



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.131/Q.42

(11/1988)

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

Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales – Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación

SERIE Q: CONMUTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Explotación internacional semiautomática y automática – Características generales de las conexiones y de los circuitos telefónicos internacionales

ESTABILIDAD Y ECOS

Reedición de la Recomendación G.131/Q.42 del CCITT publicada en el Libro Azul, Fascículo III.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación G.131/Q.42 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.131

ESTABILIDAD Y ECOS

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

1 Estabilidad de la transmisión telefónica

Fijadas las atenuaciones nominales de los circuitos internacionales, los otros factores principales que influyen en la estabilidad de la transmisión telefónica en las conexiones establecidas por conmutación son las siguientes:

- la variación de la atenuación de los circuitos en función del tiempo y según los circuitos (§ 3 de la Recomendación G.151);
- la distorsión de atenuación de los circuitos (§ 1 de la Recomendación G.151);
- la distribución de las atenuaciones de equilibrado para la estabilidad (§ 2 y 3 de la Recomendación G.122).

Se ha calculado la estabilidad de las conexiones internacionales, y con los resultados obtenidos se ha establecido un gráfico (figura 1/G.131) que muestra la proporción de conexiones (entre todas las posibles) que presentarán probablemente una estabilidad inferior o igual a 0 dB o 3 dB en función del número de circuitos analógicos de que se compone la cadena a cuatro hilos y de los valores medios de la atenuación de equilibrado que cabe suponer. Naturalmente, la proporción de conexiones realmente establecidas que presentarán una estabilidad inferior o igual a los valores considerados será mucho más reducida.

Nota – Si la cadena a cuatro hilos incluye circuitos digitales, es probable que la estabilidad sea mejor que la indicada en la figura 1/G.131, puesto que la variabilidad de la pérdida de transmisión de estos circuitos será más baja que la supuesta en dicha figura.

Al interpretar las curvas que indican la proporción de comunicaciones que tendrán probablemente una estabilidad de 3 dB o menos, ha de tenerse en cuenta que las cadenas más complicadas comprenderán seguramente un circuito provisto de un supresor o compensador de eco; en este caso, la estabilidad durante la conferencia será mucho mayor.

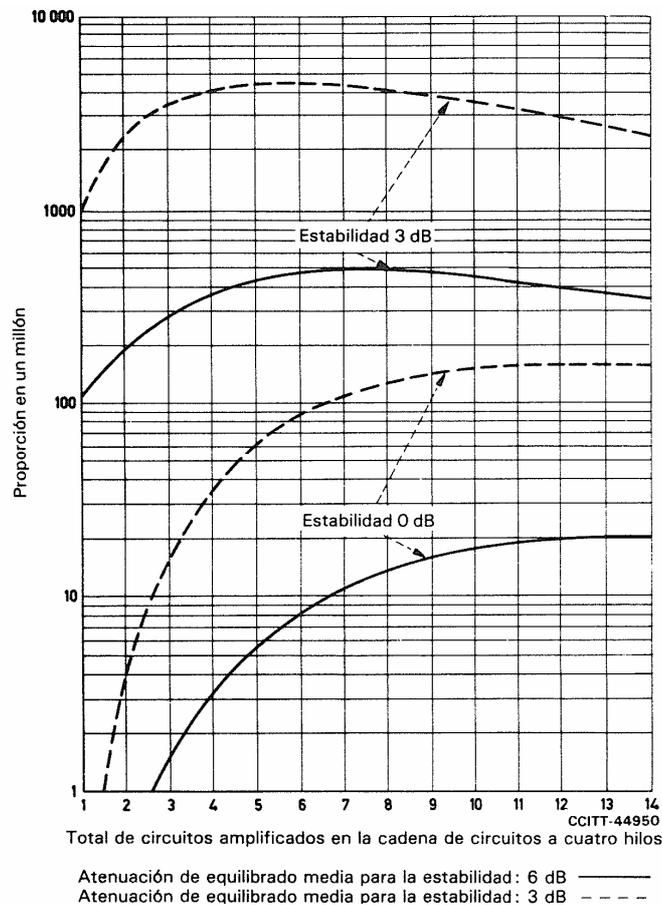


FIGURA 1/G.131

**Proporción de conexiones que tendrán posiblemente
una estabilidad inferior o igual a 0 dB o 3 dB**

Los presentes cálculos se basan en las siguientes hipótesis simplificadoras:

- a) Los circuitos nacionales se añaden a la cadena internacional conforme a la Recomendación G.122.
- b) La desviación típica de la atenuación entre los circuitos internacionales analógicos establecidos en grupos primarios equipados de control automático de ganancia es de 1 dB. Esto concuerda con las hipótesis de la Recomendación G.122. Los resultados de la 10.a serie de medidas de la Comisión de Estudio IV indican que este objetivo es próximo al fijado (1,1 dB es la desviación típica de los datos obtenidos, y la proporción de grupos primarios internacionales no regulados disminuye en forma significativa).
- c) La correlación entre las variaciones de la atenuación en los dos sentidos de transmisión es completa.
- d) La desviación del valor medio de la atenuación con relación al valor nominal es nula. Hasta ahora se dispone de pocas informaciones sobre los circuitos internacionales mantenidos entre puntos a cuatro hilos.
- e) No se han tenido en cuenta las variaciones ni las distorsiones introducidas por las centrales nacionales e internacionales.
- f) La variación de la atenuación de los circuitos a frecuencias distintas de la frecuencia de medida es la misma que a la frecuencia de medida.
- g) No se ha tenido en cuenta la distorsión de atenuación. Esto se justifica por el hecho de que en los extremos de la banda transmitida se obtienen valores reducidos de atenuación de equilibrado, que se asocian a los valores de atenuación más elevados.
- h) Todas las distribuciones son gaussianas.

Habida cuenta de estas hipótesis, se puede llegar a la conclusión de que las Recomendaciones del CCITT constituyen un todo lógico, y que si se respetan estas y se alcanza la norma de mantenimiento fijada para la variación de la atenuación de los circuitos, no deberían presentarse problemas de inestabilidad en el plan de transmisión. Es también evidente que las redes que no presenten una atenuación de equilibrado mejor que 3 dB (valor medio), con una desviación típica de 1,5 dB, tienen pocas probabilidades de comprometer seriamente la estabilidad de las conexiones internacionales en lo que respecta a las oscilaciones. Sin embargo, esta situación no es satisfactoria, ya que la distorsión puede alcanzar un punto próximo al de cebado, con los consiguientes efectos de eco.

