



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.111

(11/1988)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características generales de las conexiones y circuitos
telefónicos internacionales – Recomendaciones
generales sobre calidad de transmisión para una conexión
telefónica internacional completa

**ÍNDICES DE SONORIDAD (IS) EN UNA
CONEXIÓN INTERNACIONAL**

Reedición de la Recomendación G.111 del CCITT
publicada en el Libro Azul Fascículo III.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación CCITT G.111 se publicó en el fascículo III.1 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

Recomendación G.111

ÍNDICES DE SONORIDAD (IS) EN UNA CONEXIÓN INTERNACIONAL

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968; Ginebra, 1972, 1976 y 1980; Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

Preámbulo

Los § 1 a 5 de esta Recomendación se aplican en general a las conexiones telefónicas internacionales totalmente analógicas, mixtas analógico/digitales y totalmente digitales. Sin embargo, cuando en el § 6 se formulan recomendaciones sobre aspectos específicos para las conexiones mixtas analógico/digitales y totalmente digitales, se aplicarán estas últimas disposiciones.

En el plan de transmisión internacional, el índice de sonoridad (IS) entre dos abonados no está estrictamente limitado; su valor máximo se desprende del conjunto de las diversas Recomendaciones que se indican a continuación.

El CCITT,

considerando

(a) que los índices de sonoridad (IS) definidos en la Recomendación P.76 han sido determinados mediante las pruebas subjetivas descritas en la Recomendación P.78 y que las diferencias entre los valores así determinados en diversos laboratorios (incluido el Laboratorio del CCITT) son menores que para los equivalentes de referencia;

(b) que, para la planificación, los IS se determinan mediante los métodos objetivos descritos en las Recomendaciones P.65, P.64 y P.79;

(c) que las fórmulas de conversión de equivalentes de referencia (ER) y equivalentes de referencia corregidos (ERC) (véase el anexo C) no son suficientemente exactas para aplicarlas a aparatos específicos; que, por tanto, las Administraciones que aún se basan en valores de equivalentes de referencia (determinados en el pasado en el Laboratorio del CCITT) para el tipo de aparatos que utilizan, tienen que hallar valores recomendados de equivalentes de referencia corregidos en la documentación del CCITT,

recomienda

que se utilicen los valores indicados a continuación en términos de IS para verificar que las conexiones telefónicas internacionales proporcionan una sonoridad adecuada de la palabra;

que las Administraciones que emplean los ERC deben convertir de preferencia, los IS de esta Recomendación en sus ERC nacionales mediante los métodos indicados en el anexo C o, como una segunda posibilidad, aplicar los valores indicados en el Tomo III del *Libro Rojo*.

Nota 1 – Los principales términos utilizados en esta Recomendación se definen y/o explican en su anexo A.

Nota 2 – Para muchos aparatos telefónicos que utilizan micrófonos de carbón, los valores de índice de sonoridad en emisión (ISE) y de índice de enmascaramiento para el efecto local (IEEL) sólo pueden determinarse con una exactitud limitada.

1 Índices de sonoridad nominales de los sistemas nacionales

1.1 Definición de los IS nominales de los sistemas nacionales

Los índices de sonoridad en emisión y en recepción, ISE e ISR respectivamente, pueden determinarse en principio en cualquier interfaz de la red telefónica. Sin embargo, al especificar los ISE e ISR de un sistema nacional, se elige que el interfaz esté en la central internacional.

Un número cada vez mayor de sistemas internacionales se conectarán con los sistemas nacionales a través de un interfaz *digital* donde, por definición, los niveles relativos son 0 dBr. Por tanto, en esta Recomendación y en la Recomendación G.121, los ISE y los ISR de los *sistemas nacionales* son referidos a un *punto de 0 dBr* en la central internacional. (Véase el § 5 de la Recomendación G.101.) Esta convención se aplica a las interconexiones digitales y analógicas entre los sistemas nacionales e internacionales (a menos que se especifique otra cosa en casos particulares).

Sin embargo, si estas interconexiones se hacen sobre una base analógica, los niveles relativos reales en el interfaz pueden ser elegidos por las Administraciones interesadas. De este modo, si los niveles relativos normalizados en el interfaz analógico son S dBr y Q dBr para los sistemas (nacionales) en emisión y en recepción respectivamente, la relación entre los IS reales en el interfaz y un punto de 0 dB son:

$$\text{ISE (interfaz)} = \text{ISE} - S$$

$$\text{ISR (interfaz)} = \text{ISR} + Q$$

(véase la figura 1/G.111).

Además, a los efectos de la planificación de la transmisión, se ha utilizado frecuentemente el concepto de extremos virtuales analógicos (EVA). Los EVA por lo general no tendrán existencia física pero se han considerado convenientes al estudiar conexiones totalmente analógicas y conexiones mixtas analógico/digitales. Si la sección internacional es analógica, o mixta analógico/digital, los niveles relativos en el EVA son convencionalmente:

$$S = -3,5 \text{ dBr}$$

$$Q = -4,0 \text{ dBr}$$

Nota 1 – $Q = -4,0$ dBr corresponde a una atenuación nominal de 0,5 dB entre los EVA del circuito internacional. No obstante, si sólo se utiliza un circuito internacional para conexiones internacionales relativamente cortas y sencillas, esta atenuación puede aumentarse si con ello puede evitarse el empleo de dispositivos de protección contra el eco. Véase el § 2.1 de la Recomendación G.131. Por tanto, en estos casos el valor de Q disminuirá en consecuencia.

Nota 2 – Si el circuito analógico internacional presenta una apreciable distorsión de atenuación en función de la frecuencia, el índice de sonoridad global (ISG) de la conexión internacional puede aumentar ligeramente más que la atenuación nominal de los EVA. Véase el § A.4.2 a la presente Recomendación.

El concepto de EVA se ha utilizado también cuando el circuito internacional es digital. En este caso la convención es:

$$S = -3,5 \text{ dBr}$$

$$Q = -3,5 \text{ dBr}$$

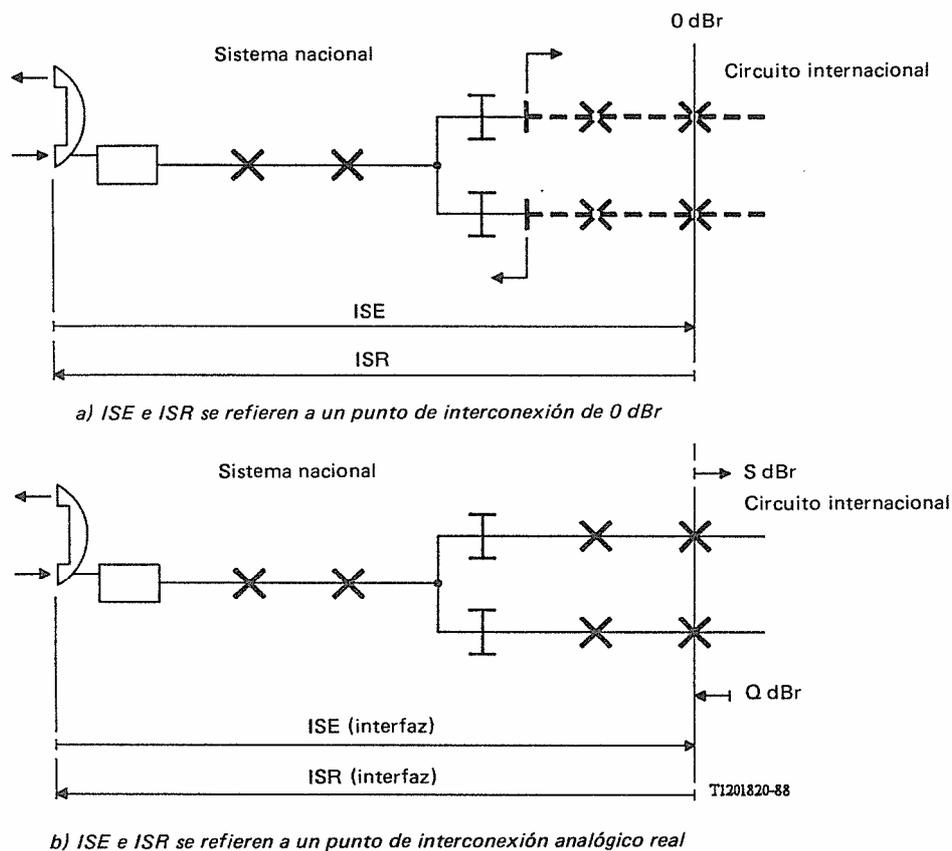


FIGURA 1/G.111

Definición de los puntos de referencia de ISE e ISR para un sistema internacional

1.2 *Valores recomendados*

En la Recomendación G.121 se indican objetivos para los IS nominales en emisión y en recepción de los sistemas nacionales.

2 Equivalente nominal de la cadena internacional

La atenuación nominal entre extremos virtuales de cada circuito analógico internacional debe ser, en principio, de 0,5 dB a 1020 Hz. No obstante, ciertos circuitos pueden explotarse con una atenuación mayor (véase el § 2.1 de la Recomendación G.131) o nula (véase la nota 3 del § 5 de la Recomendación G.101). Los circuitos digitales se utilizan con una atenuación nominal de 0 dB (véase el § 6).

