.

Por tanto, se recomienda que se evite la utilización de una frecuencia de referencia que sea un submúltiplo de la de muestreo MIC. Estudios del CCITT muestran que algunas Administraciones han utilizado frecuencias nominales de referencia alrededor de 800 ó 1000 Hz y principalmente en las gamas de 804 a 860 Hz o de 1004 a 1020 Hz. Estos estudios han confirmado que en tanto no sea necesario el interfuncionamiento, las Administraciones no han tenido problemas significativos en el mantenimiento y que, por tanto, los aparatos y procedimientos existentes se pueden seguir utilizando.

En el caso del interfuncionamiento y para equipos y sistemas nuevos, las Administraciones han expresado una acusada preferencia por la elección de la frecuencia de referencia de 1020 Hz.

### 3 Consideraciones acerca de las especificaciones de los nuevos aparatos de medida

En las especificaciones de nuevos aparatos de medida dentro de las Recomendaciones de la serie O, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- i) Se recomienda la frecuencia de prueba de referencia de 1020 Hz para los circuitos de generación de frecuencias de prueba o para los instrumentos que proporcionan frecuencias de prueba de referencia. La tolerancia de dicha frecuencia será de +2 Hz a -7 Hz<sup>1)</sup>.
- ii) El nivel nominal de la frecuencia de prueba de referencia, cuando se utilice en equipos en servicio, no será superior a -10 dBm0 ± 0,1 dB.
- iii) Los circuitos o los aparatos de medida que utilicen frecuencias de prueba de referencia, deberán ser capaces de medir, en lo posible, frecuencias cualesquiera dentro de la gama nominal de 1000 a 1025 Hz.

Por acuerdo entre las Administraciones interesadas, se considera admisible el uso de frecuencias de medida de la gama de 800 a 860 Hz, en caso de no disponer de los generadores y receptores adecuados. En la Recomendación M.20 [1] se proporcionan otras consideraciones acerca del desarrollo y uso de frecuencias de prueba de referencia.

#### Referencia

- [1] Recomendación del CCITT *Filosofía de mantenimiento de redes analógicas, digitales y mixtas*, Tomo IV, Rec. M.20.

### Recomendación O.9

#### CONFIGURACIONES DE MEDIDA PARA EVALUAR EL GRADO DE ASIMETRÍA CON RESPECTO A TIERRA

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

### 1 Generalidades

En esta Recomendación se describen las configuraciones para medir los parámetros siguientes:

- atenuación de conversión longitudinal;
- atenuación de conversión transversal;
- atenuación de transferencia de conversión longitudinal;
- atenuación de transferencia de conversión transversal;
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada;
- rechazo de modo común;
- simetría de la señal de salida.

Estos son, en la práctica, los siete parámetros de asimetría más importantes. En las Recomendaciones relativas al elemento objeto de prueba se indicarán los límites para estos parámetros, consideraciones especiales para las terminaciones de prueba y las frecuencias de medida.

<sup>1)</sup> La tolerancia negativa de 7 Hz es para que se puedan utilizar señales de prueba generadas digitalmente que procedan de un número suficientemente elevado de muestras, para así conseguir la precisión especificada en algunas Recomendaciones de la serie O (por ejemplo, la Recomendación O.133).

En esta Recomendación se han seguido los principios, la nomenclatura y las definiciones de la Recomendación G.117 [1], relativa a los aspectos de la asimetría con relación a tierra que influyen en la transmisión. En los parámetros siguientes se hace referencia a las secciones y figuras correspondientes de dicha Recomendación G.117 [1].

En el § 3 se da una orientación sobre la construcción de un puente de pruebas y los valores de los componentes.

## 2 Configuraciones de medida

### 2.1 Atenuación de conversión longitudinal (ACL)

La ACL de un dipolo o de un cuádrupolo (relación expresada en dB) indica el grado de la señal transversal no deseada producida en los terminales de una red debido a la presencia de una señal longitudinal en los conductores de conexión. Se mide como se indica en la figura 1/O.9. Esta técnica es aplicable a los terminales de entrada o de salida, por ejemplo, los terminales opuestos a y b con d y e, respectivamente (véase el § 4.1.3 de la Recomendación G.117 [1]).

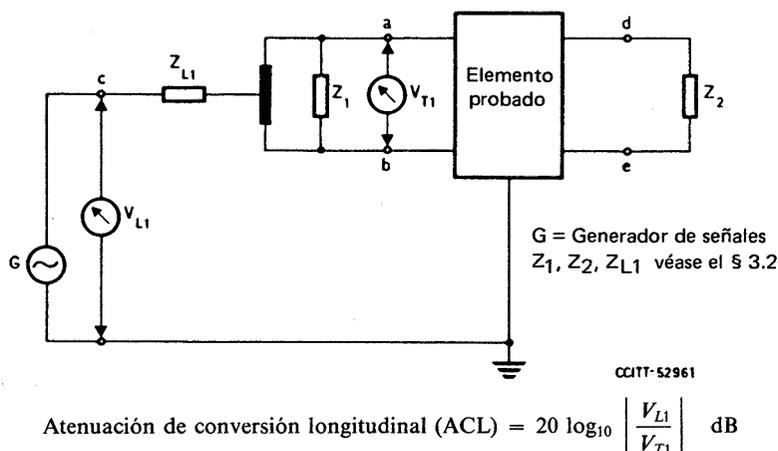


FIGURA 1/O.9

Medida de la atenuación de conversión longitudinal

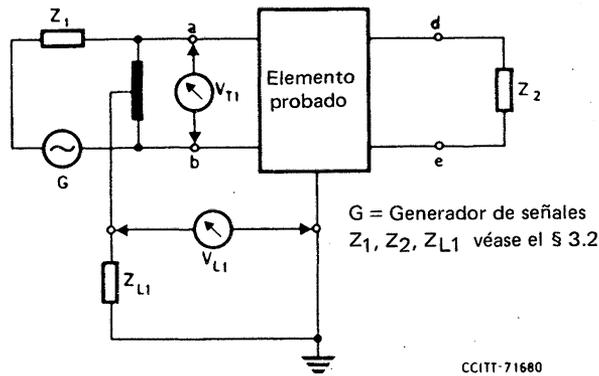
### 2.2 Atenuación de conversión transversal (ACT)

La ACT de un dipolo o de un cuádrupolo (relación expresada en dB) indica el grado de la señal longitudinal no deseada producida a la entrada (o a la salida) de una red debido a la presencia de una señal transversal en el mismo par de bornes. La ACT se mide como se indica en la figura 2/O.9 (véase el § 4.1.2 de la Recomendación G.117 [1]).

### 2.3 Atenuación de transferencia de conversión longitudinal (ATCL)

La ATCL es una medida (relación expresada en dB) de una señal transversal no deseada producida a la salida de un cuádrupolo debido a la presencia de una señal longitudinal en los conductores de conexión del acceso de entrada. Se mide como se indica en la figura 3/O.9 (véase el § 4.2.3 de la Recomendación G.117 [1]).

Si el elemento probado presenta una ganancia o una pérdida entre los accesos a/b y d/e, ha de tomarse en cuenta al especificar la ACTL. Además de los requisitos generales del § 3, la gama de medidas del equipo de prueba debe también tomar en consideración la ganancia o pérdida del aparato de medida. Además, si el elemento probado efectúa una conversión de señal (por ejemplo, en multiplexores MDF o MDT), la señal medida en  $V_{T2}$  pudiera no tener la misma frecuencia que la señal de excitación  $V_{L1}$ . La señal en  $V_{T2}$  podría incluso aparecer en forma codificada como una señal digital. Se requieren estudios adicionales para definir estas señales y sus relaciones.

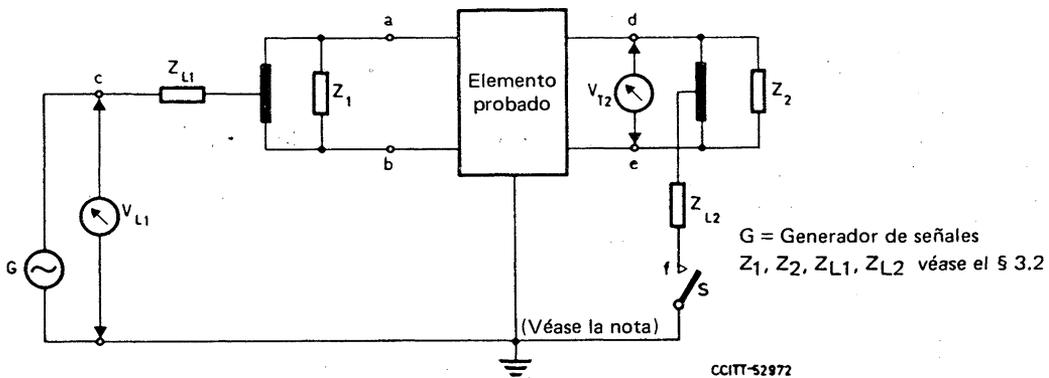


$$\text{Atenuación de conversión transversal (ACT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L1}} \right| \text{ dB}$$

*Nota* — En esta Recomendación, la señal transversal se expresa como la tensión en el acceso a/b (o d/e). Toda especificación relacionada con la tensión de fuente del generador de señales G conducirá al mismo resultado si la impedancia de entrada (salida) del elemento probado equivale a Z<sub>1</sub> (Z<sub>2</sub>).

FIGURA 2/O.9

Medida de la atenuación de conversión transversal



$$\text{Atenuación de transferencia de conversión longitudinal (ATCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ dB}$$

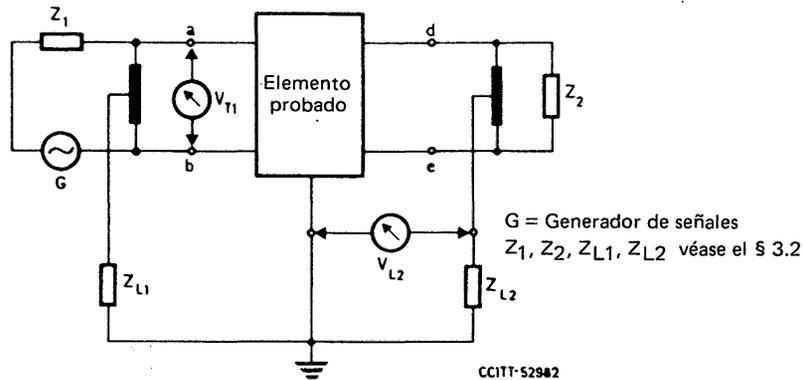
*Nota* — Normalmente, las medidas se efectúan y los límites se especifican con el interruptor S cerrado. Sin embargo, en el caso de ciertos equipos, como los descritos en la Recomendación Q.45 [2], puede ser necesario especificar límites para la ATCL con el interruptor S cerrado y con el interruptor S abierto.

FIGURA 3/O.9

Medida de la atenuación de transferencia de conversión longitudinal

## 2.4 Atenuación de transferencia de conversión transversal (ATCT)

La atenuación de transferencia de conversión transversal es una medida (relación expresada en dB) de una señal longitudinal no deseada producida en la salida de un circuito con dos accesos debido a la presencia de una señal transversal en el acceso de entrada. Se mide como se indica en la figura 4/O.9. Si el elemento probado efectúa una conversión de la señal (por ejemplo, en multiplexores MDF o MDT), la señal medida en  $V_{L2}$  pudiera no tener la misma frecuencia que la señal de excitación  $V_{T1}$ . La señal de excitación podría incluso aplicarse en forma codificada como una señal digital. Se requieren ulteriores estudios para definir estas señales y sus relaciones (véase el § 4.2.2 de la Recomendación G.117 [1]).



$$\text{Atenuación de transferencia de conversión transversal (ATCT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

*Nota* — En esta Recomendación, la señal transversal se expresa como la tensión en el acceso a/b. Toda especificación relacionada con la tensión de fuente del generador de señales G conducirá al mismo resultado si la impedancia de entrada del elemento probado es igual a  $Z_1$ .

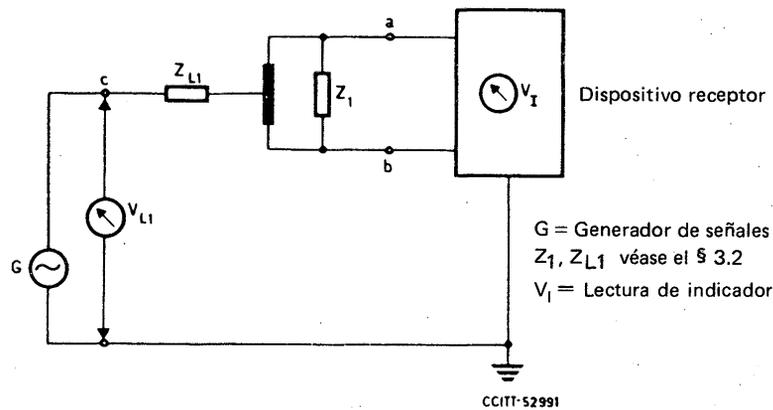
FIGURA 4/O.9

### Medida de la atenuación de transferencia de conversión transversal

## 2.5 Atenuación de interferencia longitudinal de entrada (AILE)

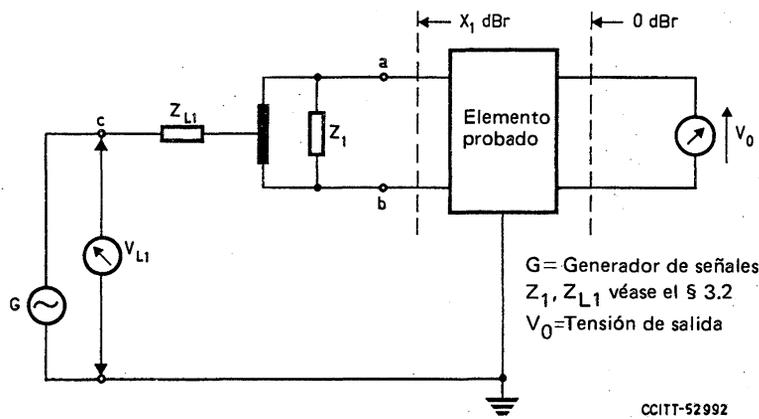
La medida de este parámetro es aplicable a dispositivos receptores (por ejemplo, amplificadores, hipsómetros, etc.). La AILE es una medida (relación expresada en dB) de la sensibilidad de un dispositivo receptor a perturbaciones longitudinales. Se mide como se indica en las partes a) y b) de la figura 5/O.9. En principio, es similar a la medida de la atenuación de conversión longitudinal (ACL). Sin embargo, dado que la medida se realiza internamente (utilizando un dispositivo indicador incorporado) o a la salida del elemento probado, se mide no solamente la simetría de impedancia en los puntos a-b sino también el efecto del rechazo en modo común (véase el § 4.4.1 de la Recomendación G.117 [1]).

Las medidas con arreglo a la parte b) de la figura 5/O.9 son también aplicables a dispositivos que realizan una conversión de señales (por ejemplo, lado frecuencias vocales/frecuencias portadoras del equipo de modulación de canal, lado A/D, del equipo múltiplex MIC, etc. Véase el § 2, apartado f) de la Recomendación G.117 [1]). En este caso, la medida a la salida del elemento probado requiere un analizador adecuado, es decir, un hipsómetro selectivo para medidas en moduladores de canal o un analizador digital (véase la Recomendación O.133) para medidas en multiplexores MIC. En la ecuación de la parte b) de la figura 5/O.9 se supone que  $V_0$  se mide en un punto de nivel relativo 0 dB. El valor  $X_1$  es el nivel relativo en el acceso a-b.



$$\text{Atenuación de interferencia longitudinal de entrada (AILE)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

a) Medida de la atenuación de interferencia longitudinal de entrada cuando el elemento probado contiene un dispositivo indicador incorporado



$$\text{Atenuación de interferencia longitudinal de entrada (AILE)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_0} \right| \text{ dB}$$

Nota — Cuando se calcule la AILE, deberán tomarse en cuenta los valores de  $X_1$  que difieran de 0 dBr.

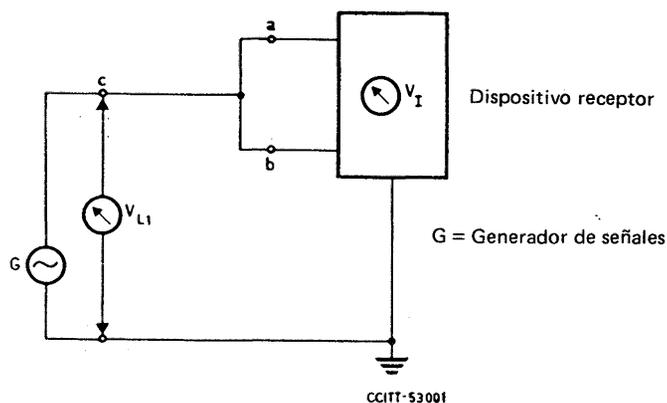
b) Medida de la atenuación de interferencia longitudinal de entrada cuando el elemento probado contiene un dispositivo indicador externo

FIGURA 5/O.9

**Medida de la atenuación de interferencia longitudinal de entrada**

## 2.6 Rechazo de modo común (RMC)

El rechazo de modo común es otra medida (relación expresada en dB) apropiada para dispositivos receptores y se mide como se indica en la figura 6/O.9. Obsérvese que en esta configuración los terminales de entrada se han cortocircuitado excitándoles después (véase el § 5.1 de la Recomendación G.117 [1]).



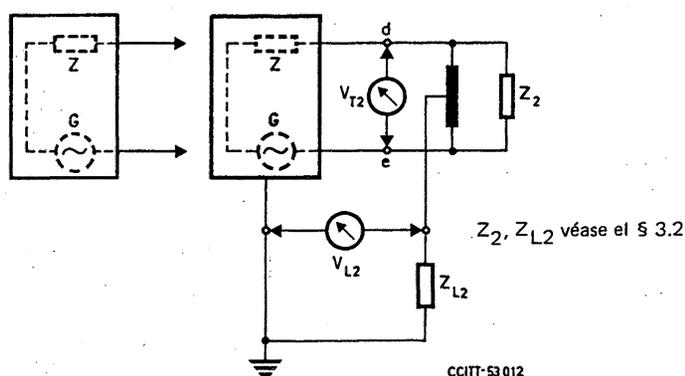
$$\text{Rechazo de modo común (RMC)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

FIGURA 6/O.9

Medida del rechazo de modo común

## 2.7 Simetría de la señal de salida (SSS)

Esta medida (relación expresada en dB) es aplicable a salidas de señal. La SSS es una medida de las señales longitudinales no deseadas en la salida de un dispositivo. Se mide como se indica en la figura 7/O.9 (véase el § 4.3.1 de la Recomendación G.117 [1]).



$$\text{Simetría de la señal de salida (SSS)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T2}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

FIGURA 7/O.9

Medida de la simetría de la señal de salida

La fuente de señales  $G$  representada en la figura 7/O.9 puede ser interna o externa al dispositivo probado. Las medidas de la SSS son también aplicables a dispositivos que realizan una conversión de señales (por ejemplo, lado frecuencias portadoras/frecuencias vocales del equipo de modulación de canal, lado D/A del equipo múltiplex MIC, etc. Véase el § 2, apartado f) de la Recomendación G.117 [1]). En este caso, se requiere una fuente externa de señales apropiada, es decir, un generador de niveles para medidas en moduladores de canal o un generador de señales digitales (véase la Recomendación O.133) para medidas en multiplexores MIC.

### 3 Requisitos que deben satisfacer las configuraciones de medida

#### 3.1 Simetría propia

Las configuraciones de medida indicadas en las figuras 1/O.9 a 7/O.9 incluyen dos impedancias independientes y una bobina con toma central, dispuestas en la forma indicada, para producir la equivalencia de las dos impedancias adaptadas de valor  $Z/2$ . La bobina debe tener un núcleo de hierro y estar provista de una toma exactamente al centro, debiendo las dos mitades del devanado estar estrechamente acopladas y ser lo más simétricas posible. Los circuitos indicados en la figura 8/O.9 son eléctricamente equivalentes, y cualquiera de ellos puede utilizarse para realizar las medidas descritas en esta Recomendación. Debe observarse que, en el caso de la opción *c)* de la figura 8/O.9, la conexión del punto *c* a tierra debe hacerse a través de una impedancia que sea virtualmente nula. Sin embargo, para frecuencias muy bajas, las configuraciones *a)* y *b)* de la figura 8/O.9 pueden ser inadecuadas y quizás sea más conveniente utilizar la configuración *c)* de la figura 8/O.121, insertando una pequeña resistencia (v.g. 1 ohmio) en la rama longitudinal, de modo que pueda obtenerse una medida de la corriente longitudinal para obtener la tensión equivalente a través de  $Z/4$ .

Antes de efectuar una medida es necesario determinar la simetría propia de la configuración de medida y cerciorarse de que el grado de simetría es suficiente. Para esto, el equipo probado se sustituye por un segundo puente de medida. La atenuación de conversión longitudinal propia de la configuración de medida debe ser 20 dB mayor que el límite fijado para el elemento probado. Deberá también obtenerse esta simetría cuando se inviertan las conexiones en los bornes *a* y *b*. Esto permite una exactitud del orden de  $\pm 1$  dB. En la Recomendación G.117, figura 21/G.117 [1], se presenta un ejemplo de un puente de medida utilizado en la práctica.

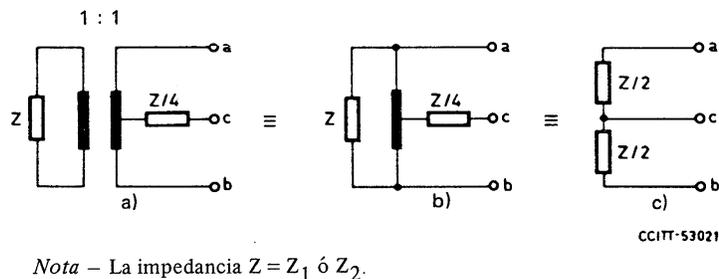


FIGURA 8/O.9

**Correspondencia eléctrica entre configuraciones con bobina de toma central y resistencia de toma central**

#### 3.2 Impedancias $Z_1$ , $Z_2$ , $Z_{L1}$ y $Z_{L2}$

$Z_1$  y  $Z_2$  son las impedancias conectadas en paralelo al acceso de entrada y/o de salida, respectivamente, del elemento probado.  $Z_1$  y  $Z_2$  están generalmente comprendidas entre  $\pm 25\%$  de la impedancia nominal del acceso a que están conectadas. Si las medidas se efectúan a través de accesos de entrada de alta impedancia, debe conectarse una impedancia adicional  $Z_1$  entre los puntos *a* y *b*. Las impedancias longitudinales  $Z_{L1}$  y  $Z_{L2}$  son nominalmente iguales a  $Z_1/4$  o  $Z_2/4$ , respectivamente. Sin embargo, pueden utilizarse valores distintos. Ello puede ser necesario para simular más convenientemente las condiciones de funcionamiento del elemento probado. En tales casos, la Recomendación que abarque el elemento probado especificará el valor de  $Z_{L1}$  y/o  $Z_{L2}$ .

### 3.3 *Medida y generación de señales de prueba*

Las tensiones  $V_L$  y  $V_T$  se miden con voltímetros de alta impedancia, y de tal manera que no se afecte a la simetría. Los valores que en realidad tienen la impedancia interna y la f.e.m. del generador G no tienen influencia alguna cuando se mide  $V_L$ . El diseño del elemento probado puede imponer un límite a la magnitud admisible de la excitación longitudinal.

Cuando el equipo probado como se indica en la figura 1/O.9 es un dispositivo generador de señales,  $V_{T1}$  deberá medirse selectivamente si hay necesidad de medir la atenuación de conversión longitudinal mientras el generador está activo. Las medidas selectivas son también preferibles cuando deban medirse grandes atenuaciones.

### 3.4 *Otras consideraciones*

En ciertas medidas puede necesitarse el prever una alimentación en continua para retención de la línea o una terminación de línea en continua. En tales casos, la Recomendación en la que se incluyen los requisitos del elemento probado, debe especificar también las exigencias para la utilización de corriente continua en línea.

#### **Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Aspectos de la simetría con relación a tierra que influyen en la transmisión*, Tomo III, Rec. G.117.
- [2] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central analógica internacional*, Tomo VI, Rec. Q.45.

## SECCIÓN 2

### ACCESO PARA MANTENIMIENTO

#### Recomendación O.11

#### LÍNEAS DE ACCESO PARA MANTENIMIENTO

*(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)*

#### 1 Consideraciones generales

##### 1.1 Introducción

Para una mayor eficacia en el mantenimiento manual y automático de circuitos internacionales en una red telefónica automática, se recomiendan las siguientes líneas internacionales de acceso para mantenimiento internacional:

- a) una terminación silenciosa simétrica que devuelve inicialmente un tono de prueba de  $-10$  dBm0;
- b) una línea de acceso a posición o consola de pruebas de mantenimiento con varios códigos de acceso para pruebas de comunicaciones telefónicas y/o de circuitos;
- c) una línea de prueba para terminación del equipo respondedor subordinado del sistema de pruebas de supresores de eco (SPSE) (véase la Recomendación O.25);
- d) una línea de prueba en bucle (analógica o digital);
- e) una línea de prueba para terminación del equipo respondedor subordinado de prueba de compensadores de eco;
- f) una línea de prueba para terminación del equipo respondedor subordinado de tipo *a* para pruebas de funcionamiento del sistema de señalización y medidas de transmisión para utilización con el ATME N.º 2 (Recomendación O.22);
- g) una línea de prueba que devuelve una señal de ocupado para utilización con el ATME N.º 2 (denominada también equipo respondedor, subordinado del tipo *c*, véase la Recomendación O.22).

Estas líneas de prueba deberán disponerse como unidades modulares para que cada Administración pueda elegir la cantidad que desea instalar de cada tipo en un determinado centro.

Las líneas de prueba citadas en los apartados a) a e) no proporcionarán resultados de prueba fiables para un circuito encaminado a través de un sistema de multiplicación de circuitos (SMC) que emplea técnicas de interpolación [incluido el caso de un circuito encaminado por canales de satélite con acceso múltiple por división en el tiempo/interpolación digital de la palabra (AMDT/IDP)], y por tanto no deben ser utilizadas en estos casos a no ser que se pueda establecer, durante la duración de la secuencia de pruebas, una asociación permanente circuito-canal en ambos sentidos de transmisión. Ello se debe a que sin la asociación circuito-canal, no se podría mantener la continuidad del circuito dentro del SMC cuando no hay señal y en condiciones de nivel de señal muy bajo.

## 1.2 *Línea de prueba de terminación silenciosa*

La línea de prueba de terminación silenciosa es una línea de prueba seleccionable por marcación y que devuelve inicialmente un tono de 1020 Hz<sup>1)</sup> a -10 dBm0 nominales durante 13 a 15 segundos. Tras el periodo inicial de tono, la línea de prueba deberá presentar una terminación de 600 ohmios simétrica que simule la impedancia nominal de una central. Esta terminación silenciosa deberá permanecer conectada hasta que desconecte el usuario llamante. Esta línea de prueba, seleccionable marcando el correspondiente código de acceso, tiene como fin permitir a un solo técnico de mantenimiento el hacer mediciones manuales de atenuación, ruido (o ruido con tono) unidireccionales y pruebas de ruido impulsivo en un circuito cualquiera desde el centro de conmutación distante.

## 1.3 *Línea de acceso para pruebas y/o comunicaciones*

La línea de acceso para pruebas y/o comunicaciones es una línea de acceso obtenible marcando el correspondiente código de acceso cuya instalación está prevista en la posición de pruebas del circuito o de la consola de pruebas de mantenimiento asociadas a los centros de conmutación internacionales. Se espera que estas líneas de acceso se utilicen para comunicaciones telefónicas entre el personal de mantenimiento del circuito de los puntos de mantenimiento apropiados y que sirvan de puntos de acceso para las pruebas para una serie de pruebas manuales de transmisión. Estas líneas de acceso son facilidades potenciales como punto de avisos de averías en los circuitos (o en la red) y/o punto de pruebas de transmisión.

Se asignarán códigos de acceso distintos para cada uno de los tipos de líneas de acceso descritas a continuación. Esto se hace con el propósito de asegurar que si una Administración desea separar las diversas funciones de mantenimiento (es decir, pruebas de transmisión, pruebas de conmutación e informes de averías), pueda hacerlo. No obstante, estas asignaciones no deben impedir que aquellas Administraciones que lo deseen puedan combinar una o más funciones utilizando un solo código de acceso.

### 1.3.1 *Líneas de acceso para pruebas de transmisión*

La línea de acceso para pruebas de transmisión es una línea de prueba obtenible marcando el correspondiente código de acceso cuya instalación está prevista en la posición de pruebas de mantenimiento de circuitos o en la posición de pruebas en consola asociada con los centros de conmutación internacional. Estas líneas de pruebas están destinadas a ser utilizadas como punto de acceso para las pruebas para efectuar una serie de pruebas manuales de transmisión. Pueden utilizarse también para comunicaciones telefónicas asociadas con la prueba de circuitos.

El plan de códigos de acceso propuesto para estas líneas de pruebas ofrece la posibilidad de seleccionar una determinada posición o consola de pruebas cuando el centro de conmutación distante está equipado para este tipo de acceso por marcación. Si el número normal de la posición de prueba (código de acceso) se halla ocupado, está previsto el encaminamiento de la llamada a una posición de prueba libre a través de un grupo de buscadores. En general, la asignación de códigos de acceso deberá permitir a las cifras 21 (véase el § 2.4.2) hacer que la llamada entrante por la línea de pruebas sea encaminada a la posición de prueba o a la consola de mantenimiento normalmente asignada al haz de circuitos determinado en el que se originó la llamada entrante. Por tanto, el uso de las cifras 22 a 29 (no en el caso del sistema de señalización N.º 6 del CCITT) permitirá al personal de mantenimiento efectuar una llamada por línea de pruebas a una posición de prueba o a una consola de mantenimiento específicas en el extremo distante. Esto permitirá flexibilidad al asignar las posiciones de prueba y de las consolas, y puede también aliviar la necesidad de que todas las posiciones de prueba o consolas estén dotadas del mismo equipo de prueba.

### 1.3.2 *Otras líneas para pruebas y/o comunicaciones*

Es necesario proveer líneas para pruebas manuales de conmutación y de señalización, así como proporcionar facilidades para un punto de avisos de averías en los circuitos o para un punto de avisos de averías en la red. Cuando las necesidades se definan plenamente, se asignarán códigos a estas líneas.

## 1.4 *Líneas de prueba de supresores de eco*

La línea de pruebas de supresores de eco es una línea de prueba, a cuatro hilos, obtenible marcando el correspondiente código de acceso, destinada a servir de terminación al respondedor del sistema de pruebas de supresores de eco (SPSE) (véase la Recomendación O.25) en un centro de conmutación internacional. Esta línea de prueba permitirá al personal de mantenimiento en el centro de conmutación internacional distante efectuar por medio del equipo director SPSE pruebas semiautomáticas unipersonales de supresores de eco en los circuitos que unen ambos centros.

<sup>1)</sup> Para más información sobre la elección de la frecuencia de la señal de prueba, véase la Recomendación O.6.

## 1.5 *Línea de prueba en bucle*

### 1.5.1 *Línea analógica de prueba en bucle*

La línea de prueba en bucle es una línea de prueba a cuatro hilos obtenible marcando el correspondiente código de acceso que devuelve inicialmente un tono de 1020 Hz a  $-10$  dBm0 nominales durante 13 a 15 segundos. Tras el periodo inicial de tono, la línea de prueba deberá presentar una terminación de 600 ohmios simétrica en el sentido «RETORNO» durante los 13 a 15 segundos siguientes. En el sentido «IDA» deberá también encontrar una terminación de 600 ohmios simétrica durante estos dos primeros intervalos.

Tras el segundo intervalo, deberán desconectarse las terminaciones de 600 ohmios. Finalmente, los sentidos «IDA» y «RETORNO» deberán conectarse (en bucle) en el respondedor de prueba, al nivel correcto hasta ser liberados por la estación llamante.

El propósito de esta facilidad de prueba es proporcionar un medio manual de realizar un solo técnico de mantenimiento pruebas de transmisión rápidas (nivel y ruido) en ambos sentidos. También permitirá la toma y la prueba rápida por un dispositivo de prueba automático en la estación que llamante.

### 1.5.2 *Línea digital de prueba en bucle*

La línea digital de prueba en bucle proporciona una línea de prueba a cuatro hilos seleccionable por marcación destinada a su utilización en las medidas de la característica de error de circuitos digitales internacionales y como método rápido de verificar la continuidad de los circuitos totalmente digitales no codificados en MIC y de los mixtos analógico/digitales. Consta de circuitos que aceptan y devuelven en bucle, sobre una base digital, la señal de un circuito. La señal de prueba puede ser una secuencia digital arbitraria de prueba o una señal analógica de prueba.

Cuando el equipo de prueba ha accedido a la línea de prueba de un emplazamiento distante, puede transmitir las señales analógicas deseadas de prueba o las secuencias digitales de prueba. El equipo de prueba puede examinar la señal devuelta para verificar la potencia recibida (o la continuidad) de las señales analógicas de prueba o la característica de error (o la continuidad) de las secuencias digitales de prueba.

El plan de marcación propuesto para esta línea de prueba permite que se seleccione una línea particular si el centro de conmutación distante está equipado para este tipo de acceso por marcación. Si el número normal de línea de prueba (código de acceso) está ocupado, la llamada debería dar una indicación de ocupado.

## 1.6 *Línea de pruebas de compensador de eco*

Se trata de una línea de pruebas a cuatro hilos obtenible por marcación destinada a servir de terminación al equipo subordinado de prueba de un compensador de eco.

Esta facilidad de pruebas permitirá al personal de mantenimiento del centro de conmutación de origen efectuar pruebas del compensador o compensadores de eco en el circuito probado. El que la prueba se realice en ambos compensadores o únicamente en el del extremo subordinado del circuito probado dependerá del tipo del aparato director que se utilice.

## 1.7 *Líneas de prueba del ATME N.º 2*

Las líneas de prueba del ATME N.º 2 son líneas de prueba a cuatro hilos seleccionables por marcación utilizadas para terminación de los aparatos respondedores subordinados del ATME N.º 2 (véase la Recomendación O.22). El aparato respondedor subordinado se presenta en dos formas:

- a) un dispositivo de prueba de funcionamiento del sistema de señalización y de medidas de transmisión (tipo *a*);
- b) un dispositivo de prueba de funcionamiento del sistema de señalización (tipo *b*).

El ATME N.º 2 consta de un aparato director en el extremo de salida y de un aparato respondedor subordinado en el extremo de llegada, y está destinado a efectuar medidas automáticas de transmisión y pruebas de funcionamiento del sistema de señalización para todas las categorías de circuitos internacionales que terminen en centrales con conmutación a cuatro hilos.

## 1.8 *Línea de prueba de la señal de ocupado*

La línea de prueba de la señal de ocupado es una línea de prueba a cuatro hilos seleccionable por marcación destinada a utilizarse con el aparato director del ATME N.º 2 (véase la Recomendación O.22). Esta línea de prueba, denominada también aparato respondedor subordinado de tipo *c* en la Recomendación O.22, es necesaria si el sistema de señalización utilizado en los circuitos a probar proporciona una señal de ocupado. Esta línea de prueba puede proveerse en el equipo de central o en un aparato respondedor subordinado aparte.

## 2 Método de acceso

- 2.1 En general, las disposiciones de acceso deberán ajustarse a lo establecido en la Recomendación M.565 [1].
- 2.2 El acceso a las líneas de prueba en la central internacional de llegada tendrá lugar a cuatro hilos a través del equipo normal de conmutación de la central en todos los circuitos de llegada y de ambos sentidos.
- 2.3 El cableado de las líneas de atenuación para las líneas de prueba deberá ajustarse a lo establecido en la Recomendación M.565 [1].

### 2.4 Información de dirección

#### 2.4.1 Secuencia de información de dirección

Se utilizará la siguiente información de dirección para obtener las líneas de acceso de prueba de mantenimiento en la central internacional de llegada:

- i) *Sistema de señalización N.º 4 del CCITT*
  - a) señal de toma de terminal,
  - b) código 13,
  - c) código 12,
  - d) cifra 0,
  - e) dos cifras asociadas con el tipo de línea de prueba internacional concreto a la que hay que acceder (véase el § 2.4.2),
  - f) código 15.
- ii) *Sistema de señalización N.º 5 del CCITT*
  - a) KP1,
  - b) cifra 7 (cifra de idioma no atribuida),
  - c) código 12,
  - d) cifra 0,
  - e) dos cifras asociadas con el tipo de línea de prueba internacional concreto a la que hay que acceder (véase el § 2.4.2),
  - f) ST.
- iii) *Sistema de señalización N.º 6 del CCITT*

El formato de mensaje inicial de dirección para el acceso a dispositivos de prueba viene dado en las Recomendaciones Q.258 [2] y Q.259 [3]. La asignación de la cifra X deberá ser el siguiente:

  - a) 1 (equipo respondedor subordinado de tipo *a* del ATME N.º 2 para pruebas de señalización y medidas de transmisión);
  - b) 2 (equipo respondedor subordinado de tipo *b* del ATME N.º 2 para pruebas de señalización exclusivamente);
  - c) 3 (línea de prueba de terminación silenciosa);
  - d) 4 (línea de prueba de supresores de eco);
  - e) 5 (línea de prueba de bucle);
  - f) 6, 7 y 8 (línea de acceso para pruebas de transmisión) (véase la nota);
  - g) 9 (línea de compensador de eco);
  - h) 10 (línea de prueba en bucle digital).

*Nota* — La asignación de la cifra X se somete a la Comisión de Estudio XI para su estudio. En el sistema de señalización N.º 6 los bits de los códigos de acceso (esquema de bits) enviados por la línea no necesitan ser idénticos al número concreto de código de acceso utilizado por el personal de mantenimiento. Dado que el sistema de señalización N.º 6 se utilizará principalmente con centrales con control por programa almacenado (CPA), será posible traducir cualquier código de acceso a cualquier esquema de bits apropiado.
- iv) *Sistema de señalización N.º 7 del CCITT*

El formato de mensaje inicial de dirección para el acceso a dispositivos de prueba viene dado en la Recomendación Q.722 [4]. En el § 2.4.2 se incluyen las dos cifras asociadas a la línea de pruebas internacional de que se trate, a la que hay que acceder.
- v) *Sistema de señalización R1 del CCITT*
  - a) KP,
  - b) cifras a convenir entre las Administraciones interesadas,
  - c) ST.

vi) *Sistema de señalización R2 del CCITT*

- a) indicador de llamada de prueba,
- b) código I-13,
- c) dos cifras asociadas con el tipo de línea de prueba internacional concreto a la que hay que acceder (véase el § 2.4.2),
- d) código I-15 (a petición).

2.4.2 *Códigos de línea de prueba para los sistemas de señalización N.ºs 4, 5, 7 y R2 del CCITT*

i)	equipo respondedor subordinado de tipo <i>a</i> del ATME N.º 2 . . . . .	61
ii)	equipo respondedor subordinado de tipo <i>b</i> del ATME N.º 2 . . . . .	62
iii)	señal de ocupado . . . . .	63
iv)	terminación silenciosa . . . . .	64
v)	supresores de eco . . . . .	65
vi)	en bucle analógico . . . . .	66
vii)	en bucle digital . . . . .	68
viii)	capacidad de varias direcciones para línea de acceso para pruebas de transmisión . . . . .	21-29
ix)	línea de prueba de compensadores de eco . . . . .	67

**3 Especificaciones para el aparato de línea de prueba**

Se aplican las siguientes especificaciones para todos los tipos de aparatos de línea de prueba, salvo que se indique lo contrario, que se deberán cumplir en la gama de condiciones climáticas especificada en la Recomendación O.3

3.1 *Características del generador de tonos* (líneas de pruebas de terminación silenciosa y en bucle)

- a) La frecuencia nominal del generador de tonos debe estar entre 1004 y 1020 Hz. La frecuencia del generador de tonos, habida cuenta su estabilidad y envejecimiento, debe permanecer entre 1002 y 1025 Hz.
- b) Pureza de salida: relación salida total/salida no deseada de al menos 50 dB.
- c) Estabilidad de nivel a largo plazo  $\pm 0,03$  dB.

3.2 *Nivel transmitido e intervalos de temporización* (líneas de pruebas de terminación silenciosa y en bucle)

- a) El nivel de tono de prueba a transmitir deberá ser de  $-10$  dBm0  $\pm 0,1$  dB.
- b) Intervalo de tono:  $14 \pm 1,0$  segundos para línea de prueba de terminación silenciosa. Intervalos de terminación tono/silencio para la línea de prueba de bucle:  $14 \pm 1,0$  segundos.

3.3 *Impedancia*

- a) 600 ohmios simétrica.
- b) Para todos los casos, atenuación de conversión longitudinal (véase la figura 1/O.9): al menos 46 dB entre 300 y 3400 Hz, y por debajo de 300 Hz en aumento hasta 60 dB a 50 Hz.

3.4 *Pérdida de retorno*

Al menos 46 dB a 1020 Hz; y al menos 30 dB entre 300 y 3400 Hz.

3.5 *Respuesta en frecuencia*

- a)  $\pm 1$  dB de 300 a 3000 Hz (terminación silenciosa; supresor de eco, compensador de eco y línea de prueba en bucle).
- b)  $\pm 0,5$  dB de 300 a 3000 Hz (líneas de acceso para pruebas de transmisión).

### 3.6 *Ajuste de nivel de la línea de prueba en bucle*

El equipo de línea en prueba en bucle proporcionará la aportación adecuada (atenuación o ganancia) en el trayecto de medida en bucle para ajustar su nivel dentro de  $\pm 0,1$  dB del valor nominal necesario. El valor nominal necesario deberá determinarse de acuerdo con la Recomendación M.560 [5] y los puntos de nivel de referencia en los que se emplea el circuito en bucle.

### 3.7 *Prueba digital en bucle*

La línea digital de prueba en bucle proporciona una línea de prueba a cuatro hilos seleccionable por marcación; consta de circuitos que aceptan y devuelven en bucle los octetos recibidos de un circuito digital. Al devolverlos en bucle, los octetos se retransmiten de forma que se conservan las posiciones de los bits dentro del octeto, es decir, el bit más significativo del octeto retransmitido corresponde al bit más significativo del octeto recibido, y así sucesivamente.

El bucle puede integrarse en la red de conexión de la máquina de conmutación digital automática o puede actuar de forma autónoma, presentándose con las características de un elemento a cuatro hilos y 64 kbit/s en la máquina de conmutación, de forma similar a las líneas de prueba existentes.

## 4 **Secuencia de pruebas por línea de pruebas del sistema de señalización**

### 4.1 *Toma de circuito*

Cuando debe efectuarse la toma y conexión de un circuito de salida en el extremo distante con una de las líneas internacionales de prueba, se transmite la adecuada información de dirección de conformidad con la especificación para el sistema de señalización en uso (véase el § 2.4).

### 4.2 *Respuesta de línea de prueba*

Al obtener acceso al equipo de línea de prueba, se transmitirá la señal de respuesta (respuesta, sin tasación si el sistema es el N.º 6). Si la línea de prueba se halla ocupada, deberá devolver una indicación de ocupado al extremo de origen de acuerdo con la señalización normal para el circuito y para la dirección de que se trate.

### 4.3 *Línea de prueba no equipada*

Cuando se recibe una llamada de línea de prueba en un centro de conmutación no equipado para cursar este tipo de llamada de prueba, el centro de conmutación llamado deberá responder con la señal de «número no asignado» siempre que disponga de ella el sistema de señalización empleado.

### **Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Puntos de acceso para circuitos telefónicos internacionales*, Tomo IV, Rec. M.565.
- [2] Recomendación del CCITT *Señales telefónicas*, Tomo VI, Rec. Q.258.
- [3] Recomendación del CCITT *Señales de control del sistema de señalización*, Tomo VI, Rec. Q.259.
- [4] Recomendación del CCITT *Función general de los mensajes y de las señales de telefonía*, Tomo VI, Rec. Q.722.
- [5] Recomendación del CCITT *Circuitos telefónicos internacionales — Principios, definiciones y niveles relativos a transmisión*, Tomo IV, Rec. M.560.

## SECCIÓN 3

### SISTEMAS DE MEDIDA AUTOMÁTICOS Y SEMIAUTOMÁTICOS

#### Recomendación O.22<sup>1)</sup>

#### APARATO AUTOMÁTICO DE MEDIDAS DE TRANSMISIÓN Y DE PRUEBAS DE SEÑALIZACIÓN DEL CCITT (ATME N.º 2)

(Ginebra, 1972; modificada en Ginebra, 1980,  
Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

#### 1 Consideraciones generales

El aparato automático de medidas de transmisión y de pruebas de la señalización del CCITT (ATME N.º 2) está destinado a medir la transmisión, a probar los compensadores de eco y a verificar el funcionamiento del sistema de señalización<sup>2)</sup> en los circuitos internacionales de todo tipo que terminen en las centrales con conmutación a cuatro hilos.

El ATME N.º 2 consta de dos partes:

- 1) el aparato director, en el extremo de salida,
- 2) el aparato (respondedor) subordinado, en el extremo de llegada.

El aparato subordinado puede presentarse en dos modelos diferentes:

- a) el tipo a), que permite efectuar pruebas de las funciones del sistema de señalización y mediciones de transmisión,
- b) el tipo b), que permite tan sólo pruebas de las funciones del sistema de señalización<sup>3)</sup>.

Con los tipos a) y b) no puede someterse a prueba la señal de ocupado. Hay que prever, pues, para poder realizar tal prueba, una llamada de prueba especial con un código apropiado. Se tomarán entonces las medidas convenientes para que la central internacional de llegada provoque la transmisión de la señal de ocupado por el circuito sometido a prueba. Para esto, el equipo de dicha central examinará el código de que se trate, o bien habrá que prever un aparato subordinado distinto. La transmisión de la señal de ocupado debería efectuarse simulando una congestión del tráfico de la central o del circuito. En adelante, llamaremos tipo c) al aparato subordinado que permite realizar la prueba de la señal de ocupado.

El aparato subordinado del tipo a) es siempre obligatorio. El tipo b) es optativo; cuando se le utiliza además del de tipo a), su fin es facilitar un medio económico que permita hacer pruebas de señalización más frecuentes sin necesidad de aparato de medidas de transmisión. El aparato subordinado del tipo c) es obligatorio en los casos en que el sistema de señalización empleado en los circuitos que se prueban tenga señal de línea ocupada.

<sup>1)</sup> El texto de esta Recomendación se ha establecido bajo la responsabilidad de las Comisiones de Estudio IV y XI. Cualquier modificación del mismo deberá someterse, para su aprobación, a las citadas Comisiones de Estudio.

<sup>2)</sup> Estas pruebas son de comprobación del buen funcionamiento y no incluyen *pruebas marginales*.

<sup>3)</sup> El CCITT señala a la atención de las Administraciones las ventajas de procurar un número suficiente de aparatos para pruebas de las funciones del sistema de señalización, tipo b), que permitan efectuar simultáneamente varias pruebas de las funciones del sistema de señalización y que permitan que las mismas sean efectuadas más a menudo que las pruebas de transmisión. (Para la utilización del ATME N.º 2, véase la Recomendación M.605 [1].)

Con respecto a los circuitos bidireccionales, los dos extremos deben estar provistos de un aparato director y de un aparato subordinado, para permitir la prueba de funcionamiento del sistema de señalización. Para las medidas de transmisión por los citados circuitos, el extremo de salida depende normalmente de la estación directora, mientras que el de llegada depende de la estación subdirectora. Sin embargo, y por mutuo acuerdo, estas relaciones pueden invertirse.

El ATME N.º 2 tiene que tener una construcción modular, a fin de que las Administraciones que lo utilicen puedan incorporar en él únicamente los elementos que deseen. La presente especificación vale para los circuitos que utilicen los sistemas de señalización números 3, 4, 5, 6, 7, R1 y R2 del CCITT.

Los resultados de las medidas se registran tan sólo en el extremo de salida, es decir, por el aparato director. Las Administraciones o empresas privadas de explotación pueden, sin embargo, tomar disposiciones para transmitir los resultados de tales medidas a las Administraciones responsables del extremo de llegada, así como en otros puntos, si lo desean y de conformidad con lo dispuesto en acuerdos mutuos. Se podrá utilizar el ATME N.º 2 en circuitos que comprenden sistemas de multiplicación de circuitos (SMC), si dichos sistemas están diseñados de manera que se pueda utilizar la frecuencia de 2800 Hz para retener los circuitos en ausencia de las señales transmitidas normalmente. El TASI es un ejemplo de SMC que acepta 2800 Hz como tono de retención.

## 2 Tipos de pruebas y de medidas

El ATME N.º 2 efectúa los siguientes tipos de medidas de transmisión en los dos sentidos de transmisión con aparatos subordinados del tipo a):

- a) medida del nivel absoluto de potencia a 1020 Hz<sup>4)</sup>;
- b) medida del nivel absoluto de potencia a 400, 1020 y 2800 Hz (distorsión de atenuación en función de la frecuencia);
- c) medida de ruido;
- d) medida de la relación señal/distorsión total (incluida la distorsión de cuantificación) con varios tonos de retención (por ejemplo, -10 y -25 dBm0);
- e) una secuencia para el sistema de prueba de compensadores de eco en circuito (SPCE), con el fin de probar los compensadores situados tanto en el extremo próximo como en el extremo lejano del circuito bajo prueba. El SPCE es apropiado para la medida de compensadores de eco acordes con la Recomendación G.165 [2];
- f) medidas, por el aparato director de una secuencia digital de prueba, originada por él mismo, y reconducida hacia atrás por un aparato subordinado del tipo a), en circuitos totalmente digitales entre centrales digitales.

Además de las pruebas de las funciones normales de señalización que hay que realizar durante el establecimiento de las llamadas de prueba, se comprueban también las señales de línea que se citan a continuación:

- señal de colgar;
- señal de intervención;
- señal de ocupado (ésta requiere una llamada de prueba distinta por otra línea de prueba, véase la Recomendación O.11).

Además de las medidas de transmisión entre el aparato director de una prueba y el aparato subordinado, será posible la realización de medidas, por un aparato director, en una línea de prueba en bucle como se describe en la Recomendación O.11.

El ATME N.º 2 será diseñado de tal manera que pueda servir más tarde para efectuar otras medidas y otras pruebas.

## 3 Equipo para las medidas de transmisión y tratamiento de los resultados

El aparato director y el aparato subordinado irán provistos de dispositivos que permitan efectuar medidas del nivel absoluto de potencia, pruebas de secuencias digitales, pruebas de compensadores de eco, de la relación señal/distorsión total, y del ruido, como se describe más adelante. Además, el equipo director, en los casos necesarios, deberá poder recibir los resultados de las medidas hechas por los aparatos director y subordinado, haciendo las correcciones apropiadas y dar a tales resultados el formato conveniente para que puedan ser transmitidos al dispositivo de salida. Se considera que este dispositivo forma parte del aparato director.

<sup>4)</sup> Para más información sobre la elección de la frecuencia de la señal de prueba, véase la Recomendación O.6.

### 3.1 *Medidas del nivel absoluto de potencia*

#### 3.1.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto que va a medirse, se conecta un *aparato de transmisión* que transmite un tono de frecuencia y nivel apropiados (especificados en los § 6.3 y 9.1).

#### 3.1.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto que se va a medir, se conecta un aparato de medida cuyas especificaciones figuran en los § 6.3 y 9.1.

Los resultados suministrados por el aparato de medida se presentan en forma de desviaciones (en dB), con relación al valor nominal del nivel absoluto de potencia del circuito en el extremo virtual del lado recepción. Esto supone que, del lado del aparato subordinado, el nivel relativo, en el extremo virtual, es siempre de  $-4$  dBr (véase el § 3.6). Un nivel superior al valor nominal vendrá indicado por el signo «+» y un nivel inferior por el signo «-». En el caso de medidas de la distorsión total, los resultados darán la relación señal/distorsión total en dB. Hay que tener en cuenta los parámetros de transmisión del trayecto de acceso conmutado entre el extremo virtual y el aparato de medida (véase la Recomendación M.560 [3]).

Si durante la medida se interrumpe el tono de prueba, o se produce una inestabilidad del nivel recibido, y si el aparato puede detectar dichas anomalías (véase el § 10.5), transmitirá el resultado obtenido tal como se indica en el cuadro 3/O.22.

### 3.2 *Medidas de ruido*

*Nota* – Cuando el ATME N.º 2 se realiza utilizando técnicas de proceso digital de señales, las medidas de ruido se verán, inherentemente limitadas a 4 kHz cuando se utilice una frecuencia de muestreo de 8 kHz.

#### 3.2.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto que va a medirse, se conecta una resistencia de terminación de 600 ohmios o un tono de bloqueo SMC, conforme a lo dispuesto en los § 6.4.19 ó 6.4.20 y 9.3.

#### 3.2.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto que va a medirse, se conecta un aparato de medida del ruido cuyas especificaciones figuran en el § 9.2.

Los resultados suministrados por el aparato de medida de ruido se expresan en nivel absoluto de potencia con ponderación sofométrica con relación al nivel cero (dBm0p). Esto supone que, del lado del aparato subordinado, el nivel relativo en el extremo virtual es siempre  $-4,0$  dBr (véase el § 3.6). Hay que tener en cuenta las características de transmisión del trayecto de acceso conmutado entre el extremo virtual y el aparato de medida de ruido (véase la Recomendación M.560 [3]).

### 3.3 *Medidas de la relación señal/distorsión total*

#### 3.3.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto que se va a medir, se conectará un transmisor que enviará tonos con dos niveles diferentes ( $-10$  y  $-25$  dBm0) como se indica en el § 9.1.

#### 3.3.2 *Extremo de medida*

Las medidas de la relación señal/distorsión total se ejecutarán en dos etapas:

##### *Etapas 1*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto que se va a medir se conecta un aparato de medida de ruido conectado a un filtro de supresión de señal de 1000 a 1025 Hz. El aparato de medida del ruido y el filtro de supresión de señal se describen en el § 9.2.

##### *Etapas 2*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto que va a medirse, se conecta un aparato de medida cuyas especificaciones figuran en los § 6.3 y 9.1.

El aparato de medida ofrecerá los resultados en forma de relación señal/distorsión total expresada en dB. Se deberá incorporar una corrección de anchura de banda para la pérdida de anchura de banda de ruido efectiva debida al filtro de supresión.

### 3.4 *Sistema de prueba de compensadores de eco (SPCE)*

Como partes del SPCE, el aparato director y el aparato subordinado, deberán estar previstos para la realización de medidas de nivel absoluto de potencia, característica de eco y ruido. Además, el aparato director, tendrá la posibilidad de recibir los resultados de las medidas realizadas, tanto por él mismo, como por el subordinado, llevando a cabo el tratamiento necesario, y de efectuar los ajustes necesarios en dichos resultados convirtiéndoles a la forma adecuada como se explica más abajo.

#### 3.4.1 *Medida del nivel absoluto de potencia*

##### 3.4.1.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto a medir, se conectará un transmisor que enviará un tono de frecuencia y nivel apropiados, según se especifica en los § 5.2 y 9.4.

##### 3.4.1.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto a medir, se conectará un aparato de medida como se especifica en los § 6.7 y 9.1.

Los resultados suministrados por dicho aparato, se presentarán en forma de desviaciones (en dB) con relación al valor nominal del nivel absoluto de potencia del circuito en el extremo virtual del lado recepción. Esto supone que del lado del aparato subordinado, el nivel relativo en el extremo virtual es siempre de  $-4,0$  dBr (véase el § 3.6). Un nivel superior al valor nominal vendrá indicado por el signo «+», y un nivel inferior por el signo «-». Habrá que tener en cuenta los parámetros de transmisión del trayecto de acceso conmutado entre el extremo virtual y el aparato de medida (véase la Recomendación M.560 [3]).

Si el aparato es capaz de detectar interrupciones o condiciones de inestabilidad que se produzcan durante las medidas (véase el § 11.5), las presentará como se indica en el § 3.6.

#### 3.4.2 *Medidas de ruido*

Para determinar el umbral del ruido de eco, véase la etapa 1 de la prueba de característica de eco.

##### 3.4.2.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto a medir, estará conectada una resistencia de terminación de 600 ohmios de acuerdo con los § 6.7 y 9.4.3.

##### 3.4.2.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto a medir, se conectará un aparato de medida de ruido conforme a lo especificado en el § 9.5.1.

Dicho aparato de medida suministrará los resultados como relaciones de ruido, que son los niveles relativos de potencia con ponderación sofométrica referidos al nivel de transmisión de  $-10$  dBm<sub>0p</sub>, suponiendo que, del lado del aparato subordinado el nivel relativo, en el extremo virtual es  $-4,0$  dBr (véase el § 3.6).

Este nivel de ruido se refiere a  $-10$  dBm<sub>0p</sub> en lugar de a  $0$  dBm<sub>0p</sub> para que sea equivalente a la mínima relación de ruido de las etapas 2 y 3 de las pruebas de característica de eco del § 3.4.3. Habrá que tener en cuenta los parámetros de transmisión del trayecto de acceso conmutado entre el extremo virtual y el aparato de medida de ruido (véase la Recomendación M.560 [3]).

#### 3.4.3 *Medidas de la característica de eco*

(Etapas 2 y 3 de las pruebas de características de eco.)

##### 3.4.3.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto a medir, se conectará un generador que enviará una señal de prueba de ruido (a  $-10$  dBm<sub>0</sub>) conforme a lo señalado en el § 9.4.1 e).

### 3.4.3.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto a medir, se conectará un aparato de medida de característica de eco (ruido) conforme a lo especificado en el § 9.5.1.

El aparato de medida suministrará los resultados en forma de relación de niveles de potencia relativa con ponderación sofométrica referidos a la señal de ruido de  $-10$  dBm0 del § 3.4.3.1, suponiendo que, del lado del aparato subordinado el nivel relativo en el extremo virtual es  $-4,0$  dBr (véase el § 3.6). Habrá que tener en cuenta los parámetros de transmisión del trayecto de acceso conmutado entre el extremo virtual y el aparato de medida de ruido (véase la Recomendación M.560 [3]).

## 3.5 *Pruebas en bucles digitales*

### 3.5.1 *Pruebas con secuencias de pruebas digitales en líneas de prueba en bucle digital*

#### 3.5.1.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto a medir, se conectará un generador que enviará una secuencia pseudoaleatoria digital de prueba como se especifica en el § 2 de la Recomendación O.152.

#### 3.5.1.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto a medir se conectará un aparato de medida conforme a lo especificado en la Recomendación O.152. Este aparato será capaz de medir la tasa de error en los bits, la tasa de error en los bloques y los intervalos de tiempo con error como se define en la Recomendación G.821 [4].

### 3.5.2 *Pruebas de transmisión en líneas de prueba en bucle digital*

#### 3.5.2.1 *Extremo de transmisión*

En el punto de acceso situado a la entrada del trayecto a medir, se conectará un generador que enviará tonos de frecuencia y nivel adecuados según se especifica en los § 6.3, 9.1, 9.2 y 9.3.

#### 3.5.2.2 *Extremo de medida*

En el punto de acceso situado a la salida del trayecto a medir, estará conectado un aparato de medida que sea capaz de medir niveles absolutos de potencia, ruido y relaciones de señal a distorsión total como se especifica en los § 3.1.2, 3.2.2 y 3.3.2, respectivamente.

Debe apuntarse que las medidas realizadas a través de una línea de prueba en bucle digital, experimentarán las características de distancia y retardo del circuito dobles de las conseguidas con aparatos de medida situados en el extremo distante. Por tanto, los resultados deberán contrastarse con límites de mantenimiento del circuito modificados para reflejar el doble de los valores de distancia y de unidades de distorsión de cuantificación (udc).

## 3.6 *Ajuste de los resultados*

Los circuitos que pueden usarse en conexiones internacionales de tránsito se explotan con una atenuación nominal de  $0,5$  dB, es decir, el nivel relativo en el extremo virtual de recepción es de  $-4,0$  dBr. Sin embargo, los circuitos que no se utilizan jamás en tales conexiones pueden explotarse con una atenuación nominal superior a  $0,5$  dB (véase la Recomendación G.131 [5]).

Para transmitir los resultados de la medida del ruido o de la desviación de nivel absoluto de potencia, del aparato respondedor subordinado al aparato director, se tomará un nivel de  $-4,0$  dBr para el extremo virtual para todos los circuitos. Por ejemplo, un valor medido correspondiente a  $-5,0$  dBm en el extremo virtual se transmitirá siempre al aparato director como una desviación de  $-1,0$  dB. Si un circuito se explota con una atenuación nominal superior a  $0,5$  dB, es decir, si el nivel relativo real en el extremo virtual es inferior a  $-4,0$  dBr, el aparato director aplicará la corrección adecuada a los resultados de las medidas de ruido y de desviación del nivel absoluto de potencia, suministradas por el aparato subordinado. Las medidas de la relación señal/distorsión total y de la característica de eco, no se verán afectadas, ya que los resultados se dan como relación señal/distorsión total en dB y como señal de ruido/señal de eco, también en dB.

### 3.7 Registro y presentación de los datos obtenidos

Los datos obtenidos se registrarán por un método apropiado, a elección de la Administración interesada. Los resultados de las medidas de los niveles absolutos de potencia a 1020 Hz se presentarán con el signo apropiado, en forma de desviaciones con relación al valor nominal del nivel absoluto de potencia en el extremo virtual. Los resultados de las medidas a 400 y 2800 Hz se presentarán como desviaciones con relación al nivel absoluto de potencia medido a 1020 Hz. Los resultados de las medidas de ruido se expresarán en dBm con relación al nivel 0 (dBm0p). Las medidas de la relación señal a distorsión total se darán como relaciones expresadas en dB. Las medidas de la característica de eco estarán en forma de relación entre señal de ruido y señal de eco expresada en dB.

En el cuadro 1/O.22 se da un ejemplo de las diversas etapas que llevan al resultado final.

CUADRO 1/O.22

#### Ejemplo de medidas efectuadas por el respondedor

Medida	Frecuencias (Hz)	Nivel absoluto de potencia en el extremo virtual de recepción (aparato subordinado) con un nivel de emisión de -10 dBm0 (dBm)	Desviación transmitida por el aparato subordinado al aparato director (nivel relativo de -4,0 dBr en el extremo virtual) (dB)	Presentación	
				Circuito de atenuación nominal de 0,5 dB (dB)	Circuito de atenuación nominal diferente de 0,5 dB, en este ejemplo 1,5 dB (dB)
Nivel	1020 400 2800	-13,7 -14,4 -14,6	+0,3 -0,4 -0,6	+0,3 -0,7 -0,9	+1,3 -0,7 -0,9
	Valor en el extremo virtual de recepción (aparato subordinado)		Valor transmitido por el aparato subordinado al aparato director (nivel relativo de -4,0 dBr en extremo virtual)		
Potencia de ruido (dBm0)		-50	-46	-46	-45
Relación señal/distorsión total (dB) o tasa de ruido (dB)		34 <sup>a)</sup>	+34	34	34

<sup>a)</sup> Con un nivel de señal de prueba de distorsión total recibido de -13,7 dBm y con una potencia de distorsión total de -48 dBm.

Las siguientes situaciones dan lugar a indicaciones distintas:

- la desviación del nivel absoluto de potencia sobrepasa el límite de mantenimiento elegido;
- el valor de la potencia de ruido queda fuera de los límites de mantenimiento elegidos;
- la relación señal/distorsión total se encuentra fuera del límite de mantenimiento elegido;
- la desviación del nivel absoluto de potencia es tan elevada que el circuito no puede utilizarse;

- e) el valor de la potencia de ruido es tan elevado que el circuito no puede utilizarse;
- f) la relación señal/distorsión total es tan baja, que el circuito no puede utilizarse;
- g) la relación de característica de eco se encuentra fuera de los límites de mantenimiento elegidos para cualquier retardo en cualquier extremo. (Cuando ocurre esto, se deberá registrar también el valor umbral de ruido medido en la etapa 1 de la prueba.);
- h) valores de la característica de error digital mayores que el límite de mantenimiento elegido;
- i) la llamada de prueba no pudo completarse;
- j) imposibilidad de conseguir los requisitos de las pruebas de señalización.

En los casos de los apartados i) y j), hay que indicar el punto del programa en que falló el desarrollo de la prueba.

No se ha especificado la forma en que se presentarán los resultados obtenidos, y si se exceptúan las situaciones que se indican a continuación, no parece necesario un acuerdo internacional sobre esta cuestión (véase el cuadro 3/O.22 y el § 11.5).

Resultados por encima de la gama de medidas . . . . .	+++
(interpretación impresa de tres códigos 11 sucesivos)	
Resultados por debajo de la gama de medidas . . . . .	---
(interpretación impresa de tres códigos 12 sucesivos)	
Interrupción de la tonalidad de prueba durante la medida del nivel absoluto de potencia	9XX o 7XX <sup>5)</sup>
Inestabilidad durante la medida del nivel absoluto de potencia . . . . .	8XX o 6XX <sup>5)</sup>

Se hace observar que, cuando durante la medida del nivel de potencia se detecte una interrupción junto con inestabilidad, se registrará la interrupción, pero no se indicará la inestabilidad (véase el § 11.5).

Si así lo prevé el programa de entrada, se registrarán la fecha y hora (con una aproximación de un minuto).

Hay que prever la posibilidad de registrar todos los resultados de las medidas de transmisión y de las pruebas de señalización, así como la identidad de todos los circuitos que no pudieron ser sometidos a prueba, por estar ocupados, o por no haber podido acceder al equipo subordinado. Deberían darse indicaciones distintas para estas dos categorías.

Debería poder también lograrse una versión abreviada del registro completo, en la que no se mencionasen los circuitos cuyos límites de mantenimiento se hayan respetado y en los que las pruebas no revelaran inestabilidad del nivel ni interrupción del tono de medida.

### 3.8 Posibilidades de renovar las pruebas y medidas

Hay que tratar de obtener un registro de datos de entrada para los circuitos que durante la prueba inicial o la medida inicial estaban ocupados o cuyo aparato subordinado resultaba inaccesible. Debiera poder aplicarse este registro a todos los circuitos además de aquellos cuyas características se ajustan a los límites de mantenimiento y en los que las pruebas no hayan revelado inestabilidad del nivel ni interrupción del tono de medida. La forma de dicho registro debiera ser tal que pudiese servir para programar el aparato director con miras a un nuevo examen de los circuitos ya mencionados, agrupados en la forma que desee la Administración.

## 4 Métodos de acceso

4.1 En general, las disposiciones tomadas para el acceso se ajustarán a la Recomendación M.560 [3].

### 4.2 Central internacional de salida

En la central internacional de salida el acceso a los circuitos para las pruebas estará de acuerdo con la Recomendación M.565 [6].

### 4.3 Central internacional de llegada

En la central internacional de llegada el acceso al aparato subordinado se obtendrá a través de una línea de acceso para mantenimiento asociada con el equipo normal de conmutación. La información de la dirección a utilizar para conseguir el acceso bien a un aparato subordinado del tipo a) o del tipo b) o bien a una línea de prueba en bucle digital se especifica en el § 2.4 de la Recomendación O.11.

<sup>5)</sup> Las cifras del resultado de la medida son XX.

## 5 Principios de funcionamiento

Se debe poder efectuar, bajo control del aparato director, en un mismo circuito y sin liberar la conexión, una o varias medidas y pruebas de las indicadas en el § 2, salvo si se hace la prueba de la señal de ocupado o con una línea de prueba en bucle digital.

5.1 Cuando el aparato director haya indicado al aparato subordinado el tipo de medida que hay que efectuar, ésta la hace primeramente el aparato director y el aparato subordinado transmite un tono de medida o suministra una terminación de 600 ohmios. El aparato director emite, luego, la frecuencia de medida o suministra una terminación de 600 ohmios, mientras que el aparato subordinado realiza la medida.

5.2 Todo aparato director que tenga acceso a circuitos provistos de supresores de eco y/o compensadores de eco debe estar dotado de dispositivos de transmisión del tono de neutralización de supresor/compensador de eco especificados en el § 9.3. Han de incluirse dispositivos en el aparato director para asegurar la transmisión de este tono únicamente por circuitos equipados de supresores y/o compensadores de eco. Se pueden suprimir estos dispositivos en los aparatos que no tengan acceso a los circuitos de aquel tipo, pero hay que prever la posibilidad de su instalación, en caso necesario.

5.3 Un aparato director o subordinado, que tenga acceso a circuitos establecidos por rutas equipadas con un SMC o a circuitos provistos de supresores de eco y/o compensadores de eco, debe estar dotado de dispositivos de transmisión del tono de bloqueo SMC, tal como se especifica en el § 9.3. El aparato director ha de contar con dispositivos para tener la posibilidad de transmitir dicho tono únicamente por los citados circuitos. Si tales dispositivos no se han previsto al principio, debe ser posible instalarlos más tarde en caso necesario.

5.4 Inicialmente el aparato director mandará señales del sistema de pruebas de compensadores de eco (SPCE) para desactivar o bloquear los supresores de eco o cualquier equipo de multiplicación de circuitos que esté en el circuito probado.

Seguidamente, se harán pruebas de atenuación en ambos sentidos de transmisión para comprobar que están dentro de los valores nominales.

A continuación se realizarán medidas de la característica eco (relación de ruido) hacia un compensador de eco del extremo distante de un circuito, en cada una de las tres condiciones que proporcionará su equipo terminal:

- a) terminación silenciosa en ambos sentidos de transmisión,
- b) ganancia de bucle de 2 dB con un retardo predeterminado para probar cada una de las etapas del compensador (sección de retardo en cascada), y
- c) bucle con atenuación de 10 dB con retardo predeterminado.

El proceso se hará después en orden inverso con el fin de probar tanto los compensadores de los extremos distantes como los de los próximos con un único acceso al circuito a probar.

## 6 Pruebas del sistema de señalización y método de medida de la transmisión – director a subordinado

### 6.1 *Establecimiento de una conexión y secuencia de prueba de señalización*

6.1.1 Cuando se toma el circuito de salida, se transmite la información de dirección pertinente de conformidad con la especificación del sistema de señalización utilizado.

6.1.2 Una vez conseguido el acceso al aparato subordinado, debe transmitirse la señal de respuesta (señal de respuesta, sin tasación en el sistema de señalización N.º 6). Si el aparato subordinado está ocupado, se envía una indicación de ocupado al aparato director, de conformidad con las disposiciones normales de señalización para el circuito y para el equipo de acceso. Si se recibe la indicación de ocupado, el aparato director la registra y libera el circuito (véase el § 3.7).

6.1.3 Si el aparato director no recibe la señal de respuesta en un lapso de  $15 \pm 5$  segundos después de transmitirse la información de dirección, se registra una avería y se libera el circuito.

6.1.4 Cuando se haya pasado al aparato director la indicación de haberse recibido la señal de respuesta y se desea realizar medidas de transmisión con un aparato subordinado del tipo a), los ciclos de medidas de la transmisión pueden tener lugar según las modalidades señaladas en el § 6.4. Tales ciclos terminarán con la señal de *fin del programa de medidas de transmisión* (código 15) transmitida por el aparato director, seguida de la señal de acuse de recibo (código 13), transmitida por el aparato subordinado siguiendo la secuencia obligada normal.

6.1.5 Cuando se haya pasado al aparato director la indicación de haberse recibido la señal de respuesta y no se desea realizar medidas de transmisión, o si el aparato subordinado es del tipo b), o incluso si los ciclos de medidas de la transmisión han llegado a su fin y se desea hacer la prueba completa de las funciones del sistema de señalización, el aparato director envía la señal de intervención (cuando el sistema de señalización dispone de tal señal), o la señal de código 11 (cuando el sistema de señalización carece de señal de intervención).

Si la señal de intervención forma parte del sistema de señalización, debe utilizarse por el aparato director para iniciar la prueba completa de las funciones del sistema de señalización<sup>6)</sup>.

a) *Sistemas de señalización con señal de intervención*

Si se han efectuado medidas de transmisión, el aparato director solicitará una señal de intervención en un lapso de  $500 \pm 100$  ms después de terminada la señal de fin del programa de medidas de transmisión. Si no se desea efectuar medidas de transmisión o si el aparato utilizado es de tipo b), el aparato director solicitará la transmisión de la señal de intervención  $500 \pm 100$  ms después de que se le haya pasado la indicación de que se ha recibido la señal de respuesta<sup>7)</sup>. Estas secuencias son aplicables a los circuitos provistos o no de supresores/compensadores de eco.

b) *Sistemas de señalización sin señal de intervención*

Si se han efectuado medidas de transmisión, se transmitirá la señal de código 11 después de terminada la señal de fin del programa de medidas de transmisión. El aparato director transmitirá el tono de bloqueo SMC entre las señales de códigos 15 y 11 por los circuitos equipados de supresores/compensadores de eco a fin de mantener la neutralización de dichos supresores. Cuando el aparato director reconoce el acuse de recibo de la señal de código 15, se deja de transmitir la señal de control del accionamiento del código 15 y se transmite el tono de bloqueo SMC en el término de 60 ms. Cuando el aparato director reconoce el final de la señal de acuse de recibo, se deja de transmitir el tono de bloqueo SMC y se transmite la señal de accionamiento de código 11 en un lapso de  $55 \pm 5$  ms después de haber cesado el tono de bloqueo SMC. Si no se quiere realizar mediciones de transmisión o si se utiliza un aparato de tipo b), la transmisión de la señal del código 11 irá precedida de la del tono de neutralización de los supresores/compensadores de eco, tal como se especifica en el § 6.4.1. Cuando el aparato director reconoce el acuse de recibo de la señal de código 11, es decir el código 13, se deja de transmitir la señal de accionamiento del código 11.

6.1.6 Si se desea realizar únicamente pruebas abreviadas de las funciones del sistema de señalización, el aparato director causa el envío de la señal de fin al recibirse la señal de respuesta cuando no se desea realizar medidas de transmisión, o al recibirse la señal de acuse de recibo (código 13) que sigue a la señal de fin de programa, cuando se han realizado las medidas de transmisión.

6.1.7 Cuando se efectúe la prueba completa de las funciones del sistema de señalización, la indicación de haberse recibido una señal de intervención hará que el aparato subordinado comience a transmitir una señal de colgar. En los sistemas sin señal de intervención (véase el § 6.1.5 anterior), la recepción de una señal de código 11 causa la transmisión de una señal de colgar  $500 \pm 100$  ms después de terminada la señal de acuse de recibo.

El aparato subordinado comenzará a transmitir una señal de nueva respuesta  $500 \pm 100$  ms después de haberse iniciado la transmisión de la señal de colgar<sup>7)</sup>.

*Nota* – Es posible que con un intervalo de 500 ms entre el comienzo de las señales de colgar y de nueva llamada, un circuito SMC libere el canal SMC. También puede suceder esto en otras partes de la secuencia de prueba de señalización.

Si el aparato director no recibe la señal de colgar entre 5 y 10 segundos después de la transmisión de la señal de intervención o de la señal de código 11, o si no recibe la señal de nueva respuesta entre 5 y 10 segundos después de recibir la señal de colgar, se registrará una avería y se liberará el circuito.

Cuando ha reconocido la señal de nueva respuesta, el aparato director transmite una señal de fin.

<sup>6)</sup> Debe señalarse que, incluso si la señal de intervención forma parte de un sistema de señalización, algunas centrales internacionales que utilizan dicho sistema pueden no disponer de ella. En este caso, no es posible efectuar una prueba completa de las funciones del sistema de señalización, a menos que exista un acuerdo bilateral sobre el empleo de la señal de código 11 [véase el § 6.1.5 b)].

<sup>7)</sup> La transmisión de señales de línea emitidas por el ATME N.º 2 por el circuito internacional, la realiza el equipo de señalización de línea de la central, de acuerdo con los procedimientos normales de señalización. En consecuencia, los instantes exactos de transmisión y recepción de las diferentes señales dependen del sistema de señalización empleado y del tiempo de propagación del circuito en cada caso.

6.1.8 Una vez transmitida la señal de fin (de acuerdo con los § 6.1.6 ó 6.1.7), se verificará que se ha liberado el circuito de salida y que está en condiciones de poder ser utilizado de nuevo. Si tal circuito no se libera completamente entre 5 y 10 segundos después de iniciada la transmisión de la señal de fin por el aparato director, se registra una avería. Conviene hacer observar que la prueba de liberación del circuito puede resultar imposible en ciertas categorías de equipos.

## 6.2 Prueba de la señal de ocupado

Se puede probar la señal de ocupado estableciendo una comunicación por medio del código de dirección especificado en el § 2.4 de la Recomendación O.11, a fin de obligar al equipo de la central de llegada a transmitir una señal de ocupado. Al recibirse esta señal, se libera el circuito.

Si no se recibe la señal de ocupado en un lapso de 10 a 20 segundos después de transmitirse la información de dirección, se registra una avería y se deja libre el circuito.

*Nota* – Esta prueba es innecesaria en los sistemas de señalización N.º 6, N.º 7, R1 y R2.

## 6.3 Procedimiento de medida de transmisión e intercambio de informaciones entre el aparato director y el aparato subordinado

Los diferentes ciclos de medida se especifican en dos grupos denominados «grupo 1» y «grupo 2». En el grupo 1 se ha reservado un código para invocar a un ciclo de medida del grupo 2.

### 6.3.1 Procedimientos del grupo 1

En el § 6.4 se especifica la secuencia de señalización para cada ciclo de medidas del grupo 1, en tanto que las frecuencias y las señales de código figuran en los cuadros 2/O.22, 3/O.22 y 4/O.22. En la figura 1/O.22 puede verse un ejemplo de la secuencia de señalización para un ciclo de medida que entrañe la medida del nivel absoluto de potencia. El esquema de señalización adoptado para las señales de instrucción entre el aparato director y el aparato subordinado consiste en utilizar señales (MF) multifrecuencia transmitidas en secuencia obligada, transmitiendo el aparato subordinado los resultados al aparato director por medio de señales del tipo de impulsos multifrecuencia.

Todas las medidas de transmisión deberán realizarse con un nivel de tono de  $-10$  dBm0 (para las medidas de distorsión total puede utilizarse también un nivel de  $-25$  dBm0). Algún aparato subordinado más antiguo puede estar equipado para hacer pruebas con dos niveles de tono:  $0$  dBm0 y  $-10$  dBm0. En estos casos, se enviará una señal para indicar al aparato subordinado acerca del nivel a usar. (Véase el cuadro 2/O.22 y el § 9.1.) A este respecto, se observará que deben tomarse disposiciones para que la sensibilidad del equipo de medida incluya ambos niveles.

El transmisor de señalización y el receptor de señalización elegidos son los que se especifican para el sistema de señalización entre registradores N.º 5 del CCITT, y el equipo debe ajustarse a las especificaciones de las Recomendaciones Q.153 [7] y Q.154 [8] (véase el anexo A a la presente Recomendación relativo a la sensibilidad del receptor de señalización).

### 6.3.2 Procedimientos del grupo 2

La secuencia de señalización de cada ciclo de medida del grupo 2 se especifica en el § 6.6 así como las frecuencias y los códigos en los cuadros 4/O.22 y 5/O.22. En el grupo 2 se utilizan señales del tipo de impulsos multifrecuencia para las señales de instrucción entre el aparato director y el subordinado y para la transmisión de resultados entre el subordinado y el director. Cuando se ha terminado una medida del grupo 2 se vuelve al diálogo del grupo 1 por medio de una instrucción prefijada del tipo de impulsos multifrecuencia.

## 6.4 Descripción de los ciclos de medida de transmisión del grupo 1

6.4.1 Una vez señalada la recepción de la señal de respuesta al aparato director, éste transmite el tono de neutralización de supresor/compensador de eco durante  $2$  segundos  $\pm 250$  ms.

*Nota 1* – Este periodo tiene en cuenta el retardo necesario para efectuar la conexión con un canal SMC, el tiempo necesario para la neutralización del supresor o compensador de eco, el largo tiempo de propagación que posiblemente sea necesario en los circuitos por satélite y los retardos debidos al funcionamiento del sistema de señalización. En el caso de circuitos cuyo sistema de señalización de línea no comprende una señal de acuse de recibo de respuesta (como los sistemas de señalización N.ºs 3 y 4), basta con transmitir, durante por lo menos  $800$  ms, un tono de neutralización. Sin embargo, si el circuito que se prueba no está provisto de supresores/compensadores de eco (véase el § 5), no se aplicará el procedimiento descrito en el § 6.4.1.

*Nota 2* – En el § 9.3 se indican las especificaciones relativas al tono de neutralización de supresor/compensador de eco y al tono de bloqueo SMC.

CUADRO 2/O.22

Señales de instrucción transmitidas por el aparato director al aparato subordinado

Código N.º	Interpretación
1	Mídase el nivel absoluto de potencia a 1020 Hz (nivel emitido 0 dBm0)
2	Mídase el nivel absoluto de potencia a 400 Hz
3	Mídase el nivel absoluto de potencia a 2800 Hz
4	Mídase la potencia de ruido sofométrico (circuito sin tono de bloqueo SMC) <sup>a)</sup>
5	Mídase la potencia de ruido sofométrico (circuito con tono de bloqueo SMC)
6	Mídase el nivel absoluto de potencia a 1020 Hz. Medidas de nivel ulteriores durante el programa con un nivel emitido de -10 dBm0
7	Mídase la distorsión total con una señal de -10 dBm0
8	Mídase la distorsión total con una señal de -25 dBm0
9	Cambio al grupo 2
11	Código utilizado en lugar de la señal de intervención cuando el sistema de señalización no comprende tal señal
13	Efectúese la medida en el otro sentido
14	(Reservado para uso nacional)
15	Fin del programa de medidas de transmisión

<sup>a)</sup> Conciérne a los circuitos pertenecientes a rutas que no comprenden un sistema SMC y que no están provistos de supresores y/o compensadores de eco.

CUADRO 3/O.22

Señales transmitidas por el aparato subordinado al aparato director

Código N.º	Interpretación
1-10	Cifras 1, . . . , 9, 0 (resultado de la medida)
11	+ (prefijo para medidas de transmisión)
12	- (prefijo para medidas de transmisión)
9	+ (prefijo para indicar una interrupción de la frecuencia de medida)
7	- (prefijo para indicar una interrupción de la frecuencia de medida)
8	+ (prefijo para indicar una inestabilidad de la frecuencia de medida)
6	- (prefijo para indicar una inestabilidad de la frecuencia de medida)
13	Acuse de recibo de la señal de instrucción
11 (3 veces)	(fuera de la gama en el límite superior. Se imprime en la forma «+++»)
12 (3 veces)	(fuera de la gama en el límite inferior. Se imprime en la forma «---»)
15	Reconocimiento de una señal multifrecuencia errónea



Señales de instrucción del grupo 2  
transmitidas del aparato director al aparato subordinado

Código N.º	Interpretación en el grupo 2
1	Sistema de prueba de compensador de eco – automático
2	Reservada
3	Prueba en bucle – digital
5	Regreso al grupo 1

6.4.2 Cuando se deja de transmitir el tono de neutralización de supresor/compensador de eco, el aparato director transmite hacia el aparato subordinado una señal de instrucción multifrecuencia (MF) en un lapso de  $55 \pm 5$  ms después de terminado el tono de neutralización de supresor/compensador de eco. No obstante, si no se ha transmitido el tono de neutralización (véase el § 5), la señal de instrucción (MF) se emitirá en un lapso de 60 ms después de la confirmación de recepción de la señal de respuesta.

6.4.3 Cuando el aparato subordinado recibe la señal de instrucción, transmite una señal de instrucción (MF) de acuse de recibo.

6.4.4 Cuando el aparato director reconoce la señal de acuse de recibo, deja de transmitir la señal de instrucción y envía el tono de bloqueo SMC, si éste ha de transmitirse (véase el § 5), en el término de 60 ms.

6.4.5 Cuando el aparato subordinado reconoce el fin de la señal de instrucción, deja de transmitir la señal de acuse de recibo y transmite el tono de medida en el término de 60 ms.

6.4.6 El tiempo requerido por el equipo director para detectar el fin de la señal de acuse de recibo y conectar el aparato de medida no deberá ser inferior a 60 ms ni superior a 120 ms. No obstante, deberá ser lo más próximo posible a 60 ms a fin de reducir la probabilidad de conmutación SMC durante la medición del ruido.

6.4.7 La medición del nivel debe terminarse en el plazo de 500 ms después de la conexión del equipo de medida. Cuando el aparato director termina la medición, se desconecta el equipo de medida y, de existir, se interrumpe el tono de bloqueo SMC mencionado en el § 6.4.4.

6.4.8 Cuando deja de transmitirse el tono de bloqueo SMC, como se indica en el § 6.4.7, se transmite una señal de instrucción MF  $55 \pm 5$  ms después del final del tono de bloqueo. Sin embargo, si no se ha transmitido el tono de bloqueo SMC, la señal de instrucción se transmite  $55 \pm 5$  ms después de la desconexión del equipo de medida.

6.4.9 Cuando el aparato subordinado reconoce la señal de instrucción MF, se suprime el tono de medida y se transmite una señal de instrucción MF de acuse de recibo  $55 \pm 5$  ms después de la interrupción del tono de medida.

6.4.10 El reconocimiento de la señal de acuse de recibo por el aparato director provoca la interrupción de la señal de instrucción y la transmisión de un tono de medida en el término de 60 ms después del final de la señal de instrucción.

6.4.11 Cuando el aparato subordinado detecta el fin de la señal de instrucción MF, se suprime la señal de acuse de recibo y se transmite el tono de bloqueo SMC, si existe en el aparato subordinado, en el término de 60 ms después del final de la señal de acuse de recibo.

6.4.12 El tiempo requerido para que el equipo subordinado detecte el fin de la señal de instrucción y conecte el aparato de medida no deberá ser inferior a 60 ms ni superior a 120 ms. No obstante, debe ser lo más próximo posible a 60 ms a fin de reducir la probabilidad de conmutación SMC durante la medida del ruido.

6.4.13 La medida debe finalizar en el término de 500 ms después de la conexión del equipo de medida. Cuando termina la medida de transmisión, se desconecta el equipo de medida.

6.4.14 Cuando el aparato subordinado está listo para transmitir los resultados de la medida al aparato director, si existe el tono de bloqueo SMC mencionado en el § 6.4.11, lo interrumpe. El primer impulso MF utilizado para la transmisión de los resultados se envía en el término de  $55 \pm 5$  ms después del final del tono de bloqueo SMC. Pero, si no se transmitió el tono de bloqueo, el primer impulso MF se transmite en el término de 60 ms después de la desconexión del equipo de medida.

6.4.15 Los resultados de la medida se transmiten en forma de tres impulsos MF: un prefijo seguido de dos cifras de los códigos 1 a 10 según sea necesario (véase el cuadro 4/O.22). Estas cifras se transmiten por orden de importancia (la más significativa se transmite primero). La duración de los impulsos es de  $55 \pm 5$  ms y la de los intervalos entre ellos es también de  $55 \pm 5$  ms. La cifra cero corresponde al código 10.

6.4.16 Si el aparato subordinado está dotado de tono de bloqueo SMC, se transmite éste en el término de 60 ms después del tercer impulso MF.

6.4.17 Cuando el aparato director reconoce el tercer impulso MF, deja de transmitirse el tono de medida, y  $55 \pm 5$  ms después del fin de la transmisión de este tono, transmite una señal de instrucción MF. Si el aparato subordinado transmite el tono de bloqueo SMC especificado en el § 6.4.16, debe interrumpirlo cuando reconoce la señal de instrucción MF transmitida por el aparato director. El aparato subordinado debe transmitir la señal de acuse de recibo en el término de  $55 \pm 5$  ms después del final del tono de bloqueo SMC. Si la señal de instrucción MF enviada por el aparato director marca el comienzo de un nuevo ciclo de medida, la nueva secuencia de prueba comenzará en el punto descrito en el § 6.4.4, y consistirá en una repetición de la secuencia descrita en los § 6.4.4 a 6.4.17.

6.4.18 Si la secuencia que acaba de describirse completa el programa de medida de la transmisión, la señal de instrucción MF mencionada en el § 6.4.17 constituye la *señal de fin de programa*.