El detalle de los cálculos figura en [1].

2 Limitación de los ecos

Los circuitos principales de una red telefónica moderna destinada a comunicaciones internacionales son circuitos por portadoras, de gran velocidad de transmisión en pares simétricos o coaxiales, en fibras ópticas, o en sistemas de radioenlaces; normalmente, en estos circuitos no se utilizan dispositivos de protección contra el eco tales como supresores de eco y compensadores de eco a menos que se trate de conexiones que requieran circuitos internacionales muy largos. Por lo general es muy raro que en las redes nacionales se necesiten dispositivos de protección contra el eco, aunque pueden necesitarse incluso en el servicio interior, en los países de gran extensión. También pueden requerirse dispositivos de protección contra el eco, en circuitos de cables cargados (circuitos de baja velocidad de transmisión) utilizados para comunicaciones internacionales.

Los ecos pueden limitarse de dos maneras: ajustando el equivalente de la cadena de circuitos a cuatro hilos de tal modo que las corrientes de eco queden suficientemente atenuadas (lo que supone implícitamente un valor determinado e invariable de la pérdida de retorno para el eco), o instalando un dispositivo de protección contra el eco.

2.1 Ajuste del equivalente

Las curvas de la figura 2/G.131 indican el valor nominal mínimo del índice de sonoridad (IS)¹ que hay que introducir en el trayecto de eco para no tener que recurrir a un supresor de eco. El ERC se indica en función del tiempo medio de propagación en un sentido. En el suplemento N.º 2, al final del presente fascículo, se explica la forma en que se ha obtenido esta curva, y en el anexo A a la presente Recomendación se da un ejemplo de su aplicación.

Las curvas de trazo continuo se aplican a una cadena de circuitos analógicos interconectados a cuatro hilos. También pueden emplearse para circuitos interconectados a dos hilos si se han tomado las precauciones requeridas para asegurar una buena pérdida de retorno para el eco en esos puntos (es decir valor promediado de acuerdo con la Recomendación G.122) por ejemplo, un valor medio de 27 dB, con una desviación típica de 3 dB.

¹ La figura 2/G.131, si bien se basa en valores nominales de IS de circuitos locales y de circuitos interurbanos, se refiere a los valores mínimos del IS en emisión y del IS en recepción de sistemas de abonado.

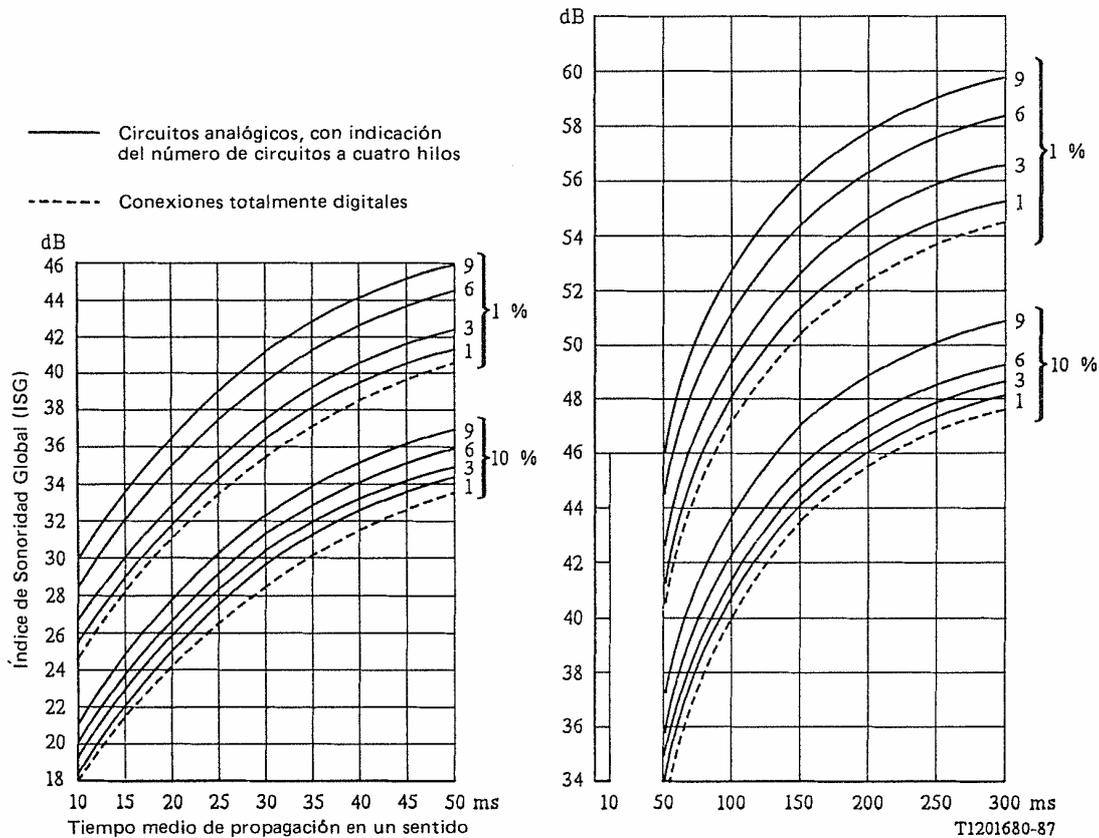
Nota – Este valor es apenas suficiente para garantizar atenuaciones de eco medias (*a-b*) de $(15 + n)$ dB, conforme se estipula actualmente en el § 4.1 de la Recomendación G.122.

Las curvas de trazo discontinuo son aplicables a conexiones totalmente digitales con líneas de abonado analógicas (como se muestra en la figura 2/G.111) y bajo ciertas hipótesis (véase el suplemento N.º 2), a conexiones totalmente digitales con líneas de abonado digitales (como se muestra en la parte *b*) de la figura 1/G.104). En el último caso, el trayecto de eco incluye el trayecto acústico entre el auricular y el micrófono del aparato telefónico.

Cuando un circuito internacional se utiliza para conexiones internacionales relativamente cortas y sencillas, su atenuación nominal entre extremos virtuales analógicos puede aumentarse proporcionalmente a la longitud, como se indica a continuación, si con ello se consigue evitar el empleo de dispositivos de protección contra el eco.

