



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**CCITT**

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

**G.122**

(11/1988)

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

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –  
Características generales de los sistemas nacionales que  
forman parte de conexiones internacionales

---

**INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS NACIONALES  
EN LA ESTABILIDAD, EL ECO PARA LA  
PERSONA QUE HABLA Y EL ECO PARA LA  
PERSONA QUE ESCUCHA EN LAS  
CONEXIONES INTERNACIONALES**

Reedición de la Recomendación G.122 del CCITT  
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.1 (1988)

---

## NOTAS

1 La Recomendación G.122 del CCITT 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.122

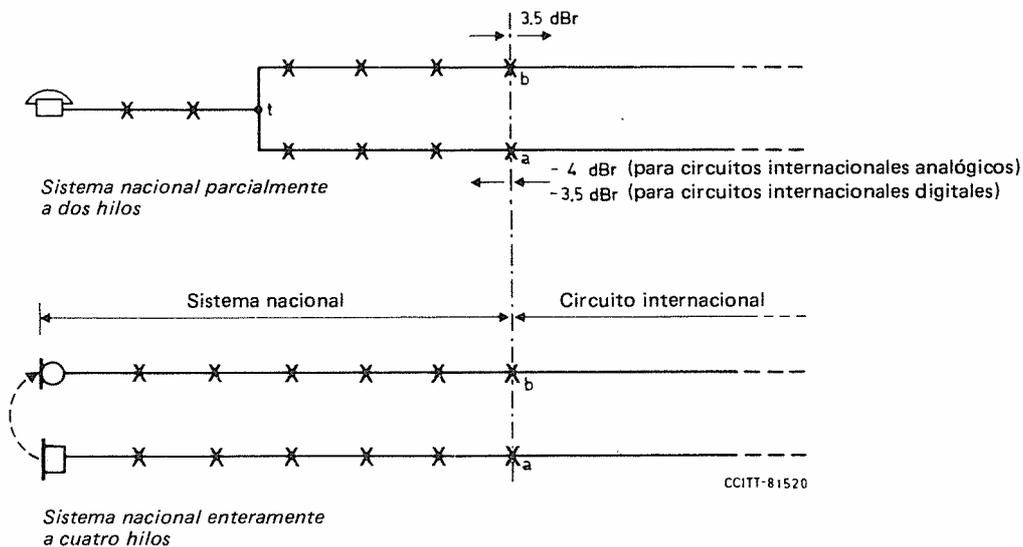
### INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS NACIONALES EN LA ESTABILIDAD, EL ECO PARA LA PERSONA QUE HABLA Y EL ECO PARA LA PERSONA QUE ESCUCHA EN LAS CONEXIONES INTERNACIONALES

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

#### 1 Introducción

La información proporcionada en esta Recomendación es aplicable a todos los sistemas nacionales.

En la figura 1/G.122 se representan sistemas nacionales que llegan hasta extremos virtuales analógicos.



Nota —  $a$  y  $b$  son los extremos virtuales analógicos del circuito internacional.

FIGURA 1/G.122

#### Representaciones de sistema nacional y definición de los extremos virtuales analógicos

La pérdida de transmisión introducida entre  $a$  y  $b$  por el sistema nacional, que se denominará atenuación ( $a-b$ ), es importante desde tres puntos de vista:

- Contribuye al margen que tiene la conexión internacional como protección contra la oscilación durante las fases de establecimiento y liberación de la conexión. Una atenuación mínima en la banda de 0 a 4 kHz es el valor característico.
- Contribuye al margen de estabilidad durante una comunicación. También aquí, una atenuación mínima en la banda de 0 a 4 kHz es el valor característico, pero en este caso se da por supuesto que los aparatos de abonado (teléfono, modem, etc.) están conectados y en funcionamiento.
- Contribuye a la protección contra los ecos y, en lo que respecta al efecto subjetivo del eco para el que habla, el valor característico es una suma ponderada de la atenuación ( $a-b$ ) en la banda de 300 a 3400 Hz.

Además, los ecos que circulan por cualquiera de los bucles a cuatro hilos del sistema nacional o de la cadena internacional a cuatro hilos causan un eco para el que escucha que puede afectar la transmisión analógica de datos en la banda vocal.

Los requisitos especificados en esta Recomendación representan objetivos de funcionamiento de la red.

## **2 Atenuación (*a-b*) para evitar la inestabilidad durante el establecimiento, la liberación y los cambios en una conexión**

2.1 Es preciso evitar la inestabilidad durante todas las condiciones normales de establecimiento, liberación y otros cambios en la composición (v.g. transferencia de llamada) de una conexión completa. Para asegurar una estabilidad adecuada de las conexiones internacionales, la distribución (determinada para muchas llamadas reales) de la atenuación (*a-b*) en el caso más desfavorable debe ser tal que la probabilidad de que una llamada encuentre una atenuación (*a-b*) de 0 dB o menos no exceda de 6 llamadas en 1000 cuando se utilice el método de cálculo mencionado en el § 2.2. Debiera respetarse esta condición para todas las frecuencias de la banda comprendida entre 0 y 4 kHz.

*Nota 1* – Los sistemas de señalización y de conmutación influyen en la atenuación (*a-b*) en condiciones de establecimiento y liberación. En algunos sistemas, por ejemplo, hay registradores a cuatro hilos que controlan el establecimiento y no establecen el trayecto a cuatro hilos hasta que se haya recibido correctamente la señal de respuesta. En otros, se liberan inmediatamente los circuitos al encontrarse la condición de ocupado. En tales casos no hay riesgo de oscilación.

*Nota 2* – En la Recomendación Q.32 se facilita información sobre métodos para lograr una atenuación (*a-b*) adecuada de un sistema nacional de llegada antes de que el abonado llamado responda (es decir: mientras se transmite el tono de llamada) o cuando se encuentran condiciones de ocupado o número inobtenible.

