



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 AMARILLO

TOMO V

CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA

RECOMENDACIONES DE LA SERIE P



VII ASAMBLEA PLENARIA
GINEBRA, 10-21 DE NOVIEMBRE DE 1980

Ginebra 1981



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

LIBRO AMARILLO

TOMO V



CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA

RECOMENDACIONES DE LA SERIE P



VII ASAMBLEA PLENARIA
GINEBRA, 10-21 DE NOVIEMBRE DE 1980

Ginebra 1981

ISBN 92-61-01043-1

**CONTENIDO DEL LIBRO DEL CCITT
EN VIGOR DESPUÉS DE LA SÉPTIMA ASAMBLEA PLENARIA (1980)**

LIBRO AMARILLO

- Tomo I** – Actas e Informes de la Asamblea Plenaria.
Resoluciones y Ruegos.
Recomendaciones sobre:
– la organización de los trabajos del CCITT (serie A);
– los medios de expresión (serie B);
– las estadísticas generales de las telecomunicaciones (serie C).
Lista de las Comisiones de Estudio y de las Cuestiones en estudio.

Tomo II

- FASCÍCULO II.1 – Principios generales de tarificación – Tasación y contabilidad en los servicios internacionales de telecomunicaciones. Recomendaciones de la serie D (Comisión III).
- FASCÍCULO II.2 – Servicio telefónico internacional – Explotación. Recomendaciones E.100 a E.323 (Comisión II).
- FASCÍCULO II.3 – Servicio telefónico internacional – Gestión de la red, ingeniería de tráfico. Recomendaciones E.401 a E.543 (Comisión II).
- FASCÍCULO II.4 – Explotación y tarificación de los servicios de telegrafía y «de telemática».¹⁾ Recomendaciones de la serie F (Comisión I).

Tomo III

- FASCÍCULO III.1 – Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones G.101 a G.171 (Comisiones XV, XVI, CMBD).
- FASCÍCULO III.2 – Sistemas internacionales analógicos de portadoras. Características de los medios de transmisión. Recomendaciones G.211 a G.651 (Comisiones XV, CMBD).
- FASCÍCULO III.3 – Redes digitales – Sistemas de transmisión y equipos de multiplexación. Recomendaciones G.701 a G.941 (Comisión XVIII).
- FASCÍCULO III.4 – Transmisión en línea de señales no telefónicas – Transmisión de señales radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de las series H y J (Comisión XV).

Tomo IV

- FASCÍCULO IV.1 – Mantenimiento; consideraciones generales, sistemas internacionales de portadoras, circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones M.10 a M.761 (Comisión IV).
- FASCÍCULO IV.2 – Mantenimiento de circuitos internacionales de telegrafía armónica y de facsímil y de circuitos internacionales arrendados. Recomendaciones M.800 a M.1235 (Comisión IV).
- FASCÍCULO IV.3 – Mantenimiento de circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de la serie N (Comisión IV).
- FASCÍCULO IV.4 – Especificaciones de los aparatos de medida. Recomendaciones de la serie O (Comisión IV).

¹⁾ El término «servicios de telemática» se utiliza provisionalmente.

Tomo V – Calidad de transmisión telefónica. Recomendaciones de la serie P (Comisión XII).

Tomo VI

- FASCÍCULO VI.1 – Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas – Interfaz con el servicio marítimo. Recomendaciones Q.1 a Q.118 *bis* (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.2 – Especificaciones de los sistemas de señalización N.^{os} 4 y 5. Recomendaciones Q.120 a Q.180 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.3 – Especificaciones del sistema de señalización N.^o 6. Recomendaciones Q.251 a Q.300 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.4 – Especificaciones de los sistemas de señalización R1 y R2. Recomendaciones Q.310 a Q.490 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.5 – Centrales digitales de tránsito para aplicaciones nacionales e internacionales – Interfuncionamiento de los sistemas de señalización. Recomendaciones Q.501 a Q.685 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.6 – Especificaciones del sistema de señalización N.^o 7. Recomendaciones Q.701 a Q.741 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.7 – Lenguaje de especificación y de descripción funcionales (LED) – Lenguaje hombre-máquina (LHM). Recomendaciones Z.101 a Z.104 y Z.311 a Z.341 (Comisión XI).
- FASCÍCULO VI.8 – Lenguaje de alto nivel del CCITT (CHILL). Recomendación Z.200 (Comisión XI).

Tomo VII

- FASCÍCULO VII.1 – Transmisión y conmutación telegráficas. Recomendaciones de las series R y U (Comisión IX).
- FASCÍCULO VII.2 – Equipos terminales para los servicios de telegrafía y «de telemática».¹⁾ Recomendaciones de las series S y T (Comisión VIII).

Tomo VIII

- FASCÍCULO VIII.1 – Transmisión de datos por la red telefónica. Recomendaciones de la serie V (Comisión XVII).
- FASCÍCULO VIII.2 – Redes de comunicación de datos; servicios y facilidades, equipos terminales e interfaces. Recomendaciones X.1 a X.29 (Comisión VII).
- FASCÍCULO VIII.3 – Redes de comunicación de datos; transmisión, señalización y conmutación, aspectos de red, mantenimiento, disposiciones administrativas. Recomendaciones X.40 a X.180 (Comisión VII).

Tomo IX – Protección contra las perturbaciones. Recomendaciones de la serie K (Comisión V). Protección de las cubiertas de cable y de los postes. Recomendaciones de la serie L (Comisión VI).

Tomo X

- FASCÍCULO X.1 – Términos y Definiciones.
- FASCÍCULO X.2 – Índice del Libro Amarillo.

¹⁾ El término «servicio de telemática» se utiliza provisionalmente.

ÍNDICE DEL TOMO V DEL LIBRO AMARILLO

Parte I – Recomendaciones de la serie P

Calidad de transmisión telefónica

Rec. N.º		Página
SECCIÓN 1 – Vocabulario		
	Efectos de los parámetros de transmisión sobre la opinión de los usuarios acerca de la calidad de transmisión y su evaluación	3
P.10	Vocabulario de términos sobre calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos	3
P.11	Efectos de las degradaciones de la transmisión	4
P.12	Atenuación equivalente para la nitidez (AEN)	23
P.16	Efectos subjetivos de la diafonía directa; umbrales de audibilidad e inteligibilidad	25
SECCIÓN 2 – Líneas y estaciones de abonado		
P.33	Estaciones telefónicas de abonado equipadas de receptores con altavoz o micrófonos asociados a amplificadores	37
P.34	Sensibilidad de los aparatos telefónicos con altavoz	38
SECCIÓN 3 – Patrones de transmisión		
P.41	Descripción del ARAEN	41
P.42	Sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia	49
P.43	Instrucciones para el envío de sistemas patrón y de sistemas comerciales al Laboratorio del CCITT, a fin de que se midan los equivalentes de referencia	69
P.44	Descripción y ajuste del sistema de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez	70
P.45	Medición de la AEN de un sistema telefónico comercial (en la emisión y en la recepción) por comparación con el SRAEN	73
P.47	Gastos relativos a la determinación (en el Laboratorio del CCITT) de los valores de equivalentes de referencia y de los valores de AEN (en la emisión y en la recepción) de sistemas patrón de trabajo y de sistemas telefónicos comerciales	77
P.48	Especificación de un sistema intermedio de referencia	77
SECCIÓN 4 – Aparatos de medidas objetivas		
P.51	Voces, bocas y oídos artificiales	83
P.52	Volúmetros	90
P.53	Sofómetros (aparatos para la medición objetiva de los ruidos de circuito)	92
P.54	Sonómetros (aparatos para la medición objetiva del ruido ambiente)	96
P.55	Aparatos para medir los ruidos impulsivos	96

SECCIÓN 5 – *Mediciones electroacústicas objetivas.*

P.61	Métodos de calibrado absoluto de micrófonos de medición	97
P.62	Mediciones hechas en los aparatos telefónicos de abonado	97
P.63	Métodos de evaluación de la calidad de transmisión a base de mediciones objetivas . . .	99
P.64	Determinación de las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas telefónicos locales para calcular sus índices de sonoridad	99

SECCIÓN 6 – *Mediciones subjetivas con la voz y el oído*

P.71	Medición del volumen de los sonidos vocales	107
P.72	Medición de los equivalentes de referencia y de los equivalentes relativos	107
P.73	Medición del equivalente de referencia del efecto local	118
P.74	Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión	120
P.75	Método normalizado de acondicionamiento previo de los micrófonos de carbón	121
P.76	Determinación de índices de sonoridad; principios fundamentales	122
P.77	Método para la evaluación del servicio desde el punto de vista de calidad de transmisión de la palabra	131
P.78	Método de prueba subjetivo para determinar índices de sonoridad de acuerdo con la Recomendación P.76	133
P.79	Cálculo de índices de sonoridad	148

Parte II – Suplementos a las Recomendaciones de la serie P

Suplemento N.º 1	Precauciones para la instalación y el mantenimiento correctos de un sistema intermedio de referencia (SIR)	167
Suplemento N.º 2	Métodos utilizados para evaluar la calidad de la transmisión telefónica	167
Suplemento N.º 3	Modelos de índice de transmisión	177
Suplemento N.º 4	Predicción de la calidad de transmisión a partir de mediciones objetivas	195
Suplemento N.º 5	Método de prueba subjetiva «SIBYL»	217
Suplemento N.º 6	Atenuación de la eficacia electroacústica de los aparatos telefónicos para proteger de choques acústicos	219

OBSERVACIONES

1 Este tomo sustituye enteramente al Tomo V del *Libro Naranja* del CCITT (Ginebra, 1976).

A continuación del título de las Recomendaciones o de los Suplementos, se indica si se trata de nuevos textos aprobados por la Asamblea Plenaria de Ginebra (1980) o de textos modificados por esa Asamblea. Los textos que no llevan indicación alguna datan por lo menos de la Asamblea Plenaria de Nueva Delhi (1960) en la que se dividió el Tomo V en Recomendaciones numeradas, pero algunos de ellos pueden ser aún más antiguos.

2 Las unidades utilizadas en esta obra se conforman a las Recomendaciones B.3 y B.4 del CCITT (Tomo I del *Libro Amarillo*).

Las Recomendaciones cuya redacción se ha modificado sólo en lo que respecta a las unidades empleadas no llevan la indicación «modificada en Ginebra, 1980».

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

dBm nivel absoluto de potencia expresado en decibelios;

dBm0 nivel absoluto de potencia expresado en decibelios, referido al punto de nivel relativo cero;

dBv nivel relativo de potencia expresado en decibelios;

dBm0p nivel absoluto de potencia sofométrica expresado en decibelios referido al punto de nivel relativo cero.

Las distintas relaciones existentes entre las unidades de presión son las siguientes:

$1 \text{ Pa (pascal)} = 1 \text{ N/m}^2 \text{ (newton por m}^2\text{)} = 10 \text{ dinas/cm}^2 = 10 \text{ barias} = 10 \text{ } \mu\text{bar}$

3 Las Cuestiones asignadas a cada Comisión de Estudio para el periodo de estudios 1981-1984 figuran en la Contribución N.º 1 de dicha Comisión.

NOTA DEL CCITT

En este tomo, 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 I

Recomendaciones de la serie P

CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 1

VOCABULARIO

EFFECTOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN SOBRE LA OPINIÓN DE LOS USUARIOS ACERCA DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN Y SU EVALUACIÓN

Recomendación P.10

VOCABULARIO DE TÉRMINOS SOBRE CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA Y APARATOS TELEFÓNICOS

(Ginebra, 1980)

1 Introducción

En esta Recomendación figura un vocabulario de términos y definiciones apropiados para el trabajo de la Comisión de Estudio XII – Calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos.

Estos términos y definiciones fueron adoptados por la Comisión de Estudio XII y examinados en el Grupo de Expertos N del Grupo Mixto Coordinador CCI/CEI para el vocabulario (GMC).

Esta lista se ampliará a medida que avance el trabajo del mencionado Grupo.

Los términos pudieran facilitarse también con el número con que aparecerán en el Vocabulario Electrotécnico Internacional.

2 Términos y definiciones

2.1 estación telefónica; aparato telefónico

E: telephone set; telephone instrument

F: poste téléphonique; appareil téléphonique

Aparato de *telefonía* que comprende, al menos, un *micrófono telefónico*, un *receptor telefónico* y los conductores y órganos accesorios directamente asociados a estos transductores.

Observación – Un aparato telefónico comprende normalmente un *soporte conmutador*, y puede tener órganos accesorios como un *timbre* incorporado, un *acoplador diferencial*, un *dispositivo manual de numeración* o un amplificador.

2.2 estación telefónica (instalada)

E: telephone station

F: poste téléphonique (installé)

Conjunto constituido por un *aparato telefónico* y los cables y órganos accesorios, conectado a una *red telefónica* de manera que puedan intercambiarse *comunicaciones telefónicas*.

Observación – Los órganos accesorios son, por ejemplo, un *receptor de llamada exterior*, un *dispositivo de entrada de aparato*, un *conmutador* y una *batería local*.

2.3 choque acústico (en telefonía solamente)

E: acoustic shock (only in telephony)

F: choc acoustique (en téléphonie uniquement)

Conjunto de perturbaciones, pasajeras o permanentes, del funcionamiento del oído y, eventualmente, del sistema nervioso, que puede sufrir el usuario de un auricular telefónico, como consecuencia de una brusca e importante elevación de la presión acústica producida por éste.

Observación — Un choque acústico se debe generalmente a la aparición, en circunstancias anormales, de tensiones de valores elevados y de corta duración en los terminales de un aparato telefónico.

2.4 dispositivo antichoque

E: anti-shock device

F: dispositif anti-choc

Expresión utilizada a veces para designar un dispositivo o disposiciones en un aparato telefónico para prevenir los *choques acústicos*, garantizando cierta limitación superior del valor absoluto de la tensión eléctrica instantánea que pueda aplicarse a los terminales del auricular.

Recomendación P.11

EFFECTOS DE LAS DEGRADACIONES DE LA TRANSMISIÓN

(Ginebra, 1980)

1 Objeto

Una finalidad esencial del actual plan de transmisión para las conexiones internacionales es proporcionar orientación en cuanto al control de la calidad de transmisión. Las indicaciones en esta materia aparecen en ciertas Recomendaciones, aplicables a conexiones completas y a las partes constitutivas de una conexión, en las cuales se especifican los objetivos de calidad de funcionamiento, objetivos de diseño y objetivos de mantenimiento, de conformidad con su definición en la Recomendación G.102 [1], con respecto a diversas degradaciones que influyen desfavorablemente en la calidad de la transmisión y en la opinión de los usuarios acerca de esta calidad¹⁾. Entre las degradaciones típicas de la transmisión se cuentan la pérdida de transmisión, el ruido de circuito, el eco para la persona que habla, la pérdida de efecto local, la distorsión de atenuación, la distorsión por retardo de grupo y la distorsión de cuantificación. Otro factor importante que debe considerarse, aun si escapa al control del ingeniero encargado de planificar la transmisión, es el ruido ambiente.

Esta Recomendación se refiere al efecto de los parámetros de transmisión, como los mencionados más arriba, sobre la opinión de los usuarios acerca de la calidad de la transmisión, y se basa en la información presentada en respuesta a ciertas Cuestiones que han sido estudiadas por el CCITT. Gran parte de esa información refleja los resultados de pruebas subjetivas en las cuales cierto número de participantes habían tenido que hablar, escuchar o conversar por conexiones telefónicas en las que existía un nivel de degradación controlado o conocido, clasificando la calidad de transmisión de acuerdo con una escala apropiada. En la Recomendación P.74 figuran indicaciones generales sobre la realización de pruebas de tal naturaleza, y la Recomendación P.77 orienta en cuanto a la manera de utilizar las encuestas entre usuarios del teléfono para determinar la calidad de la transmisión de la palabra en las comunicaciones internacionales.

¹⁾ En esta Recomendación, el término «degradación», se utiliza en un sentido general, designando cualquier característica o defecto del trayecto de transmisión capaz de reducir la calidad de funcionamiento. No tiene el sentido de «pérdida equivalente», como ocurría en algunos textos más antiguos del CCITT.

El objeto concreto de la presente Recomendación es:

- 1) Presentar un resumen general, pero conciso, de las principales degradaciones de la transmisión y sus efectos sobre la calidad de transmisión, que sirva de referencia fundamental para los ingenieros encargados de planificar la transmisión.
- 2) Asegurar la conservación de la información básica en materia de calidad de transmisión, como complemento de las Recomendaciones pertinentes de las series P y G, con referencias apropiadas a dichas Recomendaciones y otras fuentes de información, como suplementos y Cuestiones en curso de estudio.
- 3) Permitir la conservación temporal de informaciones básicas sobre la calidad de transmisión que pueden ser útiles para la formulación de futuras Recomendaciones.

En el § 2 de esta Recomendación se presenta una breve descripción de las degradaciones que pueden producirse en las conexiones telefónicas, los métodos típicos de caracterización e indicaciones generales sobre los niveles aceptables de las mencionadas degradaciones. Figura una información más concreta en los anexos a la presente Recomendación, así como en otras Recomendaciones y sus suplementos.

El § 3 de esta Recomendación trata de los efectos de las degradaciones combinadas sobre la calidad de transmisión y del empleo de modelos que permiten efectuar estimaciones de la opinión de los usuarios en función de ciertas combinaciones de degradaciones en la conexión telefónica. Dichos modelos pueden utilizarse para evaluar la calidad de transmisión que se obtiene con el plan de transmisión actual, las repercusiones que pueden tener los cambios que se introduzcan en este plan o las consecuencias de las desviaciones respecto al mismo. Para llevar a cabo tales evaluaciones es necesario sentar algunas hipótesis en lo tocante a las partes constitutivas de la conexión, y a este respecto pueden servir de orientación las conexiones ficticias de referencia que son objeto de las Recomendaciones G.103 [2] y G.104 [3].

2 Efectos de cada degradación

2.1 Consideraciones generales

En el § 2 se describen por separado varias de las degradaciones de transmisión que pueden influir desfavorablemente en la calidad de transmisión de la palabra por conexiones telefónicas, facilitándose información sobre la naturaleza general de cada degradación, los métodos que se han recomendado para medirla y sus límites aceptables. Se mencionan las Recomendaciones en las que pueden encontrarse informaciones más detalladas sobre los métodos de medición y valores aconsejados.

2.2 Pérdida de sonoridad

La finalidad esencial de una conexión telefónica es proporcionar un trayecto de transmisión para la palabra entre la boca de la persona que habla y el oído de la que escucha. La sonoridad de la señal vocal recibida depende de la presión acústica generada por la persona que habla y de la pérdida de sonoridad de punto acústico a punto acústico en el trayecto que va de la entrada del micrófono telefónico en un extremo de la conexión a la salida del receptor telefónico en el otro extremo. La eficacia de la comunicación por conexiones telefónicas y la satisfacción de los usuarios depende en gran medida del valor de la pérdida de sonoridad. Si éste se halla por encima de la gama de valores preferidos, la escucha requiere un esfuerzo, y disminuye por consiguiente la satisfacción del usuario. Cuando la pérdida de sonoridad es aún más alta, se reduce la inteligibilidad y toma más tiempo transmitir una determinada cantidad de información. Asimismo, la satisfacción del usuario disminuye también si la pérdida de sonoridad es demasiado pequeña, porque en tal caso las señales vocales recibidas serán demasiado fuertes.

En el transcurso de los años los ingenieros han utilizado diversos métodos para medir y expresar la pérdida de sonoridad de las conexiones telefónicas. El método del equivalente de referencia (ER) es un método subjetivo que el CCITT ha utilizado mucho, definiéndose en las Recomendaciones P.42 y P.72.

Cuando en las Recomendaciones relativas a la pérdida de sonoridad de conexiones se utilizan equivalentes de referencia, los mismos se expresan por lo general en términos del valor de planificación del equivalente de referencia global de una conexión completa, que viene definido, para un sentido de transmisión, por la suma de:

- los valores nominales de los equivalentes de referencia de los sistemas locales emisor y receptor, y
- el valor nominal de las pérdidas a 800 ó 1000 Hz de la cadena de líneas y centrales que interconecta los dos sistemas locales.

Debido a las dificultades que ha suscitado el empleo de equivalentes de referencia, se ha reemplazado el valor de planificación del equivalente de referencia global por el equivalente de referencia corregido (ERC) que se define en la Recomendación citada en [4]. Esto ha hecho necesario ajustar un poco los valores de la pérdida de sonoridad recomendados para las conexiones completas y parciales.

En la Recomendación P.76 se presenta información sobre los métodos subjetivos y objetivos que se estudian en la actualidad para la determinación de índices de sonoridad. Se espera que esos métodos permitan, en último término, prescindir de la determinación subjetiva de la pérdida de sonoridad en términos del equivalente de referencia.

2.2.1 Opiniones de los usuarios

La opinión del usuario en función de la pérdida de sonoridad puede variar con el grupo de participantes en una prueba y con la estructura de ésta. Los valores de opinión que se presentan en el cuadro 1/P.11 son representativos de los resultados de las pruebas de conversación efectuadas en laboratorio mediante conexiones telefónicas en las cuales había otras características, como el ruido de circuito, que introducían también una pequeña degradación. Estos resultados demuestran la importancia del control de la pérdida de sonoridad.

CUADRO 1/P.11

Valor de planificación del equivalente de referencia global (dB)	Opiniones representativas resultantes ^{a)}	
	Porcentaje de «buena más excelente»	Porcentaje de «mediocre más mala»
5 a 15	>90	<1
20	80	2
25	65	5
30	40	15

^{a)} Basadas en un modelo de opinión compuesto que se está estudiando en el marco de la Cuestión 4/XII[5].

2.2.2 Valores recomendados de la pérdida de sonoridad

En el cuadro 2/P.11 se presenta más información sobre ciertos valores seleccionados de pérdida de sonoridad, que han sido recomendados o son objeto de estudio por el CCITT.

Observación – Los valores recomendados de los índices de sonoridad se estudian en el marco de la Cuestión 19/XII [6].

CUADRO 2/P.11

Valores (en dB) de equivalente de referencia (q) y equivalente de referencia corregido (y) de diversas conexiones, indicados en las Recomendaciones G.111 [7] y G.121 [8]

	ER (q) recomendado previamente	ERC (y) recomendado actualmente
Gama preferida para una conexión [9]	mínimo: 6 preferido: 9 máximo: 18	4 7 16
Valor máximo para sistema nacional [10]	emisión: 21 recepción: 12	25 14
Valor mínimo para sistema nacional emisor [11]	6	7
Valores medios ponderados en función del tráfico:		
<i>Objetivos a largo plazo</i>		
- conexión [9]	mínimo: 13 máximo: 18	13 16
- sistema nacional en emisión [12]	mínimo: 10 máximo: 13	11,5 13
- sistema nacional en recepción [12]	mínimo: 2,5 máximo: 4,5	2,5 4
<i>Objetivos a corto plazo</i>		
- conexión [9]	máximo: 23	25,5
- sistema nacional en emisión [12]	máximo: 16	19
- sistema nacional en recepción [12]	máximo: 6,5	7,5

2.3 Ruido de circuito

El ruido de circuito presente en las conexiones telefónicas, tiene efectos muy importantes sobre la satisfacción de los usuarios y la eficacia de la transmisión de la palabra. Puede incluir ruido blanco de circuito y ruido de intermodulación procedente de los sistemas de transmisión, así como zumbido y otros tipos de interferencia, como por ejemplo ruido impulsivo y tonos de una sola frecuencia. La satisfacción del usuario depende de la potencia, la distribución en frecuencia y la distribución de amplitudes del ruido. Por lo general, para cualquier tipo de ruido, la satisfacción disminuye en forma monótona a medida que aumenta la potencia de aquél.

El ruido de circuito suele expresarse en términos de las indicaciones que da un sofómetro normalizado por el CCITT en la Recomendación P.53. Con este aparato puede medirse la potencia de ruido, en dBmp, en diversos puntos de las conexiones telefónicas, con una ponderación en función de la frecuencia.

2.3.1 Resultados en materia de opinión

Se han llevado a cabo muchas pruebas que ponen de manifiesto el efecto que ejerce el ruido de circuito sobre la opinión del usuario, y demuestran que las opiniones relativas al ruido de circuito dependen también en gran medida de la pérdida de sonoridad de la conexión, pudiendo influir en ellas muchos otros factores, sobre todo el ruido ambiente y la pérdida de efecto local.

El efecto subjetivo del ruido de circuito, medido en un punto determinado de una conexión telefónica, depende de la pérdida o ganancia que existe de punto eléctrico a punto acústico desde el punto de medida hasta la salida del receptor telefónico. Para facilitar la evaluación de las contribuciones de las diferentes fuentes, a menudo se refiere el ruido de circuito a la entrada de un sistema receptor que presenta un equivalente de referencia o un índice de sonoridad especificado. Un punto de referencia corrientemente utilizado es la entrada de un sistema receptor que tiene un equivalente de referencia en recepción (ERR) de 0 dB. Cuando el ruido de circuito se refiere a dicho punto, los valores inferiores a -65 dBmp tienen poca influencia en la calidad de transmisión en un entorno con un ruido ambiente de nivel típico. La calidad de transmisión disminuye cuando el valor del ruido de circuito es mayor.

Los resultados de opinión que se presentan en el cuadro 3/P.11 son representativos de los obtenidos en pruebas de conversación en laboratorio, e ilustran el efecto que tiene el ruido de circuito cuando las demás características de la conexión, como la pérdida de sonoridad, introducen una degradación adicional de pequeña magnitud. Cuando la pérdida de sonoridad rebasa la gama de valores preferidos, el efecto del ruido de circuito es más marcado, cualquiera que sea su nivel.

Observación – El efecto del ruido de circuito sobre la calidad de transmisión se estudia en el marco de la Cuestión 4/XII [5]. Figura más información en [13].

CUADRO 3/P.11

Ruido de circuito en un punto con un ERR de 0 dB (dBmp)	Opiniones representativas resultantes ^{a)}	
	Porcentaje de «buena más excelente»	Porcentaje de «mediocre más mala»
-65	90	<1
-60	85	1
-55	70	3
-50	50	10
-45	30	20

^{a)} Basadas en un modelo de opinión compuesto que se está estudiando en el marco de la Cuestión 4/XII [5].

2.3.2 Valores recomendados del ruido de circuito

Las contribuciones que aportan las diversas partes de una conexión al ruido de circuito deben mantenerse lo más bajas posible. En las conexiones largas o de longitud media, es probable que la fuente principal de ruido de circuito estribe en los sistemas de transmisión analógica, ya que en ellos la potencia de ruido suele ser proporcional a la longitud del circuito. En la Recomendación G.222 [14] se recomienda fijar un objetivo de ruido

de 10 000 pW0p, o -50 dBm0p, para el diseño de los sistemas de transmisión de portadoras de 2500 km. Referido a un punto con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB (en el supuesto de una pérdida de 6 a 12 dB), dicho valor corresponde a un nivel de ruido de -62 a -56 dBm0p, que es suficientemente alto para afectar desfavorablemente a la calidad de transmisión.

La calidad disminuye más aún en los circuitos largos o en las conexiones con varios circuitos largos en tándem. El CCITT especifica, en su Recomendación G.143 [15], que es conveniente que el ruido total generado por una cadena de seis circuitos internacionales no sobrepase de -43 dBm0p cuando se le refiere al primer circuito de la cadena. Esto corresponde aproximadamente a -46 dBm0p en el extremo de la cadena o a un valor comprendido entre -58 y -52 dBm0p en un punto con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB. En las conexiones internacionales es necesario controlar también las demás fuentes de ruido de circuito, a fin de que su contribución sea pequeña en comparación con la que se permite en los sistemas de transmisión analógica. A este respecto figuran orientaciones concretas en varias Recomendaciones.

2.4 *Pérdida de sonoridad del efecto local*

La pérdida de sonoridad del efecto local es la pérdida de sonoridad en el trayecto de transmisión, de punto acústico a punto acústico, desde el micrófono hasta el receptor telefónico del mismo aparato. Es decir que la pérdida de sonoridad del efecto local caracteriza uno de los trayectos a través de los cuales la persona que habla se oye a sí misma. Los otros trayectos de este tipo son el trayecto de conducción a través de la cabeza y el trayecto acústico desde la boca hasta el oído por efecto de la fuga acústica en el pabellón del auricular. La presencia de estos otros trayectos influye en la percepción que tiene el usuario de la pérdida de sonoridad del efecto local, y determina por consiguiente su reacción a ella.

Esta pérdida de sonoridad del efecto local tiene varios efectos sobre la calidad de transmisión telefónica ya que, si es excesivamente pequeña, los niveles vocales retornados serán demasiado altos, lo que reduce la satisfacción del usuario. Otro efecto de una pérdida insuficiente radica en el hecho de que la persona que habla tiende a disminuir su nivel vocal o a alejar el micrófono de la boca, lo que reduce los niveles recibidos en el otro extremo de la conexión. Todo desplazamiento del micrófono puede reducir el aislamiento del oído por aquél, con lo que el ruido ambiente entrará más fácilmente en el oído por el trayecto de fuga resultante, a la vez que se reducirá el nivel de la señal recibida del otro extremo de la conexión. Por otra parte, el trayecto del efecto local es otra vía de entrada de ruido ambiente en el oído. Los niveles muy bajos de pérdida de sonoridad del efecto local pueden afectar desfavorablemente a la calidad de la transmisión. Por eso existe una gama general de valores preferidos de esta pérdida. Cuando ésta es excesiva, se puede tener la impresión de que el aparato telefónico está «muerto» cuando uno habla, y en muchas conexiones la ausencia de efecto local no sería la condición preferible.

La pérdida de sonoridad del efecto local puede medirse de una manera muy similar a la pérdida de sonoridad de la conexión, y a menudo se lo hace en términos del equivalente de referencia del efecto local (Recomendación P.73) pero también se lo puede hacer en términos del índice de sonoridad del efecto local (Recomendación P.76). En cambio, otro método que se está estudiando tiene en cuenta la conducción por la cabeza y el trayecto acústico directo en función del efecto global sobre el usuario, y al parecer da valores que presentan una mejor correlación con las consecuencias subjetivas del efecto local para la persona que habla que el equivalente de referencia del efecto local.

La pérdida de sonoridad del efecto local viene determinada por el diseño del aparato telefónico y la adaptación de impedancia entre éste y la línea del abonado. En las líneas de abonado cortas con bajas pérdidas, las variaciones de impedancia que se producen en el otro extremo de la línea son una fuente importante de desadaptaciones. Por otra parte, las que se producen en otros puntos de la conexión afectarán a la señal retornada pero, dado que el trayecto de retorno presenta en tal caso un retardo importante, el efecto suele considerarse como un eco para la persona que habla (véase el § 2.9).

2.4.1 *Valores recomendados de la pérdida de sonoridad del efecto local*

En la Recomendación citada en [16], se dan indicaciones sobre el equivalente de referencia del efecto local. Las pruebas han mostrado que en ciertas condiciones es conveniente que su valor sea de por lo menos 17 dB, pero ello no es fácil de conseguir y cabe esperar que su valor sea de 7 a 10,5 dB en la mayoría de los casos.

Observación — El efecto local se estudia en el marco de la Cuestión 9/XII [17].

2.5 *Ruido ambiente*

Por ruido ambiente se entiende el ruido de fondo que existe en el lugar en que se halla el aparato telefónico. En un sitio residencial, puede consistir en el producido por aparatos domésticos, un receptor de radiodifusión o un fonógrafo, conversaciones o el ruido procedente de la calle. En una oficina es probable que predomine el ruido producido por las máquinas comerciales, el equipo de climatización y las conversaciones. En muchas situaciones el ruido ambiente puede tener un efecto insignificante en comparación con el del ruido de circuito, pero en los lugares ruidosos, como en las cabinas situadas en sitios públicos, el ruido ambiente puede influir mucho en la facilidad para sostener una conversación e incluso en la posibilidad de oír y comprender bien.

El ruido ambiente puede manifestarse de diferentes maneras. Una es a través de una fuga en torno al pabellón del auricular del receptor. Otra es a través del trayecto de efecto local del aparato telefónico, si la pérdida de sonoridad del efecto local es suficientemente baja en comparación con la fuga por el auricular. Una tercera forma es a través del otro oído, aunque su efecto sobre la recepción telefónica es por lo general menor que el del ruido que incide en el oído al que se aplica el microteléfono, a menos que los sonidos que se oigan causen distracción (por ejemplo, el llanto de un niño).

Las precedentes consideraciones se aplican principalmente a los aparatos telefónicos clásicos. Los aparatos de altavoz son más sensibles al ruido ambiente.

Observación – El efecto que ejerce el ruido ambiente sobre la opinión del usuario se estudia, en relación con el ruido de circuito, en el marco de la Cuestión 4/XII [5].

2.6 *Distorsión de atenuación*

La distorsión de atenuación se caracteriza por una pérdida (o ganancia) de transmisión en ciertas frecuencias en relación con la pérdida de transmisión a 800 ó 1000 Hz. En consecuencia, la distorsión de atenuación incluye los decrementos de potencia a baja y alta frecuencia que determinan la anchura de banda efectiva de la conexión telefónica, así como las variaciones de la pérdida dentro de la banda, en función de la frecuencia. Tanto la pérdida de sonoridad como la nitidez de una conexión telefónica son función de la distorsión de atenuación. Aun cuando se mantenga constante el valor de la pérdida de sonoridad, las opiniones en cuanto a la calidad de la transmisión, determinada mediante pruebas subjetivas, tienden a empeorar a medida que aumenta la distorsión de atenuación.

El efecto de la distorsión de atenuación sobre la sonoridad es mayor en el extremo inferior de la banda de frecuencias que en el extremo superior. En cambio, su efecto sobre la nitidez del sonido es más acentuado en las frecuencias altas. Tanto para las degradaciones de la sonoridad como para las de la nitidez debidas a las características de la banda de paso, puede suponerse que los valores de la degradación debida a las características de paso alto y de paso bajo se sumarán directamente si las respectivas curvas de distorsión de atenuación presentan una pendiente mayor que 15 dB/octava.

El efecto que ejerce la distorsión de atenuación sobre la opinión relativa a la escucha y a la conversación disminuye considerablemente a medida que aumenta la pérdida de sonoridad global de la conexión, sobre todo cuando existe también ruido de circuito. De ordinario, la distorsión de atenuación tiene un efecto menor sobre la opinión que la pérdida de sonoridad, particularmente cuando ésta es elevada, pero tiene un efecto comparable al del ruido cuando tanto éste como la pérdida de sonoridad son bajos.

Los objetivos actuales sobre calidad de funcionamiento de la red, desde el punto de vista de la distorsión de atenuación en los elementos de transmisión eléctrica de una cadena mundial de 12 circuitos a 4 hilos, se indican en la Recomendación G.132 [18] pero, como es natural, las características de frecuencia de los propios aparatos telefónicos ejercen cierta influencia.

Observación – En el anexo A figura más información en lo relativo a los efectos de la distorsión de atenuación sobre la calidad de transmisión. Los objetivos recomendados se hallan en estudio en el marco de la Cuestión 14/XII [19].

2.7 *Distorsión por retardo de grupo*

La distorsión por retardo de grupo se caracteriza por el valor del retardo de grupo en ciertas frecuencias con relación a su valor en la frecuencia en que es mínimo. Si bien esta distorsión reviste por lo general más importancia para la transmisión de datos que para la transmisión de la palabra, puede deformar considerablemente las señales vocales cuando su valor es alto.

El efecto que tiene la distorsión por retardo de grupo en los extremos superior e inferior de la banda transmitida puede describirse, respectivamente, como una «reverberación» y una «borrosidad» de la palabra. En ausencia de ruido o distorsión de atenuación, este efecto es claramente perceptible dentro de toda la gama representativa de valores de pérdida de sonoridad. Pero el mismo no suele ser grave en una cadena típica de circuitos a cuatro hilos, ya que la distorsión por retardo de grupo va acompañada de ordinario por una distorsión de atenuación estrechamente relacionada con ella y que tiende a mitigar sus efectos.

Los objetivos actuales sobre calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la distorsión por retardo de grupo en una cadena mundial de 12 circuitos, se indican en la Recomendación G.133 [20].

Observación – En el anexo B a esta Recomendación figuran más informaciones sobre los efectos de la distorsión por retardo de grupo.

2.8 Retardo absoluto

Los valores de retardo absoluto que suelen encontrarse en los sistemas de transmisión terrenal no tienen mayor efecto sobre la calidad de la transmisión de la palabra si no hay ningún eco para la persona que habla o para la que escucha (por ejemplo, en conexiones a cuatro hilos), o si estos dos ecos están bien controlados. Los sistemas de transmisión por satélite introducen retardos mayores (de aproximadamente 300 ms en cada sentido de transmisión), pero los datos disponibles sobre la opinión de los usuarios indican que ello tampoco tiene gran efecto sobre la calidad de la transmisión, en las conexiones que comprenden un solo circuito por satélite, cuando los ecos para la persona que habla y para la que escucha están bien controlados. Existen menos datos sobre los efectos de los retardos unidireccionales de unos 600 ms (dos circuitos por satélite en tándem) y estos resultados no son totalmente uniformes. Por consiguiente, se recomienda proceder con prudencia en lo que respecta a la introducción de un retardo absoluto en un solo sentido considerablemente superior a 300 ms.

Observación – Los temas del eco, el control del eco y el tiempo de propagación se estudian en el marco de la Cuestión 6/XII [21].

2.9 Eco para la persona que habla

La persona que habla oír un eco cuando una parte de sus señales vocales retorne con un retardo suficiente (de ordinario, más de unos 30 ms) para que la señal sea distinguible del efecto local normal. El eco que sufre la persona que habla puede deberse a reflexiones en puntos de desadaptación de impedancia o a otros procesos, como por ejemplo una diafonía entre los sentidos de ida y retorno. Su efecto es función de la pérdida existente entre puntos acústicos en el trayecto de eco y del retardo en este trayecto. Por lo general, la satisfacción del usuario es tanto menor cuanto menor es la pérdida del trayecto de eco o cuanto mayor es el retardo en este trayecto.

A menudo la pérdida del trayecto de eco se expresa en términos del equivalente de referencia del trayecto de eco de la persona que habla, que en la Recomendación G.131 [22] viene definido por la suma de:

- Los valores de la pérdida de transmisión en los dos sentidos de transmisión entre el extremo a dos hilos de la línea del abonado que habla en la central local final y los terminales a dos hilos del equipo de terminación a cuatro/dos hilos en el extremo de la persona que escucha;
- el valor de la atenuación de equilibrado para el eco en el extremo de la persona que escucha, y
- los equivalentes de referencia mínimos simultáneos en emisión y recepción de los aparatos telefónicos y líneas de abonado, en la central local de la persona que habla.

En la figura 2/G.133 [23] aparecen unas curvas de tolerancia al eco que indican el valor que se recomienda dar al equivalente de referencia del trayecto de eco para controlar la probabilidad de que se produzca un eco indeseable.

Observación – Los efectos del eco y el tiempo de propagación se estudian en el marco de la Cuestión 6/XII [21].

2.10 Eco para la persona que escucha

Por eco para la persona que escucha se entiende aquella condición de transmisión en la cual la señal vocal principal llega al extremo de la conexión del usuario que escucha acompañada por una o más versiones retrasadas (ecos) de la señal. Esta condición puede deberse a la presencia de múltiples reflexiones en el trayecto de transmisión. Una fuente simple, pero corriente, de eco para la persona que escucha es un trayecto de transmisión a cuatro hilos de baja pérdida que interconecta dos líneas de abonado a dos hilos, conexión en la cual pueden producirse reflexiones como consecuencia de una desadaptación de impedancia en las bobinas híbridas de cada extremo de la sección a cuatro hilos. En tal caso, una parte de la señal vocal principal puede reflejarse en el extremo del trayecto a cuatro hilos, volver al trayecto a dos hilos y reflejarse de nuevo. El resultado de todo ello es un eco cuya magnitud con respecto a la señal principal depende de las dos pérdidas de retorno y de la pérdida o ganancia en ambos sentidos del trayecto de transmisión a cuatro hilos. El retardo del eco viene determinado principalmente por el retardo en ambos sentidos del trayecto de transmisión a cuatro hilos. Cuando el retardo es pequeño, el eco para la persona que escucha produce una modificación en la calidad espectral de la palabra. Cuando el retardo es grande el eco es más pronunciado, dando lugar a lo que a veces se llama efecto de lluvia.

El eco para la persona que escucha puede ser caracterizado por la pérdida adicional y el retardo adicional que existen en el trayecto de eco de la persona que escucha con relación a los que existen en el trayecto de la señal principal. El valor mínimo de la pérdida adicional de ese trayecto de eco, dentro de la banda de frecuencias que interesa, incluye un margen, en previsión de una inestabilidad u oscilación. De ahí que el eco para la persona que escucha se denomine a menudo distorsión cercana al silbido. En la Recomendación G.122 [24] se dan indicaciones sobre la influencia de las redes nacionales en la estabilidad de las conexiones internacionales.

Observación – El efecto del eco para la persona que escucha se estudia en el marco de la Cuestión 5/XII [25].

2.11 *Distorsión no lineal*

Se produce distorsión no lineal en un sistema cuando la salida de éste no guarda una relación lineal con su entrada. Un ejemplo sencillo es un sistema cuya señal de salida puede representarse en función de la señal de entrada $e_i(t)$ mediante un polinomio de la forma:

$$e_o(t) = a_1 e_i(t) + a_2 e_i^2(t) + a_3 e_i^3(t) + \dots,$$

lo que en el caso de una entrada sinusoidal crea armónicos de segundo y tercer orden en la salida. Tratándose de señales más complejas, los términos no lineales se describen a menudo por la expresión de distorsión de intermodulación. De ordinario, la distorsión no lineal reviste más importancia para la transmisión de datos que para la transmisión de la palabra. En la actualidad, una de las fuentes principales de distorsión no lineal en las conexiones telefónicas son los aparatos telefónicos con micrófono de carbón, pero también otros dispositivos, como los compansores silábicos y los amplificadores sobrecargados, pueden aportar una contribución considerable.

Observación – Figura más información en anexo C. La distorsión no lineal de los aparatos telefónicos se estudia en el marco de la Cuestión 13/XII [26].

2.12 *Distorsión de cuantificación*

En los sistemas digitales se produce una distorsión de cuantificación cuando se muestrea una señal analógica y cada muestra se codifica de acuerdo con uno de una serie finita de valores. La diferencia entre la señal analógica original y la que se reconstruye después de la cuantificación se denomina distorsión de cuantificación o ruido de cuantificación. Para muchos algoritmos de codificación digital, como los utilizados en la MIC de ley A o de ley μ , que tienen una función de compansión casi logarítmica, es posible reproducir aproximadamente el efecto subjetivo de la distorsión de cuantificación añadiendo un ruido correlacionado con la señal (ruido blanco modulado por la señal vocal). Esta señal puede obtenerse mediante el aparato de referencia utilizado para generar ruido modulado, que puede ajustarse para que proporcione una señal de referencia con una determinada relación señal/ruido correlacionado con la señal, de valor casi constante. Esta relación, cuando se expresa en dB, se denomina Q. Mediante una comparación con el aparato de referencia se puede determinar la Q efectiva del sistema digital desconocido.

Varias Administraciones han comunicado los resultados de pruebas subjetivas destinadas a evaluar los efectos del ruido de circuito y de Q sobre la opinión de los usuarios. Los resultados de las pruebas de este tipo permiten efectuar estimaciones del nivel de ruido de circuito que se traduciría en aproximadamente el mismo índice de calidad de transmisión que un determinado nivel de distorsión de cuantificación.

Observación – Figuran más informaciones en el anexo D. La calidad de transmisión de los sistemas digitales se estudia en el marco de la Cuestión 18/XII [27].

2.13 *Fluctuación de fase*

Se produce una fluctuación de fase cuando la señal deseada, durante la transmisión, es modulada en fase o en frecuencia en baja frecuencia. Esta distorsión puede llegar a degradar la calidad de la transmisión si es suficientemente alta. En el cuadro 4/P.11 se resumen los valores de umbral de la fluctuación de fase a una sola frecuencia comunicados por una Administración. Estos resultados indican el umbral medio, expresado en función de la relación señal/banda lateral de primer orden (S/BL) en dB. La desviación típica media de los participantes era de aproximadamente 4 dB.

CUADRO 4/P.11

Frecuencia de la modulación de la fluctuación de fase (Hz)	Valor medio umbral de la relación S/BL (dB)	
	Hombres	Mujeres
25	10,9	13,8
80	14,4	16,3
115	12,3	18,3
140	13,8	20,0
200	17,0	18,0

2.14 *Diafonía inteligible*

Tiene lugar una diafonía inteligible cuando la señal vocal de una conexión telefónica penetra en otra conexión y resulta audible e inteligible para uno o ambos participantes en la comunicación telefónica por esta segunda conexión. Si bien la diafonía inteligible puede tener un nivel lo suficientemente alto para degradar la calidad de transmisión, el problema principal radica en la pérdida del secreto de la comunicación.

La inteligibilidad de una señal que se acopla (por diafonía) de una conexión telefónica a otra depende de varios factores, a saber, las características de los aparatos telefónicos, incluido su efecto local, el ruido de circuito, el ruido ambiente, la atenuación diafónica, el nivel vocal de la persona que habla y la agudeza auditiva de la persona que escucha.

En la Recomendación P.16, figura información sobre el umbral de inteligibilidad de la diafonía y sobre los métodos que se utilizan para calcular la probabilidad de que se produzca diafonía inteligible. Los diversos elementos que intervienen en las conexiones telefónicas deben diseñarse en función de unos objetivos que aseguren que la probabilidad de que se produzca diafonía inteligible sea suficientemente baja. Por lo general, se fijan de manera que dicha probabilidad sea siempre inferior al 1% en las conexiones en las que la persona interferente y la interferida tienen pocas posibilidades de conocerse y de volver a sufrir el mismo acoplamiento. Pero en el caso del equipo local, como por ejemplo las líneas de los abonados que pueden ser vecinos, suele aplicarse un objetivo más riguroso, por lo general de 0,1%.

3 **Efecto de las degradaciones múltiples y empleo de modelos de opinión**

Las características de transmisión de una conexión real pueden ser afectadas por varias degradaciones a la vez. Si bien los resultados en cuanto a la opinión del usuario que se obtienen de la manera descrita en el § 2 resultan útiles en muchos estudios que versan sobre uno o dos tipos de degradaciones de transmisión, su naturaleza se hace cada vez más compleja a medida que aumenta el número de degradaciones consideradas en el estudio. Esta circunstancia ha llevado a estudiar unos modelos analíticos más amplios de la opinión del usuario, alguno de los cuales se basan en los resultados combinados de varias pruebas y estudios separados. En la formulación y utilización de estos modelos más completos son de gran ayuda los computadores digitales modernos. En principio, estos modelos podrían abarcar los efectos de todos o de la mayoría de los tipos importantes de degradación mencionados en el § 2.

Observación – Algunas Administraciones han informado ya de las actividades que desarrollan para llegar a tal fin, pero el tema de los modelos de predicción de la calidad de transmisión a partir de mediciones objetivas sigue en estudio en el marco de la Cuestión 7/XII [28]. En los suplementos N.ºs 3 y 4 (al final del presente fascículo), se describen los modelos de opinión utilizados por la empresa AT&T y por la British Telecom.

ANEXO A

(a la Recomendación P.11)

Efectos de la distorsión de atenuación en la calidad de transmisión

A.1 *Efecto de la distorsión de atenuación en la sonoridad y la nitidez*

El efecto de la distorsión de atenuación en la sonoridad es más acusado en una banda de frecuencias baja que en una alta.

El efecto de la distorsión de atenuación en la nitidez es, al contrario que en la sonoridad, más acusado en una banda de frecuencias alta que en una baja.

Los valores de la degradación de sonoridad (I_L) y de la degradación de nitidez (I_A) son valores de diferencias de pérdida equivalente referidos a un sistema sin restricción de la banda de frecuencia.

Para calcular los valores de degradación de sonoridad y de nitidez debidos a una característica paso de banda, puede suponerse que se cumple una ley de aditividad de valores de degradación debidos a características paso alto y paso bajo, si cada pendiente de atenuación es superior a 15 dB/octava.

Estos valores se obtienen por inducción basándose en los cálculos y resultados de pruebas subjetivas (figuras A-1/P.11, A-2/P.11, A-3/P.11, y A-4/P.11).

Observación – Las degradaciones de sonoridad y de nitidez aquí descritas, se determinan con referencia a un trayecto vocal telefónico completo cuyo enlace no tenga distorsión de atenuación.

A.2 Efecto de la distorsión de atenuación en las notas de opinión en la audición y la conversación

Este efecto aumenta apreciablemente al disminuir el valor del equivalente de referencia global (ERG), *overall reference equivalent, ORE*, de una conexión. Esta tendencia puede ser más acusada cuando existe ruido de circuito.

El efecto de la distorsión de atenuación sobre las notas de opinión es bastante mejor que el de la pérdida de sonoridad, siempre dominante para cualquier valor del ERG, particularmente si es elevado. Sin embargo, su efecto parece comparable con el del ruido, o incluso mayor en determinadas condiciones, especialmente en conexiones con valores de ERG bajos.

Véanse las figuras A-5/P.11, A-6/P.11, A-7/P.11 y cuadro A-1/P.11.

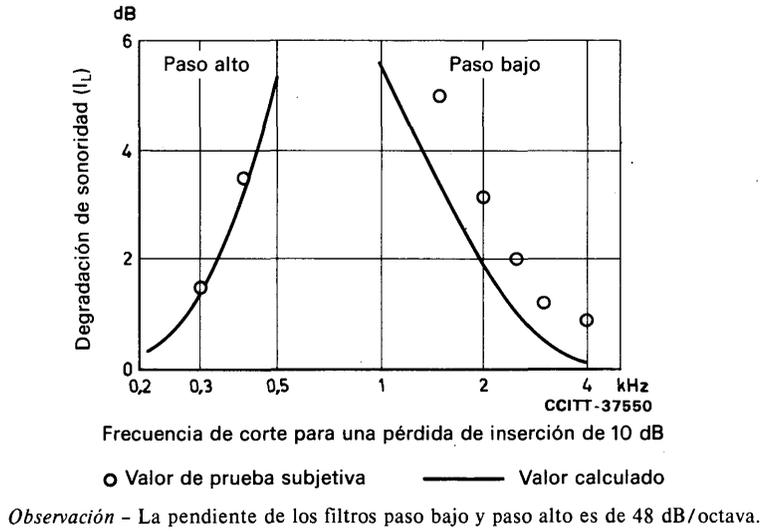


FIGURA A-1/P.11
Efecto de la frecuencia de corte en la sonoridad

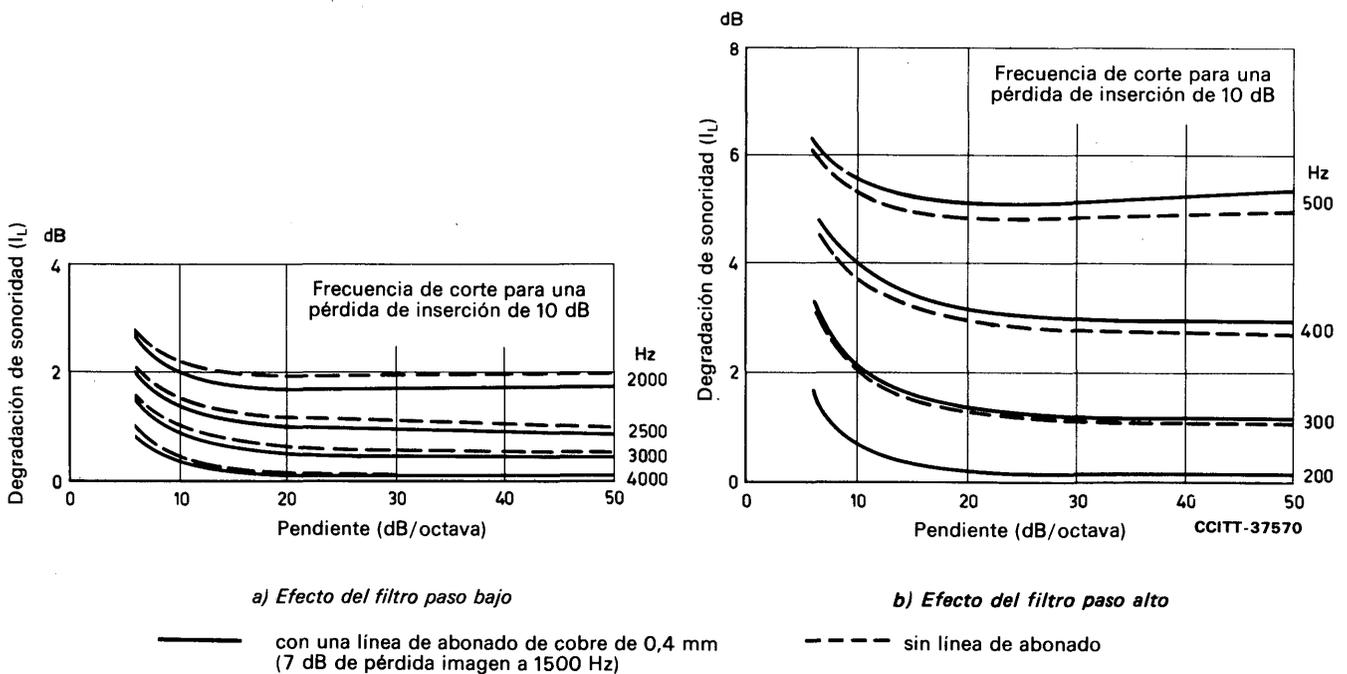
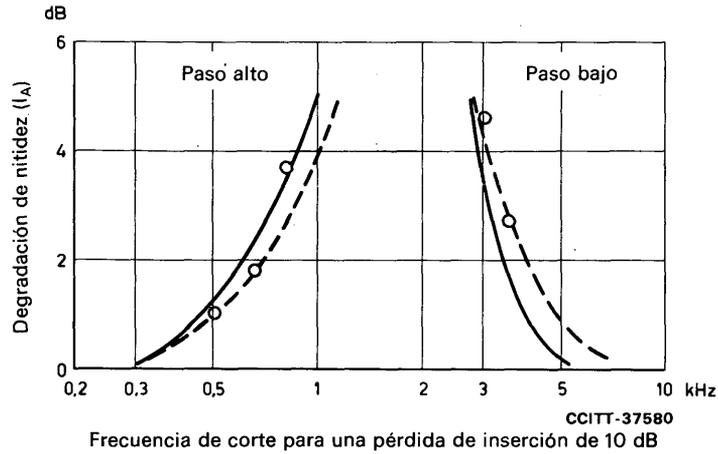
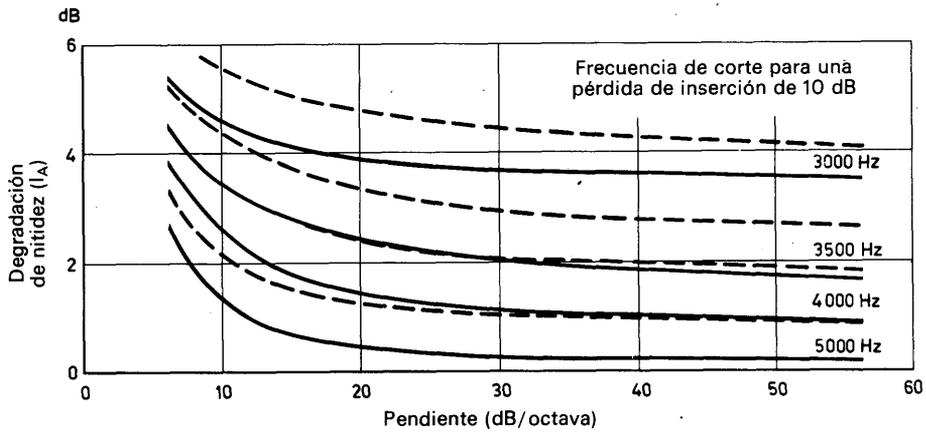


FIGURA A-2/P.11
Efecto de la pendiente de los filtros paso bajo y paso alto sobre la sonoridad

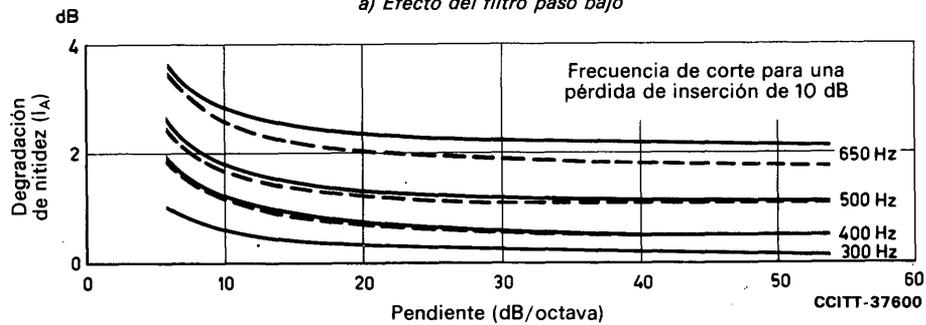


○ Valor de prueba subjetiva — Valor calculado para el sistema telefónico
 - - - Valor calculado para el sistema ARAEN

FIGURA A-3/P.11
 Efecto de la frecuencia de corte sobre la nitidez



a) Efecto del filtro paso bajo



b) Efecto del filtro paso alto

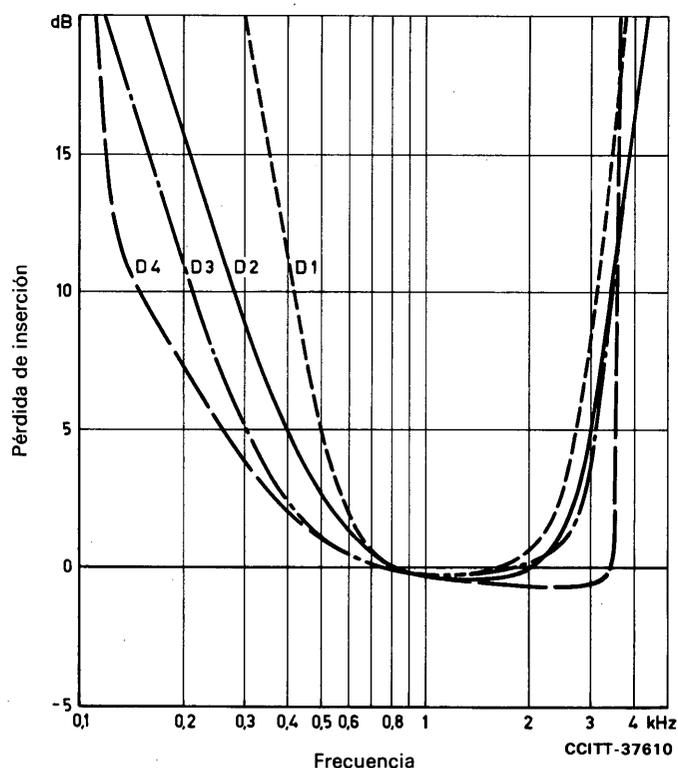
— Valor calculado para el sistema telefónico
 - - - Valor calculado para el sistema ARAEN

FIGURA A-4/P.11
 Efecto de la pendiente de los filtros paso bajo y paso alto sobre la nitidez

CUADRO A-1/P.11
Condiciones de la prueba de opinión

N.º	Característica	Condiciones de la prueba de opinión en conversación empleando circuitos telefónicos locales	Observación
1	Equivalentes de referencia globales nominales	5, 10, 20, 30, 36 dB	
2	Nivel de ruido de circuito	ICNO ^{a)} = -48 dBmp (16 000 pWp) -54 dBmp (4 000 pWp) -60 dBmp (1 000 pWp) -78 dBmp (15 pWp)	Incluido el ruido de central: característica de espectro de -8 dB octava
3	Ruido ambiente	50 dBA	
4	Extremo emisión y recepción	Circuitos telefónicos locales: Aparato telefónico: Modelo 600 Línea de abonado: \varnothing 0,4 mm y 7 dB a 1500 Hz Puente de alimentación: central de barras cruzadas (220+220 Ω) Impedancia del enlace: 600 Ω	
5	Distorsión de atenuación	D1, D2, D3, D4 (figura A-5/P.11)	

a) El ruido de circuito inyectado está referido a la entrada de un receptor telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB.



- D1 Característica límite al 95% de una cadena de 12 circuitos a cuatro hilos basada en la figura 1/G.232, gráfico N° 2 B [29]
- D2 Característica de una cadena de 12 circuitos a cuatro hilos basada en la figura 1/G.132 [30]
- D3 Característica media de D4 y D2
- D4 Filtro SRAEN (Recomendaciones G.111 [7] y P.11)

FIGURA A-5/P.11

Característica de distorsión de atenuación en el enlace para conexiones de prueba

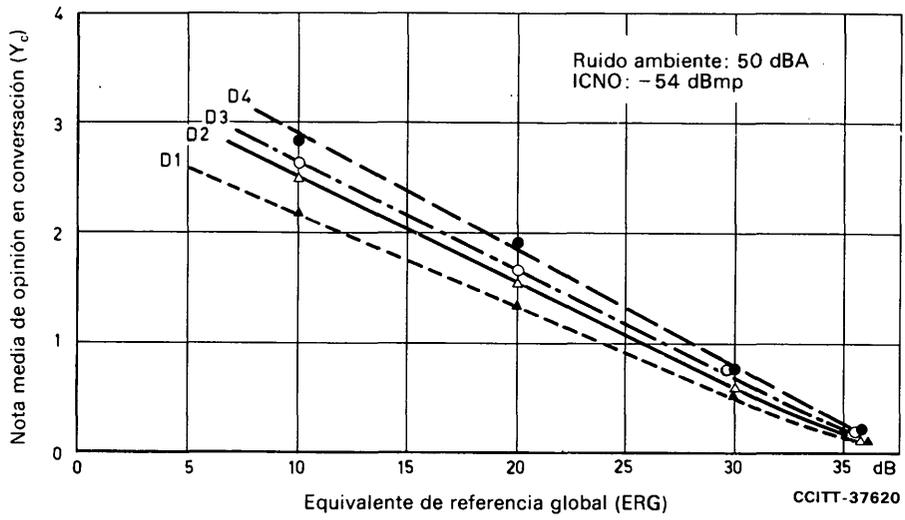


FIGURA A-6/P.11
Efecto de la distorsión de atenuación en la nota de opinión en conversación

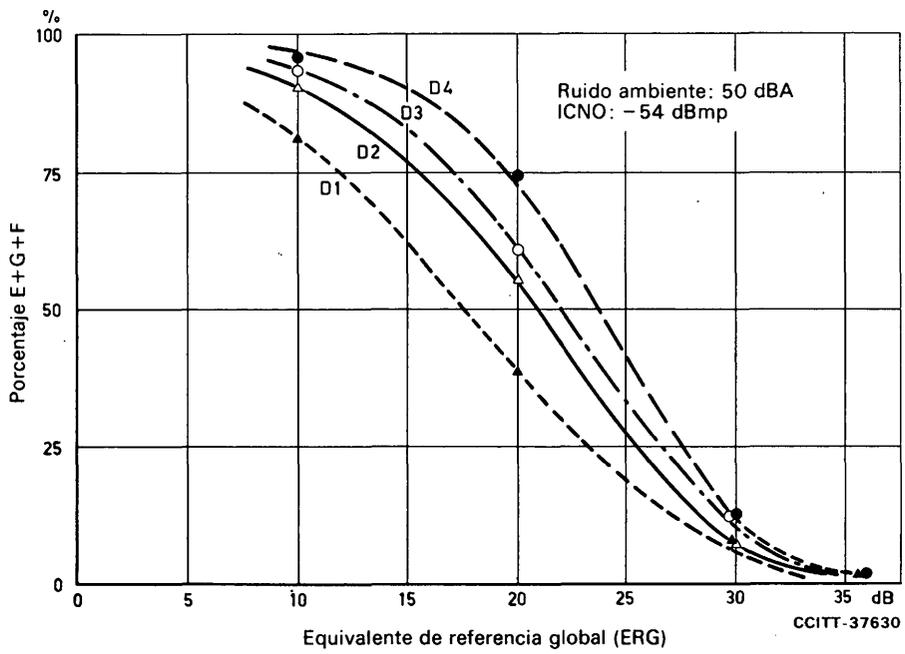


FIGURA A-7/P.11
Efecto de distorsión de atenuación en el porcentaje F, G y E en la prueba de conversación

CUADRO A-2/P.11
Ejemplo de diversos métodos para expresar la característica de distorsión de atenuación

Distorsión de atenuación	Parámetros característicos						Degradación (dB)					
	Frecuencia de corte (Hz)		Pendiente (dB/oct)		Pérdida de inserción (dB)		Aspecto 1 ^{a)}		Aspecto 2 ^{b)}	Aspecto 3 ^{a)}		
	f _{L10}	f _{H10}	f _{L10}	f _{H10}	a 300 Hz	a 3,4 kHz	I _L	I _A	I _{2,5}	I _{Y_C}	I _{%FGE}	
D 4	150	3500	7,0	300	3,8	0	0	0	0	0	0	0
D 3	210	3400	10,0	31,5	5,2	10	0,8	0,3	-	2,3	1,8	
D 2	280	3300	10,7	29,1	8,8	10	1,2	0,5	1,8	3,8	2,8	
D 1	420	3100	22,2	31,1	20,0	15	3,2	2,2	4,2	7,8	6,3	

^{a)} Véase la referencia [31].

^{b)} Datos complementarios en la referencia [32].

I_L Diferencia de pérdida equivalente de sonoridad para ER = 25 dB (valor calculado).

I_A Diferencia de pérdida equivalente de nitidez para una nitidez de los sonidos del 80% (valor calculado).

I_{2,5} Diferencia de pérdida equivalente de nota media de opinión para Y_{LE} = 2,5.

I_{Y_C} Diferencia de pérdida equivalente de nota media de opinión para Y_C = 2,5.

I_{%FGE} Diferencia de pérdida equivalente acumulada de puntuación para 50%, F, G y E.

(a la Recomendación P.11)

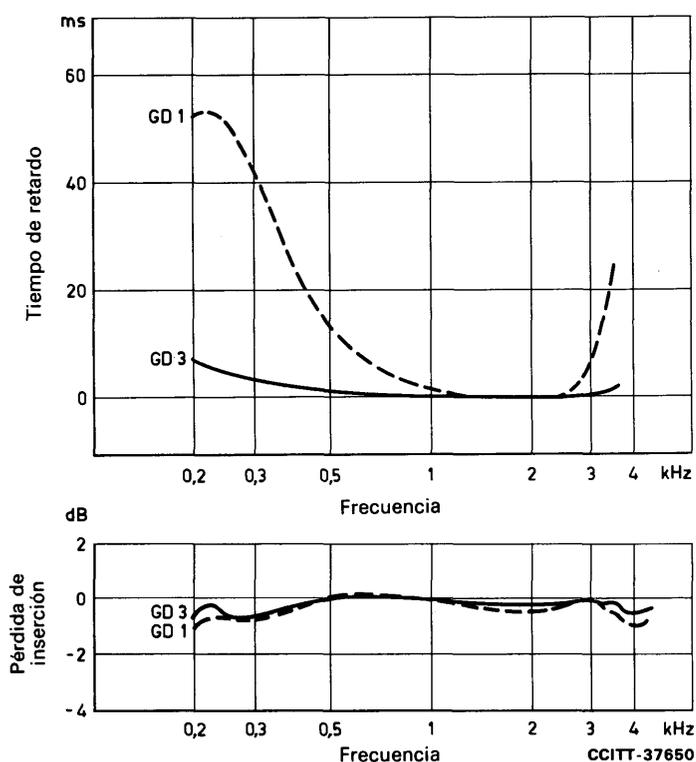
Efectos de la distorsión por retardo de grupo en la calidad de la transmisión

El efecto de la distorsión por retardo de grupo en las partes superior e inferior de una banda de frecuencias transmitidas se describe, respectivamente, como una «reverberación» y una «borrosidad» de la palabra.

La ausencia de ruido o de distorsión de atenuación tiene tal influencia que hace que se perciba este efecto en toda la gama de valores posibles del ERG de una conexión.

Sin embargo, su efecto práctico en una cadena de circuitos a cuatro hilos, no parece grave, pues normalmente va acompañado de una distorsión de atenuación estrechamente relacionada.

Véanse las figuras B-1/P.11, B-2/P.11 y B-3/P.11.



GD1 Aproximado a valores del 95% de una cadena de 12 circuitos [33]
GD3 Aproximado al valor típico de un circuito moderno.

Observación – Las condiciones de prueba son las mismas que para la prueba de opinión de distorsión de atenuación. Los circuitos que simulan las distorsiones por retardo de grupo en el enlace utilizados en la prueba están exentos de distorsión de atenuación.

FIGURA B-1/P.11

Distorsión por retardo de grupo en el enlace de una conexión de prueba

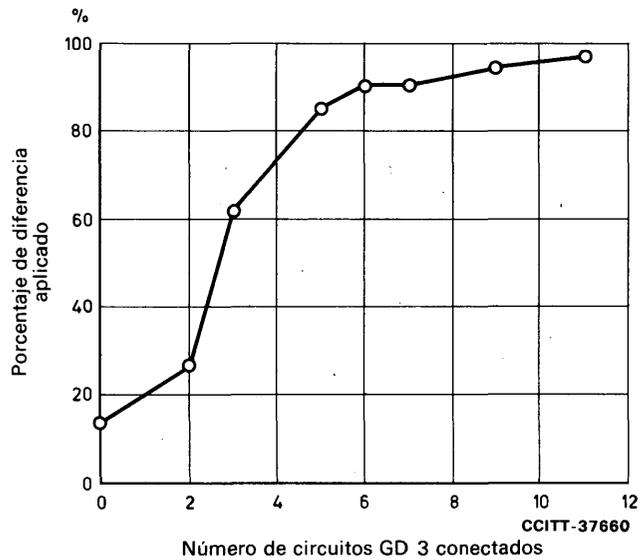


FIGURA B-2/P.11
Detectabilidad de la distorsión por retardo de grupo

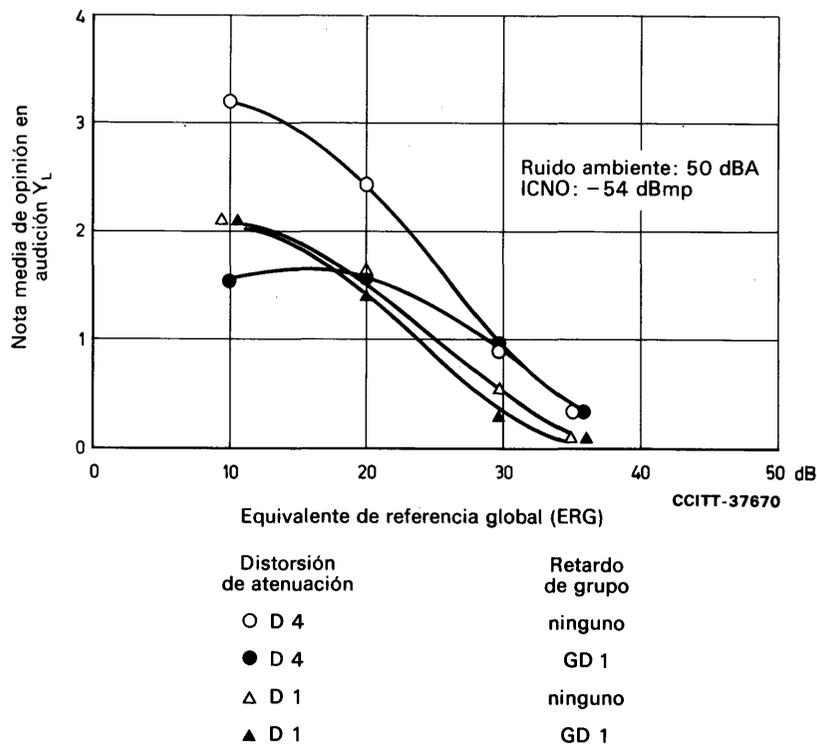


FIGURA B-3/P.11
Efecto de la distorsión por retardo de grupo en la nota de opinión en audición

ANEXO C

(a la Recomendación P.11)

Se ha reunido información sobre la diferencia de calidad de funcionamiento de los micrófonos de carbón y los micrófonos lineales (que no son de carbón). La diferencia parece ser bastante pequeña en condiciones óptimas de pérdida del circuito, pero se ha observado que los del tipo lineal son considerablemente mejores para pérdidas de línea elevadas. Por otra parte, la influencia del ruido ambiente no parece diferir mucho entre ambos tipos. En la figura C-1/P.11 se muestran los ejemplos típicos de la nitidez y la nota media de opinión obtenidas en pruebas comparativas.

Para la transmisión con una anchura de banda mayor que la banda telefónica convencional, y en particular para la audición por altavoz, es probable que exista una mejora más apreciable en la calidad sonora si se utilizan micrófonos lineales en lugar de micrófonos de carbón.

No obstante, las diferencias reales de calidad de funcionamiento pueden ser enmascaradas por la dificultad para medir con precisión la respuesta de frecuencia y la eficacia de los micrófonos no lineales del tipo de carbón granular.

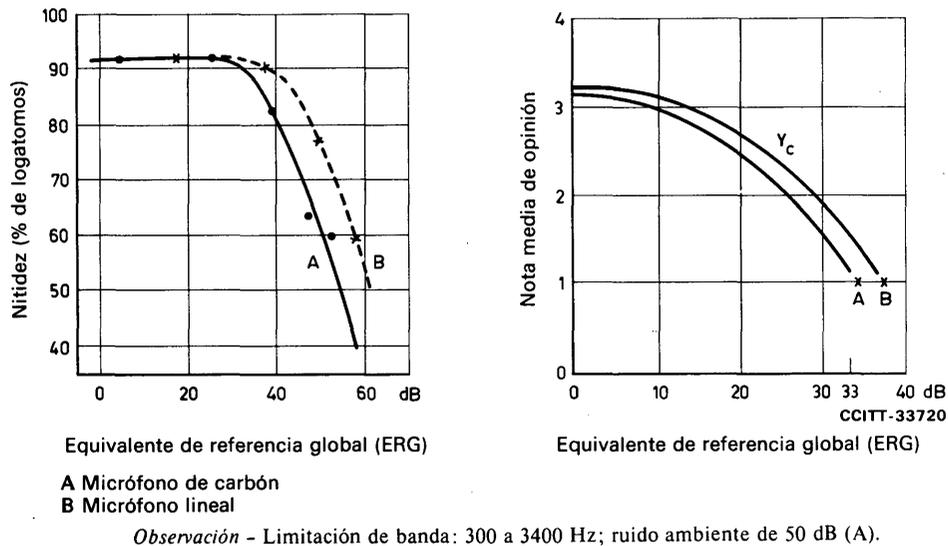


FIGURA C-1/P.11

ANEXO D

(a la Recomendación P.11)

Distorsión de cuantificación en sistemas digitales

A efectos de la planificación de la red, es conveniente asignar pesos apropiados a los procesos de conversión analógico/digital, los pares de transmultiplexores y los procesos que introducen una pérdida digital, que no están normalizados. Un método apropiado es considerar que se asigna una unidad de degradación a un par codec de 8 bits de ley A o μ , para cubrir la distorsión de cuantificación. Según una regla de planificación aprobada provisionalmente, se prevén 14 unidades de degradación para una conexión internacional completa, asignándose 5 unidades como máximo a cada una de las prolongaciones nacionales y cuatro unidades a la cadena internacional. Esta regla permitiría la conexión en tándem de 14 procesos de 8 bits no integrados.

Un modelo de opinión subjetiva utilizado por AT&T (véase el suplemento N.º 3 al final del presente fascículo) da resultados que indican que el valor de Q ¹⁾ de una conexión completa con 14 sistemas de 8 bits no integrados en tándem, es de unos 20 dB, y muestra que un sistema de 7 bits tiene la misma Q que tres sistemas de 8 bits aproximadamente. Esto se basa en la conclusión de que la combinación de los valores subjetivos de Q aplicables a los sistemas digitales obedece a la función $15 \log_{10}$, o sea que dos sistemas digitales con una $Q = 24,5$ dB cada uno, darían un valor de $Q = 20$ dB si estuviesen conectados en tándem. Se recomienda que, mientras no se disponga de más información, se asignen cuatro unidades de degradación (4 udg) a un sistema de 7 bits con ley A o μ , a título de estimación conservadora del efecto de los sistemas de 7 bits sobre la calidad de transmisión de la palabra.

La siguiente información se refiere a la calidad de funcionamiento subjetiva de la técnica MIC diferencial adaptable (MICDA) a 32 kbit/s:

- i) En la referencia [36] y en la Recomendación P.74 se describen los métodos utilizados para la evaluación subjetiva de codecs.
- ii) El valor estimado de Q para la MICDA de 32 kbit/s, es de unos 26 dB (estimación basada en el modelo de opinión subjetiva de AT&T descrito en el suplemento 3 a la Recomendación P.11), y equivale a más de las cinco unidades de degradación previstas para la prolongación nacional. Se trata de una estimación conservadora si se la compara con las conclusiones expuestas en la referencia [37], según las cuales pueden conseguirse valores de Q de hasta 32 dB con diferentes algoritmos MICDA.

Para tener en cuenta adecuadamente el empleo de atenuadores digitales en las conexiones internacionales, es necesario determinar pesos a base de factores subjetivos. La información existente indica que la característica S/D calculada para los códigos de 8 bits con ley A o μ , disminuye aproximadamente 3 dB cuando se utilizan atenuadores digitales, salvo para los atenuadores de 6 dB con ley A, en cuyo caso la disminución es de 0 dB en una parte de la gama de niveles de entrada. Teniendo en cuenta la conclusión de AT&T en cuanto a la ley de $15 \log_{10}$ para la combinación de los efectos subjetivos de los procesos digitales y los resultados consignados en la referencia [37], se recomienda provisionalmente que se asigne una unidad de degradación a los atenuadores digitales, a título de estimación conservadora.

En resumen, se recomienda utilizar al proceder a la asignación de unidades de degradación, los valores provisionales indicados en el cuadro D-1/P.11.

Observación – Estas conclusiones preliminares se basan en un volumen de información limitado, y los pesos indicados podrían revisarse cuando se disponga de más información.

CUADRO D-1/P.11

Proceso	Número de unidades de degradación
Un sistema MIC de 8 bits de ley A o μ	1
Un sistema MIC de 7 bits de ley A o μ	4
Un sistema de MICDA de 32 kbit/s	5 a 6
Un atenuador digital obtenido por manipulación de palabras de código MIC de 8 bits	1

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Objetivos de calidad de transmisión y recomendaciones*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.102.
- [2] Recomendación del CCITT *Conexiones ficticias de referencia*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.103.
- [3] Recomendación del CCITT *Conexiones ficticias de referencia (red digital)*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.104.

¹⁾ Q representa la relación subjetiva entre la potencia vocal y la potencia del ruido correlacionado con la palabra, y se define en función de la unidad de referencia de ruido modulado. Véanse las referencias [34] y [35].

- [4] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111, § 1.1.
- [5] CCITT – Cuestión 4/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [6] CCITT – Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [7] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111.
- [8] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121.
- [9] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111, § 3.2.
- [10] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121, § 2.1.
- [11] *Ibid.*, § 3.
- [12] *Ibid.*, § 1.
- [13] CCITT – Cuestión 4/XII, anexos 2 y 3, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [14] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.
- [15] Recomendación del CCITT *Ruido de circuito y utilización de compansores (compresores-expansores)*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.143.
- [16] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121, § 5.
- [17] CCITT – Cuestión 9/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [18] Recomendación del CCITT *Distorsión de atenuación*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.132.
- [19] CCITT – Cuestión 14/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [20] Recomendación del CCITT *Distorsión por retardo de grupo*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.133.
- [21] CCITT – Cuestión 6/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984.
- [22] Recomendación del CCITT *Estabilidad y ecos*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.131.
- [23] Recomendación del CCITT *Distorsión por retardo de grupo*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.133, figura 2/G.133.
- [24] Recomendación del CCITT *Influencia de las redes nacionales en las atenuaciones para la estabilidad y el eco en los sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.122.
- [25] CCITT – Cuestión 5/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [26] CCITT – Cuestión 13/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [27] CCITT – Cuestión 18/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [28] CCITT – Cuestión 7/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [29] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Libro Verde, Tomo III-1, Rec. G.232, figura 1/G.232, gráfico N.º 2 B, UIT, Ginebra, 1973.
- [30] Recomendación del CCITT *Distorsión de atenuación*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.132, figura 1/G.132.
- [31] CCITT – Contribución COM XII-N.º 179 (NTT) del periodo de estudios 1976-1980, Ginebra, 1979.
- [32] CCITT – Contribución COM XII-N.º 33 (UKPO) del periodo de estudios 1972-1976, Ginebra, 1974.
- [33] CCITT – Cuestión 1/XVI, anexo 1, figura 8, contribución COM XVI-N.º 1 del periodo de estudios 1976-1980, Ginebra, 1976.
- [34] CCITT – Cuestión 18/XII, anexo 2, Libro Verde, Tomo V, UIT, Ginebra, 1973.
- [35] CCITT – Cuestión 18/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1976-1980, Ginebra, 1976.
- [36] CCITT – Cuestión 18/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [37] *Ibid.*, anexo 5.

ATENUACIÓN EQUIVALENTE PARA LA NITIDEZ (AEN)

(modificada en Ginebra, 1964, y Mar del Plata, 1968)

La calidad de transmisión de las comunicaciones telefónicas internacionales será siempre satisfactoria si se respetan los límites del equivalente de referencia corregido indicados en la Recomendación G.111 [1], así como los fijados en el presente tomo para el ruido, la diafonía, etc., y además se utilizan aparatos telefónicos de tipo moderno con características de sensibilidad en función de la frecuencia satisfactoria y dispositivos eficaces de reducción del efecto local (véase la Recomendación citada en [2]).

Las Administraciones que deseen estudiar en detalle la calidad de transmisión de sus sistemas nacionales emisor y receptor, podrán inspirarse, por ejemplo, en el método de AEN que se describe a continuación:

1 Definición de la atenuación equivalente para la nitidez (AEN)

Atenuación equivalente para la nitidez (AEN) [*Articulation reference equivalent (AEN) (GB); Equivalent articulation loss (EE.UU.)*]

Supóngase que se hacen pruebas de nitidez alternadas en un sistema telefónico y en el sistema de referencia para la determinación de las AEN (SRAEN), con valores distintos de atenuación de línea, hasta que se reduzca considerablemente la nitidez en los dos sistemas; con los resultados de estas pruebas se trazan curvas representativas de la variación de la nitidez para los sonidos en función de la atenuación, y se determina el valor A_1 de la atenuación para el sistema considerado y el valor A_2 de la atenuación para el SRAEN en un valor fijado en el 80% de la nitidez para los sonidos.

$(A_2 - A_1)$ es, por definición, igual a la *atenuación equivalente para la nitidez*, abreviado, AEN.

2 Cálculo de la AEN nominal de un sistema emisor o receptor nacional ¹⁾

La AEN nominal de un sistema emisor o receptor nacional es la suma de las magnitudes siguientes:

- 1) la AEN nominal del sistema local (valor medio en servicio);
- 2) la AEN nominal del enlace entre la central urbana y la central internacional (valor medio en servicio).

La AEN en servicio del enlace entre la central urbana y la central internacional es igual a la suma de los números siguientes ²⁾:

- la atenuación de los circuitos interurbanos entre la última central interurbana y la central internacional, medida a 800 Hz, más la reducción de calidad de transmisión debida a la limitación de la banda de frecuencias efectivamente transmitida (véase la Recomendación G.113 [3]) cuando dichos circuitos tienen una distorsión de atenuación superior a la admitida en las Recomendaciones del CCITT;

- la AEN media de los circuitos locales, dada por la expresión siguiente:

$$i = K \times L$$

donde

i es la AEN media en decibelios,

L es la longitud del circuito local en kilómetros,

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

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

¹⁾ Para las necesidades internacionales, se ha acordado considerar como magnitud de la atenuación equivalente para la nitidez de un sistema emisor o receptor nacional el resultado del cálculo expuesto en el § 2. El valor obtenido se llama «atenuación equivalente nominal para la nitidez» (AEN nominal), a fin de evitar toda confusión con la atenuación equivalente para la nitidez medida en el sistema emisor o receptor nacional completo.

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

Observación 1 – No se toman en consideración los ruidos del circuito comprendidos en los límites fijados por las Recomendaciones del CCITT.

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

3 Determinación de las AEN

El sistema de referencia para la determinación de las AEN (SRAEN) y el método de determinación de las AEN de sistemas telefónicos comerciales en el Laboratorio del CCITT se describen en las Recomendaciones P.44 y P.45.

4 Valores de la AEN nominal del sistema emisor nacional y de la AEN nominal del sistema receptor nacional

A título informativo se señala que las Administraciones que emplean el método de las AEN consideran muy deseable que los sistemas nacionales emisor y receptor que sirvan para establecer el 90% de las comunicaciones reales de salida y de llegada satisfagan, en cada caso como objetivos de calidad de funcionamiento, las dos condiciones siguientes:

- que la AEN nominal del sistema emisor nacional no exceda de 24 dB;
- que la AEN nominal del sistema receptor nacional no exceda de 18 dB.

Observación 1 – Los valores 24 dB y 18 dB para los sistemas nacionales, en la emisión y en la recepción, indicados anteriormente, se refieren a los extremos a dos hilos del circuito internacional, en tanto que los valores del equivalente de referencia preconizados en la Recomendación G.111 [1] se refieren a los extremos virtuales del circuito internacional. Estos valores de AEN no comprenden las variaciones probables, en función del tiempo, de los equivalentes de los circuitos interurbanos que formen parte del sistema nacional.

Observación 2 – Estos valores se aplican a los valores de AEN deducidos de los valores determinados por un sistema local, en el Laboratorio del CCITT, como se indica en la Recomendación P.45, en particular con un ruido ambiente en la recepción de 60 dB para los sistemas comerciales, y un ruido eléctrico de fondo (caracterizado por una fuerza electromotriz sofométrica de 2 mV), inyectado a la entrada del sistema receptor del SRAEN.

Observación 3 – El método de las AEN no tiene en cuenta la influencia del efecto local en la potencia vocal de los abonados.

Las Administraciones que deseen establecer proyectos de transmisión en su red nacional a base de los «índices de calidad de transmisión», hallarán indicaciones en la referencia [4] sobre las correcciones que han de hacerse en los valores de AEN para tener en cuenta este efecto local en la emisión.

ANEXO A

(a la Recomendación P.12)

AEN media de los circuitos locales

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

Para una frecuencia dada, la pérdida introducida por tal circuito está representada por su «atenuación compuesta»³⁾, que es la suma de la atenuación imagen del circuito mismo y de otros términos representativos de todos los efectos debidos a las reflexiones introducidas por la desadaptación entre la impedancia imagen del circuito y las impedancias de las terminaciones antes definidas.

Según los trabajos de la Post Office del Reino Unido, la AEN correspondiente a las reflexiones puede representarse por la media aritmética de las pérdidas por reflexión medidas a las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz.

Por otra parte, la AEN media de una línea no pupinizada se mide por su atenuación imagen a 1500 Hz, que es aproximadamente igual a la media aritmética de las atenuaciones imágenes a las cuatro frecuencias mencionadas⁴⁾.

³⁾ En la práctica, puede emplearse la pérdida de inserción en lugar de la atenuación compuesta.

⁴⁾ La atenuación de un circuito de cable no pupinizado a la raíz cuadrada de la frecuencia. Las frecuencias de 500, 100, 2000 y 3000 Hz están en las relaciones 1, 2, 4 y 6, y sus raíces cuadradas en las relaciones 1, 1,41 2 y 2,45, cuya media aritmética es 1,72, es decir, poco más o menos la raíz cuadrada de 3; en consecuencia, esta media corresponde a una frecuencia de $3 \times 500 = 1500$ Hz.

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

Como la impedancia de los sistemas locales es una magnitud muy variable, no es posible definir un valor único de la AEN media para un circuito local, sino únicamente un valor medio obtenido sacando la media aritmética de varios valores, medidos en varias condiciones terminales.

Para cada tipo de circuito local (definido por las características eléctricas del circuito), la AEN media es proporcional a la longitud del circuito, y el coeficiente de proporcionalidad puede definirse fácilmente cuando se dispone de tres o cuatro valores de la AEN, que viene dada por la fórmula:

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

donde

i es la AEN media en decibelios;

L es la longitud del circuito local en kilómetros;

K es el coeficiente, que depende del tipo de circuito local considerado, en decibelios por kilómetro.

Para determinar de una vez para siempre los diferentes valores del coeficiente K , puede medirse la atenuación compuesta de tres o cuatro longitudes diferentes de cada uno de los tipos de circuitos locales utilizados en una red particular (representadas eventualmente por líneas artificiales); a tal efecto, podrá emplearse uno de los métodos de medida de la atenuación compuesta descritos en [5].

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

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111.
- [2] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121, § 5.
- [3] Recomendación del CCITT *Degradaciones de transmisión*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.113.
- [4] *Descripción sumaria de un método empleado por la Administración británica de teléfonos para evaluar los índices relativos de calidad de transmisión de sistemas emisores locales y de sistemas receptores locales empleando todos los mismos tipos de micrófono y de receptor telefónico*, CCIF, Libro Verde, Tomo IV, anexo 2, UIT, Ginebra, 1956.
- [5] *Measurements of loss*, Libro Azul, Tomo IV, parte III, suplemento N.º 1, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1965.