- hasta 500 km de distancia: 0,5 dB
- entre 500 y 1000 km de distancia: 1,0 dB
- por cada 500 km adicionales o fracción de 500 km: 0,5 dB.

Sin embargo, este circuito no puede incorporarse a una cadena de varios circuitos a menos que su atenuación nominal se reduzca a 0,5 dB.



Nota 1 – Los porcentajes se refieren a la probabilidad de que se produzcan ecos perjudiciales.

Nota 2 – El índice de sonoridad global del trayecto de eco se define aquí como la suma de:

- el índice de sonoridad en los dos sentidos de transmisión del sistema telefónico local del abonado que habla (que se supone tenga valores mínimos del índice de sonoridad);
- el índice de sonoridad en los sentidos de transmisión de la cadena de circuitos entre el extremo a dos hilos del sistema telefónico local del abonado que habla y los terminales a dos hilos del equipo de terminación a cuatro hilos/dos hilos en el extremo del abonado que escucha;
- el valor medio de la atenuación de equilibrado para el eco en el extremo de la persona que escucha.

FIGURA 2/G.131

Curvas de tolerancia para el eco

2.2 Dispositivos de protección contra el eco

El tipo preferido de supresor de eco es un semisupresor de eco diferencial terminal activado desde el extremo distante. En la red internacional se emplean varios tipos de semisupresores de eco: uno, que sólo conviene para las conexiones en las que el tiempo medio de propagación en un sentido no excede de 50 ms (supresor de eco para retardos pequeños), y otros apropiados para conexiones con tiempos de propagación medios cualesquiera en un sentido, en

particular, si son netamente superiores a 50 ms (supresor de eco para retardos grandes, como los utilizados en los circuitos encaminados por sistemas de comunicación por *satelite*). Las características de los supresores de eco para retardos pequeños se indican en la Recomendación citada en [2]. Las características de supresores de eco que pueden utilizarse en conexiones con tiempos de propagación grandes o pequeños se indican en la Recomendación citada en [3] y en la Recomendación G.164 (supresores de eco con nuevas funciones). Otro tipo de protección contra el eco puede obtenerse utilizando compensadores de eco. Sus características se indican en la Recomendación G.165.

De la información recibida sobre pruebas subjetivas se extraen las siguientes conclusiones:

- 1) Los compensadores de eco conformes a la Recomendación G.165 proporcionan una calidad de transmisión de señales vocales superior (con un nivel de confianza de 0,05) a la de los:
 - a) supresores de eco conformes a la Recomendación G.161 (Libro Naranja),
 - b) los supresores de eco conformes a la Recomendación G.164 con sensibilidad diferencial de intervención fija (SDIF).

Nota – Dos Administraciones mantienen la opinión de que los compensadores de eco conformes a la Recomendación G.165 y los supresores de eco conformes a la Recomendación G.164 con sensibilidad diferencial de intervención adaptativa (SDIA) proporcionan aproximadamente la misma calidad de funcionamiento cuando la atenuación del trayecto de eco es considerablemente superior al límite inferior de su gama. Los cálculos basados en el § 2 de la Recomendación G.122, y, suponiendo una atenuación del eco mínima de 6 dB, indican que la mayoría de las atenuaciones del trayecto de eco serán superiores al valor mínimo.

- 2) Los supresores de eco conformes a la Recomendación G.164, con SDIA proporcionan una calidad de transmisión de señales vocales superior a la de los supresores de eco con SDIF.
- 3) Los dispositivos de control de eco de distintos tipos (es decir, supresores o compensadores de eco conformes a las Recomendaciones de la serie G) colocados en extremos opuestos de una conexión funcionarán en forma compatible. En este caso, la calidad subjetiva percibida en un extremo depende casi exclusivamente de la calidad de funcionamiento del dispositivo de protección contra el eco instalado en el extremo opuesto.

Nota 1 – Los circuitos de satélites regionales encaminados en paralelo con circuitos terrenales, sin eco perceptible, se beneficiarán del empleo de dispositivos de protección contra el eco de la mejor calidad. De lo contrario, toda degradación de la calidad normal habida en un encaminamiento por el circuito de satélite podrá ser perjudicial para el abonado.

Nota 2 – La concertación de acuerdos bilaterales entre Administraciones podrá facilitar la introducción en la red de dispositivos de protección contra el eco de mejor calidad.

2.3 *Reglas que rigen la limitación de los ecos*

Las reglas que se indican a continuación se subdividen en ideales y prácticas. Se reconoce que ninguna solución práctica del problema puede basarse en normas tan exclusivas e inflexibles como las ideales. Las reglas prácticas se sugieren con la esperanza de que simplifiquen los problemas de conmutación y económicos. No deben invocarse a menos que no puedan cumplirse razonablemente las reglas ideales.

2.3.1 *Reglas para conexiones sin dispositivos de protección contra el eco²*

2.3.1.1 *Regla ideal - Regla A*

Para una conexión entre un par cualquiera de centrales locales situadas en diferentes países, la probabilidad de que se la califique de «insatisfactoria» a causa del eco para la persona que habla, será inferior al 1%, suponiendo que los índices de sonoridad en emisión y en recepción del aparato telefónico y de la línea de la persona que habla tienen los valores mínimos prácticos.

Nota – Las comunicaciones entre un par determinado de centrales locales pueden pasar por diferentes números de circuitos a cuatro hilos, según el modo de encaminamiento y la hora del día. La figura 2/G.131 permite determinar si se respeta esta regla en el caso de las partes del tráfico total que pasan por 1, 2, 3 . . . 9 circuitos a cuatro hilos aplicando ciertas hipótesis convencionales (vease el suplemento N.º 2 al final de este fascículo).

² Las reglas de esta Recomendación se han actualizado (para incluir los compensadores de eco) y reagrupado, comparándolas con las versiones anteriores de la Recomendación G.131. Las letras indican que las reglas son las mismas que en las versiones anteriores de la Recomendación G.131, de manera que exista cierto grado de continuidad.