*Nota 3* – Si no existen disposiciones como las descritas en las observaciones 1 o 2, un procedimiento seguro será, generalmente, dar por supuesto que el circuito telefónico local llamado (si es a dos hilos) no proporciona ninguna atenuación de equilibrado. En este caso, la atenuación (*a-b*) necesaria la deberán proporcionar las pérdidas de transmisión del sistema nacional.

*Nota 4* – La estabilidad de las conexiones telefónicas internacionales fuera de la banda de frecuencias efectivamente transmitida (es decir, por debajo de 300 Hz y por encima de 3400 Hz) depende de las atenuaciones siguientes a las frecuencias de que se trate:

- atenuación de equilibrado en los equipos de terminación;
- atenuación de los equipos de terminación;
- atenuación de los circuitos a cuatro hilos.

*Nota 5* – Se pueden dejar de considerar las condiciones que sólo duran unas pocas decenas de milisegundo pues en un tiempo tan breve las oscilaciones no pueden llegar a adquirir un nivel apreciable.

2.2 El límite recomendado en el § 2.1, puede respetarse imponiendo, por ejemplo, en la red nacional las siguientes condiciones simultáneas:

- 1) La suma de las atenuaciones nominales en ambos sentidos de transmisión *a-t* y *t-b*, medidas entre la entrada a dos hilos del equipo de terminación *t* y uno u otro de los extremos virtuales del circuito internacional, *a* o *b*, debe ser por lo menos igual a  $(4 + n)$  dB, siendo *n* el número de circuitos analógicos o mixtos analógico/digitales a cuatro hilos en la cadena nacional.
- 2) La atenuación de equilibrado para la estabilidad en el equipo de terminación *t*, debe tener un valor de 2 dB por lo menos, en todas las condiciones de terminación encontradas en la explotación normal.
- 3) La desviación típica de las variaciones de la atenuación de un circuito no será mayor que 1 dB (véase el § 3 de la Recomendación G.151).

En un cálculo para verificar si estos valores son aceptables, se puede suponer que (véase [1]):

- no hay diferencia apreciable entre los valores nominal y medio de las atenuaciones de los circuitos;
- hay una correlación total entre las variaciones de las atenuaciones para ambos sentidos de transmisión de un mismo circuito;
- las distribuciones son gaussianas.

Para la atenuación ( $a-b$ ) se obtiene entonces:

valor medio:  $2 + 4 + n = 6 + n$  dB

desviación típica:  $\sqrt{4n}$  dB

Con  $n = 4$ , el valor medio es de 10 dB y la desviación típica 4 dB, lo que da como resultado una probabilidad de  $6 \times 10^{-3}$  para valores inferiores a 0 dB.

*Nota* – No es necesario que sean iguales las dos cantidades  $a-t$  y  $t-b$ , lo que permite emplear una ganancia diferencial en la red nacional. Puede resultar necesaria esta última práctica para ajustarse a las cláusulas del § 2 de la Recomendación G.121, pero la misma implica la posibilidad de que los equivalentes en servicio terminal de la cadena a cuatro hilos más los equipos de terminación sean diferentes para los dos sentidos de transmisión. Al elegir el valor nominal de la atenuación  $t-b$ , debe en todos los casos tenerse presente el § 3 de la Recomendación G.121, sobre el equivalente de referencia mínimo en emisión que ha de imponerse a cada cadena nacional para evitar todo riesgo de sobrecarga de la red internacional.

### 3 Atenuación ( $a-b$ ) no ponderada en conexiones establecidas

3.1 El objetivo es que el riesgo de que la atenuación ( $a-b$ ) alcance valores bajos en cualquier frecuencia de la gama de 0 a 4 kHz sea el menor posible. Para ello es necesario imponer ciertas restricciones a la distribución de los valores de la atenuación para la estabilidad ( $a-b$ ) de la población de llamadas internacionales reales establecidas a través del sistema nacional. Tal distribución puede caracterizarse por un valor medio y una desviación típica.

El objetivo se alcanzará con un sistema nacional que presente un valor medio de por lo menos  $(10 + n)$  dB y una desviación típica no superior a  $\sqrt{6,25 + 4n}$  dB en la banda de 0 a 4 kHz, siendo  $n$  el número de circuitos analógicos o mixtos analógico/digitales a cuatro hilos en la cadena nacional. Otras distribuciones son igualmente aceptables, siempre que den resultados equivalentes o mejores, hallados mediante el procedimiento convencional de cálculo descrito en [1].

*Nota 1* – Véase la nota del § 2.2.

*Nota 2* – En el caso general de la parte *a*) de la figura 1/G.122, la atenuación ( $a-b$ ) se calcula como la suma de las atenuaciones del circuito, la atenuación del equipo de terminación y la atenuación de equilibrado para la estabilidad. De hecho, la atenuación ( $a-b$ ) a una frecuencia dada es la suma de las atenuaciones del circuito a dicha frecuencia más la atenuación de equilibrado a esa misma frecuencia. Para fines de planificación, se puede suponer que la atenuación para la estabilidad es igual o superior a la suma de la atenuación de equilibrado para la estabilidad más la totalidad de las atenuaciones del circuito a la frecuencia de referencia. Esto se basa en que la menor atenuación de circuito suele observarse a una frecuencia cercana a la de referencia.

*Nota 3* – Se puede suponer que la pérdida de transmisión de los circuitos enteramente digitales tiene un valor medio y una desviación típica nulos. Es de prever que las variaciones de la pérdida de transmisión sean menores en los codecs vocales instalados en circuitos o centrales que en los circuitos por portadoras. Para las variaciones de la pérdida de transmisión de una combinación codificador-decodificador, se han comunicado desviaciones típicas del orden de 0,4 dB.