6.4.19 En lo que concierne a todas las medidas de ruido, el tono de medida mencionado en los § 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 y 6.4.17 debe reemplazarse por una resistencia de terminación de 600 ohmios.

6.4.20 En lo que concierne a las medidas de ruido en los trayectos que comprenden un sistema SMC o en circuitos equipados de supresores/compensadores de eco, para asegurarse de que el tono de bloqueo SMC está presente en el sentido en que no se efectúa la medida, hay que aplicar el tono de bloqueo SMC mencionado en los § 6.4.4, 6.4.11 y 6.4.16.

6.4.21 En caso de medidas de ruido, se advierte al aparato subordinado la necesidad de este tono de bloqueo por medio de la señal de instrucción MF *midase la potencia de ruido sofométrico (circuito con tono de bloqueo SMC)* (véase el cuadro 2/O.22).

6.4.22 La medida de la relación señal/distorsión total se realizará en dos etapas:

- a) detección de la señal de medida de la distorsión total utilizando el mismo método que para el ruido del circuito inactivo, pero reemplazando el filtro de bloqueo de 2800 Hz por el filtro de supresión de 1000 a 1025 Hz;
- b) medida del nivel utilizando una señal de prueba de 1004 a 1020 Hz, bien a  $-10$  o  $-25$  dBm0 según la prueba.

6.4.23 Cuando se efectúan medidas de la distorsión total, se deben reemplazar los tonos de medida mencionados en los § 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 y 6.4.17 por la señal de prueba de distorsión total con el nivel adecuado ( $-10$  o  $-25$  dBm0).

## 6.5 *Fin del procedimiento de medida*

Cuando terminan las medidas de transmisión, las operaciones continúan conforme a las disposiciones enunciadas en los § 6.1.4 a 6.1.8, en la medida en que éstas se aplican.

## 6.6 *Descripción de los ciclos de medida de transmisión del grupo 2*

Cuando, estando en el grupo 1, se utiliza un código multifrecuencia 9 para pasar al grupo 2, y se detecta un acuse de recibo de instrucción MF (sin esperar el tono para dejar de enviarlo), se utiliza una señal de tipo impulso MF para la selección de un ciclo de medida (véase el cuadro 5/O.22). Algunos ciclos de medida del grupo 2 contienen intervalos sin señal, de duración suficiente, para provocar al circuito del SMC al cambio del canal de conexión (del SMC).

El aparato director podrá salir de un ciclo de medida del grupo 2 enviando un impulso MF con el código 5. Si fuese necesario, como se especifica en el § 6.4.1, el aparato director mandará a continuación el tono de neutralización del supresor/compensador de eco. De esta forma se asegura que los supresores y/o los compresores de eco no interferirán con las instrucciones MF de secuencia obligada utilizadas en el grupo 1.

## 6.7 Descripción de los ciclos de prueba de los compensadores de eco

6.7.1 La descripción de las pruebas de esta sección es análoga a las secuencias que aparecen en las figuras 2/O.22 y 3/O.22. Todos los intervalos vacíos entre las ráfagas de impulsos MF y otras actuaciones deberán ser de  $80 \pm 5$  ms, de no especificarse otra cosa. Las temporizaciones y otras condiciones de error se tratan en el § 6.8.

6.7.2 El aparato director envía una instrucción MF con el código 9 para indicar que se especifica un ciclo del grupo 2.

6.7.3 Cuando la señal de instrucción se reciba por el aparato subordinado, éste transmitirá una señal de acuse de recibo MF.

6.7.4 Cuando el aparato director reconozca la señal de acuse de recibo, dejará de enviar la señal de instrucción, y enviará una señal de instrucción MF de tipo impulso (véase el § 6.7.6).

6.7.5 Cuando se reconozca por el aparato subordinado el cese de la señal de instrucción, dejará de enviar la señal de acuse de recibo.

6.7.6 El aparato director empieza la secuencia de prueba transmitiendo al aparato subordinado una ráfaga de iniciación que especifica un tono de prueba de 1020 Hz así como temporización de prueba automática (véanse los § 6.3 y 6.4 y el cuadro 5/O.22).

6.7.7 Después de la ráfaga MF de iniciación, el aparato director hace una pausa de 500 ms para asegurar que los compensadores de eco están activados. Entonces envía un tono de 2100 Hz durante 800 ms, si fuese necesario, para neutralizar cualquier supresor de eco que estuviese en el circuito a probar, y alinear los aparatos de multiplicación de circuitos utilizados en el circuito.

6.7.8 Seguidamente, el aparato director envía un tono de prueba, de 1020 Hz a  $-10$  dBm0, al aparato subordinado, al tiempo que espera que el subordinado mida el nivel del tono recibido y devuelva el resultado de la medida.

6.7.9 El subordinado detecta la presencia de tono de prueba, mide el nivel y devuelve el resultado de la medida en forma de impulsos de cifras multifrecuencia. A continuación, envía un tono de prueba de 1020 Hz a  $-10$  dBm0 al director.

6.7.10 Una vez recibido el resultado de la medida procedente del subordinado, el director suprime el tono de prueba, y espera la recepción del tono de prueba enviado por el subordinado, sobre el que realiza una medida de nivel.

6.7.11 El aparato director envía a continuación otra ráfaga MF de iniciación para especificar la secuencia de prueba del compensador de eco del extremo distante (en el extremo del aparato subordinado) o del compensador del extremo próximo (en el extremo del director). El compensador de eco del extremo distante se prueba con las siguientes actuaciones.

6.7.12 Después de enviar la cifra de iniciación indicando una prueba del compensador distante, el director aplica una señal de prueba de ruido y espera una ráfaga MF de confirmación por parte del subordinado.

6.7.13 Al recibir la ráfaga de iniciación indicando una prueba del compensador distante, el subordinado retira el tono de prueba que estaba enviando, devuelve una ráfaga MF de confirmación y proporciona una terminación silenciosa en los trayectos de emisión y de recepción del circuito en prueba como la condición de etapa 1.

6.7.14 Después de recibir la ráfaga MF de etapa 1 de confirmación, el director mantiene la señal de ruido durante 500 ms para que el compensador de eco distante tenga tiempo de poner a cero sus registradores internos al recibir la señal de ruido, y entonces, el director hace una medida de la tasa de ruido que es una indicación del ruido del extremo distante al próximo. (Esta medida es sólo una indicación de la característica de ruido del circuito en prueba, pero está dirigida a asegurar que los problemas asociados con la existencia de un ruido excesivo no distorsione las pruebas del compensador.) El director envía entonces una ráfaga MF de iniciación para avanzar al subordinado a la etapa 2 e indicar, utilizando otras dos ráfagas MF de iniciación, el retardo a proporcionar en el bucle de 2 dB de ganancia. El valor solicitado de retardo en el bucle deberá ser variable continuamente de 0 a 75 ms, en pasos de 1 ms. Después de completar la iniciación, reanuda el envío de la señal de ruido hacia el subordinado.

6.7.15 Después de recibir la iniciación de la etapa 2 por parte del director, el subordinado retira las terminaciones colocadas durante la etapa 1, coloca un bucle de ganancia 2 dB con el retardo especificado y devuelve una ráfaga MF de confirmación de la iniciación de la etapa 2.

6.7.16 El director recibe la ráfaga MF de confirmación de la etapa 2 y envía la señal de ruido durante 500 ms para que el compensador de eco distante se ponga en el estado bidireccional y de esa manera medir la tasa de ruido de la señal en bucle. Seguidamente envía una ráfaga MF de iniciación para colocar al subordinado en la etapa 3, que consiste en el establecimiento de un bucle con una atenuación de 10 dB y con el mismo retardo que la etapa 2 y aplica la señal de ruido hacia el subordinado.

6.7.17 Después de recibir la ráfaga MF de iniciación de la etapa 3, el subordinado aplica las condiciones de etapa 3 y devuelve una ráfaga MF de confirmación.

6.7.18 El director recibe la ráfaga MF de confirmación de etapa 3, sigue aplicando la señal de ruido durante 500 ms para permitir que el compensador distante consiga compensar el ruido en bucle, y entonces hacer una medida de la tasa de ruido de la señal devuelta.

6.7.19 Si el compensador de eco de extremo distante dispusiese de otros valores de retardo para probar, el aparato director puede repetir las pruebas de las etapas 2 y 3 con los valores apropiados de retardo para cada valor.

6.7.20 Si no hubiese otros valores de retardo del compensador distante que probar, no hubiese compensador próximo por probar, y no hay que repetir las pruebas por completadas, ni se ha pedido una prueba de neutralización del compensador distante, el director envía una ráfaga MF de iniciación indicando al subordinado la vuelta al grupo 1.

- a) Si no hay compensador próximo que probar pero sí hay que probar las funciones de neutralización del compensador de eco distante, habrá que hacer la prueba en este momento. (Nótese que si hay también un compensador próximo, la prueba de neutralización del compensador distante se hará después que se haya probado el compensador próximo.)
- b) Para la prueba de neutralización del compensador de eco distante, se supone que se han llevado a cabo las secuencias descritas anteriormente, y que se ha terminado con el bucle de atenuación de 10 dB todavía operativo en el equipo subordinado, mientras espera otras instrucciones.
- c) El director retira la señal de ruido utilizada en las medidas con bucle de 10 dB de atenuación, y envía durante 800 ms una señal de neutralización del compensador de eco que consiste en una ráfaga de 2100 Hz con inversiones periódicas de fase de 180° [véase el apartado c) del § 9.4.1]. Al recibir esta señal el neutralizador del compensador de eco deberá funcionar anulando la actuación del compensador.
- d) El director retira la señal de neutralización, envía una ráfaga MF de inicialización y aplica una señal de ruido sobre la que no actuará el compensador. A la recepción de la ráfaga MF, el subordinado retira el bucle de atenuación de 10 dB con retardo, devuelve una ráfaga MF de confirmación y envía un bucle de atenuación de 10 dB sin retardo. A la recepción de la ráfaga MF de confirmación procedente del subordinado, el director mantiene la señal de ruido durante 500 ms y luego efectúa una medida del índice de ruido de la señal devuelta (que deberá diferir de la medida anterior del bucle de atenuación de 10 dB al haberse neutralizado el compensador).
- e) Seguidamente, el director retira la señal de ruido y envía una ráfaga MF de iniciación indicando al subordinado la vuelta al grupo 1.

6.7.21 Si hay que probar un compensador de eco próximo, el director envía una ráfaga MF de iniciación que indique al subordinado que asuma las funciones de dirección al tiempo que indica el número de módulos a probar en dicho compensador. El director envía entonces un tono de prueba hacia el subordinado (véase la figura 3/O.22).

6.7.22 Al recibir la instrucción para que asuma la función de dirección de la prueba, el subordinado envía una ráfaga de iniciación de etapa 1 hacia el director. El subordinado aplica seguidamente una señal de ruido y espera una ráfaga MF de confirmación de la etapa 1 por parte del director. Continúa después la secuencia de tres etapas análogas a las llevadas a cabo con el compensador del extremo distante, excepto en que el subordinado envía, con ráfagas MF, los resultados de la medida de la etapa previa después de haber mandado la ráfaga de iniciación MF requiriendo las condiciones de la etapa siguiente.

6.7.23 Cuando se ha completado la prueba del compensador próximo, el subordinado envía una ráfaga MF indicando la cesión de la función de dirección al director y envía un tono de prueba.

- a) Si se ha pedido únicamente la prueba del funcionamiento de neutralización del compensador próximo, el director envía una ráfaga MF de iniciación con la que ordena al subordinado la realización de una serie de operaciones al tiempo que el director proporciona una terminación silenciosa.
- b) Después de la recepción de la ráfaga MF de iniciación de la prueba de neutralización, el subordinado retira el tono de prueba y envía durante 800 ms la señal de neutralización del compensador de eco [véase el apartado c) del § 9.4.1]. El subordinado envía una ráfaga MF de iniciación y aplica la señal de ruido de prueba. A la recepción de la ráfaga MF de iniciación, el director devuelve una ráfaga MF de confirmación y aplica un bucle de atenuación de 10 dB sin retardo. Después de la recepción de la ráfaga MF de confirmación, el subordinado mantiene la señal de ruido durante 500 ms sobre la cual no actuará el compensador próximo. El subordinado lleva a cabo una medida de la tasa de ruido de la señal devuelta. Asimismo, el subordinado manda el resultado de la medida por medio de ráfagas MF, precedidas de una ráfaga MF en la que se indica la cesión del control al director, y queda a la espera del siguiente comando. Una vez recibidas las ráfagas MF, el director retira el bucle de atenuación de 10 dB y deja pasar 500 ms para permitir que el compensador se reactive.

- c) Si se ha pedido la prueba de los neutralizadores próximo y distante, continúa la secuencia descrita en el apartado b) hasta el momento en el que el valor de la tasa de ruido con el bucle de 10 dB de atenuación y medido con el compensador próximo neutralizado ha sido enviado por el subordinado. Cuando hay que probar el neutralizador distante, el subordinado devuelve el tono de prueba (sin pausas) y espera otra instrucción del director.
- d) A la recepción del resultado de la prueba del neutralizador próximo, el director retira la condición de prueba bucle de atenuación de 10 dB (sin retardo), envía una ráfaga MF solicitando el bucle de 10 dB y aplica la señal de ruido.
- e) Tras recibir la instrucción, el subordinado retira el tono de prueba, suministra el bucle de 10 dB de atenuación (sin retardo), y devuelve una ráfaga MF de confirmación.
- f) Tras recibir la ráfaga de confirmación, el director envía la señal de ruido durante 500 ms que el compensador distante neutralizado no modificará. El director hará entonces una medida de la tasa de ruido en la señal recibida (que indicará que no ha habido compensación).
- g) Después de hacer las medidas, el director espera durante 500 ms para que el(los) compensador(es) pase(n) a estar activado(s).

6.7.24 El director envía una ráfaga MF de iniciación para indicar al subordinado la vuelta al grupo 1.

*Nota* – En este momento, los SMC del circuito pueden quedar liberados durante la pausa de los 500 ms. (Véanse las figuras 2/O.22 y 3/O.22.)

## 6.8 *Consideraciones sobre la temporización de las pruebas de compensadores de eco y los errores*

### 6.8.1 *Prueba automática – Funciones del aparato director*

6.8.1.1 Si no se recibe respuesta a una sugerencia por parte del aparato subordinado en 5 segundos, el aparato director envía al subordinado una instrucción MF de vuelta al grupo 1 y señala fin de temporización.

6.8.1.2 Si se recibe una ráfaga MF fuera de secuencia, indefinida, identificable o incorrecta (por ejemplo, con recepción de más de dos frecuencias MF), el aparato director registra un error de cifra MF, permanece en la situación vigente en la secuencia de prueba, y reanuda el temporizador. Si en el siguiente intervalo no se recibe la ráfaga MF correcta, registra un «error MF» y vuelve al grupo 1. Si se recibe una MF correcta continúa con la secuencia normal.

6.8.1.3 Si, desde el aparato subordinado, se recibe un error MF indicando que ha reconocido un dígito MF identificado, fuera de secuencia, o incorrecto, el aparato director registra un «error MF», y vuelve al grupo 1. Si se recibe una MF correcta, continúa con la secuencia normal.

### 6.8.2 *Prueba automática – Funciones del aparato subordinado*

Si se recibe una ráfaga MF fuera de secuencia, indefinida o incorrecta, el aparato subordinado envía una indicación MF de «MF incorrecta» al director (Código 13) y permanece en la situación vigente de la secuencia de prueba.

## 6.9 *Prueba del aparato subordinado en bucle digital*

6.9.1 El aparato director envía una instrucción MF de código 9, indicando que se especifica un ciclo de prueba del grupo 2.

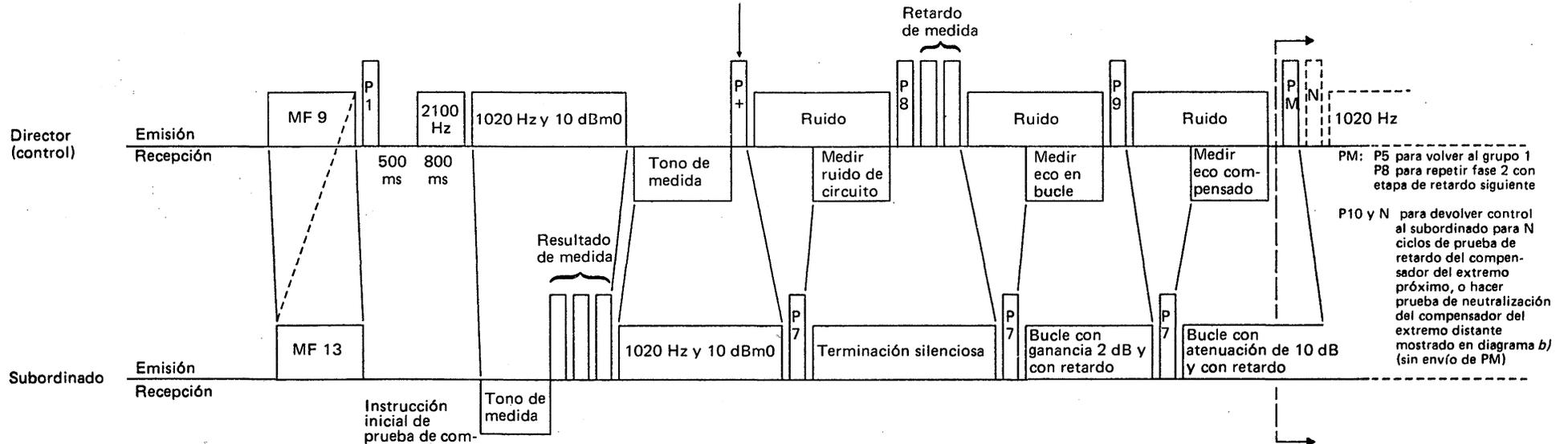
6.9.2 Al recibir el subordinado la señal de instrucción transmite una señal MF de acuse de recibo de instrucción MF.

6.9.3 Cuando el director reconoce la señal de acuse de recibo de instrucción, dejará de enviar la señal de instrucción y transmitirá una instrucción MF de código 3 en forma de impulsos.

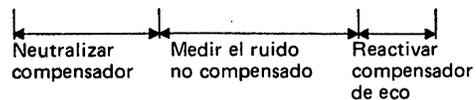
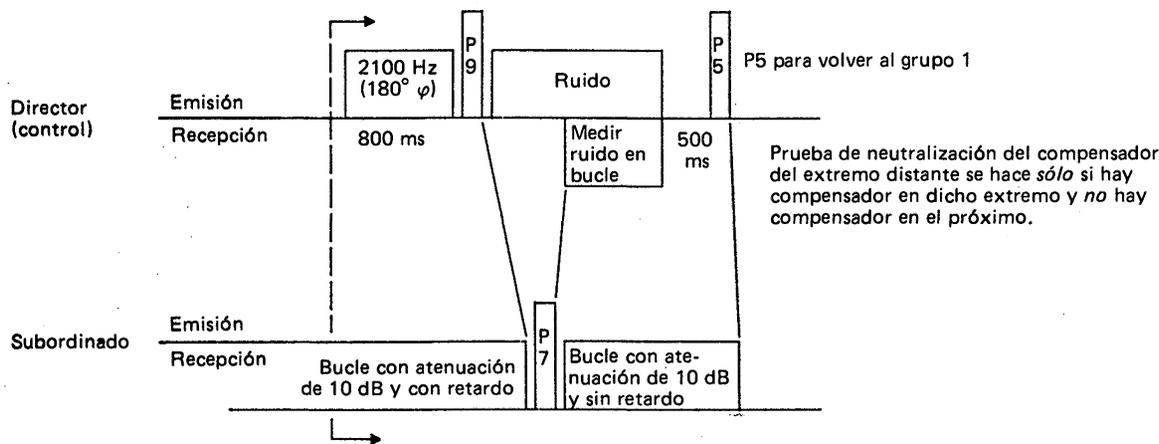
6.9.4 Cuando el subordinado reconozca el cese de la señal de instrucción, interrumpirá el envío de la señal de acuse de recibo de instrucción, y establecerá el bucle digital en contestación al código 3.

6.9.5 El director empieza la secuencia de prueba transmitiendo la secuencia de prueba digital y analizando la señal devuelta por el bucle.

P+ = P6 para prueba del compensador de eco del extremo distante  
 P+ = P10 y N para cambio a prueba de compensador del extremo próximo, mostrado en la figura 3/O.22



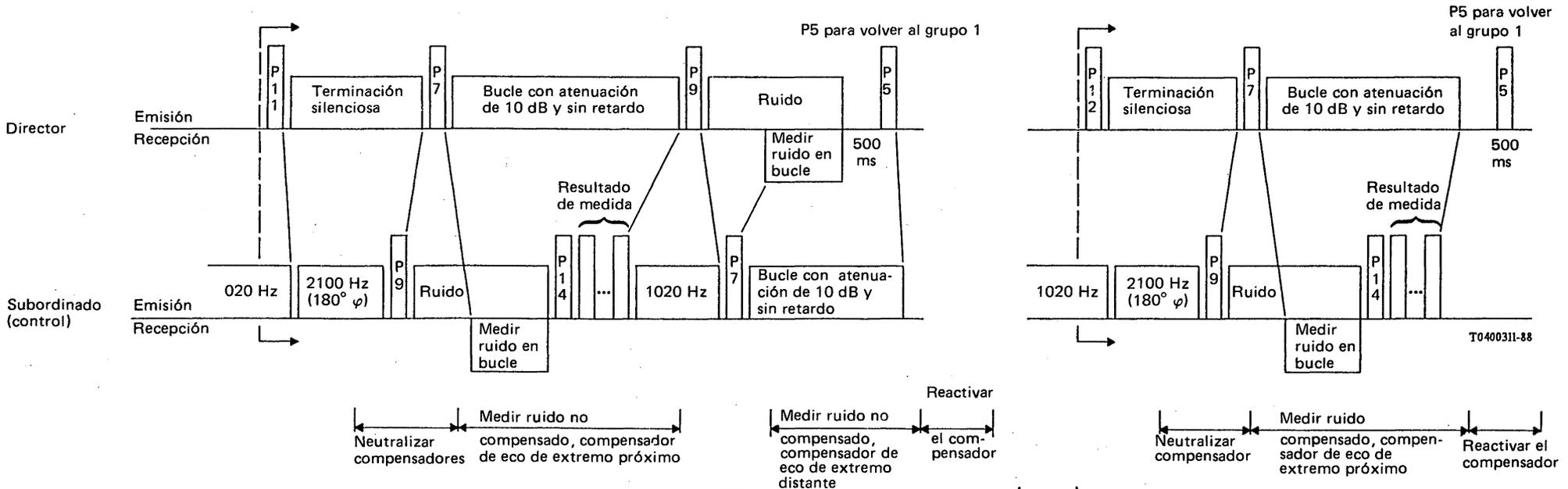
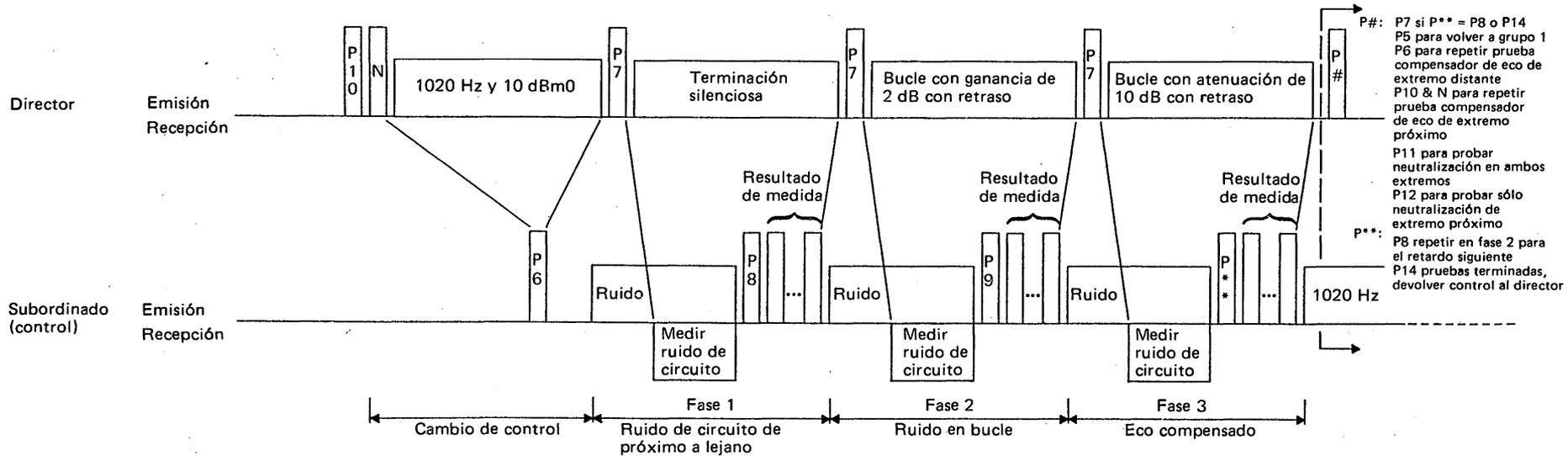
T0400301-88



Nota – Todas las medidas de eco y de ruido van precedidas de una pausa de 500 ms.

FIGURA 2/O.22

Secuencia de prueba de compensadores de eco – compensador de extremo distante



Nota - Todas las medidas de ruido y de eco van precedidas de una pausa de 500 ms.

Prueba de neutralización de compensadores de ambos extremos ↔ o ↔ Prueba de neutralización del extremo próximo

FIGURA 3/O.22

Secuencia de prueba de compensadores de eco - compensador próximo

6.9.6 Concluida la prueba, el director deja de enviar la secuencia de prueba y envía una instrucción MF del código 5 en forma de impulsos, ordenando al subordinado volver al grupo 1. Si después de 30 segundos de la aplicación del bucle digital no se recibe el impulso del código 5, el subordinado retirará el bucle y volverá al grupo 1. Sin embargo, el director podría iniciar otro intervalo de prueba de 30 segundos enviando un comando de impulso multifrecuencia del código 3 en vez de un impulso del código 5 antes de que pasen 30 segundos.

## 6.10 *Supervisión del sistema*

6.10.1 Cada señal MF se compondrá de dos frecuencias y sólo de dos frecuencias. Si el aparato director recibe únicamente una, o más de dos, la medida se registra como errónea y se libera la conexión. Si el aparato subordinado recibe sólo una, o más de dos, debe transmitir el código 15, en lugar del código 13 (señal de acuse de recibo de instrucción), ya que el aparato director está concebido para reconocer esta señal, conceptuar esta medida como errónea y liberar la conexión.

6.10.2 En la transmisión de los resultados de la medida, las señales de código deben comprender tres cifras y no otro número de cifras. Si no es así, se registra la medida como errónea y se libera la conexión.

6.10.3 Debe preverse en el aparato director un dispositivo para controlar toda la duración del programa. Si, además de los retardos indicados en la presente especificación, se interrumpe el programa en cualquier momento durante un lapso de 20 a 40 segundos, la medida se registra como errónea y se libera la conexión. Puede advertirse al personal de mantenimiento mediante un dispositivo de alarma.

## 7 **Descripción de pruebas de líneas de prueba en bucle digital**

7.1 El aparato director deberá ser capaz de realizar los siguientes tipos de medidas en una línea de prueba en bucle digital como se especifica en la Recomendación O.11. El tipo de prueba a realizar dependerá de la clase de circuito a probar. Antes de comenzar cualquiera de las pruebas, se supone que se han neutralizado todos los supresores y compensadores de eco por medio de los tonos apropiados y/o del tono de bloqueo del SMC (véase el § 6.4).

### 7.2 *Pruebas analógicas en todo tipo de circuitos*

Se podrán hacer las pruebas siguientes en circuitos analógicos, mixtos analógico/digitales y totalmente digitales:

- a) potencia recibida en bucle a 1020 Hz;
- b) ruido recibido en bucle con y sin el tono de bloqueo del SMC;
- c) relación de la señal/distorsión total recibida en bucle con una señal de prueba de 1020 Hz a  $-10$  ó  $-25$  dBm0 según la prueba requerida.

*Nota* – No se especifican las medidas en bucle a 400 y 2800 Hz.

### 7.3 *Pruebas digitales en circuitos totalmente digitales*

El aparato director será capaz de llevar a cabo, en una línea de prueba en bucle digital, las pruebas de integridad de los bits como aparecen en la Recomendación O.152. El intervalo de tiempo entre el instante en que se retira el tono de neutralización de los compensadores/supresores de eco y/o el tono de bloqueo del SMC y el momento de aplicación del tono de prueba o la secuencia de prueba digital, será de  $55 \pm 5$  ms. Los resultados se deberán expresar en forma de porcentaje estimado de segundos sin error y en tasa de error en los bits estimada. La duración del intervalo de la prueba se especificará, como un parámetro de entrada, entre 10 y 600 segundos.

## 8 **Programación**

La programación del aparato director se hará por medios manuales o automáticos, a elección de la Administración o de la empresa privada de explotación. La información a suministrar al aparato director será la siguiente:

- 1) identificación del circuito que ha de medirse;
- 2) tipo de circuito (SMC, equipado con supresor/compensador de eco, etc.) y de sistema de señalización;
- 3) ubicación en el circuito de los compensadores de eco: en el extremo próximo, en el distante o en ambos;
- 4) información de dirección suficiente para identificar el tipo de aparato subordinado de la central internacional de llegada;
- 5) medidas de transmisión que han de efectuarse así como valores nominales, límites asignados para el mantenimiento y si han de efectuarse o no pruebas del neutralizador del compensador;

- 6) se debe precisar si los resultados han de ser registrados por el aparato de salida;
- 7) se debe indicar si la fecha y hora de la medida han de ser registradas por el aparato de salida;
- 8) se debe precisar si los resultados deben indicarse en la forma abreviada que se describe en el § 3.7.

## 9 Especificaciones del aparato de medidas de transmisión y de los tonos de neutralización y de bloqueo

El aparato deberá cumplir las especificaciones siguientes en las condiciones climáticas que recoge la Recomendación O.3.

### 9.1 Aparato de medida del nivel absoluto de potencia

#### 9.1.1 Aparato de emisión

Medidas de nivel:

*Frecuencias:*  $400 \pm 5$  Hz,  $1020 (+2 \text{ ó } -7)$  Hz y  $2800 \pm 14$  Hz.

*Nivel absoluto de potencia transmitida:*  $0 \text{ dBm}_0 \pm 0,1$  dB (o  $-10 \text{ dBm}_0 \pm 0,1$  dB; véase el § 6.3).

*Pureza de las señales a la salida:* relación salida total/señal interferente de por lo menos 36 dB.

Señal de prueba de distorsión total:

*Frecuencia:* la frecuencia nominal de la señal de prueba de la distorsión total será de 1020 Hz<sup>8)</sup>. La estabilidad en frecuencia de la señal de prueba será de  $\pm 2$  Hz.

*Nivel absoluto de potencia transmitida:*  $-10 \text{ dBm}_0 \pm 0,1$  dB y  $-25 \text{ dBm}_0 \pm 0,1$  dB.

*Pureza de las señales a la salida:* relación salida total/señal interferente de por lo menos 36 dB.

*Impedancia:* 600 ohmios simétrica, aislada de tierra.

*Atenuación de conversión longitudinal:* (véase la figura 1/O.9): al menos de 46 dB entre 300 y 3400 Hz<sup>9)</sup>, <sup>10)</sup>.

*Pérdida de retorno*<sup>11)</sup>: mayor que 46 dB a 1020 Hz y mayor que 30 dB entre 200 y 4000 Hz.

#### 9.1.2 Aparato de recepción

*Banda de frecuencias:* de 390 a 2820 Hz.

*Impedancia:* 600 ohmios simétrica, aislada de tierra.

*Simetría con respecto a tierra:* al menos 46 dB entre 300 y 3400 Hz, y por debajo de 300 Hz aumentando de tal manera que sea al menos de 60 dB a 50 Hz<sup>9)</sup>, <sup>10)</sup>.

*Pérdida de retorno*<sup>11)</sup>: mayor que 46 dB a 1020 Hz y mayor que 30 dB entre 200 y 4000 Hz.

*Gama de medida:* de  $-9,9$  dB a  $+5,1$  dB con relación al nivel nominal absoluto de potencia del extremo virtual de recepción de nivel  $-4$  dB. Procede tener en cuenta que el valor nominal del nivel absoluto de potencia en el extremo virtual de recepción dependerá del valor absoluto de potencia en el punto de transmisión, que puede ser  $0 \text{ dBm}_0$ ,  $-10 \text{ dBm}_0$  o  $-25 \text{ dBm}_0$  (véase el § 6.3).

*Precisión (absoluta):* a 1020 Hz,  $\pm 0,2$  dB; a 400 y 2800 Hz:  $\pm 0,2$  dB con relación al valor correspondiente a 1020) Hz.

*Resolución (menor escalón de medida):* 0,1 dB.

### 9.2 Aparato de medida del ruido y de la distorsión total

*Ponderación:* ponderación sofométrica con los requisitos especificados en la Recomendación O.41.

*Supresión de la frecuencia de 2800 Hz:* cuando se mide el ruido en circuitos que funcionan con un sistema SMC o en circuitos equipados con supresores y/o compensadores de eco, se debe comenzar por insertar

<sup>8)</sup> Se prevé que sólo se necesitará un tono único de 1020 Hz ( $+2 \text{ ó } -7$ ) Hz y que se podrá utilizar tanto para las medidas de nivel a 1020 Hz, como de la distorsión total.

<sup>9)</sup> Hasta que se adopte con carácter general un método de medida de la simetría con respecto a tierra, la elección del método adecuado se hará por acuerdo entre el constructor del equipo y la Administración interesada.

<sup>10)</sup> Cualquier equipo de interfaz necesario para cumplir las condiciones de señalización de la central o para realizar funciones de dirección pertenecientes al ATME N.º 2 debe considerarse parte de dicho ATME N.º 2 a efectos de determinar la simetría con respecto a tierra.

<sup>11)</sup> El requisito de pérdida de retorno para aparatos más antiguos deberá ser mayor que 30 dB a cada una de las frecuencias señaladas arriba para el aparato de transmisión.

un filtro de bloqueo de 2800 Hz. En la figura 4/O.22 se indican las condiciones que debe satisfacer este filtro. Cuando se mide ruido blanco con ponderación sofométrica, la inserción del filtro en el circuito de medida no debe hacer variar en más de 1 dB la lectura obtenida sin filtro.

*Supresión de las frecuencias de 1000 a 1025 Hz:* cuando se mide la distorsión total debe insertarse un filtro de supresión de la señal de prueba<sup>12)</sup> para 1000 a 1025 Hz antes de efectuar la medida de la señal de la distorsión total. Los requisitos para el filtro aparecen en la figura 5/O.22. En el sistema ATME N.º 2 debe insertarse una corrección de anchura de banda para la atenuación de la anchura de banda de ruido efectiva debida al filtro de supresión.

*Método de detección del ruido del circuito en reposo:* el método de detección será tal que, si se aplica en la entrada, durante  $375 \pm 25$  ms, un ruido blanco gaussiano o una señal sinusoidal de frecuencia comprendida entre 390 y 2820 Hz, en ausencia del mencionado filtro de bloqueo de 2800 Hz, la indicación en la salida sea en cada caso la misma con una aproximación de  $\pm 1$  dB que la que da el sofómetro del CCITT cuando el mismo ruido blanco gaussiano o la misma señal sinusoidal se aplica a su entrada durante cinco segundos.

*Método de detección de la relación señal/distorsión total:* el método de detección de la señal de distorsión total será igual al empleado para el ruido del circuito en reposo, señalado anteriormente, con excepción de que el filtro de supresión de 1000 a 1025 Hz sustituirá al filtro de bloqueo de 2800 Hz. Además, el nivel de la señal de prueba recibida de 1004 a 1020 Hz se medirá y comparará con la señal de distorsión total para determinar la relación señal/distorsión total en dB.

*Intervalo de medida:*  $375 \pm 25$  ms.

*Impedancia:* 600 ohmios (simétrica).

*Atenuación de interferencia longitudinal a la entrada* (véase la figura 5/O.9):  $\geq 46$  dB entre 300 y 3400 Hz, y por debajo de 300 Hz aumentará de forma que se obtengan por lo menos 60 dB a 50 Hz<sup>13), 14)</sup>.

*Pérdida de retorno*<sup>15)</sup>: mayor que 46 dB a 1020 Hz y mayor que 30 dB entre 200 y 4000 Hz.

*Gama de medida:* de  $-30$  a  $-65$  dBm0p.

*Precisión:*  $\pm 1$  dB a la frecuencia de calibración de  $-30$  dBm0p a  $-55$  dBm0p. Entre  $-55$  dBm0p y  $-65$  dBm0p, se tolera una precisión de  $\pm 2$  dB, pero sigue siendo deseable el valor de  $\pm 1$  dB.

*Resolución (menor escalón de medida):* 1 dB.

### 9.3 Tonos de neutralización de bloqueo

- Tono de neutralización de supresor/compensador de eco:

*Frecuencia:* 2100 Hz  $\pm$  8 Hz.

*Nivel:*  $-12$  dBm0  $\pm$  1 dB.

El tono de 2100 Hz debe interrumpirse periódicamente cada  $450 \pm 25$  ms mediante un desplazamiento de  $180 \pm 5$  grados. El intervalo de interrupción puede ser asincrónico con respecto al comienzo del intervalo de tono presente.

- Tono de bloqueo SMC:

*Frecuencia:* 2800 Hz  $\pm$  14 Hz.

*Nivel:*  $-10$  dBm0  $\pm$  1 dB.

- Para ambos tonos:

*Impedancia:* 600 ohmios simétrica, aislada de tierra

*Atenuación de interferencia longitudinal a la entrada* (véase la figura 5/O.9):  $\geq 46$  dB entre 300 y 3400 Hz<sup>13), 14)</sup>.

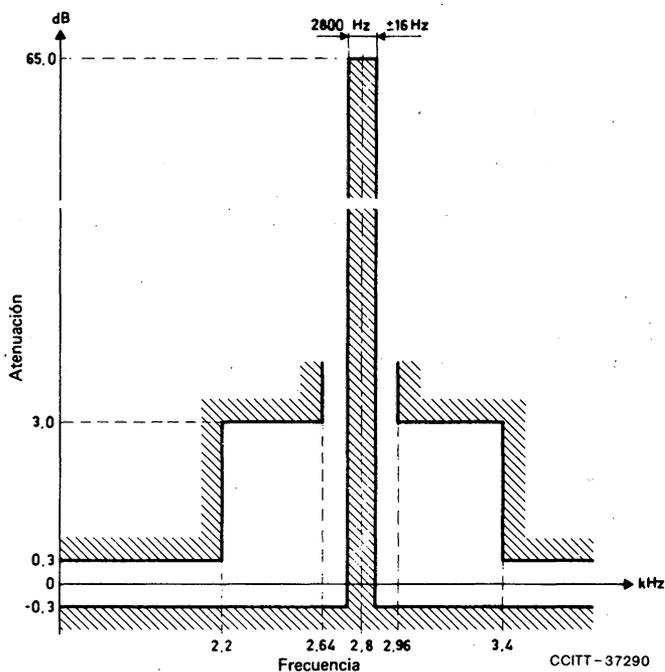
*Pérdida de retorno:* Mayor que 46 dB a 1020 Hz y mayor que 30 dB entre 200 y 4000 Hz

<sup>12)</sup> Esta es la misma característica de filtro de supresión indicada en la Recomendación O.132.

<sup>13)</sup> Hasta que se adopte con carácter general un método de medida de la simetría con respecto a tierra, la elección del método adecuado se hará por acuerdo entre el constructor del equipo y la Administración interesada.

<sup>14)</sup> Cualquier equipo de interfaz necesario para cumplir las condiciones de señalización de la central o para realizar funciones de dirección pertenecientes al ATME N.º 2 debe considerarse parte de dicho ATME N.º 2 a efectos de determinar la simetría con respecto a tierra.

<sup>15)</sup> El requisito de pérdida de retorno para aparatos más antiguos deberá ser mayor que 30 dB a cada una de las frecuencias señaladas arriba para el aparato de transmisión.



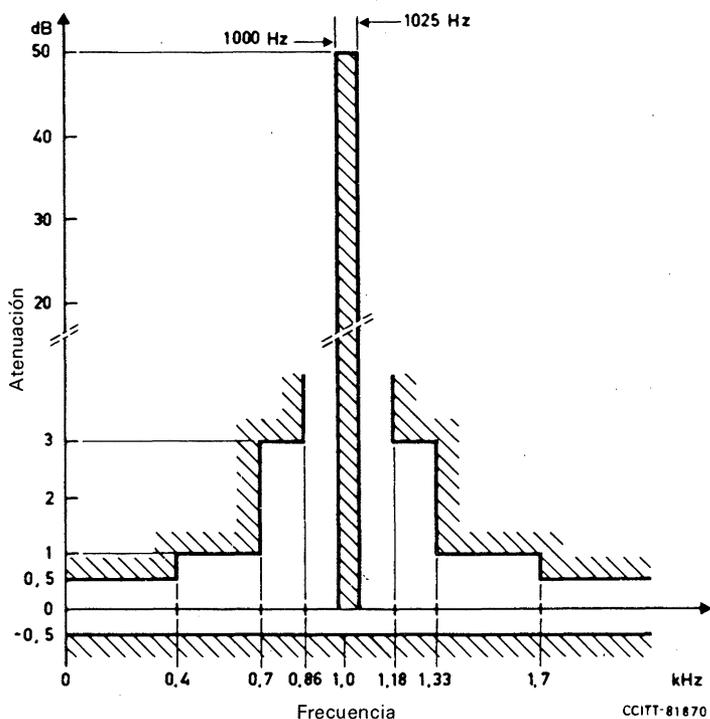
La diferencia entre las características de atenuación en función de la frecuencia cuando el filtro está conectado y cuando no lo está debe estar comprendida entre los siguientes límites:

- de 30 Hz a 2,2 kHz y de 3,4 kHz a 20 kHz } diferencia no mayor de  $\pm 0,3$  dB
- de 2,2 kHz a 2,64 kHz y de 2,96 kHz a 3,4 kHz } diferencia no mayor de  $+3,0$  dB o  $-0,3$  dB
- de 2,8 kHz  $-16$  Hz a 2,8 kHz  $+16$  Hz } diferencia superior a 65 dB

(La diferencia entre las características con y sin filtro no debe penetrar en las zonas sombreadas.)

FIGURA 4/O.22

Especificaciones técnicas del filtro de corte a la frecuencia del tono de bloqueo de 2800 Hz



La diferencia entre las características de atenuación en función de la frecuencia cuando el filtro de supresión de 1000-1025 Hz está conectado y cuando no lo está debe estar comprendida entre los siguientes límites:

- de 30 Hz a 0,4 kHz y de 1,7 kHz a 20 kHz } diferencia no mayor de  $\pm 0,5$  dB
- de 0,4 kHz a 0,7 kHz y de 1,33 kHz a 1,7 kHz } diferencia no mayor de  $+1$  dB o  $-0,5$  dB
- de 0,7 kHz a 0,86 kHz y de 1,33 kHz a 1,18 kHz } diferencia no mayor de  $+3$  dB o  $-0,5$  dB
- de 1000 Hz a 1025 Hz } diferencia superior a 50 dB (banda suprimida)

(La diferencia entre las características con y sin filtro no debe penetrar en las zonas sombreadas.)

FIGURA 5/O.22

Especificaciones técnicas del filtro de supresión de 1000-1025 Hz

## 9.4 Aparatos de transmisión de los equipos director y subordinado del SPCE

### 9.4.1 Frecuencias de señal y tono

- Tono de prueba: 1020 Hz (+2 ó -7) Hz.
- Tono de neutralización: 2100 Hz  $\pm$  8 Hz (para supresores de eco y SMC).
- Tono de neutralización para el compensador de eco: 2100 Hz  $\pm$  8 Hz. El tono de 2100 Hz debe interrumpirse periódicamente cada  $450 \pm 25$  ms mediante un desplazamiento de fase de  $180 \pm 5$  grados. El intervalo de interrupción puede ser asíncrono con respecto al comienzo del intervalo de tono presente.
- Tono de bloqueo SMC: 2800 Hz  $\pm$  14 Hz.
- Señal de ruido: La señal de prueba de ruido se obtiene haciendo pasar una señal de banda ancha de ruido cuasialeatorio a través de una red de filtro pasobanda con los requisitos del cuadro 6/O.22.

CUADRO 6/O.22

#### Respuesta del filtro

Frecuencia (Hz)	Atenuación <sup>a)</sup> (dB)	Tolerancia (dB)
$\leq 200$	$\geq 30$	-
300	21,8	$\pm 2,3$
560	3	$\pm 0,4$
750	0,2	$\pm 0,2$
1000	0	$\pm 0,1$
1500	0,1	$\pm 0,2$
1965	3	$\pm 0,4$
2400	10,9	$\pm 1,2$
3000	22,9	$\pm 3,0$
4000	42,6	$\pm 5,0$
$\geq 5000$	$\leq 45$	-

<sup>a)</sup> Sin considerar pérdidas de inserción planas.

### 9.4.2 Niveles de señal y tono

- Para medidas de atenuación:  $-10 \pm 0,1$  dBm0
- Tono de neutralización:  $-12 \pm 1$  dBm0
- Tono de bloqueo SMC:  $-10 \pm 1$  dBm0
- Señal de ruido:  $-10 \pm 0,5$  dBm0

### 9.4.3 Impedancia

600 ohmios simétrica con atenuación de conversión longitudinal<sup>16), 17)</sup>  $\geq 46$  dB entre 300 y 4000 Hz (véase la figura 1/O.9). Pérdida de retorno<sup>18)</sup>  $> 46$  dB a 1020 Hz y  $> 30$  dB entre 200 y 4000 Hz.

<sup>16)</sup> Hasta que se adopte con carácter general un método de medida de la simetría con respecto a tierra, la elección del método adecuado se hará por acuerdo entre el constructor del equipo y la Administración interesada.

<sup>17)</sup> Cualquier equipo de interfaz necesario para cumplir las condiciones de señalización de la central o para realizar funciones de dirección pertenecientes al ATME N.º 2 debe considerarse parte de dicho ATME N.º 2 a efectos de determinar la simetría con respecto a tierra.

<sup>18)</sup> El requisito de pérdida de retorno para aparatos más antiguos deberá ser mayor que 30 dB a cada una de las frecuencias señaladas arriba para el aparato de transmisión.

#### 9.4.4 *Pureza del tono*

Mejor que 30 dB.

#### 9.4.5 *Características del bucle*

- a) Valor del retardo del bucle: de 0 a 75 ms  $\pm$  0,2 ms
- b) Ganancia del bucle: 2 dB  $\pm$  0,1 dB
- c) Atenuación del bucle: 10,0 dB  $\pm$  0,1 dB

#### 9.5 *Aparatos de recepción de los equipos director y subordinado del SPCE*

##### 9.5.1 *Gamas de medida*

- a) Para medidas de atenuación: de 0  $\pm$  0,1 dBm a -40  $\pm$  0,1 dBm
- b) Para medidas de característica de eco y de ruido: de 0 a -65 dBm ( $\pm$  1 dB a -55 dBm,  $\pm$  2 dB hasta -65 dBm) utilizando un detector de respuesta conforme al cuadro 1/O.41 de la Recomendación O.41

##### 9.5.2 *Intervalo de medida*

500  $\pm$  25 ms

##### 9.5.3 *Impedancia*

600 ohmios simétrica con atenuación de interferencia longitudinal de entrada<sup>19)</sup>, <sup>20)</sup>  $\geq$  46 dB entre 300 y 3400 Hz (véase la figura 5/O.9). Pérdida de retorno<sup>21)</sup>  $>$  46 dB a 1020 Hz y  $>$  30 dB entre 200 y 4000 Hz.

#### 9.6 *Señales de instrucción del SPCE intercambiadas entre los aparatos director y subordinado*

Las instrucciones y respuestas de la secuencia de prueba intercambiadas entre los aparatos director y subordinado serán señales multifrecuencia (MF) del tipo de impulsos. El transmisor de señalización y el receptor de señalización serán de los tipos especificados para el sistema de señalización entre registradores N.º 5 del CCITT en las Recomendaciones Q.153 [7] y Q.154 [8]. En el cuadro 7/O.22 se dan las frecuencias y el significado de los códigos.

#### 9.7 *Generador y detector de secuencias digitales*

##### 9.7.1 *Generador de secuencias de prueba*

El generador de secuencias de prueba utilizará la secuencia de prueba pseudoaleatoria especificada en el § 2 de la Recomendación O.152.

##### 9.8 *Detector de secuencias de prueba*

El detector estará diseñado para medir la característica de error de los trayectos digitales a 64 kbit/s por comparación directa de la secuencia de prueba pseudoaleatoria recibida con una secuencia de prueba pseudoaleatoria idéntica generada localmente, como se indica en la Recomendación O.152.

<sup>19)</sup> Hasta que se adopte con carácter general un método de medida de la simetría con respecto a tierra, la elección del método adecuado se hará por acuerdo entre el constructor del equipo y la Administración interesada.

<sup>20)</sup> Cualquier equipo de interfaz necesario para cumplir las condiciones de señalización de la central o para realizar funciones de dirección pertenecientes al ATME N.º 2 debe considerarse parte de dicho ATME N.º 2 a efectos de determinar la simetría con respecto a tierra.

<sup>21)</sup> El requisito de pérdida de retorno para aparatos más antiguos deberá ser mayor que 30 dB a cada una de las frecuencias señaladas arriba para el aparato de transmisión.

Señales de instrucción del SPCE entre los aparatos director y subordinado

Código N.º	Frecuencia (Hz)	Significado
1	700 + 900	Prueba automática
2	700 + 1100	Reservado
3	900 + 1100	De reserva
4	700 + 1300	De reserva
5	900 + 1300	Regreso al grupo 1
6	1100 + 1300	Iniciación MF de etapa 1
7	700 + 1500	Confirmación de petición
8	900 + 1500	Iniciación MF de etapa 2
9	1100 + 1500	Iniciación MF de etapa 3
10	1300 + 1500	Petición de control para el subordinado solamente
11	700 + 1700	Prueba de neutralización en ambos extremos
12	900 + 1700	Prueba de neutralización en el extremo próximo
13	1100 + 1700	Situación de error MF
14	1300 + 1700	Devolución de control al director
15	1500 + 1700	De reserva

**10 Calibración**

10.1 *Calibración interna*

La alta precisión que se requiere del ATME N.º 2 exige un equipo de calibración de precisión comparable a la de los aparatos de laboratorio. Ahora bien, esto raramente ocurre con el material de prueba que los técnicos de las estaciones de repetidores emplean corrientemente para el mantenimiento. Por lo tanto, el ATME N.º 2 debe poseer un sistema de calibración interna. A este respecto, debe tenerse en cuenta la necesidad de facilitar las operaciones de mantenimiento y de prever medios de acceso satisfactorios.

10.2 *Dispositivos de autoverificación*

Tanto el aparato director como el aparato subordinado deben comprender un dispositivo interno de autoverificación como parte integrante del aparato de medida de transmisión, que accione una alarma local y neutralice el aparato de medida cuando se rebasan las tolerancias. Esta autoverificación debiera efectuarse por lo menos una vez al día. Si así lo desean, las Administraciones interesadas pueden tomar disposiciones a fin de que esta autoverificación pueda efectuarse de forma automática.

**11 Dispositivos opcionales**

11.1 *Arranque automático*

Es conveniente que a largo plazo, el ATME N.º 2 pueda llegar a funcionar sin que lo atienda el personal técnico. Para que así sea, será necesario dotarlo de dispositivos de arranque automático.

11.2 *Selección automática temporizada de circuitos o de un haz de circuitos determinados*

Puede ser de interés poner a prueba, a horas fijas, un determinado circuito o haz de circuitos, por ejemplo para medir el nivel de ruido en las horas de mucho tráfico y poco tráfico, mediante la repetición de un mismo programa.

### 11.3 *Repetición automática de un ciclo*

Puede ser de interés incorporar un dispositivo de repetición automática para los circuitos descartados por presentar avería. Este dispositivo debiera permitir una *tentativa de repetición automática* del ciclo de prueba deseado, inmediatamente después de la primera prueba.

Se define un ciclo de prueba como una secuencia de mediciones que comienza con los códigos de instrucción 1 a 9, y no con el código de instrucción 13.

### 11.4 *Prueba de las líneas artificiales complementarias conmutadas*

Las Administraciones podrán utilizar sus aparatos directores ATME N.º 2 para probar las líneas artificiales complementarias conmutadas en el extremo de salida de un circuito internacional.

Estas pruebas no implicarán que otra Administración tenga que modificar su equipo de señalización, de conmutación o ATME N.º 2, o sus normas de explotación y mantenimiento.

### 11.5 *Interrupción e inestabilidad durante las medidas de nivel*

Puede ser de interés poder detectar una interrupción o una condición de inestabilidad durante una medida de nivel, tanto en el aparato director como en el subordinado, o en ambos a la vez. Es siempre en el aparato director donde deben registrarse estas indicaciones, en caso de que existan (véase el § 3.7).

Cuando durante el periodo de medida de 500 ms se detecten al mismo tiempo una interrupción e inestabilidad, sólo se transmitirá y registrará la indicación de interrupción.

### 11.6 *Indisponibilidad del aparato subordinado*

Puede suceder que, por causa de una avería en el extremo subordinado, sea en vano que en el extremo director se trate de establecer una comunicación con un aparato subordinado, bien por falta de respuesta o por recepción del tono de ocupado. Como tal situación puede afectar seriamente el cumplimiento del programa de medición previsto, sería de desear:

- que se accionara una alarma si el aparato director funciona siendo atendido, o
- que el aparato director pudiese pasar automáticamente a un programa de medida optativo en el caso de que funcione sin ser atendido.

## ANEXO A

(a la Recomendación O.22)

### **Sensibilidad del receptor de señalización**

A.1 El emisor y el receptor de señales multifrecuencia especificados para el ATME N.º 2 se describen en las Recomendaciones Q.153 [7] y Q.154 [8], respectivamente (según se utilizan en el sistema de señalización N.º 5 del CCITT).

El nivel de emisión para cada frecuencia es de  $-7 \pm 1$  dBm<sub>0</sub>; por lo tanto, en el extremo virtual de recepción (nivel relativo  $-4,0$  dBr), el nivel nominal en la recepción es de  $-11$  dBm.

Los límites de funcionamiento del receptor multifrecuencia aseguran un margen mínimo de  $\pm 7$  dB con respecto al nivel nominal absoluto de cada señal recibida (es decir, para cada frecuencia).

En consecuencia, la gama mínima de niveles de funcionamiento del receptor en el extremo virtual (nivel relativo  $-4,0$  dBr) es:

$-11$  dBm  $\pm 7$  dB, o sea  
de  $-18$  dBm a  $-4$  dBm.

A.2 La desviación máxima de la *atenuación* del circuito con respecto al valor nominal, para la que pueden recibirse señales multifrecuencia es:

$$(-11 - 1) - (-18) = +6,0 \text{ dB}$$

y la desviación mínima de la *atenuación* del circuito con respecto al valor nominal para la que puedan recibirse señales multifrecuencia es:

$$(-11 + 1) - (-4) = -6,0 \text{ dB.}$$

A.3 Por consiguiente, los límites de la desviación de la *atenuación* del circuito entre los cuales pueden recibirse señales multifrecuencia son: de  $\pm 6,0$  dB, en torno a la *atenuación* nominal; el ATME N.º 2 puede medir desviaciones superiores a estos valores (§ 9.1 de la presente Recomendación).

A.4 Aunque la especificación para el receptor de señales multifrecuencia (Recomendación Q.154 [8]) estipula que una señal recibida puede variar  $\pm 7$  dB con respecto al nivel nominal en la recepción de  $-7$  dBm0, en dicha Recomendación se señala también que el receptor no funcionará con una señal cuyo nivel sea 17 dB inferior al nivel nominal de la señal recibida, lo que significa que en la gama de  $-14$  a  $-24$  dBm0 el receptor puede funcionar o no. En consecuencia, es previsible que en algún punto dentro de esta gama, el receptor deje de funcionar.

A.5 En la práctica, los receptores multifrecuencia se ajustan para funcionar con un nivel mínimo de señal en la gama de  $-14$  a  $-24$  dBm0. Por lo tanto, normalmente, la señalización sería posible en un circuito cuya *atenuación* fuese mayor que la mencionada en el § A.3 anterior. En los casos en que el receptor multifrecuencia no funcione, se registrará la prueba del circuito de acuerdo con lo especificado en el § 6.10.3 de la presente Recomendación.

#### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Programa de mantenimiento periódico de los circuitos telefónicos públicos internacionales*, Tomo IV, Rec. M.605.
- [2] Recomendación del CCITT *Compensadores de eco*, Tomo III, Rec. G.165.
- [3] Recomendación del CCITT *Circuitos telefónicos internacionales – Principios, definiciones y niveles relativos de transmisión*, Tomo IV, Rec. M.560, § 2.
- [4] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [5] Recomendación del CCITT *Estabilidad y ecos*, Tomo III, Rec. G.131, § 2.1.
- [6] Recomendación del CCITT *Puntos de acceso para circuitos telefónicos internacionales*, Tomo IV, Rec. M.565.
- [7] Recomendación del CCITT *Transmisor de señales multifrecuencia*, Tomo VI, Rec. Q.153
- [8] Recomendación del CCITT *Receptor de señales multifrecuencia*, Tomo VI, Rec. Q.154.

#### Recomendación O.25

### SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE PRUEBAS EN CIRCUITO DE SUPRESORES DE ECO (SPSE)

(Ginebra, 1976; modificada en Melbourne, 1988)

#### 1 Condiciones generales

El sistema semiautomático de pruebas *en circuito* de supresores de eco del CCITT ha sido concebido con el objeto de probar las características de sensibilidad para el funcionamiento de los supresores de eco asignados a todas las categorías de circuitos internacionales.

El sistema de pruebas de supresores de eco (SPSE) es apropiado para las pruebas de supresores de eco conformes con la Recomendación G.161 [1] del *Libro Naranja*; puede también ser apropiado para ciertas aplicaciones en circuitos que utilicen supresores de eco conformes con la Recomendación G.164 [2].

El SPSE se compone de dos partes: a) un *equipo director* en el extremo de salida; y b) un *equipo respondedor subordinado* en el extremo de llegada. El equipo director se conectará manualmente al circuito sometido a prueba después de establecida una conexión con un equipo respondedor subordinado mediante una llamada de prueba a través del circuito probado.

A fin de simplificar el diseño del equipo de prueba y su funcionamiento, no se darán resultados de mediciones cuantitativas. Las pruebas de atenuación y de ruido de circuito y las pruebas de supresores de eco, en ambos sentidos de transmisión, se efectuarán y describirán como pruebas *positivas o negativas*. Los resultados de las pruebas se indicarán solamente en el extremo de salida por el equipo director. No es necesario notificar los resultados de las pruebas a las Administraciones de los extremos de llegada, a menos que ello sea necesario para corregir una deficiencia puesta de manifiesto por los resultados de las pruebas.

El SPSE permitirá probar, tanto un supresor de eco completo emplazado ya sea en el extremo de llegada o en el de salida, como ambos semisupresores de eco, cuando se utilicen supresores de eco divididos. Este equipo puede utilizarse en cualquier circuito encaminado totalmente por enlaces terrenales, o en cualquier circuito encaminado por enlaces terrenales y por no más de un enlace por satélite.

El SPSE no proporcionará resultados de pruebas fiables para un circuito encaminado a través de un sistema de multiplicación de circuitos (SMC) que emplea técnicas de interpolación, incluido el caso de un circuito encaminado por canales de satélite con acceso múltiple por división en el tiempo/interpolación digital de la palabra (AMDT/IDP). Esto se debe a que no puede mantenerse la continuidad de circuito dentro del SMC en ausencia de señal o en condiciones de muy bajo nivel de la señal.

## **2 Tipos de prueba**

Se efectuarán pruebas de la atenuación en ambos sentidos de transmisión para garantizar que la atenuación del circuito sea igual al valor nominal  $\pm 2,5$  dB.

Se efectuarán también pruebas de ruido en ambos sentidos de transmisión para establecer si el ruido del circuito es superior a  $-40$  dBm<sub>0p</sub> y es probable por tanto que interfiera con las mediciones de los supresores de eco.

Se comprobarán las sensibilidades del supresor o supresores de eco para la supresión y la intervención, con objeto de que se mantengan dentro de los límites establecidos.

## **3 Método de acceso**

### **3.1 Central internacional de salida**

El acceso al circuito objeto de prueba en la central internacional de salida será a cuatro hilos, en el lado «central» del supresor de eco del extremo cercano.

La conexión del equipo director al circuito probado se hará normalmente en forma manual, por ejemplo mediante un cuadro de pruebas.

### **3.2 Central internacional de llegada**

El circuito objeto de prueba se conectará al equipo respondedor subordinado, en la central internacional de llegada, a través del equipo de conmutación normal de la central, a cuatro hilos.

### **3.3 Información de dirección**

En el § 2.4 de la Recomendación O.11, se especifica la información de dirección que hay que emplear para acceder al equipo respondedor subordinado situado en la central internacional de llegada.

## **4 Principios de funcionamiento**

4.1 Una vez establecida una conexión por conmutación en el extremo de llegada entre el circuito objeto de prueba y el equipo respondedor subordinado, el equipo director se conecta al circuito en el extremo de salida. En estas condiciones, podrá efectuarse cualquier número de pruebas de atenuación de circuito, ruido de circuito, y de supresor de eco sin liberar la conexión.

4.2 Las pruebas deberán iniciarse en forma manual en el extremo de salida; a tal efecto podrán realizarse las pruebas una a una o programar la serie completa de pruebas e iniciarla mediante una sola orden.

4.3 El extremo de salida recibirá para cada prueba una indicación positiva o negativa. A fin de evitar posibles ambigüedades en la interpretación de los resultados, en cada serie de pruebas deberán efectuarse todas las pruebas de supresores de eco, es decir, las pruebas e) a l) del § 5.3.3.

4.4 Las pruebas de supresores de eco sólo deben efectuarse después de que se hayan obtenido resultados satisfactorios en las pruebas de atenuación en ambos sentidos de transmisión. Una serie programada de pruebas deberá interrumpirse cuando una prueba de atenuación dé resultado negativo.

## 5 Procedimiento de prueba

### 5.1 *Establecimiento de la conexión*

5.1.1 Una vez tomado el circuito de salida, se transmite la información de dirección pertinente (véase el § 3.3).

5.1.2 Después de logrado el acceso al equipo respondedor subordinado, se transmite la señal de respuesta. Si el equipo respondedor subordinado está ocupado, se retransmite una indicación de ocupado al extremo de salida según el procedimiento normal de señalización para el circuito.

5.1.3 Al recibirse la señal de respuesta, se conecta manualmente el equipo director al circuito objeto de prueba, y se inician las pruebas en la forma descrita en el § 5.2.

5.1.4 Al obtenerse el acceso, el equipo respondedor subordinado transmitirá un tono de supervisión de nivel elevado. Este tono puede supervisarse en el extremo de salida para comprobar el acceso al equipo respondedor subordinado y que éste está activado.

5.1.5 Una vez terminadas las pruebas, el equipo director se desconecta del circuito objeto de prueba, y el circuito se libera inmediatamente.

5.1.6 El equipo respondedor subordinado pasará automáticamente a la posición de colgado si ha permanecido tomado continuamente durante más de 15 minutos.

### 5.2 *Comienzo de las pruebas*

5.2.1 Cada prueba se inicia mediante la transmisión de una señal de orden multifrecuencia (MF) del equipo director al equipo respondedor subordinado. A fin de asegurar su detección satisfactoria y sin perturbación por el equipo respondedor subordinado, el equipo director pasará a la situación de reposo antes de la transmisión de dicha señal.

5.2.2 Al detectar la señal de orden MF correcta, el equipo respondedor subordinado pasará a la situación de reposo. Inmediatamente después de finalizar la señal de orden, el equipo respondedor subordinado devolverá una señal de acuse de recibo a 610 Hz durante un periodo de  $500 \pm 25$  ms y comenzará a transmitir también un tono de supervisión y otras señales de prueba según las indicaciones que siguen. El equipo respondedor subordinado se interrumpirá y pasará a la situación de reposo 10 segundos después de finalizar una señal de orden MF.

5.2.3 Después de transmitida la señal de orden MF, el equipo director deberá pasar a una condición en la que pueda detectar la recepción de la señal de acuse de recibo durante un periodo de tiempo de hasta 1400 ms. Si en este periodo de tiempo el equipo director no recibe dicha señal, se interrumpirá la serie de pruebas.

5.2.4  $600 \pm 30$  ms después de terminar la señal de acuse de recibo, el equipo director comenzará a transmitir señales de prueba y/o supervisión para las diversas pruebas descritas.

### 5.3 *Descripción de las pruebas*

5.3.1 Al detectar el equipo director el tono, podrá determinar si la prueba ha sido positiva o negativa durante un intervalo de medición de  $375 \pm 25$  ms. Este intervalo comienza  $1000 \pm 50$  ms después de que el equipo director haya comenzado a transmitir los tonos de prueba y/o de supervisión. Este retardo es necesario para que pueda efectuarse el intercambio de los tonos de prueba y de supervisión en circuitos con grandes tiempos de propagación (un satélite y secciones terrenales de gran longitud).

5.3.2 El equipo respondedor subordinado se diseñará de manera que transmita un tono de supervisión cuando no lo reciba del equipo director, excepto durante las pruebas de atenuación y de ruido entre el extremo cercano y el extremo lejano. En estas pruebas de atenuación y de ruido del extremo cercano al extremo lejano, el equipo respondedor subordinado interrumpirá la transmisión de tonos de supervisión para indicar al equipo director que la prueba es negativa.

5.3.3 El SPSE, controlado por el equipo director, podrá efectuar las 12 pruebas siguientes:

- a) atenuación del extremo cercano hacia el extremo distante;
- b) atenuación del extremo distante hacia el extremo cercano;
- c) ruido del extremo cercano hacia el extremo distante;
- d) ruido del extremo distante hacia el extremo cercano;
- e) el supresor de eco en el extremo cercano no funciona;
- f) el supresor de eco en el extremo cercano funciona;
- g) la intervención en el extremo cercano no funciona;
- h) la intervención en el extremo cercano funciona;
- i) el supresor de eco en el extremo distante no funciona;
- j) el supresor de eco en el extremo distante funciona;
- k) la intervención en el extremo distante no funciona;
- l) la intervención en el extremo distante funciona.

5.3.4 En los párrafos siguientes se describen estas pruebas. La descripción comienza al término de la señal de acuse de recibo indicada en el § 5.2.4. En todas las pruebas, el equipo respondedor subordinado comienza enviando los tonos de supervisión y de prueba necesarios como se indica en el § 5.2.2.

#### 5.3.5 *Prueba de atenuación del extremo cercano hacia el extremo distante*

El equipo respondedor subordinado no emite. El equipo director envía un tono de prueba de  $-10$  dBm0 a 820 Hz durante  $100 \pm 10$  ms. Si el nivel del tono de prueba, medido en el extremo distante, está comprendido en un intervalo de  $\pm 2,5$  dB alrededor de  $-10$  dBm0, el equipo respondedor subordinado enviará un tono de supervisión de nivel elevado. Su detección por el equipo director durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

#### 5.3.6 *Prueba de atenuación del extremo distante hacia el extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de prueba de  $-10$  dBm0 a 1020 Hz. El equipo director mide el tono de prueba durante el intervalo de medición. Si el nivel del tono de prueba está comprendido en un intervalo de  $\pm 2,5$  dB alrededor de  $-10$  dBm0, la prueba es positiva.

#### 5.3.7 *Prueba de ruido del extremo cercano hacia el extremo distante*

El equipo respondedor subordinado no emite. El equipo director cierra el trayecto de transmisión con una impedancia de 600 ohmios. 600 ms después de transmitir la señal de acuse de recibo, el equipo respondedor subordinado mide el ruido durante los  $375 \pm 25$  ms siguientes. Si el ruido es inferior a  $-40$  dBm0p, el equipo respondedor subordinado enviará un tono de supervisión de nivel elevado. La detección de este tono de supervisión por el equipo director durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

#### 5.3.8 *Prueba de ruido del extremo distante hacia el extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado cierra su trayecto de transmisión con una impedancia de 600 ohmios. El equipo director mide el ruido durante el intervalo de medición, y si éste es inferior a  $-40$  dBm0p se considera positiva la prueba.

#### 5.3.9 *Prueba del no funcionamiento del supresor de eco en el extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de supervisión y un tono de prueba de  $-40$  dBm0 a 1020 Hz. El equipo director comienza a transmitir un tono de supervisión. Al detectar este tono de supervisión el equipo respondedor subordinado deja de transmitir el suyo propio. La no detección, por el equipo director, del tono de supervisión durante el intervalo de medición indica que el supresor del extremo cercano no ha funcionado y que la prueba es positiva.

### 5.3.10 *Prueba del funcionamiento del supresor de eco en el extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de supervisión y un tono de prueba de  $-26$  dBm0 a 1020 Hz. El equipo director comienza a transmitir un tono de supervisión. Si el supresor en el extremo cercano funciona, el tono de supervisión procedente del equipo director no llegará al equipo respondedor subordinado. En consecuencia, éste continuará transmitiendo su tono de supervisión, cuya detección por el equipo director durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

### 5.3.11 *Prueba del no funcionamiento de la intervención en el extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de supervisión y un tono de prueba de  $-15$  dBm0 a 1020 Hz. Tras la detección del tono de prueba de 1020 Hz enviado por el equipo respondedor, el equipo director comienza a transmitir un tono de supervisión de nivel elevado y un tono de prueba de  $-20$  dBm0 a 820 Hz. En defecto de intervención en el supresor del extremo cercano, el tono de supervisión procedente del equipo director no llega al equipo respondedor subordinado. En consecuencia, éste continuará transmitiendo su propio tono de supervisión, cuya detección por el equipo director durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

### 5.3.12 *Prueba del funcionamiento de la intervención del extremo cercano*

El equipo respondedor subordinado transmite un tono de supervisión y un tono de prueba de  $-15$  dBm0 a 1020 Hz. Después de la detección del tono de prueba de 1020 Hz procedente del equipo respondedor subordinado, el equipo director comienza a transmitir su tono de supervisión de nivel elevado [véase el § 6.1.2 c)] y un tono de prueba de  $-10$  dBm0 a 820 Hz. En caso de intervención en el supresor del extremo cercano, el tono de supervisión procedente del equipo director llegará al equipo respondedor subordinado. Éste, al detectar el tono de supervisión procedente del equipo director, dejará de transmitir el suyo propio; la no detección, por el equipo director, del tono de supervisión durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

### 5.3.13 *Prueba del no funcionamiento del supresor de eco del extremo distante*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de supervisión. El equipo director comienza a transmitir un tono de prueba de  $-40$  dBm0 a 1020 Hz. Si el supresor en el extremo distante no funciona, el tono de supervisión procedente del equipo respondedor subordinado seguirá llegando al equipo director, y la detección de dicho tono por el equipo director durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

### 5.3.14 *Prueba del funcionamiento del supresor de eco del extremo distante*

El equipo respondedor subordinado envía un tono de supervisión. El equipo director comienza a transmitir un tono de prueba de  $-26$  dBm0 a 1020 Hz. Si el supresor en el extremo distante funciona, el tono de supervisión procedente del equipo respondedor subordinado no podrá llegar al equipo director; la no detección, por el equipo director, de este tono de supervisión durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

### 5.3.15 *Prueba del no funcionamiento de la intervención en el extremo distante*

El equipo respondedor subordinado no emite. El equipo director comienza a transmitir un tono de prueba de  $-10$  dBm0 a 1020 Hz. 50 ms después de detectar el tono de prueba de 1020 Hz del equipo director, el equipo respondedor subordinado comienza a transmitir un tono de supervisión de nivel elevado y un tono de prueba de  $-15$  dBm0 a 820 Hz. Si no se produce intervención en el supresor del extremo lejano, el tono de supervisión procedente del equipo respondedor subordinado no podrá llegar al equipo director, y la ausencia del tono de supervisión durante el intervalo de medición indicará al equipo director que la prueba es positiva.

### 5.3.16 *Prueba del funcionamiento de la intervención en el extremo distante*

El equipo respondedor subordinado no emite. El equipo director comienza a enviar un tono de prueba de  $-20$  dBm0 a 1020 Hz. 50 ms después de detectar el tono de prueba de 1020 Hz del equipo director, el equipo respondedor subordinado comienza a transmitir un tono de supervisión de nivel elevado y un tono de prueba de  $-15$  dBm0 a 820 Hz. Si se produce la intervención del supresor en el extremo lejano, el tono de supervisión procedente del equipo respondedor subordinado llega al equipo director, y su detección por éste durante el intervalo de medición indicará que la prueba es positiva.

## 6 Especificaciones para el equipo de mediciones de transmisión

Las siguientes especificaciones son válidas para la gama de temperaturas de +5 °C a +50 °C.

### 6.1 Aparato de transmisión del equipo director y del equipo respondedor subordinado

#### 6.1.1 Frecuencias de las señales y tonos de prueba

- a) tonos de prueba: 820 ± 9 Hz  
1020 ± 11 Hz,
- b) tono de supervisión: 510 ± 5,5 Hz,
- c) señal de acuse de recibo: 610 ± 6,5 Hz.

#### 6.1.2 Niveles de las señales y de los tonos de prueba

- a) para las mediciones de atenuación:  
-10 ± 0,1 dBm0,
- b) para los tonos de prueba:  
-10 ± 0,2 dBm0 (equipo director solamente),  
-15 ± 0,2 dBm0 (equipo respondedor subordinado solamente),  
-20 ± 0,2 dBm0 (equipo director solamente),  
-26 ± 0,2 dBm0,  
-40 ± 0,2 dBm0,
- c) para el tono de supervisión:  
-42 ± 0,5 dBm0 (nivel normal),  
-29 ± 0,5 dBm0 (nivel elevado),
- d) para la señal de acuse de recibo:  
-29 ± 0,5 dBm0.

#### 6.1.3 Impedancia de salida (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- Simétrica, aislada de tierra . . . . . 600 ohmios
- Pérdida de retorno . . . . . ≥ 30 dB
- Simetría de la señal de salida . . . . . ≥ 40 dB

#### 6.1.4 Supresión de la distorsión y las modulaciones parásitas

Superior a 25 dB.

### 6.2 Aparato de recepción del equipo director y del equipo respondedor subordinado

#### 6.2.1 Gammas de medición

- a) para las mediciones de atenuación:  
de -7,5 ± 0,2 dBm0 a -12,5 ± 0,2 dBm0,
- b) para las mediciones de ruido:  
umbral de prueba -40 ± 1,0 dBm0p, medido con la ponderación sofométrica especificada en la Recomendación P.51 [3],
- c) para la detección del tono de supervisión y de la señal de acuse de recibo:  
umbral de prueba de -54 ± 2,0 dBm0, medido con receptores selectivos con discriminación suficiente para rechazar otros tonos y ruidos que puedan estar presentes en el circuito objeto de prueba.

### 6.2.2 Intervalo de medición

375 ± 25 ms.

### 6.2.3 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- Simétrica, aislada de tierra . . . . . 600 ohmios
- Pérdida de retorno . . . . . ≥ 30 dB
- Atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . . ≥ 40 dB

## 7 Señales de orden transmitidas por el equipo director al equipo respondedor subordinado

Cada prueba deberá ser iniciada por una señal de orden multifrecuencia (MF) que transmitirá el equipo director al equipo respondedor subordinado.

Los equipos transmisor y receptor de señales son los especificados para el sistema de señalización entre registradores del sistema de señalización N.º 5 del CCITT, y el equipo utilizado deberá ajustarse a las especificaciones de las Recomendaciones Q.153 [4] y Q.154 [5], con la salvedad de que las señales de orden MF se transmitirán durante 500 ± 100 ms y que el receptor MF reaccionará a las señales de orden MF de nivel comprendido entre -26 dBm0 y -3 dBm0.

CÓDIGO N.º	FRECUENCIA (Hz)	PRUEBA
1	700 + 900	Atenuación del extremo cercano hacia el extremo distante
2	700 + 1100	Atenuación del extremo distante hacia el extremo cercano
3	900 + 1100	Ruido del extremo cercano hacia el extremo distante
4	700 + 1300	Ruido del extremo distante hacia el extremo cercano
5	900 + 1300	El supresor de eco en el extremo cercano no funciona
6	1100 + 1300	El supresor de eco en el extremo cercano funciona
7	700 + 1500	La intervención en el extremo cercano no funciona
8	900 + 1500	La intervención en el extremo cercano funciona
9	1100 + 1500	El supresor de eco en el extremo distante no funciona
10	1300 + 1500	El supresor de eco en el extremo distante funciona
11	700 + 1700	La intervención en el extremo distante no funciona
12	900 + 1700	La intervención en el extremo distante funciona

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III-1, Rec. G.161, UIT, Ginebra, 1977.
- [2] Recomendación del CCITT *Supresores de eco*, Tomo III, Rec. G.164.
- [3] Recomendación del CCITT *Boca y oídos artificiales*, Tomo V, Rec. P.51.
- [4] Recomendación del CCITT *Transmisor de señales multifrecuencia*, Libro Verde, Tomo VI-2, Rec. Q.153, UIT, Ginebra, 1973.
- [5] Recomendación del CCITT *Receptor de señales multifrecuencia*, Libro Verde, Tomo VI-2, Rec. Q.154, UIT, Ginebra 1973.

APARATO DE PRUEBA DE COMPENSADORES DE ECO EN ESTACIÓN

(Melbourne, 1988)

1 Condiciones generales

El aparato de prueba de compensadores de eco en estación (APCEE) está destinado a la prueba de compensadores de eco de los tipos C y D, incluidos los neutralizadores por tono especificados en la Recomendación G.165 [1]. Seguidamente se describen dos modos de prueba. Las pruebas realizadas con arreglo a cada modo figuran en el cuadro 1/O.27.

2 Modos de prueba

2.1 Modo de prueba periódica

En este modo de prueba, el APCEE proporciona siete pruebas simplificadas sobre el funcionamiento del compensador de eco en las condiciones normales de los circuitos, estando activadas las lógicas de adaptación y de tratamiento no lineal. El acceso al compensador de eco sometido a prueba es a cuatro hilos y estas pruebas de funcionamiento se realizan aplicando las señales de prueba a los puertos de entrada del lado recepción ( $E_{rec}$ ) y de entrada del lado emisión ( $E_{em}$ ) del compensador de eco. Los resultados de las pruebas se miden en el puerto de salida  $S_{em}$ . En la figura 1/O.27 aparece un diagrama de bloques funcional del montaje de pruebas.

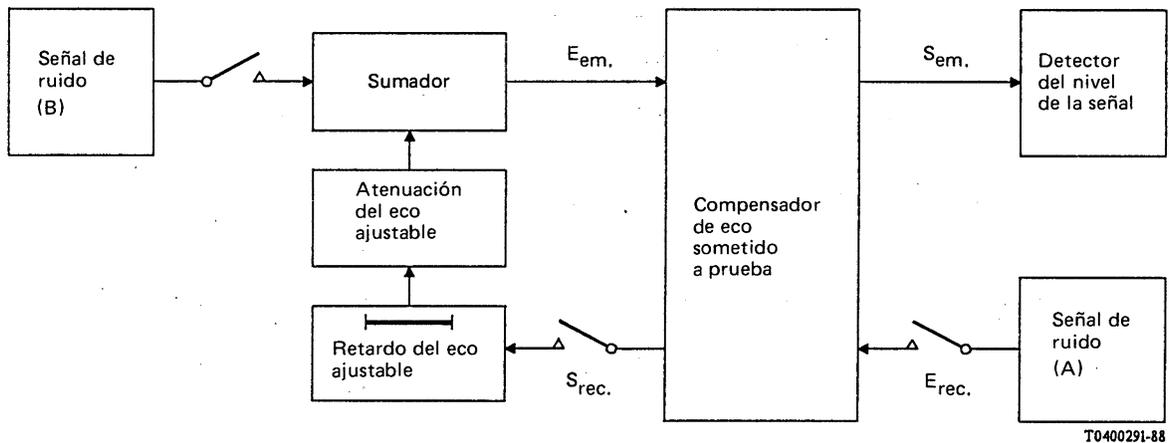


FIGURA 1/O.27

Diagrama de bloques funcional del montaje de pruebas

2.2 Modo de prueba de diagnóstico

En este modo de prueba, todas las pruebas de calidad de funcionamiento se llevan a cabo de acuerdo con los procedimientos expuestos en la Recomendación G.165 [1]. Cuando sea necesario, se desactivarán las lógicas de adaptación y de tratamiento no lineal, controlando el compensador de eco que se prueba.

### 3 Principios de funcionamiento

#### 3.1 Método de acceso

Cuando el compensador de eco que se ha de someter a prueba esté asignado a un circuito en concreto, será reemplazado por otro compensador de eco de forma que se pueda llevar a cabo la prueba sin afectar al circuito. Si no hay compensador de eco de reserva, el circuito deberá retirarse del servicio mientras se estén efectuando las pruebas.

El APCEE puede ser conectado a un compensador de eco sometido a prueba ya sea manualmente en los puntos de acceso locales o a distancia mediante dispositivos de acceso con un sistema de conmutación. Las Administraciones tal vez deseen brindar la posibilidad de acceder a distancia a los compensadores de eco para efectuar pruebas periódicas según se indica en la figura 2/O.27. El sistema de acceso local que aparece en la figura 3/O.27 está destinado a las pruebas de diagnóstico, en las que se requieren señales de control para neutralizar la lógica de registro H, de adaptación y del dispositivo de recorte central.

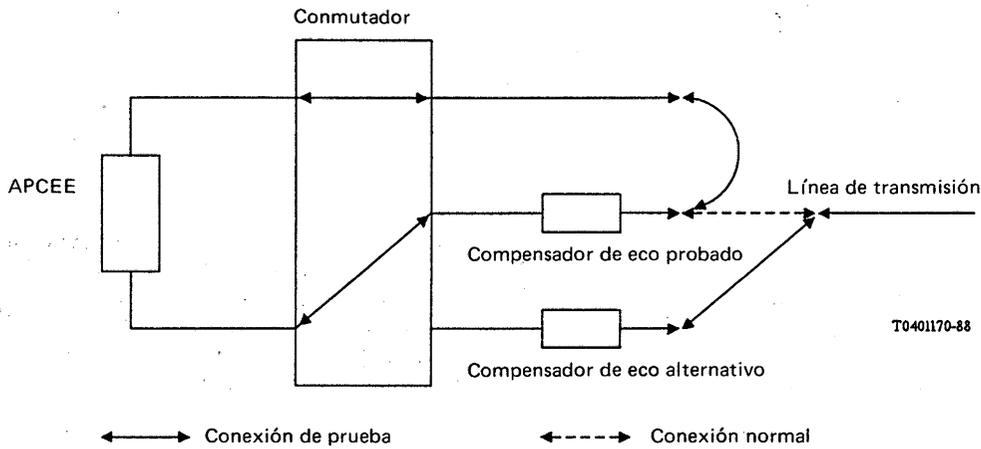
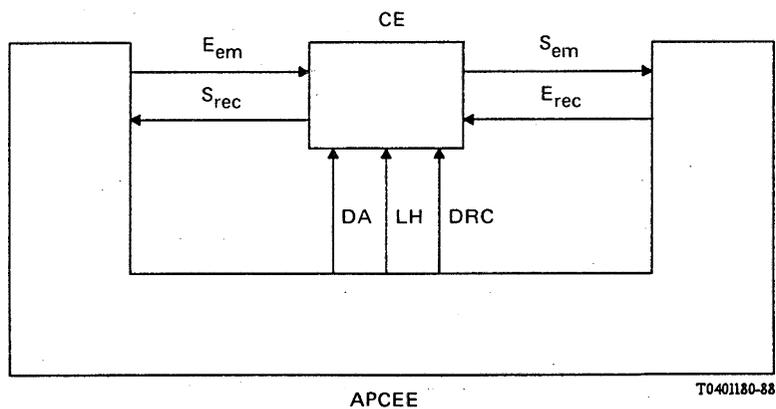


FIGURA 2/O.27

Configuración para el modo de prueba periódica



- DA Desactivación de la adaptación
- LH Liberación del registro H
- DRC Desactivación del recortador
- CE Compensador de eco
- APCEE Aparato de prueba de compensadores de eco en estación

FIGURA 3/O.27

Configuración para el modo de prueba de diagnóstico

### 3.2 Secuencias de prueba

Una vez establecido el acceso, se efectúa una serie de pruebas manual o automáticamente. Las pruebas que han de efectuarse en los modos de prueba periódica y de diagnóstico figuran en el cuadro 1/O.27. Los resultados de las medidas de cada prueba serán dados a conocer al personal de mantenimiento mediante una indicación visual o un mensaje escrito.

Si el compensador de eco no pasa una de las pruebas periódicas, deberá ser sometido a todas las pruebas del modo diagnóstico.

CUADRO 1/O.27  
Procedimiento de prueba

N.º	Tipo de prueba	Referencia en la Rec. G.165 [1]	Modos de prueba	
			Periódica	De diagnóstico
1	Prueba de los niveles del eco residual y del eco devuelto en régimen permanente	3.4.2.1	0	0
2	Prueba de convergencia	3.4.2.2	0	0
3	Prueba de la hipersensibilidad de la detección de habla simultánea	3.4.2.3.1	0	0
4	Prueba de la infrasensibilidad de la detección de habla simultánea	3.4.2.3.2	0	0
5	Prueba de la tasa de fuga	3.4.2.4		0
6	Prueba de la convergencia con pérdida de retorno infinita	3.4.2.5	0	0
7	Prueba de la sensibilidad del neutralizador por tono, lado emisión	4.2	0	0
8	Prueba de la sensibilidad del neutralizador por tono, lado recepción	4.2	0	0
9	Prueba de la banda de guarda del neutralizador por tono	4.3		0
10	Prueba de la banda de retención del neutralizador por tono	4.4		0
11	Prueba del tiempo de funcionamiento del neutralizador por tono	4.5		0
12	Prueba del tiempo de liberación del neutralizador por tono	4.8		0
13	Prueba del control del neutralizador por tono externo	3.3		0

## 4 Procedimientos y requisitos de las pruebas

### 4.1 Modo de prueba periódica

En la figura 1/O.27 aparece una disposición funcional para el modo de prueba periódica. Deberán repetirse las siete pruebas siguientes con el retardo adecuado del trayecto de eco de  $\Delta$  ms<sup>1)</sup> fijado en la unidad de retardo de eco ajustable.

Al principio de cada una de las pruebas, se aplica un tono de acondicionamiento durante 1 segundo al puerto  $E_{rec}$  para inicializar el compensador de eco que se está probando. El tono de acondicionamiento es una señal de 2100 Hz con inversiones periódicas de fase cada 0,45 segundos, y se utiliza también para neutralizar los compensadores de eco. Durante este periodo de inicialización se libera el registro H del compensador. Una vez desconectado el tono de acondicionamiento, se dejarán pasar al menos 0,4 segundos antes de aplicar señales al compensador, para que éste vuelva a activarse. Para más información sobre las características de los neutralizadores por tono de compensadores de eco, véanse el § 4 y el anexo B de la Recomendación G.165 [1].

#### 4.1.1 Prueba de los niveles del eco devuelto y del residual en régimen permanente

Etapa 1: Aplicación al puerto  $E_{rec}$  de una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0. Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 10 dB, aparece un eco en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 2: Transcurridos 2 segundos se mide el nivel del eco devuelto en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel de eco devuelto deberá ser inferior a  $-65$  dBm0.

#### 4.1.2 Prueba de convergencia

Etapa 1: Se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0. Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 6 dB, aparece un eco en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 2: Se aplica una segunda señal de ruido aleatorio (B) de  $-10$  dBm0 al puerto  $E_{em}$ , como se indica en la figura 1/O.27.