2.3.1.2 Regla práctica - Regla E

Para las conexiones entre dos países en las que intervengan las más largas de sus prolongaciones nacionales a cuatro hilos, las Administraciones interesadas pueden ponerse de acuerdo para admitir una probabilidad de incurrir en una opinión «insatisfactoria» debido al eco del 10%, en lugar del 1% de la regla A. Esta regla E³ únicamente es válida cuando se necesite emplear (según la regla A) un dispositivo de protección contra el eco sólo para esas conexiones, y no para las conexiones entre las regiones próximas a los dos centros internacionales interesados.

2.3.2 Reglas para conexiones con dispositivos de protección contra el eco

2.3.2.1 Reglas ideales

2.3.2.1.1 Regla B

- 1) Ninguna conexión que necesite un supresor de eco podrá nunca comprender más de lo que corresponde a un supresor de eco completo, es decir, dos semisupresores de eco. Cuando hay más de un supresor de eco completo, existe el riesgo de que se mutile e incluso de que se bloquee la conversación.
- 2) Los circuitos equipados con compensadores de eco (Recomendación G.165) pueden interconectarse en cascada sin degradación de la calidad de funcionamiento debida al eco.
- 3) Un circuito equipado con supresores de eco (Recomendación G.164) puede conectarse con otro circuito equipado con compensadores de eco (Recomendación G.165) sin degradación adicional de la calidad de funcionamiento.

Nota – La calidad de funcionamiento global no será mejor que la proporcionada por el dispositivo con la peor calidad de funcionamiento.

2.3.2.1.2 Regla D

Es conveniente asociar los semisupresores de eco o compensadores de eco a los equipos de terminación de la cadena a cuatro hilos de la conexión completa. Esto:

- reduce las probabilidades de que los supresores mutilen la palabra, ya que el tiempo de bloqueo puede ser muy corto;
- reduce las probabilidades de operación ineficaz de los compensadores de eco pues los retardos en los extremos son pequeños y pueden asegurarse las atenuaciones para el eco mínimas requeridas.

2.3.2.2 Reglas prácticas

2.3.2.2.1 Regla F

Cuando se considere que no puede aplicarse la regla D, puede instalarse el dispositivo de protección contra el eco en el centro internacional o en un centro de tránsito nacional adecuado. Sin embargo, cada dispositivo de protección contra el eco debe estar colocado lo bastante cerca de los abonados respectivos para que los retardos en los extremos no excedan del valor máximo indicado en las Recomendaciones G.161 (*Libro Naranja*), G.164 y G.165 del presente fascículo. Para los países de extensión media, esto significará normalmente que los dispositivos de protección contra el eco de los extremos de salida y de llegada se hallarán en los países de origen y de destino de la comunicación.

2.3.2.2.2 Regla G

En ciertos casos especiales, puede montarse un supresor de eco completo para retardos pequeños en el extremo de salida de un circuito de tránsito (en lugar de dos semisupresores en los centros terminales), siempre que ninguno de los dos tiempos de bloqueo exceda de 70 ms. La aplicación de esta regla más flexible puede reducir el número de supresores de eco necesarios y simplificar las disposiciones de señalización y de conmutación. Se subraya que no deben utilizarse supresores de eco completos indiscriminadamente; la mejor solución consiste en disponer dos semisupresores de eco lo más cerca posible de los equipos de terminación. De emplearse un supresor de eco completo, deberá instalarse lo más cerca posible del punto medio de la cadena desde el punto de vista del tiempo de propagación («centro de tiempo»), lo que implica una disminución del tiempo de bloqueo necesario.

Se estudia la posibilidad de utilizar en este caso un supresor o compensador de eco completo para retardos grandes.

³ La Recomendación Q.115 [4] contiene un estudio sobre la aplicación de las reglas A y E en las relaciones entre el Reino Unido y Europa.

2.3.2.2.3 Regla K

En una conexión que necesite un supresor de eco, puede admitirse la equivalencia de dos supresores completos como máximo (por ejemplo, tres semisupresores o dos semisupresores y un supresor completo). Es conveniente evitar por todos los medios el tener que recurrir a esta tolerancia, pues la presencia en una conexión de dos o más supresores de eco completos con grandes tiempos de bloqueo puede recortar seriamente la conversación y aumentar considerablemente los riesgos de bloqueo de la conferencia. Esta regla no se aplica a los compensadores de eco (véase la Regla B).

2.3.2.2.4 Regla L

En general, no es conveniente desconectar (desactivar o neutralizar) los supresores de eco intermedios cuando se conecte un circuito con dispositivos de protección contra el eco para retardos grandes a un circuito con supresores de eco para retardos pequeños. No obstante, sería conveniente desconectar (desactivar o neutralizar) los supresores de eco intermedios si, en la parte de la conexión comprendida entre los semisupresores de eco terminales, el tiempo medio de propagación en un solo sentido no excede de 50 ms, por ser probablemente compatibles los diferentes tipos. No es necesario desconectar un compensador de eco intermedio.

2.3.3 Reglas generales

2.3.3.1 Regla ideal - Regla C

No conviene insertar un dispositivo de protección contra el eco en las conexiones que no lo necesiten, pues su presencia aumenta la tasa de averías y complica el mantenimiento.

2.3.3.2 Reglas prácticas

2.3.3.2.1 Regla H

En casos excepcionales, tales como averías graves, puede ser necesario recurrir a una ruta de emergencia. No es necesario equipar con dispositivos de protección contra el eco esta ruta si los circuitos pueden utilizarse sin ellos durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, de emplearse la ruta de emergencia durante varias horas, conviene instalar dispositivos de protección contra el eco ajustándose a las reglas A o E precedentes.

2.3.3.2.2 Regla J

En una conexión que no necesite dispositivos de protección contra el eco se admite, aun no siendo necesaria, la presencia de uno o dos semisupresores o de un supresor completo o de compensadores de eco. (En realidad, es bien difícil detectar la presencia de un supresor de eco bien ajustado en un circuito de tiempo de propagación moderado, y en el caso de compensadores de eco, puede mejorarse la calidad de funcionamiento global de la conexión.)

Cuando un centro internacional de llegada sea accesible desde un centro internacional de salida por más de una ruta, y

- 1) una ruta como mínimo requiera supresores de eco y al menos una ruta no los requiera y, además,
- 2) el centro de salida no pueda determinar que ruta se utilizará,

se conectarán dispositivos de protección contra el eco en todos los casos.