*Nota 4* – Se supone que el aparato de abonado (teléfono, módem, etc.) en todo circuito telefónico local está «descolgado» o en una condición equivalente, y proporciona por tanto una atenuación de equilibrado.

*Nota 5* – En la práctica, la distribución de la atenuación de equilibrado para la estabilidad es claramente sesgada y la mayor parte de la desviación típica se debe a valores superiores a la media. Suponer una distribución normal podría ser demasiado restrictivo.

*Nota 6* – El manual del CCITT citado en [3] describe algunos métodos propuestos, y en ciertos casos empleados con éxito por Administraciones para mejorar la atenuación de equilibrado.

3.2 La distribución de la atenuación para la estabilidad ( $a-b$ ) recomendada en el § 3.1 podría lograrse, por ejemplo, si, además de cumplir las condiciones del § 2.2, el valor medio de la atenuación de equilibrado para la estabilidad en el equipo de terminación no es inferior a 6 dB y la desviación típica no es superior a 2,5 dB.

#### 4 Atenuación (*a-b*) para el eco en conexiones establecidas

4.1 Con objeto de reducir al mínimo los efectos del eco en las conexiones internacionales se recomienda que la distribución de la atenuación para el eco (*a-b*) de la población de llamadas internacionales reales establecidas a través del sistema nacional tenga un valor medio no inferior a  $15 + n$  dB, con una desviación típica no superior a  $\sqrt{9 + 4n}$ , siendo *n* el número de circuitos analógicos o mixtos analógico/digitales a cuatro hilos de la cadena nacional.

Otras distribuciones son igualmente aceptables, siempre y cuando den resultados equivalentes o mejores, hallados mediante el procedimiento convencional de cálculo descrito en el suplemento N° 2.

*Nota 1* – Los supresores y compensadores de eco conformes a las Recomendaciones G.164 y G.165 requieren por lo general que la señal real que hace convergir el compensador o es controlada por el supresor sufra una atenuación (*a-b*) de 6 dB. Esa atenuación (*a-b*) de la señal es la razón de la potencia de la señal incidente a la de la reflejada por el trayecto de retorno. El valor de la atenuación (*a-b*) de la señal dependerá tanto de la respuesta en frecuencia del trayecto (*a-b*) como del espectro de la señal. Desde el punto de vista de la calidad de funcionamiento, es conveniente, por tanto, que la atenuación (*a-b*) para la estabilidad durante una conexión establecida sea de por lo menos 6 dB, puesto que este valor asegurará un funcionamiento correcto para cualquier señal (espectro de frecuencia) en la banda comprendida entre 0 y 4 kHz.

Sin embargo, quizás no siempre sea posible, en la práctica, alcanzar ese nivel de calidad de funcionamiento, especialmente para la característica en las frecuencias más altas de las señales de datos transmitidas en las bandas vocales. En el caso de la palabra, típicamente la atenuación (*a-b*) de la señal vocal será de por lo menos 6 dB si la atenuación para el eco es de 6 dB. No obstante, para las señales de datos en banda vocal se requiere una mayor atenuación para el eco a fin de conseguir una atenuación (*a-b*) de la señal de datos de 6 dB. En el caso de algunas señales de datos, se necesita una atenuación para el eco de por lo menos 10 dB. Es preciso señalar que algunos modems semidúplex instalados en circuitos por satélite equipados con compensadores de eco pueden requerir que los compensadores operen de cierta manera apropiada para evitar que los largos tiempos de propagación de los ecos, superiores al periodo de silenciamiento del receptor, causen problemas en la transmisión de datos.

*Nota 2* – Véase la nota 2 del § 3.1. De modo semejante, a efectos de la planificación se puede suponer que la atenuación para el eco es igual o superior a la suma de la atenuación de equilibrado para el eco y de las atenuaciones del circuito a la frecuencia de referencia.

*Nota 3* – La Recomendación G.131 da orientación en cuanto al empleo de dispositivos de control del eco.

4.2 La atenuación para el eco (*a-b*) se deriva de la integral de la característica de transferencia de potencia *A(f)* ponderada por una pendiente negativa de 3 dB/octava de 300 Hz a 3400 Hz, en la forma siguiente:

$$\text{Atenuación para el eco } L_e = 3,85 - 10 \log_{10} \left[ \int_{300}^{3400} \frac{A(f)}{f} df \right] \text{ dB}$$

donde

$$A(f) = 10^{-\frac{L_{ab}(f)}{10}} \text{ con } L_{ab} = \text{atenuación } (a-b)$$

*Nota 1* – Este método sustituye un método anterior en el cual la atenuación del trayecto *a-t-b* para el eco se definía provisionalmente como la expresión en unidades de transmisión de la media no ponderada de las relaciones de potencia en la banda de 500 a 2500 Hz. Se considera que el nuevo método concuerda mejor con la opinión subjetiva sobre conexiones individuales. Sin embargo, algunos estudios han mostrado que las distribuciones de atenuación del trayecto de eco de una muestra grande de conexiones reales calculada por los métodos tienen medias y desviaciones típicas casi idénticas. Por tanto, se considera que los datos obtenidos mediante el método antiguo son aún útiles en estudios de planificación.

*Nota 2* – Se presentaron datos que prueban que una señal de ruido blanco no es necesariamente óptima para medir el nivel de eco residual después de una compensación, porque un compensador de eco no converge a la misma condición a la cual lo hace con una señal vocal real. Pudiera convenir utilizar la señal telefónica convencional (Recomendación G.227 [5]) o mejor aún, una señal vocal artificial [6]. Una buena solución de transacción es la señal de ruido ponderado recomendada más arriba.

*Nota 3* – Pueden conseguirse mejores atenuaciones de equilibrado en *t* cuando la central local utiliza conmutación a cuatro hilos y la línea local se encuentra permanentemente asociada con el equipo de conversión de dos hilos a cuatro hilos y su red de equilibrado (véanse ejemplos en la Recomendación Q.552). De utilizarse conmutación a dos hilos, será preciso emplear como solución de compromiso una red de equilibrado.