Recomendación P.16

EFFECTOS SUBJETIVOS DE LA DIAFONÍA DIRECTA; UMBRALES DE AUDIBILIDAD E INTELIGIBILIDAD

(Ginebra, 1972; modificada en Ginebra, 1976 y 1980)

1 Factores que influyen en los umbrales de diafonía

El grado de audibilidad e inteligibilidad de una señal de diafonía depende de gran número de factores.

Si se admiten ciertas simplificaciones, es posible obtener un método sencillo de aplicación general para estimar la atenuación requerida en el trayecto de la señal de diafonía en función de los factores que influyen en la inteligibilidad de la señal vocal de diafonía.

Los factores que ejercen una influencia especial en la inteligibilidad de la señal vocal de diafonía son:

1.1 Calidad de transmisión de los aparatos telefónicos [1]

Los equivalentes de referencia en emisión y en recepción son decisivos. Lo mismo ocurre con el equivalente de referencia del efecto local cuando existe ruido ambiente. Se supone la utilización de aparatos telefónicos modernos con curvas regulares de frecuencia.

1.2 Ruido de circuito

Hay que tener en cuenta el ruido de circuito en la comunicación perturbada. Se mide con un sofómetro provisto de una red de ponderación para circuitos telefónicos.

1.3 Ruido ambiente

El ruido ambiente influye directamente en el oído a través de las fugas que se producen en el pabellón, entre la oreja y el auricular, e indirectamente mediante el efecto local. Este efecto local, constituido por la transmisión del ruido ambiente al auricular, depende también de las condiciones de explotación. A diferencia del ruido de circuito, el usuario del teléfono puede reducir hasta cierto punto la influencia del ruido ambiente. Por esta razón y para tener en cuenta los casos desfavorables, las mediciones se realizaron con un ruido ambiente reducido [40 dB (A)] y con un ruido ambiente insignificante.

1.4 Conversación por el circuito perturbado

Los niveles prácticos de diafonía son inaudibles mientras se transmite la palabra por el circuito perturbado. Ahora bien, antes de que comience la conversación, o durante largas pausas en la misma, cabe la posibilidad de oír e incluso comprender conversaciones diafónicas. En general, no sería prudente planificar sobre la base de que la conexión perturbada está siempre activa y en consecuencia, en la información ofrecida en esta Recomendación se supone que por la conexión perturbada no se transmite conversación.

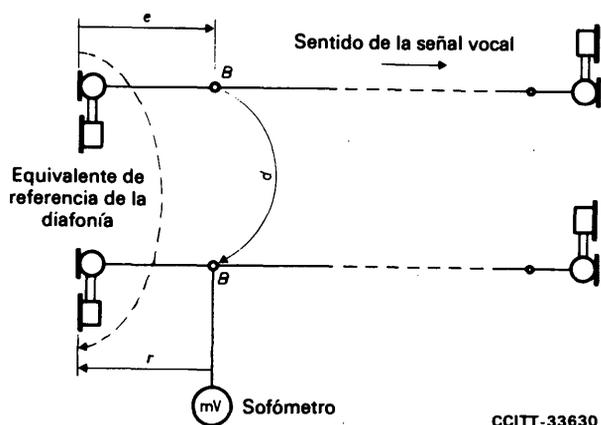
1.5 Ruido de micrófono

El ruido que produce el micrófono de carbón del aparato telefónico perturbado puede reducir ligeramente la inteligibilidad de la señal vocal de diafonía debido al efecto local. En la presente respuesta se supone que se utilizan micrófonos modernos de buena calidad.

1.6 Acoplamiento diafónico

La inteligibilidad de una señal de diafonía depende también de la naturaleza del acoplamiento diafónico que, en general, es función de la frecuencia. Con carácter convencional, cabe dividir el equivalente de referencia del trayecto de transmisión diafónica en tres elementos: equivalente de referencia en emisión del aparato de abonado perturbador; equivalente de referencia en recepción del aparato de abonado perturbado, y pérdida de transmisión del trayecto de transmisión diafónica. La figura 1/P.16 ilustra esta subdivisión convencional.

A falta de otros datos, puede suponerse que el equivalente de referencia del trayecto de transmisión diafónico es igual a la atenuación medida o calculada a la frecuencia de 1100 Hz, como preconiza la Recomendación G.134 [2] para las centrales telefónicas.



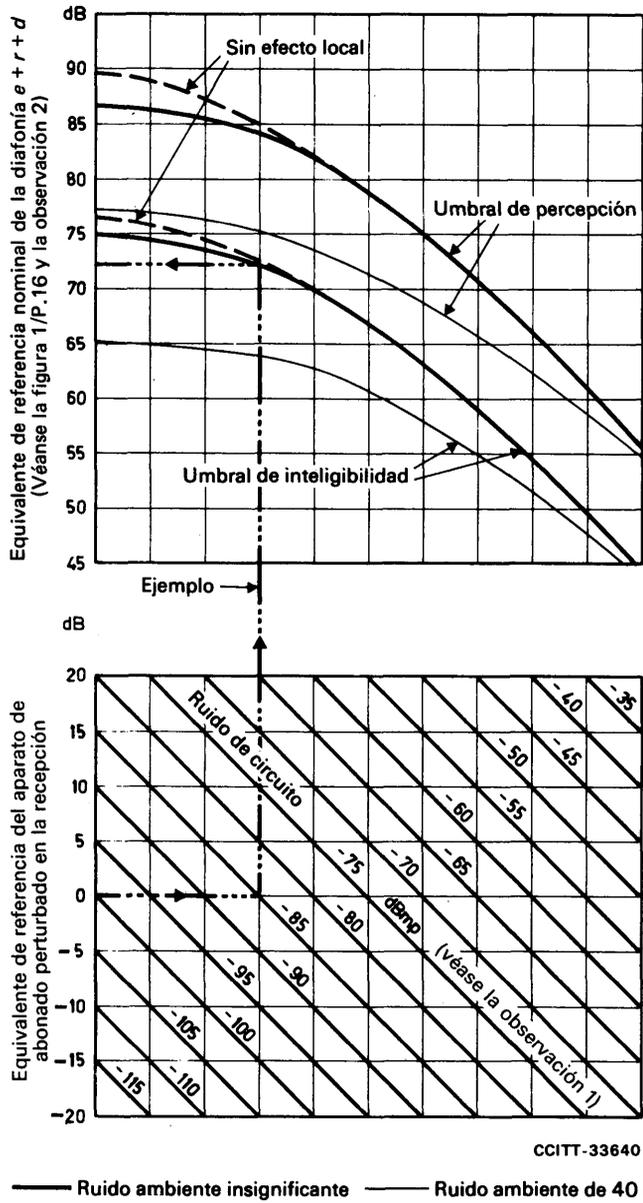
e = equivalente de referencia en emisión del aparato de abonado perturbador
 r = equivalente de referencia en recepción del aparato de abonado perturbado
 d = atenuación del trayecto de transmisión diafónico de modo que el equivalente de referencia de la diafonía = $e + d + r$
 B = terminales del aparato de abonado
Aparatos de abonado perturbador y perturbado del mismo lado: paradiafonía.
Aparato de abonado perturbador de un lado y aparato perturbado del otro: telediafonía.

FIGURA 1/P.16

Subdivisión convencional del equivalente de referencia de la diafonía

2 Valores medianos del umbral de audibilidad e inteligibilidad de la diafonía vocal para la persona que escucha

Las curvas de la figura 2/P.16 representan los valores globales de los equivalentes de referencia nominales del trayecto de transmisión diafónica correspondientes a los umbrales de percepción e inteligibilidad, en función del equivalente de referencia en la recepción, con el ruido de circuito como parámetro, y un ruido ambiente insignificante o de un valor de 40 dB (espectro de Hoth y medido con la ponderación A). A los efectos de la planificación, se recomienda considerar que el ruido ambiente es insignificante.



En este ejemplo, el equivalente de referencia del efecto local para el aparato de abonado perturbado es de +13 dB.

Observación 1 - El ruido de circuito está referido a los terminales del aparato de abonado con el equivalente de referencia indicado.

Observación 2 - El equivalente de referencia en emisión de 0 dB corresponde a un nivel vocal de -10 VU.

FIGURA 2/P.16

Equivalente de referencia de la diafonía en función del equivalente de referencia en la recepción, del ruido de circuito y del ruido ambiente

Estas curvas representan valores medianos para las diversas condiciones examinadas: en cada caso, el 50% de las opiniones de los abonados se encuentran respectivamente por encima y por debajo de la curva correspondiente. Se ha observado que la desviación típica media para las personas que escuchan se encuentra en el intervalo de 4 a 6 dB, y se recomienda, a los efectos de la planificación, un valor de 5 dB.

Los resultados de los primeros experimentos (en los que se basan las curvas de la figura 2/P.16) se expresaron en términos de nivel vocal (por ejemplo, en unidades de volumen) y, sobre esa base, mostraron una concordancia recíproca satisfactoria.

Los umbrales se basan en la hipótesis de que un aparato con un equivalente de referencia en emisión de 0 dB corresponde, en la práctica, a un nivel de -10 VU en los terminales del aparato de abonado con una carga de 600 ohmios.

Sin embargo, con objeto de que los resultados puedan aplicarse directamente a la planificación de redes diseñadas y especificadas a base de equivalentes de referencia, es necesario introducir un factor c que establezca efectivamente la relación entre el nivel vocal y el equivalente de referencia en la emisión.

Se ha definido el factor de corrección c como sigue:

$$c = V_c - V_L \text{ dB}$$

siendo:

V_c = nivel vocal (dB) en las condiciones de conversación normales, en un punto determinado del circuito perturbador;

V_L = nivel vocal (dB) en el mismo punto del circuito perturbador, en condiciones correspondientes a un nivel vocal de -10 VU a la salida de una estación de abonado cuyo equivalente de referencia en la emisión es de 0 dB (es decir, que se supone que los ensayos de escucha se han efectuado con este nivel vocal);

$V_L = -(10 + a)$, si el equivalente de referencia real es a dB. Así, $c = V_c + 10 + a$.

El factor de corrección c es, por consiguiente, positivo cuando el nivel vocal en el circuito perturbador es superior al nivel correspondiente a -10 VU a la salida de una estación de abonado cuyo equivalente de referencia en la emisión es de 0 dB. Debe añadirse este factor de corrección al valor del equivalente de referencia nominal de la diafonía que se indica en la figura 2/P.16. Así, el umbral que corresponde más exactamente a las condiciones reales de funcionamiento es: $e + r + d + c = t + c$.

En general, los valores de c dependen del equivalente de referencia global y, hasta cierto punto, del ruido de circuito y del equivalente de referencia del efecto local en el circuito perturbador. Se ha efectuado una estimación de los valores típicos de c basándose en mediciones de nivel vocal efectuadas por un cierto número de Administraciones; estos valores vienen indicados con sus desviaciones típicas en el cuadro 1/P.16.

CUADRO 1/P.16
Valores medios y desviaciones típicas del factor c para varias Administraciones

Administración	Valor nominal del equivalente de referencia global del circuito perturbador dB	Nivel vocal VU	Equivalente de referencia (en la emisión) dB	Valor medio estimado \bar{c} del factor c dB	Desviación típica estimada σ_c del factor c dB
AT&T	10 20 30	-21 -17 -14	+9 +9 +9	-2 +2 +5	} 4
Suiza	35	- 8	+1	+3	4
Suecia	5 15	-16 -15	+1 +1	-5 -4	5,3 6,1
Post Office del Reino Unido	10 20 30	-17 -16 -14	+6 +6 +6	-1 0 +2	} 4,8

Como hipótesis para la evaluación práctica, se recomienda utilizar $\bar{C} = 4$ dB y $\sigma_c = 4$ dB. El valor de 4 dB para el nivel medio es alto. Así, se supone que la persona que perturba está hablando por una conexión con un elevado equivalente de referencia global.

3 Probabilidad de diafonía

Las curvas de la figura 2/P.16 representan valores medianos para las distintas condiciones. La probabilidad de diafonía en porcentaje puede determinarse para cualquier atenuación diafónica con ayuda del método descrito en el anexo A.

Aunque mantener el secreto de las comunicaciones telefónicas reviste primordial importancia, es más probable que el abonado juzgue severamente la diafonía en las llamadas locales que tengan lugar en su entorno inmediato, en las cuales las indiscreciones debidas a la diafonía pueden tener desafortunadas consecuencias sociales.

En la práctica, no tiene lugar en todos los casos una simultaneidad entre la conversación por la línea interferente y la escucha por la línea afectada (durante las pausas de la conversación). Puede encontrarse información sobre este tema, así como sobre la forma de calcular las probabilidades correspondientes, en la referencia [3].

Provisionalmente, se recomienda que las probabilidades de que los abonados encuentren diafonía potencialmente inteligible no sea peor (superior) a los valores siguientes:

- Comunicaciones por la propia central: 1 en 1000
- Otras comunicaciones: 1 en 100.

ANEXO A

(a la Recomendación P.16)

Este anexo comprende:

- 1) un ejemplo del método de cálculo;
- 2) un gráfico que muestra la probabilidad de diafonía;
- 3) un ejemplo de una conexión local.

A.1 Ejemplo del método de cálculo

Es indispensable la conexión ficticia de referencia indicada en la Recomendación G.105 [4], para poder demostrar el modo de usar la información que figura en la presente Recomendación para calcular la probabilidad de encontrar (por ejemplo) diafonía inteligible. La figura A-1/P.16, basada en la figura 3/G.105 [5] muestra dos conexiones con diafonía entre ellas, introducida por el circuito internacional.

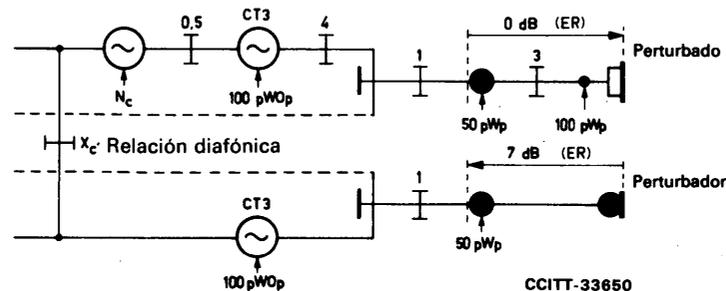


FIGURA A-1/P.16

El trayecto diáfonico de interés puede representarse como se indica en la figura A-2/P.16.

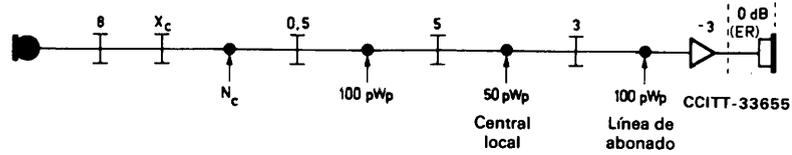


FIGURA A-2/P.16

(No se tienen en cuenta las fuentes de 50 y 100 pWp que preceden a la línea artificial X_c pues, después de atravesar ésta, su contribución al ruido es despreciable.)

Se puede simplificar aún más el esquema refiriendo todas las potencias de ruido indicadas, a la entrada de un sistema local con un equivalente de referencia de 0 dB y añadiendo (en lo posible) las distintas atenuaciones (véase la figura A-3/P.16).

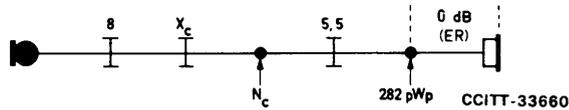


FIGURA A-3/P.16

Considerando, a título de ilustración, dos casos específicos, o sea $X_c = 58$ dB; $N_c = 500$ pW0p y $X_c = 62$ dB; $N_c = 200$ pW0p, los valores correspondientes de X global y de N total son:

Ejemplos estudiados	Valores correspondientes	
	X	N
58 dB; 500 pW0p	71,5	-63,7
62 dB; 200 pW0p	75,5	-64,7

con la disposición de la figura A-4/P.16.

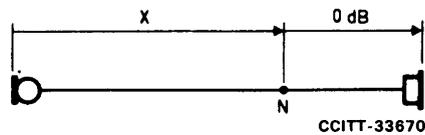
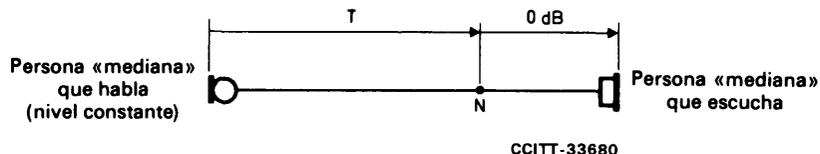


FIGURA A-4/P.16

En el cuadro A-1/P.16 figuran los valores del umbral mediano de diafonía inteligible entre una persona que habla y otra que escucha en silencio. Estos valores se han tomado de las curvas contenidas en la figura 2/P.16.

CUADRO A-1/P.16

Umbral mediano de diafonía inteligible para la persona que escucha en función del nivel de la potencia de ruido a la entrada de un extremo receptor con un equivalente de referencia de 0 dB para distintas condiciones de escucha (basados en la figura 2/P.16)



N dBmp, nivel de la potencia de ruido a la entrada de un extremo de recepción de un equivalente de referencia de 0 dB	T dB, equivalente de referencia global nominal del trayecto de diafonía		
	Ruido ambiente despreciable		Ruido ambiente de +40 dB (A) con efecto local
	Sin efecto local	Con efecto local	
-100	76,5	75,0	65,1
-95	75,7	74,5	64,9
-90	74,0	73,0	64,2
-85	72,5	72,0	64,0
-80		70,0	62,5
-75		67,0	60,5
-70		63,0	58,0
-65		59,0	55,0
-60		54,5	51,5
-55		49,5	47,5
-50		44,0	43,0

Observación - El equivalente de referencia para el efecto local es de +13 dB. Para los valores intermedios, utilícese una interpolación lineal. Se ha supuesto que el volumen sonoro de la persona que habla es de -10 VU en un extremo con un equivalente de referencia de 0 dB.

Para tener en cuenta la distribución del volumen real de los sonidos vocales de la persona que habla, es necesario utilizar un factor de corrección c que, como es característico de las redes nacionales en la actualidad, depende del usuario. Como se indica en el cuadro 1/P.16, el valor de \bar{C} se sitúa entre -6 y + 5 dB y el de σ_c entre 4 y 5 dB.

En este ejemplo utilizaremos $\bar{C} = 4$ dB y $\sigma_c = 4$ dB.

Por ahora no tenemos que tener en cuenta una distribución de los equivalentes de referencia de la diafonía, sino únicamente dos valores específicos.

La desviación típica del umbral de la persona que escucha con relación al valor de la mediana está comprendida entre 4 y 6 dB. En el presente ejemplo tomaremos el valor de $\sigma_t = 5$ dB.

Si t es el valor de umbral de una determinada persona que escucha, c el factor de corrección que tiene en cuenta el volumen sonoro de una persona que habla, y x el valor real del equivalente de referencia del trayecto de diafonía entre ellas, cuando x es menor que $t + c$ se produce diafonía inteligible. Designando por z la diferencia $x - (t + c)$, en este caso particular se produce diafonía inteligible cuando z es igual o inferior a cero.

Si x , t y c están distribuidos normalmente (o puede suponerse que lo están) con valores medios \bar{X} , \bar{T} y \bar{C} y desviaciones típicas σ_x , σ_t y σ_c , z estará también distribuida normalmente con un valor medio $\bar{Z} = \bar{X} - (\bar{T} + \bar{C})$ y una desviación típica $\sigma_z = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_t^2 + \sigma_c^2}$.

La desviación normal con $z = 0$ viene dada por \bar{Z}/σ_z , y la probabilidad de que $z \leq 0$ puede encontrarse en las tablas de la distribución normal acumulativa (cola superior de la curva normal).

Los porcentajes de probabilidad pueden tomarse de tablas ordinarias. El gráfico de la figura A-5/P.16 muestra la relación entre \bar{Z} , σ_z y la probabilidad de diafonía.

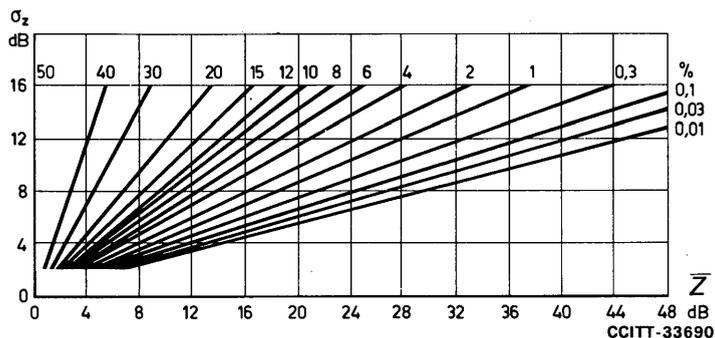


FIGURA A-5/P.16

Relación entre σ_z , \bar{Z} y la probabilidad de diafonía expresada en %

En el caso particular de 58 dB, 500 pW0p y un ruido ambiente de +40 dB(A) con un efecto local de +13 dB, $N = -63,7$ da $\bar{T} = 54,1$ (por interpolación del cuadro A-2/P.16), de modo que

$$\bar{Z} = \bar{X} - (\bar{T} + \bar{C}) = 71,5 - (54,1 + 4) = 13,4$$

y

$$\sigma_z = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_t^2 + \sigma_c^2)} = \sqrt{(0 + 25 + 16)} = \sqrt{41} = 6,4.$$

Por consiguiente, $\bar{Z}/\sigma_z = 13,4/6,4 = 2,10$, lo que corresponde a un riesgo de diafonía inteligible de 1,8%.

En el cuadro A-2/P.16 figuran los resultados de cada combinación utilizada en este ejemplo.

CUADRO A-2/P.16

Probabilidad de audición inteligible entre la persona que habla y la que escucha en silencio

($\sigma_x = 0$; $\sigma_t = 5$; $\sigma_c = 4$; $\bar{C} = 4$)

Ejemplo estudiado	Ruido ambiente de +40 dB (A); efecto local de 13 dB	Ruido ambiente despreciable; efecto local de 13 dB (o sin efecto local) ^{a)}
58 dB; 500 pW0p	1,8 %	6,7 %
62 dB; 200 pW0p	0,5 %	2,4 %

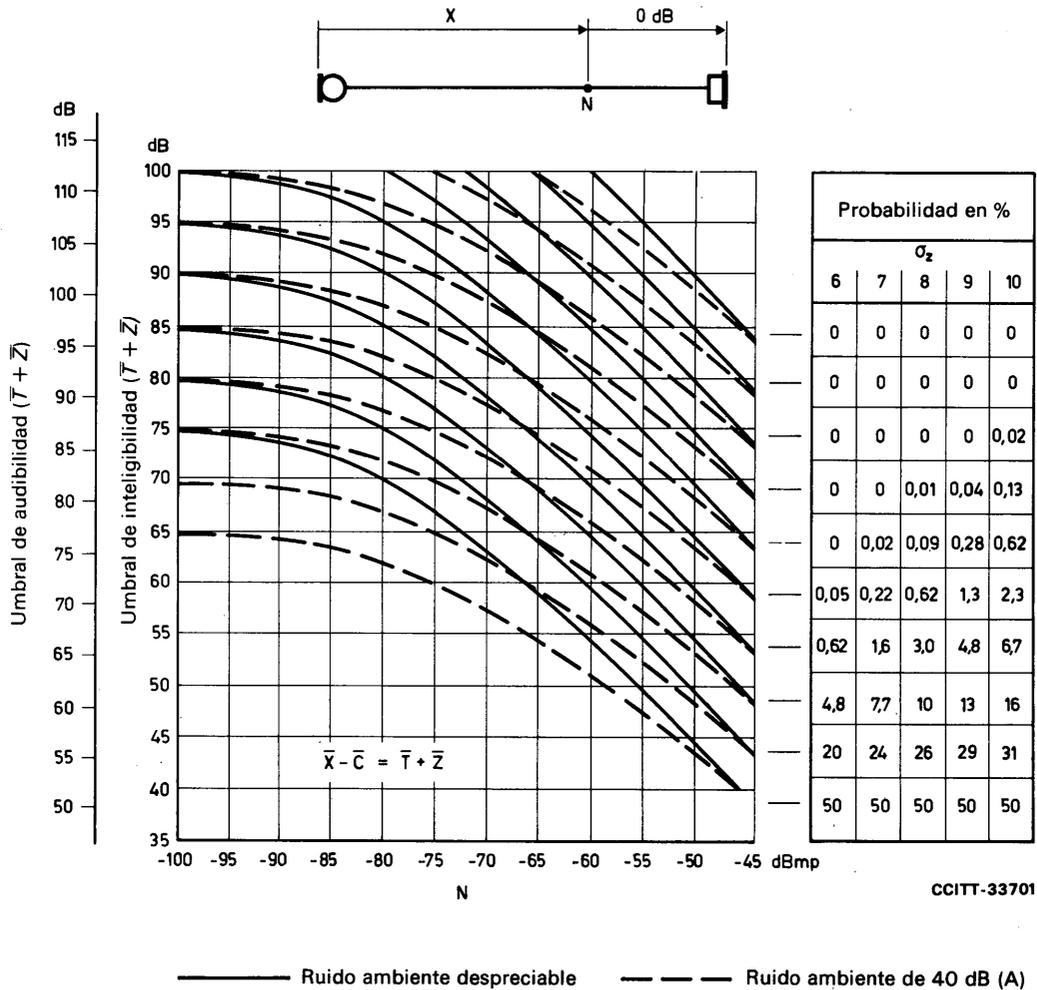
^{a)} Con los valores utilizados en el presente ejemplo, no influye para nada la ausencia o presencia o de efecto local.

Los valores indicados en el cuadro A-2/P.16 para la probabilidad de audición inteligible entre la persona que habla y la que escucha en silencio conciernen a los acoplamientos diafónicos con una desviación típica despreciable. Esos valores pueden aplicarse para determinar los límites para circuitos (por ejemplo, equipo de transferencia de canal).

En el manual citado en [6] se describe otro método para calcular la probabilidad de diafonía inteligible utilizando métodos de Montecarlo.

A.2 Gráfico general sobre la probabilidad de diafonía

El gráfico de la figura A-6/P.16 se basa en cálculos similares al del ejemplo citado en el § A.1, es decir, en la hipótesis de que las fuentes de ruido están concentradas en un solo punto a partir del cual el equivalente de referencia en la recepción es de 0 dB. Se supone también que la atenuación de la diafonía presenta una distribución gaussiana. Las curvas que representan los umbrales de audibilidad (e inteligibilidad) son de forma similar y han sido combinadas en un solo par de curvas con ordenadas diferentes.



Observación - Cada curva corresponde a un valor específico de probabilidad (%) indicado a la derecha del diagrama en función de σ_z .

FIGURA A-6/P.16

Probabilidad de diafonía (potencialmente) audible o inteligible en función de $\overline{T} + \overline{Z} = \overline{X} - \overline{C}$, N y σ para ruido ambiente de 40 dB(A) y ruido ambiente despreciable

A.3 Ejemplo de una conexión local (basado en la conexión ficticia de referencia indicada en la Recomendación G.105 [4]) (véase la figura A-7/P.16)

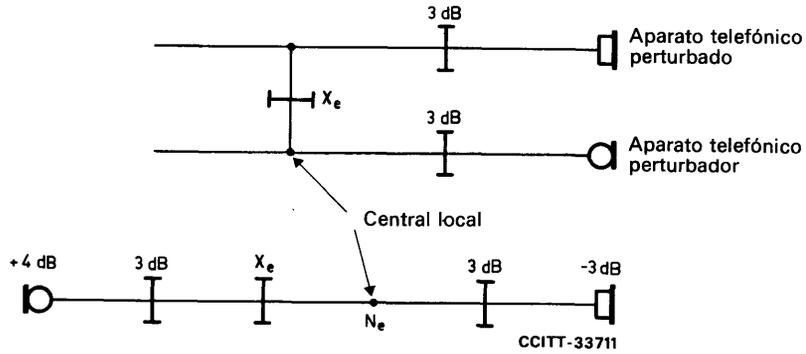
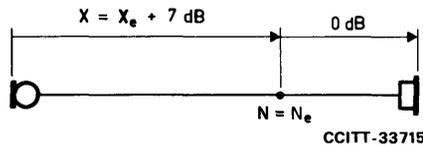


FIGURA A-7/P.16

Para este tipo de conexión se supone que el equivalente de referencia en emisión del aparato telefónico es de +4 dB y que el equivalente de referencia en recepción es de -3 dB. La desviación típica del aparato telefónico en los extremos de emisión y recepción es $\sigma_p = 2$ dB (total). Véase el cuadro A-3/P.16.



CUADRO A-3/P.16

Probabilidad de diafonía inteligible (en % para valores específicos de X_e) entre la persona que habla y la persona que escucha en silencio, para la conexión local

Ruido ambiente		Despreciable					
Potencia de ruido	N_e pW0p N_e dBm0p	100 -70		1000 -60		10 000 -50	
σ_z (total)		7	10	7	10	7	10
σ_z (diafonía)		2	7,4	2	7,4	2	7,4
X_e :	60	84	76	50	50	10	18
	62	71	69	39	42	5,8	14
	64	66	62	28	34	3,2	9,7
	66	56	54	20	27	1,6	6,7
	68	44	46	13	21	0,8	4,5
	70	34	38	7,6	16	0,34	2,9
	72	24	31	4,4	11	0,13	1,8
	74	16	24	2,2	7,9	0,06	1,1
	76	10	18	1,1	5,5	0,02	0,6
	78	6,2	13,6	0,5	3,6	0	0,35
	80	3,1	9,5	0,2	2,3	0	0,2
	82	1,6	6,7	0,1	1,4	0	0,1
	84	0,8	4,5	0,03	0,8	0	0,05
86	0,3	2,8	0,01	0,5	0	0,02	
88	0,1	1,8	0	0,3	0	0,01	
90	0,05	1,1	0	0,1	0	0	

Referencias

- [1] *Justificación de los valores de ERC que figuran en las Recomendaciones G.111 y G.121*, Tomo III, fascículo III.1, apéndice I a la sección 1, § 1.7.
- [2] Recomendación del CCITT *Diafonía lineal*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.134.
- [3] LAPSA (P. M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *B.S.T.J.*, Vol. 55, N.º 7, septiembre de 1976.
- [4] Recomendación del CCITT *Conexión ficticia de referencia para los estudios de la diafonía*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.105.
- [5] *Ibid.*, figura 3/G.105.
- [6] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 2

LÍNEAS Y ESTACIONES DE ABONADO

Recomendación P.33

ESTACIONES TELEFÓNICAS DE ABONADO EQUIPADAS DE RECEPTORES CON ALTAVOZ O MICRÓFONOS ASOCIADOS A AMPLIFICADORES

(Mar del Plata, 1968; modificada en Ginebra, 1972 y 1980)

El CCITT,

considerando

- (a) la creciente introducción en la red telefónica de estaciones telefónicas con altavoz;
- (b) la forma tan compleja en que los factores inherentes a estos equipos influyen en la calidad de la transmisión telefónica, y
- (c) que conviene ayudar a las Administraciones a fijar las condiciones en que puede autorizarse el empleo de tales estaciones en las redes telefónicas,

formula la siguiente Recomendación provisional:

(1) Para evitar la sobrecarga de los sistemas de portadoras, la potencia media a largo plazo de las corrientes vocales no deberá exceder del valor admitido para los proyectos de construcción de los sistemas de transmisión. El valor adoptado en la Recomendación G.223 [1] para el nivel absoluto de potencia media, referido al punto de nivel relativo cero, es de -15 dBm0 (potencia media de 31,6 microvatios). Se puede considerar que los aparatos telefónicos con altavoz que poseen una sensibilidad en emisión conforme con la Recomendación P.34 cumplen la presente Recomendación. Además, para evitar una diafonía excesiva debida a corrientes vocales de nivel elevado, y/o un nivel insuficiente de recepción en el caso de corrientes vocales de bajo nivel, convendrá asegurarse de que la variación de potencia de las corrientes vocales no es mucho mayor que en las estaciones de microteléfono modernas.

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

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.223.

SENSIBILIDAD DE LOS APARATOS TELEFÓNICOS CON ALTAVOZ

(Ginebra, 1980)

1 Introducción

Las sensibilidades en emisión y en recepción de los aparatos telefónicos, expresadas normalmente por valores del equivalente de referencia (ER) o del índice de sonoridad, se utilizan en la mayoría de los países en relación con sus planes nacionales de transmisión para el diseño de la red telefónica nacional.

Sin embargo, puesto que es posible cumplir Recomendaciones tales como la G.121 [1] distribuyendo de diferentes maneras los valores de equivalentes de referencia entre los aparatos telefónicos y la red, no es posible formular una Recomendación aplicable en el plano internacional que indique valores de equivalente de referencia o de índice de sonoridad de los aparatos telefónicos solamente, independientemente de que sean aparatos con microteléfono o con altavoz.

Por otra parte, es posible recomendar unos valores de sensibilidad para los aparatos telefónicos con altavoz, *relativos* a los aparatos de microteléfono normales utilizados en el país. La finalidad de tales Recomendaciones sería obtener una calidad de funcionamiento con ambos tipos de aparato telefónico, al menos en lo que concierne a la sonoridad en emisión y en recepción. Esto significa que han de tenerse en cuenta el comportamiento y las preferencias del usuario medio en lo que atañe al habla y a la escucha. Las sensibilidades relativas definidas en los § 2 y 3 se han obtenido de pruebas de calidad de funcionamiento realizadas con el objeto de cumplir este requisito.

Los otros factores importantes que influyen en la calidad de las comunicaciones telefónicas efectuadas mediante aparatos con altavoz, no pueden abordarse actualmente en recomendaciones, y se hallan en estudio en el marco de la Cuestión 17/XII [2].

2 Sensibilidad en emisión

El equivalente de referencia en emisión (ERE) de un aparato telefónico con altavoz, debe ser unos 9 dB más desfavorable que el del aparato con microteléfono correspondiente (el valor preciso dependerá del tipo de microteléfono utilizado). El índice de sonoridad deberá ser unos 5 dB más desfavorable para el aparato telefónico con altavoz que para el de microteléfono.

Observación — Las pruebas de conversación realizadas en varios países, han demostrado que se obtienen tensiones vocales comparables en la línea cuando el equivalente de referencia en emisión del aparato telefónico con altavoz es superior en 8 a 11 dB al del aparato con microteléfono utilizado.

A la diferencia de 8 a 11 dB contribuyen varios factores:

- a) El nivel vocal medio para aparatos telefónicos con altavoz es aproximadamente 3 dB más elevado que para aparatos de microteléfono.
- b) El nivel de salida de un aparato con microteléfono en condiciones de conversación, es, aproximadamente, 3-7 dB más bajo que el obtenido en la posición de conversación especificada para las mediciones del equivalente de referencia. Esta diferencia se reduce a 1-2 dB cuando se utiliza el anillo de guarda especial.
- c) Otras diferencias de menor importancia, por ejemplo, curvas diferentes de respuesta en frecuencia.

Tanto en las pruebas subjetivas, como en las objetivas, deberán observarse las distancias de medición indicadas en la figura 1/P.34.

No es necesario que la persona que habla durante la prueba se desplace entre el micrófono de referencia y el aparato telefónico con altavoz, si el obstáculo que representa el micrófono de referencia puede suponerse insignificante.

Debe asegurarse que el aparato telefónico con altavoz, accionado por la voz, esté en condiciones de emisión durante la medición de los índices relacionados con la sonoridad (equivalente de referencia en emisión o índice de sonoridad en emisión), si es necesario por medio de una fase de la portadora u otro método.

Si la sensibilidad en emisión está controlada por el nivel del ruido ambiente, la medición deberá efectuarse en una sala silenciosa. El control del nivel de ruido deberá diseñarse de tal modo que quede compensado el aumento previsto del nivel vocal al aumentar el ruido ambiente.

El nivel vocal para la medición de equivalente de referencia de teléfonos con altavoz, debería ser el mismo que se especifica para las mediciones en aparatos con microteléfono.

El abonado no tendrá ninguna posibilidad de ajustar la sensibilidad en emisión.

3 Sensibilidad en recepción

La sensibilidad en recepción de un aparato telefónico con altavoz debe ser ajustable en una gama de 15-30 dB. Esta gama debe abarcar un valor del equivalente de referencia en recepción ERR que sea igual al del aparato con microteléfono correspondiente y un valor de dicho equivalente aproximadamente 10 dB más favorable. Estos mismos valores son aplicables para los índices de sonoridad.

Observación 1 – En principio, el equivalente de referencia en recepción de los aparatos telefónicos con altavoz debe ser igual al equivalente de referencia en recepción correspondiente al aparato con microteléfono en una sala silenciosa. La gama de niveles de ruido ambiente que suele encontrarse en las aplicaciones normales de oficina exige, sin embargo, una ganancia adicional de, por lo menos, 10 dB.

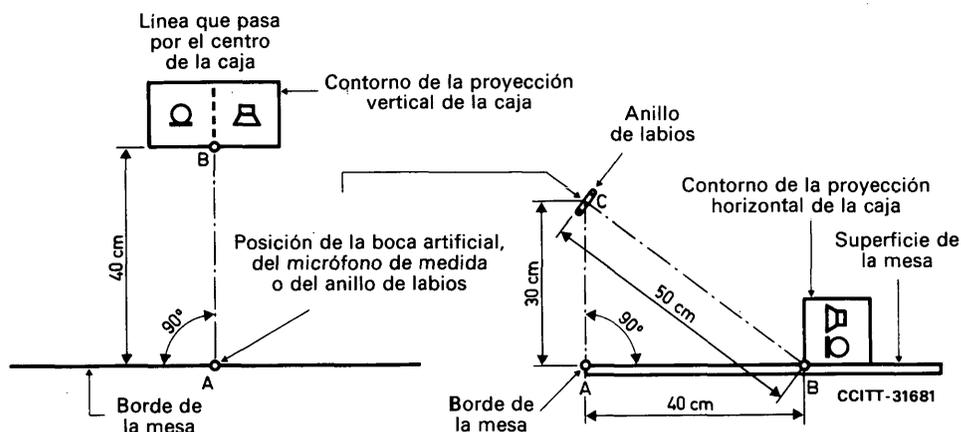
En las mediciones deberán observarse las distancias indicadas en la figura 1/P.34.

Al determinar subjetivamente índices relacionados con la sonoridad (equivalente de referencia en recepción o índice de sonoridad en recepción), el nivel de escucha debe ser el correspondiente a la condición R25, pero puede utilizarse un nivel de escucha superior en 10 dB si resulta difícil obtener el equilibrio de sonoridad con el reducido nivel de escucha especificado.

Observación 2 – El equilibrio de sonoridad en recepción puede facilitarse empleando un sistema intermedio de referencia equipado con altavoz, pero la especificación del tal sistema escapa al ámbito de aplicación de esta Recomendación.

En el caso de los aparatos telefónicos de altavoz equipados con control automático de ganancia para el nivel en recepción (estando controlada la ganancia por la tensión vocal entrante), pudieran no ser aplicables el equivalente de referencia o los índices de sonoridad. En este caso, el aparato telefónico con altavoz debería diseñarse de manera que el nivel de escucha para la línea de longitud máxima con que el aparato está destinado a utilizarse, pueda fijarse a un nivel de presión sonora de 65 dB para un ruido ambiente de 45 dB(A), o en un nivel de presión sonora de 70 dB para un ruido ambiente de 55 dB(A).

Hay que asegurarse de que el aparato telefónico con altavoz, está en el estado de recepción durante la medición.



Observación 1 - La mesa debe tener un revestimiento duro (por ejemplo, madera pulida) y una superficie de un metro cuadrado como mínimo.

Observación 2 - Si las proyecciones de la caja no son rectangulares, el punto B debe hallarse en la intersección de la línea que pasa por el centro de la caja y el contorno de la proyección vertical de la caja.

Observación 3 - En principio, la sensibilidad en recepción podría determinarse por mediciones objetivas, aunque es difícil simular o calcular los efectos de difracción que tienen lugar en torno a la cabeza de la persona que escucha. Por eso no es posible recomendar ningún método objetivo a tal efecto. El problema de la medición se estudia en el marco de la Cuestión 17/XII [2].

Observación 4 - El borde del frente de la caja debe ser perpendicular a la línea A-B.

Observación 5 - La pantalla acústica del micrófono de medida, la posición de labios equivalente de la boca artificial y el anillo de labios (es decir, los labios) deben estar en el punto C y ser perpendiculares a la línea C-B en las evaluaciones subjetivas (en emisión, en recepción, u otras pruebas subjetivas).

Observación 6 - Al realizar pruebas, las propiedades acústicas de la sala no deben tener una influencia predominante.

Observación 7 - Si se emplea esta disposición para registrar respuestas en frecuencia, puede que los efectos de difracción debidos a la mesa causen importantes valles o crestas.

Observación 8 - En algunos casos, por ejemplo, cuando el aparato telefónico con altavoz consta de dos cajas, pudiera ser adecuado colocar el aparato telefónico con altavoz en una posición distinta de la indicada en la figura. No obstante, el borde anterior del aparato telefónico con altavoz (o de las dos partes de éste) debe colocarse tangencialmente a un círculo de 40 cm de radio.

FIGURA 1/P.34

Disposición física de la prueba para mediciones subjetivas y pruebas objetivas

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121.
- [2] CCITT - Cuestión 17/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

SECCIÓN 3

PATRONES DE TRANSMISIÓN

Recomendación P.41

DESCRIPCIÓN DEL ARAEN

(modificada en Ginebra, 1980)

Un conjunto de equipos, que se halla en el Laboratorio del CCITT, se denomina, por razones históricas, ARAEN (aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez). Se usa en la constitución:

- del NOSFER, para la determinación de equivalentes de referencia (véase la Recomendación P.42), o
- del SRAEN, para la determinación de la AEN (véase la Recomendación P.44).

El ARAEN comprende tres partes principales:

- 1) el sistema de transmisión telefónica propiamente dicho, que puede subdividirse en emisor, línea y receptor;
- 2) un equipo común que suministra el ruido ambiente y circuitos de intercomunicación, y
- 3) un equipo de calibración que facilita el mantenimiento correcto del sistema de referencia.

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

El ruido ambiente se produce en forma de ruido blanco amplificando las fluctuaciones aleatorias de la corriente anódica de un tiratrón. El espectro de este ruido se ajusta al espectro medio de los ruidos observados en los locales en que se encuentran estaciones telefónicas.

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

- a) con un oído artificial, para observar el funcionamiento de los receptores de bobina móvil, y
- b) con un acoplador cerrado, para observar el funcionamiento de los micrófonos.

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

En [1] se describe el método empleado en el Laboratorio del CCITT para la calibración absoluta del ARAEN. Las calibraciones efectuadas en el Laboratorio sirven esencialmente para verificar la estabilidad de los micrófonos de bobina móvil, y la de los receptores, en condiciones especiales de medición.

Este sistema está perfectamente definido en los documentos conservados en la Secretaría y en el Laboratorio del CCITT.

1 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión está constituido esencialmente por los órganos cuyas características se indican en el cuadro 1/P.41 y cuya interconexión se realiza, según el esquema de la figura 1/P.41, por medio de un panel de conmutación de líneas.

2 Equipo que suministra el ruido ambiente y diversos circuitos de intercomunicación

Este equipo, cuyo esquema de conexiones aparece en la figura 2/P.41, comprende:

- 1) una fuente de ruido (tiratrón);
- 2) amplificadores de potencia para alimentar los altavoces;
- 3) un sonómetro, que puede introducirse por conmutación en diferentes puntos de escucha, y
- 4) un equipo telefónico de altavoces para facilitar la intercomunicación de los miembros del equipo de operadores.

3 Equipo de calibración

La figura 3/P.41 representa la disposición general del equipo electroacústico de calibración. El modo de empleo de este equipo en el Laboratorio del CCITT se describe en [1].

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

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

El bastidor a la izquierda del pupitre del operador contiene el equipo de verificación de la sensibilidad de los micrófonos y de los receptores del ARAEN por comparación con un micrófono sonda calibrado. Los principales aparatos empleados para estas operaciones son los siguientes:

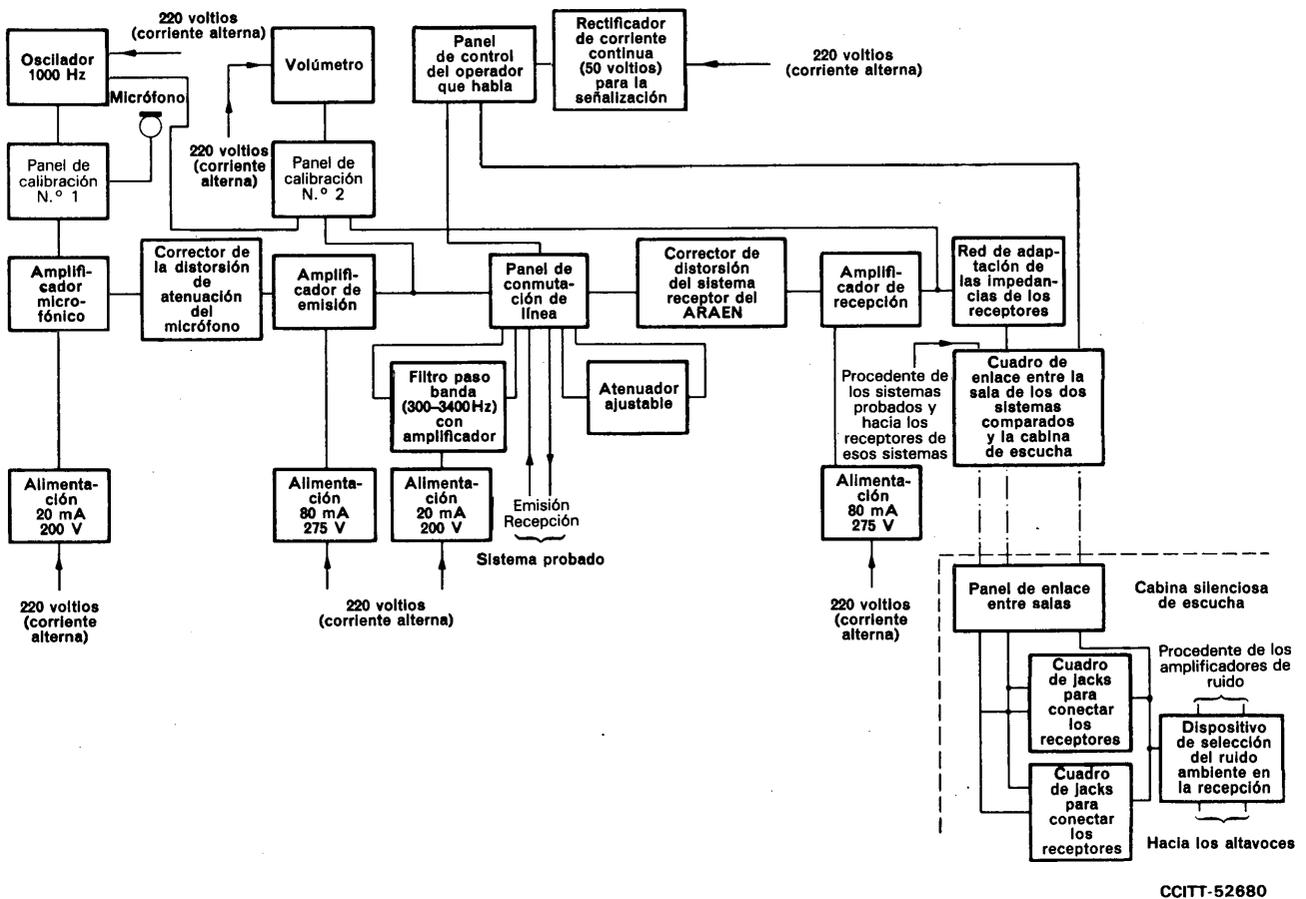
Micrófono sonda — Para calibrar el ARAEN se dispone de dos micrófonos sonda y de un amplificador-corrector de la distorsión de atenuación; la característica de funcionamiento a las diferentes frecuencias del conjunto constituido por el micrófono sonda y por el amplificador, una vez aplicada la corrección de distorsión de atenuación, es esencialmente uniforme entre unos 80 Hz y 6000 Hz.

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

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

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

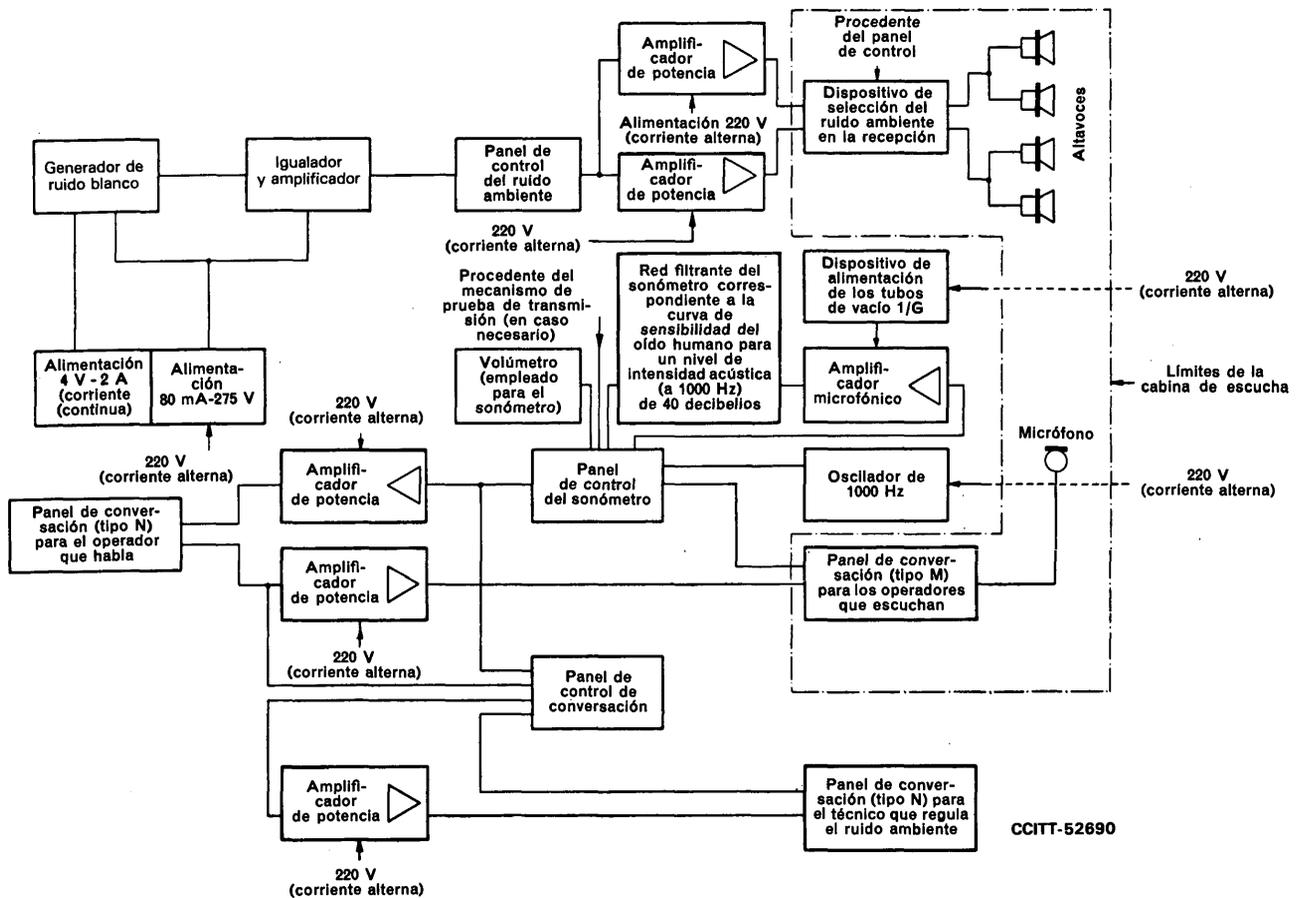
Órgano	Características de funcionamiento
Micrófono Standard Telephone and Cables, tipo 4021 E	Distorsión de atenuación $\pm 2,5$ dB en la banda de frecuencias de 80 a 6000 Hz (reducida a límites aún más estrechos por un corrector de distorsión de atenuación separado)
Amplificador microfónico	Impedancia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



CCITT-52680

FIGURA 1/P.41

Esquema del aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez (ARAEN)



Observación - El panel de conversación de tipo M es semejante al del tipo N, con la diferencia de que permite conmutar un micrófono tipo 4021A en sustitución del pequeño altavoz de bobina móvil fijado en ese panel, habitualmente empleado como micrófono.

FIGURA 2/P.41

Equipo para la producción y la medición del ruido ambiente y para las conversaciones de servicio entre operadores

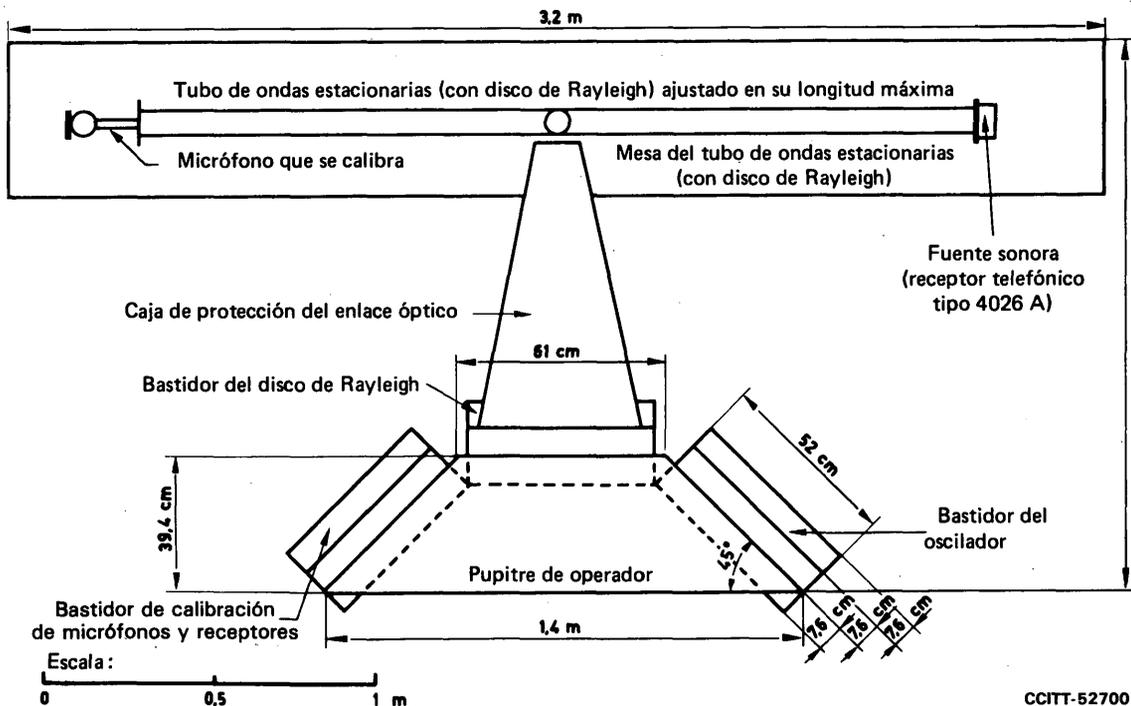


FIGURA 3/P.41

Plano del equipo de calibración de los micrófonos y receptores del ARAEN

Observación — Cuando se emplea un sistema telefónico de referencia para pruebas de nitidez, conviene a veces grabar las palabras pronunciadas por el operador a fin de ayudarle a pronunciar correctamente. Existe — y ha sido enviado al Laboratorio del CCITT — un aparato grabador apropiado que puede utilizarse conjuntamente con el micrófono y los receptores telefónicos del ARAEN. Sin embargo, este aparato no forma parte integrante del ARAEN.

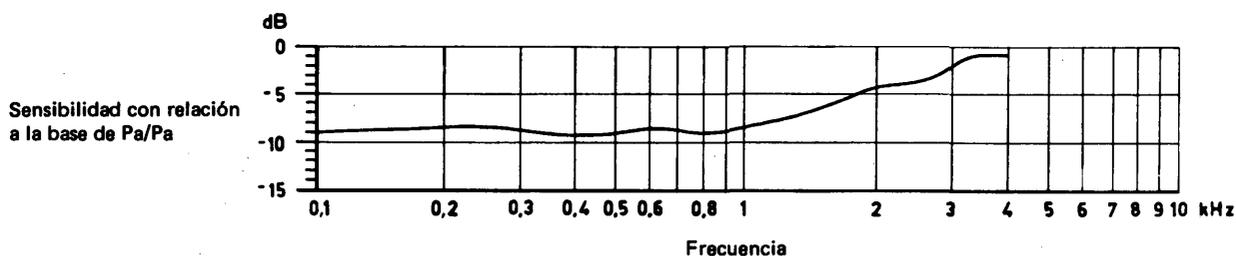
4 Eficacia teórica del ARAEN completo

El ARAEN se ha concebido de tal manera que, en la posición normalizada del micrófono (definida a continuación), el conjunto comprendido entre la boca del operador que habla y el oído del que escucha representa, desde el punto de vista acústico, un metro de aire; el ARAEN representa entonces la atenuación comprendida entre un punto situado a 33,5 cm, aproximadamente de los labios del operador que habla [posición del centro del micrófono]¹⁾ y el oído del operador que escucha, situado a un metro de los labios del operador que habla, estando el operador que escucha frente al que habla.

Si se desprecia el efecto producido en el campo acústico por la cabeza del operador que escucha, la diferencia de presión acústica entre estos dos puntos es, teóricamente:

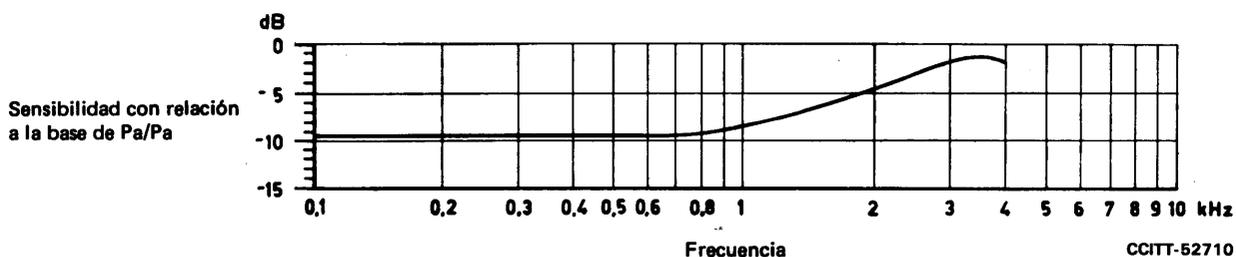
$$20 \log_{10} \frac{100}{33,5} = 9,5 \text{ dB}$$

Si se tiene en cuenta el efecto producido por la cabeza del operador que escucha, según la curva b) de la figura 4/P.41, se obtienen los valores indicados en el cuadro 2/P.41.



a) Curva característica de funcionamiento del conjunto del ARAEN con el micrófono N.º 1284 (modelo 4021 E) y un receptor telefónico típico (modelo 4026 A), sin insertar el filtro paso banda^{a)}.

Condiciones de ajuste { Ganancia del amplificador de emisión «normal»
Atenuación de la línea: 30 dB
Ganancia del amplificador de recepción «normal» + 1 dB



b) Curva característica de transmisión al aire libre a una distancia de un metro («distancia de conversación»), habida cuenta de la deformación del campo acústico introducida por la cabeza del observador que escucha (definición teórica de la curva característica del ARAEN en las susodichas condiciones de ajuste).

^{a)} Este filtro tiene por efecto producir un corte brusco a 300 y 3400 Hz; entre estas frecuencias, introduce una distorsión de atenuación suplementaria inferior a ± 0,5 dB.

FIGURA 4/P.41

Aparato de referencia para la determinación de la atenuación equivalente para la nitidez (ARAEN)

¹⁾ El borde de la rejilla de protección del micrófono se encuentra a unos 30,5 cm de los labios del operador que habla.

CUADRO 2/P.41

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

Sensibilidad del sistema emisor del ARAEN – La sensibilidad del sistema emisor se ha fijado en un valor que permita regular la potencia vocal mediante un volúmetro especificado (véase la Recomendación P.52), conectado a la salida de este sistema emisor.

La tensión vocal aplicada a la entrada de la línea y leída en el volúmetro es de 1 voltio cuando el operador habla con la «potencia vocal de referencia para el ARAEN» (véase la Recomendación P.45). En tales condiciones, la presión acústica aplicada al diafragma del micrófono es igual a 0,1 Pascales (0,1 Pa).

Sensibilidad del sistema receptor del ARAEN – La sensibilidad del sistema receptor se ha determinado convencionalmente de manera que se cumpla la condición arriba indicada (para la eficacia «aire a aire» del ARAEN), con un valor de atenuación de la línea de 30 dB.

En el cuadro 3/P.41 se indican los valores de la presión acústica (en decibelios con relación a 1 Pa/voltio) producida por un receptor cuando se aplica a la entrada de la parte eléctrica del sistema receptor una tensión de –30 dB con relación a 1 voltio, es decir, cuando se aplica al micrófono una presión de 0,1 Pa.

CUADRO 3/P.41

Frecuencia	Tensión a la entrada del sistema receptor (salida de la línea)	Atenuación total de la parte eléctrica del sistema receptor	Tensión aplicada a un receptor	Sensibilidad media del receptor	Presión acústica producida por un receptor
Hz	dB con relación a 1 voltio	dB	dB con relación a 1 voltio	dB con relación a 1 Pa/voltio	dB con relación a 1 Pa/voltio
100	–30	25,8	–55,8	26,0	–29,8
300	–30	25,2	–55,2	26,1	–29,1
1000	–30	19,5	–49,5	21,2	–28,3
2000	–30	15,4	–45,4	21,4	–24,0

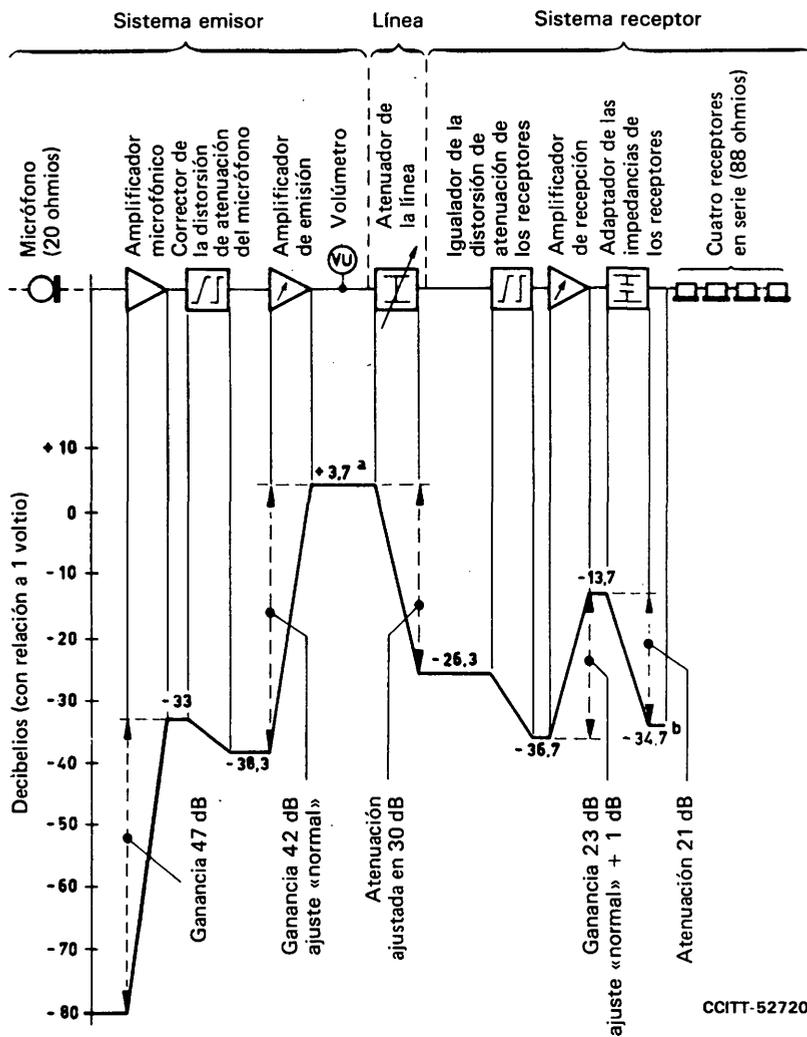
El cuadro 4/P.41 permite comparar los valores teóricos arriba indicados para la atenuación del conjunto del ARAEN con los valores reales de esta atenuación.

CUADRO 4/P.41

Frecuencia	Atenuación del conjunto del ARAEN		
	Valor teórico	Valor real	Valor real corregido para tener en cuenta la posición de la sonda en el oído artificial ^{a)}
Hz	dB	dB	dB
100	9,5	9,8	9,8
300	9,5	9,1	9,1
1000	8,5	8,3	8,3
2000	4,9	4,0	4,3

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

En la práctica, al ajustar las ganancias de los amplificadores de los sistemas emisores y receptores, es necesario tener en cuenta las diferencias entre las características de sensibilidad en función de la frecuencia individuales de los micrófonos y de los receptores. El Laboratorio del CCITT dispone de la documentación necesaria para determinar esas correcciones a base de las pequeñas variaciones de la sensibilidad de los micrófonos y de los receptores que se observan durante las mediciones de calibración. La figura 5/P.41 muestra el hipsograma del ARAEN en su posición de «ajuste normal».



- a) El volumen medido en este punto es de 0 dB (con relación a 1 voltio) cuando el micrófono está conectado y el operador habla con la potencia vocal de referencia del ARAEN.
 b) Con una tolerancia de $\pm 1,0$ dB (sin insertar el filtro paso banda).

Observación – Las condiciones de ajuste empleadas son las siguientes: amplificador de emisión: «normal»; amplificador de recepción: «normal» + 1 dB; atenuador de línea: 30 dB.

FIGURA 5/P.41

Hipsograma del ARAEN cuando se aplica al jack del micrófono una señal de medida sinusoidal de 1000 Hz a un nivel de -80 dB con relación a 1 voltio

Referencias

- [1] *Calibrado absoluto del ARAEN en el laboratorio del CCITT*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 9, UIT, Ginebra, 1969.

SISTEMAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA

(modificada en mar del Plata, 1968 y Ginebra 1980)

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

- 1) Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER).
- 2) Sistema primarios para la determinación de los equivalentes de referencia.
- 3) Sistemas patrón de trabajo.

El nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER) es el utilizado en el Laboratorio del CCITT. Antiguamente, los equivalentes de referencia se determinaban con relación al sistema fundamental europeo de referencia para la transmisión telefónica (SFERT), definido en [1].

Los valores de equivalentes de referencia determinados por comparación directa o indirecta con el SFERT, siguen siendo válidos.

En otro tiempo, se utilizaban también los sistemas de referencia para la transmisión telefónica descritos en [1].

1 Nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER)

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

1.1 Sistema emisor

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

A la salida del amplificador de emisión se inserta una red correctora, definida por las figuras 1/P.42 y 2/P.42 y los cuadros 1/P.42 y 2/P.42.

El volúmetro del ARAEN, cuyas características se indican en [2], está conectado en derivación a los terminales de salida del sistema emisor del NOSFER.

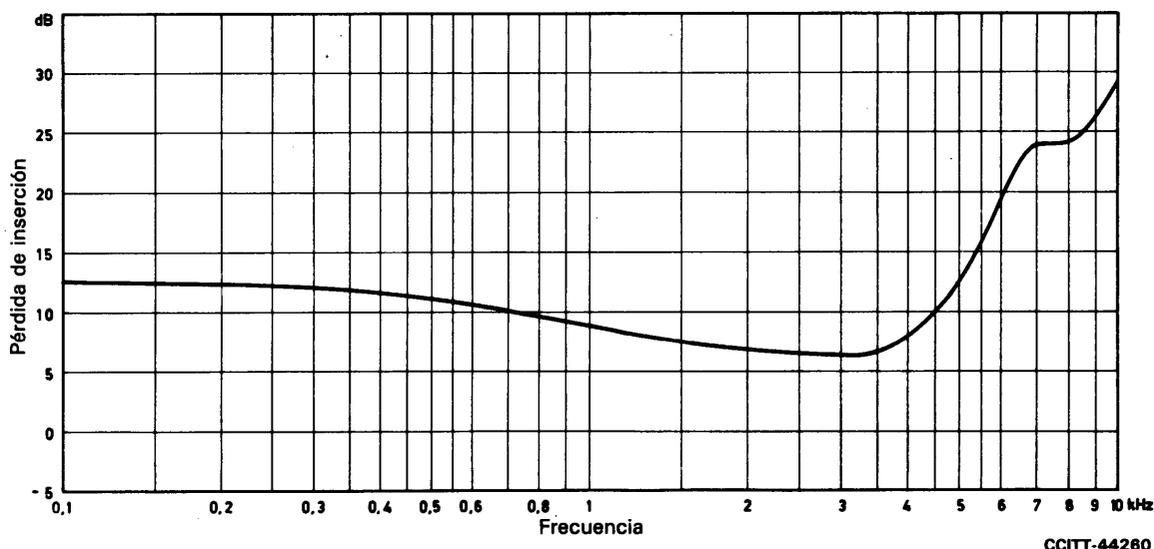


FIGURA 1/P.42

Curva característica de la pérdida de inserción (medida entre dos resistencias puras de 600 ohmios) de la red correctora del sistema emisor del NOSFER

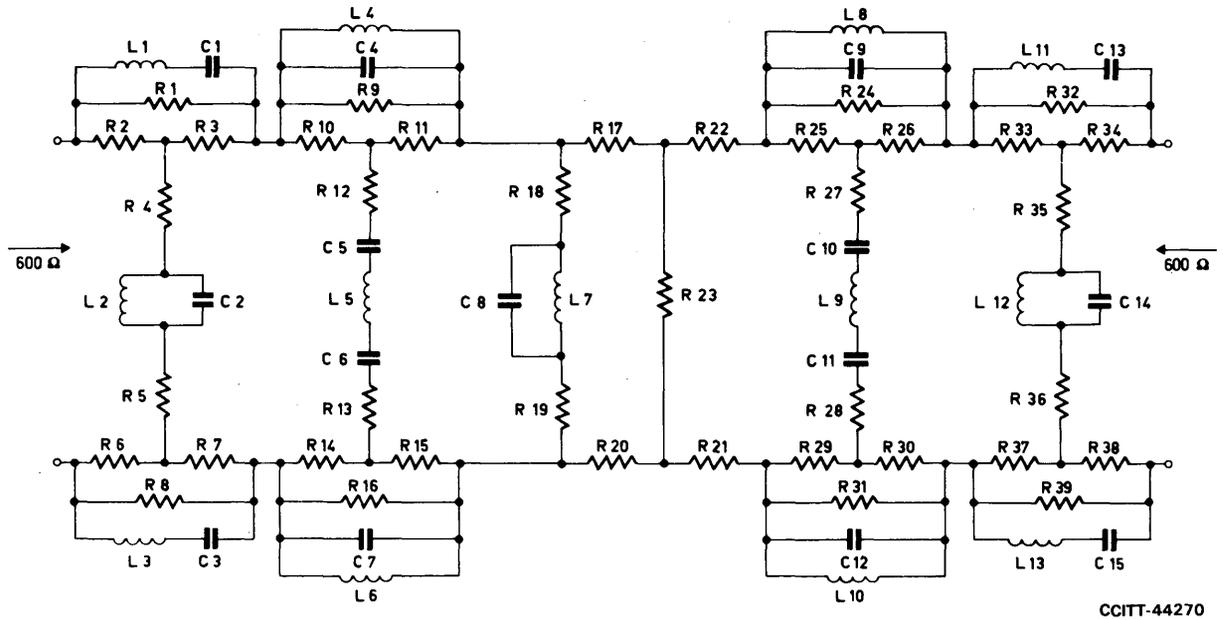


FIGURA 2/P.42

Igualador del sistema emisor del NOSFER

CUADRO 1/P.42

Pérdida de inserción del igualador del sistema emisor del NOSFER
(medida en el Laboratorio del CCITT, entre dos resistencias puras de 600 ohmios)

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

CUADRO 2/P.42

Valores de los elementos constitutivos del igualador del sistema emisor del NOSFER
(figura 2/P.42)

R			L					C			
(no inductiva)					mH	Resistencia en corriente continua en ohmios	Q a la frecuencia de resonancia (f_r)	f_r Hz			
		ohmios									
R ₁	R ₈	372	L ₁	L ₃	2,265	0,61	106	3 900	C ₁	C ₃	0,736
R ₂	R ₃	300	L ₂	L ₆	132,7	32,81	94,5	3 900	C ₂	C ₇	0,0126
R ₄	R ₅	241,5	L ₄	L ₆	9,09	2,37	209	10 000	C ₄	C ₇	0,0217
R ₆	R ₇	300	L ₅		5,01	1,31	205	10 000	C ₅	C ₆	0,101
R ₉	R ₁₆	3477	L ₇		4,04	1,02	203	10 000	C ₈		0,1475
R ₁₀	R ₁₁	300	L ₈	L ₁₀	4,33	1,10	157	6 700	C ₉	C ₁₂	0,1298
R ₁₂	R ₁₃	25,88	L ₉		23,4	5,54	159	6 700	C ₁₀	C ₁₁	0,0483
R ₁₄	R ₁₅	300	L ₁₁	L ₁₃	5,25	1,34	92,5	3 850	C ₁₃	C ₁₅	0,318
R ₁₇	R ₂₀	13,81	L ₁₂		55,8	13,94	88,5	3 850	C ₁₄		0,029
R ₁₈	R ₁₉	579									
R ₂₁	R ₂₂	13,81									
R ₂₃		6505									
R ₂₄	R ₃₁	765									
R ₂₅	R ₂₆	300									
R ₂₇	R ₂₈	113									
R ₂₉	R ₃₀	300									
R ₃₂	R ₃₉	125									
R ₃₃	R ₃₄	300									
R ₃₅	R ₃₆	722									
R ₃₇	R ₃₈	300									
Tolerancias		± 0,5 %			± 0,5 %						± 0,5 %

1.2 Sistema receptor

A la entrada del amplificador de recepción se inserta un igualador como el definido en las figuras 3/P.42 y 4/P.42 y en los cuadros 3/P.42 y 4/P.42, en lugar del igualador de distorsión del sistema receptor del ARAEN ¹⁾ (véase la figura 1/P.41). A diferencia del sistema ARAEN, en el NOSFER sólo se utiliza un receptor; los otros tres receptores se sustituyen por una resistencia de 66 ohmios.

¹⁾ En la actual constitución del ARAEN, esta red realiza dos funciones:

- corrige la distorsión de los receptores del ARAEN, y
- tiene en cuenta, para una transmisión al aire libre a una distancia igual a 1 metro de aire, la deformación del campo acústico debida a la cabeza del operador que escucha.

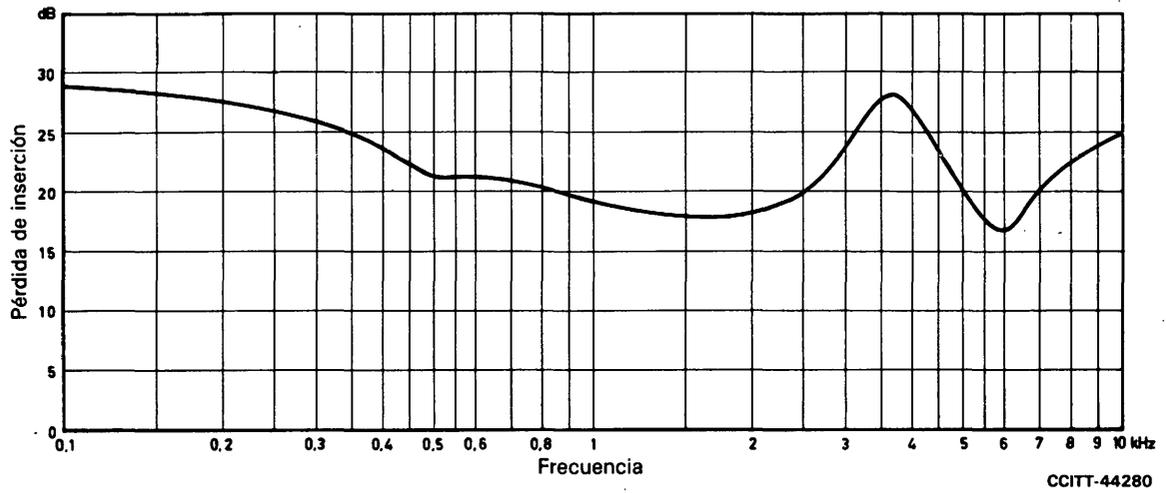


FIGURA 3/P.42

Curva característica de la pérdida de inserción (entre dos resistencias puras de 600 ohmios) del igualador del sistema receptor del NOSFER

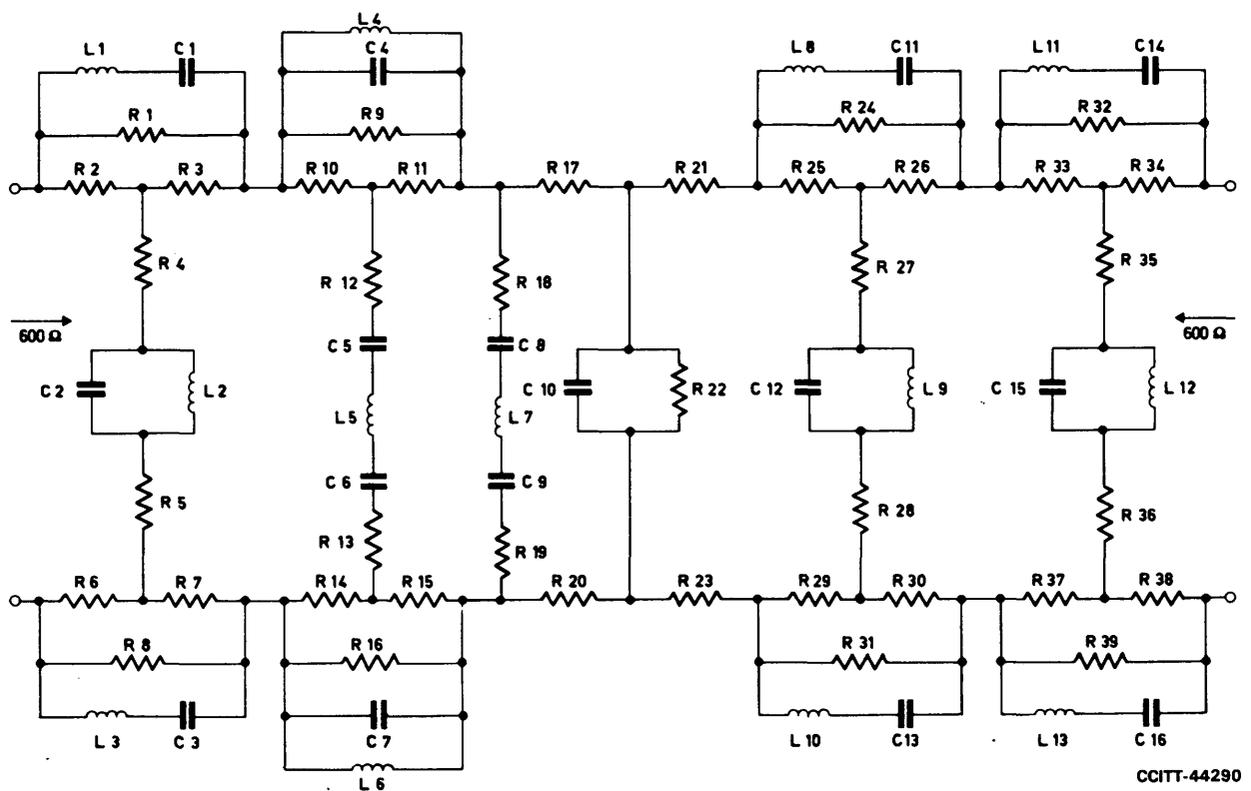


FIGURA 4/P.42

Igualador del sistema receptor del NOSFER

CUADRO 3/P.42

Pérdida de inserción del igualador del sistema receptor del NOSFER
(medida en el Laboratorio del CCITT entre dos resistencias puras de 600 ohmios)

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

CUADRO 4/P.42

Valores de los elementos constitutivos del igualador del sistema receptor del NOSFER
(figura 4/P.42)

R			L					C			
(no inductiva)					Resistencia en corriente continua en ohmios	Q a la frecuencia de resonancia (f_r)	(f_r) Hz				
	ohmios		mH						μF		
R ₁	R ₄	1071	L ₁	L ₃	10,64	2,63	50,5	2000	C ₁	C ₃	0,5956
R ₂	R ₅	300	L ₂		107,2	29,61	43,6	2000	C ₂		0,05906
R ₄	R ₅	84	L ₄	L ₆	7,975	1,90	90	3700	C ₄	C ₇	0,2318
R ₆	R ₇	300	L ₅		41,74	11,42	81,6	3700	C ₅	C ₆	0,08862
R ₉	R ₁₆	764,5	L ₇		658	167,2	71	3300	C ₈	C ₉	0,00709
R ₁₀	R ₁₁	300	L ₈	L ₁₀	18,27	5,16	122	5900	C ₁₀		0,022
R ₁₂	R ₁₃	117,8	L ₉		7,171	1,78	136	5900	C ₁₁	C ₁₃	0,03984
R ₁₄	R ₁₅	300	L ₁₁	L ₁₃	91,2	23,6	12,1	500	C ₁₂		0,1015
R ₁₇	R ₂₀	108,8	L ₁₂		200	54,34	11,4	500	C ₁₄	C ₁₆	1,111
R ₁₈	R ₁₉	1650							C ₁₅		0,5068
R ₂₁	R ₂₃	108,8									
R ₂₂		718,4									
R ₂₄	R ₃₁	411,4									
R ₂₅	R ₂₆	300									
R ₂₇	R ₂₈	218,8									
R ₂₉	R ₃₀	300									
R ₃₂	R ₃₉	100,2									
R ₃₃	R ₃₄	300									
R ₃₅	R ₃₆	898									
R ₃₇	R ₃₈	300									
Tolerancias		± 0,5 %			± 0,5 %						± 0,5 %

2 Ajuste normal del NOSFER

Ajustado el ARAEN para tener en cuenta las características del micrófono utilizado, se insertan los igualadores descritos en el § 1 precedente y se ajusta la distancia de conversación en 14 cm. La ganancia del amplificador de recepción con relación a su ajuste en el ARAEN («normal» + 1 dB) se aumenta 14 dB; no hay que modificar la ganancia del amplificador de emisión.

2.1 Sensibilidad del sistema emisor del NOSFER

Como se ha dicho, el ajuste de la ganancia del amplificador de emisión no se modifica al pasar de la constitución «sistema emisor del ARAEN» a la constitución «sistema emisor del NOSFER».

La ganancia nominal de conjunto del preamplificador del micrófono (47 dB) y del amplificador de emisión (42 dB), independientemente de la frecuencia, es de 89 dB.

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

El ajuste de la ganancia del amplificador se obtiene mediante las operaciones siguientes, descritas en el cuadro 5/P.42:

- Se toma la media aritmética de los tres valores de sensibilidad del micrófono (expresada en dB con relación a 1 voltio/Pa) medidos en el campo acústico libre a las frecuencias de 100, 300 y 900 Hz; se restan 6,1 dB, valor de la pérdida de inserción media para estas tres frecuencias del igualador del micrófono.
- Se cambia el signo del resultado de a) (para obtener el valor al que debe ajustarse la ganancia del amplificador de emisión) y se restan 89 dB (ajuste normal); se determina así la corrección que ha de efectuarse en el ajuste del amplificador de emisión.

CUADRO 5/P.42

Hz	Ganancia nominal del conjunto (preamplificador del micrófono/ amplificador de emisión) (dB)	Sensibilidad del micrófono (N.º 1292) en campo libre (dB con relación a 1 voltio/Pa)	Atenuación del igualador del micrófono (dB)	(2) - 20 - (3)	Corrección que hay que efectuar en el ajuste del amplificador de emisión (con el micrófono N.º 1292)
	1	2	3	4	5
100	89,0	-65,2	4,5	-89,7	-(-89,2) 89
300	89,0	-61,1	8,0	-89,1	
900	89,0	-63,0	5,8	-88,8	
Medias	89,0	^{a)} S _M = -63,1	6,1	-89,2	x = +0,2

$$\begin{aligned} \text{a) } \text{dBV} &= S_M - 20 \\ \text{dBV} + 47 - 6,1 + 42 + x &= 0 \end{aligned}$$

Estas correcciones han sido determinadas por la Post Office del Reino Unido. En el caso particular del micrófono N.º 1292, la corrección es de +0,2 dB. Los dos controles de la ganancia del amplificador de emisión se colocan, pues, en las posiciones «normal» y «+0,2», respectivamente.

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

En el cuadro 6/P.42 se señalan los valores característicos que definen la variación, en función de la frecuencia, de la sensibilidad del sistema emisor del NOSFER, calculados a cada frecuencia a partir del valor medio (para cierto número de micrófonos) de la eficacia en campo acústico libre.

CUADRO 6/P.42

Valores característicos de la variación, en función de la frecuencia, de la sensibilidad del sistema emisor del NOSFER, calculados a partir de los valores de la sensibilidad media de cierto número de micrófonos, medida en campo libre a 140 mm del anillo de guarda

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema emisor (con el amplificador de emisión ajustado en normal +0,4)	Sensibilidad media de cierto número de micrófonos, medida en campo acústico libre ^{a)} (dB con relación a 1 voltio/Pa)	Sensibilidad del sistema emisor en el campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/Pa) (1 + 2)
	1	2	3
80	+73,2	-66,8	6,4
100	+72,9	-65,6	7,3
120	+72,4	-64,6	7,8
200	+70,8	-62,4	8,4
300	+69,5	-61,6	7,9
400	+69,6	-61,7	7,9
500	+70,4	-61,7	8,7
600	+71,5	-61,5	10,0
700	+72,6	-62,0	10,6
800	+73,7	-62,3	11,4
900	+74,5	-62,7	11,8
1000	+75,4	-63,4	12,0
1500	+77,9	-65,8	12,1
2000	+79,2	-66,6	12,6
2500	+79,9	-67,4	12,5
3000	+80,2	-66,5	13,7
3500	+80,2	-66,0	14,2
4000	+79,1	-65,9	13,2
4500	+77,2	-65,6	11,6
5000	+74,5	-65,4	9,1
5500	+71,4	-65,9	5,5
6000	+67,5	-65,6	1,0
6500	+65,0	-64,3	0,7
7000	+62,9	-64,7	-1,8

a) Valores extraídos de la publicación citada en [4].

En el cuadro 7/P.42 se indican los valores característicos que definen la variación, en función de la frecuencia, de la sensibilidad del sistema emisor del NOSFER, determinados a partir de la sensibilidad del micrófono N.º 1292, medida en campo libre (valores suministrados por la Post Office del Reino Unido) y en el acoplador cerrado. La ganancia del amplificador de emisión se ha ajustado al valor correspondiente a dicho micrófono («normal» +0,2).

CUADRO 7/P.42

Valores característicos de la variación, en función de la frecuencia, de la sensibilidad del sistema emisor del NOSFER, calculados a partir de los valores de sensibilidad de un micrófono determinado (N.º 1292) situado a 140 mm del anillo de guarda

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema emisor (con el amplificador de emisión ajustado en normal +0,2)	Sensibilidad del micrófono N.º 1292 medida en campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/Pa)	Sensibilidad del sistema emisor en el campo acústico libre para el micrófono asociado N.º 1292 (1+2)	Sensibilidad del micrófono N.º 1292 medida en el acoplador cerrado (dB con relación a 1 voltio/Pa)	Sensibilidad del sistema emisor con el micrófono asociado N.º 1292 medida en el acoplador cerrado (1+4)
	1	2	3	4	5
80	+73,0	-66,8	6,2	-69,9	3,1
100	+72,7	-65,2	7,5	-67,7	5,0
120	+72,2	-63,9	8,3	-66,2	6,0
200	+70,6	-61,6	9,0	-63,3	7,3
300	+69,3	-61,1	8,2	-62,6	6,7
400	+69,4	-61,5	7,9	-62,6	6,8
500	+70,2	-61,1	9,1	-62,6	7,6
600	+71,3	-61,0	10,3	-62,6	8,7
700	+72,4	-61,7	10,7	-62,7	9,7
800	+73,5	-62,6	10,9	-62,8	10,7
900	+74,3	-63,0	11,3	-63,0	11,3
1000	+75,2	-63,2	12,0	-63,2	12,0
1500	+77,7	-65,6	12,1	-64,6	13,1
2000	+79,0	-66,7	12,3	-65,8	13,2
2500	+79,7	-67,8	11,9	-66,2	13,5
3000	+80,0	-66,6	13,4	-65,9	14,1
3500	+80,0	-65,3	14,7	-65,3	14,7
4000	+78,9	-65,0	13,9	-65,0	13,9
4500	+77,0	-64,9	12,1	-64,6	12,4
5000	+74,3	-64,7	9,6	-64,1	10,2
5500	+71,2	-66,0	5,2	-63,0	8,2
6000	+67,3	-64,8	2,5	-59,2	8,1
6500	+64,8	-63,2	1,6	-56,6	8,2
7000	+62,7	-64,7	-2,0		

El cuadro 8/P.42 contiene información sobre la sensibilidad del sistema emisor, determinada a base de las mediciones efectuadas en la cámara anecoica con la boca artificial utilizada por la Administración suiza, estando colocado el micrófono a 14 cm de la boca, con la rejilla en posición horizontal. La presión acústica se midió antes de colocar el micrófono en posición.