Etapa 3: Transcurridos 0,5 segundos se interrumpe la señal de ruido (B), y, después de 0,5 segundos, se mide el nivel de la señal devuelta en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel de la señal deberá ser inferior a  $-37$  dBm0.

#### 4.1.3 Prueba de hipersensibilidad de la detección de la conversación simultánea

Etapa 1: Se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0. Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 6 dB, aparece un eco en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 2: Transcurridos 0,5 segundos, se aplica una segunda señal de ruido aleatorio (B) de  $-25$  dBm0 en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 3: Transcurrido 1 segundo se interrumpe la señal (B) y se mide el nivel de eco devuelto en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel del eco devuelto deberá ser inferior a  $-25$  dBm0.

#### 4.1.4 Prueba de infrasensibilidad de la detección de la conversación simultánea

Etapa 1: Con la atenuación del trayecto de eco fijada en  $-10$  dB, se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0.

Etapa 2: Transcurrido 1 segundo, se interrumpe en el puerto  $E_{rec}$  la señal de ruido (A).

Etapa 3: Transcurridos 0,5 segundos, se vuelve a aplicar la señal de ruido (A) en el puerto  $E_{rec}$ . Simultáneamente, se aplica una segunda señal de ruido (B) de 0 dBm0 en el puerto  $E_{em}$ .

<sup>1)</sup> Se pueden construir diferentes compensadores de eco a fin de que funcionen satisfactoriamente con diferentes retardos de trayecto de eco, según las distintas redes en que se apliquen. Así pues,  $\Delta$  representa el retardo del trayecto de eco para el que se ha diseñado el compensador de eco. Cada Administración podrá elegir el valor de retardo  $\Delta$  apropiado para su equipo.

Etapa 4: Transcurridos 0,5 segundos se interrumpe la señal de ruido (B) y se mide en el puerto  $S_{em}$  el nivel de eco residual.

Requisito: El nivel del eco devuelto deberá ser inferior a  $-26$  dBm0.

#### 4.1.5 Prueba de convergencia con pérdida de retorno infinita

Etapa 1: Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 6 dB, se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0.

Etapa 2: Transcurrido 1 segundo, se desconecta el trayecto de eco entre los puertos  $S_{rec}$  y  $E_{em}$ , mientras sigue aplicándose la señal de ruido (A) en el puerto  $E_{rec}$ .

Etapa 3: Transcurridos 0,5 segundos, se mide el nivel de eco devuelto en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel del eco devuelto deberá ser inferior a  $-37$  dBm0.

#### 4.1.6 Prueba de la sensibilidad del neutralizador por tono, lado emisión

Esta prueba consta de dos partes, para que el circuito de detección del tono del neutralizador en el lado emisión no sea hiper o infrasensible.

Etapa 1: Se aplica durante 1 segundo al puerto  $E_{em}$  una señal de 2100 Hz, con un nivel de  $-36,5$  dBm0, con inversiones periódicas de fase cada 0,45 segundos.

Etapa 2: Se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0. Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 10 dB, aparece un eco en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 3: Transcurridos 0,5 segundos se mide el nivel del eco devuelto en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel de eco devuelto deberá ser inferior a  $-32$  dBm0 para mostrar que el neutralizador no trabaja.

Etapa 4: Se vuelve a aplicar un tono de acondicionamiento durante 1 segundo al puerto  $E_{rec}$ . Transcurridos por lo menos 0,4 segundos, se aplica nuevamente durante 1 segundo, al puerto  $E_{em}$ , una señal de 2100 Hz con inversiones periódicas de fase cada 0,45 segundos y con un nivel de  $-29,5$  dBm0.

Etapa 5: Se aplica nuevamente en el puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0, con la atenuación del trayecto de eco fijada en 10 dB.

Etapa 6: Transcurridos 0,5 segundos, se mide el nivel del eco residual en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel de eco devuelto deberá situarse entre  $-29,5$  dBm0 y  $-26,5$  dBm0, para mostrar que el neutralizador no trabaja.

#### 4.1.7 Prueba de sensibilidad del neutralizador por tono, lado recepción

Esta prueba consta de dos partes, para comprobar que la detección del tono del neutralizador no es hiper o infrasensible.

Etapa 1: Se aplica durante 1 segundo al puerto  $E_{rec}$  una señal de 2100 Hz, con un nivel de  $-36,5$  dBm0, con inversiones periódicas de fase cada 0,45 segundos.

Etapa 2: Se aplica al puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0. Con la atenuación del trayecto de eco fijada en 10 dB, aparece un eco en el puerto  $E_{em}$ .

Etapa 3: Transcurridos 0,5 segundos se mide el nivel del eco devuelto en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel devuelto deberá ser inferior a  $-32$  dBm0 para mostrar que el neutralizador no trabaja.

Etapa 4: Se vuelve a aplicar el tono de acondicionamiento durante 1 segundo al puerto  $E_{rec}$ . Transcurridos por lo menos 0,4 segundos, se aplica nuevamente durante 1 segundo, al puerto  $E_{em}$ , una señal de 2100 Hz con inversiones periódicas de fase cada 0,45 segundos y con un nivel de  $-29,5$  dBm0.

Etapa 5: Se aplica de nuevo en el puerto  $E_{rec}$  una señal de ruido aleatorio (A) de  $-10$  dBm0, con la atenuación del trayecto de eco fijada en 10 dB.

Etapa 6: Transcurridos 0,5 segundos, se mide el nivel de eco residual en el puerto  $S_{em}$ .

Requisito: El nivel de eco devuelto deberá situarse entre  $-29,5$  dBm0 y  $-26,5$  dBm0, para mostrar que el neutralizador no trabaja.

## 4.2 *Modo de prueba de diagnóstico*

En este modo, las pruebas de diagnóstico se realizan con arreglo al § 3.3.2 y al § 4 de la Recomendación G.165 [1].

## 5 **Especificación de los aparatos de medida de transmisión**

Se deberán cumplir las siguientes especificaciones para las condiciones climáticas especificadas en la Recomendación O.3

### 5.1 *Generador de señales*

#### 5.1.1 *Gama de frecuencias*

De 0,3 a 3,4 kHz por pasos de 0,01 kHz.

#### 5.1.2 *Gama de niveles*

De -40 a 0 dBm0 por pasos de 0,01 dB.

#### 5.1.3 *Precisión*

En frecuencia  $\pm 0,01$  kHz.

En nivel  $\pm 0,01$  dB.

### 5.2 *Medidor de niveles*

#### 5.2.1 *Gama de medidas*

De -70 a  $\pm 3,2$  dBm0.

#### 5.2.2 *Precisión*

$\pm 0,1$  dB (por encima de -40 dBm0).

#### 5.2.3 *Tiempo de respuesta dinámica*

En estudio<sup>2)</sup>.

### 5.3 *Fuente de ruido aleatorio*

#### 5.3.1 *Nivel*

De -40 a +0 dBm0.

#### 5.3.2 *Señal de ruido*

La señal de ruido de prueba será un ruido blanco con banda limitada (de 300 a 3400 Hz).

### 5.4 *Trayecto de eco*

#### 5.4.1 *Atenuación de eco*

De 0 dB a 40 dB por pasos de 0,1 dB.

---

<sup>2)</sup> Será necesario un medidor de respuesta rápida para cumplir los requisitos de cronometraje de algunas de las pruebas especificadas *supra*.

#### 5.4.2 *Retardo de eco*

De 0 a  $\Delta$  ms<sup>3)</sup>, por pasos de 1 ms.

#### 5.4.3 *Anchura de banda*

De 0,3 a 3,4 kHz.

### 6 **Calibración**

#### 6.1 *Calibración de los aparatos de medida*

Se deberán proporcionar los elementos de calibración necesarios para comprobar que se satisfacen los requisitos de precisión.

#### 6.2 *Autocomprobación del funcionamiento*

Deberán proporcionarse aparatos de autocomprobación de manera que se pueda comprobar que las funciones de medida funcionan correctamente.

### 7 **Disposiciones optativas**

#### 7.1 *Función de prueba automática*

Se podrá proporcionar una función que permita realizar las pruebas automáticamente y de forma secuencial de acuerdo con los procedimientos predeterminados.

#### 7.2 *Función de arranque automático*

Se podrá proporcionar una temporización de arranque automático que permita el funcionamiento desatendido.

### **Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Compensadores de eco*, Tomo III, Rec. 165.

<sup>3)</sup> Se pueden construir diferentes compensadores de eco a fin de que funcionen satisfactoriamente con diferentes retardos de trayecto de eco, según las distintas redes en que se apliquen. Así pues,  $\Delta$  representa el retardo del trayecto de eco para el que se ha diseñado el compensador de eco. Cada Administración podrá elegir el valor de retardo  $\Delta$  apropiado para su equipo.

## APARATO AUTOMÁTICO DE MEDIDA PARA CIRCUITOS RADIOFÓNICOS

(Ginebra, 1972; modificada en Ginebra, 1976)

### 1 Características generales

El aparato automático de medida de transmisión para circuitos radiofónicos estudiado por el CCITT permite medir rápidamente todos los parámetros necesarios para controlar la calidad de estos circuitos. Los resultados de las medidas quedan registrados por medio de un registrador analógico y/o de un receptor digital. Los resultados así obtenidos pueden utilizarse ulteriormente como documentación y no sólo permiten al personal interesado determinar si pueden emplearse el circuito o la conexión radiofónica considerados, sino que constituyen igualmente la base sobre la cual el ingeniero encargado de las transmisiones puede establecer más tarde evaluaciones precisas.

La duración global de las medidas es de 136 segundos, es decir, suficientemente corta para poder controlar también, durante los periodos preparatorio y de ajuste, de acuerdo con la Recomendación N.4 [1], la calidad de las cadenas internacionales de circuitos radiofónicos interconectados por poco tiempo. Las medidas efectuadas a tal efecto por los CRI interesados, de conformidad con lo dispuesto en las Recomendaciones N.12 [2] y N.13 [3], no requieren acuerdo previo.

### 2 Control de las normas de calidad

Con el aparato automático de medida para circuitos radiofónicos del CCITT, se pueden controlar las siguientes normas de calidad:

- a* = desviación, con respecto al valor nominal, del nivel absoluto de potencia recibido a la frecuencia de referencia de 0,8 kHz;
- b* = ruido ponderado y no ponderado;
- c* = distorsión no lineal, medida selectivamente como distorsión armónica de 2.º orden ( $k_2$ ) y 3.º orden ( $k_3$ ) y como distorsión de intermodulación de 3.º orden ( $d_3$ );
- d* = funcionamiento del compensador (compresor-expansor);
- e* = distorsión de atenuación en función de la frecuencia.

El programa completo de mediciones comprende tres subprogramas, que pueden seleccionarse de manera independiente. Las normas de calidad que deben verificarse se asignan a dichos subprogramas del siguiente modo:

subprograma 1:  $s + a$

subprograma 2:  $b + c + d$

subprograma 3:  $e$

En el subprograma 1,  $s$  indica el distintivo del aparato emisor.

Durante cada subprograma se sincroniza el desarrollo del programa en el aparato emisor y en el receptor por medio de una serie de impulsos suministrados por un generador, incorporado en el equipo.

### 3 Especificaciones

#### 3.1 Aparato emisor

##### 3.1.1 Arranque, parada y temporización para la sincronización y elección del método de medida

Un pulsador bloqueable montado en el aparato emisor permite iniciar el programa de medida según el modo de funcionamiento particular, es decir, simple o permanente. Un generador de impulsos controla el desarrollo del programa. El intervalo de tiempo mínimo de temporización que puede programarse es de 1,33 segundos. La frecuencia de sincronización asociada a esta temporización es 0,75 Hz y su variación no debe ser superior a  $\pm 1\%$ . Un segundo pulsador permite detener el programa. Al pulsarlo se libera el mecanismo de bloqueo del pulsador previsto para el funcionamiento permanente. El arranque, la sincronización y la parada del receptor se disparan por impulsos codificados (1,3 kHz a  $-12$  dBm0).

Cada subprograma va precedido de impulsos codificados, que sirven de señal de arranque. Una señal especial de parada, transmitida al apretar el pulsador de parada, permite interrumpir en cualquier momento el programa de medida e iniciar, en su lugar, otro programa, elegido por medio de un conmutador. Por otra parte, al accionar el pulsador de parada, el generador de impulsos de tiempo vuelve a su posición inicial.

Las señales de arranque y de parada están constituidas por cuatro impulsos, cuya duración puede fijarse en 60 ms (valor O) o en 120 ms (valor L), mediante una codificación digital. El intervalo entre el principio de dos impulsos sucesivos en el interior de la señal codificada es de 240 ms.

Los impulsos se codifican de la forma siguiente:

- a) Señal de arranque para:
  - el subprograma 1: OOOO
  - el subprograma 2: OOLO
  - el subprograma 3: OLOO
- b) Señal de parada: LLLL

Las señales de arranque se leen de derecha a izquierda, como ocurre normalmente en los códigos digitales, y se transmiten en el mismo orden cronológico.

La transmisión de la señal codificada, de una duración de 960 ms, controlada por el generador de impulsos de tiempo, debe retrasarse 370 ms (a fin de respetar la duración del impulso de tiempo de 1330 ms).

##### 3.1.2 Distintivo de la estación

El programa de medida va precedido del distintivo en Morse de la estación transmisora. A tal efecto, se asignan 19 intervalos de temporización. El distintivo de la estación se transmite modulando un tono de 0,8 kHz con un nivel comprendido entre  $-32$  dBm0 y el nivel de prueba de referencia. Las duraciones del punto y de la raya Morse deben ser, respectivamente, iguales al 10% y al 35% aproximadamente de la de un intervalo de temporización.

##### 3.1.3 Nivel de prueba transmitido para medir el nivel a la frecuencia de referencia y la característica de nivel en función de la frecuencia (normas de calidad s, a y e)

Para medir el nivel a la frecuencia de referencia (0,8 kHz) y la característica de nivel en función de la frecuencia, se utilizará un nivel de prueba de  $-12$  dBm0 (véase la Recomendación N.21 [4]). La medida de la característica de nivel en función de la frecuencia se efectuará mediante un generador de barrido que cubra la gama de frecuencias de 0,03 a 16 kHz. Cada octava (la primera de las cuales comienza a 0,05 kHz) se marca por medio de breves impulsos (1,3 kHz/ $-12$  dBm0 de 50 a 100 ms de duración). La velocidad de estas operaciones sucesivas para la gama de 30 a 16 000 Hz, que cubre 9,06 octavas, debería ser de 5 segundos por octava a fin de que el registrador mencionado en el § 3.2.7 registre una octava por cada 10 mm o 3,3 mm de papel según el caso.

### 3.1.4 Nivel de prueba transmitido para medir la distorsión no lineal <sup>1)</sup>

El nivel transmitido de las frecuencias de prueba corresponde al nivel de cresta de la transmisión radiofónica [5], es decir que, utilizando el método de un tono para las medidas de la distorsión no lineal, se obtiene la misma carga de cresta que con el método de dos tonos aplicado en las medidas del factor diferencia (tono único de +9 dBm0 equivalente a  $2,2 V_{\text{eff}} = 3,1 V_{\text{p0}}$  y dos tonos, cada uno de +3 dBm0, equivalente a  $2 \times 1,1 V_{\text{eff}} = 2 \times 1,55 V_{\text{p0}} = 3,1 V_{\text{p0}}$  con relación a un punto de nivel relativo cero). Para evitar la sobrecarga de los sistemas de transmisión por portadoras, sólo se usan frecuencias inferiores a 2 kHz (a causa de los circuitos dotados de equipo de preacentuación y desacentuación) y se reduce automáticamente la duración de la transmisión a la de un solo impulso de temporización<sup>2)</sup>. Deben utilizarse las siguientes frecuencias de prueba:

- a) *Para medir la distorsión no lineal a las frecuencias inferiores de la gama de audiofrecuencias*  
 $c_1 = 0,09 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_2$ ,  
 $c_2 = 0,06 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_3$ .
- b) *Para medir la distorsión no lineal en la gama de frecuencias portadoras de un canal de múltiplex por división de frecuencia*  
 $c_3 = 0,8 \text{ kHz}/+3 \text{ dBm0}$  y  $1,42 \text{ kHz}/+3 \text{ dBm0}$  en las mediciones de  $d_3$ .
- c) *Para medir la distorsión no lineal a las frecuencias medias de la gama de audiofrecuencias*  
 $c_4 = 0,8 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_2$ ,  
 $c_5 = 0,533 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_3$ .

### 3.1.5 Señal transmitida para controlar el funcionamiento del compansor <sup>3)</sup> (norma de calidad d)

La inyección de una señal de 0,8 kHz, cuyo nivel se conmuta entre los valores +6, -6, +6 dBm0 para los tres impulsos de temporización consecutivos, permite detectar cualquier comportamiento anormal motivado por un defecto de los amplificadores de regulación de los compansores.

### 3.1.6 Telemando del aparato emisor

Debe preverse la transmisión de hasta 16 señales de accionamiento. Estas señales pueden aplicarse al aparato emisor en forma de señales binarias o bien aplicar una tierra en 16 trayectos de señalización. Cuando se utilicen señales binarias para iniciar el programa completo de medidas, además de la señal de arranque mencionada en el § 3.1.1, debiera emplearse la señal codificada LOOL.

## 3.2 Aparato receptor

### 3.2.1 Arranque, parada y sincronización

En el aparato receptor deben detectarse y separarse los impulsos codificados mediante un proceso de selección. Como protección contra falsas maniobras, se requiere un circuito de guarda similar al empleado normalmente para los receptores de señales. Combinado con este circuito de guarda, el código elegido de 4 bits ofrece una protección altamente fiable contra la posibilidad de puesta en marcha del mecanismo de arranque por señales radiofónicas. Por consiguiente, el receptor puede quedar conectado continuamente al circuito para transmisiones radiofónicas y registrar el programa de medidas sin la intervención de un operador.

La secuencia debe ajustarse a lo especificado para el aparato emisor (véase el § 3.1.1).

El generador de impulsos de tiempo debe dispararse al recibirse la señal de arranque. La recepción de la señal de parada debe colocar nuevamente este generador en la posición inicial.

<sup>1)</sup> La señal empleada para medir la distorsión no lineal debe poder incluirse u omitirse a voluntad en el ciclo de medida (por ejemplo, accionando un conmutador). Los usuarios del aparato de medida decidirán, para cada circuito, si conviene o no medir la distorsión no lineal. Se ajustarán al respecto a lo dispuesto en la Recomendación N.21 [4].

<sup>2)</sup> El CCITT está estudiando otros métodos.

<sup>3)</sup> Esta prueba es de carácter provisional. Deberá modificarse cuando, después de estudios más amplios, el CCITT formule Recomendaciones sobre los compansores y adopte métodos de prueba apropiados.

### 3.2.2 Gamas de medida

El aparato de medida debe tener una característica logarítmica y comprender una gama de medida lineal de  $\pm 10$  dB con relación a los puntos centrales de la gama correspondiente.

Para una función de medida determinada deben preverse los puntos centrales de la gama siguientes:

– distintivo de la estación, medida del nivel a 0,8 kHz y medida de la característica del nivel en función de la frecuencia ( $s, a, e$ ) . . . . .	– 12 dBm0
– nivel de ruido ponderado ( $b_1$ ) y no ponderado ( $b_2$ ) . . . . .	– 51 dBm0
(relación señal/ruido, con relación a +9 dBm0 . . . . .	60 dB)
– distorsión no lineal:	
medidas de $k_2$ y $k_3$ ( $c_1, c_2, c_4, c_5$ ) . . . . .	– 31 dBm0
(relación, referida a +9 dBm0 . . . . .	40 dB)
medida de $d_3$ ( $c_3$ ) . . . . .	– 37 dBm0
(relación, referida a +3 dBm0 . . . . .	40 dB)
– señal de inversión ( $d$ ) . . . . .	0 dBm0

Las normas de calidad  $a, c, d$  y  $e$  se expresan en valores eficaces.

### 3.2.3 Medidas de ruido

Las normas de calidad  $b_1$  y  $b_2$  (medidas de ruido ponderado y no ponderado) se miden en modo cuasiarista. Las propiedades dinámicas del circuito rectificador y de la red de medida de ruido ponderado ( $b_1$ ) deben conformarse a la Recomendación 468 del CCIR [6].

### 3.2.4 Previsión de filtros y características de los mismos

Han de preverse dos filtros paso banda para la selección de los productos de distorsión no lineal: uno para 0,18 kHz y otro para 1,6 kHz. Estos filtros deben utilizarse como sigue:

#### Filtro de 0,18 kHz

- para la medida de  $k_2$ : 0,09 kHz ( $c_1$ ),
- para la medida de  $k_3$ : 0,06 kHz ( $c_2$ ),
- para la medida de  $d_3$ : 0,8/1,42 kHz ( $c_3$ ).

#### Filtro de 1,6 kHz

- para la medida de  $k_2$ : 0,8 kHz ( $c_4$ ),
- para la medida de  $k_3$ : 0,533 kHz ( $c_5$ ).

Con el filtro de 0,18 kHz, sólo se mide el producto  $d_3$  inferior ( $2 \times 0,8$  kHz – 1,42 kHz = 0,180 kHz). No se mide el producto  $d_3$  superior, a 2,04 kHz (=  $2 \times 1,42$  kHz – 0,8 kHz). Como compensación, se toma dos veces el producto  $d_3$  inferior, a 0,18 kHz.

Los filtros paso banda deben cumplir las condiciones de selectividad siguientes:

- banda de paso definida por valores de pérdida de inserción inferiores a 1 dB:

$$\left. \begin{array}{l} \text{filtro de 0,18 kHz: } \pm 3 \text{ Hz} \\ \text{filtro de 1,6 kHz: } \pm 24 \text{ Hz} \end{array} \right\} \text{ con relación a la frecuencia central}$$

- banda atenuada definida por valores de pérdida de inserción superiores a 70 dB:

$$\begin{array}{l} \text{filtro de 0,18 kHz: } < 0,09 \text{ kHz y } > 0,36 \text{ kHz} \\ \text{filtro de 1,6 kHz: } < 0,8 \text{ kHz y } > 3,2 \text{ kHz} \end{array}$$

### 3.2.5 Referencias adicionales para el caso de receptores digitales

Según las necesidades, podrán generarse en el receptor digital referencias suplementarias, para lo cual se tomarán para la temporización los impulsos que marcan las octavas y que se reciben del aparato emisor.

### 3.2.6 Programación de receptores digitales

De utilizarse un receptor digital, ha de ser posible programarlo de tal forma que se pueda comprobar si los circuitos sometidos a prueba satisfacen las tolerancias requeridas.

### 3.2.7 Registrador

El tiempo de respuesta transitoria del registrador no debe exceder de 200 ms. En lo que respecta al circuito rectificador del aparato receptor para mediciones de ruido, deben cumplirse los requisitos de la Recomendación 468 del CCIR [6].

La anchura del papel y su velocidad de avance pueden elegirse según las normas nacionales. Se han efectuado pruebas satisfactorias con los valores siguientes:

- anchura del papel 100 mm,
- velocidad de avance del papel 2 mm/s y 2/3 mm/s.

Estas velocidades deben ser ajustables por vía manual.

Estos valores dan una escala de niveles de 2 dB/10 mm (en la gama de niveles de 20 dB), y una longitud de registro de 272 mm o 90,7 mm, respectivamente (para la duración total de 136 segundos).

Además de un registrador, convendría disponer de un punto de acceso apropiado para el empleo de un osciloscopio.

### 3.3 Desarrollo de las operaciones

En el anexo A a esta Recomendación se indican las diversas fases del programa de medida y las unidades de tiempo asociadas.

### 3.4 Medidas del ruido a largo plazo

#### 3.4.1 Medidas automáticas

Transcurrido un periodo de 10 intervalos de tiempo después del término de un programa completo de medidas y sin necesidad de una señal de arranque, el receptor comenzará automáticamente las medidas de ruido a largo plazo. La medición del ruido ponderado se efectuará durante 60 intervalos de tiempo y la del ruido no ponderado durante 20 intervalos. Se utilizará el mismo punto central de la gama de medida indicado en el § 3.2.2 para el ruido ponderado y no ponderado.

#### 3.4.2 Medidas manuales

Con el fin de poder medir el ruido, ponderado o no ponderado, de forma ininterrumpida durante periodos no especificados, debe ser posible dejar inoperante el mecanismo de temporización. En caso de emplearse un receptor analógico, debe disponerse de un conmutador manual con el fin de poder variar en  $\pm 10$  dB el punto central de la gama.

### 3.5 Características de adaptación

El ajuste de los circuitos radiofónicos basado en el método de tensión constante se funda en el empleo de las impedancias siguientes:

- impedancia de salida del aparato emisor  $< 10$  ohmios,
- impedancia de entrada del aparato receptor  $> 20$  kiloohmios.

Estos dos valores pueden llevarse a 600 ohmios por conmutación interna si se usa para el ajuste del circuito el método de adaptación de impedancias. Mediante un conmutador debe ser posible ajustar los aparatos emisor y receptor a los niveles relativos siguientes:

- +6 dBr = valor nominal en las estaciones de repetidores de las Administraciones;
- 0 dBr<sup>4)</sup> = valor nominal en los estudios de los organismos de radiodifusión.

### 3.6 Precisión de los aparatos emisor y receptor

#### 3.6.1 Aparato emisor

##### a) Osciladores individuales de frecuencia

- tolerancia de nivel . . . . .  $\pm 0,2$  dB
- tolerancia de frecuencia . . . . .  $< 1,0\%$
- distorsión armónica a  $2f$  y  $3f$  . . . . .  $< 0,1\%$

<sup>4)</sup> En ciertos casos se puede utilizar igualmente un nivel de  $-3$  dBr o inferior.

b) *Oscilador de barrido*

- tolerancia de nivel a 0,8 kHz . . . . .  $\pm 0,2$  dB
- característica nivel-frecuencia con relación a 0,8 kHz . . . . .  $\pm 0,2$  dB

3.6.2 *Aparato receptor*

Tolerancias, comprendido el registrador:

- valor en el centro de la escala  $-12$  dBm0 y  $0$  dBm0 . . . . .  $\pm 0,3$  dB
- valor en el centro de la escala  $-51$  dBm0 y  $-31$  dBm0 . . . . .  $\pm 1,0$  dB

En los quince minutos siguientes al arranque debe alcanzarse la estabilidad de funcionamiento. En lo que concierne a la repartición de las tolerancias, véanse los valores indicados en el suplemento N.º 3.1 al final del presente fascículo.

Se pueden entonces reducir las tolerancias procediendo al calibrado de los aparatos emisor y receptor interconectados en bucle (a fin de compensar los errores residuales).

## ANEXO A

(a la Recomendación O.31)

## CUADRO A-1/O.31

## Desarrollo de las operaciones

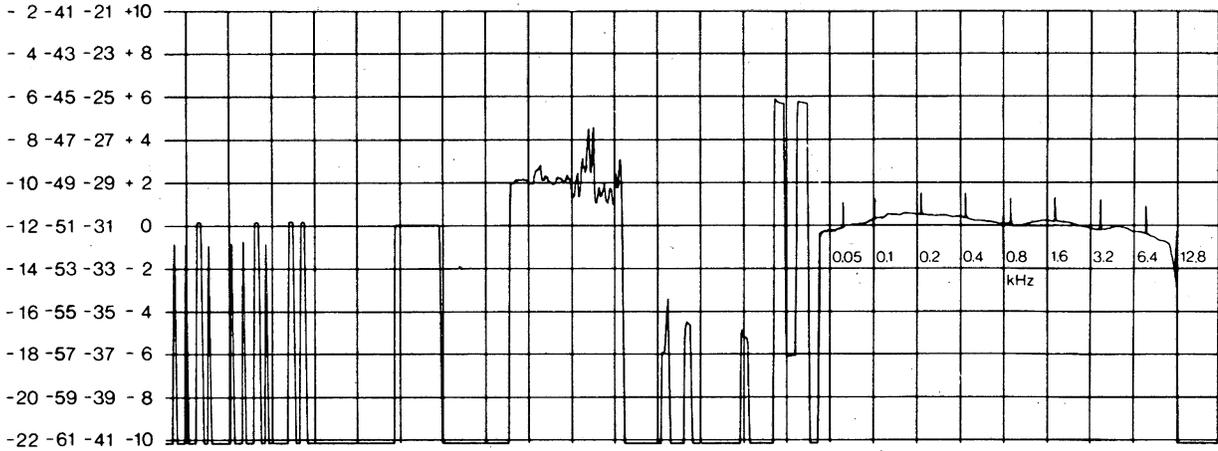
(véase en el apéndice I el registro de una medida efectuada con un modelo típico del equipo automático de medida)

Intervalos de tiempo	Aparato emisor		Aparato transmisor	
	Frecuencia (kHz)	Nivel (dBm0)	Tipo de medida	Punto central de la gama (dBm0)
1	1,3	-12	Señal de arranque codificada N.º 1	
1			Pausa	
19	0,8 Código	-32/-12 Morse	Distintivo de la estación en Morse	-12
1			Pausa	
4	0,8	-12	Medidas del nivel de referencia	-12
2			Pausa	
1	1,3	-12	Señal de arranque codificada N.º 2	
2			Pausa	
5			Potencia de ruido ponderado por un filtro sofométrico	-51
5			Potencia de ruido no ponderado	-51
2			Pausa	
1	0,09	+9	Nivel $k_2$ con un filtro de 0,18 kHz	-31
1			Pausa	
1	0,06	+9	Nivel $k_3$ con un filtro de 0,18 kHz	-31
2			Pausa	
1	0,8 1,42	+3 +3	Nivel $d_3$ con un filtro de 0,18 kHz	-37
2			Pausa	
1	0,8	+9	Nivel $k_2$ con un filtro de 1,6 kHz	-31
1			Pausa	
1	0,533	+9	Nivel $k_3$ con un filtro de 1,6 kHz	-31
2			Pausa	
3	0,8	+6/-6/+6	Prueba del compansor	0
4			Pausa con reserva	
1	1,3	-12	Señal de arranque codificada N.º 3	
1			Pausa	
35	0,03 ... 16 marcando la frecuencia en cada octava; la primera empieza en 0,05 kHz	-12	Característica nivel-frecuencia	-12
2			Pausa	
Total 102				

APÉNDICE I

(a la Recomendación O.31)

**Ejemplo de registro de medidas efectuadas con un modelo típico del equipo automático de medida**



dBm0		1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Escala		Programa de medidas			Estación transmisora	Estación receptora	Circuito		(Mono)	Longitud	Observaciones			
x		1 Código de la estación												
x		2 0,8 kHz Ajuste												
	x	3 Ruido ponderado												
	x	4 Ruido no ponderado												
	x	5 Distor- $k_2$ (0,09 kHz)												
	x	6 sión no $k_3$ (0,06 kHz)												
	x	7 lineal $d_3$ (0,8 + 1,42 kHz)			Fecha	Hora								
	x	8 a +9 $k_2$ (0,8 kHz)												
	x	9 dBm0 $k_3$ (0,533 kHz)												
		x	10 Prueba +6/-6/+6 dBm0 del compansor											
x		11 Distorsión nivel-frecuencia												

CCITT - 37301

**Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Definición y duración del periodo de ajuste y del periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.4.
- [2] Recomendación del CCITT *Mediciones que han de efectuarse durante el periodo de ajuste que precede a una transmisión radiofónica*, Tomo IV, Rec. N.12.
- [3] Recomendación del CCITT *Medidas efectuadas por los organismos de radiodifusión durante el periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.13.
- [4] Recomendación del CCITT *Límites y procedimientos para el ajuste de un circuito radiofónico*, Tomo IV, Rec. N.21.
- [5] Recomendación del CCITT *Medidas efectuadas por los organismos de radiodifusión durante el periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.13, nota.
- [6] Recomendación del CCIR *Medición del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora*, Vol. X, Rec. 468, UIT, Ginebra, 1986.

APARATO AUTOMÁTICO DE MEDIDA PARA LOS  
PARES ESTEREOFÓNICOS DE CIRCUITOS RADIOFÓNICOS

(Ginebra, 1972)

**1 Consideraciones generales**

Un aparato concebido de conformidad con la presente Recomendación tiene por finalidad medir la transmisión en los pares estereofónicos de circuitos radiofónicos. Sus características son muy semejantes a las del aparato especificado en la Recomendación O.31. El aparato estereofónico y el monofónico son compatibles para las medidas de circuitos radiofónicos monofónicos.

Las diferencias entre uno u otro aparato son las siguientes:

El aparato monofónico (Recomendación O.31) mide cinco parámetros diferentes en 136 segundos, en tanto que el aparato estereofónico mide esos mismos parámetros sucesivamente en los canales A y B del par estereofónico; mide además la diferencia de nivel y la diferencia de fase entre los canales A y B así como la diafonía entre ellos para tres frecuencias especificadas. La duración total de las medidas es, por consiguiente, 371 segundos aproximadamente para el aparato estereofónico.

**2 Normas de calidad y programas de medición**

**2.1 Control de las normas de calidad**

El cuadro 1/O.32 muestra las diversas normas de calidad, designadas mediante las letras *a* a *i*, donde aparecen las normas que figuran en la Recomendación O.31.

**2.2 Programas principales**

Pueden elegirse como programas principales el programa de medida establecido para los circuitos monofónicos que se ajusta al programa completo de medidas de la Recomendación O.31 y el programa de medidas para los circuitos estereofónicos.

Los programas principales se componen de los subprogramas indicados en el cuadro 2/O.32, que son aplicables independientemente unos de otros (en el subprograma 1, *s* es el distintivo del aparato emisor):

**2.3 Subprogramas**

**2.3.1 Subprograma 1** (distintivo de la estación y norma de calidad monofónica *a*)

Se transmite la señal del distintivo de la estación conforme al § 3.1.2, y a continuación se mide el nivel del canal A a la frecuencia de referencia.

**2.3.2 Subprograma 2** (normas de calidad monofónica *b*, *c*, y *d*)

El subprograma 2 consta de tres operaciones:

- 1) medida del nivel de ruido ponderado y no ponderado del canal A ( $b_1$  y  $b_2$ );
- 2) medida selectiva de la distorsión no lineal del canal A como distorsión armónica de segundo y tercer orden y como distorsión de intermodulación de tercer orden ( $c_1 \dots c_3$ );
- 3) prueba de funcionamiento del compensador del canal A (*d*).

**2.3.3 Subprograma 3** (norma de calidad monofónica *e*)

Medida de la característica de nivel en función de la frecuencia del canal A.

**2.3.4 Subprograma 4** (norma de calidad monofónica *a* y norma de calidad estereofónica *f*)

El subprograma 4 comprende tres operaciones. La primera tiene por objeto comprobar el nivel recibido a la frecuencia de referencia en el canal B (norma de calidad monofónica correspondiente al subprograma 1). La segunda y tercera operaciones sirven para determinar la suma ( $f_1$ ) y la diferencia ( $f_2$ ) de los niveles de los canales A y B. Los dos valores medidos se utilizan para controlar la polaridad y evaluar aproximadamente las diferencias de fase superiores a la gama fijada en el subprograma 8 (norma de calidad estereofónica *h*). Si las diferencias de nivel y de fase entre los canales A y B son despreciables, la suma de los niveles debe ser 6 dB superior al nivel recibido a la frecuencia de referencia en cada canal. La diferencia de nivel es en ese caso tan pequeña que se omite. Si la polaridad de los canales es opuesta ( $\Delta\Phi = 180^\circ$ ), la suma de los niveles y la diferencia de niveles tienen variaciones inversas.

Pueden evaluarse aproximadamente las grandes diferencias de fase mediante el cuadro 3/O.32.

CUADRO 1/O.32

Medida de las normas de calidad a a i, requisitos de los aparatos emisor y receptor

	Normas de calidad		Referencia		Emisor		Receptor			
			Emisor	Receptor	Frecuencia (kHz)	Nivel de potencia (dBm0)	Punto central de la gama (dBm0)	Filtro paso bajo = LP paso banda = BP (kHz)		
Medidas monofónicas	s	Distintivo de la estación	3.1.2		0,8	-32/-12	-12	-		
	a	Nivel a la frecuencia de referencia	3.1.3	3.2.2	0,8	-12	-12	20 LP		
	b	b <sub>1</sub>	Nivel de ruido ponderado		3.2.3	-	-	-51	Rec. 468 del CCIR [1] 20 LP	
		b <sub>2</sub>	Nivel de ruido no ponderado			-	-	-51		
	c	c <sub>1</sub> c <sub>2</sub> c <sub>3</sub> c <sub>4</sub> c <sub>5</sub>	Distorsión no lineal	k <sub>2</sub> k <sub>3</sub> d <sub>3</sub> k <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	3.1.4	3.2.4	0,09	+9	-31	0,18 BP 0,18 BP 0,18 BP 1,6 BP 1,6 BP
							0,06	+9	-31	
0,8 + 1,42							+ 3 + 3	-37		
0,8							+9	-31		
0,533							+9	-31		
d	Prueba del compansor (compresor-expansor)	3.1.5		0,8	+6/-6/+6	0	20 LP			
e	Característica nivel-frecuencia	3.1.3		0,03 - 16	-12	-12	20 LP			
Medidas estereofónicas	f	f <sub>1</sub>	Control de polaridad	3.1.3	2.3.4	0,8	-12	-12	20 LP	
		f <sub>2</sub>	Suma de niveles Diferencia de niveles			0,8	-12	-12	20 LP	
	g	Diferencia de nivel	3.1.3	2.3.7	0,03 a 16	-12	0 dB	20 LP		
	h	Diferencia de fase	3.1.3	3.2.5	0,03 a 16	-12	25°			
i	i <sub>1</sub> i <sub>2</sub> i <sub>3</sub>	Diafonía a 180 Hz 1600 Hz 9000 Hz	3.1.6	3.2.6	0,18 1,6 9	-12 -12 -12	-52 -52 -52	0,18 BP 1,6 BP 9 BP		

CUADRO 2/O.32

Programas principales	Monofónico	Subprogramas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Estereofónico	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normas de calidad		s a	b c d	e	a f	b c d	e	g	h	i

Suma de niveles $\Delta n_S$ (dB)	Diferencia de niveles $\Delta n_D$ (dB)	Diferencia de fase $\Delta \Phi$
+6,0	$-\infty$	0/360°
+5,7	-5,7	30/330°
+4,8	0	60/300°
+3,0	+3,0	90/270°
0	+4,8	120/240°
-5,7	+5,7	150/210°
$-\infty$	+6,0	180°

Nota – Este cuadro se ha establecido mediante las siguientes fórmulas:

$$\Delta n_S = 3 \text{ dB} + 10 \log [1 - \cos (180 - \Delta \Phi)]$$

$$\Delta n_D = 3 \text{ dB} + 10 \log (1 - \cos \Delta \Phi)$$

### 2.3.5 Subprograma 5 (normas de calidad monofónica b, c y d)

Medidas de los niveles de ruido ponderado y no ponderado, distorsión no lineal y prueba del funcionamiento del compansor como se especifican en el subprograma 2, pero para el canal B.

### 2.3.6 Subprograma 6 (norma de calidad monofónica e)

Medida de la característica de nivel en función de la frecuencia del canal B (corresponde al subprograma 3 para el canal A).

### 2.3.7 Subprograma 7 (norma de calidad estereofónica g)

Determinación de la diferencia de nivel entre los canales A y B en función de la frecuencia.

### 2.3.8 Subprograma 8 (norma de calidad estereofónica h)

Medida de la diferencia de fase entre los canales A y B en función de la frecuencia.

### 2.3.9 Subprograma 9 (norma de calidad estereofónica i)

Relación diafónica entre los canales A y B a las frecuencias 180, 1600 y 9000 Hz.

## 3 Especificaciones

Las siguientes especificaciones relativas a la realización de las mediciones de control de conformidad con las normas de calidad monofónica a a e son idénticas a las que figuran en la Recomendación O.31 para la versión monofónica de este aparato.

### 3.1 Aparato emisor

#### 3.1.1 Arranque, parada y temporización para la sincronización y elección del método de medida

Un pulsador bloqueable montado en el aparato transmisor permite iniciar el programa de medidas según el modo de funcionamiento particular, es decir, simple o permanente. Un generador de impulsos controla el desarrollo del programa. El intervalo de tiempo mínimo de temporización que puede programarse es de 1,33 segundos. La frecuencia de sincronización asociada a esta temporización es 0,75 Hz y su variación no debe ser superior a  $\pm 1\%$ . Un segundo pulsador permite detener el programa. Al pulsarlo se libera el mecanismo de bloqueo del pulsador previsto para el funcionamiento permanente. El arranque, la sincronización y la parada del receptor se disparan por impulsos codificados (1,3 kHz, a  $-12 \text{ dBm0}$ ).

Cada subprograma va precedido de impulsos codificados, que sirven de señal de arranque. Una señal especial de parada, transmitida al apretar el pulsador de parada, permite interrumpir en cualquier momento el programa de medidas e iniciar, en su lugar, otro programa, elegido por medio de un conmutador. Por otra parte, al accionar el pulsador de parada, el generador de impulsos de tiempo vuelve a su posición inicial.

Las señales de arranque y de parada están constituidas por cuatro impulsos, cuya duración puede fijarse en 60 ms (valor O) o en 120 ms (valor L), mediante codificación digital. El intervalo entre el principio de dos impulsos sucesivos en el interior de la señal codificada es de 240 ms.

Los impulsos se codifican de la forma siguiente:

- a) Señal de arranque para:
- el subprograma 1: OOOO
  - el subprograma 2: OOLO
  - el subprograma 3: OLOO
  - el subprograma 4: LOOO
  - el subprograma 5: OOLL
  - el subprograma 6: OLLO
  - el subprograma 7: LLOO
  - el subprograma 8: LOLO
  - el subprograma 9: LOLO

- b) Señal de parada: LLLL

Las señales de arranque se leen de derecha a izquierda, como ocurre normalmente en los códigos digitales, y se transmiten en el mismo orden cronológico.

La transmisión de la señal codificada, de una duración de 960 ms, controlada por el generador de impulsos de tiempo, debe retrasarse 370 ms (a fin de respetar la duración del impulso de tiempo de 1330 ms).

### 3.1.2 *Distintivo de la estación*

El programa de medidas va precedido del distintivo en Morse de la estación transmisora. A tal efecto, se asignan 19 intervalos de temporización. El distintivo de la estación se transmite modulando un tono de 0,8 kHz con un nivel comprendido entre  $-32$  dBm0 y el nivel de prueba de referencia. Las duraciones del punto y de la raya Morse deben ser aproximadamente el 10% y el 35%, respectivamente, de la de un intervalo de temporización.

### 3.1.3 *Nivel de prueba para medir el nivel a la frecuencia de referencia y la característica de nivel en función de la frecuencia*

El nivel de prueba transmitido para medir el nivel a la frecuencia de referencia (0,8 kHz) y para medir la característica de nivel en función de la frecuencia debe ser de  $-12$  dBm0 (véase la Recomendación N.21 [2]). Las medidas de la característica de nivel en función de la frecuencia deben realizarse con ayuda de un generador de barrido que cubra la gama de 0,03 a 16 kHz. Cada octava (la primera de las cuales comienza a 0,05 kHz) se marca por medio de breves impulsos (1,3 kHz/ $-12$  dBm0 de 50 a 100 ms de duración). La velocidad de estas operaciones sucesivas para la gama de 30 a 16 000 Hz, que cubre 9,06 octavas, debería ser de 5 segundos por octava a fin de que el registrador mencionado en el § 3.2.9 registre una octava en 10 mm y 3,3 mm, respectivamente.

### 3.1.4 *Nivel de prueba transmitido para medir la distorsión no lineal<sup>1)</sup>*

El nivel transmitido de las frecuencias de prueba corresponde al nivel de cresta de la transmisión radiofónica [3], es decir que, utilizando el método de un tono para las medidas de la distorsión no lineal, se obtiene la misma carga de cresta que con el método de dos tonos aplicado en las medidas del factor diferencia (tono único de  $+9$  dBm0, equivalente a  $2,2 V_{\text{eff}} = 3,1 V_{p0}$ ; dos tonos cada uno de  $+3$  dBm0 equivalente a

<sup>1)</sup> La señal empleada para medir la distorsión no lineal debe poder incluirse u omitirse a voluntad en el ciclo de medida (por ejemplo, accionando un conmutador). Los usuarios del aparato de medida decidirán, para cada circuito, si conviene o no medir la distorsión no lineal. Se ajustarán al respecto a lo dispuesto en la Recomendación N.21 [2].

$2 \times 1,1 V_{\text{eff}} = 2 \times 1,55 V_{p0} = 3,1 V_{p0}$  con relación a un punto de nivel relativo cero). Para evitar la sobrecarga de los sistemas de transmisión por portadoras, sólo se usan frecuencias inferiores a 2 kHz (a causa de los circuitos dotados de equipo de preacentuación y desacentuación) y se reduce automáticamente la duración de la transmisión a la de un solo impulso de temporización<sup>2)</sup>. Deben utilizarse las siguientes frecuencias de prueba:

- a) *Para medir la distorsión no lineal a las frecuencias inferiores de la gama de audiofrecuencia*  
 $c_1 = 0,09 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_2$ ,  
 $c_2 = 0,06 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_3$ .
- b) *Para medir la distorsión no lineal en la gama de frecuencias portadoras de un canal múltiplex por división de frecuencia*  
 $c_3 = 0,8 \text{ kHz}/+3 \text{ dBm0}$  y  $1,42 \text{ kHz}/+3 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $d_3$ .
- c) *Para medir la distorsión no lineal a las frecuencias medias de la gama de audiofrecuencias*  
 $c_4 = 0,8 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  para las medidas de  $k_2$ ,  
 $c_5 = 0,533 \text{ kHz}/+9 \text{ dBm0}$  en las medidas de  $k_3$ .

### 3.1.5 Señal transmitida para controlar el funcionamiento del compansor<sup>3)</sup>

La inyección de una señal de 0,8 kHz, cuyo nivel se conmuta entre los valores +6, -6, +6 dBm0 para los tres impulsos de temporización consecutivos, permite detectar cualquier comportamiento anormal motivado por un defecto de los amplificadores de regulación de los compansores.

### 3.1.6 Diafonía entre los canales A y B

La relación diafónica entre los canales A y B se mide a las frecuencias de 180, 1600 y 9000 Hz. El nivel en la transmisión debe ser de -12 dBm0.

### 3.1.7 Telemando del aparato emisor

Debe preverse el telemando de hasta 16 señales de instrucción. Estas señales pueden aplicarse al aparato emisor en forma de señales binarias, o bien aplicando una tierra en 16 trayectos de señalización. En el caso de codificación binaria, para comenzar los programas principales monofónicos o estereofónicos deben utilizarse las señales codificadas LOOL o LLLO, respectivamente, además de las señales de arranque mencionadas en el § 3.1.1.

## 3.2 Aparato receptor

### 3.2.1 Arranque, parada y sincronización

En el aparato receptor deben detectarse y separarse los impulsos codificados mediante un proceso de selección. Para la protección contra funcionamientos intempestivos se necesita un circuito de guarda similar al empleado normalmente para los receptores de señales. Combinado con este circuito de guarda, el código elegido de 4 bits ofrece una protección altamente fiable contra la posibilidad de puesta en marcha del mecanismo de arranque por señales radiofónicas. Por consiguiente, el receptor puede quedar conectado continuamente a un circuito para transmisiones radiofónicas y registrar el programa de medidas sin la intervención de un operador.

La secuencia debe ajustarse a lo especificado para el aparato emisor (véase el § 3.1.1).

El generador de impulsos de tiempo debe dispararse al recibirse la señal de arranque. La recepción de la señal de parada debe colocar nuevamente este generador en la posición inicial.

<sup>2)</sup> La CMTT está estudiando otros métodos.

<sup>3)</sup> Esta prueba es de carácter provisional. Deberá modificarse cuando, después de estudios más amplios, el CCITT formule recomendaciones sobre los compansores y adopte métodos de prueba apropiados.

### 3.2.2 Gamas de medida

El aparato de medida debe tener una característica logarítmica y comprender una gama de medida lineal de  $\pm 10$  dB con relación al punto central de la gama.

Para un tipo de medida determinado deben preverse los puntos centrales de la gama indicados en el cuadro 1/O.32.

### 3.2.3 Medidas de ruido

Las normas de calidad  $b_1$  y  $b_2$  (medidas de ruido ponderado y no ponderado) se miden en modo cuasicresta. En este caso, las propiedades dinámicas del circuito rectificador y de la red para la medida de ruido ponderado ( $b_1$ ) deben cumplir los requisitos de la Recomendación 468 del CCIR [1].

### 3.2.4 Previsión de filtros y características de los mismos

Han de preverse dos filtros paso banda para la selección de los productos de distorsión no lineal: uno para 0,18 kHz y otro para 1,6 kHz. Estos filtros deben utilizarse como sigue:

#### Filtro de 0,18 kHz

- para la medida de  $k_2$ : 0,09 kHz ( $c_1$ ),
- para la medida de  $k_3$ : 0,06 kHz ( $c_2$ ),
- para la medida de  $d_3$ : 0,8/1,42 kHz ( $c_3$ ).

#### Filtro de 1,6 kHz

- para la medición de  $k_2$ : 0,8 kHz ( $c_4$ ),
- para la medición de  $k_3$ : 0,533 kHz ( $c_5$ ).

Con el filtro de 0,18 kHz sólo se mide el producto  $d_3$  inferior ( $2 \times 0,8$  kHz – 1,42 kHz = 0,18 kHz). No se mide el producto  $d_3$  superior, a 2,04 kHz (=  $2 \times 1,42$  kHz – 0,8 kHz). Como compensación, se toma dos veces el producto  $d_3$  inferior, a 0,18 kHz.

Los filtros paso banda deben cumplir las condiciones de selectividad siguientes:

- banda de paso definida por valores de pérdida de inserción inferiores a 1 dB:

$$\left. \begin{array}{l} \text{filtro de 0,18 kHz: } \pm 3 \text{ Hz} \\ \text{filtro de 1,6 kHz: } \pm 24 \text{ Hz} \end{array} \right\} \text{ con relación a la frecuencia central}$$

- banda atenuada definida por valores de pérdida de inserción superiores a 70 dB:

$$\begin{array}{l} \text{filtro de 0,18 kHz: } < 0,09 \text{ kHz y } > 0,36 \text{ kHz,} \\ \text{filtro de 1,6 kHz: } < 0,8 \text{ kHz y } > 3,2 \text{ kHz.} \end{array}$$

### 3.2.5 Medida de la diferencia de fase entre los canales A y B

La diferencia de fase entre los canales A y B se mide en función de la frecuencia. Para este fin se requiere un discriminador de fase que funciona independientemente de la diferencia de nivel entre los dos canales. Por haberse elegido una escala lineal de  $5^\circ/\text{cm}$ , así como la anchura recomendada para el registro gráfico, la gama de medida está limitada de  $0^\circ$  a  $50^\circ$ . Las diferencias de fase mayores pueden estimarse utilizando la norma estereofónica  $f$  del subprograma 4.

### 3.2.6 Medida de la diafonía entre los canales A y B

La relación diafónica entre los canales A y B a las frecuencias de medición 180, 1600 y 9000 Hz se mide selectivamente. Los filtros para las dos primeras frecuencias pueden ser los mismos que se utilizan para las medidas de no linealidad en los subprogramas 2 y 5.

Para 9 kHz se requiere un filtro adicional.

Este filtro paso banda debe cumplir las siguientes condiciones de selectividad:

- banda de paso definida por valores de pérdida de inserción inferiores a 1 dB:  $\pm 0,8$  kHz, con relación a la frecuencia central;
- banda atenuada definida por valores de pérdida de inserción superiores a 14 dB:  $< 4,5$  kHz y  $> 18$  kHz, con relación a la frecuencia central.

La relación diafónica que ha de medirse está limitada a la gama crítica comprendida entre 30 y 50 dB.

### 3.2.7 Referencias adicionales para el caso de receptores digitales

Según las necesidades, podrán generarse en el receptor digital referencias suplementarias, para lo cual se tomarán para la temporización los impulsos que marcan las octavas y que se reciben del aparato emisor.

### 3.2.8 Programación de receptores digitales

Cuando se utilice un receptor digital, deberá ser posible programarlo de forma que se pueda comprobar si los circuitos sometidos a prueba satisfacen las tolerancias requeridas.

### 3.2.9 Registrador

El tiempo de respuesta transitoria del registrador no debe exceder de 200 ms. En lo que respecta al circuito rectificador del aparato receptor para medidas de ruido, deben cumplirse los requisitos de la Recomendación 468 del CCIR [1].

La anchura del papel y su velocidad de avance pueden elegirse según las normas nacionales. Se han efectuado pruebas satisfactorias con los valores siguientes:

- anchura del papel, 100 mm  
Este valor da una escala de niveles de 2 dB/10 mm (en la gama de medida de 20 dB).
- velocidad de avance, 2 mm/s y 2/3 mm/s  
Estas velocidades deben ser ajustables por vía manual.

Además de un registrador, convendría disponer de un punto de acceso apropiado para el empleo de un osciloscopio.

### 3.3 Desarrollo de las operaciones del programa

El desarrollo de las operaciones del programa de medidas estereofónicas, incluyendo todos los subprogramas, se describe en el anexo A. El primer y segundo impulsos de tiempo de cada subprograma corresponden a la señal de arranque y a una pausa, respectivamente.

### 3.4 Medidas del ruido a largo plazo

#### 3.4.1 Medidas automáticas

Después de terminados los programas principales monofónico y estereofónico, se efectúan medidas automáticas de ruido, a largo plazo en el canal A y en el B, respectivamente, sin iniciación o control por el aparato transmisor. La secuencia es la siguiente:

<i>intervalos de tiempo</i>	<i>programa del receptor</i>	<i>canal</i>
10 . . . . .	pausa	
60 . . . . .	ruido ponderado . . . . .	A
20 . . . . .	ruido no ponderado . . . . .	A
2 . . . . .	pausa	
60 . . . . .	ruido ponderado . . . . .	B
20 . . . . .	ruido no ponderado . . . . .	B

#### 3.4.2 Medidas manuales

Con el fin de poder medir el ruido, ponderado o no ponderado, de forma ininterrumpida durante periodos no especificados, debe ser posible dejar inoperante el mecanismo de temporización. En caso de emplearse un receptor analógico, debe disponerse de un conmutador manual con el fin de poder variar en  $\pm 10$  dB el punto central de la gama.

### 3.5 Características de adaptación

El ajuste de los circuitos radiofónicos basado en el método de tensión constante se funda en el empleo de las impedancias siguientes:

- impedancia de salida del aparato emisor < 10 ohmios,
- impedancia de entrada del aparato receptor > 20 kiloohmios.

Estos dos valores pueden llevarse a 600 ohmios por conmutación interna si se usa para el ajuste del circuito el método de adaptación de impedancias. Mediante un conmutador debe ser posible ajustar los aparatos emisor y receptor a los niveles relativos siguientes:

- +6 dBr = valor nominal en las estaciones de repetidores de las Administraciones;
- 0 dBr<sup>4)</sup> = valor nominal en los estudios de los organismos de radiodifusión.

### 3.6 Precisión de los aparatos emisor y receptor

#### 3.6.1 Aparato emisor

##### a) Osciladores individuales de frecuencia

- tolerancia de nivel . . . . . ± 0,2 dB
- tolerancia de frecuencia . . . . . < 1,0%
- distorsión armónica a 2f y 3f . . . . . < 0,1%

##### b) Oscilador de barrido

- tolerancia de nivel a 0,8 kHz . . . . . ± 0,2 dB
- característica de nivel en función de la frecuencia con relación a 0,8 kHz . . . . . ± 0,2 dB

#### 3.6.2 Aparato receptor

Tolerancias, comprendido el registrador:

- valor en el centro de la escala -12 dBm0 y 0 dBm0 . . . . . ± 0,3 dB
- valor en el centro de la escala -51 dBm0 y -31 dBm0 . . . . . ± 1,0 dB

En los quince minutos siguientes al arranque debe alcanzarse la estabilidad de funcionamiento. En lo que concierne a la repartición de las tolerancias, véanse los valores indicados en el suplemento N.º 3.1 al final del presente fascículo.

Se pueden entonces reducir las tolerancias procediendo al calibrado de los aparatos emisor y receptor interconectados en bucle.

<sup>4)</sup> En ciertos casos se puede utilizar igualmente un nivel de -3 dBr o inferior.

## ANEXO A

(a la Recomendación O.32)

CUADRO A-1/O.32

## Desarrollo de las operaciones del programa principal de medidas estereofónicas

Sub-programa	Intervalos de tiempo	Aparato emisor			Aparato receptor		
		Frecuencia (kHz)	Nivel (dBm0)	Canal cargado	Función medida	Canal	Punto central de la gama (dBm0)
1	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 1	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	19	0,8	-32/-12	A	Distintivo de la estación	A	-12
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	4	0,8	-12	A	Medida del nivel de referencia	A	-12
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	28						
2	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 2	A	-
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	5	-	-	-	Ruido ponderado (filtro sofométrico)	A	-51
	5	-	-	-	Ruido no ponderado	A	-51
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,09	+9	A	Nivel $k_2$ (filtro de 0,18 kHz)	A	-31
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,06	+9	A	Nivel $k_3$ (filtro de 0,18 kHz)	A	-31
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,8/1,42	+3/+3	A	Nivel $d_3$ (filtro de 0,18 kHz)	A	-37
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,8	+9	A	Nivel $k_2$ (filtro de 1,6 kHz)	A	-31
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,533	+9	A	Nivel $k_3$ (filtro de 1,6 kHz)	A	-31
	2	-	-	-	Pausa	-	-
3	0,8	+6/-6/+6	A	Prueba del compansor	A	0	
4	-	-	-	Pausa con reserva	-	-	
	35						
3	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 3	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	35	0,03 a 16	-12	A	Característica nivel-frecuencia	A	-12
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	39						
4	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 4	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	0,8	-12	B	Medida del nivel de referencia	B	-12
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	0,8	-12	A, B	Suma de los niveles	A, B	-12
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	0,8	-12	A, B	Diferencia de los niveles	A, B	-12
2	-	-	-	Pausa	-	-	
	12						

CUADRO A-1/O.32 (concl.)

Sub-programa	Intervalos de tiempo	Aparato emisor			Aparato receptor		
		Frecuencia (kHz)	Nivel (dBm0)	Canal cargado	Función medida	Canal	Punto central de la gama (dBm0)
5	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 5	A	-
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	5	-	-	-	Ruido ponderado (filtro sofométrico)	B	-51
	5	-	-	-	Ruido no ponderado	B	-51
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,09	+9	B	Nivel $k_2$ (filtro de 0,18 kHz)	B	-31
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,06	+9	B	Nivel $k_3$ (filtro de 0,18 kHz)	B	-31
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,8/1,42	+3/+3	B	Nivel $d_3$ (filtro de 0,18 kHz)	B	-37
	2	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,8	+9	B	Nivel $k_2$ (filtro de 1,6 kHz)	B	-31
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	1	0,533	+9	B	Nivel $k_3$ (filtro de 1,6 kHz)	B	-31
2	-	-	-	Pausa	-	-	
3	0,8	+6/-6/+6	B	Prueba del compansor	B	0	
4	-	-	-	Pausa con reserva	-	-	
	<u>35</u>						
6	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 6	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	35	0,03 a 16	-12	B	Característica nivel-frecuencia	B	-12
	<u>2</u>	-	-	-	Pausa	-	-
	<u>39</u>						
7	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 7	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	35	0,03 a 16	-12	A, B	Repuesta diferencia de nivel-frecuencia	A, B	0
	<u>2</u>	-	-	-	Pausa	-	-
	<u>39</u>						
8	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 8	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	35	0,03 a 16	-12	A, B	Repuesta diferencia de fase-frecuencia	A, B	25°
	<u>2</u>	-	-	-	Pausa	-	-
	<u>39</u>						
9	1	1,3	-12	A	Señal de arranque N.º 9	A	-
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	0,18	-12	A	Nivel de diafonía (filtro de 0,18 kHz)	B	-52
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	1,6	-12	A	Nivel de diafonía (filtro de 1,6 kHz)	B	-52
	1	-	-	-	Pausa	-	-
	2	9,0	-12	A	Nivel de diafonía (filtro de 9 kHz)	B	-52
	<u>2</u>	-	-	-	Pausa	-	-
	<u>12</u>						
1 a 9	278						

Duración del programa principal de medidas para circuitos estereofónicos:  
 278 intervalos de tiempo  $\times$  1,33 segundos/intervalo de tiempo  $\approx$  371 segundos.

## Referencias

- [1] Recomendación del CCIR *Medición del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora, en los sistemas de grabación del sonido y en los circuitos radiofónicos*, Vol. X, Rec. 468, UIT, Ginebra, 1986.
- [2] Recomendación del CCITT *Límites y procedimientos para el ajuste de un circuito radiofónico*, Tomo IV, Rec. N.21.
- [3] Recomendación del CCITT *Medidas efectuadas por los organismos de radiodifusión durante el periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.13, nota.

## Recomendación O.33

### APARATO AUTOMÁTICO PARA MEDIR RÁPIDAMENTE CONEXIONES, ENLACES Y CIRCUITOS RADIOFÓNICOS, MONOFÓNICOS Y DE PARES ESTEREOFÓNICOS

(Málaga-Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988)

#### 1 Consideraciones generales

El aparato automático de medida para circuitos radiofónicos debe ser capaz de medir rápidamente todos los parámetros necesarios para controlar la calidad de dichos circuitos. Los parámetros que han de medirse y las facilidades que debe ofrecer el equipo se indican en esta especificación, donde no se estipula en detalle el método de medida ni el procesamiento de los resultados. Los fabricantes pueden, pues, adoptar cualquier procesamiento que satisfaga las exigencias expresadas en esta especificación. No obstante, sería conveniente que la secuencia de las medidas esté controlada por programas almacenados, lo que permitiría utilizar secuencias diferentes en función de las distintas necesidades de los usuarios y aplicaciones.

Hay que señalar que el aparato cumplirá los requisitos indicados en las Recomendaciones N.12 [1] y N.13 [2]. Sin embargo, no es posible medir todos los parámetros especificados en las Recomendaciones N.10 [3], N.21 [4] y N.23 [5], por ejemplo: la respuesta de retardo de grupo en función de la frecuencia.

#### 2 Principio fundamental

El aparato debe constar ya sea de dos unidades, emisora y receptora, o de una unidad emisora y receptora combinada de construcción modular que pueda funcionar en emisión solamente o en recepción solamente.

Los resultados de las medidas deben visualizarse directamente por medio de un dispositivo de memoria que permita una visualización a largo plazo de cualquier parámetro medido.

La finalidad de las medidas no es solamente permitir que el personal interesado adopte una decisión inmediata, sino también ofrecer al ingeniero encargado de las transmisiones la posibilidad de establecer ulteriormente evaluaciones precisas. Es preferible que los resultados estén disponibles también como una salida de datos serie, de 7 bits a 110 y 300 baudios, normalizada por la ISO-7 [6], en un interfaz normalizado RS 232-C [7], con posibilidad de selección entre 110 y 300 baudios, o facultativamente en un interfaz normalizado IEEE 488/CEI 625 [8].

En todos los casos, los parámetros medidos deben estar claramente identificados y mencionarse el código de origen (véase el § 2.1).

El aparato debe poder medir al menos los parámetros siguientes.

- a) nivel recibido (ganancia de inserción);
- b) distorsión de atenuación en función de la frecuencia (respuesta en frecuencia);
- c) distorsión armónica (distorsión lineal);
- d) relación señal/ruido, no ponderado y ponderado según la Recomendación 468 del CCIR [9];
- e) linealidad del compansor;
- f) ruido modulado por programa y ruido expandido.

Estos parámetros se definen en el § 4.

Además, el equipo ha de poder medir, en los canales A y B, al menos los siguientes parámetros:

- g) diferencia entre canales en ganancia y fase;
- h) diafonía entre canales y transposición de circuitos.

Los parámetros estereofónicos se definen en el § 5.

Preferentemente, el diseño físico debe permitir que esta capacidad se proporcione mediante la conversión del equipo monofónico del usuario, mediante la adición de unidades enchufables apropiadas y, tal vez, pequeños cambios del cableado interno.

El aparato debe poder transmitir señales de prueba de audiofrecuencia con amplitudes correspondientes a las que deben existir en el punto de medida del usuario. Como quiera que los niveles nominales varían de un organismo de radiodifusión a otro y de una Administración de telecomunicaciones a otra, no procede especificar niveles absolutos. En consecuencia se ha definido un nivel de prueba (TEST) en 9 dB por debajo del nivel máximo admitido en el punto en que efectúa la medida. Dicho nivel TEST corresponde a un valor absoluto de 0 dBm0 cuando se mide en un punto de nivel relativo cero (0 dBr) [10]. Por consiguiente, los fabricantes de quipos automáticos de medida adoptarán un nivel TEST que corresponda a un nivel fijo conveniente (por ejemplo, 0 dBm0).

En este nivel fijo, las amplitudes de las frecuencias enviadas en las secuencias medidas de los programas se ajustarán a las definiciones especificadas en la Recomendación N.15 [11] para el nivel máximo autorizado (+9 dBm0s), nivel de ajuste (0 dBm0s) y nivel de medida (-12dBm0s).

Deben existir medios de conmutación que permitan fijar el nivel TEST a +6 dB, 0 dB o -3 dB con relación a  $0,775 V_{\text{eff}}$  (valor cuadrático medio). Se debe proteger este conmutador contra maniobras accidentales, especialmente en el caso de valores absolutos superiores a 0 dBm0, por ejemplo, montándolo dentro del instrumento. También debe tenerse en cuenta la posibilidad de prever un nivel de -20 dB con relación a  $0,775 V_{\text{eff}}$ .

## 2.1 *Identificación del comienzo, el origen y el programa*

La secuencia de medidas se elige en función de la aplicación considerada. En los anexos a la presente Recomendación se indican ciertos programas de medida que especifican el desarrollo de las diferentes etapas del programa y las unidades de tiempo conexas.

La secuencia de señales de prueba de audiofrecuencia debe ir precedida de una identificación del comienzo, el origen y el programa cuya función es la siguiente:

- señalar a la unidad receptora que debe comenzar una secuencia de medidas;
- identificar el origen de la señal de prueba;
- indicar qué programa de los de medidas almacenado debe utilizarse.

La identificación del comienzo, el origen y el programa por medio del código ISO-7 [6] con un bit de paridad par y dos bits de parada debe transmitirse por modulación por desplazamiento de frecuencia con una frecuencia de trabajo de 1650 Hz y una frecuencia de reposo de 1850 Hz, a la velocidad de 110 baudios.

La señal de identificación está constituida por un mensaje cuya estructura es la siguiente:

- comienzo del encabezamiento (carácter «SOH»);
- identificación del origen (cuatro caracteres alfanuméricos);
- señalización especial (un carácter);
- comienzo de texto (carácter «STX»);
- identificación del programa de medida (dos caracteres numéricos del 00 al 99);
- fin de texto (carácter «ETX»).

La frecuencia de trabajo debe transmitirse durante por lo menos 18 ms (dos bits) antes del bit de arranque del carácter SOH.

El fin del segundo bit de parada del carácter ETX define el comienzo de la secuencia de medidas.

La señal de identificación del comienzo, el origen y el programa debe transmitirse a 12 dB por debajo del nivel TEST.

## 2.2 *Modos de funcionamiento*

El equipo debe poder funcionar en modo automático o manual.

### 2.2.1 *Modo automático*

En el modo automático, la unidad emisora estará sujeta a la ejecución completa de una secuencia de pruebas programada al recibir una señal de arranque producida ya sea directamente por opresión de un pulsador en el aparato, o bien por telemando (cierre de un par de contactos). La señal de identificación enviada por la unidad emisora provocará la ejecución por el receptor de la secuencia completa de medidas programada y seguidamente el registro y/o la impresión de los resultados para su análisis ulterior.

## 2.2.2 *Modo manual*

### 2.2.2.1 *Unidad emisora*

En el modo manual, deberá poderse situar la unidad emisora, dentro de la secuencia de medidas, en el punto correspondiente a un elemento de prueba escogido al que se enviará continuamente la señal de prueba adecuada. Así pues, este modo permitirá a la unidad emisora el funcionar con aparatos de medida manuales. Será posible también el ajuste manual de la señal de salida a cualquier frecuencia de la gama de 40 Hz a 1500 Hz con una resolución mejor que 5 Hz. La salida será ajustable en la gama de  $-12$  dB a  $+15$  dB con relación a una tensión eficaz de  $0,775 V_{\text{eff}}$  con una resolución de 0,2 dB. El aparato indicará la frecuencia y el nivel de salida. Cuando el nivel de salida sobrepase los  $0,775 V_{\text{eff}}$  entrará en funcionamiento un piloto luminoso intermitente.

### 2.2.2.2 *Unidad receptora*

En el modo manual, deberá poderse situar la unidad receptora, dentro de la secuencia de medidas, en el punto correspondiente al parámetro de medida escogido para poder emplear el aparato con una unidad emisora manual. Sería conveniente la visualización del valor de la frecuencia de la señal de entrada.

## 2.2.3 *Telemando*

Facultativamente, la unidad emisora y la unidad receptora podrán controlarse por telemando, ya sea por conducto del interfaz RS 232-C [7], o bien del interfaz IEEE 488/CEI 625 [8].

## 3 **Diseño y construcción**

Cabe observar que el retardo de grupo de los circuitos de gran longitud puede provocar errores de medida, sobre todo en baja frecuencia. El sistema debe diseñarse por tanto de manera tal que la medida se efectúe una vez que la señal recibida haya tenido tiempo de estabilizarse.

En general, el diseño y la construcción del equipo deben ajustarse a las reglamentaciones nacionales e internacionales, en particular en lo que concierne a las exigencias de seguridad y a la protección contra choques eléctricos [12].

## 4 **Parámetros**

### 4.1 *Nivel recibido (ganancia de inserción)*

Se transmite una frecuencia de 1020 Hz con el nivel TEST. Se mide el nivel recibido, y el resultado se expresa en dB con relación al nivel TEST.

### 4.2 *Distorsión de atenuación en función de la frecuencia (respuesta en frecuencia)*

El nivel en recepción debe medirse a cierto número de frecuencias diferentes definidas en el programa de medidas. El nivel de emisión debe ser inferior en 12 dB al nivel TEST.

Los resultados se presentarán en dB con relación al nivel recibido a 1020 Hz enviado con un nivel a 12 dB por debajo del nivel TEST. No se considera aceptable el empleo del nivel recibido a partir del parámetro del § 4.1.

### 4.3 *Distorsión*

La distorsión armónica total debe medirse a 60 Hz y a 1020 Hz. La distorsión armónica de segundo orden  $k_2$ , debe medirse a 1020 Hz. La distorsión armónica de tercer orden,  $k_3$ , debe medirse a 60 Hz.

El nivel de emisión debe ser inferior en 9 dB al nivel TEST. El receptor debe indicar el valor eficaz del contenido en armónicos, y los resultados deben expresarse en dB con relación a los niveles recibidos de los fundamentales.

Con el fin de evitar la sobrecarga de sistemas de transmisión por portadoras, la transmisión de frecuencias de prueba al máximo nivel permitido debe conformarse estrictamente a las prescripciones de la Recomendación N.21 [4]. Los programas que incluyan medidas de distorsión deben limitar, pues, la duración de la transmisión a un solo intervalo de tiempo (1 s), previéndose una pausa de al menos un intervalo cuando se efectúan medidas de distorsión sucesivas.

En el ciclo de pruebas, habrá de existir la posibilidad de insertar la medida de la distorsión no lineal, duplicando los programas almacenados con esta medida o sin ella, o utilizando un conmutador sin enclavamiento.

*Nota* – Se ha elegido la frecuencia de 1020 Hz a fin de que no se emplee un submúltiplo de una frecuencia de muestreo digital.



## 7 Características del equipo – Unidad receptora

7.1 *Impedancia de entrada*<sup>2)</sup>: > 20 kilohmios

7.2 *Gama y precisión mínima*

7.2.1 *Medidas de nivel*

### *Gama*

señal: +20 dB a -45 dB

ruido: -20 dB a -70 dB

con relación a la tensión eficaz de 0,775 V<sub>eff</sub>

### *Error*

≤ ± 0,2 dB de +15 a -20 dB

≤ ± 0,5 dB de -20 a -50 dB

≤ ± 1,0 dB de -50 a -60 dB

≤ ± 3,0 dB de -60 a -70 dB

*Nota* – Las medidas de ruido deben hacerse con una banda limitada a fin de obtener la respuesta en frecuencia definida en el anexo 1 a la Recomendación 468 del CCIR [9].

*Gama de frecuencias*: de 20 Hz a 50 kHz.

7.2.2 *Medidas de la distorsión*

*Gama*: hasta 0,3% (-50 dB)

*Error*: (± 1 dB)

7.2.3 *Medidas de fase*

*Gama*: ± 180°

*Error*: ≤ +2° en toda la gama

## 8 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

<sup>2)</sup> El valor no tiene en cuenta ningún transformador necesario para cumplir los requisitos de la Recomendación N.11 [13] en cuanto a impedancia y simetría con respecto a tierra.

ANEXO A

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos monofónicos

Intervalo de tiempo (Segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 00
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación de comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	Respuesta en frecuencia
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 900	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	9 500	-12	
1	11 500	-12	
1	13 500	-12	
1	15 000	-12	
1	1 020	+9	
1 <sup>a)</sup>	-	-	
1	60	+9	
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Relación señal/ruido

<sup>a)</sup> Intervalo de espera.

ANEXO B

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para pares estereofónicos de circuitos radiofónicos

Intervalo de tiempo	Canal A Unidad emisora		Canal B Unidad emisora		Número del programa: 01	
	Segundos	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	-	-	-	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	1 020	0	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	1 020	-12	-12	Respuesta en frecuencia Ganancia y fase entre canales
1	40	-12	40	-12	-12	
1	80	-12	80	-12	-12	
1	200	-12	200	-12	-12	
1	500	-12	500	-12	-12	
1	820	-12	820	-12	-12	
1	1 900	-12	1 900	-12	-12	
1	3 000	-12	3 000	-12	-12	
1	5 000	-12	5 000	-12	-12	
1	6 300	-12	6 300	-12	-12	
1	9 500	-12	9 500	-12	-12	
1	11 500	-12	11 500	-12	-12	
1	13 500	-12	13 500	-12	-12	
1	15 000	-12	15 000	-12	-12	
1	1 020	+9	1 020	+9	+9	
1 <sup>a)</sup>	-	-	-	-	-	
1	60	+9	60	+9	+9	
1	2 040	-12	-	-	-	Diafonía y transposición de circuitos
1	-	-	2 040	-12	-12	
1	820	+6	820	+6	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	820	-6	-6	
1	820	+6	820	+6	+6	
8	-	-	-	-	-	Relación señal/ruido

<sup>a)</sup> Intervalo de espera.

ANEXO C

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos de banda media

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 02
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	Respuesta en frecuencia
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	300	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 400	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	7 400	-12	
1	8 020	-12	
1	10 000	-12	
1	1 020	+9	
1	-	-	
1	60	+9	
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Relación señal/ruido

## ANEXO D

(a la Recomendación O.33)

## Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos de banda estrecha (tipo telefónico)

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 03
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación de comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-10	Repuesta en frecuencia
1	200	-10	
1	300	-10	
1	400	-10	
1	600	-10	
1	820	-10	
1	1 400	-10	
1	1 900	-10	
1	2 400	-10	
1	2 700	-10	
1	2 900	-10	
1	3 000	-10	
1	3 100	-10	
1	3 400	-10	
1	1 020	+9	
8	-	-	Relación señal/ruido

ANEXO E

(a la Recomendación O.33)

**Secuencia de medida para circuitos de banda estrecha (tipo telefónico)  
utilizados para transmisiones radiofónicas y equipados con compansores**

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 04
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-10	Respuesta en frecuencia
1	200	-10	
1	300	-10	
1	400	-10	
1	600	-10	
1	820	-10	
1	1 400	-10	
1	1 900	-10	
1	2 400	-10	
1	2 700	-10	
1	2 900	-10	
1	3 000	-10	
1	3 100	-10	
1	3 400	-10	
1	1 020	+9	
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Relación señal/ruido

ANEXO F

(a la Recomendación O.33)

**Secuencia de medidas para señales de prueba de tres niveles de la CMTT (sin anuncio del indicativo de la estación) para el ajuste de conexiones radiofónicas internacionales**

Intervalo de tiempo	Canal A Unidad emisora		Canal B Unidad emisora		Número del programa: 05
Segundos	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	-	-	Identificación del comienzo/origen/programa
1	-	-	-	-	Pausa
1	1 020	-12	1 020	-12	Nivel de medida (NM)
1	1 020	-12	1 020	-12	
1	1 020	0	1 020	0	Nivel de ajuste (NA)
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0 <sup>a)</sup>	-	-	
1	1 020	0 <sup>a)</sup>	-	-	
1	-	-	-	-	Pausa
1	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	
1	-	-	1 020	0 <sup>a)</sup>	Nivel máximo permitido (NMP) <sup>a)</sup>
1	-	-	1 020	0 <sup>a)</sup>	

<sup>a)</sup> Provisionalmente debe utilizarse 0 dBm0. La señal de prueba de dos niveles resultante se requerirá hasta que todos los sistemas de transmisión estén en condiciones de transmitir señales sinusoidales a +9 dBm0s sin producir una excesiva carga en los canales ni diafonía en otros canales. Será preciso que la CMTT y el CCITT confirmen la incorporación activa del nivel +9 dBm0 a esta secuencia.

## Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Mediciones que han de efectuarse durante el periodo de ajuste que precede a una transmisión radiofónica*, Tomo IV, Rec. N.12.
- [2] Recomendación del CCITT *Medidas efectuadas por los organismos de radiodifusión durante el periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.13.
- [3] Recomendación del CCITT *Límites para el ajuste de enlaces y conexiones radiofónicas internacionales*, Tomo IV, Rec. N.10.
- [4] Recomendación del CCITT *Límites y procedimientos para el ajuste de un circuito radiofónico*, Tomo IV, Rec. N.21.
- [5] Recomendación del CCITT *Mediciones de mantenimiento que han de efectuarse en los circuitos radiofónicos internacionales*, Tomo IV, N.23.
- [6] Recomendación del CCITT *Alfabeto Internacional N.º 5*, Tomo VIII, Rec. T.50, y Organización Internacional de Normalización (ISO), *ISO-7 bit serial data output*.
- [7] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos*, Tomo VIII, Rec. V.24 y Electronic Industries Association (EIA), Standard RS-232-C *Interface between data terminal equipment and data communications equipment employing serial binary data interchange*.
- [8] Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) *Interface system for programmable measuring instruments*, Publicaciones de la CEI N.ºs 625, 625-1 y 625-2.
- [9] Recomendación del CCIR *Medición del nivel de tensión del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora*, Vol. X. Rec. 468, UIT, Ginebra, 1986.
- [10] Recomendación del CCITT *Niveles relativos e impedancias en una conexión radiofónica internacional*, Tomo III, Rec. J.14.
- [11] Recomendación del CCITT *Potencia máxima autorizada para las transmisiones radiofónicas internacionales*, Tomo IV, Rec. N.15.
- [12] Unión Europea de Radiodifusión (UER) *Guiding principles for the design of electronic equipment*, Doc. TECH 3215.
- [13] Recomendación del CCITT *Objetivos esenciales de calidad de transmisión para centros radiofónicos internacionales (CRI)*, Tomo IV, Rec. N.11.

## SECCIÓN 4

### APARATOS DE MEDIDA PARA PARÁMETROS ANALÓGICOS

#### Recomendación O.41

#### SOFÓMETRO PARA USO EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

#### 1 Introducción

Esta especificación proporciona las características básicas de los sofómetros que han de utilizarse para medidas de ruido y otras señales interferentes en circuitos y secciones de circuitos telefónicos internacionales.

#### 2 Consideraciones generales

Para realizar las medidas indicadas anteriormente, el sofómetro debe tener las siguientes características significativas:

- a) La sensibilidad relativa del aparato, a diversas frecuencias, debe ser la especificada por las características de ponderación sofométrica.
- b) El punto de referencia para la sensibilidad del aparato debe ser 0 dBm (1 milivatio) a 800 Hz.
- c) El valor cuadrático medio (valor eficaz) de la señal de ruido ponderada debe detectarse y visualizarse.
- d) La dinámica del detector y del dispositivo de visualización debe cumplir los requisitos indicados en el § 3.
- e) La exactitud global del aparato cuando se utilice en su gama y condiciones ambientales normales debe ser de  $\pm 1,0$  dB o mejor. En el § 3 se indican pruebas específicas para la exactitud de diversos aspectos del aparato.

En el anexo A figura una comparación de la ponderación de ruido sofométrica del CCITT y de la ponderación norteamericana (mensaje C) actualmente en uso.

#### 3 Requisitos específicos

A continuación se indica un conjunto mínimo de requisitos que debe cumplir un aparato utilizado como sofómetro.

##### 3.1 Impedancia de entrada

Todas las impedancias indicadas son para una entrada simétrica (aislada de tierra). La impedancia a tierra a 800 Hz será  $> 200$  kiloohmios.

##### 3.1.1 Modo terminación

Cuando se utiliza el modo terminación, la impedancia de entrada será de 600 ohmios con una pérdida de retorno  $\geq 30$  dB, de 300 a 4000 Hz.

### 3.1.2 Modo puente

Cuando se utiliza el modo puente, la pérdida por derivación a través de 300 ohmios será  $\leq 0,15$ , de 300 a 4000 Hz.

### 3.2 Atenuaciones longitudinales

La atenuación de interferencia longitudinal de entrada y la atenuación de conversión longitudinal serán  $\geq 110$  dB a 50 Hz. Este requisito disminuye 20 dB por década a 5000 Hz. (La tensión longitudinal aplicada no excederá de 42 voltios, valor eficaz.)

### 3.3 Gama de medida

La gama de medida utilizable del aparato será de  $-90$  a  $0$  dBm.

### 3.4 Precisión de calibración a 800 Hz

La indicación de salida será de  $0$  dBm  $\pm 0,2$  dB con una señal de entrada de  $0$  dBm a  $800$  Hz. Para otros niveles por encima de la gama de medida utilizable del aparato los límites de error de la medida serán los siguientes:

Gama	Límite de error
de $0$ a $-60$ dBm	$\pm 0,5$ dB
de $-60$ a $-90$ dBm	$\pm 1,0$ dB

### 3.5 Ganancia relativa en función de la frecuencia (ponderación de frecuencia)

Los coeficientes de ponderación de frecuencia y los límites de exactitud requeridos a diversas frecuencias se indican en el cuadro 1/O.41. Además, la anchura de banda de ruido equivalente de la red de ponderación será de  $1823 \pm 87$  Hz.

Asimismo, se puede incorporar al aparato un filtro de supresión de la señal de prueba de  $1004$  a  $1020$  Hz, especificado en el cuadro 1/O.132, para uso con las características especificadas en el cuadro 1/O.41. En este caso, la calibración del aparato de medida incluirá un factor de corrección, de valor adecuado, para tener en cuenta la atenuación en la anchura de banda de ruido efectiva debida al filtro de supresión de la señal de prueba. El factor de corrección supone una distribución uniforme de la potencia de distorsión dentro de la gama de frecuencias consideradas y es de la siguiente forma:

$$\text{Corrección (dB)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Anchura de banda efectiva de ponderación normalizada de ruido}}{\text{Anchura de banda efectiva del aparato de medida}}$$

#### 3.5.1 Característica de respuesta en frecuencia facultativa

Si se desea, la unidad puede proporcionar la característica de respuesta en frecuencia facultativa para medidas no ponderadas indicadas en la figura 1/O.41, además de la ponderación sofométrica del cuadro 1/O.41.

Para las medidas no ponderadas se considera conveniente utilizar, como opción adicional, un filtro plano con una anchura de banda de ruido equivalente de  $3,1$  kHz (anchura de banda de un canal telefónico). Si se especifica, deberá tener las características señaladas en el cuadro 2/O.41.

Para medir la interferencia de zumbido en alterna en circuitos de tipo telefónico, se podrá especificar como opción un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de unos  $250$  Hz y una atenuación  $\geq 50$  dB a  $300$  Hz.

### 3.6 Características de circuito detector

El circuito detector debe medir el valor cuadrático medio (valor eficaz) de la entrada de ruido. Puede utilizarse un detector de valor cuadrático medio que da un valor aproximado, o de «casi» onda completa, si su salida no difiere de la de un detector de valor cuadrático medio verdadero en más de  $\pm 0,5$  dB para las siguientes formas de onda:

- ruido gaussiano;
- señales sinusoidales;
- cualquier señal periódica con una relación valor de cresta valor cuadrático medio de  $8$  dB o menos.

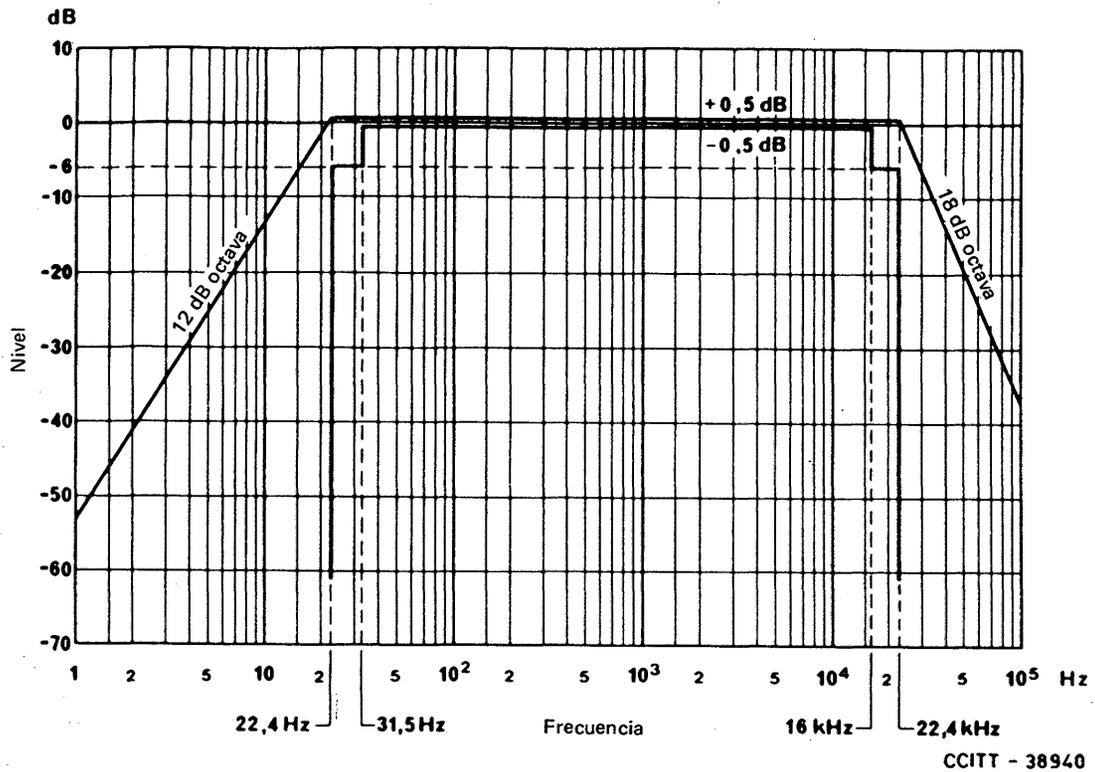


FIGURA 1/O.41

Características de respuesta en frecuencia para medidas no ponderadas

CUADRO 1/O.41

Coefficientes de ponderación del sofómetro para circuitos telefónicos y límites

Frecuencia (Hz)	Ponderación relativa (dB)	Límite ( $\pm$ dB)
16,66	-85,0	-
50	-63,0	2
100	-41,0	2
200	-21,0	2
300	-10,6	1
400	- 6,3	1
500	- 3,6	1
600	- 2,0	1
700	- 0,9	1
800	0,0	0,0 (Referencia)
900	+ 0,6	1
1000	+ 1,0	1
1200	0,0	1
1400	- 0,9	1
1600	- 1,7	1
1800	- 2,4	1
2000	- 3,0	1
2500	- 4,2	1
3000	- 5,6	1
3500	- 8,5	2
4000	-15,0	3
4500	-25,0	3
5000	-36,0	3
6000	-43,0	-

CUADRO 2/O.41

Características de un filtro plano optativo con una anchura de banda de ruido equivalente de 3,1 kHz  
(anchura de banda de un canal telefónico)

Frecuencia	Atenuación
< 300 Hz	Aumentando 24 dB/octava (Nota 1)
300 Hz	aprox. 3 dB (Nota 2)
400-1020 Hz	$\leq \pm 0,25$ dB
1020 Hz	0 dB
1020-2600 Hz	$\leq \pm 0,25$ dB
3400 Hz	aprox. 3 dB (Nota 2)
> 3400 Hz	Aumentando 24 dB/octava (Nota 1)

Nota 1 – Por debajo de 300 Hz y por encima de 3400 Hz la atenuación deberá aumentar con una pendiente no menor de 24 dB/octava hasta alcanzar al menos la atenuación de 50 dB.