*Nota 4* – Hay antecedentes de que un aparato telefónico a cuatro hilos en uso normal puede introducir un eco acústico apreciable en la comunicación. De ahí que en ciertas circunstancias (atenuación baja, grandes retardos) quizá haya necesidad de dispositivos de protección contra el eco.

4.3 El límite provisional indicado en el § 4.1 puede alcanzarse en las condiciones que se exponen seguidamente a título de ejemplo: el valor medio de la suma de las atenuaciones  $a-t$  y  $t-b$  será de  $(4 + n)$  dB, por lo menos, con una desviación típica con relación a la media no superior a  $2\sqrt{n}$  dB; la atenuación de equilibrado para el eco en el equipo de terminación  $t$  será de 11 dB, por lo menos, con una desviación típica no superior a 3 dB.

## 5 Efectos del eco para la persona que escucha (eco en el extremo de recepción)<sup>1)</sup>

### 5.1 Consideraciones generales

En los § 1 a 4 se ha partido del supuesto de que sólo hay un bucle a dos hilos-cuatro hilos-dos hilos (que se llamará bucle) en una conexión. Por consiguiente, los requisitos indicados en los § 1 a 4 son válidos para ese caso, es decir, se refieren al «semibucle» visto directamente desde los extremos virtuales analógicos (EVA). Sin embargo, en las conexiones mixtas analógico/digitales puede haber varios bucles cuando centrales digitales a cuatro hilos (incluidas las centralitas automáticas privadas, CAP) están conectadas a dos hilos con otras centrales. Esos bucles suelen tener atenuaciones bajas y retardos cortos (a lo sumo de unos pocos milisegundos). Las señales reflejadas dos veces, es decir, en las dos híbridas que terminan un bucle, contribuirían, por tanto, al eco para la persona que escucha. Dichas señales de eco para el que escucha pueden:

- producir una desagradable «sensación de vacío» en la comunicación telefónica; y
- degradar la tasa de errores en los bits de las señales de datos transmitidas en banda vocal.

Se ha encontrado que, para una transmisión satisfactoria, se requieren en general mayores valores de atenuación del eco para el que escucha (en la banda comprendida entre 500 y 2500 Hz) cuando se reciben datos mediante modem que cuando se recibe la palabra (en la banda comprendida entre 300 y 3400 Hz).

El efecto del eco para la persona que escucha se caracteriza por la diferencia de nivel entre la señal directa y la señal multireflejada. En la figura 2/G.122 se supone que la atenuación del trayecto directo es de  $S$  dB y la del trayecto de la señal reflejada, es de  $L$  dB. La atenuación del eco para la persona que escucha (AEPE) es por tanto  $L - S$  dB. De la figura 2/G.122 se desprende que, si sólo se producen dos reflexiones, la atenuación del eco para la persona que escucha AEPE es igual a la atenuación a lo largo del bucle (atenuación en bucle abierto, ABA), ya que toda otra atenuación la sufren por igual las señales directa y reflejada.

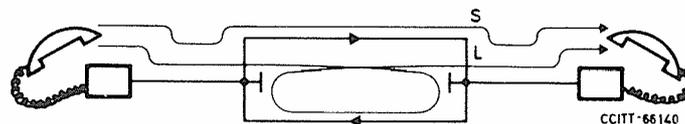


FIGURA 2/G.122

### Echo para la persona que escucha

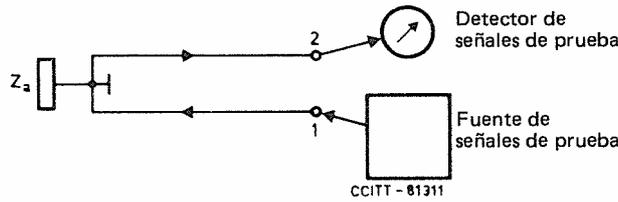
Debe señalarse que normalmente el eco para la persona que escucha consistirá en una serie de señales reflejadas dos veces, cuatro veces, etc., por lo que, en principio, AEP y ABA no son iguales. En la práctica, sin embargo, cabe considerar iguales a AEP y ABA cuando ABA excede de unos 8 dB.

La atenuación en el bucle puede medirse cortando éste en un punto, inyectando una señal y midiendo la atenuación que sufre la señal al recorrer el bucle abierto. Al hacer tal medida deben mantenerse todas las condiciones de impedancia del bucle cerrado y en los extremos a dos hilos. La magnitud medida es la atenuación en bucle abierto (ABA).

Por razones prácticas, puede ser más fácil efectuar medidas en semibucle, especialmente en el caso de las centrales a cuatro hilos con terminaciones de circuito a dos hilos, puesto que a veces es difícil mantener una conexión a través de una central a cuatro hilos e interrumpir un sentido de transmisión. La figura 3/G.122 explica el concepto de atenuación en semibucle (ASG).

<sup>1)</sup> El empleo del término «eco para la persona que escucha» en este contexto podría dar lugar a confusión y se podría buscar uno más adecuado. Algunas Administraciones prefieren la expresión «eco en la recepción».

La suma de las dos atenuaciones en semibucle de un dispositivo a dos hilos/cuatro hilos/dos hilos es igual a su atenuación en bucle abierto (y, por tanto, muy próxima a su atenuación del eco para la persona que escucha), siempre en el supuesto de que durante las medidas se mantienen las condiciones de impedancia en los extremos a dos hilos.



Nota – 1 y 2 son puntos de igual nivel (por ejemplo, puntos digitales).