Desde el punto de vista de la transmisión, el número de circuitos analógicos internacionales que pueden interconectarse en cadena no está estrictamente limitado, siempre que cada uno de estos circuitos tenga una atenuación nominal entre extremos virtuales de 0,5 dB en posición de tránsito, y esté interconectado a cuatro hilos. Por supuesto, es probable que la calidad de transmisión sea tanto mejor cuanto menor sea el número de circuitos interconectados (véase el § 3 de la Recomendación G.101).

Nota – En el § 3 de la Recomendación G.101 se facilita información sobre el número real de circuitos en conexiones internacionales.

3 IS y efectos direccionales en una conexión completa

3.1 *IS nominales para cada sentido de transmisión*

En los § A.3 y A.4 del anexo A se indica cómo calcular el índice de sonoridad global (ISG) de una conexión completa. El ISG nominal de una conexión internacional es la suma de:

- el índice de sonoridad en emisión (ISE) nominal del sistema nacional emisor (véanse el § 4 de la Recomendación G.121 y el anexo A);
- el índice de sonoridad de circuito (ISC) nominal de la cadena internacional (véase el anexo A);
- el índice de sonoridad en recepción (ISR) nominal del sistema nacional receptor (véanse el § 4 de la Recomendación G.121 y el anexo A).

3.2 *Valores medios, ponderados en función del tráfico, de los ISG*

En condiciones reales, el valor adecuado del ISG para las conexiones parece ser de 10 dB en la mayoría de los casos.

Nota – Para las conexiones totalmente exentas de problemas de eco y de efecto local, las investigaciones han demostrado que el ISG óptimo es algo inferior, aproximadamente 5 dB, pero el valor óptimo es más bien plano, de modo que las pequeñas desviaciones con respecto al valor dado tienen poco efecto subjetivo. (Sin embargo, el «ISG preferido» en un aplicación dependerá hasta cierto punto de la condición a la que se hayan acostumbrado los abonados. Por consiguiente, en algunas CPA analógicas, las llamadas internas tienen un ISG muy bajo. La sustitución de una CPA de este tipo por una CPA digital con un ISG más alto puede dar lugar a que algunos abonados se quejen de un «bajo nivel vocal». Algunas Administraciones han resuelto este problema incorporando un control de volumen manual en el receptor del aparato telefónico, lo que permite una gama total de variaciones del orden de 10 a 12 dB. Obsérvese que en telefonía móvil se suele incluir un control de volumen que afecta tanto al lado emisor como al receptor, pero en sentidos opuestos.)

El objetivo a largo plazo para el valor medio, ponderado en función del tráfico, debe situarse en la gama de 8 a 12 dB.

Es necesario fijar un objetivo de valor medio para asegurar una transmisión satisfactoria para la mayoría de los abonados.

Nota 1 – No es posible alcanzar en la actualidad los valores a largo plazo, y un objetivo a corto plazo apropiado del ISG se sitúa en la gama de 8 a 21 dB.

Nota 2 – La pérdida de transmisión de 0,5 dB de cada uno de los circuitos analógicos que componen la cadena internacional (véase el § 2) se ha tenido en cuenta considerando que el promedio de circuitos internacionales que intervienen en una conexión internacional es de 1,1 (véase el § 3 de la Recomendación G.101).

Como resultado de esto, las gamas mencionadas más arriba no comprenden un margen para las conexiones entre países que:

- tienen más de un circuito internacional de 0,5 dB;
- tienen un solo circuito internacional con una atenuación superior a 0,5 dB, como lo permite el § 2.1 de la Recomendación G.131.

Nota 3 – El § 1 de la Recomendación G.121 indica valores para sistemas nacionales basados en los objetivos globales de esa Recomendación.

Nota 4 – Las gamas indicadas para ISG son para la planificación y no incluyen las tolerancias de medición y de fabricación.

Nota 5 – En la planificación de la transmisión hay que considerar otros factores importantes además de la sonoridad. Los problemas de efecto local, eco y estabilidad pueden causar degradación de la calidad vocal global en una conexión. Por tanto, es importante adoptar una *estrategia de impedancia* adecuada en el plan de transmisión nacional a fin de evitar desadaptaciones perjudiciales en la red (en el suplemento N.º 10 del fascículo VI.1 figura un ejemplo).

3.3 *Diferencia en las pérdidas de transmisión entre los dos sentidos de transmisión*

En una conexión internacional entre centrales locales, la contribución a la asimetría introducida por los dos sistemas nacionales queda limitada por las disposiciones del § 2.2 de la Recomendación G.121. Los circuitos internacionales pueden, en las circunstancias prácticas descritas en las observaciones generales del § 4 de la Recomendación G.101, introducir asimetría adicional. Esta asimetría adicional será razonablemente pequeña.

4 Variaciones en función del tiempo e influencia del ruido de circuito

4.1 Variaciones en función del tiempo

Los valores del IS calculados para los sistemas nacionales (§ 4 de la Recomendación G.121) no comprenden las variaciones en función del tiempo de la atenuación de las diferentes partes del sistema nacional. En el § 3 de la Recomendación G.151 figuran los objetivos recomendados por el CCITT para las variaciones de atenuación de los circuitos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación con respecto a los valores nominales.

4.2 Influencia del ruido del circuito

Véase la Recomendación G.113.

5 Límites prácticos del IS entre dos operadoras o entre una operadora y un abonado

Deben aplicarse los mismos índices de sonoridad aplicables entre dos abonados.

6 Incorporación de procesos digitales MIC en conexiones internacionales

6.1 Conexiones con una cadena digital a cuatro hilos que se prolonga hasta las centrales locales

Al desarrollarse la red nacional, una conexión telefónica internacional pudiera tener la configuración indicada en la figura 2/G.111, en la que el interfaz analógico/digital se encuentra en la central local. En una conexión de este tipo, la pérdida de transmisión nominal introducida por la cadena a cuatro hilos constituida por los circuitos digitales nacionales y el circuito digital internacional es de 0 dB. En consecuencia, la cadena a cuatro hilos no contribuye generalmente al control de la estabilidad ni de los ecos. Sin embargo, una parte de la pérdida requerida para controlar la estabilidad y el eco se produce en la central local, según lo indicado por los atenuadores R y T, y el resto lo proporciona la atenuación de equilibrado en la unidad de terminación a dos/cuatro hilos (véase asimismo la Recomendación G.122).

En el § 6 de la Recomendación G.121 se analizan los valores de R y T y se llega a la conclusión de que pueden elegirse valores que tengan en cuenta las atenuaciones y niveles nacionales, a condición de que se cumplan siempre las Recomendaciones del CCITT relativas a las conexiones internacionales. Por ejemplo, la suma de R y T tendrá que ser como mínimo bastante alta para que se cumplan los requisitos de la Recomendación G.122. En particular, esto deberá tenerse en cuenta en los casos en que las atenuaciones de equilibrado para la estabilidad se aproximan a 0 dB en la unidad de terminación a 2 hilos/4 hilos. En el anexo C a la Recomendación G.121 se dan ejemplos de los valores de R y T adoptados por algunas Administraciones.

Otros aspectos de la transmisión que deben tomarse en consideración para la planificación de las conexiones que comprenden centrales locales a cuatro hilos en una red mixta analógico/digital son la carga del sistema y la diafonía.

La figura 2/G.111 indica también que R y T son atenuadores analógicos. Esto no tiene necesariamente que ser siempre así, ya que en ciertas circunstancias sería más práctico, o necesario, introducir la pérdida requerida mediante atenuadores digitales. Sin embargo, si se utilizan atenuadores digitales, habrá que tener en cuenta su efecto adverso sobre los datos digitales u otros servicios que requieren la integridad de los bits de extremo a extremo, como se indica en el § 4.4 de la Recomendación G.101 y en el § 4 de la Recomendación G.103.

6.2 Conexiones mixtas analógico/digitales

Para asegurar una transmisión satisfactoria por conexiones internacionales en el periodo mixto analógico/digital, probablemente sea necesario modificar los actuales planes de transmisión nacionales o elaborar nuevos planes a fin de que los circuitos nacionales de prolongación sean adecuados. Será preciso cumplir las disposiciones de todas las Recomendaciones pertinentes del CCITT. Las Recomendaciones relativas a los circuitos nacionales de prolongación con cadenas a cuatro hilos que se prolongan hasta las centrales locales a cuatro hilos se dan en el § 6 de la Recomendación G.121.

Así pues, la planificación de transmisión en las fases de transición no debe comprender, de preferencia, ninguna degradación de la calidad experimentada previamente.