Nota 2 – La frecuencia exacta de corte se escogerá para conseguir un ancho de banda de ruido equivalente de 3,1 kHz  $\pm$  155 Hz.

### 3.6.1 Pruebas de circuitos del detector

Se recomienda la prueba siguiente para asegurar que los circuitos del detector funcionan como está prescrito.

- a) Aplicar ráfagas de una onda sinusoidal de 1800 Hz a una velocidad de ráfaga de 80 Hz, con amplitud total durante el 20% del ciclo y con 8,4 dB por debajo de la amplitud total durante el 80% del ciclo. El valor cuadrático medio indicado debe ser  $5,0 \pm 0,5$  dB menor que el nivel de la onda sinusoidal de amplitud total no aplicada a puerta.

Como otra posibilidad, los sofómetros fabricados según las especificaciones de diseños anteriores<sup>1)</sup> deberán satisfacer la prueba siguiente:

- b) Aplicar sucesivamente dos señales sinusoidales de frecuencias diferentes, que no están armónicamente relacionadas y que proporcionan el mismo nivel de salida en el indicador de salida. Aplicar después estas dos señales con los mismos niveles simultáneamente. El aumento en el indicador de salida debe ser  $3 \text{ dB} \pm 0,25 \text{ dB}$  por encima de la indicación para la entrada de una sola frecuencia. Esta condición debe satisfacerse utilizando diferentes pares de frecuencias con diferentes niveles.

### 3.6.2 Cambio

Aplicar una forma de onda rectangular con un ciclo de trabajo del 20% y una velocidad de repetición de 600 impulsos por segundo a la entrada del aparato y anotar la lectura del ruido. Invertir los conductores de entrada; las dos lecturas deberán coincidir con un margen de 1 dB. Esta prueba ha de realizarse con varios niveles en la gama de funcionamiento especificada del aparato.

### 3.7 Dinámica del detector y del dispositivo de visualización (tiempo medio de medida)

El tiempo de respuesta del detector y el dispositivo de visualización estarán en conformidad con uno de los siguientes requisitos o con ambos:

#### 3.7.1 Aparato con dispositivo de supervisión continua de la señal

La aplicación de una señal sinusoidal de 800 Hz con una duración de 150 a 250 ms producirá una indicación de salida que sea igual a la producida por la aplicación continua de una señal de 800 Hz con la misma amplitud. Las señales aplicadas de menor duración deberán producir indicaciones inferiores en el indicador de salida.

Al efectuar esta prueba, el error de lectura deberá ser inferior a  $\pm 0,2$  dB.

<sup>1)</sup> Véase el anexo A.

### 3.7.2 Aparato con dispositivo de supervisión no continua de la señal

Con la aplicación de ráfagas de un tono de 800 Hz a la entrada del sofómetro, introducidas por compuerta con un ciclo de trabajo de 50%, con la mitad del ciclo con amplitud total y la otra mitad a 8,4 dB por debajo de la amplitud total, el dispositivo de salida indicará una variación como la que aparece en el cuadro 3/O.41. Los niveles deberán elegirse para evitar puntos de autocebado.

CUADRO 3/O.41

Variación de la indicación de salida con la aplicación de las ráfagas de 800 Hz especificadas a la entrada del sofómetro

Frecuencia de compuerta	Variación del indicador cresta a cresta
25 Hz	$\leq 1$ dB
5 Hz	$\geq 3$ dB

Se podrá ajustar la potencia de entrada total con un control vernier de 1 dB hasta el punto en el que el dispositivo de visualización no cambie, a fin de verificar el requisito de menos de 1 dB.

### 3.7.3 Respuesta amortiguada

En estudio.

### 3.8 Linealidad

Se recomienda la siguiente prueba para asegurar que la sobrecarga no produce una tasa de errores excesiva en presencia de señales cuya relación valor de cresta/valor cuadrático medio, es grande.

Aplicar una frecuencia de unos 1000 Hz en impulsos de 5 ms, separados por 20 ms, con un nivel valor eficaz correspondiente al mayor de los valores dentro de la gama del aparato. Cuando el nivel disminuye en una gama de 10 dB, la lectura del sofómetro será proporcional a la disminución del nivel aplicado con una tolerancia de  $\pm 0,5$  dB para todas las gamas del aparato.

### 3.9 Indicador de salida

Si se utiliza un aparato de medida analógico, la separación entre las marcas será de un dB o menos en la porción utilizada normalmente de la escala del aparato.

Si se utiliza un dispositivo con visualización digital, la lectura de ruido se visualizará redondeándola a la décima de dB más próxima. El resultado será redondeado más bien que truncado. La velocidad de actualización para un dispositivo de visualización digital será, como mínimo, de una vez por segundo aproximadamente.

Facultativamente, los aparatos que utilizan dispositivos de visualización digital pueden proporcionar otras características de visualización para ampliar la aplicación del aparato. Estas características de visualización adicionales serán definidas por el fabricante para ayudar al usuario en la interpretación de los resultados.

### 3.10 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

#### 3.10.1 Inmunidad frente a campos electromagnéticos

La unidad no debe ser afectada por la presencia de campos electromagnéticos (50 Hz). A continuación se indica la prueba a efectuar para verificar esta inmunidad:

- Quando el aparato está en el modo de medida ponderada, un campo electromagnético de 16 A/m a 50 Hz producirá una indicación de salida inferior a  $-85$  dBm.
- Quando el aparato está en un modo de medida no ponderada (facultativo, § 3.5.1), un campo electromagnético de 0,8 A/m a 50 Hz producirá una indicación de salida inferior a  $-85$  dBm.

(a la Recomendación O.41)

**Comparación de las ponderaciones del CCITT  
y de las redes norteamericanas**

La degradación debida al ruido en los circuitos telefónicos se mide normalmente con la ponderación de «mensaje C» en las redes telefónicas nacionales norteamericanas [1] [2]. La respuesta en frecuencia de esta ponderación difiere algo con respecto a la ponderación sofométrica del CCITT especificada en la Recomendación O.41. En consecuencia, la relación entre las medidas hechas con el medidor de ruido norteamericano y el sofómetro del CCITT depende del espectro de frecuencia del ruido medido. Además, debe señalarse que las medidas hechas con el medidor de ruido norteamericano se expresan en dBrn (decibelios referidos a  $-90$  dBm o decibelios por encima de una potencia de referencia de  $10^{-12}$  vatios). Por ejemplo, si se aplica al sofómetro del CCITT y al medidor de ruido norteamericano un ruido blanco de una potencia de un milivatio en la banda comprendida entre 300 y 3400 Hz, se obtienen las siguientes indicaciones:

Sofómetro del CCITT (ponderación 1951)	-2,5 dBm
Medidor de ruido norteamericano (ponderación de mensaje C)	88,0 dBrn

Teniendo en cuenta que la relación de las indicaciones de salida de los aparatos ponderados diferentemente variará para otros espectros de ruido, se propone la siguiente fórmula de conversión (valores redondeados) para fines de comparación prácticos:

$$\text{Indicación del sofómetro (en dBm)} = \text{Indicación del medidor de ruido de mensaje C} - 90 \text{ (en dBrn)}$$

Esta conversión toma en consideración el efecto de la diferencia entre las frecuencias de referencia (800 Hz para la ponderación sofométrica y 1000 Hz para la ponderación de mensaje C) utilizadas en los dos tipos de medidores de ruido.

En el cuadro A-1/O.41 figuran los coeficientes de ponderación de mensaje C y los límites de exactitud en diversas frecuencias. En la figura A-1/O.41 se muestra una comparación entre la ponderación sofométrica y la ponderación de mensaje C.

Otra ponderación utilizada frecuentemente en la medida de degradaciones debidas al ruido en las redes telefónicas internas de América del Norte, es la denominada como ponderación «plana de 3 kHz» [1]. Esta ponderación se dirige a la investigación en los circuitos bajo prueba de la presencia de ruido de baja frecuencia (inducciones de líneas de potencia, etc.). Se caracteriza por ser una ponderación de baja frecuencia de 3 kHz con una respuesta del tipo Butterworth, con una pendiente, a partir de 3 kHz, de 12 dB por octava. En el cuadro A-2/O.41 se presenta la especificación de la ponderación.

CUADRO A-1/O.41

Coefficientes de ponderación de mensaje C y límites de precisión

Frecuencia (Hz)	Ponderación relativa (dB)	Límite (+ dB)
60	-55,7	2
100	-42,5	2
200	-25,1	2
300	-16,3	2
400	-11,2	1
500	-7,7	1
600	-5,0	1
700	-2,8	1
800	-1,3	1
900	-0,3	1
1000	0,0	0,0 (Referencia)
1200	-0,4	1
1300	-0,7	1
1500	-1,2	1
1800	-1,3	1
2000	-1,1	1
2500	-1,1	1
2800	-2,0	1
3000	-3,0	1
3300	-5,1	2
3500	-7,1	2
4000	-14,6	3
4500	-22,3	3
5000	-28,7	3

Nota - La atenuación seguirá creciendo por encima de 5000 Hz en una proporción no inferior a 12 dB por octava hasta alcanzar un valor de -60 dB.

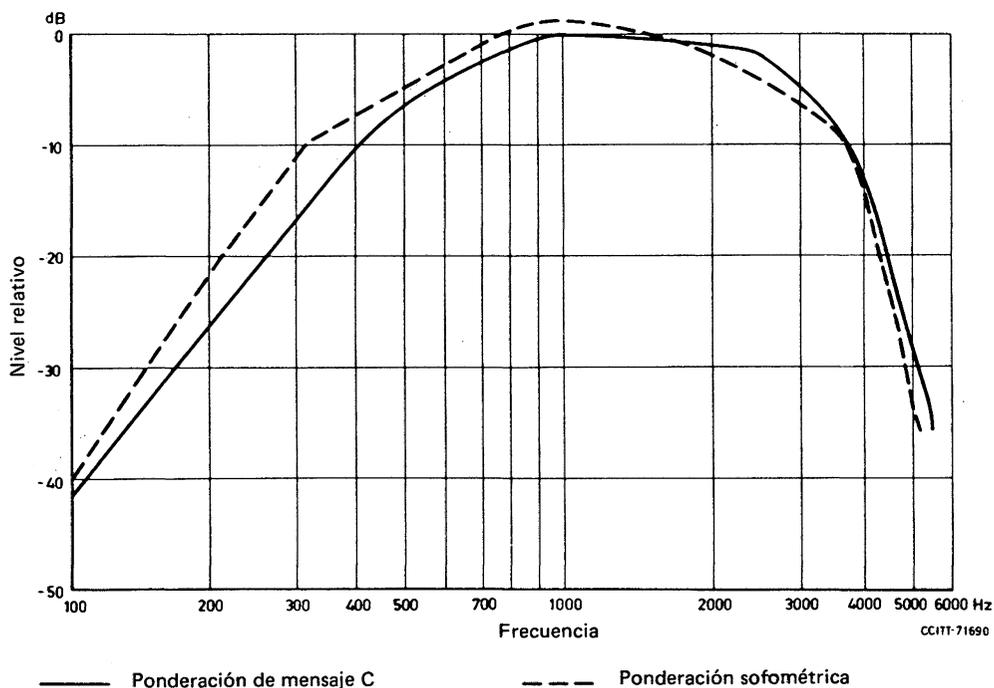


FIGURA A-1/O.41

Comparación entre la ponderación sofométrica y la ponderación de mensaje C

CUADRO A-2/O.41

Característica de ponderación «plana de 3 kHz»

Frecuencia (Hz)	30	60	400	1000	2000	3000	6000
Atenuación (dB)	0	0	0	0	0,8	3,0	12,3 <sup>a)</sup>
Tolerancia (dB)	± 2,5	± 1,7	± 0,5	± 0,2	± 1,0	± 1,8	± 3,0

<sup>a)</sup> La atenuación deberá seguir aumentando por encima de los 6000 Hz y hasta alcanzar los 60 dB con una pendiente no menor de 12 dB/octava. La atenuación para frecuencias superiores será al menos de 60 dB.

**Referencias**

- [1] IEEE, Publicación P743, *IEEE Standard Covering Methods and Equipment for Measuring the Transmission Characteristics of Analog Voice Frequency Circuits*.
- [2] *Aparatos para medir el ruido para circuitos de telecomunicaciones*, Libro Verde, Tomo IV.2, suplemento 3.2, UIT, Ginebra, 1973.

**Recomendación O.42**

**APARATO DE MEDIDA DE LA DISTORSIÓN  
NO LINEAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE INTERMODULACIÓN DE CUATRO TONOS**

(Málaga-Torremolinos, 1984)

**1 Introducción**

La degradación por distorsión no lineal en circuitos analógicos se evalúa normalmente midiendo las señales de frecuencias armónicas resultantes de una señal de prueba sinusoidal, o midiendo las señales de frecuencias de intermodulación resultantes de la interacción de una señal de prueba de varios tonos. Los estudios y la experiencia han mostrado que el método de distorsión armónica puede infraevaluar considerablemente la cantidad de no linealidad presente en un circuito, en determinadas circunstancias. Cuando en un circuito se encuentran varias fuentes de no linealidad, los productos armónicos pueden tender a anularse mutuamente, en tanto que los productos de intermodulación generados por una señal de datos compleja pueden no anularse y degradar considerablemente el mensaje transmitido. Este efecto ha resultado cada vez más importante con la llegada de velocidades binarias superiores y de señales de datos codificadas en niveles y fases múltiples.

Para lograr una mayor exactitud se recomienda el método de intermodulación de prueba para una distorsión no lineal utilizando una señal de prueba de cuatro tonos que se indica a continuación. Tal método mide ciertos productos de distorsión de segundo y tercer orden resultantes de la intermodulación de los tonos en la señal de prueba prescrita. Se eligen las frecuencias de los cuatro tonos de la señal de prueba para generar productos de intermodulación de segundo y tercer orden que se producen en la banda de paso de un circuito analógico, fácilmente separados de la señal de prueba aplicada y medida. Para lograr una señal de prueba con una distribución de amplitud aproximadamente gaussiana se utilizan cuatro tonos.

## 2 Principios de funcionamiento

La distorsión de intermodulación puede definirse, en general, como la modulación de las componentes de una onda compleja entre ellas, como resultado de lo cual se producen nuevas componentes con frecuencias iguales a las sumas y diferencias de múltiplos enteros de las componentes de la onda compleja original. Normalmente, bastan productos de intermodulación de segundo y tercer orden para evaluar la no linealidad del circuito.

Se utiliza una señal de prueba que consiste en cuatro tonos del mismo nivel. Dos de los tonos están separados nominalmente por 6 Hz, centrados en 860 Hz, y los otros dos están separados nominalmente por 16 Hz, centrados en 1380 Hz. Para evaluar la distorsión de tercer orden, la potencia debida a los seis productos de intermodulación de tercer orden en una banda estrecha centrada en 1,9 kHz, se mide y expresa en dB, por debajo de la señal recibida. Para la distorsión de segundo orden, también se mide la potencia debida a los cuatro productos de intermodulación de segundo orden en una banda estrecha centrada en 520 Hz y la potencia nominalmente debida a los cuatro productos de intermodulación de segundo orden en una banda estrecha centrada en 2240 Hz. Después, se promedian estas dos potencias de productos de distorsión de segundo orden, expresando su resultado en dB por debajo de la señal recibida.

La distorsión de intermodulación de segundo orden ( $\text{Intermod}_{\text{sdo}}$ ) se define como sigue:

$$\text{Intermod}_{\text{sdo}} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{\text{sdo}}) \text{ dB}$$

donde:

$V_{4T}$  es la tensión eficaz ( $V_{\text{rms}}$ ) de la señal de cuatro tonos, y

$$V_{\text{sdo}} = \sqrt{\frac{(V_5)^2 + (V_{22})^2}{2}}$$

donde:

$V_5$  es la tensión eficaz en la banda de frecuencias centrada en 520 Hz, y

$V_{22}$  es la tensión eficaz en la banda de frecuencias centrada en 2240 Hz.

La distorsión de intermodulación de tercer orden ( $\text{Intermod}_{\text{ter}}$ ) se define como sigue:

$$\text{Intermod}_{\text{ter}} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{19}) \text{ dB}$$

donde:

$V_{4T}$  es la tensión eficaz en la señal de cuatro tonos, y

$V_{19}$  es la tensión eficaz en la banda de frecuencias centrada en 1900 Hz.

Según los niveles relativos de los productos de distorsión de intermodulación y ruido en el circuito, el nivel de las señales medido en el receptor con la señal de prueba de cuatro tonos puede deberse, parcial o totalmente, al ruido de circuito. Para determinar la contribución de este ruido, se efectúa una medida adicional utilizando una señal de dos tonos consistente en el par superior o inferior de tonos con el mismo nivel de potencia que la señal de cuatro tonos. Las lecturas resultantes del nivel señal/ruido se utilizan para corregir las lecturas de distorsión observadas. La corrección puede realizarse automáticamente en el aparato de prueba, o hacerla el operador.

## 3 Requisitos específicos

A continuación se indican una serie de requisitos mínimos que debe cumplir un aparato utilizado para medir la distorsión no lineal utilizando el método de intermodulación de «cuatro tonos».

### 3.1 Transmisor

#### 3.1.1 Exactitud del nivel

El error del nivel a la salida de la señal eficaz será inferior a  $\pm 1$  dB.

#### 3.1.2 Gama de niveles

La gama de niveles a la salida será al menos de 0 a  $-40$  dBm. Se dispondrá de un atenuador calibrado con incrementos de 1 dB o menores, a no ser que el indicador del nivel forme parte del aparato de prueba, en cuyo caso puede aceptarse un control por vernier.

### 3.1.3 *Espectro*

La señal transmitida consistirá en cuatro tonos del mismo nivel. Dos de los tonos estarán separados por  $6 \pm 1$  Hz, centrados en  $860 \pm 1$  Hz, y otros dos estarán separados por  $16 \pm 1$  Hz, centrados en  $1380 \pm 1$  Hz. Los tonos serán del mismo nivel con un margen de  $\pm 0,25$  dB.

### 3.1.4 *Distorsión armónica*

Todo armónico de cualquiera de los cuatro tonos será al menos 35 dB inferior al tono.

### 3.1.5 *Interferencia de fondo*

Todo ruido, distorsión o interferencia que caiga dentro de las bandas de paso del filtro de distorsión, conforme se especifica en el § 3.2.4, será al menos inferior en 80 dB a la señal.

### 3.1.6 *Función de densidad de probabilidad*

La función de densidad de probabilidad de la señal transmitida será aproximadamente la de cuatro osciladores sinusoidales independientes, incluso si los tonos se sintetizan a partir de una sola fuente.

### 3.1.7 *Señal de verificación de la relación señal/ruido*

Se podrán neutralizar los dos tonos centrados en 1380 Hz o los dos tonos centrados en 860 Hz, e incrementar los otros dos tonos en  $3 \pm 0,25$  dB. Esta señal de verificación de la relación señal/ruido se utiliza para determinar la interferencia del ruido en el circuito sometido a prueba para la medida.

## 3.2 *Receptor*

### 3.2.1 *Precisión*

El error de medida será inferior a  $\pm 1$  dB.

### 3.2.2 *Gama del nivel de entrada*

El receptor deberá cumplir los requisitos de precisión y de gama de medidas para una gama del nivel de entrada de 0 a  $-40$  dBm.

### 3.2.3 *Medida y gama de visualización*

El aparato de prueba deberá medir y visualizar la relación entre el nivel de la señal y los productos de distorsión de segundo y tercer orden en una gama de 10 a 70 dB.

### 3.2.4 *Especificaciones de filtro*

Los seis productos de tercer orden que han de medirse se situarán en la gama de 1877 a 1923 Hz; los cuatro productos inferiores de segundo orden, en la gama de 503 a 537 Hz, y los cuatro productos superiores de segundo orden, en la gama de 2223 a 2257 Hz. (Esto permite el desplazamiento de frecuencia en el canal y la deriva de frecuencia de la señal transmitida.)

Los filtros utilizados para recuperar los productos han de ser suficientemente anchos para medir la potencia total dentro del requisito de precisión global de  $\pm 1$  dB, y suficientemente estrechos para rechazar el ruido fuera de banda. Las anchuras de banda de los filtros pueden comprobarse agregando una señal de ruido blanco limitado a la banda de 3,5 kHz con un nivel de  $-40$  dBm a la entrada del aparato, además de la señal de cuatro tonos a  $-10$  dBm. Los niveles de intermodulación de segundo y tercer orden presentados han de ser al menos inferiores en 46 dB a la potencia de la señal del tono de  $-10$  dBm.

Además, aplicando la señal de cuatro tonos, con un nivel de  $-10$  dBm a la entrada del aparato, se agregará una señal sinusoidal de prueba con un nivel de  $-25$  dBm. La lectura de distorsión de tercer orden será al menos inferior en 55 dB al nivel de la señal para todas las frecuencias de prueba inferiores a 1600 Hz y superiores a 2200 Hz. La lectura de la distorsión de segundo orden será inferior al menos en 55 dB al nivel de la señal para todas las frecuencias de prueba inferiores a 220 Hz, de 820 a 1940 Hz y superiores a 2540 Hz. A 180 Hz y frecuencias inferiores, el rechazo ha de ser al menos 25 dB mayor que el requisito citado.

### 3.2.5 Detectores

La señal de prueba y los niveles de distorsión de intermodulación se medirán con un detector medio o un detector de valor medio o de valor eficaz.

### 3.2.6 Diafonía con transmisor asociado

El receptor deberá cumplir todos los requisitos de precisión globales cuando su transmisor asociado (si existe) se pone a su más alto nivel de salida y se termina en 600 ohms, utilizándose como fuente de la señal para medir la intermodulación un segundo transmisor, 40 dB por debajo de ese nivel.

### 3.2.7 Capacidad de autoverificación

Deben incorporarse medios que aseguren que el receptor está calibrado dentro de  $\pm 1$  dB para medir la distorsión de segundo y tercer orden.

### 3.2.8 Nivel de la señal recibida inadecuado

Debera disponerse de una indicación para las señales de prueba recibidas que no se encuentran en la gama del nivel de entrada de 0 a  $-40$  dBm.

### 3.2.9 Indicador de la señal de verificación de la relación señal/ruido

Debe disponerse de una indicación para señalar la presencia o ausencia de la señal de verificación de la relación señal/ruido.

### 3.2.10 Corrección de la relación señal/ruido

Generalmente, la relación señal/distorsión de intermodulación correcta es mayor que la lectura de la distorsión observada debido a la presencia de ruido en el circuito. En las instrucciones de explotación figurará una curva de corrección o un cuadro de corrección apropiado, a menos que el aparato de prueba efectúe automáticamente la corrección en la lectura observada, después de la transmisión para comprobar la relación señal/ruido.

### 3.2.11 Monitor de tonos espurios

Debe disponerse de un medio para determinar si se recibe un tono espurio (parásito) o un ruido igual o mayor que el tono de prueba. Se excluyen de este requisito las frecuencias separadas menos de  $\pm 100$  Hz en torno a 860 y 1380 Hz.

## 3.3 Impedancias de entrada y salida

Todas las impedancias indicadas se refieren a una conexión simétrica (sin puesta a tierra).

### 3.3.1 Modo terminación (transmisión o recepción)

Cuando se utiliza en un modo terminación la impedancia entrada/salida será de 600 ohms, con una pérdida de retorno  $\geq 30$  dB, de 300 a 4000 Hz.

### 3.3.2 Modo puente (recepción)

Cuando se utiliza en un modo puente, la pérdida a través de  $300 \Omega$  será  $\leq 0,15$  dB, de 300 a 4000 Hz.

## 3.4 Atenuaciones longitudinales

Las entradas y salidas del transmisor/receptor deberán cumplir los siguientes requisitos. Las mediciones deben hacerse de conformidad con la Recomendación O.121.

### 3.4.1 Atenuación de conversión longitudinal

La atenuación de conversión longitudinal debe ser  $\geq 46$  dB, de 300 a 4000 Hz.

### 3.4.2 Atenuación de interferencia longitudinal de entrada

La atenuación de interferencia longitudinal de entrada debe ser  $\geq 110$  dB a 50 Hz. Este requisito decrece 20 dB por década a 5000 Hz. La tensión longitudinal superpuesta no excederá de un valor eficaz de 42 voltios.

### 3.5 *Indicadores de salida*

#### 3.5.1 *Analógico*

Si se utiliza un medidor analógico, las separaciones de las marcas serán de 1 dB o menores en la porción de la escala de medida empleada normalmente.

#### 3.5.2 *Digital*

Si se utiliza un indicador digital, el resultado se visualizará redondeándolo al dB más próximo, y se redondeará, en vez de truncarse. La indicación del aparato se situará dentro de 1 dB de la lectura final en los 10 segundos que siguen a la aplicación de una señal de prueba. Tras ese periodo inicial, el resultado se actualizará al menos una vez cada cinco segundos, midiendo continuamente el nivel de los cuatro tonos recibido y los productos de intermodulación. Se recomienda un periodo de actualización de dos o tres segundos.

### 3.6 *Condiciones ambientales de funcionamiento*

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

## **Recomendación O.51**

### **VOLÚMETROS**

*(Ginebra, 1972)*

(Véase el texto de esta Recomendación en la Recomendación P.52 [1] del Tomo V. Para informaciones sobre otros indicadores de volumen, véase el cuadro 1/J.15 [2].)

#### **Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Volúmetros*, Tomo V, Rec. P.52.
- [2] Recomendación del CCITT *Ajuste de una conexión radiofónica internacional*, Tomo III, Rec. J.15.

## **Recomendación O.61**

### **APARATO SENCILLO PARA CÓMPUTO DE INTERRUPCIONES EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO**

*(Ginebra, 1972; modificada en Ginebra, 1980 y Melbourne, 1988)*

Se describen las características de un contador de interrupciones de tipo sencillo capaz de detectar las interrupciones de corta duración durante las transmisiones por canales para audiodfrecuencias. Será necesario observar estas características para asegurar la compatibilidad de los equipos normalizados por el CCITT, producidos por fabricantes diferentes.

#### **1 Definiciones**

##### **1.1 interrupción**

A los fines de esta especificación, se considera como una interrupción toda suspensión de la transmisión o disminución del nivel de un tono de prueba a un valor inferior a un umbral preestablecido.

##### **1.2 tiempo muerto**

El tiempo muerto se define, a los fines de esta especificación, como el intervalo de tiempo después del fin de una interrupción, transcurrido el cual, el contador está listo para registrar otra interrupción.

## 2 Detector

### 2.1 Consideraciones generales

Deberán detectarse todas las interrupciones de más de 3,5 ms. Las interrupciones de menos de 2 ms no deberán tenerse en cuenta, ni así tampoco el restablecimiento de la señal durante menos de 2 ms. Las interrupciones entre las que medie un intervalo de más de 4 ms deberán detectarse separadamente.

### 2.2 Umbral de detección de las interrupciones

El aparato habrá de poder ajustarse para umbrales de detección de 6 y 10 dB. Su precisión en estos umbrales de detección será de  $\pm 1$  dB.

### 2.3 Condiciones a la entrada

2.3.1 El detector responderá a una señal de prueba de 2000 Hz  $\pm$  100 Hz (véase también el § 4).

2.3.2 El aparato deberá poder ajustarse para un nivel de entrada comprendido entre +10 dBm y -30 dBm.

### 2.4 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- simétrica, aislada de tierra
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46$  dB

2.4.1 Impedancia de terminación (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios

- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB

2.4.2 Alta impedancia . . . . . aproximadamente 20 kilohmios

- pérdida por derivación a través de 300 ohmios . . . . .  $\leq 0,15$  dB

### 2.5 Tiempo muerto

2.5.1 En el caso de un instrumento electrónico se admite un tiempo muerto de  $3 \pm 1$  ms.

2.5.2 En el caso de un instrumento con contadores mecánicos se admite un tiempo muerto de  $125 \pm 25$  ms.

2.5.3 En el instrumento electrónico se preverá un conmutador que permita ajustar facultativamente el tiempo muerto en  $125 \pm 25$  ms, a fin de que puedan realizarse pruebas comparables a las efectuadas con instrumentos que emplean contadores mecánicos.

### 2.6 Salida lógica auxiliar

En el detector deberá preverse una salida lógica auxiliar para la conexión a un computador o a un equipo auxiliar. La salida de este conector será una señal digital con dos estados:

- 0 - el nivel de la señal medida es superior al umbral;
- 1 - interrupción (nivel de la señal inferior al umbral).

Los niveles de salida serán los suministrados por circuitos integrados TTL (lógica transistor-transistor). La impedancia de salida será inferior a 2000 ohmios. El valor exacto dependerá de las necesidades particulares de cada Administración.

### 2.7 Reloj (facultativo)

Se preverá un reloj que limitará la duración de las pruebas a un periodo cualquiera, no superior a una hora. En el reloj se preverá una posición manual para las pruebas especiales de más de una hora de duración.

## 3 Contador

### 3.1 Consideraciones generales

Deberán registrarse todas las interrupciones de más de 3 ms. Las interrupciones deberán registrarse en un solo contador que indicará, por lo menos, tres cifras. Al final de cada periodo de prueba, el indicador del contador retendrá el total acumulado.

### 3.2 *Fallo de la alimentación en energía*

En el caso de fallo de la alimentación, el contador deberá retener el total acumulado y reanudar el cómputo cuando aquélla se restablezca. Si resulta imposible cumplir esta condición, deberá preverse una indicación visual que señale que ha fallado la alimentación en energía.

## 4 **Medidas simultáneas**

Es posible incorporar la medida de interrupciones a un instrumento que mide también otras degradaciones transitorias, por ejemplo, saltos de amplitud y de fase. Para facilitar la integración de varias medidas de fenómenos transitorios en un instrumento combinado, se puede utilizar una frecuencia de señal de prueba de 1020 Hz  $\pm$  10 Hz. En los demás aspectos la medida de las interrupciones será conforme a los principios de esta Recomendación.

## 5 **Condiciones ambientales de funcionamiento**

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### **Recomendación O.62**

#### **APARATO PERFECCIONADO PARA CÓMPUTO DE INTERRUPCIONES EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO**

*(Ginebra, 1972; modificada en Melbourne, 1988)*

Se describen las características de un contador perfeccionado de interrupciones, capaz de detectar las interrupciones de corta duración que se producen durante las transmisiones por canales para audiofrecuencias. Será necesario observar estas características para asegurar la compatibilidad de los equipos normalizados por el CCITT, producidos por diferentes fabricantes.

## 1 **Definiciones**

### 1.1 **interrupción**

A los fines de esta especificación, se considera como una interrupción toda suspensión de la transmisión o disminución del nivel de un tono de prueba de 2 kHz a un valor inferior a un umbral preestablecido.

### 1.2 **tiempo muerto**

El tiempo muerto se define, a los fines de esta especificación, como el intervalo de tiempo después del fin de una interrupción, transcurrido el cual, el contador está listo para registrar otra interrupción.

## 2 **Detector**

### 2.1 *Consideraciones generales*

Deberán detectarse las interrupciones de una duración nominal de 0,3 ms, según la curva de probabilidad de la figura 1/O.62.

Esto significa que todas las interrupciones de más de 0,5 ms de duración y un nivel inferior en 3 dB al umbral para el cual se ha ajustado el instrumento deben detectarse con una seguridad del 100%, mientras que sólo se detectará el 50% de las interrupciones de 0,3 ms.

### 2.2 *Umbral de detección de las interrupciones*

El aparato dispondrá de un selector de umbral ajustable por pasos para los valores de 3, 6, 10 y 20 dB por debajo del nivel normal de la señal de prueba a la entrada del detector.

La precisión del detector en estos umbrales será la siguiente:

3, 6 y 10 dB:  $\pm$  1 dB

20 dB:  $\pm$  2 dB

### 2.3 Condiciones a la entrada

2.3.1 El detector responderá a una señal de prueba de  $2000 \text{ Hz} \pm 100 \text{ Hz}$  (véase también el § 4).

2.3.2 Su nivel de entrada deberá poder ajustarse entre  $+10 \text{ dBm}$  y  $-30 \text{ dBm}$ .

2.3.3 *Impedancia de entrada* (frecuencias comprendidas entre  $300 \text{ Hz}$  y  $4 \text{ kHz}$ )

- simétrica, aislada de tierra
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46 \text{ dB}$

2.3.4 *Impedancia de terminación* (otras impedancias son optativas) . . . . .  $600 \text{ ohmios}$

- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30 \text{ dB}$

2.3.5 *Alta impedancia* . . . . . aproximadamente  $20 \text{ kiloohmios}$

- pérdida por derivación a través de  $300 \text{ ohmios}$  . . . . .  $\leq 0,15 \text{ dB}$

### 2.4 Salida lógica auxiliar

En el detector se preverá una salida lógica auxiliar para la conexión a un registrador exterior, por ejemplo, de cinta magnética, o a un computador. La salida de este conector será una señal digital con dos estados:

- 0 - el nivel de la señal medida es superior al umbral;
- 1 - interrupción (nivel de la señal inferior al umbral).

Los niveles de salida serán los suministrados por circuitos integrados TTL.

La impedancia de salida será inferior a  $2000 \text{ ohmios}$ . El valor exacto dependerá de las necesidades de cada Administración.

### 2.5 Tiempo muerto

El instrumento tendrá por lo menos dos tiempos muertos:

- 1) el más corto posible, de acuerdo con la curva de la figura 1/O.62;
- 2)  $125 \pm 25 \text{ ms}$ , para las pruebas especiales.

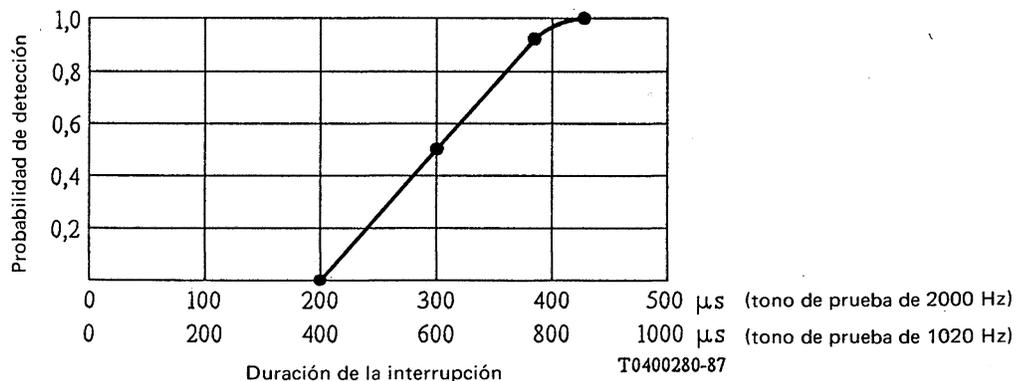


FIGURA 1/O.62  
Curva de probabilidad de detección de una interrupción

### 2.6 Indicación visual

Se preverá una indicación visual de la presencia de una *interrupción*.

### 3 Visualización de los resultados de las medidas

#### 3.1 Contadores de interrupciones

Para su registro, las interrupciones detectadas se dividirán en las siguientes categorías, según su duración:

- a) de 0,3 (0,6) ms a 3 ms (opcional, véase la nota),
- b) de 3 ms a 30 ms,
- c) de 30 ms a 300 ms,
- d) de 300 ms a 1 minuto,
- e) de 1 minuto o más (opcional).

Las Administraciones pueden prever un dispositivo que permita clasificar las interrupciones según otras categorías. El resultado del cómputo deberá aparecer en una pantalla de visualización.

*Nota* – El valor de 0,6 ms se aplica al tono de prueba de 1020 Hz.

#### 3.2 Duración relativa de las interrupciones (opcional)

Con el fin de facilitar una estimación más sencilla de los errores en la transmisión de datos que pueden estar originados por interrupciones, el aparato de medida deberá proporcionar los medios para calcular e indicar la duración relativa de las mismas. Esta magnitud se define como la relación entre el tiempo en el que el tono de prueba tiene un nivel inferior al de un umbral prefijado y el tiempo total de la medida. En la medida se considerarán las interrupciones comprendidas entre 3 ms y 1 minuto. Los resultados deberán indicarse en una gama de  $1 \times 10^{-1}$  a  $1 \times 10^{-8}$ .

#### 3.3 Intervalos de 1 s que contienen una interrupción (opcional)

Como otra opción más, el aparato deberá proporcionar medios para calcular e indicar el porcentaje del número de segundos en los que han ocurrido una o más interrupciones de duración  $\geq 3$  ms. Los resultados deberán venir indicados en tantos por ciento, entre 0 y 100% con un decimal.

#### 3.4 Fallo de la alimentación en energía

En caso de fallo de la alimentación en energía, se deberá indicar visualmente cualquier pérdida de resultados de las medidas de manera que pueda identificarse posteriormente.

### 4 Medidas simultáneas

La medida de las interrupciones puede efectuarse con un aparato que también sea capaz de medir otras degradaciones transitorias, por ejemplo, las variaciones bruscas de amplitud y de fase. Se puede utilizar una señal de prueba de una frecuencia de 1020 Hz  $\pm 2 - 7$  Hz (véase la Recomendación O.6) para facilitar la integración de varias medidas de fenómenos transitorios en un aparato combinado de ese tipo. A todos los demás efectos, la medición de las interrupciones estará en conformidad con los principios de la presente Recomendación.

### 5 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

#### Recomendación O.71<sup>1)</sup>

#### APARATO DE MEDIDA DEL RUIDO IMPULSIVO EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Ginebra, 1972; modificada en Ginebra, 1976 y Melbourne, 1988)

A continuación se describen las características de un aparato capaz de evaluar el comportamiento de circuitos de tipo telefónico en lo que respecta al ruido impulsivo; estas características deben respetarse a fin de asegurar la compatibilidad entre los resultados obtenidos con equipos normalizados por el CCITT, producidos por diferentes fabricantes.

<sup>1)</sup> Esta Recomendación ha sido preparada por las Comisiones de Estudio IV y XVII. Las citadas Comisiones compartirán la responsabilidad de la ulterior elaboración de esta Recomendación.

## 1 Principio de funcionamiento

El aparato registrará el número de veces en que la tensión instantánea de la señal de entrada rebasa un umbral preestablecido durante el periodo de medida. El ritmo máximo al que el aparato puede registrar las veces que los impulsos rebasan el umbral es de  $8 \pm 2$  veces por segundo. El nivel de umbral está calibrado con relación al valor eficaz (valor rms) de una señal de entrada de forma sinusoidal (en dBm), cuyo valor de cresta sea el suficiente para accionar el mecanismo de cómputo.

## 2 Definición

### 2.1 tiempo muerto

A los efectos de esta especificación, el tiempo muerto se define como el periodo, transcurrido el cual, el contador está en condiciones de registrar un nuevo impulso.

## 3 Cláusulas de especificación

### 3.1 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- simétrica, aislada de tierra
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46$  dB

#### 3.1.1 Impedancia de terminación (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios

- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB

#### 3.1.2 Alta impedancia . . . . . aproximadamente 20 kilohmios

- pérdida por derivación a través de 300 ohmios . . . . .  $\leq 0,15$  dB

### 3.2 Simetría a la entrada

El contador no funcionará con impulsos cuyo nivel sea 60 dB superior al umbral fijado, aplicados entre el punto medio de la impedancia de la fuente y el terminal de tierra del aparato.

### 3.3 Gama de niveles de funcionamiento

La gama mínima de respuesta del aparato será de 0 a  $-50$  dBm (es decir, 0 a  $-50$  dB con respecto a 1,1 V, que es la tensión de cresta de una onda sinusoidal con una potencia de 1 mW en 600 ohmios). El umbral será ajustable por pasos de 3 dB ( $\pm 0,5$  dB) y la diferencia de los umbrales para polaridades positivas y negativas de impulsos de entrada no será superior a 0,5 dB.

### 3.4 Tiempo muerto

Cualquiera que sea la gama de valores de tiempo muerto adoptada para un aparato determinado, deberá asegurarse en todos los casos un valor de  $125 \pm 25$  ms.

### 3.5 Característica de atenuación en función de la frecuencia

#### 3.5.1 Anchura de banda en «respuesta plana»

Variación máxima de la respuesta:  $\pm 1$  dB entre 275 y 3250 Hz:

- a la frecuencia de 200 Hz, la atenuación será de  $3$  dB  $\pm 1$  dB;
- por debajo de 200 Hz, la atenuación aumentará a razón de 18 dB por octava; la atenuación mínima será 17 dB a 100 Hz;
- por encima de 3250 Hz, el aumento de la atenuación será compatible con el requisito de sensibilidad indicado en el § 3.7.

### 3.5.2 Anchuras de banda facultativas

Mediante la inserción de filtros suplementarios, el equipo podrá proporcionar otras anchuras de banda facultativas.

En todo caso, deberá estar concebido de manera que puedan añadirse filtros exteriores.

Uno de los filtros deberá tener las características siguientes:

Respuesta plana, con un margen de  $\pm 1$  dB, entre 750 y 2300 Hz:

- puntos 3 dB: a 600 Hz y a 3000 Hz;
- por debajo de 600 Hz y por encima de 3000, la respuesta decrecerá a razón de unos 18 dB por octava.

Para mediciones de ruido impulsivo en el canal de retorno de 75 bit/s se empleará un filtro de las características siguientes:

- puntos 3 dB: a 300 Hz y a 500 Hz;
- por debajo de 300 Hz y por encima de 500 Hz, la respuesta decrecerá a razón de unos 18 dB por octava.

Para medidas de ruido impulsivo con una señal de prueba de 1020 Hz (véase la Recomendación O.6) aplicada al circuito bajo prueba, se deberá disponer opcionalmente de un filtro de respuesta en hendidura de 1020 Hz. Dicho filtro deberá tener las características indicadas en el cuadro 1/O.71.

CUADRO 1/O.71

#### Características del filtro de respuesta en hendidura

Frecuencia (Hz)	Atenuación (dB)
< 400 > 1700	< 0,5
< 700 > 1330	< 1,0
< 860 > 1180	< 3,0
1000 a 1025	> 50,0

*Nota* – Deberá tenerse en cuenta que los resultados de las medidas pueden ser diferentes en función de si se realizan con o sin tono de prueba.

### 3.6 Calibración

Estando el aparato en la posición *respuesta plana*, se aplicará a la entrada una señal sinusoidal continua de 1000 Hz con una tensión equivalente a 0 dBm en 600 ohmios, y se ajustará el nivel de funcionamiento a 0 dBm; el aparato se ajustará por medio de un control de calibración de manera que registre  $8 \pm 2$  impulsos por segundo. Si el nivel de la señal de entrada se reduce a  $-1$  dBm, el aparato no contará.

Si se reduce el nivel de entrada a un valor cualquiera de la gama de niveles de funcionamiento, la posición de ajuste de niveles de funcionamiento en la cual el aparato no responde no diferirá del nivel real de entrada en más de 1 dB.

### 3.7 Sensibilidad

Con el aparato calibrado de conformidad con el § 3.6 en la condición de *respuesta plana* y con el nivel de funcionamiento ajustado a 0 dBm, si se aplican impulsos de forma rectangular, de cualquier polaridad, de 50 ms de duración, con una amplitud de cresta de 1,21 V, y un intervalo entre los impulsos mayor que el tiempo muerto, el contador indicará la cadencia correcta de los impulsos. Al reducirse gradualmente la anchura de los impulsos, el contador indicará la cadencia correcta cuando los impulsos tengan una duración de 50 microsegundos, pero no cuando ésta sea de 20 microsegundos.

### 3.8 Visualización de los resultados de las medidas

#### 3.8.1 Contador de ruido impulsivo

Cada resultado que se deba contabilizar será recogido en un contador como una unidad. Dicho contador será capaz, al menos, de contar hasta 999 casos.

#### 3.8.2 Duración relativa de sucesos de ruido impulsivo (optativo)

Para permitir una estimación más sencilla de los errores en la transmisión de datos que pudiesen ser consecuencia del ruido impulsivo, el aparato deberá proporcionar medios para calcular e indicar la duración relativa de los casos de ruido impulsivo. Esta cantidad se considerará como la relación entre el tiempo en el que la señal de entrada sobrepasa un umbral prefijado y el tiempo total de la medida. Los resultados deberán indicarse entre los márgenes de  $1 \times 10^{-1}$  y  $1 \times 10^{-8}$ .

#### 3.8.3 Intervalos de 1 s en los que ocurren casos de ruido impulsivo (optativo)

Como otra opción más, el aparato deberá proporcionar medios para calcular e indicar el porcentaje del número de segundos en los que se han producido uno o más casos de ruido impulsivo. Los resultados deberán venir indicados en forma de porcentaje, entre 0% y 100% con un decimal.

### 3.9 Temporizador

Deberá preverse un temporizador incorporado capaz de desconectar el aparato transcurrido un periodo determinado de tiempo. Este temporizador podrá ajustarse para un periodo de 5 a 60 minutos por pasos de 1 minuto.

Los intervalos de medida significativos serán de 5, 15, 30 y 60 minutos.

## 4 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Recomendación O.72

#### CARACTERÍSTICAS DE UN APARATO DE MEDIDA DE RUIDOS IMPULSIVOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DE BANDA ANCHA

(Ginebra, 1972)

(Véase el texto de esta Recomendación en la Recomendación H.16 [1] del Tomo III.)

#### Referencia

- [1] Recomendación del CCITT *Características de un aparato de ruidos impulsivos para la transmisión de datos de banda ancha*, Tomo III, Rec. H.16.

APARATO DE MEDIDA DEL RETARDO DE GRUPO  
EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Ginebra, 1972)

Se describen las características de un aparato de medida del retardo de grupo en circuitos de tipo telefónico. Será necesario observar estas características para asegurar la compatibilidad de los equipos normalizados por el CCITT, producidos por diferentes fabricantes.

## 1 Principio de la medición

Cuando se mide la distorsión de retardo de grupo en una línea (medida directa), es necesario disponer en el extremo receptor de una señal de demodulación de fase cuya frecuencia corresponda exactamente a la frecuencia moduladora en el extremo transmisor, y cuya fase no varíe durante la medida. En el sistema que se propone, esa frecuencia se genera en el receptor mediante un oscilador divisor de frecuencia controlado por una portadora de referencia de frecuencia fija (1,8 kHz). La portadora de referencia está modulada en amplitud por la misma frecuencia de modulación que la portadora de medida, y se transmite por el circuito medido alternándola periódicamente con la portadora de medida. Al pasar de la portadora de medida a la de referencia no debe producirse ninguna variación brusca de fase o de amplitud en la señal transmitida. La portadora de referencia se modula además en amplitud mediante una señal de identificación.

Si el circuito medido presenta un retardo de grupo o una atenuación diferente para la portadora de medida y para la portadora de referencia, aparecerá una variación brusca de fase o de amplitud a su salida en el momento en que se cambia la portadora en el receptor. Se evalúa esta variación brusca de fase o de amplitud en el receptor del aparato de medida. Este receptor está provisto de un medidor de fase, para las medidas del retardo de grupo, que incluye el oscilador de frecuencia mencionado, cuya fase se ajusta automáticamente al valor medio de las fases de las frecuencias de modulación transmitidas con las portadoras de medida y de referencia. La tensión de la frecuencia aplicada al medidor de fase se toma de la salida de un demodulador de amplitud, que puede utilizarse simultáneamente para medir las variaciones de amplitud. A fin de poder identificar la frecuencia de medida en el extremo receptor, especialmente durante las mediciones con barrido de frecuencia, puede utilizarse un discriminador de frecuencia.

Si la frecuencia de la portadora de medida es distinta de la frecuencia de la portadora de referencia durante la medida, y si el circuito medido presenta distintos valores de retardo de grupo y de atenuación para las dos frecuencias, aparecerán a la salida del medidor de fase, del demodulador de amplitud y del discriminador de frecuencia del receptor señales cuadradas de amplitud proporcional a los resultados de medida respectivos (referidos a la frecuencia de la portadora de referencia) y cuya frecuencia corresponde a la frecuencia de cambio de portadora en el extremo transmisor. Subsiguientemente se evalúan estas tres señales cuadradas mediante rectificadores controlados y se obtienen indicaciones, con el signo adecuado, de las diferencias de distorsión de retardo de grupo, de atenuación y de frecuencia de medición entre la portadora de medida y la de referencia.

## 2 Características técnicas

### 2.1 Transmisor

La frecuencia de modulación debe ser de 41,66 Hz (= 1000 Hz/24). Con esta señal, la portadora de referencia y la de medida se modulan en amplitud (40%). Se transmiten las dos bandas laterales, y el factor de distorsión de modulación debe ser inferior al 1%. El paso de la portadora de medida a la de referencia se efectúa en 100 microsegundos, como máximo. La frecuencia de cambio de portadora está invariablemente relacionada con la frecuencia de modulación por una división de frecuencia binaria, y su valor es de 4,166 Hz (41,66 Hz/10). El cambio de portadora se produce en el momento en que la envolvente de modulación pasa por un mínimo. Son admisibles las desviaciones de hasta  $\pm 0,2$  milisegundos. La frecuencia portadora no transmitida debe quedar siempre atenuada 60 dB, como mínimo, con relación a la señal transmitida.

La señal de identificación de la portadora de referencia está también invariablemente relacionada con la frecuencia de modulación. Se obtiene la frecuencia que se le ha asignado, 166,6 Hz, multiplicando por 4 la frecuencia de modulación, o dividiendo 1 kHz por 6. La señal rectangular de identificación, obtenida por división de frecuencia a partir de una señal de 1 kHz, puede utilizarse para la modulación directa después de pasar por un filtro RC paso bajo con una constante de tiempo  $T = 0,43$  ms, ya que no es necesaria una senoide pura en este caso. El porcentaje de modulación es 20%. La señal de identificación sólo se transmite durante los últimos 24 milisegundos del periodo en que se transmite la portadora de referencia. La figura 1/O.81 ilustra la forma de las diferentes señales en el extremo transmisor, en función del tiempo.

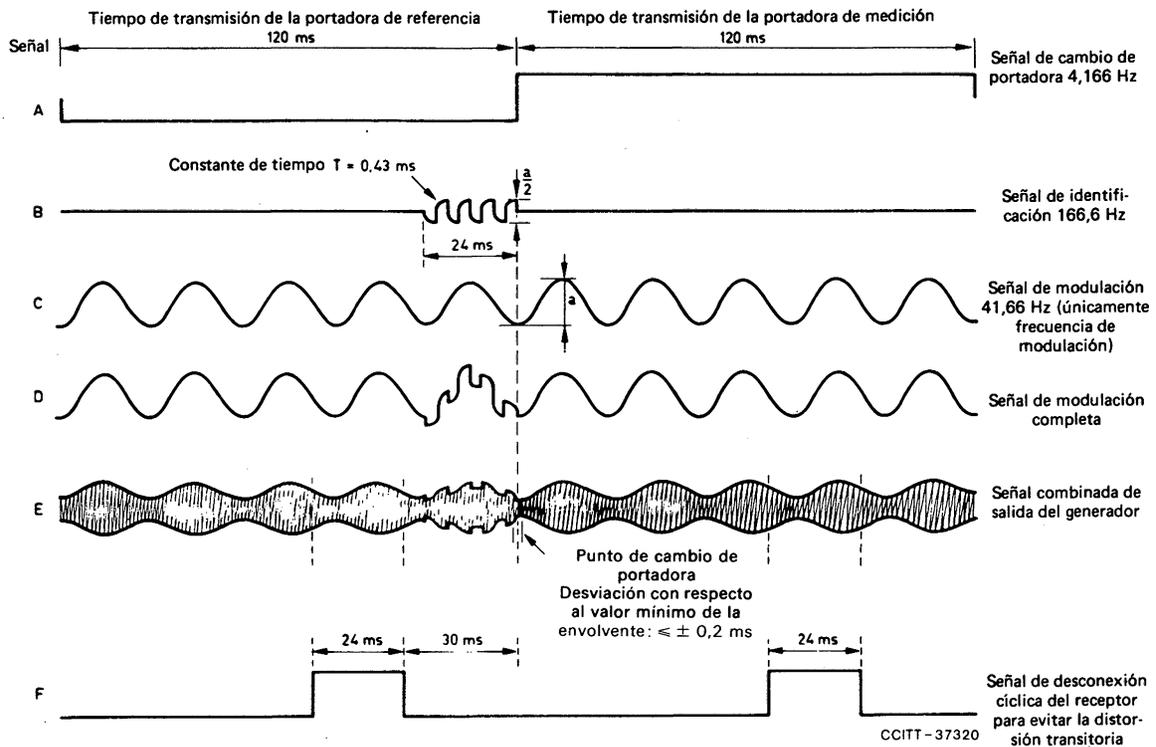


FIGURA 1/O.81

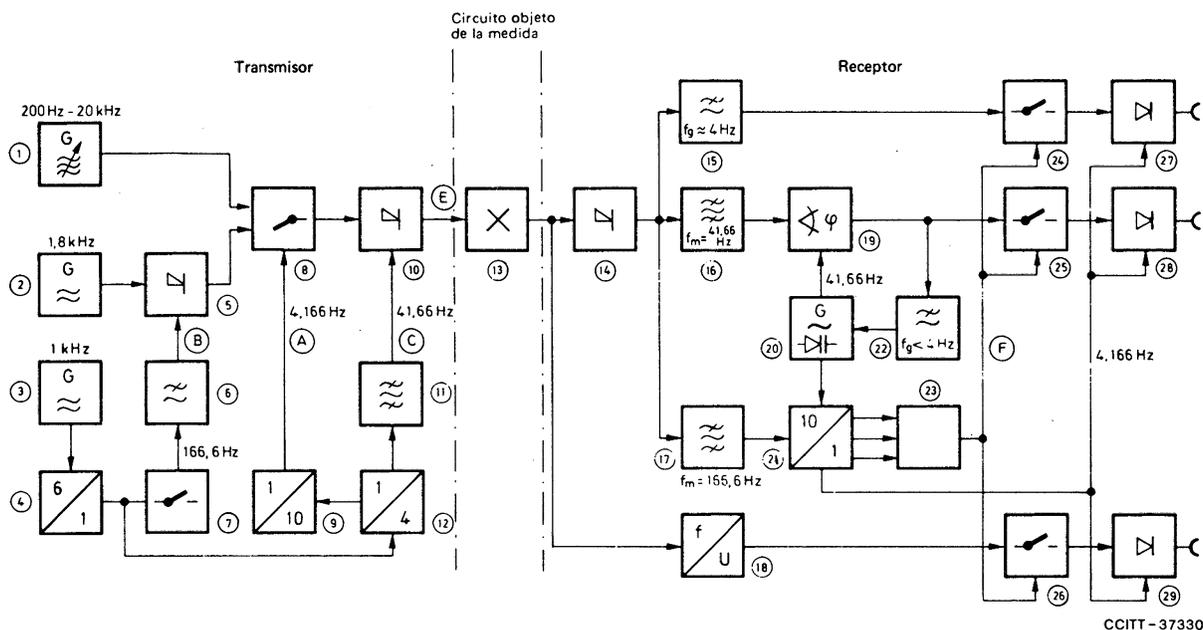
Señales del aparato de medida del retardo de grupo

## 2.2 Receptor

### 2.2.1 Medida del retardo de grupo (véase la figura 2/O.81)

La señal procedente del circuito medido se demodula, y la frecuencia de modulación resultante de 41,66 Hz se separa por medio de un filtro paso banda. La tensión de modulación obtenida está modulada en cuadratura de fase, siendo la frecuencia de la modulación de fase equivalente a la frecuencia de cambio de portadora (4,166 Hz). La desviación de fase es proporcional a la diferencia de retardo de grupo entre la portadora de medición y la de referencia. La demodulación de fase se efectúa en un medidor de fase, cuya segunda entrada está alimentada, por ejemplo, por un oscilador de 1 kHz, mediante un divisor de frecuencia 24 : 1. Este oscilador constituye un bucle de control de fase, del que forman parte el medidor de fase y un filtro paso bajo que elimina la frecuencia de cambio de portadora. De este modo, la frecuencia de modulación producida en el receptor corresponde exactamente a la frecuencia de modulación procedente del transmisor.

A la salida del medidor de fase se obtiene una señal cuadrada de 4,166 Hz con una amplitud proporcional al resultado de la medida. A fin de poder evaluar correctamente esta señal es preciso rectificarla. La tensión de control necesaria se deriva de la frecuencia de modulación producida en el receptor por división de frecuencia (10 : 1). La posición correcta de fase con respecto a la señal transmitida está asegurada por la señal de identificación de 166,6 Hz. El rectificador controlado está conectado a un instrumento indicador y a la salida de corriente continua.



- |              |  |            |  |
|--------------|--|------------|--|
| 1            | oscilador (frecuencia de medida)       | 14         | demodulador de amplitud                |
| 2            | oscilador (frecuencia de referencia)   | 17         | filtro paso banda (frec. de ident.)    |
| 3            | oscilador, 1 kHz                       | 18         | discriminador de frecuencia            |
| 4, 9, 12, 21 | divisores de frecuencia                | 19         | medidor de fase                        |
| 5, 10        | moduladores de amplitud                | 20         | oscilador controlado                   |
| 6, 15, 22    | filtros paso bajo                      | 23         | circuito AND                           |
| 7            | puerta para la señal de identificación | 24, 25, 26 | puertas                                |
| 8            | conmutador de cambio de portadora      | 27, 28, 29 | rectificadores controlados             |
| 11, 16       | filtros paso banda (frec. de mod.)     |            | Señales A a F (véase la figura 1/O.81) |
| 13           | circuito medido                        |            |  |

FIGURA 2/O.81

Principio del aparato de medida del retardo de grupo

### 2.2.2 Medida de la amplitud

Si la medida de amplitud debe también referirse a la portadora de referencia, la señal a la salida del demodulador de amplitud (onda cuadrada de 4,166 Hz, proporcional a  $\Delta a$ ) puede evaluarse en la forma descrita para la medida del retardo de grupo. Es posible, además, indicar la amplitud absoluta de cada una de las portadoras.

### 2.2.3 Medida de la frecuencia

Para las medidas con barrido de frecuencias es necesario producir en el receptor una tensión proporcional a la frecuencia de medida. Puede conseguirse esto con ayuda de un discriminador de frecuencia cuya tensión de salida se aplica a un rectificador controlado. El resultado de la medida es la diferencia de frecuencia entre la portadora de medida y la de referencia. Facultativamente, puede indicarse únicamente la frecuencia portadora de medida.

### 2.2.4 Supresión de la distorsión transitoria

Al pasar de una portadora a otra pueden producirse distorsiones transitorias en el circuito medido, así como en el receptor. Estas señales interferentes pueden suprimirse mediante circuitos puerta, los cuales permiten el funcionamiento de los correspondientes dispositivos de medida sólo durante los periodos indicados en la figura 1/O.81.

## 3 Características generales

La salida del transmisor y la entrada del receptor deben ser simétricas y estar aisladas de tierra. Debe ser posible aplicar una corriente continua máxima de aproximadamente 100 mA a los instrumentos de medida conectados, a fin de mantener el bucle de medida.

## 4 Especificaciones del aparato de medida del retardo de grupo en circuitos de tipo telefónico

### 4.1 Condiciones generales

#### 4.1.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo (véase también el § 4.2.1):

– 200 Hz a 400 Hz	≤ ± 100 microsegundos	} ± 3% de la gama de medida <sup>1)</sup>
– 400 Hz a 600 Hz	≤ ± 30 microsegundos	
– 600 Hz a 1 kHz	≤ ± 10 microsegundos	
– 1 kHz a 20 kHz	≤ ± 5 microsegundos	

A las temperaturas no comprendidas entre +15 °C y +35 °C, las variaciones de la frecuencia de modulación pueden influir en la precisión indicada y dar lugar a un error de medida de 4% en lugar de 3% (véase el § 4.1.4).

El error adicional debido a las variaciones de amplitud no excederá de los siguientes valores:

– variaciones de hasta 10 dB	± 5 microsegundos
– variaciones de hasta 20 dB	± 10 microsegundos
– variaciones de hasta 30 dB	± 20 microsegundos

#### 4.1.2 Frecuencia de medida . . . . . de 200 Hz a 20 kHz

##### 4.1.2.1 Precisión de la frecuencia de medida:

– en la gama de temperaturas de +15 °C a +35 °C	≤ ± 1% de la frecuencia real leída ± 10 Hz
– en la gama de temperaturas de +5 °C a +50 °C	≤ ± 2% de la frecuencia real leída ± 10 Hz

#### 4.1.3 Frecuencia de referencia . . . . . 1,8 kHz

(con ajuste por nonio para eliminar los tonos interferentes coincidentes).

Debe ser posible introducir dos frecuencias de referencia adicionales para aumentar la precisión en los bordes de la banda.

##### 4.1.3.1 Precisión de la frecuencia de referencia:

– en la gama de temperaturas de +15 °C a +35 °C	≤ ± 1%
– en la gama de temperaturas de +5 °C a +50 °C	≤ ± 3%

#### 4.1.4 Frecuencia de modulación (1 kHz/24)<sup>2)</sup>:

– gama de temperaturas de +15 °C a +35 °C	41,66 Hz ± 0,5%
– gama de temperaturas de +5 °C a +50 °C	41,66 Hz ± 1%

##### 4.1.4.1 Índice de modulación<sup>2)</sup> . . . . . $m = 0,4 \pm 0,05$

##### 4.1.4.2 Factor de distorsión de la modulación<sup>2), 3)</sup> . . . . . ≤ 1%

#### 4.1.5 Frecuencia de identificación (1 kHz/6) derivada de la frecuencia de modulación<sup>2)</sup> . . . . . 166,6 Hz

##### 4.1.5.1 Índice de modulación<sup>2)</sup> . . . . . $m = 0,2 \pm 0,05$

##### 4.1.5.2 Tiempo de transmisión de la señal de identificación<sup>2)</sup> . . . . . últimos 24 milisegundos del periodo de transmisión de la frecuencia de referencia

##### 4.1.5.3 El comienzo de la señal de identificación debe dar lugar a una disminución de la amplitud de la portadora (como indica la figura 1/O.81).

<sup>1)</sup> La gama de medida es el valor indicado por la desviación a tope de escala para la gama considerada.

<sup>2)</sup> Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

<sup>3)</sup> El factor de distorsión de la modulación está expresado por:

$$\frac{\text{valor eficaz de las bandas laterales no deseadas}}{\text{valor eficaz de las bandas laterales deseadas}} \times 100\%.$$

- 4.1.6 Frecuencia de cambio de portadora (1 kHz/240) obtenida a a partir de la frecuencia<sup>4)</sup> . . . . . 4,166 Hz
- 4.1.6.1 Tiempo para el cambio de la portadora<sup>4)</sup> . . . . . menos de 100 microsegundos
- 4.1.6.2 Intervalo entre el instante del cambio de portadora y el instante en que la envolvente alcanza su valor mínimo<sup>4)</sup> . . . . .  $\leq \pm 0,2$  milisegundos
- 4.1.7 *Condiciones externas*<sup>5)</sup>
- 4.1.7.1 Variación de la tensión de alimentación . . . . . +10 a -15%
- 4.1.7.2 Temperatura ambiente . . . . . +5 °C a +50 °C
- 4.1.7.3 Humedad relativa . . . . . del 45 al 75%
- 4.1.8 *Otros dispositivos*
- 4.1.8.1 Instalación de altavoz . . . . . facultativa
- 4.1.8.2 Deben preverse circuitos de comprobación interna para verificar el funcionamiento de los medidores de las distorsiones de retardo de grupo en función de la frecuencia y de atenuación en función de la frecuencia; el transmisor podrá utilizarse para fines de control.
- 4.2 *Transmisor*
- 4.2.1 El error debido al transmisor en la precisión total de la medida del retardo de grupo (indicada en el § 4.1.1) no debe rebasar los siguientes valores<sup>4)</sup>:
- 200 Hz a 400 Hz . . . . .  $\pm 10$  microsegundos
  - 400 Hz a 600 Hz . . . . .  $\pm 3$  microsegundos
  - 600 Hz a 20 kHz . . . . .  $\pm 1$  microsegundo
- 4.2.2 Gama de niveles transmitidos (potencia media de la portadora) (El nivel máximo de transmisión puede limitarse facultativamente) . . . . . -40 dBm a +10 dBm
- 4.2.2.1 Precisión del nivel transmitido . . . . .  $\leq \pm 0,5$  dB
- A la frecuencia de referencia . . . . .  $\leq \pm 0,3$  dB
- 4.2.3 Impedancia de salida (gama de 200 Hz a 20 kHz):
- simétrica y aislada de tierra . . . . . 600 ohmios
- 4.2.3.1 Pérdida de retorno . . . . .  $\geq 40$  dB
- 4.2.3.2 Relación de simetría de las señales . . . . .  $\geq 46$  dB
- 4.2.4 Distorsión armónica de la señal transmitida . . . . .  $\leq 1\%$  (40 dB)
- 4.2.5 Distorsión parásita de la señal transmitida . . . . .  $\leq 0,1\%$  (60 dB)
- 4.2.6 Velocidad del barrido de frecuencia . . . . . ajustable de 10 Hz/s a 100 Hz/s. Han de preverse, por lo menos, cuatro velocidades de barrido
- 4.2.7 Medios para evitar el posible funcionamiento de los receptores de tono de marcar . . . . . facultativo
- 4.2.8 Mantenimiento del bucle . . . . . debe preverse
- 4.2.9 Se incluirán medios en el transmisor que permitan, antes de la medida, medir en caso necesario la frecuencia de medida y la portadora de referencia con una precisión de 1 Hz. Para ello pueden preverse salidas adecuadas en el transmisor para la conexión de un frecuencímetro externo.

<sup>4)</sup> Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

<sup>5)</sup> Estos valores son provisionales y requieren ulterior estudio.

- 4.3 *Receptor*
- 4.3.1 Gama de niveles de entrada . . . . . -40 dBm a +10 dBm
- 4.3.1.1 Gama dinámica del receptor . . . . . 30 dB
- 4.3.2 Impedancia de entrada (gama de 200 Hz a 20 kHz):
- simétrica y aislada de tierra . . . . . 600 ohmios
- 4.3.2.1 Pérdida de retorno . . . . .  $\geq 40$  dB
- 4.3.2.2 Relación de simetría de las señales . . . . .  $\geq 46$  dB
- 4.3.3 Gammas de medida de la distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia  $\left\{ \begin{array}{l} \text{de } 0 \text{ a } \pm 100, \pm 200, \pm 500 \text{ microsegundos} \\ \text{de } 0 \text{ a } \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10 \text{ milisegundos} \end{array} \right.$
- 4.3.3.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo: de conformidad con los § 4.1.1 y 4.2.1 anteriores.
- 4.3.4 Gama de medida de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia . . . . .  $0, \pm 2, \pm 5, \pm 10, \pm 20, \pm 50$  dB<sup>6)</sup>
- 4.3.4.1 Precisión (de +5 °C a +50 °C) . . . . .  $\pm 0,1$  dB  $\pm 3\%$  de la gama de medición
- 4.3.5 Gama de medida del nivel de entrada a la frecuencia de referencia . . . . . +10 dBm a -20 dBm
- 4.3.5.1 Precisión (de +15 °C a +35 °C) . . . . .  $\pm 0,25$  dB  
(de +5 °C a +50 °C) . . . . .  $\pm 1$  dB
- 4.3.6 Deberán disponerse salidas en c.c. para la conexión de un registrador X-Y.
- 4.3.7 Gammas de medida de la frecuencia . . . . .  $\left\{ \begin{array}{l} 200 \text{ Hz a } 4 \text{ kHz} \\ 200 \text{ Hz a } 20 \text{ kHz} \end{array} \right.$
- 4.3.7.1 Precisión de las medidas de frecuencia . . . . .  $\pm 2\% \pm 10$  Hz
- 4.3.8 Mantenimiento del bucle . . . . . debe preverse
- 4.3.9 *Protección contra el ruido*
- 4.3.9.1 Se podrá incluir un filtro paso bajo para reducir el efecto de las frecuencias interferentes, superiores a 4000 Hz, por ejemplo, impulsos de cómputo.
- La distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia del filtro no rebasará de 5 microsegundos a 2600 Hz ni de 30 microsegundos a 2800 Hz con relación al retardo de grupo a 1000 Hz. La distorsión de atenuación en función de la frecuencia no rebasará 0,1 dB a 2600 Hz ni 0,2 dB a 2800 Hz con relación a la atenuación a 1000 Hz.
- 4.3.9.2 Con una velocidad de barrido no superior a 25 Hz por segundo, el valor cuadrático medio (valor eficaz) del error de indicación producido, por banda de 4 kHz, por nivel de ruido blanco 26 dB por debajo del nivel medio de la portadora de la señal de medida recibida, no debe ser superior a  $\pm 20$  microsegundos.
- Cuando se pruebe la aptitud de un aparato para cumplir este requisito, la distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia de ese aparato no variará más de 1,5 ms por banda de 100 Hz.
- 4.3.9.3 El error de indicación producido por tonos discretos situados a  $\pm 150$  Hz en torno a las señales de medida o de referencia no será superior a  $\pm 20$  microsegundos, y para  $\pm 200$  Hz no será superior a  $\pm 2$  microsegundos cuando el nivel de esa frecuencia interferente sea 26 dB inferior al nivel medio de la portadora de la señal de medida recibida.

**Bibliografía**

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, Vol. 5, pp. 256-264, 1966.

<sup>6)</sup> En la gama de  $\pm 50$  dB, la precisión indicada sólo se aplica en el intervalo de  $\pm 30$  dB (véase el § 4.3.1.1).

APARATO DE MEDIDA DEL RETARDO DE GRUPO PARA LA  
GAMA DE 5 A 600 kHz

(Ginebra, 1972)

Las características del aparato de medida del retardo de grupo en circuitos para transmisión de datos deben ajustarse a lo indicado a continuación a fin de asegurar la compatibilidad de los equipos normalizados por el CCITT, producidos por diferentes fabricantes.

## 1 Principio de la medida

Cuando se mide la distorsión de retardo de grupo en una línea (medida directa), es necesario disponer en el extremo receptor, para la demodulación de fase, de una señal cuya frecuencia corresponda exactamente a la frecuencia (obtenida por división) de modulación en el extremo transmisor, y cuya fase no varíe durante la medida. En el sistema que se propone, esa frecuencia la genera en el receptor un oscilador de frecuencias controlado por una portadora de referencia. La portadora de referencia es modulada en amplitud por la misma frecuencia de modulación que la portadora de medida y se transmite por el circuito objeto de la medida alternándola periódicamente con la portadora de medida. Al pasar de la portadora de medida a la portadora de referencia no deben producirse variaciones bruscas de fase o de amplitud en la señal transmitida. La portadora de referencia es modulada, además, en amplitud por una señal de identificación.

Si el circuito medido presenta distintos valores de retardo de grupo y/o de atenuación para la portadora de medida y para la de referencia, aparece una variación brusca de fase o de amplitud, o ambas a su salida cuando se conmutan las portadoras en el receptor. Estas variaciones bruscas de fase o de amplitud son evaluadas por el receptor del equipo de medida. El receptor está provisto de un dispositivo para medir la fase en las medidas del retardo de grupo. Este dispositivo incluye el mencionado oscilador de frecuencia controlada, cuya fase se ajusta automáticamente al valor medio de las fases de las frecuencias transmitidas con las portadoras de medida y de referencia. La tensión correspondiente a las frecuencias fraccionarias, aplicada al medidor de fase, se toma de la salida de un demodulador de amplitud, que puede utilizarse simultáneamente para medir las variaciones de amplitud. A fin de poder identificar la frecuencia de medida en el extremo receptor — especialmente durante medidas con barrido de frecuencia —, puede utilizarse un discriminador de frecuencia.

Si la frecuencia de la portadora de medida difiere de la frecuencia de la portadora de referencia durante la medida, y si el circuito que se mide presenta distintos valores de retardo de grupo y de atenuación para las dos frecuencias, en las salidas del medidor de fase, del demodulador de amplitud y del discriminador de frecuencia del receptor aparecen señales cuadradas cuyas amplitudes son proporcionales a los resultados de medida respectivos — con relación a la frecuencia de la portadora de referencia — y cuya frecuencia corresponde a la frecuencia de cambio de portadora en el extremo transmisor. Subsiguientemente se evalúan esas tres señales cuadradas con ayuda de rectificadores controlados y se obtienen indicaciones, con el signo adecuado, de las diferencias de distorsión de retardo de grupo, de atenuación y de frecuencia de medida entre la portadora de medida y la de referencia.

## 2 Características técnicas

### 2.1 Transmisor

La frecuencia de modulación es de 416,66 Hz (= 10 000 Hz/24). Con esta señal, la portadora de referencia y la de medida se modulan en amplitud (40%). Se transmiten las dos bandas laterales. El factor de distorsión de la modulación debe ser inferior al 1%. El paso de la portadora de medida a la de referencia se efectúa en 100 microsegundos como máximo. La frecuencia de cambio está invariablemente relacionada con la frecuencia de modulación por división binaria de frecuencia, y es de 41,66 Hz (416,6 Hz/10). El cambio de portadora se produce en el momento en que la envolvente de modulación pasa por un mínimo. Son admisibles las desviaciones de hasta  $\pm 20$  microsegundos. La frecuencia portadora no transmitida debe atenuarse en cada caso, como mínimo 60 dB con relación a la señal transmitida.

La señal de identificación de la portadora de referencia está también rígidamente asociada a la frecuencia de modulación. La frecuencia asignada de 1666 Hz se obtiene multiplicando por cuatro la frecuencia de modulación, o dividiendo por seis 10 kHz. La señal rectangular de identificación derivada por división de frecuencia de 10 kHz, puede utilizarse para la modulación directa después de pasar por un filtro RC paso bajo con una constante de tiempo  $T = 43$  microsegundos, ya que no es necesaria en este caso una forma sinusoidal pura. El porcentaje de modulación es 20%. La señal de identificación sólo se transmite durante los últimos 2,4 milisegundos del periodo en que se transmite la portadora de referencia. La figura 1/O.82 ilustra la forma de las diferentes señales en el extremo transmisor, en función del tiempo.

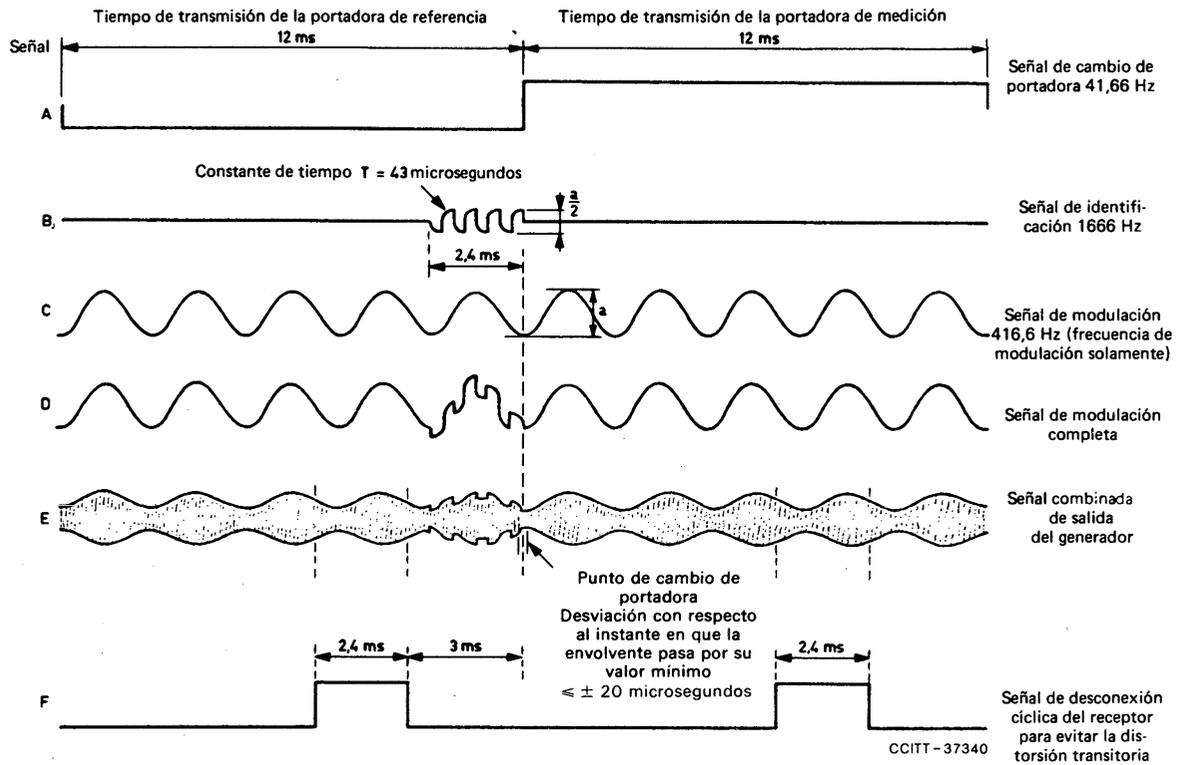


FIGURA 1/O.82

Señales del aparato de medida del retardo de grupo

## 2.2 Receptor

### 2.2.1 Medidas del retardo de grupo (véase la figura 2/O.82)

La señal procedente del circuito que se mide se demodula, y la frecuencia de modulación de 416,6 Hz resultante se separa mediante un filtro paso banda. La tensión de modulación obtenida está modulada en cuadratura de fase, siendo la frecuencia de la modulación de fase equivalente a la frecuencia de cambio de portadora (41,66 Hz). La desviación de fase es proporcional a la diferencia del retardo de grupo entre la portadora de medida y la de referencia. La demodulación de fase se efectúa en un medidor de fase a cuyo segundo borne de entrada se aplica, por ejemplo, un oscilador de 10 kHz, a través de un divisor de frecuencia 24/1. Este oscilador constituye un bucle de control de fase, del que forman parte el medidor de fase y un filtro paso bajo que elimina la frecuencia de cambio de portadora. De este modo, la frecuencia de modulación producida en el receptor corresponde exactamente a la frecuencia de modulación procedente del transmisor.

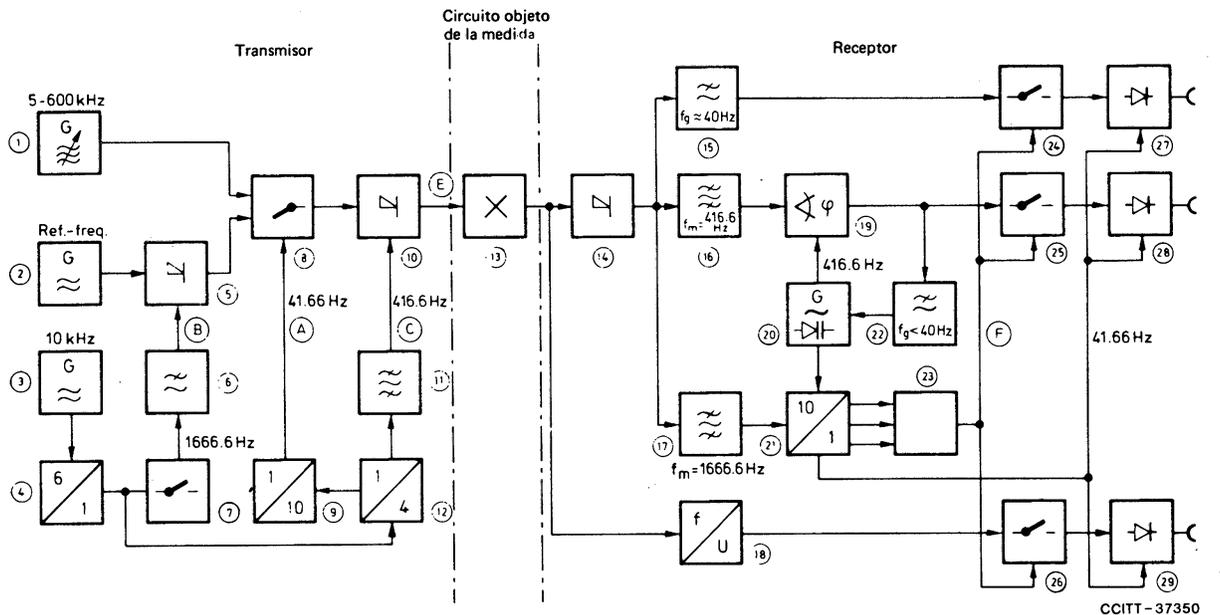
A la salida del medidor de fase se obtiene una señal cuadrada de 41,66 Hz, cuya amplitud es proporcional al resultado de la medida. Es preciso rectificar esta señal para poder evaluarla correctamente. La tensión de control se deriva de la frecuencia de modulación, producida en el receptor por división de frecuencia (10/1). La posición correcta de la fase respecto de la señal transmitida está asegurada por la señal de identificación de 1666 Hz. El rectificador controlado se conecta a un instrumento indicador y a una salida de corriente continua.

## 2.2.2 Medida de la amplitud

Si la medida de amplitud debe también referirse a la portadora de referencia, la señal a la salida del demodulador de amplitud (onda cuadrada de 41,66 Hz, proporcional a  $\Delta a$ ) puede evaluarse en la forma descrita para las medidas del retardo de grupo. Además, es posible indicar la amplitud absoluta de cada una de las portadoras.

## 2.2.3 Medida de la frecuencia

Para las medidas con barrido de frecuencias es necesario producir en el receptor una tensión proporcional a la frecuencia de medida. Ello puede lograrse con un discriminador de frecuencia cuya tensión de salida se aplica a un rectificador controlado. El resultado indicado es la diferencia de frecuencia entre la portadora de medida y la de referencia. Facultativamente, podrá indicarse solamente la frecuencia portadora de medida.



CCITT - 37350

- |              |  |            |  |
|--------------|--|------------|--|
| 1            | oscilador (frecuencia de medida)       | 14         | demodulador de amplitud                |
| 2            | oscilador (frecuencia de referencia)   | 17         | filtro paso banda (frec. de ident.)    |
| 3            | oscilador, 10 kHz                      | 18         | discriminador de frecuencia            |
| 4, 9, 12, 21 | divisores de frecuencia                | 19         | medidor de fase                        |
| 5, 10        | moduladores de amplitud                | 20         | oscilador controlado                   |
| 6, 15, 22    | filtros paso bajo                      | 23         | circuito AND                           |
| 7            | puerta para la señal de identificación | 24, 25, 26 | puertas                                |
| 8            | conmutador de cambio de portadora      | 27, 28, 29 | rectificadores controlados             |
| 11, 16       | filtros paso banda (frec. de mod.)     |            | Señales A a F (véase la figura 1/O.82) |
| 13           | circuito medido                        |            |  |

FIGURA 2/O.82

Principio del aparato de medida del retardo de grupo

## 2.2.4 Supresión de la distorsión transitoria

El cambio de portadora puede producir distorsiones transitorias en el circuito medido, así como en el receptor. Estas señales interferentes pueden suprimirse eficazmente mediante circuitos puerta, los cuales permiten actuar a los correspondientes dispositivos de medida sólo durante los periodos indicados en la figura 1/O.82.

### 3 Características generales

La salida del transmisor y la entrada del receptor deben ser respectivamente de 135 y 150 ohmios, simétricas, y estar aisladas de tierra. Deberán preverse también impedancias asimétricas de 75 ohmios para dichas salidas.

### 4 Especificaciones del aparato de medida del retardo de grupo para la gama de frecuencias de 5 a 600 kHz

#### 4.1 Condiciones generales

##### 4.1.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo (véase también el § 4.2.1):

– de 5 kHz a 10 kHz . . . . .	$\leq \pm 5$ microsegundos	} $\pm 3\%$ de la gama de medida (véase la nota 1 al final de la Recomendación)
– de 10 kHz a 50 kHz . . . . .	$\leq \pm 2$ microsegundos	
– de 50 kHz a 300 kHz . . . . .	$\leq \pm 1$ microsegundo	
– de 300 kHz a 600 kHz . . . . .	$\leq \pm 0,5$ microsegundo	

A las temperaturas superiores a  $+40^\circ\text{C}$  o inferiores a  $+5^\circ\text{C}$ , las variaciones de la frecuencia de modulación pueden influir en la precisión indicada y dar lugar a un error en la medida de 4% en lugar de 3% (véase el § 4.1.4).

El error adicional debido a las variaciones de amplitud no excederá de los siguientes valores:

– variaciones de hasta 10 dB . . . . .	$\pm 0,5$ microsegundo
– variaciones de hasta 20 dB . . . . .	$\pm 1,0$ microsegundo
– variaciones de hasta 30 dB . . . . .	$\pm 2,0$ microsegundos

##### 4.1.2 Frecuencia de medida . . . . . de 5 kHz a 600 kHz

##### 4.1.2.1 Precisión de la frecuencia de medida:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$ . . . . .	$\leq \pm 1\%$ de la frecuencia real leída	$\pm 500$ Hz
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$ . . . . .	$\leq \pm 2\%$ de la frecuencia real leída	$\pm 500$ Hz

##### 4.1.3 Frecuencias de referencia conmutable . . . . . 25 kHz (Véase la nota 2 al final de la Recomendación.) 84 kHz 432 kHz

##### 4.1.3.1 Precisión de la frecuencia de referencia:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$ . . . . .	$\leq \pm 1\%$
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$ . . . . .	$\leq \pm 3\%$

##### 4.1.4 Precisión de la frecuencia de modulación<sup>1)</sup>:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$ . . . . .	416,66 Hz $\pm 0,5\%$
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$ . . . . .	416,66 Hz $\pm 1\%$

##### 4.1.4.1 Índice de modulación<sup>1)</sup> . . . . . 0,4 $\pm$ 0,05

##### 4.1.4.2 Factor de distorsión de la modulación<sup>1)</sup> . . . . . $\leq 1\%$ (Véase la nota 3 al final de la Recomendación.)

##### 4.1.5 Frecuencia de identificación<sup>1)</sup> (derivada de la frecuencia de modulación) . . . . . 1,666 kHz

##### 4.1.5.1 Índice de modulación<sup>1)</sup> . . . . . 0,2 $\pm$ 0,05

##### 4.1.5.2 Tiempo de transmisión de la señal de identificación<sup>1)</sup> . . . . . últimos 2,4 milisegundos del periodo de transmisión de la frecuencia de referencia

##### 4.1.5.3 La señal de identificación comenzará con un aumento de la amplitud de la portadora (como se muestra en la figura 1/O.82).