FIGURA 3/G.122

**Medida de la atenuación en semibucle**

5.2 *Limitación del eco para la persona que escucha*

5.2.1 *Transmisión de datos en banda vocal*

Los valores mínimos de la atenuación del eco para la persona que escucha se hallan en estudio. Sin embargo, las consideraciones que siguen se hacen a título de ejemplo y pueden servir de indicación en cuanto a los valores de ABA que podrían requerir los tipos de modems existentes con una velocidad binaria de hasta 2,4 kbit/s para conseguir una transmisión de datos de alta calidad:

- una conexión completa no debe contener más de cinco (excepcionalmente siete) bucles físicos;
- los bucles con un valor muy alto de ABA (mayor que 45 dB, por ejemplo) no necesitan incluirse en el número de bucles de la conexión;
- la ABA de cada bucle a cualquier frecuencia de la banda comprendida entre 500 y 2500 Hz no debe ser inferior a los valores que se indican en el cuadro 1/G.122 (que se basa en  $ABA = 18 + 10 \log m$ , donde  $m$  = número total de bucles).

CUADRO 1/G.122

En un sistema nacional		Número total máximo de bucles en la conexión internacional
Números de bucles nacionales	ABA de cada bucle	
1	22 dB	3
2	25 dB	5
3	26,5 dB	7

5.2.2 *Transmisión de señales vocales*

La calidad de la transmisión de señales vocales en presencia de eco para la persona que escucha puede cuantificarse mediante el empleo de un valor ponderado de ABA en la banda de frecuencias vocales comprendida entre 300 y 3400 Hz. Se han definido dos funciones de ponderación en el suplemento N° 3 al Tomo V.

Utilizando la información contenida en la Recomendación P.11 se pueden derivar valores apropiados de ABA, para una transmisión satisfactoria de la voz, en función del tiempo de ida y retorno del bucle. Esos valores se encuentran actualmente en estudio.

ANEXO A

(a la Recomendación G.122)

**Medidas de la atenuación para la estabilidad (a-b)  
y de la atenuación para el eco (a-b)**

La atenuación para la estabilidad (a-b) y la atenuación para el eco (a-b) definidas respectivamente en los § 3.1 y 4.1, pueden medirse en el centro internacional con arreglo al principio ilustrado en la figura A-1/G.122.

En lo que concierne a la medida del eco, la respuesta combinada de los filtros de emisión y recepción debe ser tal que se cumpla efectivamente la definición dada en el § 4.2 de la Recomendación G.122; es decir, que la diferencia entre la atenuación medida del eco y la calculada a base de las características de atenuación en función de la frecuencia no exceda de 0,25 dB.

La distribución de la respuesta total entre emisión y recepción no es crítica, y puede utilizarse cualquier división razonable, a condición:

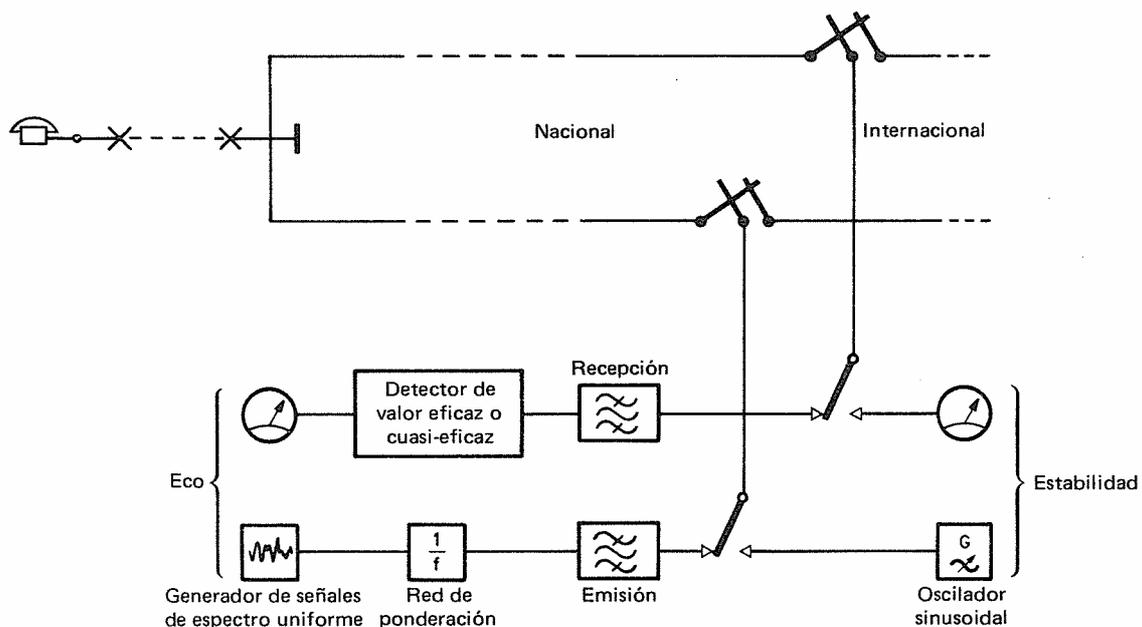
- de evitar en los sistemas nacionales de transmisión una excesiva interferencia entre canales debida a un espectro no restringido de la señal transmitida;
- de que se impida la llegada al receptor de señales no deseadas que puedan dar lugar a errores, por ejemplo, zumbidos, ruidos de circuito, o residuos de portadora.

Se requieren medios apropiados (no ilustrados) para el acceso automático o manual a los equipos de conmutación a cuatro hilos en el centro internacional, así como para asegurar que se tienen debidamente en cuenta los niveles de transmisión en los extremos reales de conmutación.

En lo que concierne a la medida de la estabilidad, si se utiliza un oscilador de barrido hay que evitar operaciones intempestivas de los sistemas nacionales de señalización.

Ambas medidas pueden dar resultados anómalos si se encuentran supresores de eco en la prolongación nacional.