2.3.3.2.3 Regla M

Se ha observado que, en la práctica, se puede hacer tolerable el eco introduciendo una atenuación en el circuito cuando el tiempo de propagación (retardo) del eco en un sentido sea inferior a unos 25 ms. Con retardos mayores se necesita una atenuación del circuito demasiado grande para atenuar el eco, por lo que se recurre a dispositivos de protección contra el eco.

Nota – El equivalente de esta regla figura en el § B, b) de la Recomendación G.161 (*Libro Naranja*). Esta regla no se ha expuesto en versiones anteriores de la Recomendación G.131.

2.4 Introducción de dispositivos de protección contra el eco en una conexión

Se han considerado los siguientes procedimientos de inserción de dispositivos de protección contra el eco en una conexión:

- 1) Prever un conjunto de dispositivos de protección contra el eco para varios haces de circuitos, asociándose un dispositivo de protección contra el eco cualquiera de este conjunto a todo circuito que necesite un dispositivo de protección contra el eco (ve ase la Recomendación Q.115 [4]).
- 2) Montar dispositivos de protección contra el eco permanentes en los circuitos, con posibilidad de eliminarlos por conmutación (o neutralizarlos) cuando sea inútil su presencia (ve ase [5]).

- 3) Dividir los circuitos de una ruta internacional en dos haces, uno de ellos provisto de dispositivos de protección contra el eco y el otro no; para una conexión determinada se utiliza un circuito de uno u otro haz, según sea necesario un dispositivo de protección contra el eco. No debe olvidarse, sin embargo, el hecho reconocido de que la utilización de los circuitos puede no ser eficaz cuando están divididos en haces separados.
- 4) Idear esquemas de división del país de origen y del país de destino en zonas que correspondan a distancias radiales medias crecientes a partir del centro internacional. En este caso, examinando las primeras cifras del indicativo y los circuitos de origen, es posible determinar las longitudes nominales de las prolongaciones nacionales.

Sea cual fuere el me todo utilizado, se tendrá debidamente en cuenta el último párrafo del § 2.1. El CCITT está estudiando los me todos necesarios para la reducción requerida de la atenuación del circuito. La clase y el volumen de tráfico cursado por una conexión determinada son igualmente factores económicos que influyen en definitiva en la elección del me todo que ha de adoptarse.

El CCITT estudia actualmente las recomendaciones que debe formular para garantizar que la inserción de dispositivos de protección contra el eco en las conexiones internacionales se ajuste, en conjunto, a las reglas prácticas enunciadas más arriba.

Conviene observar que no es necesario utilizar en todos los continentes el mismo me todo. La necesidad de realizar conexiones intercontinentales exige cierta compatibilidad, pero no parece que haya grandes dificultades para lograrla.

2.5 *Dispositivos de tratamiento de las señales vocales*

Algunos dispositivos de tratamiento de las señales vocales, como los de interpolación de la palabra, cumplen también la función de supresión de eco. Sin embargo, tales dispositivos pueden suprimir únicamente el eco en modo monólogo (cuando habla un solo abonado), y no en condiciones de habla simultánea (véase el § 1.7 de la Recomendación G.164), a menos que estén equipados para ejecutar completamente las funciones de supresor de eco. Cuando dispositivos que no proporcionan una protección completa contra el eco se conecten en cascada con compensadores de eco, puede producirse una degradación de la calidad de funcionamiento en condiciones de habla simultánea, pues el compensador de eco intermedio actuará durante el habla simultánea.

ANEXO A

(a la Recomendación G.131)

Aplicación de lo estipulado en el § 2 de la Recomendación G.131

La regla A del § 2.3.1.1 de la Recomendación G.131, requiere, para cada par de países, evaluar las condiciones de eco correspondientes a cada par posible de centrales locales a fin de determinar si el punto correspondiente al equivalente de referencia corregido del trayecto de eco en función del tiempo medio de propagación en un sentido, para dicho par de centrales, está por encima o por debajo de la curva apropiada de 1% de la figura 2/G.131.

Las variables del problema se indican en el cuadro A-1/G.131 y se ilustran en la figura A-1/G.131 para todas las conexiones analógicas y en la figura A-2/G.131 para todas las conexiones digitales.

Para un par dado de centrales, se conocen o pueden estimarse los valores de los ocho factores de la lista, y en la figura 2/G.131 puede determinarse el punto correspondiente al índice de sonoridad $[1) + 2) + 3) + 4)$ del cuadro A-1/G.131 en función del tiempo medio de propagación en un sentido $[5) + 6) + 7)$ del cuadro A-1/G.131 y para determinado número de circuitos analógicos en la cadena a cuatro hilos, con relación a la curva de 1% y para conexiones totalmente analógicas y conexiones mixtas analógico/digitales, o para conexiones totalmente digitales utilizando la curva adecuada.

Magnitudes necesarias para la evaluación de eco

Índice de sonoridad global del trayecto de eco, constituido por la suma de:

- 1) el mínimo de la suma de los valores de los índices de sonoridad en emisión y en recepción del sistema local del país A (extremo de la persona que habla);
- 2) el índice de sonoridad nominal desde y hasta los extremos virtuales analógicos (aA y bA) de la cadena de circuitos nacionales en el país A entre la central local y la central internacional;
- 3) el índice de sonoridad nominal en cada sentido de transmisión de la cadena internacional;
- 4) la atenuación para el eco (aB-bB) del sistema nacional del país B (extremo de la persona que escucha).

Tiempo medio de propagación en un solo sentido, constituido por la semisuma de los tiempos de propagación de:

- 5) los trayectos desde el aparato telefónico en el país A hasta y desde los extremos virtuales analógicos aA y bA;
- 6) los dos sentidos de transmisión de la cadena internacional;
- 7) el trayecto aB-bB del país B.

También es necesario conocer para conexiones totalmente analógicas o conexiones mixtas analógico/digitales:

- 8) el número de circuitos de la cadena a cuatro hilos (véase la figura 3/G.101).