La boca artificial se describe en [3].

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

CUADRO 8/P.42

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema emisor (dB)	Sensibilidad del micrófono N.º 1292 medida en campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/Pa)	Sensibilidad del sistema emisor en el campo acústico libre (dB con relación a 1 voltio/Pa) (1 + 2)
	1	2	3
100	+72,7	-65,6	7,1
200	+70,6	-62,9	7,7
300	+69,3	-62,4	6,9
400	+69,4	-62,9	6,5
500	+70,2	-63,6	6,6
600	+71,3	-63,7	7,6
700	+72,4	-63,6	8,8
800	+73,5	-63,6	9,9
900	+74,3	-64,4	9,9
1000	+75,2	-64,8	10,4
1100	+75,9	-65,2	10,7
1200	+76,5	-65,7	10,8
1300	+77,0	-65,7	11,3
1400	+77,3	-66,2	11,1
1500	+77,7	-66,3	11,4
1800	+78,7	-67,3	11,4
2000	+79,0	-67,3	11,7
2200	+79,2	-67,6	11,6
2500	+79,7	-67,0	12,7
2700	+79,8	-67,4	12,4
3000	+80,0	-66,4	13,6
3300	+80,0	-66,6	13,4
3500	+80,0	-69,6	10,4
4000	+78,9	-64,9	14,0
4500	+77,0	-64,8	12,2
5000	+74,3	-67,1	7,2
5500	+71,2	-67,2	4,0
6000	+67,3	-64,0	3,3
6500	+64,8	-	-
7000	+62,7	-62,7	0,0
8000	+62,4	-67,0	-4,6
10000	+56,9	-72,6	-15,7

En la figura 5/P.42 se indican las características de sensibilidad en función de la frecuencia del sistema emisor del NOSFER, calculadas a base de los valores de sensibilidad del micrófono medidos en diferentes condiciones de calibración.

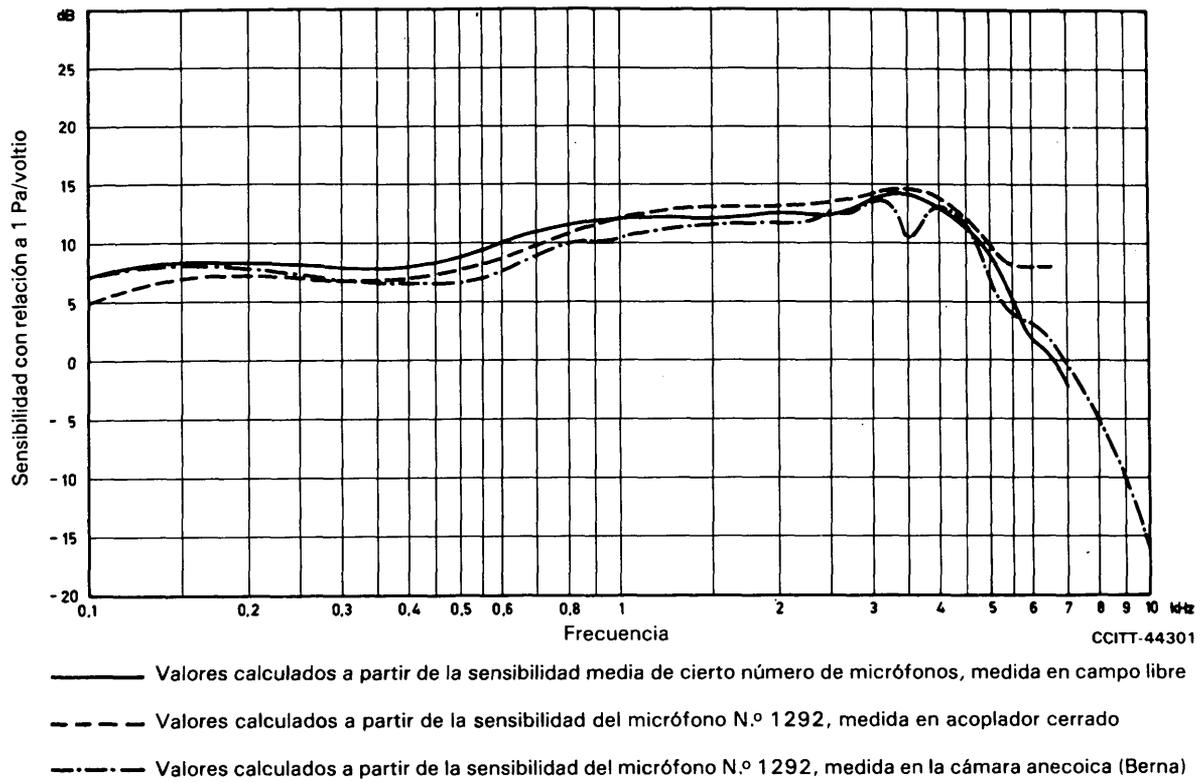


FIGURA 5/P.42

Curva característica de funcionamiento del sistema emisor del NOSFER

2.2 Sensibilidad del sistema receptor del NOSFER

Los dos controles de ganancia del amplificador de recepción se ajustan, respectivamente, en las posiciones «+14 dB» y «+1 dB». La ganancia nominal del amplificador de recepción del sistema receptor del NOSFER se ajusta al valor fijo de 37 dB.

En el cuadro 9/P.42 (columna 5), se dan los valores característicos de la sensibilidad del sistema receptor del NOSFER. Los valores de sensibilidad del receptor considerado en los cálculos se han extraído de la publicación citada en [4].

CUADRO 9/P.42

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor (terminada en 88 ohmios)	Corrección de 12 dB a la salida del adaptador de impedancias de los receptores (cuatro receptores en serie)	Sensibilidad media, -1 dB, de un receptor (dB en relación a 1 Pa/voltio)	Sensibilidad nominal del sistema receptor (dB con relación a 1 Pa/voltio) (1) + (2) + (3)
	1	2	3	4
80	-12,5	-12,0	25,4	0,9
100	-12,2		26,0	1,8
120	-12,0		26,3	2,3
200	-10,8		26,6	3,8
300	-8,8		26,1	5,3
400	-6,9		25,3	6,4
700	-4,0		23,1	7,1
1000	-2,8		21,2	6,4
1500	-1,2		20,0	6,8
2000	-1,1		21,4	8,3
2500	-3,0		23,3	8,3
3000	-6,7		25,9	7,2
3500	-11,2		27,8	4,6
4000	-10,7		27,9	5,2
4500	-7,0		27,0	8,0
5000	-3,7		25,5	9,8
5500	-2,0		26,3	12,3
6000	-0,3		28,2	15,9
6500	-1,9		32,0	18,1
7000	-3,8	-12,0	35,2	19,4
Media de las sensibilidades a las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz			23,7	5,4

Dichos valores corresponden a la sensibilidad media, menos 1 dB, de cierto número de receptores. La sensibilidad nominal media de un receptor, a las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz, se ha fijado en 23,7 dB, con relación a 1 Pa/voltio.

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

Cuando la característica de un receptor está dentro de los límites fijados, se adapta al receptor un atenuador especial variable por pasos de 0,25 dB, de modo que el valor medio de su sensibilidad a las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz sea igual a +23,7 dB \pm 0,4 dB con relación a 1 Pa/voltio.

En el cuadro 10/P.42 se indican los valores característicos que definen la sensibilidad del sistema receptor del NOSFER con el juego de los cuatro receptores diferentes que posee el Laboratorio del CCITT.

La figura 6/P.42 muestra las características de sensibilidad en función de la frecuencia del sistema receptor del NOSFER.

2.3 Hipsograma del NOSFER

La figura 7/P.42 ilustra el hipsograma teórico del NOSFER.

CUADRO 10/P.42

Hz	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor (terminada en los cuatro receptores en serie)	Ganancia de la parte eléctrica del sistema receptor relativa a cada canal de escucha (cuatro receptores en serie)				Sensibilidad de los receptores (dB con relación a 1 Pa/voltio)				Sensibilidad del sistema receptor con cada uno de los cuatro receptores (dB con relación a 1 Pa/voltio)				Medias de las sensibilidades del sistema receptor con los cuatro receptores (dB con relación a 1 Pa/voltio)
		Receptores N.ºs				Receptores N.ºs				Receptores N.ºs				
		936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	
100	-12,3	-24,3	-24,4	-25,0	-24,8	25,0	25,5	25,5	27,5	0,7	1,1	0,5	2,7	1,2
200	-11,0	-22,7	-22,8	-23,2	-23,1	26,1	26,9	26,6	26,4	3,4	4,1	3,4	3,0	3,5
300	-9,3	-20,9	-21,0	-21,7	-21,6	25,5	26,0	25,1	25,6	4,6	5,0	3,4	4,0	4,2
400	-7,3	-18,9	-19,0	-19,8	-19,7	25,2	25,4	26,2	25,1	6,3	6,4	5,4	5,4	5,9
500	-5,0	-16,6	-16,7	-17,3	-17,2	24,5	24,5	24,5	23,5	7,9	7,0	7,2	6,3	7,3
600	-4,8	-16,4	-16,6	-17,1	-17,0	23,9	24,0	23,8	23,5	7,5	7,4	6,7	6,5	7,0
700	-4,4	-16,0	-16,2	-16,8	-16,7	23,5	23,5	23,0	23,0	7,5	7,3	6,2	6,0	6,8
800	-3,8	-15,4	-15,6	-16,2	-16,1	22,7	22,7	22,4	22,0	7,3	7,1	6,2	5,9	6,6
900	-3,2	-14,8	-15,0	-15,7	-15,5	22,4	22,2	22,0	21,5	7,6	7,2	6,3	6,0	6,8
1000	-2,7	-14,3	-14,4	-15,0	-14,9	22,0	21,8	21,5	21,0	7,7	7,4	6,5	6,1	6,9
1100	-2,3	-13,9	-14,0	-14,7	-14,6	21,5	21,5	21,0	20,7	7,6	7,5	6,3	6,1	6,9
1200	-1,8	-13,5	-13,6	-14,3	-14,2	21,0	21,0	20,7	20,5	7,5	7,4	6,4	6,3	6,9
1300	-1,6	-13,2	-13,3	-14,0	-13,9	21,0	21,0	20,6	20,1	7,8	7,7	6,6	6,2	7,1
1500	-1,1	-12,8	-12,9	-13,6	-13,4	20,7	20,8	20,5	19,4	7,9	7,9	6,9	6,0	7,2
1800	-1,0	-12,7	-12,8	-13,4	-13,3	20,7	20,5	19,7	19,0	8,0	7,7	6,3	5,7	6,9
2000	-1,2	-12,7	-12,9	-13,6	-13,5	21,4	21,2	20,5	19,9	8,7	8,3	6,9	6,4	7,6
2100														
2400														
2500	-2,8	-14,8	-14,5	-15,1	-15,0	22,9	23,1	22,2	21,8	8,1	8,6	7,1	6,8	7,6
2700	-4,0	-15,6	-15,8	-16,4	-16,3	24,0	24,5	23,5	23,0	8,4	8,7	7,1	6,7	7,7
3000	-6,5	-18,0	-18,2	-18,9	-18,9	25,8	26,2	25,2	24,5	7,8	8,0	6,3	5,6	6,9
3300	-9,2	-20,7	-20,9	-21,6	-21,6	27,5	28,0	27,0	26,5	6,8	7,1	5,4	4,9	6,0
3600	-11,0	-22,6	-22,8	-23,5	-23,4	28,5	29,0	28,0	28,0	5,9	6,2	4,5	4,6	5,3
4000	-10,0	-21,7	-21,9	-22,6	-22,3	28,8	28,7	28,2	28,7	7,1	6,8	5,6	6,4	6,5
4500	-6,8	-18,4	-18,6	-19,2	-18,9	28,0	28,1	27,5	28,7	9,6	9,5	8,3	9,8	9,3
5000	-3,8	-15,4	-15,6	-16,2	-16,0	26,2	26,3	25,8	27,8	10,8	10,7	9,6	11,8	10,7
6000	-0,2	-11,8	-12,0	-12,6	-12,4	29,9	29,9	28,8	32,4	18,1	17,9	16,2	20,0	18,0
7000	-3,4	-15,0	-15,1	-15,8	-15,7									
	Medias de las sensibilidades a las frecuencias de 100, 300, 1000 y 2000 Hz					23,5	23,6	23,2	23,5	5,4	5,4	4,3	4,8	5,0
	Atenuación suplementaria					b = 1,5 dB	b = 1,5 dB	b = 2,0 dB	b = 2,0 dB					

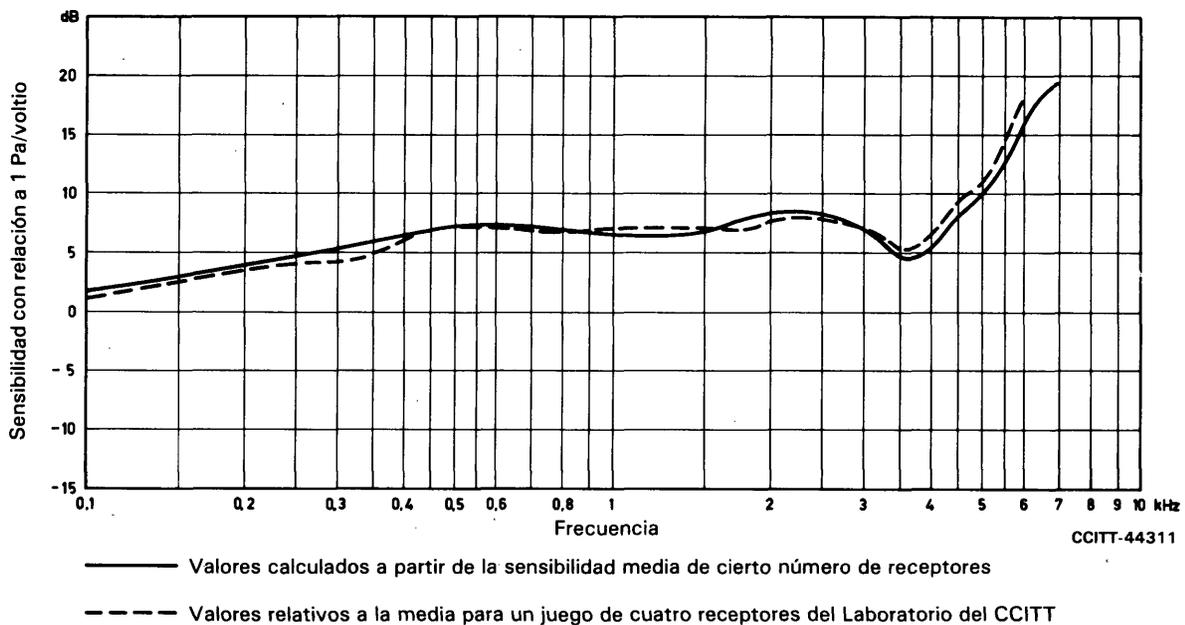
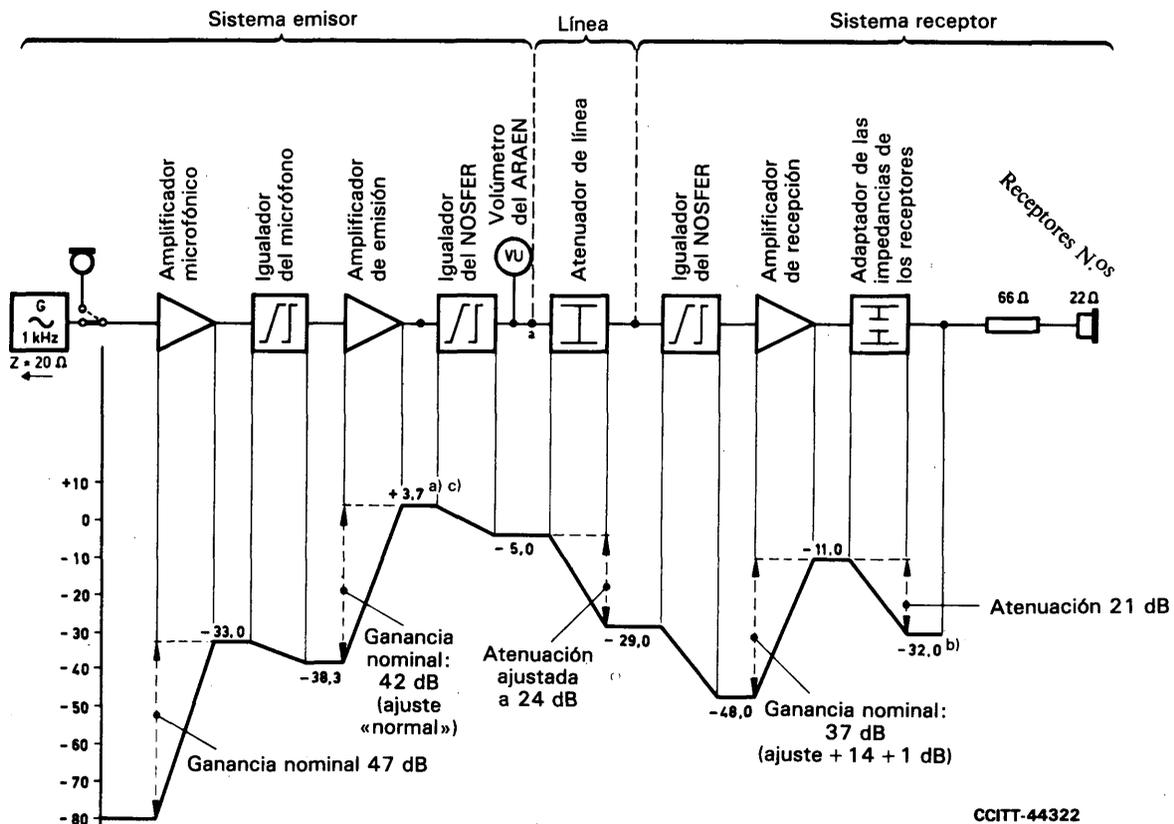


FIGURA 6/P.42

Características de sensibilidad en función de la frecuencia del sistema receptor del NOSFER (valores calculados a partir de la calibración de los receptores con el oído artificial del ARAEN)



- a) El volumen medido en este punto con el volúmetro del ARAEN es de -10 dB (con relación a 1 voltio) cuando el operador habla con la potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas.
 b) Con una tolerancia de $\pm 0,3$ dB (valor determinado a partir de mediciones escalonadas de mantenimiento a lo largo de un periodo de seis meses).
 c) Este valor, así como los valores de los niveles medidos en los diferentes puntos siguientes de la cadena de transmisión, dependen del micrófono que se emplee. (Véanse el § 2.1 y la referencia [5]. Ajuste de la ganancia del amplificador de emisión.)

Observación - Las condiciones de ajuste empleadas son las siguientes: amplificador de emisión: «normal»; amplificador de recepción: «14 dB + 1 dB»; atenuador de línea: 24 dB.

FIGURA 7/P.42

Hipsograma del NOSFER cuando se aplica al jack del micrófono un generador con una impedancia interna de 20 ohmios que da una señal de medida sinusoidal de 1000 Hz con un nivel de -80 dB con relación a 1 voltio

3 Potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas

El volúmetro utilizado hasta ahora en el ARAEN está conectado a la salida del sistema emisor del NOSFER. Los controles de la sensibilidad del volúmetro deben ajustarse a -10 dB y el operador hablará ante el micrófono del sistema emisor del NOSFER con la potencia vocal necesaria para que la aguja del instrumento indicador llegue a la marca. Esa potencia vocal es la «potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas». El volumen (de los sonidos vocales) correspondiente a esta potencia vocal normal es el «volumen normal para las mediciones telefonométricas».

4 Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia

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

- a) un sistema constituido por una réplica del NOSFER;
- b) un sistema que responde a la descripción dada en [6].

Se supone:

- 1) que tal sistema está definido por una descripción detallada que comprende el método apropiado de calibración objetiva de los parámetros físicos del sistema;
- 2) que este sistema ha sido comparado directa o indirectamente con el nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia.

La verificación indirecta de un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia puede efectuarse midiendo el equivalente de referencia de sistemas emisores o receptores estables, por un lado con el sistema primario considerado y, por otro, con el NOSFER.

5 Sistemas patrón de trabajo

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

En los anexos A y B a la presente Recomendación se describen sistemas patrón de trabajo, con fines informativos.

Antes de ponerse oficialmente en servicio, todo sistema patrón de trabajo que no haya sido ya comparado con el SFERT ha de compararse con el NOSFER o con un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia.

Esta comparación tiene por objeto definir las calidades de transmisión del elemento del sistema patrón de trabajo considerado, con relación a las del elemento correspondiente del NOSFER o del sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia. Hay que indicar en particular en cuántos decibelios es el sistema emisor o el sistema receptor del sistema patrón de trabajo inferior o superior al sistema emisor o al sistema receptor del NOSFER (o del sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia).

El método de medición utilizado en el Laboratorio del CCITT es el llamado «de dos operadores con atenuación secreta» (véase la Recomendación P.72).

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

Los montajes utilizados para la calibración del sistema emisor o del sistema receptor del sistema patrón de trabajo se representan en las figuras 8/P.42 y 9/P.42, respectivamente.

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

La atenuación de la primera de estas líneas A varía de 0 a 34 dB por pasos de 1 dB. La atenuación de la segunda línea S , que puede variar también entre 0 y 34 dB, por pasos de 1 dB, introduce la atenuación «secreta»: el operador que escucha no conoce su valor ni el establecido para la atenuación de la línea A . La atenuación total $A + S$ puede variar entre 24 y 34 dB. La tercera línea E , llamada «línea de equilibrio», está a disposición del operador que escucha y sirve para realizar el equilibrio sonoro.

Un conjunto de conmutadores (véanse las figuras 8/P.42 y 9/P.42) accionados simultáneamente asegura la conmutación necesaria para la comparación telefonométrica.

Un volúmetro (utilizado en el del ARAEN) permite al operador que habla alcanzar y mantener el volumen normal para las mediciones telefonométricas, definido en el § 3. Los equivalentes de referencia del sistema emisor y del sistema receptor del sistema patrón de trabajo considerado se obtienen a base de la media de cierto número de mediciones telefonométricas denominadas «equilibrios elementales».

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

5.1 Medición de un sistema emisor (figura 8/P.42)

Cada equilibrio elemental lo realizan dos operadores. El operador que habla pronuncia alternativamente ante cada micrófono una frase convencional²⁾; la atenuación secreta se ajusta en un valor determinado.

El valor total de la atenuación insertada entre el sistema emisor medido y el sistema receptor del NOSFER varía entre 24 dB y 34 dB (según el valor de la atenuación de la línea «secreta»). En el Laboratorio del CCITT se utiliza este método, a fin de dejar un mayor margen de variación para la atenuación de la «línea de equilibrio», lo que se ha revelado necesario con aparatos cuyo equivalente de referencia se aproxima al del sistema patrón: la suma $S + A$ de las atenuaciones de las líneas S y A varía entre 24 dB y 34 dB; así, la atenuación de la línea «secreta» S puede variar entre 0 y 34 dB.

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

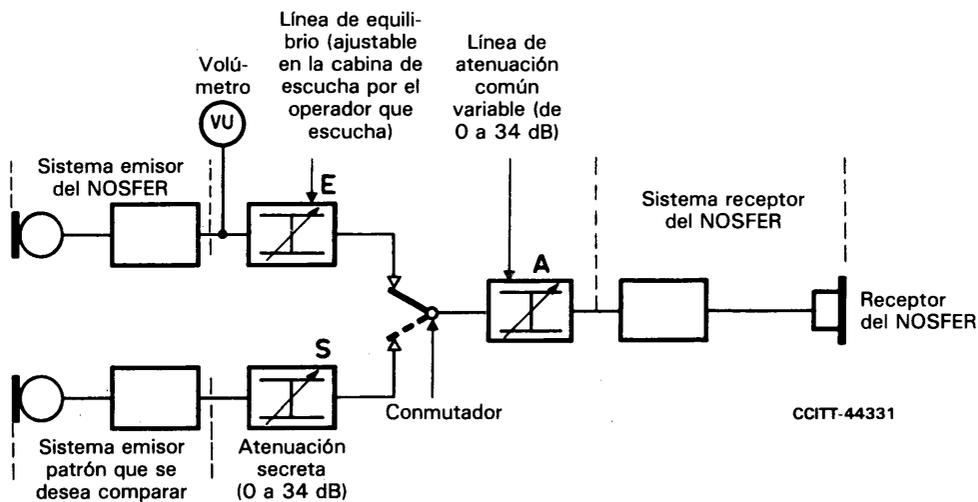


FIGURA 8/P.42

Comparación de un sistema emisor patrón con el sistema emisor del NOSFER (método de dos operadores con atenuación secreta)

5.2 Medición de un sistema receptor (figura 9/P.42)

Cada equilibrio elemental lo realizan dos operadores. El operador que habla repite en un tono normal, a la velocidad normal de conversación y conservando el «volumen normal para las mediciones telefonométricas», las frases convencionales, ante el micrófono del sistema emisor del NOSFER. Manipula los conmutadores para conectar sucesivamente el sistema emisor del NOSFER al sistema receptor del NOSFER o al sistema receptor del sistema patrón de trabajo. El operador escucha sucesivamente con los dos receptores (el del NOSFER y el del sistema patrón de trabajo que se prueba). Ajusta, además, la línea de equilibrio de que dispone a fin de igualar las impresiones sonoras con cada uno de los dos receptores. En esta prueba, el Laboratorio utiliza la misma técnica que para el ajuste de las líneas de atenuación S y A , indicada en el § 5.1.

²⁾ En el Laboratorio del CCITT, la frase convencional es la siguiente: Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun.

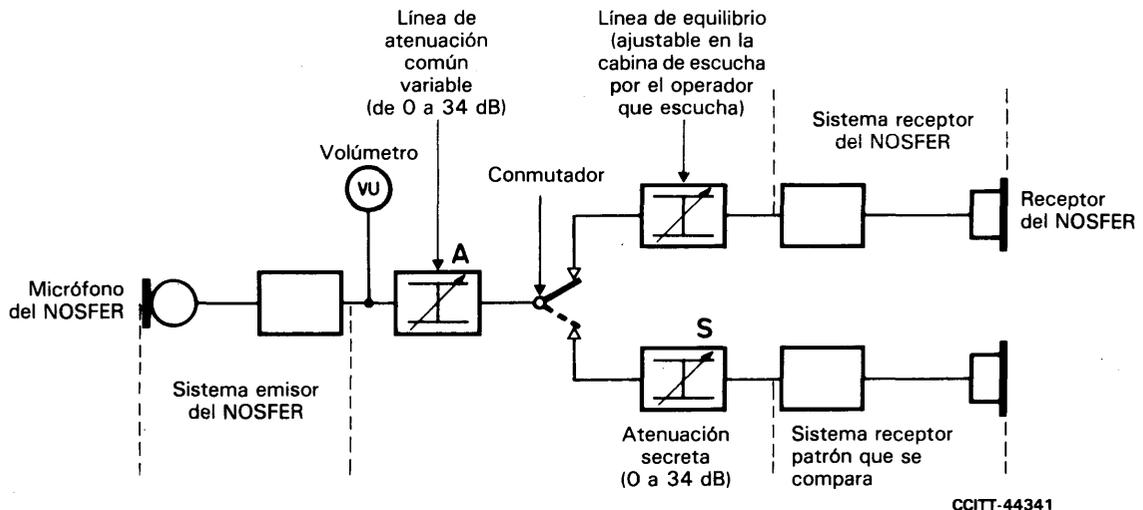


FIGURA 9/P.42

Comparación de un sistema receptor patrón con el sistema receptor del NOSFER (método de dos operadores con atenuación secreta)

5.3 Inscripción de los resultados y análisis estadístico de las pruebas

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

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

Observación — En [7] se describe otro método para el análisis de las mediciones de eficacia de la sonoridad.

5.4 Medición de la resistencia del micrófono

Cuando el sistema emisor que ha de medirse comprende un micrófono de carbón (sistema SETAB o sistema SETAC), la resistencia del micrófono se mide durante la prueba vocal por el método del voltímetro-amperímetro. El voltímetro y el amperímetro utilizados son de un modelo con una gran amortiguación.

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

5.5 Calibración periódica de los sistemas patrón de trabajo

Es necesario comparar periódicamente los sistemas patrón de trabajo con la base telefónica internacional constituida por el NOSFER o por un sistema primario para la determinación de los equivalentes de referencia. Las instrucciones para el envío de estos aparatos figuran en la Recomendación P.43.

ANEXO A

(a la Recomendación P.42)

Reglas relativas a la constitución de sistemas patrón de trabajo con estaciones de abonado (SETAB)

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

La línea insertada entre el sistema emisor y el sistema receptor ha de tener una atenuación mínima de 15 dB, y una impedancia de 600 ohmios.

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

Es indispensable, por supuesto, que los micrófonos y los receptores se ajusten a determinadas condiciones para poder considerarlos como micrófonos y receptores patrón. A estos efectos, las Administraciones que no lo hayan hecho aún podrán enviar al Laboratorio del CCITT seis microteléfonos cuya estabilidad haya quedado demostrada en pruebas previas efectuadas a lo largo de un periodo de seis meses.

El Laboratorio del CCITT medirá primero las características de sensibilidad en función de la frecuencia para apreciar la calidad de esos aparatos; luego, a intervalos de dos semanas, realizará cinco mediciones de equivalente de referencia en la emisión y en la recepción para verificar la estabilidad de los microteléfonos.

Después de estas mediciones preliminares, el Laboratorio del CCITT escogerá, entre los seis microteléfonos de igual tipo que se le hayan enviado, tres destinados a servir de patrón en la emisión, y tres destinados a servir de patrón en la recepción. La calibración de los aparatos así seleccionados se efectuará en las siguientes condiciones:

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

ANEXO B

(a la Recomendación P.42)

Descripción de un sistema patrón de trabajo con micrófono y receptor electrodinámico (SETED)

El sistema patrón de trabajo SETED ha sido concebido originalmente para ser utilizado como sistema de referencia para el cálculo de índices de sonoridad y para pruebas de la nitidez (AEN). En [8] figura su descripción detallada. En esencia, se compone de un trayecto vocal calibrado que presenta una característica de frecuencia parecida a la de un trayecto de un metro de aire, comprendido el efecto de obstáculo de la cabeza humana, pero limitado a la banda 300-3400 Hz. Utiliza un micrófono de bobina móvil especialmente concebido para que se hable cerca de él. Está bien protegido contra los efectos de la humedad de la respiración. Para normalizar la posición de los labios, se ha adaptado al micrófono un anillo de guarda colocado a 25 mm del micrófono.

El SETED está provisto de los medios necesarios para la calibración absoluta de sus micrófonos y de sus receptores telefónicos, para lo que utiliza un micrófono de cuarzo calibrado. En estos últimos años, los micrófonos de condensador modernos han permitido confirmar la calibración.

Gracias a los sistemas de entrada y de salida previstos, se pueden constituir circuitos que permitan determinar el equivalente relativo o la AEN de los sistemas telefónicos comerciales en la emisión, en la recepción o para el efecto local, así como los de una conexión completa. Se han previsto dispositivos que permitan insertar un ruido o producir un efecto local a la entrada del amplificador de recepción.

Un VU-metro conectado a la salida de la parte emisora del SETED permite el control y el ajuste del nivel de la potencia vocal.

En la figura B-1/P.42 del presente Anexo, se indica la repartición de las ganancias y de las pérdidas en el SETED; los valores observados en el modelo instalado en el Laboratorio del CCITT se sitúan a $\pm 0,1$ dB de los indicados en esta figura. Las características de sensibilidad en función de la frecuencia se han determinado para los sistemas de emisión y de recepción y para el conjunto de la conexión del SETED (véanse las figuras B-2/P.42, B-3/P.42 y B-4/P.42). Para estas mediciones, las sensibilidades en cada curva se refieren a la condición con el filtro paso banda (atenuación de 6 dB en la banda), ajustándose a cero el atenuador (T).

Basándose en la figura B-1/P.42 se han calculado para el SETED los equivalentes de referencia siguientes por comparación directa con el NOSFER (cálculos hechos en 1973 en el Laboratorio del CCITT):

- Equivalente de referencia en la emisión: $M \rightarrow B = +7,8$ dB peor que el NOSFER.
- Equivalente de referencia en la recepción: $A \rightarrow R = +4,5$ dB peor que el NOSFER.
- Equivalente de referencia del SETED completo: $M \rightarrow R = +0,8$ dB peor que el NOSFER.

Estos cálculos se han hecho con un equilibrio de la sonoridad, con un nivel de escucha constante, por medio de un atenuador (T) de 24 dB en el SETED, y modificando la atenuación en el trayecto NOSFER apropiado para obtener el equilibrio de la sonoridad.

Los valores precedentes de equivalentes de referencia se refieren a condiciones en las que el atenuador T de 24 dB está excluido del circuito, pero en las que, en cambio, un filtro paso banda de 6 dB de atenuación está en circuito. Los valores indicados en algunas ediciones precedentes del Tomo V no tenían en cuenta esta atenuación de 6 dB asociada al empleo del filtro paso banda. Sin embargo, como el SETED se utiliza siempre con su filtro paso banda completo, parece justificado tenerlo en cuenta. Asimismo, conviene tener debidamente presente las probables variaciones debidas a los cambios habidos en los equipos de medida cuando se procede a comparaciones con los resultados obtenidos en el pasado.

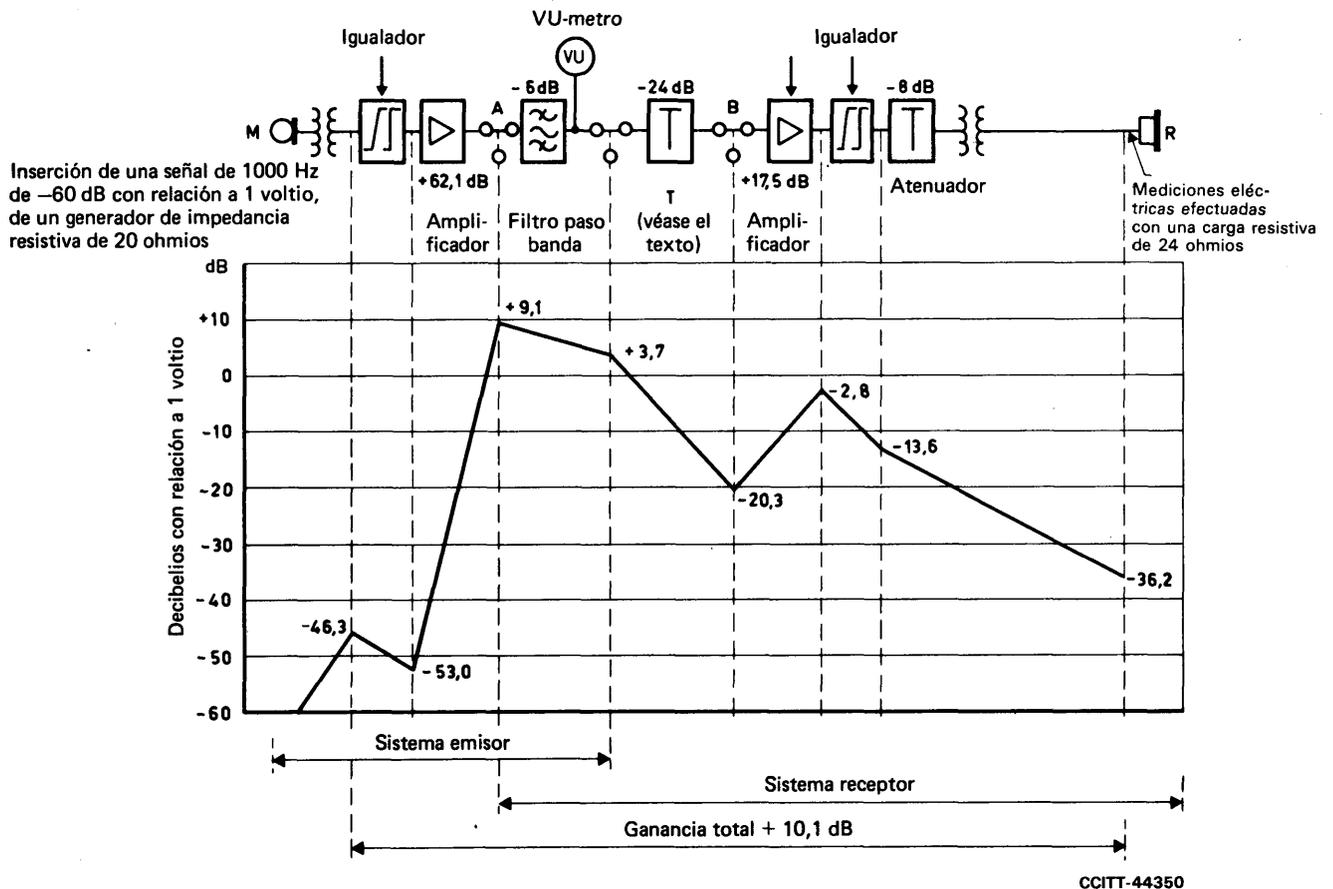
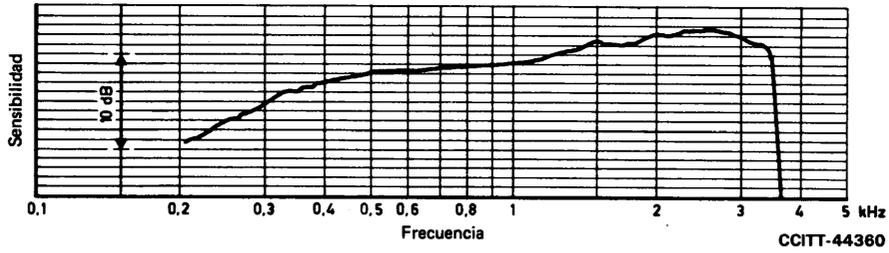


FIGURA B-1/P.42

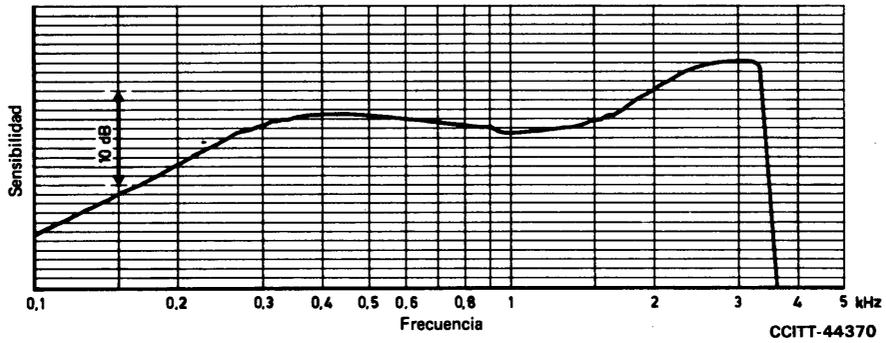
SETED, distribución de ganancias y niveles



Sensibilidad a 1000 Hz = $-6,0$ dB con relación a 1 voltio/Pa referida a una presión sonora de 1 Pascal (1 Pa) en el espacio libre a una distancia de 25 mm en el eje de la boca artificial (Bruel & Kjaer 4219). El nivel de referencia de la presión sonora a 1000 Hz ha dado un indicación de $-2,8$ dB en el VU-metro del SETED.

FIGURA B-2/P.42

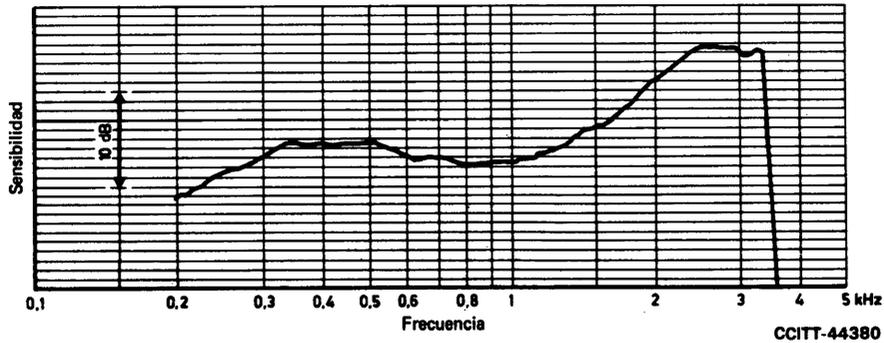
Característica de sensibilidad en función de la frecuencia del sistema emisor (M \rightarrow B) del SETED (T = 0 dB)



Sensibilidad a 1000 Hz = $+7,7$ dB con relación a 1 Pa/voltio, acoplado el receptor sin pérdidas al oído artificial de la CEI. Para 1000 Hz, una entrada de 1 voltio en A ha provocado un indicación de $-3,6$ dB en el VU-metro del SETED.

FIGURA B-3/P.42

Característica de sensibilidad en función de la frecuencia del sistema receptor (A \rightarrow R) del SETED (T = 0 dB)



Ganancia boca a oído a 1000 Hz = $8,5$ dB con relación a la presión sonora en campo libre a 25 mm delante de la boca artificial y en el eje de la misma, con el receptor acoplado sin pérdidas al oído artificial de la CEI.

FIGURA B-4/P.42

Característica de sensibilidad en función de la frecuencia para el conjunto de la conexión (M \rightarrow R) del SETED (T = 0 dB)

Límites de confianza

Supóngase que, por un análisis estadístico apropiado, se obtiene una evaluación s_0^2 para la varianza verdadera del error y s_D^2 para la varianza verdadera del «operador que escucha» (o s_C^2 para la varianza del «operador que habla»), cada una con su propio número de grados de libertad, que dependerá del número de operadores (n) del equipo y del número de series (r). La estimación del valor verdadero del equivalente de referencia da el valor medio \bar{x} de todos los resultados. El término «verdadero» designa los valores hacia los cuales tenderían los valores estimados si las pruebas se repitiesen indefinidamente, con un número infinito de operadores.

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

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

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

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

Observación — El método que ha de utilizarse para el análisis de pruebas de volumen sonoro organizadas según el método normal, se indica en [9].

Referencias

- [1] CCIF — *Métodos y aparatos de medida*, Libro Verde, Tomo IV, tercera parte; pp. 18 a 33, edición en español (pp. 27 a 43, edición en francés y en inglés), UIT, Ginebra, 1956.
- [2] *Volúmetro de ARAEN o voltímetro vocal*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 10, UIT, Ginebra, 1969.
- [3] *Artificial mouth used by the Administration of the Federal Republic of Germany*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 10, parte 2, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [4] *Informe de investigación N.º 13 200*, Post Office del Reino Unido, abril de 1950.
- [5] *Calibrado absoluto del ARAEN en el Laboratorio del CCITT*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 9, UIT, Ginebra, 1969.
- [6] CCIF — *Métodos y aparatos de medida*, Libro Verde, Tomo IV, tercera parte; § 3.1.1.II. pp. 18 a 26, edición en español (pp. 27 a 34, edición en francés y en inglés), UIT, Ginebra, 1956.
- [7] *The design and analysis of loudness efficacy measurements*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 7, parte 2, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [8] Recomendación del CCITT *Sistemas para la determinación de los equivalentes de referencia*, Libro Blanco, Tomo V, Rec. P.42, anexo 2, UIT, Ginebra, 1969.
- [9] *Extracto de un estudio de las diferencias observadas entre los resultados obtenidos por los distintos miembros de un equipo de operadores en la comparación de la intensidad de los sonidos*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 15, UIT, Ginebra, 1969.

**INSTRUCCIONES PARA EL ENVÍO DE SISTEMAS PATRÓN Y DE SISTEMAS
COMERCIALES AL LABORATORIO DEL CCITT, A FIN DE QUE
SE MIDAN LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA**

Se recomienda a las Administraciones que se ajusten a las siguientes instrucciones cuando envíen al Laboratorio del CCITT, para la medición de equivalentes de referencia, sistemas de determinación de los equivalentes de referencia o sistemas telefónicos comerciales.

1 Sistemas primarios para la determinación de los equivalentes de referencia

Si una Administración desea que se mida el equivalente de referencia de su sistema primario, en el supuesto de que tal sistema pueda transportarse sin riesgo de deterioro, habrá de facilitar al Laboratorio del CCITT la documentación pertinente y, en su caso, las indicaciones necesarias para el control del buen funcionamiento de las diferentes partes que constituyan el sistema (amplificador, línea de atenuación, etc.).

Si el volúmetro asociado a tal sistema no posee las características fundamentales del volúmetro del ARAEN, [1] es indispensable que este volúmetro se expida al Laboratorio del CCITT al mismo tiempo que el sistema propiamente dicho, y que se indique el método de lectura del mismo.

2 Sistemas patrón de trabajo

2.1 *Sistemas patrón de trabajo que utilicen micrófonos que no sean de carbón*

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

La Administración que desee que el Laboratorio del CCITT calibre (o vuelva a calibrar) su sistema, habrá de atenerse a las normas indicadas en el § 1.

2.2 *Sistemas patrón de trabajo que utilicen micrófonos de carbón*

2.2.1 *Sistemas patrón de trabajo con aparatos de abonado (SETAB)*

Al constituir el sistema SETAB, la Administración efectuará previamente pruebas preliminares para verificar si los micrófonos y los receptores son estables, si estos micrófonos causan ruido de fritura, y si la calidad de transmisión es aceptable. Estas mediciones deben escalonarse a lo largo de unos seis meses.

Después de estas pruebas preliminares, la Administración enviará al Laboratorio del CCITT seis sistemas (cada aparato debe llevar una referencia apropiada), constituidos por aparatos del mismo tipo:

- seis microteléfonos de abonado con una cápsula microfónica y una cápsula receptora (cada una con un número especial);
- seis puentes de alimentación (con indicación de sus características);
- si ha lugar, seis líneas artificiales de abonado cuando estas líneas forman parte de los sistemas;
- un anillo de guarda para los equivalentes de referencia;
- un anillo de guarda para las AEN, si la Administración desea que el Laboratorio del CCITT efectúe una prueba de nitidez utilizando el método especificado para las AEN;
- el volúmetro asociado.

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

La Administración dispondrá de este modo de seis sistemas que podrá utilizar según sus necesidades, por ejemplo:

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

- un sistema que sirva de patrón en la emisión, y
- cuatro sistemas que sirvan de patrón en la recepción en caso de mediciones de la AEN.

Para nuevas calibraciones periódicas por mediciones de equivalentes de referencia, cuyo objeto principal sea verificar la estabilidad de los micrófonos y de los receptores, la Administración puede abstenerse de enviar todos los aparatos antes mencionados. En este caso, los elementos necesarios son los siguientes:

- tres aparatos telefónicos de abonado;
- seis micrófonos y seis receptores;
- una línea artificial de abonado;
- un puente de alimentación;
- un anillo de guarda para los equivalentes de referencia.

2.2.2 *Sistemas patrón de trabajo con micrófono de carbón Solid Back y receptor Bell (SETAC)*

El CCITT no recomienda ya el empleo de estos sistemas como sistemas patrón de trabajo; no obstante, la Administración que los utilice y que desee volver a calibrar los micrófonos y los receptores, enviará al Laboratorio del CCITT exclusivamente los micrófonos y los receptores, ya que el CCITT dispone de maquetas SETAC [2].

Observación general relativa a los § 1 y 2

El objeto de las recomendaciones generales mencionadas es orientar a las Administraciones. Cuando una Administración desee calibrar (o volver a calibrar) un sistema para la determinación de los equivalentes de referencia, deberá ponerse en relación con el Laboratorio del CCITT antes de expedir los aparatos, para fijar previamente las condiciones técnicas y experimentales de las pruebas.

3 **Sistemas telefónicos comerciales**

Las mediciones de equivalentes de referencia no son operaciones de calibración propiamente dichas; tienen por objeto determinar directamente, por comparación con el nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER), los valores de equivalentes de referencia. En este caso, conviene que las condiciones técnicas se definan previo acuerdo entre la Administración y el Laboratorio del CCITT.

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

Referencias

- [1] *Volúmetro de ARAEN o voltímetro vocal*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 10, UIT, Ginebra, 1969.
- [2] CCIF, *Libro Amarillo*, Tomo IV, edición en francés e inglés, UIT, Ginebra, 1949.

Recomendación P.44

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

1 El sistema de referencia para la determinación de las AEN (SRAEN) se compone de los siguientes elementos:

- el aparato de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes para la nitidez (ARAEN);
- un filtro paso banda con frecuencias de corte a 300 y 3400 Hz;
- un dispositivo que permite inyectar en la entrada del sistema receptor del ARAEN un «ruido de fondo eléctrico» (espectro de Hoth) que tenga en este punto (punto M de la figura 1/P.44) una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios.

La figura 1/P.44 muestra el esquema de principio del SRAEN.

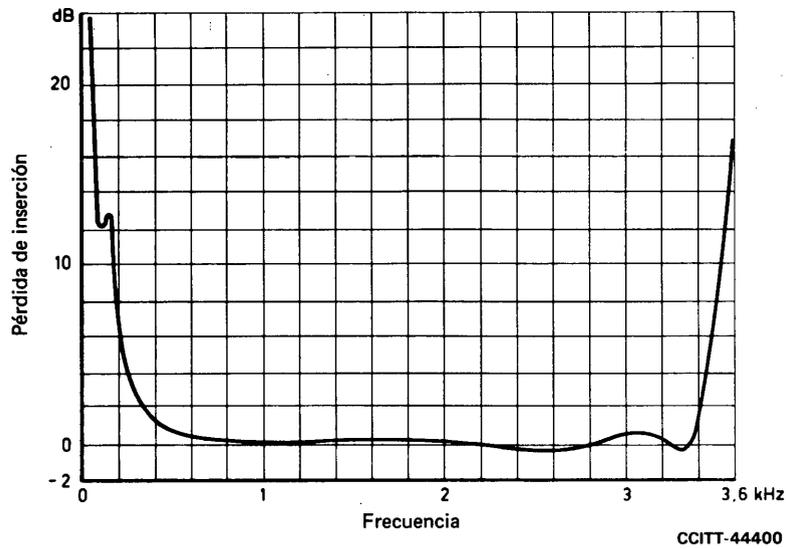
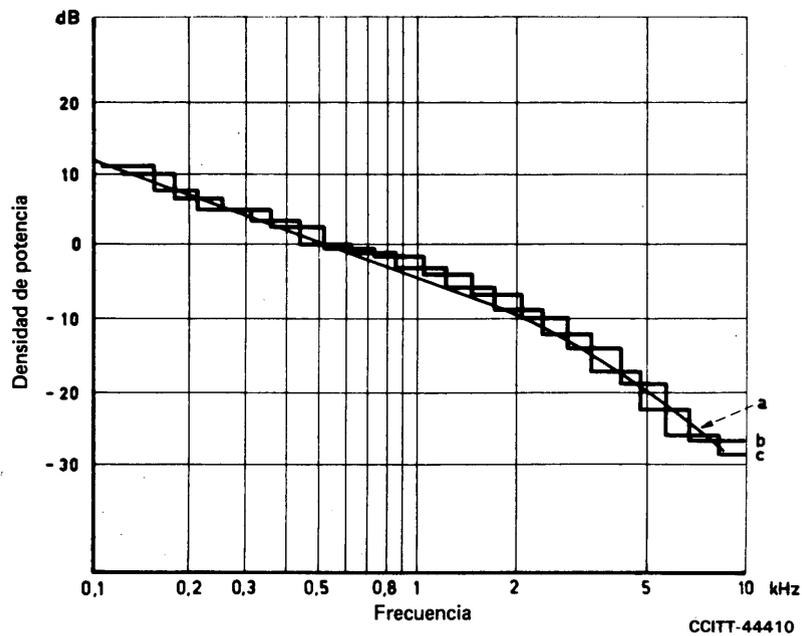


FIGURA 2/P.44

Pérdida de inserción (medida entre impedancias de 600 ohmios) del filtro paso banda 300-3400 Hz



- a ——— Curva media de la densidad espectral de potencia de los ruidos observados en los locales en que hay estaciones telefónicas (publicada por Hoth)
- b ——— } Gráfico de densidad espectral de potencia típica del ruido de fondo de origen eléctrico introducido en la entrada del sistema receptor de ARAEN (registrado en el Laboratorio del CCITT con dos juegos de filtros de media octava)
- c ——— }

FIGURA 3/P.44

Curva de densidad espectral de potencia del «ruido de fondo de origen eléctrico» introducido en la entrada del sistema receptor del ARAEN

MEDICIÓN DE LA AEN DE UN SISTEMA TELEFÓNICO COMERCIAL (EN LA EMISIÓN Y EN LA RECEPCIÓN) POR COMPARACIÓN CON EL SRAEN

(modificada en Mar del Plata, 1968)

Este método de medida se describe, con carácter informativo, en [1]. Comprende, entre otras, las condiciones de medida siguientes, que difieren de las condiciones de determinación de los equivalentes de referencia [los apartados e) y f) de [1] no han sido reproducidos].

1 Distancia de conversación

La distancia de conversación utilizada para medir una AEN en la emisión está determinada por los valores medios de los parámetros siguientes (definidos en la Recomendación P.72):

$$\alpha = 22^\circ \quad \beta = 12^\circ 54' \quad \delta = 13,6 \text{ cm}$$

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

$$\alpha = 15^\circ 30' \quad \beta = 18^\circ \quad \delta = 14 \text{ cm}$$

2 Potencia vocal utilizada durante las pruebas

La potencia vocal utilizada es la potencia vocal de referencia para el ARAEN — La potencia vocal de referencia para el ARAEN es la potencia vocal que, en un punto situado a una distancia de 33,5 cm de los labios del operador que habla, y directamente enfrente del mismo, produce una presión acústica vocal que da, para cada una de las tres sílabas: KAN, KON, BAJ, de la frase de enlace (empleada en las pruebas de nitidez), una desviación de la aguja del instrumento indicador de un volúmetro especificado, [2] conectado a un sistema micrófono-amplificador especificado, igual a la que se obtendría aplicando en este mismo punto en régimen permanente una presión acústica de 0,1 Pa a 1000 Hz.

3 Fijación de los microteléfonos

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

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

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

La posición del anillo de guarda queda así perfectamente definida con relación al microteléfono.

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

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

Se ruega a las Administraciones interesadas que faciliten, para cada tipo de microteléfono, un calibre, de modo que, cuando se fije en el pabellón del receptor, coincidiendo su plano de simetría con el del microteléfono, las marcas trazadas en él determinen la posición conveniente del anillo de guarda con relación al microteléfono, tal como se ha definido anteriormente. Además, este calibre debe estar provisto de un nivel de burbuja situado de modo que el plano del anillo de guarda sea vertical cuando la burbuja ocupe la posición central indicada con una marca. A título de ejemplo, en la figura 1/P.45 se representa un calibre utilizado en el Laboratorio del CCITT con un tipo particular de microteléfono.

Observación – La posición del anillo de guarda con relación al microteléfono está determinada únicamente para las mediciones del AEN por las condiciones antes definidas. Provisionalmente, para cada tipo de microteléfono conviene definir un calibre que determine la posición del conjunto (microteléfono más anillo de guarda), de modo que se satisfagan simultáneamente la dos condiciones siguientes:

- 1) el plano del anillo de guarda es vertical;
- 2) la posición, con relación a la vertical, del plano del diafragma de la cápsula microfónica es la más similar posible a la posición que ocupa este plano en una conversación normal.

4 Tratamiento del micrófono antes de cada prueba elemental

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

5 Ruidos introducidos en la recepción

En las mediciones para la determinación de la AEN en la *emisión*, de un sistema telefónico comercial, se inyecta a la entrada del sistema receptor del ARAEN un «ruido de fondo de origen eléctrico» que tenga una fuerza electromotriz sofométrica de 2 milivoltios medida con el sofómetro para circuitos telefónicos comerciales especificado por el CCITT (véase la Recomendación P.53). En la figura 1/P.44 se da el esquema de principio del montaje para la introducción del «ruido de fondo de origen eléctrico» a la entrada del sistema receptor del ARAEN, y en la figura 3/P.44, la curva de la densidad espectral de potencia de ese ruido.

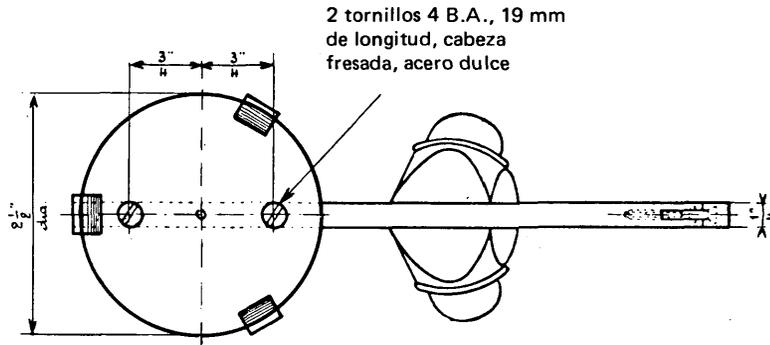
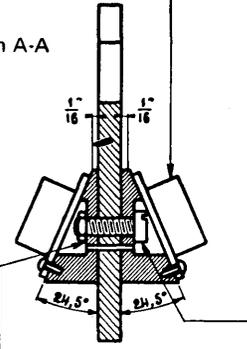
En las mediciones en que se utiliza un *sistema receptor comercial*, se emplea un ruido ambiente en la recepción solamente. Este ruido ambiente debe tener una curva de densidad espectral de potencia conforme con la publicada por Hoth, reproducida en la curva *a* de la figura 2/P.45; en esta figura se ha indicado también la composición espectral de un ruido ambiente típico medido en la cabina de escucha del Laboratorio del CCITT; los gráficos *b* y *c* representan, respectivamente, los resultados de medida de este ruido, con dos juegos de filtros de media octava.

La intensidad acústica estará 60 dB por encima de un punto de referencia definido por 2×10^{-5} Pa a 1000 Hz en una onda progresiva libre; esta intensidad acústica se mide con el sonómetro norteamericano provisto de su red correctora A (norma Z.24.3.1944 de la American Standards Association [3]).

Observación – Antes de la XVII Asamblea Plenaria del CCIF (Ginebra, octubre de 1954), el Laboratorio del CCIF determinaba las AEN en todos los casos (emisión y recepción) con un ruido ambiente en la recepción; el método actual introduce, con relación a los valores medidos anteriormente, una diferencia de -2 dB en el índice de calidad de transmisión de un sistema telefónico comercial en la recepción.

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

Sección A-A



2 tornillos 4 B.A., 19 mm
 de longitud, cabeza
 fresada, acero dulce

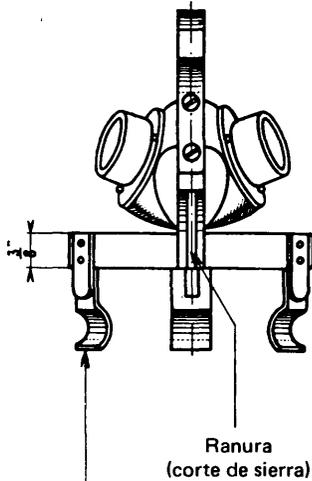
Dimensiones en pulgadas (1 pulgada = 25,4 mm)
 Material: duraluminio Acabado: neto

Tornillo embutido de 14,3 mm
 de diámetro y una profundidad
 de 5,56 mm

2 tornillos 6 B.A., 17 mm de
 longitud, cabeza fresada, acero
 dulce. Las cabezas de estos
 tornillos están embutidas

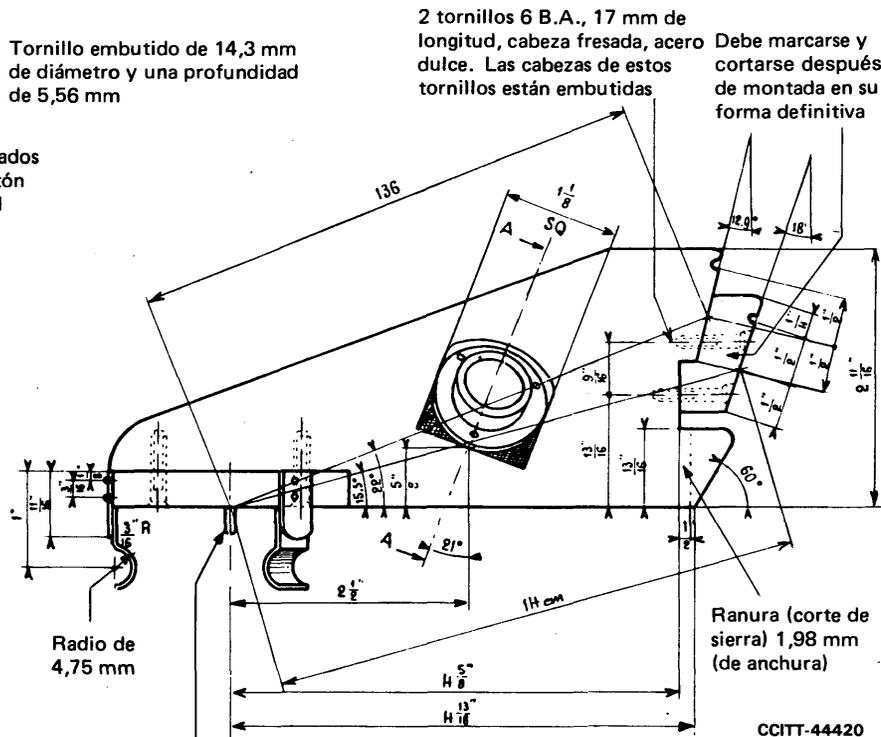
Debe marcarse y
 cortarse después
 de montada en su
 forma definitiva

Montaje de los niveles de burbuja en
 duraluminio, fijados con pernos roscados
 2 B.A. 11 mm de long., cabeza de latón
 redonda, con contratuerca hexagonal



Ranura
 (corte de sierra)

3 muelles (acero de resorte, 0,61 mm
 de espesor x 9,5 mm de anchura),
 igualmente espaciados, fijados con
 2 remaches de acero dulce (o 2 tor-
 nillos 10 B.A. de cabeza redonda)



Radio de
 4,75 mm

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

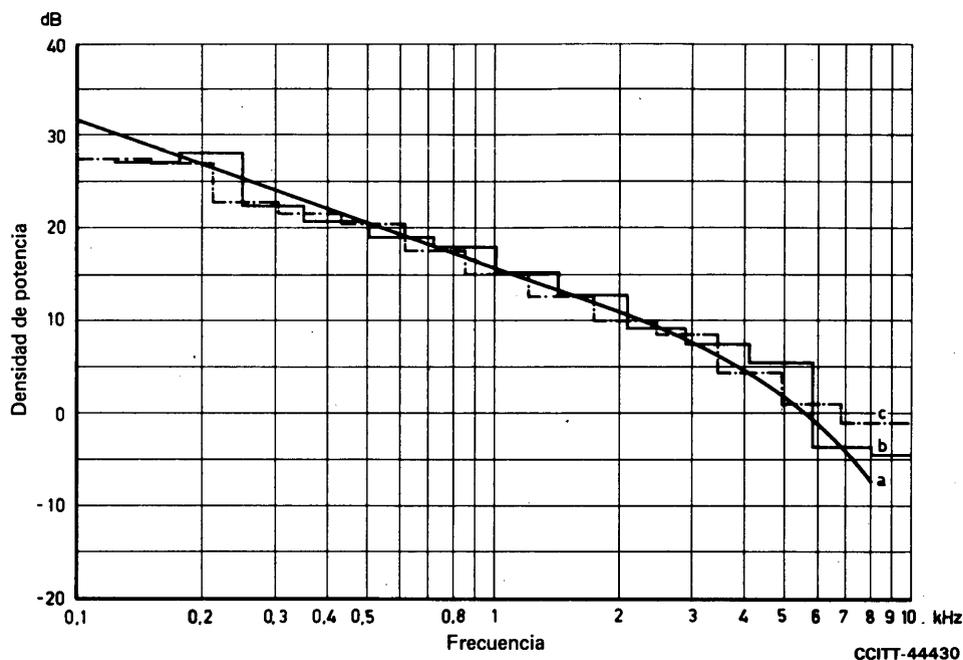
Espiga 1,98 mm de diámetro
 que sobresale 7,95 mm

CCITT-44420

Observación - Como se trata de la especificación de un dispositivo, la Secretaría ha estimado conveniente mantener las unidades utilizadas.

FIGURA 1/P.45

Tipo de calibre empleado para el ajuste de los microteléfonos en las pruebas de nitidez hechas en el Laboratorio del CCITT



- a ————— Curva media de la densidad espectral de potencia de los ruidos observados en los locales en que hay estaciones telefónicas (publicada por Hoth)
- b ————— } Gráficos típicos obtenidos en el Laboratorio del CCITT con dos juegos de filtros de media octava
- c - - - - - }

FIGURA 2/P.45

Curva de la densidad espectral de potencia del ruido ambiente producido en la cabina de escucha del Laboratorio del CCITT

6 Línea

La línea utilizada durante las pruebas comprende el filtro paso banda 300-3400 Hz y una línea de atenuación variable sin distorsión (línea del ARAEN); esta línea es siempre la misma, cualquiera que sea el sistema telefónico SRAEN o comercial que se pruebe.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Medida de la AEN de un sistema telefónico comercial (en la transmisión y en la recepción) por comparación con SRAEN*, Libro Rojo, Tomo V, Rec. P.45, UIT, Ginebra, 1962.
- [2] *Volúmetro de ARAEN o voltímetro vocal*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 10, UIT, Ginebra, 1969.
- [3] *Apparatus standardized in the United States of America for the objective measurement of room noise*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 24, parte 2, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.

Recomendación P.47

GASTOS RELATIVOS A LA DETERMINACIÓN (EN EL LABORATORIO DEL CCITT) DE LOS VALORES DE EQUIVALENTES DE REFERENCIA Y DE LOS VALORES DE AEN (EN LA EMISIÓN Y EN LA RECEPCIÓN) DE SISTEMAS PATRÓN DE TRABAJO Y DE SISTEMAS TELEFÓNICOS COMERCIALES

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

1 El número de horas de trabajo necesarias para las mediciones de equivalentes de referencia depende del tipo de aparato medido, pero también del objeto de las mediciones, por ejemplo si se trata de una primera calibración o de una segunda calibración.

1.1 *Calibración de sistemas con micrófonos de carbón (SETAB o SETAC)*

- medición de calibración en la emisión: 5 horas;
- medición de calibración en la recepción: 5 horas.

1.2 *Nueva calibración de sistemas con micrófonos de carbón (SETAB o SETAC)*

- medición de nueva calibración en la emisión: 3 horas;
- medición de nueva calibración en la recepción: 3 horas.

1.3 En lo que respecta a la calibración o a la nueva calibración de otros sistemas, por ejemplo, para la medición de los equivalentes de referencia de sistemas telefónicos comerciales (emisión, recepción y efecto local), el Laboratorio evalúa el tiempo efectivo dedicado a las mediciones de acuerdo con la Administración interesada.

2 Las horas de trabajo necesarias para las mediciones de AEN de un sistema telefónico comercial son las siguientes:

- a) medición de la AEN en la emisión: 28 horas;
- b) medición de la AEN en la recepción: 28 horas;
- c) medición de la AEN para un sistema telefónico completo: 35 horas.

Recomendación P.48

ESPECIFICACIÓN DE UN SISTEMA INTERMEDIO DE REFERENCIA

(Ginebra, 1976; modificada en Ginebra, 1980)

Resumen

La presente Recomendación está destinada a la especificación del sistema intermedio de referencia (SIR) para definir índices de sonoridad. La descripción debe ser lo suficientemente detallada para que sea posible reproducir en diferentes laboratorios equipo de las características requeridas que satisfaga la calidad de funcionamiento normalizada. Las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas emisores y receptores se ajustan a las convenidas provisionalmente por la Comisión de Estudio XII.

1 Objetivos de diseño

Las condiciones principales que debe reunir un sistema intermedio de referencia utilizado para pruebas con microteléfonos ¹⁾ son las siguientes:

- el circuito debe ser estable y poseer características eléctricas y electroacústicas especificables. La calibración del equipo ha de poder referirse a normas nacionales;
- los elementos de circuito visibles deben ser análogos en cuanto a su apariencia a los de los equipos normales de abonado y producir la misma sensación táctil;
- los sistemas emisor y receptor deben tener anchuras de banda y características de respuesta normalizadas para representar circuitos telefónicos comerciales;
- el sistema debe incluir un enlace que ofrezca la posibilidad de insertar atenuaciones y otros elementos de circuito, como filtros o igualadores;
- el establecimiento y mantenimiento del sistema ha de poder efectuarse con un equipo de prueba relativamente sencillo.

Dado que la concepción detallada de un SIR puede variar según las Administraciones, las especificaciones que siguen definen únicamente las características esenciales para la normalización del funcionamiento del SIR.

En los § 2, 3, 4 y 5 se describen los principios del SIR y se indican sus sensibilidades nominales; los § 6 a 9 tratan de los requisitos relativos a estabilidad, tolerancias, límites de ruido, diafonía y distorsión. El § 10 contiene información sobre características secundarias.

En [1] se da información sobre la instalación y el mantenimiento.

2 Utilización del SIR

Los elementos básicos del SIR son:

- el sistema emisor;
- el sistema receptor;
- el enlace.

Tras el montaje, la calibración y la interconexión de estos tres elementos a), b) y c), queda constituido un trayecto vocal de referencia (unidireccional), como se muestra en la figura 1/P.48. Para determinar los índices de sonoridad, se requieren también medios apropiados de conmutación con objeto de poder cambiar los sistemas emisor y receptor de referencia por sus homólogos comerciales correspondientes.

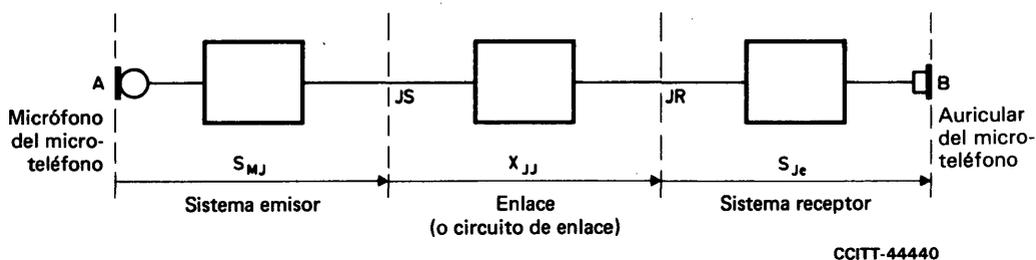


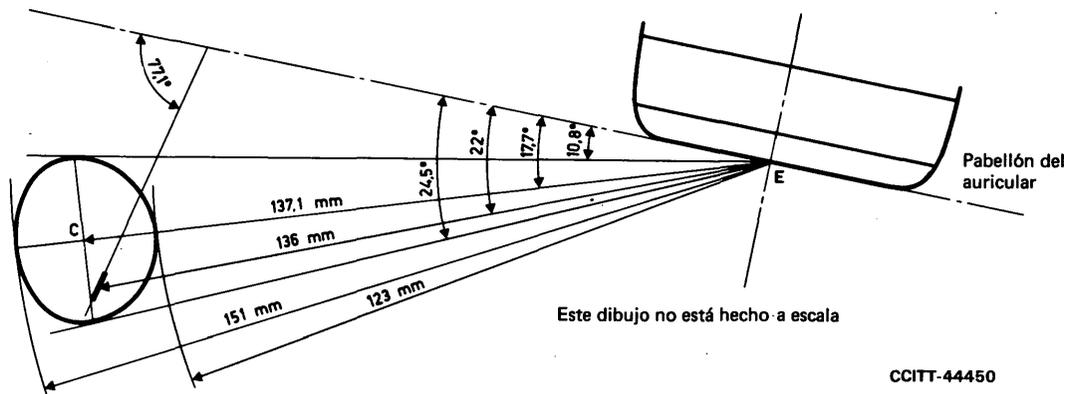
FIGURA 1/P.48

Composición del sistema intermedio de referencia completo

¹⁾ Para otros tipos de aparatos telefónicos, por ejemplo, de auriculares o de altavoz, se requerirá un SIR diferente.

3 Características físicas de los microteléfonos

Los sistemas emisor y receptor de un SIR deben comprender, cada uno, un microteléfono simétrico con relación a su plano longitudinal, y el perfil determinado por un corte a través de ese plano, debe ajustarse a las dimensiones indicadas en la figura 2/P.48. En la práctica, puede considerarse cualquier forma conveniente, empleándose, por ejemplo, microteléfonos del tipo utilizado por una Administración en su propia red. La configuración general del microteléfono completo deberá ser tal que, en uso normal, la posición del pabellón del auricular sobre el oído sea lo más definida posible y no esté sujeta a variaciones excesivas.



Observación 1 – El anillo de guarda se representa en la posición «anillo de guarda especial».

Observación 2 – Los límites de la elipse abarcan el 80% de las observaciones con una muestra de cabezas.

Observación 3 – El emplazamiento del centro C de la elipse es el representado en la figura.

Observación 4 – El eje menor de la elipse tiene 28 mm de longitud y coincide con la recta que une el centro C de la elipse con el punto de referencia oído E.

Observación 5 – El eje mayor de la elipse tiene 33 mm de longitud.

Observación 6 – Es preferible que el contorno de la embocadura del micrófono toque apenas la elipse. En todo caso, no deberá superponerse ni estar separado de ella más de 5 mm.

FIGURA 2/P.48

Posición de la elipse que define ciertas dimensiones preferidas del microteléfono del SIR

La cápsula microfónica, una vez colocada en el microteléfono, ha de poder calibrarse según el método que se describe en la Recomendación P.64. El pabellón del auricular deberá estar concebido de manera que pueda ajustarse herméticamente al borde circular del oído artificial CEI/CCITT para su calibración conforme a la Recomendación P.64, y el contorno del pabellón del auricular ha de permitir la definición del punto de referencia oído como se describe en el anexo A a la Recomendación P.64.

Los transductores serán estables y lineales y su concepción física deberá ser tal que puedan ser alojados en el microteléfono elegido. Este último contendrá en todo caso las cápsulas del micrófono y del auricular, independientemente de que cualquiera de ellas no intervenga en las pruebas. El peso de un microteléfono así equipado no será superior a 350 gramos.

4 Composición del SIR completo e impedancias en los interfaces

La figura 1/P.48 muestra la composición del SIR completo dividido como se especifica en el § 2. A continuación se examinan las características principales de cada una de sus partes.

4.1 Sistema emisor

El sistema emisor del SIR se define como la sección A-JS que va desde el micrófono del microteléfono A hasta el punto de contacto con el enlace en JS. El sistema emisor comprenderá los dispositivos de amplificación e igualación necesarios para que se cumplan las condiciones de los § 5.1 y 7.

La pérdida de adaptación de la impedancia en JS, en el sentido hacia A, con respecto a $600/0^\circ$ ohmios, una vez montado y calibrado correctamente el sistema emisor, no será inferior a 20 dB en la gama de frecuencias de 200 a 4000 Hz, ni inferior a 15 dB en la gama de frecuencias comprendida entre 125 y 6300 Hz.

4.2 Sistema receptor

El sistema receptor del SIR se define como la sección JR-B que va desde el punto de contacto con el enlace en JR hasta el auricular del microteléfono en B. El sistema receptor comprenderá los dispositivos de amplificación e igualación necesarios para que se cumplan las condiciones de los § 5.2 y 7.

La pérdida de adaptación de la impedancia en JR, en el sentido hacia B, con respecto a $600/0^\circ$ ohmios, una vez montado y calibrado correctamente el sistema receptor, no será inferior a 20 dB en la gama de frecuencias comprendida entre 200 y 4000 Hz, ni inferior a 15 dB en la gama de frecuencias de 125 a 6300 Hz.

4.3 Enlace

Para pruebas de equilibrado de la sonoridad y del efecto local, el enlace del SIR deberá comprender medios para introducir valores conocidos de atenuación entre los sistemas emisor y receptor, y consistirá en un atenuador calibrado de 600 ohmios con un valor máximo no inferior a 100 dB,

(por ejemplo, $10 \times 10 \text{ dB} + 10 \times 1 \text{ dB} + 10 \times 0,1 \text{ dB}$)

una tolerancia, una vez montado permanentemente y conectado debidamente al equipo, no superior al $\pm 1\%$ de la indicación de la escala o 0,1 dB, si este valor fuera mayor. Hay que prever en el enlace elementos adicionales de circuito (por ejemplo, distorsión de atenuación en función de la frecuencia). La composición de los circuitos de estos elementos adicionales ha de ser compatible con la del atenuador y con la de los puntos de contacto con el enlace. La pérdida de adaptación del enlace con respecto a $600/0^\circ$ ohmios, con elementos adicionales de circuitos y sin ellos, no será inferior a 20 dB en la gama de frecuencias comprendida entre 200 y 4000 Hz, ni inferior a 15 dB en la gama de 125 a 6300 Hz. Para estas pruebas, los bornes que no sean objeto de la medición se cerrarán con $600/0^\circ$ ohmios.

5 Sensibilidades nominales de los sistemas emisor y receptor

Los valores absolutos indicados más abajo son provisionales y podrían tener que modificarse como resultado del estudio de la Cuestión 19/XII [2].

5.1 Sistema emisor

La sensibilidad en la emisión, S_{MJ} , se indica en la columna (2) del cuadro 1/P.48 (véase [3]).

5.2 Sistema receptor

La sensibilidad en la recepción, S_{Je} , medida en un oído artificial CEI/CCITT (véase la Recomendación P.64), se indica en la columna (3) del cuadro 1/P.48 (véase [3]).

6 Estabilidad

La estabilidad debe mantenerse, para valores razonables de temperatura y humedad ambiente, por lo menos durante el periodo comprendido entre las operaciones periódicas de calibración (véase también [1]).

7 Tolerancias para los valores de sensibilidad de los sistemas emisor y receptor

En el presente punto se especifican las tolerancias para:

- la forma de las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas emisor y receptor del SIR, y
- las sensibilidades medias ponderadas en función de la sonoridad.

7.1 Forma de las características de sensibilidad en función de la frecuencia

La forma de las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas emisor y receptor del SIR debe permitir que se respeten los límites especificados en el cuadro 2/P.48. Al comprobar esta forma, los valores medios de las sensibilidades deben ajustarse de la manera más conveniente.

CUADRO 1/P.48

Sensibilidades nominales en la emisión y en la recepción del SIR
(Valores adoptados provisionalmente)

Frecuencia (Hz)	S _{MJ}	S _{Je}
	dB V/Pa	dB Pa/V
(1)	(2)	(3)
100	-45,8	-27,5
125	-36,1	-18,8
160	-25,6	-10,8
200	-19,2	-2,7
250	-14,3	2,7
300	-11,3	6,4
315	-10,8	7,2
400	-8,4	9,9
500	-6,9	11,3
600	-6,3	11,8
630	-6,1	11,9
800	-4,9	12,3
1000	-3,7	12,6
1250	-2,3	12,5
1600	-0,6	13,0
2000	0,3	13,1
2500	1,8	13,1
3000	1,5	12,5
3150	1,8	12,6
3500	-7,3	3,9
4000	-37,2	-31,6
5000	-52,2	-54,9
6300	-73,6	-67,5
8000	-90,0	-90,0

CUADRO 2/P.48

Tolerancias para la forma de las características de sensibilidad en la emisión y en la recepción

Frecuencia (en Hz)	Sensibilidad relativa (en dB)	
	Sistema emisor	Sistema receptor
de 180 a 225	±2,0	-13,0, +2,0
de 225 a 280	±2,0	-7,5, +2,0
de 280 a 2800	±2,0	±2,0
de 2800 a 3550	±2,5	±3,0
de 3550 a 4500	±6,7	±8,2

7.2 Tolerancias para los valores medios de sensibilidad

La ganancia de los sistemas emisor y receptor del SIR se ajustará de modo que las sensibilidades medias ponderadas en función de la sonoridad no difieran más de $\pm 0,2$ dB con relación a la media ponderada, en función de la sonoridad, de las sensibilidades indicadas en el cuadro 1/P.48. Estas medias ponderadas se determinarán conforme a los principios enunciados en la Recomendación P.79.

8 Límites de ruido

Es importante que el nivel de ruido en el sistema sea bien controlado [4].

9 Distorsión no lineal

Para que la distorsión no lineal sea despreciable con los niveles vocales utilizados normalmente para la determinación de índices de sonoridad, deberán satisfacerse los requisitos de distorsión.

10 Especificaciones completas

Pueden incluirse ciertas características secundarias del SIR en las especificaciones de las Administraciones. En particular, deberá prestarse gran atención a los elementos ajustables, a la estabilidad y tolerancia, a la diafonía, a las operaciones de instalación y mantenimiento, etc. En [1] se dan algunas indicaciones a este respecto.

Referencias

- [1] *Precauciones para la instalación y el mantenimiento correctos de un sistema intermedio de referencia (SIR)*, Libro Naranja, Tomo V, suplemento N.º 1, UIT, Ginebra, 1977.
- [2] CCITT – Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, UIT, Ginebra, 1981.
- [3] *Precauciones para la instalación y el mantenimiento correctos de un sistema intermedio de referencia (SIR)*, Libro Naranja, Tomo V, suplemento N.º 1, § 9.2, UIT, Ginebra, 1977.
- [4] *Ibid.*, § 5.

SECCIÓN 4

APARATOS DE MEDIDAS OBJETIVAS

Recomendación P.51

VOCES, BOCAS Y OÍDOS ARTIFICIALES

(modificada en Mar del Plata, 1968, y en Ginebra, 1972, 1976 y 1980)

El CCITT,

considerando

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

(b) que la normalización de las voces, bocas y oídos artificiales utilizados en este aparato es un tema de estudio general por parte del CCITT;

(c) que no podrá formalizarse una boca artificial segura hasta que no se hayan terminado los estudios emprendidos por distintas Administraciones, comparado sus resultados y estudiado los modelos para comprobar sus características;

(d) que sería conveniente entretanto formular una Recomendación relativa a una fuente sonora concebida de conformidad con las características de sensibilidad en función de la frecuencia,

recomienda

el empleo del oído artificial descrito en el § 1 de la presente Recomendación, y

recomienda provisionalmente

la utilización de la fuente sonora descrita en el § 2.

Observación 1 – Se entiende que se considera esencial que todas las mediciones del equivalente de referencia que efectúa el Laboratorio del CCITT sigan haciéndose con bocas y oídos humanos.

Observación 2 – Las Administraciones podrán eventualmente utilizar, si lo desean, los dispositivos que hayan podido construir para las pruebas en gran escala de los aparatos telefónicos suministrados por los fabricantes, a condición de que los resultados obtenidos con esos dispositivos concuerden satisfactoriamente con los logrados aplicando el método de medida con la boca y el oído humanos.

Observación 3 – La Asamblea Plenaria de Copenhague, 1936, estimó de interés emplear expresiones diferentes para designar, por una parte, una fuente artificial de sonidos vocales y, por otra, un aparato destinado a producir un campo acústico determinado que reúna ciertas condiciones especificadas y que reproduzca artificialmente la boca humana. En el primer caso conviene emplear el término «voz artificial» y, en el segundo, el término «boca artificial».

1 Oído artificial recomendado por el CCITT

1.1 *Introducción*

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

Por otra parte, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) estableció en 1960 un Grupo de trabajo encargado de redactar ciertas especificaciones y recomendaciones relativas a la creación de oídos artificiales, «aparatos objetivos que sustituyan al oído humano en la calibración de distintos tipos de auriculares».

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

- 1 – un tipo sencillo convencional,
- 2 – un tipo sencillo para mediciones del equivalente de referencia,
- 3 – un tipo de banda ancha para mediciones audiométricas,
- 4 – un tipo especial para calibrar los auriculares internos,
- 5 – un tipo que reproduzca fielmente las características del oído humano medio, para uso de laboratorios.

El oído artificial del tipo 1 (o acoplador de referencia) constituye el objeto de la publicación citada en [3]; este acoplador es diferente del «acoplador de referencia del CCITT».

El Grupo de trabajo de la CEI se consagró luego al estudio de las especificaciones relativas al oído del tipo 3. Se llegó a un acuerdo sobre la impedancia acústica del oído humano medio, lo que llevó al Grupo de trabajo a definir una red eléctrica equivalente al oído artificial del tipo 3. La IV Asamblea Plenaria del CCITT (Mar del Plata, 1968) ha decidido recomendar provisionalmente el empleo de este oído para las mediciones del equivalente de referencia, en los casos en que no haya que introducir pérdidas acústicas; más abajo se reproducen los pasajes pertinentes de las especificaciones de la publicación citada en [4]. La VII Asamblea Plenaria del CCITT ha decidido que esta Recomendación sea definitiva, con algunas modificaciones de detalle.

Se han eliminado, pues, del programa de trabajo de la CEI el estudio del oído artificial del tipo 2 y el de las pérdidas acústicas, que continúa el CCITT.

1.2 *Campo de aplicación, objeto y definición*

1.2.1 *Campo de aplicación y objeto*

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

1.2.2 *Definición del oído artificial*

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

¹⁾ La descripción más reciente de este acoplador figura en la antigua Recomendación P.51 [1], a la que estaba vinculado el documento citado en [2].

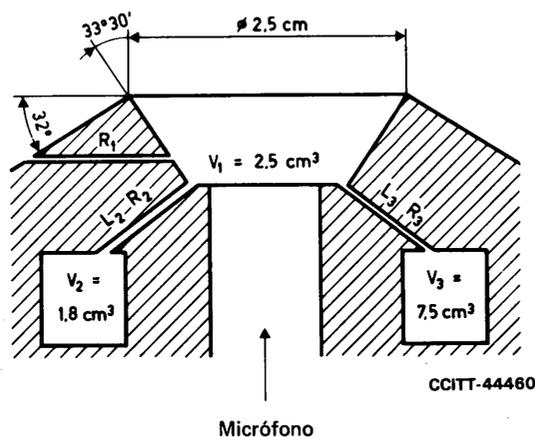
1.3 Descripción del oído artificial para mediciones audiométricas

1.3.1 Datos básicos

El oído artificial está constituido por tres cavidades acopladas acústicamente. Las dimensiones de la cavidad cónica primaria y los volúmenes de las cavidades acopladas se definen en la figura 1/P.51. Los elementos de acoplamiento se ajustarán en los valores siguientes, definidos según constantes localizadas:

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

Estos valores corresponden a condiciones atmosféricas normales.



Observación 1 – Para las tolerancias, véase el § 1.3.2.

Observación 2 – El volumen V_1 incluye el volumen equivalente de la cápsula microfónica; la presencia de una rejilla de protección exige la corrección correspondiente.

FIGURA 1/P.51

1.3.2 Tolerancias

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

Observación – El CCITT no ha especificado tolerancias para el ángulo de 32° , ya que se ha reconocido que al medir receptores telefónicos puede ser necesario apartarse apreciablemente de este valor para asegurar una buena aplicación del auricular al oído artificial. Las Administraciones podrán remitirse a este respecto a [5].

1.3.3 Pérdida de igualación de presión

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

1.3.4 Micrófono

Un micrófono constituye la base de la cavidad V_1 . La impedancia acústica del micrófono utilizado deberá ser elevada, siendo el volumen equivalente inferior a $0,02 \text{ cm}^3$ en la banda de frecuencias especificada. La sensibilidad a la presión del micrófono y del sistema de medida asociado en la gama de frecuencias especificada deberá conocerse con una exactitud de $\pm 0,2 \text{ dB}$. El acoplamiento entre el micrófono y el volumen V_1 debe ser rigurosamente estanco.

1.3.5 *Material*

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

1.4 *Modo de empleo*

Véase también [5].

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

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

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

1.5 *Calibración*

Con un oído artificial que cumpla los requisitos mencionados, la calibración depende del conocimiento de la sensibilidad a la presión del micrófono y del equipo asociado.

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

1.6 *Empleo de los auriculares del ARAEN en el oído artificial modelo CEI-318*

Los resultados de medida contenidos en [6], que, además concuerdan con los dados en [7], demuestran que se puede obtener prácticamente el mismo resultado para medir la sensibilidad del auricular N.º 4026A del ARAEN con auricular protegido con caucho, tanto si se utiliza el oído artificial modelo CEI-318 como el que forma parte del ARAEN, a condición de aplicar en ambos casos el auricular a una plataforma colocada a ras del borde del oído artificial (véase la figura 2/P.51).