Para medir la atenuación para el eco (a-b), se conecta primero la salida del filtro de emisión a la entrada del filtro de recepción, se fija el nivel en el valor apropiado y se toma nota de este valor. Se conecta luego el aparato como muestra la figura A-1/G.122 y se anota el nuevo valor medido. La atenuación así indicada es la atenuación para el eco (a-b).



CCITT - 44.881

FIGURA A-1/G.122

**Principio de medida de la atenuación del trayecto a-t-b desde el doble punto de vista de la estabilidad y del eco**

ANEXO B

(a la Recomendación G.122)

**Explicación de los términos relacionados con el trayecto a-t-b**

(Contribución de British Telecom y de Australia)

B.1 *Pérdida de retorno*

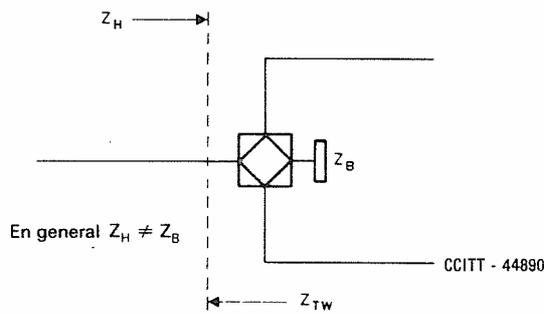
Cantidad asociada al grado de adaptación entre dos impedancias, y que viene dada por:

$$\text{Pérdida de retorno de } Z_1 \text{ con relación a } Z_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2} \right| \text{ dB}$$

El empleo del término «pérdida de retorno» debiera circunscribirse al caso de trayectos a dos hilos por los que se transmiten señales en ambos sentidos simultáneamente.

B.2 *Atenuación de equilibrado*

En el preámbulo de la Recomendación G.122 se da una definición clara de esta magnitud, que se ilustra en la figura B-1/G.122.



$$\text{Atenuación de equilibrado} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ dB}$$

FIGURA B-1/G.122

La parte a dos hilos de la conexión debe estar en las condiciones apropiadas para el estudio; por ejemplo, si se estudia el eco de la palabra, la estación telefónica debe estar en la posición de conversación.

En el caso particular, muy frecuente, en que las impedancias de cada uno de los trayectos de la parte a cuatro hilos son también iguales a  $Z_B$  (por ejemplo, 600 ohmios), el equipo de terminación presentará en el punto a dos hilos una impedancia igual a  $Z_B$ . La figura B-2/G.122 ilustra este caso.

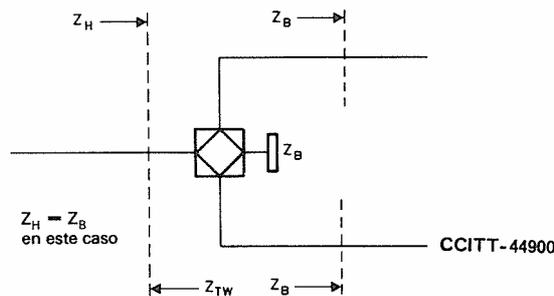


FIGURA B-2/G.122

Para designar la parte de la atenuación del trayecto  $a-t-b$  imputable al grado de adaptación entre  $Z_B$  y  $Z_{TW}$ , debe utilizarse siempre el término «atenuación de equilibrado» y no pérdida de retorno.

### B.3 Atenuación del trayecto $a-t-b$

Este concepto se presta a cierta confusión, porque puede aplicarse a circuitos en que no exista un punto físico « $t$ »; por ejemplo, en algunas simulaciones en laboratorio de conexiones de gran longitud, el eco se introduce por medio de un trayecto controlado en un solo sentido que forma un puente con los dos trayectos a cuatro hilos. El punto « $t$ » debe mencionarse en la Recomendación porque ésta se aplica a las redes telefónicas públicas reales, con conmutación.

En consecuencia, por regla general se presentan dos casos.

*Caso 1:* Existe un punto « $t$ » (figura B-3/G.122).

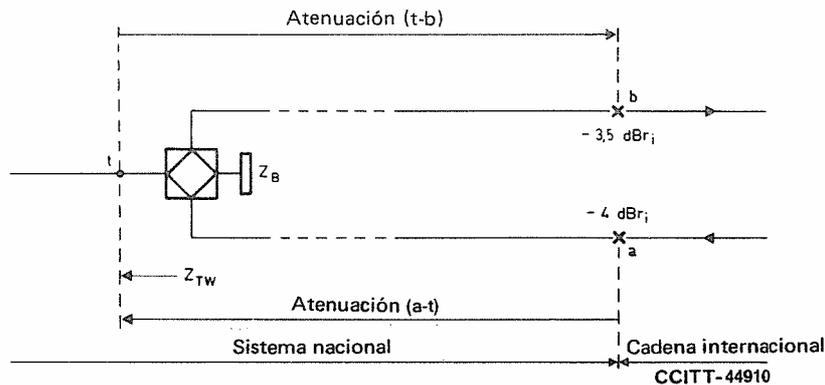


FIGURA B-3/G.122

La atenuación del trayecto  $a-t-b$  puede calcularse como sigue:

$$\text{atenuación } (a-t) + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{atenuación } (t-b)$$

En el diagrama se han hecho figurar los extremos virtuales del circuito internacional con sus correspondientes niveles relativos. El subíndice  $i$  en  $\text{dBr}_i$  indica que estos niveles relativos están referidos a un punto de 0  $\text{dBr}$  del circuito internacional.

Es evidente que en la práctica puede utilizarse cualquier otro par apropiado de niveles relativos (con una diferencia de 0,5  $\text{dB}$  en el sentido adecuado), por ejemplo, los niveles reales de conmutación utilizados en un centro internacional.

*Caso 2:* No existe un punto « $t$ » (figura B-4/G.122).

Esto es, particularmente, el caso de las pruebas en laboratorio.