<sup>1)</sup> Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

4.1.6	Frecuencia de cambio de portadora <sup>2)</sup> (derivada de la frecuencia de modulación) . . . . .	41,66 Hz
4.1.6.1	Tiempo para el cambio de la portadora <sup>2)</sup> . . . . .	menos de 100 microsegundos
4.1.6.2	Intervalo entre el instante de cambio de portadora y el instante en que la envolvente alcanza su valor mínimo <sup>2)</sup> . . . . .	$\leq \pm 0,02$ milisegundos
4.1.7	<i>Condiciones externas</i> <sup>3)</sup>	
4.1.7.1	Variación de la tensión de alimentación . . . . .	$\pm 10\%$
4.1.7.2	Gama de temperaturas . . . . .	+5 °C a +40 °C
	Gama de temperaturas durante el almacenamiento y transporte . . . . .	-40 °C a +70 °C
4.1.7.3	Humedad relativa . . . . .	del 45% al 75%
4.1.8	<i>Otros dispositivos</i>	
4.1.8.1	Instalación de altavoz . . . . .	facultativa
4.1.8.2	El aparato incluirá circuitos internos de comprobación para verificar el funcionamiento de los medidores de distorsión de retardo de grupo y de la atenuación utilizando los datos transmitidos por el transmisor.	
4.1.8.3	Dispositivos para introducir filtros externos a fin de reducir las interferencias provenientes de bandas de tráfico adyacentes . . . . .	facultativos (véase la nota 4 al final de la Recomendación)
4.2	<i>Transmisor</i>	
4.2.1	El error debido al transmisor en la precisión global de la medida del retardo de grupo indicada en el § 4.1.1 no rebasará los siguientes valores <sup>2)</sup> :	
	- 5 kHz a 10 kHz . . . . .	$\pm 0,5$ microsegundo
	- 10 kHz a 50 kHz . . . . .	$\pm 0,2$ microsegundo
	- 50 kHz a 300 kHz . . . . .	$\pm 0,1$ microsegundo
	- 300 kHz a 600 kHz . . . . .	$\pm 0,05$ microsegundo
4.2.2	Gama de niveles de transmisión (potencia media de portadora) . . . . . (El nivel máximo de transmisión puede limitarse facultativamente.)	de -40 a +10 dBm
4.2.2.1	Precisión de los niveles transmitidos . . . . .	$\leq \pm 0,5$ dB
	A la frecuencia de referencia . . . . .	$\leq \pm 0,3$ dB
4.2.3	Impedancia de salida (gama de frecuencias de 5 a 600 kHz):	
4.2.3.1	Simétrica, aislada de tierra . . . . .	135 y 150 ohmios
	Pérdida de retorno . . . . .	$\geq 30$ dB
	Relación de simetría de las señales . . . . .	$\geq 40$ dB
4.2.3.2	Asimétrica . . . . .	75 ohmios
	Pérdida de retorno . . . . .	$\geq 40$ dB
4.2.4	Distorsión armónica de la señal transmitida . . . . .	$\leq 1\%$ (40 dB)
4.2.5	Distorsión parásita de la señal transmitida . . . . .	$\leq 0,1\%$ (60 dB)
4.2.6	Velocidad del barrido de frecuencia . . . . .	ajustable entre 0,2 kHz/s y 10 kHz/s. Han de preverse, por lo menos, seis velocidades de barrido
4.2.7	En el transmisor se incluirá un dispositivo que permita, en caso necesario, antes de efectuar las mediciones, medir las portadoras de medida y de referencia con una precisión de 1 Hz. Para ello pueden preverse en el transmisor salidas para la conexión de un frecuencímetro externo.	

<sup>2)</sup> Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

<sup>3)</sup> Estos valores son provisionales y requieren ulterior estudio.

### 4.3 Receptor

- 4.3.1 Gama de niveles de entrada . . . . . de -40 a +10 dBm
- 4.3.1.1 Gama dinámica del receptor . . . . . 30 dB
- 4.3.2 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 5 a 600 kHz):
- 4.3.2.1 Simétrica, aislada de tierra . . . . . 135 y 150 ohmios  
Pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB  
Relación de simetría de las señales . . . . .  $\geq 40$  dB
- 4.3.2.2 Asimétrica . . . . . 75 ohmios  
Pérdida de retorno . . . . .  $\geq 40$  dB
- 4.3.3 Gamas para la medida de la distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia: de 0 a  $\pm 10$ ,  $\pm 20$ ,  $\pm 50$ ,  $\pm 100$ ,  $\pm 200$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$  microsegundos.
- 4.3.3.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo: de conformidad con los § 4.1.1 y 4.2.1.
- 4.3.4 Gamas para la medida de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia: de 0 a  $\pm 2$ ,  $\pm 5$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 20$ ,  $\pm 50$  dB<sup>4)</sup>.
- 4.3.4.1 Precisión: (de +5 °C a +50 °C) . . . . .  $\pm 0,1$  dB  $\pm 3\%$  de la gama de medición
- 4.3.5 Gama para la medida del nivel de entrada a la frecuencia de referencia . . . . . de -20 dBm a +10 dBm
- 4.3.5.1 Precisión: (de +5 °C a +40 °C) . . . . .  $\pm 0,25$  dB  
(de +5 °C a +50 °C) . . . . .  $\pm 1$  dB
- 4.3.6 Deberán preverse salidas en c.c. para la conexión de un registrador X-Y.
- 4.3.7 Gamas para la medida de frecuencias . . . . . de 5 a 60 kHz  
de 50 a 150 kHz  
de 150 a 600 kHz
- 4.3.7.1 Precisión de las medidas de frecuencia . . . . .  $\pm 2\% \pm 500$  Hz

*Nota 1* – La gama de medida es el valor correspondiente a la deflexión máxima en la escala para la gama considerada.

*Nota 2* – Se ha propuesto también utilizar una frecuencia fija de referencia de 1800 Hz. Como el instrumento para frecuencias más elevadas deberá emplearse en tres gamas principales de frecuencias (6-54 kHz, 60-108 kHz y 312-552 kHz), deben preverse tres frecuencias de referencia, situadas en el centro de la respectiva banda de frecuencias.

*Nota 3* – El factor de distorsión de la modulación está expresado por:

$$\frac{\text{valor eficaz de las bandas laterales no deseadas}}{\text{valor eficaz de las bandas laterales deseadas}} \times 100\%.$$

*Nota 4* – Para las Administraciones que necesiten efectuar mediciones en las gamas 60-108 kHz o 312-552 kHz sin interrumpir el tráfico en los grupos primarios o secundarios adyacentes de su sección nacional, añadir la cláusula siguiente:

«Para minimizar el efecto producido en las medidas por la interferencia debida al tráfico en los grupos primarios y secundarios adyacentes, el fabricante deberá prever un medio que permita a la Administración insertar en el trayecto del discriminador de frecuencia un filtro paso banda sin pérdidas, con una banda de paso apropiada para la prueba que se efectúa y una impedancia de 75, 135 ó 150 ohmios.»

Incumbe a las Administraciones elaborar una instrucción nacional que indique los detalles pertinentes del circuito de filtrado y amplificación que debe utilizarse, teniendo en cuenta la información del fabricante sobre los niveles de la señal en ese punto.

### Bibliografía

COENNING (F): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, Vol. 5, pp. 256-264, 1966.

<sup>4)</sup> En la gama de 0 a  $\pm 50$  dB, la precisión indicada sólo se aplica en el intervalo de  $\pm 30$  dB (véase el § 4.3.1.1).

APARATO DE MEDIDA DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984  
y Melbourne, 1988)

Introducción

Las componentes de una sola frecuencia de la fluctuación de fase que más frecuentemente se encuentran en las señales de datos transmitidas son la corriente de llamada, la corriente alterna de la red de alimentación, y los armónicos segundo a quinto de estas corrientes. Dado que rara vez el valor de cresta de la desviación de fase causada por esas componentes es superior a 25° cresta a cresta (modulación de fase de índice reducido), únicamente se produce para cada componente sinusoidal un par de bandas laterales significativas. De ahí que la principal modulación debida a la fluctuación de fase generalmente se produzca en una banda comprendida entre  $\pm 300$  Hz en torno a un tono de frecuencia vocal que actúa como portadora.

Como el ruido aleatorio puede producir una fluctuación de fase de magnitud considerable, las medidas de esta fluctuación deben efectuarse siempre conjuntamente con medidas de ruido con ponderación de mensaje. Asimismo, dado que el ruido de cuantificación puede afectar considerablemente la medida de la fluctuación de fase, hay que elegir la portadora y el filtrado de modo que se suprima el efecto del ruido en la medición.

Si bien en esta Recomendación se trata de las medidas en las bandas de frecuencias de 4 a 300 Hz, 4 a 20 Hz y 20 a 300 Hz, es también aplicable a las medidas en las bandas de frecuencias de 3 a 300 Hz y 3 a 20 Hz. Se proponen las especificaciones siguientes para el aparato de medida de la fluctuación de fase.

1 Principio de la medida

Se aplica al circuito objeto de prueba una señal sinusoidal libre de toda fluctuación de fase, con el nivel normal en transmisión de datos. En el receptor utilizado para la medida de la fluctuación de fase, el tono recibido es objeto de las operaciones siguientes:

- 1) limitación de la banda en torno a la frecuencia portadora;
- 2) amplificación y limitación de la portadora para suprimir la modulación de amplitud;
- 3) detección de la modulación de fase (fluctuación de fase);
- 4) indicación de la fluctuación de fase después de su filtrado (hasta unos 300 Hz) en un indicador del valor cresta a cresta o en un dispositivo de visualización digital.

2 Especificaciones propuestas

2.1 Precisión de la medida

El objetivo es una precisión de  $\pm 5\%$  del valor medido, con un margen de  $\pm 0,2$  grados.

2.2 Transmisor

2.2.1 Frecuencia de la señal de prueba . . . . . 1020  $\pm$  10 Hz

2.2.2 Nivel de transmisión . . . . . de -30 dBm a 0 dBm

2.2.3 Impedancia de salida (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz):

- simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB
- simetría de la señal de salida . . . . .  $\geq 40$  dB

2.2.4 Fluctuación de fase en la fuente . . . . .  $\leq 0,1$  grados cresta a cresta.

### 2.3 Receptor

#### 2.3.1 Gama de medidas

Por lo menos de . . . . . 0,2 a 30 grados cresta a cresta

#### 2.3.2 Sensibilidad y gama de frecuencias

El receptor debe poder medir la fluctuación de fase de una señal de nivel de entrada comprendido entre  $-40$  y  $+10$  dBm y de frecuencia comprendida entre 990 y 1030 Hz.

#### 2.3.3 Selectividad a la entrada

Protección contra el zumbido debido a la red de alimentación eléctrica: por un filtro paso alto con una frecuencia nominal de corte de 400 Hz y una pendiente de, por lo menos, 12 dB por octava.

Protección del circuito limitador contra el ruido de canal: por un filtro paso bajo con una frecuencia nominal de corte de 1800 Hz y una pendiente de, por lo menos, 24 dB por octava.

#### 2.3.4 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz):

- simétrica, aislada de tierra
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46$  dB

#### 2.3.5 Impedancia de terminación (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios

- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB

#### 2.3.6 Alta impedancia . . . . . aproximadamente 20 kilohmios

- pérdida por derivación a través de 300 ohmios . . . . .  $\leq 0,15$  dB

*Nota* - Las definiciones y el método de medida deben ajustarse a lo dispuesto en la Recomendación O.9.

### 2.4 Características de ponderación para la medida del espectro de amplitudes de la fluctuación de fase

La amplitud a medir de las distintas componentes de la fluctuación de fase se limita en función de su frecuencia según una escala de ponderación determinada, definida como sigue:

Se especifican tres características de ponderación para medir la fluctuación de fase en las bandas de frecuencias de 4 Hz a 20 Hz, de 4 Hz a 300 Hz y de 20 Hz a 300 Hz. Las componentes de fluctuación de fase en esas bandas de frecuencias se miden con la sensibilidad máxima y se atenúan fuera de las bandas de frecuencias.

Las características de ponderación pueden medirse por una prueba de dos tonos como sigue: si se aplica a la entrada un tono puro<sup>1)</sup> de 1000 Hz y  $+10$  dBm y se añade al mismo un segundo tono puro con un nivel de 20 dB inferior, se observarán los valores de la fluctuación de fase dependiendo de la frecuencia del segundo tono añadido, tal como se muestra en el cuadro 1/O.91. Pueden aplicarse otras selecciones de ponderación mediante conmutación.

### 2.5 Influencia de la amplitud de la señal de prueba en la fase

Con el segundo tono a 1100 Hz, se inserta, entre la fuente de tonos de prueba y el receptor de medida, un atenuador exterior de característica horizontal que permita aplicar al circuito una serie de atenuaciones escalonadas de 10 dB, hasta 50 dB. La dispersión correspondiente de los valores indicados no debe ser superior a  $0,7^\circ$ . Los límites indicados en el cuadro 1/O.91 deben respetarse cualquiera que sea el ajuste del atenuador, hasta 50 dB. Asimismo, si en lugar de los tonos mencionados se inyecta una señal modulada en amplitud con un índice de 10%, la frecuencia comprendida entre 20 Hz y 300 Hz y nivel adaptado a la sensibilidad del aparato, la amplitud de la fluctuación de fase provocada de este modo debe ser inferior a  $0,2^\circ$ .

<sup>1)</sup> Por definición, señal monofrecuencia que presenta una distorsión total de no linealidad de nivel inferior en 40 dB, como mínimo, al de la señal fundamental.

CUADRO 1/O.91

Frecuencia del segundo tono (Hz)	Amplitud de la fluctuación de fase (grados)		
	Banda de frecuencia (Hz)		
	4 a 300	4 a 20	20 a 300
999,7 y 1000,3	< 1	< 1	xxx
999,25 y 1000,75	< 3	< 3	xxx
998,5 y 1001,5	< 8	< 8	xxx
998,0 y 1002,0	xxx	xxx	< 3
996,0 y 1004,0	10,7 ± 1,5	10,7 ± 1,5	xxx
994,0 y 1006,0	11,2 ± 1,0	11,2 ± 1,0	xxx
992,0 y 1008,0	11,5 ± 0,7	11,5 ± 0,7	xxx
988,0 y 1012,0	↓	↓	< 10
984,0 y 1016,0	↓	11,5 ± 0,7	xxx
980,0 y 1020,0	↓	11,1 ± 1,1	11,5 ± 0,7
967,0 y 1033,0	↓	< 3	↓
953,0 y 1047,0	↓	< 1	↓
760,0 y 1240,0	11,5 ± 0,7	xxx	11,5 ± 0,7
700,0 y 1300,0	11,1 ± 1,1	xxx	11,1 ± 1,1
500,0 y 1500,0	< 3	xxx	< 3
300,0 y 1700,0	< 1	xxx	< 1

xxx = No se aplica.

## 2.6 Eliminación del ruido

Establecida una portadora sinusoidal de 1000 Hz en el circuito, la amplitud cresta a cresta de la fluctuación causada por la inyección de una señal con el espectro de un ruido blanco limitada a una banda de 3,5 kHz y de nivel inferior en 30 dB al de la portadora, no debe ser superior a 4°.

## 2.7 Prueba de detección de crestas

El detector de crestas debe poder identificar un ruido blanco en el punto de  $2,58 \sigma$  (99%); esto puede verificarse de la siguiente manera:

- Se aplican los dos tonos indicados en el § 2.4. Para las medidas en las bandas de frecuencias de 4 Hz a 300 Hz y de 20 Hz a 300 Hz, el segundo tono será aproximadamente 1240 Hz. Para las medidas en la banda de frecuencias de 4 Hz a 20 Hz el segundo tono será aproximadamente de 1010 Hz. La señal recibida se inyecta después de la demodulación en el detector de cresta, a cuya entrada se mide y registra el valor cuadrático medio de la amplitud de dicha señal. A la salida del detector se prevé normalmente un conector para la transmisión de la señal a un analizador de espectro.
- Se suprime el segundo tono únicamente y se superpone a la portadora de 1000 Hz un ruido gaussiano de banda limitada (hasta 2 kHz como mínimo), cuyo nivel se ajusta de modo que el aparato indique la misma amplitud de fluctuación que en a), es decir 11,5°. Se mide entonces el valor cuadrático medio de la amplitud de la señal demodulada, a su entrada en el detector de cresta. Este valor debe estar comprendido entre el 52 y el 58% del registrado en a).

## 2.8 *Demora de la presentación de una indicación correcta*

Es conveniente que, cuatro segundos después de aplicar la señal de prueba para la banda de frecuencias de 20 Hz a 300 Hz, y 30 segundos después de aplicar la señal de prueba para las bandas de frecuencia de 4 Hz a 20 Hz y de 4 Hz a 300 Hz, el valor presentado por el aparato esté comprendido dentro del  $5\% \pm 0,2^\circ$  de su valor final.

## 2.9 *Condiciones ambientales de funcionamiento*

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

## **Recomendación O.95**

### **CONTADORES DE SALTOS DE FASE Y DE AMPLITUD EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO**

*(Ginebra, 1980)*

## **1 Consideraciones generales**

Esta especificación establece los requisitos generales de un aparato que se utilizará para el cómputo de los saltos de fase y de amplitud en circuitos de tipo telefónico. El aparato contará independientemente los saltos de fase y los de amplitud que se producen en un periodo determinado.

Los saltos de fase o de amplitud se definen como cambios repentinos, positivos o negativos, de la amplitud o la fase de una señal de prueba observada que exceden de un valor umbral especificado y persisten durante un intervalo de tiempo superior a uno especificado.

Las especificaciones indicadas a continuación para el transmisor y la sección de entrada del receptor corresponderán con los apartados b) a d) de los § 2.2 y 2.3 de la Recomendación O.91, a fin de facilitar la combinación de este instrumento con un aparato de medida de la fluctuación de fase conforme a la Recomendación O.91, en un solo equipo.

## **2 Transmisor**

2.1 Frecuencia de la señal de prueba . . . . .  $1020 \pm 10$  Hz

2.2 Nivel de transmisión . . . . . de  $-30$  dBm a  $0$  dBm

2.3 *Impedancia de salida* (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

— simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . .  $600$  ohmios

— pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB

— simetría de la señal de salida . . . . .  $\geq 40$  dB

2.4 Fluctuación de fase en la fuente . . . . .  $\leq 0,1$  grados cresta a cresta (véase la Recomendación O.91)

## **3 Sección de entrada del receptor**

3.1 *Sensibilidad y gama de frecuencias*

El receptor debe poder medir niveles de entrada comprendidos entre  $-40$  y  $+10$  dBm y frecuencias comprendidas entre 990 y 1030 Hz.

### 3.2 *Selectividad*

Protección contra el zumbido debido a la red de alimentación eléctrica: por un filtro paso alto con una frecuencia nominal de corte de 400 Hz y una pendiente de, por lo menos, 12 dB por octava.

Si el filtro no se encuentra directamente a la entrada del aparato, las tensiones de zumbido iguales o inferiores a la señal de prueba no provocarán errores de medición mayores que los producidos con el filtro situado antes que el equipo.

Protección del circuito limitador contra el ruido de canal: por un filtro paso bajo con una frecuencia nominal de corte de 1800 Hz y una pendiente de, por lo menos, 24 dB por octava.

### 3.3 *Impedancia de entrada* (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- simétrica, aislada de tierra
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46$  dB

#### 3.3.1 *Impedancia de terminación* (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios

- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB

#### 3.3.2 *Alta impedancia* . . . . . aproximadamente 20 kiloohmios

- pérdida por derivación a través de 300 ohmios . . . . .  $\leq 0,15$  dB

## 4 **Características de detección de saltos de fase**

### 4.1 *Posiciones de ajuste de umbral*

Deberán preverse posiciones exactas de ajuste de umbral de 5 a 45 grados en pasos de 5 grados, con una tolerancia de  $\pm 0,5$  grados  $\pm 10\%$  con relación al umbral seleccionado<sup>1)</sup>. Pueden preverse otras posiciones de ajuste facultativas.

### 4.2 *Intervalo de guarda*

Deberá asegurarse un intervalo de guarda mediante un circuito puerta electrónico u otro medio equivalente para evitar que el contador registre saltos de fase de duración inferior a 4 ms. El intervalo de guarda deberá probarse como sigue:

Con el umbral ajustado a 20 grados, los saltos de fase deberán contarse correctamente si la fase de la señal de prueba cambia 25 grados durante 5 ms o más. Si la duración de los cambios de fase de 25 grados se reduce paulatinamente hasta que el contador de saltos de fase deje de contar, la duración correspondiente de los cambios de fase de la señal de prueba deberá ser de 4 ms  $\pm 10\%$ .

### 4.3 *Velocidad de cambio de los saltos de fase*

Los cambios lentos de fase no deberán contarse. Esta característica se probará como sigue:

Con el umbral ajustado a 20 grados, deberá contarse un salto de fase si la fase de una señal de prueba varía linealmente 100 grados en un intervalo de tiempo de 20 ms o menos. No deberá contarse un salto de fase si la fase de la señal de prueba varía linealmente 100 grados en un intervalo de tiempo de 50 ms o más. Deberán cumplirse los mismos requisitos para cambios de fase de 100 grados en sentido opuesto.

### 4.4 *Repercusión del salto de amplitud en el salto de fase*

Un salto de amplitud de 8 dB en cualquier sentido no deberá provocar el cómputo de un salto de fase para umbrales de 10 grados o más.

<sup>1)</sup> Esta especificación no debiera excluir la utilización de instrumentos existentes que tengan tolerancias de  $\pm 2^\circ \pm 5\%$  en la exactitud de la posición de ajuste de umbral.

## **5 Características de detección de saltos de amplitud**

### *5.1 Posiciones de ajuste de umbral*

Deberán preverse posiciones exactas de ajuste de 2, 3 y 6 dB con una tolerancia de  $\pm 0,5$  dB. Pueden preverse posiciones de ajuste adicionales facultativas no superiores a 9 dB.

### *5.2 Intervalo de guarda*

Deberá asegurarse un intervalo de guarda, mediante un circuito puerta electrónico u otro medio equivalente, para evitar que el contador registre saltos de amplitud de duración inferior a 4 ms. El intervalo de guarda deberá probarse como sigue:

Con un umbral de 2 dB, los saltos de amplitud deberán contarse correctamente si la amplitud de la señal de prueba cambia de 3 dB durante 5 ms o más. Si se reduce gradualmente la duración de los cambios de amplitud de 3 dB hasta que el contador de saltos de amplitud deje de contar, la duración correspondiente de los cambios de amplitud de la señal de prueba deberá ser de 4 ms  $\pm 10\%$ .

### *5.3 Velocidad de cambio de los saltos de amplitud*

Los cambios lentos de amplitud no deberán registrarse. Esta característica se probará como sigue:

Con el umbral ajustado a 2 dB, un salto de amplitud deberá registrarse si el nivel de una señal de prueba varía linealmente 4 dB en un intervalo de 200 ms o menos. Un salto de amplitud no deberá contarse si la amplitud de la señal de prueba varía linealmente 4 dB en un intervalo de 600 ms o más. Deberán cumplirse los mismos requisitos para cambios de 4 dB en sentido opuesto.

### *5.4 Repercusión del salto de fase en el salto de amplitud*

Un salto de fase de 180 grados no deberá provocar el cómputo de un salto de amplitud en ningún umbral.

## **6 Capacidad de cómputo**

El instrumento de cómputo deberá estar equipado con contadores independientes de fase y de amplitud, cada uno de los cuales deberá poder registrar 9999 saltos por lo menos.

## **7 Velocidad de cómputo y tiempo muerto**

La velocidad máxima de cómputo tanto para saltos de fase como de amplitud deberá ser aproximadamente ocho saltos por segundo, lo que puede realizarse con un tiempo muerto de  $125 \pm 25$  ms después de reconocer cada salto de fase o de amplitud. Para los fines de esta especificación, el tiempo muerto se define como el intervalo de tiempo que comienza en el instante en que un salto de fase o de amplitud rebasa el umbral, y termina cuando el contador de saltos de fase o de amplitud queda preparado para registrar otro salto de fase o de amplitud. Esta característica se probará como sigue:

Con el umbral ajustado a 20 grados, los saltos de fase con una duración de unos 5 ms deberán contarse correctamente cuando la velocidad de repetición sea de 5 saltos por segundo, o inferior. Si se aumenta gradualmente la velocidad de repetición hasta que el contador de saltos de fase deje de registrar los saltos, la correspondiente velocidad de repetición deberá ser de 8 saltos por segundo  $\pm 20\%$ . Este mismo requisito será aplicable al contador de saltos de amplitud con un umbral de 2 dB cuando los saltos de amplitud de 3 dB tengan una duración de aproximadamente 5 ms.

## **8 Interrupción de la señal de prueba**

Si se interrumpe la transmisión de la señal y el nivel de la señal de prueba recibida desciende 10 dB o más, los detectores de saltos de fase y de amplitud deberán quedar bloqueados y no reiniciarán el cómputo hasta después de  $1 \pm 0,2$  segundos después de restablecida la señal de prueba. Cada interrupción de la señal de prueba no podrá provocar el registro de más de un salto de fase y un salto de amplitud.

## 9 Temporizador

Para conveniencia del operador, deberá preverse un temporizador exacto con una tolerancia de  $\pm 5\%$ . Si el temporizador no es de ajuste continuo deberían preverse periodos de 5, 10 y 60 minutos, así como de funcionamiento continuo, controlables por conmutador.

## 10 Salida lógica auxiliar

Los detectores de saltos de fase y de amplitud deberán tener salidas lógicas auxiliares con dos estados para el registro o procesamiento por computador de la actividad de los saltos de amplitud y de fase. La señal de salida será un «1» lógico cuando esté presente un salto y un «0» lógico en todos los demás momentos. Los niveles de salida deberán ser compatibles con los circuitos integrados TTL (lógica transistor-transistor). La impedancia de salida deberá ser inferior a 2000 ohmios o la que especifiquen las diferentes Administraciones.

## 11 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación. O.3.

## 12 Medidas simultáneas

La medición de los saltos de amplitud y de fase se puede lograr con un aparato que haga también medidas de otras degradaciones transitorias tales como el ruido impulsivo y las interrupciones. Por lo tanto, para facilitar la integración de varias medidas de fenómenos transitorios en un solo aparato, podría incluirse en él la medida de las interrupciones de acuerdo con los principios de la Recomendación O.61, pero realizada con una frecuencia de señal de prueba de  $1020 \text{ Hz} \pm 10 \text{ Hz}$ .

## Recomendación O.111

### APARATO DE MEDIDA DE LA DERIVA DE FRECUENCIA EN CANALES DE PORTADORAS

*(Ginebra, 1972; modificada en Melbourne, 1988)*

#### 1 Consideraciones generales

El equipo que se describe a continuación es compatible con el método de medida descrito en el anexo A.

#### 2 Principio de funcionamiento

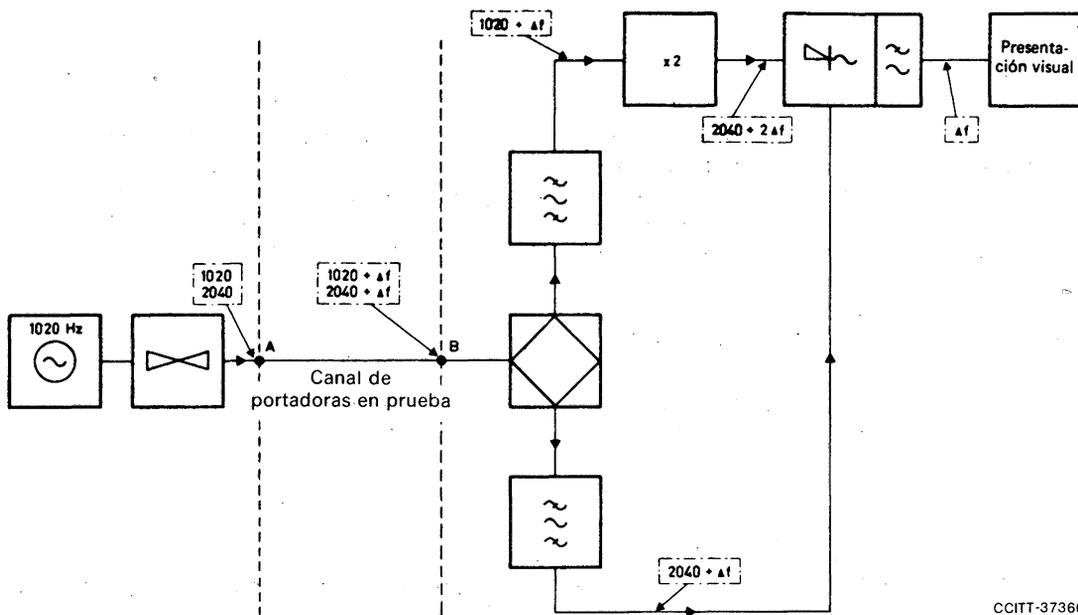
El aparato deberá medir el error que afecta a la frecuencia reconstituida en un canal de portadoras en los modos siguientes:

*Prueba 1: Medida de la deriva de frecuencia  $A \rightarrow B$  ( $\Delta$  Hz); transmitiendo desde A y midiendo en B (véase la figura 1/O.111)*

Se transmiten simultáneamente desde A dos señales de prueba sinusoidales cuyas frecuencias estén en la relación armónica 2:1. En B, estas dos señales de prueba, desplazadas cada una de ellas  $\Delta$  Hz, se modulan juntas de tal manera que pueda detectarse la deriva de frecuencia  $\Delta$  en el sentido AB.

*Prueba 2: Medida de la deriva de frecuencia en bucle ( $\Delta + \Delta'$  Hz). Se transmite y se mide en A, estando cerrado el bucle en B (véase la figura 2/O.111)*

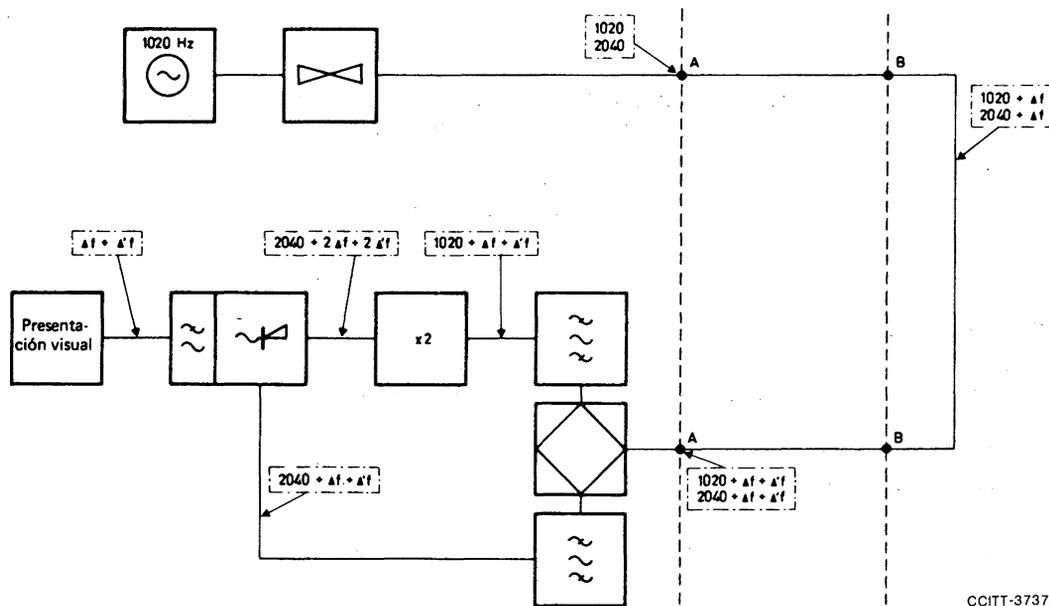
Esta prueba se efectúa de modo similar a la prueba 1, pero se detecta la deriva de frecuencia ( $\Delta + \Delta'$  Hz) en bucle.



CCITT-37360

FIGURA 1/O.111

Medida de la deriva de frecuencia  $A \rightarrow B$  en un canal de portadoras (transmisión desde A y medición en B)



CCITT-37370

FIGURA 2/O.111

Medida de la deriva de frecuencia  $(A \rightarrow B) + (B \rightarrow A)$  en un circuito en bucle (transmisión y recepción en A; bucle cerrado en B)

Puede ser necesario determinar la deriva de frecuencia en el sentido de B a A mientras el operador se encuentra en el punto A. Esta medición puede realizarse de dos maneras:

*Prueba 3a: Medida de la deriva de frecuencia B → A ( $\Delta'$  Hz). Se transmite y se mide en A, estando cerrado el bucle en B a través de un generador de armónicos [véase la parte a) de la figura 3/O.111]*

Desde el extremo A se transmite una señal sinusoidal de prueba que se recibe en B, donde atraviesa un generador de armónicos. La señal recibida y su segundo armónico se devuelven entonces a A. Ambas frecuencias se desplazan  $\Delta'$  Hz. En A se modulan ambas conjuntamente de tal manera que se detecte la deriva de frecuencia,  $\Delta'$  en el sentido B → A.

*Prueba 3b: Medida de la deriva de frecuencia B → A. Se transmite desde A, y se mide en A por medio de un aparato instalado en B que transmite dos tonos de prueba cuyas frecuencias están en la misma relación armónica de la prueba 1; este instrumento emite los tonos cuando recibe de A una sola señal de 1020 Hz [véase la parte b) de la figura 3/O.111].*

Desde A se transmite una señal sinusoidal de prueba de 1020 Hz, que se recibe en B. Si el receptor detecta una sola frecuencia en B, se conecta al canal B → A un generador que produce una señal de 1020 Hz y otra de 2040 Hz (relación armónica), lo que permite medir la deriva de frecuencia en ese sentido.

Si el receptor en B detecta una señal compuesta de las dos señales de prueba de 1020 Hz y 2040 Hz (diferencia de nivel <6 dB), se cierra automáticamente el bucle en B a fin de medir la deriva de frecuencia del modo descrito para la prueba 2 [véase la parte c) de la figura 3/O.111].

La utilización del aparato de medida de la deriva de frecuencia para las pruebas 3a y 3b requiere la transmisión de una sola frecuencia sinusoidal de 1020 Hz en el sentido A → B. En consecuencia, puede preverse esta facilidad optativa para este tipo de medida. La elección del equipo que ha de utilizarse en B (generador de armónicos o generador conmutable) debe ajustarse al criterio de las Administraciones, que celebrarían a este respecto acuerdos bilaterales.

### 3 Transmisor

Transmitirá señales sinusoidales de prueba de las características siguientes:

#### 3.1 Frecuencias

- a) 1020 y 2040 Hz  $\pm$  2%. Estas dos frecuencias estarán exactamente en relación armónica.

*Nota* — Si se desea utilizar este transmisor para las medidas de la fluctuación de fase, será necesaria una precisión de frecuencia de  $\pm$  1%.

- b) Salida adicional facultativa, para las Administraciones que deseen efectuar conjuntamente medidas del tipo descrito en la figura 3/O.111 . . . . . 1020 Hz  $\pm$  2%

#### 3.2 Nivel

La potencia total de salida (valor eficaz) de la señal transmitida deberá ser ajustable en la gama de 0 dBm a -30 dBm. Cuando se transmiten dos frecuencias, la diferencia entre los dos niveles deberá ser inferior a 0,5 dB.

#### 3.3 Impedancia de salida (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

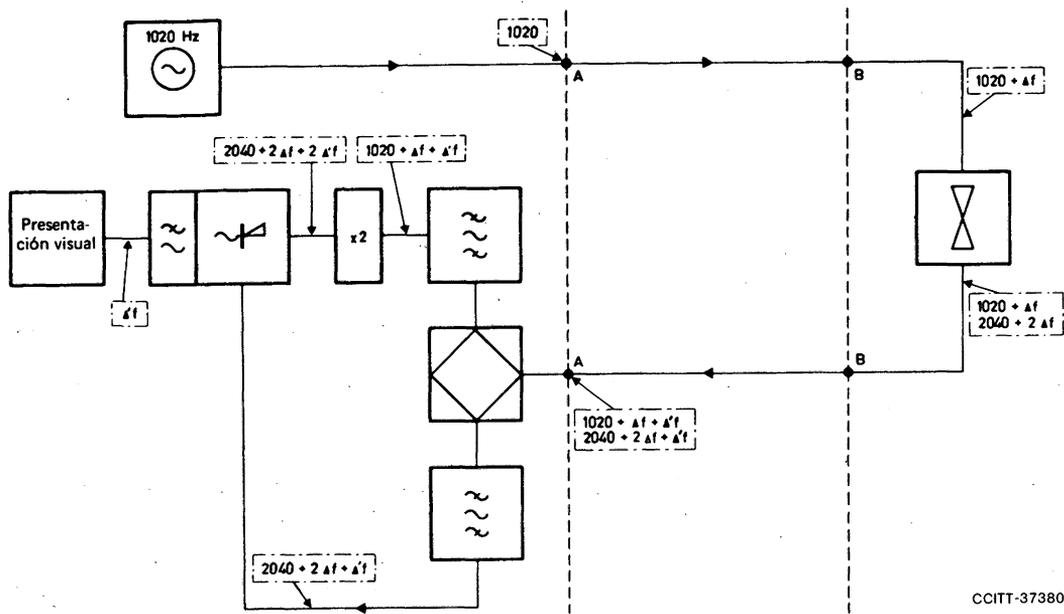
- simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq$  30 dB
- simetría de la señal de salida . . . . .  $\geq$  40 dB

### 4 Receptor

Aceptará las dos señales sinusoidales de prueba e indicará la deriva de frecuencia en un contador u otro indicador adecuado.

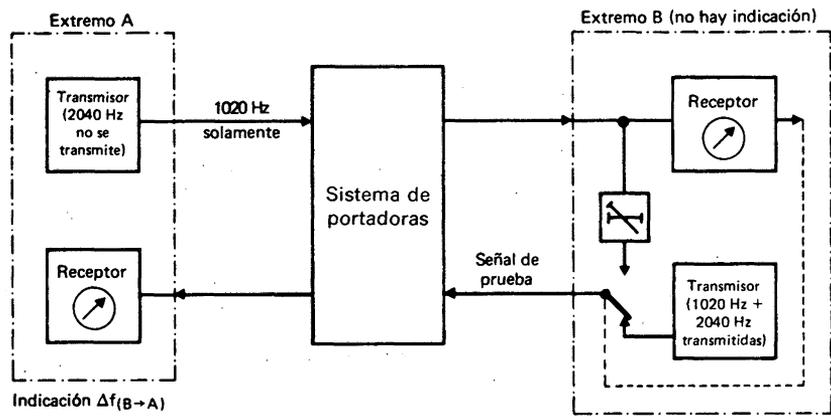
#### 4.1 Gamas de medición

Se preverán dos gamas de medición (límites de las escalas): 0-1 Hz y 0-10 Hz. También se indicará el signo algebraico de la deriva (+ o -).



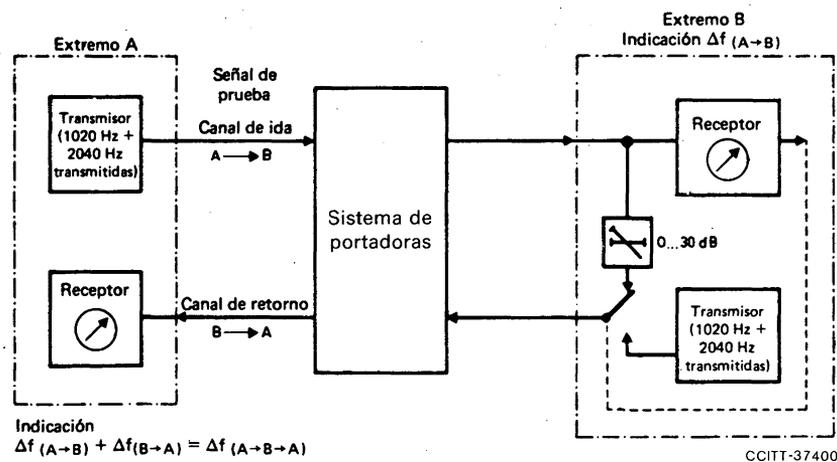
CCITT-37380

a) Medida de la deriva de frecuencia B→A en un canal de portadoras (transmisión y medición en A; bucle cerrado en B a través de un generador de armónicos)



CCITT-37390

b) Medida de la deriva de frecuencia en el canal de retorno B→A



CCITT-37400

c) Medida de la deriva de frecuencia en bucle (A→B B→A)

FIGURA 3/O.111

Medida de la deriva de frecuencia en un canal de portadoras (transmisión y medición en A)

#### 4.2 *Precisión de la medida*

- $\pm 0,05$  Hz en la gama de 0 a 1 Hz;
- $\pm 0,5$  Hz en la gama de 0 a 10 Hz.

4.3 El contador o el indicador permitirán leer una deriva de frecuencia de  $\pm 0,1$  Hz.

4.4 Será posible determinar una deriva de frecuencia inferior a 0,1 Hz mediante un dispositivo adicional de visualización apropiado.

#### 4.5 *Nivel de entrada*

El receptor funcionará con la precisión especificada con señales de prueba de nivel comprendido entre +10 dBm y -30 dBm (no obstante, véase el § 4.8). Se preverá un dispositivo para confirmar la recepción de las señales de prueba.

#### 4.6 *Impedancia de entrada* (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada . . . . .  $\geq 46$  dB

#### 4.7 *Frecuencia de entrada*

El receptor funcionará correctamente con señales de prueba cuya frecuencia difiera hasta  $\pm 2\%$  del valor nominal aplicado en el extremo de transmisión, y que hayan experimentado una deriva de frecuencia de hasta  $\pm 10$  Hz en el circuito de transmisión considerado.

#### 4.8 *Diferencia de nivel*

Cuando se transmite una señal de prueba de dos frecuencias, el receptor funcionará correctamente cuando, debido a la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia del circuito, las dos frecuencias lleguen a la entrada del receptor con una diferencia de nivel de hasta 6 dB.

#### 4.9 *Salida para conexión de un registrador*

Se preverá un terminal de salida de corriente continua para la conexión de un registrador.

#### 4.10 *Inmunidad respecto del ruido*

En presencia de un ruido blanco, en la banda 300-3400 Hz, de nivel inferior en 26 dB al de la señal de prueba recibida, la media cuadrática del error en el valor indicado no debe ser superior a  $\pm 0,05$  Hz.

### 5 **Condiciones ambientales de funcionamiento**

Deberían satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3

## ANEXO A

(a la Recomendación O.111)

### **Método de medida de la deriva de frecuencia introducida por un canal de corrientes portadoras**

El método se funda en el hecho de que la relación armónica entre dos frecuencias sinusoidales desaparece si se añade a cada una de ellas una misma frecuencia. La figura A-1/O.111 ilustra claramente el principio del dispositivo. Mediante un oscilador de 1000 Hz, se obtienen dos señales, de 1000 y 2000 Hz respectivamente, que son transmitidas. En el extremo receptor de un canal que introduce una deriva de  $\Delta$  Hz, las señales dejan de estar en relación armónica, y es posible extraer y medir la deriva de frecuencia. Se emplea, además, un osciloscopio catódico para determinar el sentido de la deriva de frecuencia. Ciertas Administraciones, entre ellas la del Reino Unido, aplican este método.

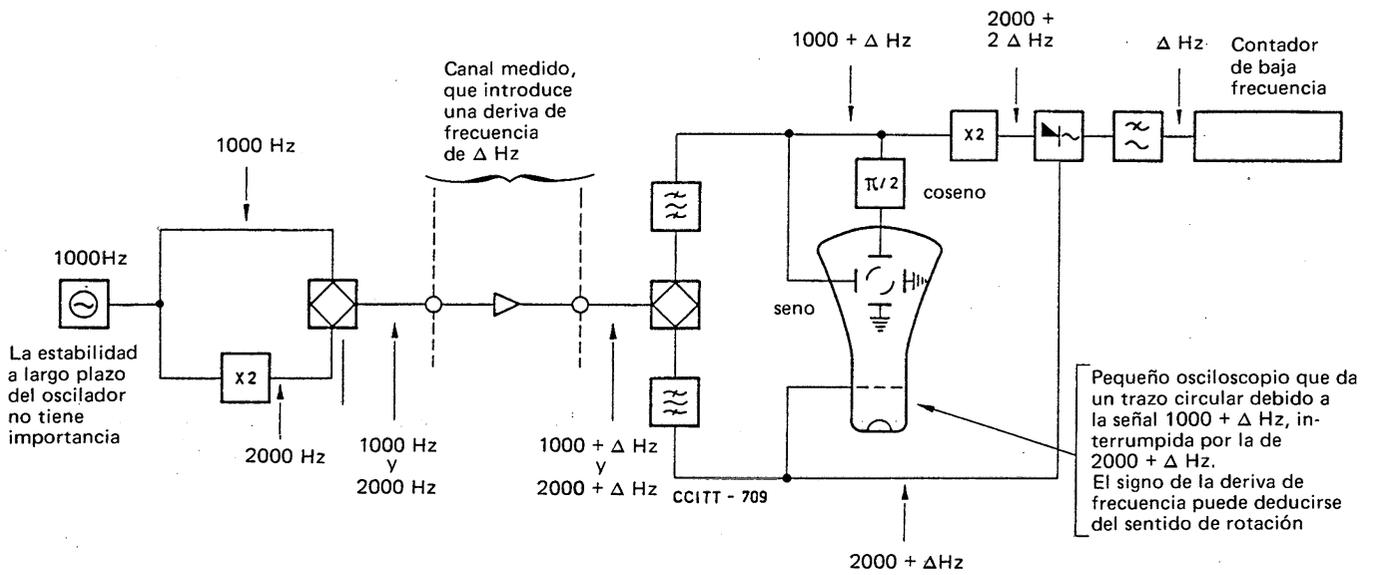


FIGURA A-1/O.111

Método de medida de la deriva de frecuencia en un canal de corrientes portadoras

## SECCIÓN 5

### APARATOS DE MEDIDA PARA PARÁMETROS DIGITALES Y ANALÓGICO/DIGITALES

#### Recomendación O.131

#### APARATO DE MEDIDA DE LA DISTORSIÓN DE CUANTIFICACIÓN MEDIANTE UNA SEÑAL DE PRUEBA DE RUIDO SEUDOALEATORIA

*(Ginebra, 1976; modificada en Ginebra, 1980 y Melbourne, 1988)*

#### 1 Preámbulo

Es importante que las características del aparato para medir la distorsión de cuantificación se especifiquen con precisión suficiente para que todos los modelos futuros de ese aparato, conformes con las especificaciones recomendadas, sean compatibles entre sí, es decir, aptos para funcionar entre sí y que los resultados obtenidos sean de una precisión especificada, sin que haya que emplear métodos especiales ni introducir correcciones en esos resultados. También se considera importante que todos los modelos del aparato de medida conformes con las especificaciones recomendadas puedan interfuncionar con los modelos existentes de aparatos de medida ya utilizados por varias Administraciones, de forma que no supongan para ellas ningún perjuicio económico. Las especificaciones que se reproducen más adelante derivan de las proposiciones estudiadas por la Comisión de Estudio XVIII, y su finalidad específica es asegurar la compatibilidad mencionada.

*Nota* – El interfuncionamiento entre los modelos existentes del aparato para medir la distorsión de cuantificación no es en sí un tema directamente derivado de esta especificación, pero conviene recordar que ha sido estudiado por la República Federal de Alemania y la Post Office del Reino Unido. Se han elaborado normas satisfactorias para facilitar el interfuncionamiento entre los modelos existentes del aparato de medida que utilizan como fuente de ruido una señal pseudoaleatoria de anchura de banda limitada.

#### 2 Método de medida propuesto

El método propuesto es el método 1 del § 9 de la Recomendación G.712 [1]. La fuente de ruido propuesta es una señal pseudoaleatoria de anchura de banda limitada, con una distribución de densidad de probabilidad de las amplitudes prácticamente gaussiana<sup>1)</sup>

La relación potencia de la señal/potencia de la distorsión total, comprendida la distorsión de cuantificación, se mide como la relación entre la potencia de la señal de excitación recibida en la banda de referencia a la potencia de ruido en la banda medida. Se efectúa una corrección del valor medido para referirlo a la anchura de banda total del canal telefónico MIC.

<sup>1)</sup> El aparato de medida especificado en el § 3.2 de la presente Recomendación puede utilizarse también para medir la distorsión de cuantificación empleando una señal de prueba sinusoidal en la gama de frecuencias de 350 a 550 Hz (de preferencia, a  $420 \pm 20$  Hz) en vez de la señal de ruido pseudoaleatoria. Conviene observar, sin embargo que mientras que la medida es similar a la del método 2, descrito en la Recomendación G.712 [1], los resultados de medida obtenidos se refieren a una anchura de banda de 3,1 kHz y que no existe ponderación de ruido. Debe señalarse que los resultados obtenidos utilizando ruido pseudoaleatorio y señales de prueba sinusoidales pueden no ser los mismos.

El principio de la medida se ilustra en la figura 1/O.131.

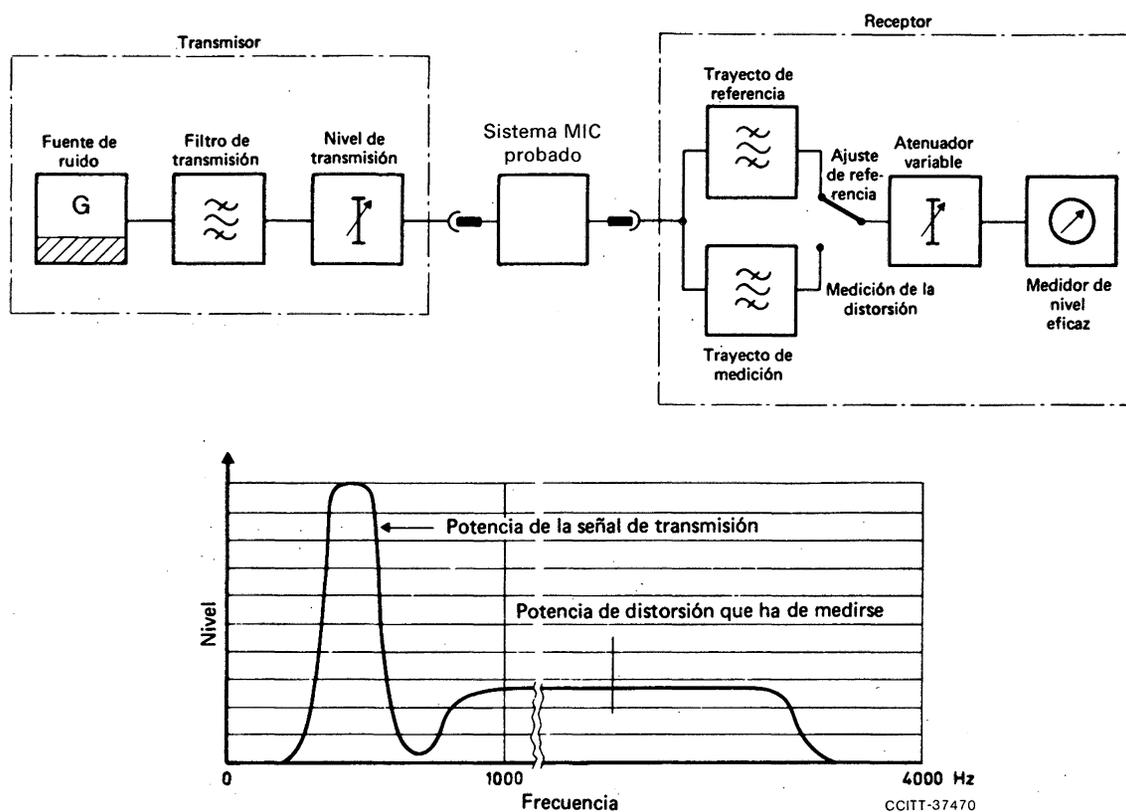


FIGURA 1/O.131

**Principio de medida de la distorsión de cuantificación**

**3 Cláusulas básicas de las especificaciones propuestas**

**3.1 Transmisión**

La señal transmitida es un ruido pseudoaleatorio de anchura de banda limitada, con las características siguientes:

**3.1.1 Señal de ruido de excitación de banda limitada**

Distribución aproximadamente gaussiana de densidad de probabilidad de las amplitudes dentro de la anchura de banda del filtro de transmisión. La anchura de banda puede tener cualquier valor de 100 a 200 Hz entre puntos de 3 dB (véanse los § 3.1.4 y 3.1.5).

**3.1.2 Número de rayas espectrales**

No menos de 25 rayas espectrales, con una separación no superior a 8 Hz, medida a la salida del filtro de transmisión.

### 3.1.3 Relación amplitud de cresta/amplitud eficaz

10,5 dB. Tolerancia  $\pm 0,5$  dB.

*Nota 1* – Los requisitos especificados en los § 3.1.1 a 3.1.3 se pueden cumplir mediante una señal de ruido de excitación extraída a la salida de un registro de desplazamiento de 17 pasos con reinyección de lo obtenido en el circuito puerta O exclusivo colocado a la salida de los pasos 3 y 17 en la entrada del paso 1. El registro de desplazamiento produce una secuencia con una longitud máxima de  $(2^{17} - 1)$  bits.

El registro de desplazamiento es excitado por una frecuencia de reloj  $f_c$  (Hz), de manera que la separación entre rayas espectrales de la señal de salida  $f_s$  (en Hz) sea igual o inferior a 8 Hz.

La frecuencia de reloj puede ajustarse a:

$$f_c = f_s (2^{17} - 1) \text{ Hz}$$

para que se cumplan los límites especificados para la relación amplitud de cresta/amplitud eficaz de la señal transmitida indicados en el § 3.1.3.

Para mantener el factor de cresta dentro de los límites especificados, es necesario que la frecuencia de reloj  $f_c$  tenga una estabilidad del orden de 1%.

*Nota 2* – En vez de utilizar un registro de desplazamiento para generar la señal de ruido, pueden adoptarse otros principios, siempre que la señal presente las características recomendadas en los § 3.1.1 y 3.1.3.

### 3.1.4 Posición en frecuencia de la señal transmitida

Entre 350 y 550 Hz.

### 3.1.5 Características del filtro de transmisión

La atenuación del filtro paso banda con relación a la atenuación mínima debe tener los siguientes valores:

a las frecuencias de corte	{ inferior (350 Hz), punto 3 dB superior (550 Hz), punto 3 dB
por debajo de 250 Hz	superior a 55 dB
a 300 Hz	superior a 20 dB
a 580 Hz	superior a 6 dB
a 650 Hz	superior a 20 dB
a 700 Hz	superior a 40 dB
a 750 Hz	superior a 50 dB
a 800 Hz o más	superior a 60 dB

La característica de respuesta de un filtro diseñado para los límites indicados debe proporcionar una anchura de banda de 100 Hz, como mínimo, entre puntos de 3 dB.

La figura 2/O.131 representa la plantilla correspondiente a los límites indicados para la característica del filtro de transmisión.

### 3.1.6 Gama del nivel de referencia en la transmisión

De 0 dBm0 a  $-55$  dBm0 como mínimo para niveles relativos, de conformidad con lo dispuesto en el § 11 de la Recomendación G.232 [2], con una precisión de ajuste de  $\pm 0,5$  dB.

### 3.1.7 Impedancia de salida (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

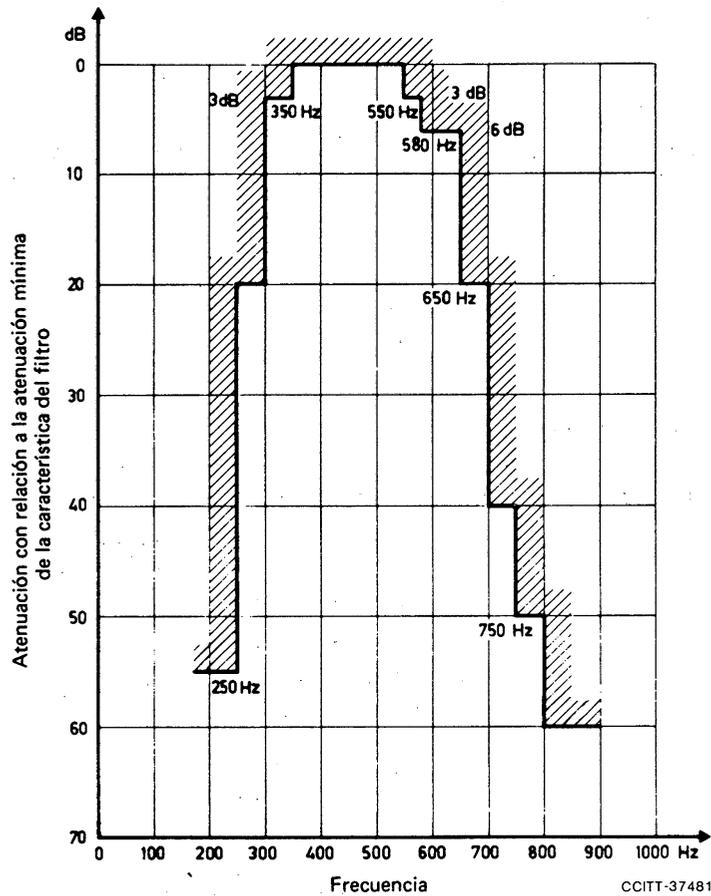
– simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . .	600 ohmios
– pérdida de retorno . . . . .	$\geq 30$ dB
– simetría de la señal de salida . . . . .	$\geq 40$ dB

### 3.2 Recepción

#### 3.2.1 Filtro de referencia de recepción

Anchura de banda nominal del trayecto de referencia, 350-550 Hz. (Véase la nota siguiente.)

La característica del filtro debe impedir cualquier inexactitud en la medida del ruido recibido como consecuencia de la presencia de distorsión de cuantificación o de cualquier otra fuente de ruido en el sistema. El filtro no debe atenuar en más de 0,25 dB la potencia de un ruido de anchura de banda comprendida entre 350 Hz y 550 Hz.



*Nota* — Véase el § 3.1.5 de la presente Recomendación para las características de la banda de paso.

FIGURA 2/O.131

Plantilla de un filtro paso banda instalado en el elemento transmisión de un aparato para medir la distorsión de cuantificación

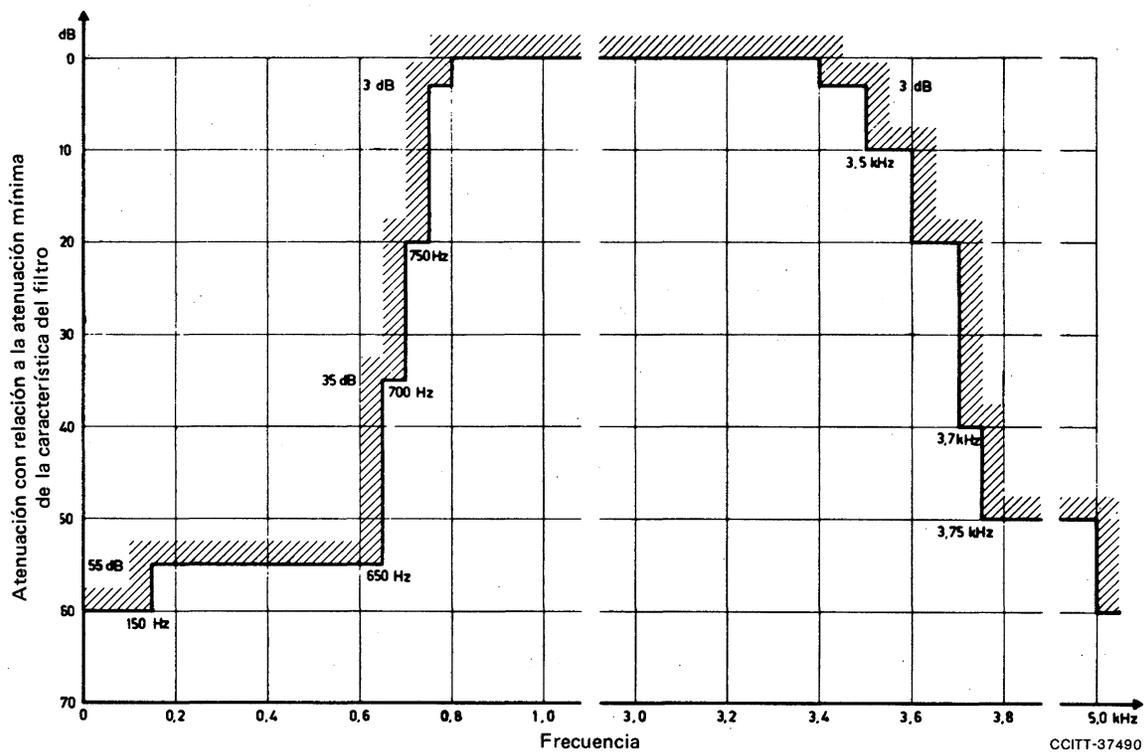
*Nota* — Teóricamente, el filtro de referencia de recepción reduce la anchura de banda del trayecto de referencia, con objeto de limitar su respuesta al espectro de la señal de ruido recibida. Sin embargo, se escoge la anchura de banda 350-550 Hz en vista de la necesidad de interfuncionamiento con aparatos de medida cuya fuente de ruido tiene una anchura de banda de hasta 200 Hz.

### 3.2.2 Anchura de banda del trayecto de medida

Por lo menos 2,4 kHz (con una variación de atenuación inferior a 2 dB). A continuación se indica la característica requerida para los filtros paso banda destinados a medir los productos de distorsión; su naturaleza es tal que la señal de ruido recibida no afecta a la medida. La atenuación de estos filtros en relación con la atenuación mínima debe tener los siguientes valores:

150 Hz o menos	superior a 60 dB
650 Hz	superior a 55 dB
700 Hz	superior a 35 dB
750 Hz	superior a 20 dB
800 Hz	por lo menos 3 dB
3,4 kHz	por lo menos 3 dB
3,5 kHz	superior a 10 dB
3,6 kHz	superior a 20 dB
3,7 kHz	superior a 40 dB
3,75 kHz	superior a 50 dB
5,0 kHz o más	superior a 60 dB

La figura 3/O.131 representa una plantilla para la característica de un filtro de medida conforme a los límites indicados.



Nota — Véase el § 3.2.2 de la presente Recomendación para las características de la banda de paso.

FIGURA 3/O.131

Plantilla de un filtro paso banda instalado en el elemento recepción de un aparato para medir la distorsión de cuantificación

### 3.2.3 Corrección de anchura de banda

El calibrado del aparato de medida debe incluir un factor de corrección tal que la relación potencia de la señal/potencia medida de la distorsión total esté referida a la potencia de la distorsión total presente en toda la anchura de banda (3100 Hz) del canal MIC. Este factor de corrección corresponde a la siguiente fórmula, en la hipótesis de que la potencia de distorsión se distribuya uniformemente en toda la anchura de banda del canal:

$$10 \log_{10} \frac{3100}{y} \quad (\text{dB})$$

donde  $y$  (Hz) es la anchura de banda de ruido equivalente del filtro de medida.

### 3.2.4 Impedancia de entrada

- simétrica aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada (a menos de 4 kHz) . . . . .  $\geq 46$  dB
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada (a 40 Hz) . . . . .  $\geq 60$  dB.

### 3.2.5 Gama del nivel de referencia en la entrada

De 0 dBm0 a -55 dBm0, como mínimo, para niveles relativos conformes con lo dispuesto en la Recomendación G.232 [2].

### 3.2.6 Precisión para la indicación de la relación potencia de la señal/potencia de la distorsión total

Para niveles de referencia en la gama de -6 dBm0 a -55 dBm0 y una señal de distorsión absoluta no inferior a -72 dBm0:

- gama de medida de 10 dB a 40 dB: precisión  $\pm 0,5$  dB,
- gama de medida de 0 dB a 10 dB: precisión  $\pm 1,0$  dB.

Para niveles de referencia en la gama de 0 dBm0 a -6 dBm0:

- gama de medida de 20 dB a 40 dB: precisión  $\pm 1,5$  dB,
- gama de medida de 0 dB a 20 dB: precisión  $\pm 2,0$  dB.

*Nota 1* – Estos límites de precisión tienen en cuenta las siguientes fuentes de errores:

- la anchura de banda efectiva del filtro de medida;
- el filtro de referencia de recepción;
- el atenuador en el trayecto de medición;
- las características del circuito indicador.

*Nota 2* – Para gamas de niveles de referencia de 0 dBm0 a -6 dBm0, se requieren mayores tolerancias no sólo del aparato de medida, sino también de los codificadores y decodificadores MIC, cuando funcionan cerca del punto de sobrecarga.

## 4 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características de calidad de funcionamiento de los canales MIC entre interfaces a cuatro hilos a frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.712.
- [2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, Rec. G.232.

APARATO DE MEDIDA DE LA DISTORSIÓN DE CUANTIFICACIÓN QUE  
UTILIZA UNA SEÑAL DE PRUEBA SINUSOIDAL

(Ginebra, 1980; modificada en Melbourne, 1988)

**1 Introducción**

Esta especificación contiene cláusulas básicas que describen las características esenciales que deben preverse en un aparato de prueba que emplea una señal de prueba sinusoidal para medir la distorsión de cuantificación en canales MIC. Es importante que las características de los aparatos de este tipo queden suficientemente especificadas a fin de asegurar que serán capaces de interfuncionar y que sus indicaciones serán suficientemente precisas. Esta especificación se basa en una exposición general del método denominado Método 2 en el § 9 de la Recomendación G.712 [1].

**2 Método de prueba**

El método de prueba consiste en aplicar una señal sinusoidal a los terminales de entrada de un canal MIC y medir la relación entre la potencia de la señal recibida y la potencia de distorsión, medida con la debida ponderación del ruido (véase el § 3.3.4). En este método se utiliza también, en el equipo receptor, un filtro de supresión de banda estrecha para bloquear la señal de prueba sinusoidal procedente de los circuitos de medida de la distorsión, de modo que pueda medirse la potencia de distorsión.

**3 Especificaciones**

3.1 *Frecuencias de la señal de prueba*

Puede necesitarse una señal de prueba en una de dos bandas de frecuencias, lo que depende del filtro de supresión de la señal de prueba utilizado para efectuar la medida. Las frecuencias preferidas para la señal de prueba son 820 Hz o 1020 Hz. No obstante, pueden utilizarse otras frecuencias comprendidas en la banda atenuada del filtro de supresión de la señal de prueba (tales como 804 Hz u 850 Hz).

3.2 *Características de la fuente de señales*

3.2.1 *Gama de niveles de emisión*

Por lo menos de  $-45$  a  $+5$  dBm0 para niveles relativos conformes a lo establecido en el § 11 de la Recomendación G.232 [2], con posiciones de ajuste exactas, con una tolerancia de  $\pm 0,2$  dB.

3.2.2 *Impedancia de salida (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)*

- simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB
- simetría de la señal de salida señales . . . . .  $\geq 40$  dB

3.2.3 *Relación de distorsión y modulación parásita . . . . .  $\geq 50$  dB*

3.2.4 *Exactitud y estabilidad de la frecuencia*

La exactitud y la estabilidad de la frecuencia de la señal de prueba estará determinada por la frecuencia utilizada y su posición con respecto a la banda atenuada del filtro considerado. En todo caso, la frecuencia deberá tener una exactitud y una estabilidad tales que nunca sea un submúltiplo de la velocidad de muestreo MIC.

3.3 *Características del aparato de medida*

3.3.1 *Gama y exactitud de la medición*

Relación señal/distorsión de 10 a 40 dB, con una exactitud de  $\pm 1,0$  dB.

### 3.3.2 Gama de las señales de entrada

Por lo menos de  $-55$  a  $+5$  dBm0 para niveles relativos conformes a lo establecido en el § 11 de la Recomendación G.232 [2].

### 3.3.3 Características del circuito de entrada (gama de frecuencias de 300 Hz a 4 kHz)

- simétrica, aislada de tierra (otras impedancias son optativas) . . . . . 600 ohmios
- pérdida de retorno . . . . .  $\geq 30$  dB
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada (a menos de 4 kHz) . . . . .  $\geq 46$  dB
- atenuación de interferencia longitudinal de entrada (a 40 Hz) . . . . .  $\geq 60$  dB

### 3.3.4 Filtro de medida

El valor de la señal de distorsión deberá ponderarse mediante el filtro de ponderación de ruido especificado por el CCITT para telefonía (véase la Recomendación O.41). Puede utilizarse también, en su lugar, el filtro de ponderación de mensaje C, véase el anexo A a la Recomendación O.41. Cuando se emplea la ponderación de mensaje C puede ser necesario utilizar un factor de corrección de la calibración. Es posible que las tolerancias de fábrica de las características de esos filtros tengan que ser más estrictas que las permitidas en sus especificaciones respectivas, a fin de poder lograr la exactitud de la medición indicada en el § 3.3.1.

### 3.3.5 Filtro de supresión de la señal de prueba

Puede preverse uno de los dos filtros de supresión de la señal de prueba, con las características indicadas en el cuadro 1/O.132.

CUADRO 1/O.132

Características del filtro de supresión de la señal de prueba

Filtro de supresión de la señal de prueba de 804 a 850 Hz	
Frecuencia	Atenuación
< 325 Hz	< 0,5 dB
< 570 Hz	< 1,0 dB
< 690 Hz	< 3,0 dB
de 800 a 855 Hz	> 50 dB (banda atenuada)
> 1000 Hz	< 3,0 dB
> 1105 Hz	< 1,0 dB
> 1360 Hz	< 0,5 dB
Filtro de supresión de la señal de prueba de 1004 a 1020 Hz	
Frecuencia	Atenuación
< 400 Hz	< 0,5 dB
< 700 Hz	< 1,0 dB
< 860 Hz	< 3,0 dB
de 1000 a 1025 Hz	> 50 dB (banda atenuada)
> 1180 Hz	< 3,0 dB
> 1330 Hz	< 1,0 dB
> 1700 Hz	< 0,5 dB

### 3.3.6 Características del detector

Para medir la señal de distorsión hay que utilizar un detector de valor eficaz o cuasieficaz, lo suficientemente exacto para satisfacer el objetivo de exactitud.

### 3.3.7 Corrección de la anchura de banda

La calibración del aparato de medida incluirá un factor de corrección, de valor adecuado, para tener en cuenta la atenuación en la anchura de banda de ruido efectiva debida al filtro de supresión de la señal de prueba. El factor de corrección supone una distribución uniforme de la potencia de distorsión dentro de la gama de frecuencias consideradas y es de la siguiente forma:

$$\text{Corrección (dB)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Anchura de banda efectiva de ponderación normalizada de ruido}}{\text{Anchura de banda efectiva del aparato de medida}}$$

## 4 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características de calidad de funcionamiento de los canales MIC entre interfaces a cuatro hilos a frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.712.
- [2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, Rec. G.232.

## Recomendación O.133

### APARATO DE MEDIDA DE LA CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LOS CODIFICADORES Y DECODIFICADORES MIC

(Ginebra, 1984; modificada en Melbourne, 1988)

## 1 Introducción

1.1 Diversos equipos objeto de Recomendaciones del CCITT contienen codificadores y decodificadores conformes a la Recomendación G.711 [1] para la conversión de señales de frecuencias vocales en señales digitales (MIC) y viceversa. Son ejemplos de esos equipos:

- los multiplexores MIC (Recomendaciones G.732 [2] y G.733 [3]);
- los transmultiplexores (Recomendaciones G.793 [4] y G.794 [5]);
- los subsistemas de centrales digitales (por ejemplo, la Recomendación Q.517 [6]).

Para garantizar que se satisfagan siempre los límites generales de calidad de funcionamiento especificados en las Recomendaciones del CCITT cuando se interconectan equipos MIC, es preciso especificar y medir por separado la calidad de funcionamiento de la conversión de analógico a digital (A-D) y la conversión de digital a analógico (D-A) que tienen lugar en dichos equipos. Además, hay que efectuar medidas de analógico a analógico (A-A) y de digital a digital (D-D).

1.2 El aparato de medida que se describe seguidamente permite efectuar dichas medidas en los equipos MIC que funcionan a 2048 kbit/s y/o 1544 kbit/s especificados en las Recomendaciones G.732 [2], G.733 [3], G.793 [4], G.794 [5] y en las Recomendaciones pertinentes de la serie Q.

## 2 Consideraciones generales

### 2.1 Funciones de medida y configuración física

El aparato de medida descrito en la presente Recomendación consta de las siguientes unidades funcionales.

2.1.1 Un generador de señales analógicas que aplica señales de frecuencias vocales a los terminales de entrada analógica del equipo sometido a prueba.

2.1.2 Un analizador de señales analógicas que procesa las señales de frecuencias vocales recibidas de los terminales de salida analógica del equipo sometido a prueba.

2.1.3 Un generador de señales digitales que aplica señales de prueba a los terminales de entrada digital del equipo sometido a prueba.

2.1.4 Un analizador de señales digitales que procesa las señales recibidas de los terminales de salida digital del equipo sometido a prueba.

2.1.5 Las cuatro unidades mencionadas en los § 2.1.1 a 2.1.4 pueden adoptar cualquier disposición física conveniente, a criterio del fabricante.

2.1.6 Las funciones que se describen en los § 2.1.3 y 2.1.4 pueden realizarse ya sea por medio de técnicas clásicas de conversión de analógico a digital y de digital a analógico o por medio de técnicas de procesamiento digital directo.

## 2.2 *Objetivos para la precisión de las medidas y la compatibilidad*

2.2.1 A modo de objetivo general, la precisión del aparato de medida debe ser un orden de magnitud mayor que los límites de calidad de funcionamiento correspondientes del equipo sometido a prueba. Debido, sin embargo a limitaciones técnicas y económicas, puede que no siempre resulte posible satisfacer este objetivo.

2.2.2 Además, los errores pueden aumentar en caso de interfuncionamiento de aparatos dotados de diferentes diseños o si los accesos de entrada y salida del equipo sometido a prueba no se hallan en un mismo sitio (medidas de extremo a extremo).

2.2.3 Cuando en lo que sigue se haga alusión a los métodos de prueba especificados en Recomendaciones tales como la O.131 o la O.132, convendrá tener presente que algunos de los requisitos de dichas Recomendaciones con respecto al diseño podrían ser insuficientes para garantizar la precisión estipulada en la presente Recomendación. Incluso respetando las especificaciones de la presente y de otras Recomendaciones pertinentes (por ejemplo, O.131, O.132), pueden surgir problemas de compatibilidad especialmente cuando se utilicen como estímulos señales de ruido pseudoaleatorio que entrañen una disminución de la precisión de la medida y/o fluctuaciones en la indicación de los resultados.

2.2.4 Con el objeto de facilitar el interfuncionamiento de aparatos de diferente diseño se recomienda utilizar señales de ruido pseudoaleatorio con una periodicidad especificada (véanse los § 3.2.3.1 y 3.4.2.1).

## 2.3 *Posibilidades de medida*

El cuadro 1/O.133 es la lista de los parámetros que pueden medirse en los diversos equipos, e indica además la configuración de medida requerida. Cabe señalar, sin embargo, que el aparato de medida especificado en esta Recomendación no permite medir todos los parámetros enumerados. Cuando procede, se indican otras Recomendaciones pertinentes.

## 3 **Especificaciones des aparato**

Aquí se describen los requisitos mínimos que deben reunir las cuatro unidades funcionales del aparato. La precisión de las medidas se trata en el § 4.

### 3.1 *Interfaces*

#### 3.1.1 *Interfaces analógicos<sup>1)</sup>*

3.1.1.1 Impedancias de salida y entrada simétricas, aisladas con respecto a tierra: 600 y/o 900 ohmios.

3.1.1.2 Pérdida de retorno de 200 Hz a 4 kHz:  $\geq 36$  dB.

3.1.1.3 Pérdida de conversión longitudinal (gama de frecuencias de 200 Hz a 4 kHz):  $\geq 46$  dB.

---

<sup>1)</sup> Se están estudiando las medidas con impedancias complejas.

CUADRO 1/O.133  
Posibilidades de medida

Parámetro	Configuración de medida				Tipo de facilidad
	A-D	D-A	A-A	D-D	
Ganancia (relación entre la ley de codificación y el nivel audio)	+	+	+	+ <sup>a)</sup>	E
Variación de la ganancia (pérdida) con el tiempo <sup>b)</sup>	+	+	+	+	E
Pérdida de retorno (en los accesos a frecuencia vocales)	+	+	+	-	O
Simetría longitudinal	+	+	+	-	O
Distorsión de atenuación en función de la frecuencia	+	+	+	+	E
Ruido ponderado	+	+	+	+	E
Discriminación contra señales de entrada fuera de banda	Δ	Δ	Δ	Δ	O
Señales de salida parásitas fuera de banda	Δ	Δ	Δ	Δ	O
Ruido a una sola frecuencia	Δ	Δ	Δ	Δ	O
Distorsión total (incluida la distorsión de cuantificación)	+	+	+	+	E
Variación de la ganancia con el nivel de entrada	+	+	+	+	E
Diafonía (medida con señales sinusoidales) <sup>a)</sup>	+	+	+	+	E
Diafonía (medida con señal telefónica convencional)	Δ	Δ	+	Δ	O
Interferencia causada por la señalización <sup>c)</sup>					O
Frecuencia de una señal repetitiva	+	+	+	+	O

<sup>a)</sup> La medida debe efectuarse al tiempo que se inyecta una señal auxiliar en el canal perturbado.

<sup>b)</sup> Este parámetro se llama «estabilidad» en las Recomendaciones G.712 [9], G.714 [12] y G.792 [13].

<sup>c)</sup> No se especifica el estímulo para el canal de señalización.

E Esencial                      Δ Capacidad no proporcionada

O Optativo

+ Sí

- No se aplica

*Nota* – Cuando no figura ningún símbolo, se trata de una medida que se halla aún en estudio.

### 3.1.2 *Interfaces digitales*

#### 3.1.2.1 *Condiciones de nivel y formato de trama*

El aparato de medida debe funcionar satisfactoriamente con niveles de interfaz conformes a la Recomendación G.703 [7].

Se preverá una o ambas de las siguientes condiciones de interfaz y formatos de trama, incluidos los formatos de trama ampliados y los procedimientos de verificación por redundancia cíclica (VRC):

a 1544 kbit/s: § 2 de la Recomendación G.703 [7] y Recomendaciones G.733 [3] y G.704 [11];

a 2048 kbit/s: § 6 de la Recomendación G.703 [7] y Recomendaciones G.732 [2] y G.704 [11].

Además, el analizador digital funcionará satisfactoriamente cuando esté conectado por un largo de cable que tenga una pérdida de inserción de 6 dB a la velocidad binaria mitad de la señal. La pérdida de inserción del cable a otras frecuencias será proporcional a  $\sqrt{f}$ .

Además de efectuar medidas con terminación, el aparato puede tener que utilizarse también para la observación de puntos de prueba protegidos en equipos digitales. Por ello debe preverse una alta impedancia o una ganancia adicional, o ambas cosas, para compensar la pérdida que tiene lugar en los puntos de supervisión de que vienen provistos ya algunos equipos.

#### 3.1.2.2 *Impedancias de los interfaces digitales*

Las impedancias en las salidas y entradas digitales se amoldarán a lo especificado en los § 2 ó 6 de la Recomendación G.703 [7].

La pérdida de retorno medida con la impedancia nominal será la siguiente:

- 1544 kbit/s (con preacentuación)
  - Gama de frecuencias de 20 kHz a 1,6 MHz en la entrada:  $\geq 20$  dB
  - Gama de frecuencias de 20 kHz a 500 kHz en la salida:  $\geq 14$  dB
  - Gama de frecuencias de 500 kHz a 1,6 MHz en la salida:  $\geq 16$  dB
- 1544 kbit/s (sin acentuación)
  - Gama de frecuencias de 20 kHz a 1,6 MHz en la entrada y la salida:  $\geq 20$  dB
- 2048 kbit/s
  - Gama de frecuencias de 40 kHz a 2,5 MHz en la entrada y la salida:  $\geq 20$  dB

#### 3.1.2.3 *Pérdida de conversión longitudinal*

(En estudio.)

### 3.2 *Generador de señales analógicas*

Dispondrá como mínimo de las siguientes funciones:

#### 3.2.1 *Niveles relativos*

Véase la Recomendación G.232 [8].

##### 3.2.1.1 Niveles relativos (gama mínima): $-16$ dBr a $0$ dBr.

#### 3.2.2 *Señales de prueba sinusoidales*

3.2.2.1 Con niveles de  $0$  y de  $-10$  dBm<sub>0</sub>, el generador producirá señales de prueba en la gama de frecuencias de  $200$  a  $3600$  Hz. Se dispondrá, como mínimo, de las frecuencias indicadas en el § 3.2.2.2, que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas. En lo relativo a la elección de las frecuencias de prueba, véase el § 4.1.4.

3.2.2.2 Frecuencias de las señales de prueba (aproximadamente):  $200$ ,  $300$ ,  $420$ ,  $500$ ,  $600$ ,  $820$ ,  $1020$ ,  $2400$ ,  $2800$ ,  $3000$ ,  $3400$  y  $3600$  Hz.

3.2.2.3 Desviación de la frecuencia transmitida respecto de la frecuencia indicada:  $\pm 2$  Hz  $\pm 0,1\%$ .

3.2.2.4 Para por lo menos una frecuencia (de preferencia  $820$  ó  $1020$  Hz aproximadamente), será posible ajustar el nivel de la señal entre  $+3$  dBm<sub>0</sub> y  $-55$  dBm<sub>0</sub>. Se dispondrá, como mínimo, de los niveles indicados en el § 3.2.2.5 que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas. En lo relativo a la elección de las frecuencias de prueba, véase el § 4.1.4.

3.2.2.5 Niveles de las señales de prueba:  $-55$ ,  $-50$ ,  $-45$ ,  $-40$ ,  $-30$ ,  $-20$ ,  $-10$ ,  $0$ ,  $+3$  dBm0.

3.2.2.6 Desviación del nivel transmitido con respecto al nivel indicado en la gama de funcionamiento del aparato:  $\pm 0,2$  dB. Se debe sin embargo, proporcionar los medios para efectuar medidas relativas como se define en el § 4.2 dentro de las tolerancias especificadas.

*Nota* – Esta tolerancia se especifica con el objeto de facilitar el interfuncionamiento. Las desviaciones en los resultados de medida debidas a errores en los niveles de prueba deben tenerse en cuenta al leer las precisiones de medidas citadas en esta Recomendación.

3.2.2.7 La distorsión total referida a la anchura de banda de medidas de 20 kHz debe ser mejor en 20 dB por lo menos que los límites especificados en el diagrama de la figura 4/G.712 [9].

### 3.2.3 *Señal de prueba pseudoaleatoria*

3.2.3.1 Se dispondrá de una señal de prueba pseudoaleatoria de acuerdo con la Recomendación O.131. Para facilitar el interfuncionamiento, el periodo de repetición de la secuencia será de 256 ms (2048 muestras) y se obtendrá, si se puede, de la frecuencia de muestreo del codificador sometido a prueba. De no ser así, la tolerancia será de  $\pm 1$  ms.

*Nota* – Se cumple también este requisito con un periodo de  $128 \pm 0,5$  ms (1024 muestras).

3.2.3.2 El nivel de la señal de prueba pseudoaleatoria será ajustable entre  $-3$  dBm0 y  $-55$  dBm0. Se dispondrá, como mínimo, de los niveles indicados en el § 3.2.3.3, que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas.

3.2.3.3 Nivel de las señales de prueba:  $-55$ ,  $-50$ ,  $-40$ ,  $-34$ ,  $-27$ ,  $-10$ ,  $-6$ ,  $-3$  dBm0.

### 3.2.4 *Señal auxiliar*

3.2.4.1 Se proporcionará una señal auxiliar (de activación) para su inyección en el canal perturbado a fin de aumentar la precisión de las medidas de diafonía.

3.2.4.2 Como señal auxiliar se podrá utilizar una señal de ruido de excitación de banda limitada situada entre 350 y 550 Hz y similar a la especificada en la Recomendación O.131, con un nivel comprendido entre  $-50$  y  $-60$  dBm0. A frecuencias inferiores a 250 Hz y de la gama de 700 Hz a 4 kHz, la señal espuria será al menos 40 dB inferior a la señal auxiliar.

3.2.4.3 Otra posibilidad consiste en utilizar una onda sinusoidal con un nivel dentro de la gama de  $-33$  a  $-40$  dBm0. Los componentes armónicos de la señal sinusoidal serán al menos 40 dB inferiores al fundamental.

## 3.3 *Analizador de señales analógicas*

Se proveerán las siguientes funciones mínimas.

### 3.3.1 *Niveles relativos*

Véase la Recomendación G.232 [8].

3.3.1.1 Niveles relativos (gama mínima): de  $-5$  dB a  $+7$  dBr.

### 3.3.2 *Nivel*

3.3.2.1 Gama de medida de niveles: de  $-60$  a  $+5$  dBm0.

### 3.3.3 *Pérdida de retorno (facultativo)*

3.3.3.1 Gama de medida de pérdidas de retorno: de 0 a 40 dB en la gama de frecuencias de 200 a 3600 Hz.

### 3.3.4 *Simetría longitudinal según la Recomendación O.121 (optativo)*

3.3.4.1 Gama de pérdidas de conversión longitudinal: de 5 a 56 dB en la gama de frecuencias de 200 a 3600 Hz.

3.3.4.2 Gama de pérdidas de transferencia de conversión longitudinal: de 5 a 56 dB en la gama de frecuencias de 200 a 3600 Hz.

### 3.3.5 *Ruido ponderado según la Recomendación O.41*

3.3.5.1 Gama de medida del ruido: de  $-80$  a  $-20$  dBm0p.

### 3.3.6 *Distorsión total según las Recomendaciones O.131 y/u O.132*

*Nota* – Para facilitar el interfuncionamiento, el tiempo de observación según la Recomendación O.131 será de 256 ms o un múltiplo de este valor, obtenido, si se puede, de la frecuencia de muestreo del decodificador sometido a prueba. De no ser así, la tolerancia será de  $\pm 1$  ms.

3.3.6.1 Gama de medida de la distorsión total: de 0 a 40 dB.

### 3.3.7 *Diafonía*

3.3.7.1 Gama de medida de niveles: de  $-75$  a  $-20$  dBm0.

### 3.3.8 *Frecuencia de una señal repetitiva*

Como opción, deberá poderse medir y visualizar la frecuencia de cualquier señal repetitiva en una gama de frecuencias de 200 a 4000 Hz aplicada a la entrada del instrumento a cualquier nivel de la gama definida en el § 3.3.2. El resultado se visualizará hasta una resolución de 1 Hz. La medida se efectuará con una exactitud de al menos  $50 \cdot 10^{-6}$ .

## 3.4 *Generador de señales digitales*

El generador de señales digitales ofrecerá las siguientes facilidades:

### 3.4.1 *Señales sinusoidales con codificación digital*

3.4.1.1 Se dispondrá de señales sinusoidales con codificación digital, con niveles de 0 y  $-10$  dBm0 (seleccionable) y frecuencias en la gama de 200 Hz a 3600 Hz. Se preverán, como mínimo, las frecuencias indicadas en el § 3.4.1.2, que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas. En lo relativo a la elección de las frecuencias de prueba, véase el § 4.1.4.

3.4.1.2 Frecuencias de las señales de prueba (aproximadamente): 200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400, 3600 Hz.

3.4.1.3 Desviación de la frecuencia transmitida con respecto a la frecuencia indicada:  $\pm 2$  Hz  $\pm 0,1\%$ .

3.4.1.4 Para por lo menos una frecuencia (de preferencia 820 ó 1020 Hz aproximadamente), será posible ajustar el nivel de la señal entre  $+3$  dBm0 y  $-55$  dBm0. Se dispondrá, como mínimo, de los niveles indicados en el § 3.4.1.5, que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas. En lo relativo a la elección de las frecuencias de prueba, véase el § 4.1.4.

3.4.1.5 Niveles de las señales de prueba:  $-55$ ,  $-50$ ,  $-45$ ,  $-40$ ,  $-30$ ,  $-20$ ,  $-10$ , 0,  $+3$  dBm0.

3.4.1.6 Desviación del nivel transmitido con respecto al nivel indicado:  $\pm 0,2$  dB.

*Nota* – Esta tolerancia se especifica con el objeto de facilitar el interfuncionamiento. Las desviaciones en los resultados debidas a errores en los niveles de prueba deben formar parte de las especificaciones de la precisión de medida.

### 3.4.1.7 *Secuencia digital de referencia*

El generador de señales digitales deberá poder generar las secuencias periódicas de señales de carácter especificadas en el cuadro 5/G.711 [1] y/o en el cuadro 6/G.711 [1], equivalentes a una onda sinusoidal de 1 kHz con un nivel nominal de 0 dBm0.

### 3.4.2 *Señal de ruido pseudoaleatorio con codificación digital*

3.4.2.1 En materia de espectro de frecuencias y de distribución de amplitudes, la fuente de ruido tendrá las mismas características que la señal que se obtendría aplicando, a un canal de transmisión perfecto, una fuente de ruido pseudoaleatorio de banda limitada conforme a la Recomendación O.131. Para facilitar el interfuncionamiento, el periodo de repetición de la secuencia será de  $256 \pm 1$  ms (2048 muestras).