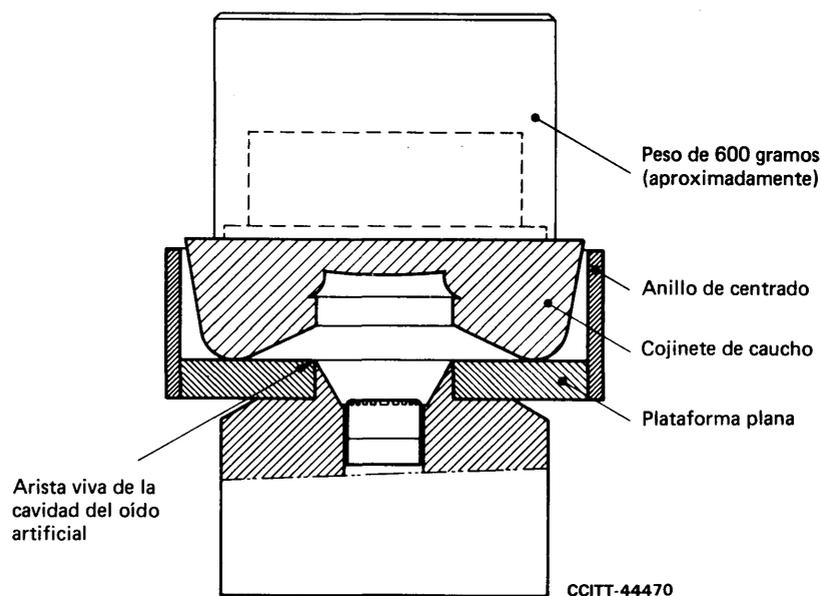


FIGURA 2/P.51

Aplicación del receptor del ARAEN en una plataforma montada a ras de la superficie superior de la cavidad de entrada del oído artificial modelo CEI-318

Se sabe además que, para ajustar el sistema receptor del ARAEN, ha habido que fundarse inicialmente en la concordancia entre la calibración del auricular N.º 4026A, con pabellón protegido con caucho, aplicado al oído humano y la calibración efectuada como se indica anteriormente con el oído artificial del ARAEN.

El CCITT recomienda, pues, el empleo del oído artificial modelo CEI-318 en una plataforma, según la descripción dada anteriormente, para las futuras mediciones objetivas del *sistema receptor del ARAEN* del tipo utilizado para el estudio de la correlación entre las evaluaciones subjetivas de índices de sonoridad y los índices calculados a base de mediciones objetivas. Hay que utilizar una masa de 600 gramos (no comprendida la masa del auricular) para aplicar este auricular al oído artificial.

Observación 1 – Esta Recomendación se refiere exclusivamente a la calibración del auricular N.º 4026A con el pabellón protegido con caucho. Queda entendido que los auriculares de microteléfonos de forma clásica deben aplicarse directamente al oído artificial según las indicaciones que figuran en [8] y en la presente Recomendación.

Observación 2 – Esta Recomendación concierne no sólo al sistema receptor del ARAEN, sino también al del NOSFER, para las pruebas del tipo descrito anteriormente. No modifica en nada la calibración absoluta del ARAEN descrita en la Recomendación P.41 y en [9].

2 Fuente sonora recomendada provisionalmente por el CCITT

2.1 Introducción

Se propone que, antes de recomendar un tipo particular de boca artificial apropiada para las mediciones telefónicas objetivas, se adquiera cierta experiencia en el empleo de una fuente sonora que permita determinar las características de sensibilidad en función de la frecuencia de un sistema emisor comercial, cualquiera que sea el tipo de cápsula microfónica; esta fuente sonora sólo puede utilizarse para microteléfonos.

Tal fuente sonora permitirá efectuar comparaciones útiles entre los resultados obtenidos en diversos laboratorios. Esta ventaja existe ya para las comparaciones de las curvas de sensibilidad en función de la frecuencia de los auriculares desde la adopción por el CCITT en Mar del Plata del oído artificial modelo CEI-318.

Sería conveniente completar la documentación existente sobre la boca humana.

Observación – Esta proposición sobre la elección de una fuente sonora no impide ulteriormente una boca artificial más precisa universalmente utilizable para las mediciones de índices objetivos.

2.2 Características acústicas de la fuente sonora

2.2.1 La fuente sonora debe permitir calibrar los micrófonos a corta distancia.

2.2.2 A las distancias de medida normalmente utilizadas, las propiedades acústicas deben ser próximas de las de la boca humana media; en particular, la ley de disminución de la presión acústica en el eje debiera aproximarse a la correspondiente a la boca humana media, a partir de una distancia del orden de 10 mm delante del plano llamado plano de los labios de esta fuente.

El cuadro 1/P.51 indica, para la boca humana, según diversas fuentes, las presiones acústicas medidas en puntos situados en el eje y expresadas en valor relativo con relación a la presión acústica a una distancia de 25 mm a partir del plano de los labios. Las presiones acústicas debieran medirse con un micrófono muy pequeño (unos 6 mm de diámetro) o con un micrófono sonda.

CUADRO 1/P.51

Distancia a partir del plano de los labios (mm)	Nivel de presión acústica (dB referidos a la presión a 25 mm del plano de los labios)		
	Post Office del Reino Unido	Chile Telephone Co.	L. M. Ericsson
10	+4,8	+5,5	+4,6
20	+1,5	+1,5	+1,3
25	0	0	0
40	-3,3	-3,3	-3,4
60	-6,5	(Véase la observación)	

Observación – Más allá de 40 mm, puede suponerse que la presión acústica es inversamente proporcional a la distancia, referida esta última a una fuente puntual situada 6 mm detrás del plano de los labios.

2.2.3 La directividad, en una región del espacio situada fuera del eje, debiera ser aproximadamente igual a la correspondiente a la boca humana media.

2.2.4 Para poder comparar los resultados obtenidos con distintos ejemplares de fuentes sonoras es necesario definir un punto de referencia en el eje principal, en el que se verifiquen las características de la fuente sonora que servirá de referencia en experimentos realizados entre distintos laboratorios. Se considera apropiado y se propone un punto situado en el eje a 25 mm del plano de los labios.

2.2.5 La fuente sonora ha de proporcionar en el punto de referencia arriba citado niveles de presión acústica de por lo menos 90 dB (con relación a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) en una gama de frecuencias que incluya por lo menos la banda de 200 a 4000 Hz. (Convendría disponer de niveles de presión acústica de hasta 100 dB en la banda de frecuencias comprendida entre 100 y 8000 Hz.)

2.2.6 Esta fuente debe ser estable y fácil de reproducir.

2.3 Elección de un modelo

Los resultados de las mediciones efectuadas con la fuente B & K 4216 modificada y con la boca artificial utilizada por la Post Office del Reino Unido, han demostrado una concordancia bastante buena entre estos dos modelos. En lo que concierne a la distribución de la presión acústica en campo libre a lo largo del eje, los resultados de las mediciones se acercan a los valores de que se dispone en la actualidad en relación con la boca humana. Ambos modelos responden asimismo a las demás especificaciones del § 2.2.

Observación 1 – Se recuerda que la modificación de la fuente sonora B & K 4216 consiste esencialmente en un acercamiento del anillo de labios hacia el micrófono de regulación. La distancia entre el anillo y el plano del orificio del micrófono en la fuente modificada es de 9,7 mm [10].

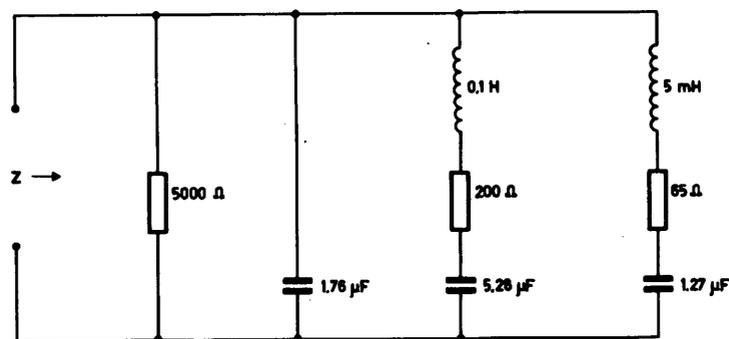
Observación 2 – El modelo B & K 4219 se está fabricando actualmente y se ajusta a las especificaciones de esta Recomendación en la gama de frecuencias de 200 a 4000 Hz.

ANEXO A

(a la Recomendación P.51)

Red eléctrica de constantes localizadas equivalente al oído humano medio

Se dispone de tres determinaciones independientes de la impedancia acústica del oído humano medio en ausencia de pérdidas (véase la bibliografía); estas determinaciones se aplicaban a pabellones de diferentes formas utilizados en auriculares audiométricos. En cada caso, se ha determinado una red equivalente del tipo representado en la figura A-1/P.51, fijándose los valores de los elementos de modo que se consiguiera la mejor concordancia posible con los valores de impedancia medidos. Los valores de los elementos de constantes localizadas que se indican en la figura A-1/P.51 son valores medios correspondientes a un pabellón plano.



CCITT-44481

Observación – Un ohmio eléctrico corresponde a 10^5 Ns m⁻⁵.

FIGURA A-1/P.51

Red eléctrica de constantes concentradas equivalente al oído humano medio. Las partes real e imaginaria de la impedancia Z se representan, en las figuras A-2/P.51 y A-3/P.51 en función de la frecuencia

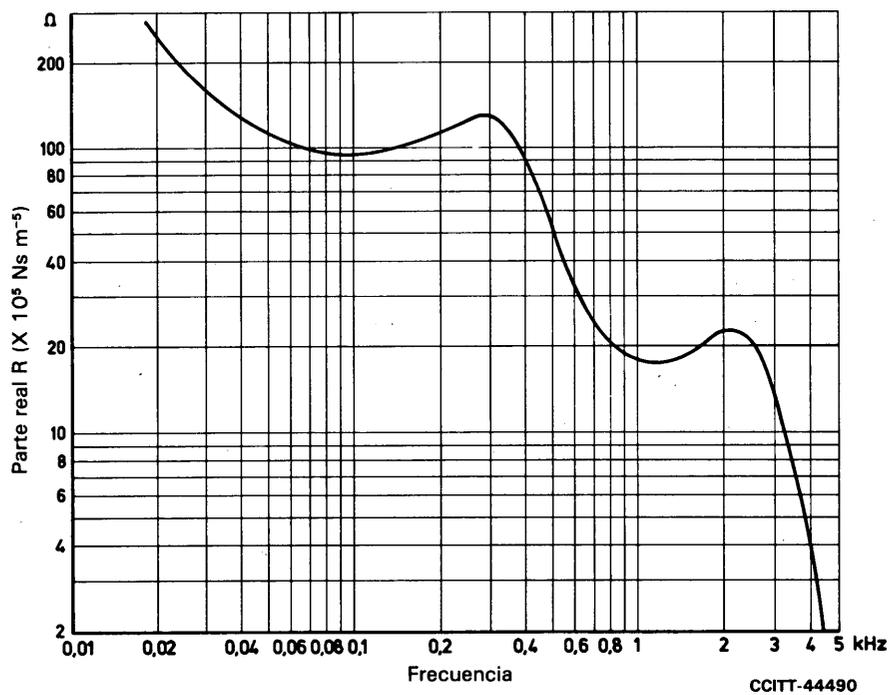


FIGURA A-2/P.51

Parte real de la impedancia de la red eléctrica equivalente

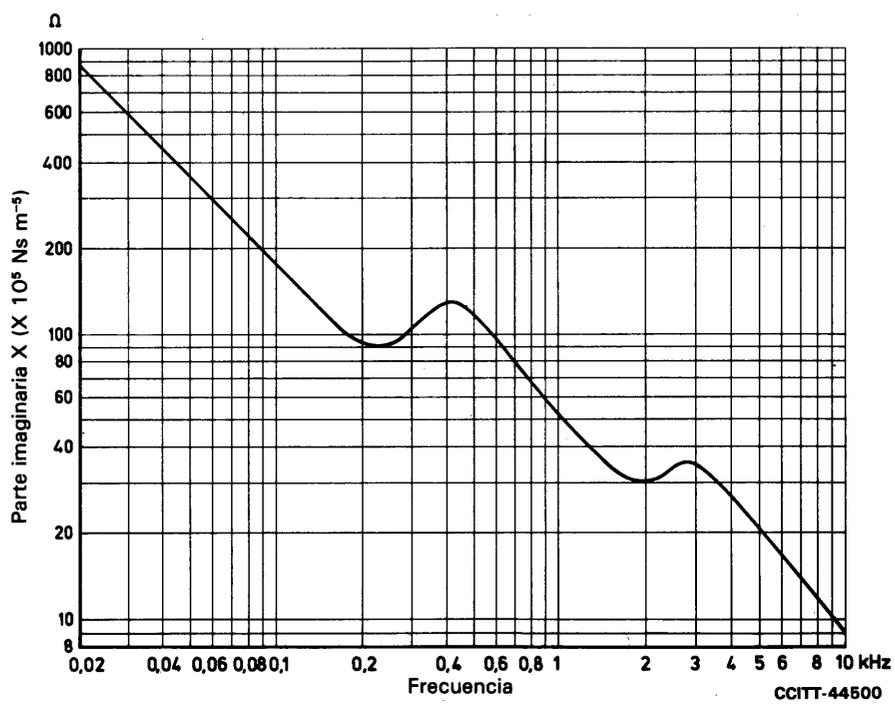


FIGURA A-3/P.51

Parte imaginaria de la impedancia de la red eléctrica equivalente

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Voces, bocas y oídos artificiales*, Libro Rojo, Tomo V bis, Rec. P.51, UIT, Ginebra, 1965.
- [2] *Method standardized in the United States of America for the calibration of telephone receivers on a coupler*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 17, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [3] Informe de la Comisión Electrotécnica Internacional *IEC provisional reference coupler for the calibration of earphones used in audiometry*, publicación 303 de la CEI, Ginebra, 1970.
- [4] Recomendación de la Comisión Electrotécnica Internacional *An artificial ear, of the wide band type, for the calibration of earphones used in audiometry*, publicación 318 de la CEI, Ginebra, 1970.
- [5] CCITT – Cuestión 12/XII, anexo 1, Libro Verde, Tomo V, UIT, Ginebra, 1973.
- [6] CCITT – Contribución COM XII-N.º 125, del periodo de estudios 1968-1972, Ginebra, 1971.
- [7] CCITT – Contribución COM XII-N.º 12 (Informe Técnico N.º 355 del Laboratorio del CCITT) del periodo de estudios 1964-1968, Ginebra, 1967.
- [8] Recomendación de la Comisión Electrotécnica Internacional *An artificial ear, of the wide band type, for the calibration of earphones used in audiometry*, publicación 318 de la CEI, sección 4, Ginebra, 1970.
- [9] *Calibrado absoluto del AEREN en el Laboratorio del CCITT*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 9, UIT, Ginebra, 1969.
- [10] CCITT – Contribución COM XII-N.º 52 (Informe Técnico N.º 397 del Laboratorio del CCITT) del periodo de estudios 1968-1972, Ginebra, 1970.

Bibliografía

- BRÜEL (P. V.), FREDERIKSEN (E.) y RASMUSSEN (G.): Artificial Ears for the Calibration of Earphones of the External Type, *B & K Tech. Rev.* N.º 4 (1961) y N.º 1 (1962).
- DELANY (M. E.): The Acoustical Impedance of Human Ears, *J. Sound Vib.* 1 (1964), 455.
- DELANY (M. E.), WHITTLE (L. S.), COOK (J. P.) y SCOTT (V.): Performance Studies on a New Artificial Ear, *Acustica* 18 (1967), 231.
- ITHELL (A. H.): A Determination of the Acoustical Input Impedance Characteristics of Human Ears, *Acustica* 13 (1963), 311.
- ITHELL (A. H.), JOHNSON (E. G. T.) y YATES (R. F.): The Acoustical Impedance of Human Ears and a New Artificial Ear, *Acustica* 15 (1965), 109.

Recomendación P.52

VOLÚMETROS

El CCITT estima que, para asegurar la continuidad con la práctica anterior, no conviene modificar la especificación del volúmetro del ARAEN empleado en el Laboratorio del CCITT.

En el cuadro 1/P.52 se indican las principales características de diversos aparatos de medida utilizados para controlar el volumen o los niveles de cresta durante conferencias telefónicas o transmisiones radiofónicas.

Observación – En los suplementos al Tomo V del *Libro Blanco* se describen los siguientes aparatos:

- volúmetro del ARAEN, o «voltímetro vocal» (*speech voltmeter*): suplemento N.º 10 [1];
- volúmetro normalizado en Estados Unidos de América, llamado vúmetro: suplemento N.º 11 [2];
- indicador de cresta utilizado por la British Broadcasting Corporation: suplemento N.º 12 [3];
- indicadores de amplitud máxima tipo U 21 y U 71 empleados en la República Federal de Alemania: suplemento N.º 13 [4].

El indicador de volumen del SFERT (*volume indicator*), utilizado antiguamente en el Laboratorio del CCITT, se describe en [5].

Pruebas comparativas de diversos tipos de volúmetros

En la nota que figura en [6] se dan algunas indicaciones sobre los resultados de pruebas preliminares, efectuadas en el Laboratorio del SFERT, para comparar el indicador de volumen con distintos indicadores de impulsos.

En [7] figuran los resultados de pruebas comparativas realizadas en 1952 por la Post Office del Reino Unido.

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

Tipo de aparato	Características del rectificador (véase la observación 3)	Tiempo de establecimiento para el 99% de la desviación final (milisegundos)	Tiempo de integración (milisegundos) (véase la observación 4)	Tiempo de retorno a cero (valor y definición)
1) «Voltímetro vocal» británico del tipo 3 (S.V.3) idéntico al volúmetro del ARAEN	2	230	100 (aprox.)	Igual al tiempo de integración
2) Vúmetro (Estados Unidos de América) (véase la observación 1)	1,0 a 1,4	300	165 (aprox.)	Igual al tiempo de integración
3) Volúmetro del tipo «indicador de volumen» del SFERT	2	400 a 650 aproximadamente	200	Igual al tiempo de integración
4) Indicador de cresta para transmisiones radiofónicas empleado por la British Broadcasting Corporation (BBC Peak Programme Meter) (véase la observación 2)	1		10 (véase la observación 5)	3 segundos para que la indicación disminuya 26 dB
5) Indicador de amplitud máxima utilizado en la República Federal de Alemania (tipo U 21)	1	80 aproximadamente	5 (aprox.)	1 ó 2 segundos de 100% a 10% de la desviación en régimen permanente
6) OIRT – Medidor del nivel de transmisión: Medidor de nivel de tipo A Medidor de nivel de tipo B		Para los dos tipos: menos de 300 ms para los aparatos de aguja y menos de 150 ms para los aparatos de indicador luminoso	 10 ± 5 60 ± 10	Para los dos tipos: de 1,5 a 2 segundos desde punto «0 dB», en el 30% de la parte útil de la escala

Observación 1 – Francia ha normalizado un sistema análogo al definido en la línea 2) del cuadro.

Observación 2 – Los Países Bajos han normalizado un sistema (NRU-ON301) análogo al definido en la línea 4) del cuadro.

Observación 3 – El número que figura en esta columna es el exponente n en la fórmula $[V(\text{salida}) = V(\text{entrada})^n]$ aplicable para cada medio ciclo.

Observación 4 – El CCIF ha definido el «tiempo de integración» como el «periodo mínimo durante el cual debe aplicarse una tensión alterna sinusoidal a los terminales del aparato para que la aguja del instrumento de medida alcance, con una aproximación de 0,2 neperios o 2 dB, la desviación que se obtendría si se aplicara la misma tensión indefinidamente». Una diferencia logarítmica de 2 dB corresponde a un valor del 79,5%, y una diferencia de 0,2 neperios a un valor de 82%.

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

Observación 6 – Italia utiliza un medidor del nivel de transmisión de las siguientes características:

- característica del rectificador: 1 (véase la observación 3);
- tiempo de establecimiento para el 99% de la desviación en régimen permanente: unos 20 ms;
- tiempo de integración : 1,5 ms, aproximadamente;
- tiempo de retorno a cero: 1,5 s aproximadamente de 100% a 10% de la desviación en régimen permanente.

Referencias

- [1] *Volúmetro de ARAEN o voltímetro vocal*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 10, UIT, Ginebra, 1969.
- [2] *Volúmetro normalizado en Estados Unidos de América, denominado medidor de VU*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 11, UIT, Ginebra, 1969.
- [3] *Indicador de cresta empleado por la British Broadcasting Corporation*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 12, UIT, Ginebra, 1969.
- [4] *Indicadores de amplitud máxima de los tipos U 21 y U 71 utilizados en la República Federal de Alemania*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 13, UIT, Ginebra, 1969.
- [5] *SFERT volume indicator*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 18, parte 2, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [6] CCIF – *Libro Blanco*, Tomo IV, pp. 270 a 293, edición en francés y en inglés, UIT, Berna, 1934.
- [7] *Comparación de las lecturas hechas durante una conversación con volúmetros de tipos diferentes*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 14, UIT, Ginebra, 1969.

Recomendación P.53

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

(modificada en Ginebra, 1976)

El CCITT,

considerando

(a) que, desde que se especificó el sofómetro para circuitos telefónicos comerciales [1], se han realizado considerables progresos en la construcción de los aparatos telefónicos de abonado, sobre todo en lo que se refiere a la uniformidad de la característica de sensibilidad en función de la frecuencia;

(b) que el «Joint Sub-committee on development and research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System» [2], ha efectuado numerosas pruebas con el fin de determinar la curva que para la red correctora del sofómetro ha de prescribirse para tener en cuenta las características mejoradas de los aparatos telefónicos de abonado;

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

recomienda por unanimidad

que los pesos atribuidos a las distintas frecuencias en la red correctora del sofómetro utilizado para las mediciones en los terminales de un circuito interurbano del servicio telefónico comercial, sean los indicados en el cuadro 1/P.53 (véase también la curva de la figura 1/P.53); sólo los valores en negrita en este cuadro especifican la red correctora del sofómetro y sólo ellos pueden tomarse en consideración para las pruebas de verificación del aparato. Los demás valores, obtenidos por interpolación, se indican para facilitar los cálculos eventuales.

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

1 Tolerancias admisibles

Las tolerancias admisibles son:

50 a 300 Hz	± 2 dB
300 a 800 Hz	± 1 dB
800 Hz	0 dB
800 a 3000 Hz	± 1 dB
3000 a 3500 Hz	± 2 dB
3500 a 5000 Hz	± 3 dB

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

CUADRO 1/P.53

Cuadro de pesos (factores de ponderación) del sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

Frecuencia Hz	Peso		
	Valores numéricos	Cuadrado de los valores numéricos	Valores en decibelios
16,66	0,056	0,003136	-85,0
50	0,71	0,5041	-63,0
100	8,91	79,3881	-41,0
150	35,5	1 260,25	-29,0
200	89,1	7 938,81	-21,0
250	178	31 684	-15,0
300	295	87 025	-10,6
350	376	141 376	-8,5
400	484	234 256	-6,3
450	582	338 724	-4,7
500	661	436 921	-3,6
550	733	537 289	-2,7
600	794	630 436	-2,0
650	851	724 201	-1,4
700	902	813 604	-0,9
750	955	912 025	-0,4
800	1 000	1 000 000	0,0
850	1 035	1 071 225	+0,3
900	1 072	1 149 184	+0,6
950	1 109	1 229 881	+0,9
1 000	1 122	1 258 884	+1,0
1 050	1 109	1 229 881	+0,9
1 100	1 072	1 149 184	+0,6
1 150	1 035	1 071 225	+0,3
1 200	1 000	1 000 000	0,0
1 250	977	954 529	-0,20
1 300	955	912 025	-0,40
1 350	928	861 184	-0,65
1 400	905	819 025	-0,87
1 450	881	776 161	-1,10
1 500	861	741 321	-1,30
1 550	842	708 964	-1,49
1 600	824	678 976	-1,68
1 650	807	651 249	-1,86
1 700	791	625 681	-2,04
1 750	775	600 625	-2,22
1 800	760	577 600	-2,39
1 850	745	555 025	-2,56
1 900	732	535 824	-2,71
1 950	720	518 400	-2,86
2 000	708	501 264	-3,00
2 050	698	487 204	-3,12
2 100	689	474 721	-3,24
2 150	679	461 041	-3,36
2 200	670	448 900	-3,48
2 250	661	436 921	-3,60
2 300	652	425 104	-3,72
2 350	643	413 449	-3,84
2 400	634	401 956	-3,96
2 450	626	390 625	-4,08
2 500	617	380 689	-4,20
2 550	607	368 449	-4,33
2 600	598	357 604	-4,46
2 650	590	348 100	-4,59
2 700	580	336 400	-4,73
2 750	571	326 041	-4,87
2 800	562	315 844	-5,01

CUADRO 1/P.53 (conclusión)

Cuadro de pesos (factores de ponderación) del sofómetro para circuitos telefónicos comerciales

Frecuencia Hz	Peso		
	Valores numéricos	Cuadrado de los valores numéricos	Valores en decibelios
2850	553	305 809	-5,15
2900	543	294 849	-5,30
2950	534	285 156	-5,45
3000	525	275 625	-5,60
3100	501	251 001	-6,00
3200	473	223 729	-6,50
3300	444	197 136	-7,05
3400	412	169 744	-7,70
3500	376	141 376	-8,5
3600	335	112 225	-9,5
3700	292	85 264	-10,7
3800	251	63 001	-12,0
3900	214	45 796	-13,4
4000	178	31 684	-15,0
4100	144,5	20 880,25	-16,8
4200	116,0	13 456	-18,7
4300	92,3	8 519,29	-20,7
4400	72,4	5 241,76	-22,8
4500	56,2	3 158,44	-25,0
4600	43,7	1 909,69	-27,2
4700	33,9	1 149,21	-29,4
4800	26,3	691,69	-31,6
4900	20,4	416,16	-33,8
5000	15,9	252,81	-36,0
> 5000	< 15,9	< 252,81	< -36,0
5 000 a 6 000	< 15,9	< 252,81	< -36,0
> 6 000	< 7,1	< 50,41	< -43,0

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

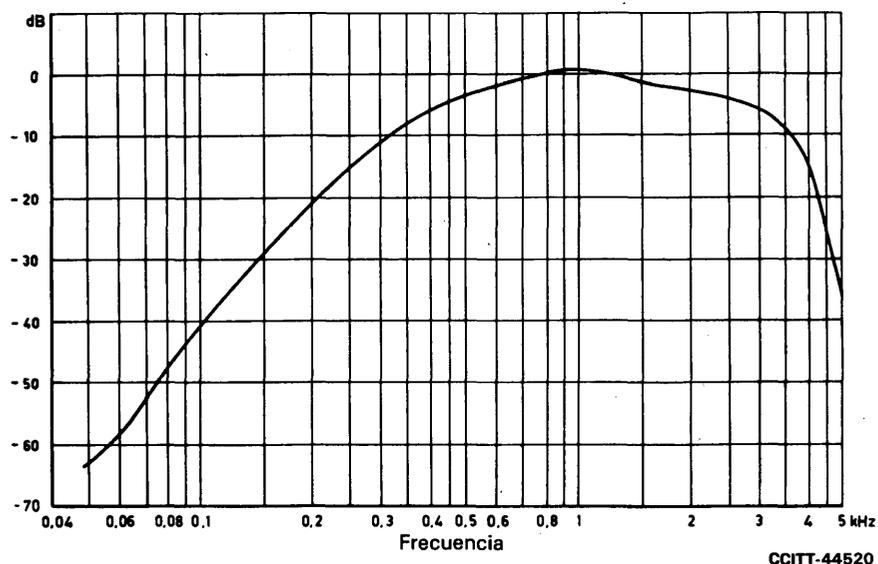


FIGURA 1/P.53

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

2 Mediciones en los terminales del receptor telefónico de abonado

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

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

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

3 Correspondencia con las indicaciones de los sofómetros estadounidenses

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

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

Teniendo en cuenta que la relación será diferente para otros espectros de ruido, se proponen, con miras a la realización de comparaciones reales, los factores de conversión siguientes (valores redondeados):

Ponderación 1951 del CCITT		Aparato 3A Ponderación C para la telefonía		Aparato 2B Ponderación F1A
0 dBm	=	90 dBrn	=	84 dBa
-90 dBm	=	0 dBrn	=	-6 dBa
-84 dBm	=	6 dBrn	=	0 dBa

Estos factores de conversión tienen en cuenta el efecto de la diferencia entre las frecuencias de referencia utilizadas (800 Hz para el sofómetro del CCITT y 1000 Hz para los aparatos americanos).

En [4] y [5] figura información detallada sobre los sofómetros actualmente utilizados en Estados Unidos.

4 Medición de ruidos impulsivos

(Véase la Recomendación P.55.)

Referencias

- [1] *Directrices para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas*, edición de Roma, 1937, revisada en Oslo, 1938.
- [2] *Engineering Report N.º 45*, Joint Sub-committee on development and research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System.
- [3] LEWINSKI (D. A.): A New Objective for Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, N.º 43, p. 719, marzo de 1964.
- [4] COCHRAN (W. T.) y LEWINSKI (D. A.): A New Measuring Set for Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, N.º 39, p. 911, julio de 1960.
- [5] AIKENS (A. J.) y LEWINSKI (D. A.): Evaluation of Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, N.º 39, p. 879, julio de 1960.

Recomendación P.54

SONÓMETROS (APARATOS PARA LA MEDICIÓN OBJETIVA DEL RUIDO AMBIENTE)

(modificada en Mar del Plata, 1968, y en Ginebra, 1972)

El CCITT recomienda que se adopte el sonómetro especificado en [1], para su uso, en la mayoría de los casos, con los filtros de una octava, de media octava y de un tercio de octava, conformes a [2].

Referencias

- [1] Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional *Sound level meters*, publicación 651 (179) de la CEI, Ginebra, 1979.
- [2] Recomendación de la Comisión Electrotécnica Internacional *Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibration*, publicación 225 de la CEI, Ginebra, 1966.

Recomendación P.55

APARATOS PARA MEDIR LOS RUIDOS IMPULSIVOS ¹⁾

(Mar del Plata, 1968)

La experiencia ha demostrado que los chasquidos u otros ruidos impulsivos que se producen en las conferencias telefónicas provienen de diversas fuentes, por ejemplo, construcción defectuosa de las instalaciones de conmutación, defectos de las tomas de tierra de las centrales, y acoplamientos electromagnéticos en las centrales o en línea.

No es prácticamente posible apreciar el efecto perturbador en las comunicaciones telefónicas de los impulsos aislados. La rápida sucesión de impulsos breves es sobre todo molesta al comienzo de una comunicación. Es probable que estas series de impulsos breves afecten más a las transmisiones de datos que a las comunicaciones telefónicas, y que los circuitos utilizables para las transmisiones de datos, de conformidad con los criterios de ruido en curso de estudio, sean también satisfactorios para la transmisión de la palabra.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el CCITT recomienda a las Administraciones que para medir el número de veces en que aparecen series de impulsos, tanto en los circuitos telefónicos como en los utilizados para las transmisiones de datos, empleen el contador de impulsos de ruido definido en la Recomendación O.71 [1].

Observación — Las Administraciones podrán seguir estudiando en el plano nacional si el empleo de estos contadores de impulsos de ruido garantiza, por sí solo, que se cumplan las condiciones necesarias para obtener una buena calidad en las conexiones telefónicas. Para esos estudios, las Administraciones pueden usar los aparatos de medida que juzguen más apropiados, por ejemplo, un sofómetro con factor de sobrecarga aumentado, pero el CCITT no piensa recomendar el empleo de tal aparato.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Especificaciones de un aparato de medida para la evaluación del ruido impulsivo en los circuitos de tipo telefónico*, Tomo IV, fascículo IV.4, Rec. O.71.

¹⁾ Se ha suprimido la antigua Recomendación P.55 (*Libro Rojo*, Tomo V, p. 234 de la edición española).

SECCIÓN 5

MEDICIONES ELECTROACÚSTICAS OBJETIVAS

Recomendación P.61

MÉTODOS DE CALIBRADO ABSOLUTO DE MICRÓFONOS DE MEDICIÓN

(modificada en Ginebra, 1976)

Para esta medición se sigue en general uno de los métodos siguientes:

a) *Método del disco de Rayleigh*

En [1] se describe la aplicación de este método en el Laboratorio del CCITT para el calibrado absoluto del ARAEN.

b) *Método de reciprocidad para el calibrado de micrófonos de condensador*

El principio y la descripción de este método aparecen en [2], [3] y [4].

Referencias

- [1] *Calibrado absoluto del ARAEN en el laboratorio del CCITT*, Libro Blanco, Tomo V, suplemento N.º 9, UIT, Ginebra, 1969.
- [2] Comisión Electrotécnica Internacional *Precision method for pressure calibration of one-inch standard condenser microphones by the reciprocity technique*, publicación 327 de la CEI, Ginebra, 1971.
- [3] Comisión Electrotécnica Internacional *Simplified method for pressure calibration of one-inch standard condenser microphones by the reciprocity technique*, publicación 402 de la CEI, Ginebra, 1972.
- [4] Comisión Electrotécnica Internacional *Simplified method for free-field calibration of one-inch standard condenser microphones by the reciprocity technique*, publicación 486 de la CEI, Ginebra, 1974.

Recomendación P.62

MEDICIONES HECHAS EN LOS APARATOS TELEFÓNICOS DE ABONADO

1 Medición de la distorsión de atenuación de un aparato telefónico

La curva de las variaciones de la sensibilidad absoluta de un aparato telefónico (sistema emisor o sistema receptor) en función de la frecuencia no informa por completo sobre la manera en que este aparato reproduce la voz humana o la música, aunque a menudo se la denomina «característica de funcionamiento a distintas frecuencias».

Sin embargo, la curva de las variaciones de la sensibilidad absoluta de un aparato telefónico en función de la frecuencia proporciona indicaciones útiles desde el punto de vista de la transmisión de la palabra. Por otra parte, para la transmisión de música, en ausencia de un criterio preciso de calidad de transmisión (que desempeñe el mismo papel que la nitidez o el índice de repetición en las comunicaciones telefónicas comerciales), hay que contentarse con tales curvas para apreciar la calidad de los aparatos terminales (micrófonos o altavoces).

Para trazar las características de sensibilidad en función de la frecuencia pueden utilizarse 1 métodos descritos en la Recomendación P.64 y su anexo B.

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

Si bien las distorsiones no lineales de los receptores telefónicos son, por lo general, despreciables, los micrófonos (sobre todo los micrófonos de carbón que comúnmente se emplean en los aparatos telefónicos comerciales) presentan una no linealidad considerable; la relación entre la variación de la resistencia del micrófono y la presión acústica que se ejerce sobre el diafragma no es lineal. Esta no linealidad es tanto más importante cuanto mayor es la variación de resistencia con relación a la resistencia total del micrófono, es decir, cuanto más sensible es el micrófono. Además, puede haber otros dos efectos:

- 1) El micrófono es menos sensible a las presiones acústicas inferiores a cierto valor (umbral de excitación).
- 2) La inercia mecánica de los granos de carbón (o el retardo en el establecimiento del contacto eléctrico entre estos granos) se debe a que los diversos regímenes de agitación del carbón bajo la influencia de las ondas acústicas no son los mismos para todas las frecuencias de esas ondas (por ejemplo, un micrófono de carbón reproduce mejor en general los batidos lentos entre dos sonidos).

La información existente acerca del efecto general de la distorsión armónica sobre la calidad de la señal vocal en telefonía, indica que el efecto de la distorsión armónica de segundo orden es considerablemente menor que el de la distorsión de tercer orden. Sin embargo, es difícil comparar los umbrales de distorsión absolutos obtenidos en pruebas diferentes, a causa de las diferencias en la definición y medición de la distorsión.

Observación – En [1] y en [2] se resume la información disponible sobre la materia. Es evidente que las mediciones con señales sinusoidales sólo permiten predecir en un grado limitado la calidad de funcionamiento de la transmisión vocal de los sistemas no lineales, en especial si el valor de cresta de la señal de prueba es mucho menor que la señal vocal transmitida. Se prevé, pues, que una señal compleja con la misma densidad espectral y la misma función de densidad de amplitud que la palabra real resultará más útil como señal de prueba.

Observación – La aplicación de señales de prueba complejas o de señales vocales reales para medir la no linealidad de circuitos telefónicos se estudia en el marco de la Cuestión 13/XII [3].

Ciertos tipos de micrófonos de carbón pueden producir un ruido estacionario audible que a menudo depende de la magnitud de la corriente de alimentación. Este tipo de ruido y su efecto sobre la calidad de transmisión se miden de la misma manera que los otros tipos de ruido auditivo de circuito.

Por otro lado, también puede haber presente un ruido multiplicativo (correlacionado con la palabra). Por lo general, este tipo de ruido puede incluirse en la distorsión no lineal medida como distorsión armónica o de intermodulación mediante una señal de prueba apropiada.

3 Medición objetiva del equivalente de referencia (ER), del equivalente de referencia corregido (ERC) o de índices de sonoridad (LR)

No existe actualmente ningún método convenido para la medición del ER, el ERC o el LR del equipo telefónico de abonado. Sin embargo, pueden citarse los aparatos que utilizan las Administraciones de Francia, la República Federal de Alemania, Suiza y Suecia descritos en [4], [5], [6] y [7]. También se señalan las conclusiones expuestas en [8] acerca del equipo existente.

Por lo que se refiere a la medición objetiva de índices de sonoridad, este tema se estudia en el marco de la Cuestión 15/XII [9], a la cual se ha anexado un proyecto de Recomendación P.XXF. (Equipo para la determinación objetiva de índices de sonoridad.)

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 13/XII, anexo 1, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] CCITT – Cuestión 13/XII, Anexo, Libro Verde, Tomo V, UIT, Ginebra, 1973.
- [3] CCITT – Cuestión 13/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [4] *Apparatus used by the French Administration for the objective measurement of reference equivalents*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 27, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [5] *Apparatus used by the telephone administration of the Federal Republic of Germany for the objective measurement of reference equivalents*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 28, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.

- [6] *Method and apparatus used the Swiss Administration for the objective measurement of reference equivalents*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 29, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [7] *Artificial mouth used by Swedish Administration*, Libro Rojo, Tomo V bis, parte II, anexo G, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra 1965.
- [8] CCITT – Cuestión 15/XII, apéndice 5.2, Libro Verde, Tomo V, UIT, Ginebra, 1973.
- [9] CCITT – Cuestión 15/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Recomendación P.63

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN A BASE DE MEDICIONES OBJETIVAS

Los métodos de medición de esa naturaleza, se están estudiando por el CCITT en el marco de la Cuestión 7/XII [1]. En los anexos A y B a la Recomendación P.11 y en los suplementos N.ºs 2 y 3 que figuran al final del presente fascículo se describen los métodos que utilizan la British Telecom y la AT&T, respectivamente. También deben citarse los métodos especificados en la Recomendación P.79, para calcular índices de sonoridad.

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 7/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Recomendación P.64

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SENSIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS LOCALES PARA CALCULAR SUS ÍNDICES DE SONORIDAD

(Ginebra, 1976)

En la Recomendación P.76 se indican los principios generales en relación con la determinación de índices de sonoridad.

1 Introducción

Las características de sensibilidad en función de la frecuencia en la emisión o en la recepción de un sistema telefónico local completo pueden medirse directamente u obtenerse midiendo tres partes por separado, a saber:

a) los transductores, b) la parte eléctrica del aparato de abonado y c) la línea de abonado y el puente de alimentación. Si cada una de estas mediciones se hace de manera apropiada y se tienen debidamente en cuenta las desadaptaciones de impedancia en los interfaces, las magnitudes respectivas pueden combinarse para obtener las sensibilidades requeridas del sistema telefónico local. En este texto se consideran las mediciones de sistemas telefónicos locales completos; sin embargo, los mismos principios son aplicables a la medición de micrófonos y auriculares por separado.

Pueden requerirse mediciones electroacústicas del tipo considerado, con diversas finalidades, entre las cuales es importante distinguir las siguientes:

- a) proporcionar información al proyectista de un transductor sobre la medida en que la característica de sensibilidad en función de la frecuencia obtenida corresponde a la deseada;
- b) verificar si el producto fabricado reúne las condiciones especificadas;
- c) proporcionar características de sensibilidad en función de la frecuencia adecuadas para uso en la estimación de índices de sonoridad, equivalentes de referencia u otras magnitudes que se determinen en forma subjetiva.

La presente Recomendación trata sólo del punto c) y, para esta finalidad son básicas las mediciones en condiciones reales. Las bocas y oídos artificiales deben utilizarse procurando obtener una buena concordancia entre los resultados obtenidos con ellos y las mediciones con bocas y oídos reales. Las mediciones en condiciones reales son complicadas, requieren mucho tiempo y no pueden reproducirse con gran precisión, en especial si se utilizan micrófonos de carbón.

En la presente Recomendación se describen métodos de medición en que se utilizan formas recomendadas de bocas y oídos artificiales (véase la Recomendación P.51).

2 Sensibilidad en la emisión y calibración de micrófonos

A los fines de la presente Recomendación, la sensibilidad en la emisión de un sistema telefónico local y la sensibilidad de un micrófono se especifican en términos de la presión acústica en campo libre en un punto de referencia delante de la boca ¹⁾, y de la salida eléctrica del sistema telefónico local o del micrófono, según corresponda. La presión acústica de entrada no puede, pues, medirse al mismo tiempo que la salida eléctrica, sino que la medición debe hacerse en forma indirecta. La presión acústica en el punto de referencia se mide en ausencia del microteléfono; luego, sin variar la fuente constituida por la boca artificial, se coloca el microteléfono en la posición definida frente a la boca y se mide la salida. Si se utilizan la boca y la voz humanas, no puede garantizarse que la fuente mantenga su salida constante entre el momento de la medición de la presión acústica en campo libre y el de la medición de la salida eléctrica del micrófono. Las bocas artificiales tienen el inconveniente de representar imperfectamente la impedancia de la fuente y la distribución del campo de las bocas reales.

Además de establecer las condiciones adecuadas en cuanto a la fuente, es necesario que la embocadura se encuentre, para cada tipo de microteléfono, en la posición en que se emplearía en la realidad. Esto puede lograrse situando adecuadamente la embocadura con respecto al punto de referencia oído, lo que asegura que los microteléfonos más largos se miden con una distancia boca-micrófono mayor que en el caso de los microteléfonos cortos. La conveniencia de una determinada posición del microteléfono para medir las características de sensibilidad en función de la frecuencia sólo puede juzgarse mediante comparaciones, con microteléfonos de diferentes longitudes, de los resultados de pruebas reales de conversación, entre los obtenidos con la boca artificial y los obtenidos con bocas reales, en condiciones de medición debidamente controladas. A los efectos de la presente Recomendación, el microteléfono estará situado en la posición definida en el anexo A de la Recomendación P.76.

Se presentan problemas especiales al efectuar mediciones con bocas y voces reales, incluso en condiciones de conversación controladas. En esas circunstancias, la presión acústica no puede medirse directamente en el punto de referencia boca requerido, por lo que debe medirse en otro punto y referirse indirectamente al punto de referencia boca. En algunas mediciones anteriores se ha utilizado un micrófono de medida instalado a un metro de la boca, pero ello requiere un medio exento de ecos, y en la medición influye la obstrucción que representa el microteléfono sometido a prueba.

Si se aumenta la presión acústica aplicada a un micrófono de carbón, la tensión de salida de éste no aumenta en forma lineal. Esta falta de linealidad obedece a una compleja función, en la que intervienen la presión acústica aplicada, la frecuencia, la corriente de alimentación, y el acondicionamiento y la orientación de la cápsula de granulos de carbón. Sólo pueden obtenerse resultados reproducibles con una boca artificial si se tienen debidamente en cuenta todos estos factores. En el § 6 se describe un método utilizado en el estudio de índices de sonoridad; se trata del método de la «envolvente superior», que consiste en medir la sensibilidad con tres presiones acústicas diferentes y tomar el valor superior para cada frecuencia como la sensibilidad equivalente para la palabra en condiciones reales de conversación.

3 Sensibilidad en la recepción y calibración de auriculares

El oído artificial modelo CEI-318 (véase la Recomendación P.51) permite efectuar mediciones precisas de la sensibilidad de los auriculares, pero las presiones acústicas medidas con él no siempre concuerdan con las existentes en el punto de referencia oído en oídos reales, en las condiciones presentes cuando se efectúan mediciones subjetivas de los índices de sonoridad. Esto puede atribuirse en parte a la presencia de una fuga acústica apreciable entre el auricular y el oído real (esta fuga no está representada en las formas recomendadas y disponibles de oído artificial), y en parte a cierto aumento en el volumen comprendido entre el auricular y el oído real. En consecuencia, para utilizar los resultados de mediciones efectuadas de conformidad con la presente Recomendación, es necesario introducir una corrección (véase el § 7).

¹⁾ El punto de referencia boca utilizado en la presente Recomendación se define en el anexo A.

Sin duda, sería muy conveniente poder modificar el oído artificial de modo que tal corrección fuese innecesaria. Esto ha sido ya objeto de estudio, pero no se ha podido determinar todavía si una sola modificación del oído artificial bastaría para tener en cuenta todos los tipos de auriculares telefónicos. Se necesitan más datos, preferentemente de varios laboratorios, a fin de poder examinar una gama mucho más amplia de tipos de auriculares.

4 Boca artificial

Debe tener las siguientes propiedades:

- a) la distribución de la presión acústica en torno al orificio debe ser aproximada a la existente en torno a la boca humana;
- b) la impedancia acústica hacia la boca debe simular la de la boca humana de modo que el aumento de presión debido al efecto de obstrucción de los micrófonos telefónicos sea representativo;
- c) ha de ser posible establecer, en el punto de referencia boca, presiones acústicas definidas en función de la frecuencia. En una boca artificial usual es conveniente que la presión acústica en este punto, en un intervalo de variación apropiado, sea proporcional a la tensión de entrada de la boca artificial independiente de la frecuencia, por lo menos en la gama de 200 a 4000 Hz, pero de preferencia de 100 a 8000 Hz.

A los fines considerados aquí, el punto de referencia boca se define como el punto en el eje de la boca artificial situado a 25 mm frente a la posición labios equivalente (véase el anexo A).

La Recomendación P.51 define los requisitos de las bocas artificiales apropiadas para esta finalidad.

5 Oído artificial

Debe tener las siguientes propiedades:

- a) la impedancia acústica presentada a los auriculares telefónicos debe simular la del oído humano en las condiciones prácticas de empleo de los microteléfonos;
- b) la sensibilidad del oído artificial, es decir la relación entre la tensión de salida y la presión acústica en el acoplador del oído artificial, debe ser independiente de la frecuencia por lo menos en la gama de 200 a 4000 Hz.

Para el oído humano, el punto de referencia oído se define como el centro O de la traza circular determinada sobre el plano del pabellón del auricular, por un auricular circular cóncavo cuando éste está confortablemente aplicado contra la oreja (véase la figura A-1/P.76) El punto correspondiente cuando el pabellón del auricular se ajusta a un oído artificial no coincidirá normalmente con el lugar en que se mide la presión acústica; por ésta y otras razones, son necesarias ciertas correcciones cuando los resultados se utilizan para calcular índices de sonoridad (véase el § 3).

6 Definición de la sensibilidad en la emisión de un sistema telefónico local (STL)

La sensibilidad en la emisión de un sistema telefónico local (STL) depende de la situación del microteléfono en relación con la posición labios equivalente de la boca artificial. Para el presente texto deberá utilizarse la posición de conversación definida en el anexo A a la Recomendación P.76.

La sensibilidad en la emisión de un sistema telefónico local se expresa como sigue:

$$S_{MJ} = 20 \log_{10} \frac{V_J}{p_M}$$

donde V_J es la tensión en una terminación de 600 ohmios, y p_M la presión acústica en el punto de referencia boca. Obsérvese que p_M debe medirse en ausencia del micrófono «desconocido» del sistema que se prueba. Las unidades de S_{MJ} son decibelios con relación a 1 voltio/Pa.

6.1 Medición de micrófonos telefónicos de carbón («método de la envolvente superior»)

La Recomendación está destinada a aplicarse en la medición de sistemas que comprenden micrófonos de carbón así como en la de sistemas con micrófonos que no son de carbón. Al medir sistemas telefónicos locales que no contengan elementos no lineales (por ejemplo, sin micrófonos de carbón), carece de importancia la presión acústica a la que se efectúen las mediciones, con tal de que sea conocida; cuando, por ejemplo, se utilizan

micrófonos de carbón, se obtendrán sensibilidades diferentes según la presión acústica empleada. Para calcular el índice de sonoridad en la emisión, los valores de sensibilidad deben reducirse a un valor único para cada frecuencia, teniéndose en cuenta las características de la voz humana. Actualmente no existe ningún método cuya aplicación universal pueda recomendarse. Este problema se está estudiando en el marco de la Cuestión 8/XII [1]. Mientras no se defina un método adecuado, las Administraciones podrán referirse a los diversos métodos propuestos y que se hayan en curso de evaluación; éstos se indican en el anexo B.

7 Definición de la sensibilidad en la recepción de un sistema telefónico local (STL)

La sensibilidad en la recepción de un sistema telefónico local, medida directamente con un oído artificial, de conformidad con la Recomendación P.51, se expresa como sigue:

$$S_{Je} = 20 \log_{10} \frac{p_E}{\frac{1}{2} E_J}$$

donde p_E es la presión acústica en el oído artificial, y $\frac{1}{2} E_J$ la mitad de la fuerza electromotriz de la fuente (impedancia de 600 ohmios). Las unidades de S_{Je} son decibelios con relación a 1 Pa/voltio.

Observación — La sensibilidad en la recepción apropiada para la utilización en el cálculo de los índices de sonoridad viene dada por la expresión $S_{JE} = S_{Je} - L_E$, siendo L_E una corrección cuya función se explica en el § 3. La Recomendación P.79 contiene más información a este respecto.

8 Métodos para determinar S_{MJ} y S_{Je}

Para hallar las sensibilidades en la emisión y en la recepción de un sistema telefónico local existente pueden efectuarse las mediciones de conformidad con las definiciones de los § 6 y 7, según ilustran las figuras 1/P.64, 2/P.64 y 3/P.64. Estos métodos han sido utilizados por el Laboratorio del CCITT.

La figura 1/P.64 muestra el método para montar la boca artificial de modo que la presión acústica p_M en el punto de referencia boca sea conocida para cada frecuencia de prueba.

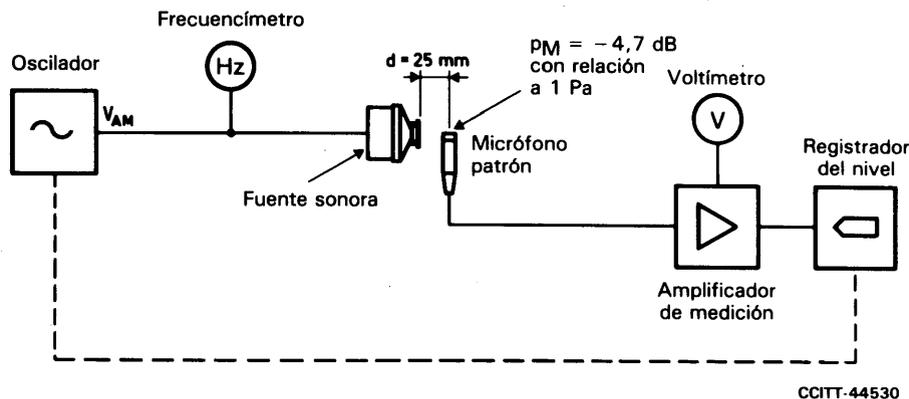
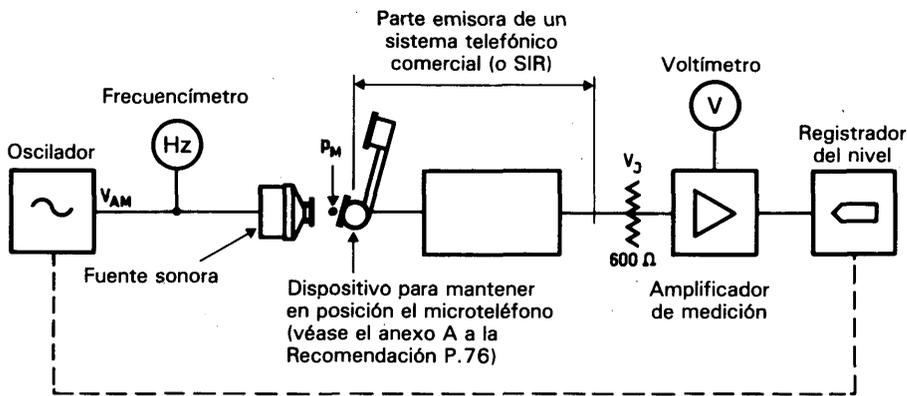


FIGURA 1/P.64

Medición de la presión acústica p_M en el punto de referencia boca, situado a 25 mm del plano del labio artificial de la fuente sonora

La figura 2/P.64 muestra la disposición que ha de emplearse para medir V_J a la salida del sistema telefónico local cuando el micrófono está situado en la posición adecuada frente a la boca artificial y ésta se encuentra en las mismas condiciones de funcionamiento que cuando se determinó la presión acústica p_M en ausencia del micrófono de prueba (figura 1/P.64).

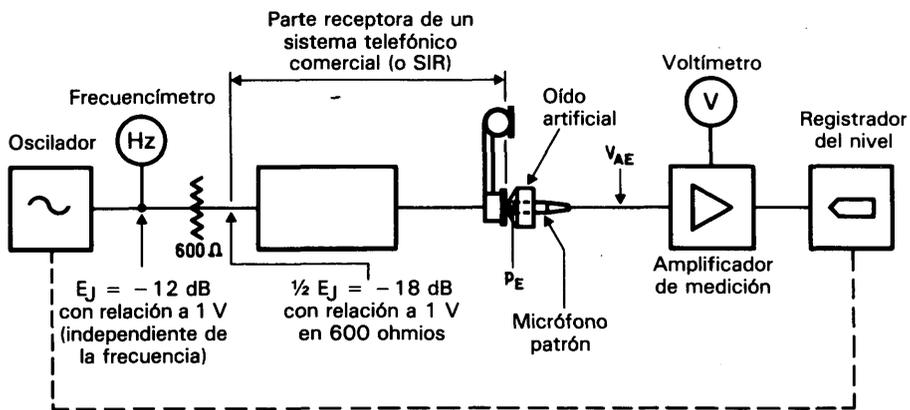


CCITT-44540

FIGURA 2/P.64

Tensiones V_j , medidas en los terminales de una resistencia de 600 ohmios (resistiva pura) conectada a la salida del sistema emisor de un teléfono comercial o de la parte emisora del sistema intermedio de referencia

La figura 3/P.64 muestra la medición de la presión acústica p en el oído artificial cuando el sistema telefónico local está conectado a una fuente (impedancia de 600 ohmios) con una fuerza electromotriz interna E_j . Obsérvese que la definición de S_{je} se hace en función de $\frac{1}{2} E_j$ y no de la diferencia de potencial en los terminales de entrada del circuito telefónico local; esta diferencia de potencial será naturalmente distinta de $\frac{1}{2} E_j$ si la impedancia de entrada del sistema telefónico local no es de 600 ohmios.



CCITT-44550

FIGURA 3/P.64

Calibración de un sistema receptor de un aparato telefónico comercial o de la parte receptora del sistema intermedio de referencia

Si en la práctica no se dispone del sistema telefónico local completo será necesario estimar la sensibilidad en la emisión y en la recepción combinando los valores medidos de sensibilidades y de pérdidas de transmisión de las partes componentes. Por ejemplo, S_{MJ} puede estar formada por las siguientes componentes:

S_M = sensibilidad de un micrófono telefónico referida a un punto de referencia boca;

L_S = pérdida eléctrica de transmisión desde los terminales de un micrófono hasta los terminales de línea del aparato telefónico;

$L_{INS} (SL + FB)$ = pérdida de transmisión de la combinación formada por la línea de abonado y el puente de alimentación.

En forma semejante, S_{Je} está compuesta por:

S_E = sensibilidad de un receptor telefónico referida a un punto de referencia oído;

L_R = pérdida eléctrica de transmisión desde los terminales de línea de un receptor hasta los terminales de línea del aparato telefónico;

$L_{INS} (SL + FB)$ = véase más arriba.

Una vez definidas adecuadamente, las sensibilidades y pérdidas de los componentes separados pueden combinarse algebraicamente para obtener las sensibilidades en la emisión y en la recepción, S_{MJ} y S_{Je} que se han definido en los § 6 y 7; a este respecto deberán introducirse las correcciones necesarias para tener en cuenta las posibles desadaptaciones de impedancia.

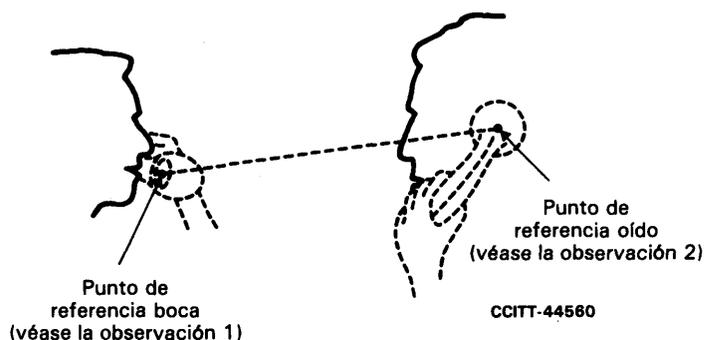
La descomposición en elementos arriba mencionada es conveniente para la mayoría de los tipos normales de aparatos telefónicos en los que la bobina de inducción del transformador y los transductores tienen impedancias eléctricas relativamente bajas, aproximadamente adaptadas al circuito y no se realiza ninguna amplificación (salvo la resultante del funcionamiento del micrófono de carbón).

Será necesario proceder de manera distinta con los nuevos tipos de aparatos telefónicos, provistos, por ejemplo, de amplificación en los circuitos eléctricos. Habrá que tratar cada caso según su importancia para que los valores totales de las S_{MJ} y S_{Je} de los sistemas telefónicos locales se ajusten a las definiciones expuestas en los § 6 y 7.

ANEXO A

(a la Recomendación P.64)

Definiciones del punto de referencia boca y del punto de referencia oído



Observación 1 – El punto de referencia boca está situado a una distancia de 25 mm frente a los labios, en el eje horizontal que pasa por el centro de la abertura de la boca. Se define en ausencia de toda obstrucción.

Observación 2 – El punto de referencia oído está situado en el extremo del canal auditivo del oído de la persona que escucha. Por definición, está situado en el centro del plano del pabellón circular cóncavo de un auricular.

FIGURA A-1/P.64

Definiciones de los puntos de referencia boca y oído

Medición de micrófonos telefónicos de carbón

Se han propuesto y sometido a prueba varios métodos para la medición de micrófonos telefónicos de carbón. A continuación se citan, como ejemplo, algunos de ellos.

B.1 El *método de la envolvente superior* se ha utilizado con buenos resultados en el Laboratorio del CCITT para medir algunos tipos de micrófonos de carbón pero ha dado resultados menos buenos con otros tipos de micrófonos. El método de la envolvente superior es el siguiente:

- a) determinar la variación de la sensibilidad en función de la frecuencia a un nivel de presión acústica de $-4,7$ dB con relación a 1 Pa, que es algo mayor que el nivel vocal especificado para la determinación de los equivalentes de referencia de conformidad con la Recomendación P.72 y de los índices de sonoridad por el método subjetivo descrito en la Recomendación P.78;
- b) repetir la operación a), pero aumentando el nivel de presión acústica en 10 dB;
- c) repetir la operación a), pero disminuyendo el nivel de presión acústica en 10 dB;
- d) seleccionar entre los valores medidos en las operaciones a), b) y c) la máxima sensibilidad para cada frecuencia.

Los micrófonos de carbón deben someterse a un tratamiento de acondicionamiento a intervalos apropiados durante las mediciones (véase la Recomendación P.75).

B.2 Método de barrido de frecuencia

Los tipos de equipos de medición objetiva existentes en la actualidad para medir índices de sonoridad utilizan un barrido de frecuencia en la gama de 200-4000-200 Hz, con una periodicidad de una exploración por segundo; el nivel instantáneo dentro de una estrecha banda de frecuencias varía con la frecuencia de acuerdo, aproximadamente, con el espectro vocal emitido por la boca humana.

B.3 Método de ráfagas de ruido

Este método se parece al de la envolvente superior, en que utiliza una velocidad de barrido bastante baja, pero sólo utiliza un nivel de presión acústica, y el barrido se interrumpe a intervalos para aplicar una ráfaga corta de ruido a un nivel relativamente elevado; durante este tiempo, el registrador de niveles debe estar desconectado. Este método se describe en [2].

B.4 Método del ruido rosa

Se coloca el micrófono de carbón delante de una boca artificial que produce ruido rosa (disminución de la densidad espectral de potencia a razón de 3 dB/octava) en la gama de 80 Hz a 10 kHz. Se obtiene la característica de sensibilidad en función de la frecuencia hallando la relación entre la densidad espectral de potencia de la señal suministrada por el micrófono de carbón y la densidad espectral de potencia de la señal obtenida en campo libre (micrófono de carbón suprimido) por un micrófono lineal de pequeñas dimensiones colocado a 25 mm frente al anillo de labios de la boca artificial.

B.5 Calibración por la voz humana

Este método puede aplicarse midiendo el espectro vocal emitido alternativa o simultáneamente por el micrófono de carbón objeto de prueba y un micrófono lineal calibrado. En el aparato telefónico probado puede instalarse un micrófono lineal muy pequeño. Naturalmente, el resultado más apropiado se obtendrá cuando las personas que hablan están sosteniendo conversaciones telefónicas, pero entonces es difícil tener un conocimiento preciso de las características de sensibilidad en función de la frecuencia del micrófono lineal. Generalmente es necesario recurrir a una boca artificial adecuada para la calibración del micrófono lineal.

B.6 Aplicación de una señal de banda ancha

La señal de banda ancha se genera por una secuencia pseudoaleatoria. La salida del micrófono de carbón es procesada entonces por un computador digital que calcula la transformada de Fourier. Este método, como el anterior, exige la calibración por un micrófono lineal de característica conocida de sensibilidad en función de la frecuencia. Su empleo tiene la ventaja de que dicha característica puede obtenerse con una muestra de señal de prueba de muy corta duración (por ejemplo, 50 ms).

B.7 *Método con empleo de una señal artificial de características similares a la de la palabra*

Este método utiliza una señal acústica artificial con características espectrales y temporales parecidas a las de la palabra.

Se obtiene la característica de sensibilidad en función de la frecuencia como en el § B.4, pero la boca artificial suministra una señal con una densidad espectral de potencia continua a largo plazo, una densidad de probabilidad de amplitud y un carácter periódico o aleatorio análogos a las características correspondientes de la palabra [3].

Observación al anexo B – La eficacia de la boca artificial utilizada no suele ser constante con la frecuencia, de manera que, para la mayoría de los métodos descritos precedentemente, es necesario insertar redes de igualación apropiadas entre el generador de señales eléctricas y el altavoz de la boca artificial. Es la señal acústica en el campo libre la que ha de ser conforme a la señal compleja o la señal artificial de características similares a las de la palabra especificada.

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 8/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] Recomendación del CCITT *Medida de la AEN de un sistema telefónico comercial (en la transmisión y en la recepción) por comparación con SRAEN*, Libro Rojo, Tomo V, Rec. P.45, § g, UIT, Ginebra, 1962.
- [3] CCITT – Cuestión 8/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

SECCIÓN 6

MEDICIONES SUBJETIVAS CON LA VOZ Y EL OÍDO

Recomendación P.71

MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE LOS SONIDOS VOCALES

(modificada en Mar del Plata, 1968)

Cada volúmetro deberá utilizarse según las indicaciones que figuren en su especificación (véase la Recomendación P.52). Al utilizar la potencia vocal normal para las mediciones telefonométricas, se deberían tener en cuenta las indicaciones facilitadas en el § 3 de la Recomendación P.42.

Recomendación P.72

MEDICIÓN DE LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIA Y DE LOS EQUIVALENTES RELATIVOS

1 Medición de los equivalentes de referencia propiamente dichos

Esta medición consiste en una comparación por la voz y el oído con el nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia (NOSFER); es lo que se denomina una medición telefonométrica.

La comparación puede ser directa, en cuyo caso da directamente el equivalente de referencia del sistema completo, o el del sistema emisor o receptor considerado. Pero, en general, sólo se comparan directamente con el NOSFER los sistemas patrón de trabajo antes de ponerlos en servicio y luego, periódicamente, con fines de verificación (véase el § 5 de la Recomendación P.42). Por consiguiente, el equivalente de referencia de un sistema o de una parte de sistema se determina, por lo general, indirectamente, es decir que se mide el equivalente relativo de este sistema (o parte de sistema) con relación a un sistema auxiliar (sistema patrón de trabajo) cuyo equivalente de referencia se ha determinado previamente por comparación directa con el sistema fundamental de referencia.

2 Medición de los equivalentes relativos ¹⁾

Como los sistemas patrón de trabajo que actualmente se utilizan son del tipo de micrófono de carbón (SETAB) o de micrófono y receptor electrodinámicos (SETED), a continuación se indican las precauciones especiales que deben tomarse cuando se efectúe una medición telefonométrica (en particular, la medición de un equivalente relativo de un aparato de microteléfono). Se indican, como ejemplo, los dos métodos de medida siguientes:

¹⁾ En esta Recomendación se dan consejos a las Administraciones para la realización de pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas efectuadas en el Laboratorio del CCITT por medio de sistemas patrón se describen en la Sección 3 del presente tomo.

2.1 Utilización de un sistema patrón de trabajo del tipo SETAB

La medición telefonométrica que hay que hacer para determinar el equivalente relativo de un sistema o parte de sistema con relación a un sistema patrón de trabajo con micrófono de carbón (SETAB) puede efectuarse por cualquiera de los dos métodos siguientes:

2.1.1 Método denominado de «dos operadores con atenuación secreta»

Este método se basa en la utilización simultánea de dos líneas de atenuación ajustables; una de estas líneas (línea de equilibrio) sirve para igualar las impresiones sonoras en la recepción; la otra línea (atenuación secreta) permite modificar como se quiera, antes de la medición y sin que lo advierta el operador que escucha, el valor aparente de la sensibilidad de uno de los dos aparatos comparados.

El resultado debe expresarse como sigue: x dB «mejor» (M) o «peor» (P) que el NOSFER, habida cuenta del equivalente de referencia del SETAB.

Los detalles precisos de montaje que siguen se indican sólo a título de ejemplo.

2.1.1.1 Comparación de un sistema emisor con un sistema emisor patrón

En la figura 1/P.72 se representan el montaje y las conmutaciones necesarias para esta comparación.

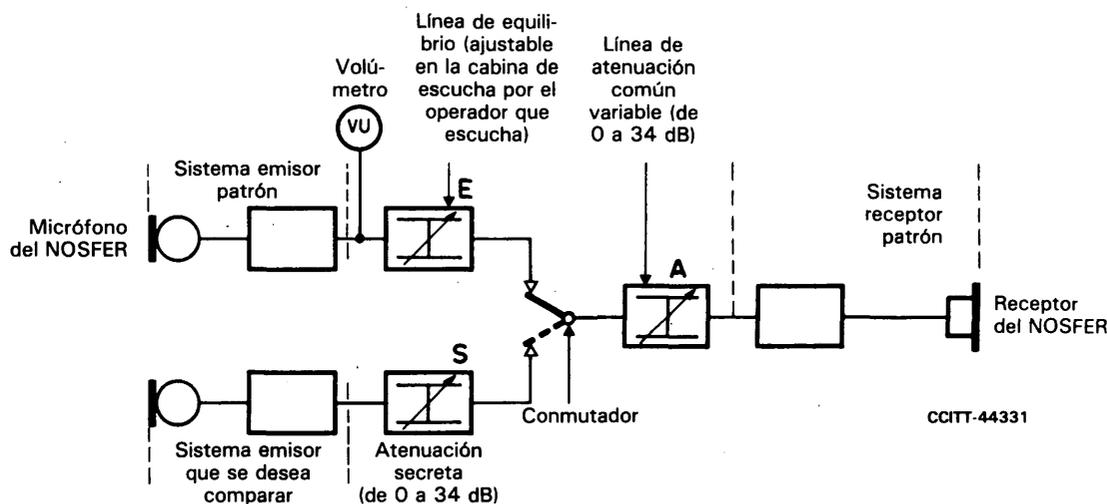


FIGURA 1/P.72

Comparación de un sistema emisor con el sistema emisor del NOSFER
(método de dos operadores con atenuación secreta)

Para obtener un equilibrio elemental, un primer operador A da cierto valor a la línea de atenuación secreta; después habla alternativamente ante los dos micrófonos, repitiendo sucesivamente ante cada uno de ellos una de las siguientes frases convencionales, elegidas de modo que cada una contenga los principales sonidos vocales:

Berlin, Hamburg, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund (utilizada en la República Federal de Alemania).

Joe took father's shoe bench out
She was waiting at my lawn } (utilizadas en Estados Unidos de América).

Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun (utilizada en Francia y en el Laboratorio del CCITT).

Mientras habla, mantiene el «volumen normal para las mediciones telefonométricas» definido anteriormente en el § 3 de la Recomendación P.42, y pone sus labios de manera que sean sensiblemente tangentes al plano del círculo que limita el anillo de guarda²⁾; al mismo tiempo, acciona el conmutador para conectar adecuadamente el sistema.

²⁾ La posición del anillo de guarda se expone en el § 3 de la presente Recomendación.

Un segundo operador B recibe en el receptor (siempre el mismo) las corrientes de los dos micrófonos, las compara auditivamente y ajusta la línea artificial de forma que obtenga la misma impresión de intensidad sonora.

Para que el operador que escucha pueda seguir el ritmo de las conmutaciones, se recomienda emplear una lámpara cuyo circuito de encendido esté controlado de modo síncrono por el conmutador; al encenderse, la lámpara indica que la línea de equilibrio está insertada en el circuito de escucha. Realizado así el equilibrio, queda terminada la prueba y basta entonces con registrar las indicaciones de las líneas de atenuación e interpretarlas de conformidad con el ejemplo que sigue.

2.1.1.2 Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor patrón

En la figura 2/P.72 se representa el montaje y las conmutaciones necesarias para esta comparación.

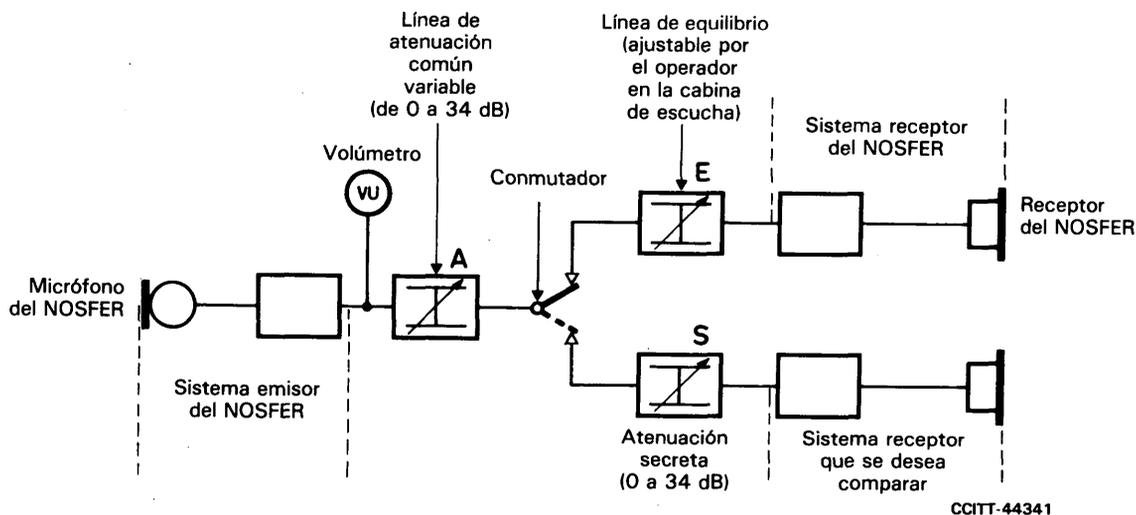


FIGURA 2/P.72

Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor NOSFER
(método de dos operadores con atenuación secreta)

Para obtener un equilibrio elemental, un primer operador A da cierto valor a la línea de atenuación secreta. A continuación habla ante el micrófono patrón (siempre el mismo), repitiendo la misma frase convencional a un ritmo conveniente y a intervalos regulares, y mantiene el volumen normal para las mediciones telefónicas (véase más arriba). Al mismo tiempo, acciona el conmutador para efectuar las conmutaciones apropiadas.

Un segundo operador B tiene en la mano los dos receptores y los aplica alternativamente a su oído (en la posición que dé la mejor audición) siguiendo en este movimiento el ritmo de la conmutación. Ajusta después la línea de equilibrio con el fin de obtener con los dos receptores impresiones sonoras iguales. Cuando el operador B no puede conseguir esta igualdad, es decir, cuando el sistema comparado es más sensible que el sistema patrón, pide al operador A (valiéndose de un sistema cualquiera de señalización, por ejemplo, de una señal sonora convenida) que cambie las posiciones respectivas de la atenuación secreta y de la atenuación de equilibrio.

Una lámpara, cuyo circuito de encendido está controlado de modo síncrono por el conmutador, indica al encenderse al operador B que la línea de equilibrio está insertada en el circuito de escucha, y le da así en todo momento la cadencia de la conmutación.

La determinación de un equivalente de referencia (o de un equivalente relativo) no puede obtenerse con una sola medición, sino que es la media de un número suficiente de equilibrios elementales realizados por el método descrito. Este número es de seis como mínimo, pero normalmente debe ser de doce. Cuando se dispone de tres operadores, que pueden agruparse de seis maneras distintas, será necesario realizar como mínimo una medición y de preferencia dos, por cada combinación posible de operadores.

Se recomienda inscribir los resultados de las pruebas en fichas especiales, con indicación de los valores de atenuación secreta y de atenuación de equilibrio utilizados en los equilibrios elementales, así como de los valores resultantes que caractericen los resultados definitivos de la medición telefonométrica. El cuadro 1/P.72 da un ejemplo de la medición telefonométrica efectuada en el laboratorio por un equipo de cinco operadores.

CUADRO 1/P.72

Ejemplo de registro de una medición telefonométrica

Sistema (denominación del tipo de sistema telefónico probado)

Fecha

Operadores			
1	4
2	5
3		

Equivalente de referencia (o relativo) en la emisión (o en la recepción)

Condiciones de medida (características del puente de alimentación con o sin línea de abonado, valor de la tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente microfónica)

Prueba N.º

Operadores que escuchan

	1			2			3			4			5			Total	Promedio para el operador que habla
	s	eq	r														
1				8	12	+4	9	6	-3	5	7	+2	5	7	+2	+5	+1,2
2	10	11	+1				6	10	+4	10	8	-2	7	11	+4	+7	+1,7
3	4	9	+5	4	9	+5				6	6	0	2	4	+2	+12	+3,0
4	8	16	+8	9	15	+6	9	7	-2				10	12	+2	+14	+3,5
5	6	13	+7	3	7	+4	9	7	-2	9	11	+2				+11	+2,7
Total	+21			+19			-3			+2			+10			49	
Promedio para el operador que escucha	+5,2			+4,7			-0,7			+0,5			-2,5				

Equivalente de referencia +2,45 dB (o 2,45 dB peor)

Desviación típica de la media:

Leyenda { s es el valor de la atenuación secreta
 eq el valor de la línea de equilibrio
 r el resultado de la comparación (eq-s)

Para determinar el equivalente de referencia de un sistema emisor (o receptor) a base de una medición de comparación con un sistema emisor (o receptor) patrón de trabajo (cuyo equivalente de referencia se ha determinado en el Laboratorio del CCITT), es necesario tener en cuenta el valor del equivalente de referencia de este sistema emisor (o receptor) patrón. El equivalente de referencia de un sistema emisor (o receptor) se deduce entonces de los resultados de las pruebas, por ejemplo, del modo siguiente:

Resultado bruto medio	-5,0 (5 dB mejor)
Equivalente de referencia del sistema patrón de trabajo	+1,3 (1,3 dB peor)
Equivalente de referencia del sistema probado	$(-5,0) + (+1,3) = -3,7$ dB o (3,7 dB mejor)

2.1.2 Método denominado de «tres operadores sin atenuación secreta»

Este método comprende tres posiciones de operadores:

- a) una posición de emisión;
- b) una posición de recepción (en la que se hacen las comparaciones telefonométricas);
- c) una posición de ajuste.

Los montajes de las posiciones de emisión y de recepción son idénticos a los descritos anteriormente, salvo en lo que respecta al número y disposición de las líneas artificiales. El modo de comparación con tres operadores sólo requiere, en efecto, además de la línea de atenuación fija, una sola línea ajustable, controlada por el operador C que ocupa la posición de ajuste y recibe las indicaciones que envía el operador B desde la posición de recepción. La línea de atenuación secreta se sustituye por conexiones metálicas directas.

Se procede como sigue:

2.1.2.1 Comparación de un sistema emisor con un sistema emisor patrón (figura 3/P.72)

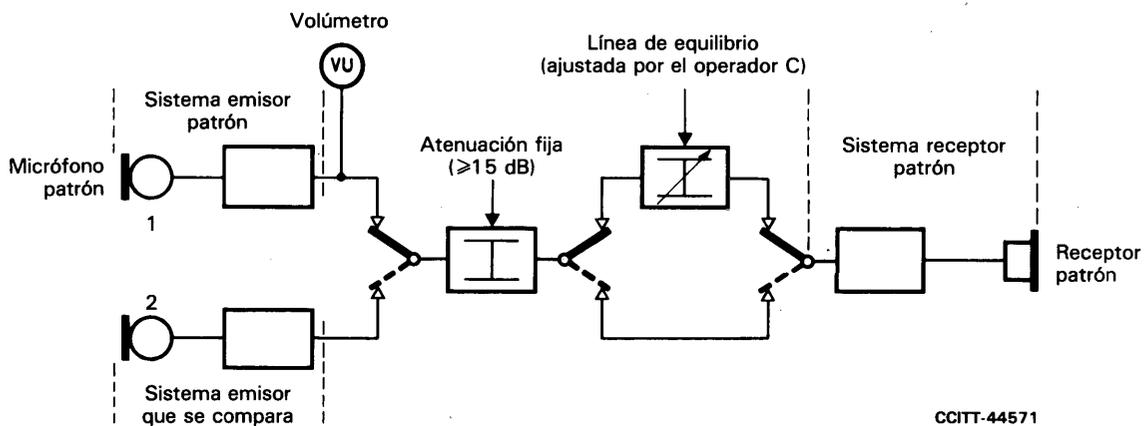


FIGURA 3/P.72

Comparación de un sistema emisor con un sistema emisor patrón (método de tres operadores sin atenuación secreta)

El operador C da un primer valor a_1 a la línea artificial ajustable, y con una lámpara, un zumbador, o simplemente de viva voz, indica al operador A que puede comenzar a hablar. El operador A pronuncia entonces alternativamente ante cada uno de los dos micrófonos la frase convencional adoptada de una vez para siempre, manteniendo el volumen normal definido para las mediciones telefonométricas (§ 3 de la Recomendación P.42). El operador B recibe sucesivamente en su receptor las corrientes de los dos micrófonos. Una señalización luminosa accionada por el sistema general de conmutación le indica en todo momento el número (1 ó 2) del micrófono que se está utilizando. Si la intensidad sonora correspondiente al micrófono 2 es menor que la correspondiente al micrófono 1 (patrón), B pulsa el botón de señalización marcado con una P (peor). Una señal luminosa (encendido de una lámpara en cuya ampolla figura la letra P), acompañada en caso necesario de un ruido de zumbador, indica al operador C el resultado de la primera apreciación. Una señalización similar se utiliza para indicar al operador A que puede dejar de hablar. El operador C inscribe inmediatamente ese resultado en el registro, poniendo a_1 P.

El número a_1 puede inscribirse en dos columnas. Inscrito en la primera, significa que la atenuación se ha introducido en el circuito al mismo tiempo que el aparato patrón, lo que tiene por efecto atenuar éste; inscrito en la segunda, significa que la atenuación se ha introducido en el circuito al mismo tiempo que el aparato probado, lo que tiene por efecto atenuar este último aparato.

En el caso contrario, es decir, si la intensidad sonora que corresponde al micrófono 2 es mayor que la correspondiente al micrófono 1 (patrón), el operador B pulsa el botón de señalización M (mejor). Una señal luminosa (encendido de una lámpara en cuya ampolla está inscrita la letra M), acompañada en caso necesario de un ruido de zumbador, aparece entonces ante el operador C. Cuando el resultado de la apreciación corresponde al equilibrio exacto, el operador B puede pulsar un tercer botón que controla el circuito de una tercera lámpara reservada para señalar el equilibrio exacto.

El operador C da entonces un segundo valor a_2 a la atenuación ajustable, e indica al operador A que puede volver a hablar. El resultado de la medición será una segunda comprobación, por ejemplo M, lo que significa que el micrófono comparado es mejor que el micrófono patrón, cuando éste está en serie con una atenuación de a_2 dB; el operador C registra la información correspondiente poniendo a_2 M.

A continuación ajusta la atenuación para disminuir el intervalo de los dos valores para los cuales el resultado del equilibrio cambia de signo. Cuando por reducciones sucesivas (formando una serie convergente) se han determinado, si no el número que corresponde a la equivalencia exacta de las impresiones sonoras, al menos dos valores, a y a' que difieren como máximo 1 ó 2 dB y para los cuales uno de los aparatos parece mejor y peor, respectivamente, que el otro, se considera terminada la prueba. El operador C de la posición de ajuste señala el fin de la prueba a los otros dos operadores A y B, y se puede proceder a un nuevo equilibrio.

Una sola apreciación de igualdad no es suficiente para caracterizar un equilibrio; debe ser confirmada como mínimo por dos apreciaciones (M y P) que permitan encuadrarlo.

Para facilitar la lectura de los resultados, conviene disponer los resultados individuales de medida de modo que aparezcan claramente; por una parte, la posición de la atenuación de equilibrio (lado patrón o lado aparato medido) y, por otra parte, la apreciación correspondiente dada por el operador que escucha.

El cuadro 2/P.72 es un ejemplo de tal disposición. El resultado bruto del equilibrio es el número correspondiente a la equivalencia exacta de las apreciaciones telefónicas (cuando esta equivalencia exacta ha podido obtenerse y confirmarse por encuadramiento), o la media de los dos números más próximos, uno con el símbolo de apreciación M (mejor) y otro con el símbolo P (peor). Se anota la media seguida de la letra P o de la letra M, según que el mayor de los dos números que la encuadran se encuentre en la columna «lado patrón» o en la columna «lado aparato».

El resultado bruto de la serie de seis equilibrios es la media de los resultados de los seis equilibrios, elementales. El resultado neto de la medición telefonométrica, o serie de seis equilibrios es igual al resultado bruto corregido del equivalente de referencia del aparato patrón. El resultado final puede ir acompañado de los signos - o +, en lugar de las letras M o P.

2.1.2.2 Comparación de un sistema receptor con un sistema receptor patrón

El procedimiento es el mismo que en el caso de la comparación de dos sistemas emisores; la única diferencia reside, naturalmente, en la conmutación, que se hace con el sistema receptor y no con el emisor; para la disposición general de los resultados conviene atenerse a las mismas instrucciones.

2.2 Utilización de un sistema patrón de trabajo del tipo SETED

El SETED puede usarse para medir el equivalente de referencia de cualquier sistema emisor (o receptor), en particular el de los sistemas normalmente en servicio en las relaciones telefónicas. Para la comparación puede emplearse uno de los dos métodos anteriormente descritos.

Observación – En el pasado, el CCITT recomendó que se utilizaran sistemas patrón de trabajo con micrófonos de carbón del tipo SETAC, o con micrófonos electromagnéticos del tipo SETEM. Las Administraciones que usen todavía esos sistemas patrón de trabajo encontrarán información sobre ellos en [1].

3 Precauciones que deben tomarse durante las mediciones telefonométricas

3.1 Volumen

El volumen producido durante las medidas telefonométricas tiene suma importancia, pues influye en las sensibilidades absoluta y relativa de los aparatos medidos (sobre todo en el caso de micrófonos de carbón). Este volumen debe corresponder a la potencia normal para las mediciones telefonométricas utilizada en el Laboratorio del CCITT, y determinada según se indica en el § 3 de la Recomendación P.42.

CUADRO 2/P.72

Ejemplo de registro de una medición
(método de tres operadores sin atenuación secreta)

Prueba del sistema emisor

Sistema emisor patrón de comparación N.º

A-B (habla) (escucha)		B-C		C-A	
Atenuación		Atenuación		Atenuación	
Lado patrón	Lado aparato	Lado patrón	Lado aparato	Lado patrón	Lado aparato
6 0 3 1 2		1 5 3 1 2		1 3 1 0	
	M P M P M		P M M P M		M P P M P M
Promedio 1,5 P		Promedio 1,5 P		Promedio 0,5 P	
B-A		C-B		A-C	
Atenuación		Atenuación		Atenuación	
Lado patrón	Lado aparato	Lado patrón	Lado aparato	Lado patrón	Lado aparato
0 2 1 2		3 0	2 1 0	4 2 0	2 1
	P M P M		P M M P M		M P M M P
Promedio 1,5 P		Promedio 0,5 M		Promedio 0,5 M	

Resultado bruto medio 0,7 P
 Equivalente de referencia del aparato patrón 5,0 P
 Equivalente de referencia del aparato probado ... 5,7 P o +5,7

El volumen debe controlarse con un indicador de volumen cuya aguja esté a la vista del operador que habla, conectado a la entrada de la línea de atenuación fija (con una impedancia de entrada de 600 ohmios). Es necesario que este indicador de volumen se haya comparado con el indicador de volumen del SFERT al mismo tiempo que el sistema patrón de trabajo al que está asociado (o con otro indicador de volumen del mismo tipo que ya haya sido comparado con el indicador de volumen del SFERT).

3.2 *Apelmazado del grafito*

Para impedir que se apelmace el grafito de los micrófonos de carbón que se prueban, se recomienda golpear ligeramente antes de cada prueba la cápsula microfónica.

3.3 *Resistencias parásitas de los contactos*

Para reducir al mínimo el efecto de las resistencias de los contactos, se recomienda el empleo de láminas-resorte de muy buena calidad que ejerzan una presión de contacto suficientemente grande.

Los puntos de contacto deben ser de un metal apropiado, por ejemplo, de plata y oro o de platino; en caso de utilizarse para un mismo contacto puntos de plata y oro, se emplearán varias láminas en paralelo.

Es indispensable, además, comprobar muy frecuentemente la calidad de los contactos eléctricos del sistema de clavijas y de conmutación midiendo el equivalente de la parte eléctrica del sistema con una corriente de determinada frecuencia, por ejemplo, 1000 Hz y de muy baja intensidad.

3.4 Posición de los labios con relación al micrófono

En las mediciones telefonométricas, no sólo hay que mantener el volumen normal, sino que es también indispensable definir rigurosamente la posición de los labios con relación al micrófono. En el caso de un micrófono fino, el operador que habla debe poner sus labios casi tangentes al plano que limita exteriormente la embocadura del micrófono y mantener esta posición mientras duren las pruebas. A este efecto, puede utilizarse un dispositivo denominado anillo de guarda, que es un anillo circular de 2,5 cm de diámetro sujeto con una abrazadera a la embocadura del micrófono, y colocado de tal forma que el plano de la embocadura sea tangente al plano de los labios del operador cuando éste, al hablar, apoye sus labios en el anillo. La cara anterior del micrófono debe estar siempre inclinada hacia atrás, formando con la vertical un ángulo de 20° .

En el caso de un aparato de microteléfono, debe utilizarse siempre un anillo de guarda de conformidad con las indicaciones siguientes. Se han precisado en primer lugar, a base de mediciones hechas con un gran número de personas, las dimensiones características de la cabeza del abonado medio y la forma en que éste aplica a su oído el microteléfono durante una conversación telefónica. Estas mediciones se han efectuado en numerosos países con un aparato denominado «Dispositivo de medición de las dimensiones de la cabeza».

En la figura 4/P.72 se representa este dispositivo, que comprende un receptor telefónico por el que se hace pasar una corriente compleja de audiodiferencia, y un sistema de varillas graduadas. Este sistema se halla en el plano que pasa por el centro de las orejas y de la boca; el sujeto aplica el receptor telefónico a su oído como normalmente suele hacerlo. En las varillas graduadas se leen la distancia d_1 entre el centro de la oreja y la línea de los labios, y la distancia d_2 de separación del centro de la boca. Mediante el ábaco de la figura 5/P.72 se deducen:

- 1) la distancia δ entre el centro de la oreja y el centro de la boca;
- 2) el ángulo α entre el plano del pabellón del auricular telefónico y la recta que va del centro del pabellón al centro de la boca.