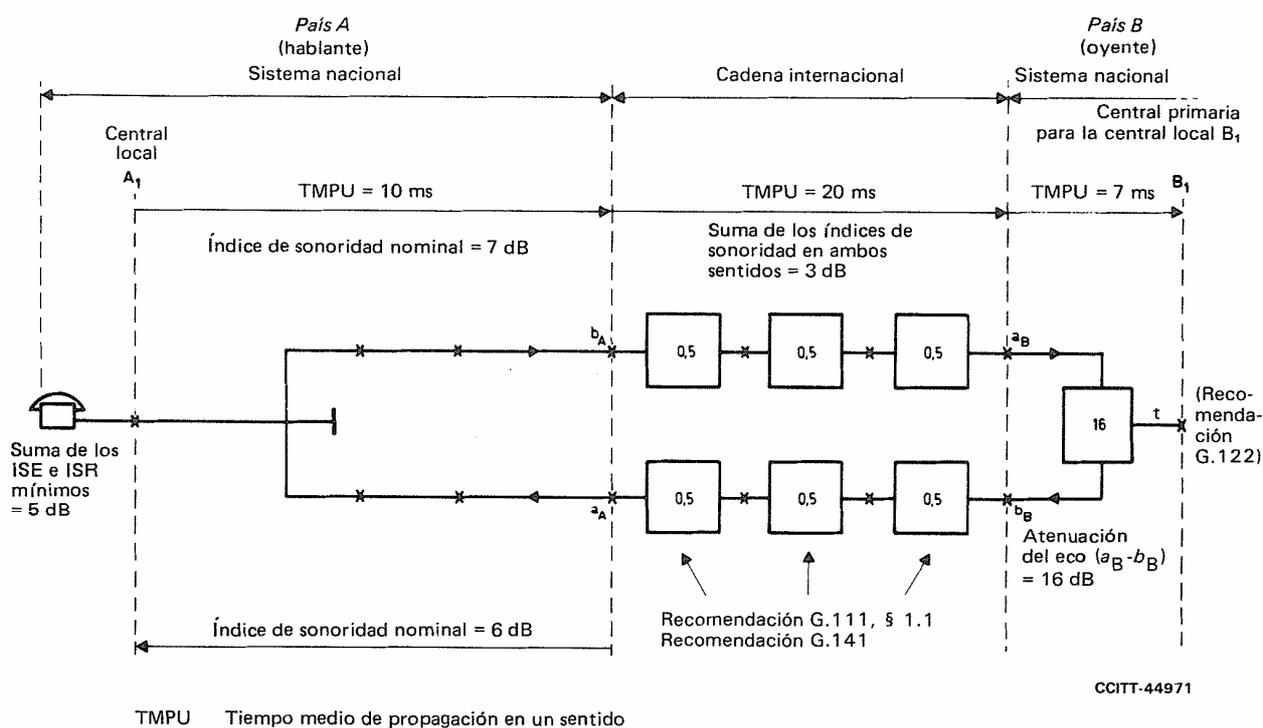


FIGURA A-1/G.131

Ejemplo de aplicación de la figura 2/G.131 a conexiones totalmente analógicas

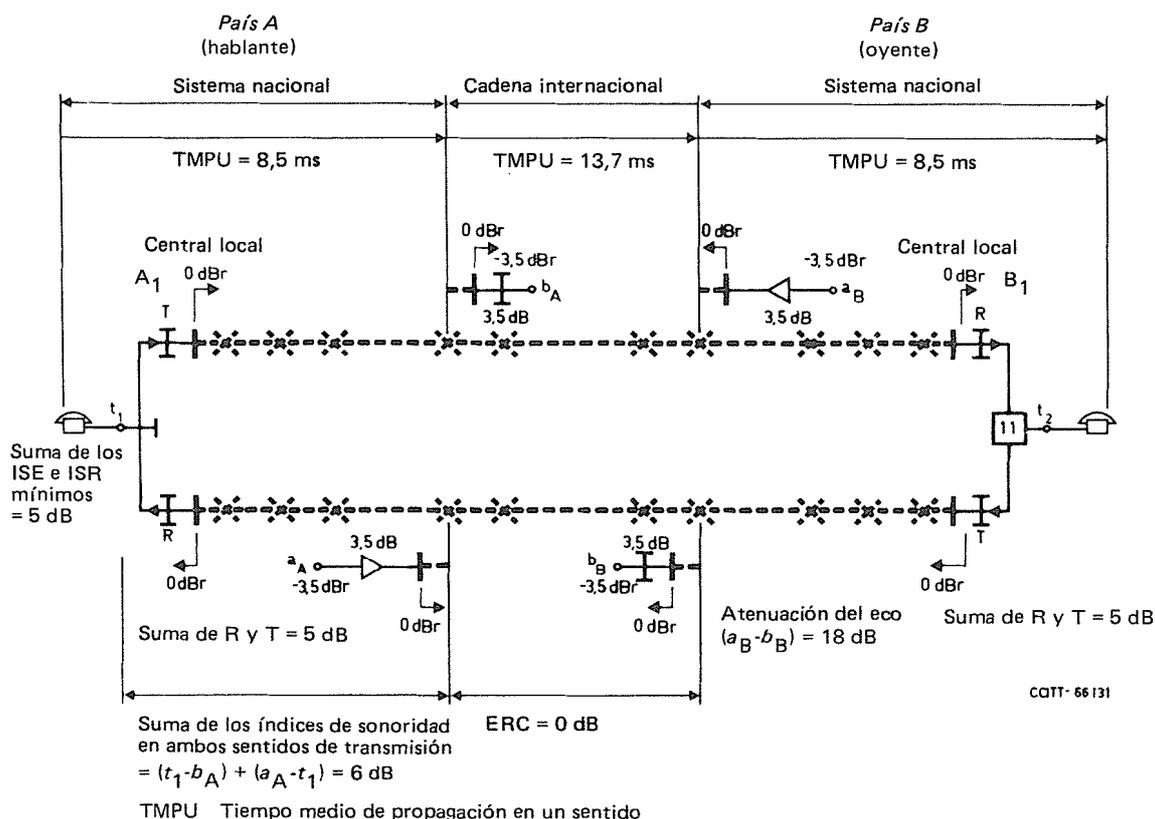


FIGURA A-2/G.131

Ejemplo de aplicación de la figura 2/G.131 a conexiones totalmente digitales con líneas de abonado analógicas a dos hilos

A.1 *Conexiones totalmente analógicas (véase la figura A-1/G.131)*

A los fines de la presente Recomendación, puede suponerse que la principal reflexión en el extremo de la persona que escucha tiene lugar en el equipo de terminación a cuatro hilos/dos hilos, y que este está situado en la central primaria asociada a la central local de dicha persona. Los componentes del factor 4) del cuadro A-1/G.131 son, en consecuencia, las atenuaciones a_{B-t} y $t-b_B$, más la atenuación de equilibrado para el eco en el acceso a dos hilos del equipo de terminación. Esta pérdida de retorno será la media para todas las condiciones de «descolgado» de línea de abonado que pueda presentar simultáneamente la central local de la persona que escucha al acceso a dos hilos del equipo de terminación. (La figura 2/G.131 supone una desviación típica de la pérdida de retorno de 3 dB.) Si no se conoce el valor medio, puede suponerse que el factor 4) del cuadro A-1/G.131 se ajusta al § 4 de la Recomendación G.122, o sea que el valor medio es de $(15 + S)$ dB, donde S es la suma de las atenuaciones nominales en los dos sentidos de transmisión comprendidas en la cadena nacional a cuatro hilos de la persona que escucha (en este caso se supone que S es 1 dB).