*Nota* – Se cumple también este requisito con un periodo de  $128 \pm 0,5$  ms (1024 muestras).

3.4.2.2 El nivel de la señal de ruido pseudoaleatorio con codificación digital será ajustable entre  $-3$  dBm0 y  $-55$  dBm0. Se dispondrá, como mínimo, de los niveles indicados en el § 3.4.2.3, que comprenden los puntos de referencia y de corte de las correspondientes plantillas.

3.4.2.3 Niveles de las señales de prueba:  $-55$ ,  $-50$ ,  $-40$ ,  $-34$ ,  $-27$ ,  $-10$ ,  $-6$ ,  $-3$  dBm0.

### 3.4.3 *Otras señales digitales*

Además de las señales especificadas en los § 3.4.1 y 3.4.2 será posible seleccionar manualmente cualquier esquema binario repetitivo de 8 bits.

### 3.4.4 *Asignación de intervalos de tiempo*

3.4.4.1 Las señales descritas en los § 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 podrán aplicarse a:

- a) cualquier intervalo de tiempo de señal vocal seleccionado;
- b) con carácter facultativo, a todos los intervalos de tiempo de señal vocal.

Los intervalos de tiempo de señal vocal que no contengan las señales descritas en los § 3.4.1 y 3.4.2 contendrán las señales digitales indicadas en el § 3.4.3.

3.4.4.2 Como opción, se preverá un interfaz que permita aplicar una señal digital externamente generada a cualquier intervalo de tiempo de señal vocal seleccionado. El interfaz cumplirá los requisitos de un interfaz codireccional definido en la Recomendación G.703 [7].

### 3.4.5 *Prueba de la unidad de alarma múltiplex MIC*

#### 3.4.5.1 *Multiplexores MIC a 2048 kbit/s (por ejemplo, según la Recomendación G.732 [2])*

3.4.5.1.1 Será posible modificar cualquier bit de la señal digital en el intervalo de tiempo 0 de las tramas que contengan la señal de alineación de trama y de las tramas que no contengan la señal de alineación de trama, a fin de realizar una prueba completa de la unidad de alarma múltiplex.

3.4.5.1.2 Será posible modificar cualquier bit de la señal digital en el intervalo de tiempo 16 de la trama 0.

3.4.5.1.3 Como opción, durante las pruebas descritas en los § 3.4.5.1.1 y 3.4.5.1.2 se aplicará a todos los intervalos de tiempo de señal vocal una señal sinusoidal con codificación digital de unos 820 Hz con un nivel de 0 dBm0. Esto tiene por objeto verificar la supresión del canal principal de señales vocales cuando actúa la unidad de alarma múltiplex.

3.4.5.1.4 Como opción, se podrá modificar cualquier bit de la señal digital en el intervalo de tiempo 16 de las tramas 1 a 15 de una multitrama cuando se esté utilizando señalización asociada al canal. Se podrá aplicar la misma secuencia binaria a la totalidad de los 30 canales de señalización.

3.4.5.1.5 El instrumento será capaz de generar formatos de trama que incluyan multitramas VRC y bits VRC, de conformidad con el § 2.3 de la Recomendación G.704 [11].

3.4.5.1.6 Cuando se esté generando una multitrama VRC, será posible modificar cualquier bit de la señal de alineación de multitrama VRC.

3.4.5.1.7 Como opción, se preverá un interfaz que permita controlar los bits de señalización asociados con cualquier intervalo de tiempo de señal vocal desde una fuente externa cuando se esté utilizando señalización asociada al canal.

#### 3.4.5.2 *Multiplexores MIC a 1544 kbit/s (por ejemplo, según la Recomendación G.733 [3])*

3.4.5.2.1 El instrumento será capaz de generar formatos de trama, incluidas multitramas VRC, de conformidad con el § 3.1 de la Recomendación G.704 [11].

3.4.5.2.2 Será posible modificar el primer bit de cada trama que contenga la señal de alineación de trama.

3.4.5.2.3 Será posible modificar el primer bit de la trama 12.

3.4.5.2.4 Cuando esté generándose la multitrama de 12 tramas, será posible modificar el octavo bit de cada intervalo de tiempo de canal de las tramas 6 y 12 cuando se esté utilizando señalización asociada al canal. Se podrá aplicar la misma secuencia binaria a todos los canales de señalización.

3.4.5.2.5 Cuando esté generándose la multitrama de 24 tramas, será posible modificar el octavo bit de cada intervalo de tiempo de las tramas 6, 12, 18 y 24 cuando se esté utilizando señalización asociada al canal. Se podrá aplicar la misma secuencia binaria a todos los canales de señalización.

3.4.5.2.6 Como opción, se preverá un interfaz que permita controlar los bits de señalización asociados con cada intervalo de tiempo de señal vocal seleccionado desde una fuente externa cuando se esté utilizando señalización asociada al canal.

### 3.4.6 *Sincronización seleccionable*

Será posible, ya sea:

- a) sincronizar la velocidad del reloj del generador digital con la presente a la entrada del analizador digital, o
- b) dejar que los relojes del generador y del analizador funcionen libremente dentro de las tolerancias de frecuencia globales permitidas;
- c) como opción, se podrá sincronizar la velocidad del reloj del generador digital con un reloj externo.

### 3.5 *Analizador de señales digitales*

El analizador de señales digitales será capaz de medir los siguientes parámetros, mediante la extracción de la señal digital de cualquier intervalo de tiempo seleccionable del flujo múltiple MIC y su tratamiento, cuando proceda, como señal audio codificada.

#### 3.5.1 *Nivel*

3.5.1.1 Gama de medida de niveles: de  $-60$  a  $+5$  dBm0.

#### 3.5.2 *Ruido ponderado según la Recomendación O.41*

3.5.2.1 Gama de medida del ruido: de  $-80$  a  $-20$  dBm0p.

*Nota* – Si el analizador digital recibe una señal digital correspondiente al valor de salida 1 del decodificador en el caso de la ley A, o al valor de salida 0 del decodificador en el caso de la ley  $\mu$ , y el bit de polaridad se mantiene en posición fija, el nivel de ruido indicado no excederá de  $-85$  dBm0p.

#### 3.5.3 *Distorsión total según las Recomendaciones O.131 y/u O.132*

*Nota* – Para facilitar el interfuncionamiento, el tiempo de observación según la Recomendación O.131 será de 256 ms o un múltiplo de este valor, obteniéndose, si se puede, de la frecuencia de muestreo del codificador sometido a prueba. De no ser así, la tolerancia será de  $\pm 1$  ms.

3.5.3.1 Gama de medida de la distorsión total: de 0 a 40 dB.

#### 3.5.4 *Diafonía*

3.5.4.1 Gama de medida de niveles: de  $-75$  a  $-20$  dBm0.

#### 3.5.5 *Detección y visualización del código de cresta*

Será posible visualizar los valores positivos y/o negativos del código de cresta presentes en un periodo de observación de por lo menos 800 tramas, o en periodos automáticamente seleccionados repetitivos de por lo menos 800 tramas. Este código puede tomar cualquier valor entero entre 0 y  $\pm 127$ . Otra posibilidad optativa consiste en indicar también el código de cresta mediante la visualización del nivel del tono equivalente, en dBm0.

#### 3.5.6 *Bits de señalización*

3.5.6.1 Como opción, podrán seleccionarse y visualizarse los bits de señalización asociados con cualquier intervalo de tiempo de señal vocal cuando se esté utilizando señalización asociada al canal.

3.5.6.2 Como opción, se preverá un interfaz que permita la supervisión de los bits de señalización asociados con cualquier intervalo de tiempo de señal vocal seleccionable por un instrumento externamente conectado cuando se esté utilizando señalización asociada al canal.

### 3.5.7 *Detección y visualización de alarmas (optativa)*

El analizador digital será capaz de supervisar la salida digital de un multiplexor MIC y de reconocer y visualizar las condiciones de alarma y los estados de bits siguientes:

3.5.7.1 Equipo múltiplex MIC conforme a la Recomendación G.732 [2]: Pérdida de señal, pérdida de alineación de trama, pérdida de alineación de multitrama cuando se esté utilizando señalización asociada al canal, pérdida de alineación de multitrama VRC, estado del bit 1 del intervalo de tiempo 0 de la trama que contiene la señal de alineación de trama, estado de los bits 1 y 3 a 8 del intervalo de tiempo 0 de la trama que no contiene la señal de alineación de trama, estado del bit 6 del intervalo de tiempo 16 de la trama 0, y visualización de la información transmitida mediante el procedimiento VRC definido en la Recomendación G.704 [11].

3.5.7.2 Equipo múltiplex MIC conforme con la Recomendación G.733 [3].

3.5.7.2.1 Pérdida de señal, pérdida de alineación de trama, pérdida de alineación de multitrama cuando se esté utilizando señalización asociada al canal.

3.5.7.2.2 Cuando se está supervisando una multitrama de 12 tramas, el estado del bit 8 de cada canal en las tramas 6 y 12, y estado del bit 1 en la trama 12.

3.5.7.2.3 Cuando se esté supervisando una multitrama de 24 tramas, el estado del bit 8 de cada canal de las tramas 6, 12, 18 y 24, el estado del bit 1 de la trama 12, y la visualización de la información transmitida mediante el procedimiento VRC definido en la Recomendación G.704.

### 3.5.8 *Frecuencia de una señal repetitiva*

Como opción, será posible medir y visualizar la frecuencia de cualquier señal repetitiva en la gama de frecuencias de 200 y 4000 Hz aplicada a un nivel de la gama definida en el § 3.5.1. El resultado se visualizará hasta una resolución de 1 Hz. La medida se efectuará con una exactitud de al menos  $50 \cdot 10^{-6}$ .

### 3.5.9 *Interfaz de intervalo de tiempo de señal vocal externo*

Como opción se preverá un interfaz que permita la extracción y aplicación a un instrumento separado de un intervalo de tiempo de señal vocal seleccionado. El interfaz cumplirá los requisitos de un interfaz codireccional definidos en la Recomendación G.703 [7].

## 4 **Precisión de las medidas**

### 4.1 *Definición de los límites de error del aparato de medida*

4.1.1 Los límites de error indicados en esta Recomendación se refieren siempre a una configuración de medida completa e incluyen por consiguiente los errores que se producen en el lado del generador así como en el lado del analizador (si procede).

4.1.2 Incluso las parejas codificador/decodificador ideales que reúnen las condiciones estipuladas en la Recomendación G.711 [1] presentan limitaciones intrínsecas inevitables debidas al proceso MIC<sup>2)</sup>. Algunos ejemplos son la capacidad máxima de carga, la tasa de distorsión de cuantificación, la variación de la ganancia con el nivel de entrada y la gama limitada de audiodfrecuencias.

El aparato de medida aquí descrito tiene las mismas características y limitaciones generales. A los efectos de la presente especificación, las diferencias entre un codificador/decodificador ideal conforme con la Recomendación G.711 [1] y el aparato de medida se definen en forma de errores de medida. La figura 1/O.133 muestra la relación entre estos errores y los errores propios del generador y del analizador de señales digitales.

4.1.3 Al especificar el error de medida total deben considerarse también los errores introducidos por el analizador analógico ( $E_{AA}$ ) y por el generador analógico ( $E_{GA}$ ). Debido al limitado nivel de precisión del generador de señales analógicas se producirán variaciones en la medida causadas por los efectos de la ganancia de cuantificación en el canal MIC sometido a prueba<sup>2)</sup>.

El error de medida total correspondiente a las cuatro configuraciones de medida puede calcularse de la forma indicada en el cuadro 2/O.133.

<sup>2)</sup> Véase el anexo A en cuanto a los errores intrínsecos al proceso de codificación MIC que pueden influir en la interpretación de los resultados medidos.

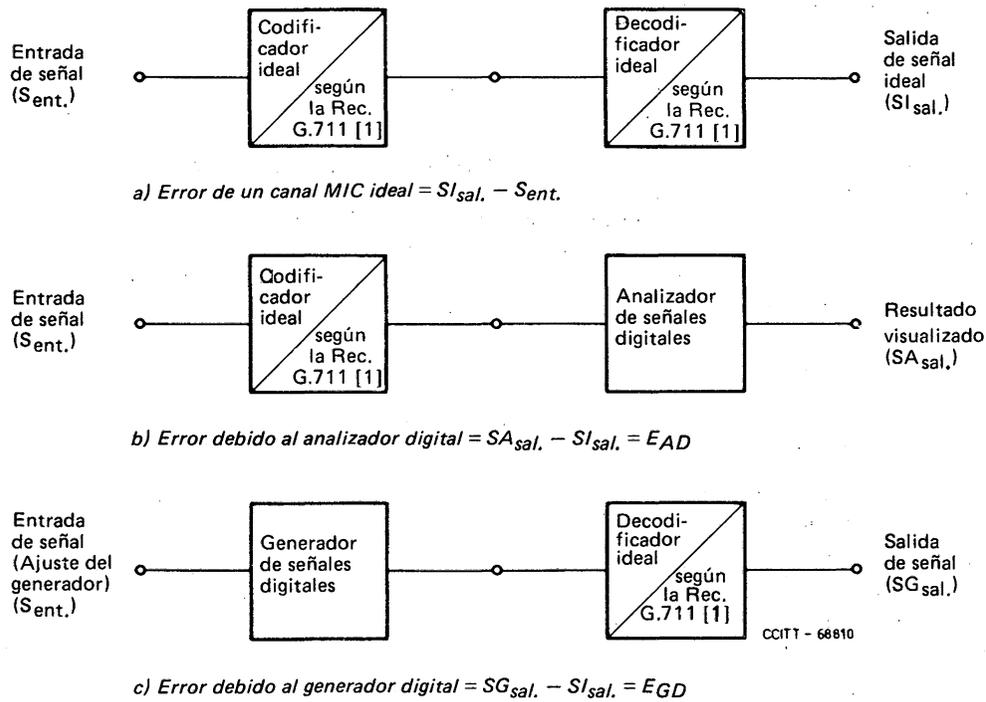


FIGURA 1/O.133  
Definición de los errores del analizador y del generador digitales

CUADRO 2/O.133  
Definición del error de medida total

Configuración de medida	Error de medida total
A-D	$E_{GA} + E_{AD}$
D-A	$E_{GD} + E_{AA}$
A-A	$E_{GA} + E_{AA}$
D-D	$E_{GD} + E_{AD}$

#### 4.1.4 Elección de las frecuencias de prueba

Al especificar la precisión de las medidas de señales sinusoidales, se supone que la frecuencia del tono aplicado al codificador ideal de la figura 1/O.133 no está relacionada con la frecuencia de muestreo, y que el periodo de medidas es suficientemente largo para eliminar el error de determinación de la media.

En las medidas de tonos, los errores intrínsecos dependen del factor común más alto de la frecuencia de la señal de prueba y de la frecuencia de muestreo MIC. Deben evitarse los submúltiplos simples de la frecuencia de muestreo y sus armónicos. El aparato de medida debe utilizar un elevado número de muestras independientes y la precisión de la medida se especificará en relación con un número mínimo de muestras. Se recomiendan 400 por lo menos. Deberá indicarse toda restricción con respecto al empleo de otras frecuencias. La elección de la frecuencia de prueba se ajustará a lo establecido en la Recomendación O.6.

#### 4.1.5 Distorsión intrínseca de las señales de prueba

Para facilitar el interfuncionamiento en las medidas de la distorsión total, es preciso especificar, para ciertas señales con codificación digital de nivel variable (de haberlas), la distorsión intrínseca total dentro de la gama de niveles seleccionables, medida como sigue:

- Ruido pseudoaleatorio, señal sinusoidal de 420 Hz: por el método de la Recomendación O.131.
- Señal sinusoidal, 820 Hz ó 1020 Hz: por el método de la Recomendación O.132.

#### 4.1.6 Anchura de banda de medida para las medidas de tono

No se especifica el diseño de los filtros para las medidas de tono. Los errores de medida, sin embargo, deben calcularse con relación a los resultados obtenidos en una medida selectiva ideal.

#### 4.2 Resumen de los errores de medida totales

Se supone una codificación de 8 bits completa, como se especifica en la Recomendación G.711 [1].

##### 4.2.1 Ganancia (relación entre la ley de codificación y el nivel audio)

Véase el cuadro 3/O.133.

CUADRO 3/O.133

Parámetro	Límites de error (dB)			
	A-D	D-A	A-A	D-D
Ganancia (relación entre la ley de codificación y el nivel audio) <sup>a)</sup>	± 0,08	± 0,08	± 0,05	± 0,05

<sup>a)</sup> Medida a una frecuencia de unos 820 Hz o 1020 Hz con un nivel de 0 dBm0.

*Nota* — Si se utiliza una señal de prueba sinusoidal, las incertidumbres respecto de la posición del nivel absoluto de la característica de ley de compresión-expansión de un codificador corriente exigen una interpretación especial de los límites de error especificados en los modos A-D, A-A y (si la señal atraviesa un punto analógico) D-D. En estos modos, las cifras representan la precisión con la que se puede ubicar la *envolvente* de la característica más bien que la precisión de cualquier *resultado individual*. Para otras consideraciones sobre el tema y la ubicación teórica de la envolvente consúltese el anexo A.

##### 4.2.2 Pérdida de retorno (optativa)

Véase el cuadro 4/O.133.

CUADRO 4/O.133

Parámetro	Resultado indicado	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Pérdida de retorno <sup>a)</sup>	De 0 a 30 dB	± 1	± 1	± 1	—
	De 30 a 40 dB	± 2	± 2	± 2	—

<sup>a)</sup> Medida con un nivel  $\geq -10$  dBm0.

#### 4.2.3 Atenuación de conversión longitudinal (ACL) (optativa)

Véase el cuadro 5/O.133.

CUADRO 5/O.133

Parámetro	Resultado indicado	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
ACL <sup>a)</sup>	De 5 a 40 dB	± 1,5	–	± 1,6	–
	De 40 a 56 dB	± 2,5	–	± 2,5	–

<sup>a)</sup> Medida con un nivel  $\geq -10$  dBm0.

#### 4.2.4 Atenuación de transferencia de conversión longitudinal (ATCL) (optativa)

Véase el cuadro 6/O.133.

CUADRO 6/O.133

Parámetro	Resultado indicado	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
ATCL <sup>a)</sup>	De 5 a 40 dB	± 1,5	–	± 1,5	–
	De 40 a 56 dB	± 2,5	–	± 2,5	–

<sup>a)</sup> Medida con un nivel  $\geq -10$  dBm0.

#### 4.2.5 Distorsión de atenuación en función de la frecuencia

Véase el cuadro 7/O.133.

CUADRO 7/O.133

Parámetro	Gama de frecuencias	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Distorsión de atenuación en función de la frecuencia <sup>a)</sup>	De 200 a 300 Hz	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08
	De 300 a 3000 Hz	± 0,05	± 0,05	± 0,05	± 0,05
	De 3000 a 3600 Hz	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08

<sup>a)</sup> Medida con un nivel de 0 o  $-10$  dBm0. Error referido a la medida a unos 820 Hz o 1020 Hz. Es aplicable el error de medida especificado si la distorsión de atenuación en función de la frecuencia medida no pasa de 6 dB.

#### 4.2.6 Ruido ponderado

Véase el cuadro 8/O.133.

CUADRO 8/O.133

Parámetro	Resultado indicado	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Ruido ponderado <sup>a)</sup>	De -80 a -75 dBm0p	± 2,5	± 2,5	± 2,5	± 2,5
	De -75 a -70 dBm0p	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5
	De -70 a -20 dBm0p	± 1	± 1	± 1	± 1

<sup>a)</sup> El error de medida incluye las tolerancias del filtro de ponderación establecidas en la Recomendación O.41.

#### 4.2.7 Distorsión total

Véase el cuadro 9/O.133.

CUADRO 9/O.133

Parámetro	Resultado indicado <sup>a)</sup>	Límites de error (dB) <sup>a)</sup>			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Distorsión total (señal de prueba de ruido)	De 0 a 40 dB	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Distorsión total (señal de prueba sinusoidal)	De 0 a 40 dB	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,8

<sup>a)</sup> Con una señal de distorsión absoluta de -72 dBm0 por lo menos.

*Nota* – Si se utiliza una señal de prueba sinusoidal, las incertidumbres respecto de la posición del nivel absoluto de la característica de ley de compresión-expansión de un codificador corriente exigen una interpretación especial de los límites de error especificados en los modos A-D, A-A y (si la señal atraviesa un punto analógico) D-D. En estos modos, las cifras representan la precisión con la que se puede ubicar la *envolvente* de la característica más bien que la precisión de cualquier *resultado individual*. Para otras consideraciones sobre el tema y la ubicación teórica de la envolvente consúltese el anexo A.

#### 4.2.8 Variación de la ganancia con el nivel de entrada

Véase el cuadro 10/O.133.

CUADRO 10/O.133

Parámetro	Gama de niveles	Límites de error (dB) <sup>a)</sup>			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Variación de la ganancia (señal de prueba de ruido)	De -10 a -40 dBm0	± 0,10	± 0,10 <sup>b)</sup>	± 0,15 <sup>b)</sup>	± 0,10
	De -40 a -50 dBm0	± 0,15	± 0,15	± 0,20	± 0,10
	De -50 a -55 dBm0	± 0,15	± 0,15	± 0,20	± 0,10
Variación de la ganancia (señal de prueba sinusoidal de unos 420, 820 o 1020 Hz)	De +3 a -40 dBm0	± 0,10 <sup>b)</sup>	± 0,10	± 0,15	± 0,10
	De -40 a -50 dBm0	± 0,20	± 0,15	± 0,20	± 0,15
	De -50 a -55 dBm0	± 0,25	± 0,20	± 0,25	± 0,20

<sup>a)</sup> Error referido a la medición a -10 dBm0.

<sup>b)</sup> Valor provisional pendiente de ulterior estudio.

*Nota* — Si se utiliza una señal de prueba sinusoidal, las incertidumbres respecto de la posición del nivel absoluto de la característica de ley de compresión-expansión de un codificador corriente exigen una interpretación especial de los límites de error especificados en los modos A-D, A-A y (si la señal atraviesa un punto analógico) D-D. En estos modos, las cifras representan la precisión con la que se puede ubicar la *envolvente* de la característica más bien que la precisión de cualquier *resultado individual*. Para otras consideraciones sobre el tema y la ubicación teórica de la *envolvente* consúltese el anexo A.

#### 4.2.9 Medida de la diafonía

Véase el cuadro 11/O.133.

CUADRO 11/O.133

Parámetro	Observaciones	Límites de error (dB)			
		A-D	D-A	A-A	D-D
Diafonía	Señal de prueba sinusoidal <sup>a)</sup>	± 1	± 1	± 1	± 1
	Señal telefónica convencional (optativa) <sup>b)</sup>	—	—	± 1,5	—

<sup>a)</sup> La medida ha de efectuarse mientras se inyecta una señal auxiliar en el canal perturbado. Las señales auxiliares apropiadas se definen en el § 3.2.4. El error comprende el efecto del rechazo finito de la señal auxiliar por el filtro de medida y el de la distorsión de cuantificación en la anchura de banda de medida.

<sup>b)</sup> El error de medida incluye las tolerancias del filtro de ponderación establecidas en la Recomendación O.41.

## 5 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

**Errores intrínsecos al proceso de codificación MIC  
que pueden influir en la interpretación de los resultados medidos**

### A.1 *Introducción*

La modulación por impulsos codificados (MIC) posee algunas limitaciones inherentes que influyen en las medidas de los codificadores MIC. Esta consideración es aplicable especialmente a la medida de la variación de la ganancia con el nivel de entrada y a la tasa de distorsión de cuantificación. Debido al número limitado de escalones de cuantificación disponibles para la codificación de una señal analógica, la señal de salida de un decodificador MIC no es una réplica exacta de la señal de entrada al codificador. Según la amplitud real de las muestras de señal a codificar, con relación a los umbrales de cuantificación, los valores de salida en el decodificador son unas veces superiores y unas veces inferiores a los que produciría un sistema lineal. Las diferencias se denominan errores de cuantificación, y ocurren aún en una pareja codificador/decodificador MIC ideal conforme a una ley de codificación práctica. Una señal de prueba sufrirá el efecto medio de los errores de cuantificación en todas sus muestras, el cual depende de la distribución de amplitudes de la señal. En el caso del ruido gaussiano, los errores tienden a anularse y no se plantean problemas de medida. Por el contrario, no sucede así con las señales sinusoidales, y será preciso interpretar cuidadosamente los resultados de las medidas correspondientes a la linealidad de la ganancia y la tasa de distorsión de cuantificación.

### A.2 *Medidas de la ganancia y de la variación de la ganancia con el nivel de entrada*

Tal como se ha indicado en la introducción, la señal a la salida de un decodificador MIC puede diferir de la señal a la salida de un sistema lineal; ello hace que un canal MIC parezca tener una ganancia inesperada cuando se efectúan medidas con una señal sinusoidal. Esta «ganancia de cuantificación» es algunas veces positiva y otras negativa, y varía con el nivel de entrada. En el caso de la codificación lineal, cuanto mayor sea el número de escalones de cuantificación de que se disponga para la codificación de la señal analógica de entrada, tanto menores serán los errores de cuantificación y, en consecuencia, las variaciones de la ganancia. Con una característica de codificación completamente logarítmica, el error de cuantificación será independiente del nivel de entrada.

Las leyes de codificación que se utilizan en la práctica (ley A y ley  $\mu$ ) aproximan las características logarítmicas mediante una curva poligonal. Ello ocasiona, en el caso de la ley A, una variación de la ganancia que sigue las mismas reglas para los segmentos 7 a 2, y que aumenta al disminuir el nivel de entrada en el segmento 1. Dado que los valores en los puntos extremos de los segmentos de la característica de ley  $\mu$  no son múltiplos de 2 (como en el caso de la ley A) las variaciones de la ganancia para las porciones de segmentos correspondientes son similares, pero no idénticas.

Las figuras A-1/O.133 a A-4/O.133 muestran la variación (calculada) de la ganancia con el nivel de entrada cuando se mide un canal MIC con una señal sinusoidal asíncrona. Dado que la variación de la ganancia en los segmentos superiores se encuentra siempre comprendida entre +0,043 dB y -0,048 dB, sólo se muestra la gama de niveles por debajo de -30 dBm0. La ganancia exhibe un valor mínimo abrupto cada vez que la cresta de la onda sinusoidal atraviesa un valor de decisión. Cuando crece la amplitud de entrada, la ganancia crece rápidamente hasta un valor máximo antes de volver a decrecer. La ganancia puede variar considerablemente en la proximidad de los valores mínimos para pequeñas variaciones del nivel de entrada. Con la ley A, por ejemplo, la ganancia varía aproximadamente 0,8 dB (medidas selectivas) cuando el nivel de entrada pasa de -57,00 dB a -57,066 dB. En este caso, la relación entre la variación del nivel de entrada y la variación de la ganancia es de 1 a 11,8. Para niveles de entrada superiores y con la ley  $\mu$ , la variación de la ganancia con el nivel de entrada es menor, pero sigue siendo despreciable.

Para niveles de señal superiores a -60 dBm0, las excursiones máximas se encuentran dentro de una gama de aproximadamente -1,3 a +0,65 dB (-1,0 a +0,9 dB) para la ley A, y aproximadamente 0,5 a 0,3 dB (-0,45 a 0,35 dB) para la ley  $\mu$  según se utilice el modo de medida selectivo (o de banda ancha).

Cuando se mide la variación de la ganancia de un canal MIC con un estímulo sinusoidal, se deben tener en cuenta las consideraciones teóricas descritas más arriba. Puesto que basta que el nivel relativo a la entrada del codificador se fije dentro de  $\pm 0,3$  dB (Recomendación G.713 [10]) y dado que el generador de señales analógicas utilizado para la medida presenta algunas incertidumbres en la fijación del nivel de emisión, no es posible predecir con exactitud la posición real en la característica de codificación, o incluso evitar los mínimos. Por ello, todo resultado de medida aislado se debe tratar con referencia a la envolvente de la característica de variación de la ganancia. Además, debe tenerse en cuenta que las figuras A-1/O.133 a A-4/O.133 representan valores teóricos correspondientes a codificadores ideales que no exhiben errores de umbral de cuantificación. En la práctica, se debe esperar la aparición de desviaciones con relación a las características ideales ocasionadas por el desplazamiento del umbral del codificador.

Estas limitaciones también se aplican a las medidas de la ganancia, a pesar de que con niveles elevados el error es pequeño, del orden de  $\pm 0,04$  dB.

Con el fin de simplificar la interpretación de los resultados de las medidas, los cuadros A-1/O.133 a A-4/O.133 dan la lista de los valores extremos de la variación de la ganancia con el nivel de entrada para las medidas selectivas y de banda ancha con la ley A y con la ley  $\mu$ . Los cuadros tienen 64 líneas (múltiplo de 16), de manera que una línea contiene los valores de las porciones de segmento correspondientes. Para la ley A, los valores correspondientes de la ganancia indicados en las tres primeras columnas son idénticos.

### A.3 *Medidas de la distorsión de cuantificación*

El error de cuantificación ocasiona una distorsión de cuantificación que varía en función del nivel de entrada. Las figuras A-5/O.133 y A-6/O.133 muestran las características de distorsión de cuantificación (calculadas) para la ley A y la ley  $\mu$  cuando se mide un canal MIC con un estímulo sinusoidal. Como en el caso de las medidas de la ganancia, la tasa de distorsión de cuantificación puede variar considerablemente con pequeñas variaciones de la señal de entrada. La tasa de variación alcanza su máximo en los puntos extremos del segmento.

Por las mismas razones que se indican más arriba, cuando se interpretan los resultados de medidas aisladas, sólo se puede hacer referencia a la envolvente de la variación de la tasa de distorsión de cuantificación. La advertencia hecha para los errores de umbral de cuantificación en un codificador no ideal se aplica también a las medidas de la tasa de distorsión de cuantificación.

Los cuadros A-5/O.133 y A-6/O.133 contienen los valores extremos de la tasa de distorsión de cuantificación para un codificador ideal cuando la medida se efectúa con una señal sinusoidal. En los cuadros, «Nivel» es el nivel de entrada;  $S/Q$  es la relación correspondiente (a la salida) entre el nivel del estímulo medido selectivamente y el ruido de cuantificación medido uniformemente y con una corrección fija a fin de normalizar la anchura de banda de ruido a 3,1 kHz.

*Nota* – Los cuadros A-5/O.133 y A-6/O.133, y los gráficos que los acompañan, se ofrecen a título indicativo, dado que:

- 1) los cálculos ( $S/Q$  plana) no se pueden comparar con los resultados ponderados  $(S + Q)/Q$  del método de la Recomendación O.132, ya que se parecen más a los obtenidos cuando se utiliza un tono como estímulo, con los filtros especificados en la Recomendación O.131;
- 2) la corrección para la anchura de banda de 3,1 kHz supone que el espectro del ruido de cuantificación es plano, cuando no es plano y depende del nivel (de manera que ninguna corrección fija compensará la atenuación en la anchura de banda del filtro de supresión del estímulo).

### A.4 *Observaciones generales para los cuadros y los gráficos*

Los niveles de entrada se basan en valores de  $T_{m\acute{a}x}$  de exactamente 3,14 dBm0 para la ley A y de 3,17 dBm0 para la ley  $\mu$ . (Sobre esta base, los niveles selectivos de las secuencias de 1 kHz de la Recomendación G.711 [1] son de  $-0,0016$  dBm0 para la ley A y de  $-0,0024$  dBm0 para la ley  $\mu$ .)

La envolvente de una característica consiste en un par de curvas lisas tangentes a la característica en todos sus valores extremos, o en sus proximidades.

CUADRO A-1/O.133

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley A  
(Cálculo de la ganancia basado en una medida selectiva del estímulo)

Nivel de entrada (dBm0)	Ganancia (dB)						
2,948	0,009	-9,093	0,009	-21,135	0,009	-33,176	0,008
2,864	0,018	-9,177	-0,018	-21,218	-0,018	-33,259	-0,019
2,666	0,009	-9,375	0,009	-21,417	0,009	-33,458	0,009
2,579	-0,019	-9,462	-0,019	-21,503	-0,019	-33,544	-0,020
2,374	0,010	-9,667	0,010	-21,708	0,010	-33,749	0,009
-2,285	-0,020	-9,756	-0,020	-21,797	-0,020	-33,839	-0,021
2,073	0,010	-9,969	0,010	-22,010	0,010	-34,051	0,010
1,980	-0,021	-10,061	-0,021	-22,102	-0,021	-34,143	-0,022
1,760	0,011	-10,281	0,011	-22,322	0,011	-34,363	0,010
1,664	-0,022	-10,377	-0,022	-22,418	-0,022	-34,459	-0,023
1,436	0,012	-10,605	0,012	-22,647	0,012	-34,688	0,011
1,336	-0,024	-10,705	-0,024	-22,746	-0,024	-34,787	-0,025
1,099	0,012	-10,942	0,012	-22,983	0,012	-35,024	0,011
0,996	-0,025	-11,045	-0,025	-23,087	-0,025	-35,128	-0,026
0,749	0,013	-11,293	0,013	-23,334	0,013	-35,375	0,012
0,641	-0,027	-11,400	-0,027	-23,441	-0,027	-35,482	-0,028
0,383	0,014	-11,658	0,014	-23,699	0,014	-35,740	0,013
0,272	-0,028	-11,770	-0,028	-23,811	-0,028	-35,852	-0,030
0,002	0,015	-12,039	0,015	-24,080	0,015	-36,121	0,014
-0,115	-0,030	-12,156	-0,030	-24,197	-0,030	-36,238	-0,032
-0,396	0,017	-12,438	0,017	-24,479	0,017	-36,520	0,015
-0,519	-0,032	-12,560	-0,032	-24,601	-0,032	-36,642	-0,034
-0,814	0,018	-12,856	0,018	-24,897	0,018	-36,937	0,016
-0,942	-0,034	-12,984	-0,034	-25,025	-0,034	-37,066	-0,036
-1,254	0,020	-13,295	0,020	-25,336	0,020	-37,376	0,017
-1,388	-0,036	-13,429	-0,036	-25,470	-0,036	-37,512	-0,039
-1,716	0,023	-13,758	0,023	-25,799	0,023	-37,838	0,019
-1,858	-0,038	-13,899	-0,038	-25,940	-0,038	-37,981	-0,043
-2,206	0,026	-14,248	0,026	-26,289	0,026	-38,327	0,020
-2,354	-0,040	-14,395	-0,040	-26,436	-0,040	-38,478	-0,047
-2,741	0,035	-14,782	0,035	-26,824	0,035	-38,844	0,022
-2,881	-0,018	-14,922	-0,018	-26,963	-0,018	-39,004	-0,051
-3,073	0,009	-15,114	0,009	-27,155	0,009	-39,394	0,024
-3,156	-0,018	-15,198	-0,018	-27,239	-0,018	-39,565	-0,056
-3,355	0,009	-15,396	0,009	-27,437	0,009	-39,982	0,027
-3,441	-0,019	-15,482	-0,019	-27,524	-0,019	-40,164	-0,062
-3,646	0,010	-15,688	0,010	-27,729	0,010	-40,612	0,030
-3,736	-0,020	-15,777	-0,020	-27,818	-0,020	-40,808	-0,070
-3,948	0,010	-15,989	0,010	-28,030	0,010	-41,291	0,034
-4,040	-0,021	-16,082	-0,021	-28,123	-0,021	-41,503	-0,079
-4,261	0,011	-16,302	0,011	-28,343	0,011	-42,029	0,038
-4,356	-0,022	-16,398	-0,022	-28,439	-0,022	-42,259	-0,090
-4,585	0,012	-16,626	0,012	-28,667	0,012	-42,834	0,044
-4,684	-0,024	-16,725	-0,024	-28,767	-0,024	-43,087	-0,104
-4,922	0,012	-16,963	0,012	-29,004	0,012	-43,723	0,051
-5,025	-0,025	-17,066	-0,025	-29,107	-0,025	-44,002	-0,122
-5,272	0,013	-17,313	0,013	-29,354	0,013	-44,713	0,061
-5,379	-0,027	-17,421	-0,027	-29,462	-0,027	-45,025	-0,146
-5,637	0,014	-17,678	0,014	-27,719	0,014	-45,831	0,074
-5,749	-0,028	-17,790	-0,028	-29,831	-0,028	-46,185	-0,178
-6,018	0,015	-18,059	0,015	-30,101	0,015	-47,114	0,092
-6,135	-0,030	-18,176	-0,030	-30,218	-0,030	-47,524	-0,226
-6,417	0,017	-18,458	0,017	-30,499	0,017	-48,623	0,119
-6,539	-0,032	-18,580	-0,032	-30,622	-0,032	-49,107	-0,299
-6,835	0,018	-18,876	0,018	-30,917	0,018	-50,451	0,162
-6,963	-0,034	-19,004	-0,034	-31,045	-0,034	-51,045	-0,423
-7,274	0,020	-19,315	0,020	-31,356	0,020	-52,775	0,240
-7,409	-0,036	-19,450	-0,036	-31,491	-0,036	-53,544	-0,668
-7,737	0,023	-19,778	0,023	-31,819	0,023	-55,976	0,408
-7,878	-0,038	-19,919	-0,038	-31,961	-0,039	-57,066	-1,312
-8,227	0,026	-20,268	0,026	-32,309	0,026		
-8,375	-0,040	-20,416	-0,040	-32,457	-0,040		
-8,762	0,035	-20,803	0,035	-32,844	0,035		
-8,901	-0,018	-20,942	-0,018	-32,984	-0,018		

CUADRO A-2/O.133

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley A  
(Cálculo de la ganancia basado en una medida de banda ancha del estímulo)

Nivel de entrada (dBm0)	Ganancia (dB)						
2,947	0,009	-9,094	0,009	-21,135	0,009	-33,176	0,009
2,864	-0,018	-9,177	-0,018	-21,218	-0,018	-33,259	-0,018
2,665	0,010	-9,376	0,010	-21,417	0,010	-33,458	0,010
2,579	-0,019	-9,462	-0,019	-21,503	-0,019	-33,544	-0,019
2,374	0,010	-9,668	0,010	-21,709	0,010	-33,750	0,010
2,285	-0,020	-9,756	-0,020	-21,797	-0,020	-33,839	-0,020
2,072	0,011	-9,969	0,011	-22,010	0,011	-34,052	0,011
1,980	-0,021	-10,061	-0,021	-22,102	-0,021	-34,143	-0,021
1,759	0,012	-10,282	0,012	-22,323	0,012	-34,364	0,012
1,664	-0,022	-10,377	-0,022	-22,418	-0,022	-34,459	-0,022
1,435	0,012	-10,606	0,012	-22,647	0,012	-34,688	0,012
1,336	-0,023	-10,705	-0,023	-22,746	-0,023	-34,787	-0,023
1,098	0,013	-10,943	0,013	-22,984	0,013	-35,025	0,013
0,996	-0,024	-11,045	-0,024	-23,087	-0,024	-35,128	-0,024
0,748	0,014	-11,293	0,014	-23,334	0,014	-35,376	0,014
0,641	-0,026	-11,400	-0,026	-23,441	-0,026	-35,482	-0,026
0,383	0,015	-11,658	0,015	-23,700	0,015	-35,741	0,015
0,272	-0,027	-11,770	-0,027	-23,811	-0,027	-35,852	-0,027
0,001	0,016	-12,040	0,016	-24,081	0,016	-36,122	0,016
-0,115	-0,029	-12,156	-0,029	-24,197	-0,029	-36,238	-0,029
-0,397	0,018	-12,439	0,018	-24,480	0,018	-36,521	0,018
-0,519	-0,031	-12,560	-0,031	-24,601	-0,031	-36,642	-0,031
-0,815	0,019	-12,857	0,019	-24,898	0,019	-36,938	0,019
-0,942	-0,033	-12,984	-0,033	-25,025	-0,033	-37,066	-0,033
-1,255	0,021	-13,296	0,021	-25,337	0,021	-37,378	0,021
-1,388	-0,035	-13,429	-0,035	-25,470	-0,035	-37,512	-0,035
-1,718	0,024	-13,759	0,024	-25,800	0,024	-37,840	0,024
-1,858	-0,037	-13,899	-0,037	-25,940	-0,037	-37,981	-0,037
-2,208	0,027	-14,249	0,027	-26,290	0,027	-38,328	0,027
-2,354	-0,038	-14,395	-0,038	-26,436	-0,038	-38,478	-0,038
-2,742	0,036	-14,783	0,036	-26,825	0,036	-38,846	0,036
-2,881	-0,017	-14,922	-0,017	-26,963	-0,017	-39,004	-0,017
-3,073	0,009	-15,114	0,009	-27,156	0,009	-39,396	0,009
-3,156	-0,018	-15,198	-0,018	-27,239	-0,018	-39,565	-0,018
-3,355	0,010	-15,397	0,010	-27,435	0,010	-39,984	0,010
-3,441	-0,019	-15,482	-0,019	-27,524	-0,019	-40,164	-0,019
-3,647	0,010	-15,688	0,010	-27,729	0,010	-40,615	0,010
-3,736	-0,020	-15,777	-0,020	-27,818	-0,020	-40,808	-0,020
-3,949	0,011	-15,990	0,011	-28,031	0,011	-41,295	0,011
-4,040	-0,021	-16,082	-0,021	-28,123	-0,021	-41,503	-0,021
-4,261	0,012	-16,302	0,012	-28,344	0,012	-42,033	0,012
-4,356	-0,022	-16,398	-0,022	-28,439	-0,022	-42,259	-0,022
-4,585	0,012	-16,627	0,012	-28,668	0,012	-42,839	0,012
-4,684	-0,023	-16,725	-0,023	-28,767	-0,023	-43,087	-0,023
-4,922	0,013	-16,963	0,013	-29,005	0,013	-43,729	0,013
-5,025	-0,024	-17,066	-0,024	-29,107	-0,024	-44,002	-0,024
-5,273	0,014	-17,314	0,014	-29,355	0,014	-44,720	0,014
-5,379	-0,026	-17,421	-0,026	-29,462	-0,026	-45,025	-0,026
-5,638	0,015	-17,679	0,015	-29,720	0,015	-45,840	0,015
-5,749	-0,027	-17,790	-0,027	-29,831	-0,027	-46,185	-0,027
-6,019	0,016	-18,060	0,016	-30,102	0,016	-47,128	0,016
-6,135	-0,029	-18,176	-0,029	-30,218	-0,029	-47,524	-0,029
-6,418	0,018	-18,459	0,018	-30,500	0,018	-48,642	0,018
-6,539	-0,031	-18,580	-0,031	-30,622	-0,031	-49,107	-0,031
-6,836	0,019	-18,877	0,019	-30,918	0,019	-50,480	0,019
-6,963	-0,033	-19,004	-0,033	-31,045	-0,033	-51,045	-0,033
-7,275	0,021	-19,316	0,021	-31,358	0,021	-52,827	0,021
-7,409	-0,035	-19,450	-0,035	-31,491	-0,035	-53,544	-0,035
-7,738	0,024	-19,779	0,024	-31,821	0,024	-56,086	0,024
-7,878	-0,037	-19,919	-0,037	-31,961	-0,037	-57,066	-0,037
-8,228	0,027	-20,269	0,027	-32,311	0,027		
-8,375	-0,038	-20,416	-0,038	-32,457	-0,038		
-8,763	0,036	-20,804	0,036	-32,845	0,036		
-8,901	-0,017	-20,942	-0,017	-32,984	-0,017		

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley  $\mu$   
 (Cálculo de la ganancia basado en una medida selectiva del estímulo)

Nivel de entrada (dBm0)	Ganancia (dB)						
2,977	0,009	-9,173	0,009	-21,662	0,010	-35,769	0,014
2,893	-0,018	-9,258	-0,019	-21,751	-0,020	-35,882	-0,030
2,694	0,009	-9,459	0,010	-21,964	0,010	-36,154	0,015
2,607	-0,019	-9,547	-0,020	-22,057	-0,021	-36,272	-0,032
2,401	0,010	-9,756	0,010	-22,277	0,011	-36,557	0,016
2,311	-0,020	-9,847	-0,021	-22,373	-0,023	-36,681	-0,034
2,098	0,010	-10,063	0,011	-22,602	0,012	-36,980	0,017
2,005	-0,021	-10,157	-0,022	-22,702	-0,024	-37,110	-0,036
1,784	0,011	-10,382	0,011	-22,940	0,012	-37,425	0,018
1,668	-0,023	-10,479	-0,023	-23,043	-0,025	-37,562	-0,039
1,458	0,012	-10,712	0,012	-23,291	0,013	-37,893	0,020
1,358	-0,024	-10,814	-0,024	-23,399	-0,027	-38,038	-0,043
1,120	0,013	-11,056	0,013	-23,657	0,014	-38,388	0,022
1,016	-0,025	-11,161	-0,026	-23,769	-0,029	-38,541	-0,046
0,767	0,013	-11,414	0,014	-24,039	0,015	-38,914	0,024
0,660	-0,027	-11,524	-0,027	-24,157	-0,030	-37,076	-0,051
0,400	0,014	-11,787	0,015	-23,439	0,016	-39,473	0,027
0,288	-0,028	-11,902	-0,029	-25,562	-0,032	-39,646	-0,056
0,017	0,016	-12,177	0,016	-24,858	0,018	-40,071	0,030
-0,101	-0,030	-12,297	-0,031	-24,987	-0,035	-40,255	-0,062
-0,384	0,017	-12,585	0,017	-25,299	0,019	-40,713	0,034
-0,507	-0,032	-12,711	-0,033	-25,434	-0,037	-40,911	-0,069
-0,805	0,018	-13,014	0,019	-25,763	0,021	-41,406	0,039
-0,934	-0,034	-13,145	-0,035	-25,905	-0,040	-41,621	-0,077
-1,247	0,020	-13,465	0,021	-26,253	0,024	-42,160	0,045
-1,382	-0,036	-13,603	-0,038	-26,403	-0,043	-42,393	-0,087
-1,713	0,023	-13,941	0,024	-26,773	0,027	-42,986	0,054
-1,855	-0,039	-14,086	-0,040	-26,932	-0,046	-43,241	-0,098
-2,206	0,026	-14,446	0,027	-27,327	0,032	-43,902	0,067
-2,355	-0,040	-14,598	-0,041	-27,495	-0,048	-44,181	-0,110
-2,745	0,036	-14,997	0,037	-27,938	0,043	-44,959	0,099
-2,886	-0,018	-15,141	-0,018	-28,097	-0,022	-45,236	-0,054
-3,080	0,009	-15,340	0,009	-28,318	0,011	-45,639	0,026
-3,164	-0,019	-15,426	-0,019	-28,414	-0,023	-45,815	-0,059
-3,364	0,009	-15,632	0,010	-28,643	0,011	-46,247	0,028
-3,451	-0,020	-15,721	-0,020	-28,743	-0,024	-46,435	-0,066
-3,658	0,010	-15,934	0,010	-28,982	0,012	-46,901	0,032
-3,748	-0,021	-16,026	-0,021	-29,086	-0,026	-47,104	-0,074
-3,963	0,010	-16,247	0,011	-29,334	0,013	-47,608	0,036
-4,056	-0,022	-16,343	-0,023	-29,442	-0,027	-47,828	-0,084
-4,278	0,011	-16,571	0,012	-29,701	0,014	-43,378	0,041
-4,375	-0,023	-16,671	-0,024	-29,814	-0,029	-48,618	-0,096
-4,605	0,012	-16,908	0,012	-30,084	0,015	-49,223	0,047
-4,706	-0,024	-17,012	-0,025	-30,202	-0,031	-49,488	-0,112
-4,946	0,013	-17,259	0,013	-30,485	0,016	-50,159	0,056
-5,050	-0,025	-17,367	-0,027	-30,608	-0,033	-50,454	-0,133
-5,300	0,014	-17,625	0,014	-30,906	0,017	-51,209	0,067
-5,408	-0,027	-17,737	-0,028	-31,035	-0,035	-51,541	-0,161
-5,669	0,015	-18,007	0,015	-31,347	0,019	-52,404	0,082
-5,782	-0,029	-18,124	-0,030	-31,483	-0,038	-52,784	-0,200
-6,054	0,016	-18,406	0,017	-31,813	0,021	-53,791	0,104
-6,172	-0,030	-18,528	-0,032	-31,956	-0,041	-54,235	-0,258
-6,458	0,017	-18,824	0,018	-32,305	0,023	-55,444	0,138
-6,581	-0,032	-18,953	-0,034	-32,456	-0,044	-55,978	-0,352
-6,881	0,019	-19,264	0,020	-32,826	0,025	-57,490	0,195
-7,011	-0,035	-19,399	-0,037	-32,987	-0,048	-58,161	-0,522
-7,326	0,021	-19,727	0,022	-33,381	0,029		
-7,462	-0,037	-19,869	-0,039	-33,552	-0,053		
-7,795	0,023	-20,217	0,025	-33,975	0,053		
-7,938	-0,039	-20,367	-0,042	-34,156	-0,057		
-8,292	0,027	-20,737	0,029	-34,613	0,039		
-8,442	-0,040	-20,894	-0,044	-34,806	-0,060		
-8,836	0,036	-21,307	0,039	-35,323	0,054		
-8,977	-0,018	-21,456	-0,019	-35,508	-0,028		

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley  $\mu$   
 (Cálculo de la ganancia basado en una medida de banda ancha del estímulo)

Nivel de entrada (dBm0)	Ganancia (dB)						
2,977	0,009	-9,173	0,010	-21,662	0,010	-35,769	0,015
2,893	-0,018	-9,258	-0,018	-21,751	-0,020	-35,882	-0,028
2,693	0,010	-9,460	0,010	-21,965	0,011	-36,155	0,016
2,607	-0,019	-9,547	-0,019	-22,057	-0,021	-36,272	-0,030
2,400	0,010	-9,757	0,011	-22,278	0,012	-36,558	0,017
2,311	-0,020	-9,847	-0,020	-22,373	-0,022	-36,681	-0,032
2,097	0,011	-10,064	0,011	-22,603	0,012	-36,981	0,018
2,005	-0,021	-10,157	-0,021	-22,702	-0,023	-37,110	-0,035
1,783	0,012	-10,382	0,012	-22,940	0,013	-37,426	0,020
1,668	-0,022	-10,479	-0,022	-23,043	-0,024	-37,562	-0,037
1,458	0,012	-10,713	0,013	-23,292	0,014	-37,895	0,022
1,358	-0,023	-10,814	-0,024	-23,399	-0,026	-38,038	-0,041
1,119	0,013	-11,057	0,014	-23,658	0,015	-38,390	0,024
1,016	-0,024	-11,161	-0,025	-23,769	-0,028	-38,541	-0,044
0,767	0,014	-11,415	0,015	-23,040	0,016	-38,916	0,026
0,660	-0,026	-11,524	-0,026	-24,157	-0,029	-37,096	-0,048
0,400	0,015	-11,788	0,016	-24,440	0,017	-39,475	0,029
0,288	-0,027	-11,902	-0,028	-24,562	-0,031	-39,646	-0,053
0,016	0,016	-12,178	0,017	-24,859	0,019	-40,073	0,033
-0,101	-0,029	-12,297	-0,030	-24,987	-0,034	-40,255	-0,058
-0,385	0,018	-12,586	0,018	-25,300	0,021	-40,715	0,037
-0,507	-0,031	-12,711	-0,032	-25,431	-0,036	-40,911	-0,065
-0,806	0,019	-13,015	0,020	-25,764	0,023	-41,409	0,042
-0,934	-0,033	-13,145	-0,034	-25,905	-0,039	-41,621	-0,073
-1,248	0,021	-13,466	0,022	-26,254	0,025	-42,163	0,049
-1,382	-0,035	-13,603	-0,036	-26,403	-0,042	-42,393	-0,082
-1,714	0,024	-13,942	0,025	-26,775	0,028	-42,990	0,058
-1,855	-0,038	-14,086	-0,039	-26,932	-0,045	-43,241	-0,093
-2,208	0,027	-14,447	0,028	-27,329	0,033	-43,907	0,072
-2,355	-0,039	-14,598	-0,040	-27,495	-0,047	-44,181	-0,104
-2,746	0,036	-14,998	0,038	-27,939	0,044	-44,963	0,104
-2,886	-0,017	-15,141	-0,018	-28,017	-0,021	-45,236	-0,050
-3,080	0,009	-15,340	0,010	-28,318	0,012	-45,641	0,029
-3,164	-0,018	-15,426	-0,019	-28,414	-0,022	-45,815	-0,055
-3,365	0,010	-15,632	0,010	-28,644	0,012	-46,249	0,032
-3,451	-0,019	-15,721	-0,020	-28,743	-0,023	-46,435	-0,061
-3,659	0,011	-15,934	0,011	-28,983	0,013	-46,904	0,036
-3,748	-0,020	-16,026	-0,021	-29,086	-0,025	-47,104	-0,069
-3,963	0,011	-16,247	0,012	-29,335	0,014	-47,611	0,041
-4,056	-0,021	-16,343	-0,022	-29,442	-0,026	-47,828	-0,078
-4,279	0,012	-16,572	0,012	-29,702	0,015	-48,382	0,047
-4,375	-0,022	-16,671	-0,023	-29,814	-0,028	-48,618	-0,089
-4,606	0,013	-16,909	0,013	-30,085	0,016	-49,228	0,055
-4,706	-0,023	-17,012	-0,024	-30,202	-0,030	-49,488	-0,103
-4,946	0,013	-17,260	0,014	-30,486	0,017	-50,166	0,065
-5,050	-0,025	-17,367	-0,026	-30,608	-0,032	-50,454	-0,121
-5,300	0,014	-17,626	0,015	-30,907	0,019	-51,218	0,079
-5,408	-0,026	-17,737	-0,027	-31,035	-0,034	-51,541	-0,145
-5,670	0,015	-18,007	0,016	-31,349	0,020	-52,416	0,098
-5,782	-0,028	-18,124	-0,029	-31,483	-0,037	-52,784	-0,179
-6,055	0,017	-18,407	0,018	-31,814	0,022	-53,807	0,126
-6,172	-0,029	-18,528	-0,031	-31,956	-0,039	-54,235	-0,229
-6,459	0,018	-18,825	0,019	-32,306	0,024	-55,467	0,170
-6,581	-0,031	-18,953	-0,033	-32,456	-0,043	-55,978	-0,307
-6,882	0,020	-19,265	0,021	-32,828	0,027	-57,529	0,247
-7,011	-0,033	-19,399	-0,036	-32,987	-0,046	-58,161	-0,444
-7,327	0,022	-19,729	0,023	-33,383	0,030		
-7,462	-0,036	-19,869	-0,038	-33,552	-0,050		
-7,796	0,024	-20,219	0,026	-33,976	0,035		
-7,938	-0,038	-20,367	-0,041	-34,156	-0,055		
-8,294	0,028	-20,739	0,030	-34,615	0,041		
-8,442	-0,039	-20,894	-0,042	-34,806	-0,058		
-8,837	0,037	-21,309	0,040	-35,325	0,056		
-8,977	-0,017	-21,456	-0,019	-35,508	-0,027		

CUADRO A-5/O.133

Tasa de distorsión de cuantificación, ley A

Nivel de entrada (dBm0)	S/Q (dB)						
3,050	40,768	-8,991	40,767	-21,032	40,739	-33,070	39,178
2,879	39,769	-9,162	39,769	-21,203	39,745	-33,246	38,390
2,771	40,565	-9,270	40,565	-21,311	40,535	-33,348	38,904
2,595	39,537	-9,446	39,537	-21,488	39,512	-33,531	38,100
2,483	40,361	-9,558	40,361	-21,599	40,329	-33,636	38,621
2,301	39,301	-9,740	39,301	-21,781	39,275	-33,825	37,800
2,185	40,156	-9,856	40,155	-21,897	40,122	-33,934	38,328
1,997	39,061	-10,044	39,061	-22,086	39,033	-34,130	37,490
1,877	39,950	-10,165	39,949	-22,206	39,914	-34,242	38,025
1,682	38,817	-10,360	38,817	-22,401	38,788	-34,445	37,168
1,557	39,744	-10,485	39,744	-22,526	39,706	-34,561	37,711
1,354	38,570	-10,687	38,569	-22,728	38,539	-34,773	36,834
1,224	39,541	-10,817	39,541	-22,858	39,501	-34,893	37,386
1,014	38,320	-11,027	38,320	-23,068	38,287	-35,113	36,487
0,879	39,343	-11,162	39,342	-23,204	39,299	-35,238	37,047
0,661	38,070	-11,380	38,069	-23,422	38,034	-35,467	36,126
0,519	39,153	-11,522	39,152	-23,563	39,105	-35,597	36,694
0,292	37,820	-11,749	37,819	-23,790	37,782	-35,836	35,749
0,143	38,976	-11,898	38,975	-23,939	38,924	-35,971	36,327
-0,093	37,575	-12,134	37,574	-24,175	37,534	-36,222	35,355
-0,250	38,819	-12,291	38,819	-24,332	38,762	-36,362	35,943
-0,496	37,339	-12,537	37,339	-24,578	37,295	-36,626	34,942
-0,661	38,697	-12,702	38,696	-24,743	38,633	-36,772	35,541
-0,918	37,122	-12,959	37,122	-25,000	37,073	-37,049	34,509
-1,094	38,631	-13,135	38,630	-25,176	38,558	-37,202	35,119
-1,361	36,941	-13,403	36,940	-25,444	36,887	-37,494	34,054
-1,549	38,665	-13,591	38,664	-25,632	38,579	-37,655	34,676
-1,828	36,831	-13,870	36,831	-25,911	36,767	-37,963	33,574
-2,032	38,907	-14,073	38,906	-26,114	38,800	-38,132	34,208
-2,320	36,893	-14,362	36,891	-26,403	36,817	-38,460	33,066
-2,552	39,774	-14,593	39,771	-26,634	39,618	-38,638	33,714
-2,811	37,910	-14,852	37,908	-26,894	37,798	-38,986	32,526
-2,971	40,768	-15,012	40,764	-27,053	40,542	-39,174	33,189
-3,141	39,769	-15,183	39,766	-27,224	39,578	-39,546	31,952
-3,249	40,565	-15,291	40,562	-27,331	40,328	-39,746	32,631
-3,426	39,537	-15,467	39,534	-27,508	39,337	-40,145	31,337
-3,537	40,361	-15,579	40,357	-27,619	40,111	-40,357	32,033
-3,720	39,301	-15,761	39,298	-27,802	39,091	-40,789	30,676
-3,835	40,156	-15,877	40,151	-27,917	39,891	-41,016	31,391
-4,024	39,061	-16,065	39,058	-28,107	38,841	-41,485	29,960
-4,144	39,950	-16,185	39,945	-28,226	39,669	-41,728	30,697
-4,339	38,817	-16,380	38,814	-28,422	38,585	-42,251	29,183
-4,464	39,744	-16,505	39,740	-28,546	39,446	-42,504	29,941
-4,666	38,570	-16,707	38,566	-28,749	38,324	-43,075	28,326
-4,796	39,541	-16,837	39,536	-28,878	39,223	-43,356	29,113
-5,006	38,320	-17,047	38,316	-29,089	38,059	-44,002	27,353
-5,142	39,343	-17,183	39,338	-29,223	39,000	-44,301	28,195
-5,360	38,070	-17,401	38,065	-29,443	37,792	-45,025	26,277
-5,502	39,153	-17,543	39,147	-29,583	38,782	-45,361	27,168
-5,729	37,820	-17,770	37,815	-29,811	37,522	-46,185	25,051
-5,877	38,976	-17,919	38,969	-29,959	38,571	-46,569	25,999
-6,113	37,575	-18,155	37,570	-30,197	37,253	-47,524	23,623
-6,270	38,819	-18,311	38,812	-30,351	38,374	-47,973	24,645
-6,516	37,339	-18,557	37,334	-30,599	36,990	-49,108	21,914
-6,682	38,697	-18,723	38,689	-30,763	38,200	-49,649	23,034
-6,938	37,122	-18,980	37,116	-31,022	36,738	-51,046	19,779
-7,114	38,631	-19,155	38,622	-31,195	38,065	-51,729	21,045
-7,382	36,941	-19,423	36,934	-31,465	36,513	-53,545	16,935
-7,570	38,665	-19,611	38,655	-31,651	38,004	-54,477	18,438
-7,849	36,831	-19,890	36,824	-31,933	36,343	-57,066	12,603
-8,053	38,907	-20,094	38,894	-32,133	38,093	-58,554	14,638
-8,341	36,892	-20,382	36,883	-32,425	36,309		
-8,572	39,774	-20,613	39,754	-32,652	38,628		
-8,832	37,910	-20,873	37,896	-32,916	37,064		

Nota - El estímulo S se mide selectivamente a la salida del objeto sometido a prueba. Los productos de cuantificación Q se miden con una anchura de banda de ruido efectiva de 3,1 kHz.

CUADRO A-6/O.133

Tasa de distorsión de cuantificación, ley  $\mu$

Nivel de entrada (dBm0)	S/Q (dB)						
3,080	40,722	-9,069	40,585	-21,552	40,016	-35,627	37,431
2,908	39,723	-9,242	39,583	-21,735	39,006	-35,864	36,366
2,800	40,519	-9,352	40,376	-21,850	39,789	-36,006	37,104
2,623	39,490	-9,532	39,345	-22,040	38,748	-36,254	36,003
2,510	40,313	-9,645	40,166	-22,159	39,558	-36,402	36,764
2,327	39,252	-9,831	39,301	-22,356	38,485	-36,662	35,625
2,211	40,106	-9,948	39,953	-22,480	39,324	-36,817	36,413
2,022	39,010	-10,141	38,856	-22,684	38,215	-37,090	35,232
1,901	39,898	-10,263	39,740	-22,813	39,087	-37,253	36,049
1,705	38,764	-10,462	38,604	-23,025	37,939	-37,541	34,821
1,580	39,691	-10,589	39,527	-23,159	38,849	-37,712	35,671
1,376	38,515	-10,796	38,349	-23,380	37,657	-38,016	34,391
1,246	39,486	-10,928	39,316	-23,520	38,610	-38,197	35,279
1,035	38,263	-11,142	38,090	-23,750	37,370	-38,519	33,941
0,898	39,825	-11,281	39,109	-23,896	38,373	-38,711	34,873
0,679	38,010	-11,504	37,830	-24,136	37,079	-39,052	33,469
0,536	39,092	-11,649	38,908	-24,290	38,141	-39,257	34,454
0,308	37,758	-11,881	37,570	-24,540	36,786	-39,621	32,975
0,159	38,912	-12,033	38,720	-24,702	37,918	-39,840	34,023
-0,079	37,510	-12,275	37,314	-24,964	36,492	-40,229	32,457
-0,236	38,753	-12,435	38,553	-25,135	37,711	-40,465	33,582
-0,484	37,272	-12,687	37,066	-25,409	36,204	-40,883	31,914
-0,650	38,628	-12,857	38,417	-25,591	37,533	-41,139	33,141
-0,909	37,051	-13,120	36,836	-25,879	35,928	-41,590	31,351
-1,086	38,558	-13,300	38,337	-26,073	37,405	-41,871	32,713
-1,355	36,867	-13,576	36,640	-26,375	35,682	-42,360	30,775
-1,545	38,589	-13,769	38,355	-25,584	37,371	-42,671	32,335
-1,826	36,753	-14,056	36,513	-26,900	35,500	-43,203	30,212
-2,031	38,826	-14,266	38,579	-27,128	37,534	-43,557	32,102
-2,321	36,809	-14,563	36,556	-27,458	35,480	-44,134	29,751
-2,554	39,688	-14,801	39,425	-27,719	38,307	-44,559	32,424
-2,816	37,822	-15,070	37,554	-28,018	36,411	-45,106	30,244
-2,976	40,677	-15,234	40,398	-28,199	39,212	-45,411	32,915
-3,149	39,677	-15,411	39,394	-28,398	38,188	-45,796	31,650
-3,258	40,471	-15,522	40,184	-28,520	38,956	-46,002	32,337
-3,436	39,442	-15,705	39,150	-28,726	37,901	-46,417	31,013
-3,548	40,264	-15,821	39,967	-28,854	38,695	-46,636	31,718
-3,732	39,203	-16,010	38,901	-29,068	37,605	-47,086	30,325
-3,849	40,055	-16,129	39,747	-29,201	38,428	-47,320	31,051
-4,039	38,959	-16,326	38,646	-29,424	37,301	-47,811	29,580
-4,160	39,846	-16,450	39,527	-29,562	38,155	-48,063	30,327
-4,357	38,711	-16,653	38,387	-29,795	36,987	-48,611	28,765
-4,483	39,636	-16,782	39,306	-29,939	37,878	-48,875	29,537
-4,668	38,460	-16,993	38,123	-30,182	36,665	-49,488	27,845
-4,819	39,429	-17,128	39,086	-30,334	37,598	-49,771	28,666
-5,031	38,206	-17,348	37,856	-30,588	36,334	-50,454	26,831
-5,168	39,226	-17,489	38,869	-30,747	37,315	-50,770	27,697
-5,388	37,951	-17,717	37,586	-31,013	35,994	-51,541	25,684
-5,532	39,031	-17,865	38,658	-31,181	37,032	-51,900	26,603
-5,761	37,696	-18,103	37,315	-31,460	35,647	-52,784	24,365
-5,912	38,849	-18,258	38,459	-31,638	36,753	-53,198	25,349
-6,151	37,445	-18,506	37,047	-31,932	35,295	-54,235	22,808
-6,309	38,687	-18,670	38,279	-32,120	36,485	-54,726	23,878
-6,558	37,204	-18,929	36,786	-32,430	34,941	-55,978	20,910
-6,726	38,558	-19,102	38,130	-32,631	36,239	-56,582	22,098
-6,986	36,980	-19,374	36,541	-32,959	34,593	-58,161	18,473
-7,164	38,485	-19,558	38,035	-33,175	36,034	-58,949	19,842
-7,435	36,792	-19,842	36,330	-33,521	34,265		
-7,626	38,512	-20,040	38,037	-33,756	35,913		
-7,909	36,674	-20,336	36,186	-34,122	33,991		
-8,116	38,745	-20,552	38,241	-34,381	35,978		
-8,408	36,725	-20,859	36,208	-34,766	33,865		
-8,643	39,601	-21,104	39,064	-35,065	36,635		
-8,907	37,733	-21,382	37,185	-35,418	33,687		

Nota - El estímulo  $S$  se mide selectivamente a la salida del objeto sometido a prueba. Los productos de cuantificación  $Q$  se miden con una anchura de banda de ruido efectiva de 3,1 kHz.

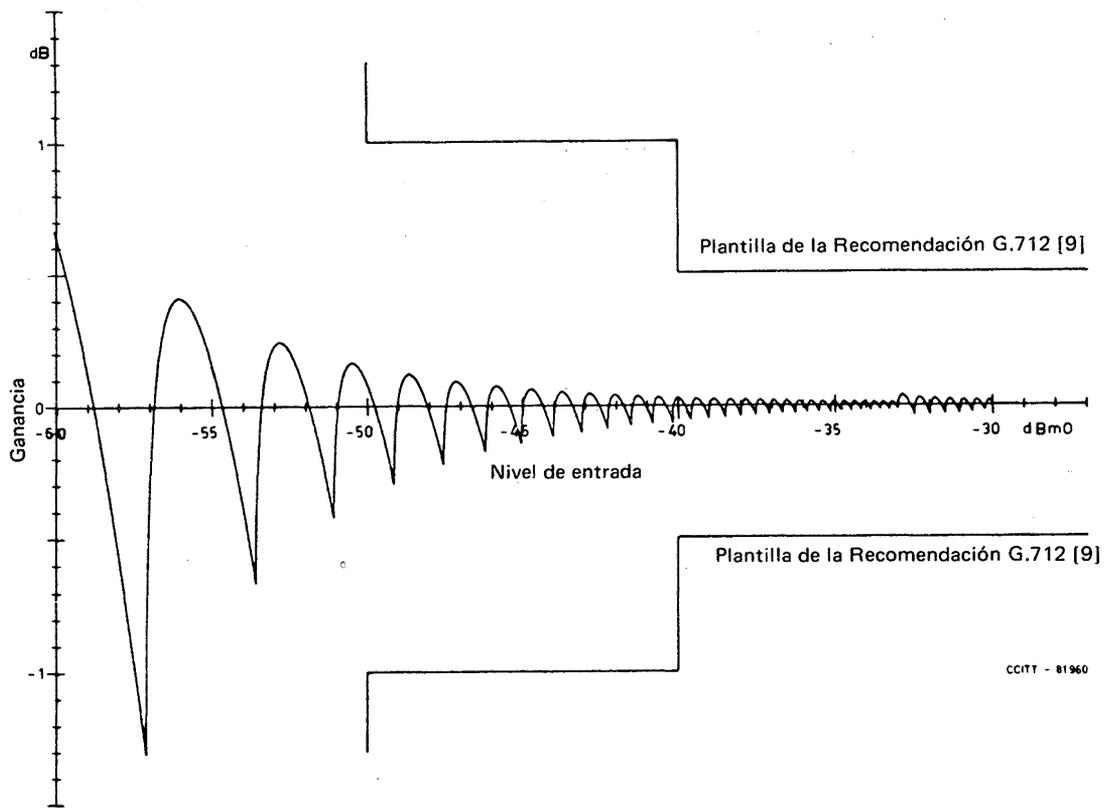


FIGURA A-1/O.133

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley A, medida selectiva

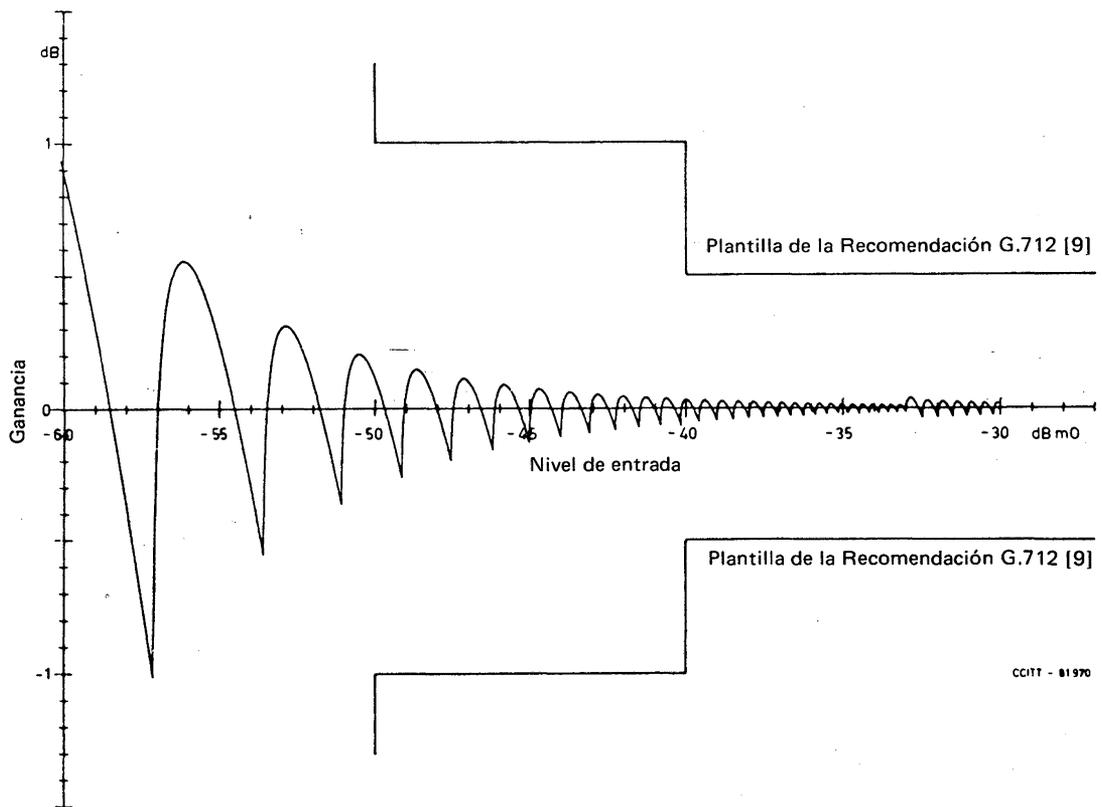


FIGURA A-2/O.133

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley A, medida de banda ancha

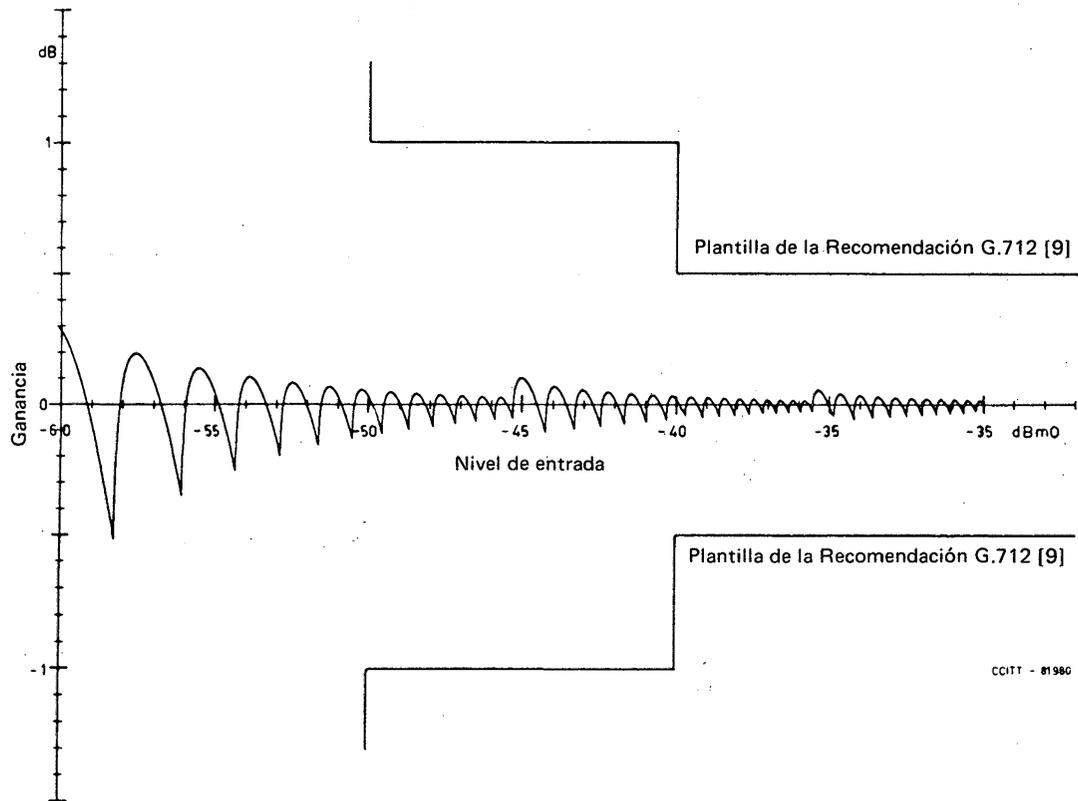


FIGURA A-3/O.133

Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley  $\mu$ , medida selectiva

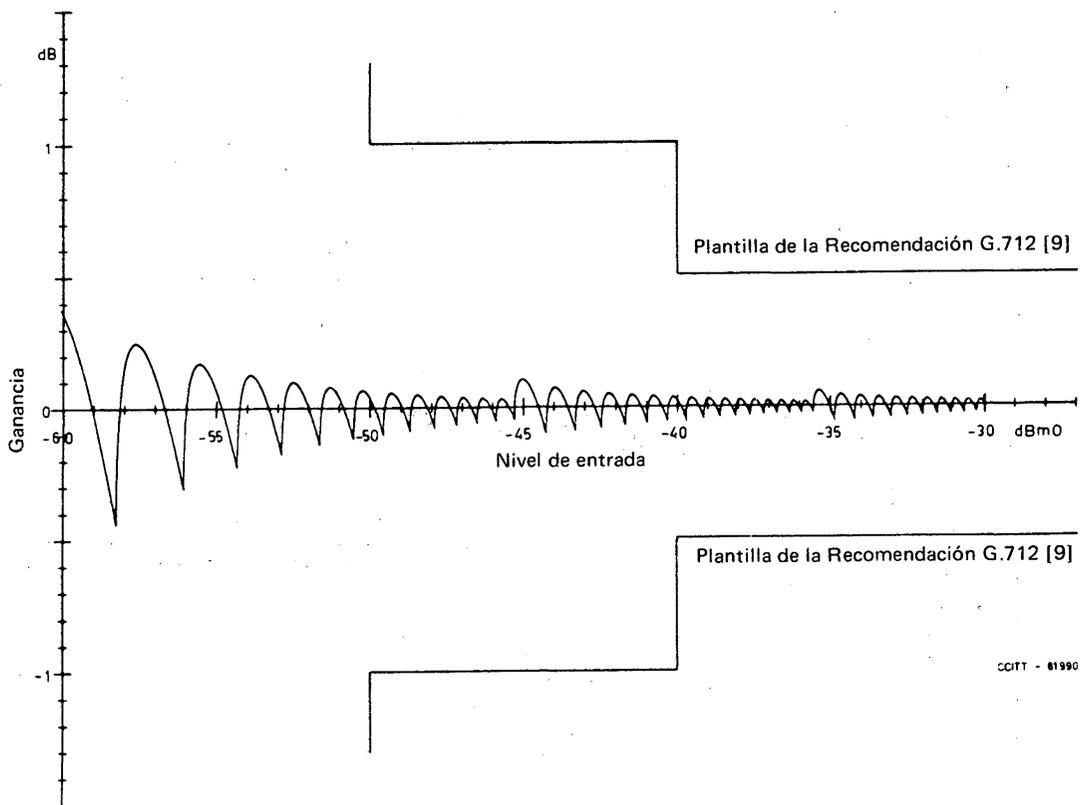
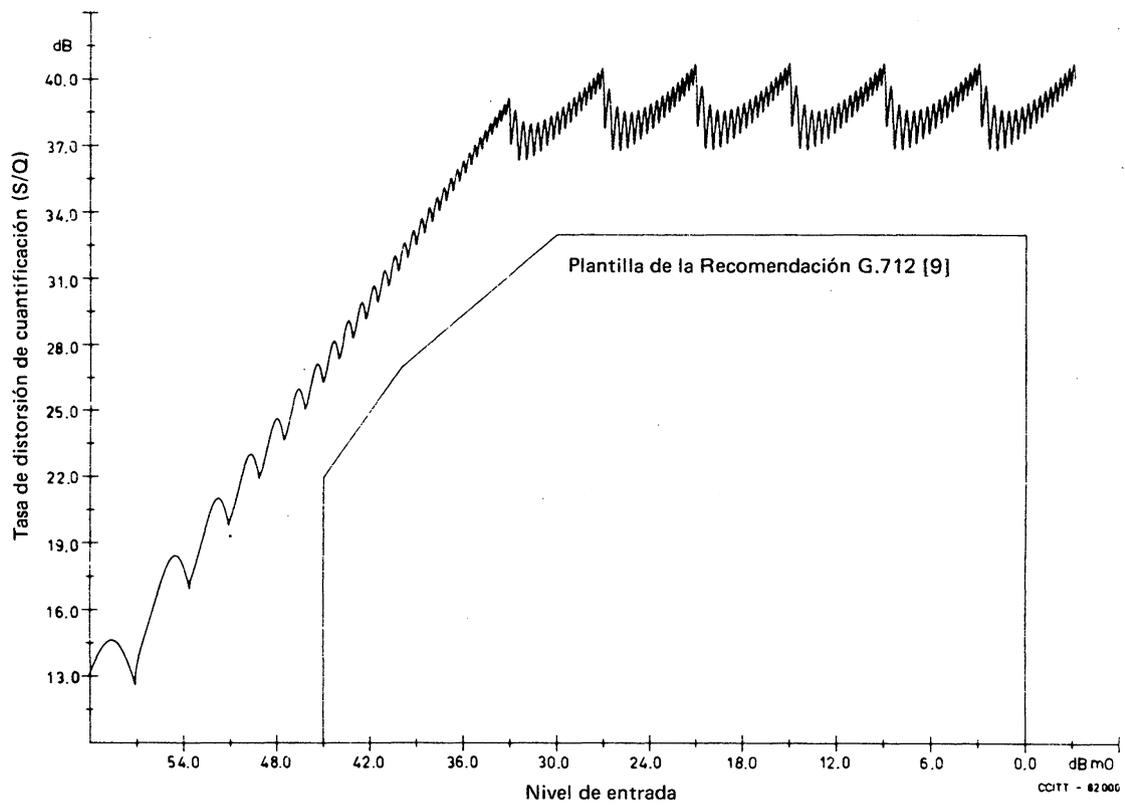


FIGURA A-4/O.133

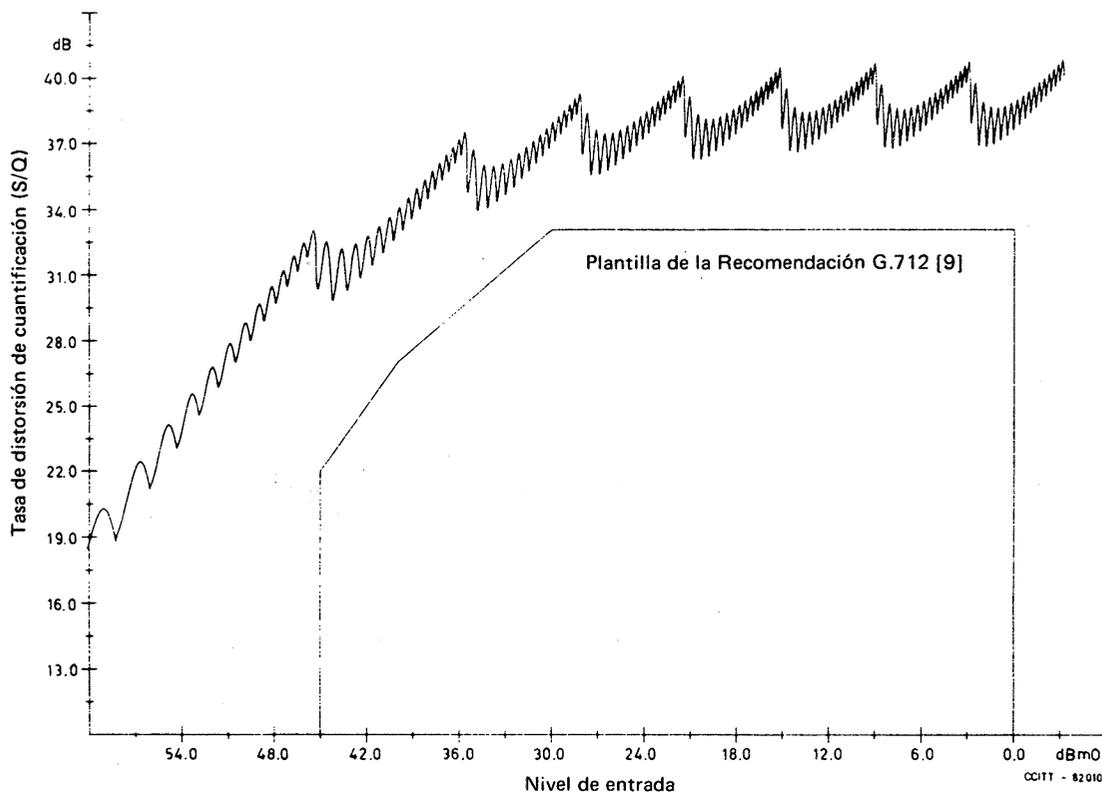
Variación de la ganancia con el nivel de entrada, ley  $\mu$ , medida de banda ancha



*Nota* — Los cálculos simulan una medida selectiva del estímulo  $S$  a la salida del objeto sometido a prueba.

FIGURA A-5/O.133

Tasa de distorsión de cuantificación, ley A



Nota — Los cálculos simulan una medida selectiva del estímulo  $S$  a la salida del objeto sometido a prueba.

FIGURA A-6/O.133

Tasa de distorsión de cuantificación, ley  $\mu$

#### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.711.
- [2] Recomendación del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.732.
- [3] Recomendación del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.733.
- [4] Recomendación del CCITT *Características de los transmultiplexores de 60 canales*, Tomo III, Rec. G.793.
- [5] Recomendación del CCITT *Características de los transmultiplexores de 24 canales*, Tomo III, Rec. G.794.
- [6] Recomendación del CCITT *Características de transmisión para la telefonía de las centrales digitales de tránsito*, Libro Rojo, Tomo VI, Rec. Q.517, UIT, Ginebra, 1984.
- [7] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [8] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, Rec. G.232.
- [9] Recomendación del CCITT *Características de la calidad de funcionamiento de los canales MIC entre interfaces a cuatro hilos en frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.712.
- [10] Recomendación del CCITT *Características de la calidad de funcionamiento de los canales MIC entre interfaces a dos hilos en frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.713.
- [11] Recomendación del CCITT *Estructuras de trama síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario*, Tomo III, Rec. G.704.
- [12] Recomendación del CCITT *Características de la calidad de funcionamiento separadas para los lados codificación y decodificación de los canales MIC aplicables a los interfaces a cuatro hilos en frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.714.
- [13] Recomendación del CCITT *Características comunes a todos los transmultiplexores*, Tomo III, Rec. G.792.

**APARATO DE MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA DE ERROR  
EN SISTEMAS DIGITALES CON UNA VELOCIDAD PRIMARIA Y SUPERIOR<sup>1)</sup>**

(Ginebra, 1976; modificada en Ginebra, 1980,  
Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

La compatibilidad entre equipos que cumplen las normas del CCITT, aunque sean de diferentes fabricantes, exige que se respeten las condiciones relativas a las características de un aparato de medida de la característica de error en los bits indicadas a continuación.

**1 Condiciones generales**

Este aparato está diseñado para medir la característica de error en los bits de sistemas de transmisión digital, por comparación directa de una secuencia de prueba pseudoaleatoria con una secuencia de prueba idéntica generada localmente. Podrá también medir los intervalos de tiempo con errores.

**2 Secuencias de prueba**

**2.1 Secuencia pseudoaleatoria para sistemas que emplean una secuencia de  $2^{15} - 1$  bits de longitud**

Esta secuencia se generará mediante un registro de desplazamiento con bucles de realimentación apropiados (véase la figura 1/O.151 y el cuadro 1/O.151):

Número de pasos del registro de desplazamiento . . . . .	15
Longitud de la secuencia . . . . .	$2^{15} - 1 = 32\,767$ bits
Realimentación . . . . .	las salidas de los pasos 14. <sup>o</sup> y 15. <sup>o</sup> se aplican al primer paso a través de un circuito puerta O exclusivo
Secuencia máxima de ceros consecutivos . . . . .	15 (señal invertida)

**2.2 Secuencia pseudoaleatoria para sistemas que emplean una secuencia de  $2^{23} - 1$  bits de longitud**

Esta secuencia se generará mediante un registro de desplazamiento con bucles de realimentación apropiados (véase la figura 2/O.151):

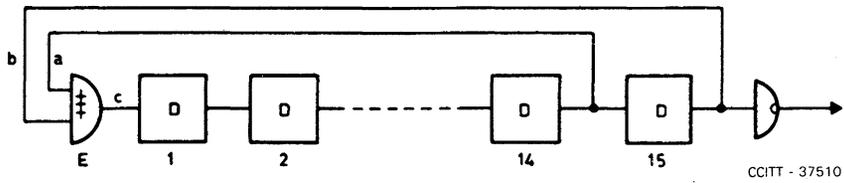
Número de pasos del registro de desplazamiento . . . . .	23
Longitud de la secuencia . . . . .	$2^{23} - 1 = 8\,388\,607$ bits
Realimentación . . . . .	las salidas de los pasos 18. <sup>o</sup> y 23. <sup>o</sup> se aplican al primer paso a través de un circuito puerta O exclusivo
Secuencia máxima de ceros consecutivos . . . . .	23 (señal invertida)

<sup>1)</sup> Esta Recomendación incumbe conjuntamente a las Comisiones de Estudio IV, XVII y XVIII.