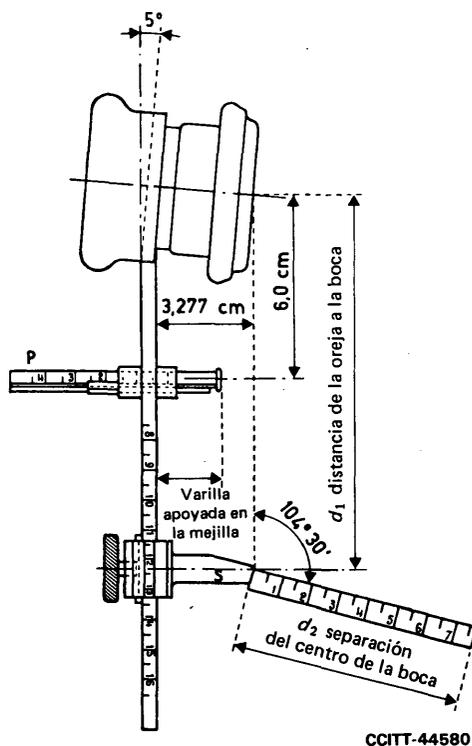
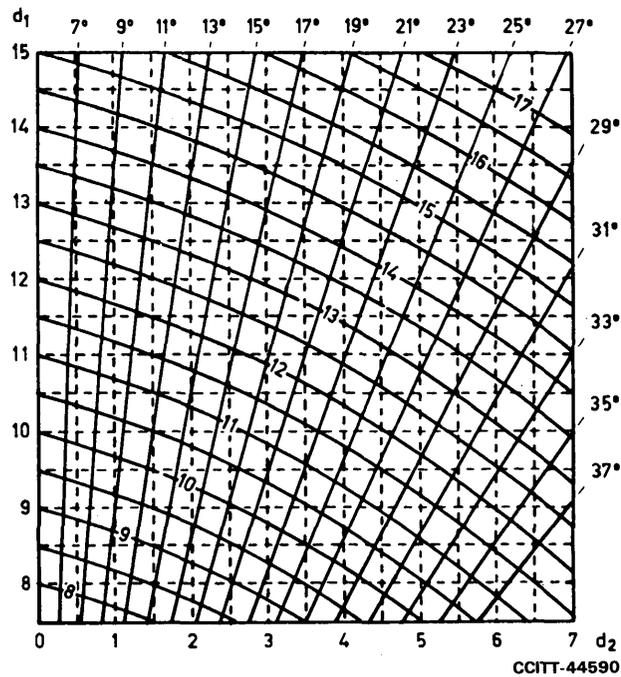


FIGURA 4/P.72

Dispositivo de medición de las dimensiones de la cabeza



d_1 = distancia entre el centro de la oreja y la línea de los labios (cm)
 d_2 = separación del centro de la boca (cm)
 15-15, 14-14, etc. = distancia δ cm cm
 7°, 9°, etc. = ángulo α en grados

FIGURA 5/P.72

Ábaco utilizado con el dispositivo de medición de las dimensiones de la cabeza

Se mide también la distancia l entre los puntos centrales de los pabellones de los auriculares telefónicos que se aplicarán respectivamente a cada oído (distancia entre los centros de las dos orejas). Se calculan, por un lado, el ángulo β que forma la intersección del plano del pabellón del auricular telefónico aplicado al oído con el plano que pasa por los centros de las orejas y el centro de la boca y, por otro, la «dirección de conversación». Se llama «dirección de conversación» la línea recta formada por la intersección del plano de simetría de la cabeza con el plano que pasa por los centros de las orejas y el centro de la boca.

Este cálculo se hace mediante la fórmula:

$$\beta = \arcsin \frac{l}{2\delta} - \alpha$$

En el caso de mediciones de equivalentes de referencia, el CCITT recomienda para α , β y δ los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \alpha &= 15^\circ 30' \\ \beta &= 18^\circ \\ \delta &= 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

Estos valores son los más probables hallados en Estados Unidos de América. Aunque otras mediciones de las dimensiones de cabezas de abonados han dado valores algo distintos, conviene mantener los indicados con miras a la normalización mundial, y también porque a base de ellos se han determinado ya numerosos valores de equivalentes de referencia de aparatos telefónicos comerciales.

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

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

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

La posición del anillo de guarda queda así bien determinada con relación al aparato.

Queda luego por determinar la posición del anillo de guarda en el espacio durante las mediciones telefonométricas. Para ello, se supone que el operador hablará de manera que el plano de simetría de su cara sea vertical. El centro del anillo estará en ese plano de simetría y el plano del anillo será perpendicular a éste.

Queda por determinar la inclinación del anillo en el plano horizontal. Se tomará una inclinación de 45° , lo que corresponde a una posición normal de conversación, con la cabeza ligeramente inclinada hacia adelante.

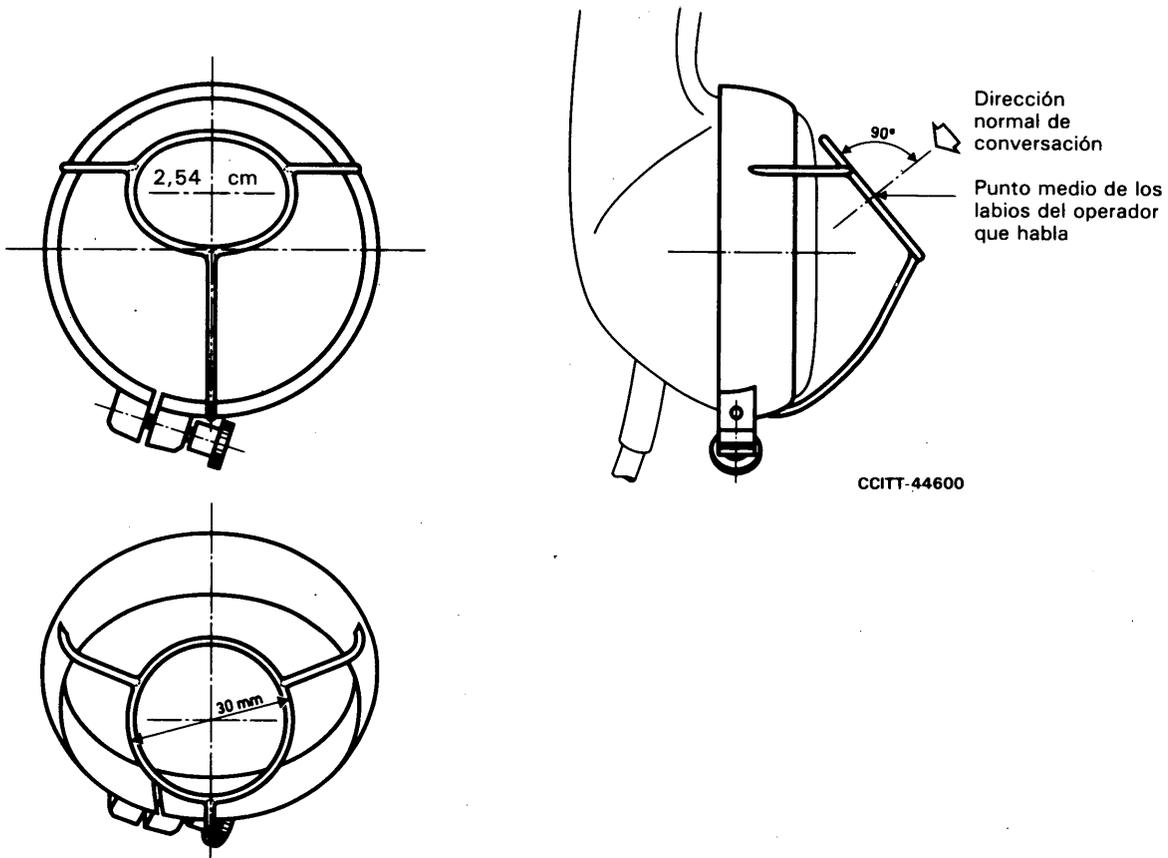
Hay que señalar que la posición así definida para el anillo de guarda se ha determinado sin tener en cuenta la inclinación del diafragma del micrófono, y que no corresponde necesariamente a las condiciones óptimas de funcionamiento de este último.

Si, hallándose el microteléfono en la posición indicada, el auricular está colocado junto al oído del operador, convendrá vigilar que el volumen permanezca constante. En efecto, el volúmetro está conectado al aparato patrón y, al hablar ante el micrófono, el operador tiende a modificar el volumen de su voz a causa del ruido que produce en su receptor el efecto local. Este inconveniente es de temer sobre todo en los aparatos desprovistos de dispositivo antilocal.

Para evitarlo, el receptor del microteléfono debe desconectarse y no debe aplicarse al oído del operador. Además, en el montaje de prueba se insertará en lugar de este receptor desconectado un receptor análogo, pero puesto de cara contra la mesa para que presente una impedancia similar a la del receptor aplicado al oído.

Es indispensable que el anillo de guarda y su montura sean de construcción muy ligera con objeto de no perturbar el campo acústico frente al micrófono. También es necesario que su sujeción a la caja no influya para nada en las propiedades mecánicas y eléctricas del micrófono.

Se recomienda una disposición similar a la de las figuras 6/P.72 y 7/P.72.



a) Ejemplo de anillo de guarda para las pruebas de microteléfonos

b) Fijación del anillo de guarda al microteléfono

FIGURA 6/P.72

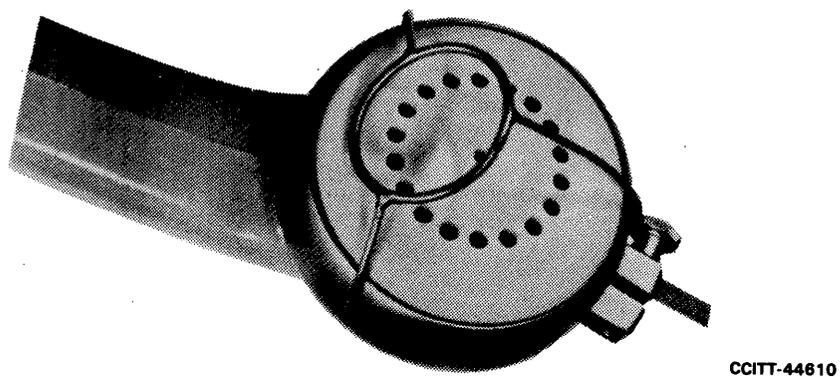


FIGURA 7/P.72

Anillo de guarda utilizado por la American Telephone and Telegraph Company para las pruebas de microteléfonos

Nota acerca de la medición de los equivalentes de referencia

Hay que establecer una distinción muy precisa entre las mediciones necesarias para el estudio y la construcción de aparatos telefónicos comerciales destinados a responder lo mejor posible a las condiciones de servicio, y el intercambio de datos numéricos entre las Administraciones para establecer una correlación entre los distintos tipos de aparatos, en lo que respecta al equivalente de referencia, considerado como uno de los factores que influyen en la calidad de transmisión.

En el primer caso, es necesario medir la sensibilidad del aparato en la emisión y en la recepción en una amplia gama de posiciones de la boca del abonado con relación al microteléfono, de volúmenes empleados, o de intensidades de la corriente de alimentación.

En el segundo caso, basta con indicar para cada aparato un valor de equivalente de referencia en la emisión y en la recepción correspondiente a una posición convencional de la boca con relación al micrófono, y un valor convencional del volumen, medido con un volúmetro especificado.

El CCITT sólo considera el segundo caso, por lo cual no es esencial que la posición adoptada convencionalmente para la boca corresponda exactamente a la posición media de la boca de los abonados, ni que el volumen normal para las pruebas telefonométricas coincida exactamente con el valor medio de los volúmenes registrados en servicio.

Es en cambio de suma conveniencia que esta posición convencional de la boca y que este volumen normal para las pruebas telefonométricas se utilicen universalmente cuando se trate sólo de comunicar a otro país datos generales sobre los equivalentes de referencia.

Es evidente, pues, que los valores de los equivalentes de referencia en la emisión y en la recepción correspondientes a esa posición convencional de la boca y a ese volumen normal para las pruebas telefonométricas, no son necesariamente iguales a los que dan esos mismos aparatos en servicio real.

Estas consideraciones llevan a admitir las convenciones mencionadas en lo que concierne a la posición de la boca y al volumen normal para las pruebas telefonométricas, aun cuando los resultados de medida de las dimensiones de la cabeza hayan dado en Europa, sobre todo para los ángulo α y β , valores medios sensiblemente diferentes de los indicados antes, sin rebasar, no obstante, la gama de variación en servicio de los valores medidos. En efecto, los valores medios estadísticos hallados como consecuencia de numerosas mediciones hechas en distintos países europeos y adoptados en el Laboratorio del CCITT para determinar la AEN son:

$$\alpha = 22^\circ \quad \beta = 12^\circ 54' \quad \delta = 13,6 \text{ cm}$$

en tanto que los valores retenidos para las mediciones de equivalentes de referencia son:

$$\alpha = 15^\circ 30' \quad \beta = 18^\circ \quad \delta = 14 \text{ cm}$$

Referencias

- [1] CCIF — *Libro Amarillo*, Tomo IV, pp. 254 a 266, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1949.

Recomendación P.73**MEDICIÓN DEL EQUIVALENTE DE REFERENCIA DEL EFECTO LOCAL**

En el caso del efecto local para la persona que habla, se hace una medición telefonométrica del equivalente de referencia del efecto local (con la voz y el oído) hablando en un local silencioso, ante el micrófono del aparato considerado, con la boca a la distancia normal de conversación del diafragma del micrófono (véase el anexo A a la Recomendación P.72); el receptor se halla en la cabina silenciosa donde se compara la audición, con este receptor, con la audición con el receptor del NOSFER (o con el receptor de un sistema patrón de trabajo de equivalente de referencia conocido) (véase la figura 1/P.73).

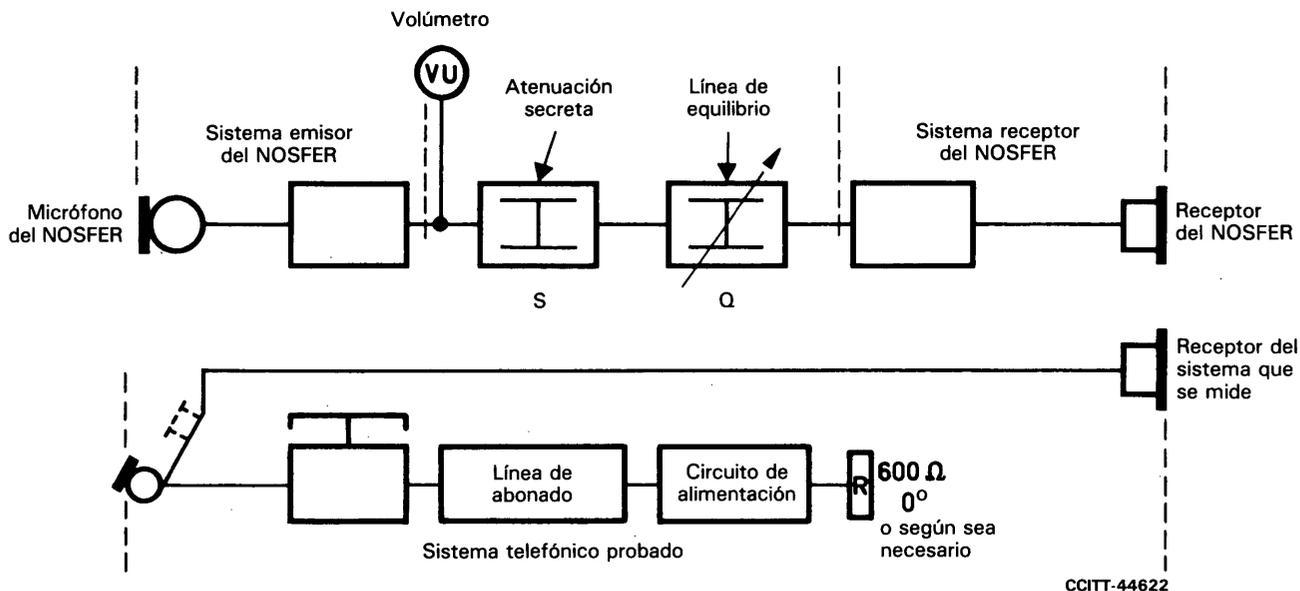


FIGURA 1/P.73

Medición del equivalente de referencia del efecto local de un sistema telefónico comercial

La potencia vocal que ha de utilizarse en esta prueba es la que se emplea para determinar los equivalentes de referencia en emisión y recepción.

La igualdad de las impresiones sonoras se obtiene ajustando la línea de equilibrio, Q . Un atenuador secreto colocado cerca de la posición de emisión permite modificar a voluntad, antes de la medición y sin que lo advierta el operador que escucha, el valor aparente de la sensibilidad del sistema NOSFER completo. El valor del equivalente de referencia del efecto local del teléfono es igual a la suma $S + Q$ de los valores de la atenuación de las líneas «secreta» y de «equilibrio».

Junto con cada resultado de una medición del equivalente de referencia del efecto local de un aparato telefónico es necesario indicar también la longitud y características de la línea de abonado y la impedancia de terminación de la central a la cual aquel estaba conectado durante la medición. Otra información adicional que puede facilitarse es el valor de la corriente de alimentación y los equivalentes de referencia en emisión y en recepción del aparato telefónico.

En el pasado, el CCITT medía el efecto local para el ruido ambiente mediante una comparación auditiva entre el NOSFER (o un sistema patrón de trabajo calibrado) y el trayecto de efecto local del micrófono al receptor del aparato telefónico considerado. A tal fin, la sala en que se hablaba estaba sujeta a un ruido ambiente del nivel y espectro apropiados, producido por altavoces situados a distancias especificadas de los micrófonos. La técnica de medida utilizada en el Laboratorio del CCITT se indica en la figura 1/P.73, en la cual la voz real ha sido reemplazada por la fuente de ruido ambiente.

El valor del equivalente de referencia del trayecto de efecto local para el ruido ambiente es igual a $S + Q - 17$ dB. La corrección de 17 dB tiene en cuenta el hecho de que, en estas condiciones, el micrófono del NOSFER es más sensible que cuando se utiliza en la forma normal, por ejemplo, para la determinación descrita más arriba del efecto local para la persona que habla.

Observación — La Comisión de Estudio XII está estudiando actualmente el efecto local en el marco de la Cuestión 9/XII [1]. En la Recomendación P.11, § 4, se describen algunas de las consecuencias del efecto local en una conexión telefónica.

Referencias

[1] CCITT — Cuestión 9/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN SUBJETIVA DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN

1 Introducción

La presente Recomendación contiene indicaciones y consejos destinados a las Administraciones sobre la manera de llevar a cabo pruebas subjetivas en sus propios laboratorios. Las pruebas que efectúa el Laboratorio del CCITT por medio de sistemas de referencia se describen en la sección 3 del presente Tomo.

En el curso del desarrollo de los diferentes elementos del equipo telefónico es necesario realizar varias clases de pruebas a fin de determinar el origen de los fallos y defectos; las pruebas de esta naturaleza, relacionadas con el estudio de los aspectos específicos de la calidad de transmisión, no se examinan aquí. La finalidad de la presente Recomendación es indicar los métodos adecuados para determinar en qué medida podrían resultar satisfactorias ciertas conexiones telefónicas, si se pusieran a disposición del público.

Los métodos descritos a continuación son de aplicación general, cualquiera que sea la forma que revistan los factores de degradación eventualmente presentes. Estos factores son, por ejemplo, la pérdida de transmisión (que a menudo depende de la frecuencia), el ruido de circuito y el ruido ambiente, el efecto local, el eco para la persona que habla, diversos tipos de distorsión no lineal, el tiempo de propagación, los efectos perjudiciales de los dispositivos accionados por la voz y las modificaciones de las características de los aparatos telefónicos, incluidos los de altavoz. También hay que tener presente las combinaciones de dos o más de esos factores.

2 Métodos recomendados

Para abarcar una gama tan amplia de factores de degradación, el método de evaluación debe reproducir, en la mayor medida posible, todas las características importantes que se hallan presentes cuando los usuarios conversan por las conexiones telefónicas. Los métodos adecuados para tales fines se conocen por el nombre de «pruebas de conversación». En el suplemento N.º 2, al final del presente fascículo, se reproducen con detalle las reglas establecidas por la British Telecom para la realización de pruebas de tal naturaleza.

Si se dispone del personal más bien numeroso que ello exige, y la importancia del estudio lo justifica, es posible determinar la calidad de transmisión mediante observaciones del servicio; los métodos que se aconseja utilizar para llevarlas a cabo, incluidas las preguntas que deben hacerse a los usuarios entrevistados, se indican en la Recomendación P.77.

Un inconveniente del método de la observación del servicio estriba, a muchos efectos, en el hecho de que apenas es posible controlar las características de las conexiones telefónicas que son objeto de la prueba. Un método que soslaya en gran medida este inconveniente pero que conserva muchas de las ventajas de las observaciones de servicio, es el que utiliza la AT&T, denominado SIBYL (véase en suplemento N.º 5, al final del presente fascículo). En el mismo participan miembros voluntarios del personal de los Laboratorios Bell, quienes autorizan a la empresa a cursar una pequeña parte de sus comunicaciones internas habituales a través de dispositivos especiales que modifican la calidad normal de la transmisión de acuerdo con un programa de prueba. Cuando se trata de esta manera una comunicación, se pide al voluntario que indique su opinión marcando una de una serie de cifras mediante su aparato telefónico. De esta manera todos los resultados se almacenan en el computador de control, y se mantiene el secreto de las comunicaciones.

3 Métodos suplementarios

En ciertas circunstancias es posible prescindir del método de conversación y utilizar pruebas unidireccionales, consistentes únicamente en una escucha. La realización de pruebas de escucha está justificada cuando el factor o los factores de degradación que se desea estudiar afectan únicamente a los interesados cuando estos escuchan. Las pruebas de escucha se han utilizado con resultados satisfactorios para estudiar la distorsión de atenuación en función de la frecuencia y la distorsión no lineal causada por la cuantificación, pero no es indicado estudiar por este método, por ejemplo, las consecuencias del efecto local. Este tipo de pruebas puede inducir en error si se utilizan para evaluar los efectos de un factor, como por ejemplo el ruido de circuito, cuando la magnitud de la degradación es muy importante. Como quiera que sea, antes de aceptar la validez de los resultados de pruebas de escucha debe procederse a una comparación suficientemente detallada con los resultados de pruebas de conversación.

MÉTODO NORMALIZADO DE ACONDICIONAMIENTO PREVIO
DE LOS MICRÓFONOS DE CARBÓN

(Ginebra, 1972)

1 Por estar las características de los micrófonos de carbón íntimamente relacionadas con las técnicas de acondicionamiento previo aplicadas, debe seguirse un método uniforme antes de medir la característica de sensibilidad en función de la frecuencia, a fin de obtener resultados que puedan reproducirse. El *método normalizado de acondicionamiento previo* así definido consta de las siguientes fases:

- a) El microteléfono se coloca en un dispositivo de fijación y se asegura en una posición correspondiente a aquella en la que debe medirse el micrófono.
- b) Los terminales del micrófono o del aparato telefónico se conectan al circuito de alimentación en corriente continua y a la impedancia de carga terminal apropiada.
- c) Se conecta la corriente continua de alimentación. Transcurrido un periodo de 5 segundos, se aplica al micrófono un acondicionamiento previo haciéndolo describir lenta y regularmente un arco de círculo. Al comenzar este movimiento, la parte anterior del micrófono debe colocarse en un plano vertical. Hay que imaginar en este plano un vector de referencia vertical que pase por el centro del micrófono y esté dirigido hacia arriba. Debe proseguirse entonces el giro hasta que dicho vector quede orientado hacia abajo (giro de 180°). Se invertirá entonces el sentido del giro, volviendo el micrófono a su posición inicial.

Se repite esta maniobra dos veces sin interrumpir la alimentación en corriente continua ni golpear el micrófono. La velocidad de giro no reviste gran importancia pero debe ser lo suficientemente lenta para que el efecto de la fuerza centrífuga sobre los granos de carbón sea despreciable. Por último, se vuelve a colocar el microteléfono en la posición de medida.

Observación – En función del eje de giro en c), que puede ser, por ejemplo, el eje o un diámetro del micrófono, el carbón puede deslizarse suavemente en la cápsula de gránulos de carbón del micrófono de diversas maneras, todas ellas admisibles.

2 En todos los tipos de micrófonos en los que el método normalizado no permita obtener resultados fáciles de reproducir, puede aplicarse el método sustitutivo que se indica a continuación. En este caso, la boca artificial se alimenta alternativamente con fuentes de ondas sinusoidales de medida o de ruido (espectro de Hoth) [1].

Tras aplicar el método normalizado de acondicionamiento previo y mientras se mide la característica de frecuencia, debe interrumpirse la onda sinusoidal normal de excitación a intervalos de aproximadamente 1,5 segundos con una breve ráfaga de ruido de un nivel de presión acústica del orden de 98 dB (ponderación lineal del sonómetro) referido al mismo punto que la onda sinusoidal utilizada para las mediciones.

Observación – La cadencia de las ráfagas de ruido arriba mencionada se basa en la hipótesis de un tiempo total de medida de 60 segundos aproximadamente. Se cree que la cadencia precisa de sucesión de dos señales no presenta un carácter esencial.

3 Para la medición de parámetros distintos de la característica de sensibilidad en función de la frecuencia, por ejemplo, para la determinación objetiva o subjetiva de índices de sonoridad, puede no ser posible aplicar los métodos precedentes. No obstante, conviene simular en el mayor grado posible los movimientos del método normalizado, inclusive cuando se sostiene con la mano el microteléfono para efectuar las mediciones restantes.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Medida de la AEN de un sistema telefónico comercial (en la transmisión y en la recepción) por comparación con el SRAEN*, Libro Rojo, Tomo V, Rec. P.45, figura 24, UIT, Ginebra, 1962.

DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE SONORIDAD; PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

(Ginebra, 1976; modificada en Ginebra, 1980)

Prefacio

La presente Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones estrechamente relacionadas sobre determinación de índices de sonoridad y trata de los principios fundamentales. Las demás Recomendaciones tratan de ciertos aspectos adicionales, y son las siguientes ¹⁾:

Recomendación P.48	Especificación de un sistema intermedio de referencia
Recomendación P.78	Método de prueba subjetiva para la determinación de índices de sonoridad de acuerdo con la Recomendación P.76
Recomendación P.64	Determinación de las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas telefónicos locales para calcular sus índices de sonoridad
Recomendación P.79	Cálculo de índices
Recomendación P.XXF (proyecto) ²⁾	Equipo de medición objetiva para la determinación de índices de sonoridad

1 Introducción

Un trayecto vocal es, en términos generales, un trayecto de transmisión entre la boca de la persona que habla y el oído de la que escucha o, en el caso del efecto local, entre la boca y el oído de la persona que habla. En las conversaciones directas, la voz se transmite por el trayecto aéreo entre la boca y el oído. Según sean las condiciones del medio, la transmisión puede ser:

- a) más o menos directa, como en el caso de dos personas que conversan en un lugar abierto, sin obstáculos, como un campo de golf;
- b) relativamente indirecta como en el caso de dos personas que conversan en un pequeño recinto, de superficies rígidas, en cuyo caso, gran parte de la energía que llega al oído puede deberse a reflexiones en las paredes, el techo y el piso; o
- c) un término medio entre a) y b).

En el caso de la telefonía, el trayecto aéreo es reemplazado por un sistema que comprende:

- a) un trayecto aéreo de la boca al micrófono;
- b) un trayecto aéreo entre el auricular y el oído, y
- c) una conexión telefónica constituida por el micrófono, el auricular y el circuito de interconexión, con un sistema similar para el sentido inverso de transmisión. Los dos casos, es decir, conversación personal y telefónica, difieren considerablemente en cuanto a los detalles, pero, a los efectos de la transmisión de la palabra, son muy similares, ya que cumplen la función común de asegurar un medio de comunicación oral bidireccional.

El objeto de la telefonía es establecer conexiones telefónicas que, aunque no idénticas a las personales, sean comparables en eficacia y constituyan un medio de intercambiar información a través de la palabra; tales conexiones telefónicas deben dar plena satisfacción a los usuarios, dentro de las limitaciones técnicas y económicas.

¹⁾ La presente Recomendación junto con las Recomendaciones P.48, P.78 y P.79 presentan definiciones completas de los índices de sonoridad global, en emisión, en recepción y del enlace; se invita a las Administraciones a que las utilicen en sus estudios ulteriores de la Cuestión 19/XII [1].

²⁾ Esta Recomendación no está completa todavía. Figura un texto parcial en [2]. Para poder completar ese texto se necesita estudiar más detenidamente la medición de la sensibilidad de los micrófonos de carbón.

En la planificación, realización y evaluación de la calidad de funcionamiento de las redes telefónicas, los ingenieros de transmisión recurren a medios diversos. Uno de los más importantes ha sido y sigue siendo el equivalente de referencia, basado en el criterio de la sonoridad de las palabras emitidas por el locutor y percibidas por la persona que escucha; este equivalente es una medida de la pérdida de transmisión, de boca a oído, en un trayecto vocal.

El *método del equivalente de referencia* se define en las Recomendaciones P.42 y P.72 y los principios fundamentales se explican brevemente en [3]. El método para la determinación de los *índices de sonoridad* de circuitos telefónicos locales se basa en principios bastante similares a los del método del equivalente de referencia, pero comprende modificaciones que lo hacen mucho más flexible y permiten simplificar en gran medida la planificación de la transmisión.

Se desea dejar de utilizar los equivalentes de referencia, como están definidos en la Recomendación P.72, por las razones siguientes:

- 1) Los equivalentes de referencia no pueden sumarse algebraicamente; se observan diferencias de por lo menos ± 3 dB.
- 2) No se obtiene, por repetición, una buena precisión en los equivalentes de referencia; los cambios de operadores pueden conducir a variaciones de hasta 5 dB.
- 3) Los incrementos de la pérdida de transmisión real (sin distorsión) no se traducen en incrementos iguales del equivalente de referencia; un incremento de 10 dB en la pérdida se traduce en un incremento del equivalente de referencia de sólo 8 dB aproximadamente.

El empleo de los índices de sonoridad definidos de conformidad con los principios indicados más abajo debería remediar en gran parte estas dificultades.

Además de estas ventajas, deben obtenerse los mismos valores de índices de sonoridad, tanto si la determinación se hace mediante pruebas subjetivas, cálculos basados en características de sensibilidad en función de la frecuencia, o con equipo de medición objetiva. Más adelante se describen los principios fundamentales del método; a fin de obtener la flexibilidad deseada, se ha procurado que los principios del método sean lo más similares posible a los aplicables a los «equivalentes de referencia».

El índice de sonoridad (LR) (que tiene la dimensión y el signo de una «pérdida») se define, en principio, al igual que el equivalente de referencia, como la magnitud de la pérdida insertada en un sistema de referencia a fin de lograr que la sonoridad percibida sea igual a la obtenida en un trayecto vocal medido. Las conexiones telefónicas usuales se componen de varias partes interconectadas. Para que el ingeniero de transmisión pueda emplear esas partes según diferentes combinaciones, es preciso definir convenientemente los índices de sonoridad de manera que puedan utilizarse índices de sonoridad «globales», «en la emisión», «en la recepción» y del «enlace».

Los índices de sonoridad del «efecto local» pueden determinarse también de manera análoga. El equivalente de referencia del efecto local se define en la Recomendación P.73 y los índices de sonoridad del efecto local se definen en el § 3 de la presente Recomendación.

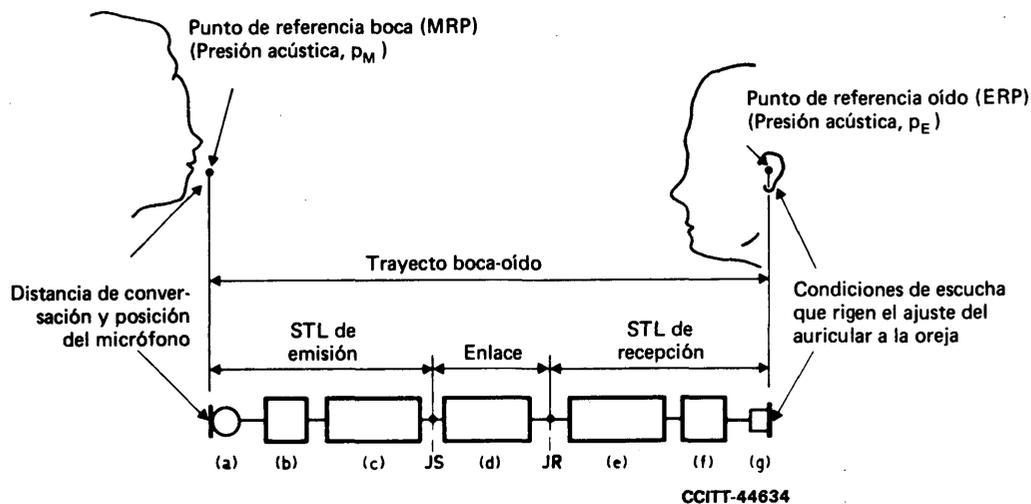
2 Definición de los índices de sonoridad para los trayectos vocales principales

2.1 Consideraciones generales

El § 2 trata de los trayectos vocales principales, a saber de un abonado que habla en el extremo de una conexión a un abonado que escucha en el otro extremo. Los trayectos de efecto local se tratan en el § 3.

En general, los índices de sonoridad no se expresan directamente como la sonoridad realmente percibida, sino en términos de la pérdida de transmisión, independiente de la frecuencia, que hay que introducir en un trayecto vocal *intermedio* de referencia y en el trayecto vocal *desconocido* para que la palabra se reciba con la misma sonoridad que la correspondiente a una determinada posición de ajuste del NOSFER. Esto implica que, en el trayecto vocal desconocido, existe, o mediante cierta disposición podría existir, un punto de interconexión en el que puede introducirse una pérdida de transmisión; en la práctica, el trayecto vocal «desconocido» está formado por un circuito telefónico local de emisión acoplado a un circuito telefónico local de recepción a través de una cadena de circuitos que interconectan los dos sistemas locales³⁾. La figura 1/P.76 muestra las partes de que se compone un trayecto vocal principal de una conexión telefónica. Los interfaces JS y JR separan las tres partes de la conexión a las que están asignados los índices de sonoridad, a saber: *índice de sonoridad en la emisión* desde el punto de referencia boca hasta JS; *índice de sonoridad en la recepción* desde JR hasta el punto de referencia oído, e *índice de sonoridad del enlace* desde JS hasta JR. El *índice global de sonoridad* abarca la totalidad del trayecto, desde el punto de referencia boca hasta el punto de referencia oído.

³⁾ Para la explicación de ciertos términos, véase el anexo B.



- Observación** – (a) representa el micrófono del sistema telefónico local de emisión;
 (b) representa el circuito eléctrico del aparato telefónico del sistema telefónico local de emisión;
 (c) representa la línea de abonado y el puente de alimentación/transmisión del sistema telefónico local de emisión;
 (d) representa la cadena de circuitos que interconectan los dos sistemas locales;
 (e) representa la línea de abonado y el puente de alimentación/transmisión del sistema telefónico local de recepción;
 (f) representa el circuito eléctrico del aparato telefónico del sistema telefónico local de recepción;
 (g) representa el auricular del sistema telefónico local de recepción.

FIGURA 1/P.76
Partes que componen una conexión telefónica

Obsérvese que, en la práctica, en las conexiones telefónicas:

- La pérdida de transmisión del enlace puede depender de la frecuencia.
- Es posible que las impedancias imagen del enlace no sean constantes en función de la frecuencia, ni resistivas.
- Es posible que las impedancias de los sistemas telefónicos locales presentadas al enlace en JS y JR no sean constantes con la frecuencia, ni resistivas.
- Puede haber desequilibrios de impedancia en JS o JR, o en ambos.

Los índices de sonoridad global (OLR), índices de sonoridad en la emisión (SLR), índices de sonoridad en la recepción (RLR) e índices de sonoridad del enlace (JLR), se definen de manera que se cumpla la siguiente igualdad con suficiente exactitud para las conexiones telefónicas reales:

$$OLR = SLR + RLR + JLR$$

2.2 Definiciones de los índices de sonoridad global, en la emisión, en la recepción y del enlace

La figura 2/P.76 muestra los principios en que se basa la definición de los índices de sonoridad global, en la emisión, en la recepción y del enlace.

2.2.1 Índice de sonoridad global

El trayecto 1 en la figura 2/P.76 representa el trayecto vocal desconocido completo, que se subdivide en sistemas telefónicos locales y enlace. En este ejemplo, el enlace comprende una cadena de circuitos representada por enlaces interurbanos (JS-NS y NR-JR) y circuitos interurbanos (NS-IS, IS-IR e IR-NR). Debe preverse una disposición adecuada para insertar una pérdida de transmisión independiente de la frecuencia, por ejemplo en IS-IR.

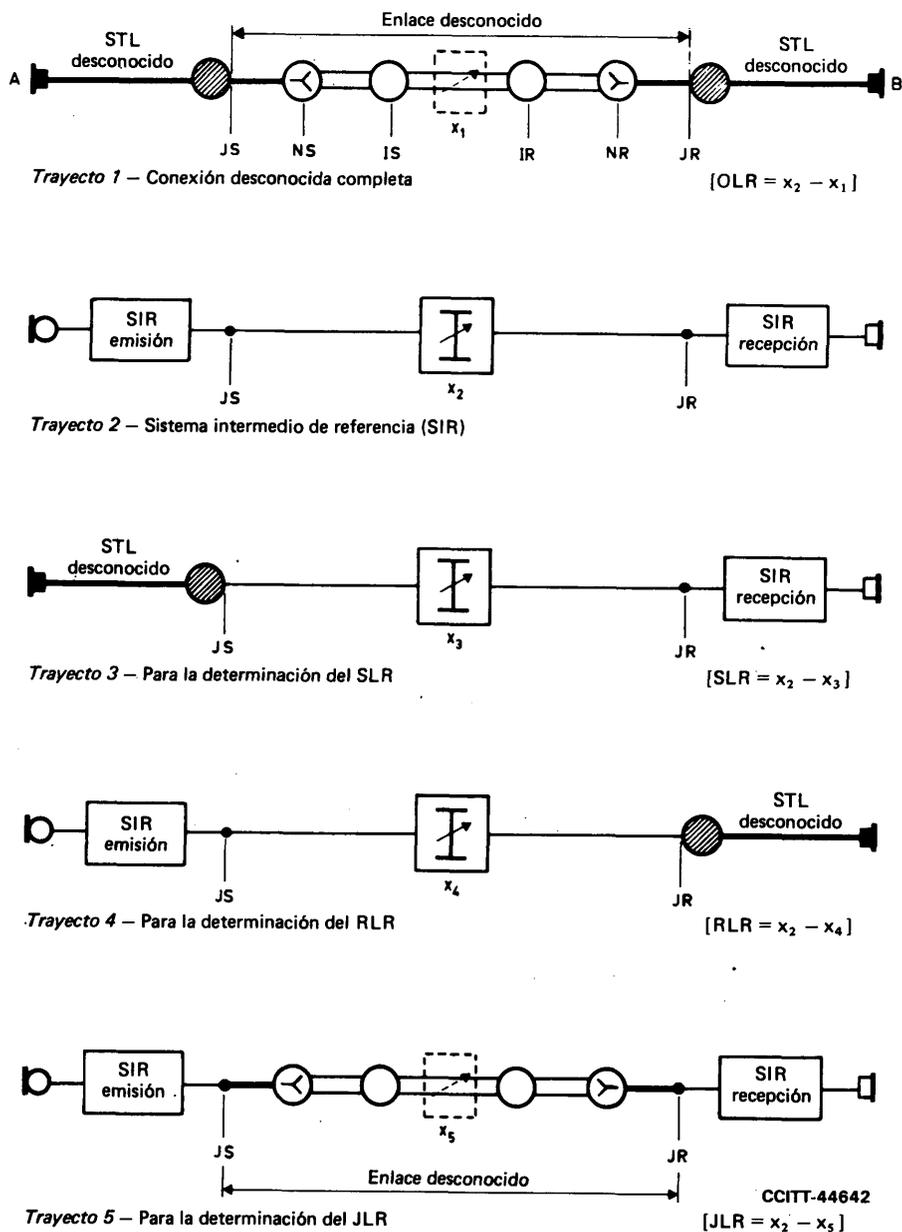


FIGURA 2/P.76

Principios aplicados para la definición de los índices de sonoridad OLR, SLR, RLR y JLR

El trayecto 2 representa el SIR completo con su enlace ajustable de 600 ohmios, resistivo puro, entre JS y JR.

El nivel de los sonidos vocales recibidos, al cual se ajustan tanto la pérdida adicional, x_1 , del trayecto 1, como el valor de la atenuación del enlace, x_2 , del trayecto 2, se define utilizando el sistema fundamental de referencia NOSFER con su atenuación puesta a 25 dB. Una vez efectuados los ajustes, el índice de sonoridad global (OLR) de la conexión desconocida completa viene dado por la expresión $(x_2 - x_1)$ dB.

2.2.2 Índice de sonoridad en la emisión

El trayecto 3 de la figura 2/P.76 muestra el SIR con su parte emisión reemplazada por el sistema telefónico local desconocido. El enlace se ajusta de manera que se produzca, en el trayecto 3, la misma sonoridad de los sonidos vocales recibidos que en el caso del NOSFER con su atenuación puesta a 25 dB. Si x_3 es el valor de ajuste requerido en el trayecto 3, el índice de sonoridad en la emisión (SLR) viene dado por $(x_2 - x_3)$ dB.

2.2.3 Índice de sonoridad en la recepción

El trayecto 4 en la figura 2/P.76 muestra el SIR con su parte recepción reemplazada por el sistema telefónico local desconocido.

El enlace se ajusta de modo que por el trayecto A se obtenga la misma sonoridad de los sonidos vocales recibidos que con el NOSFER con su atenuador puesto a 25 dB. Designando por x_4 el ajuste requerido en el trayecto 4, el índice de sonoridad en la recepción (RLR) viene dado por $(x_2 - x_4)$ dB.

2.2.4 Índice de sonoridad del enlace

El trayecto 5 de la figura 2/P.76 muestra el SIR con su enlace sustituido por la cadena desconocida de circuitos situados en el trayecto 1 de la figura 2/P.76 entre JS y JR. Debe preverse una disposición adecuada para insertar una pérdida de transmisión independiente de la frecuencia como en el caso del trayecto 1. La pérdida adicional se ajusta de modo que por el trayecto 5 se obtenga la misma sonoridad de los sonidos vocales recibidos que con el NOSFER con su atenuador puesto a 25 dB. Designando por x_5 la pérdida adicional requerida en el trayecto 5, el índice de sonoridad del enlace viene dado por $(x_2 - x_5)$ dB.

2.3 Condiciones en que se determinan los índices de sonoridad

2.3.1 Consideraciones generales

La sonoridad de los sonidos vocales recibidos depende de ciertos factores que no están bien definidos en condiciones prácticas de utilización, pero que se deben definir con la mayor precisión posible para obtener índices de sonoridad reproducibles con exactitud. Evidentemente, como muestra la figura 1/P.76, el índice de sonoridad depende en gran medida de las características del trayecto boca-oído. Este trayecto puede determinarse de manera precisa definiendo un *punto de referencia boca* en el cual se mide, o al cual se refiere, la presión acústica p_M de la palabra emitida por la persona que habla, y un *punto de referencia oído* en el cual se mide, o al cual se refiere, la presión acústica p_E de la palabra reproducida por el auricular. Estos puntos pueden elegirse de manera bastante arbitraria, lo cual es importante cuando los índices de sonoridad deben determinarse objetivamente; en la Recomendación P.64, relativa a la medición de las características de sensibilidad en función de la frecuencia en la emisión y en la recepción, se dan definiciones adecuadas para estos fines.

Sin embargo, es esencial definir un nivel vocal, una distancia de conversación, una posición de micrófono y posiciones de escucha que gobiernen el acoplamiento del auricular a la oreja. Éstas se indican en la figura 1/P.76. Las características esenciales que definen las condiciones en que se determinan los índices de sonoridad se indican en el cuadro 1/P.76.

A continuación se hacen algunas observaciones sobre los puntos indicados en el cuadro 1/P.76.

CUADRO 1/P.76
Condiciones en que se determinan los índices de sonoridad

N.º	Parámetro especificado	Especificación
1	Sistema intermedio de referencia	Recomendación P. 48
2	Nivel vocal de la persona que habla	Según la Recomendación P.72
3	Nivel de los sonidos vocales recibidos al cual se considera constante la intensidad sonora	NOSFER puesto a 25 dB
4	Posición del microteléfono en relación con la boca de la persona que habla	Véase el anexo A
5	Dirección de conversación	Cabeza erguida
6	Colocación del microteléfono para la escucha	Véase el § 2.3.7
7	Acondicionamiento previo de los micrófonos de carbón	Recomendación P.75

2.3.2 Sistema intermedio de referencia

El sistema intermedio de referencia se define en la Recomendación P.48. En su elección se ha tenido presente lo siguiente:

- a) Por lo que respecta a la forma de las características de sensibilidad en función de la frecuencia en la emisión y en la recepción, este sistema debe corresponder aproximadamente a los sistemas emisores y receptores nacionales que se utilizan actualmente y que probablemente se utilizarán en un futuro próximo. Por esta razón, la anchura de la banda de frecuencias para las partes emisión y recepción está limitada a la gama nominal de 300 a 3400 Hz ⁴⁾.
- b) La sensibilidad absoluta se ha elegido de modo que los valores cambien lo menos posible al pasar de los equivalentes de referencia a los índices de sonoridad.
- c) Sus microteléfonos tienen una forma externa similar a la de los utilizados de ordinario en conexiones telefónicas reales.

2.3.3 Nivel vocal de la persona que habla

El nivel vocal al que se emite la palabra por la persona que habla es conforme al utilizado para la determinación de los equivalentes de referencia y se define en la Recomendación P.72. Este nivel se aproxima al utilizado realmente por los usuarios cuando son buenas las condiciones de transmisión. Se define en términos del nivel vocal a la salida del sistema emisor del NOSFER.

2.3.4 Nivel de escucha

El nivel de los sonidos vocales recibidos para el cual se considera constante la sonoridad se define por el nivel vocal (véase el § 2.3.3) y el valor de ajuste (25 dB) del NOSFER con respecto al cual se ajustan todos los trayectos mostrados en la figura 2/P.76. Esto corresponde a un nivel de escucha bastante agradable, del mismo orden que el percibido usualmente por los usuarios telefónicos.

2.3.5 Posición del microteléfono

La posición del microteléfono en relación con la boca de la persona que habla se define en el anexo A a esta Recomendación. Se ha tratado de obtener una aproximación bastante exacta de la correspondiente a los usuarios en conexiones telefónicas reales. La definición comprende no sólo la distancia entre los labios y la embocadura, sino también la posición del micrófono en relación con el eje horizontal que pasa por el centro de la abertura de la boca. Dicha posición se define de tal manera que la distancia entre los labios y la embocadura es mayor a medida que aumenta la longitud del microteléfono.

2.3.6 Dirección de conversación

La persona que habla deberá mantener su cabeza erguida y se supondrá que las palabras se emiten horizontalmente desde la boca.

2.3.7 Colocación del microteléfono para la escucha

La persona que escucha deberá sujetar el microteléfono con la mano de manera que el auricular quede colocado confortablemente contra su oreja.

2.3.8 Acondicionamiento previo de los micrófonos de carbón

Generalmente, los microteléfonos provistos de micrófonos de carbón deben ser acondicionados. Esto se hará de conformidad con la Recomendación P.75.

⁴⁾ El SIR está especificado para la gama de 100 a 5000 Hz (véase la Recomendación P.48). La gama nominal de 300 a 3400 Hz especificada está en armonía con la separación nominal de 4 kHz en los sistemas MDF, y no debe interpretarse en el sentido de una restricción de las mejoras de la calidad de transmisión que podrían obtenerse aumentando la anchura de banda transmitida.

3 Índice de sonoridad del efecto local

Los estudios llevados a cabo hasta el presente indican que, al menos para el efecto local para la persona que habla, el método de evaluación que presenta la mejor correlación con las consecuencias subjetivas del efecto local es el que tiene en cuenta la señal de efecto local humano como un umbral de enmascaramiento, es decir, el índice de sonoridad del efecto local calculado por el método de enmascaramiento (STMR = side tone masking rating). No es posible indicar un método subjetivo para determinar el STMR y se está estudiando en la actualidad un método de cálculo ⁵⁾.

ANEXO A

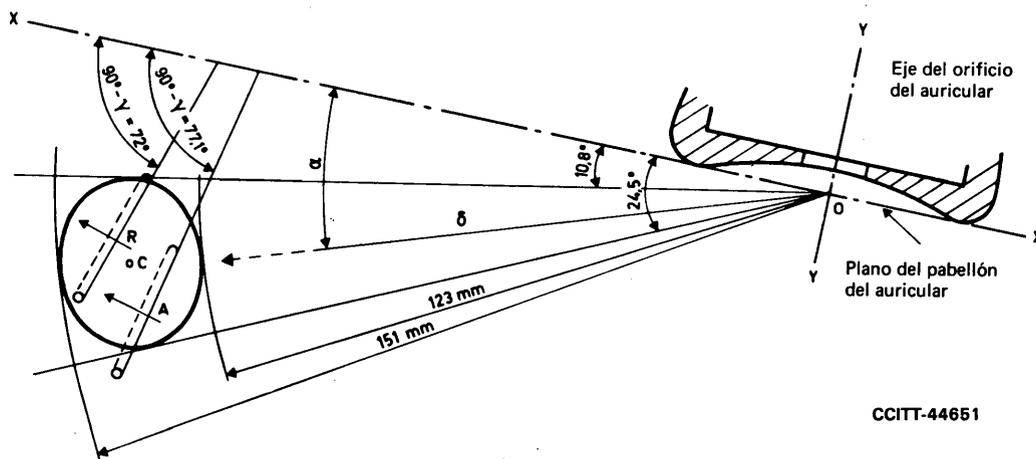
(a la Recomendación P.76)

Definición de la posición de conversación para la medición de índices de sonoridad de microteléfonos

En este anexo se describe la posición de conversación que debe utilizarse para medir los valores de sensibilidad de los aparatos telefónicos comerciales (con el método descrito en la Recomendación P.64), para la determinación de los índices de sonoridad.

A.1 La definición de una posición de conversación comprende dos partes: la descripción de las posiciones relativas de la abertura de la boca y del canal auditivo en una cabeza humana media y, por otra parte, los ángulos que definen la posición en el espacio de un microteléfono aplicado a dicha cabeza. Estas dos descripciones caracterizan la posición relativa de la abertura del micrófono y de los labios de la persona que habla para un microteléfono dado y, en consecuencia, la dirección de llegada de las ondas sonoras a la embocadura, así como la distancia que recorren desde una *fente virtual puntual*.

Las posiciones relativas del centro de la abertura de la boca y del canal auditivo pueden describirse en términos de una distancia δ y un ángulo α , como muestra la figura A-1/P.76. El punto R en esa figura representa el centro de un anillo de labios situado en la posición de conversación equivalente de referencia, de conformidad con la Recomendación P.72. La posición A es la utilizada para determinar índices por el método de la nitidez, definido en la Recomendación P.45. La superficie aproximadamente elíptica comprende cerca del 80% de las posiciones de labios observadas en una muestra de 3889 personas en los Estados Unidos de América antes de 1930; alrededor del punto A se encuentran agrupados los resultados medios de investigaciones más recientes, que comprenden 4012 personas de la República Popular de China.



Observación 1 – Los puntos R y A están determinados por los valores siguientes:

A) $\delta = 136 \text{ mm}$ $\alpha = 22^\circ$ $\gamma = 12,9^\circ$
R) $\delta = 140 \text{ mm}$ $\alpha = 15,5^\circ$ $\gamma = 18^\circ$

Observación 2 – La zona elíptica mostrada incluye aproximadamente el 80% de una muestra de 3389 posiciones de labios.

Observación 3 – Fuera de la tangente de la elipse se encuentra el 5% aproximadamente de las posiciones de labios.

Observación 4 – Las líneas de trazo continuo representan el plano tangente a los labios; las líneas de trazo discontinuo representan el anillo de labios de 1,6 mm de espesor.

FIGURA A-1/P.76

Definición geométrica de la posición de los labios con relación a la abertura del canal auditivo

⁵⁾ Las definiciones completas necesarias para la determinación del STMR aparecen en [4].

Se requiere un segundo ángulo para definir la dirección en que llega la palabra de la boca a la embocadura del micrófono. Aunque en las Recomendaciones P.45 y P.72 se hace referencia a un ángulo β éste no se encuentra en el plano de simetría del microteléfono, por lo que es preferible emplear un ángulo γ , que describe la proyección vertical de la dirección de la conversación en ese plano.

A.2 La posición del centro de los labios, definida por A en la figura A-1/P.76, se utiliza también para definir la nueva posición de conversación, pero para ello es preciso definir otros dos ángulos, a saber: el ángulo de giro del auricular, Φ y el ángulo de giro del microteléfono, Θ . El giro del auricular se considera alrededor de un eje que pasa por el centro del pabellón del auricular (YY en la figura A-1/P.76); el giro del microteléfono se considera alrededor de su eje longitudinal (XX en la figura A-1/P.76). Estos dos ángulos tienen un valor cero cuando el plano de simetría del microteléfono es horizontal. Naturalmente, el ángulo de giro del auricular es positivo cuando está dirigido hacia abajo, con relación al auricular; el ángulo de giro del microteléfono es positivo cuando la parte superior del auricular se desplaza hacia afuera con respecto al plano de simetría de la cabeza.

La nueva posición de conversación se determina mediante los siguientes valores para las distancias y ángulos definidos anteriormente:

$$\alpha = 22^\circ, \quad \gamma = 12,9^\circ, \quad \delta = 136 \text{ mm}, \quad \Phi = 39^\circ \quad \text{y} \quad \Theta = 13^\circ.$$

El ángulo γ no puede determinarse con gran precisión, por lo que no es conveniente utilizarlo cuando se coloca un microteléfono para su prueba frente a una boca artificial. En su lugar debe utilizarse la distancia semiinteraural, ϵ . Para la nueva posición de conversación $\epsilon = 77,8 \text{ mm}$.

A.3 La anterior definición de la posición de conversación, pone de manifiesto los complejos problemas que plantea la definición de la posición relativa del punto de referencia oído y del centro del anillo de labios, así como la orientación relativa del eje del pabellón y del eje del anillo de labios. Es a menudo ventajoso, particularmente para la construcción e instalación de los soportes de microteléfonos, expresar la posición del punto de referencia oído⁶⁾ y la orientación del eje del pabellón con relación al anillo de labios, tanto más cuanto que el eje de este anillo es horizontal, al igual que el eje de la boca artificial que podría utilizarse conjuntamente.

A.4 Se ha aplicado el método de análisis vectorial para determinar las coordenadas ortogonales del auricular telefónico con relación a la posición de los labios cuando el microteléfono está instalado en la posición de anillo de guarda de índice de sonoridad. Es necesario definir un conjunto de ejes cartesianos con origen en el centro de los labios (o posición labios equivalente de una voz artificial), de la siguiente manera:

eje x: eje horizontal de la boca, con sentido positivo hacia la boca;

eje y: eje horizontal, perpendicular al eje x, con sentido positivo hacia el lado de la boca en que se mantiene el microteléfono;

eje z: eje vertical, con sentido positivo hacia arriba.

El punto de referencia oído está definido por el vector:

$$(86,5, 77,8, 70,5) \text{ mm}.$$

Se monta el microteléfono de modo que el punto de referencia oído esté en la intersección de los ejes del pabellón del auricular con un plano en el espacio sobre el cual puede considerarse que descansa el pabellón del auricular. Esta definición no es adecuada para microteléfonos de ciertas formas; en tales casos, debe indicarse claramente la posición del punto de referencia oído con respecto al microteléfono.

La orientación del microteléfono está definida por dos vectores normales, uno al plano del pabellón del auricular y otro al de simetría del microteléfono.

Vectores unitarios normales al plano del pabellón del auricular:

$$\pm (0,1441, -0,974, 0,1748)$$

Vectores unitarios normales al plano de simetría del microteléfono:

$$\pm (0,6519, -0,0394, 0,7572)$$

Cuando se emplea una voz artificial, la posición equivalente de los labios debe servir de referencia; no suele ser la misma que el plano del orificio de la boca artificial.

⁶⁾ Para la definición del punto de referencia oído, véase la Recomendación P.64.

También puede ser conveniente definir la posición de conversación en función de los ejes que tienen origen en el punto de referencia oído. Se definen como sigue:

eje x: eje del pabellón del auricular con sentido positivo a partir del auricular hacia la oreja.

eje y: línea de intersección del plano de simetría del microteléfono con el plano del pabellón del auricular, con sentido positivo hacia el micrófono.

eje z: normal al plano de simetría del microteléfono, con sentido positivo hacia arriba.

El centro del anillo de labios está definido por el vector:

$$(50,95, 126,10, 0) \text{ mm.}$$

La orientación del anillo de labios está definida por un vector unitario a lo largo de su eje:

$$\pm (0,2223, -0,9748, 0)$$

y la orientación del microteléfono está definida especificando la vertical por el vector unitario:

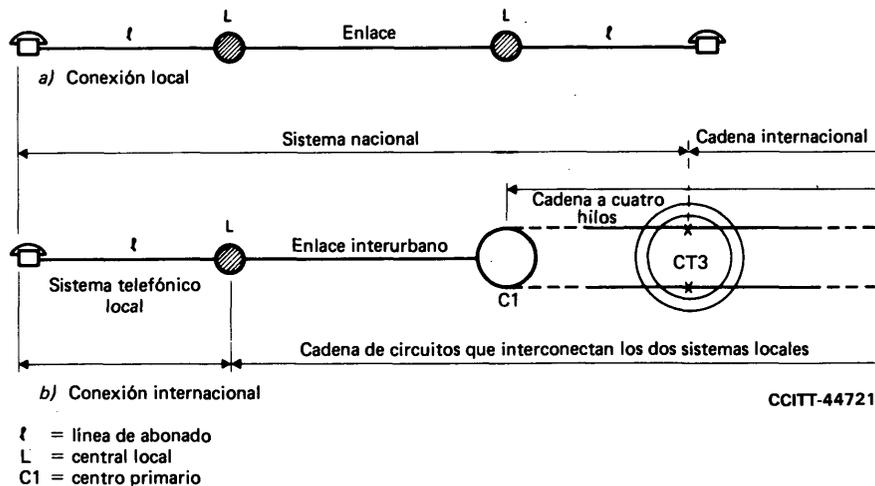
$$\pm (0,1748, -0,6293, 07572).$$

Observación — La posición de conversación antes definida difiere de la posición del anillo de guarda especial en los valores de $\Phi (= 37^\circ)$ y $\Theta (= 19^\circ)$. Se ha observado que es despreciable la influencia que ejerce en las mediciones de sensibilidad el cambio de posición del microteléfono al pasar de la posición de anillo de guarda especial a la posición de anillo de guarda de índice de sonoridad.

ANEXO B

(a la Recomendación P.76)

Aclaración de ciertos términos



Terminología aplicable a las partes de una conexión telefónica de conformidad con las Recomendaciones G.101 [5], G.111 [6], G.121 [7] y los manuales del CCITT.

Observación — En la presente Recomendación, el término «enlace» se emplea con una acepción particular, para designar la «cadena de circuitos que interconectan los dos sistemas locales» y el «atenuador del enlace» usado en las pruebas de laboratorio para la determinación de índices de sonoridad.

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] CCITT – Cuestión 15/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [3] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, capítulo I, anexo 1, UIT, Ginebra, 1976.
- [4] CCITT – Cuestión 9/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [5] Recomendación del CCITT *Plan de transmisión*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.101.
- [6] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111.
- [7] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121.

Recomendación P.77

MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DEL SERVICIO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LA PALABRA

(Ginebra, 1976)

1 Consideraciones generales

El CCITT recomienda que las Administraciones efectúen encuestas entre usuarios telefónicos en la forma indicada en la Recomendación E.125 [1], como un medio para medir la calidad de la transmisión de la palabra en comunicaciones internacionales.

Como estas encuestas están relacionadas con la comunicación (en este caso, con la última comunicación internacional establecida), pueden realizarse ya sea utilizando en toda su amplitud los cuestionarios de la Recomendación E.125 [1] (en este caso se obtienen otras informaciones valiosas sobre las dificultades de los usuarios, por ejemplo, su conocimiento de la manera de establecer la comunicación, las dificultades en la marcación o en la comprensión de los tonos, etc.) o utilizando las preguntas que se refieren solamente a la calidad de transmisión y que aparecen en el anexo A a la presente Recomendación.

2 Forma de efectuar las encuestas

Para que los datos tomados en diferentes países puedan ser objeto de comparaciones válidas de acuerdo con la Recomendación E.125 [1], es necesario cumplir estrictamente las disposiciones de esa Recomendación. Deben observarse exactamente el preámbulo de la Recomendación, las observaciones sobre la forma de utilizar los cuestionarios, así como el orden y el texto exactos de las preguntas.

3 Tratamiento de los resultados

A fin de obtener información cuantitativa apropiada para las comparaciones, a las evaluaciones subjetivas (por ejemplo, las obtenidas por la pregunta 9.0 del anexo A) de excelente, buena, regular, o mediocre habrá que dar notas de 4, 3, 2 y 1, respectivamente, y calcular una nota media de opinión para todas las respuestas conexas. De manera similar, en todos los casos en que se haya experimentado dificultad (pregunta 10.0 del anexo A), deberá calcularse el porcentaje con respecto al número total de respuestas. Estos dos criterios de nota media de opinión y porcentaje de dificultad están ahora reconocidos internacionalmente, y en muchos laboratorios diferentes se han medido conexiones simuladas y situaciones prácticas.

Los resultados pueden clasificarse de varias formas, por ejemplo, según los países de destino de las comunicaciones o por la naturaleza o composición de la conexión, es decir, circuitos por cable o por satélite, presencia o no de supresores de eco, etc. En [2] se muestran métodos típicos de presentación de los resultados, en este caso para varios países. Debe señalarse que en todas las presentaciones es esencial indicar el número de respuestas.

Observación — Entre los motivos que condujeron a limitar las opiniones de los usuarios sobre la calidad de transmisión a cuatro clases, a saber, excelente, buena, regular, o mediocre, está el siguiente. La experiencia alcanzada en investigaciones sobre factores humanos ha demostrado que cuando una pregunta que requiere la elección entre varias clasificaciones diferentes se plantea en forma verbal, es decir, mediante entrevistas personales o por teléfono, como en el caso de la Recomendación E.125 [1], la persona que responde suele no estar en condiciones de realizar una separación mental clara de más de cuatro categorías. En consecuencia, no puede basarse en su memoria y su capacidad de juicio a corto plazo, de una manera que sea lo suficientemente precisa, para que no se produzcan confusiones y que, en consecuencia, su respuesta sea fiable. Esta restricción no se aplica a otras situaciones en las que se utiliza una presentación escrita de los datos elegidos; en estos casos pueden emplearse cinco o más clases y obtenerse resultados fiables.

ANEXO A

(a la Recomendación P.77)

Extracto del cuestionario anexo a la Recomendación E.125 [1]

A continuación se reproducen las preguntas relativas a la calidad de transmisión, que figuran en el cuestionario anexo a la Recomendación E.125 [1].

9.0
 ¿Cuál de estos términos describe mejor la calidad de la conexión durante la conferencia?

- | | | | | |
|-----|-------------|---|--------------------------|------|
| 9.1 | - excelente | 1 | <input type="checkbox"/> | } 48 |
| 9.2 | - buena | 2 | <input type="checkbox"/> | |
| 9.3 | - regular | 3 | <input type="checkbox"/> | |
| 9.4 | - mediocre | 4 | <input type="checkbox"/> | |

10.0 ¿Tuvieron usted o su interlocutor dificultades para hablar u oír por este enlace?

SÍ NO
 1 2 49

(En caso afirmativo), trátase de conocer la naturaleza de dichas dificultades pero sin sugerir ninguna posible, preguntando por ejemplo: «¿Podría usted describir sus dificultades con mayor precisión?». Reprodúzcase a continuación la respuesta exacta:

.....

Al final de la entrevista, clasifíquense las respuestas según las categorías siguientes:

- | | | | | |
|------|--|---|--------------------------|----|
| 10.1 | - poco volumen | 1 | <input type="checkbox"/> | 50 |
| 10.2 | - ruido o zumbido | 1 | <input type="checkbox"/> | 51 |
| 10.3 | - distorsión | 1 | <input type="checkbox"/> | 52 |
| 10.4 | - variaciones de nivel, interrupciones | 1 | <input type="checkbox"/> | 53 |
| 10.5 | - diafonía | 1 | <input type="checkbox"/> | 54 |
| 10.6 | - eco | 1 | <input type="checkbox"/> | 55 |
| 10.7 | - corte completo | 1 | <input type="checkbox"/> | 56 |
| 10.8 | - otras (especifíquense)..... ← | 1 | <input type="checkbox"/> | 57 |

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Encuestas entre usuarios del servicio telefónico internacional*, Tomo II, fascículo II.2, Rec. E.125.
 [2] CCITT — Cuestión 2/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, 1977.

MÉTODO DE PRUEBA SUBJETIVO PARA DETERMINAR ÍNDICES DE SONORIDAD DE ACUERDO CON LA RECOMENDACIÓN P.76

Prefacio

En esta Recomendación se describe un método de prueba subjetivo que ha resultado ser adecuado a los mencionados fines y se presta para ser utilizado en el Laboratorio del CCITT. Puede emplearse también en otros laboratorios. Si el sistema intermedio de referencia (SIR) utilizado cumple las condiciones establecidas en la Recomendación P.48 y se observan los demás requisitos indicados en la Recomendación proporcionará unos índices de sonoridad que podrán utilizarse en el estudio ulterior de la Cuestión 19/XII [1] (Valores recomendados de los índices de sonoridad). Cuando el estudio de la Cuestión 19/XII haya terminado, la presente Recomendación ofrecerá, junto con las Recomendaciones P.76 y P.48, una definición de los índices de sonoridad que podrá utilizarse a los efectos de la planificación.

Contenido

Esta Recomendación contiene información esencial para la definición del método que ha de seguirse para determinar índices de sonoridad de acuerdo con la Recomendación P.76 cuando se recurre a equilibrios de sonoridad efectuados por las personas que intervienen en las pruebas (operadores). Se ofrece información detallada sobre el método para alcanzar el equilibrio, la selección de los operadores, el material vocal, el diseño de experimentos, el método de análisis y la presentación de los resultados.

1 Introducción

A fin de comparar el método basado en el cálculo de los índices de sonoridad (Recomendación P.79) es necesario definir un método para la determinación subjetiva de los índices de sonoridad. En esta Recomendación se tratan todos los aspectos de estas determinaciones, desde la selección de los operadores hasta el método de análisis y la presentación de los resultados.

2 Consideraciones generales

Para las comparaciones subjetivas se utiliza el sistema fundamental de referencia, (SFR) (pudieran utilizarse otros sistemas de referencia), con respecto al cual se comparan los siguientes trayectos vocales:

- a) *Trayecto 0* – El sistema fundamental de referencia constituye siempre el trayecto vocal con respecto al cual se equilibran los otros trayectos. Como sistema fundamental de referencia se utiliza el NOSFER con la atenuación fijada a 25 dB.
- b) *Trayecto 1* – El extremo emisor del sistema telefónico local probado («desconocido») conectado, a través del enlace probado («desconocido») y de un atenuador ajustable, con el extremo receptor del sistema telefónico local probado («desconocido»). El atenuador ajustable deberá insertarse de tal manera que las relaciones de impedancia entre las tres partes de la conexión (extremo emisor, enlace y extremo receptor) no sean perturbadas.
- c) *Trayecto 2* – El extremo emisor del sistema intermedio de referencia conectado a través de un atenuador ajustable con el extremo receptor del sistema intermedio de referencia (SIR).
- d) *Trayecto 3* – El extremo emisor del sistema telefónico local probado («desconocido») conectado a través de un atenuador ajustable con el extremo receptor del SIR.
- e) *Trayecto 4* – El extremo emisor del SIR conectado a través de un atenuador ajustable con el extremo receptor del sistema telefónico local probado («desconocido»).
- f) *Trayecto 5* – El extremo emisor del SIR conectado a través del enlace probado («desconocido») y un atenuador ajustable con el extremo de receptor del SIR. El atenuador ajustable deberá insertarse de tal manera que las relaciones de impedancia entre las tres partes de la conexión (extremo emisor, enlace y extremo receptor) no sean perturbadas.

En estas comparaciones subjetivas, el enlace del sistema fundamental de referencia es fijo, es decir, el nivel de los sonidos vocales recibidos a través del sistema fundamental de referencia se mantiene constante; el equilibrio de sonoridad se obtiene mediante el denominado «método del margen», utilizándose para efectuar el equilibrio el atenuador insertado en el sistema telefónico sujeto a prueba (o en el SIR).

Tanto para el SIR como para los aparatos telefónicos probados debe utilizarse la posición de conversación definida en el anexo A a la Recomendación P.76.

La figura 1/P.78 muestra la constitución de los trayectos telefónicos que han de compararse. Para los equilibrios se utilizará el nivel vocal definido en la Recomendación P.72.

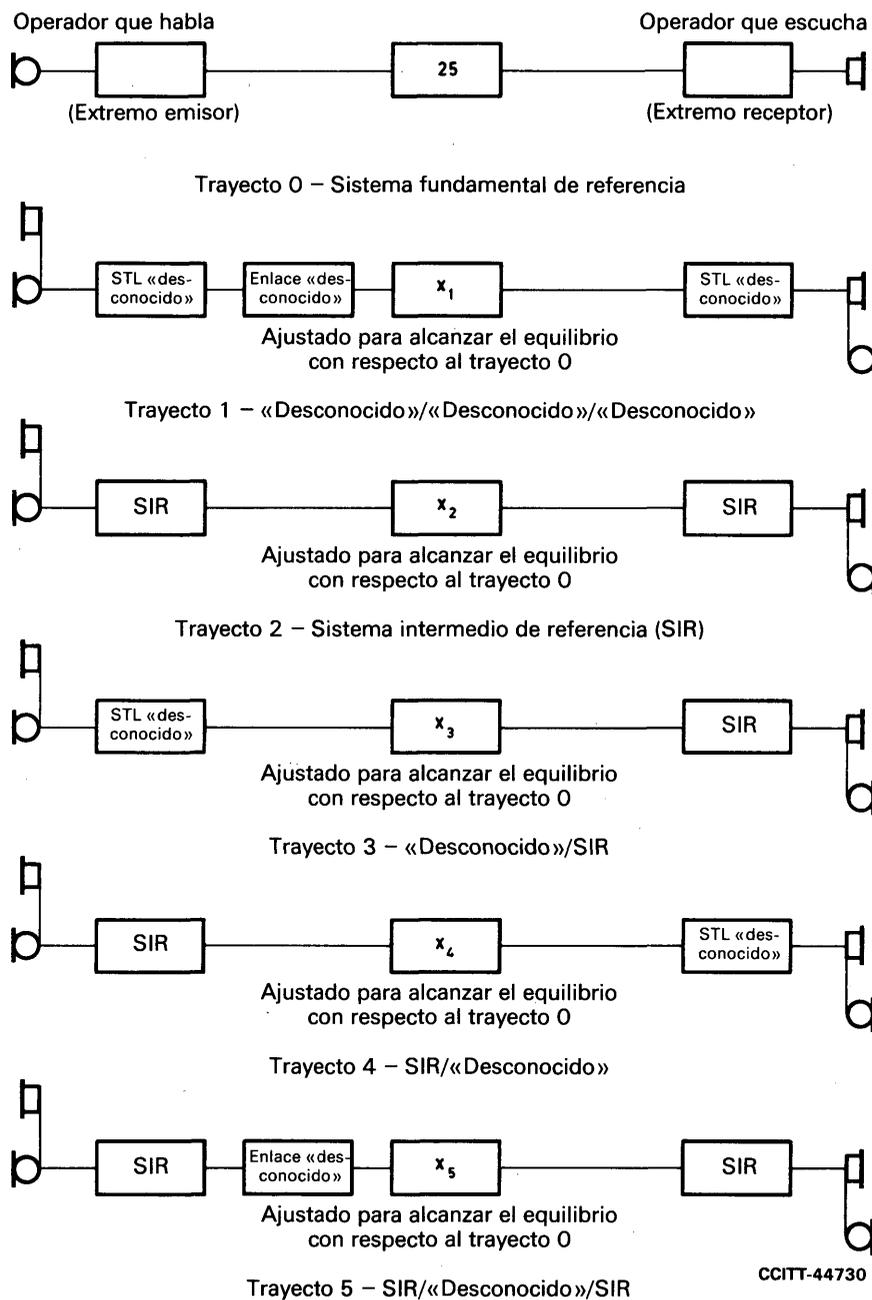


FIGURA 1/P.78

Configuración de los trayectos para el método subjetivo de determinación de los índices de sonoridad

Los índices de sonoridad con relación al SIR definidos en la Recomendación P.76 son:

$$\text{Índice de sonoridad global (OLR)} = x_2 - x_1$$

$$\text{Índice de sonoridad en la emisión (SLR)} = x_2 - x_3$$

$$\text{Índice de sonoridad en la recepción (RLR)} = x_2 - x_4$$

$$\text{Índice de sonoridad del enlace (JLR)} = x_2 - x_5$$

No es necesario que cada uno de los experimentos comprenda todos los trayectos indicados anteriormente. Los trayectos 0 y 2 son esenciales; para la determinación de los índices de sonoridad en la emisión y en la recepción de un circuito telefónico local basta con agregar los trayectos 3 y 4. Los trayectos 0, 2 y 5 son necesarios para determinar el índice de sonoridad del enlace. El trayecto 1 sólo se requiere, por regla general, cuando se desea verificar la aditividad de los índices de sonoridad, es decir:

$$OLR = SLR + JLR + RLR$$

3 Diseño de experimentos

Los resultados obtenidos sólo serán fiables si el experimento ha sido correctamente diseñado y se han aplicado procedimientos de prueba adecuados. El procedimiento deberá prepararse de modo tal que no pueda haber ambigüedades.

Se considerarán los puntos siguientes:

- El experimento se diseñará de tal manera que los factores no controlados sólo ejerzan una influencia aleatoria; por ejemplo, se asegurará que las diferencias que tengan lugar de un día a otro entre los operadores y/o los aparatos de medida sean de poca importancia.
- Si es necesario efectuar un número mayor de equilibrios que los que pueden realizarse cómodamente en un día, el experimento se dispondrá de tal manera que, cada día, se prueben iguales números de circuitos de cada tipo.
- Los operadores que comiencen una prueba no podrán ser sustituidos en el curso de la misma [2].
- Se recomienda un mínimo de 12 combinaciones de pares de operadores y un máximo de 20. Estas 12 combinaciones de pares de operadores pueden obtenerse con dos equipos de tres operadores (véase el cuadro 1/P.78) o un equipo de cuatro operadores. Se pueden obtener 18 combinaciones de pares de operadores con un equipo de seis operadores (véase el cuadro 2/P.78) y 20 combinaciones de pares de operadores con un equipo de cinco operadores.

Observación – En general, un equipo de seis operadores, con el que se obtienen 30 combinaciones de pares de operadores, permite efectuar una prueba más amplia, pero su precisión es sólo escasamente superior a la alcanzada con los equipos antes mencionados de menor número de operadores.

CUADRO 1/P.78

Doce combinaciones de pares de operadores obtenidas con dos equipos de tres operadores

		Operador que escucha					
		A	B	C	D	E	F
Operador que habla	A		X	X			
	B	X			X		
	C	X	X				
	D					X	X
	E				X		X
	F				X	X	

CUADRO 2/P.78

Dieciocho combinaciones de pares de operadores obtenidas con un equipo de seis operadores

		Operador que escucha					
		A	B	C	D	E	F
Operador que habla	A				X	X	X
	B				X	X	X
	C				X	X	X
	D	X	X	X			
	E	X	X	X			
	F	X	X	X			

- e) Cuando se utilizan dos equipos de tres operadores, se pueden utilizar ambos equipos entrelazados, pero generalmente es más práctico utilizarlos separadamente, de modo que un equipo no comience las pruebas hasta que el otro haya terminado. Un mismo operador no debe formar parte de los dos equipos, pues esto ejerce cierta influencia sistemática que complica el análisis.
- f) Todas las combinaciones de pares de operadores deberán actuar, a ser posible, rotativamente, de modo que cada operador, sucesivamente, hable, escuche y tenga un intervalo de descanso.
- g) El experimento deberá diseñarse de tal modo que los eventuales efectos que pudieran atribuirse al orden de presentación resulten totalmente eliminados. Esto implica que todos los circuitos deberán presentarse en un orden aleatorio. Este punto se ilustra mediante los dos ejemplos siguientes:

Ejemplo 1

Si se desea determinar un tipo de índice de sonoridad para una combinación dada de aparato telefónico y condiciones del circuito, al diseñar el experimento deberán tenerse en cuenta los eventuales efectos asociados al orden de presentación para cada combinación de par de operadores. En el cuadro 3/P.78 se ofrece un ejemplo.

CUADRO 3/P.78

Ejemplo ilustrativo de la eliminación del efecto del orden de presentación para un tipo de índice de sonoridad

Pares de operadores	Operador que habla Operador que escucha	A	B	C
		B	C	A
Circuitos	α	3	1	2
	α'	2	3	4
	β	1	4	3
	β'	4	2	1

Donde se indica por: α que el trayecto 0 se presenta antes que el trayecto 2

α' que el trayecto 2 se presenta antes que el trayecto 0

β que el trayecto 0 se presenta antes que el trayecto 3

β' que el trayecto 3 se presenta antes que el trayecto 0

Observación – Si, para un equipo de operadores y un conjunto de condiciones dados se demuestra que no existen diferencias, puede eliminarse la distinción entre el orden de presentación de los trayectos.

Ejemplo 2

Si se desea determinar más de un tipo de índice de sonoridad o se prueba más de un aparato telefónico, sólo será necesario efectuar un equilibrio del trayecto 2 con respecto al trayecto 0, y viceversa, por cada combinación de par de operadores para cualquier experimento, pero este equilibrio deberá aleatorizarse dentro del experimento. En el cuadro 4/P.78 se presenta un ejemplo.

CUADRO 4/P.78

Ejemplo ilustrativo de la eliminación del efecto del orden de presentación cuando se determinan dos tipos de índice de sonoridad

Pares de operadores	Operador que habla Operador que escucha	A	B	C
		B	C	A
Circuitos	α	3	1	2
	α'	5	4	6
	β_1	1	2	5
	β'_1	6	5	3
	β_2	2	6	4
	β'_2	4	3	1

Para β_1, β'_1 la longitud del cable de abonado es de, por ejemplo, 0 km

para β_2, β'_2 la longitud del cable de abonado es de, por ejemplo, 6 km

En el anexo A se presentan algunos diseños de experimentos.

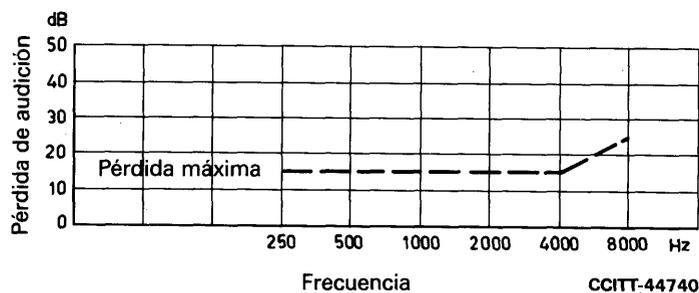
4 Selección de los integrantes de los equipos y del material vocal

4.1 Integrantes de los equipos

Los equipos deberán estar constituidos, de ser posible, por hombres y mujeres.

Los siguientes puntos sirven de guía para la selección:

- a) Buena audición – la pérdida de audición de los operadores no deberá ser superior a 15 dB a todas las frecuencias hasta 4 kHz (inclusive), ni superior a 25 dB a 8 kHz. Esto se indica en la figura 2/P.78. Si el experimento incluye equilibrios contralaterales, lo que requiere el uso de ambos oídos, la diferencia máxima admisible entre ambos oídos será de ± 10 dB a todas las frecuencias. En el anexo B se indican las pruebas audiométricas a que deberán someterse los operadores.
- b) Dicción clara – los operadores no deben tener impedimentos que afecten la dicción.
- c) Los operadores deberán poder trabajar en armonía con otras personas.
- d) Los operadores deberán poder efectuar cálculos aritméticos simples.
- e) Después de un adiestramiento adecuado, los operadores deberán poder hablar a un nivel constante, sirviéndose de un aparato de medida.
- f) Los operadores no deberán padecer de claustrofobia, ya que en el curso de las pruebas deberán pasar cortos periodos de tiempo solos, en cabinas aisladas.
- g) Deberán hacerse verificaciones periódicas para determinar el comportamiento de cada operador como locutor y como oyente, con el fin de detectar todo cambio desacostumbrado. Una descripción completa puede encontrarse en [3].



Observación – La audición normal se sitúa a 0 dB.

FIGURA 2/P.78

Curva de la pérdida máxima de audición de los operadores

4.2 Material vocal

La frase o frases de prueba pueden o no tener sentido. He aquí dos ejemplos:

- a) Joe took father's shoe bench out.
- b) Paris – Bordeaux – Le Mans – Saint-Leu – Léon – Loudun.

Deben tenerse debidamente en cuenta los puntos siguientes:

- i) La idoneidad de cada operador para pronunciar de corrido y a un nivel vocal constante la frase o frases de prueba elegidas. La estructura de sonidos de las lenguas maternas de los operadores influye, por tanto, en la elección de la frase o frases de prueba.
- ii) La frase o frases de prueba deben elegirse de modo que el método de medición convenido para controlar el nivel vocal (por ejemplo, la desviación de la aguja de un aparato de medida) pueda dar una indicación adecuada y fácilmente apreciable del nivel vocal.

5 Calibración del sistema intermedio de referencia (SIR)

Es sumamente importante calibrar el SIR antes de cada prueba, para poder compensar, en los resultados, toda pequeña variación en los índices de sonoridad en la emisión (SLR) y en la recepción (RLR), o modificar su sensibilidad antes de la prueba. Una buena regla práctica seguida en los experimentos es la de verificar la sensibilidad del SIR después de cada experimento. La especificación del SIR figura en la Recomendación P.48, y la descripción del procedimiento de calibración en la Recomendación P.64. Los resultados de la calibración se utilizan para determinar las correcciones que han de hacerse a los resultados de los equilibrios subjetivos (véase el § 9).

6 Configuraciones de circuitos

La parte a) de la figura 3/P.78 muestra una configuración típica de circuitos para la medición del índice de sonoridad en la emisión (SLR) y del índice de sonoridad en la recepción (RLR). Las partes b) y c) de la figura 3/P.78 muestran configuraciones para la medición del índice de sonoridad del enlace (JLR) y del índice de sonoridad global (OLR), respectivamente. No existe motivo alguno para que el experimentador, si así lo desea, no pueda determinar índices de sonoridad de los cuatro tipos en el mismo experimento. Sin embargo, para ello se necesitarían disposiciones de conmutación extremadamente complicadas.

En la figura 3/P.78, la resistencia de 600 ohmios a que corresponde la segunda posición del conmutador S1 permite ajustar el nivel vocal correcto cuando el trayecto 0 se presenta después del trayecto 1/2/3/4/5 (véase la figura 1/P.78). Este conmutador debe ser del tipo de los que no quedan enclavados y retornará a la posición normal tan pronto como el locutor haya alcanzado el nivel vocal correcto.

A fin de reducir las consecuencias del efecto local sobre el nivel vocal del locutor durante la determinación del índice de sonoridad en la emisión y del índice de sonoridad global, deberá desactivarse el trayecto acústico del efecto local de los aparatos telefónicos. Esto puede conseguirse colocando el auricular en otro aparato telefónico idéntico y haciendo las conexiones eléctricas con los terminales correctos en el circuito de transmisión telefónica. En el auricular puede entonces acoplarse sin fuga acústica a un oído artificial CEI/CCITT para obtener así la carga acústica correcta. Un método sencillo, utilizado por la Post Office Australiana, consiste en acoplar el auricular por medio de una cinta gruesa. Aunque con esto quizá no se consiga la carga acústica correcta, en la práctica se ha comprobado que su efecto es despreciable.

Si se utiliza un micrófono de granalla de carbón, deberá efectuarse, antes de cada equilibrio, el procedimiento de acondicionamiento indicado en la Recomendación P.75.

En las figuras 1/P.78 y 3/P.78 se muestra el sistema fundamental de referencia, el NOSFER, pero pueden utilizarse otros sistemas como el SETED y el METRE-AIR-PATH.

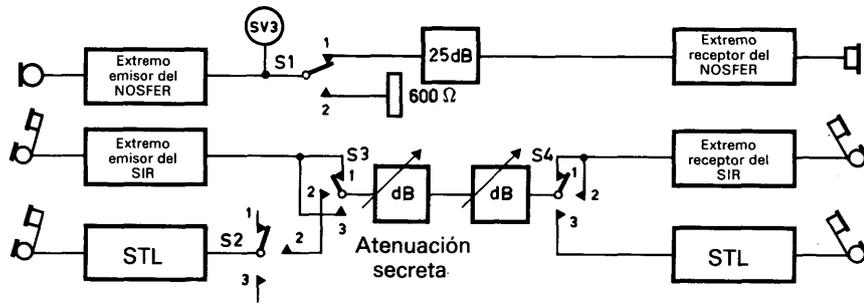
7 Registro de información

Es esencial que, con respecto a cada prueba, se registre la mayor cantidad posible de información de tal modo que se pueda contar con ella en todo momento, en el futuro.

7.1 Datos concretos que deben hacerse constar para cada prueba

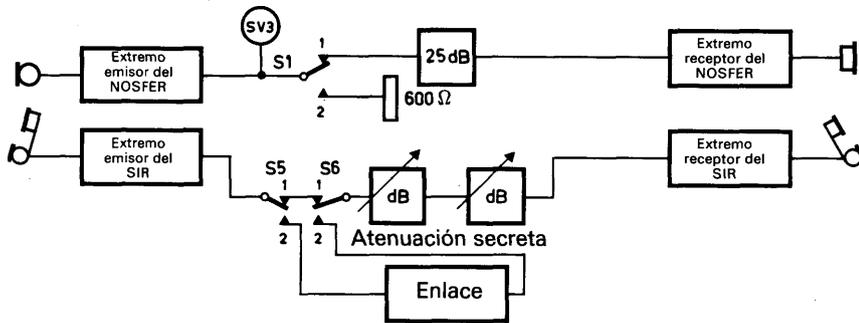
Para cada prueba se consignará la siguiente información:

- a) número de prueba — el número de prueba ha de ser único, de modo que una prueba no pueda confundirse con otra;
- b) fecha;
- c) denominación — breve descripción de la prueba;
- d) condiciones de los circuitos — descripción de cada uno de los trayectos;
- e) diagrama de conexiones;
- f) integrantes del equipo — se establecerá un código con los nombres de los operadores, por ejemplo como en el cuadro 5/P.78. Cada combinación constituida por un par de operadores puede designarse por un código, por ejemplo A-B.



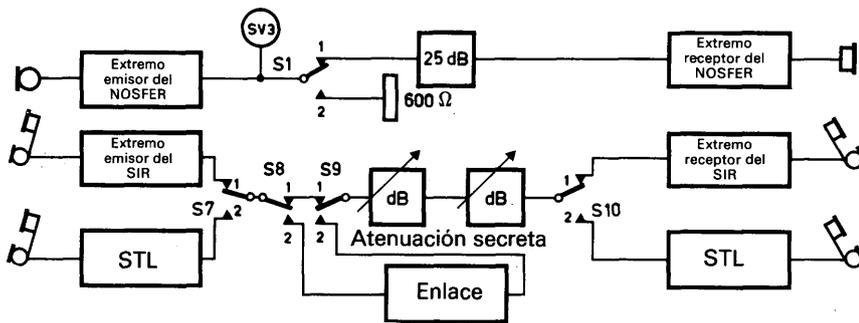
Observación – El conmutador S1 no queda enclavado al ser accionado. Los conmutadores S2, S3 y S4 obedecen a un mando único.

a) Diagrama de conmutación para la medición de índices de sonoridad en la emisión y en la recepción



Observación – El conmutador S1 no queda enclavado al ser accionado. Los conmutadores S5 y S6 obedecen a un mando único.

b) Diagrama de conmutación para la medición del índice de sonoridad del enlace



Observación – El conmutador S1 no queda enclavado al ser accionado. Los conmutadores S7, S8, S9 y S10 obedecen a un mando único.

c) Diagrama de conmutación para la medición del índice de sonoridad global

CCITT-44750

FIGURA 3/P.78

CUADRO 5/P.78

Integrantes del equipo	
Código	Operador
A	
B	
C	
D	
E	
F	

7.2 *Equilibrios individuales*

Éstos deben siempre incluir la «atenuación secreta», la atenuación de «equilibrio» y, por último, el resultado de la comparación, por ejemplo:

$$R = H + B$$

donde

R es el resultado

H es la atenuación secreta

B es la atenuación de equilibrio

8 **Análisis**

En todo experimento puede obtenerse una gran cantidad de información mediante un análisis de la varianza. No obstante, puede bastar con la información proporcionada por la media, la desviación típica y los límites de confianza del 95%.

8.1 *Media*

La media se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

8.2 *Desviación típica*

No es correcto considerar que los operadores constituyen una muestra tomada al azar de una población y que las combinaciones de pares de operadores son independientes unas de otras. En estas condiciones, la desviación típica tiene que tomarse como la desviación típica de la muestra y no como una estimación de una población.

La fórmula de la desviación típica es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

8.3 Límites de confianza

A fin de indicar con un nivel razonable de confianza los límites dentro de los cuales está comprendido el valor verdadero de la media, hay que calcular los límites de confianza del 95%, a partir de la muestra.

Los límites de confianza (CL) vienen dados por la fórmula siguiente:

$$CL = \pm \frac{t(\sigma)}{\sqrt{n}}$$

donde t es el parámetro estadístico t de Student

Para 12 combinaciones de pares de operadores: $t = 2,20$ (11 grados de libertad)

Para 18 combinaciones de pares de operadores: $t = 2,11$ (17 grados de libertad)

Para 20 combinaciones de pares de operadores: $t = 2,09$ (19 grados de libertad)

Estos límites de confianza se conocen como los «límites de confianza internos».