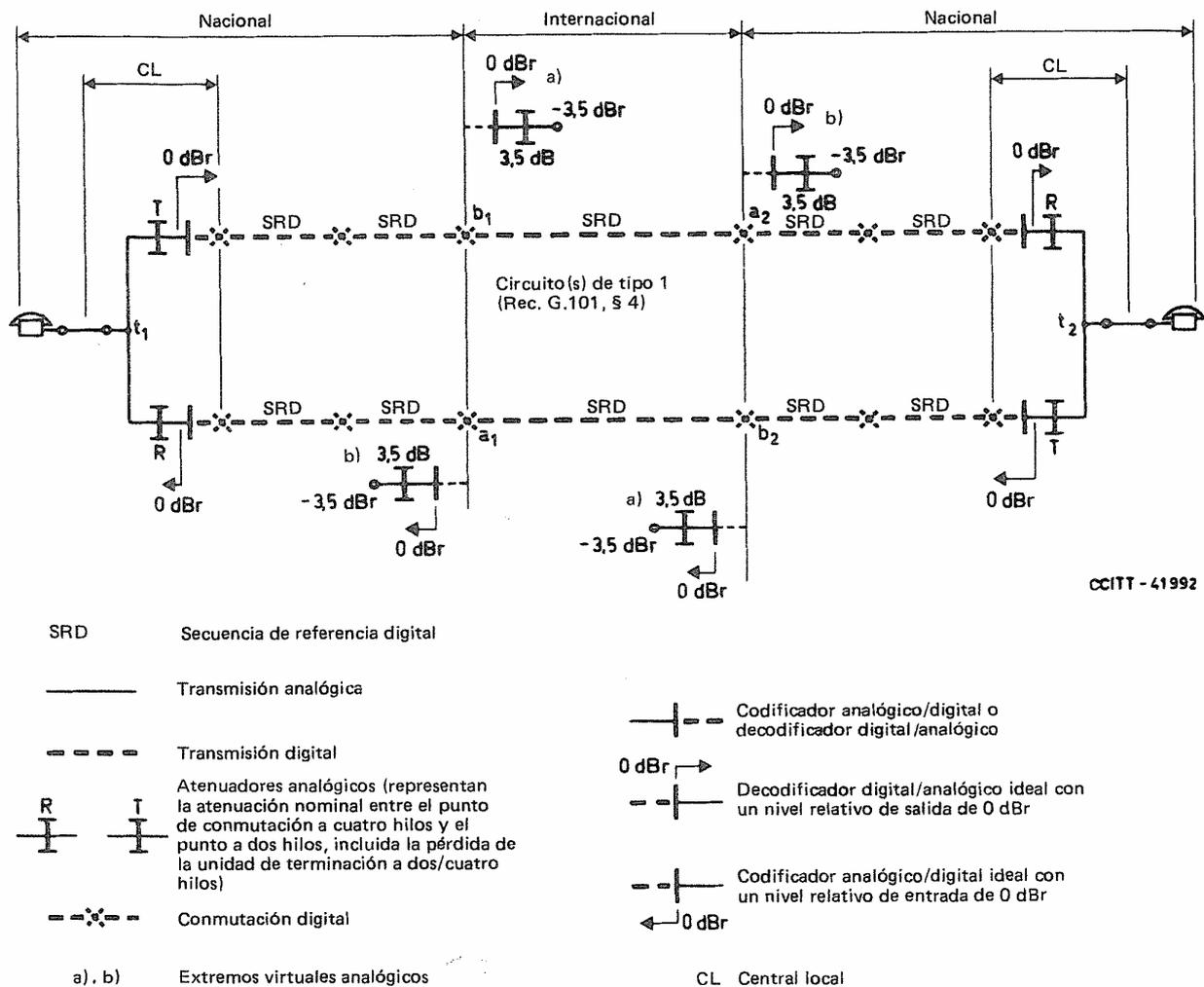


FIGURA 2/G.111

Ejemplo de una conexión internacional en la que la cadena digital a cuatro hilos se prolonga hasta la central local a cuatro hilos con líneas de abonado analógicas a dos hilos

ANEXO A

(a la Recomendación G.111)

Explicaciones relacionadas con las Recomendaciones G.111, G.121, G.122, G.131 y G.134: propiedades y usos de los índices de sonoridad

Nota – Las definiciones de los índices de sonoridad figuran en el Tomo V.

A.1 Explicación general de los términos de índices de sonoridad utilizados en las Recomendaciones de la serie G

A.1.1 Índice de sonoridad (IS)

Según se utiliza en las Recomendaciones de la serie G para la planificación, es una medida *objetiva* de la pérdida de sonoridad, es decir, una pérdida electroacústica, ponderada, entre ciertos interfaces en la red telefónica. (La

naturaleza de la ponderación se tratará posteriormente.) Si el circuito entre los interfaces está subdividido en secciones, la suma de los IS de cada sección equivale al IS total.

En los § A.3 y A.4 se describe cómo determinar y aplicar los IS en las Recomendaciones de la serie G. Los métodos son suficientemente exactos para todos los fines prácticos. (Fundamentalmente, los índices de sonoridad se basan en los métodos subjetivos descritos en las Recomendaciones P.76 y P.78. Sin embargo, los valores medidos subjetivamente en general varían demasiado en función del tiempo y de los equipos de operadores de prueba para que sean realmente útiles para la planificación de la transmisión.)

En el contexto de los índices de sonoridad, los abonados están representados desde el punto de vista de la medición por una boca artificial y un oído artificial respectivamente, que están exactamente especificados.

A.1.2 *Índice de sonoridad global (ISG)*

Pérdida de sonoridad entre la boca del abonado que habla y el oído del abonado que escucha a través de una conexión.

A.1.3 *Índice de sonoridad en emisión (ISE)*

Pérdida de sonoridad entre la boca del abonado que habla y un interfaz eléctrico en la red. (La pérdida de sonoridad se define aquí como la relación media ponderada (dB) presión sonora de excitación/tensión medida.)

A.1.4 *Índice de sonoridad en recepción (ISR)*

Pérdida de sonoridad entre un interfaz eléctrico en la red y el oído del abonado que escucha. (La pérdida de sonoridad se define aquí como la relación media ponderada (dB) f.e.m. de excitación/presión sonora medida.)

A.1.5 *Índice de sonoridad del circuito (ISC)*

Pérdida de sonoridad entre dos interfaces eléctricos en la red (a través de un circuito), estando cada interfaz terminado por su impedancia nominal que puede ser compleja. (En este caso la pérdida de sonoridad equivale aproximadamente al valor medio (dB) ponderado de la pérdida eléctrica compuesta.)

Nota – El índice de sonoridad del enlace (ISEN) es un caso especial del ISC, con las terminaciones a 600 ohmios resistivas.

A.1.6 *Pérdidas de sonoridad para el efecto local*

A.1.6.1 *Efecto local para el hablante, índice de enmascaramiento para el efecto local (IEEL)*

Pérdida de sonoridad entre la boca de un abonado y su oído (auricular) a través del trayecto de efecto local *eléctrico* (véase la Recomendación P.10 para una definición completa).

A.1.6.2 *Índice de efecto local para el oyente (IELO)*

Pérdida de sonoridad entre una fuente de ruido de sala tipo Hoth y el oído (auricular) del abonado a través del trayecto de efecto local *eléctrico* (véase la Recomendación P.10 para una definición completa).

A.1.7 *Pérdidas de sonoridad del eco*

A.1.7.1 *Índice de sonoridad del eco para el hablante (ISEH)*

Pérdida de sonoridad del sonido de la voz del hablante que llega a su oído como un eco retardado.

A.1.7.2 *Índice de sonoridad del eco para el oyente (ISEO)*

Diferencia de la pérdida de sonoridad entre el sonido de la voz directo del hablante y su eco retardado que llega al oído del abonado que escucha.

A.1.8 *Índice de sonoridad en recepción de la diafonía (ISR_X)*

Pérdida de sonoridad desde un interfaz eléctrico perturbador al oído del abonado perturbado a través del trayecto diafónico.

A.2 Modelo sicoacústico para los índices de sonoridad

Según la definición fundamental de índices de sonoridad, una *pérdida plana* (es decir, una pérdida constante en función de la frecuencia) introducida en un trayecto aumenta el índice de sonoridad en la misma magnitud. Sin embargo, cuando se evalúa la influencia de una pérdida que depende de la frecuencia se necesita un modelo sicoacústico de cómo el cerebro interpreta las impresiones de sonoridad. Por tanto, se dará una descripción breve de un modelo sencillo que se juzga adecuado para las consideraciones relacionadas con los índices de sonoridad a efectos de planificación (para explicaciones más completas, véase la Recomendación P.79).

El oído puede considerarse como un banco de filtros de paso de banda espaciados igualmente de manera aproximada en un escala de frecuencia logarítmica. Si la señal de sonido en una banda determinada excede del umbral de escucha, el filtro correspondiente produce una salida. Todas las salidas de filtro se suman para crear una impresión de sonoridad, dependiendo la regla de adición del nivel sonoro.

Para niveles sonoros muy *bajos* (próximos al umbral de audición) las salidas del filtro se suman en potencia. Para niveles sonoros de conversación *normales*, la sonoridad puede describirse, no como una suma en potencia ni en tensión, sino más bien como algo similar a la suma del *logaritmo* de las salidas del filtro. El procedimiento puede describirse mediante la ecuación (A.2-1) que abarca de los niveles sonoros muy bajos a normales. (Este algoritmo es de hecho igual al indicado en la Recomendación P.79, solamente que se ha escrito de una manera ligeramente diferente.)

$$LR = L_0 - \frac{10}{m} \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-0,1mL_i} \right\} \quad (\text{A.2-1})$$

donde:

L_0 es una constante (por ejemplo, L_0 es igual a 0 para ISC, ISEO), que depende del IS particular en cuestión.