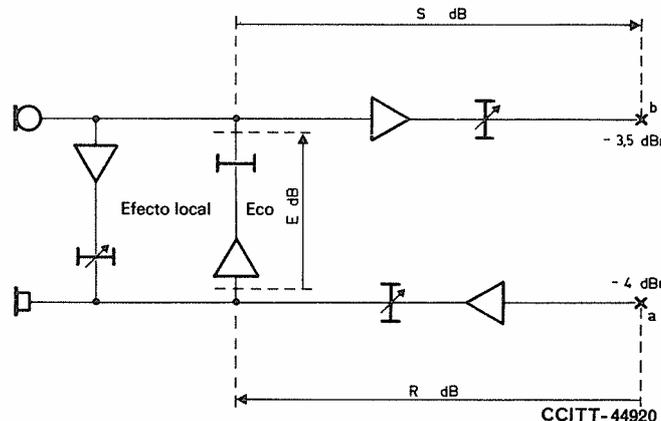


FIGURA B-4/G.122

En este caso, la atenuación del trayecto  $a\text{-}\langle t \rangle\text{-}b$  puede calcularse mediante la expresión  $(R + E + S)$  dB (suponiendo que la realimentación acústica en el circuito telefónico a cuatro hilos es despreciable).

En principio, tanto en un caso como en el otro puede medirse directamente la atenuación del «trayecto  $a\text{-}t\text{-}b$ » aplicando los principios descritos en el anexo A, es decir, introduciendo una señal en  $a$  y midiendo el resultado en  $b$ , por lo que es correcto afirmar, para todos los casos, que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{atenuación del} \\ \text{trayecto } a\text{-}t\text{-}b \end{array} \right\} \equiv \left\{ \begin{array}{l} \text{atenuación del} \\ \text{trayecto entre } a \text{ y } b \end{array} \right\}$$

o, sencillamente:

$$\text{atenuación } (a\text{-}t\text{-}b) \equiv \text{atenuación } (a\text{-}b)$$

#### B.4 *Atenuación para la estabilidad y para el eco*

Hasta aquí, las magnitudes consideradas son función de la frecuencia, y dan lugar a una curva de distorsión de atenuación en función de la frecuencia. Cuando es necesario caracterizar un gráfico con un solo valor numérico se utilizan expresiones explicativas, por ejemplo: atenuación para la estabilidad ( $a\text{-}b$ ) y atenuación para el eco ( $a\text{-}b$ ).

En la presente Recomendación se describe el método utilizado para caracterizar estas magnitudes por medio de un valor numérico único. Así, la atenuación para la estabilidad ( $a\text{-}b$ ) está definida por el valor más pequeño (medido o calculado) en la banda de 0 a 4 kHz (véanse los § 2.1 y 3.1) y la atenuación para el eco ( $a\text{-}b$ ) es una integral ponderada de la característica de atenuación en función de la frecuencia en la banda de 300 a 3400 Hz, según se define en el § 4.2.

Cuando se dispone de la característica de atenuación en función de la frecuencia del trayecto de eco en forma gráfica o de cuadro conviene utilizar a efectos del cálculo de la atenuación para el eco ( $a\text{-}b$ ) técnicas diferentes de las sugeridas en el anexo A para la medición en condiciones reales.

*Nota* – Al evaluar la atenuación para el eco a partir de datos gráficos o tabulados, deberán tomarse suficientes valores de frecuencia para asegurar que se preserve adecuadamente la forma de la característica de amplitud en función de la frecuencia. Cuanto más irregular sea su forma, más valores deberán tomarse para obtener una determinada exactitud.

##### *Datos gráficos (regla del trapecio)*

Si se dispone en forma gráfica de la característica de atenuación/frecuencia del trayecto de eco (o se midieron adecuadamente los datos), la atenuación para el eco puede calcularse mediante la regla del trapecio de la forma siguiente:

- 1) Divídase la banda de frecuencias (300 a 3400 Hz) en  $N$  subbandas de igual anchura en una escala de frecuencias logarítmica.
- 2) Léase la atenuación para el eco a cada una de las  $(N + 1)$  frecuencias de los bordes de las subbandas, expresándola como una relación entre las potencias de salida y de entrada,  $A_i$ .
- 3) Cálculése la atenuación para el eco mediante la fórmula:

$$L_e = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \left( \frac{A_0}{2} + A_1 + A_2 \dots + A_{N-1} + \frac{A_N}{2} \right) \right]$$

##### *Datos tabulados*

Cuando sólo se dispone de los datos de la atenuación en función de la frecuencia a  $(N + 1)$  frecuencias discretas, no uniformemente espaciadas en una escala de frecuencias logarítmica, se procederá como sigue:

Una aproximación a la fórmula de la atenuación para el eco (*a-b*) indicada en el texto es:

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} \sum_{i=1}^N (A_i + A_{i-1}) (\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1})$$

donde

$A_0$  es la relación potencia de entrada/potencia de salida a la frecuencia  $f_0 = 300$  Hz,

$A_i$  es la relación a la frecuencia  $f_i$ , y

$A_N$  es la relación a la frecuencia  $f_N = 3400$  Hz.

*Nota 1* – La aproximación consiste en suponer que en la subbanda de  $f_{i-1}$  a  $f_i$ , la relación de potencia es constante y su valor es  $A(f) = (A_i + A_{i-1})/2$ .

*Nota 2* – La constante 3,24 de la fórmula aproximada procede de una combinación de la constante 3,85 de la definición con otras constantes que resultan de la aproximación.

La sumatoria en la fórmula de aproximación puede calcularse como ilustra el cuadro B-1/G.122.