Los límites de confianza internos se definen como los límites de confianza para las determinaciones hechas dentro de una misma serie («replicaciones»), manteniéndose inalterados todos los factores, incluidos los operadores. Estos límites no deben confundirse con los «límites de confianza externos», que se refieren a la repetición de las pruebas para el mismo circuito, pero con operadores o procedimientos diferentes.

En general, los límites de confianza externos son mayores que los límites de confianza internos, pero no pueden calcularse si no se dispone de una información más amplia.

9 Presentación de los resultados

Los resultados de la prueba deberán presentarse de manera que las informaciones importantes puedan estar contenidas en una sola hoja. En el cuadro 6/P.78 se presenta un ejemplo de esta hoja.

Observación – En los cuadros 6/P.78 a 8/P.78 la media corregida = media + corrección.

En los cuadros 7/P.78 y 8/P.78 se presentan ejemplos desarrollados de utilización de la hoja indicada en el cuadro 6/P.78. Esta hoja ha sido modificada a fin de poder efectuar determinaciones de SLR y RLR en un sistema telefónico local que incluye dos longitudes de línea. El cuadro 7/P.78 muestra los resultados de la determinación del SLR, y el cuadro 8/P.78 del RLR.

CUADRO 6/P.78
Presentación de los resultados

Frecuencia (Hz)	Sensibilidad en emisión del SIR (dBV/Pa)	Sensibilidad en recepción del SIR ^{a)} (dBPa/V)	Par de operadores	x_0	x_2	x'_2	x_3	x'_3	x_2	x'_2	x_4	x'_4	SLR	SLR'	RLR	RLR'	$\frac{SLR + SLR'}{2}$	$\frac{RLR + RLR'}{2}$		
				(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
100																				
125																				
160																				
200																				
250																				
315																				
400																				
500																				
630																				
800																				
1000																				
1250																				
1600																				
2000																				
2500																				
3150																				
4000																				
5000																				
6300																				
8000																				
Índice de sonoridad del SIR calculado			Media: dB																	
			Desviación típica: dB																	
			Límites de confianza del 95%: dB																	
			Media corregida: dB																	

^{a)} Oído artificial conforme a la Recomendación P.51.

CUADRO 7/P.78

Ejemplo ilustrativo de la utilización de la hoja indicada en el cuadro 6/P.78 para la determinación del SLR

Frecuencia (Hz)	Sensibilidad en emisión del SIR (dBV/Pa)	Sensibilidad en recepción del SIR ^{a)} (dBPa/V)	Par de operadores	x ₀	x ₂	x ₂ '	x ₃ (0)	x ₃ '(0)	x ₂	x ₂ '	x ₃ (L)	x ₃ '(L)	SLR(0)	SLR'(0)	SLR(L)	SLR'(L)	SLR + SLR' 2 (0) (dB)	SLR + SLR' 2' (L) (dB)
				(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
100			A-C	25	14	15	13	14			12	10	1	1	2	5	1,0	3,5
125			D-A	25	13	13	8	10			10	11	5	3	3	2	4,0	2,5
160			C-D	25	10	11	7	11			10	11	3	0	0	0	1,5	0,0
200	-19,7		D-C	25	12	14	11	10			10	11	1	4	2	3	2,5	2,5
250	-15,3		C-A	25	17	17	17	13			12	14	0	4	5	3	2,0	4,0
315	-12,2		A-D	25	10	12	8	10			10	8	2	2	0	4	2,0	2,0
400	-9,6		F-E	25	11	11	7	7			5	4	4	4	6	7	4,0	6,5
500	-8,0		B-F	25	10	11	6	8			5	7	4	3	5	4	3,5	4,5
630	-6,7		E-B	25	13	12	8	13			8	9	5	-1	5	3	2,0	4,0
800	-5,9		E-F	25	13	13	12	11			12	8	1	2	1	5	1,5	3,0
1000	-5,6		F-B	25	12	13	9	5			5	6	3	8	7	7	5,5	7,0
1250	-4,2		B-E	25	12	13	9	9			9	10	3	4	3	3	3,5	3,0
1600	-1,2																	
2000	0																	
2500	+1,0																	
3150	+0,3																	
4000	-36,5																	
5000																		
6300																		
8000																		
Índice de sonoridad del SIR calculado	1,09		Media: dB	25	12,25	12,92	9,58	10,08			9,00	9,08	2,67	2,83	3,25	3,83	2,75	3,54
			Desviación típica: dB	0	1,92	1,71	3,01	2,56			2,58	2,56	1,60	2,23	2,24	1,91	1,28	1,82
			Límites de confianza del 95%: dB	0	1,22	1,08	1,91	1,59			1,64	1,63	1,02	1,42	1,42	1,21	0,81	1,16
			Media corregida: dB										3,76	3,92	4,34	4,92	3,84	4,63

^{a)} Oído artificial conforme a la Recomendación P.51.

CUADRO 8/P.78

Ejemplo ilustrativo de la utilización de la hoja indicada en el cuadro 6/P.78 para la determinación del RLR

Frecuencia (Hz)	Sensibilidad en emisión del SIR (dBV/Pa)	Sensibilidad en recepción del SIR ^{a)} (dBPa/V)	Par de operadores	x_0	x_2	x'_2	x_4	x'_4	x_2	x'_2	x_4	x'_4	RLR	RLR'	RLR	RLR'	RLR + RLR'	RLR + RLR'
				(dB)	(dB)	(dB)	(0) (dB)	(0) (dB)	(dB)	(dB)	(L) (dB)	(L) (dB)	(0) (dB)	(0) (dB)	(L) (dB)	(L) (dB)	2 (0) (dB)	2 (L) (dB)
100			C-B	25	10	11	20	20			15	13	-10	-9	-5	-2	-9,5	-3,5
125			B-E	25	15	9	19	21			13	13	-4	-12	2	-4	-8,0	-1,0
160			B-C	25	14	17	23	23			17	14	-9	-6	-3	3	-7,5	0,0
200		-3,8	E-B	25	11	10	19	19			13	15	-8	-9	-2	-5	-8,5	-3,5
250		2,0	C-E	25	8	11	16	18			14	15	-8	-7	-6	-4	-7,5	-5,0
315		6,6	E-C	25	13	13	18	18			13	16	-5	-5	0	-3	-5,0	-1,5
400		9,8	D-F	25	8	9	13	13			12	9	-5	-4	-4	0	-4,5	-2,0
500		11,2	F-A	25	14	14	22	21			17	16	-8	-7	-3	-2	-7,5	-2,5
630		12,1	D-A	25	12	10	18	18			13	13	-6	-8	-1	-3	-7,0	-2,0
800		12,8	A-D	25	12	8	21	19			12	11	-9	-11	0	-3	-10,0	-1,5
1000		13,4	A-F	25	10	9	15	18			9	9	-5	-9	1	0	-7,0	0,5
1250		13,8	F-D	25	11	9	19	16			10	10	-8	-7	1	-1	-7,5	0,0
1600		14,0																
2000		13,2																
2500		11,0																
3150		10,4																
4000		-15,8																
5000																		
6300																		
8000																		
Índice de sonoridad del SIR calculado		- 0,16	Media: dB	25	11,50	10,83	18,58	18,67			13,17	12,83	-7,08	-7,83	-1,67	-2,00	-7,46	-1,83
			Desviación típica: dB	0	2,18	2,51	2,75	2,46			2,30	2,44	1,89	2,23	2,46	2,12	1,51	1,56
			Límites de confianza del 95%: dB	0	1,38	1,59	1,75	1,56			1,46	1,55	1,20	1,42	1,56	1,35	0,96	0,99
			Media corregida: dB												-7,24	-7,99	-1,83	-2,16

a) Oído artificial conforme a la Recomendación P.51.

ANEXO A

(a la Recomendación P.78)

Ejemplos de diseño de experimentos

Los cuadros A-2/P.78, A-3/P.78 y A-4/P.78 contienen diseños típicos para equipos constituidos por diferentes números de operadores.

Por ejemplo, según el cuadro A-2/P.78, los equilibrios deben efectuarse en el orden indicado en el cuadro A-1/P.78:

CUADRO A-1/P.78

Equilibrio N.º	Par de operadores	Circuito
1	BA	β_1
2	CB	α
3	DC	β_2
...		...
13	BA	β'_1
14	CB	β_1
15	DC	β'_2
...		...
25	BA	β_2
26	CB	β'_2
27	DC	α
...		...
71	AC	β_1
72	DA	α'

Los pares de operadores efectuarán rotativamente todos los equilibrios por orden numérico comenzando por «1» y terminando por «6».

Pueden construirse cuadros similares para una prueba que requiera un solo tipo de índice de sonoridad en la que sólo se necesiten cuatro circuitos, por ejemplo α , α' , β y β' para la determinación del índice de sonoridad en la emisión; a estos circuitos se les asignarían los números 1, 2, 3 y 4, respectivamente, en el diseño del experimento.

Si una prueba comprende un mayor número de circuitos se pueden seguir los mismos principios y asignar a los circuitos otros tantos números para su identificación.

Si fuera necesario mejorar la validez de los resultados obtenidos puede realizarse una nueva serie de pruebas según el mismo diseño, en las mismas circunstancias y con los mismos pares de operadores («replicación»).

CUADRO A-2/P.78

Diseño para un equipo de cuatro operadores o dos equipos de tres operadores

Un equipo de cuatro operadores Pares de operadores	Operador que habla	B	C	D	A	C	B	A	B	C	D	A	D
	Operador que escucha	A	B	C	D	A	D	B	C	D	B	C	A
Dos equipos de tres operadores	Operador que habla	B	C	A	C	B	A	E	F	D	F	E	D
	Operador que escucha	A	B	C	A	C	B	D	E	F	D	F	E
Circuitos	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3

CUADRO A-3/P.78

Diseño para un equipo de seis operadores

Pares de operadores	Operador que habla Operador que escucha	D	E	F	E	F	D	F	D	E	A	B	C	A	B	C	A	B	C
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	D	E	F	E	F	D	F	D	E
Circuitos	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2	1	2	6	3	5	4
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6	5	4	1	6	2	3
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4	4	6	2	1	3	5
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1	3	1	4	5	6	2
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5	6	5	3	2	4	1
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3	2	3	5	4	1	6

CUADRO A-4/P.78

Diseño para un equipo de cinco operadores

Pares de operadores	Operador que habla Operador que escucha	B	C	D	E	A	C	E	B	D	A	D	B	E	C	A	E	D	C	B	A
		A	B	C	D	E	A	C	E	B	D	A	D	B	E	C	A	E	D	C	B
Circuitos	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2	1	2	6	3	5	4	1	6
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6	5	4	1	6	2	3	2	5
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4	4	6	2	1	3	5	3	4
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1	3	1	4	5	6	2	4	3
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5	6	5	3	2	4	1	5	2
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3	2	3	5	4	1	6	6	1

ANEXO B

(a la Recomendación P.78)

Pruebas audiométricas a que habrán de someterse los operadores – selección simple del personal

Procedimiento [4]

B.1 Examen visual de los conductos auditivos de los operadores a fin de detectar eventuales formaciones de cerilla; se preguntará a éstos si padecen de catarro, sinusitis, o si se encuentran en cualquier otra condición anormal.

B.2 *Frecuencias de prueba:*

250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz.

B.3 *Orden de presentación:*

1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 250, 500, 1000 Hz.

Observación – Es corriente que la segunda lectura a 1000 Hz sea inferior a la primera.

Las frecuencias se presentan en este orden para el oído derecho, y se repite después el proceso para el oído izquierdo.

B.4 *Determinación del umbral*

Se comienza por encima del umbral estimado (por ejemplo, una pérdida de audición de 20 dB) y se avanza hacia el nivel de inaudibilidad (ausencia de respuesta) por pasos de 10 dB. Una vez alcanzado éste, se retorna al último nivel audible y se desciende por pasos de 5 dB. Seguidamente, se trata de alcanzar el nivel de audibilidad de abajo hacia arriba, avanzado por pasos de 5 dB. La duración de la señal es de 1 a 2 segundos.

Se considera umbral aquel valor para el cual se obtienen dos respuestas positivas a cuatro estímulos sucesivos.

B.5 *Ruido ambiente* [5]

Cuando se utilizan cascos telefónicos que descansan contra la oreja (tipo supra-aural), los niveles máximos admisibles del ruido en la sala de prueba serán los indicados en el cuadro B-1/P.78

Si se utilizan cascos telefónicos que cubren toda la oreja (tipo circum-aural), se permiten normalmente niveles de ruido más elevados.

CUADRO B-1/P.78

Banda de una octava	Nivel de presión acústica (dB)
125	22,0
250	16,0
500	18,0
1000	26,0
2000	36,0
3000	39,5
4000	38,5
6000	40,0
8000	34,5

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] *The design and analysis of loudness efficacy measurements*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 7, edición en francés e inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [3] *Extract from a study of the differences between results for individual crew members in loudness balance tests*, Libro Rojo, Tomo V, anexo 6, p. 214, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- [4] BURNS (W.): Noise and man, *Murray*, pp. 70-80, 1968.
- [5] *Ibid.*, pp. 298-300.

CÁLCULO DE ÍNDICES DE SONORIDAD

(Ginebra, 1980)

Prefacio

El método presentado en esta Recomendación tiene un carácter provisional, ya que, como se explica detalladamente más adelante, no se ha confirmado sin lugar a dudas que sea aplicable a los sistemas telefónicos locales que emplean micrófonos de carbón. No obstante, las Administraciones que estudian actualmente la Cuestión 19/XII [1] (Valores recomendados de los índices de sonoridad) podrán utilizarlo en los estudios relativos a los nuevos tipos de estaciones telefónicas que no poseen micrófonos de carbón¹⁾. Se han propuesto ciertos valores límite para los índices de sonoridad, a efectos de su estudio y eventual recomendación en el futuro, y los mismos aparecen en el texto de la Cuestión 19/XII.

Se invita también a las administraciones a que utilicen este método en el estudio de la Cuestión 7/XII [2] a fin de expresar la pérdida de sonoridad mediante una escala común en los experimentos destinados a la evaluación de la calidad.

El método aquí descrito proporciona resultados que concuerdan bien con los de las pruebas subjetivas que efectúa el Laboratorio del CCITT²⁾ (véase la Recomendación P.78) utilizando sistemas telefónicos locales con micrófonos que no son de carbón. Para determinar el valor de las sensibilidades en la emisión y en la recepción de los sistemas telefónicos locales de esa naturaleza, deberán utilizarse los métodos descritos en la Recomendación P.64.

Por lo que se refiere a los sistemas telefónicos locales con micrófonos de carbón, los resultados obtenidos hasta la fecha en las pruebas del Laboratorio del CCITT tienden a indicar que también sería posible utilizar el método descrito en la presente Recomendación, a condición de que se aplique un método adecuado para determinar las sensibilidades en emisión. A estos efectos se están estudiando varios métodos de medición, que se enumeran en el anexo B a la Recomendación P.64. El laboratorio del CCITT ha realizado pruebas muy extensas utilizando el método de la «envolvente superior», habiéndose demostrado que el mismo da buenos resultados para algunos tipos de micrófono de carbón. Este aspecto se estudia en el marco de la Cuestión 8/XII [4] (medición de la eficacia de un micrófono o de un receptor).

1 Introducción

De acuerdo con los principios descritos en la Recomendación P.76, los índices de sonoridad pueden determinarse sin recurrir a pruebas subjetivas, a condición de que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) disponer de un modelo teórico con una estructura adecuada;
- b) conocer los valores adecuados de los parámetros esenciales del modelo;
- c) conocer los valores de la eficacia en la transmisión y en la recepción del sistema intermedio de referencia;
- d) conocer los valores de la eficacia en la transmisión y en la recepción de los sistemas telefónicos locales «desconocidos» y la atenuación de inserción de la cadena de circuitos que intervienen.

Los métodos para determinar los valores de la sensibilidad en la transmisión y en la recepción sirviéndose de una boca artificial y un oído artificial se han definido en la Recomendación P.64. Las características del sistema intermedio de referencia, determinadas de acuerdo con los mismos métodos, se han indicado en la Recomendación P.48. Los valores de la sensibilidad en recepción obtenidos por medio del oído artificial, actualmente mencionados en la Recomendación P.64 no pueden utilizarse directamente para la determinación de los índices de sonoridad, pero pueden corregirse para tener en cuenta las diferencias entre las presiones acústicas en oídos reales en las condiciones de las conversaciones telefónicas y las condiciones medidas con el oído artificial. En el § 6 se da información sobre esta corrección (L_E).

¹⁾ También puede utilizarse este método para determinar índices de sonoridad en recepción, tanto si el micrófono de la estación telefónica es de carbón como si no lo es.

²⁾ El método de cálculo se basa en los factores de ponderación determinados para las 20 frecuencias preferidas especificadas por la ISO. Se podría ampliar su campo de aplicación si se dispusiera de expresiones analíticas suavizadas que pudieran utilizarse con otros conjuntos de frecuencias, y los trabajos necesarios para determinar esas expresiones continuarán en el marco de la Cuestión 15/XII [3]. Los resultados de esta labor podrían incorporarse a esta Recomendación en fecha posterior.

2 Definiciones y símbolos relativos a las presiones acústicas, sensibilidades y pérdidas de transmisión

A continuación se indican las definiciones y símbolos utilizados en la descripción subsiguiente de principios técnicos. Éstos se ilustran en la figura 1/P.79.

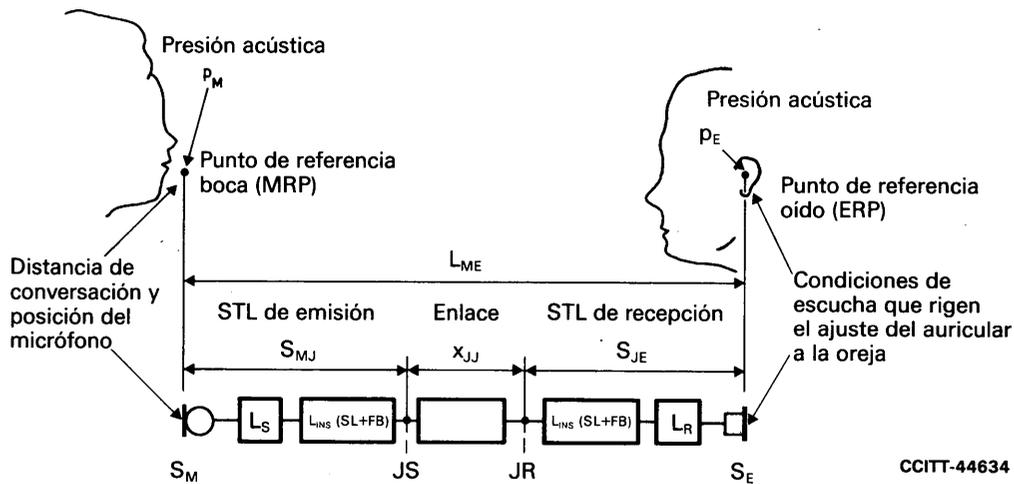


FIGURA 1/P.79

Factores que influyen en la sonoridad de la palabra recibida

2.1 Relativos a la emisión de la palabra

Estas definiciones y símbolos caracterizan las condiciones en que una persona habla, e incluyen su relación física con el teléfono o la conexión de referencia.

MRP	Representa el punto de referencia boca; MRP se encuentra en un lugar determinado con relación a los labios del locutor (véase la Recomendación P.64).
p_M	Presión acústica en MRP ³⁾ , en ausencia de todo obstáculo.
B'_S	Densidad espectral (presión media a largo plazo) ⁴⁾ de la palabra referida a un MRP, en dB con relación a $20 \mu\text{Pa}$, en una anchura de banda de 1 Hz.
VL	Nivel vocal, es decir, valor eficaz a largo plazo de la presión acústica de la voz del locutor en el MRP mientras está hablando, se expresa generalmente con relación a un nivel vocal de referencia dado.
SP	Posición de conversación, es decir, la posición relativa del micrófono del aparato telefónico o sistema de referencia con respecto a los labios del locutor.

2.2 Relativos a la escucha

Estas definiciones y símbolos caracterizan las condiciones en que una persona escucha e incluyen su relación física con el teléfono o la comunicación de referencia.

ERP	Representa el punto de referencia oído (véase la Recomendación P.64).
p_E	Presión en el ERP.
β_0	Umbral de audibilidad para tonos puros, referido a un ERP, en dB con relación a $20 \mu\text{Pa}$.
K	Número relacionado con las bandas de frecuencia críticas de Fletcher, necesario para la conversión de los umbrales de audibilidad relativos a tonos puros en los correspondientes a sonidos de espectro continuo como la palabra.

³⁾ El nivel de referencia dado debe especificarse, por ejemplo, 1 Pa, $20 \mu\text{Pa}$, etc.

⁴⁾ En la práctica, las mediciones se efectúan en términos de presión acústica, y se sigue ese convenio para facilitar la explicación. Debe observarse que la presión acústica con relación a $20 \mu\text{Pa}$ en una anchura de banda de 1 Hz es aproximadamente igual a la intensidad sonora con relación a $1 \text{ pW}/\text{m}^2$ por Hz.

$\beta_0 - K$	Umbral de audibilidad para sonidos de espectro continuo, referido a un ERP, en dB, con relación a $20 \mu\text{Pa}$, en una anchura de banda 1 Hz.
HL	Pérdida de audición, referida usualmente al umbral de audición «normal».
LC	Condiciones de escucha; es decir, la manera en que el auricular y su acoplamiento al oído están relacionados con el ERP.

2.3 Relativos al teléfono o a las conexiones de referencia

Estas definiciones y símbolos caracterizan objetivamente el teléfono o las conexiones de referencia.

L_{ME}	Pérdida de transmisión aire-aire, en dB, de un MRP a un ERP.
JS, JR	Interfaces eléctricos a la salida de un sistema telefónico local de transmisión y a la entrada de un sistema telefónico local de recepción.
STL	Sistema telefónico local.
S_{MJ}	Sensibilidad en la emisión de un sistema telefónico local desde el MRP a la salida eléctrica JS. <i>Observación</i> — La S_{MJ} se refiere a una boca mediana real; por razones de orden práctico, las sensibilidades medidas de acuerdo con la Recomendación P.64 sirviéndose de la boca artificial recomendada se pueden emplear para los microteléfonos.
S_{JE}	Sensibilidad en la recepción de un sistema telefónico local desde la entrada eléctrica JR, al punto ERP. <i>Observación</i> — La S_{JE} se refiere a un oído mediano real, las sensibilidades medidas con el oído artificial a que se hace referencia en la Recomendación P.64 y según el método descrito en la misma se han designado por el símbolo S_{Je} . Dichos valores deben corregirse para obtener valores adecuados de S_{JE} (véase el § 6).
x_{JJ}	Atenuación entre sistemas telefónicos locales, es decir, entre JS y JR de la figura 1/P.79. Los circuitos que intervienen en conexiones telefónicas reales estarán constituidos por líneas de enlace, circuitos interurbanos, centros de conmutación, etc. Para las evaluaciones, se ha sustituido esta cadena de líneas por atenuaciones no reactivas y filtros, etc., que se han designado colectivamente por medio del término «enlace».
$S_{RMJ}, S_{RJE}, L_{RME}, \text{etc.}$	Son valores de $S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME}, \text{etc.}$, aplicables a un trayecto telefónico de referencia, por ejemplo, al NOSFER, o al SIR definido en la Recomendación P.48.
$S_{UMJ}, S_{UJE}, L_{UME}, \text{etc.}$	Son valores de $S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME}, \text{etc.}$, aplicables a un trayecto telefónico desconocido, por ejemplo, una conexión telefónica.
x_{UR}, x_{RU}	Valores de x aplicables a combinaciones de un trayecto telefónico de emisión «desconocido» con un trayecto de recepción de referencia y a un trayecto de emisión de referencia con un trayecto de recepción «desconocido».
S_M	Sensibilidad de un micrófono telefónico referida a un MRP.
S_E	Sensibilidad de un receptor telefónico referida a un ERP.
L_S	Pérdida eléctrica de transmisión entre los terminales de un micrófono y los terminales de línea de un aparato telefónico.
L_R	Pérdida eléctrica de transmisión entre los terminales de línea de un aparato telefónico y los terminales de un receptor.
$L_{INS} (SL + FB)$	Pérdida de transmisión de la combinación formada por la línea de abonado y el puente de alimentación.

3 Estructura del modelo teórico

3.1 Definiciones relativas a la sonoridad, a su relación con el «nivel de sensación» y a los índices de sonoridad

Estas definiciones y símbolos se refieren a factores relativos a la sonoridad y a los índices de sonoridad de trayectos telefónicos.

Z	Nivel de sensación en dB, de la señal vocal recibida a una frecuencia dada; describe la parte de la señal vocal recibida con un nivel superior al umbral y, en consecuencia, es la que produce efectivamente la sensación de sonoridad.
Z_{RO}	Valor de Z cuando $L_{ME} = 0$ dB.

$Q(Z)$	Función de Z relacionada con la sonoridad; transforma el nivel de sensación expresado en términos de Z en sonoridad expresada numéricamente.
m	Parámetro que puede utilizarse para definir $Q(Z)$; representa la pendiente de $10 \log_{10} Q(Z)$ en función de Z .
S	Función invariante de frecuencia; esta función es tal que los incrementos iguales de S son de igual importancia para la sonoridad siempre que los valores de Z asociados sean los mismos.
S'	Derivada de S con respecto a la frecuencia; $S' = dS/df$; S' puede considerarse como un factor de ponderación con respecto a la frecuencia.
dS	De lo anterior se desprende que $dS = S' df$.
$\overline{Q(Z)}$	Valor medio ponderado de $Q(Z)$, relacionado con la sonoridad total de una señal telefónica recibida.
λ	Sonoridad objeto de estudio.
OLR, SLR, RLR, JLR	Índices de sonoridad global, en la emisión, en la recepción y del enlace respectivamente.

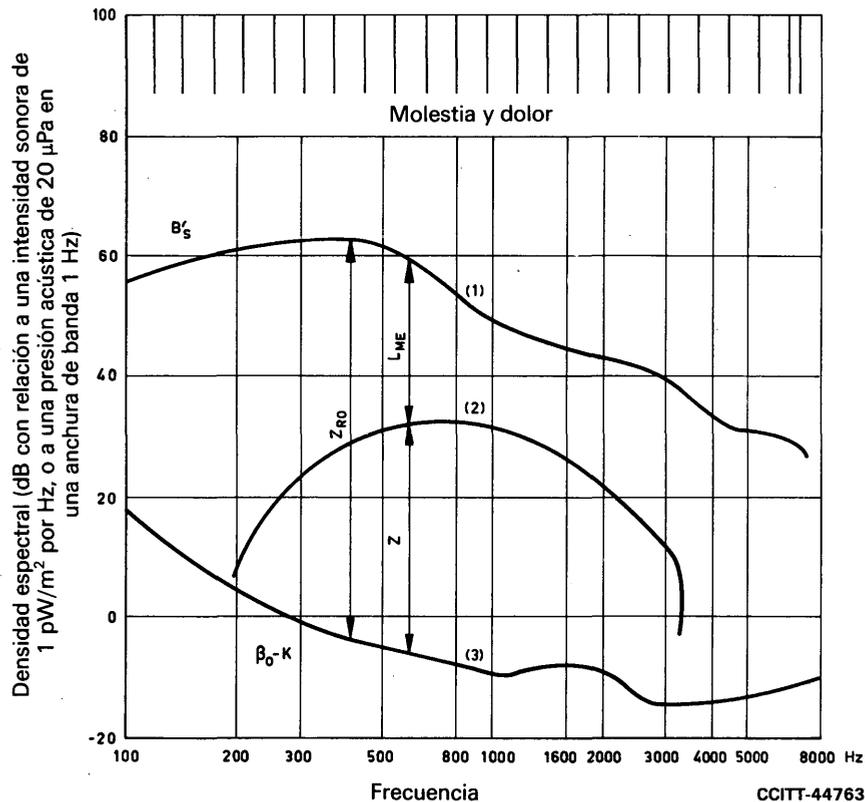
3.2 Modelo de sonoridad

Al estudiar trayectos de transmisión vocal es necesario definir sus terminales acústicos. Esto puede hacerse en función de los puntos MRP y ERP. No existen definiciones únicas de estos puntos de referencia, pero la definición de los que se utilizan en el presente documento figura en la Recomendación P.64.

La curva 1 de la figura 2/P.79 muestra la densidad espectral B'_3 de la palabra emitida con cierto nivel vocal y medida en el punto de referencia boca (MRP), en ausencia de todo obstáculo ante la boca⁵⁾. Puede considerarse que se hace la medición con un micrófono muy pequeño. Cuando la palabra llega al oído del participante en una conversación telefónica, habrá experimentado una atenuación y una distorsión en el trayecto telefónico total, y la densidad espectral puede representarse entonces como se muestra en la curva 2; el punto ERP, o sea P_E , al cual está referida la curva 2, a los efectos de la explicación, puede considerarse situado a la entrada del canal auditivo, pero pudiera ser también el tímpano de la persona que escucha. En los estudios actuales se utiliza un punto de referencia situado a la entrada del canal auditivo (como se indica en el anexo A de la Recomendación P.64). El intervalo L_{ME} entre las curvas 1 y 2 representa la atenuación «boca-oído» y, por lo general, depende de la frecuencia.

La densidad espectral de los sonidos vocales recibidos, representada por la curva 2, no contribuye uniformemente a la sonoridad, es decir que cuando es inferior al umbral de audición de la persona que escucha contribuye muy poco en comparación con los valores claramente superiores a ese umbral. Esto se tiene en cuenta mediante la definición de una magnitud denominada «nivel de sensación» (Z), que es la diferencia entre la densidad espectral de los sonidos vocales recibidos (curva 2) y el umbral de la audición para sonidos de espectro continuo ($\beta_0 - K$) mostrado en la curva 3. En consecuencia, la intensidad de los sonidos vocales recibidos depende de Z que, en general, depende a su vez de la frecuencia.

⁵⁾ Véase la definición del MRP en el anexo A a la Recomendación P.64.



- Curva (1) Densidad espectral de la palabra en el punto de referencia boca.
 Curva (2) Densidad espectral de la palabra en el punto de referencia oído después de su transmisión por un trayecto cuya atenuación se aproxima al límite.
 Curva (3) Umbral de audibilidad para sonidos de espectro continuo.

FIGURA 2/P.79

Determinación del nivel de sensación, Z, parte de la señal vocal recibida que produce efectivamente la sensación sonora

Diversos estudios han demostrado ⁶⁾ que la sonoridad, λ , puede expresarse aproximadamente en función de Z mediante la expresión siguiente:

$$\lambda = C \int_{f_1}^{f_2} Q(Z) S' df \quad (3-1)$$

donde C es una constante, $Q(Z)$ es una función de «crecimiento de la sonoridad» que transforma Z de tal manera que incrementos iguales de los valores transformados representan incrementos iguales de sonoridad; S' es una función de «ponderación con respecto a la frecuencia» que pondera los valores transformados Z de acuerdo con sus posiciones en la escala de frecuencias; y f_1 y f_2 corresponden a los límites superior e inferior de la banda de frecuencias que interesa.

⁶⁾ Este modelo no pretende representar exactamente todas las características relativas a la percepción de la sonoridad de la palabra; por ejemplo, no tiene en cuenta los efectos de enmascaramiento entre frecuencias y no predice la creciente importancia de las frecuencias más bajas, a medida que aumenta la intensidad del sonido a partir del umbral. Es posible elaborar modelos que representen adecuadamente un número mayor de características, pero no se conoce un modelo suficientemente completo. Dichos modelos son innecesariamente complicados para calcular los índices de sonoridad. Las limitaciones más importantes en la utilización del modelo descrito en esta Recomendación son: a) debe utilizarse solamente para comparar canales telefónicos con una banda de frecuencias similar a la del sistema intermedio de referencia o a la de las conexiones telefónicas comerciales; y b) debe utilizarse para efectuar comparaciones con el nivel de escucha constante indicado en la Recomendación P.76.

Si se desea, la escala de frecuencias puede transformarse en una escala de valores de S , en la que incrementos iguales tienen la misma «importancia» en lo que concierne a la sonoridad así:

$$S' = \frac{dS}{df} \tag{3-2}$$

y por consiguiente:

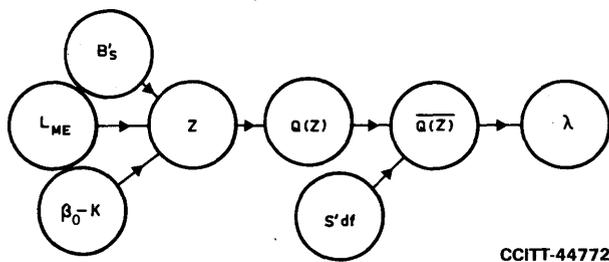
$$\lambda = C \int_{S_1}^{S_2} Q(Z) dS \tag{3-3}$$

donde S_1 y S_2 son los valores de S que corresponden, respectivamente, a f_1 y f_2 .

Los elementos básicos para determinar los índices de sonoridad se representan en el diagrama de la figura 3/P.79. Este diagrama muestra un espectro de «referencia» disminuido por la atenuación en una comunicación telefónica, lo que da por resultado un espectro recibido que, conjuntamente con el umbral de audibilidad, produce Z , cuyos valores (función de la frecuencia) son determinantes en la producción de la sensación de sonoridad. Así:

$$Z = B'_S - L_{ME} - (\beta_0 - K) \tag{3-4}$$

y, Z que es función de la frecuencia, se convierte a sonoridad, λ , de acuerdo con las ecuaciones mencionadas anteriormente, en las cuales Z se transforma en valores numéricos de sonoridad, que subsiguientemente son ponderados por la función de ponderación con respecto a la frecuencia para obtener $\overline{Q(Z)}$; al multiplicarse $\overline{Q(Z)}$ por una constante se obtiene λ , la sonoridad de la palabra recibida, expresada en una unidad conveniente.



CCITT-44772

FIGURA 3/P.79

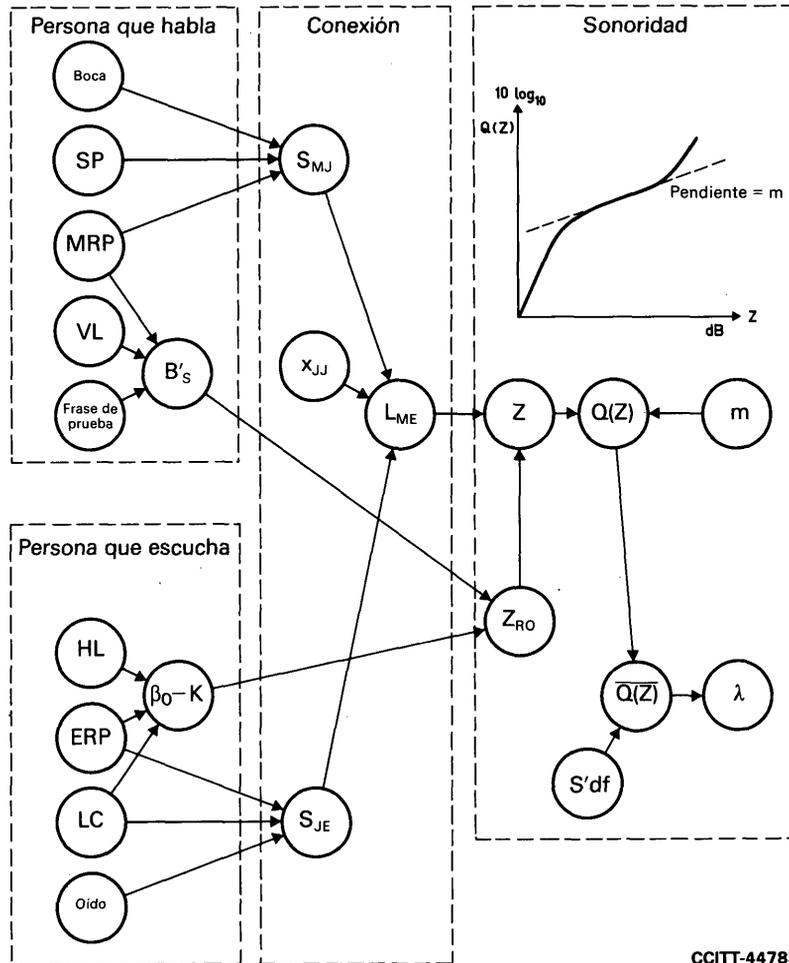
Esquema de principio que muestra la forma en que la sonoridad, λ , está relacionada con el nivel de sensación, Z

El diagrama de la figura 3/P.79 representa sólo los elementos básicos del proceso de obtención del índice de sonoridad. Estos elementos requieren especificaciones ulteriores para que sean unívocos. Por ejemplo B'_S depende de la persona que habla y de su nivel vocal particular, de la frase utilizada en la prueba, y de la posición de los labios con respecto al micrófono del aparato telefónico, determinada por la forma en que se emplee y por la definición algo arbitraria del MRP. Análogamente, la densidad espectral recibida depende de la persona que escucha y de sus características individuales, por ejemplo, de la forma en que el auricular se ajuste a la oreja cuando el microteléfono se sostiene del modo prescrito, de si esta persona adolece o no de pérdida de audición, y de la definición del ERP.

Además, los estudios del plan de transmisión exigen que la pérdida de una conexión telefónica, L_{ME} , se descomponga en partes componentes: una componente de emisión, una de recepción y una de interconexión.

La función $Q(Z)$ puede especificarse, en parte, fijando un parámetro m , que es la pendiente del logaritmo de $Q(Z)$ representado en función de Z . En realidad, m depende del nivel de escucha (o Z) en el caso general, pero puede considerarse constante en una amplia y útil gama de Z .

Estos factores adicionales, que actualmente se consideran importantes, se incluyen en el diagrama de la figura 4/P.79 que es una ampliación de la figura 3/P.79. La influencia de estos factores puede apreciarse en función de las consideraciones anteriores y de las definiciones dadas en el § 3.1. La figura 3/P.79 complementa estas definiciones.



CCITT-44783

FIGURA 4/P.79

Ordinograma

4 Valores de los parámetros

4.1 Consideraciones generales

Para aplicar el modelo en la forma descrita en el § 3, es necesario, en principio, asignar valores a los siguientes parámetros:

B'_S en función de la frecuencia

$10 \log_{10} S'$ en función de la frecuencia

m , que define (en parte) la función de crecimiento de la sonoridad $Q(Z)$

$\beta_0 - K$ en función de la frecuencia.

En realidad, para los actuales efectos, es conveniente agrupar todos estos parámetros en uno solo dependiente de la frecuencia, que pueda utilizarse con m para calcular los índices de sonoridad en la emisión, en la recepción y en el enlace y la pérdida de inserción de la intensidad sonora en elementos eléctricos como los filtros de canal en conexiones telefónicas comerciales.

A continuación se explica la deducción teórica de este parámetro dependiente de la frecuencia, G .

G , junto con m , puede calcularse directamente a partir de los resultados de las pruebas subjetivas de simetría de sonoridad, realizadas utilizando conjuntos de filtros paso bajo y paso alto en un sistema de referencia adecuado.

4.2 Deducción teórica de G

La ecuación (3-1) puede expresarse como sigue:

$$\lambda_U = C \int Q(Z_U) S' df \quad (4-1a)$$

y

$$\lambda_R = C \int Q(Z_R) S' df \quad (4-1b)$$

en donde λ_U y λ_R representan los índices de sonoridad recibida a través de los trayectos vocal «desconocido» y vocal de referencia, respectivamente, y Z_U y Z_R son los valores correspondientes del nivel de sensación (que es función de la frecuencia).

El método de cálculo que ha de describirse está basado en la hipótesis (ampliamente comprobada en escalas limitadas del nivel de audición) de que la función $Q(Z)$ puede expresarse en la forma:

$$Q(Z) = \text{constante} \cdot 10^{m(1/10)Z} \quad (4-2)$$

(La base 10 y el factor de exponente, 1/10, se usan sencillamente para mantener la analogía con los decibelios en que se expresan las unidades Z.)

Sea

$$Z_{RO} = B'_S - (\beta_0 - K) \quad (4-3)$$

sustituyendo la fórmula (3-4) se obtiene:

$$Z_U = Z_{RO} - L_{UME} \quad (4-4a)$$

$$Z_R = Z_{RO} - L_{RME} \quad (4-4b)$$

Sustituyendo estas expresiones en las fórmulas (4-1a) y (4-1b) y simplificándolas se obtiene:

$$\lambda_U = C \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (4-5a)$$

$$\lambda_R = C \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (4-5b)$$

Puede considerarse que el índice de sonoridad es la atenuación Δx (independiente de la frecuencia) restada del trayecto vocal «desconocido» para que $\lambda_U = \lambda_R$.

Si convenimos que

$$G = [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] \quad (4-6)$$

y sustituimos L_{UME} por $L_{UME} - \Delta x$ en la fórmula (4-5a) se consigue que las funciones de λ sean iguales.

Por consiguiente

$$\int 10^{-m(1/10)(L_{UME}-\Delta x)} G df = \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \quad (4-7)$$

$$10^{-m(1/10)\Delta x} = \frac{\int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df}{\int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df} \quad (4-8)$$

y

$$\Delta x = -\frac{1}{m} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df - \left\{ -\frac{1}{m} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \right\} \quad (4-9)$$

Sin que influya en la igualdad, puede multiplicarse G por una constante adecuada para que $\int G df = 1$; seguidamente puede emplearse G como factor de ponderación ⁷⁾ y cada término del miembro de la derecha adopta la forma:

$$\Phi^{-1} \left[\int \Phi(L) G df \right] = \bar{L}$$

Por consiguiente, el índice de sonoridad Δx se expresa así:

$$\Delta x = \overline{L_{UME}} - \overline{L_{RME}} \quad (4-10)$$

Pueden considerarse que los términos $\overline{L_{UME}}$ y $\overline{L_{RME}}$ representan la «atenuación media ponderada boca oído» de los trayectos telefónicos «desconocido» y de referencia, respectivamente. En cada una de estas ecuaciones la integración (y por consiguiente el promedio) abarca la gama de frecuencias comprendida entre los límites inferior y superior útiles.

A los efectos del cálculo, se divide la gama de frecuencias audibles en un número (N) de bandas contiguas; se utilizan aquí las 20 bandas preferidas de la ISO, cuyas frecuencias centrales tienen una separación aproximada de 1/3 de octava de 100 a 8000 Hz. El promedio de los valores $\overline{L_{UME}}$ se obtiene mediante sumas de la forma:

$$\overline{L_{UME}} = -\frac{1}{m} 10 \log_{10} \sum_i^N 10^{-m(1/10)L_{UME}} G \Delta f \quad (4-11)$$

La atenuación acústica de un trayecto vocal es, por lo general función de la frecuencia y puede definirse como sigue:

$$\overline{L_{UME}} = 20 \log_{10} \frac{p_M}{p_E} \quad (4-12)$$

en donde p_M y p_E son los valores definidos en los § 2.1 y 2.2.

Es necesario conocer los valores de L_{UME} a cada frecuencia, además de $G \Delta f$; naturalmente L_{UME} depende del trayecto telefónico que se examine, pero los valores de $G \Delta f$ y otros datos comunes a todos los trayectos vocales, se indican a continuación.

4.3 Determinación de los valores de G

Los valores asignados a G proceden del análisis de resultados de pruebas de simetría de la sonoridad, realizadas por el Laboratorio del CCITT utilizando un trayecto vocal especial constituido por el NOSFER, pero con una respuesta de frecuencias en emisión más nivelada, mediante una igualación. En el «enlace» de este trayecto vocal, se insertaron sucesivamente, cada uno de los grupos de filtros especiales de paso alto y paso bajo.

Se efectuaron equilibrados con cada filtro y con el trayecto «de extremo a extremo»; cada uno se trató como «desconocido» durante la calibración, para determinar los equivalentes relativos comparados con el NOSFER, estando el enlace ajustado a 25 dB. El equilibrado se efectuó mediante el método del «margen», esto es, variando la atenuación de transmisión en el «desconocido». Se calcularon los valores de Δx para cada filtro y se corrigieron para la atenuación en la banda de paso. Como frecuencias de corte se tomaron aquellas a las que la atenuación de transmisión era 10 dB mayor que la atenuación de la transmisión en la banda de paso.

⁷⁾ Las ecuaciones (4-3) y (4-6) muestran que G , en función de la frecuencia, depende del valor de m y de las funciones B'_S , β_0 , K y S' , que dependen de la frecuencia.

Promediando los resultados y por interpolación en los bordes apropiados de las 20 bandas de frecuencias preferidas de la ISO centradas en las frecuencias de 100 a 8000 Hz, fue posible, en primer lugar, calcular m ; $m = 3/\Delta x$ si tomamos como el valor de Δx a la frecuencia en que Δx tiene el mismo valor para el filtrado paso alto y paso bajo. Después aplicando la ecuación (4-8) y cierta iteración, fue posible obtener un conjunto de valores para G que satisfacen los datos experimentales. Obsérvese que L_{RME} en las ecuaciones (4-7) a (4-10) representa la atenuación de transmisión de boca a oído del trayecto «de extremo a extremo» y L_{UME} representa la atenuación del mismo trayecto con el filtro insertado.

Los resultados figuran en el cuadro 1/P.79, siendo 0,175 el valor determinado para m .

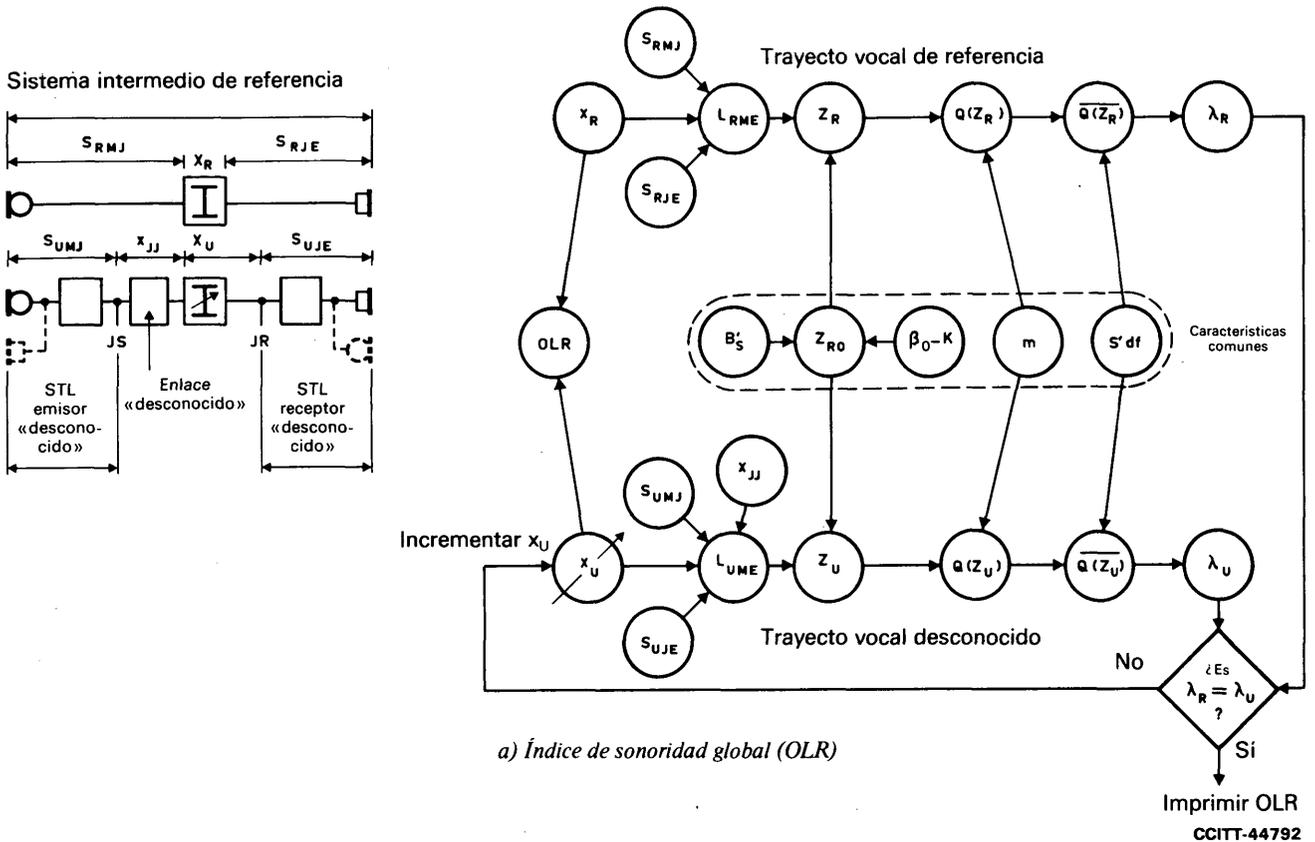
CUADRO 1/P.79
Valores de $10 \log_{10} G$ y de $10 \log_{10} G \Delta f$ determinados por el Laboratorio del CCITT

Frecuencia media (Hz)	Δf (Hz)	$10 \log_{10} G$ (dB)	$10 \log_{10} G \Delta f$ (dB)
100	22,4	-32,63	-19,12
125	29,6	-29,12	-14,41
160	37,5	-27,64	-11,90
200	44,7	-28,46	-11,96
250	57,0	-28,58	-11,02
315	74,3	-31,10	-12,39
400	92,2	-29,78	-10,14
500	114,0	-32,68	-12,12
630	149,0	-33,21	-11,48
800	184,0	-34,14	-11,49
1000	224,0	-35,33	-11,83
1250	296,0	-37,90	-13,19
1600	375,0	-38,41	-12,67
2000	447,0	-41,25	-14,75
2500	570,0	-41,71	-14,15
3150	743,0	-45,80	-17,09
4000	922,0	-43,50	-13,86
5000	1140,0	-47,13	-16,56
6300	1490,0	-48,27	-16,54
8000	1840,0	-46,47	-13,82

5 Cálculo de los índices de sonoridad

El método subjetivo descrito en la Recomendación P.78 puede describirse mediante los ordinogramas ilustrados en la figura 5/P.79, que también están basados en la estructura del modelo aquí utilizado (figura 4/P.79). Los diagramas situados a la izquierda en las partes a), b), c) y d) de la figura 5/P.79 son una versión modificada de los diferentes trayectos mostrados en la figura 1/P.78.

En la figura 5/P.79 se ilustra el procedimiento cuando se conocen los valores de todos los parámetros mencionados en los § 1, 2 y 3. En la parte a) de la figura 5/P.79 los parámetros que aparecen agrupados son los utilizados para formar el parámetro compuesto G descrito en el § 4. Es posible otra agrupación, como se indica en las partes b), c) y d) de la figura 5/P.79. Asimismo, se observará que todo el trayecto desde x_R a λ_R es también común a los cuatro ordinogramas. Esta característica puede utilizarse para reducir el procedimiento de cálculo a una fórmula que es muy fácil de calcular.



Observaciones sobre la parte a) de la figura 5/P.79

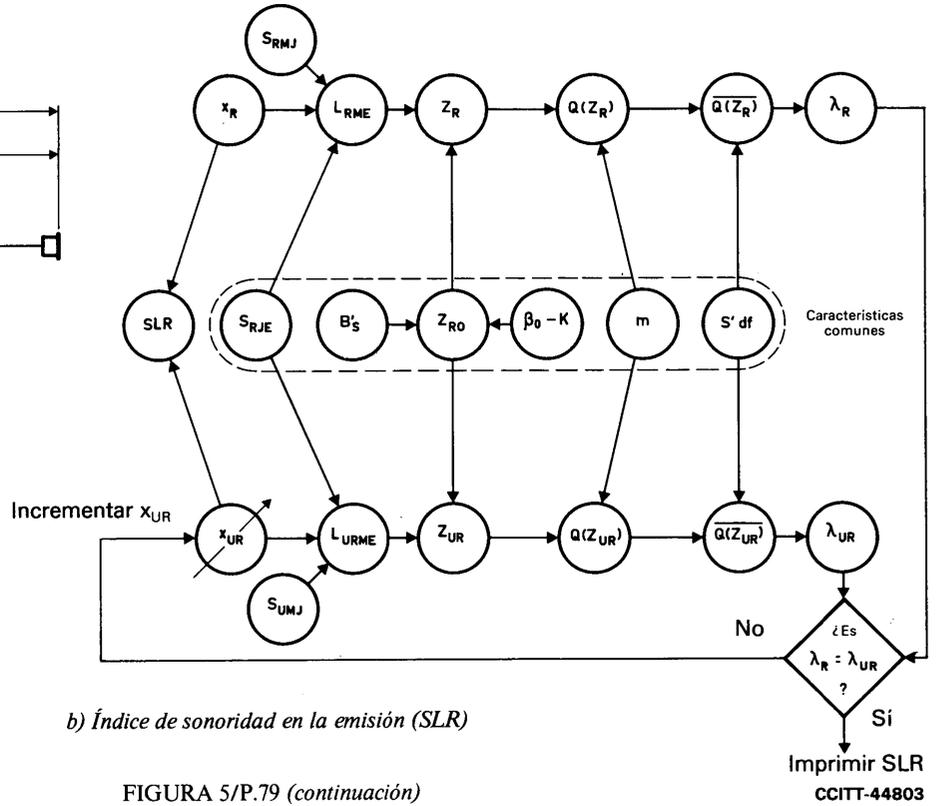
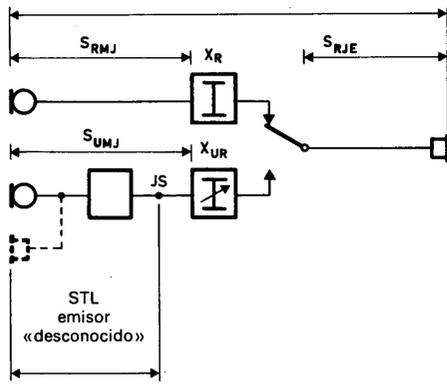
El trayecto «desconocido» está compuesto por las cuatro partes siguientes:

- a) sistema telefónico local (STL) emisor, que comprende el aparato telefónico, la línea de abonado y el puente de alimentación, hasta JS de la figura 1/P.79;
- b) sistema telefónico local receptor, que comprende el puente de alimentación, la línea de abonado y el aparato telefónico a partir de JR de la figura 1/P.79;
- c) el conjunto de enlaces interurbanos y de circuitos interurbanos que intervienen en la comunicación real entre JS y JR;
- d) una atenuación suplementaria de transmisión, ajustable, x_U , introducida de modo que no perturbe la característica de frecuencia global de la comunicación completa, sino que aumente la pérdida de transmisión en un mismo valor en todas las frecuencias.

Si las impedancias imagen de la parte de la comunicación real entre JS y JR son de 600 ohmios $\underline{0^\circ}$, la definición de x_U y la introducción de la atenuación suplementaria x_U no plantearán dificultad alguna. En caso contrario habrá que determinar la atenuación imagen de una red virtual con impedancias imagen de 600 ohmios (resistencia) (deberá también construirse una red si hay que llevar a cabo determinaciones subjetivas). Se plantean dificultades particulares si la comunicación real no contiene, entre JS y JR, ninguna parte con impedancias imagen de 600 ohmios (como en una comunicación local); sin embargo, estas dificultades pueden ser resueltas por cálculo. Siempre que exista una parte que presente una atenuación de unos 7 dB por lo menos e impedancias de 600 ohmios, las dificultades pueden resolverse bastante fácilmente.

FIGURA 5/P.79
Ordinogramas que ilustran la determinación de índices de sonoridad

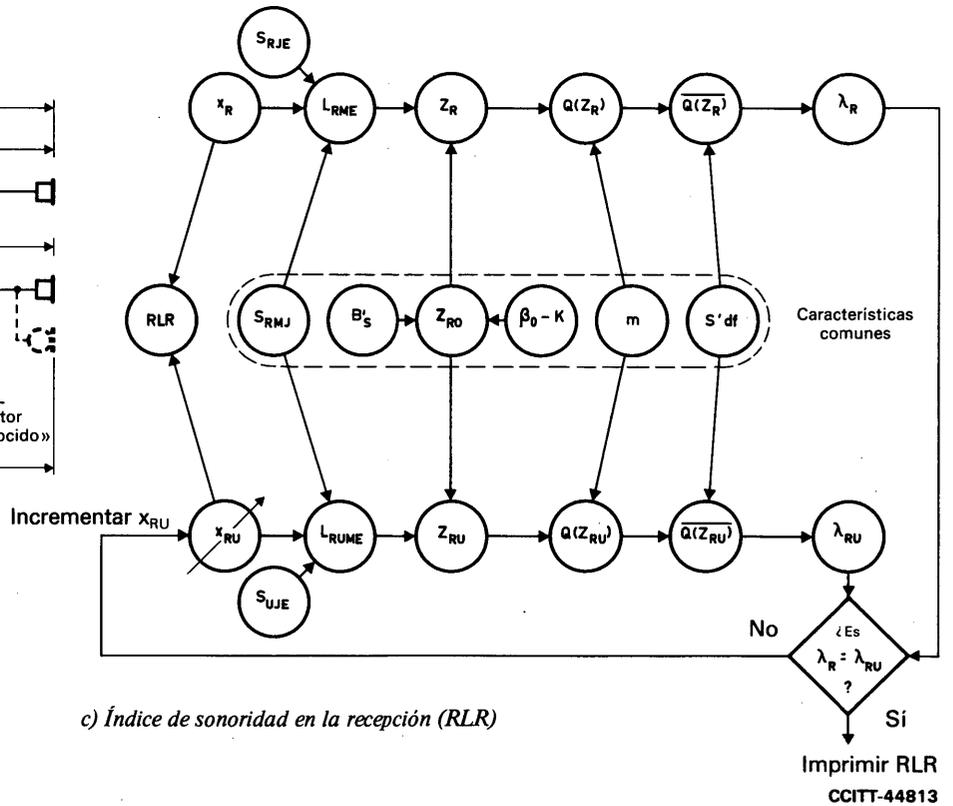
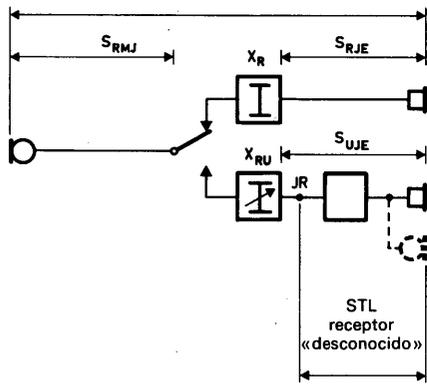
Sistema intermedio de referencia



b) Índice de sonoridad en la emisión (SLR)

FIGURA 5/P.79 (continuación)

Sistema intermedio de referencia



c) Índice de sonoridad en la recepción (RLR)

FIGURA 5/P.79 (continuación)

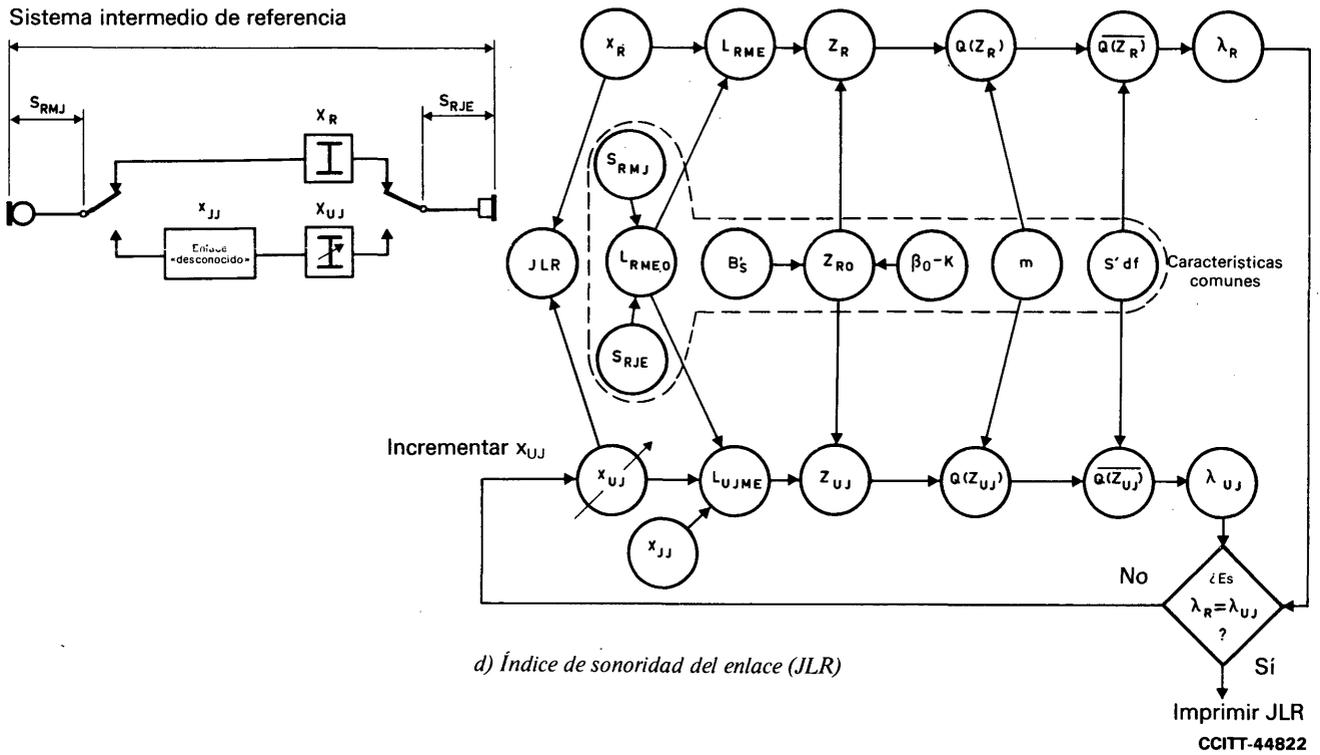


FIGURA 5/P.79 (fin)

Tomando m constante con el valor de 0,175, puede utilizarse la sustitución:

$$W_i = -57,1 \log_{10} G \Delta f \quad (4-13)$$

La fórmula 4-11 puede simplificarse como sigue:

$$\overline{L_{UME}} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} + W_i)} \quad (4-14)$$

A los efectos de estos cálculos, puede considerarse que el trayecto vocal de referencia es el sistema intermedio de referencia (SIR) definido en la Recomendación P.48 y con su atenuación fijada a 0 dB; una vez fijado el trayecto vocal de referencia, L_{RME} permanece constante, es decir, independiente de i . Por consiguiente, pueden combinarse las ecuaciones (4-10) y (4-14) para formar:

$$\text{Índice de sonoridad} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} - \overline{L_{RME}} + W_i)} \quad (4-15)$$

Al determinar la calidad de los sistemas telefónicos locales comerciales pueden obtenerse los valores de $\overline{L_{UME}}$ para cualquier trayecto vocal «desconocido», sumando algebraicamente las sensibilidades pertinentes en emisión y en recepción S_{MJ} y S_{JR} , siguiendo las combinaciones adecuadas.

Para determinar el índice de sonoridad global (OLR):

$$L_{UME} = -(S_{UMJ} + S_{UJE}) \quad (4-16a)$$

Para determinar el índice de sonoridad en la emisión (SLR) de un circuito telefónico local se efectúa la suma:

$$L_{URME} = -(S_{UMJ} + S_{RJE}) \quad (4-16b)$$

Para determinar el índice de sonoridad en la recepción (RLR) de un circuito telefónico local, se aplica:

$$L_{RUME} = -(S_{RMJ} + S_{UJE}) \quad (4-16c)$$

y para determinar un índice de sonoridad del enlace (JLR)

$$L_{UJME} = -(S_{RMJ} + S_{RJE}) + x_{JJ} \quad (4-16d)$$

sea

$$L_{RMEO} = -(S_{RMJ} + S_{RJE})$$

Efectuando las correspondientes sustituciones en la fórmula (4-15) se tiene:

$$OLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{UJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17a)$$

$$SLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{RJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17b)$$

$$RLE = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} + S_{RMJ} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17c)$$

$$JLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(-x_{JJ} - L_{RMEO} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-18)$$

Como los términos $\overline{L_{RME}}$ y W_i son comunes a todas las expresiones (4-17) es posible efectuar nuevas simplificaciones mediante las siguientes sustituciones:

$$W_O = W_i - \overline{L_{RME}} \quad (4-18a)$$

$$W_S = W_i - S_{RJE} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18b)$$

$$W_R = W_i - S_{RMJ} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18c)$$

$$W_J = W_i + L_{RMEO} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18d)$$

Una vez hechas las sustituciones, las ecuaciones se convierten en:

$$OLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} - S_{UJE} - W_O)} \quad (4-19a)$$

$$SLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} - W_S)} \quad (4-19b)$$

$$RLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} - W_R)} \quad (4-19c)$$

$$JLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(x_{JJ} - W_J)} \quad (4-19d)$$

En el cuadro 2/P.79 se muestran los valores de estos factores de ponderación, que se han deducido de la información que figura en el cuadro 1/P.79, con $m = 0,175$.

CUADRO 2/P.79
Factores de ponderación para calcular los índices de sonoridad

Frecuencia central (Hz)	Emisión W_S	Recepción W_R	Enlace W_J	Global W_O
100	154,5	152,8	200,3	107,0
125	115,4	116,2	151,5	80,1
160	89,0	91,3	114,6	65,7
200	77,2	85,3	96,4	66,1
250	62,9	75,0	77,2	60,7
315	62,3	79,3	73,1	68,5
400	45,0	64,0	53,4	55,6
500	53,4	73,8	60,3	66,9
630	48,8	69,4	54,9	63,3
800	47,9	68,3	52,8	63,4
1000	50,4	69,0	54,1	65,3
1250	59,4	75,4	61,7	73,1
1600	57,0	70,7	57,6	70,1
2000	72,5	81,7	72,2	82,0
2500	72,9	76,8	71,1	78,6
3150	89,5	93,6	87,7	95,4
4000	117,3	114,1	154,5	76,9
5000	157,3	144,6	209,5	92,4
6300	188,2	165,8	261,8	92,2
8000	181,7	166,7	271,7	76,7

6 Datos requeridos sobre la sensibilidad y la pérdida de transmisión

La sensibilidad en la emisión del sistema telefónico local, S_{MJ} , debe determinarse, en principio, utilizando bocas y señales reales, pero suele ser suficiente efectuar estas mediciones utilizando una boca artificial y una señal de prueba adecuada. Para más detalles, véase la Recomendación P.64.

La sensibilidad en la recepción del sistema telefónico local, S_{JE} , debe determinarse, en principio, con oídos reales. La determinación de la sensibilidad designada por S_{Je} , utilizando un oído artificial, se explica en la Recomendación P.64, pero esta magnitud difiere de la necesaria en este caso en la corrección oído artificial/real, L_E ; o sea:

$$S_{JE} = S_{Je} - L_E$$

El valor de L_E depende usualmente de la frecuencia y de la forma en que el auricular se aplica al oído.

En el cuadro 3/P.79, se muestran los valores obtenidos para un tipo de teléfono mantenido bastante próximo al oído. Efectuando el cálculo con estos valores se obtiene una concordancia aceptable con los índices de sonoridad en la recepción y del enlace, determinados por el Laboratorio del CCITT. En dichos cálculos se han utilizado esos valores de L_E , tanto para el sistema intermedio de referencia como para el «desconocido».

Los valores de S_{RJE} empleados para determinar los valores de W_S del cuadro 2/P.79 incluyen una corrección para L_E correspondiente a los valores del cuadro 3/P.79. Los valores de S_{UJE} utilizados en los cálculos definidos por las ecuaciones (4-19a) y (4-19c) deben incluir asimismo, una corrección para L_E usando los valores del cuadro 3/P.79 u otros que se estimarán más apropiados para las condiciones de utilización.

Obsérvese que los valores de L_E utilizados para el sistema intermedio de referencia tienen cierta repercusión sobre los valores calculados de los índices de sonoridad del enlace. El asunto continúa en estudio en el marco de las Cuestiones 8/XII [4] y 12/XII [5].

La pérdida de transmisión x_{JJ} es la pérdida de inserción entre terminaciones a 600 ohmios de la cadena de elementos de transmisión entre JS y JR de la figura 1/P.79. La suma directa (teniendo debidamente en cuenta el signo) de esta magnitud con S_{UMJ} y S_{UJE} no dará, en general, L_{UME} exactamente, porque suele haber algunas desadaptaciones de impedancia. Por tanto, debe tratar de determinarse L_{UME} correctamente al calcular el índice de sonoridad global. La inexactitud será grave cuando la atenuación de transmisión x_{JJ} es pequeña y cuando las impedancias imagen de los elementos entre JS y JR se apartan considerablemente de 600 ohmios. Los valores correctos de L_{UME} pueden obtenerse por medición directa o por cálculo, teniendo debidamente en cuenta todas las desadaptaciones de impedancia.

CUADRO 3/P.79

Valores de L_E

Frecuencia (Hz)	L_E (dB)	Frecuencia (Hz)	L_E (dB)
100	20,0	1000	-2,3
125	16,5	1250	-1,2
160	12,5	1600	-0,1
200	8,4	2000	3,6
250	4,9	2500	7,4
315	1,0	3150	6,7
400	-0,7	4000	8,8
500	-2,2	5000	10,0
630	-2,6	6300	12,5
800	-3,2	8000	15,0

7 Restricciones de utilización

El procedimiento de cálculo descrito y los valores indicados para los parámetros son adecuados para calcular los índices de sonoridad en la emisión, en la recepción y del enlace. Asimismo, pueden utilizarse para calcular los índices de sonoridad globales y la pérdida de inserción para la sonoridad, a condición de que los trayectos vocales completos en cuestión estén limitados a la banda de frecuencias telefónicas, esto es, nominalmente a la gama 300-3400 Hz.

No son en cambio, adecuados para efectuar comparaciones entre trayectos vocales con diferencias considerables en banda de frecuencias.

Los valores de los parámetros se han elegido de modo que concuerden razonablemente con las determinaciones subjetivas de los índices de sonoridad hechas por el Laboratorio del CCITT utilizando el método descrito en la Recomendación P.78. Para los índices de sonoridad en emisión y recepción, cabe esperar que los valores calculados concuerden bastante bien con las evaluaciones subjetivas realizadas en otras partes; sin embargo, se han observado algunas diferencias cuando al comparar los índices de sonoridad del enlace y la pérdida de inserción para la sonoridad con evaluaciones subjetivas realizadas por otros laboratorios.

Referencias

- [1] CCITT — Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] CCITT — Cuestión 7/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [3] CCITT — Cuestión 15/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [4] CCITT — Cuestión 8/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [5] CCITT — Cuestión 12/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTE II

**SUPLEMENTOS A LAS RECOMENDACIONES
DE LA SERIE P**

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Suplemento N.º 1

PRECAUCIONES PARA LA INSTALACIÓN Y EL MANTENIMIENTO CORRECTOS DE UN SISTEMA INTERMEDIO DE REFERENCIA (SIR)

(Para el texto de este suplemento, véase el Tomo V del *Libro Naranja*)

Suplemento N.º 2

MÉTODOS UTILIZADOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA TRANSMISIÓN TELEFÓNICA

(Ginebra, 1980)

(Citado en la Recomendación P.74)

(Contribución de la British Telecom)

1 Introducción

En el presente suplemento se describen brevemente los métodos para evaluar la calidad de la transmisión telefónica recomendados por el CCITT o empleados durante los tres últimos periodos de estudios (1968 a 1980) en el examen de Cuestiones confiadas a la Comisión de Estudio XII. Algunos de los métodos se describen ya completamente en otras Recomendaciones, por lo que sólo se indica aquí su designación y la Recomendación apropiada. Otros métodos están también descritos con todo detalle en otras publicaciones; se indican aquí sus características esenciales con una breve descripción de su aplicación, y las publicaciones en las que los mismos se describen.

2 Lista de métodos

- a) comparación de la sonoridad de los sonidos vocales (equivalentes de referencia e índices de sonoridad);
- b) evaluaciones de la nitidez (AEN);
- c) pruebas de opinión sobre la escucha;
- d) pruebas de opinión sobre la conversación;
- e) pruebas de detectabilidad con respuesta cuantificada.

3 Breves descripciones y referencias a descripciones más completas

3.1 Las comparaciones de la sonoridad de los sonidos vocales tienen por objeto cuantificar el nivel relativo con que la palabra transmitida por una conexión telefónica determinada llega al oído de la persona que escucha en el otro extremo. Para normalizar el procedimiento de medida, se controlan de una manera específica las condiciones en que se habla y se escucha. Al excluirse de la determinación el ruido de circuito y el ruido ambiente, los resultados dependen de la pérdida de transmisión global del trayecto vocal boca-oído considerado. El método actualmente recomendado se describe en la Recomendación P.72, proponiéndose nuevos métodos en la Cuestión 15/XII [1]. Se encuentra información más general en [2].

3.2 Las mediciones de la nitidez se basan en la medición de la fracción de sonidos vocales correctamente identificados cuando se transmiten y reproducen por el trayecto vocal de que se trate. Debe haber presente ruido de circuito y ruido ambiente con niveles especificados, los cuales influyen en los resultados. Al igual que en el § 3.1, se controlan las condiciones en que se habla y se escucha. El método recomendado por el CCITT se describe en la Recomendación P.45. Se encontrará otra información en [2].

3.3 Se efectúan pruebas de opinión sobre la escucha utilizando frases de prueba, y las personas que escuchan juzgan la palabra recibida por el trayecto de acuerdo con ciertos criterios. Este método se ha venido utilizando ampliamente y pueden encontrarse más detalles al respecto en [2].

3.3.1 Método aplicado para efectuar pruebas de opinión sobre la escucha

Las frases utilizadas suelen estar grabadas, lo que permite su reproducción con un nivel determinado. Las grabaciones a estos efectos deben efectuarse y reproducirse cuidadosamente, para evitar la aparición de degradaciones no controladas. Las pruebas pueden efectuarse en presencia de ruido de circuito y de ruido ambiente, y sus efectos se tienen en cuenta.

Dos criterios subjetivos utilizados corrientemente son la sonoridad preferida y el esfuerzo que requiere la escucha, para los que se emplean las siguientes escalas.

- Escala de sonoridad preferida:

Escala de opiniones N.º 4A

- A Mucho mayor que la preferida.
- B Mayor que la preferida.
- C Preferida.
- D Menor que la preferida.
- E Mucho menor que la preferida.

- Escala de esfuerzo en la escucha:

Escala de opiniones N.º 7: Opiniones basadas en el esfuerzo necesario para comprender el significado de las frases

- A Audición perfecta; ningún esfuerzo.
- B Cierta atención es necesaria; ningún esfuerzo apreciable.
- C Esfuerzo moderado.
- D Esfuerzo considerable.
- E Significado incomprensible, aun con el mayor esfuerzo.

Por lo general, el plan de la prueba estaba basado en un cuadrado grecolatino o hipergrecolatino, en el que las filas representaban las personas que escuchan, las columnas, el orden en que se aplicaban las condiciones, los símbolos del primer alfabeto, las condiciones del circuito, y los símbolos de otros alfabetos, las personas que hablan y listas de frases. Por consiguiente, cada célula de la prueba representa una «pasada», en la que una lista de frases determinada, grabada por un participante determinado, se retransmitía con una condición de circuito dada a una determinada persona que escuchaba en una posición particular de la secuencia de condiciones presentada a dicho oyente. Dentro de cada pasada, se variaba el nivel de escucha dentro de una serie de valores predeterminados, en orden aleatorio, asignando un valor a cada grupo de cinco frases, y los participantes al final de cada grupo daban a conocer su opinión en una de las escalas de opiniones citadas. De vez en cuando se variaba otro parámetro, como la anchura de banda, dentro de cada pasada, en vez de variar el nivel de escucha.

En las pruebas de esfuerzo en la escucha, las personas que escuchan muestran una propensión especial a lo que se conoce como efecto de «mejora»; es decir, que sus criterios de apreciación se hallan expuestos a una gran influencia de la gama de calidades y niveles de escucha que se producen en la misma prueba, y especialmente dentro de la misma pasada. Por consiguiente, es importante que las condiciones de circuito escogidas no incluyan un número demasiado elevado de condiciones desfavorables (es decir, condiciones que producirán una nota mediocre de esfuerzo en la escucha incluso con los mejores niveles de escucha), que cada pasada incluya una gama de niveles de escucha que se extienda desde un valor bastante superior al óptimo hasta 30 dB como mínimo por debajo del valor óptimo, y que en cada pasada la audición de un grupo de frases, por lo menos, se efectúe a través de una condición «asegurada» (condición buena con un nivel de escucha adecuado). Es también importante que la comprensibilidad intrínseca de los grupos y listas de frases no ofrezca variaciones demasiado amplias y que ningún participante oiga la misma frase más de una vez por experimento, ya que es evidente que se reduciría el esfuerzo necesario para comprender una frase con la que se está familiarizado.

Las opiniones basadas en las precedentes escalas reciben las notas 4, 3, 2, 1 ó 0, y el promedio de esos valores para cada condición de circuito se denomina «nota media de opinión». Las notas de opinión se procesan por análisis de varianza a fin de verificar si los efectos debidos a la condición del circuito, niveles de escucha, personas que hablan y que escuchan, y otros factores, son los previstos, determinar su significado y evaluar los intervalos de confianza. La relación entre el nivel de escucha y la nota media en la escala de sonoridad preferida (escala 4A) suele expresarse ajustando una ecuación que describe una línea recta o una curva logística, en tanto que la relación entre el nivel de escucha y la nota media en la escala de esfuerzo en la escucha (escala 7) se expresa por medio de una ecuación ajustada cuadráticamente o más compleja; entre los parámetros que intervienen en esas ecuaciones pueden figurar otras características de las condiciones de circuito.

Pueden realizarse también pruebas de audición con frases y comparaciones por parejas, pero en este caso deben tomarse medidas para que los participantes se adapten adecuadamente a cada condición de prueba.

3.4 Las pruebas de conversión pueden efectuarse como encuestas después de que los usuarios han celebrado conferencias reales, o como pruebas de laboratorio. En la Cuestión 2/XII [3] se describen los métodos recomendados por el CCITT para las primeras. En las pruebas de conversión en laboratorio se intenta reproducir en la mayor medida posible las condiciones reales del servicio experimentadas por los usuarios. Esto exige elegir adecuadamente las condiciones de circuito y los participantes y efectuar las pruebas en la forma apropiada. Un método intermedio entre el de las observaciones prácticas y el de pruebas de laboratorio es el denominado SIBYL, que la AT&T está utilizando [4]. A continuación se exponen los detalles del método empleado por la British Telecom.

3.4.1 *Método aplicado para efectuar pruebas de conversión*

Se subraya la necesidad de efectuar preparaciones cuidadosas y completas. Es evidente que todas las conexiones deben especificarse y establecerse correctamente, así como medirse de forma exacta antes y después de cada experimento; que deben preverse facilidades auxiliares, como la selección y la llamada, de forma que cualquier conexión deseada pueda escogerse y establecer rápidamente y sin errores, y que deben mantenerse registros fidedignos del resultado de cada prueba. No obstante, algunas otras consideraciones de igual importancia son menos evidentes. En los puntos siguientes figura la descripción de un sistema en el que se han tenido en cuenta todas estas condiciones, y que la British Telecom estima satisfactorio.

3.4.1.1 *Plan de la prueba*

Los planes de prueba más adecuados son los de tipo de cuadrado grecolatino $n \times n$, en el que cada uno de los n pares de participantes efectúa una conversación en cada una de las n condiciones de circuito. La precisión es muy pequeña si n es inferior a 8; en el otro extremo, no resulta práctico esperar más de 4 participaciones por persona o efectuar más de 4 conversaciones por visita. Además, el número total de conversaciones, $n \times n$, aumenta mucho más rápidamente que n . Por esta razón, se limita normalmente n al valor comprendido entre 8 y 15 inclusive; para todos estos números se dispone de cuadrados grecolatinos (con símbolos procedentes de 2 alfabetos). En esta prueba, el convenio es que las filas significan pares de participantes; las columnas indican el orden en que se realiza el experimento; los símbolos del primer alfabeto indican las condiciones del circuito (que se diferencian no solamente por las propiedades de las conexiones propiamente dichas, sino también de acuerdo con los niveles de ruido ambiente y cualesquiera otros factores de «tratamiento»); los símbolos del segundo alfabeto indican conjuntos de imágenes utilizadas como temas de conversación. No se pueden incorporar otros factores ortogonales en los que $n = 8, 10, 12, 14$ ó 15 ; en cambio, cuando $n = 9, 11$, o 13 , se pueden construir cuadrados hipergrecolatinos con símbolos de $(n - 3)$ alfabetos adicionales, que pueden utilizarse para dirigir otros factores ortogonales (como la selección de micrófonos de carbón, elección del participante que llama, o elección de una grabación de diafonía), para cada conversación. Cuando el cuadrado no es hipergrecolatino, deben atribuirse estos factores por medio de algún sencillo esquema de rotación equilibrada, pero este procedimiento puede provocar desviaciones que no pueden eliminarse de los resultados. Por estos motivos, se recomienda ahora que el valor de n sea 13 y no 12, como anteriormente.

Al comienzo del cuadrado básico, se agrega una columna suplementaria que tiene la misma condición de circuito y el mismo juego de imágenes para todos los pares de participantes. Esta columna representa una conversación preliminar para cada par de participantes, que sirve para habituarlos al procedimiento y que estabiliza en cierta medida sus criterios de apreciación. Por consiguiente, cada uno de los n pares de participantes efectúa un conjunto de $(n + 1)$ conversaciones. Los resultados de las conversaciones preliminares no se incluyen en la parte principal del análisis de resultados, sino que se analizan por separado. La utilización de la misma condición de circuito preliminar en diferentes experimentos establece cierta base común entre los mismos, pero si se desean comparaciones precisas entre los resultados de experimentos diferentes, se tienen que incluir repeticiones de varias condiciones de circuitos normalizadas en cada uno de dichos experimentos.

3.4.1.2 *Elección de las condiciones de circuito*

Las condiciones de circuito entre las que se desee efectuar comparaciones particularmente precisas deberán incluirse en el mismo experimento.

Además, es necesario que todos los participantes en cada prueba experimenten más o menos la gama completa de niveles de calidad, es decir, que debe haber al menos una condición de circuito muy buena, una de calidad casi media, y una muy deficiente, en tanto que el resto no debe agruparse demasiado cerca del mismo valor de la opinión media. De no tenerse de antemano esta seguridad, es conveniente efectuar en primer lugar una corta prueba oficiosa con el conjunto propuesto de condiciones de circuito, a fin de comprobar si la gama está realmente cubierta; de no ser así, debe modificarse en consecuencia la selección de condiciones, ya que de otro modo se produciría distorsión en la escala de opiniones de los participantes (efecto de «mejora»). Se pueden agregar otras condiciones de circuito, que por sí mismas no sean de interés directo para el experimentador, para llevar el número a 9, 11 ó 13, y equilibrar la gama de niveles de calidad de forma más eficaz.

Los participantes esperan generalmente experimentar condiciones de circuito con valores diversos de atenuación o sensibilidad, lo cual desde luego tiene una gran influencia sobre el rendimiento, y se puede variar para proporcionar la gama requerida de condiciones de circuito. Hay también interacciones importantes entre la sensibilidad global y muchas otras degradaciones. Por consiguiente, es muy deseable, aun no siendo la sensibilidad global y sus interacciones los objetivos principales de la investigación, incluir algunas condiciones que difieran solamente entre sí en cuanto a la sensibilidad global.

Si la investigación no puede limitarse a 15 condiciones, se distribuye entre varios experimentos, cada uno de ellos concentrado en un parte bien definida de la encuesta, pero superpuesta con las demás, a fin de proporcionar una base común.

3.4.1.3 *Elección de los participantes*

Los participantes en las pruebas de conversación se escogen al azar entre los miembros del personal del centro de investigación. Sólo se fijan dos condiciones:

- a) que no hayan participado directamente en trabajos relacionados con la evaluación de la calidad de transmisión de los circuitos telefónicos;
- b) que no hayan participado en pruebas subjetivas — de cualquier naturaleza — al menos durante los seis meses precedentes, ni en pruebas de conversación al menos durante un año.

No se toman medidas para equilibrar el número de participantes masculinos y femeninos, a no ser que así lo requiera el plan de la prueba. Los participantes se agrupan arbitrariamente por parejas en el programa establecido antes de las pruebas y esta agrupación se mantiene a lo largo de las mismas.

3.4.1.4 *Condiciones ambientales*

Los participantes están sentados en cabinas insonorizadas separadas, cercanas al punto desde el cual se controlan las pruebas. Se introduce un ruido ambiente con el espectro requerido (generalmente el espectro Hoth) al nivel requerido (generalmente 50 dBA), medido con un sonómetro de precisión Bruel y Kjaer de tipo 2206, utilizado con la «ponderación A» y la característica «lenta» del medidor. En el caso de que para conversaciones diferentes en el mismo experimento se requieran niveles diferentes de ruido ambiente, se toman precauciones para evitar que las transiciones sean demasiado evidentes para los participantes: teóricamente, el ruido ambiente debiera modificarse solamente cuando los participantes se encuentran fuera de las cabinas insonorizadas.

3.4.1.5 *Métodos de establecimiento de la comunicación*

Las estaciones telefónicas utilizadas por los participantes son de apariencia y tacto normales, generalmente idénticas a la estación telefónica normal N.º 706 de la British Telecom, a no ser que el experimento se refiera específicamente a microteléfonos de otros tipos. La comunicación entre los participantes se establece de una forma lo más similar posible a las condiciones reales. Cuando el solicitante descuelga el microteléfono, escucha el tono de invitación a marcar, y tiene que seleccionar o marcar un número prescrito para obtener la comunicación. La señal de llamada se oye después de transcurrido un periodo fijado adecuadamente, y el timbre o tono de llamada del otro participante se acciona una vez transcurrido otro plazo fijado. Los números erróneos se indican por medio del tono de «Número inaccesible».

3.4.1.6 *Conversación*

Se toman todas las medidas necesarias para que la conversación tenga sentido, y para que los participantes puedan sacar pleno provecho de las posibilidades de transmisión del circuito de prueba. Una prueba en la que debían ordenarse imágenes en orden de preferencia se ha considerado adecuada para este fin y de interés suficiente para los participantes. Las imágenes, relativas a una amplia gama de temas, son muestras de las ilustraciones normales en tamaño tarjeta postal que se ponen en venta en los diversos museos, galerías de arte e instituciones de carácter similar. Estas tarjetas llevan cada una un número al dorso, y se agrupan arbitrariamente en juegos de seis tarjetas, cada uno de los cuales tiene un duplicado exacto.

Se pide al participante que imagine que debe presentar estas imágenes en un lugar público y que, antes de cada conversación, ordene las tarjetas de un conjunto particular en su orden personal de preferencia; el otro participante efectúa la misma operación con su duplicado del mismo juego. Una vez establecido el contacto a través del circuito de prueba, los participantes deben negociar un acuerdo sobre el orden de preferencia y tomar nota de ello por escrito al final de la conversación. De esta forma, la duración de la conversación la determinan los propios participantes. En algunas ocasiones, una conversación puede ser muy larga porque los sujetos se interesen intensamente por las imágenes, o — como ocurre en menos del 1% de los casos — muy corta porque ambos hayan elegido independientemente el mismo orden de preferencia y carezcan de tema de discusión; pero incluso en estos casos es muy conveniente permitir que los participantes decidan por sí mismos la duración de la conversación. Una vez terminada la conversación expresan opiniones independientes sobre la comunicación anotando un formulario que se les proporciona; la reproducción de este formulario figura en el anexo A.

3.4.1.7 Preparaciones para un experimento $n \times n$

De una lista de todos los participantes disponibles, el experimentador elige al azar un número suficiente de los que son elegibles de acuerdo con los criterios especificados en el § 3.4.1.3. Se les pregunta por teléfono si están dispuestos a participar y se conciertan con ellos los días y las horas de las visitas de modo que los participantes que conversan entre sí en su primera visita siguen emparejados para las visitas siguientes correspondientes al mismo experimento. A cada participante se le envía una carta tipo, confirmando la hora y lugar de cada experimento y explicándole con cierto detalle lo que se le pedirá que haga durante el mismo; el texto de esta carta se reproduce en el anexo B.

El experimentador prepara programas, basados en el plan de prueba, indicando el orden en que deben presentarse las condiciones a cada par de participantes, los conjuntos de imágenes que se utilizarán, el participante que iniciará la llamada en cada caso, y todos los otros detalles necesarios. Se deja espacio en blanco para inscribir la información de que se disponga a medida que se desarrolla el experimento: número de serie de la conversación, duración de la conversación, identificación de la bobina utilizada para la grabación, comentarios acerca de incidentes o sucesos no usuales, etc. Se preparan también formularios de opinión (anexo A) para cada conversación. Sin embargo, a fin de evitar la duplicación o modificación de un número demasiado elevado de anotaciones, algunos puntos no deben completarse hasta que sean definitivos; por ejemplo, los nombres de los participantes están sujetos a modificación hasta que éstos hacen su primera visita.