N es el número de filtros pasobanda equivalentes, el índice i se refiere al filtro N.º i a la frecuencia f_i . (Usualmente, los «filtros» se eligen con una separación de 1/3 de octava en la escala de frecuencia. La gama de frecuencia apropiada que ha de considerarse se examinará ulteriormente.)

L_i es la pérdida a f_i del trayecto estudiado. (A condición de que el nivel sonoro a dicha frecuencia esté por encima del umbral de audición.)

m (el «factor de aumento de la sonoridad») es una constante que depende del nivel sonoro:

$m = 0,2$ para niveles de conversación normales

$m = 0,5$ para niveles sonoros «más bajos» (correspondientes a la suma en tensión)

$m = 1$ para niveles sonoros muy bajos, próximos al umbral de audición (correspondientes a la suma en potencia)

$m = 0,2$ es aplicable para ISG, ISE, ISR, ISEN, ISC y los fenómenos de efecto local, mientras que $m = 0,5$ y 1 es apropiado para eco y diafonía

K_i es el coeficiente de ponderación a f_i . K_i tiene la propiedad general que su suma es igual a 1 en la gama de frecuencias considerada:

$$\sum_{i=1}^N K_i = 1 \quad (\text{A.2-2})$$

Los K_i se determinan por los siguientes factores:

- el espectro vocal del hablante «medio»;
- la agudeza auditiva del oyente «medio»;
- la respuesta en frecuencia del trayecto «nominal» típico para el IS particular en cuestión.

La forma de la ponderación de K_i no es muy crítica. Para la planificación de la transmisión, en la mayoría de los casos bastará una ponderación plana. Este asunto se examinará ulteriormente en los § A.3 y A.4.

La ecuación (A.2-1) puede aplicarse a varios cálculos de índices relacionados con la sonoridad. En el suplemento N.º 19 al Tomo V pueden encontrarse ejemplos.

¿Qué gama de frecuencias debe utilizarse en los cálculos? Para la planificación de los índices de sonoridad, sólo debe considerarse la gama de frecuencias en la cual se asegura la transmisión. En general, esto significa de 300 Hz a 3400 Hz para llamadas internacionales. Sin embargo, para sonidos vocales muy débiles tales como diafonía apenas

perceptible, la banda apropiada para el cálculo es más estrecha, del orden de 500 Hz a 2 000 Hz. Esto se debe a que la agudeza de la audición humana disminuye en los bordes de la banda para sonidos de niveles bajos.

Nota – Los K_i son diferentes para las bandas de 300 a 3400 Hz y 500 a 2000 Hz.

De nuevo es inmediatamente evidente de acuerdo con las ecuaciones (A.2-1) y (A.2-2) que una pérdida plana de L dB aumentará el IS por la misma magnitud. Se deduce también que si la dispersión en los valores L_i es *moderada*, la ecuación (A.2-1) puede simplificarse como sigue:

$$LR = L_0 + \sum_{i=1}^N K_i \cdot L_i \quad (\text{A.2-3})$$

Esta aproximación lineal es el motivo por el cual el índice de sonoridad total de una conexión puede calcularse sumando simplemente los índices de sonoridad de sus partes. Los procedimientos que deben seguirse se examinarán en el § A.4. [Regla práctica: Si $m = 0,2$ y la dispersión en L_i es menor que 10-15 dB, puede aplicarse la ecuación (A.2-3).]

A.3 *Medición de los índices de sonoridad de los aparatos telefónicos*

Los índices de sonoridad de los aparatos telefónicos se determinan objetivamente mediante aparatos de medición especiales conformes a las Recomendaciones P.64, P.65 y P.79 con relación a la realización física y al algoritmo de cálculo respectivamente. Para los aparatos analógicos, el montaje de medición debe proporcionar un puente de alimentación de corriente representativo y puede o no incluir longitudes diferentes de líneas de abonados no cargadas (artificiales). Los parámetros que suelen medirse son ISE, ISR e IEEL.

Sin embargo, los resultados no deben aplicarse directamente a la planificación de la transmisión; antes deben tomarse algunas precauciones en relación con la anchura de banda y las impedancias de terminación.

Los aparatos comerciales conformes a la Recomendación P.79 utilizan una banda de medición de 200 a 4000 Hz o incluso de 100 a 8000 Hz. Esta es mucho más amplia que la banda para la cual las Recomendaciones del CCITT especifican una transmisión asegurada, a saber, de 300 a 3400 Hz (véanse, por ejemplo, las Recomendaciones G.132 y G.151). Así pues, en un sistema nacional que puede estar comprendido en una conexión internacional hay que considerar que el aparato telefónico analógico tiene una sonoridad un poco menos alta que los valores medidos de la Recomendación P.79.

Asimismo, obsérvese que las mediciones de índices de sonoridad de las Recomendaciones P.64 y P.79 están especificadas para que se realicen con una impedancia de terminación de 600 ohmios. Esta no es la impedancia que aparece más a menudo en la parte a dos hilos de la red. Por distintos motivos, muchas Administraciones especifican actualmente una impedancia nominal compleja. En consecuencia, habrá un efecto de desadaptación.

En relación con el ISE y el ISR, se ha llevado a cabo una investigación para una gama de características de sensibilidad y de impedancia, así como de impedancias nominales, de aparatos telefónicos analógicos típicos. El resultado es que, con una exactitud práctica suficiente, debe añadirse 1 dB a los valores medidos de ISE e ISR de aparatos telefónicos *analógicos* en la planificación del IS de redes que pueden formar parte de una conexión internacional. De este modo, con la designación ISE_w e ISR_w para los valores medidos:

$$ISE = ISE_w + 1 \quad (\text{A.3-1})$$

$$ISR = ISR_w + 1$$

Obsérvese que la misma corrección se aplica también cuando se incluye un cable de abonado no cargado en las mediciones de la Recomendación P.79.

Sin embargo, para aparatos *digitales*, la corrección *no* es necesaria porque el codec y los filtros en el aparato limitan la banda de todos modos.

En lo que sigue, las designaciones ISE e ISR se refieren siempre a valores de planificación. Específicamente, ISE (ap) e ISR (ap) se refieren al propio aparato telefónico sin cable de abonado, e incluida la corrección de un decibelio en el caso analógico.

Los parámetros de más interés para el planificador son naturalmente la impedancia de entrada del aparato telefónico, Z_c , y/o su pérdida de retorno contra la impedancia de circuito nominal.

Obsérvese que para las mediciones del IEEL, la impedancia de terminación de línea debe especificarse de manera que represente condiciones realistas de la red, es decir, una terminación no necesariamente a 600 ohmios.

Además de las mediciones sencillas del IEEL es útil determinar la denominada «impedancia de línea sin efecto local», Z_{s0} , o impedancia de equilibrado de efecto local equivalente. Si se conoce Z_{s0} además de ISE e ISR, el planificador puede calcular mejor la característica de efecto local en condiciones que varían ampliamente, lo cual puede

ocurrir en la red. Para más detalles, véase el § A.4.3. (Obsérvese que Z_{s0} puede variar en función de la corriente de línea.)

El efecto local para el oyente puede causar algunas dificultades al abonado cuando se utilizan aparatos modernos de alta sensibilidad que tienen micrófonos lineales en ambientes ruidosos. Para tener una comprensión cuantitativa del problema, deben medirse las curvas de sensibilidad en emisión del aparato para el sonido directo (palabra) y para el sonido difuso (ruido ambiente). (Para más detalles, véanse el *Manual sobre mediciones telefonómicas* [4] y la Recomendación P.64.) El resultado se presenta, de preferencia, como la diferencia:

$$DELSM = S_s (\text{difuso}) - S_s (\text{directo}) \quad (\text{A.3-2})$$

(Véase el § A.4.3.3.)

Nota 1 – DELSM (diferencia de sensibilidad del micrófono) es bastante constante en función de la frecuencia. (Las mediciones de la sensibilidad del campo difuso deben efectuarse con un obstáculo que asemeja la cabeza humana enfrente del micrófono del microteléfono. La práctica actual es utilizar la boca artificial como tal obstáculo. Sin embargo, el procedimiento de medición detallado está en estudio.)

Nota 2 – La forma real de la ponderación de K_i que depende de la frecuencia en el algoritmo de la Recomendación P.79 utilizada para mediciones de aparatos telefónicos no es de interés inmediato para el planificador. Sin embargo, la ponderación de la Recomendación P.79 no parece presentar muy bien la conversación y la audición de las «personas corrientes». Por tanto, si se trata de analizar los efectos de la distorsión de atenuación y de la limitación de anchura de banda únicamente sobre la sonoridad, los resultados de la Recomendación P.79 deben interpretarse con precaución.