CUADRO 1/O.151

Estado de los pasos del registro de desplazamiento durante la transmisión de los 47 primeros bits

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
...																...
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
...																...
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
...																...
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
47	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



Nota - No se representa el punto de conexión de los impulsos de reloj.

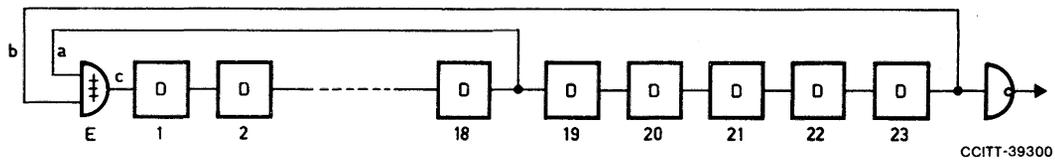
a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Tabla de verdad para el circuito puerta O exclusivo (E):

a y b: entradas  
c: salida

FIGURA 1/O.151

Ejemplo de circuito para un registro de desplazamiento de 15 pasos con básculas D y un circuito puerta O exclusivo



Nota - No se representa el punto de conexión de los impulsos de reloj.

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Tabla de verdad para el circuito puerta O exclusivo (E):

a y b: entradas  
c: salida

FIGURA 2/O.151

Ejemplo de circuito para un registro de desplazamiento de 23 pasos con básculas D y un circuito puerta O exclusivo

### 2.3 Secuencias pseudoaleatorias para sistemas que emplean una longitud de una secuencia de $2^{20} - 1$ bits

Esta secuencia puede generarse con un registro de desplazamiento de 20 pasos con bucle de realimentación con salidas de los pasos 17 y 20. La señal de salida proviene del paso 20 y se obliga a un bit de salida a ser «uno» cada vez que los 14 bits siguientes sean «cero».

La secuencia cuasialeatoria cumple lo siguiente:

$$Q_{n+1}(k+1) = Q_n(k), n = 1, 2, \dots, 19,$$

$$Q_1(k+1) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ y}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) + \overline{Q_6(k) + \dots + Q_{19}(k)}$$

donde

$Q_n(k)$  = estado presente para el paso  $n$

$Q_n(k+1)$  = próximo estado para el paso  $n$

$RD(k)$  = valor presente de la salida

+

= operación lógica O

$\oplus$

= operación lógica EXCLUSIVO O

$\overline{(\quad)}$

= operación lógica NEGACIÓN.

### 2.4 Secuencias fijas (facultativas)

Pueden preverse secuencias fijas de todos unos y de unos y ceros alternados.

### 3 Velocidad binaria

La velocidad binaria se ajustará a las Recomendaciones indicadas en el cuadro 2/O.151.

CUADRO 2/O.151

#### Velocidades binarias, Recomendaciones pertinentes y secuencias pseudoaleatorias de prueba

Velocidad binaria (kbit/s)	Recomendación del sistema múltiplex	Recomendación para la sección de línea digital o para el sistema de línea digital	Tolerancia para la velocidad binaria	Secuencia de prueba
1 554	G.733 [1]	G.911 [8], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
2 048	G.732 [2]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
6 312	G.743 [3]	G.912 [14], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
8 448	G.742 [4], G.745 [5]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
32 064	G.752 [6]	G.913 [15], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 10 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
34 368	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$
44 736	G.752 [6]	G.914 [18], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
139 264	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 15 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$

*Nota* – Por lo general, en un aparato dado sólo se prevé la combinación adecuada de velocidades binarias, es decir, 2048 kbit/s, 8448 kbit/s, etc. o 1544 kbit/s, 6312 kbit/s, etc.

### 4 Interfaces

Las características de los interfaces (impedancias, niveles, códigos, etc.) deben ajustarse a las disposiciones de la Recomendación G.703 [19].

El aparato, además de efectuar medidas en terminación, podrá supervisar puntos de prueba protegidos en equipo digital. Por este motivo, pudiera preverse una alta impedancia y/o una ganancia suplementaria a fin de compensar las pérdidas de los puntos de supervisión ya previstos en algunos equipos.

### 5 Gama de medida de la tasa de error

La parte receptora del aparato de medida ha de ser apta para medir tasas de error en los bits comprendidas entre  $1 \cdot 10^{-3}$  y  $1 \cdot 10^{-8}$ . Además, debiera ser posible medir tasas de error de  $1 \cdot 10^{-9}$  y  $1 \cdot 10^{-10}$ , lo cual puede realizarse previendo la posibilidad de contar los errores acumulativos.

### 6 Modo de funcionamiento

El modo de funcionamiento ha de preverse de manera que la señal de prueba se convierta primeramente en una señal (binaria) unipolar en el aparato de medida; acto seguido, se procederá a la comparación de los bits con una señal de referencia, también en forma binaria.

*Facultativamente*, pueden preverse medios que permitan comparar directamente la señal de línea (por ejemplo, en código AMI o HDB-3) con señales de referencia en su código correspondiente. En estas medidas, conviene que se identifiquen las polaridades, a fin de que puedan determinarse separadamente los errores debidos a la inserción o supresión de impulsos positivos o negativos.

## 7 Medida de los intervalos de tiempo con errores

El aparato será capaz de detectar los segundos con errores y otros intervalos de tiempo con errores o sin errores como se define en el § 1.4 de la Recomendación G.821 [20] y de obtener la característica de error a 64 kbit/s, de acuerdo con el anexo D a la Recomendación G.821 [20]<sup>2)</sup>. Se contarán y visualizarán el número de intervalos de tiempo con errores o el de intervalos de tiempo sin errores durante un periodo de observación seleccionable entre un minuto y 24 horas, o de manera continua.

Para esta medida, los circuitos de detección de errores del aparato serán controlados por un temporizador interno que fijará intervalos de igual longitud y funcionará con independencia de la aparición de errores.

## 8 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.733.
- [2] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.732.
- [3] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 6312 kbit/s y utiliza justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.743.
- [4] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.742.
- [5] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva/nula/negativa*, Tomo III, Rec. G.745.
- [6] Recomendación del CCITT *Características de los equipos multiplex digitales basados en la velocidad binaria de segundo orden de 6312 kbit/s, con justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.752.
- [7] Recomendación del CCITT *Equipos multiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y emplean justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.751.
- [8] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 1544 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.911, UIT, Ginebra 1984.
- [9] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de pares simétricos*, Tomo III, Rec. G.951.
- [10] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de fibras ópticas*, Tomo III, Rec. G.955.
- [11] Recomendación del CCITT *Secciones digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.921.
- [12] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de pares simétricos*, Tomo III, Rec. G.952.
- [13] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de fibras ópticas*, Tomo III, Rec. G.956.
- [14] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 6312 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.912, UIT, Ginebra, 1984.
- [15] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 32 064 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.913, UIT, Ginebra, 1984.
- [16] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de pares coaxiales*, Tomo III, Rec. G.953.
- [17] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de pares coaxiales*, Tomo III, Rec. G.954.
- [18] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 44 736 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.914, UIT, Ginebra, 1984.
- [19] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [20] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.

<sup>2)</sup> Está en estudio la evaluación de la característica de error a velocidades binarias diferentes de 64 kbit/s.

APARATO DE MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA DE ERROR EN TRAYECTOS A 64 kbit/s

(Málaga-Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988)

La compatibilidad entre equipos que cumplen las normas del CCITT, aunque sean de diferentes fabricantes, exige que se respeten las condiciones relativas a las características de un aparato de medida de la característica de error en los bits indicadas a continuación.

1 Consideraciones generales

Este aparato está diseñado para medir la característica de error en los bits de trayectos digitales (que funcionan a 64 kbit/s) por comparación directa de una secuencia de prueba pseudoaleatoria con una secuencia de prueba idéntica generada localmente.

2 Secuencias de prueba

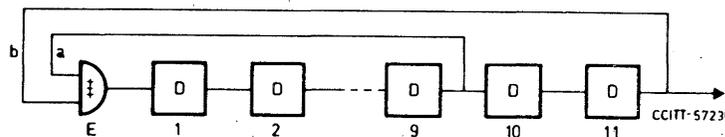
2.1 Secuencia pseudoaleatoria

Esta secuencia se generará mediante un registro de desplazamiento con bucles de realimentación apropiados (véase la figura 1/O.152):

- Número de pasos del registro de desplazamiento . . . . . 11
- Longitud de la secuencia . . . . .  $2^{11} - 1 = 2047$  bits
- Realimentación . . . . . las salidas de los pasos 9.º y 11.º se aplican al primer paso a través de una puerta O exclusivo
- Secuencia máxima de ceros consecutivos . . . . . 10 (señal no invertida)

*Nota 1* – En el caso de pruebas internacionales en las que la medida abarca sistemas basados en la velocidad de 1544 kbit/s es necesario modificar la secuencia de prueba a fin de evitar la presencia de más de 7 bits «0» consecutivos. Esto se consigue forzando la señal de salida a «1» cada vez que los 7 bits siguientes de la secuencia son todos ceros.

*Nota 2* – Se recomienda utilizar también la secuencia de prueba de 2047 bits de longitud con otras velocidades binarias en la gama de 48 kbit/s a 168 kbit/s.



*Nota* – No se representa el punto de conexión de los impulsos de reloj.

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Tabla de verdad para la puerta O exclusivo (E).  
a y b : entradas  
c : salida

FIGURA 1/O.152

Ejemplo de circuito para un registro de desplazamiento de 11 pasos con básculas D y una puerta O exclusivo

## 2.2 *Secuencias fijas* (optativo)

Pueden preverse secuencias fijas de todos unos (... 1111 ...) y de unos y ceros (... 1010 ...) alternados.

## 3 **Velocidad binaria**

Velocidad binaria según el § 1 de la Recomendación G.703 [1], y la Recomendación V.36 [2], de 64 kbit/s

- a) Tolerancia para la velocidad binaria (Recomendación G.703 [1]):  $\pm 100 \cdot 10^{-6}$
- b) Tolerancia para la velocidad binaria (Recomendación V.36 [2]), optativa  $\pm 50 \cdot 10^{-6}$

## 4 **Interfaces**

Las características de los interfaces (impedancias, niveles, códigos, etc.) deben ajustarse a las disposiciones de las Recomendaciones G.703 [1], I.430 [7] (optativo) y V.11 [3] (optativo).

El aparato, además de efectuar medidas con terminación, podrá supervisar puntos de prueba protegidos en equipo digital. Por este motivo, deberá preverse una alta impedancia y/o una ganancia suplementaria a fin de compensar las pérdidas en los puntos de supervisión ya previstos en algunos equipos.

### 4.1 *Interfaces conformes a la Recomendación G.703* [1]

Se incluirán tres interfaces:

- a) un interfaz codireccional conforme al § 1.2.1 de la Recomendación G.703 [1];
- b) un interfaz de reloj centralizado conforme al § 1.2.2 de la Recomendación G.703 [1];
- c) un interfaz contradireccional conforme al § 1.2.3 de la Recomendación G.703 [1].

### 4.2 *Método de sincronización de reloj*

Serán seleccionables los siguientes modos de sincronización:

- a) Enganchar la velocidad del reloj del generador digital a la de la entrada del lado de recepción del aparato de medida (para el interfaz codireccional).
- b) Permitir que el reloj del generador funcione libremente dentro de las tolerancias de frecuencias permitidas globales.
- c) Enganchar la velocidad del reloj del generador digital a una señal de reloj externa. (Configuración de entrada para el reloj externo de conformidad con la Recomendación G.703 [1].)

### 4.3 *Interfaz correspondiente a la Recomendación I.430* [7]

Para ulterior estudio. Este estudio deberá incluir procedimientos para acceder a los puntos de los interfaces S y T en canales específicos a 64 kbit/s.

### 4.4 *Interfaz conforme a la Recomendación V.11* [3]

Como opción, se incluirá un interfaz conforme a la Recomendación V.11 [3].

## 5 **Gama de medidas de la tasa de error en los bits**

La parte receptora del aparato de medida ha de ser apta para medir tasas de error en los bits comprendidas entre  $1 \cdot 10^{-2}$  y  $1 \cdot 10^{-7}$ . El periodo de medida debe ser lo suficientemente largo para obtener medidas exactas. Además, debiera ser posible medir tasas de error inferiores a  $1 \cdot 10^{-7}$ ; esto puede realizarse proporcionando la capacidad de contar los errores acumulativos.

## 6 **Medidas de la tasa de error en los bloques**

Como opción, el instrumento debiera ser capaz de efectuar medidas de errores en los bloques además de las de errores en los bits. Si se incluye esta capacidad, debe ser posible medir tasas de error en los bloques comprendidas entre  $1 \cdot 10^{-0}$  y  $1 \cdot 10^{-5}$  cuando se utiliza la secuencia de prueba pseudoaleatoria con una longitud de bloque de 2047 bits.

## 7 Modo de funcionamiento

La señal de prueba se convierte primeramente en una señal (binaria) unipolar en el aparato de medida; acto seguido, se procede a la comparación de los bits con una señal de referencia, también en forma binaria.

## 8 Evaluación de los errores

### 8.1 Medida de los intervalos de tiempo sin errores

El aparato debe poder detectar los segundos con errores y cualquier otro intervalo de tiempo con o sin errores, según lo establecido en la Recomendación G.821 [4]. Se deberá contar y visualizar el número de intervalos de tiempo con o sin errores en un periodo de observación seleccionable de un minuto a 24 horas o de forma continua.

Para esta medida, habrá que controlar los circuitos de detección de errores del aparato mediante un temporizador interno que establezca intervalos de igual longitud y que funcione con independencia de la aparición de errores.

### 8.2 Medida de la tasa media de error a corto plazo

8.2.1 Deberá ser posible registrar los intervalos de tiempo definidos en la Recomendación G.821 [4] durante los que la tasa de error en los bits es inferior a  $1 \cdot 10^{-6}$ .

8.2.2 Deberá ser posible registrar los intervalos de un segundo durante los que la tasa de error en los bits es inferior a  $1 \cdot 10^{-3}$ .

## 9 Registro de los resultados de las medidas

Como opción, deberá preverse un interfaz que permita conectar un equipo exterior para el tratamiento posterior de los resultados de las medidas.

El interfaz deberá ajustarse a las disposiciones contenidas en la Recomendación V.24 [5] o al bus de interfaz de la Publicación 625 de la CEI [6].

## 10 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [2] Recomendación del CCITT *Modems para la transmisión síncrona de datos, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 108 kHz*, Tomo VIII, Rec. V.36.
- [3] Recomendación del CCITT *Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos*, Tomo VIII, Rec. V.11.
- [4] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [5] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos*, Tomo VIII, Rec. V.24.
- [6] Publicación 625 de la CEI *An interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.
- [7] Recomendación del CCITT *Especificación de la capa 1 del interfaz usuario-red básico*, Tomo III, Rec. I.430.

PARÁMETROS BÁSICOS PARA LA MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA DE ERROR A VELOCIDADES INFERIORES A LA PRIMARIA

(Melbourne, 1988)

La compatibilidad entre equipos que cumplen las normas del CCITT, aunque sean de diferentes fabricantes, exige que se respeten las condiciones relativas a las características de la instrumentación para medida de errores indicadas a continuación.

Aunque se presentan los requisitos de la instrumentación, no se trata de la realización de la configuración del aparato, y tanto el diseñador como el usuario deberán tenerlo en consideración. En particular, no se requiere que un aparato proporcione todas las funciones descritas a continuación. Las Administraciones podrán optar por aquellas que se ajusten mejor a sus aplicaciones.

En la selección de funciones, las Administraciones podrán también tener en cuenta lo expuesto en otras Recomendaciones relativas a los aparatos de medida de errores, como por ejemplo las Recomendaciones O.151 y O.152.

1 Consideraciones generales

La instrumentación está diseñada para medir la característica de error en circuitos de datos que funcionan con velocidades binarias comprendidas entre 0,050 y 168 kbit/s. La medida se basará en la comparación directa de secuencias determinadas de prueba, que se transmiten por el circuito a probar, con idénticas secuencias que se generan en el lado receptor. Deberá ser posible el funcionamiento síncrono y asíncrono.

2 Secuencias de prueba

Se normalizarán las siguientes secuencias de prueba (véase la nota):

*Nota* – La utilización de algunas de las secuencias de prueba podrá ser restringida al funcionamiento síncrono o al asíncrono. Será posible transmitir las secuencias durante un periodo limitado.

2.1 Secuencia de prueba pseudoaleatoria de 511 bits

Esta secuencia está dirigida fundamentalmente a la medida de errores a velocidades binarias de hasta 14 400 bit/s (véase el § 3.1).

La secuencia se podrá generar en un registro de desplazamiento de nueve etapas en el que la entrada de la primera está realimentada con el resultado de la suma de las salidas de las etapas 5ª y 9ª en un sumador en módulo dos. La secuencia empieza con el primer UNO de nueve UNOS consecutivos.

Número de etapas del registro de desplazamiento . . . . . 9  
Longitud de la secuencia pseudoaleatoria . . . . .  $2^9 - 1 = 511$  bits  
Longitud máxima de las secuencias de ceros . . . . . 8 (señal no invertida)

2.2 Secuencia de prueba pseudoaleatoria de 2047 bits

Cuando se da, esta secuencia está dirigida fundamentalmente a la medida de errores a velocidades binarias de 64 kbit/s (véase el § 3.3).

La secuencia se podrá generar con un registro de desplazamiento de once etapas en el que la entrada de la primera está realimentada con el resultado de la suma de las salidas de las etapas 9ª y 11ª en un sumador en módulo dos. (Véase también la Recomendación O.152).

Número de etapas del registro de desplazamiento . . . . . 11  
Longitud de la secuencia pseudoaleatoria . . . . .  $2^{11} - 1 = 2047$  bits  
Longitud máxima de las secuencias de ceros . . . . . 10 (señal no invertida)

### 2.3 *Secuencia de prueba pseudoaleatoria de 1048,575 kbits*

Esta secuencia está dirigida fundamentalmente a la medida de errores a velocidades binarias de hasta 72 kbit/s (véase el § 3.2).

La secuencia se podrá generar con un registro de desplazamiento de veinte etapas en el que la entrada de la primera está realimentada con el resultado de la suma de las salidas de las etapas 3ª y 20ª en un sumador en módulo dos.

Número de etapas del registro de desplazamiento	20
Longitud de la secuencia pseudoaleatoria	$2^{20} - 1 = 1048,575$ kbits
Longitud máxima de las secuencias de ceros	19 (señal no invertida)

*Nota* — Esta secuencia de prueba no es idéntica a la de la misma longitud que figura en la Recomendación O.151.

### 2.4 *Secuencias de prueba fijas (para pruebas de continuidad)*

- Espacio permanente
- Marca permanente
- Espacio/marca alternados con relaciones de: 1 : 1, 1 : 3, 1 : 7, 3 : 1, 7 : 1
- Texto(QBF) «QUICK BROWN FOX» [1] (sólo en modo asíncrono).

### 2.5 *Secuencias de prueba programables*

Se recomienda la utilización de secuencias libremente programables pero con una longitud de al menos 1024 bits.

## 3 **Velocidades binarias**

La instrumentación será capaz de llevar a cabo medidas a las velocidades binarias de las gamas especificadas a continuación:

### 3.1 *Transmisión de datos por circuitos de tipo telefónico utilizando módems*

- Velocidades binarias en la gama de 50 bit/s a 19 200 bit/s.

(Véanse las Recomendaciones V.5 [2] y V.6 [3].)

*Nota* — Los módems que funcionan con velocidades binarias superiores a 14 400 bit/s escapan al alcance de las Recomendaciones del CCITT.

### 3.2 *Transmisión de datos por circuitos en la banda de grupo primario utilizando módems de banda ancha*

- Velocidades binarias en la gama de 48 kbit/s a 168 kbit/s.

(Véanse las Recomendaciones V.36 [4] y V.37 [5].)

### 3.3 *Transmisión de datos a velocidades iguales o superiores a 64 kbit/s*

En la Recomendación O.152 se recoge la información pertinente sobre las medidas de la característica de error a 64 kbit/s.

En la Recomendación O.151 se recoge la información pertinente sobre las medidas a velocidades primarias.

### 3.4 *Desviación de la velocidad binaria con respecto a la nominal*

La desviación máxima de la velocidad binaria con respecto a la nominal para velocidades de hasta 9600 bit/s será  $\leq 0,01\%$  en caso de que la temporización no proceda del elemento bajo prueba.

Para velocidades binarias superiores, la desviación máxima será  $\leq 0,002\%$  si la temporización no procede del elemento bajo prueba.

### 3.5 *Fuentes de señales de reloj*

Las señales de reloj se proporcionan a través del interfaz, vía una entrada de sincronización externa, o desde un generador de señales de reloj interno.

## 4 Interfaces

Se proporcionarán uno o más interfaces de los señalados a continuación en función de la aplicación y de la velocidad binaria:

- interfaz conforme a la Recomendación V.10 (X.26) [6]
- interfaz conforme a la Recomendación V.11 (X.27) [7]
- interfaz conforme a las Recomendaciones V.24/V.28 [8] [9]
- interfaz conforme a la Recomendación V.35 [10]
- interfaz conforme a la Recomendación V.36 [4]
- interfaz conforme a las Recomendaciones V.21 (X.24) [11] [12].

## 5 Modos de funcionamiento

La instrumentación deberá simular completamente las características de un ETD y/o de un ETCD funcionando en el modo semidúplex y/o en modo dúplex. Esto requerirá que se proporcionen los elementos de toma de contacto ya sea por medio de soporte lógico o de soporte físico. En modo semidúplex síncrono, las secuencias de prueba deberán ir precedidas de dos o más secuencias de encabezamiento (es decir bits de marca y de espacio alternados) para permitir la recuperación de la señal de reloj. Estas secuencias de encabezamiento deberán ir seguidas de dos o más caracteres de sincronización de bloque.

Deberá ser posible la selección de las condiciones de la prueba de paridad, par o impar, y marca o espacio, en caso de que el modo de funcionamiento lo requiera.

*Nota* – Normalmente no es posible insertar bits de control de paridad cuando se utilizan esquemas de prueba pseudoaleatorios.

## 6 Sincronización de bits

Se podrán utilizar dos modos de sincronización:

- sincronización mediante una señal de temporización derivada del objeto de la prueba (por ejemplo, un módem que funciona en modo síncrono);
- sincronización a partir de las transiciones de la señal de prueba recibida (por ejemplo, cuando un módem funciona en el modo no síncrono).

## 7 Códigos

Para la codificación del texto QBF, o de cualquier otra secuencia programable, deberá proporcionarse el código de señales de datos del:

- Alfabeto N.º 5 del CCITT con 7 bits/carácter (ASCII) [13]

En funcionamiento asíncrono será posible la selección de 1 ó 2 bits de parada.

## 8 Medidas de error y evaluación de los errores

### 8.1 Medidas de error en los bits

La gama de medidas de la tasa de error estará comprendida entre  $10^{-2}$  y  $10^{-7}$ . El periodo de medida deberá ser lo suficientemente largo para obtener resultados precisos.

Si se proporciona la posibilidad de contar errores acumulativos, se podrán detectar tasas de error inferiores a  $10^{-7}$ .

### 8.2 Medidas de error en los bloques

Deberán ser posibles las medidas de error en los bloques. La longitud de los bloques podrá ser escogida entre 1000 y 10 000 bits o deberá ser igual a la longitud de la secuencia pseudoaleatoria utilizada en la prueba de error. Además se proporcionará una longitud de bloque de 32 768 bits para las medidas a velocidades superiores a 14,4 kbit/s.

La gama de medidas de la tasa de error en los bloques estará comprendida entre  $10^{-0}$  y  $10^{-5}$  debiendo los tiempos de medida lo suficientemente largos para conseguir resultados precisos.

### 8.3 Medidas simultáneas

Existirá la posibilidad de medir simultáneamente la tasa de errores en los bits y la tasa de errores en los bloques.

#### 8.4 Evaluación de la característica de error

La instrumentación deberá poder detectar los segundos con error. Deberán contarse y visualizarse el número de intervalos de tiempo en los que se han presentado errores y en los que no se han presentado, todo esto durante periodos de tiempo que podrán ser seleccionados desde 1 minuto a 24 horas.

Para esta medida, los circuitos de detección de errores de la instrumentación estarán controlados por un temporizador interno que establece intervalos de igual longitud y que funciona con independencia de si se han producido errores o no.

Continúan en estudio las medidas de otros parámetros de la característica de error y la aplicación de la Recomendación G.821 [14].

### 9 Medida de la distorsión

Cuando el aparato permita medir la distorsión, se aplicarán las siguientes especificaciones:

#### 9.1 Medida de la distorsión individual

Los grados de distorsión individual por adelanto y por retraso se medirán con el aparato funcionando en el modo en que la sincronización se deriva de las transiciones de la señal de prueba recibida.

Cuando se utilicen señales de prueba pseudoaleatorias, el error de medida será inferior a  $\pm 3\%$ .

#### 9.2 Medida de la distorsión asimétrica

El aparato medirá la distorsión asimétrica en las alternancias (alternancia trabajo/reposo en la proporción 1 : 1).

En este modo, el error de medida será inferior a  $\pm 2\%$ .

### 10 Telecontrol y registro de los resultados de las medidas

Opcionalmente, deberá proporcionarse un interfaz que permita el telecontrol de la instrumentación así como el procesamiento posterior de los resultados de las medidas.

En caso de proveerse, el interfaz deberá estar de acuerdo con el bus de interfaz conforme con la Publicación 625 de la CEI [15] o con la Recomendación V.24 [8].

### 11 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

#### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Normalización de textos internacionales para la medición del margen de un aparato arrítmico*, Tomo VII, Rec. R.52.
- [2] Recomendación del CCITT *Normalización de las velocidades binarias para transmisiones sincronas de datos por la red telefónica general con conmutación*, Tomo VIII, Rec. V.5.
- [3] Recomendación del CCITT *Normalización de las velocidades binarias para transmisiones sincronas de datos por circuitos arrendados de tipo telefónico*, Tomo VIII, Rec. V.6.
- [4] Recomendación del CCITT *Módems para la transmisión sincrona de datos, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 108 kHz*, Tomo VIII, Rec. V.36.
- [5] Recomendación del CCITT *Módems para la transmisión sincrona de datos a una velocidad binaria superior a 72 kbit/s, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 108 kHz*, Tomo VIII, Rec. V.37.
- [6] Recomendación del CCITT *Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos*, Tomo VIII, Rec. V.10.
- [7] Recomendación del CCITT *Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos*, Tomo VIII, Rec. V.11.

- [8] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD)*, Tomo VIII, Rec. V.24.
- [9] Recomendación del CCITT *Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente*, Tomo VIII, Rec. V.28.
- [10] Recomendación del CCITT *Transmisión de datos a 48 kbit/s por medio de circuitos en grupo primario de 60 a 108 kHz*, Tomo VIII, Rec. V.35.
- [11] Recomendación del CCITT *Interfaz entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD) para funcionamiento sincrónico en redes públicas de datos*, Tomo VIII, Rec. X.21.
- [12] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones de circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD) en redes públicas de datos*, Tomo VIII, Rec. X.24.
- [13] Recomendación del CCITT *Alfabeto internacional N.º 5*, Tomo VII, Rec. T.50.
- [14] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [15] Publicación 625 de la CEI *An interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.

## Recomendación O.161

### MONITORES DE VIOLACIONES DE CÓDIGO EN SERVICIO PARA SISTEMAS DIGITALES

(Ginebra, 1980; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984)

#### 1 Consideraciones generales

Esta especificación describe un monitor de violaciones de código en servicio para el primero y el segundo nivel de la jerarquía de transmisión digital.

Los códigos pseudoternarios que han de monitorizarse son el código de inversión alternada de marcas (denominado código AMI-*Alternate Mark Inversion*), el código bipolar de alta densidad con un máximo de tres ceros consecutivos (código HDB3), el B6ZS y el B8ZS.

#### 2 Definición de violación de código<sup>1)</sup>

##### 2.1 Para el código AMI

Dos marcas consecutivas de la misma polaridad. El número de violaciones de código puede no coincidir con el número absoluto de errores.

##### 2.2 Para el código HDB3

Dos violaciones bipolares consecutivas de la misma polaridad. El número de violaciones puede no coincidir con el número absoluto de errores.

##### 2.3 Para el código B6ZS

Dos marcas consecutivas de la misma polaridad, excluyendo las violaciones causadas por el código de sustitución de ceros. El número de violaciones puede no coincidir con el número absoluto de errores.

##### 2.4 Para el código B8ZS

Dos marcas consecutivas de la misma polaridad, excluyendo las violaciones causadas por el código de sustitución de ceros. El número de violaciones puede no coincidir con el número absoluto de errores.

<sup>1)</sup> De conformidad con las definiciones de las violaciones de código de la presente Recomendación, conviene tener en cuenta que el monitor de violaciones de código no detectará secuencias de ceros que violen las reglas de codificación pertinentes.

### 3 Señal de entrada

#### 3.1 Interfaz

El monitor de violaciones de código podrá funcionar con las siguientes velocidades binarias y características de interfaz, descritas en los puntos apropiados de la Recomendación G.703 [1]:

- a) 1544 kbit/s;
- b) 6312 kbit/s;
- c) 2048 kbit/s;
- d) 8448 kbit/s.

#### 3.2 Funcionamiento del aparato

3.2.1 El aparato puede estar equipado para monitorizar solamente uno o dos de los códigos enumerados y para funcionar a las velocidades binarias correspondientes a esos códigos.

#### 3.3 Sensibilidad de entrada

3.3.1 El aparato deberá funcionar satisfactoriamente en las siguientes condiciones de entrada:

3.3.1.1 Impedancias y niveles de entrada conformes con la Recomendación G.703 [1].

3.3.1.2 El aparato podrá también monitorizar en puntos de prueba protegidos del equipo digital. En consecuencia deberá preverse una entrada de alta impedancia y/o una ganancia adicional de 30 dB (40 dB – véase la nota) para compensar las pérdidas en los puntos de monitorización ya previstos en algunos equipos.

*Nota* – A título facultativo, en los aparatos que funcionen en un interfaz a 1544 kbit/s conforme con lo dispuesto en [1], la ganancia adicional, cuando se proporcione, será de 40 dB.

3.3.1.3 El aparato deberá también funcionar satisfactoriamente tanto en el modo terminación como en el modo monitor, cuando se le conecte a una salida de interfaz conforme con la Recomendación G.703 [1], a través de un largo de cable que pueda tener una pérdida de inserción de 0 dB a 6 dB a la frecuencia correspondiente a la velocidad mitad de la velocidad binaria de la señal. La pérdida de inserción del cable a otras frecuencias será proporcional a  $\sqrt{f}$ .

#### 3.4 Impedancia de entrada

3.4.1 El aparato deberá tener una pérdida de retorno de más de 20 dB en las condiciones enumeradas en el cuadro 1/O.161.

CUADRO 1/O.161

Velocidad de funcionamiento del aparato (kbit/s)	Condiciones de prueba	
1544	100 ohmios, resistiva pura	de 20 kHz a 1,6 MHz
2048	75/120/130 ohmios, resistiva pura	de 40 kHz a 2,5 MHz
6312	75/110 ohmios, resistiva pura	de 100 kHz a 6,5 MHz
8448	75 ohmios, resistiva pura	de 100 kHz a 10,0 MHz

### 3.5 *Introducción de la señal de entrada por puerta*

3.5.1 El aparato llevará incorporado un circuito de muestreo activado por la señal digital entrante, tal que el aparato detectará sólo las tensiones que estén presentes durante un corto período de introducción por puerta situado en el punto central de cada intervalo de tiempo de dígito.

### 3.6 *Tolerancia para la fluctuación de fase de entrada*

3.6.1 El aparato podrá tolerar el límite inferior de la máxima fluctuación de fase tolerable de entrada especificado en el punto correspondiente de la Recomendación G.703 [1].

## 4 **Presentación visual**

4.1 El aparato contendrá un indicador para mostrar la presencia de una señal digital de amplitud y velocidad binarias correctas.

4.2 Se indicará la tasa de violaciones de código en la gama de  $1 \cdot 10^{-3}$  hasta al menos  $1 \cdot 10^{-6}$ . La indicación de violaciones de código que se producen en la señal de entrada y se detectan como se describe en el § 2 se determinarán contando el número de violaciones de código que se producen durante un periodo de al menos  $10^6$  intervalos de tiempo de dígito.

4.3 Se podrá indicar el total de violaciones de código. No será necesario que esta sea simultánea con el cómputo y la presentación visual de violaciones de código.

4.4 La capacidad de cómputo será de 99 999; si el cómputo excede de este valor deberá utilizarse un indicador separado.

4.5 La secuencia de cómputo comenzará accionando un mando de arranque y se detendrá accionando un mando de parada.

4.6 Deberá ser posible poner a cero el contador y su unidad de presentación visual.

## 5 **Verificación del aparato**

5.1 Deberá preverse un dispositivo de verificación que permita comprobar la unidad de visualización, el contador, los circuitos de salida hacia el registrador y, facultativamente, los de entrada del aparato.

5.2 Cuando se ha previsto la verificación facultativa de los circuitos de entrada, deberá convenirse en el método de introducir violaciones de código en la señal digital de entrada. Las violaciones de código deberán ser las definidas en el § 2.

## 6 **Salida para el registrador**

6.1 Facultativamente, el aparato podrá proporcionar una señal de salida en forma analógica o digital que permitirá registrar exteriormente el estado de la señal digital.

6.2 Para la salida analógica, la señal variará en forma correspondiente al resultado medido.

6.3 Si el aparato tiene una salida analógica se preverá un medio para calibrar el registrador exterior.

6.4 El cuadro 2/O.161 muestra un posible plan para relacionar el estado de la señal digital de entrada y el de la señal continua de salida. En realidad, este plan dependerá de la duración del periodo de cómputo especificada para el aparato (véase el § 4.2).

6.5 Para la salida digital del resultado de la medida, en caso de preverse, se utilizará una señal paralela en forma decimal codificado en binario (BCD) con niveles de lógica transistor-transistor (TTL).

## 7 **Condiciones ambientales de funcionamiento**

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

CUADRO 2/O.161

Estado	Deflexión (mA o V)	Tolerancia (mA o V)
Ausencia de señal	0	—
Señal válida	5	± 0,2
Tasa de violaciones $\geq 1 \cdot 10^{-3}$	2	± 0,2
Tasa de violaciones $\geq 1 \cdot 10^{-4}$	2,5	± 0,2
Tasa de violaciones $\geq 1 \cdot 10^{-5}$	3	± 0,2
Tasa de violaciones $\geq 1 \cdot 10^{-6}$	3,5	± 0,2
Violaciones aisladas de código	4	± 0,2

**Referencia**

- [1] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.

**Recomendación O.162**

**APARATO PARA MONITORIZACIÓN DE SEÑALES DE 2048 kbit/s EN SERVICIO**

*(Ginebra, 1980; modificada en Melbourne, 1988)*

**1 Consideraciones generales**

- 1.1 Esta Recomendación describe un aparato para llevar a cabo pruebas de error de señales de 2 Mbit/s en servicio con estructuras de trama conformes con la Recomendación G.704 [1].
- 1.2 El aparato deberá monitorizar una señal codificada en HDB3 a 2048 kbit/s, proporcionar una presentación visual de toda condición de alarma propia de la señal y contar los errores presentes en la señal de alineación de trama.
- 1.3 El aparato puede también, si así se desea, contar y presentar visualmente las violaciones de código HDB3, como facilidad separada.
- 1.4 El aparato deberá monitorizar todas las señales de procedimiento de verificación por redundancia cíclica (VRC), en conformidad con la Recomendación G.704 [1], transportadas dentro de la señal de alineación de trama, y los intervalos de tiempo 0 (IT0) de las tramas que no contengan la señal de alineación de trama.
- 1.5 Opcionalmente, el aparato puede proporcionar acceso a los bits de información transmitidos en cualquier intervalo de tiempo seleccionado.

## 1.6 *Estrategia para la decodificación HDB3*

Cuando sea necesario, la señal digital recibida será decodificada por el aparato de tal manera que, en el curso del muestreo de la señal, cuando se detecten dos ceros (espacios) consecutivos, seguidos de una violación bipolar, el decodificador deberá sustituir la violación bipolar y los tres dígitos precedentes por cuatro ceros consecutivos.

## 2 **Señal de entrada**

### 2.1 *Interfaz*

El aparato podrá funcionar con el interfaz a 2048 kbit/s conforme con el § 6 de la Recomendación G.703 [2].

### 2.2 *Sensibilidad de entrada*

2.2.1 El aparato deberá funcionar satisfactoriamente en las siguientes condiciones de entrada:

2.2.1.1 Impedancias y niveles de entrada conformes con la Recomendación G.703 [2].

2.2.1.2 El aparato podrá también monitorizar en puntos de prueba protegidos del equipo digital. En consecuencia deberá preverse una entrada de alta impedancia y/o una ganancia adicional de 30 dB para compensar las pérdidas en los puntos de monitorización ya previstos en algunos equipos.

2.2.1.3 El aparato deberá también funcionar satisfactoriamente tanto en el modo terminación como en el modo monitor, cuando se le conecte a una salida de interfaz conforme con la Recomendación G.703 [2] a través de un largo de cable que pueda tener una pérdida de inserción de 0 dB a 6 dB a la frecuencia correspondiente a la velocidad mitad de la velocidad binaria de la señal. La pérdida de inserción del cable a otras frecuencias será proporcional a  $\sqrt{f}$ .

### 2.3 *Impedancia de entrada*

2.3.1 El aparato deberá tener una pérdida de retorno superior a 20 dB frente a una impedancia resistiva pura de 75/120/130 ohmios en una gama de frecuencias de 40 kHz a 2500 kHz.

### 2.4 *Introducción de la señal de entrada por puerta*

2.4.1 El aparato deberá tener un circuito de recuperación de la temporización activado por la señal digital de entrada de tal manera que el aparato sólo detecte las tensiones que están presentes durante un corto periodo de introducción por puerta que coincidirá con el punto central de cada intervalo de tiempo de dígito.

### 2.5 *Tolerancia para la fluctuación de fase de entrada*

2.5.1 El aparato podrá tolerar el límite inferior de la máxima fluctuación de fase tolerable de entrada, especificado en la Recomendación G.823 [3].

## 3 **Facilidades**

3.1 El aparato deberá incorporar medios de indicación de averías que satisfagan las estrategias de alarma de los equipos conformes a la Recomendación G.732 [4].

3.2 En el § 3.3 se presenta un posible plan de indicación de averías. Normalmente, todos los indicadores de avería están apagados.

### 3.3 *Plan de indicación de averías*

#### 3.3.1 *Fallo de la señal de entrada*

Se dará una indicación de avería si se detectan más de 10 ceros consecutivos.

### 3.3.2 Señal de indicación de alarma (SIA)

El aparato reconocerá como una SIA válida toda señal que contenga menos de tres ceros en un periodo de dos tramas (512 bits), en cuyo caso se encenderá el correspondiente indicador.

De acuerdo con la estrategia para la detección de la presencia de una SIA puede detectarse una SIA incluso en presencia de una tasa de violaciones de código de  $1 \cdot 10^{-3}$ . Sin embargo, una señal con todos los bits en el estado «1», excepto la señal de alineación de trama (SAT), no deberá confundirse con una SIA válida.

### 3.3.3 Trama

3.3.3.1 En caso de pérdida de la alineación de trama, definida en el § 4 de la Recomendación G.706 [5], el aparato deberá detectar la pérdida y se encenderá el correspondiente indicador.

3.3.3.2 En caso de recuperación de la alineación de trama, definida en el § 4 de la Recomendación G.706 [5], deberá apagarse el indicador.

*Nota* – El aparato será capaz de sincronizarse con las tramas con independencia de si tienen o no bits de VRC.

### 3.3.4 Errores en la señal de alineación de trama

3.3.4.1 El aparato deberá disponer de medios para indicar tasas de error en los bits de, por ejemplo,  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $1 \cdot 10^{-4}$  y  $1 \cdot 10^{-5}$ , y encender el correspondiente indicador.

La indicación de tasa de error en los bits que aparece en la señal decodificada recibida y que se detecta como una señal de alineación de trama incorrecta, deberá respetar los límites indicados en el cuadro 1/O.162. Los requisitos del cuadro son aplicables en el supuesto de que las tasas medias de error en los bits estén presentes durante la totalidad del periodo de medida del contador.

CUADRO 1/O.162

Indicación de la tasa de error	Tasa media de error en la señal decodificada	Probabilidad de encendido o apagado de los indicadores durante los periodos señalados más abajo	
		Encendido	Apagado
$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	50% en un plazo de 0,3 s 5% en un plazo de 0,3 s –	5% en un plazo de 0,3 s – 95% en un plazo de 0,3 s
$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$ $5 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-5}$	50% en un plazo de 3 s 5% en un plazo de 3 s –	5% en un plazo de 3 s – 95% en un plazo de 3 s
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% en un plazo de 30 s 5% en un plazo de 30 s –	5% en un plazo de 30 s – 95% en un plazo de 30 s

3.3.4.2 Se podrá también contar el total de errores. La capacidad de cómputo será de 99 999. Si el cómputo excede de este valor se dará una indicación separada.

### 3.3.5 Multitrama

3.3.5.1 En el caso de pérdida de la alineación de multitrama, definida en el § 5.2 de la Recomendación G.732 [4], el aparato reconocerá la pérdida y se encenderá el correspondiente indicador.

3.3.5.2 En el caso de recuperación de la alineación de multitrama, definida en el § 5.2 de la Recomendación G.732 [4], se apagarán los indicadores.

3.3.5.3 Si se utiliza el intervalo de tiempo 16 para la señalización por canal común, la señal de alineación de multitrama no estará presente en una señal de entrada nominal aplicada al aparato. En este caso se deberá poder desactivar el indicador de pérdida de multitrama a fin de evitar falsas indicaciones de alarma.

### 3.3.6 Alarma de extremo distante

El aparato reconocerá la condición de alarma en el extremo distante definida en la Recomendación G.732 [4] (bit 3 del intervalo de tiempo de canal 0 en tramas alternadas con las que contienen la señal de alineación de trama en al menos dos ocasiones consecutivas, y reconocido en cuatro ocasiones consecutivas) y se encenderá el correspondiente indicador.

### 3.3.7 Alarma de multitrama de extremo distante

3.3.7.1 El aparato reconocerá la condición de alarma de multitrama en el extremo distante definida en la Recomendación G.732 [4] (bit 6 del intervalo de tiempo de canal 16 de la trama 0 en dos ocasiones consecutivas al menos y reconocido en tres ocasiones consecutivas) y se encenderá el correspondiente indicador.

3.3.7.2 Si se utiliza el intervalo de tiempo de canal 16 para señalización por canal común, el bit 6 se hallará continuamente en el estado «1». En este caso será posible desactivar la alarma de multitrama en el extremo distante para evitar falsas indicaciones de alarma.

## 3.4 Procedimiento de verificación por redundancia cíclica

3.4.1 En los casos en que se realice un procedimiento de verificación por redundancia cíclica (VRC) conforme con la Recomendación G.704 [1] dentro de la señal de 2 Mbit/s, el aparato deberá ofrecer las facilidades detalladas en los § 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4.

3.4.2 El aparato indicará la presencia de bits de alineación de trama VRC.

3.4.3 El aparato deberá disponer de medios para indicar tasas de error en los bits de  $1 \cdot 10^{-5}$ ,  $1 \cdot 10^{-6}$  y  $1 \cdot 10^{-7}$ , y provocará el encendido del indicador correspondiente en las condiciones definidas.

La indicación de las tasas de error en los bits que aparece en la señal decodificada recibida y que se detecta por medio de la información del procedimiento VRC deberá respetar los límites señalados en el cuadro 2/O.162.

CUADRO 2/O.162

Indicación de la tasa de error	Tasa media de error en la señal decodificada	Probabilidad de encendido o apagado de los indicadores durante los periodos señalados más abajo	
		Encendido	Apagado
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% en un plazo de 1 s 5% en un plazo de 1 s —	5% en un plazo de 1 s — 95% en un plazo de 1 s
$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$ $5 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-7}$	50% en un plazo de 10 s 5% en un plazo de 10 s —	5% en un plazo de 10 s — 95% en un plazo de 10 s
$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-8}$	50% en un plazo de 100 s 5% en un plazo de 100 s —	5% en un plazo de 100 s — 95% en un plazo de 100 s

3.4.4 Se podrá también contar el total de errores. La capacidad de cómputo será de 99 999. Si el cómputo excede de este valor se dará una indicación separada.

### 3.5 *Detección de violaciones de código*

#### 3.5.1 *Definición de una violación de código HDB3*

Dos violaciones bipolares consecutivas de la misma polaridad. El número de violaciones puede no coincidir con el número absoluto de errores.

3.5.2 Cuando se utilice como detector de violaciones de código HDB3, el aparato llevará incorporado un indicador que informará sobre la presencia de una señal digital de amplitud y velocidad binaria correctas.

3.5.3 La tasa de violaciones de código se indicará en la gama de  $1 \cdot 10^{-3}$  hasta al menos  $1 \cdot 10^{-6}$ . Las indicaciones de violaciones de código que se producen en la señal de entrada y se detectan en la forma definida en el § 3.5.1, deberán determinarse contando el número de violaciones de código que se producen durante un periodo de al menos  $10^6$  intervalos de tiempo.

3.5.4 Se podrá indicar el total de violaciones de código. No será necesario que esta facilidad sea simultánea con el cómputo y la presentación visual de la tasa de violaciones de código.

3.5.5 La capacidad de cómputo será de 99 999; si el cómputo excede de este valor se dará una indicación separada.

#### 3.6 *Indicaciones de calidad de funcionamiento*

Como una opción, el aparato será capaz de suministrar información acerca de la calidad de funcionamiento de acuerdo con la Recomendación G.821 [6].

#### 3.7 *Bloqueo y apagado automático de los pilotos indicadores*

Deberá preverse un medio por el cual los pilotos indicadores o bien se apaguen automáticamente cuando desaparezca la condición de fallo o permanezcan encendidos hasta que sean apagados por una intervención manual.

#### 3.8 *Acceso a los intervalos de tiempo*

Como opción será posible acceder, en un interfaz externo, al contenido de cualquier intervalo de tiempo seleccionado, incluyendo el intervalo de tiempo 16. Se prefiere un interfaz externo que cumpla los requisitos de un interfaz codireccional, según establece la Recomendación G.703 [2].

## 4 **Presentación visual**

4.1 La secuencia de cómputo deberá iniciarse accionando un mando de arranque y detenerse mediante un mando de parada.

4.2 Las referencias al encendido y apagado de los contadores y unidades de presentación no implican necesariamente que la unidad de visualización sea fotoemisora.

4.3 El contador y su unidad de visualización se deberán poder poner a cero.

## 5 **Verificación de la función de alarma**

Deberá estudiarse un método para introducir condiciones de fallo en la señal digital entrante, con el fin de verificar el funcionamiento correcto del aparato.

## 6 **Señal de salida de alarma**

Opcionalmente, se proporcionará un interfaz que permita conectar al aparato un dispositivo externo, por ejemplo, una impresora, con el fin de registrar el estado de la señal digital de entrada a dicho aparato.

Se prefiere un interfaz conforme con las Recomendaciones V.24 [7] o V.28 [8], que curse mensajes en lenguaje claro, convenientemente abreviados, en formato codificado en ASCII/Recomendación T.50 [9] según los requisitos impuestos por la Recomendación V.4 [10].

## 7 **Condiciones ambientales de funcionamiento**

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas indicadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

## Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Estructuras de trama síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario*, Tomo III, Rec. G.704.
- [2] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [3] Recomendación del CCITT *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.823.
- [4] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.732.
- [5] Recomendación del CCITT *Procedimientos de alineación de trama y de verificación por redundancia cíclica (VRC) relativas a las estructuras de trama básicas definidas en la Recomendación G.704*, Tomo III, Rec. G.706.
- [6] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [7] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD)*, Tomo VIII, Rec. V.24.
- [8] Recomendación del CCITT *Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente*, Tomo VIII, Rec. V.28.
- [9] Recomendación del CCITT *Alfabeto Internacional N.º 5*, Tomo VII, Rec. T.50.
- [10] Recomendación del CCITT *Estructura general de las señales de código del Alfabeto Internacional N.º 5 para la transmisión de datos orientada a caracteres por la red telefónica pública*, Tomo VIII, Rec. V.4.

## Recomendación O.163

### APARATO PARA MONITORIZACIÓN DE SEÑALES DE 1544 kbit/s EN SERVICIO

(Melbourne, 1988)

#### 1 Consideraciones generales

1.1 Esta Recomendación describe un aparato para monitorización de la señal de alineación de trama para estructuras de trama a 1544 kbit/s con la Recomendación G.704 [1]. Se pretende que este aparato monitorice las estructuras de multitrama de 12 tramas (formato de supertrama FST) o de 24 tramas (formato de supertrama ampliado, FSTA) que tengan códigos de línea bien AMI o B8ZS como los definidos en el § 2 de la Recomendación G.703 [2].

1.2 El aparato deberá ofrecer las capacidades siguientes:

- a) monitorización y visualización de la característica de error de la señal de alineación de trama;
- b) detección y cómputo acumulado del número de veces en los que ha habido una pérdida de la alineación de trama;
- c) medida y visualización de la característica de error de las señales de multitrama de 24 tramas, monitorizando los bits de verificación por redundancia cíclica (VRC-6) y realizando la Recomendación G.704 [1] y como se describe a continuación;
- d) detección y visualización de las diferentes alarmas y situaciones de avería, incluyendo las de pérdida de señal, pérdida de alineación de trama así como otras condiciones de alarma indicadas por secuencias de bits específicas.

1.3 El aparato proporciona opcionalmente las siguientes capacidades adicionales:

- a) la detección y visualización de violaciones de código en la señal de 1544 kbit/s conforme con la Recomendación O.161;
- b) proporcionar un interfaz externo para extraer los bits de información que se transmitan en cualquier intervalo de tiempo de canal seleccionado;
- c) proporcionar un interfaz externo para extraer los bits de los enlaces de datos a 4 kbit/s definidos en la estructura de multitrama de 24 tramas;
- d) proporcionar un interfaz externo para extraer los bits de señalización de las estructuras de 12 tramas y de 24 tramas.

## 2 Requisitos de entrada

### 2.1 Interfaz

El aparato de monitorización será capaz de funcionar con una impedancia de carga de prueba en un interfaz de 1544 kbit/s como el definido en el § 2 de la Recomendación G.703 [2]. Deberá ser también capaz de funcionar en los puntos de monitorización protegidos<sup>1)</sup>. (Véase también la Recomendación G.772 [3].)

### 2.2 Impedancia de entrada

2.2.1 *Impedancia de entrada* (resistiva) . . . . . 100 ohmios

2.2.2 *Pérdidas de retorno (de 20 kHz a 1600 kHz)* . . . . . > 20 dB

### 2.3 Sensibilidad de entrada

Como mínimo el aparato de monitorización funcionará correctamente en el modo de terminación de línea y con las velocidades binarias, las formas de impulso y los niveles de señal definidos en el § 2 de la Recomendación G.703 [2]. Se le dotará asimismo con una ganancia adicional para que pueda compensar la pérdida de aislamiento que se produce en los puntos de monitorización protegidos<sup>1)</sup>. (Véase también la Recomendación G.772 [3].) Se le dotará de un indicador del nivel de la señal, o de otro medio, para efectuar el ajuste apropiado de la sensibilidad de entrada.

### 2.4 Tolerancia en la fluctuación de fase de entrada

El aparato de monitorización deberá tolerar los valores de la fluctuación de fase a su entrada, que estén de acuerdo con lo especificado en el cuadro 2/G.824 [4] sin que se produzca degradación de la precisión de la medida.

### 2.5 Códigos de línea a la entrada

El aparato de monitorización estará previsto para utilizarse con los códigos de línea AMI y B8ZS. El aparato permitirá la selección por medio de un conmutador u otro procedimiento adecuado, del código AMI o B8ZS. El aparato deberá poder indicar cuando se conmuta al modo AMI cuando estaba recibiendo en B8ZS y viceversa.

## 3 Requisitos de detección, medida e indicación

### 3.1 Detección e indicación de condiciones de avería

#### 3.1.1 Pérdida de la señal de línea

En estudio.

#### 3.1.2 Pérdida de la alineación de trama

El aparato detectará la pérdida de alineación de trama con arreglo a lo indicado en la Recomendación G.706 [5], y lo señalará debidamente.

#### 3.1.3 Recuperación de la alineación de trama

El procedimiento para determinar la recuperación de la alineación de trama estará en conformidad con la Recomendación G.706 [5]. La indicación de pérdida de alineación de trama deberá desaparecer al completarse la recuperación.

#### 3.1.4 Señal de indicación de alarma (SIA) por fallo en un punto anterior

El aparato deberá reconocer la presencia de una señal de indicación de alarma (SIA), y proporcionar una indicación al respecto, para indicar la ocurrencia de un fallo en un punto anterior. El equivalente binario de la SIA corresponde a una señal compuesta únicamente de unos. La forma de realizar la detección de la existencia de una SIA, será tal que haya muchas probabilidades de que se detecte aun en presencia de una tasa de violación de código de 1 en 10<sup>3</sup>.

<sup>1)</sup> Las Comisiones de Estudio XV y IV del CCITT están estudiando la especificación de los puntos de monitorización protegidos.

### 3.1.5 *Señal de indicación de alarma distante (SIAD)*

El aparato deberá reconocer la presencia de una señal de indicación de alarma distante como está definida en el § 4.2.4 de la Recomendación G.733 [6] tanto para señales multitrama de 12 como de 24 tramas, y proporcionar una indicación al respecto. La forma de realizar la detección de la presencia de esta señal de indicación de alarma, será tal que haya muchas posibilidades de que se detecte aun en presencia de una tasa de violación de código de 1 en  $10^3$ .

## 3.2 *Medidas de la característica de error de la señal de alineación de trama (SAT)*

### 3.2.1 *Cómputo de los segundos con error*

El aparato será capaz de contar el número de intervalos de 1 segundo en los que se han producido uno o más errores en los bits de alineación de trama en las estructuras de 12 tramas o de 24 tramas definidas en la Recomendación G.704 [1]. Se contará y visualizará el número de segundos con error durante un periodo de tiempo que podrá ser seleccionable (véase el § 4.1). El aparato establecerá los intervalos de 1 segundo con independencia de que haya errores o no.

### 3.2.2 *Cómputo de errores*

El aparato será capaz de contar el número de errores de bits de la señal de alineación de trama que ocurran en un periodo de tiempo a elegir (véase el § 4.1).

## 3.3 *Monitorización de la característica de error VRC-6*

### 3.3.1 *Cómputo de los segundos con error*

El aparato será capaz de contar el número de intervalos de 1 segundo en los que se detecten una o más violaciones de VRC-6 en las señales de multitrama de 24 tramas con el procedimiento VRC-6 definido en las Recomendaciones G.704 [1] y G.706 [5]. Se contará y visualizará el número de segundos con error durante un periodo de tiempo a elegir. El aparato establecerá los intervalos de 1 segundo con independencia de que haya errores o no.

### 3.3.2 *Indicaciones de la calidad de funcionamiento*

Como opción, el aparato podrá proporcionar información sobre la calidad de funcionamiento con arreglo a la Recomendación G.821 [7].

### 3.3.3 *Estimación de la tasa de error en los bits*

Como opción, el aparato será capaz de proporcionar una estimación, en el intervalo de  $10^{-4}$  a  $10^{-7}$ , de la característica de la tasa de error en los bits de las señales de multitrama de 24 tramas por medio de la detección de las violaciones de VRC-6. En la realización de esta medida, se supondrá que se ha producido un solo error de bit cada vez que se detecte una violación de VRC-6. Cabe señalar que dicha estimación puede no ser exacta ya que pueden producirse más de un error de bit en una multitrama de 24 tramas, pues los errores se producen por ráfagas.

El intervalo de tiempo para cada medición de la tasa de error en los bits que se encuentre dentro del rango del aparato será lo suficientemente largo para incluir al menos 10 violaciones de VRC.

### 3.3.4 *Cómputo de errores*

El aparato será también capaz de contar el número de violaciones de VRC-6 que ocurren durante un periodo de tiempo a elegir (véase el § 4.1).

## 3.4 *Cómputo de la pérdida de alineación de trama*

El aparato deberá ser capaz de contar las ocurrencias de las pérdidas de alineación de trama durante un periodo de observación a elegir (véase el § 4.1). Los contadores de errores deberán permanecer desactivados durante los intervalos de pérdida de alineación de trama.

### 3.5 *Medida de violaciones de código*

Si se incluye la medida de violaciones de código a 1544 bit/s, el aparato cumplirá los requisitos de la Recomendación O.161.

### 3.6 *Acceso a los intervalos de tiempo de canal*

Opcionalmente, se podrá proporcionar un acceso en recepción a un determinado canal a 64 kbit/s en un interfaz externo. Será preferible un interfaz que cumpla con los requisitos que para el puerto de salida de un interfaz codireccional se definen en la Recomendación G.703 [2]. Adicionalmente, se podrá suministrar un interfaz del reloj centralizado como se define en la Recomendación G.703 [2].

### 3.7 *Acceso a enlaces de datos a 4 kbit/s*

En estudio.

### 3.8 *Acceso al bit de señalización*

En estudio.

## 4 **Requisitos de control y visualización**

### 4.1 *Temporizador de medida*

Para mayor facilidad del usuario en el cómputo de errores, se proporcionará un temporizador de los intervalos de medida. Este temporizador será ajustable, de 5 minutos a 24 horas en pasos de un minuto, o de forma continua. Se proveerán asimismo controles manuales de «arranque» y «parada».

### 4.2 *Registradores de cómputo*

Los registradores de cómputo deberán tener al menos una capacidad de 99 999. Deberá proporcionarse un medio aparte para indicar los desbordamientos. Cada uno de los registradores deberá poderse poner independientemente a cero. Se proporcionará un registrador aparte para cada parámetro o condición de los indicados en los § 3.1 a 3.4.

### 4.3 *Selección de la estructura de la multitrama*

Deberá proporcionarse un control que permita la selección de la estructura de multitrama que se monitorice, la de 12 tramas o la de 24 tramas. Opcionalmente, el equipo podrá detectar automáticamente y visualizar que la señal que se está monitorizando es de 12 tramas, de 24 tramas o ninguna de las estructuras de multitrama.

### 4.4 *Enclavamiento/puesta a cero de los valores visualizados*

Se proporcionarán medios para que el valor visualizado siga viéndose, para cada una de las indicaciones de situación de fallo señaladas en el § 3.1, hasta que se haga una puesta a cero manual.

## 5 **Autodiagnóstico del aparato de monitorización**

5.1 Se dará la posibilidad de proporcionar un sistema interno de autodiagnóstico para que se pueda comprobar si el funcionamiento del aparato es correcto.

## 6 **Interfaz de telecontrol y transmisión de los resultados de las medidas**

6.1 Opcionalmente, se deberá suministrar un interfaz de telecontrol del aparato de monitorización de las señales de trama y la transmisión de los resultados de las medidas. En caso de proporcionarse el bus de interfaz deberá estar conforme a alguna de las normas siguientes:

- a) Norma ANSI/IEEE 488-1987 [8]
- b) Publicación 625 de la CEI [9]
- c) ANSI/EIA-232-D-1986 [10].

## 7 Condiciones ambientales

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

### Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Estructuras de trama síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario*, Tomo III, Rec. G.704.
- [2] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [3] Recomendación del CCITT *Puntos de monitorización protegidos digitales*, Tomo III, Rec. G.772.
- [4] Recomendación del CCITT *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.824.
- [5] Recomendación del CCITT *Procedimientos de alineación de trama y de verificación por redundancia cíclica (VRC) relativos a las estructuras de trama básicas definidas en la Recomendación G.704*, Tomo III, Rec. G.706.
- [6] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.733.
- [7] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [8] Norma ANSI/IEEE 488-1978, *IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation*.
- [9] Publicación 625 de la CEI *An interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.
- [10] ANSI/EIA-232-D-1986, *Interface between data terminal equipment and data circuit terminating equipment employing serial binary data interexchange*.

## Recomendación O.171

### APARATO DE MEDIDA DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE DE LA SEÑAL DE TEMPORIZACIÓN PARA EQUIPO DIGITAL<sup>1)</sup>

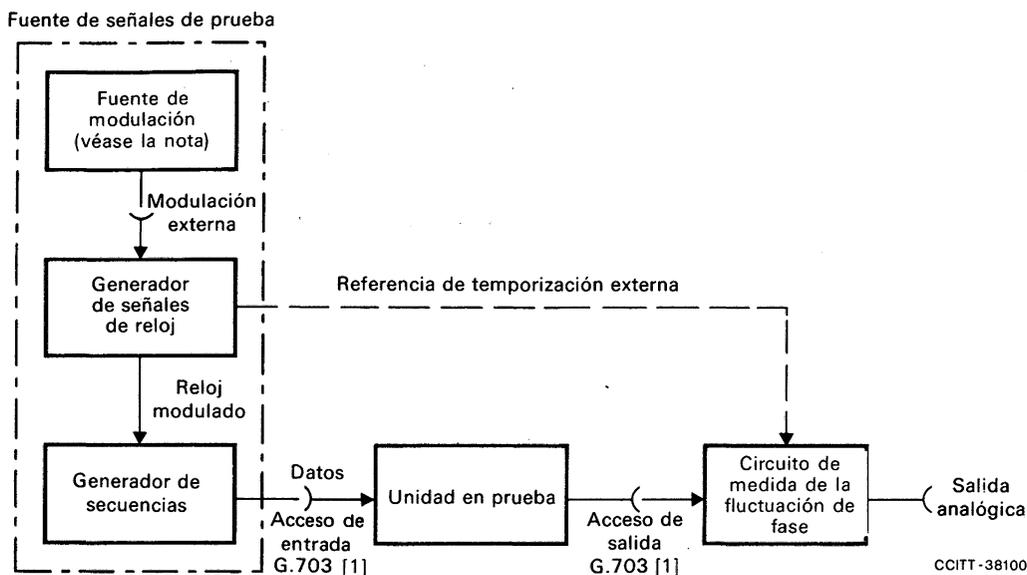
(Ginebra, 1980; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984  
– y Melbourne, 1988)

## 1 Introducción

### 1.1 Consideraciones generales

1.1.1 El aparato que aquí se especifica se utilizará para medir la fluctuación de fase de la señal de temporización en equipos digitales. Consta de un circuito de medida de la fluctuación de fase y de una fuente de señales de prueba, como se muestra en la figura 1/O.171. Si bien se estipulan sus requisitos esenciales, no se detalla la realización de la configuración del equipo, que deberá ser estudiada con sumo cuidado por el diseñador y el usuario. Para ciertos tipos de medidas puede necesitarse también un aparato de medida de la tasa de error.

<sup>1)</sup> Véase el suplemento N.º 3.8, al final del presente fascículo.



*Nota* — La fuente de modulación, para pruebas relativas a las Recomendaciones de la serie G.700, puede ir incluida en el generador de señales de reloj y/o en el generador de señales de secuencias, o por separado.

FIGURA 1/O.171

**Diagrama de bloques simplificado para la medida de la fluctuación de fase de la señal de temporización**

1.1.2 Algunos requisitos estipulados en esta especificación son provisionales y se encuentran aún en estudio. Estos requisitos se señalarán individualmente.

1.1.3 Se aconseja que se lea la Recomendación G.823 [2] junto con esta Recomendación.

1.2 Interfaces

1.2.1 El aparato podrá funcionar a una o más de las siguientes velocidades binarias con las características de interfaces correspondientes especificadas en los párrafos pertinentes de la Recomendación G.703 [1]. No obstante para todas las velocidades binarias, la señal aplicada a la entrada del circuito de medida de la fluctuación de fase deberá estar constituida por un tren de impulsos de forma nominal rectangular. Otras formas de onda pueden producir interferencias entre símbolos y afectar a la precisión de la medida:

- a) 64 kbit/s<sup>2)</sup>;
- b) 1544 kbit/s;
- c) 6312 kbit/s;
- d) 2048 kbit/s;
- e) 8448 kbit/s;
- f) 32 064 kbit/s;
- g) 44 736 kbit/s;
- h) 34 368 kbit/s;
- i) 139 264 kbit/s.

1.2.2 Facultativamente, el circuito de medida de la fluctuación de fase podrá medir la fluctuación de fase en un acceso de salida de reloj, si se prevé tal acceso en equipo digital.

<sup>2)</sup> Las referencias a 64 kbit/s se relacionan con el interfaz codireccional. Se están estudiando los límites para otros interfaces a 64 kbit/s.

### 1.3 Impedancias de los interfaces

1.3.1 El circuito de medida de la fluctuación de fase y la fuente de señales deberán tener una pérdida de retorno superior a 20 dB<sup>3)</sup> en las condiciones indicadas en el cuadro 1/O.171.

CUADRO 1/O.171

#### Condiciones de prueba para la pérdida de retorno

Velocidad binaria (kbit/s)	Condiciones de prueba	
64	120 ohmios, resistiva pura	de 3 kHz a 300 KHz
1 544	100 ohmios, resistiva pura	de 20 kHz a 1,6 MHz
2 048	75/120/130 ohmios, resistiva pura	de 40 kHz a 2,5 MHz
6 312	75/110 ohmios, resistiva pura	de 100 kHz a 6,5 MHz
8 448	75 ohmios, resistiva pura	de 100 kHz a 10 MHz
32 064	75 ohmios, resistiva pura	de 500 kHz a 40 MHz
34 368	75 ohmios, resistiva pura	de 500 kHz a 40 MHz
44 736	75 ohmios, resistiva pura	de 500 kHz a 50 MHz
139 264	75 ohmios, resistiva pura	de 7 kHz a 210 MHz

## 2 Fuente de señales de prueba

Las pruebas de equipos digitales pueden efectuarse con una señal digital con o sin fluctuación de fase. Esto exigirá el generador de secuencias, el generador de señales de reloj y la fuente de modulación mostrados en la figura 1/O.171.

### 2.1 Fuente de modulación

La fuente de modulación, para las pruebas relativas a las Recomendaciones de la serie G.700, puede ir incluida en el generador de señales de reloj y/o en el generador de secuencias, o por separado. En la presente Recomendación se supone que la fuente de modulación es sinusoidal.

<sup>3)</sup> En el caso de 1544 kbit/s, la fuente de señales tendrá la siguiente pérdida de retorno: de 20 kHz a 500 kHz  $\geq$  14 dB y de 500 kHz a 1,6 MHz  $\geq$  16 dB.

## 2.2 *Generador de señales de reloj*

2.2.1 Será posible modular en fase el generador de señales de reloj con la señal proporcionada por la fuente de modulación e indicar la desviación de fase cresta a cresta de la señal modulada.

La fluctuación de fase cresta a cresta generada y las frecuencias de modulación cumplirán los requisitos de la figura 2/O.171 y el cuadro 2/O.171.

2.2.2 A la entrada de modulación, el generador de señales de reloj deberá tener una sensibilidad de por lo menos:

- a) 2 voltios cresta a cresta en 600 ohmios para velocidades binarias de hasta 8448 kbit/s inclusive;
- b) 1 voltio cresta a cresta en 75 ohmios para velocidades binarias de hasta 139 264 kbit/s inclusive.

2.2.3 El nivel mínimo de salida de la señal de reloj modulada y de la señal de referencia de temporización externa será de un voltio cresta a cresta en 75 ohmios.

### 2.2.4 *Precisión del generador de señales de reloj*

Los requisitos de precisión que deben estipularse en este punto se encuentran todavía en estudio.

## 2.3 *Generador de secuencias*

El circuito de medida de la fluctuación de fase se utilizará normalmente con cualquier generador de secuencias adecuado que proporcione las siguientes facilidades.

*Nota* — Cuando se aplican señales de prueba a la entrada de un demultiplexor digital, la señal de entrada contendrá la señal de alineación de trama y bits de control de justificación. Existen otras técnicas de medida que no requieren la adición de señales de alineación de trama ni de bits de control de justificación.

### 2.3.1 *Secuencias*

El generador de secuencias podrá proporcionar las siguientes secuencias:

*Nota* — Pueden necesitarse secuencias pseudoaleatorias más largas para medidas de la fluctuación de fase en sistemas de línea digital y secciones de línea digital [1].

2.3.1.1 Para uso a velocidades binarias de 64 kbit/s, una secuencia pseudoaleatoria de una longitud de  $(2^{11} - 1)$  bits de conformidad con la Recomendación O.152. Codificación de acuerdo con el § 1.2.1 de la Recomendación G.703 [1].

2.3.1.2 Para uso a velocidades binarias de 1544 kbit/s, 6312 kbit/s y 44 736 kbit/s, una secuencia pseudoaleatoria con una longitud de  $(2^{15} - 1, 2^{20} - 1$  y  $2^{23} - 1)$  bits de conformidad con el § 2 de la Recomendación O.151.

*Nota* — La definición de la secuencia pseudoaleatoria de una longitud de  $2^{20} - 1$  está en estudio.

2.3.1.3 Para uso a velocidades binarias de 2048 kbit/s, 8448 kbit/s y 32 064 kbit/s, una secuencia pseudoaleatoria con una longitud de  $(2^{15} - 1)$  bits, de conformidad con el § 2.1 de la Recomendación O.151.

2.3.1.4 Para uso a velocidades binarias de 34 368 kbit/s y 139 264 kbit/s, una secuencia pseudoaleatoria con una longitud de  $(2^{23} - 1)$  bits, de conformidad con el § 2.2 de la Recomendación O.151.

2.3.1.5 Para uso a todas las velocidades binarias, la secuencia repetitiva 1000 1000.

2.3.1.6 Como opción, para uso a todas las velocidades binarias:

- a) dos secuencias de 8 bits, libremente programables, que pueden alternarse a baja velocidad (por ejemplo de 10 Hz a 100 Hz);
- b) un esquema de 16 bits, libremente programable.

### 2.3.2 *Errores en la generación*

Se encuentra en estudio la especificación detallada de los parámetros del generador de secuencias, para asegurar la compatibilidad con la especificación del circuito de medida de la fluctuación de fase.

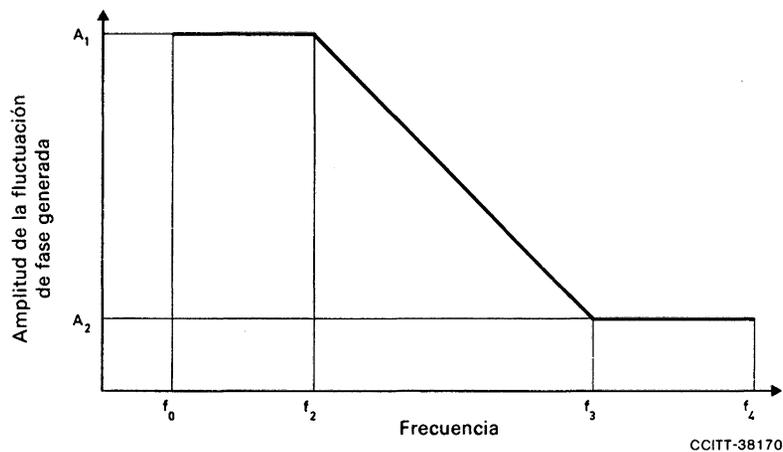


FIGURA 2/O.171

Amplitud de la fluctuación de fase generada en función de su frecuencia

CUADRO 2/O.171

Amplitud de la fluctuación de fase generada en función de su frecuencia

Velocidad binaria (kbit/s)	A <sub>1</sub> : valor mínimo de la fluctuación de fase generada de f <sub>0</sub> a f <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> : valor mínimo de la fluctuación de fase generada de f <sub>3</sub> a f <sub>4</sub>
64	5,0 IU de 2 Hz a 600 Hz	0,5 IU de 6 kHz a 10 kHz
1 544	10,0 IU de 2 Hz a 200 Hz	0,5 IU de 4 kHz a 40 kHz
2 048	10,0 IU de 2 Hz a 2400 Hz	0,5 IU de 45 kHz a 100 kHz
6 312	10,0 IU de 2 Hz a 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz a 160 kHz
8 448	10,0 IU de 2 Hz a 400 Hz	0,5 IU de 8,5 kHz a 400 kHz
32 064	10,0 IU de 2 Hz a 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz a 800 kHz
34 368	10,0 IU de 2 Hz a 1000 Hz	0,5 IU de 20 kHz a 800 kHz
44 736	16,0 IU de 2 Hz a 3200 Hz	0,5 IU de 100 kHz a 4500 kHz
139 264	10,0 IU de 2 Hz a 500 Hz	0,5 IU de 10 kHz a 3500 kHz
8 448 (Q bajo)	10,0 IU de 2 Hz a 10,7 kHz	0,5 IU de 200 kHz a 400 kHz

Nota 1 a la figura 2/O.171 y al cuadro 2/O.171 – La amplitud de la fluctuación de fase se especifica como valor cresta a cresta en intervalos unitarios (IU).

Nota 2 a la figura 2/O.171 y al cuadro 2/O.171 – La frecuencia f<sub>1</sub> se encuentra entre f<sub>0</sub> y f<sub>2</sub> (véanse la figura 3/O.171 y el cuadro 3/O.171). No está definida porque no es significativa para las especificaciones del generador de señales de reloj.

### 3 Circuito de medida de la fluctuación de fase

#### 3.1 Sensibilidad de entrada

El circuito de medida de la fluctuación de fase deberá funcionar satisfactoriamente en las siguientes condiciones a la entrada:

- Con los accesos de salida de equipos especificados en la Recomendación G.703 [1].
- El circuito de medida de la fluctuación de fase podrá también efectuar medidas en puntos de prueba protegidos del equipo digital. Se proporcionará, por tanto, una ganancia adicional de 30 dB (40 dB) para compensar las pérdidas fijas en los puntos de supervisión ya previstos en algunos equipos.

*Nota 1* – Como opción para los aparatos que funcionan con un interfaz a 1544 kbit/s, la ganancia adicional, cuando se proporciona, será de 40 dB.

*Nota 2* – Se está estudiando la influencia que ejercen, sobre la precisión de la medida, esta ganancia adicional de 40 dB y la atenuación de los cables que depende de la frecuencia.

#### 3.2 Gamas de medidas

3.2.1 El circuito de medida de la fluctuación de fase podrá medir fluctuaciones de fase cresta a cresta. Las gamas de medida que deban preverse son facultativas, pero, por razones de compatibilidad, la variación de la amplitud de la fluctuación de fase en función de su frecuencia en el circuito de medida de la fluctuación de fase deberá cumplir las condiciones de la figura 3/O.171 y las del cuadro 3/O.171, donde  $f_1$  a  $f_4$  definen las frecuencias de fluctuación de fase que han de medirse.

3.2.2 Al medir la fluctuación de fase cresta a cresta también se podrá contar el número de veces y el periodo de tiempo durante el cual se rebasa un umbral seleccionable determinado de fluctuación de fase. Se podrá registrar estos eventos mediante un contador exterior, o un contador interior facultativamente.

3.2.3 Se podrá dar al umbral mencionado en el § 3.2.2 cualquier valor seleccionado dentro de la gama de medida del circuito de medida de la fluctuación de fase.

3.2.4 Como opción, el circuito de medida de la fluctuación de fase podrá medir valores cuadráticos medios de la fluctuación de fase. En tales casos se podrán medir 3,0 intervalos unitarios (IU) a frecuencias de fluctuación de fase de hasta  $f_2$ , y de 0,15 IU a frecuencias de fluctuación de fase de  $f_3$  a  $f_4$ , como se indica en la figura 3/O.171 y el cuadro 3/O.171, siendo las gamas de medida opcionales.

3.2.5 Cuando no se prevea esta opción del § 3.2.4, la salida analógica podrá utilizarse para efectuar medidas de valores cuadráticos medios mediante un medidor exterior.

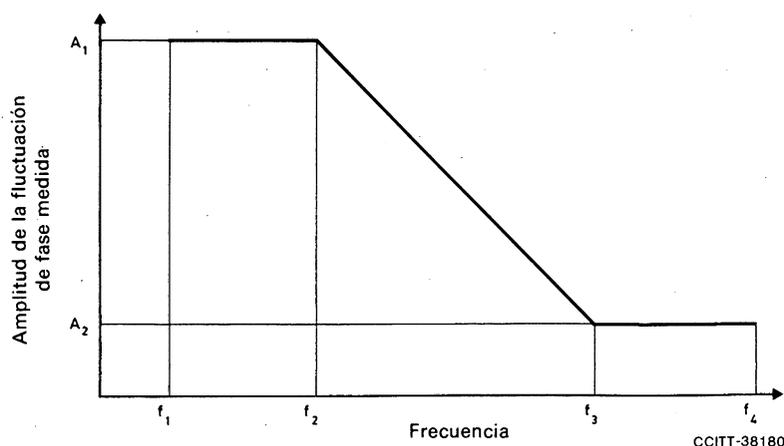


FIGURA 3/O.171

Amplitud de la fluctuación de fase medida en función de su frecuencia

Amplitud de la fluctuación de fase medida en función de su frecuencia

Velocidad binaria (kbit/s)	A <sub>1</sub> : valor máximo de la fluctuación de fase que ha de medirse de $f_1$ a $f_2$	A <sub>2</sub> : valor máximo de la fluctuación de fase que ha de medirse de $f_3$ a $f_4$
64	5,0 IU de 20 Hz a 600 Hz	0,5 IU de 6 kHz a 10 kHz
1 544	10,0 IU de 10 Hz a 200 Hz	0,3 IU de 7 kHz a 40 kHz
2 048	10,0 IU de 20 Hz a 2400 Hz	0,5 IU de 45 kHz a 100 kHz
6 312	10,0 IU de 10 Hz a 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz a 160 kHz
8 448	10,0 IU de 20 Hz a 400 Hz	0,5 IU de 8,5 kHz a 400 kHz
32 064	10,0 IU de 60 Hz a 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz a 800 kHz
34 368	10,0 IU de 100 Hz a 1000 Hz	0,5 IU de 20 kHz a 800 kHz
44 736	16,0 IU de 10 Hz a 3200 Hz	0,5 IU de 100 kHz a 4500 kHz
139 264	10,0 IU de 200 Hz a 500 Hz	0,5 IU de 10 kHz a 3500 kHz
8 448 (Q bajo)	10,0 IU de 20 Hz a 10,7 kHz	0,5 IU de 200 kHz a 400 kHz

Nota a la figura 3/O.171 y al cuadro 3/O.171 – La amplitud de fluctuación de fase se especifica como valor cresta a cresta en intervalos unitarios (IU).

### 3.3 Anchura de banda de las medidas

3.3.1 El circuito básico de medida de la fluctuación de fase contendrá filtros para limitar la banda de las frecuencias de fluctuación de fase que han de medirse a diversas velocidades binarias. Deben preverse filtros adicionales para limitar aún más la anchura de banda para espectros específicos de fluctuación de fase, definidos en Recomendaciones de la serie G.700 y para otros usos. Estos filtros adicionales pueden ser interiores o exteriores al circuito de medida de la fluctuación de fase. Los filtros se conectarán entre el detector de fase y el aparato de medida. La anchura de banda del circuito de medida de la fluctuación de fase y de los filtros deberá ajustarse al cuadro 4/O.171.

#### 3.3.2 Respuesta en frecuencia del circuito de medida de la fluctuación de fase y de los filtros

La respuesta de todos los filtros en la banda de paso será tal que se cumplan los requisitos de precisión del circuito de medida de la fluctuación de fase.

A frecuencias inferiores a la del punto de 3 dB inferior, la atenuación del filtrado en paso alto deberá aumentar con una pendiente superior o igual a 20 dB por década.

A frecuencias superiores a la del punto de 3 dB superior, la atenuación del filtrado en paso bajo deberá aumentar con una pendiente superior o igual a 60 dB por década.

Sin embargo, la atenuación máxima de los filtros será de 60 dB, por lo menos.

Nota – Está aún en estudio la forma en que la fluctuación de fase no sinusoidal influye en los requisitos de los filtros.

**Anchuras de banda para la medida de la fluctuación de fase y frecuencias de corte de los filtros paso alto**

Velocidad binaria (kbit/s)	Anchura de banda para la medida de la fluctuación de fase				Puntos de 3 dB de los filtros adicionales	
	$f_0$ (punto inferior de 3 dB) (Hz)	$f_1$ (Hz)	$f_4$ (kHz)	$f_5$ (punto superior de 3 dB) (kHz)	Filtro paso alto N.º 1	Filtro paso alto N.º 2
64	2	20	10	$\leq 20$	20 Hz	3 kHz
1 544	2	10	40	$\leq 80$	10 Hz	8 kHz
2 048	2	20	100	$\leq 200$	20 Hz	700 Hz 18 kHz
6 312	2	10	160	$\leq 320$	10 Hz 60 Hz	24 kHz 32 kHz
8 448	2	20	400	$\leq 800$	20 Hz	3 kHz 80 kHz
32 064	2	60	800	$\leq 1600$	60 Hz	160 kHz
34 368	2	100	800	$\leq 1600$	100 Hz	10 kHz
44 736	2	10	4500	$\leq 9000$	10 Hz	900 kHz
139 264	2	200	3500	$\leq 7000$	200 Hz	10 kHz

*Nota 1* – La precisión del aparato se especifica entre las frecuencias  $f_1$  y  $f_4$ .

*Nota 2* – Los dos valores se especifican para el filtro paso alto N.º 1 a 6312 kbit/s y para el filtro paso alto N.º 2 a 2048 kbit/s, 6312 kbit/s y 8448 kbit/s.

### 3.4 Precisión de las medidas

#### 3.4.1 Consideraciones generales

En la precisión de las medidas del circuito de medida de la fluctuación de fase influyen varios factores tales como el error intrínseco fijo, la respuesta en frecuencia y los errores dependientes de la secuencia que introducen los circuitos internos de temporización de referencia. Existe también un error de lectura del resultado de la medida.

El error total (excluido el error debido a la respuesta en frecuencia) para una frecuencia de fluctuación de fase de 1 kHz, será inferior a

$$\pm 5\% \text{ de la lectura } \pm X \pm Y$$

donde X es el error fijo indicado en el cuadro 5/O.171 e Y es un error de 0,01 IU cresta a cresta (0,002 IU, valor cuadrático medio), aplicable cuando se recurre a la extracción de la temporización interna.

### 3.4.2 Error fijo

Para las velocidades binarias del sistema y para las secuencias de prueba indicadas, el error fijo del circuito de medida de la fluctuación de fase será el indicado en el cuadro 5/O.171 cuando la medida se efectúa para una frecuencia de la fluctuación de fase comprendida entre  $f_1$  y  $f_4$  en la figura 3/O.171.

### 3.4.3 Error a otras frecuencias

Para frecuencias de la fluctuación de fase comprendidas entre  $f_1$  y  $f_4$  y diferentes de 1 kHz, además del error definido en el § 3.4.1, habrá que tener en cuenta el error adicional que se indica en el cuadro 6/O.171.

*Nota* – Los límites de la precisión de la medida del circuito de medida de la fluctuación de fase indicados en el § 3.4 son provisionales y se encuentran aún en estudio.

CUADRO 5/O.171

**Error fijo en las medidas de la fluctuación de fase**

Velocidad binaria (kbit/s)	Fluctuación de fase en IU para las siguientes secuencias					
	1000 1000		Seudoaleatoria <sup>a)</sup>		Todos unos o entrada de reloj	
	cresta a cresta	Valor cuadrático	cresta a cresta	Valor cuadrático	cresta a cresta	Valor cuadrático
64	0,005	0,002	0,025	0,004	0,004	0,001
1 544	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
2 048	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
6 312	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
8 448	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
32 064	En estudio					
34 368	< 0,025	< 0,01	< 0,055	< 0,015	< 0,02	< 0,01
44 736	En estudio					
139 264	< 0,03	< 0,015	< 0,085	< 0,02	< 0,025	< 0,015

<sup>a)</sup> Véase el § 2.3.1.

**Error de la respuesta en frecuencia**

Velocidad binaria (kbit/s)	Anchura de banda de la medida		Error adicional referido al error a 1 kHz
	$f_1$ (Hz)	$f_4$ (kHz)	
64	20	10	± 2% de 20 Hz a 600 Hz ± 3% de 600 Hz a 10 kHz
1 544	10	40	± 4% de $f_1$ a 1 kHz; ± 2% a $f_4$
2 048	20	100	± 2% de $f_1$ a $f_4$
6 312	10	160	± 4% de $f_1$ a 1 kHz; ± 2% a $f_4$
8 448	20	400	± 2% de $f_1$ a 300 kHz ± 3% de 300 Hz a $f_4$
32 064	60	800	± 2% de 60 Hz a 300 kHz
34 368	100	800	± 3% de 300 kHz a $f_4$
44 736	10	4500	± 4% de 10 Hz a 200 Hz ± 2% de 200 Hz a 300 kHz ± 3% de 300 kHz a 1 MHz
139 264	200	3500	± 5% de 1 MHz a 3 MHz ± 10% > 3 MHz

3.5 *Facilidades suplementarias*

3.5.1 *Salida analógica*

El circuito de medida de la fluctuación de fase proporcionará una señal de salida analógica que permita efectuar medidas externas al circuito de medida de la fluctuación de fase.

3.5.2 *Señal de temporización de referencia*

Se necesita una señal de temporización de referencia para el detector de fase. Para las medidas de extremo a extremo, esta señal puede obtenerse, en el circuito de medición de la fluctuación de fase, a partir de cualquier secuencia de entrada. Para medidas en bucle, puede obtenerse de un generador de señales de reloj adecuado.

**4 Condiciones ambientales de funcionamiento**

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

**Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [2] Recomendación del CCITT *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.823.

## PARTE II

### **SUPLEMENTOS A LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE O**

(Sección 3 de los suplementos a las Recomendaciones de las series M, N y O)

**PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

**PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT**

### 3 Especificaciones de los aparatos de medida

#### Suplemento N.º 3.1

#### REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS APARATOS DE MEDIDA – GENERADORES DE SEÑALES SINUSOIDALES E HIPSÓMETROS <sup>1)</sup>

(Ginebra, 1972; modificada en Melbourne, 1988)

A. *Generadores de señales sinusoidales de uso general, de lectura directa y de variación continua (sin barrido de frecuencia)*

En el cuadro 1 se indican las características fundamentales de una serie de generadores de frecuencias sinusoidales de uso general, de lectura directa y de variación continua.

Si se desea disponer de frecuencias discretas, los valores nominales apropiados a las necesidades internacionales figuran en la Recomendación M.580 para los circuitos de tipo telefónico, y en la Recomendación N.21 para los circuitos radiofónicos.

B. *Hipsómetros de uso general, de lectura directa y de banda ancha o selectivos (sin barrido de frecuencia ni frecuencia fija)*

En el cuadro 2 se indican los requisitos correspondientes a las características fundamentales de una serie de hipsómetros de uso general, de lectura directa y de banda ancha o selectivos.

*Nota* – Se recomienda lo especificado en el § 8 de la Recomendación O.22 para ser utilizado con generadores de señales e hipsómetros empleados en circuitos de tipo telefónico.

---

<sup>1)</sup> Para mayor facilidad del lector, se reimprime este suplemento que figuraba en el Tomo IV.2 del *Libro Verde* del CCITT, UIT, Ginebra, 1973.