Tanto en la carta como en cualesquiera conversaciones con los participantes, se tiene gran cuidado en no comunicarles nada acerca de la naturaleza de las condiciones de circuito. Los formularios de opinión no llevan tampoco ningún número ni código que identifique la condición de circuito — esta información se obtiene por medio del programa y se agrega a los formularios una vez que los participantes los han entregado.

3.4.1.8 Procedimiento

Cuando los participantes llegan en su primera visita, se les pregunta si han leído y comprendido la carta. Se aclaran todas las dudas, y se les da la posibilidad de hacer preguntas. Se efectúa la demostración de las cabinas insonorizadas y de las instalaciones que hay en las mismas. Se comunica a los participantes el número de llamadas que efectuarán en esta visita. Se les entregan los formularios, y se les deja entonces para que preparen su conversación preliminar. En las visitas siguientes se comunica simplemente a los participantes que el procedimiento será el mismo utilizado la vez anterior, posiblemente con un número distinto de llamadas.

Al comienzo de cada conversación, los participantes sacan el juego de imágenes especificado de un cajón del pupitre, disponen éstas en el orden de preferencia, y rellenan la parte adecuada del formulario de opinión. Cuando ambos participantes han hecho esta operación, el experimentador da a uno de ellos la señal de iniciar la comunicación. Los participantes tienen entonces entera libertad para determinar el desarrollo de la conversación, pero no deben intercambiar sus opiniones sobre la misma. Una vez que han consignado el orden de preferencia que han acordado para las imágenes, terminada la conversación, anotado sus opiniones (excelente, buena, regular, mediocre o mala) y respondido a la pregunta de «dificultad» (sí o no), el experimentador se pone en contacto con ellos sucesivamente por teléfono para preguntarles la respuesta que han dado a la pregunta sobre la «dificultad»; si la respuesta es «sí», el experimentador pide al participante que explique brevemente (en sus propios términos) la naturaleza de la dificultad. Se toma nota de la respuesta, pero no se espera que ni el participante ni el experimentador traten de dar una formulación precisa; es esencial no meter prisa a los participantes, y de todas formas se ha comprobado que la clasificación de la dificultad es mucho menos útil que el propio porcentaje de «dificultad» no diferenciado.

Después de esto, el experimentador pide al participante que ponga el formulario en un sobre previsto al efecto, y que comience la clasificación del siguiente juego de imágenes, o, según el caso, que espere a que pueda salir de la cabina insonorizada.

Tanto las conversaciones entre los participantes como las conversaciones entre éstos y el experimentador, son grabadas.

3.4.1.9 Tratamiento de los resultados

Los resultados de cada conversación comprenden dos opiniones de la escala excelente — buena — regular — mediocre — mala (con las notas 4, 3, 2, 1, 0, respectivamente), dos votos de la escala de Dificultad (con las notas 1 = Sí, 0 = No), dos niveles vocales (medidos de las grabaciones) y un valor de duración. En casos particulares puede recogerse también información sobre otras variantes; por ejemplo, pueden efectuarse grabaciones de video para observar la forma en que los participantes mantienen sus microteléfonos.

Se efectúa el análisis de varianza separadamente para cada variable (nota de opinión, nivel vocal, etc.), a fin de probar el significado de las características de condición de circuito y otros efectos, y establecer intervalos de confianza para los promedios. Con una variable aleatoria binaria como la «Dificultad», este proceso debe contemplarse con ciertas reservas. Hay generalmente menos posibilidad de ajuste de curvas que en los experimentos de escucha, simplemente porque se dispone de muchos menos pares de valores de coordenadas.

3.5 Pruebas de detectabilidad con respuesta cuantificada

El mejor método para obtener información sobre la detectabilidad o alguna otra propiedad análoga de un sonido (como el eco), en función de cierta magnitud objetiva (como un nivel de escucha), es un método de respuesta cuantificada similar en principio al mencionado en el § 3.1 para el equilibrado de la sonoridad. La principal diferencia reside en el hecho de que la respuesta del participante no es una decisión en forma «referencia» o «prueba» (designación del circuito con volumen sonoro más elevado entre dos circuitos), sino una opinión de una escala como la siguiente:

Escala de opiniones N.º 6A

- A Objetable
- B Detectable
- C No detectable

en la cual se entiende que B significa «Detectable pero no objetable».

Se pueden utilizar escalas de este tipo, generalmente con tres puntos, en diversas pruebas con respuesta cuantificada; por ejemplo, la escala indicada más arriba puede utilizarse cuando el estímulo es un eco, reverberación efecto local, mutilación de las señales vocales por la conmutación, o tonos interferentes, en tanto que la diafonía y posiblemente el eco, en ciertas circunstancias, pueden juzgarse según la escala Inteligible – Detectable – No detectable.

En algunos casos es admisible considerar estas opiniones como notas con los valores 2, 1, 0 respectivamente, y tratarlas del mismo modo que se tratarían las notas de opinión sobre la escucha o la conversación. Sin embargo, esto es a menudo insatisfactorio porque las decisiones sobre una escala como la 6A no son realmente equivalentes de respuestas basadas en una escala continua – como puede legítimamente considerarse que son las opiniones basadas en escalas como la 4A – sino que comprenden efectivamente dos dicotomías distintas (por ejemplo, detectable/no detectable y objetable/no objetable), las cuales, si bien no son independientes entre sí, pueden sin embargo hacer que intervengan procesos psicológicos diferentes. En otros términos, de objecionabilidad o inteligibilidad a detectabilidad hay una diferencia de especie, y no meramente de grado. Por estos motivos, es más ventajoso como método de análisis expresar la probabilidad de respuesta de acuerdo con cada dicotomía por separado, en función de alguna variable objetiva, mediante ecuaciones «probit» o «logit», y utilizando seguidamente los cuantiles u otros parámetros como base de comparación entre condiciones de circuito, de forma análoga a la utilizada al aplicar índices de nitidez.

La realización de experimentos de este tipo es parecida a la de las pruebas de esfuerzo en la escucha (véase el § 3.3.1), pero hay algunas diferencias. En particular, conviene que la primera presentación de la señal en cada pasada se haga con nivel de escucha elevado, de forma que el oyente no tenga duda alguna en cuanto al tipo de señal que debe ser objeto de sus decisiones. Cuando se hace intervenir el efecto local o el eco, se pide al participante que hable, además de escuchar.

Como se describe en la Recomendación P.78, se realizan mediciones audiométricas sencillas de los participantes en estos experimentos, de forma que los resultados puedan expresarse con relación a sus umbrales de audición.

Véanse los ejemplos de la aplicación de estas técnicas en las referencias [5] y [6].

En ciertas ocasiones, la investigación del ruido y otras perturbaciones se efectúa por medio de respuestas basadas en una escala que contiene muchos más puntos; por ejemplo, la escala de opiniones N.º 5 con siete puntos que van de «Inaudible» a «Intolerable». Estas escalas se aproximan más a las de tipo de cuantificación continua, como la escala de opiniones 4A, y pueden tratarse de forma similar.

4 Referencias a Recomendaciones y otras publicaciones del CCITT basadas en los métodos indicados en los apartados a) a e) del § 2

- a) Muchas Recomendaciones incluyen requisitos basados en equivalentes de referencia, por ejemplo, las Recomendaciones P.12, G.101 [7], G.103 [8], G.111 [9], G.120 [10] y G.121 [11]. Véase también la Cuestión 15/XII [1].
- b) La Recomendación P.12 exige que se satisfagan ciertos valores de nitidez, pero el método se utiliza ahora principalmente para fines de diagnóstico. Véase la Recomendación P.45.
- c) En el estudio de diversas cuestiones, por ejemplo, véanse las Cuestiones 4/XII [12] y 14/XII [13] y el suplemento N.º 4 al final del presente fascículo.

- d) En el estudio de diversas cuestiones, por ejemplo, véanse las Cuestiones 4/XII [12], 9/XII [14] y 14/XII [13] y el suplemento N.º 4 al final del presente fascículo.
- e) En el estudio de diversas cuestiones, por ejemplo, véanse la Cuestión 9/XII [14] y las referencias [15] a [17].

5 Comentarios generales sobre los métodos subjetivos utilizados en el laboratorio

En la Recomendación P.74 y en [2] se dan informaciones más detalladas sobre la realización de pruebas subjetivas y sobre la interpretación de sus resultados. En [18] se hace un examen bastante amplio de la relación entre diversos métodos.

Cuando se empleen métodos subjetivos para obtener información que facilite el establecimiento de planes de transmisión de redes telefónicas, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Hay que disponer de una clara descripción del tipo de conexiones telefónicas a las cuales van a aplicarse los resultados, para lo cual se formularán las apropiadas conexiones ficticias de referencia (CFR) (véase la Recomendación G.103 [8]).
- b) Para las disposiciones del laboratorio y la realización de las pruebas habrá que guiarse por los niveles, las pérdidas de transmisión y los equivalentes de referencia en la emisión y en la recepción, etc., de las CFR. Los niveles y el espectro de las señales vocales se elegirán de modo que correspondan a los distintos puntos de la CFR.
- c) Los participantes deberán elegirse de manera adecuada desde el punto de vista estadístico. Por ejemplo, si se obtienen audiogramas de participantes en una prueba de conversación, esta información no deberá utilizarse para rechazar participantes, ya que la desviación resultante en la muestra pudiera hacer que las conclusiones fuesen aplicables solamente a usuarios con una determinada gama de sensibilidad auditiva. Por este motivo, es más seguro recoger información auxiliar de este tipo solamente una vez que los participantes hayan terminado su principal tarea.
- d) En las pruebas se procederá con los participantes de modo que los resultados obtenidos sean válidos para las aplicaciones deseadas. Este es el motivo por el cual se toman las precauciones antes descritas (§ 3.3.1) a fin de garantizar que las opiniones de los participantes no sufren distorsión causada por la gama de condiciones y niveles escogidos, o por el orden de presentación; y para hacer que el procedimiento de las pruebas de conversación (§ 3.4.1.5 a 3.4.1.7) sea natural, si bien normalizado.
- e) Se utilizarán configuraciones experimentales adecuadas, de modo que se puedan analizar convenientemente los resultados y estimar intervalos de confianza.
- f) En algunos casos no puede evitarse que se produzcan variaciones no controladas de alguna característica del trayecto de transmisión; por ejemplo, puede establecerse el requisito de efectuar una prueba de escucha por un enlace radioeléctrico con desvanecimiento, o una prueba de conversación por un enlace TASI con «congelación» determinada por el tráfico real. En tales casos, es conveniente no recoger solamente las respuestas de los participantes, sino también información actualizada sobre los valores de las magnitudes fluctuantes relacionadas: intensidad de la señal en el primer caso, fracción de «congelación» o número de canales ocupados en el segundo. Esta técnica, conocida como análisis de covarianza [19] es el método apropiado para procesar esta información sobre variables concomitantes, como se denominan, juntamente con la respuesta (variables principales).
- g) Incluso si se toman las precauciones indicadas en los puntos c), d), e) y f) no hay que dar por seguros los valores absolutos de las notas, a menos que en las pruebas se incluyan condiciones de «control» (por ejemplo, un conjunto de condiciones de referencia). Sin embargo, los valores relativos entre notas obtenidas con condiciones de circuito diferentes en el mismo experimento son más seguros.
- h) Un conjunto de condiciones de referencia permitirá expresar los resultados como apreciaciones en función de los ajustes equivalentes de un dispositivo de referencia, por ejemplo, atenuador, fuente de ruido, unidad de referencia de ruido modulado (véase la Cuestión 18/XII [20]), etc. Esto permite efectuar comparaciones mucho más fiables con informaciones de otro origen.
- i) Debe comprobarse en todos los casos la coherencia interna de los resultados de experiencias subjetivas y compararlos con los resultados esperados (derivados de experimentos anteriores o de un modelo teórico) antes de aplicarlos.

6 Métodos objetivos

Es evidente que lo que debe tratarse de obtener en último término es la evaluación de la calidad de la transmisión telefónica en función solamente de las características objetivas de las conexiones telefónicas de que se trate. El uso de información tabulada basada en pruebas anteriores de laboratorio y en otras pruebas, permite alcanzar en parte este objetivo, y en [21] se da un ejemplo de tal uso. Se han realizado ya progresos considerables con respecto a la predicción de notas de evaluación, niveles vocales, etc., mediante el empleo de modelos subjetivos según se describe en el suplemento N.º 4 al final del presente fascículo y en la referencia [22]. La British Telecom está actualizando su información tabulada sirviéndose de este método.

La técnica de modelos permite tratar en forma mucho más general muchas otras características importantes, tales como la distorsión de atenuación en función de la frecuencia y el efecto local. Por ejemplo, estableciendo la tolerancia adecuada para el papel desempeñado por un nivel de efecto local elevado — que constituye una degradación muy importante en conexiones de calidad de transmisión deficiente — se observa claramente la razón por la cual no pueden fijarse límites de sensibilidad para la atenuación y el ruido globales sin tener en cuenta la supresión del efecto local.

ANEXO A

(al suplemento N.º 2)

Formulario de opinión 12A

Prueba _____

Nombre _____

Cabina _____

N.º _____

1 Antes de dar comienzo a la comunicación, sírvase tomar el conjunto de tarjetas y disponerlas por orden de preferencia. Inscriba este orden en las casillas situadas más abajo, utilizando los números de identificación inscritos al dorso de las tarjetas.

• Su orden de preferencia	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a

2 Si se enciende su lámpara verde, llame a su interlocutor marcando el número, de lo contrario, espere a que éste le llame.

3 Puede usted inscribir el orden de preferencia indicado por su interlocutor en las casillas siguientes si considera que esto puede serle de utilidad en la discusión.

Orden de preferencia de su interlocutor	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a

4 Tenga a bien indicar en el cuadro que figura a continuación el orden de preferencia convenido.

Orden de preferencia acordado	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a

Sírvase colgar el microteléfono.

5 Sírvase indicar con una cruz la opinión que le merece la conferencia telefónica que acaba de celebrar. *N.B.* — Le rogamos no debata esta opinión con su interlocutor.

Excelente	Buena	Regular	Mediocre	Mala

La prueba completa comprenderá un total de _____ conversaciones repartidas entre las _____ visitas arriba indicadas. Se le darán instrucciones completas en cuanto llegue. Sírvase traer esta carta con usted, y también sus gafas, si acostumbra llevarlas.

Le agradecemos nuevamente su cooperación.

(Fecha)

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 15/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [3] CCITT – Cuestión 2/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [4] SULLIVAN (J. L.): Is transmission satisfactory? Telephone customers help us decide, *Bell Labs. Records*, marzo de 1974, pp. 90-98.
- [5] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech, *Butterworths*, Londres, 1973, sección 3.5.3.
- [6] *Ibid.*, sección 4.5.1.
- [7] Recomendación del CCITT *Plan de transmisión*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.101.
- [8] Recomendación del CCITT *Conexiones ficticias de referencia*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.103.
- [9] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.111.
- [10] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de las redes nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.120.
- [11] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales*, Tomo III, fascículo III.1, Rec. G.121.
- [12] CCITT – Cuestión 4/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [13] CCITT – Cuestión 14/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [14] CCITT – Cuestión 9/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [15] RICHARDS (D. L.) y BUCK (G. A.): Telephone echo tests, *P.I.E.E.*, 1960, 107B, pp. 553-556.
- [16] CCITT – Contribución COM XII-N.º 171 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, 1979.
- [17] CCITT – Contribución COM XII-N.º 132 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, 1979.
- [18] CCITT – Cuestión 7/XII, anexo 1, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [19] SNEDECOR (G. W.) y COCHRAN (W. G.): Statical methods, *Iowa State University Press*, capítulo 14, 6.ª edición, 1967.
- [20] CCITT – Cuestión 18/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [21] *Ibid.*, anexo 4.
- [22] RICHARDS (D. L.): Calculation of opinion scores for telephone connections, *Proc IEE*, 121, pp. 313-323, 1974.

Bibliografía

- BRAUN (K.): Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus des Restdämpfungskurve (Frequenzkurve) eines Übertragungssystems, *T.F.T.*, Vol. 28, pp. 311-318, agosto de 1939.
- BRAUN (K.): Theoretische und experimentelle Untersuchung der Bezugsdämpfung und der Lautstärke, *T.F.T.*, Vol. 29, pp. 31-37, N.º 2, 1940.
- BLYE (P. W.), COOLIDGE (O. H.) y HUNTLEY (H. R.): A revised telephone transmission rating plan, *B.S.T.J.*, Tomo 34, pp. 453-472, mayo de 1955 (reproducido en el *Libro Rojo* Tomo 1, pp. 636-651, edición en francés y en inglés, Ginebra, 1957, y Tomo V, pp. 607-624, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962).
- BRAUN (K.): Atenuación de imagen de cápsulas microfónicas y receptoras, *N.T.Z.*, N.º 8, pp. 365-370, 1960 (traducido en el *Libro Rojo*, Tomo V bis, pp. 804-829, UIT, Ginebra, 1965).

- FRENCH (N. R.) y STEINBERG (J. C.): Factors governing the intelligibility of speech sounds, *J.A.S.A.*, Vol. 19, p. 89, enero de 1947.
- RICHARDS (D. L.) y ARCHBOLD (R. B.): A development of the Collard principle of articulation calculation, *P.I.E.E.*, Tomo 7 103, parte B, septiembre de 1956 (*Libro Rojo*, Tomo I, Cuestión 7 de la Comisión de Estudio 12, anexo 4, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1956).
- Contribution by the Italian Administration to the study of objective methods for measuring reference equivalent and articulation reference equivalent, *Libro Rojo*, Tomo I, Cuestión 7 de la Comisión de estudio 12, anexo 3, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1956.
- FLETCHER (H.) y GALT (R. H.): The perception of speech and its relation to telephony, *J.A.S.A.*, Vol. 22, p. 89, marzo de 1950 (reproducido en la siguiente publicación, capítulos 15-17).
- FLETCHER (H.): Speech and hearing in communication, D. Van Nostrand, Nueva York, 1953.
- Tonality method studied by the U.S.S.R. Administration to determine articulation, *Libro Rojo*, Tomo V, parte II, anexo 31, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- Method used by the Swiss Telephone Administration for the determination of transmission quality based on objective measurements, *Libro Rojo*, Tomo V, parte II, anexo 30, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.
- LALOU (J.): Cálculo de la calidad de transmisión telefónica por la teoría de la información, *Libro Rojo*, Tomo V bis, Cuestión 7/XII, anexo 2, UIT, Ginebra, 1965.
- SIVIAN (L. J.): Speech power and its measurements, *B.S.T.J.*, 8, pp. 646-661, 1929.
- LOYE (D. P.) y MORGAN (K. F.): Sound picture recording and reproducing characteristics, *J. Soc. Motion Picture Engineers*, 32, pp. 631-647, 1939.
- RICHARDS (D. L.): Some aspects of the behaviour of telephone users as affected by the physical properties of the circuit. Communication Theory, *Butterworths Scientific Publications*, pp. 442-449, 1953.
- ZAITSEV (T. E.): Correlation method for determining the fidelity and intelligibility of speech transmitted over telecommunication channels, *Elektrosvyaz*, 10, pp. 38-46, 1958.
- LICKLIDER (J. C. R.), BISBERG (A.) y SCHWARZLANDER (H.): An electronic device to measure the intelligibility of speech, *Proc. Nat. Electronics Conf.*, 15, pp. 329-334, 1959.
- RICHARDS (D. L.) y SWAFFIELD (J.): Assessment of speech communication links, *P.I.E.E.*, 106B, pp. 77-89, 1959.
- RICHARDS (D. L.): Conversation performance of speech links subject to long propagation times, International Conference on Satellite Communication, *Inst. Elec. Engrs.*, pp. 247-251, Londres, 1962.
- RICHARDS (D. L.): Transmission performance of telephone connections having long propagation times, *Het-PTT Bedrijf*, 15, pp. 12-24, 1967.
- BOERYD (A.): Subscriber reaction due to unbalanced transmission levels, *ibid*, pp. 39-43.
- RICHARDS (D. L.): Distortion of speech by quantizing, *Electronics Letters*, 3, pp. 230-231, 1967.
- COLDMAN-EISLER (F.): Sequential temporal patterns and cognitive processes in speech, *Language and Speech*, 10, pp. 122-132, 1967.

Suplemento N.º 3

MODELOS DE ÍNDICE DE TRANSMISIÓN

(Ginebra, 1980)

(Citado en el § 3 de la Recomendación P.11)

(Contribución de American Telephone and Telegraph Company)

1 Introducción

En este suplemento se describen modelos de índice de transmisión que pueden utilizarse para estimar la reacción subjetiva de los usuarios telefónicos ante ciertas degradaciones de la transmisión, tales como el ruido de circuito, el equivalente de referencia, el eco para la persona que habla, el eco para la persona que escucha, la distorsión de atenuación (incluida la anchura de banda), la distorsión de cuantificación y el ruido ambiente.

Los modelos relativos a ruido de circuito, equivalente de referencia y eco para la persona que habla, están basados en varias pruebas de conversación realizadas en los Laboratorios Bell entre 1965 y 1972 para evaluar la apreciación subjetiva de la calidad de transmisión en función del ruido de circuito, el equivalente de referencia, la atenuación del trayecto de eco para la persona que habla y el retardo del trayecto del eco para la persona que habla. En estas pruebas participaron centenares de sujetos y se efectuaron millares de llamadas de prueba. Varias pruebas se realizaron en el curso de llamadas comerciales normales efectuadas por empleados de Bell Laboratories. Otras se realizaron en laboratorio. En todas ellas se empleó una escala de evaluación de 5 notas: excelente, buena, regular, mediocre e insatisfactoria.

El modelo relativo al eco para la persona que escucha se basa en una serie de cuatro pruebas subjetivas de escucha realizadas en los Laboratorios Bell en 1977 y 1978. Estas pruebas incluyeron condiciones en las cuales la atenuación del trayecto de eco para la persona que escucha era plana o estaba conformada en frecuencia por un filtrado selectivo. Se define una atenuación ponderada del trayecto de eco para establecer una ponderación de las condiciones de prueba conformadas en frecuencia, de modo que las condiciones de prueba subjetivamente equivalentes tengan el mismo índice de transmisión.

El modelo relativo a la distorsión de cuantificación se basa en una serie de cinco pruebas subjetivas realizadas en los Laboratorios Bell para evaluar la calidad de funcionamiento de varios algoritmos de codecs digitales. Cuatro de estas pruebas se han descrito en [1].

El modelo relativo a la anchura de banda y distorsión de atenuación se basa en pruebas realizadas en los Laboratorios Bell en 1978.

El modelo relativo al ruido ambiente se basa en pruebas inéditas, realizadas en los Laboratorios Bell en 1976. Las evaluaciones de la calidad de transmisión de acuerdo con una escala de 5 notas las realizaron 40 sujetos para 156 condiciones con diversas combinaciones de ruido ambiente, nivel vocal, ruido de circuito y atenuación del trayecto de efecto local. Se presentaron muestras de ruido ambiente mediante grabaciones en cinta magnética realizadas en la oficina de reserva de plazas de una empresa de transporte aéreo. Se adaptó un modelo a los resultados de la prueba en función del ruido de circuito que produjo los mismos índices de calidad que los niveles de ruido ambiente dados.

Todas las pruebas se realizaron con aparatos telefónicos de tipo Western Electric 500. En [2] se describen los procedimientos utilizados para el análisis de los resultados de las pruebas objetivas y el establecimiento de la escala de índices de transmisión. Aunque los procedimientos son algo complejos para el cálculo manual, pueden tratarse fácilmente por un computador digital y se ha hallado que proporcionan una representación conveniente y útil para una gran variedad de datos de prueba.

Los modelos incorporan el concepto de una escala de índices de transmisión. Una razón importante para la introducción de esta escala fue el reconocimiento de que los resultados de las pruebas subjetivas pueden estar influidos por varios factores, tales como el grupo de sujetos, el tipo de pruebas y la gama de condiciones que se incluyen en la prueba. Se ha determinado que estos factores modifican la nota media de opinión para una condición dada, así como la desviación típica. Por consiguiente, se plantean dificultades al tratar de establecer una relación única entre una condición de transmisión dada y la opinión subjetiva en términos de una nota media de opinión o del porcentaje de evaluaciones «bueno» o «excelentes». La introducción de una escala de índices de transmisión tiende a reducir esta dificultad separando en dos partes la relación entre las características de transmisión y las notas de opinión. La primera parte, el índice de transmisión en función de la característica de transmisión, está fundada en dos puntos y tiende a ser mucho menos dependiente de las pruebas individuales. La segunda parte, la relación entre el índice de transmisión y los índices de opinión subjetiva, pueden presentarse para cada prueba.

La escala de índices de transmisión para el equivalente de referencia y el ruido de circuito ha sido establecida de manera que se funde en los dos puntos indicados en el cuadro 1:

CUADRO 1

Equivalente de referencia global (dB)	Ruido de circuito (dBmp)	Índice de transmisión
16	-65	80
31	-50	40

Estos puntos de fundamento se seleccionaron de modo que estuvieran bien separados pero dentro de la gama de condiciones que es probable se incluyan en una prueba. Los valores de los índices son tales que la mayoría de las conexiones tendrán índices positivos comprendidos entre 400 y 100. Los índices de transmisión para otras combinaciones de equivalente de referencia y ruido de circuito son relativos a los índices para estos dos puntos de fundamento.

Las características esenciales de los modelos se establecieron originalmente en términos de la pérdida de sonoridad de una conexión completa en decibelios (medida por el sistema de evaluación electroacústica EARS) y un ruido de circuito en dBrnC. Los efectos del eco para la persona que habla se incorporaron más tarde en términos de una pérdida de sonoridad del trayecto del eco en decibelios (medida por el EARS) y el retardo de ida y vuelta del trayecto del eco en milisegundos.

En este suplemento se presentan los modelos de índice de transmisión en términos del equivalente de referencia de una conexión completa en dB, el ruido de circuito en dBmp en los terminales de entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB, el equivalente de referencia del trayecto de eco para la persona que habla en dB y el retardo de ida y vuelta del trayecto de eco para la persona que habla en milisegundos. En el anexo A se presentan resultados representativos de opiniones.

2 Modelos de índices de transmisión

2.1 Equivalente de referencia global y ruido de circuito

El modelo de índice de transmisión para el equivalente de referencia global y el ruido de circuito es:

$$R_{LN} = -34,88 - 2,257 \sqrt{(L'_e - 8,2)^2 + 1} - 2,0294 N'_F + 1,883 L'_e + 0,02037 L'_e N'_F \quad (2-1)$$

donde

- L'_e es el equivalente de referencia de una conexión telefónica completa (en dB)
- N'_F es el ruido efectivo total (en dBmp) a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB. El ruido efectivo total se obtiene por la suma en potencia del ruido de circuito N'_c , el ruido de circuito equivalente al ruido ambiente, N'_{Re} , y el ruido de circuito equivalente al ruido de cuantificación, N'_{Qe}
- N'_c es el ruido de circuito (en dBmp) a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB
- N'_{Re} es el ruido de circuito (en dBmp) equivalente al ruido ambiente referido a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB (véase el § 2.2)
- N'_{Qe} es el ruido de circuito (en dBmp) equivalente al ruido de cuantificación referido a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB (véase el § 2.3).

En la figura 1 se muestra el índice de transmisión en función del equivalente de referencia global y del ruido de circuito. En esta figura se utiliza un valor de $N'_{Re} = -62,63$ dBmp. En factor de anchura de banda, k_{BW} definido en el § 2.4, es igual a la unidad.

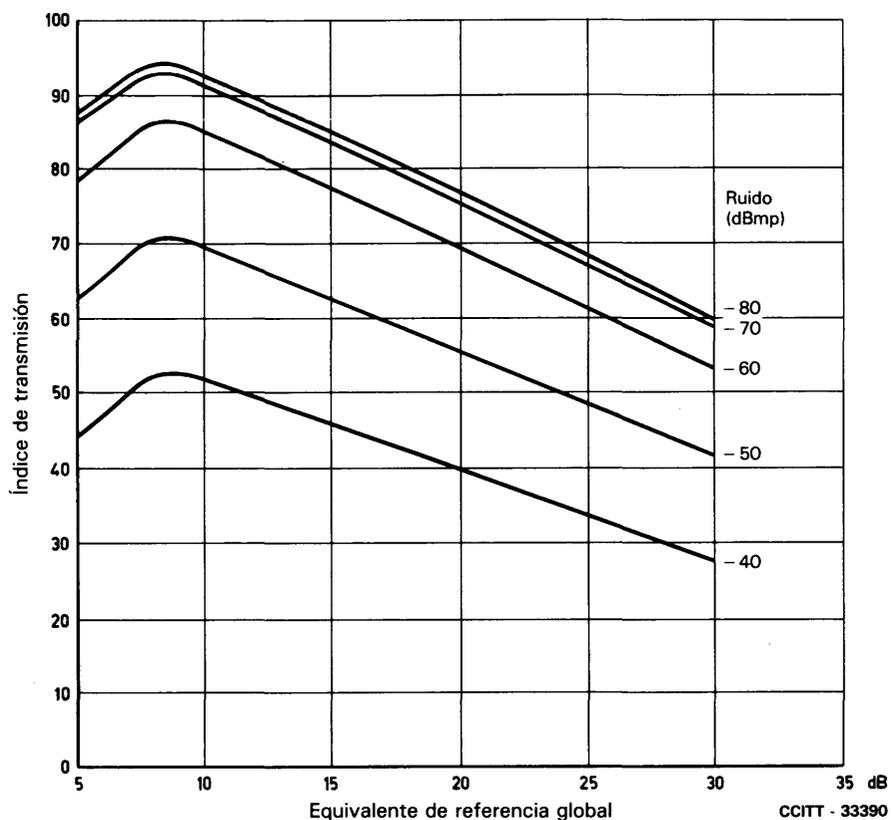


FIGURA 1
Índice de transmisión para el equivalente de referencia global y el ruido de circuito

2.2 Ruido de circuito equivalente al ruido ambiente

El modelo de índice de transmisión para el ruido de circuito equivalente al ruido ambiente, N'_{Re} (en dBmp) es:

$$N'_{Re} = N_R - 125 + 0,0078 (N_R - 35)^2 + 10 \log_{10} \left[1 + 10^{\frac{7-L'_s}{10}} \right] \quad (2-2)$$

donde

N_R es el ruido ambiente en dBA

L'_s es el equivalente de referencia (en dB) del trayecto de efecto local del aparato telefónico.

En la figura 2 se representa el ruido de circuito equivalente, N'_{Re} , en función del ruido ambiente.

Observación — El modelo de índice de transmisión para el equivalente de referencia y el ruido de circuito se utiliza de ordinario con

$$N'_{Re} = -62,63 \text{ dBmp} \quad (2-3)$$

Este valor se ha determinado analizando los resultados de las pruebas de conversación a partir de las cuales se formuló originalmente el modelo de índice de transmisión para el equivalente de referencia global y el ruido de circuito.

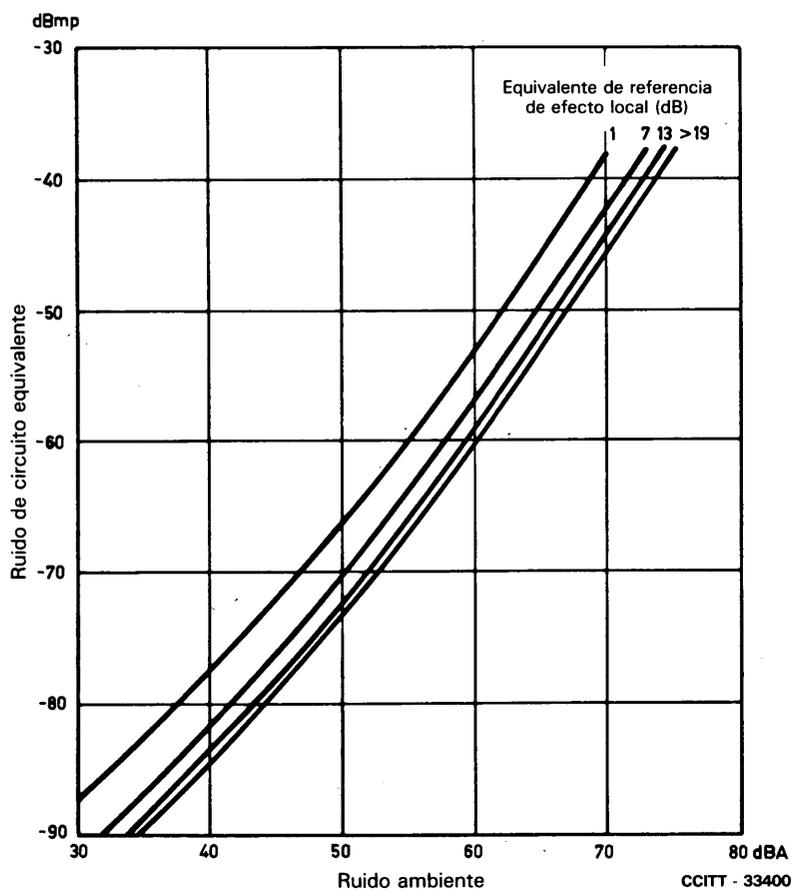


FIGURA 2
Ruido de circuito equivalente al ruido ambiente

2.3 Ruido de circuito equivalente al ruido de cuantificación

El modelo de índice de transmisión para el ruido de circuito equivalente al ruido de cuantificación N'_{Qe} (en dBmp), es

$$N'_{Qe} = V_0 + 1 - \text{SNR} \quad (2-4)$$

donde

V_0 es el nivel vocal recibido (en VU) referido a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB y

SNR es la relación señal/ruido de circuito (en dB) que se considera asegura una calidad vocal equivalente a la relación señal vocal/ruido correlacionado con la palabra, Q (en dB), determinada mediante un aparato de referencia para la producción de ruido modulado (MNRU).

Sobre la base de las pruebas realizadas en Bell Laboratories, el valor de SNR viene dado aproximadamente por

$$\text{SNR} = 2,36 Q - 8,34 \quad (2-5)$$

donde

$$N'_{Qe} = V_0 - 2,36 Q + 9,34 \quad (2-6)$$

Según una encuesta relativa al nivel telefónico realizada en 1975-1976, el nivel vocal en las conexiones nacionales del Bell System viene dado aproximadamente por:

$$V_0 = -14 - L'_e \quad (2-7)$$

A continuación se indican valores calculados de Q para pares de codecs aislados en el caso de modulación por impulsos codificados (MIC), modulación casi instantánea compansorizada (MCIC), modulación por impulsos codificados diferencial adaptable (MICDA) y modulación delta adaptable (MDA). Se aplican a los algoritmos particulares descritos en la referencia [1].

$$\text{MIC: } Q = 0,78 L - 12,9 \quad (2-8)$$

$$\text{MCIC: } Q = 0,74 L - 2,8 \quad (2-9)$$

$$\text{MICDA: } Q = 0,98 L - 5,3 \quad (2-10)$$

$$\text{MDA: } Q = 0,42 L + 8,6 \quad (2-11)$$

donde

L es la velocidad binaria de línea en kbit/s.

Para conexiones con pares de codecs en cascada, el valor total de Q puede calcularse como sigue:

$$Q = -15 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n 10^{-\frac{Q_i}{15}} \right] \quad (2-12)$$

2.4 Anchura de banda y distorsión de atenuación

El modelo de índice de transmisión para el equivalente de referencia y el ruido de circuito puede modificarse para que incluya los efectos de anchura de banda (y distorsión de atenuación). El índice de transmisión, R_{LNBW} , para el equivalente de referencia, el ruido de circuito y la anchura de banda es

$$R_{LNBW} = (R_{LN} - 22,8)k_{BW} + 22,8 \quad (2-13)$$

donde

$$k_{BW} = k_1 k_2 k_3 k_4 \quad (2-14)$$

con

$$k_1 = 1 - 0,00148 (F_l - 310) \quad (2-15)$$

$$k_2 = 1 + 0,000429 (F_u - 3200) \quad (2-16)$$

$$k_3 = 1 + 0,0372 (S_l - 2) + 0,00215 (S_l - 2)^2 \quad (2-17)$$

$$k_4 = 1 + 0,0119 (S_u - 3) - 0,000532 (S_u - 3)^2 - 0,00336 (S_u - 3) (S_l - 2) \quad (2-18)$$

y

F_l, F_u son los límites inferior y superior de la banda (en Hz) para los cuales la respuesta acústica-acústica es 10 dB inferior a la respuesta a 1000 Hz. (Para $F_u > 3200$ Hz, debe utilizarse el valor de 3200 Hz.)

S_l, S_u son los pendientes de respuesta inferior y superior dentro de la banda (en dB/octava) por debajo y por encima de 1000 Hz, respectivamente, que tendrían la misma pérdida de sonoridad que las formas de respuesta reales.

En las figuras 3 y 4 se ilustra el efecto de los límites de banda, F_l y F_u , y de las pendientes dentro de la banda S_l y S_u , sobre el factor de anchura de banda, k_{BW} .

Observación – Las funciones para el factor de anchura de banda, k_{BW} , se han seleccionado de manera que $k_{BW} = 1$ cuando $F_l = 310$ Hz, $F_u = 3200$ Hz, $S_l = 2$ dB/octava y $S_u = 3$ dB/octava.

Estas características de respuesta son representativas de las utilizadas en las pruebas destinadas a formular el modelo de índice de transmisión para el equivalente de referencia y el ruido de circuito.

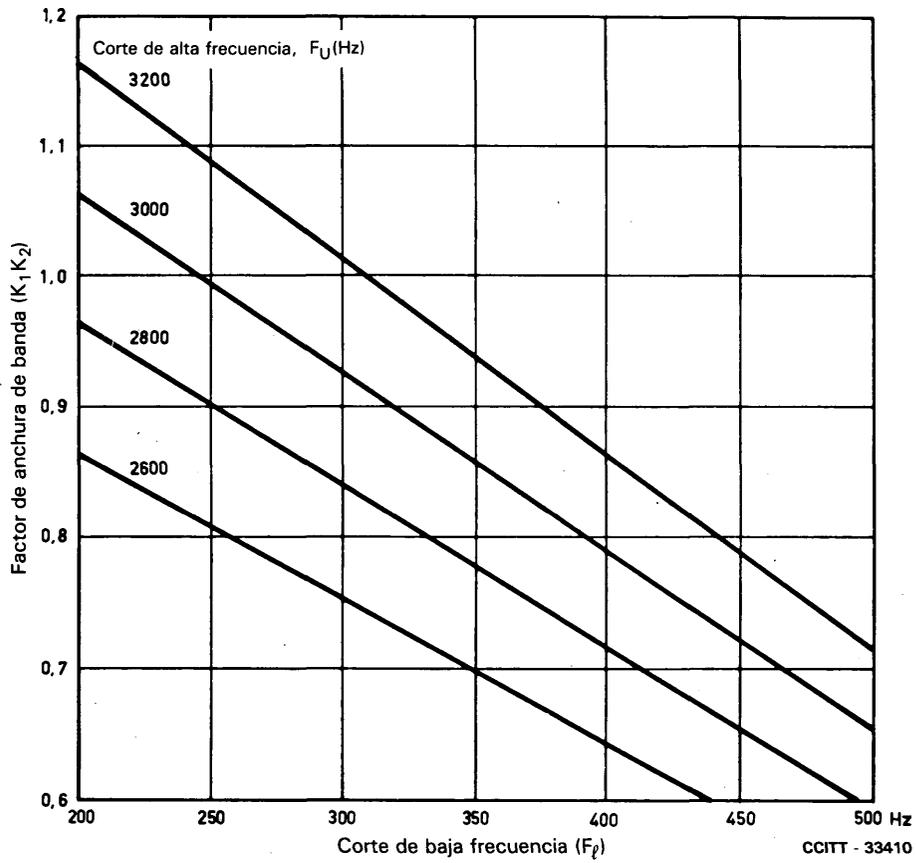


FIGURA 3
Factor de anchura de banda

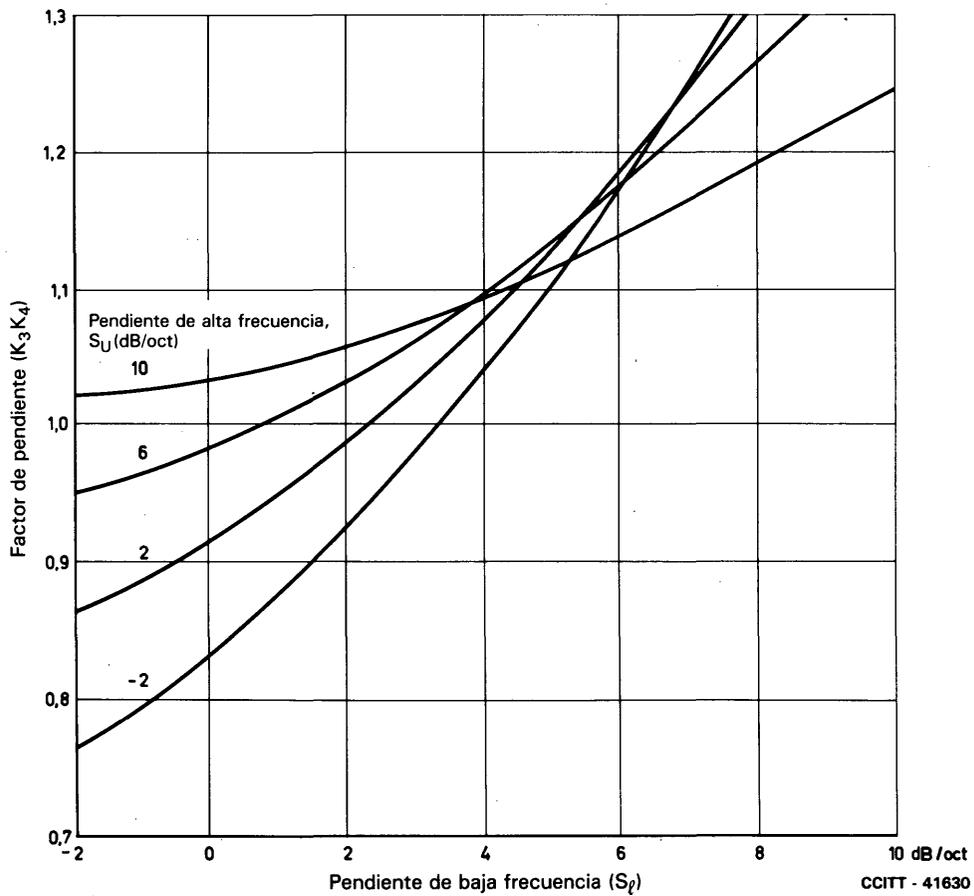


FIGURA 4
Factores de pendiente del modelo de distorsión de atenuación

2.5 Eco para la persona que escucha

El modelo de índice de transmisión relativo al eco para la persona que escucha es

$$R_{LE} = 9,3 (WEPL + 7)(D_L - 0,4)^{-0,229} \quad (2-19)$$

donde

$WEPL$ es la atenuación ponderada del trayecto de eco para la persona que escucha

$$= -20 \log_{10} \frac{1}{3200} \int_{200}^{3400} 10^{\frac{-EPL(f)}{20}} df \quad (2-20)$$

$EPL(f)$ es la atenuación del trayecto de eco (en dB) en función de la frecuencia en Hz

D_L es el retardo de ida y vuelta del trayecto de eco para la persona que escucha, en milisegundos.

En la figura 5 se muestra el índice de transmisión, R_{LE} , en función de la atenuación ponderada del trayecto de eco y del retardo del trayecto de eco para la persona que escucha.

El índice de transmisión relativo al eco para la persona que escucha, R_{LE} , puede combinarse con el índice de transmisión para el equivalente de referencia y el ruido de circuito a fin de obtener un índice de transmisión global, como sigue:

$$R_{LNLE} = \frac{R_{LN} + R_{LE}}{2} - \sqrt{\left[\frac{R_{LN} - R_{LE}}{2}\right]^2 + 13^2} \quad (2-21)$$

En la figura 6 se presentan curvas, trazadas a base de la relación anterior, del índice de transmisión en función de la atenuación ponderada del trayecto de eco para la persona que escucha y del retardo del trayecto de eco para la persona que escucha en una conexión con un equivalente de referencia global de 16 dB y un ruido de circuito de -60 dBmp.

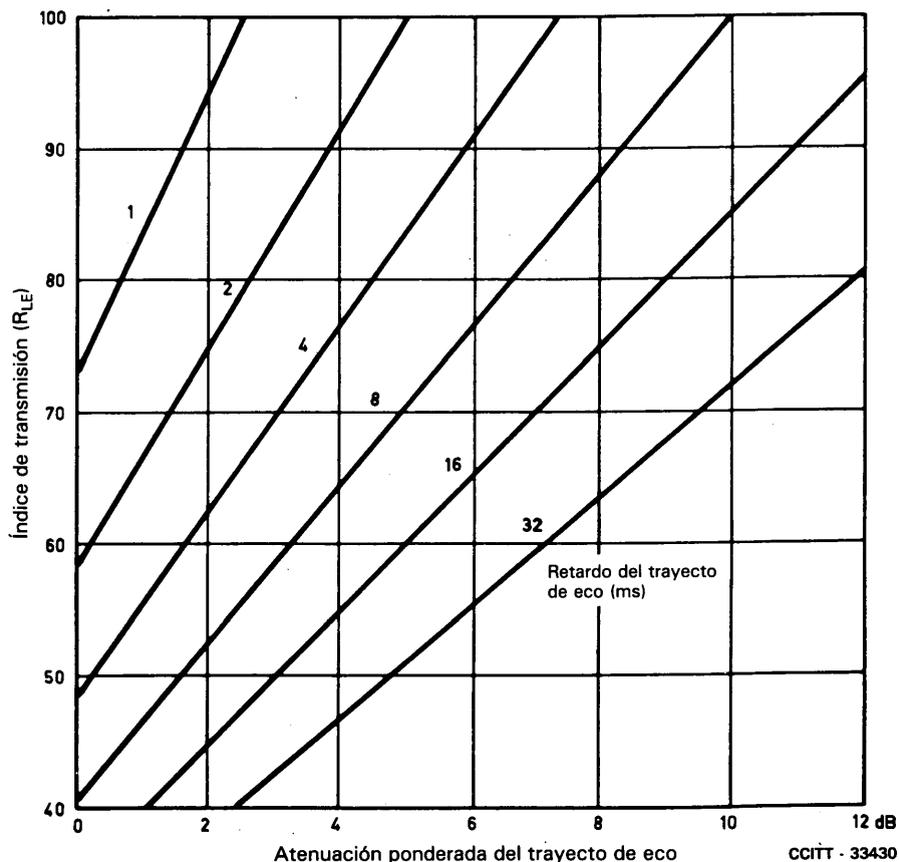


FIGURA 5

Índice de transmisión relativo al eco para la persona que escucha

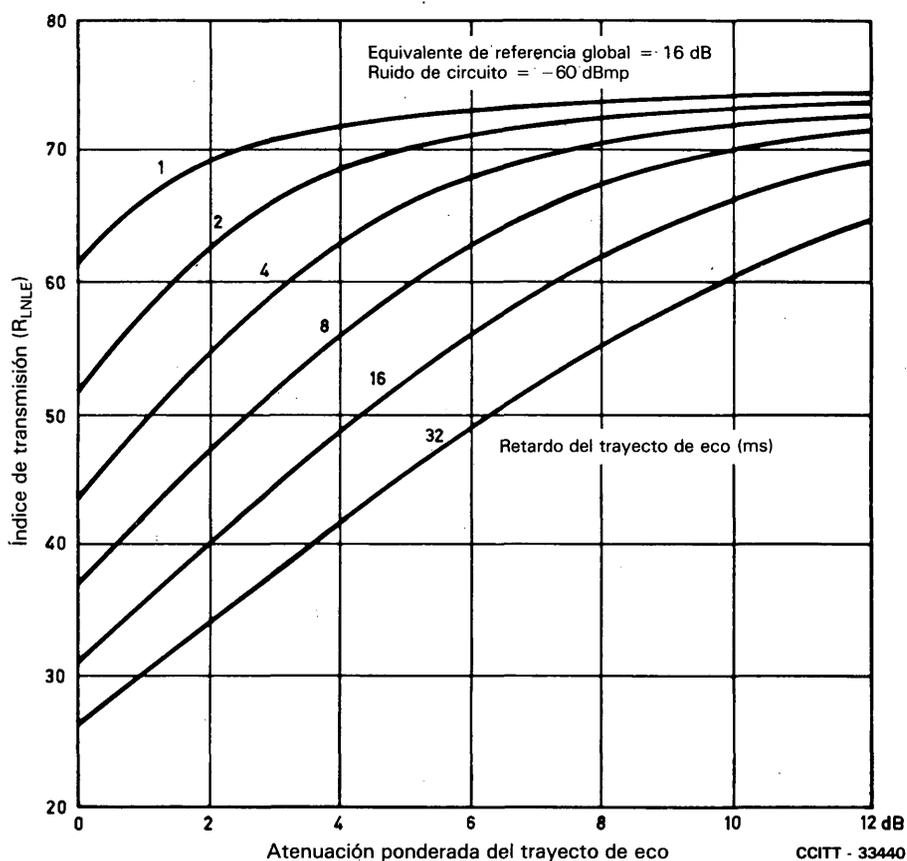


FIGURA 6
Índice de transmisión relativo a la atenuación, el ruido y el eco para la persona que escucha

2.6 Eco para la persona que habla

El modelo de índice de transmisión relativo al eco para la persona que habla es:

$$R_E = 92,73 - 53,45 \log_{10} \left[\frac{1 + D}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{480}\right)^2}} \right] + 2,277 E \quad (2-22)$$

donde

E es el equivalente de referencia (en dB) del trayecto de eco para la persona que habla

D es el retardo de ida y vuelta del trayecto de eco para la persona que habla, en milisegundos.

En la figura 7 se muestra el índice de transmisión en función de la atenuación y del retardo del trayecto de eco para la persona que habla, derivado de manera que excluya los efectos del ruido de circuito y del equivalente de referencia global. Los resultados de las pruebas relativas al eco para la persona que habla, que incluían valores seleccionados del equivalente de referencia y ruido de circuito, se transformaron en una escala de índices de transmisión utilizando el modelo R_{LN} .

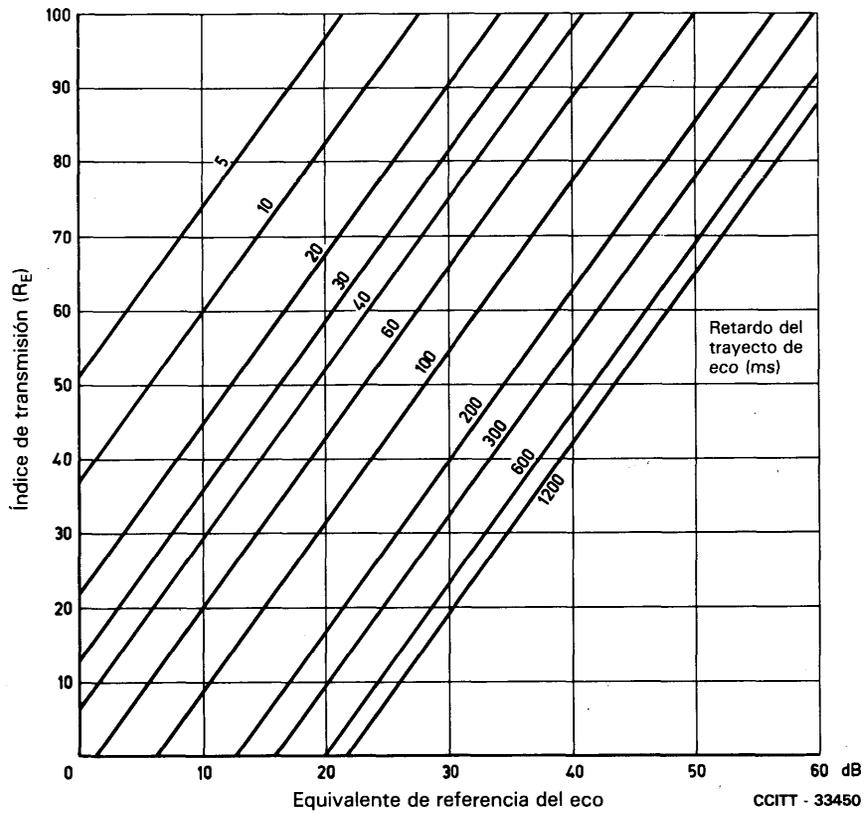


FIGURA 7
Índice de transmisión relativo al eco para la persona que habla

El modelo de índice de transmisión para los efectos combinados del equivalente de referencia global, el ruido de circuito, la atenuación del trayecto de eco y el retardo del trayecto de eco es:

$$R_{LNE} = \frac{R_{LN} + R_E}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_{LN} - R_E}{2}\right)^2 + 100} \quad (2-23)$$

En la figura 8 se muestran curvas trazadas a base de la relación anterior para el índice de transmisión en función de la atenuación y del retardo del trayecto de eco para la persona que habla en una conexión con un equivalente de referencia global de 16 dB y un ruido de circuito de -60 dBmp.

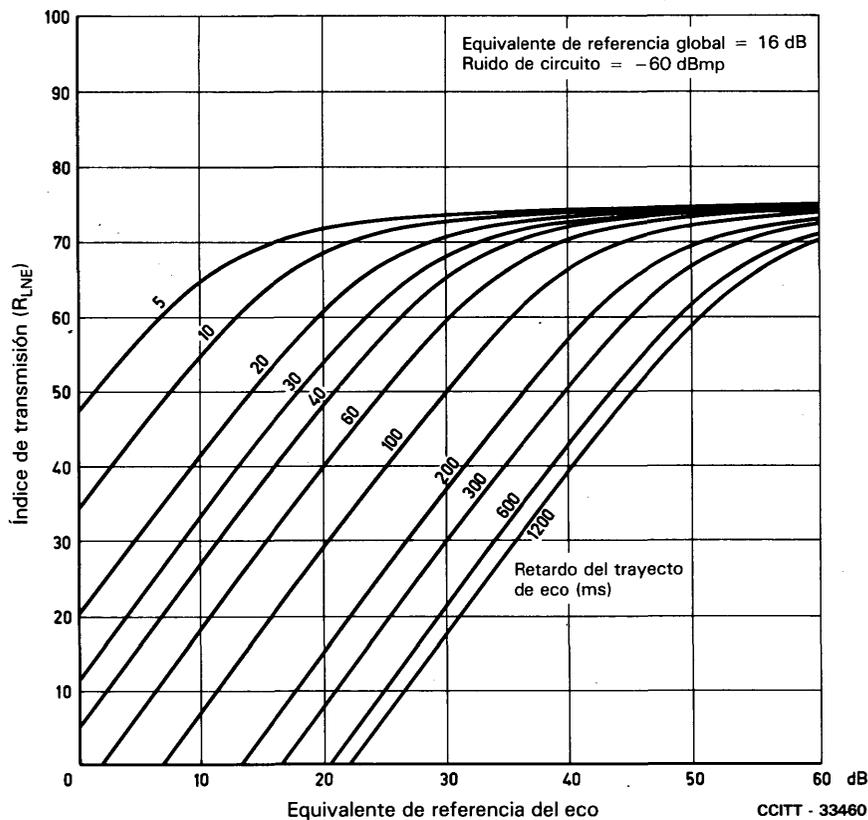


FIGURA 8
Índice de transmisión relativo al eco para la persona que habla

3 Modelos de opinión subjetiva

Se ha hallado que la opinión subjetiva, en términos de la proporción de notas en cada una de las cinco categorías (excelente, bueno, regular, mediocre, insatisfactorio) para una condición con un índice de transmisión dado, depende de diversos factores, tales como el grupo de sujetos, la gama de condiciones presentadas en la prueba, el año en que se ha realizado la prueba, y del hecho de que la prueba se haya realizado durante conversaciones en laboratorio o comunicaciones telefónicas normales. La proporción de comentarios «bueno» más «excelente» (B + E) o «mediocre» más «insatisfactorio» (M + I) puede calcularse a partir de las ecuaciones siguientes:

$$B + E = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^A e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2-24)$$

$$M + I = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_B^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2-25)$$

donde A y B tienen los valores que se indican a continuación, para las bases de datos de primordial interés.

En la figura 9 se muestra la relación entre los juicios subjetivos y el índice de transmisión para cada base de datos indicada a continuación.

Base de datos ¹⁾	A	B
Prueba de Murray Hill SIBYL, 1965	(R-64,07)/17,57	(R.51,87)/17,57
Pruebas de conversación del CCITT	(R-62)/15	(R-43)/15
Entrevistas interurbanas nacionales de AT&T	(R-51,5)/15,71	(R-40,98)/15,71

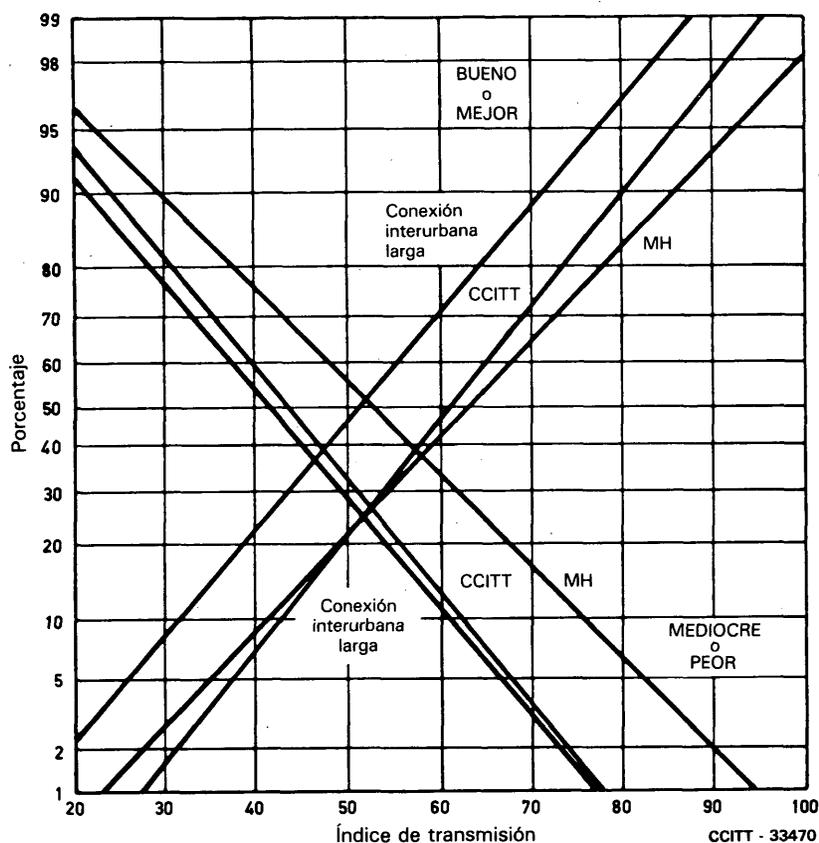


FIGURA 9
Comparación de notas de opinión en función del índice de transmisión

¹⁾ Las tres bases de datos reflejan relaciones diferentes entre la escala de índices de transmisión y los índices de opinión, determinados en las diferentes pruebas indicadas a continuación:

Prueba Murray Hill SIBYL, 1965 – Opiniones sobre llamadas comerciales reales dentro de un edificio entre empleados de Bell Laboratories.

Pruebas de conversación del CCITT – Modelo compuesto de opinión de pruebas de conversación en laboratorio, comunicado al CCITT en el periodo de estudios 1973-1976 (véase [3]).

Entrevistas interurbanas nacionales de AT&T – Opiniones expresadas por usuarios de Bell System en el curso de una entrevista después de una comunicación a través de una conexión interurbana de gran longitud.

Índices de opinión sobre degradaciones de transmisión**A.1 Introducción**

Las figuras de este anexo ilustran el efecto relativo de las degradaciones típicas de transmisión sobre los índices de opinión. Se basan en los modelos de índice de transmisión descritos anteriormente. Los índices de opinión suponen una escala de evaluación de cinco grados (excelente, bueno, regular, mediocre y malo o insatisfactorio) y los resultados se presentan en términos del porcentaje de índices «bueno o mejor» (bueno más excelente) y «mediocre o peor» (mediocre más malo). Más arriba, en el texto del presente suplemento, se consignan tres ecuaciones para la conversión del índice de transmisión en índices de opinión. El que se utiliza en este anexo es representativo de los resultados de pruebas de conversación comunicados al CCITT por varias administraciones durante el periodo de estudios 1973-1976.

A.2 Equivalente de referencia global y ruido de circuito

Los índices de opinión para los efectos combinados del equivalente de referencia global en dB y el ruido de circuito en dBmp se muestran en las figuras A-1 y A-2. El ruido de circuito está referido a la entrada de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en recepción de 0 dB. En esas figuras se supone que el ruido de circuito equivalente al ruido ambiente es de $-62,63$ dBmp y que la anchura de banda (entre frecuencias con una pérdida de 10 dB respecto a 1000 Hz) es de 310 Hz a 3200 Hz.

A.3 Ruido de cuantificación producido por procesos MIC

En las figuras A-3 y A-4 se muestran los resultados de las opiniones sobre el efecto del ruido de cuantificación producido por procesos MIC de ley A y ley μ de 7 bits y 8 bits en tándem. Estos resultados suponen un equivalente de referencia global de 16 dB y un ruido de circuito de -60 dBmp. Las hipótesis relativas al ruido ambiente y a la anchura de banda son las mismas que en el § A.2. Se supone que el nivel vocal a la salida de un aparato telefónico con un equivalente de referencia en emisión de 0 dB es de -10 VU.

A.4 Anchura de banda

En las figuras A-5 y A-6 se muestra el efecto sobre el índice de opinión en función de la anchura de banda entre frecuencias con una pérdida de 10 dB respecto a 1000 Hz. Estos resultados suponen un equivalente de referencia global de 16 dB y un ruido de circuito de -60 dBmp.

A.5 Eco para la persona que escucha

En las figuras A-7 y A-8, se muestra el efecto del eco para la persona que escucha sobre los índices de opinión. En esas figuras se ha representado el índice de opinión en función de la atenuación ponderada del trayecto de eco para la persona que escucha en dB y del retardo de ida y vuelta del trayecto de eco para la persona que escucha en milisegundos, conforme se define anteriormente. Se supone un equivalente de referencia global de 16 dB y un ruido de circuito de -60 dBmp.

A.6 Eco para la persona que habla

En las figuras A-9 y A-10 se muestran los índices de opinión para el eco para la persona que habla en función del equivalente de referencia del trayecto de eco para la persona que habla en dB y del retardo de ida y vuelta del trayecto de eco para la persona que habla en milisegundos. También en este caso se supone que el equivalente de referencia global es 16 dB y el ruido de circuitos -60 dBmp.

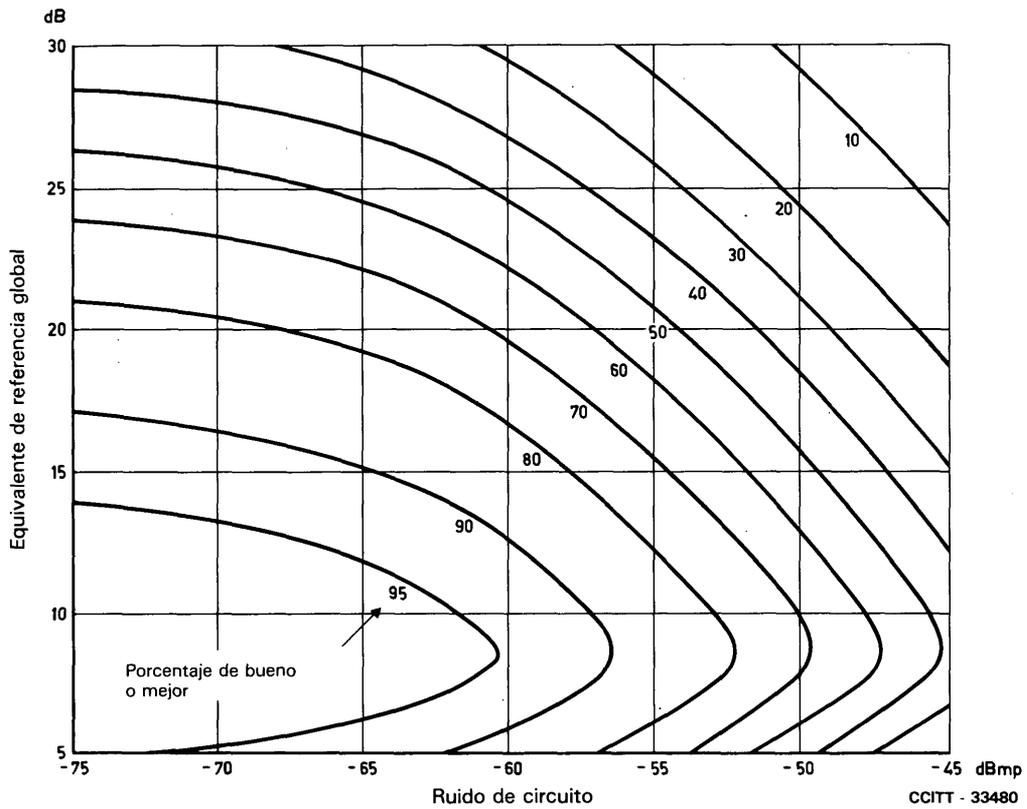


FIGURA A-1
Índice de opinión relativo al equivalente de referencia global y el ruido de circuito

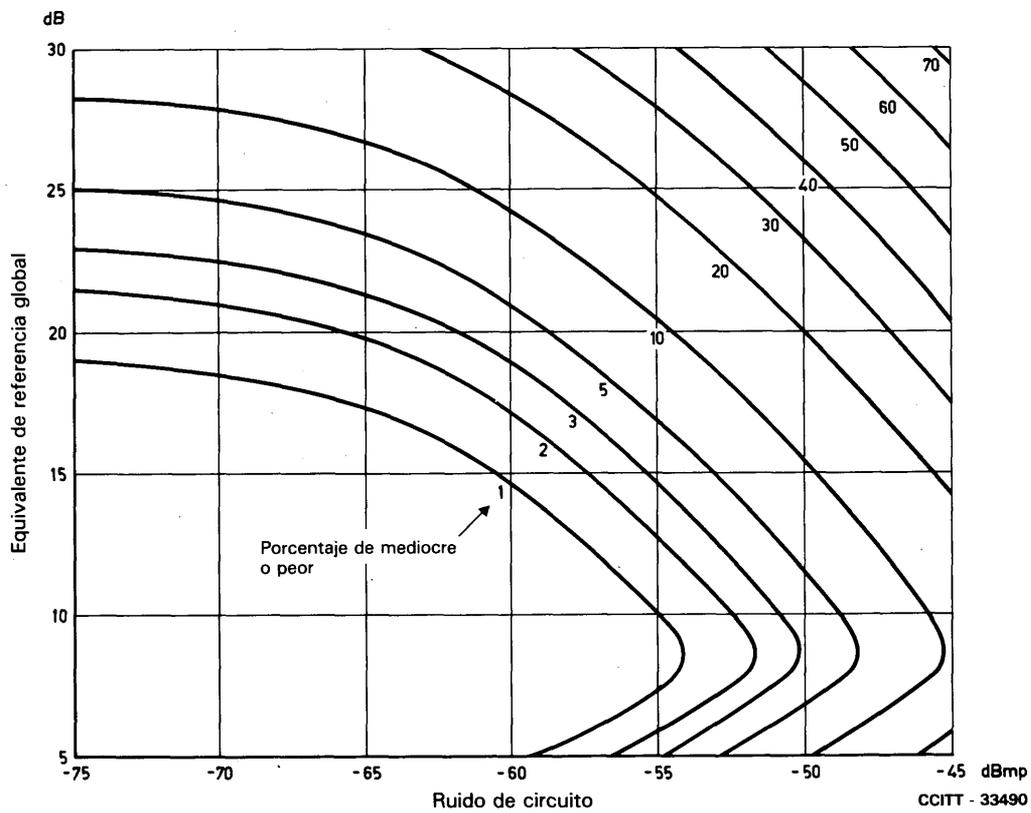


FIGURA A-2
Índice de opinión relativo al equivalente de referencia global y el ruido de circuito

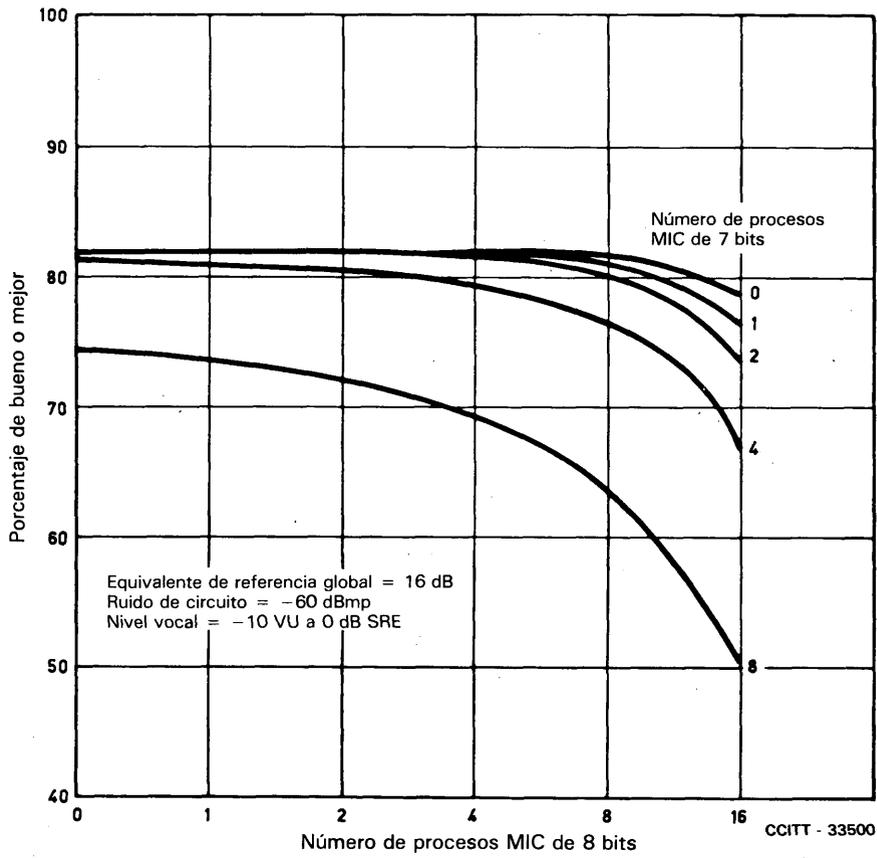


FIGURA A-3
 Índice de opinión relativo a procesos MIC en cascada

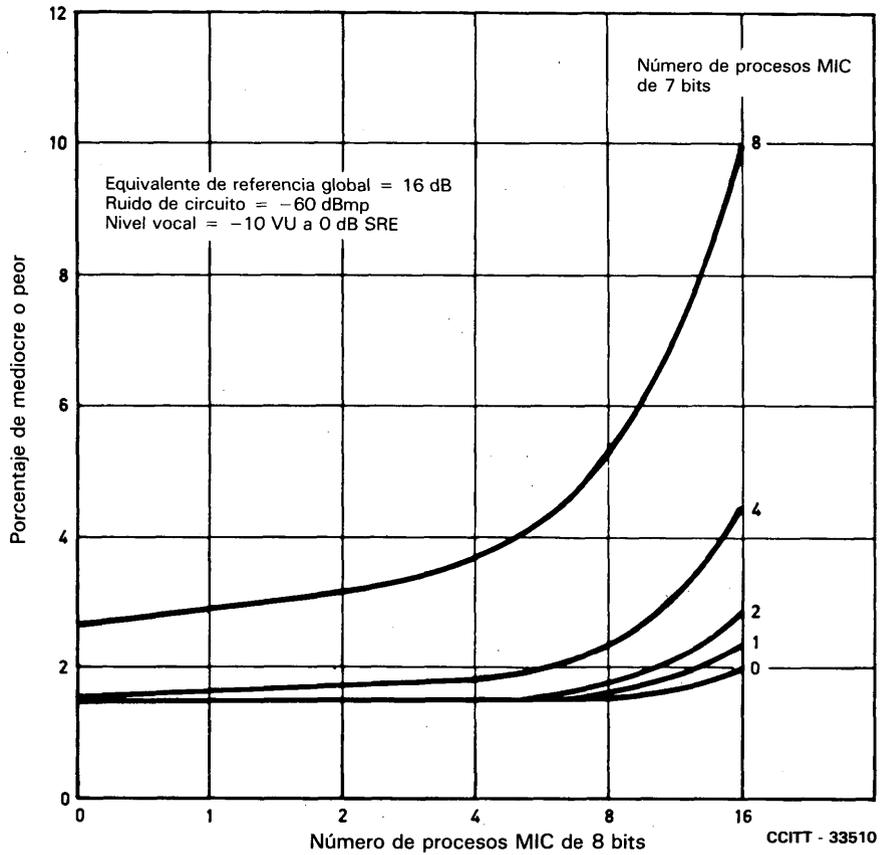


FIGURA A-4
 Índice de opinión relativo a procesos MIC en cascada

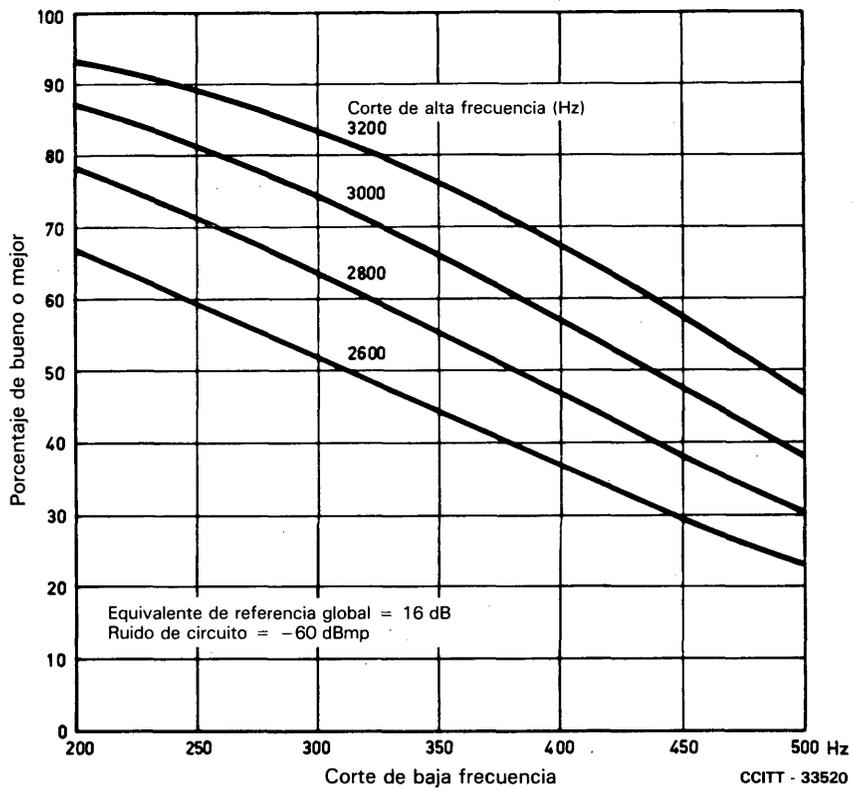


FIGURA A-5
Índice de opinión relativo a la anchura de banda

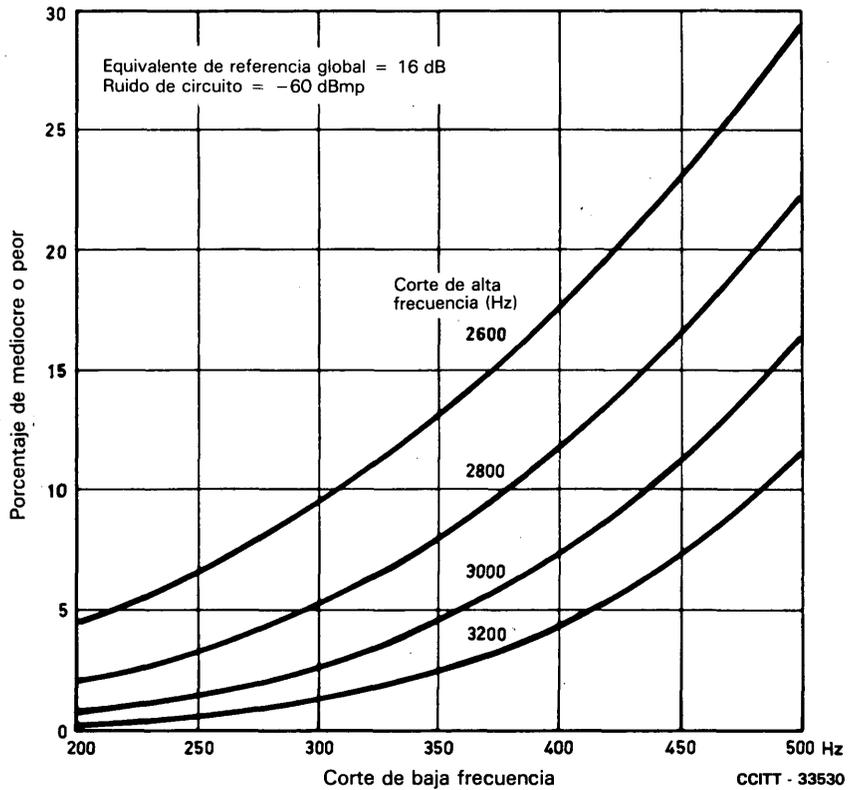


FIGURA A-6
Índice de opinión relativo a la anchura de banda

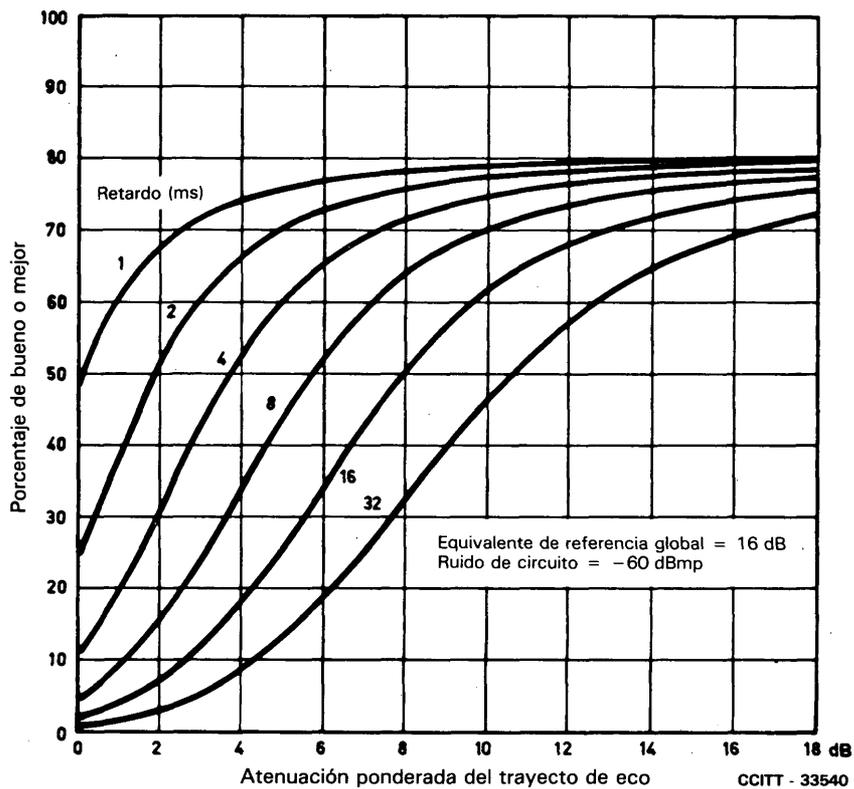


FIGURA A-7
Índice de opinión relativo al eco para la persona que escucha

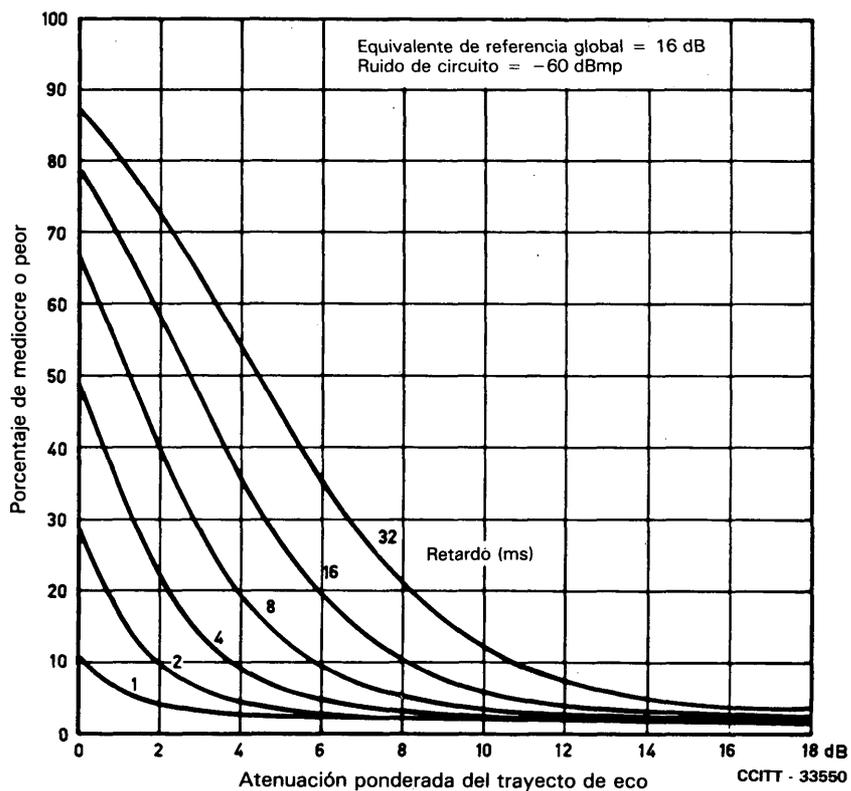


FIGURA A-8
Índice de opinión relativo al eco para la persona que escucha

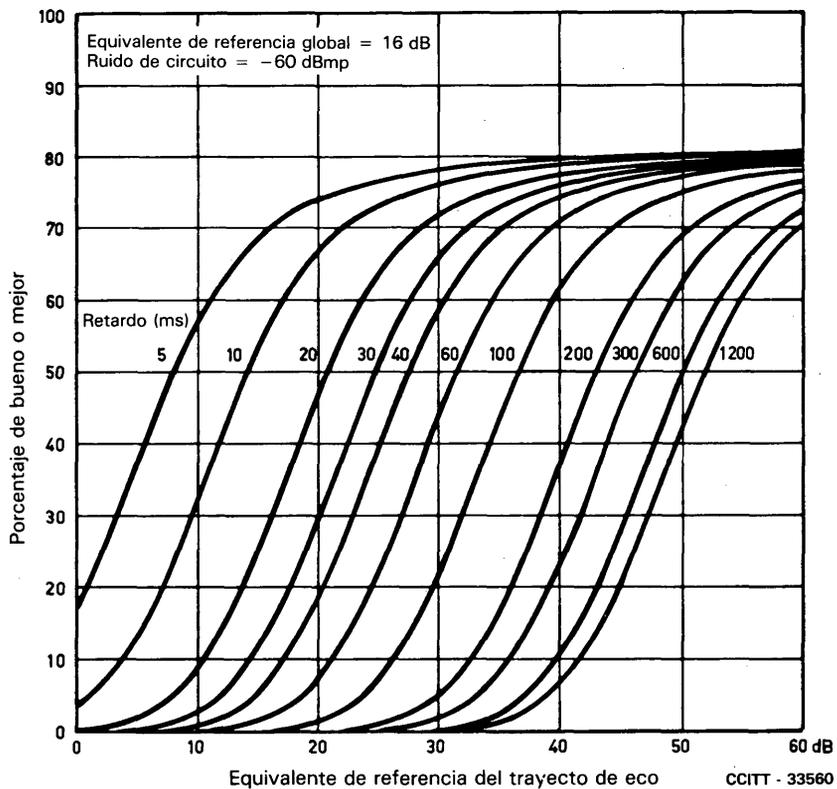


FIGURA A-9

Índice de opinión relativo al eco para la persona que habla

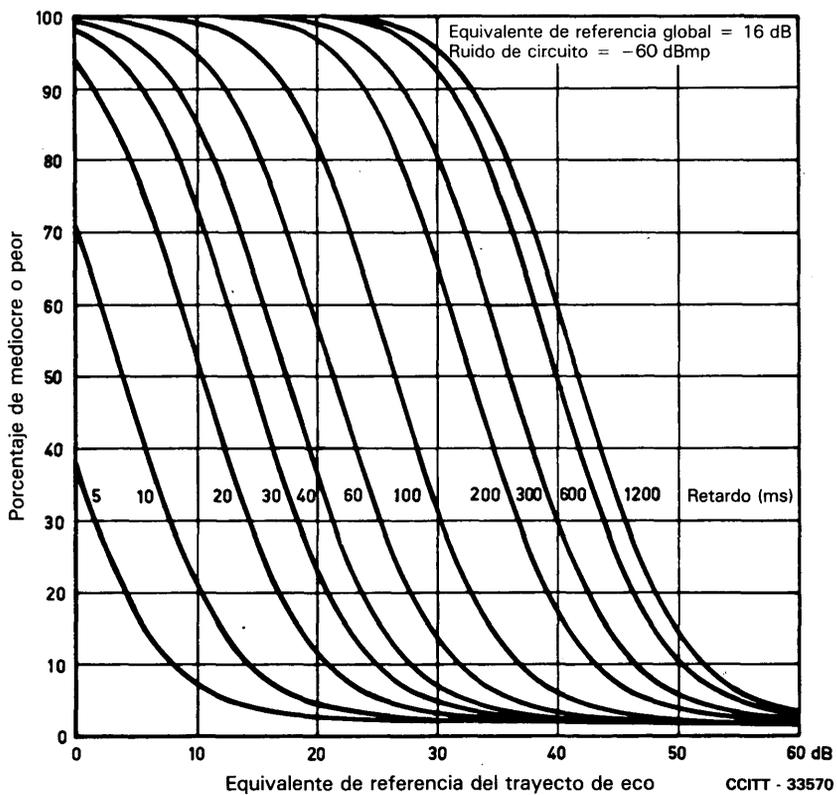


FIGURA A-10

Índice de opinión relativo al eco para la persona que habla

Referencias

- [1] DAUMER (W. R.) y CAVANAUGH (J. R.): A subjective comparison of selected digital codecs for speech, *Bell System Technical Journal*, Vol. 57, N.º 9, pp. 3119-3165, noviembre de 1978.
- [2] CAVANAUGH (J. R.) HATCH (R. W.) y NEIGH (J. L.): A model for the subjective effects of listener loss, noise and talker echo on telephone connections, *Bell System Technical Journal*, Vol. 59, N.º 6, pp. 1009-1060, julio-agosto de 1980.
- [3] CCITT – Cuestión 4/XII, anexos 2 y 3, contribución COM XII-N.º 1, del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Bibliografía

CAVANAUGH (J. R.), HATCH, R. W. y NEIGH (J. L.): A model for the effects of listener echo on telephone connections (se publicará).

SULLIVAN (J.): "A laboratory system for measuring loudness loss of telephone connections", *Bell System Technical Journal*, Vol. 50, N.º 8, pp. 2663-2739, octubre de 1971.

Suplemento N.º 4

PREDICCIÓN DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN A PARTIR DE MEDICIONES OBJETIVAS

(Ginebra, 1980)

(Citado en la Recomendación P.11)
(Contribución de la British Telecom)

Sumario

La British Telecom utiliza mucho un modelo teórico para predecir la calidad de transmisión de las conexiones telefónicas. Se describe aquí brevemente la estructura de este modelo y del programa de computador CATNAP, que abarca una forma simplificada del modelo para uso corriente, así como de medios para especificar conexiones de una manera práctica y conveniente.

1 Tipos de modelo

La Cuestión 7/XII [1] identifica dos tipos de «modelo» para la predicción de la calidad de transmisión de conexiones telefónicas completas en condiciones de conversación.

Los modelos del primer tipo, mencionados en [2] implican un tratamiento puramente empírico de observaciones básicas y podrían conducir a un conjunto de tablas, gráficos o fórmulas relativamente simples para representar la calidad de funcionamiento en función de ciertas magnitudes objetivas. En un modelo de este tipo, en el que la atención se concentra totalmente en la correspondencia entre la entrada (magnitudes objetivas) y la salida (calidad de funcionamiento apreciada subjetivamente), la *forma* de las funciones empleadas no tiene significado por sí misma. Por razones de conveniencia se busca generalmente la mayor sencillez, pero ésta se obtiene a expensas de la generalidad. La interdependencia entre diferentes factores de degradación suele ser siempre bastante difícil de tratar en todos los casos; además, este modelo, por ser puramente empírico, debe ser objeto, por lo general, de una modificación completa cuando se introduce un nuevo factor de degradación; por ejemplo, supóngase que se han establecido relaciones entre la atenuación, el ruido y la nota de opinión para una anchura de banda determinada: el cambio de la anchura de banda a un nuevo valor constante requerirá una nueva determinación de las funciones (y no un simple ajuste de la salida según un valor constante). Dicho brevemente, no cabe esperar que un modelo puramente empírico pueda alcanzar más que un éxito limitado en la predicción de la calidad de funcionamiento.