Nota 3 – Hasta ahora, al formular los planes de transmisión nacional, la mayoría de las Administraciones han utilizado otras formas de instrumentos de medición objetiva para caracterizar los aparatos telefónicos. La conversión de dicho plan de transmisión en términos de índices de sonoridad significa una conversión correspondiente de los datos del aparato telefónico «antiguo». Esto debe hacerse *midiendo* realmente los índices de sonoridad de muestras típicas de los aparatos en uso. (Hay demasiada incertidumbre en las fórmulas de conversión generales para obtener los IS a partir de ER, ERC, OREM-B, IS Objetivo – IEEE, etc.)

A.4 *Aplicación de los índices de sonoridad en las Recomendaciones de la serie G*

A.4.1 *Observaciones generales*

Teóricamente, se podrá determinar la respuesta de atenuación/frecuencia total entre los puertos de entrada y de salida y calcular el IS en cuestión por el algoritmo indicado en el § A.2. Sin embargo, para la planificación de la transmisión es mucho más conveniente evaluar el IS de las partes *individuales*. Esto es especialmente válido para la situación actual, en que existe una proliferación de diferentes tipos de aparatos telefónicos autorizados en las redes de la mayoría de las Administraciones. Por tanto, en lo que sigue, la influencia del aparato telefónico sobre los índices de sonoridad se caracterizará por su valor o valores de ISE y/o ISR.

Lo más importante es disponer de reglas *coherentes*, incluso si son sencillas, para la planificación de la transmisión en cuanto a la característica de la sonoridad. Esforzarse en obtener una alta precisión en los cálculos es más bien ilusorio. El abonado puede controlar la sonoridad subjetiva esencialmente con su microteléfono: apretándolo voluntariamente más o menos contra su oído (¿una gama de 10 dB?) e involuntariamente moviendo el micrófono fuera de su posición óptima.

A.4.2 *Transmisión normal de la palabra*

En la figura A-1/G.111 se muestra una conexión vocal entre dos abonados, que consiste en varias partes en cascada:

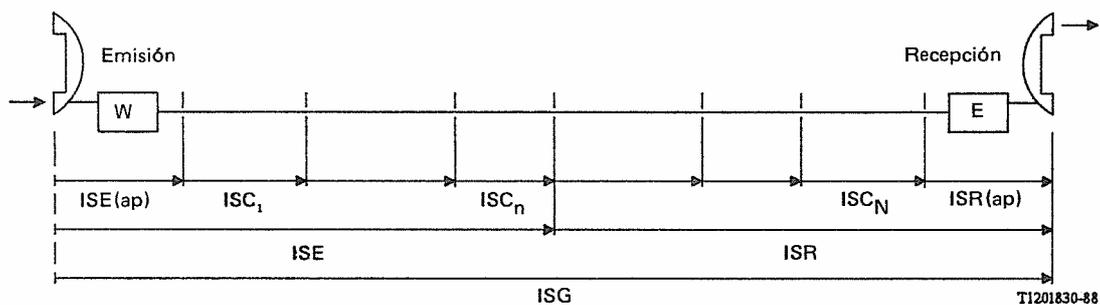


FIGURA A-1/G.111

IS es una conexión de conversación normal

Los índices de sonoridad en emisión y en recepción de los propios aparatos telefónicos se designan ISE(ap) e ISR(ap) respectivamente y los índices de sonoridad del circuito, ISC_n. (Para las definiciones, véase el § A.1.) Entonces, en el interfaz $i = n$ en el sentido de emisión a recepción se tiene:

$$\begin{aligned}
 ISE &= ISE(ap) + \sum_{i=1}^n ISC_i \\
 ISR &= ISR(ap) + \sum_{i=n+1}^N ISC_i
 \end{aligned}
 \tag{A.4-1}$$

$$ISG = ISE + ISR$$

ISE(ap) e ISR(ap) son determinados (medidos) de acuerdo con el principio descrito en el § A.3.

Cuando la pérdida de circuito es plana en función de la frecuencia, el ISC es por supuesto igual a la pérdida compuesta a la frecuencia de referencia 1020 Hz, utilizando las impedancias nominales apropiadas para los interfaces particulares. Por tanto, normalmente los ISC son iguales a la *diferencia en niveles relativos* entre los respectivos interfaces. (La excepción es si el circuito comprende un interfaz que tiene «salto» en el nivel relativo. Para un análisis, véase el § 6.3 de la Recomendación G.121.)

Si la distorsión de atenuación es perceptible, el ISC es igual a la *pérdida media* en la banda de frecuencias 300 Hz a 3400 Hz en una escala de frecuencias logarítmica, es decir, una ponderación de K_i plana en la ecuación (A.2-3) y con la constante $L_0 = 0$. (Si la distorsión de atenuación es excepcionalmente alta, debe utilizarse la ecuación (A.2-1) con $m = 0,2$.) La pérdida debe medirse o calcularse como una *pérdida de tensión* corregida por un término independiente de la frecuencia. Es decir, la pérdida es igual a la suma de la pérdida compuesta a 1020 Hz y la desviación de la pérdida de tensión con respecto al valor a 1020 Hz (esta práctica concuerda con la Recomendación G.101, § 5.3.2.2).

Nota 1 – Sin embargo, algunas Administraciones pueden desear en cambio utilizar la denominada distorsión de atenuación compuesta como base para calcular el ISC de un circuito en su plan de transmisión nacional. Además, los diversos aspectos de la distorsión de atenuación de extremo a extremo de usuario completa están siendo estudiados por la Comisión de Estudio XII.

Cuando la pérdida es determinada por medición, debe ser en condiciones de impedancia adaptada nominalmente. En la práctica, esto significa *bien* entre dos impedancias físicas como es el caso para las mediciones con 600 ohmios o entre un generador de baja impedancia y un indicador de alta impedancia. Puede utilizarse cualquiera de los dos métodos, dependiendo de cuál es más práctico. Los resultados de la medición no difieren mucho. Por supuesto, en el segundo caso debe aplicarse una corrección de 6 dB.

Es interesante señalar que para secciones de *cable de abonado no cargado*, los ISC son iguales a la pérdida compuesta a la frecuencia de referencia 1020 Hz con una exactitud suficiente a los efectos de la planificación, es decir, igual a la diferencia en niveles relativos en los interfaces. (Resulta que, desde el punto de vista de la sonoridad, las pérdidas más bajas a frecuencias por debajo de 1020 Hz compensan las pérdidas más altas a frecuencias por encima de 1020 Hz.)

Nota 2 – En el caso de un cable de abonado, el aparato telefónico y la central pueden tener impedancias de entrada nominales distintas. En realidad, debería considerarse la «pérdida de inserción» en lugar de la «pérdida compuesta» como base para el ISC, ya que una línea de longitud nula debería tener un $ISC = 0$. Sin embargo, la desadaptación de impedancia entre el aparato y la central no suele ocasionar una pérdida compuesta significativa a 1020 Hz y por consiguiente, en este caso puede utilizarse también la designación «pérdida compuesta».

El ISC por km de un cable de abonado no cargado puede estimarse también a partir de las características del cable mediante la siguiente expresión:

$$ISC = K\sqrt{R \cdot C} \quad (\text{A.4-2})$$

donde

R es la resistencia del cable en ohmios/km

C es la capacitancia del cable en nF/km

K es una constante, cuyo valor depende de la terminación del cable, Z_0 :

$K = 0,014$ si $Z_0 = 900$ ohmios resistiva

$K = 0,015$ si $Z_0 = 600$ ohmios resistiva

$K = 0,016$ si $Z_0 =$ es un impedancia compleja.

Nota 3 – «Impedancia compleja» significa en este caso impedancias RC de 3 ó 2 elementos elegidas por las Administraciones para semejar la impedancia imagen de cables de no cargados.

Nota 4 – La fórmula (A.4-2) da la atenuación de imagen a unos 800 Hz para $K = 0,014$ y alrededor de 1020 Hz para $K = 0,016$. Algunas Administraciones han estado utilizando la atenuación imagen de cable a una determinada frecuencia (por ejemplo, 1600 Hz) como una medida de la atenuación admisible en la red de abonado. Sin embargo, el mismo valor numérico no debe utilizarse automáticamente como el ISC admisible cuando se transforma el plan de transmisión en términos de índices de sonoridad.

Nota 5 – Muy a menudo los errores en los ISC cuando se utiliza la ecuación (A.4-2) son inferiores a 0,4 dB.

Puede considerarse que los equipos de canal más modernos, incluidas las centrales digitales tienen esencialmente una característica plana de atenuación/frecuencia cuando se calculan los ISC. Puede observarse un ejemplo de distorsión de atenuación de canal más pronunciada en la Recomendación G.132, que trata los límites de distorsión de atenuación para 12 circuitos a cuatro hilos en conexiones en cascada. Suponiendo una curva de variación de atenuación máxima que toca las esquinas superiores de la figura 1/G.132, el cálculo muestra que la distorsión de atenuación contribuye al ISC con 2,4 dB, que deben añadirse al valor de atenuación a 1020 Hz. (Es decir, aproximadamente 0,2 dB por circuito.)

Nota 6 – Puede considerarse que $ISG = 9$ dB está suficientemente dentro de la gama óptima para la sonoridad de la conexión. Es interesante señalar que con dicho valor la pérdida acústica media desde la boca del hablante hasta el oído del oyente es aproximadamente 0 dB, tomada en una escala de frecuencia logarítmica.