Para un par determinado de centrales locales, las sucesivas conexiones pueden pasar por diferentes números de circuitos a cuatro hilos, y el tráfico total puede considerarse constituido por cierto número de bloques de diversas proporciones que encuentran desde uno hasta nueve circuitos a cuatro hilos. Puede evaluarse cada «bloque» por medio de la figura 2/G.131, y combinarse los resultados para determinar si se respeta la regla A para la totalidad del tráfico.

La figura A-1/G.131 ilustra, a título de ejemplo, una aplicación del § 2 de la Recomendación G.131, suponiendo que el trayecto $a-t-b$ de la persona que escucha se ajusta a la Recomendación G.122. Para simplificar, se supone que el 100% del tráfico encuentra las condiciones indicadas. Los valores asociados a este ejemplo son los siguientes:

País A (hablante)

Distancia desde la central local A1 hasta la central internacional	1600	km
Tiempo medio de propagación en un sentido desde la central local A1 hasta la central internacional	11	ms ⁴
Índice de sonoridad mínimo simultáneo en emisión y en recepción (suma) del sistema local	5	dB
Índice de sonoridad desde la central local hasta la central internacional (bA)	7	dB ⁵
Índice de sonoridad desde la central internacional hasta la central local (aA)	6	dB ⁵
Número de circuitos a cuatro hilos	2	

Cadena internacional de A a B

Número de circuitos	3	6
Distancia	3200	km
Tiempo medio de propagación en un sentido	17	ms ⁴
Suma de los índices de sonoridad en ambos sentidos $2 \times 3 \times 0,5$ dB	3	dB

País B (oyente)

Atenuación media para el eco ($a_B - b_B$) = (15 + 1) dB	16	dB (Rec. G.122)
Distancia desde la central internacional hasta la central primaria asociada a la central local B1 (esto es, hasta el punto de reflexión principal)	1120	km
Tiempo medio de propagación en un sentido correspondiente a esa distancia	16	ms ⁴
Número de circuitos a cuatro hilos	1	
Número total de circuitos a cuatro hilos: $2 + 3 + 1 = 6$		
Tiempo medio total de propagación en un sentido: $11 + 17 + 16 = 44$ ms	(A-1)	
Índice de sonoridad total del trayecto de eco: $5 + 7 + 6 + 3 + 16 = 37$ dB	(A-2)	

Si se llevan (A-1) y (A-2) a la figura 2/G.131, el punto se encuentra por debajo de la curva de 1% en el caso de seis circuitos a cuatro hilos, lo que indica una probabilidad superior al 1% de obtener una opinión «insatisfactoria». Esta conclusión vale también para otras posibles cantidades de circuitos a cuatro hilos.

A.2 *Conexiones totalmente digitales (véase la figura A-2/G.131)*

Puede suponerse que la principal reflexión en el extremo de la persona que escucha tiene lugar en el equipo de terminación a cuatro hilos/dos hilos, que está situado en la central local de dicha persona. Los componentes del factor 4) del cuadro A-1/G.131 son, en consecuencia, las atenuaciones a_{B-t} y $t-b_B$, más la atenuación de equilibrado para el eco en el acceso a dos hilos del equipo de terminación. Esta atenuación de equilibrado será la media para todas las condiciones de «descolgado» de línea de abonado que pueda presentar simultáneamente la central local de la persona que escucha al acceso a dos hilos del equipo de terminación. (La figura 2/G.131 supone una desviación típica de la pérdida de retorno de 3 dB.) Si no se conoce el valor medio, puede suponerse que concuerda con el § 4.3 de la Recomendación G.122, a saber, un valor medio de 11 dB.

A fin de aplicar la figura 2/G.131, el valor de n no se requiere en este caso (pues los circuitos digitales en la cadena a cuatro hilos no contribuyen a la variabilidad de la atenuación global del circuito). Sin embargo, el número de centrales digitales influye en el tiempo de propagación, por ejemplo, de conformidad con el cuadro 1/G.114 en cuanto a que cada central digital de tránsito añade 0,45 ms al tiempo medio de propagación en un sentido de la conexión.

⁴ Suponiendo una velocidad de propagación para los sistemas de transmisión de 250 km/ms, 3 pares de modulador y demodulador de canal MDF, con un retardo de 1,5 ms cada uno, para el país A (persona que habla) y la cadena internacional de circuitos de A a B, y una constante de 12 ms para el país B (persona que escucha) (véase la Recomendación G.114).

⁵ Se supone que los circuitos interurbanos de enlace cargados introducen 1 dB adicional (en cada sentido) al pasar de la pérdida de transmisión nominal al índice de sonoridad.

⁶ Número inusualmente elevado, elegido (únicamente para ilustrar el principio de la aditividad de las atenuaciones).