CUADRO B-1/G.122

$f_i$ (Hz)	$\log_{10} f_i$	$\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1}$	Atenuación (dB)	Relación $A_i$	$A_i + A_{i-1}$	(3) x (6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
300	2,477		$\infty$	0		
		0,222			0,124	0,0275
500	2,699		9,05	0,124		
		0,204			0,402	0,0820
800	2,903		5,56	0,278		
		0,097			0,636	0,0617
1000	3,000		4,46	0,358		
		0,176			0,838	0,1475
1500	3,176		3,19	0,48		
		0,125			0,970	0,1213
2000	3,301		3,09	0,49		
		0,097			0,881	0,0855
2500	3,398		4,08	0,391		
		0,079			0,571	0,0451
3000	3,477		7,45	0,180		
		0,055			0,180	0,0099
3400	3,532		$\infty$	0		
Total						0,5804

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} 0,5804 = 5,6 \text{ dB}$$

#### B.5 Índice de sonoridad global del trayecto de eco (índice de sonoridad del eco para el hablante, ISEH)

La Recomendación G.131 se refiere a trayectos completos de eco para el abonado que habla, y es conveniente caracterizar este trayecto en términos del índice de sonoridad (IS). Convencionalmente, podemos considerar la atenuación de equilibrado para el eco como la contribución de esta atenuación al índice de sonoridad (IS) global del trayecto de eco boca-oído. Como se indica en el § 2 de la Recomendación G.122, naturalmente, la atenuación para el eco (*a-b*), cuando ya es conocida, puede utilizarse en lugar de la suma de las tres magnitudes: IS (*a-t*), atenuación de equilibrado para el eco (valor promediado de acuerdo con el § 2) en el punto *t* e IS (*t-b*).

En consecuencia, el valor nominal del índice de sonoridad (IS) global del trayecto de eco o, más brevemente, el equivalente de referencia corregido para el eco, puede calcularse como se indica en la figura B-5/G.122.

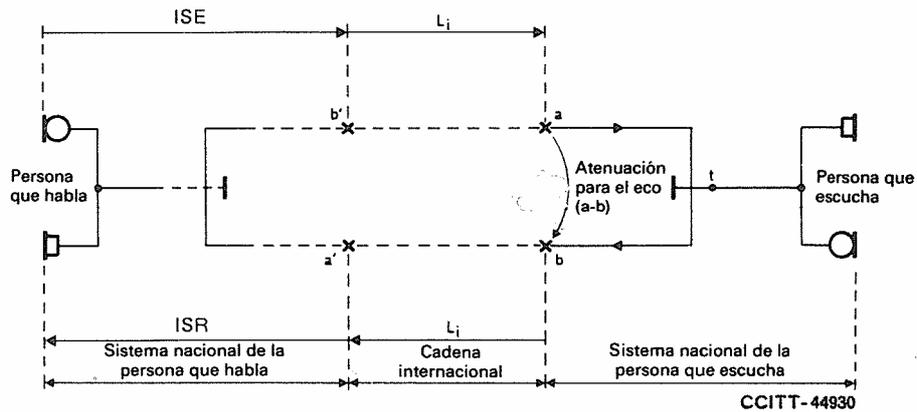


FIGURA B-5/G.122

Índice de sonoridad global del trayecto de eco (índice de sonoridad del eco para el hablante, ISEH)

- = ISE + ISR del sistema nacional de la persona que habla,
- + el doble del IS de la cadena internacional (es decir:  $2 L_i$ ),
- + atenuación para el eco ( $a-b$ ) del sistema nacional de la persona que escucha (valor promediado de acuerdo con la presente Recomendación).

#### B.6 Resumen de los términos de utilidad

**pérdida de retorno** – Se aplica a un circuito bidireccional a dos hilos; definición clásica.

**atenuación de equilibrado** – Proporción de la atenuación del trayecto  $a-t-b$  que puede atribuirse a la adaptación entre la impedancia a dos hilos y la impedancia de equilibrado del equipo terminal. Este término sólo es aplicable si existe un punto «t».

**atenuación del trayecto  $a-t-b$**  – Puede considerarse como la atenuación ( $a-b$ ), exista o no un punto físico «t».

**atenuación para la estabilidad ( $a-b$ )** – El menor de los valores de la atenuación ( $a-b$ ) en la banda de 0 a 4 kHz.

**atenuación para el eco ( $a-b$ )** – Valor medio de la atenuación ( $a-b$ ) calculado de conformidad con la definición del § 2.

**atenuación de equilibrado para el eco** – Valor medio de la atenuación de equilibrado calculado de conformidad con el § 2.

**índice de sonoridad del trayecto de eco (índice de sonoridad del eco para el hablante, ISEH)** – Suma del índice de sonoridad en emisión (ISE) y el índice de sonoridad en recepción (ISR) del sistema nacional de la persona que habla, más dos veces el IS de la cadena internacional, más la atenuación para el eco ( $a-b$ ) del sistema nacional de la persona que escucha.

#### Referencias

- [1] *Cálculo de la estabilidad de las comunicaciones internacionales establecidas de conformidad con el plan de transmisión y conmutación*, Libro Verde, Tomo III.2, suplemento N° 1, UIT, Ginebra, 1973.
- [2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, Rec. G.232, § 2.
- [3] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.
- [4] Recomendación del CCITT *Reducción, por métodos de conmutación, de los riesgos de inestabilidad*, Tomo VI, Rec. Q.32.
- [5] Recomendación del CCITT *Señal telefónica convencional*, Tomo III, Rec. G.227.
- [6] CCITT - Cuestión 8/XII, anexo 2, contribución COM XII-N° 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

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

<b>CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES</b>	
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
<b>Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales</b>	<b>G.120–G.129</b>
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
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
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
<b>CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS</b>	
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
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS</b>	
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
<b>COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA</b>	
Circuitos radiotelefónicos	G.450–G.469
Enlaces con estaciones móviles	G.470–G.499
<b>EQUIPOS DE PRUEBAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	
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
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
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