A.4.3 Efecto local

A.4.3.1 Observaciones generales

Como se ha mencionado anteriormente, las magnitudes de efecto local, índice de enmascaramiento del efecto local (IEEL) e índice del efecto local para el oyente (IELO) se refieren específicamente a las señales que llegan al oído a través del trayecto de efecto local *eléctrico*.

A.4.3.2 IEEL para el hablante

El IEEL puede *medirse* como se examina en el § A.3, utilizando las impedancias de terminación reales que se producen en la red.

En muchas circunstancias puede ser más conveniente *calcular* el IEEL a partir de los datos del aparato telefónico y de los datos de la red.

A los efectos de la planificación de transmisión se pueden utilizar los índices de sonoridad de los aparatos telefónicos y la atenuación de equilibrado entre la impedancia de línea y la impedancia de equilibrado para el efecto local. En la práctica, el siguiente algoritmo suele ser suficientemente exacto:

$$IEEL = ISE(\text{ap}) + ISR(\text{ap}) + A_m - 1 \quad (\text{A.4-3})$$

donde

$ISE(\text{ap})$, $ISR(\text{ap})$ se refieren al aparato telefónico como antes. A_m es una media ponderada de la atenuación de equilibrado para el efecto local, A_{rst} .

$$A_m = -\frac{10}{m} \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^N K_i - 10^{-0,1mA_{rst}} \right\} \quad (\text{A.4-4})$$

donde

$m = 0,2$; K_i se halla en el cuadro A-1/G.111; y

$$A_{rst} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_c + Z_{s0}}{2Z_c} \cdot \frac{Z + Z_c}{Z - Z_{s0}} \right| \quad (\text{A.4-5})$$

En este caso:

Z_c es la impedancia de entrada del aparato

Z_{s0} es la impedancia de equilibrado para el efecto local del aparato (equivalente)

Z es la impedancia de la línea, «vista» por el aparato cuando se establece la conexión.

Nota 1 – A_{rst} es aproximadamente igual a la pérdida de retorno entre Z_{s0} y Z .

Nota 2 – Cuando se conocen las curvas de sensibilidad *reales* en emisión y en recepción del aparato telefónico en función de la frecuencia, es posible simular con gran exactitud las mediciones del IEEL mediante un algoritmo más elaborado (Recomendación P.79, § 8).

Como puede verse en el cuadro A-1/G.111 y en la figura A-2/G.111, en la ponderación del IEEL se hace muy poco énfasis en las frecuencias más bajas. Esto se debe a que el trayecto del «efecto local humano» a través del conducto óseo de la cabeza predomina sobre el trayecto eléctrico en esa gama de frecuencias.

Nota 3 – $IEEL = 7$ u 8 dB está suficientemente dentro de la gama preferida del efecto local para el hablante. A ese valor, la pérdida acústica media desde la boca del hablante a su oído a través del efecto local eléctrico es típicamente de 0 dB aproximadamente. (La promediación se ha hecho con la ponderación de K_i indicada en el cuadro A-1/G.111.)

CUADRO A-1/G.111

Ponderación del IEEL

i	F_i (kHz)	K_i
1	0,2	0
2	0,25	0,01
3	0,315	0,02
4	0,4	0,03
5	0,5	0,04
6	0,63	0,05
7	0,8	0,08
8	1	0,12
9	1,25	0,12
10	1,6	0,12
11	2	0,12
12	2,5	0,12
13	3,15	0,12
14	4	0,05

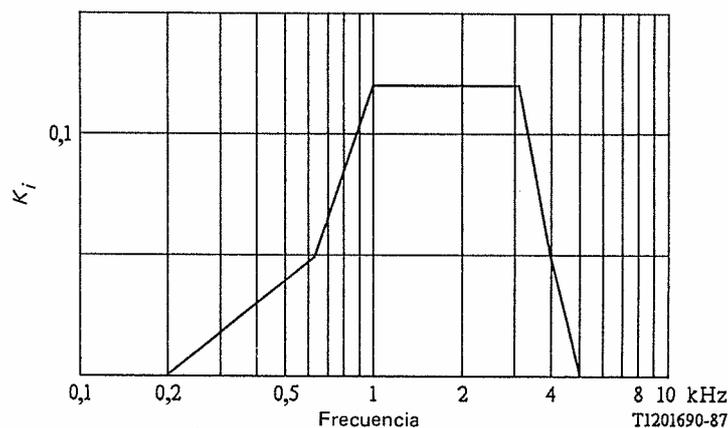


FIGURA A-2/G.111

Ponderación del efecto local K_i indicada en el cuadro A-1/G.111

A.4.3.3 Índice del efecto local para el oyente (IELO)

Un ruido ambiente alto en el local del abonado que escucha perturba la palabra recibida de varias maneras:

- Por el ruido recogido por el oído «libre». Esta perturbación puede despreciarse en este caso porque el cerebro tiene una capacidad de análisis estereofónica para «desconectarse» de señales no pertinentes que vienen de un sentido erróneo.
- Por el ruido que penetra en el oído al que está aplicado el auricular del microteléfono.
- Por el ruido recogido por el micrófono del microteléfono y transmitido al auricular de éste a través del trayecto de efecto local eléctrico.

En la práctica, los fenómenos indicados en c) a menudo son los más perturbadores. (Naturalmente, son también los únicos que están bajo el control del planificador.)

Investigaciones realizadas han demostrado que, a bajas frecuencias, la fuga del pabellón del auricular predomina sobre el trayecto de efecto local eléctrico en gran parte de la misma manera que lo hace el conducto óseo para el efecto local del hablante. Por tanto, puede aplicarse la misma ponderación de K_i para el IEEL. (Al menos si la conformación del pabellón del auricular no es demasiado inadecuada.) Por tanto, el índice del efecto local para el oyente (IELO) puede calcularse a partir del IEEL y la media ponderada de DELSM, la diferencia entre las curvas de sensibilidad sonora difusa y directa del aparato. (Véase el § A.3.)

$$IELO = IEEL + D$$

$$D = - \sum_{i=1}^N K_i \cdot (DELSM)_i \quad (A.4-6)$$

Nota 1 – Para los aparatos telefónicos modernos con micrófonos lineales, D es del orden de 1,5 a 4 dB. El valor de D depende, en cierta medida, de la forma geométrica del microteléfono pero no del nivel del ruido ambiente. Sin embargo, los aparatos con micrófonos de carbón tienen típicamente un umbral de sensibilidad que los hace algo menos sensibles al ruido ambiente. Su valor de D es del orden de 6 a 8 dB con un ruido ambiente de 60 dBA. Sin embargo, algunos diseños de aparatos modernos que utilizan micrófonos lineales (especialmente cascos) incorporan un umbral de sensibilidad que los hace menos sensibles al ruido ambiente.

Nota 2 – Físicamente, por encima de 800 a 1000 Hz, el pabellón del auricular apantalla el oído que escucha contra la recogida directa del ruido ambiente pero el trayecto eléctrico proporciona una contribución indirecta. En condiciones de ruido ambiente elevado (60 dBA o más) y de conexiones con alta pérdida el índice de efecto local para el oyente debe ser mayor que 13 dB. Esto corresponde aproximadamente al pabellón del auricular que tiene un efecto de apantallamiento contra el ruido ambiente equivalente de 5 ó 6 dB a las frecuencias más altas.

A.4.4 Eco y diafonía

A.4.4.1 Observaciones generales

Los sonidos de eco y diafonía son mucho menos altos que la conversación normal. Por tanto, debe elegirse el «factor de aumento de la sonoridad», m , en el algoritmo de evaluación (ecuación A.2-1) más alto que 0,2. La experiencia ha demostrado que el siguiente procedimiento es apropiado:

El trayecto de índice de sonoridad total considerado se divide en partes, cuyos índices de sonoridad se suman. Las partes son:

- 1) circuitos en emisión y en recepción del aparato o aparatos telefónicos;
- 2) los circuitos puramente eléctricos.

Para el aparato o aparatos telefónicos se utilizan valores de ISE e ISR normales. Para los circuitos eléctricos, la pérdida de sonoridad se evalúa con $m = 0,5$ ó 1 , que corresponde a suma en tensión o en potencia. (El valor m y la gama de frecuencia que deben utilizarse se indicarán ulteriormente para cada aplicación.)