En la figura A-2/G.131 se indica un ejemplo donde la suma de los atenuadores R y T es 6 ó 7 dB. Los valores para el ejemplo son los siguientes:

País A (hablante)

Distancia desde la central local A1 hasta la central internacional	1600	km
Tiempo medio de propagación en un sentido desde la central local A1 hasta la central internacional	8,5	ms ⁷
Índices de sonoridad mínimos simultáneos en emisión y en recepción (suma) del sistema local	5	dB
Suma de los índices de sonoridad en ambos sentidos de transmisión (t1-bA) + (aA-t1)	6	dB

Cadena internacional de A a B

Distancia	3200	km
Tiempo medio de propagación en un sentido	13,7	ms ⁸
Índice de sonoridad de la cadena internacional	0	dB

País B (oyente)

Distancia desde la central local B1 a la central internacional	1600	km
Tiempo medio de propagación en un sentido	8,5	ms ⁷
Valor medio de la atenuación para el eco (aB-bB) = (11 + 7) dB	18	dB
Tiempo medio total de propagación en un sentido = 8,5 + 13,7 + 8,5 = 30,7 ms	(A-3)	
Índice de sonoridad total del trayecto de eco = 5 + 6 + 0 + 18 = 29 dB	(A-4)	

Si (A-3) y (A-4) se trazan en la figura 2/G.131, el punto queda por debajo de la línea del 1% (y está próximo a la línea del 10%) para conexiones totalmente digitales, lo que indica una probabilidad de que más del 1% den lugar a una opinión «insatisfactoria».

Conclusión

- a) Debe utilizarse en la conexión un dispositivo de protección contra el eco, o bien,
- b) debe aumentarse la atenuación del trayecto de eco (pero observando las limitaciones de la Recomendación G.121).

Nota – Si se prevé aumentar la atenuación en el trayecto de eco, debe señalarse que hay que desconectar los atenuadores digitales colocados en circuitos digitales para señales de datos digitales (pero no para señales de datos en la banda de frecuencia vocal) puesto que destruyen la transparencia de los bits para dichas señales.

A.3 Conexiones mixtas analógico/digitales

Los ejemplos indicados en las figuras A-1/G.131 y A-2/G.131 permiten el establecimiento de modelos de conexiones mixtas analógico/digitales combinando los elementos apropiados de las dos figuras. Las magnitudes indicadas en el cuadro A-1/G.131 pueden calcularse con estos modelos. El factor 8) de este cuadro (número de circuitos) puede tomarse como el número de circuitos analógicos en la cadena a cuatro hilos (de este modo no se incluyen los circuitos digitales). La curva de trazo continuo correspondiente a la figura 2/G.131 se aproximará con suficiente exactitud a la curva de tolerancia para el eco requerida.

Nota – Ha de advertirse que, en las redes mixtas analógico/digitales, el tiempo de propagación puede llegar a ser mayor que en las redes totalmente analógicas o digitales. Esto último ocurre particularmente cuando las centrales digitales están conectadas a sistemas de transmisión analógica por conducto de equipos MIC/MDF en cascada o por transmultiplexores. Puede haber muchas configuraciones diferentes.

⁷ Se supone una velocidad de propagación de los sistemas de transmisión de 250 km/ms, unos retardos de central de 0,45 ms para cada una de las cuatro y un retardo de 0,3 ms en el codificador o decodificador (en la práctica, una central digital local introducirá un poco más de 0,45 ms; véase la Recomendación G.114).

⁸ Se supone una velocidad de propagación para los sistemas de transmisión de 250 km/ms y unos retardos de central de 0,45 ms para cada una de las dos.

Referencias

- [1] *Cálculo de la estabilidad de las comunicaciones internacionales establecidas de conformidad con el plan de transmisión y conmutación*, Libro Verde, Tomo III, suplemento N.º 1, UIT, Ginebra, 1973.
- [2] Recomendación del CCITT *Definiciones relativas a los supresores de eco y características de un semisupresor de eco diferencial accionado a distancia*, Libro Azul, Tomo III, Rec. G.161, parte B, UIT, Ginebra, 1964.
- [3] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.161, partes B y C, UIT, Ginebra, 1977.
- [4] Recomendación del CCITT *Control de los supresores de eco*, Tomo VI, Rec. Q.115.
- [5] CCITT – *Inserción y neutralización de los supresores de eco*, Libro Azul, Tomo VI.1, Cuestión 2/XI, anexo 3, UIT, Ginebra, 1966.

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.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Q

CONMUTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

SEÑALIZACIÓN EN EL SERVICIO MANUAL INTERNACIONAL	Q.1–Q.3
EXPLOTACIÓN INTERNACIONAL SEMIAUTOMÁTICA Y AUTOMÁTICA	
Recomendaciones fundamentales	Q.4–Q.9
Plan de numeración y procedimientos de selección en el servicio internacional	Q.10–Q.11
Plan de encaminamiento para el servicio internacional	Q.12–Q.19
Recomendaciones generales relativas a los sistemas de señalización y de conmutación (nacionales e internacionales)	Q.20–Q.34
Tonos utilizados en los sistemas nacionales de señalización	Q.35–Q.39
Características generales de las conexiones y de los circuitos telefónicos internacionales	Q.40–Q.47
Señalización para sistemas por satélite	Q.48–Q.49
Señalización para equipos de multiplicación de circuitos	Q.50–Q.59
FUNCIONES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN PARA SERVICIOS DE LA RDSI	
Metodología	Q.60–Q.67
Servicios básicos	Q.68–Q.79
Servicios suplementarios	Q.80–Q.99
CLÁUSULAS APLICABLES A TODOS LOS SISTEMAS NORMALIZADOS DEL UIT-T	
Cláusulas de aplicación general	Q.100–Q.109
Cláusulas de transmisión para la señalización	Q.110–Q.114
Control de los supresores de eco	Q.115
Condiciones anormales	Q.116–Q.119
ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN N.º 4 Y N.º 5	
Especificaciones del sistema de señalización N.º 4	Q.120–Q.139
Especificaciones del sistema de señalización N.º 5	Q.140–Q.179
Interfuncionamiento de los sistemas de señalización N.º 4 y N.º 5	Q.180–Q.249
ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 6	
Descripción funcional del sistema de señalización	Q.250–Q.253
Definición y función de las señales	Q.254–Q.256
Formatos y códigos de las unidades de señalización	Q.257–Q.260
Procedimientos de señalización	Q.261–Q.269
Pruebas de continuidad del trayecto de conversación	Q.270–Q.271
Enlace de señalización	Q.272–Q.279
Características del tráfico de las señales	Q.280–Q.289
Disposiciones de seguridad	Q.290–Q.294
Pruebas y mantenimiento	Q.295–Q.296
Gestión de red	Q.297–Q.299
Interfuncionamiento entre el sistema de señalización N.º 6 del UIT-T y los sistemas nacionales de señalización por canal común	Q.300–Q.309
ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN R1	
Definición y función de las señales	Q.310

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedia
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