Condiciones relativas a las características fundamentales de los generadores de señales sinusoidales  
(sin barrido de frecuencia)

	Circuitos de tipo telefónico	Circuitos radiofónicos	Grupos primarios, grupos secundarios y sistemas de 12, 60, 120 ó 300 canales	Grupos terciarios, grupos cuaternarios y sistemas de 900 a 2700 canales
1	2	3	4	5
<i>Frecuencia</i>				
a) gama	de 200 Hz a 4 kHz	de 30 Hz a 20 kHz	de 4 a 1400 kHz	de 60 Hz a 17 MHz
b) precisión del ajuste inicial, sin contador de frecuencias a 20 °C y con tensiones de alimentación nominales	± 1% ± 1 Hz	± 1% ± 1 Hz	por debajo de 120 kHz ± 0,2% ± 100 Hz a 120 kHz por encima de ± 0,2% ± 1 kHz	± 0,002% ± 300 Hz
c) estabilidad				
– durante una hora, a 20 °C, con tensiones de alimentación nominales	± 1%	± 2%	± 0,01% ± 250 Hz	± 0,005% ± 250 Hz
– para graduaciones de 10 °C en una gama de temperaturas especificada, con tensiones de alimentación nominales (nota)	± 0,1%	± 0,1%	± 0,1% ± 250 Hz	± 0,002% ± 10 Hz
– para una variación del 10% de la alimentación a 20 °C	± 0,5%	± 0,5%	± 0,05% ± 250 Hz	± 0,001% ± 10 Hz
<i>Nivel de salida</i>				
a) gama	de +10 a -40 dBm (de +12 a -45 dNm)	de +20 a -40 dBm (de +23 a -45 dNm)	de +10 a -60 dBm (de +12 a -70 dNm)	de +10 a -60 dBm (de +12 a -70 dNm)
b) precisión para 0 dBm (0 dNm) y en la frecuencia de referencia, a 20 °C y con tensiones de alimentación nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)
c) precisión para un nivel o una frecuencia cualquiera de la gama	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)
d) estabilidad				
– durante una hora a 20 °C, con tensiones de alimentación nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
– para graduaciones de 10 °C en una gama de temperaturas especificada y con tensiones de alimentación nominales (véase la nota)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
– para una variación del 10% de la tensión de alimentación a 20 °C	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
<i>Pureza a la salida</i>				
Relación entre la potencia total de salida y la potencia de las señales parásitas (ruido, frecuencias armónicas y no armónicas)	como mínimo 40 dB (46 dNp)	como mínimo 50 dB (57 dNp)	como mínimo 46 dB (53 dNp)	como mínimo 46 dB (53 dNp)
<i>Impedancia de salida</i>				
a) valor nominal (pueden especificarse otros valores de ser necesario)	600 ohmios (simétrico)	600 ohmios (simétrico) o 6 ohmios (simétrico) como máximo para los métodos de tensión constante	75 ohmios (asimétrico) o 150 ohmios (simétrico) o 600 ohmios (simétrico)	50 o 75 ohmios (asimétrico)
b) atenuación de adaptación con relación al valor nominal	como mínimo 30 dB (35 dNp)	como mínimo 30 dB (35 dNp)	como mínimo 30 dB (35 dNp)	como mínimo 30 dB (35 dNp)
c) simetría con relación a tierra (en su caso)	como mínimo 40 dB (46 dNp)	como mínimo 60 dB (70 dNp)	como mínimo 40 dB (46 dNp)	

Nota – Conviene especificar la gama de temperaturas en la que deben funcionar satisfactoriamente los aparatos. Tal gama depende en gran medida de la zona geográfica.

CUADRO 2

Condiciones relativas a las características fundamentales de los hipsómetros de banda ancha o selectivos  
(sin barrido de frecuencia ni frecuencia fija)

	Circuitos de tipo telefónico	Circuitos radiofónicos	Grupos primarios, grupos secundarios y sistemas de 12, 60, 120 ó 300 canales	Grupos terciarios, grupos cuaternarios y sistemas de 900 a 2700 canales
1	2	3	4	5
<i>Frecuencia</i>				
a) gama	de 200 Hz a 4 kHz	de 30 Hz a 20 kHz	de 4 a 1400 kHz	de 60 Hz a 17 MHz
b) anchura de banda nominal para las mediciones selectivas (nota 1)	40 Hz	40 Hz	600 Hz y 4 kHz	600 Hz y 4 kHz
<i>Gama del nivel de entrada</i>				
a) aparatos de banda ancha	de +20 a -50 dBm (de +23 a -58 dNm) hasta -70 dBm (-80 dNm) con precisión reducida	de +20 a -50 dBm (de +23 a -58 dNm) hasta -70 dBm (-80 dNm) con precisión reducida	de +20 a -50 dBm (de +23 a -58 dNm)	de +20 a -50 dBm (de +23 a -58 dNm)
b) aparatos selectivos	de +20 a -80 dBm (de +23 a -92 dNm)	de +20 a -80 dBm (de +23 a -92 dNm)	de +20 a -90 dBm (de +23 a -100 dBm) hasta -110 dBm (-127 dNm) con precisión reducida	de +20 a -90 dBm (de +23 a -100 dBm) hasta -110 dBm (-127 dNm) con precisión reducida
<i>Precisión de la medición</i>				
a) para 0 dBm (0 dNm) y a la frecuencia de referencia, a 20 °C y con tensiones de alimentación nominales, si el aparato está provisto de un dispositivo interno de calibrado	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)
b) para un nivel y una frecuencia cualesquiera de las gamas (nota 2)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)
<i>Estabilidad del nivel indicado (nota 3)</i>				
a) durante 1 hora, a 20 °C con tensiones de alimentación nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
b) durante 48 horas a 20 °C con tensiones de alimentación nominales	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)
c) para graduaciones de 10 °C, en una gama de temperaturas especificada y con tensiones de alimentación nominales (nota 4)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
d) para una variación de 10% de la tensión de alimentación a 20 °C	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
<i>Nivel de las señales parásitas</i>				
Generadas por el propio aparato y observadas en los terminales de entrada, con relación al nivel mínimo de entrada admisible medido en las bornas de entrada	-20 dB (-23 dNp) o inferior	-20 dB (-23 dNp) o inferior	-20 dB (-23 dNp) o inferior	-20 dB (-23 dNp) o inferior

CUADRO 2 (cont.)

	Circuitos de tipo telefónico	Circuitos radiofónicos	Grupos primarios, grupos secundarios y sistemas de 12, 60, 120 ó 300 canales	Grupos terciarios, grupos cuaternarios y sistemas de 900 a 2700 canales
1	2	3	4	5
<i>Impedancia de entrada</i>				
a) valor nominal para mediciones en terminación. De ser necesario, pueden especificarse otros valores nominales	600 ohmios (simétrico)	600 ohmios (simétrico) o por lo menos $20 \times 10^3$ ohmios (simétrico) para los métodos con tensión constante	75 ohmios (asimétrico), 150 ó 600 ohmios (simétrico o asimétrico)	50 ó 75 ohmios (asimétrico)
b) valor para mediciones de nivel absoluto	por lo menos $25 \times 10^3$ ohmios (simétrico)	por lo menos $20 \times 10^3$ ohmios	no se recomiendan mediciones de nivel absoluto	no se recomiendan mediciones de nivel absoluto
c) atenuación de adaptación con relación al valor nominal (para las mediciones en terminación)	por lo menos 30 dB (35 dNp)	por lo menos 30 dB (35 dNp)	por lo menos 30 dB (35 dNp)	por lo menos 30 dB (35 dNp)
d) simetría con relación a tierra; dado el caso, nivel absoluto o medición en terminación	por lo menos 40 dB (46 dNp)	por lo menos 60 dB (70 dNp)	por lo menos 40 dB (46 dNp)	
<i>Atenuación de la frecuencia imagen</i>	por lo menos 50 dB (58 dNp)	por lo menos 50 dB (58 dNp)	por lo menos 60 dB (70 dNp)	por lo menos 60 dB (70 dNp)

*Nota 1* – Las características de la banda nominal para las mediciones selectivas deben especificarse con bastante detalle.

*Nota 2* – Aunque se especifique que la atenuación de adaptación efectiva de la impedancia de entrada no debe rebasar 30 dB (25 dNp), el aparato (cuando se conecte a un generador que tenga exactamente el valor nominal apropiado) debe ajustarse de modo que indique el nivel que se observaría en los terminales de una impedancia, con una atenuación de adaptación de por lo menos 40 dB (46 dNp) con relación al valor nominal.

*Nota 3* – Los límites de estabilidad tienen en cuenta los efectos de la variación de frecuencia de cualquier oscilador que forme parte de un aparato de medida selectivo.

*Nota 4* – Conviene especificar la gama de temperaturas en la que deben funcionar satisfactoriamente los aparatos. Tal gama depende en gran medida de la ubicación geográfica.

## Suplemento N.º 3.2

### APARATOS DE MEDIDA DEL RUIDO EN LOS CIRCUITOS DE TELECOMUNICACIONES

(Para este suplemento, véase la página 534 del Tomo IV.2 del *Libro Verde*)

## Suplemento N.º 3.3

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE VOLUMEN

(Para este suplemento, véase la página 548 del Tomo IV.2 del *Libro Verde*;  
en la Recomendación O.51 se da información adicional)

## Suplemento N.º 3.4

### CRITERIOS DE INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE APARATOS DE MEDIDA DE LA DISTORSIÓN DE CUANTIFICACIÓN DE DIFERENTES DISEÑOS

(Para este suplemento, véase la página 85 del Tomo IV.2 del *Libro Naranja*)

## Suplemento N.º 3.5

(Suprimido. Reemplazado por la Recomendación O.6)

## Suplemento N.º 3.6

### APARATO DE MEDIDA DE LA DIAFONÍA PARA SISTEMAS DE TRANSMISIÓN POR PORTADORAS EN CABLES COAXIALES

(*Melbourne, 1988*)

(Información proporcionada por la Administración de Telecomunicaciones de la URSS)

## 1 Introducción

El presente documento contiene la descripción de un método, y los parámetros técnicos básicos de un dispositivo, para la medida de la relación diafónica. Está diseñado para la localización a distancia de repetidores con un baja relación de paradiafonía inteligible en los sistemas de transmisión por portadoras en cables coaxiales.

## 2 Funcionamiento

El aparato mide el tiempo de propagación de las señales paradiafónicas procedentes de diferentes repetidores. La medida del tiempo de propagación de la señal de prueba a fin de establecer la distancia a que se encuentra un repetidor y la amplitud de la señal recibida, permite determinar el repetidor del que se trata su relación paradiafónica.

La señal de prueba se extrae del ruido y de las señales de otros repetidores por filtrado temporal (tratamiento por correlación). Conviene utilizar como señal de prueba una señal especial que tenga una función de correlación suficientemente estrecha. En el aparato se emplea una señal de prueba sinusoidal modulada en fase por una secuencia pseudoaleatoria (SSA) de impulsos (señal modulada en fase).

En la figuras 1 y 2 se muestra un diagrama de bloques simplificado del aparato.

La modulación en fase de una señal sinusoidal  $f_1$  procedente del oscilador G1, por una señal de un oscilador SSA G2, se lleva a cabo en un modulador M1; el espectro de la señal formada no tiene componente espectral  $f_1$  (atenuado más de 54 dB). Las señales moduladora y de prueba están representadas en la figura 3, y el espectro de la señal moduladora, en la figura 4. En un modulador M3 se forma una señal de prueba modulada en fase en la banda de  $f_{2m}$  a  $f_{km}$ . Se utiliza como portadora una señal procedente de un oscilador controlado por cuarzo en una de las frecuencias de la banda de  $f_2$  a  $f_k$  que se eligen en el espectro de los sistemas de transmisión objeto de la medida. Una señal de prueba a  $f_{km} = f_k + f_{1m}$ , y  $f_{1m}$ , no contiene ningún componente espectral central. La señal  $f_{km}$  se aplica a la entrada de un enlace interferente.

A la entrada del dispositivo se aplica una señal diafónica procedente de la salida del trayecto de retorno (trayecto sujeto a interferencia). La señal se reconvierte en el modulador M4. Seguidamente, se aplica la señal  $f_{1m}$  a una entrada del detector de fase M2. La señal SSA de G2 desplazada, en un circuito de retardo D1, un intervalo de tiempo  $\Delta t$  con respecto a la señal moduladora, se aplica a la otra entrada del detector de fase M2. Si el intervalo de tiempo preestablecido coincide con el retardo que presenta la señal diafónica de la línea probada, con respecto a la señal de prueba a la salida del dispositivo, se obtendrá a la salida de M2 una señal sinusoidal de frecuencia  $f_1$ , y el nivel de la señal se medirá en tal caso en un hipsómetro selectivo (HMS). Cuando el valor preestablecido de  $\Delta t$  no coincide con el retardo de la señal diafónica procedente de la línea, se obtendrá a la salida y a la entrada del detector de fase M2 una señal sin la frecuencia  $f_1$  en su espectro. Haciendo variar el valor del retardo preestablecido en D1, es decir, sintonizando a las señales diafónicas procedentes de diferentes repetidores de la sección probada, se efectúa la medición a distancia de la relación diafónica de todos los repetidores.

Es preferible que los parámetros de la señal de prueba se elijan sobre la base de la función de correlación  $R(t)$  de la señal elegida (véase la figura 5). A este efecto,  $R(t)$  se estima a dos niveles:  $R(t) \leq 0,1$ , correspondiente a la zona de baja correlación y  $R(t) = 0,607$ , límite de la zona de alta correlación.

La resolución entre dos señales adyacentes es posible en la práctica si el desplazamiento temporal entre ambas queda fuera de la zona de alta correlación. Por consiguiente, la elección de la duración  $\tau$  de un impulso SSA elemental se basa en el desplazamiento mínimo  $\Delta t_{min}$  entre señales diafónicas procedentes de repetidores adyacentes, es decir:

$$\tau \leq \Delta t_{min} = \frac{2 l_{RS}}{V}$$

donde

$l_{RS}$  es la distancia mínima entre los repetidores adyacentes;

$V$  es la velocidad de propagación de la onda eléctrica en el cable.

La duración  $\tau$  del impulso en el aparato depende de la escala de frecuencias del oscilador y puede ajustarse para distintos tipos de cable con diferentes velocidades de propagación. El ajuste se efectúa cambiando la escala de frecuencias del oscilador.

El periodo de repetición de una secuencia pseudoaleatoria debe garantizar mediciones sin ambigüedad, es decir que el tiempo entre dos máximos adyacentes de la función de autocorrelación debe ser mayor que el tiempo de propagación de la señal a través de la sección  $l_{ST}$  probada en ambos sentidos de transmisión:

$$T \geq \frac{2 l_{ST}}{V}$$

El paso mínimo del circuito de retardo D1 se determina teniendo en cuenta el error admisible de la sintonización al máximo de la función de autocorrelación y puede ser igual a  $0,1 \tau$  (error no mayor de 5%). El valor máximo del retardo en D1 está determinado por la longitud de la sección de línea  $l_{ST}$  probada, es decir, por el tiempo de propagación de la señal a través de la línea en ambos sentidos de transmisión:

$$t_{D1} \geq \frac{2 l_{ST}}{V}$$

Para medir los niveles de las señales diafónicas correspondientes, no sólo a una atenuación diafónica baja de los repetidores, sino también a una atenuación diafónica normal, la banda de paso del hipsómetro selectivo HMS debe ser suficientemente estrecha (0,1 a 0,3 Hz), de modo que la señal de prueba pueda extraerse del ruido. Esa banda de paso puede realizarse por medio de un filtro de fase síncrona.

### 3 Parámetros técnicos básicos de un aparato destinado a los sistemas de transmisión explotados a frecuencias inferiores a 18 MHz

#### 3.1 Características básicas

3.1.1	Longitud máxima de la sección probada . . . . .	400 km
3.1.2	Distancia mínima entre repetidores probados . . . . .	1,0 km
3.1.3	Paso mínimo del ajuste de la distancia al repetidor probado . . . . .	0,1 km
3.1.4	Frecuencias portadoras nominales de señal de prueba . . . . .	0,37; 1,1; 4,4; 7,9 17,25 MHz
3.1.5	Nivel de medida mínima . . . . .	-120 dB
3.1.6	Tiempo de localización de un repetidor que falla (con un máximo de 70 repetidores en la sección probada) . . . . .	20 min

#### 3.2 Otras características técnicas

3.2.1	Número de impulsos elementales en una secuencia pseudoaleatoria (SSA) para la modulación de fase de la señal de prueba . . . . .	$2^9 - 1 = 511$
3.2.2	Periodo de repetición de la SSA . . . . .	4,2 ms
3.2.3	Gama de niveles de la señal de prueba . . . . .	-59 dB a 0 dB
3.2.4	Frecuencias del oscilador . . . . .	de 2,4 a 2,5 MHz
3.2.5	Gama de medida del nivel . . . . .	de -120 a -50 dB
3.2.6	Anchura de banda del receptor (a un nivel de 3 dB) . . . . .	0,3; 3 Hz
3.2.7	Pasos de retardo . . . . .	83,3 $\mu$ s (10 km) 8,3 $\mu$ s (1 km) 0,8 $\mu$ s (0,1 km)
3.2.8	Reducción en la lectura del indicador del receptor con respecto a un valor correspondiente al máximo cuando la SSA se desplaza 24,9 $\mu$ (3 km) . . . . .	más de 40 dB
3.2.9	Error de medida en la gama de «-100 dB» para la lectura de 0 dB . . . . .	menos de $\pm 1$ dB

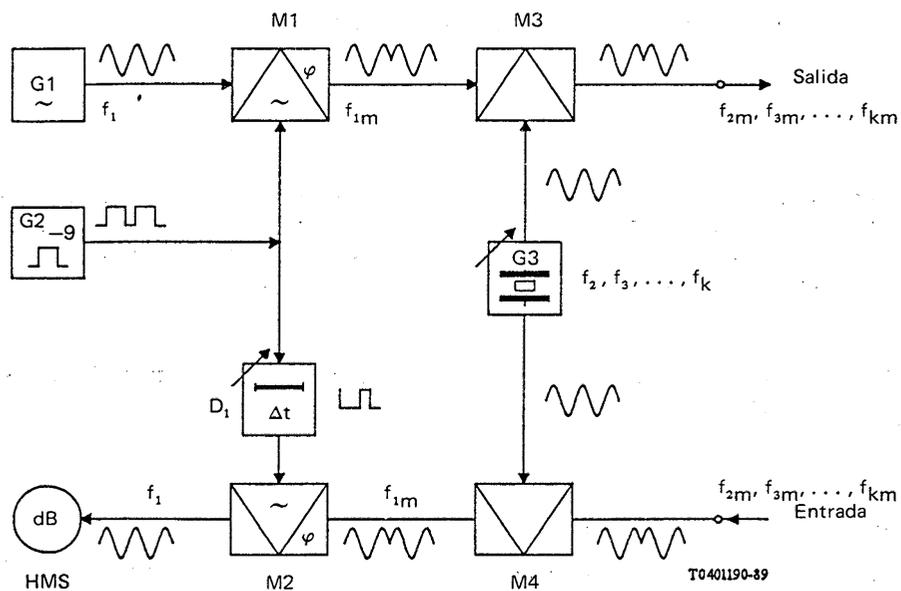


FIGURA 1  
Diagrama de bloques simplificado del aparato de medida de la diafonía

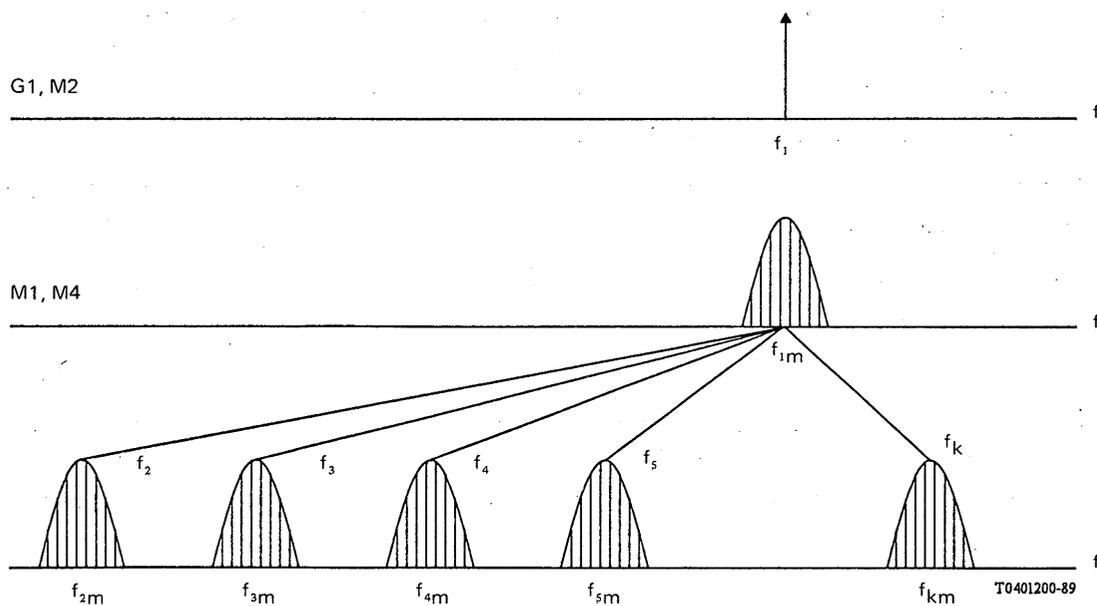


FIGURA 2  
Diagrama de frecuencias del aparato de medida de la diafonía

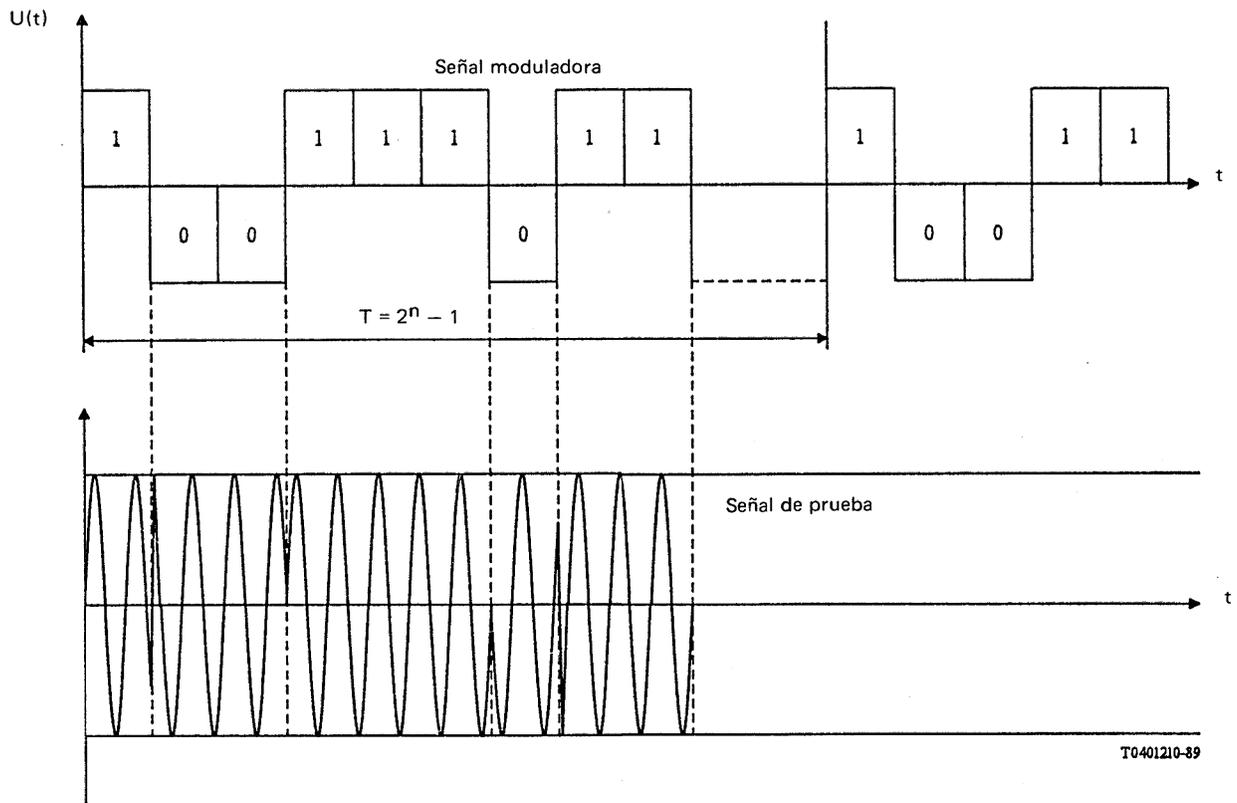


FIGURA 3  
Señal moduladora y señal de prueba

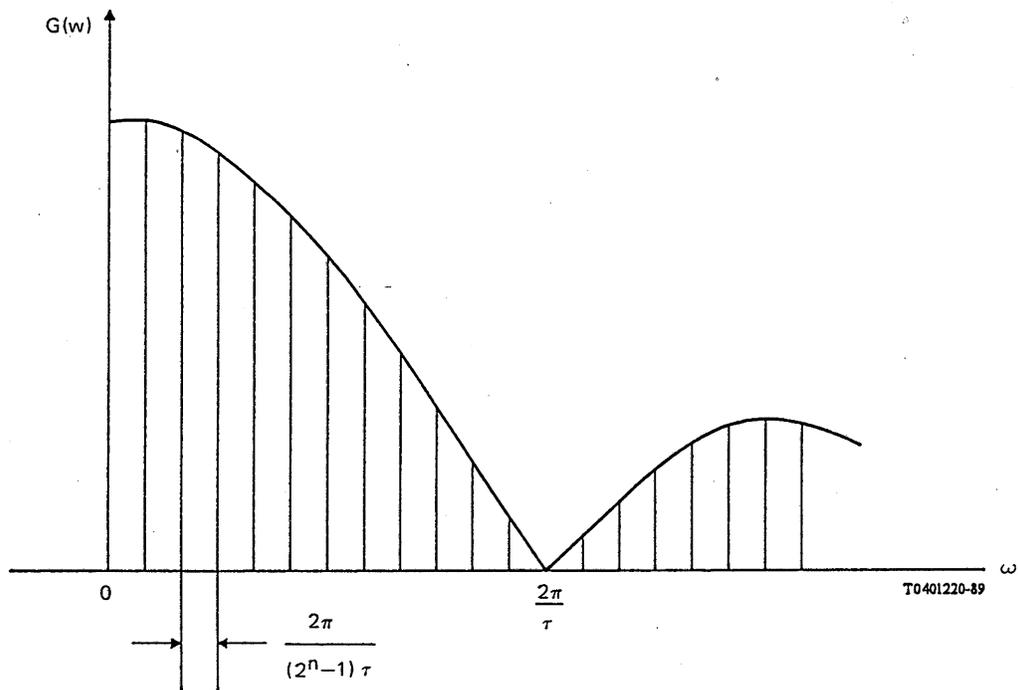


FIGURA 4  
Espectro de la señal moduladora

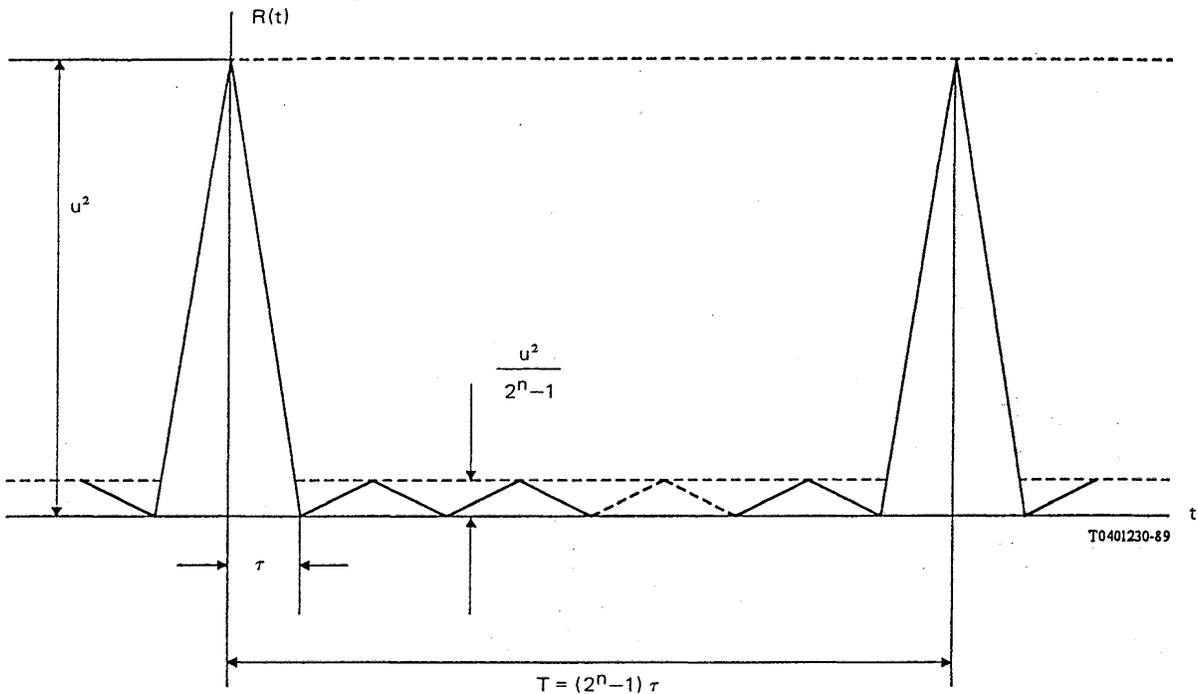


FIGURA 5  
Función de correlación de la señal de prueba

Suplemento N.º 3.7

SEÑAL DE MEDICIÓN (SEÑAL DE PRUEBA MULTITONO) PARA LA MEDICIÓN RÁPIDA  
DE LA AMPLITUD Y FASE EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Melbourne, 1988)

(Información sometida por la República Federal de Alemania, Francia y la URSS)

A continuación se describe brevemente la señal de prueba, indicando sus ventajas para la medición simultánea de la amplitud y la fase.

1 Señal de prueba multitono

1.1 Descripción general

La señal de prueba multitono (SPMT) consiste en un espectro de  $N$  señales discretas, con separaciones de frecuencia de 100 Hz, en la gama de baja frecuencia.

Las rayas espectrales de esta señal son todas de igual amplitud; su relación de fase se elige atendiendo a relaciones matemáticas, de modo que la energía de la señal de prueba se distribuya de manera aproximadamente uniforme en todo el periodo de la señal.

Las características de transmisión de una línea telefónica es decir, su distorsión de amplitud y de fase, producen cambios de la señal de prueba. En el lado receptor, estos cambios se miden y se evalúan, por ejemplo mediante un análisis de Fourier. Los resultados pueden visualizarse en una pantalla en forma de gráfico de amplitud y/o de fase, del que puede deducirse también, por ejemplo, el retardo de grupo.

## 1.2 Principio de la medición

La señal transmitida, que consiste en  $N$  ondas cosenoidales, se genera en circuitos digitales, leyendo en una ROM un número suficiente de valores instantáneos de la SPMT, con una frecuencia de reloj. Después de pasar por un convertidor D/A y por un filtro que suprime la frecuencia de reloj, la señal compuesta es:

$$u(t) = \sum^N A_n \cdot \cos(2 \pi nft - \varphi_n)$$

donde

- $A$  es la amplitud de una onda
- $f$  es 100 Hz (véase la nota 2)
- $\varphi$  es la fase de la onda
- $n$  es el número de serie de la onda
- $t$  es el tiempo
- $N$  es el número total de ondas.

Cuando  $f = 100$  Hz, la duración de un periodo de la SPMT es de 10 ms.

La SPMT se aplica al dispositivo que ha de probarse, que cambia las propiedades de la SPMT, es decir, las amplitudes y las fases de las ondas que la componen.

En la sección receptora, la señal cambiada se aplica a un circuito de evaluación, donde se muestra de acuerdo con la frecuencia de reloj. Los valores analógicos muestreados se digitalizan y se almacenan en una memoria. Los valores almacenados de la función de tiempo se transfieren a continuación, por medio de la transformada discreta de Fourier, al dominio de frecuencia. Todos los cálculos necesarios los realiza un microcomputador.

En las mediciones en que los elementos probados incluyen sistemas de frecuencias portadoras, puede producirse un desplazamiento de la frecuencia de la señal de medida. En esos casos, se recomienda utilizar funciones de ventana en el paso de procesamiento de señales del receptor.

Las características del dispositivo probado se deducen a partir de la desviación de los valores recibidos con respecto a los valores transmitidos.

## 1.3 Datos de la señal de prueba multitono

### Transmisor

#### Frecuencias de transmisión

- 35 señales (cosenoidales) simultáneamente;
- $n \times 100$  Hz;  $n = 2$  a 36 por pasos de 100 Hz = de 200 a 3600 Hz pero véanse las notas 1 y 2
- Precisión:  $1 \times 10^{-4}$

Nivel de transmisión (señal de prueba multitono) +10 a -40 dBm

Este nivel corresponde al nivel de una señal sinusoidal única que tiene el mismo valor de cresta que la señal de prueba.

- Precisión a 1000 Hz 0,2 dB
- Respuesta de frecuencia 0,1 dB
- Distorsión armónica 40 dB
- Distorsión parásita a +10 dBm 50 dB
- Constelación de fase

0	$2\pi/7$	$4\pi/7$	$6\pi/7$	$8\pi/7$	$10\pi/7$	$12\pi/7$
n: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 22, 29, 36	9, 12, 20, 24, 35	10, 16, 18, 26, 28, 34 37 (nota 1)	11, 13, 31, 33	21, 23, 27, 32 1 (nota 1)	14, 19, 25, 30	7, 17 38 (nota 1)

*Nota 1* – Los números de serie 1, 37 y 38 son valores optativos.

*Nota 2* – La Administración francesa utiliza pasos de frecuencia de 101,56 Hz conforme a  $[26 \times (n-1)] \times f$ , donde  $f = 8000/2048$ . Esto se ajusta al principio de la desviación de frecuencia definido en la Recomendación O.6 respecto a los equipos MIC.

### Receptor

El receptor tiene en cuenta el nivel y la constelación de fase de la señal transmitida.

## 2 Ventajas de la señal de prueba multitono

Con los medios técnicos de que se dispone hoy, la señal de prueba multitono puede generarse en forma económica, con excelente estabilidad de frecuencia, de amplitud y de fase. La cantidad de 35 señales discretas, y por consiguiente de puntos de prueba en la gama de frecuencias de 200 a 3600 Hz, es muy adecuada para las exigencias que plantean las pruebas en práctica. Facultativamente, la banda de frecuencias puede ampliarse de conformidad con la nota 1.

Cuando se evalúa la señal recibida, por ejemplo con ayuda de un análisis de Fourier, para determinar la respuesta de amplitud en función de la frecuencia y el retardo de fase y/o de grupo, la duración necesaria del ciclo de prueba, incluidos el tiempo de procesamiento y el tiempo de visualización en pantalla es inferior a 1 s. Este corto ciclo de prueba supone una gran ventaja, sobre todo cuando debe realizarse una igualación.

Como la SPMT es normalmente una señal continua, no plantea los problemas de tiempo de establecimiento que produce una señal de barrido.

La SPMT es una «señal de ruido» de banda limitada que resulta ideal para determinar la anchura de banda eficaz de filtros, por ejemplo, el filtro (con ponderación sofométrica) de la Recomendación O.41, o para calibrar instrumentos MIC que miden la distorsión de cuantificación.

Examinando el rizado de la curva de respuesta de frecuencia, puede verse muy claramente si hay componentes de frecuencia causadas por una falta de linealidad del dispositivo probado.

Utilizando el análisis de Fourier para evaluar la SPMT recibida puede determinarse tanto la amplitud como la frecuencia de las señales no deseadas; esto significa que el procesamiento funciona como un receptor con selección por barrido.

El periodo de esta SPMT es de 10 ms (que corresponde a un periodo de la frecuencia fundamental de 100 Hz). Como para el análisis de Fourier basta con muestrear un solo periodo de la señal de prueba, es decir 10 ms, en el lado receptor, y otros 10 ms en lado emisor, las medidas pueden realizarse durante las pausas igualmente cortas de la señal vocal o de datos. Estas pausas son las propias de esas señales o bien pueden crearse por medios técnicos.

La utilización de la SPMT junto con el análisis de Fourier hace posible la medición de parámetros que suelen requerir filtros: por ejemplo, ruido ponderado, distorsión de cuantificación, diafonía selectiva, etc. En esos casos, el filtrado se obtiene mediante los cálculos apropiados efectuados por el microcomputador en el dominio de frecuencia de la señal de entrada.

Para las mediciones de sistemas que incluyen secciones MIC, no es necesario desplazar las frecuencias para evitar los submúltiplos de 8 kHz; en el caso de una SPMT sin desplazamiento de frecuencia, la curva de respuesta de frecuencia de un ciclo de medición muestra una ondulación de hasta  $\pm 0,1$  dB. Con la ayuda de un procedimiento de promediación (por ejemplo, de 4 ó 16 ciclos de medición), la ondulación puede reducirse a un valor despreciable.

Otra manera de reducir el rizado consiste en utilizar frecuencias desplazadas iguales a  $n \cdot 101,56$  Hz, de conformidad con la nota 2.

En este caso, la ondulación es inferior a  $\pm 0,05$  dB después de un ciclo de medición, y todavía se puede reducir ese pequeño error mediante un procedimiento de establecimiento de medios.

### 3 Experiencia práctica

Desde 1981, diversas Administraciones y empresas privadas de explotación reconocidas de todo el mundo emplean instrumentos que utilizan señales de prueba multitono.

Los resultados de las mediciones se obtienen rápidamente y sin ambigüedades, y son compatibles con los que se obtienen por los métodos convencionales.

La Administración de telecomunicaciones de la URSS está investigando la SPMT en teoría y en la práctica para determinar la mejor manera de utilizarla en otras aplicaciones.

## Suplemento N.º 3.8

### DIRECTRICES RELATIVAS A LA MEDICIÓN DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE

(Melbourne, 1988)

(Información recopilada por las Comisiones de Estudio IV y XVIII)

#### 1 Definiciones y causas de la fluctuación de fase

La Recomendación G.701 [1] define la fluctuación de fase como «variaciones de corta duración y no acumulativas de los instantes significativos de una señal digital con relación a las disposiciones que teóricamente debieran ocupar en el tiempo». Esto significa que la fluctuación de fase es una modulación de fase (no deseada) de la señal digital. La frecuencia de las variaciones de fase se llama frecuencia de fluctuación de fase. Un segundo parámetro estrechamente relacionado con la fluctuación de fase se denomina fluctuación lenta de fase. Se define como «variaciones de larga duración y no acumulativas de los instantes significativos de una señal digital con relación a las posiciones que teóricamente debieran ocupar en el tiempo». Hasta la fecha no existe una definición clara del límite entre la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase. Componentes de la variación de fase que tienen frecuencias por debajo de la gama de 1 a 10 Hz se denominan normalmente fluctuaciones lentas de fase.

La fluctuación de fase puede deteriorar la calidad de transmisión de un circuito digital. Como consecuencia del desplazamiento de la señal con respecto a las posiciones que teóricamente debiera ocupar en el tiempo, pueden introducirse errores en el tren digital de bits, en los puntos de regeneración de la señal. Pueden introducirse deslizamientos en las señales digitales como resultado de desbordamiento de datos o de agotamiento en equipos digitales que comprendan memorias intermedias y comparadores de fase. Además, la modulación de fase de las muestras reconstruidas en dispositivos de conversión digital/analógico puede producir una degradación de las señales analógicas decodificadas. Es más probable que se produzca este problema cuando se transmiten señales codificadas de banda ancha.

Debe hacerse una distinción entre la fluctuación de fase sistemática y la aleatoria. La fluctuación de fase sistemática se debe a circuitos de recuperación temporal mal alineados en dispositivos de regeneración de la señal o a interferencia entre símbolos y conversión amplitud/fase producidos por una equalización imperfecta del cable. La fluctuación de fase sistemática depende de la configuración.

La fluctuación de fase aleatoria se origina en señales interferentes internas o externas como son el ruido del repetidor, la diafonía o reflexiones. La fluctuación de fase aleatoria es independiente de la configuración transmitida.

La fluctuación de fase de baja frecuencia producida en demultiplexores de justificación de impulsos proviene de la sincronización para esa justificación; mecanismo mediante el cual se sincronizan las señales plesiócronas de baja velocidad a un reloj local. Esta fluctuación de fase, que aparece en la salida de baja velocidad del demultiplexor, se denomina «fluctuación de fase de justificación» o «fluctuación de fase por tiempo de espera».

La fluctuación de fase sistemática se acumula en forma coherente ya que está correlacionada con la configuración de impulsos transmitida por diversos regeneradores. La fluctuación de fase aleatoria no está correlacionada en los diferentes regeneradores y se acumula en forma incoherente. La fluctuación de fase sistemática es dominante en la mayoría de los sistemas digitales de baja velocidad. En algunos sistemas contemporáneos de alta velocidad, el componente aleatorio puede llegar a ser importante o incluso predominante.

Contrariamente a otras degradaciones, la fluctuación de fase perturbadora puede reducirse mediante regeneradores o mediante la utilización de «defluctuadores de fase» que contienen un separador de señal con un circuito de suavizamiento de fase de banda estrecha. Los regeneradores sólo pueden reducir los componentes de la frecuencia de fluctuación de fase que excedan de la frecuencia de corte de los circuitos de recuperación de reloj. Para frecuencias de fluctuación de fase menores, la señal de salida de un regenerador sigue la fluctuación de fase de entrada. En este caso, la fluctuación de fase se «transfiere» lo que significa que el regenerador se comporta como un filtro paso bajo. Este comportamiento característico conduce a las plantillas de tolerancia de fluctuación de fase típicas, como la que se muestra en la figura 1.

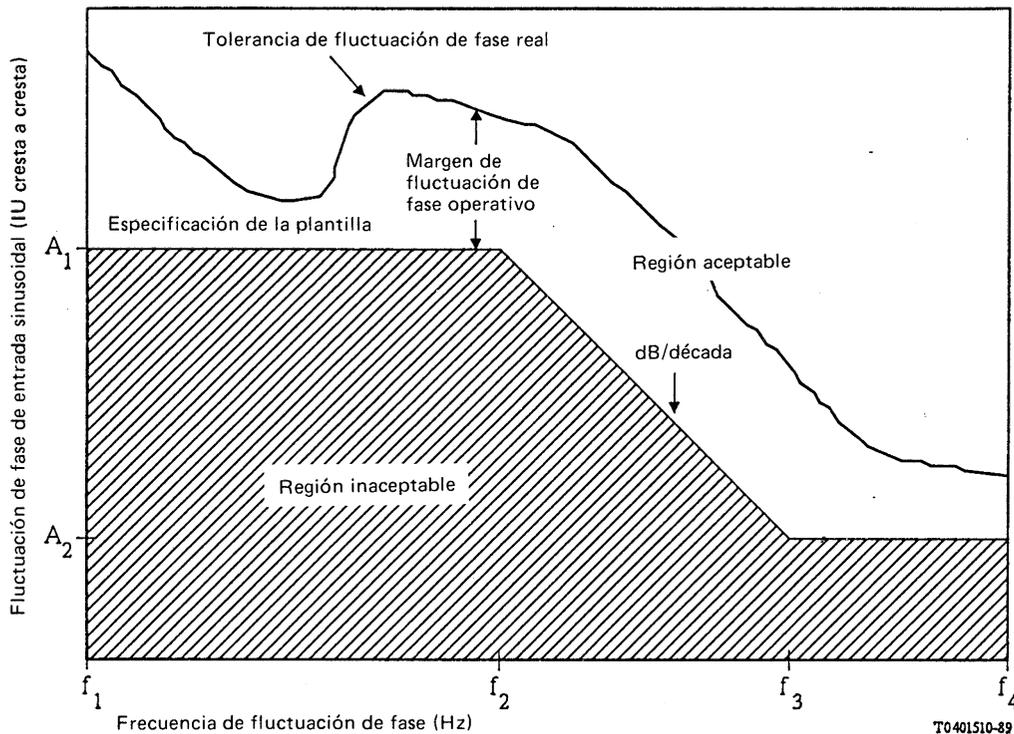


FIGURA 1

Relación entre la medición de tolerancia real y la plantilla de tolerancias

De las consideraciones anteriores se desprende que la fluctuación de fase puede deteriorar gravemente la calidad de funcionamiento de los sistemas de transmisión digital. Por otra parte, la fluctuación de fase no se puede evitar totalmente. El objetivo de las mediciones de la fluctuación de fase es estimar si ésta se mantiene dentro de los límites admitidos.

## 2 Entorno de pruebas

Para facilitar mediciones repetibles y exactas, y permitir comparaciones entre mediciones efectuadas en tiempos diferentes, es necesario reducir al mínimo las variaciones en el entorno de pruebas. Varios parámetros de entorno de pruebas que pueden variar ampliamente dentro de sus gamas admitidas y afectar considerablemente a los resultados de medición de la fluctuación de fase (según el tipo de equipo que intervenga) son la configuración de datos, la velocidad de datos, la forma de los impulsos y las características de los cables. Deben controlarse según convenga, las características de estos parámetros. Además, hay parámetros secundarios del entorno de pruebas que pueden también afectar a la característica de fluctuación de fase, que deben mantenerse a niveles nominales para facilitar mediciones repetibles.

Para verificar el comportamiento del equipo en el caso más desfavorable, puede ser necesario someter al equipo a prueba a múltiples cambios en el entorno de pruebas. Sin embargo, este tipo de pruebas no proporciona necesariamente datos significativos de la característica de fluctuación de fase debido a la falta de control del elemento o los elementos concretos que pueden causar errores, ni de su efecto sobre otros mecanismos de fallo del equipo no relacionados con la fluctuación de fase. Por tanto, los múltiples cambios en el entorno de pruebas no deben utilizarse para definir la característica de fluctuación de fase del equipo de prueba.

## 2.1 Configuraciones de datos controladas

Algunos procedimientos de medición requieren la aplicación de configuraciones de datos controladas. Cuando se quiere que la configuración de datos controlada se asemeje al tráfico real de la red, se recomienda una secuencia de bits pseudoaleatoria (SBSA). Las Recomendaciones O.151 y O.152 especifican cuatro configuraciones pseudoaleatorias que son secuencias de longitud  $2^{11} - 1$ ,  $2^{15} - 1$ ,  $2^{20} - 1$  y  $2^{23} - 1$ . Para asegurar que una determinada SBSA generará la adecuada densidad de raya espectral de fluctuación de fase dentro de la anchura de banda de potencia mitad de fluctuación de fase de los circuitos típicos de recuperación del reloj al nivel jerárquico aplicable, la longitud de palabra de la SBSA debe ser mucho mayor que la velocidad de datos dividida por la anchura de banda de potencia mitad de fluctuación de fase. El CCITT recomienda que la longitud de palabra de la SBSA sea al menos 100 veces mayor que la velocidad de datos dividida por la anchura de banda a potencia mitad [2] (véase la nota). La secuencia de bits pseudoaleatoria de longitud  $2^{15} - 1$  bits que se especifica en la Recomendación O.151 para las mediciones de errores de bit puede generar una densidad de raya espectral insuficiente para mediciones de fluctuación de fase a velocidades superiores a la primaria. Además, esta configuración tiene propiedades deficientes de secuencia binaria. Por lo tanto, para velocidades binarias superiores o iguales a la velocidad primaria, la longitud de la configuración no debe ser menor que  $2^{20} - 1$  y debe tener una característica de secuencia binaria bien equilibrada [3].

*Nota* – Conviene proseguir el estudio de la suficiencia de la densidad de raya espectral de fluctuación de fase.

## 2.2 Velocidad binaria

La velocidad binaria debe mantenerse dentro de las especificaciones para interfaces digitales especificadas en la Recomendación G.703 [4]. Para mayor comodidad, las velocidades binarias se indican también a continuación:

– velocidad básica:	64 kbit/s
– velocidad primaria:	1 544 kbit/s $\pm$ 50 ppm
	2 048 kbit/s $\pm$ 50 ppm
– velocidad secundaria:	6 312 kbit/s $\pm$ 30 ppm
	8 448 kbit/s $\pm$ 30 ppm
– velocidad terciaria:	32 064 kbit/s $\pm$ 10 ppm
	34 368 kbit/s $\pm$ 20 ppm
	44 736 kbit/s $\pm$ 20 ppm
– velocidad cuaternaria:	139 264 kbit/s $\pm$ 15 ppm

## 2.3 Forma de los impulsos y características del cable

La forma de los impulsos afecta a la característica de fluctuación de fase al repercutir en la exactitud del proceso de toma de decisiones en un circuito de recuperación del reloj. La forma de los impulsos suele especificarse mediante una plantilla de impulsos en un interfaz de salida o en una interconexión [5] y puede variar a la entrada del equipo debido a los efectos del cable, como resultado de la explotación en la gama especificada de largos de cable y el tipo (o tipos) de cable especificado. Se recomienda que la forma de los impulsos que se utilice en las pruebas de fluctuación de fase se centre en la plantilla de impulsos especificada, en lugar de hacerlo en los valores admisibles extremos (véase la nota).

*Nota* – La plantilla de impulsos apropiada para las pruebas de fluctuación de fase precisa un estudio ulterior.

## 2.4 Parámetros secundarios del entorno de pruebas

Otros parámetros del entorno de pruebas que pueden afectar a la característica de fluctuación de fase con la temperatura, la diafonía y el ruido. La temperatura afecta a la característica de fluctuación de fase alterando la

frecuencia resonante de los circuitos de recuperación del reloj, osciladores y circuitos de suavizado de fase, y también cambiando las características de filtrado de los circuitos analógicos. La diafonía puede afectar a la característica de fluctuación de fase cuando las señales de un cable, plano de masa o tarjeta de circuito se influyen entre sí en un grado apreciable. El ruido afecta al proceso de la toma de decisiones en un circuito de recuperación del reloj disminuyendo la abertura del ojo de decisión.

Para obtener mediciones de fluctuación de fase exactas y repetibles y asegurar que los efectos de la fluctuación de fase aplicada al equipo predominan sobre los resultados de la medición, se recomienda que estos parámetros secundarios se mantengan en sus niveles nominales.

### 3 Glosario de bloques funcionales componentes de las configuraciones de prueba

Este glosario define los bloques funcionales componentes de las configuraciones de prueba descritas en las secciones posteriores. Debe señalarse que estos bloques funcionales pueden incorporarse en diversas combinaciones en diferentes equipos en prueba.

- *Atenuador*: Dispositivo que reduce la amplitud de una señal digital para reducir la relación señal/ruido.
- *Generador de señal digital*: Fuente de señal que proporciona una señal jerárquica de red digital a la velocidad binaria apropiada con la impedancia de salida, la forma de los impulsos, la codificación de línea y el formato de trama adecuados. Este bloque funcional es capaz de proporcionar varias configuraciones de datos, debe tener un reloj y una salida de datos, y puede aceptar una entrada de reloj externo.
- *Receptor de señal digital*: Instrumento donde termina una señal jerárquica de red digital y que comprueba los errores de bit, los segundos con error, o la tasa de error en los bits (TEB).
- *Equipo en prueba (EEP)*: Circuito o sistema que se somete a prueba con una configuración de datos controlada.
- *Sintetizador de frecuencia*: Fuente de frecuencias sumamente estable y de gran exactitud. Algunos sintetizadores de frecuencia pueden añadir modulación de fase o de frecuencia (MP o MF) a la salida primaria mientras proporcionan una salida secundaria no modulada.
- *Generador de fluctuación de fase*: Instrumento que produce un reloj de velocidad jerárquica modulado por fluctuación de fase sinusoidal de frecuencia y amplitud ajustables. Una entrada de modulación proporciona control de fluctuación de fase externo, y una entrada de reloj opcional proporciona control de frecuencia externo de la velocidad de datos.
- *Receptor de fluctuación de fase*: Instrumento que demodula y mide la fluctuación de fase presente en un reloj jerárquico o señal de datos. Una salida ofrece una tensión proporcional a la fluctuación de fase demodulada.
- *Filtro paso bajo*: Circuito utilizado para atenuar componentes espectrales no deseadas por encima de una frecuencia dada.
- *Filtro de medición de fluctuación de fase*: Circuito que atenúa las componentes espectrales de fluctuación de fase fuera de una banda de paso especificada o deseada.
- *Red de prueba*: Circuito, sistema o red que se somete a prueba con tráfico real.
- *Fuente de ruido*: Instrumento que genera una señal que tiene una distribución de amplitud cuasi gaussiana con un espectro de potencia plano de aproximadamente tres veces la anchura de banda a potencia mitad del circuito de retemporización.
- *Generador de onda sinusoidal*: Generador de forma de onda que produce una señal sinusoidal de baja distorsión controlada en frecuencia y amplitud.
- *Analizador de espectro*: Instrumento que mide y visualiza la potencia de la señal en función de la frecuencia en una gama de frecuencias elegida. La salida de un oscilador de seguimiento produce una senoide con barrido de frecuencia de amplitud ajustable que sigue la frecuencia de medición instantánea del analizador de espectro.
- *Voltímetro*: Instrumento que mide tensiones en continua, valores eficaces o cresta a cresta, según los casos. La tensión cresta a cresta verdadera se define aquí como la diferencia entre las tensiones instantáneas más positiva y más negativa registradas en el intervalo de medición completo.

## 4 Medición de la tolerancia de fluctuación de fase

La tolerancia de fluctuación de fase (también conocida como acomodación de fluctuación de fase) se define como la amplitud de fluctuación de fase sinusoidal que, aplicada a una entrada de equipo, causa una degradación designada de la característica de error. La tolerancia de fluctuación de fase es función de la amplitud y frecuencia de la fluctuación de fase aplicada.

Los requisitos de tolerancia de fluctuación de fase se especifican en forma de plantillas de fluctuación de fase que abarcan una región de amplitud/frecuencia sinusoidal especificada. Las plantillas de fluctuación de fase dan la mínima cantidad de fluctuación de fase que un equipo *debe aceptar* sin causar la degradación designada de la característica de error.

La relación perseguida entre la tolerancia real del equipo a la fluctuación de fase de entrada y su correspondiente plantilla de tolerancia se muestra en la figura 1.

*Nota* – En la terminología del CCITT, la plantilla de tolerancia de fluctuación de fase representa el «límite inferior de la máxima fluctuación de fase de entrada tolerable».

### 4.1 Tolerancia real

Las amplitudes de fluctuación de fase sinusoidal que un equipo tolera realmente a una frecuencia dada se definen como todas las amplitudes hasta, pero no inclusive, la que causa la degradación designada de la característica de error.

La degradación designada de la característica de error puede expresarse en forma de criterio de aumento de la tasa de error en los bits (TEB) o de criterio de comienzo de los errores. La existencia de dos criterios se debe al hecho de que la tolerancia de fluctuación de fase de un determinado equipo digital viene principalmente determinada por los dos factores siguientes:

- La aptitud del circuito de recuperación del reloj de entrada para recuperar con exactitud el reloj de los efectos de una señal de datos con fluctuaciones de fase, posiblemente, en presencia de otras degradaciones (distorsión de impulsos, diafonía, ruido, etc.).
- La aptitud de otras componentes para acomodar dinámicamente velocidades variables de datos de entrada (por ejemplo, capacidad de justificación de los impulsos y tamaño de la memoria intermedia del sincronizador y el desincronizador en un multiplex digital asíncrono).

El criterio del aumento de la TEB permite determinar, en forma independiente del entorno, la asignación de la fluctuación de fase de alineación del circuito de decisión, que es crítica para evaluar el primer factor. En [6] y [7] puede verse una discusión detallada de este criterio de la TEB. El criterio del comienzo de los errores se recomienda para evaluar el segundo factor.

#### 4.1.1 Técnica del aumento de la tasa de errores en los bits

El criterio del aumento de la tasa de error en los bits (TEB) para las mediciones de tolerancia de fluctuación de fase se define como la amplitud de la fluctuación de fase, para una frecuencia de fluctuación de fase dada, que duplica la degradación de la TEB causada por una reducción especificada de la relación señal/ruido (S/N).

Esta técnica se divide en dos partes. La primera determina dos TEB en función de puntos de referencia S/N para el equipo en prueba. Aplicando una fluctuación de fase nula, se añade ruido a la señal, o se atenúa la señal, hasta que se obtiene una TEB inicial conveniente. Se disminuye luego el ruido, o la atenuación de la señal, hasta que la S/N en el circuito de decisión aumenta en la cantidad especificada de dB (y por consiguiente, el circuito de decisión actúa con una TEB mejorada). La segunda parte emplea la TEB en función de los puntos de referencia S/N; para una frecuencia dada, se añade fluctuación de fase a la señal de prueba hasta que la TEB vuelve a su valor inicialmente elegido. Al haberse establecido un margen conocido abertura del ojo del circuito de decisión por las dos TEB en función de los puntos S/N, la fluctuación de fase equivalente añadida es una medida verdadera y repetible de la característica de tolerancia de fluctuación de fase del circuito de decisión. La segunda parte de la técnica se repite para un número suficiente de frecuencias tal que la medición represente con exactitud la tolerancia continua de fluctuación de fase de entrada sinusoidal del EEP en la gama de frecuencias aplicable. El equipo de prueba debe ser capaz de producir una señal de fluctuación de fase controlada y una S/N controlada en el tren de datos, y medir la TEB resultante producida por el EEP.

La figura 2 ilustra la configuración de pruebas para la técnica del aumento de la TEB. El equipo representado con líneas de trazo discontinuo es optativo. El sintetizador de frecuencia opcional se utiliza para obtener una determinación más exacta de las frecuencias utilizadas en el procedimiento de medición. Puede ser particularmente importante para la repetibilidad de las mediciones en algunos tipos de equipo, concretamente en los multiplex digitales asíncronos. El receptor de fluctuación de fase optativo se utiliza para verificar la amplitud de la fluctuación de fase generada.

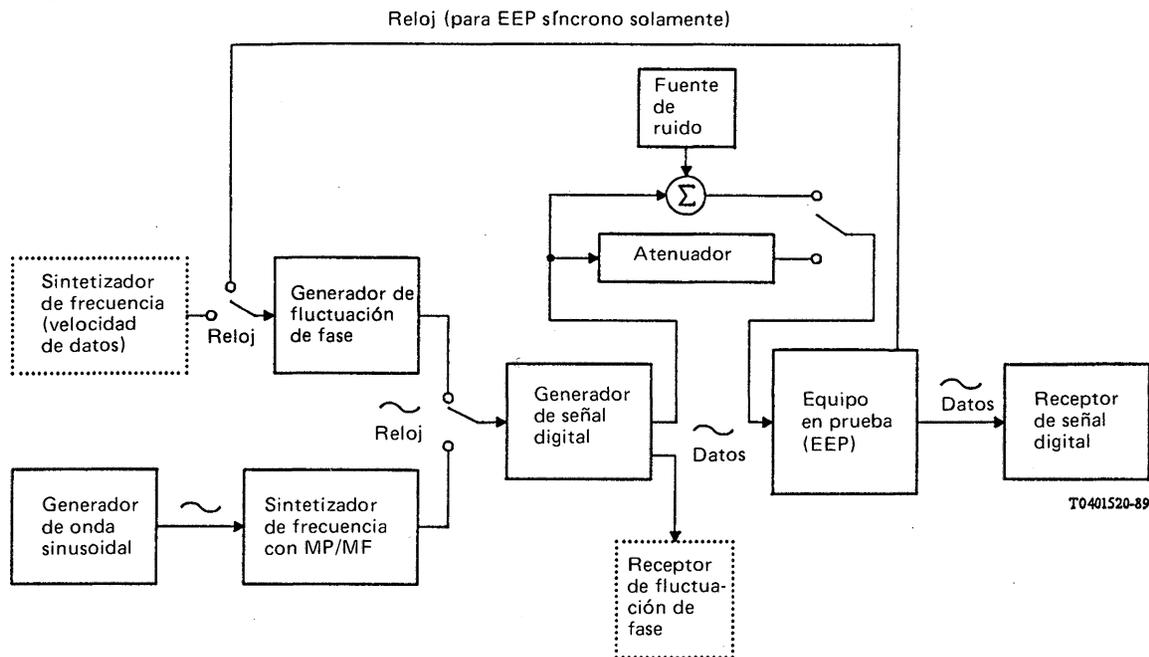


FIGURA 2

**Configuración para medir la tolerancia de fluctuación de fase  
Técnica del aumento de la tasa de error en los bits**

*Procedimiento*

- i) Conectar el equipo como se indica en la figura 2. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.
- ii) Sin aplicar fluctuación de fase, aumentar el ruido (o atenuar la señal) hasta que se observen al menos 100 errores de bit por segundo.
- iii) Registrar la TEB correspondiente y su S/N asociada.
- iv) Aumentar la S/N en la cantidad especificada.
- v) Fijar la frecuencia de fluctuación de fase de entrada en el valor deseado.
- vi) Ajustar la amplitud de fluctuación de fase hasta que la TEB vuelva al valor registrado en el paso iii).
- vii) Registrar la amplitud y la frecuencia de la fluctuación de fase de entrada aplicada, y repetir los pasos v) a vii) con un número de frecuencias suficiente para caracterizar la curva de tolerancia de fluctuación de fase.

4.1.2 *Técnica del comienzo de los errores*

El criterio del comienzo de los errores en las mediciones de tolerancia de fluctuación de fase se define como la máxima amplitud de fluctuación de fase a una frecuencia especificada que causa un total acumulativo no superior a dos segundos con error, donde estos segundos con error se han sumado en intervalos de medición sucesivos de 30 segundos con amplitud de fluctuación de fase creciente.

Esta técnica consiste en fijar una frecuencia de fluctuación de fase y determinar la amplitud de fluctuación de fase de la señal de prueba que causa el cumplimiento del criterio del comienzo de los errores. Concretamente, esta técnica exige:

- 1) aislamiento de la «región de transición» de la amplitud de fluctuación de fase (en la que cesa la explotación sin errores),
- 2) una medición de los segundos con error, de 30 segundos de duración, para cada amplitud de fluctuación de fase aumentada incrementalmente desde el comienzo de esta región, y
- 3) determinación de la máxima amplitud de fluctuación de fase para la cual la cuenta acumulativa de segundos con error no es superior a dos segundos con error.

El proceso se repite para un número suficiente de frecuencias tal que la medición representa con exactitud la tolerancia de fluctuación de fase de entrada sinusoidal continua del EEP en la gama de frecuencias de fluctuación de fase aplicable. El equipo de prueba debe poder producir una señal de fluctuación de fase controlada y medir los segundos con error resultante causados por la fluctuación de fase en la señal entrante.

La figura 3 ilustra la configuración de prueba para la técnica del comienzo de los errores. El sintetizador de frecuencia opcional se utiliza para una determinación más exacta de las frecuencias utilizadas en el procedimiento de medición. El receptor de fluctuación de fase opcional se utiliza para verificar la amplitud de la fluctuación de fase generada.

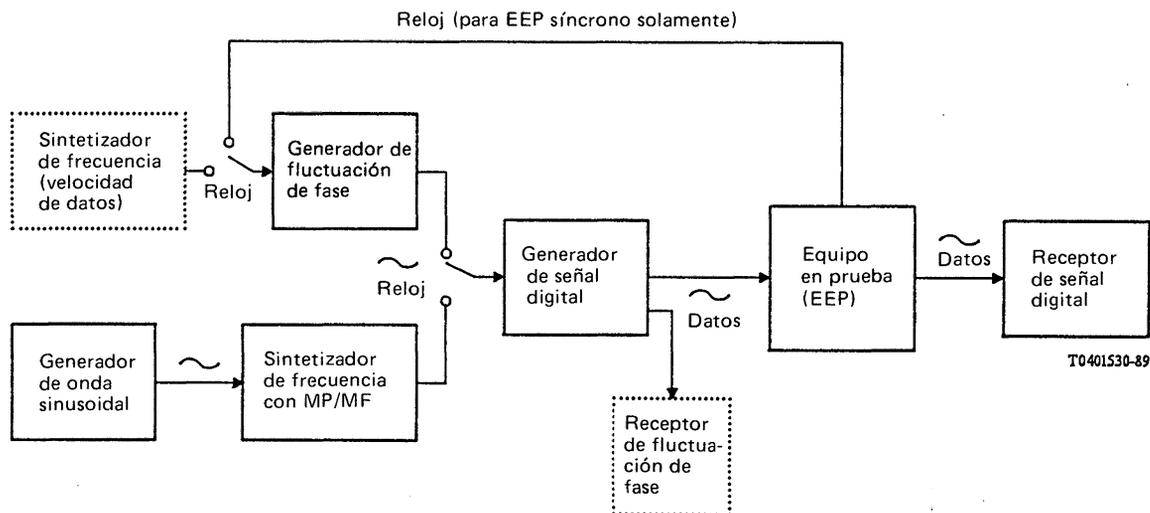


FIGURA 3

Configuración para medir la tolerancia de fluctuación de fase  
Técnica del comienzo de los errores

#### Procedimiento

- i) Conectar el equipo como se indica en la figura 3. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.
- ii) Fijar la frecuencia de fluctuación de fase que se desea e inicializar la amplitud de fluctuación de fase a 0 IU cresta a cresta.
- iii) Aumentar la amplitud de fluctuación de fase en incrementos grandes para determinar la región de amplitud en la que cesa el funcionamiento sin errores. Reducir la amplitud de fluctuación de fase a su nivel al comienzo de esta región.
- iv) Registrar el número de segundos con error que se producen en un intervalo de medición de 30 segundos. Obsérvese que la medición inicial debe ser de 0 segundos con error.
- v) Aumentar la amplitud de fluctuación de fase en incrementos pequeños, repitiendo el paso iv) para cada incremento, hasta que se satisfaga el criterio del comienzo de los errores.
- vi) Registrar la amplitud y la frecuencia indicadas de la fluctuación de fase de entrada aplicada, y repetir los pasos ii) a vi) con un número suficiente de frecuencias para caracterizar la curva de tolerancia de fluctuación de fase.

#### 4.2 Cumplimiento de la plantilla de tolerancia de fluctuación de fase

La tolerancia de fluctuación de fase del equipo se especifica con plantillas de tolerancia de fluctuación de fase. Cada plantilla define la región en la que el equipo debe operar sin sufrir la degradación designada de la característica de error. La diferencia entre las tolerancias de la plantilla y de la curva real del equipo representa el margen de fluctuación de fase operativo, ilustrado en la figura 1.

La medición del cumplimiento de la plantilla se efectúa fijando la frecuencia y la amplitud de fluctuación de fase en el valor de la plantilla, y observando que no se produzca la degradación designada de la característica de error. Se mide un número suficiente de puntos de la plantilla para asegurar el cumplimiento en toda la gama de frecuencias de la plantilla.

La figura 2 o la figura 3, según los casos, ilustra la configuración de pruebas para la técnica del cumplimiento de la plantilla de tolerancia de fluctuación de fase.

#### *Procedimiento*

- i) Conectar el equipo como se indica en el § 4.1.1 ó 4.1.2, según convenga. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.
- ii) Fijar la amplitud y la frecuencia de fluctuación de fase en un punto de la plantilla.
- iii) Cuando se usa la técnica del comienzo de los errores, confirmar que se producen 0 segundos con error. Cuando se usa la técnica del aumento de la TEB, confirmar que no se llega a la degradación designada de la característica de error.
- iv) Repetir los pasos ii) y iii) para un número suficiente de puntos de la plantilla, a fin de verificar el cumplimiento de la plantilla de tolerancia de fluctuación de fase.

## **5 Medición de la característica de transferencia de fluctuación de fase**

La característica de transferencia de fluctuación de fase de un determinado equipo digital se define como la relación fluctuación de fase de salida/fluctuación de fase de entrada aplicada, en función de la frecuencia.

Si la relación entre la fluctuación de fase que aparece en los puertos de entrada y salida de un equipo digital puede describirse en forma de proceso lineal (proceso tanto aditivo como homogéneo), se emplea el término «función de transferencia de fluctuación de fase». La relación entre la fluctuación de fase no aparece en los puertos de entrada y de salida de algunos tipos de equipo digital no puede describirse en términos de una función de transferencia de fluctuación de fase. En tales casos, pueden ser necesarias técnicas diferentes de medición para obtener resultados significativos.

### *5.1 Procesos lineales*

Se necesitan normalmente mediciones de transferencia de fluctuación de fase para los circuitos de recuperación de reloj y los circuitos de suavizado de fase del desincronizador. La medición de la función de transferencia de fluctuación de fase de un circuito de recuperación del reloj lineal es generalmente directa. Sin embargo, la medición de la función de transferencia de fluctuación de fase de un circuito lineal de suavizado de fase del desincronizador exige técnicas especializadas por hallarse inserto en un multiplex digital asíncrono no lineal.

#### *5.1.1 Circuito de recuperación de reloj*

Los circuitos de recuperación de reloj son un componente esencial de los distintos puertos de entrada del equipo digital. De particular interés es la función de transferencia de fluctuación de fase de los circuitos de recuperación de reloj, que predomina en la transferencia de fluctuación de fase entre los puertos de entrada y los de salida. La caracterización de los circuitos lineales de recuperación de reloj insertos en equipos no lineales (es decir, multiplex digitales asíncronos) no se trata, pues no suelen predominar en la característica global de transferencia de fluctuación de fase del equipo.

##### *5.1.1.1 Técnica básica*

Esta técnica consiste en aplicar al EEP una fluctuación de fase sinusoidal con barrido de frecuencia con una amplitud tolerable fija en una gama de frecuencias elegida, y observar la amplitud de la fluctuación de fase de salida en la gama de frecuencias aplicada. El proceso se repite con un número suficiente de gamas de frecuencia para determinar la función de transferencia de fluctuación de fase del EEP.

Concretamente, esta técnica utiliza un analizador de espectro para fijar la gama de frecuencias de fluctuación de fase y la correspondiente amplitud de fluctuación de fase tolerable. Inicialmente se puentea el EEP para establecer una marca de referencia de amplitud 0 dB para el equipo de prueba. El EEP se vuelve a conectar y se resta la marca de referencia de amplitud 0 dB del valor medido global de transferencia de fluctuación de fase para obtener la función de transferencia de fluctuación de fase del EEP. Es necesario utilizar un analizador de espectro con salida de oscilador de seguimiento para determinar la frecuencia y la amplitud de la fluctuación de fase de entrada mientras se hace una medición en banda estrecha de la fluctuación de fase de salida. Para lograr una gran exactitud, la anchura de banda del analizador de espectro debe ser suficientemente estrecha para obtener la resolución de amplitud y gama dinámica deseados en cada banda de frecuencias medida. Por ejemplo, para verificar que existen crestas de menos de 0,1 dB, y una pendiente de 20 dB por década desde 350 Hz a 20 kHz, puede necesitarse un analizador de espectro con una resolución de 0,1 dB, una anchura de banda de 3 Hz y una gama dinámica de 40 dB.

La figura 4 ilustra la configuración de prueba para medir la función de transferencia de fluctuación de fase. El sintetizador de frecuencia optativo puede utilizarse para una determinación más exacta de las frecuencias utilizadas en el procedimiento de medición.

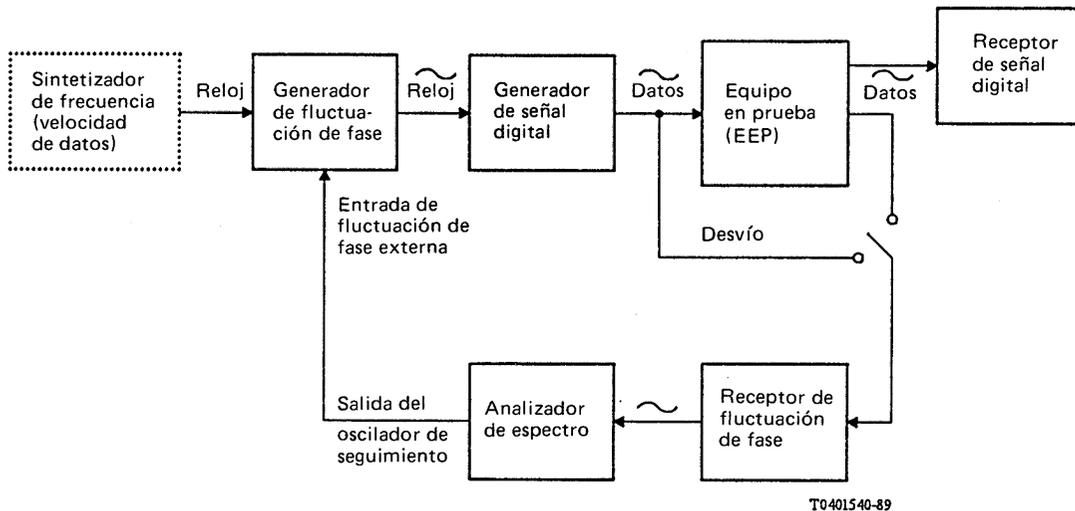


FIGURA 4

**Configuración para medir la función de transferencia de la fluctuación de fase  
Técnica básica**

#### Procedimiento

- i) Efectuar una medición de la tolerancia de fluctuación de fase del EEP en la gama de frecuencias deseada como se indica en el § 4.
- ii) Conectar el equipo como se muestra en la figura 4, puenteando el EEP. Verificar la continuidad apropiada, la linealidad y el funcionamiento sin errores.
- iii) Fijar la gama de frecuencias que se desee en el analizador de espectro. Ajustar el nivel de salida del oscilador de seguimiento en el analizador de espectro para producir una amplitud de fluctuación de fase tolerable en la gama de frecuencias elegida, suficientemente grande para permitir una exactitud adecuada en las mediciones, pero suficientemente pequeña para mantener el funcionamiento lineal.
- iv) Fijar la anchura de banda del analizador de espectro en el valor más pequeño posible, barrer la gama de frecuencias deseada, y registrar la marca de referencia de amplitud 0 dB del equipo de prueba. (La elección de una anchura de banda pequeña del analizador de espectro puede permitir una reducción de la amplitud de la fluctuación de fase aplicada sin pérdida alguna de exactitud de medición.)
- v) Volver a conectar el EEP como se indica en la figura 4. Verificar la continuidad apropiada, la linealidad y el funcionamiento sin errores.
- vi) Utilizar el analizador de espectro para barrer la gama de frecuencias seleccionada y registrar la magnitud de la función de transferencia de fluctuación de fase global (del equipo de prueba y el EEP).
- vii) Para obtener la función de transferencia de fluctuación de fase del EEP, restar la marca de referencia de amplitud 0 dB de la función de transferencia de fluctuación de fase global registrada en el paso vi).
- viii) Repetir los pasos i) a vii) con un número de gamas de frecuencias suficiente para caracterizar toda la gama de frecuencias de interés.

### 5.1.2 Circuito de suavizado de fase del desincronizador

En general, un proceso no lineal caracteriza la relación entre la fluctuación de fase que aparece en los puertos de entrada y de salida de un múltiplex digital asíncrono. Sin embargo, la mayoría de los circuitos de suavizado de fase están concebidos para operar linealmente, por lo que pueden tener asociada una función de transferencia. Se han desarrollado dos técnicas que permiten la determinación de la función de transferencia de fluctuación de fase para un circuito lineal de suavizado de fase de un desincronizador utilizando interfaces de múltiplex normalizados. La primera técnica utiliza interfaces en la entrada a baja velocidad del multiplexor y en la salida a baja velocidad del demultiplexor. La segunda técnica utiliza los interfaces en la entrada de alta velocidad del demultiplexor y en la salida de baja velocidad.

#### 5.1.2.1 Técnica múltiplex

Esta técnica trata de «linealizar» el proceso de multiplexación aplicando limitaciones adecuadas a la amplitud y frecuencia de la fluctuación de fase de entrada aplicada. Se aplica una fluctuación de fase sinusoidal de amplitud y frecuencia elegidas en la entrada a baja velocidad del multiplexor, y se observa la amplitud de la fluctuación de fase en la salida a baja velocidad del demultiplexor a la frecuencia aplicada. Se repite el proceso con un número de frecuencias suficiente para caracterizar la función de transferencia de fluctuación de fase del desincronizador. Concretamente, cuando la fluctuación de fase sinusoidal modula la fase de la señal de entrada a una de las entradas a baja velocidad del multiplexor, el espectro de fluctuación de fase que aparece en la salida del afluente correspondiente, además de contener otras componentes de fluctuación de fase por tiempo de espera en posiciones discretas de todo el espectro, contiene una componente discreta a la frecuencia de la fluctuación de fase de entrada. Esta técnica exige hacer la amplitud de la fluctuación de fase de entrada suficientemente grande para asegurar que esta componente discreta del espectro de fluctuación de fase de salida a la frecuencia aplicada predomine sobre las demás componentes de fluctuación de fase por tiempo de espera en la anchura de banda de medición. Sin embargo, no debe ser tan grande como para saturar el mecanismo de relleno del multiplexor (comienzo de saturación). La magnitud más pequeña de desviación de frecuencia,  $f(t)$ , que produce comienzo de saturación viene determinada por la menor de estas dos magnitudes:

$$f(t) = f_{sc} - f_{nom}$$
$$f(t) = -f_m + f_{sc} - f_{nom}$$

donde

- $f_{sc}$  es la velocidad media de lectura de bits de datos síncronos del múltiplex,
- $f_m$  la velocidad máxima a la que los impulsos pueden rellenarse hasta formar un tren de impulsos entrante, y
- $f_{nom}$  la velocidad de línea entrante nominal.

Para conseguir una gran exactitud, la anchura de banda del analizador de espectro debe ser suficientemente pequeña para obtener la resolución de amplitud y la gama dinámica deseadas en cada banda de frecuencias medida. (Véase el § 5.1.1.1.) Se supone también que la función de transferencia del circuito de recuperación del reloj de entrada a baja velocidad del multiplexor no altera la fluctuación de fase aplicada en la gama de frecuencias de interés.

La figura 4 ilustra la configuración de prueba para medir la función de transferencia de fluctuación de fase. El sintetizador de frecuencia optativo puede utilizarse para una determinación más exacta de las frecuencias utilizadas en el procedimiento de medición.

#### Procedimiento

- i) Efectuar una medición de la tolerancia de fluctuación de fase en la gama de frecuencias deseada.
- ii) Conectar el equipo como se muestra en la figura 4, puenteando el EEP. Verificar la continuidad apropiada, la linealidad y el funcionamiento sin errores.
- iii) Fijar manualmente la frecuencia de prueba en el analizador de espectro.
- iv) Ajustar el nivel de salida del oscilador de seguimiento en el analizador de espectro para producir la máxima amplitud de fluctuación de fase tolerable que no cause comienzo de saturación (que se define en esta sección) a la frecuencia elegida.
- v) Fijar la anchura de banda del analizador de espectro más pequeña posible y registrar el nivel de referencia de transferencia de amplitud 0 dB del equipo de prueba.
- vi) Volver a conectar el EEP como se indica en la figura 4. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.

- vii) Registrar la magnitud de la función de transferencia de fluctuación de fase global (del equipo de prueba y del EEP). Se requiere generalmente promediación para suprimir los efectos de la fluctuación por tiempo de espera en la medición.
- viii) Para obtener la magnitud de la función de transferencia de fluctuación de fase del EEP, restar el nivel de referencia de transferencia de amplitud 0 dB de la magnitud global obtenida en el paso vii).
- ix) Repetir los pasos iii) a viii) con un número de frecuencias suficiente para caracterizar la función de transferencia de fluctuación de fase del EEP.

### 5.1.2.2 Técnica del demultiplexor

Esta técnica consiste en aplicar una fluctuación de fase sinusoidal de amplitud y frecuencia elegidas a la entrada a alta velocidad del demultiplexor, y observar la amplitud de fluctuación de fase en la salida a baja velocidad del mismo a la frecuencia aplicada. El proceso se repite con un número de frecuencias suficiente para caracterizar la función de transferencia de fluctuación de fase del desincronizador. Concretamente, cuando la fluctuación de fase sinusoidal modula la fase de la señal de entrada al demultiplexor, el espectro de fluctuación de fase de salida contiene una componente discreta a la frecuencia de la fluctuación de fase de entrada, además de las componentes intrínsecas de fluctuación de fase por tiempo de espera ya presentes. Esta técnica exige hacer la amplitud de la fluctuación de fase de entrada aplicada suficientemente grande para asegurar que su contribución al espectro de fluctuación de fase de salida a la frecuencia aplicada predomina sobre la fluctuación de fase por tiempo de espera, pero no excede la tolerancia de fluctuación de fase de entrada del demultiplexor. Se supone también que la función de transferencia del circuito de recuperación del reloj de entrada a alta velocidad del demultiplexor no altera la fluctuación de fase aplicada en la gama de interés.

La figura 4 ilustra la configuración de prueba para medir la función de transferencia de fluctuación de fase. Debe subrayarse que el procedimiento siguiente *no puede calibrar los efectos de los circuitos de recepción de baja velocidad contenidos en el bloque funcional receptor de fluctuación de fase*, y por tanto requiere que estos circuitos tengan una respuesta plana.

Cabe destacar que la señal digital aplicada a la entrada de alta velocidad del demultiplexor debe contener información de trama para permitir un funcionamiento adecuado del equipo en prueba. Las señales «con trama» pueden provenir tanto de un generador de señal digital adecuado como del correspondiente multiplexor digital. En el segundo caso, debe introducirse un modulador de fluctuación de fase transparente entre la salida de alta velocidad del multiplexor y la entrada del demultiplexor. El modulador de fluctuación de fase superpone tal fluctuación a la señal exenta de ella proveniente del multiplexor.

#### Procedimiento

- i) Seguir el procedimiento indicado en el § 5.1.1.1 utilizando la figura 4, ajustando la fluctuación de fase aplicada en intervalos unitarios (IU) de acuerdo con la relación entre las velocidades de datos de la entrada a alta velocidad y la salida a baja velocidad del demultiplexor.

## 5.2 Procesos no lineales

Este tema requiere ulterior estudio.

## 6 Medición de la fluctuación de fase de salida

Las mediciones de fluctuación de fase de salida se dividen en dos categorías:

- 1) fluctuación de fase de salida de la red en los interfaces jerárquicos, y
- 2) fluctuación de fase intrínseca generada por cada equipo digital.

Las mediciones de fluctuación de fase de salida pueden expresarse en forma de valores eficaces o amplitudes cresta a cresta en las gamas de frecuencias designadas, y pueden requerir caracterización estadística.

Las mediciones de fluctuación de fase de salida utilizan tráfico real o configuraciones de datos controladas.

### 6.1 Tráfico real

Las mediciones de fluctuación de fase de salida en los interfaces jerárquicos emplean normalmente una señal de tráfico real. Para la prueba previa al servicio, en la que se utilizan configuraciones de datos controladas, véase el § 6.2. Esta técnica consiste en demodular la fluctuación de fase del tráfico real a la salida de un interfaz de red, filtrando selectivamente la fluctuación de fase, y midiendo el valor eficaz verdadero a la amplitud cresta a cresta verdadera de la fluctuación de fase en el intervalo de tiempo de medición especificado.

La figura 5 ilustra la configuración de prueba para la técnica con tráfico real. El analizador de espectro opcional permite la observación del espectro de frecuencia de fluctuación de fase de salida.

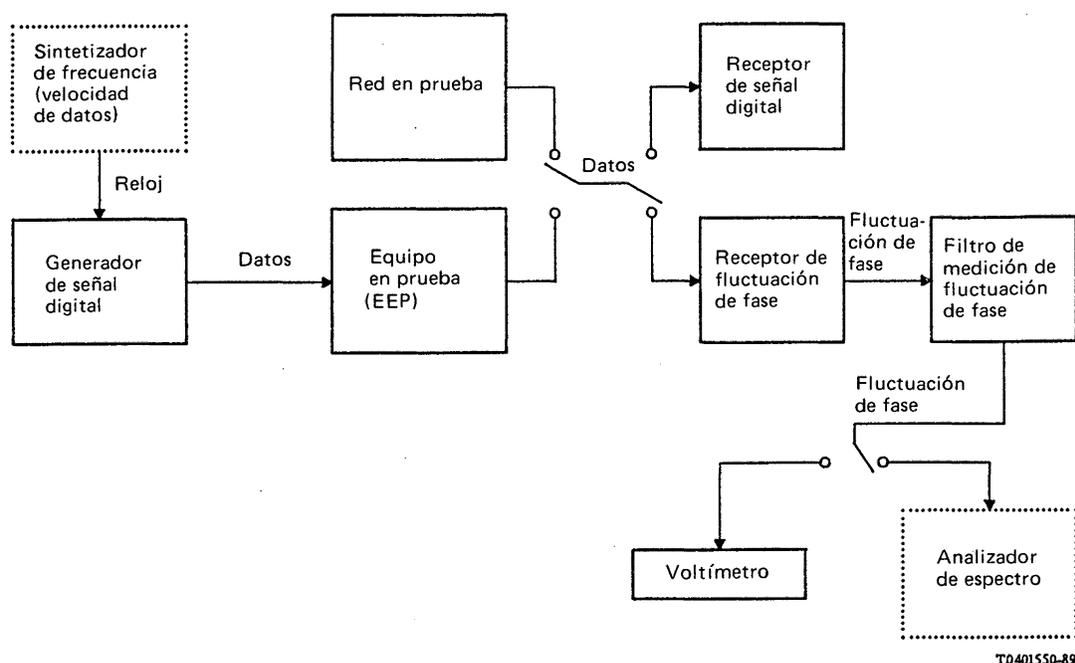


FIGURA 5

**Configuración para medir la fluctuación de fase de salida  
Técnica básica**

*Procedimiento*

- i) Conectar el equipo como se muestra en la figura 5. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.
- ii) Seleccionar el filtro de medición de fluctuación de fase deseado y medir la fluctuación de fase de salida filtrada, registrando la amplitud de fluctuación de fase cresta a cresta verdadera que se produce en el intervalo de tiempo de medición especificado.
- iii) Repetir el paso ii) para todos los filtros de medición de fluctuación de fase deseados.

6.2 *Configuraciones de datos controladas*

La medición de la fluctuación de fase intrínseca en cada equipo digital exige la aplicación de configuraciones de datos controladas. Las configuraciones de datos controladas son generalmente aplicables en laboratorio, en fábrica y en situaciones fuera de servicio. La técnica básica, descrita a continuación, detalla la forma de realizar estas mediciones.

Cuando convenga obtener información más detallada sobre la potencia de fluctuación de fase de salida (concretamente, la fluctuación de fase generada en los regeneradores digitales), la fluctuación de fase puede desglosarse en forma de componentes aleatorias y sistemáticas. Las razones fundamentales para distinguir entre fluctuación de fase aleatoria y sistemática son permitir la comparación de los resultados de medición con los cálculos teóricos, y perfeccionar el diseño del regenerador. En [6], al describirse la «técnica perfeccionada» se indica la forma en que puede medirse la fluctuación de fase aleatoria y la sistemática.

6.2.1 *Técnica básica*

Esta técnica es idéntica a la expuesta en el § 6.1, excepto en la aplicación de una configuración de datos controlada sin fluctuación de fase al EEP. En la figura 5, el sintetizador de frecuencia optativo puede utilizarse para obtener una determinación más exacta de las frecuencias utilizadas en el procedimiento de medición.

### *Procedimiento*

- i) Conectar el equipo como se muestra en la figura 5, utilizando el generador de señal digital para proporcionar una configuración de datos controlada sin fluctuación de fase al EEP. Verificar la continuidad apropiada y el funcionamiento sin errores.
- ii) Seleccionar el filtro de medición de fluctuación de fase deseado y medir la fluctuación de fase de salida filtrada, registrando la amplitud de fluctuación de fase cresta a cresta verdadera que se produce en el intervalo de tiempo de medición especificado.
- iii) Repetir el paso ii) para todos los filtros de medición de fluctuación de fase deseados.

### **Referencias**

- [1] Recomendación del CCITT *Vocabulario de términos relativos a la transmisión y multiplexación digitales y a la modulación por impulsos codificados (MIC)*, Tomo III, Rec. G.701.
- [2] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 1544 kbit/s (Secuencias de prueba para las mediciones de fluctuación de fase en secciones de línea digital)*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.911, anexo A, UIT, Ginebra, 1984.
- [3] HUCKETT (P.): Performance Evaluation in an ISDN – Digital Transmission Impairments, *Radio and Electronic Engineer*, Vol. 54, N.º 2, pp. 97-106, febrero de 1984.
- [4] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [5] T1X1.4/85-031: *Proposed draft american national standard for DS1, DS1C, DS2 and DS3 levels of the digital hierarchy*.
- [6] TRISCHITTA (P. R.): Jitter accumulation in fiber optic systems, *Rutgers*, The State University of New Jersey, mayo de 1986.
- [7] TRISCHITTA (P. R.) y SANNUTI (P.): The jitter tolerance of fiber optic regenerators, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 35, N.º 12, pp. 1303-1308, diciembre de 1987.