La pérdida de sonoridad del circuito eléctrico, LC, se calcula de acuerdo con la ecuación (A.2-1) con una ponderación plana en la banda de frecuencia logarítmica de 300 a 3400 Hz. La banda logarítmica se divide en $(N - 1)$ secciones iguales, es decir, por N puntos.

$$LC(m) = -\frac{10}{m} \log_{10} \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-0,1mL_i} \quad (A.4-7)$$

donde

$$K_1 = K_N = \frac{1}{2(N-1)}$$
$$K_i = \frac{1}{N-1}; i = 2 \dots (N-1) \quad (A.4-8)$$

Si la suma (o integración) se efectúa en una escala de frecuencia lineal, la ecuación (A.4-7) se transforma en:

$$LC(m) = \frac{1}{m} C - \frac{10}{m} \log_{10} \int_{300}^{3400} 10^{-0,1mL(f)} \frac{1}{f} df \quad (A.4-9)$$

donde

$$C = 10 \log_{10} \left\{ \ln \left(\frac{f_2}{f_1} \right) \right\} \quad (A.4-10)$$

De este modo, si $f_1 = 300$ Hz, $f_2 = 3400$ Hz, $C = 3,9$ dB (A.4-11)

y si $f_1 = 500$ Hz, $f_2 = 2000$ Hz, $C = 1,4$ dB (A.4-12)

A.4.4.2 Índice de sonoridad del eco para el hablante (ISEH)

De acuerdo con los principios indicados en el § A.4.4.1, se tiene:

$$ISEH = ISE(\text{ap}) + ISR(\text{ap}) + L_e \quad (A.4-13)$$

donde $ISE(\text{ap})$, e $ISR(\text{ap})$ se refieren al aparato telefónico en cuestión.

La pérdida de eco L_e se calcula de acuerdo con la ecuación (A.4-7) o (A.4-8) con $m = 1$; y $f_1 = 300$ Hz, $f_2 = 3400$ Hz.

$$L_e = LC(m = 1) \quad (A.4-14)$$

Nota 1 – Para $ISEH = 9$ dB, el eco de la voz del hablante llegaría a su oído con una pérdida de 0 dB aproximadamente promediada en una escala de frecuencia logarítmica.

Nota 2 – El valor de L_e calculado por este método es idéntico al valor obtenido con el método indicado en el § 4.2 de la Recomendación G.122.

Nota 3 – La diferencia entre el efecto local para el hablante y el eco para el hablante es que este último está asociado, naturalmente, con el retardo. Recientes investigaciones indican que con un retardo de unos 2 a 4 ms, el efecto

del eco para el hablante comienza a ser claramente perceptible aún con respecto a un fuerte efecto local para el hablante. A fin de evitar que los abonados sean molestados por el eco hay que atenuar más el eco que las señales de efecto local cuanto mayor sea el retardo. Este problema está siendo estudiado en el marco de la Cuestión 9/XII.

Nota 4 – En los circuitos terminados en un aparato telefónico digital a cuatro hilos, el trayecto acústico del auricular al micrófono introduce un trayecto de eco. En este caso, la pérdida del trayecto de eco [L_i y $L(f)$, respectivamente, en las ecuaciones (A.4-7) y (A.4-9)] incluye el trayecto acústico y las características de emisión y de recepción del microteléfono. Resulta práctico relacionar una medición ponderada de la pérdida del trayecto de eco con los puntos a cuatro hilos de 0 dBr, utilizando las ecuaciones (A.4-7) o (A.4-9) con $m = 1$. Esta medición ponderada se denomina «AEL (0)».

A.4.4.3 Índice de sonoridad del eco para el oyente (ISEO)

ISEO es un valor medio ponderado del eco para el oyente, LE, en la banda de frecuencias 300 a 3400 Hz. La ponderación debe hacerse de acuerdo con la ecuación (A.4-6) o (A.4-8) con $m = 0,5$.

Nota – En la práctica seguida en América del Norte se utiliza el término «pérdida del trayecto de eco ponderada» (PTEP). Cuando se calcula PTEP, el factor $m = 0,5$ pero la ponderación es plana en una escala de frecuencia lineal. En general, ISEO y PTEP no difieren mucho numéricamente.

A.4.4.4 Índice de sonoridad en recepción de la diafonía (ISR_X)

El efecto perjudicial de la diafonía se relaciona como es natural directamente con el nivel de conversación real en el canal perturbador. Lamentablemente no hay una relación estable entre el índice de sonoridad en emisión (ISE) y el nivel de conversación en las redes telefónicas, según han demostrado las investigaciones. Por tanto, sería engañoso incluir el ISE en un índice de sonoridad de la diafonía. Los niveles de conversación previstos (valor medio y desviación típica) tienen que calcularse a partir de otros datos de red. El problema se trata en la Recomendación P.16.

Siguiendo los principios indicados en el § A.4.4.1 se tiene:

$$ISR_X = ISR(ap) + L_x \quad (A.4-15)$$

donde $ISR(ap)$ se refiere al aparato telefónico en cuestión.

La diafonía L_x se calcula de acuerdo con la ecuación (A.4-9) o (A.4-8) con $m = 1, f_1 = 500$ Hz, $f_2 = 2000$ Hz.

$$L_x = LC (m = 1) \quad (A.4-16)$$

Nota – En la práctica, se ha hallado que el valor de diafonía alrededor de 1020 Hz representa L_x bastante bien (véase el § A.3.1 de la Recomendación G.134).

ANEXO B

(a la Recomendación G.111)

Valores y límites recomendados de los índices de sonoridad para circuitos en conexiones internacionales

La configuración de la conexión se muestra en la figura B-1/G.111 y los valores de IS en el cuadro B-1/G.111.

Se supone que los interfaces entre las secciones nacional e internacional estén en el nivel relativo de 0 dBr, como es el caso de las interconexiones digitales. La relación entre los IS en un punto de 0 dBr y en un extremo virtual analógico (EVA), se analiza en el § 1.1 de la presente Recomendación. Véase también el cuadro D-1/G.111.

Nota – Los valores medios, ponderados en función del tráfico, a largo plazo de los IS deben ser iguales para cada tipo principal de categorías de abonado: urbana, suburbana y rural. Sólo la consideración del valor medio para todo el país en el plan de transmisión pudiera conducir a una discriminación contra algunos grupos importantes de usuarios.

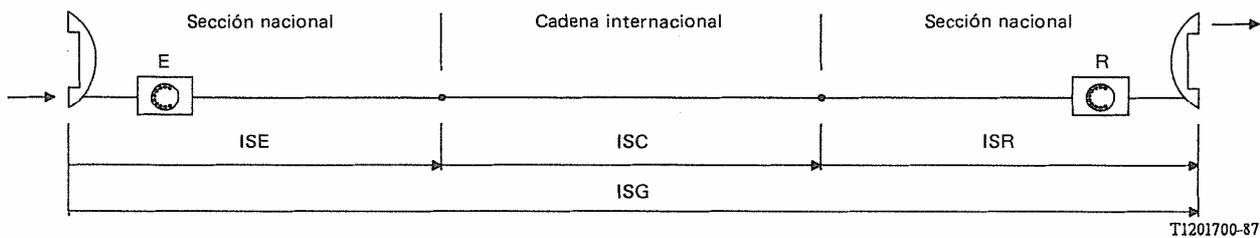


FIGURA B-1/G.111

Designación de los IS en una conexión internacional

CUADRO B-1/G.111

Valores de IS citados en las Recomendaciones G.111 y G.121

	ISE	ISC	ISR	IGS
Valores medios ponderados en función del tráfico::				
A largo plazo	7-9 ^{b)}	0-0,5 ^{e)}	1-3 ^{b), f)}	8-12 ^{a) e), f)}
A corto plazo	7-15 ^{b)}	0-0,5 ^{e)}	1-6 ^{b), f)}	8-21 ^{a) e), f)}
Valores máximos para un país de extensión mediana	16,5 ^{c)}		13 ^{c)}	
Valor mínimo	-1,5 ^{d)}			

a) Véase el § 3.2 de la Recomendación G.111.

b) Véase el § 1 de la Recomendación G.121.

c) Véase el § 2.1 de la Recomendación G.121.

d) Véase el § 3 de la Recomendación G.121.

e) Cuando la cadena internacional es digital, ISC = 0. Si la cadena internacional está formada por un circuito analógico, ISC = 0,5 y entonces el ISG aumenta en 0,5 dB. (Si la distorsión de atenuación en función de la frecuencia de este circuito es pronunciada, el ISC puede aumentar en otros 0,2 dB. Véase el § A.4.2.)

f) Véanse también las notas del § 3.2.

ANEXO C

(a la Recomendación G.111)

Conversión de los valores de IS en valores de ERC

En el anexo D figura un análisis completo de las relaciones generales entre los equivalentes de referencia, (ER), equivalentes de referencia corregidos (ERC), e índices de sonoridad. En sentido estricto, se debe hacer una distinción entre:

- a) los ERC derivados por cálculos a partir de los ER subjetivos,
- b) los equivalentes R25 medidos subjetivamente,
- c) los equivalentes R25 objetivos medidos objetivamente.

Sin embargo, parece que las Administraciones utilizan el término ERC para las tres categorías, por lo que en ese anexo se ha adoptado esta práctica.

La relación entre los ERC y los IS puede escribirse como sigue:

$$ERCE = ISE_w + x$$

$$ERCE = ISR_w + y$$

(El índice w indica en este caso una medición conforme a la Recomendación P.79, anchura de banda 0,2-4 kHz.)

En la Recomendación G.111 del *Libro Rojo*, fascículo III.1, se encuentra:

$$x = 5; y = 5$$

Estos valores son, no obstante, sólo promedios generales. Las Administraciones deben determinar x e y mediante *mediciones del IS objetivas reales* en los aparatos típicos a los que se han asignado valores de ERC en sus redes nacionales. Pueden hallarse grandes variaciones para aparatos específicos, en comparación con los promedios generales.