Los modelos del segundo tipo, mencionados en [3], tienen por objeto remediar estos inconvenientes haciendo que la estructura del proceso de evaluación refleje las relaciones causa-efecto que conducen de la «entrada» (propiedades de la conexión, ambiente acústico, características de la escucha por los participantes, sonidos emitidos en la conversación, sistemas de lenguaje, etc.) a la «salida» (satisfacción de los participantes o estimación de la calidad de transmisión). Este modelo es por naturaleza, más complicado y requiere más trabajo inicial de desarrollo, pero, después, puede ampliarse y aplicarse con mucha más comodidad y confianza. Seguramente los parámetros numéricos deberán revisarse cuando se disponga de una mayor cantidad de datos fiables, pero la estructura, si se ha elegido bien, sólo en raras ocasiones exigirá transformaciones importantes.

Como instrumento de investigación, este modelo es mucho más eficaz, en cuanto a su capacidad para la formulación de hipótesis a verificar, que un conjunto de fórmulas útiles, pero arbitrarias. Como instrumento de planificación o aplicación se presta muy bien a ser incorporado en un programa de computador al que podrán suministrarse, como entrada, datos fácilmente obtenibles (como atenuación y longitudes de línea).

2 Modelo y programas: SUBMOD, CATPASS Y CATNAP

El modelo aquí descrito es del tipo más fundamental. Tiene por objeto la predicción de juicios de sonoridad, notas de esfuerzo en la escucha, notas de opinión en conversación y niveles vocales a partir de información subjetiva suministrada. Está incorporado en un programa denominado SUBMOD (nemetécnico para la expresión inglesa SUBJECTIVE MODEL, modelo subjetivo) cuyo cometido consiste en cambiar los parámetros del modelo para mejorar la concordancia entre la teoría y la observación. La referencia [4] describe una antigua versión del mismo modelo.

En su estado actual de desarrollo, el modelo trata bastante bien los efectos subjetivos de la atenuación del circuito, la distorsión de atenuación en función de la frecuencia, el ruido de circuito, el ruido de cuantificación, el ruido de sala y los trayectos de efecto local para una gama relativamente amplia de valores de estas características en cualquier combinación. Puede también obtenerse una estimación aproximada de los efectos de algunos otros fenómenos, pero el modelo no los abarca aún. Hasta ahora no se ha tratado de incluir características tales como los efectos de la conmutación por la voz o la codificación de la voz y otros esquemas sofisticados que tienen por objeto reducir la velocidad de información. Véase a este respecto los grupos de factores enumerados en la Cuestión 7/XII [1].

El programa CATPASS [5] (nemetécnico para la expresión inglesa COMPUTER-AIDED TELEPHONY PERFORMANCE ASSESSMENT, evaluación de la calidad telefónica mediante computador) incorporó el mismo modelo en una realización simplificada, con parámetros fijos, así como facilidades para calcular la característica de sensibilidad en función de la frecuencia de una conexión completa constituida por una cadena de dispositivos corrientes como teléfonos, cables, puentes de alimentación, enlaces y filtros. Fue similar al sistema descrito en [6] y [7], pero el programa se organizó de una manera diferente. No obstante, CATPASS sólo podía tratar conexiones simétricas (es decir, aquellas para las cuales la transmisión, el ruido de sala, el efecto local y todas las demás características pertinentes eran iguales para ambos participantes). Este programa ha sido sustituido por otro denominado CATNAP (COMPUTER-AIDED TELEPHONE NETWORK ASSESSMENT PROGRAM, programa para la evaluación de redes telefónicas mediante computador), que incorpora una forma ampliada del modelo con parámetros fijos, lo que permite evaluar conexiones asimétricas, y contiene medios para combinar estadísticas sobre la calidad de transmisión de conjuntos de conexiones. Véase la referencia [8].

3 Situación que ha de representarse

Sean A y B dos participantes «promedio» en una conversación sostenida a través de un enlace terminado por microteléfonos instalados en salas caracterizadas por condiciones de reverberación no anormales, con niveles especificados de ruido de sala. Por «promedio» ha de entenderse que los participantes tienen características representativas de audición y de conversación y una actitud normal con respecto a los medios telefónicos, de modo que su satisfacción con el enlace de telecomunicación puede medirse mediante el valor medio de la nota de opinión en conversación (Y_C) y el porcentaje de dificultad (%D) que se obtendría en una prueba de conversación como la descrita en la referencia [9]. Y_C puede tomar cualquier valor entre 4 y 0, siendo la escala: 4 = EXCELENTE, 3 = BUENA, 2 = BASTANTE BUENA, 1 = MEDIOCRE, 0 = MALA. %D puede desde luego adoptar cualquier valor entre cero para las conexiones de mejor calidad y 100% para las de peor calidad.

Para una conexión dada, los parámetros de interés primordial son Y_C , %D y el nivel vocal, para cada participante. Sin embargo, en el curso de la evaluación se calculan otros parámetros auxiliares útiles, como los índices de sonoridad de los distintos trayectos (calculados de acuerdo con la Recomendación P.79), e Y_{LE} el valor medio de la nota de esfuerzo en la escucha que se obtendría como resultado de una prueba de apreciación de escucha realizada como se describe en [9]. En una prueba de escucha de este tipo, se transmiten por la conexión grupos de frases a un determinado nivel vocal de entrada, y el oyente emite un juicio, para un número de niveles de escucha diferentes, sobre el «esfuerzo requerido para comprender el significado de las frases», de acuerdo con la escala siguiente:

- A es posible una relajación completa; no se requiere ningún esfuerzo,
- B es necesario prestar atención; no se requiere un esfuerzo apreciable,
- C se requiere un esfuerzo moderado,
- D se requiere un esfuerzo considerable,
- E no se comprende el significado, aun con el mayor esfuerzo posible.

A las notas de la escala se atribuyen los valores siguientes: A = 4, B = 3, C = 2, D = 1, E = 0, y la media obtenida de todos los participantes se denomina nota de esfuerzo en la escucha, Y_{LE} , para cada nivel de escucha y cada condición de los circuitos.

Puede consultarse una información más detallada sobre las pruebas de conversación y de escucha en [10] y también en la referencia [9].

4 Descripción del modelo

En el modelo se introducirán los siguientes elementos:

- 1) la característica de sensibilidad en función de la frecuencia global para cada trayecto de transmisión (de la boca del locutor al oído del oyente a través de la conexión) y para el trayecto de efecto local (de la boca del locutor a su propio oído). Estas características de sensibilidad pueden ser características medidas según el método descrito en la Recomendación P.64, o calculadas como se explica en la referencia [5];
- 2) el espectro y el nivel del ruido en el oído de cada oyente; este ruido comprende el ruido producido en el circuito, el ruido de sala que llega directamente al oído del oyente y el que llega a través del trayecto de efecto local. Si no se dispone de mediciones específicas, se toman los espectros y niveles de ruido normales; por ejemplo, un ruido de sala con un espectro Hoth a 50 dBA, un ruido de circuito con espectro limitado en banda a un nivel especificado con ponderación sofométrica;
- 3) el espectro vocal medio y el umbral medio de audibilidad indicados por ejemplo en la referencia [11].

A partir de estos datos se calculan los índices de sonoridad. Para un nivel vocal fijo se evalúa Y_{LE} y se halla un valor provisional de Y_C para cada participante. Las relaciones entre Y_C y el nivel vocal en cada extremo se utilizan seguidamente para refinar los valores de ambos parámetros, de modo que las estimaciones finales representen la calidad de funcionamiento a niveles vocales de conversación que reflejen la realidad.

5 Cálculos de sonoridad y de índices de sonoridad

El modelo comienza por llevar el nivel vocal emitido por cada locutor a un valor normalizado y calcular el espectro y nivel resultantes de la palabra y el ruido en el oído del oyente. La sonoridad de la palabra recibida se calcula en función del nivel de la señal, el nivel del ruido y el umbral de audibilidad, integrados en una gama de frecuencias que va normalmente de 150 a 4500 Hz (14 bandas, estando la inferior centrada en 200 Hz y la superior en 4000 Hz). La sonoridad de la palabra transmitida por el efecto local se calcula de manera similar, pero dejándose un margen para el efecto adicional de enmascaramiento de la palabra que alcanza el oído de manera natural (a través de los trayectos aéreo y de conducción ósea). Comparando la sonoridad de la palabra transmitida por un sistema intermedio de referencia (SIR) se evalúan los índices de sonoridad de los diversos trayectos, índice de sonoridad en la emisión (SLR), índice de sonoridad en la recepción (RLR), y el índice de enmascaramiento por el efecto local (STMR) para cada extremo, así como el índice de sonoridad global (OLR) para cada sentido de transmisión.

El método se describe en la referencia [12], y no se explica aquí detalladamente. La parte del modelo relativa a la sonoridad tiene importancia por sí misma (por ejemplo para el estudio de la Cuestión 19/XII [13]), pero los índices de sonoridad sólo entran marginalmente en los cálculos subsiguientes. No obstante, el espectro vocal y el umbral enmascarado por el ruido constituyen el punto de partida para otros cálculos, además de los de sonoridad.

6 Cálculo de la nota de esfuerzo en la escucha

Esta parte de modelo tiene por objeto reproducir el resultado que se obtendría en una prueba de apreciación de escucha.

Se ha encontrado que es posible calcular Y_{LE} mediante un procedimiento similar a los que se utilizan para calcular los índices de sonoridad y las notas de apreciación de la nitidez, y que son ya bien conocidos. Se comienza por calcular una magnitud intermedia, el índice de opinión en escucha (LOI) (Listening Opinion Index), de la manera siguiente. Cada banda elemental en la gama de frecuencias contribuye al LOI en una cuantía proporcional al producto $B'_f P(Z_f)$, donde B'_f es un factor de ponderación en función de la frecuencia que expresa la importancia relativa de esa banda elemental para una comprensión sin esfuerzo, y P es una función de crecimiento aplicada al nivel de sensación Z (que ha sido evaluado ya para el cálculo de sonoridad). Los valores reales de las ponderaciones en función de la frecuencia difieren algo de los utilizados en los cálculos de sonoridad y nitidez; la función de crecimiento está limitada al intervalo de 0 a 1, como en las determinaciones de la nitidez, pero se utiliza la forma siguiente:

$$P(Z) = 10^{-\frac{Z + 3,8}{10}} \quad \text{para } Z < -11 \text{ y}$$

$$P(Z) = 1 - 10^{-\frac{-0,3(Z + 14)}{10}} \quad \text{en los demás casos.}$$

LOI es proporcional a $\int B'_f P(Z_f) df$, pero en la práctica la integral se sustituye por un sumatorio (Σ) que abarca un número de bandas (normalmente 14), dentro de cada una de las cuales puede considerarse que Z_f y B'_f son sensiblemente constantes, lo cual también se ha considerado para la evaluación de la sonoridad. La fórmula utilizada entonces es la siguiente:

$$LOI = AD \sum_i B'_i P(Z_i)$$

donde

- B'_i es la ponderación de frecuencia para la banda i -ésima (véase el diagrama de la figura 1);
- Z_i es la Z media en la banda i -ésima;
- P es la función de crecimiento adecuada (véase la figura 2);
- A es un coeficiente que depende del nivel vocal recibido, cuyo valor es 1 para pequeña gama de niveles en torno al óptimo y disminuye rápidamente fuera de esta gama (véase la figura 3);
- D es un coeficiente que depende del nivel de ruido recibido (ICN-RLR) [ICN = ruido de circuito inyectado (Injected Circuit Noise)] y cuyo valor disminuye lentamente desde 1, para niveles de ruido despreciables, hasta 0 para niveles muy altos (véase la figura 4).

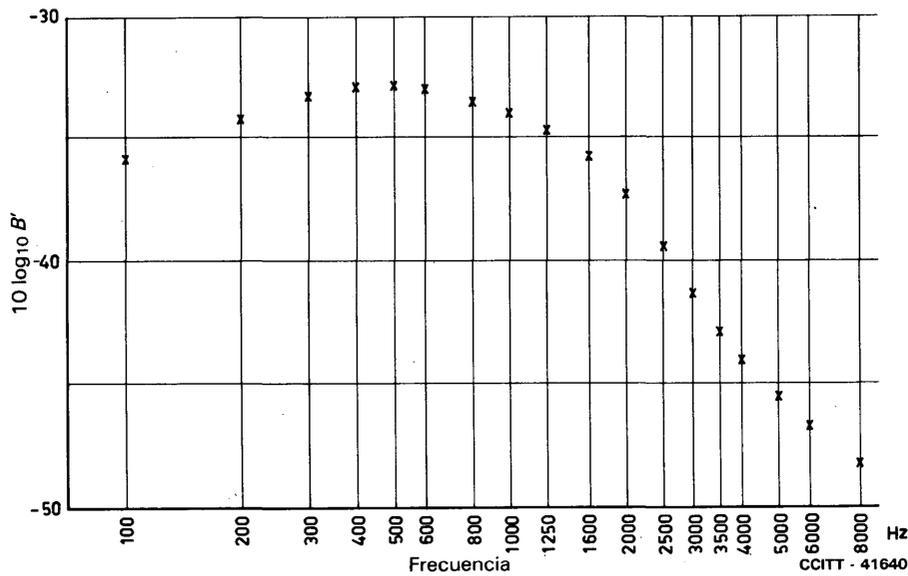


FIGURA 1

Factor de ponderación de frecuencia B' para el índice de opinión en la escucha

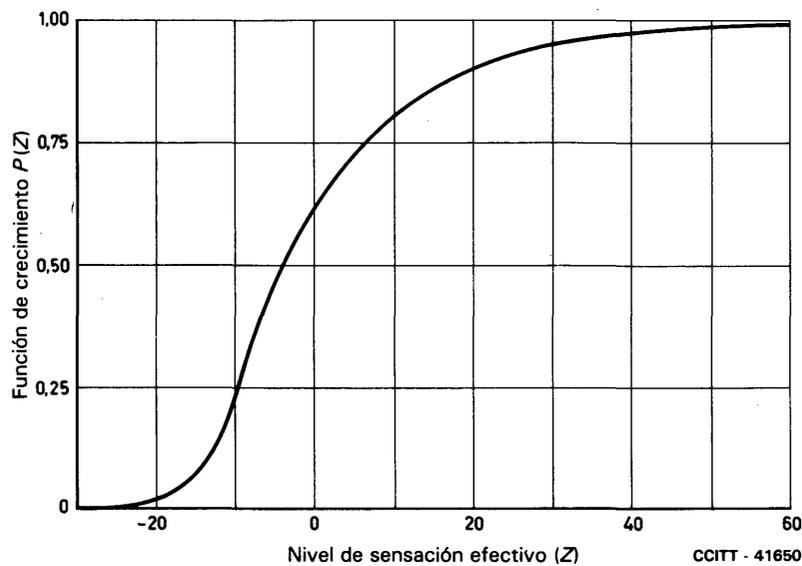


FIGURA 2

Función de crecimiento $P(Z)$

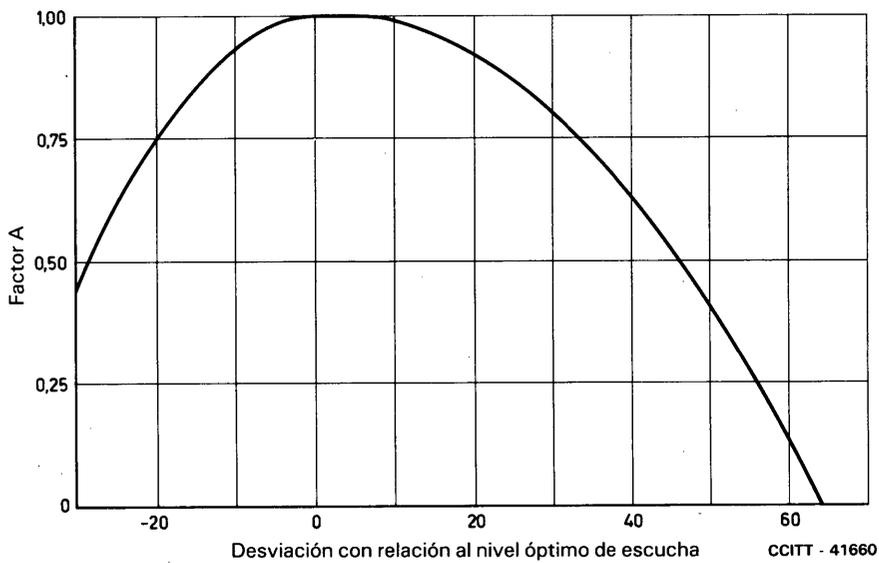


FIGURA 3
Efecto del nivel de escucha sobre el índice de opinión en la escucha

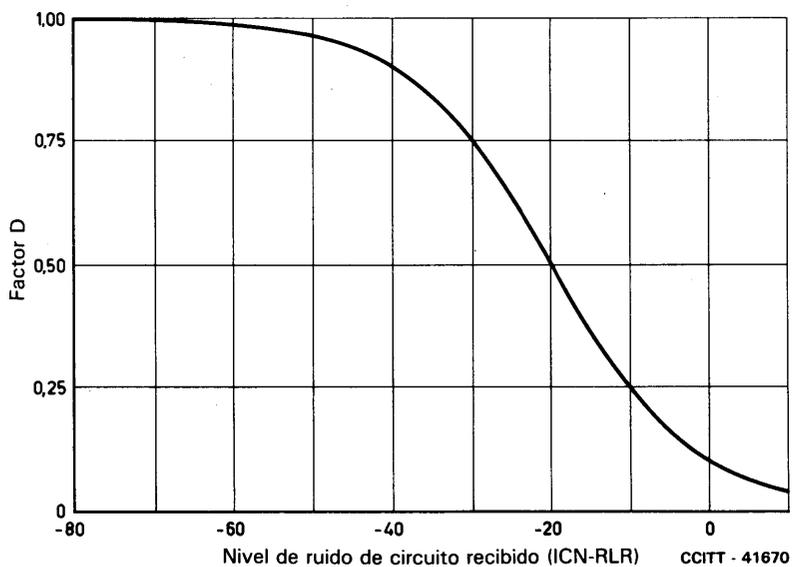


FIGURA 4
Efecto del nivel de ruido recibido sobre el índice de opinión en la escucha

Por consiguiente, el LOI sólo alcanza su valor máximo de una unidad en condiciones caracterizadas por una banda ancha, ausencia de ruido, palabra no afectada por la distorsión y nivel óptimo de escucha.

El índice de opinión de escucha, está relacionado con Y_{LE} de una manera que depende de las condiciones de transmisión a las que se han acostumbrado los oyentes por su experiencia reciente. Se ha observado que el criterio de apreciaciones de los participantes depende mucho de la condición del mejor circuito utilizado en el experimento que se está efectuando, o si se trata de comunicaciones reales, de la calidad de las mejores conexiones utilizadas normalmente. Por ejemplo, una condición de circuito que recibe una nota de casi 4 en un experimento en que dicha condición es la mejor, obtendría un nota de 3, a lo sumo, si en el mismo experimento se incluyera una condición prácticamente perfecta, y de aproximadamente 3,5 si la mejor condición en ese experimento tuviese una calidad equivalente a la mejor conexión que puede utilizarse normalmente en el sistema telefónico de la British Telecom. El parámetro LOI_{LIM} , introducido para tener en cuenta este efecto, especifica el valor de LOI que corresponde a Y_{LE} máximo; generalmente se le da un valor de 0,885 cuando las conexiones se juzgan sobre la base de la experiencia en la red telefónica de la British Telecom. La relación, es, en términos generales

$$\ln\left(\frac{Y_{LE}}{4 - Y_{LE}}\right) = 1,465 \left[\ln\left(\frac{LOI}{LOI_{LIM} - LOI}\right) - 0,75 \right]$$

esta relación se ha representado en la figura 5. Estamos ahora en el punto en que Y_{LE} se ha evaluado para cada participante en función del nivel de escucha, en particular el nivel de escucha establecido para cada participante cuando el otro habla al nivel vocal de referencia (RVL) (Reference Vocal Level), definido en [14].

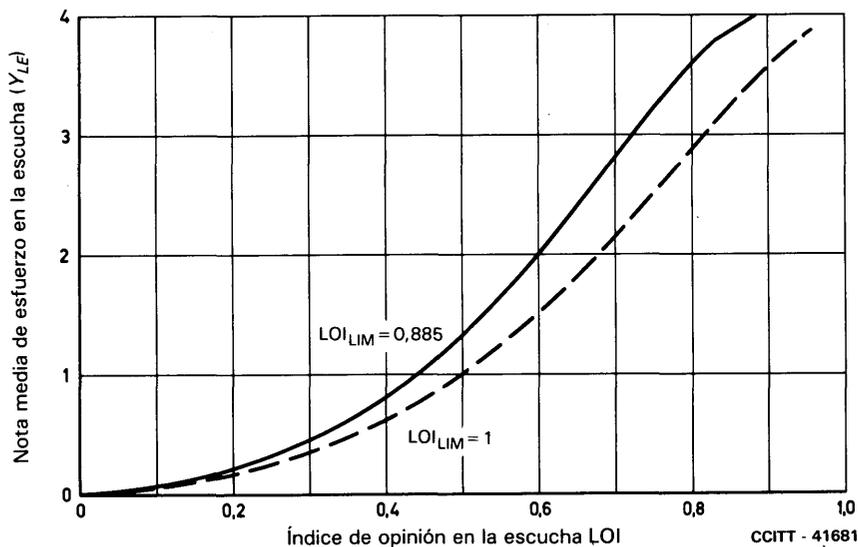


FIGURA 5

Nota de opinión en la escucha en función del índice de opinión en la escucha

7 Cálculo de la nota de opinión en conversación

Para convertir un valor de Y_{LE} , al nivel de escucha adecuado, en el valor correspondiente de la nota de opinión en conversación (Y_C) es necesario tener en cuenta las desviaciones del nivel vocal medio con respecto al RVL.

Se utiliza el símbolo V_L para designar el nivel vocal eléctrico en dBV a la salida de un extremo emisor cuando el nivel acústico a la entrada (punto de referencia boca) es RVL. Durante la conversación, en ese mismo punto habrá generalmente un nivel diferente (V_C), pues los participantes tienden a elevar la voz si la palabra recibida es débil o de calidad mediocre, y a reducirla si la palabra se recibe a un nivel alto. En otros términos: V_C en el extremo A depende de Y_{LE} en el extremo A, que depende de V_C en el extremo B, que depende Y_{LE} en el extremo B, que depende a su vez de V_C en el extremo A. Por lo tanto, existe una dependencia circular o efecto de realimentación.

Los trayectos de efecto local dan lugar a complicaciones cuando $STMR < 13$ dB (aparte de llevar ruido del ambiente al canal receptor como se ha explicado ya). En igualdad de condiciones, cada nivel vocal del locutor disminuye casi 1 dB por cada 3 dB de reducción del STMR por debajo de 13 dB, lo que, desde luego, introduce una ulterior modificación de las notas de opinión y niveles vocales en ambos extremos como consecuencia de la mencionada dependencia circular (o efecto de realimentación).

Además de esto, los niveles de efecto local muy altos resultan desagradables *per se*, sobre todo cuando la conexión es deficiente por otras razones.

Se considera que esta compleja interrelación queda expresada de una manera razonable por las siguientes ecuaciones:

$$\ln\left(\frac{Y_C}{4 - Y_C}\right) = 0,7 \left[\ln\left(\frac{Y_{LE}}{4 - Y_{LE}}\right) + 0,5 - \frac{(13 - STMR)}{20} \left(\frac{4 - Y_{LE}}{Y_{LE}}\right)^2 \right] \quad (7-1)$$

$$V_C - V_L = 4,5 - 2,1 Y_C - K(13 - STMR), \quad (7-2)$$

donde

$K = 0,3$ para $STMR < 13$ y

$K = 0$ en los demás casos.

Introduciendo en la ecuación (7-1) el valor de Y_{LE} hallado ya para el extremo A (que sería aplicable para $V_C = V_L$ en el extremo B), se obtiene una primera aproximación de Y_C , y después, a partir de la ecuación (7-2), una aproximación de V_C en el extremo A. Estos mismos cálculos se repiten con este nivel vocal y se obtiene un nuevo valor de Y_{LE} en el extremo B, y de la misma manera, una aproximación de Y_C y V_C en el extremo B. Este proceso se repite cíclicamente hasta que Y_C converja hacia un determinado valor y, al mismo tiempo, se satisfagan todas las condiciones.

La figura 6 muestra la forma de la relación resultante entre Y_{LE} e Y_C , para dos valores diferentes de STMR, teniendo V_C su propio valor.

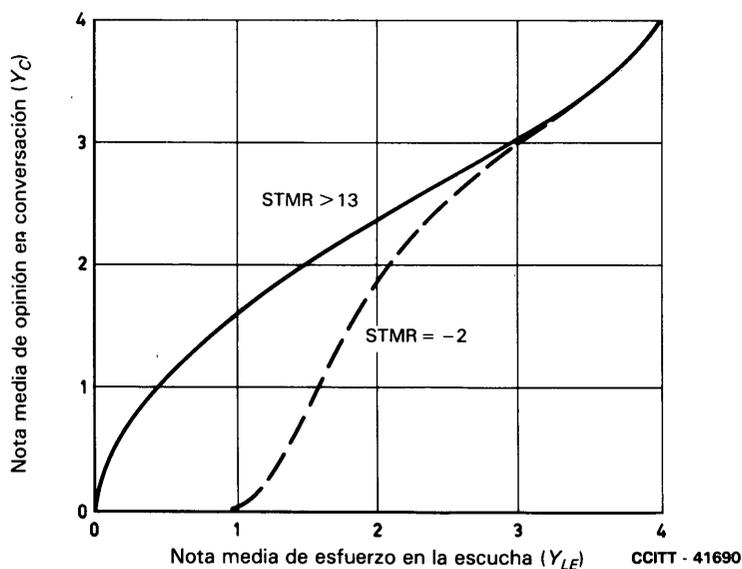


FIGURA 6

Nota de opinión en conversación en función de la nota de opinión en la escucha

8 Evaluación de otras medidas subjetivas de la calidad

Se han desarrollado relaciones para diversas dicotomías de la escala de opiniones – por ejemplo, la proporción de opiniones de valor superior a 2 (es decir, notas de «excelente» o «buena») – y para el porcentaje de respuestas positivas a la pregunta sobre las dificultades experimentadas (referencia [9]).

Por ejemplo, el porcentaje de dificultad se representa por la ecuación:

$$\ln\left(\frac{D}{1-D}\right) = -2,3 \ln\left(\frac{Y_C}{4-Y_C}\right)$$

donde $D \times 100 = \%D$.

Sin embargo, estas relaciones sólo son satisfactorias en presencia de ciertas clases de degradación, y están aún en estudio.

9 Correspondencia entre valores calculados y observados

Para conexiones simétricas, y a condición de que se excluyan los casos de niveles muy altos del efecto local y del ruido de sala, el modelo reproduce bastante bien los resultados de pruebas de conversación efectuadas en laboratorio, en el Reino Unido. En las pruebas de laboratorio más recientes se ha observado que los niveles vocales, y por tanto, las notas de opinión, tienen tendencia a ser más bajos que los observados anteriormente, pero esto no altera mucho las condiciones relativas de los circuitos. Se cree, aunque esto no haya quedado aún plenamente comprobado, que aproximadamente las mismas condiciones relativas («relatividades») son válidas para otras poblaciones de participantes (en particular, para la población constituida por los usuarios telefónicos ordinarios acostumbrados al sistema del British Telecom), si bien pudieran obtenerse notas de valores absolutos diferentes si intervienen otras poblaciones de participantes o se utilizan procedimientos experimentales diferentes.

Los resultados disponibles obtenidos en experimentos con conexiones asimétricas son relativamente pocos, pero, no obstante, revelan que las predicciones mediante el modelo acusan una divergencia demasiado grande entre los dos extremos de la conexión (especialmente con respecto a V_C , y no tan grande con respecto a Y_C). Se propone introducir una característica de realimentación para reducir las divergencias entre los dos valores de V_C , pero deberá tenerse cuidado de no reducir demasiado la divergencia de Y_C como resultado de esto. La CFR 4 del anexo A muestra un ejemplo de cálculos con el programa CATNAP para un conjunto de conexiones con pérdidas asimétricas: compárense estas predicciones con la referencia [18].

10 Inclusión de otros factores de degradación

10.1 Distorsión de cuantificación en el sistema MIC

En la referencia [15] se describe un método para tratar los efectos de la distorsión de cuantificación en sistemas MIC. Se expresa en ese trabajo que puede evaluarse un parámetro Q , relación efectiva palabra/ruido de cuantificación, expresada en decibelios, para cualquier tipo especificado de sistema MIC, en función del nivel vocal de entrada. Se ha observado que el efecto subjetivo de un valor dado de Q puede aproximarse por el de un ruido de circuito continuo con un nivel de G dB por debajo del nivel vocal, siendo

$$G = 1,07 + 0,285 Q + 0,0602 Q^2.$$

Así, para una conexión que comprenda enlaces MIC, habrá que incluir una evaluación del nivel de ruido equivalente en el proceso iterativo que determina V_C : cada aproximación sucesiva de V_C conduce a un nuevo valor de Q , el cual se utiliza a su vez para hallar un nuevo valor de G , del que se obtiene una nueva contribución al ruido de circuito que deberá tenerse en cuenta para calcular el nuevo valor de Y_{LE} . En la práctica, los efectos de estas modificaciones son despreciables, a menos que el nivel vocal a la entrada del sistema MIC descienda por debajo de -25 dBV, que el nivel de ruido de circuito en ese mismo punto sea demasiado alto, o que el nivel vocal de entrada sea tan alto (por ejemplo, superior a -5 dBV) que se produzcan limitaciones apreciables de las crestas.

10.2 Compresión-expansión (compansión) silábica

El caso de un compansor silábico 2:1 puede tratarse de una manera sencilla hallando un nivel de ruido continuo subjetivamente equivalente.

Sea S el nivel vocal a la entrada del compresor, y N el nivel de ruido (con ponderación sofométrica) producido entre el compresor y el expansor, magnitudes ambas expresadas en dB con relación al nivel no afectado. Los niveles resultantes a la salida del expansor serán entonces los indicados en el cuadro 1.

CUADRO 1

	Conversación	Ruido en presencia de conversación	Ruido en ausencia de conversación
Nivel a la entrada del compresor	S	—	—
Ganancia del compresor (dB)	-S/2	—	—
Nivel a la salida del compresor y a la entrada del expansor	S/2	N	N
Ganancia del expansor (dB)	S/2	S/2	N
Nivel a la salida del expansor	S	N+S/2	2N
Nivel en el mismo punto en ausencia del compansor (compresor-expansor)	S	N	N
Mejora	—	-S/2	-N

Obsérvese que S (señal) y N (ruido) son normalmente negativos, por lo que las mejoras son positivas. Todo ruido presente a la entrada del compresor estará presente, al mismo nivel, a la salida del expansor, y se combinará por adición de potencia con el otro ruido en el mismo punto.

La calidad subjetivamente equivalente se obtiene suprimiendo el compresor-expansor e introduciendo en su lugar un nivel continuo de ruido que satisfaga la condición:

$$\begin{aligned} \text{Mejora total} &= 1/3 (\text{mejora en presencia de conversación}) \\ &+ 2/3 (\text{mejora en ausencia de conversación}) \\ &= -S/6 - 2N/3 \end{aligned}$$

por lo tanto,

$$\begin{aligned} \text{nivel de ruido equivalente} &= N - \text{mejora} \\ &= N + S/6 + 2N/3 = S/6 + 5N/3. \end{aligned}$$

Este nivel de ruido se calcula de nuevo partiendo de V_C en cada iteración y se utiliza para calcular el siguiente valor de Y_{LE} .

10.3 Retardo y eco

La audibilidad y objetabilidad del eco puede expresarse como una función relativamente sencilla del retardo y el índice de sonoridad del trayecto de eco, pero los efectos más amplios del eco y el retardo del trayecto principal en la perturbación de la conversación sólo pueden evaluarse en los momentos actuales mediante una estimación *ad hoc* sobre la base de la calidad conocida de condiciones de circuito en partes vecinas de la gama.

10.4 Diafonía

La parte del modelo destinada a los cálculos de sonoridad puede utilizarse para estimar la audibilidad de la diafonía, para distintas atenuaciones, y, sobre esta base, determinar la atenuación necesaria para reducir la diafonía a un nivel inaudible, o aceptable.

11 Utilización práctica del modelo

En un nivel académico o de investigación, la aplicación principal de un modelo de esta clase consiste en promover la comprensión de los fundamentos de la telecomunicación por el hombre, y descubrir posibles mejoras en las técnicas de los sistemas de telecomunicación.

En un nivel práctico, la ventaja principal del modelo es la de codificar los datos conocidos sobre la calidad de las conexiones telefónicas, económicamente y sin necesidad de tabulaciones o gráficos de gran tamaño y complejidad. Para conexiones que sólo son afectadas por las degradaciones «naturales», el programa CATNAP facilita mucho la utilización del modelo para aplicaciones de rutina. El usuario de este programa no necesita tener más nociones de la teoría que el significado de los términos y símbolos utilizados, y normalmente no tiene que efectuar ninguna medición especial. Las conexiones se especifican en base de elementos y magnitudes corrientes, tales como niveles de ruido, teléfonos de determinados tipos, longitudes de cable con sus características de resistencia y capacidad por unidad de longitud (km), y atenuadores con sus atenuaciones nominales. Partiendo de estos datos, el programa efectúa todos los cálculos necesarios e imprime índices de sonoridad, niveles vocales y notas de opinión (Y_{LE} e Y_C). Puede imprimir, si así se desea, otras informaciones más detalladas.

Sería posible, desde luego, construir una gran tabla de resultados aplicable a una amplia gama de conexiones, pero esta tabla sería, o bien demasiado grande para ser práctica, o estaría limitada al hacerse determinadas selecciones arbitrarias con relación a muchas variables. Tanto en uno como en otro caso, se perdería la ventaja que ofrece el modelo: el hecho de almacenar la información con economía de codificación, y de imprimir sólo la parte requerida, cuando se desee.

El CATNAP puede utilizarse también a la inversa. Supóngase que se desea hallar el valor de cierta variable (la variable independiente) en una conexión que producirá un valor dado de una de las variables dependientes. Efectuando pasadas del programa para diferentes valores de la variable independiente, se identifica una región dentro de la cual está el valor requerido. Se puede repetir el cálculo para intervalos cada vez menores hasta que el valor requerido quede determinado con suficiente exactitud. Por ejemplo, si se mantienen constantes todas las características excepto la línea local, se puede hallar la longitud de línea (para el tipo de cable en cuestión) que producirá valores de OLR que no rebasen cierto máximo especificado, o los valores Y_C que rebasen cierto mínimo especificado. Sería posible también, desde luego, operar con dos variables independientes, pero la determinación de las combinaciones que satisficieran el criterio exigiría un trabajo tanto más complejo.

La utilidad de estos recursos es evidente.

ANEXO A

(al suplemento N.º 4)

Cálculo de la calidad de transmisión de las redes telefónicas

A.1 *Introducción*

Este anexo presenta ejemplos de resultados obtenidos mediante el modelo subjetivo incorporado en el programa CATNAP (Computer Aided Telephone Network Assessment Program; programa para la evaluación de redes telefónicas mediante computador) de la British Telecom (BT). CATNAP comprende este modelo y una sección de cálculo de transmisión que permite introducir elementos de una conexión como aspectos fácilmente identificables, por ejemplo longitudes de cable, puentes de alimentación, etc. Estos resultados son ejemplos de cálculos para diversas «conexiones ficticias de referencia» (CFR) que pudieran presentarse en la red o ser utilizadas por los proyectistas.

Los índices de sonoridad indicados se calcularon de acuerdo con la Recomendación P.79, utilizando factores de ponderación indicados en [16]. Las notas de opinión, Y_{LE} e Y_C están comprendidas en una escala de 0 a 4, que representan escalas del esfuerzo en la escucha y de opinión en conversación [9]. Los valores de corriente de línea indicados, con los resultados, fueron determinados por el programa, que elige, entre un número de corrientes de línea típicas, la que es adecuada según las características del sistema telefónico local y, sobre esa base los valores de las características del aparato telefónico que deben utilizarse. El programa da también niveles vocales para condiciones de locución controladas (V_L) y condiciones de conversación (V_C). Éstas, así como los índices de sonoridad, están referidos a los interfaces (NI y FI) señalados en las figuras.

Estos resultados se obtuvieron con el modelo en su estado actual. La investigación continúa con el objeto de mejorar la correlación entre los resultados calculados y los experimentales, lo que significa que el modelo pudiera modificarse.

A.2 *CFR 1 – Conexión establecida dentro de la propia central* (véase la figura A-1)

Esta es una conexión simétrica, con líneas de abonado de longitud promedio. La supresión del efecto local es relativamente buena, y los niveles de ruido de sala y de ruido de circuito son bajos, por lo que se obtiene una alta nota de opinión en conversación.

A.3 *CFR 2 – Comunicación nacional limitativa* (véase la figura A-2)

Estas dos CFR son simétricas y comprenden líneas locales limitativas de la BT de 1000 Ω /10 dB, enlaces locales de 4,5 dB y dos enlaces a cuatro hilos cada uno con una pérdida de 3,5 dB que constituyen los límites impuestos por el Plan de Transmisión de la BT (indicados en [17]).

La CFR 2 a) utiliza líneas locales de cobre de 0,5 mm, lo que permite una adaptación mucho mejor del efecto local que las líneas de cobre de 0,9 mm de la CFR 2 b). El cambio del nivel del efecto local (superior a 10 dB) causa una reducción de la nota de opinión en conversación de 2,1 a 1 (de bastante buena a mediocre).

A.4 CFR 3 – Comunicación de larga distancia con un enlace MIC (véase la figura A-3)

El equivalente de esta conexión ($OLR = 13,3$ dB) es mucho menor que el de la CFR 2. Las líneas locales están constituidas por cables de cobre de 0,5 mm y de longitud promedio, lo que proporciona una adaptación relativamente buena del efecto local, y, por tanto, sólo existe en este caso un enlace local. Este es un enlace MIC de 3 dB, a cuatro hilos. Este enlace se introduce en el programa como un solo elemento, caracterizado por las impedancias de terminación y de equilibrado de los equipos de terminación a dos/cuatro hilos, la atenuación adaptada en cada sentido de transmisión y el retardo de fase al recorrerse el bucle completo. El ruido de cuantificación es despreciable para los niveles vocales de entrada calculados por CATNAP para esta conexión.

La conexión es simétrica en cuanto a la pérdida de transmisión, pero una pequeña diferencia en el nivel del efecto local se ha traducido en una ligera diferencia en las notas de opinión en conversación, en los dos extremos.

A.5 CFR 4 – Asimetría de la pérdida de transmisión (véase la figura A-4)

Se efectuaron varios cálculos para esta CFR con el fin de determinar el efecto de la variación del grado de asimetría. Las curvas representadas no son curvas ajustadas, sino que se han obtenido uniendo simplemente los puntos señalados en el gráfico. Estas curvas muestran el efecto que, sobre la nota de opinión en conversación y la tensión vocal en conversación, produce la variación de la pérdida de transmisión en un sentido solamente (del extremo próximo al extremo distante). Cuando la pérdida del extremo distante al extremo próximo se mantiene constante, la opinión del abonado en el extremo próximo resulta mucho menos afectada. Las curvas de opinión revelan tendencias similares a las de los resultados obtenidos por Boeryd [18]. Sin embargo, las curvas de tensión en conversación son más divergentes, por lo que es necesario continuar la investigación en este campo.

El nivel del efecto local no resultó afectado prácticamente, por la variación de la pérdida de transmisión.

A.6 CFR 5 – Efecto del ruido de sala (véase la figura A-5)

Los cálculos efectuados para esta CFR revelan el efecto del cambio del nivel de ruido de sala en el caso en que uno de los abonados tiene un trayecto de efecto local alto (extremo próximo) y el otro un trayecto de efecto local bajo (extremo lejano). Al igual que con relación a CFR 4, la curva se ha construido uniendo simplemente los puntos obtenidos.

A.7 CFR 6 – Efecto del ruido de circuito y la limitación de banda (véase la figura A-6)

Esta es una conexión que emplea teléfonos de referencia a cuatro hilos y, por tanto, permite controlar el efecto local. El STMR se mantiene a un nivel constante de 20 dB que no sería detectado por la mayoría de los abonados.

Esta conexión puede utilizarse para estudiar los efectos de determinados factores de degradación de la transmisión que se hicieran variar independientemente. Se ha utilizado aquí para demostrar el efecto que, sobre el esfuerzo de conversación y las notas de opinión en conversación, produce el nivel del ruido inyectado en el circuito y la limitación de banda (paso bajo) para una gama de pérdidas que probablemente están presentes en las redes telefónicas.

Al igual que las curvas precedentes, éstas se han construido uniendo simplemente los puntos obtenidos, para formar una línea.

A.8 CFR 7 – Multiplicidad de cálculos con selección arbitraria de los elementos (véase la figura A-7)

El CATNAP se ha concebido para facilitar la evaluación de propuestas de redes telefónicas más bien que conexiones individuales. El programa puede realizar una multiplicidad de cálculos sobre un grupo de conexiones o sobre una conexión individual con selección aleatoria de los elementos tomados de una base de datos.

En esta CFR se efectúa una selección aleatoria de las líneas de abonado, las cuales se toman de una base de datos formada a partir de los datos obtenidos en una encuesta sobre 1800 líneas existentes. Esto permite probar la calidad de transmisión de un elemento determinado para una gama de condiciones que se presentarían en la red real. Como la encuesta refleja la distribución de las longitudes y diámetros de cable en la red real, este método de evaluación da un cuadro más exacto de la calidad de transmisión de la red existente.

Para este ejemplo sólo se han realizado algunos cálculos con el objeto de demostrar este medio, y se han impreso los resultados así obtenidos. No es práctico proceder de este modo cuando los cálculos son numerosos; en estos casos, los resultados se almacenan y pueden procesarse según se desee, por ejemplo construyendo curvas de distribución o mediante análisis estadístico.

El número de líneas y la distancia radial se han dado para los dos extremos en cada cálculo.

A.9 CFR 8 – Ejemplo de la utilización del CATNAP para satisfacer un criterio de diseño (véase la figura A-8)

Tiene por objeto presentar un ejemplo de utilización del CATNAP en el diseño de componentes de red individuales de modo que satisfagan los objetivos de diseño.

Con la introducción de teléfonos electrónicos, el diseñador tiene una mayor libertad en la elección de los valores para las características del aparato telefónico, por ejemplo, el valor de la impedancia de línea que deberá conectarse al aparato telefónico para obtener la supresión total del efecto local (Z_{so}).

Mediante un procedimiento iterativo pueden obtenerse valores preferidos para Z_{so} . Como ejemplos se han presentado cálculos realizados para un equipo BT 706 convencional y un equipo 706 en el cual se han introducido algunos valores experimentales para Z_{so} en longitudes limitativas de la BT de los cables de cobre locales de diámetros habituales, y una longitud media de cable de 0,5 mm de diámetro. Para uno de los conjuntos de valores experimentales que parecieron posibles en base de estos resultados y para un aparato 706 convencional, se efectuó una serie de 40 cálculos con selección aleatoria de las líneas locales, tomadas de la base de datos de las 1800 utilizadas para CFR 7. Los resultados se expresan en función de la media y la desviación típica de la distribución de los STMR. Estos resultados muestran que los valores experimentales dan, efectivamente, en promedio, una mejor calidad, si bien la calidad es peor en las líneas limitativas de 0,63 mm y 0,9 mm, pues éstas son menos corrientes en la red local que las de 0,5 mm.

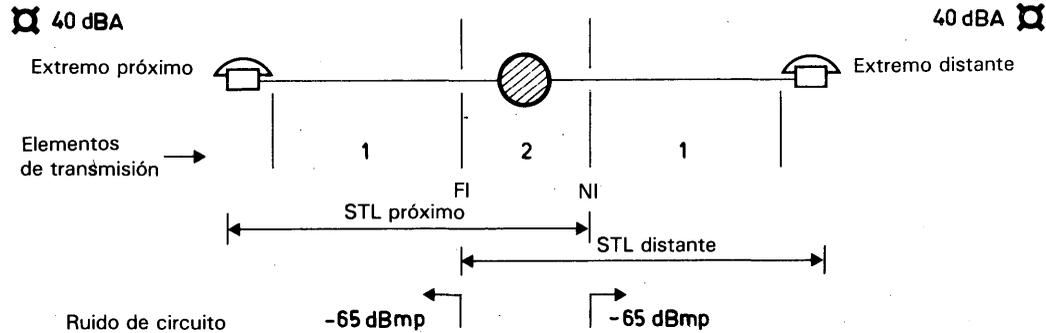
Como instrumento de diseño, el programa podría utilizarse también para verificar la mejora en la calidad de transmisión, comprobar los efectos de las tolerancias, y estudiar la posibilidad de mejorar estos valores.

A.10 CFR 9 – Efecto de la variación de la longitud de la línea (véase la figura A-9)

Esta CFR es idéntica a la CFR 2, de la que sólo se diferencia en el diámetro del cable. En este caso, se utiliza un cable de cobre de 0,63 mm cuya longitud se hace variar de 0 a 10 km, con lo que se sobrepasa la longitud limitativa (7,2 km) de la BT.

Los resultados se muestran en forma de curvas de notas de opinión en conversación, OLR, y tensión vocal en conversación en función de la longitud de la línea. Como en casos anteriores, los puntos calculados se han unido para formar una línea.

Los cálculos para esta CFR se han incluido con el objeto de presentar la utilización «inversa» del CATNAP. Los límites impuestos al OLR son conocidos (vienen dados por el plan de transmisión), por lo que estas pasadas del programa podrían utilizarse para determinar la gama de longitudes de cable que son aceptables. Como la calidad de transmisión puede calcularse en función de notas de opinión en conversación, los límites de calidad pueden expresarse también en términos de notas de opinión en conversación, lo que refleja con mayor exactitud la calidad de funcionamiento real que los límites establecidos en términos de índices de sonoridad.



CCITT - 41700

<i>Extremo próximo</i>	$IL = 64$	$IL = 64$	IL Corriente de línea (mA)
$STMR = 8,57$	$SLR = 5,10$	$SLR = 5,10$	SLR Índice de sonoridad en la emisión (dB)
$RLR = -4,71$	$OLR = 0,24$	$RLR = -4,71$	RLR Índice de sonoridad en la recepción (dB)
$Y_{LE} = 3,84$	$V_L = -17,66$	$OLR = 0,24$	OLR Índice de sonoridad global (dB)
$Y_C = 3,75$	$V_C = -22,36$	$STMR = 8,57$	$STMR$ Índice de enmascaramiento por el efecto local (dB)
$RN = 40,00$	$ICN = -65,00$	$Y_{LE} = 3,84$	Y_{LE} Nota de esfuerzo en la escucha
		$Y_C = 3,75$	Y_C Nota de opinión en conversación
		$V_L = -17,66$	V_L Tensión vocal en el interfaz (dBV) en condiciones de locución controladas
		$V_C = -22,36$	V_C Tensión vocal en el interfaz (dBV) en condiciones de conversación
		$RN = 40,00$	RN Nivel del ruido de sala (ambiente) (dBA), espectro Hoth
		$ICN = -65,00$	ICN Nivel del ruido de circuito inyectado, referido a un extremo receptor con RLR de 0 dB (dBmp)
			NI Interfaz próximo
			FI Interfaz distante
			STL Sistema telefónico local

Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

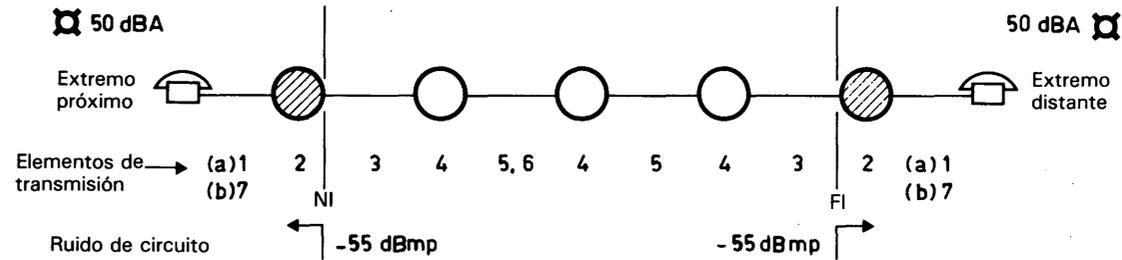
- 1 Cable no cargado, 1,6 km, 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Puente de alimentación Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)

Observación 1 – El ruido de sala tiene espectro Hoth.

Observación 2 – El OLR impreso en la columna de la izquierda es para el sentido extremo próximo – distante y el OLR en la columna de la derecha es para el sentido extremo distante – próximo.

FIGURA A-1

Conexión ficticia de referencia 1 (CFR 1). Comunicación dentro de la propia central



CCITT - 41710

Extremo próximo
 STMR = 10,19
 RLR = -0,72
 Y_{LE} = 1,94
 Y_C = 2,10
 RN = 50,00

IL = 32
 SLR = 8,56
 OLR = 25,94
 V_L = -20,74
 V_C = -21,50
 ICN = -55,00

IL = 32
 OLR = 25,94
 SLR = 8,56
 V_L = -20,74
 V_C = -21,50
 ICN = -55,00

Extremo distante
 RLR = -0,72
 STMR = 10,19
 Y_{LE} = 1,94
 Y_C = 2,10
 RN = 50,00

Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

- 1 Cable no cargado 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Puente de alimentación Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)
- 3 Enlace cargado 19,6 km de 0,9 mm, 88 mH, a 1,83 km
- 4 Puente de alimentación con transformador (50 V)
- 5 Atenuación 3,5 dB, independiente de la frecuencia, 600 Ω
- 6 Filtrado de canal de 300 a 3400 Hz, 600 Ω
- 7 Cable no cargado, 10 km de 0,9 mm (55 Ω /km, 47 nF/km)

Extremo próximo
 STMR = -0,16
 RLR = -1,30
 Y_{LE} = 1,75
 Y_C = 1,01
 RN = 50,00

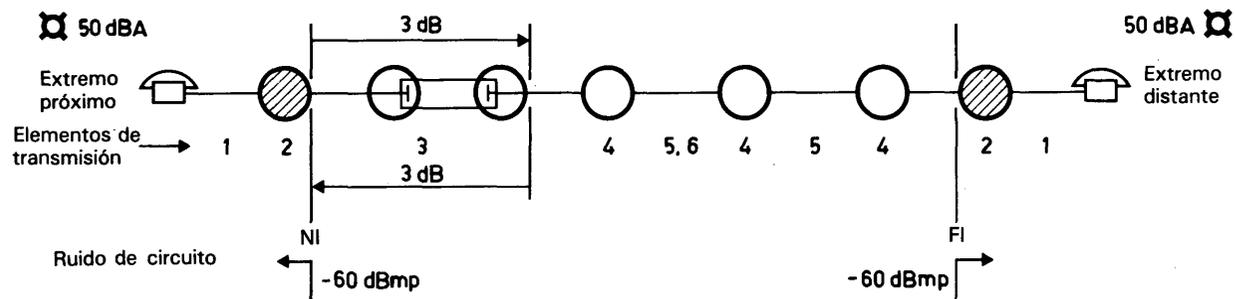
IL = 50
 SLR = 7,11
 OLR = 25,15
 V_L = -19,20
 V_C = -20,77
 ICN = -55,00

IL = 50
 OLR = 25,15
 SLR = 7,11
 V_L = -19,20
 V_C = -20,77
 ICN = -55,00

Extremo distante
 RLR = -1,30
 STMR = -0,16
 Y_{LE} = 1,75
 Y_C = 1,01
 RN = 50,00

FIGURA A-2

CFR 2 - Comunicación nacional limitativa



CCITT - 41720

Extremo próximo
 STMR = 8,67
 RLR = -4,57
 Y_{LE} = 3,36
 Y_C = 3,09
 RN = 50,00

IL = 64
 SLR = 5,24
 OLR = 13,27
 V_L = -18,10
 V_C = -21,40
 ICN = -60,00

IL = 64
 OLR = 13,27
 SLR = 5,24
 V_L = -18,10
 V_C = -21,70
 ICN = -60,00

Extremo distante
 RLR = -4,57
 STMR = 7,76
 Y_{LE} = 3,36
 Y_C = 3,11
 RN = 50,00

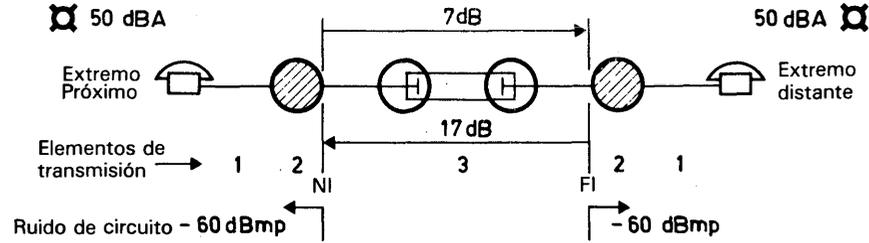
Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

- 1 Cable no cargado, 1,6 km de 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Puente de alimentación Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)
- 3 Sistema MIC 3 dB hasta 3,4 kHz, 600 Ω
- 4 Puente de alimentación con transformador (50 V)
- 5 Atenuación 3,5 dB, independiente de la frecuencia, 600 Ω
- 6 Filtrado de canal de 300 a 3400 Hz, 600 Ω

FIGURA A-3

CFR 3 – Comunicación de larga distancia con un enlace MIC



CCITT - 41730

Extremo próximo
 STMR = 12,52
 RLR = -0,72
 Y_{LE} = 2,53
 Y_C = 2,48
 RN = 50,00

IL = 32
 SLR = 8,57
 OLR = 24,66
 V_L = -20,74
 V_C = -21,60
 ICN = -60,00

IL = 32
 OLR = 14,66
 SLR = 8,57
 V_L = -20,74
 V_C = -23,26
 ICN = -60,00

Extremo distante
 RLR = -0,72
 STMR = 12,52
 Y_{LE} = 3,41
 Y_C = 3,27
 RN = 50,00

Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

- 1 Cable no cargado, 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Puente de alimentación Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)
- 3 Sistema MDF, pérdida como se indica, hasta 3,4 kHz, 600 Ω

Los resultados indicados en las curvas mostradas siguientes fueron obtenidos para la misma conexión haciéndose variar la pérdida del extremo próximo al extremo distante, en el sistema MDF, de 2 dB a 32 dB. La pérdida del extremo distante al próximo se mantuvo constante en 17 dB.

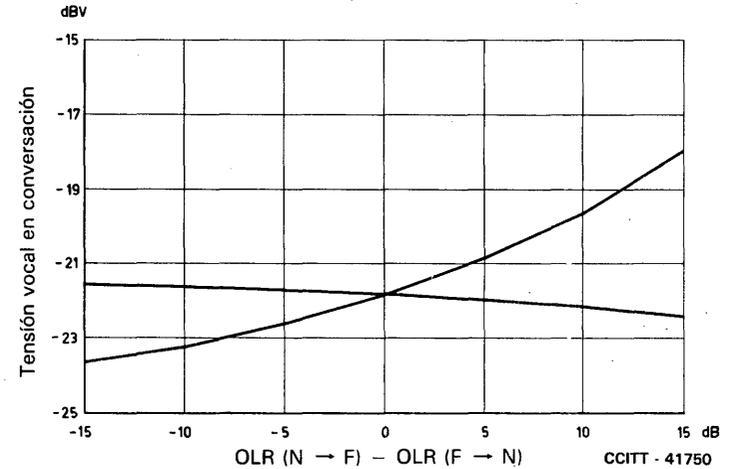
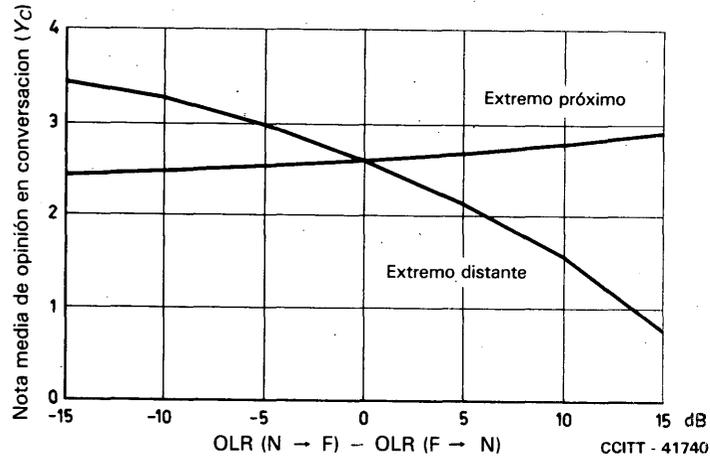
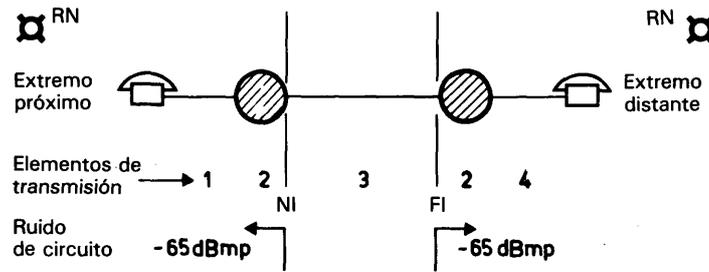


FIGURA A-4

CFR 4 - Efecto de la asimetría de la pérdida de transmisión



CCITT - 41760

Extremo próximo
 STMR = 0,20
 RLR = -1,31
 Y_{LE} = 2,50
 Y_C = 2,43
 RN = 40,00

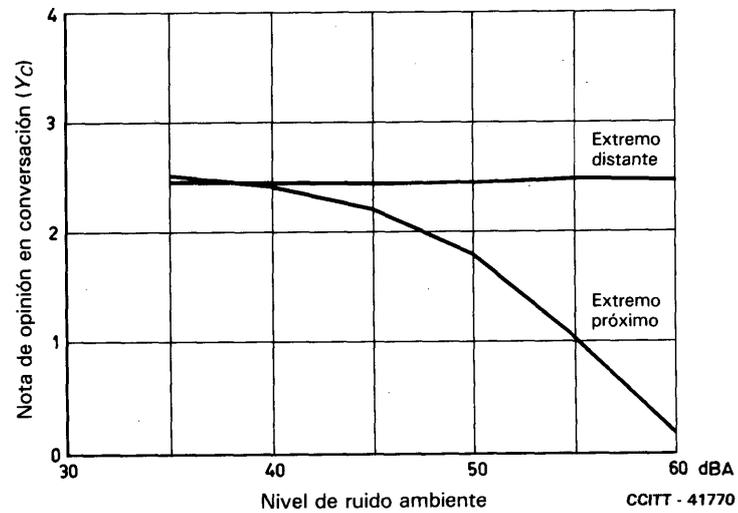
IL = 50
 SLR = 7,10
 OLR = 26,85
 V_L = -19,19
 V_C = -23,63
 ICN = -65,00

IL = 32
 OLR = 26,01
 SLR = 8,57
 V_L = -20,74
 V_C = -21,52
 ICN = -65,00

Extremo distante
 RLR = -0,72
 STMR = 12,61
 Y_{LE} = 2,72
 Y_C = 2,46
 RN = 40,00

Elementos de transmisión

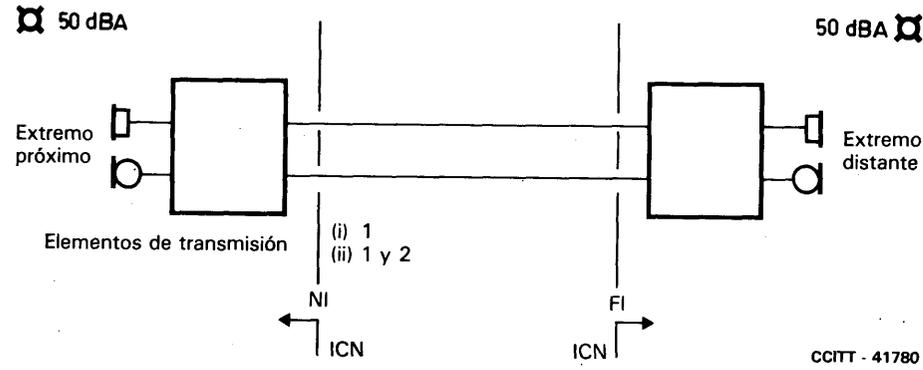
Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT
 1 Cable no cargado, 10 km de 0,9 mm (55 Ω/km, 47 nF/km)
 2 Puente de alimentación Stone (2 × 200 Ω, 2 + 2 μF, 50 V)
 3 Atenuación 20 dB, independiente de la frecuencia, 600 Ω
 4 Cable no cargado, 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω/km, 47 nF/km)



CCITT - 41770

FIGURA A-5

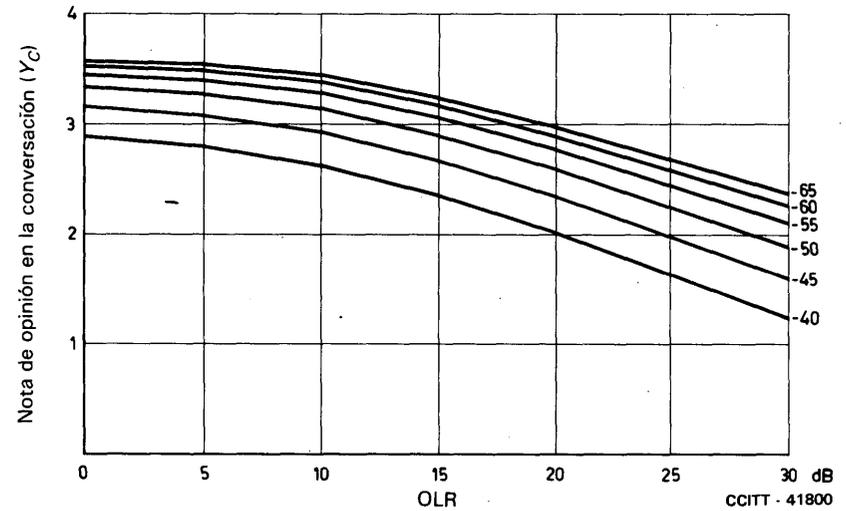
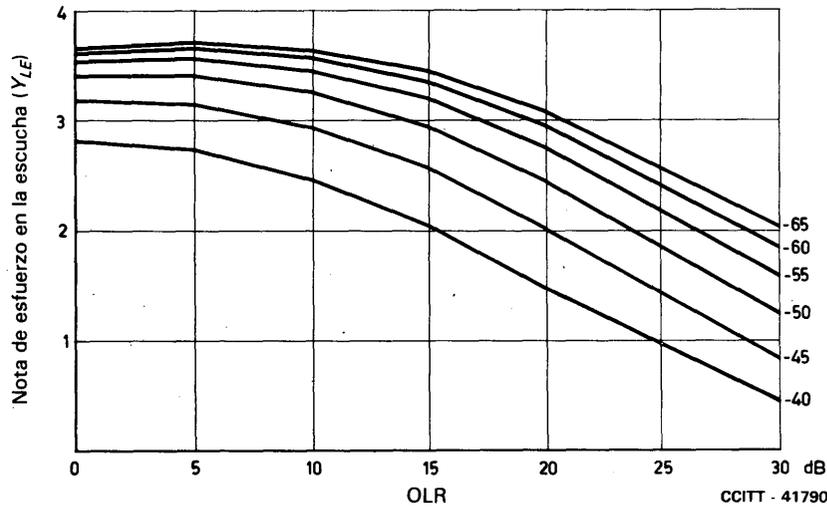
CFR 5 - Efecto del nivel de ruido ambiente



Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son sistemas intermedios de referencia (véase la Recomendación P. 48) con un trayecto de efecto local de STMR = 20 dB.

- 1 Atenuación 0-30 dB, independiente de la frecuencia, 600 Ω
- 2 Filtrado 600 Ω, a) 0-3,75 kHz
b) 0-3,25 kHz
c) 0-2,75 kHz

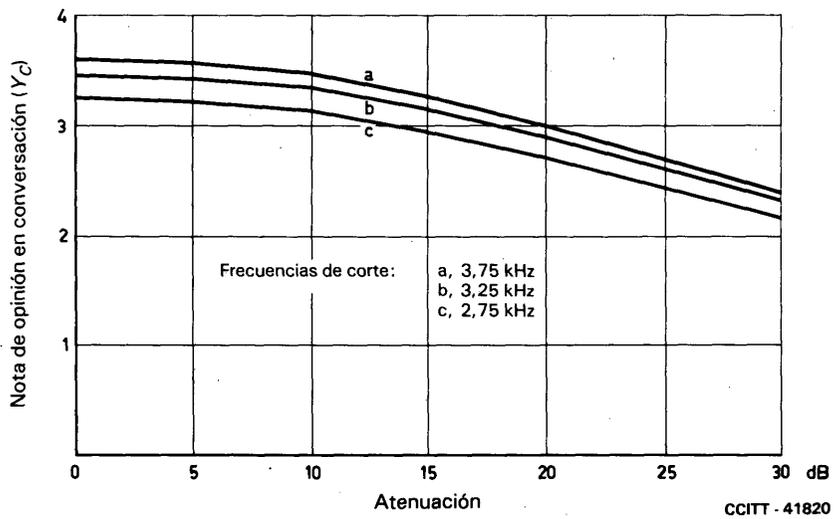
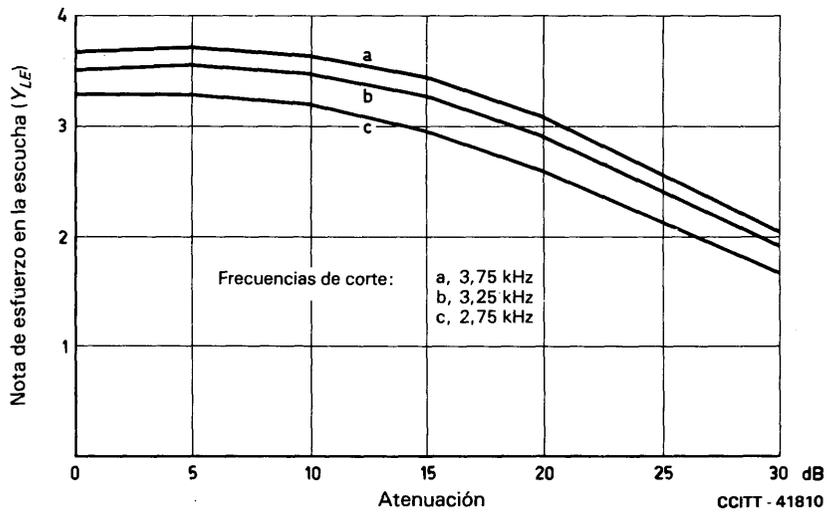


Observación - Estas curvas muestran el efecto que sobre Y_{LE} e Y_C produce el cambio del nivel del ruido de circuito inyectado, de -65 dBmp a -40 dBmp, con relación a un RLR de 0 dB.

a) Efecto del nivel de ruido inyectado y del equivalente sobre la nota de esfuerzo en la escucha y la nota de opinión en conversación

FIGURA A-6

CFR 6 - Efecto del nivel de ruido de circuito inyectado y de la limitación de banda

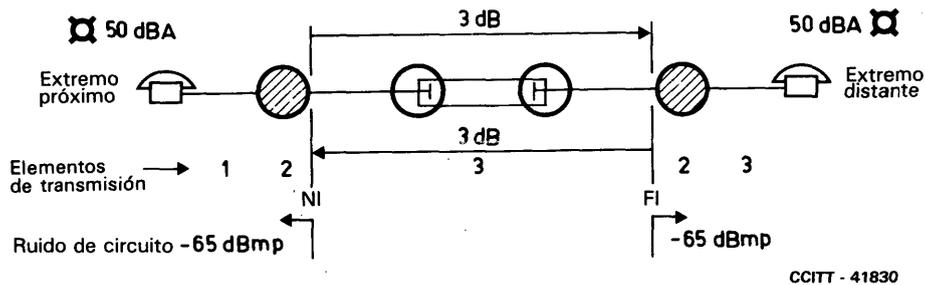


Observación – Estas curvas muestran el efecto de la limitación de banda mediante filtros paso bajo ideales.

b) Efecto de la limitación de banda (paso bajo) y de la atenuación en las notas de esfuerzo en la escucha y de opinión en conversación

FIGURA A-6 (fin)

CFR 6 – Efecto del nivel de ruido de circuito inyectado y de la limitación de banda



Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

- 1 Línea: Selección aleatoria de una línea tomada de una muestra de 1800 líneas de abonado existentes
- 2 Puente de alimentación Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu F$, 50 V)
- 3 Sistema MIC, 600 Ω , 3 dB
- 4 Línea: Selección aleatoria de una línea tomada de una muestra de 1800, como en 1 más arriba

Línea 43 (1,3 km)		Línea 121 (0,9 km)	
<i>Extremo próximo</i>	<i>IL</i> = 64	<i>IL</i> = 64	<i>Extremo distante</i>
STMR = 9,83	SLR = 5,74	OLR = 4,71	RLR = -4,07
RLR = -4,07	OLR = 4,71	SLR = 5,74	STMR = 7,73
Y_{LE} = 3,71	V_L = -18,56	V_L = -18,59	Y_{LE} = 3,71
Y_C = 3,52	V_C = -22,40	V_C = -23,08	Y_C = 3,52
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00

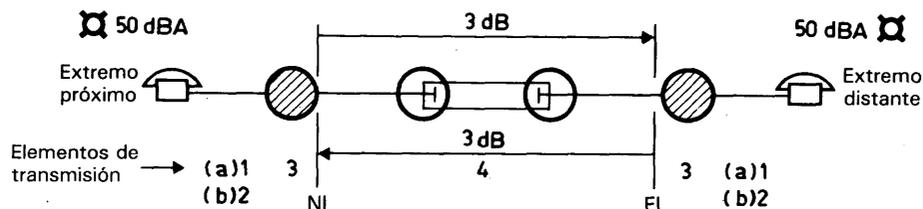
Línea 731 (0,3 km)		Línea 87 (0,5 km)	
<i>Extremo próximo</i>	<i>IL</i> = 75	<i>IL</i> = 64	<i>Extremo distante</i>
STMR = 6,84	SLR = 4,56	OLR = 2,55	RLR = -5,05
RLR = -5,42	OLR = 2,40	SLR = 4,76	STMR = 7,17
Y_{LE} = 3,71	V_L = -16,97	V_L = -17,65	Y_{LE} = 3,71
Y_C = 3,53	V_C = -21,72	V_C = -22,31	Y_C = 3,53
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00

Línea 4 (2,0 km)		Línea 776 (0,9 km)	
<i>Extremo próximo</i>	<i>IL</i> = 50	<i>IL</i> = 75	<i>Extremo distante</i>
STMR = 4,25	SLR = 4,25	OLR = 2,32	RLR = -5,05
RLR = -4,27	OLR = 3,70	SLR = 4,92	STMR = 7,11
Y_{LE} = 3,71	V_L = -17,44	V_L = -17,33	Y_{LE} = 3,69
Y_C = 3,51	V_C = -22,94	V_C = -21,96	Y_C = 3,51
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00

Línea 1018 (2,2 km)		Línea 1647 (2,5 km)	
<i>Extremo próximo</i>	<i>IL</i> = 50	<i>IL</i> = 40	<i>Extremo distante</i>
STMR = 6,56	SLR = 3,67	OLR = 4,71	RLR = -1,94
RLR = -4,83	OLR = 4,94	SLR = 6,73	STMR = 8,01
Y_{LE} = 3,66	V_L = -16,76	V_L = -19,08	Y_{LE} = 3,70
Y_C = 3,46	V_C = -21,47	V_C = -23,44	Y_C = 3,50
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00

FIGURA A-7

CFR 7 – Ejemplo con selección aleatoria de líneas de abonado



CCITT - 41840

Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT con los valores de Z_{so} modificados en la forma requerida

- 1 Cable no cargado. Como el especificado más abajo
- 2 Línea: Selección aleatoria de una línea tomada de una muestra de 1800 líneas de abonado existentes
- 3 Puente de alimentación Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu F$, 50 V)
- 4 Sistema MIC 600Ω , 3 dB

CUADRO 1

Valores de STMR (dB) para líneas especificadas (conductores de cobre)

Z_{so}	1,6 km 0,5 mm (mediana)	5,9 km	3,7 km	7,2 km	10 km
		0,5 mm	0,4 mm	0,63 mm	0,9 mm
		← (limitativa) →			
706	8,5	11,1	2,8	7,7	0,2
Conjugada de la entrada Z	0,8	0,3	-0,1	-0,8	-1,2
600 Ω	6,6	-1,5	-1,7	-2,6	-3,4
Valores sugeridos	10,0	10,9	8,4	3,2	-2,0

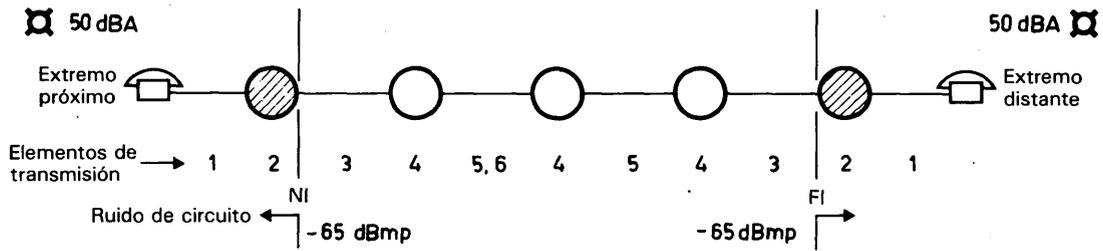
CUADRO 2

Distribución de STMR para una muestra de 40 líneas con un aparato standard 706 y los valores sugeridos de Z_{so}

Z_{so}	Media	Desviación típica	Valor máximo	Valor mínimo
706	8,3	$\pm 2,4$	11,9	4,1
Valores sugeridos	11,0	$\pm 2,2$	15,5	3,4

FIGURA A-8

CFR 8 – Ejemplo de la utilización del CATNAP para un diseño



CCITT - 41850

Elementos de transmisión

Los aparatos telefónicos son del tipo N.º 706 de la BT

- 1 Cable no cargado, 0 a 10 km de 0,63 mm (109 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Puente de alimentación Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu\text{F}$, 50 V)
- 3 Enlace cargado (19,6 km de 0,9 mm, 88 mH, 1,83 km)
- 4 Puente de alimentación por transformador (50 V)
- 5 Atenuación, 3,5 dB, independiente de la frecuencia, 600 Ω
- 6 Filtrado de canal de 300 Hz a 3400 Hz, 600 Ω

Los resultados se indican en las curvas adjuntas

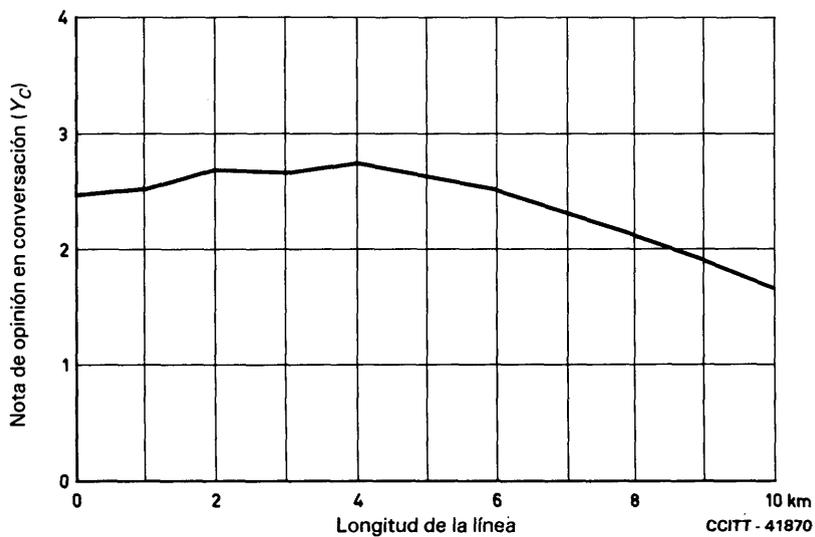
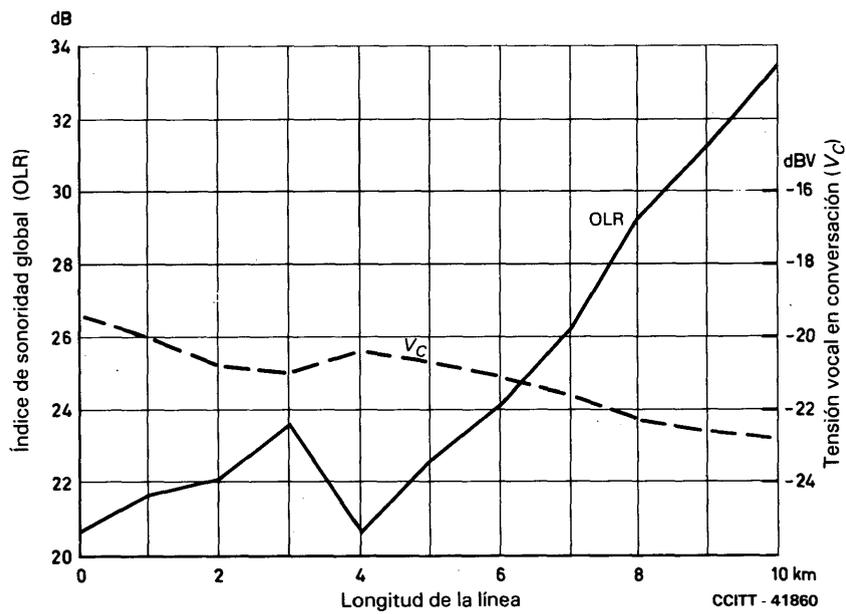


FIGURA A-9

CFR 9 - Efecto de la variación de la longitud de la línea

Referencias

- [1] CCITT – Cuestión 7/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [2] *Ibid.*, § 2.2.
- [3] *Ibid.*, § 2.3.
- [4] RICHARDS (D. L.): Calculation of opinion scores for telephone connections, *Proceedings of the IEE*, Vol. 121, N.º 5, pp. 313-325, mayo de 1974.
- [5] CCITT – Cuestión 7/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, 1977.
- [6] *Algunas observaciones sobre la estructura de un modelo para la evaluación de conexiones telefónicas*, CCITT – Contribución COM XII-N.º 113 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, octubre de 1978.
- [7] *Uso de un modelo para la evaluación de conexiones telefónicas en el estudio de la Cuestión 15/XII*, CCITT – Contribución COM XII-N.º 129 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, febrero de 1979.
- [8] WEEB (P. K.): The background and philosophy of the telephone network assessment program (CATNAP), *British Post Office Research Department*, Report N.º 752, 1979.
- [9] *Métodos utilizados para evaluar la calidad de la transmisión telefónica*, Libro Naranja, Tomo V, suplemento N.º 2, UIT, Ginebra, 1977.
- [10] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech: The transmission performance of telephone networks, capítulo 3, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [11] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech: The transmission performance of telephone networks, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [12] RICHARDS (D. L.): New Definitions for Loudness Ratings, *Proceedings of the IEE*, Vol. 119, N.º 10, pp. 1429-1441, 1972.
- [13] CCITT – Cuestión 19/XII, contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.
- [14] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech: The transmission performance of telephone networks, p. 57, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [15] RICHARDS (D. L.): Transmission performance of telephone networks containing PCM links, *Proceedings of the IEE*, Vol. 115, N.º 9, pp. 1245-1258, septiembre de 1968.
- [16] CCITT – Contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1977-1980, Ginebra, 1977.
- [17] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, capítulo II, anexo 3, UIT, Ginebra, 1976.
- [18] BOERYD (A.): Subscriber reaction due to unbalanced transmission levels, *Third International Symposium on Human Factors in Telephony*, 1967.

Suplemento N.º 5

MÉTODO DE PRUEBA SUBJETIVA «SIBYL»

(Ginebra, 1980)

(Citado en la Recomendación P.74)

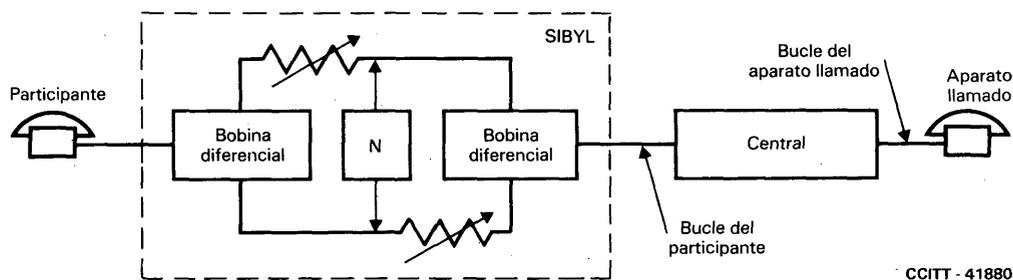
(Contribución de la American Telephone and Telegraph Company)

SIBYL es el nombre que se ha dado al dispositivo desarrollado por los Laboratorios Bell para estudiar los factores humanos en sistemas de telecomunicación. El método SIBYL permite al experimentador controlar los parámetros de transmisión en el curso de comunicaciones comerciales normales de los empleados de los Laboratorios Bell que han aceptado cooperar, de una manera que garantiza el secreto de las conversaciones telefónicas [1], [2], [3].

Para realizar cualquier experimento con el SIBYL, se toma contacto con empleados de los laboratorios, antes de la prueba, para preguntarles si estarían dispuestos a participar en ella. Si aceptan participar, sus líneas telefónicas se encaminan a través del dispositivo SIBYL.

El sistema SIBYL actual está instalado en los Laboratorios Bell de Holmdel, en donde todos los aparatos telefónicos están conectados a una central por un cable a dos hilos de unos 4,8 km de longitud. Por lo general, en los experimentos SIBYL se utilizan únicamente comunicaciones telefónicas internas (dentro de los laboratorios) originadas por los participantes. Además de permitir el control de las condiciones de transmisión en las llamadas de prueba, el SIBYL recoge datos objetivos como la información relativa a la temporización (por ejemplo, la duración de la comunicación) o los niveles vocales.

El diagrama de la figura 1, ilustra una conexión típica con intervención del SIBYL. A la izquierda está el aparato telefónico del participante, conectado, por un cable a dos hilos de menos de 450 metros de longitud, al SIBYL que convierte el trayecto de transmisión a dos hilos en un trayecto a cuatro hilos y separa también las señales enviadas y recibidas por el aparato del participante. Esto permite insertar diferentes parámetros de transmisión en los dos sentidos de transmisión y medir independientemente las señales transmitidas y recibidas.



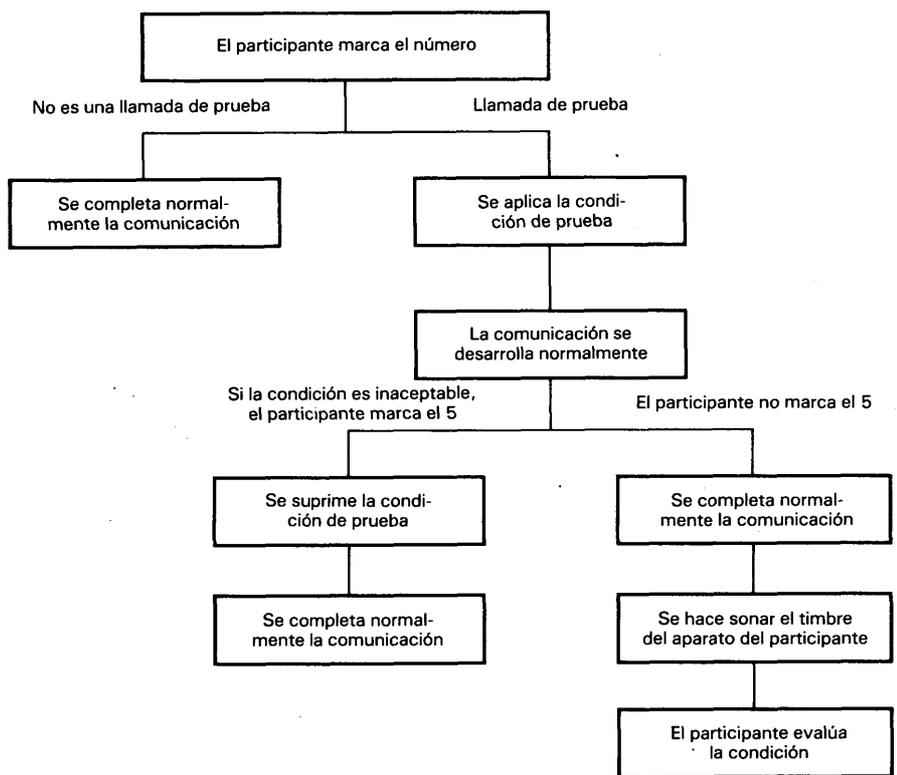
CCITT - 41880

FIGURA 1
Diagrama de una conexión telefónica con intervención del SIBYL

Recorriendo de izquierda a derecha el diagrama de la figura 1, el trayecto a cuatro hilos del SIBYL se convierte de nuevo en un trayecto a dos hilos que se conecta a la central por el bucle del participante. La central conecta la línea del participante con la línea llamada por éste, que termina en el aparato telefónico de la persona llamada, otro empleado de los laboratorios de Holmdel. Si sucede que la persona llamada participa también en el experimento, no se introduce ninguna condición de transmisión en su línea.

Al comienzo de cada experimento, se dan instrucciones a cada participante para explicarle los procedimientos que intervienen en la realización de una llamada de prueba. En la figura 2, se muestra un ejemplo de tal procedimiento. El participante inicia el procedimiento descolgando el microteléfono de su aparato y marcando un número. Si la llamada no es de prueba, la misma se completa normalmente como si no interviniese el SIBYL. Sucede tal cosa cuando el número llamado no es el de otro empleado de Holmdel o si el SIBYL está programado de manera que no intercepte esa llamada. Si se trata de una llamada de prueba y la línea llamada no está ocupada, se insertan las condiciones seleccionadas de transmisión durante el proceso de establecimiento de la conexión, y la llamada se desarrolla de la manera normal. Si en cualquier momento durante la conversación la condición de transmisión es inaceptable para el participante, éste puede marcar una cifra especial (por ejemplo, 5 en la figura 2) que indica al SIBYL que debe suprimir las degradaciones de transmisión introducidas en la comunicación.

Terminada la conversación, cuando el participante cuelga, el SIBYL hace sonar una vez el timbre de su aparato para recordarle que acaba de tener lugar una comunicación de prueba y que tiene que evaluar su calidad de transmisión marcando una de las cinco cifras que indican su opinión en la escala de cinco notas: Excelente, Buena, Bastante buena, Mediocre e Insatisfactoria. El SIBYL registra esta información para el procesamiento ulterior.



CCITT - 41890

FIGURA 2

Procedimiento para efectuar una comunicación con intervención del SIBYL

Referencias

- [1] IRVIN (H. D.): Studing Tomorrow's Communication ... Today, *Bell Labs. Record*, pp. 399-402, noviembre de 1958.
- [2] SULLIVAN (J. L.): Is Transmission Satisfactory? Telephone Customers Help us Decide, *Bell Labs. Record*, pp. 90-98, marzo de 1974.
- [3] CAVANAUGH (J. R.), HATCH (R. W.) y SULLIVAN (J. L.): Models for the Subjective Effects of Loss, Noise and Talker Echo on Telephone Connections, *Bell System Technical Journal*, 55, N.º 9, pp. 1319-1371, noviembre de 1976.

Suplemento N.º 6

ATENUACIÓN DE LA EFICACIA ELECTROACÚSTICA DE LOS APARATOS TELEFÓNICOS PARA PROTEGER DE CHOQUES ACÚSTICOS

(Ginebra, 1980)

También es deseable que los dispositivos de protección limiten eficazmente la molestia que puede causar al usuario del aparato telefónico la aparición de tensiones eléctricas excepcionalmente altas en la línea de abonado. Por ello conviene que la eficacia electroacústica del aparato telefónico (definida como la relación entre la presión acústica producida por el receptor en un dispositivo de medida adecuado y la tensión sinusoidal aplicada en sus terminales) disminuya a medida que aumenta el nivel de la señal eléctrica, en comparación con el valor que tiene en el caso de las señales vocales normales, que se toma como valor de referencia.

Hasta tanto se conozcan los resultados de un estudio completo de este problema, se recomienda respetar los valores de atenuación (expresada en dB) de esta eficacia que se indican en el cuadro 1 en función del nivel eléctrico N aplicado a los terminales del aparato.

Las mediciones han de efectuarse en frecuencias comprendidas entre 200 y 4000 Hz. El valor de referencia de la eficacia electroacústica es el registrado cuando $N = -20$ dB.

La presión acústica considerada es la que produce el receptor del aparato cuando se lo aplica a un oído artificial del modelo CEI 318 (véase la Recomendación P.51), con la curva de ponderación A.

CUADRO 1

Nivel de tensión en los terminales, N (dB, con relación a 0,775 V)	Atenuación de la eficacia electroacústica (dB)
-20	0 (referencia)
-10	< 0,5
0	≤ 2
+10	> 6
+20	> 12
+30	> 18

Referencias

- [1] Recomendación de la Comisión Electrónica Internacional *An IEC artificial ear, of the wide band type, for the calibration of earphones used in audiometry*, publicación de la CEI 318, edición en francés y en inglés, Ginebra, 1970.