ANEXO D

(a la Recomendación G.111)

Justificación de los valores de índice de sonoridad (IS) que aparecen en las Recomendaciones G.111 y G.121

D.1 *Generalidades*

D.1.1 *Principios generales*

Cuando se redactaron de nuevo las Recomendaciones G.111 y G.121 sobre la base del ERC, en 1980, se observaron los dos principios siguientes:

- a) Las Administraciones que utilizaban métodos de planificación basados en equivalentes de referencia no debían tener graves dificultades en aplicar las nuevas Recomendaciones.
- b) La calidad de transmisión proporcionada a los abonados no debía deteriorarse.

Al recomendar los valores de IS (Recomendaciones G.111 y G.121, *Libro Rojo*), no fue posible aplicar estos principios estrictamente, porque:

- la diferencia $ERCE - ISE$ depende del tipo de microteléfono utilizado;
- de cualquier modo, las diferencias en emisión y en recepción para diversos tipos de aparatos pueden variar, puesto que pueden hallarse valores diferentes de ER en diversos laboratorios o cuando se cambian los equipos de operadores de pruebas.

Para cumplir el principio b), se acordó tomar $ISE = ERCE - 5$ e $ISR = ERC - 5$ dB, que son los valores medios (en una variedad de tipos de aparatos) de las diferencias halladas en el Laboratorio del CCITT durante un cierto periodo. Esto indica que se protegerá la calidad de transmisión en su conjunto, pero ciertas Administraciones pueden encontrar dificultades en respetar los valores de IS recomendados.

D.1.2 *Valores óptimos*

La conversión de los «valores preferidos» anteriormente expresado como ER no está clara.

Sobre la base de la información disponible en 1984 [1] se recomendó una IS de 5 dB, pero se ha comprendido que un valor mayor pudiera ser preferible en presencia de ecos.

D.1.3 Adición de los IS en el caso de estaciones de abonados analógicas

Defínase el sistema nacional como para los ERC (véanse los § A.3.3 y A.3.4 de la versión del *Libro Rojo* de esta Recomendación). La ERC global de una conexión es:

$$Y = ERNCE + ERNCR + X + D_0 + A \quad (D-1)$$

con $ERNCE = ERCE + b + c$ (emisión) y $ERMRC = ERRCR + b + c$ (recepción)

donde

$ERCE$ y $ERCR$ se relacionan con el sistema local,

b es la ERC de un enlace troncal,

c es el total de las pérdidas (a 800 o 1000 Hz) de circuitos nacionales de larga distancia, centrales y unidades de terminación a dos hilos/cuatro hilos,

X es la pérdida total de los circuitos internacionales,

D_0 y A (EDA), se definen en el anexo B de la versión del *Libro Rojo*.

De manera similar, el ISG será:

$$Z = ISNE + ISNR + Y + D'_0 + A' \quad (D-2)$$

con

$$ISNE = ISE + b' + c \quad (D-3)$$

donde

D'_0 es despreciable y

A', b' son virtualmente iguales a A, b (véase el anexo B de la versión del *Libro Rojo*).

Si se supone (§ D.1.1 anterior) que $ISE = ERCE - 5$, $ISR = ERRCR - 5$ y $D'_0 = -4$ (puesto que las Recomendaciones se aplicaron originalmente a estaciones de abonado antiguas), se tiene $Z = Y - 6$ dB.

De hecho, los valores recomendados se han derivado de $Z = Y - 5$ dB, que no es una diferencia importante, pero las Recomendaciones para los sistemas nacionales son un poco más estrictas, porque el equivalente de distorsión de atenuación (EDA) de circuitos nacionales de larga distancia se incluyó en el sistema nacional.

D.2 IS recomendados en 1988

D.2.1 Se han mantenido los valores máximos y el mínimo para emisión; otros valores difieren de los recomendados en 1984, como se explica a continuación.

D.2.2 Valores óptimos

Se dispone de los siguientes valores determinados directamente en términos de ISG (Recomendaciones P.78 o P.79) durante pruebas de conversación:

British Telecom [1] en presencia de ruido ambiente obtuvo una nota media de opinión (NMO) máxima para el $ISG = 3$ dB y un porcentaje de dificultad mínimo para $ISG = 7,2$ dB. Se propuso adoptar 5 dB como el valor óptimo y se halló una calidad de funcionamiento casi igualmente buena en una gama comprendida entre 1 y 10 dB.

NTT [2] halló valores entre 4 y 6 dB de acuerdo con las condiciones de ruido; en el modelo OPINE se utiliza un ISG óptimo $ISG = 5,34$ dB.

De acuerdo con el modelo TRANSRAT [3] se obtuvo una nota media de opinión máxima para $L_e = 7,5$ (correspondiente a $L'_e = 8,5$ con el suplemento N.º 3, § 1, Tomo V) donde $L_e = ISG$ (EARS). Hay razones para pensar que L_e es mayor que ISG (véase la Recomendación P.79) en algunos dB, de modo que éste no debe diferir significativamente de los valores anteriores; este punto se está estudiando en el marco de la Cuestión 7/XII.

De cualquier modo, estas máximas son muy planas y es evidente que se aplicarían valores más altos en presencia de ecos. Provisionalmente se puede llegar a la conclusión de que para obtener la mejor calidad de transmisión, el ISG (véase la Recomendación P.79) no deberá exceder de unos 10 dB, pero no debe ser mucho más pequeño.

D.2.3 Valores medios ponderados en función del tráfico

Se adoptó un ISG óptimo de 10 dB y se subdividió entre las partes emisión y recepción de la misma manera que para los IS de los aparatos de abonado digitales (estos últimos referidos a un punto de 0 dBr). Esto da los objetivos a largo plazo.

Los valores de A (véase el § D.1.3) utilizados previamente, que tenían en cuenta los efectos de distorsión de atenuación sobre la sonoridad y naturalidad de la palabra, fueron sustituidos por un margen fijo de 2 dB (1 dB en cada sistema nacional, véase el § A.3) cuando se emplean estaciones de abonado analógicas. Esto, combinado con un pequeño margen en la Recomendación anterior (véase el § D.1.3), permitió aumentar los valores medios ponderados en función del tráfico para la parte emisión en unos 4 dB y mantener los mismos valores globales.

D.3 Conclusión

En el cuadro D-1/G.111 se recapitulan los valores de IS recomendados en 1984 y los que se recomiendan ahora.

CUADRO D-1/G.111

Valores (en dB) de los índices de sonoridad en emisión, en recepción y global citados en las Recomendaciones G.111 y G.121

	Recomendados en 1984			Recomendados en 1988					
	ISE	ISR	IGS	ISE		ISR		ISC	IGS
	EVA	EVA		0 dBr	EVA	0 dBr	EVA		
Valor óptimo			≈5						≈10
Valores medios ponderados en función del tráfico:									
Objetivo a largo plazo (mínimo)	6,5	-2,5	8	7	10,5	1	-3	(Nota 1)	8
Objetivo a largo plazo (máximo)	8	-1	11	9	12,5	3	-1	(Nota 1)	12
Objetivo a corto plazo (máximo)	14	2,5	20,5	15	18,5	6	2	(Nota 1)	21
Valores máximos para un país de extensión mediana	20	9		16,5	20	13	9	$n \times 0,5$ (Nota 2)	
Mínimo para emisión	2			-1,5	2				

Nota 1 – $LSG = 0$ para un circuito internacional digital; 0,5 dB para un circuito analógico. El número medio de circuitos internacionales es aproximadamente 1.

Nota 2 – n es el número de circuitos internacionales analógicos.

Nota 3 – Los extremos virtuales analógicos (EVA) se definen en la Recomendación G.101.

Referencias

- [1] CCITT Contribución COM XII-97 (British Telecom), Periodo de estudios 1981-1984.
- [2] OSAKA (S.) y KAKEHI (N.): Objective model for evaluating telephone transmission performance, *Review of the Electric Communication Laboratories*, Tomo 34, N.º 4, pp. 437 a 444, 1986.
- [3] HATCH (R. W.) y SULLIVAN (J. L.): Transmission rating models for use in planning of telephone networks, *Conference Record NTC 76*, pp. 23.2-1 a 23.2-5, Dallas, 1976.
- [4] CCITT *Manual sobre mediciones telefónicas*, UIT, Ginebra, 1987.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales	G.170–G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
Definiciones y consideraciones generales	G.210–G.219
Recomendaciones generales	G.220–G.229
Equipos de modulación comunes a los diversos sistemas de transmisión por portadoras	G.230–G.239
Empleo de grupos primarios, secundarios, etc.	G.240–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Sistemas de portadoras en cable de pares simétricos no cargados que proporcionan grupos primarios o secundarios	G.320–G.329
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recomendaciones complementarias relativas a los sistemas en cable	G.350–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Recomendaciones generales	G.400–G.419
Interconexión de radioenlaces con sistemas de portadoras en líneas metálicas	G.420–G.429
Circuitos ficticios de referencia	G.430–G.439
Ruido de circuito	G.440–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	
Circuitos radiotelefónicos	G.450–G.469
Enlaces con estaciones móviles	G.470–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación