



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.114

(11/1988)

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

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –
Recomendaciones generales sobre la calidad de
transmisión para una conexión telefónica internacional
completa

**TIEMPO MEDIO DE PROPAGACIÓN EN UN
SENTIDO**

Reedición de la Recomendación G.114 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación G.114 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.114

TIEMPO MEDIO DE PROPAGACIÓN EN UN SENTIDO

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

Los tiempos indicados en esta Recomendación son las medias de los tiempos de propagación en los dos sentidos de transmisión de una conexión. Cuando para los sentidos opuestos de transmisión se utilizan medios diferentes (por ejemplo, un canal por satélite en un sentido y un canal terrenal en el otro), los dos tiempos que contribuyen a la media pueden diferir considerablemente.

1 Límites para una conexión

En una conexión telefónica internacional, es necesario limitar el tiempo de propagación entre dos abonados. A medida que crece el tiempo de propagación, mayores son las dificultades de los abonados, así como el coeficiente de aumento de esas dificultades. En las referencias [1] a [10] figuran los datos pertinentes, especialmente en lo que respecta al apartado b) que sigue.

En consecuencia, el CCITT *recomienda*, como objetivo de calidad de funcionamiento de la red, los límites siguientes para el tiempo medio de propagación en un sentido cuando existan fuentes de eco y se utilicen dispositivos adecuados de protección contra el eco, tales como supresores de eco y compensadores de eco:

- a) De 0 a 150 ms, admisible.

Nota – Pueden utilizarse supresores de eco especificados en la Recomendación G.161 del Libro Azul [11] para tiempos de propagación no superiores a 50 ms (véase el § 2.2 de la Recomendación G.131).

- b) De 150 a 400 ms, admisible siempre que se redoblen las precauciones en las conexiones cuando el tiempo medio de propagación en un solo sentido exceda de unos 300 ms, y a condición de que se utilicen dispositivos de protección contra el eco, tales como supresores de eco y compensadores de eco, concebidos para circuitos con largos tiempos de propagación.
- c) Por encima de 400 ms, inadmisibles. Salvo en circunstancias verdaderamente excepcionales, no deberán establecerse conexiones con estos tiempos de propagación.

Mientras no se disponga de informaciones adicionales significativas que les permitan determinar mejor los límites admisibles para el tiempo de propagación, las Administraciones tendrán plenamente en cuenta los datos contenidos en los documentos citados en las referencias a fin de elegir, entre las distintas posibilidades, las que correspondan a tiempos de propagación comprendidos en los límites indicados en el apartado b) precedente.

Nota 1 – Los valores mencionados se refieren solamente al tiempo de propagación entre dos abonados. Sin embargo, para otras aplicaciones (por ejemplo, en la Recomendación G.131), debe calcularse el tiempo medio de propagación en un sentido de un trayecto de eco. Para dichos cálculos pueden emplearse los valores del § 2 de esta Recomendación.

Nota 2 – Está confirmado que compensadores de eco instalados en ambos extremos de una conexión con un gran tiempo de propagación proporcionan generalmente una mejor calidad de funcionamiento que los supresores de eco de tipo corriente (para más detalles, véase el § 2.2 de la Recomendación G.131).

Nota 3 – Debe observarse que aunque un supresor de eco y un compensador de eco instalados en la misma conexión son compatibles (pueden interfuncionar satisfactoriamente), sólo se obtienen todas las ventajas de los compensadores de eco cuando se instalan en ambos extremos. En especial, una Administración que sustituya unilateralmente sus supresores de eco por compensadores de eco obtendrá pocas ventajas para sus propios abonados en conexiones internacionales si se mantiene el supresor de eco en el otro extremo.

Nota 4 – Los datos experimentales de que se dispone (anexo A) indican que las conexiones con retardos algo superiores a 400 ms son aceptables siempre y cuando se utilicen compensadores de eco conformes a las especificaciones de la Recomendación G.165, u otros dispositivos de control de eco con características equivalentes. Sin embargo, la utilización de conexiones con retardos mayores que 400 ms no se recomienda en la actualidad y se está estudiando en el marco de la Cuestión 27/XII.

Nota 5 – En las conexiones con retardos de 150 a 400 ms, es posible que, a fin de obtener una calidad de transmisión aceptable, haya que controlar la utilización de equipos que introducen mutilaciones, contraste de ruido, una mejora insuficiente de la atenuación de equilibrado para el eco u otras degradaciones que pueden afectar a las

características de eco (como puede suceder con los teléfonos de manos libres, especialmente en un entorno de ruido cambiante). Este tema se estudia en el marco de la Cuestión 11/XII.

2 Valores para los circuitos

Al establecer el plan general de interconexión dentro de estos límites, debe tenerse en cuenta el tiempo de propagación en un solo sentido de los circuitos nacionales de prolongación y de los circuitos internacionales. El tiempo de propagación de los circuitos y conexiones se obtiene por combinación de varios componentes; por ejemplo, el retardo de grupo de los cables y el de los filtros de modems MDF de diferentes tipos. La transmisión y conmutación digitales introducen también retardos. Pueden utilizarse los valores de planificación convencionales del § 2.1 para calcular el valor total del tiempo de propagación de conjuntos específicos de elementos que pueden constituir circuitos o conexiones.

2.1 Valores de planificación convencionales del tiempo de propagación

Pueden utilizarse los valores de planificación provisionales del tiempo de propagación indicados en el cuadro 1/G.114.

2.2 Circuitos nacionales de prolongación

Las arterias principales de la red nacional deben estar constituidas por líneas de gran velocidad de propagación. En estas condiciones, el tiempo de propagación entre la red internacional y el abonado más distante en una red nacional será el siguiente:

- a) En redes totalmente analógicas el tiempo de propagación no excederá probablemente de:

$$12 + (0,004 \times \text{distancia en kilómetros}) \text{ ms}$$

En esta fórmula, el coeficiente 0,004 se basa en la hipótesis de que los circuitos interurbanos nacionales se encaminarán por líneas de gran velocidad de propagación (250 km/ms). En el término constante de 12 ms se tienen en cuenta los equipos terminales y la presencia probable en la red nacional de cierto número de cables cargados (por ejemplo, tres pares de equipos de modulación de canal más unos 160 km de cables de carga H 88/36). En un país de extensión media (véase la figura 2/G.103), el tiempo de propagación en un solo sentido será inferior a 18 ms.

- b) En redes mixtas analógico/digitales, generalmente el tiempo de propagación puede calcularse con la ecuación dada para redes totalmente analógicas. Sin embargo, en determinadas condiciones desfavorables, el retardo puede ser mayor que en el caso de las redes totalmente analógicas. Esto ocurre, en particular, cuando las centrales digitales se conectan a sistemas de transmisión analógicos por medio de equipos MIC/MDF en cascada o de transmultiplexores. Con el grado creciente de digitalización, el tiempo de propagación se aproximará gradualmente a la condición de las redes totalmente digitales.
- c) En redes totalmente digitales entre centrales (por ejemplo, una RDI), el tiempo de propagación definido anteriormente no excederá probablemente de:

$$3 + (0,004 \times \text{distancia en kilómetros}) \text{ ms}$$

En el término constante de 3 ms se tienen en cuenta un codificador o decodificador MIC y cinco centrales con conmutación digital.

Nota – El valor de 0,004 es un valor medio para sistemas de cables coaxiales y sistemas de radioenlaces; para sistemas de fibra óptica deberá utilizarse 0,005.

- d) En redes totalmente digitales entre abonados (por ejemplo, una RDSI), el tiempo indicado en el apartado c) tiene que aumentarse hasta 3,6 ms si se utiliza la transmisión en el modo ráfaga (multiplexación con compresión en el tiempo) por líneas de abonado locales a dos hilos.

CUADRO 1/G.114

Medio de transmisión	Contribución al tiempo de propagación en un sentido	Observaciones
Sistema de cable coaxial terrenal o radioenlace; transmisión MDF y digital	4 μ s/km	Se tiene en cuenta el retardo en repetidores y regeneradores
Sistema de cable de fibra óptica; transmisión digital	5 μ s/km	Se tiene en cuenta el retardo en repetidores y regeneradores
Sistema de cable coaxial submarino	6 μ s/km	
Sistema por satélite a 14 000 km de altitud a 36 000 km de altitud	110 ms 260 ms	Entre estaciones terrenas solamente
Equipo de modulación o demodulación de canal MDF	0,75 ms ^{a)}	Semisuma de los tiempos de propagación en ambos sentidos de transmisión
Equipo de modulación o demodulación de canal MDF compensorizado	0,5 ms ^{b)}	
Codificador o decodificador MIC	0,3 ms ^{a)}	
Transcodificación MIC-MICDA-MIC	0,5 ms	
Transmultiplexor	1,5 ms ^{c)}	
Central digital de tránsito, digital-digital	0,45 ms ^{d)}	
Central digital local, analógico-analógico	1,5 ms ^{d)}	
Central local digital, línea de abonado analógica empalme digital	0,975 ms ^{d)}	
Central local digital, línea de abonado digital empalme digital	0,825 ms ^{d)}	
Compensadores de eco	1 ms ^{e)}	

- ^{a)} Estos valores tienen en cuenta la distorsión por retardo de grupo en frecuencias próximas a la de máxima potencia de las señales vocales, y también el retardo introducido por los equipos múltiplex y de transferencia intermedios de orden superior.
- ^{b)} Este valor se refiere a equipos MDF diseñados para ser utilizados con un compensor y filtros especiales.
- ^{c)} Para comunicaciones digitales por satélite en las que el transmultiplexor está instalado en la estación terrena, este valor puede aumentarse a 3,3 ms.
- ^{d)} Estos son valores medios; según la carga de tráfico pueden encontrarse valores mayores, por ejemplo, 0,75 ms (respectivamente 1,950 ms; 1,350 ms ó 1,250 ms) con una probabilidad de 0,95 de no ser rebasado. (Véanse los detalles en la Recomendación Q.551.)
- ^{e)} Cuando se pongan en servicio compensadores de eco, cada uno añadirá en su trayecto de emisión 1 ms al tiempo de propagación en un sentido. Este retardo no incluye el retardo que se produzca en los eventuales codecs que contenga el compensador de eco. En el trayecto de recepción del compensador de eco no debería producirse ningún retardo apreciable.

2.3 Circuitos internacionales

Los circuitos internacionales¹ utilizarán sistemas de transmisión de gran velocidad, por ejemplo sistemas de cables terrenales o radioenlaces, sistemas de cables submarinos, sistemas por satélite. Pueden utilizarse los valores de planificación indicados en el § 2.1.

El valor del tiempo de propagación en un solo sentido en los circuitos establecidos mediante sistemas por satélite de gran altitud aconseja imponer ciertas restricciones de encaminamiento en el empleo de dichos circuitos. La Recomendación Q.13 [12] contiene informaciones detalladas sobre esas restricciones (véase también el anexo A a la presente Recomendación).

ANEXO A

(a la Recomendación G.114)

Consideraciones relativas al retardo de propagación largo y al eco en los circuitos por satélite

A.1 *Introducción*

Las conexiones internacionales (véase la figura 1/G.103 o la figura 1/G.104) que incluyen cables submarinos, pueden dar lugar a un retardo de propagación en un sentido de unos 170 ms como máximo. En el presente anexo se examinan las cuestiones básicas de las conexiones nacionales e internacionales que, por su propia naturaleza, implican retardos de propagación en un sentido relativamente mayores.

Una conexión de un solo salto por satélite, incluso con un enlace entre satélites de longitud moderada, introduce un retardo de transmisión en un sentido que no rebasa el límite recomendado de 400 ms. Sin embargo, un detenido análisis de las probables Contribuciones adicionales al retardo debidas, entre otras cosas, al tratamiento de la señal digital (por ejemplo, AMDT, IDP, EMCD, codificación a baja velocidad binaria de 16 y 32 kbit/s, regeneración de bit, conmutación de paquetes, etc.), ha hecho pensar que acaso el límite recomendado de 400 ms para el retardo medio de transmisión en un sentido sea innecesariamente restrictivo.

A juzgar por las últimas mejoras de las técnicas de control de eco, puede considerarse una ampliación de ese límite. Se recuerda a las Administraciones el carácter permanente de las investigaciones en esta materia, así como la necesidad de las mismas.

Para analizar más a fondo el problema, piénsese que deben tenerse en cuenta dos tipos distintos de efectos en relación con el tiempo medio de propagación en un sentido, esto es, degradaciones de la calidad de la palabra debidas al eco, y dificultad de conversación relacionada con el retardo puro (tránsito). Los dispositivos de protección contra el eco, es decir, los supresores de eco y en especial los compensadores de eco, pueden emplearse debidamente para vencer el primer efecto.

El circuito a cuatro hilos se aproxima bastante a las conexiones libres de eco suponiendo un acoplamiento acústico mínimo en el microteléfono. Se espera que a largo plazo aumente el uso de circuitos a cuatro hilos, al generalizarse la implantación de las RDSI. Pero los circuitos a dos hilos con sus correspondientes conexiones híbridas y otros componentes que causan eco subsistirán probablemente, en grado variable, durante el futuro previsible. Así pues, el empleo de compensadores de eco modernos en circuitos por satélite se considera actualmente como el método más eficaz para resolver el problema del eco, siempre y cuando las características del trayecto de eco que tenga que modelizar el compensador de eco sean lineales e invariables en el tiempo, o sólo varíen lentamente en comparación con la velocidad de convergencia del compensador de eco.

A continuación se analizan brevemente las mediciones del retardo, su influencia sobre la calidad de los circuitos y la reacción de los abonados.

¹ En el caso de los enlaces cercanos cortos también podrán utilizarse, en las condiciones previstas en la introducción de la subsección 5.4 del fascículo III.2.

A.2 *Efecto en los abonados de los retardos de transmisión largos*

A.2.1 *Primeras mediciones*

En la figura A-1/G.114 se indican los efectos de los retardos de transmisión largos sobre la dificultad de conversación experimentada por el abonado. La curva 1 es el resultado de las investigaciones de 1964 y 1965 [5, 8 y otros] en que la calidad de funcionamiento del primer satélite en explotación Early Bird se sometió a prueba en circuitos entre Francia, el Reino Unido, Estados Unidos y la República Federal de Alemania. Los circuitos estaban equipados con las primeras versiones de diversos supresores de eco, tenían cierta cantidad de potencia de ruido (unos 20 000 pW0p), y diferentes anchuras de banda en la ruta del cable TAT-3 (de 230 a 3200 Hz) y en el satélite (de 170 a 3400 Hz). La curva 1 (regular/mediocre) muestra los mismos resultados de las entrevistas sobre la base de la valoración de regular o mediocre de las comunicaciones por los abonados.

En la curva 1 puede observarse que, con un retardo de aproximadamente 400 ms, más del 50% de los abonados tienen dificultades de conversación. Un valor de 40% de dificultad corresponde a un retardo de aproximadamente 300 ms. Por otra parte, el porcentaje de opiniones «regular» o «mediocre» de los abonados es aproximadamente 15% inferior al porcentaje de dificultades. Es posible que esto se deba a que algunos de los clientes interrogados consideraron la calidad vocal recibida como buena o excelente, a pesar de las dificultades que tuvieron.

Fundándose en estas observaciones se eligió, en las primeras versiones de la Recomendación G.114, un retardo de 300 ms como umbral de dificultad, y un retardo de 400 ms como el máximo admisible en las conexiones telefónicas internacionales.

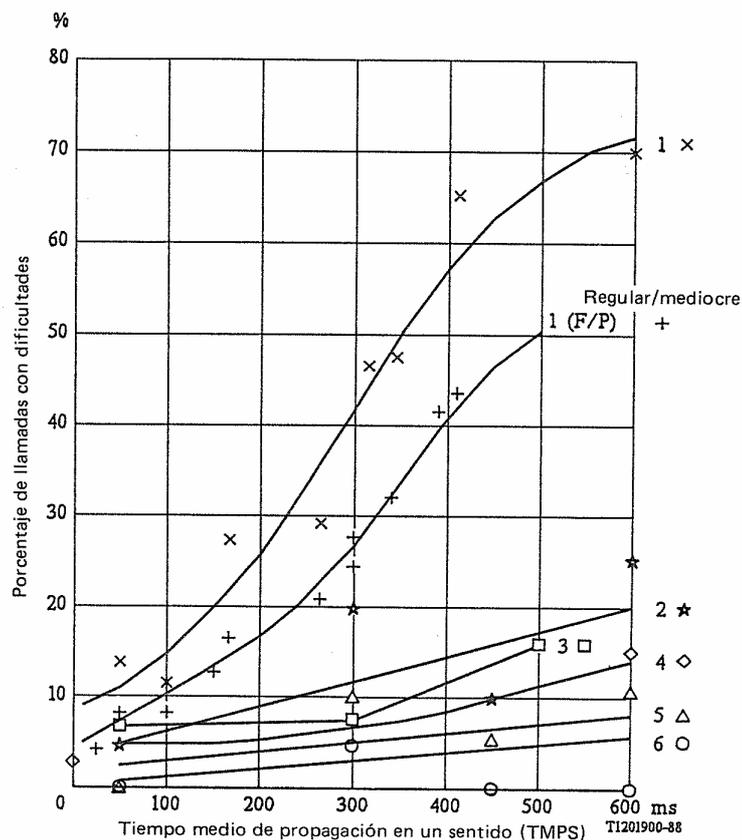
Además de estos resultados, se dispone de resultados anteriores. Williams y Moye [30, 31] investigaron los efectos del eco no compensado sobre las conversaciones en enlaces telefónicos simulados con valores distintos de atenuación de equilibrado para el eco y con características de frecuencia del trayecto de eco planas o conformadas.

Las curvas 2, 5 y 6 muestran los resultados para conexiones con atenuaciones de equilibrado para el eco de 37 dB (conformadas), 37 dB (planas) y 50 dB (planas o conformadas). La curva 4 muestra los resultados de pruebas en laboratorio [32] de conexiones simuladas, con supresores de eco y una atenuación de equilibrado para el eco de unos 20 dB. Los resultados de estas pruebas se obtuvieron con un trayecto de eco lineal invariable en el tiempo.

En la figura A-1/G.114 se incluyen también algunos resultados recientes, obtenidos en circuitos con retardos largos pero equipados con compensadores de eco modernos con una atenuación de equilibrado para el eco de unos 18 dB [29] (véase el § A.2.3).

En las curvas 2 a 6 que corresponden a mejores métodos de control de eco o a valores elevados de atenuación de equilibrado para el eco, puede observarse que la influencia de un retardo de propagación más largo sobre las dificultades de conversación es mucho menor que la que indica la curva 1, para la que se utilizaron versiones anteriores de los compensadores de eco.

Otras investigaciones, resumidas en [33], hechas en circuitos con sólo retardos de transmisión puros (por ejemplo, circuitos a cuatro hilos exentos de eco), han demostrado que los retardos de propagación medios en un solo sentido de hasta 600 ms parecen no tener una influencia notable sobre las evaluaciones subjetivas de los abonados.



Condiciones de prueba:

Curva N.º	Control de eco	Tipo de prueba	Atenuación de equilibrado de eco (dB)	Ruido de línea	Ruido ambiente	Ref.
1	SE	Prueba internacional en condiciones reales (1964/65)		20 000 pW0p	—	/5, 8/
2	—	Pruebas de laboratorio (1970)	37 (conformado)	−61,5 dBmp	50	/30, 31/
3	CE	Prueba nacional en condiciones reales (1987)	18	—	—	/29/
4	SE	Pruebas de laboratorio (1970)	> 20	−50 dBm0p	50	/32/
5	—	Pruebas de laboratorio (1970)	37 (plano)	−61,5 dBmp	50	/30, 31/
6	—	Pruebas de laboratorio (1970)	50	−61,5 dBmp	50	/30, 31/

SE Supresor de eco
CE Compensador de eco

FIGURA A-1/G.114

Efecto de los tiempos medios largos de propagación en un sentido (TMPS) sobre la dificultad de conversación

A.2.2 Mediciones posteriores

Tras los avances técnicos, los progresos en materia de diseño y las mejoras en calidad de funcionamiento de los compensadores de eco [16-19], Helder y Lopiparo [20], DiBiasco [21], Post y Silverthorn [22] y otros llevaron a cabo experimentos para evaluar la calidad de funcionamiento subjetiva de los supresores y los compensadores de eco de instalaciones terrenales y por satélite, de Estados Unidos y Canadá y de otras redes de satélite para uso nacional.

Helder y Lopiparo [20], comunicaron resultados de pruebas de determinados circuitos terrenales, de medio salto por satélite² y de un salto por satélite en Estados Unidos, en 1976 y 1977. El Informe de DiBiasco [21] se basa en un estudio de pruebas y evaluaciones subjetivas de los métodos de protección contra el eco llevadas a cabo durante 1975-77 por la American Telephone and Telegraph Company (AT&T) y otros, utilizando el sistema de satélite para uso nacional de Estados Unidos (COMSTAR), junto con supresores de eco analógicos convencionales (ES), supresores de eco digitales (DES) [23] y compensadores de eco experimentales (EC) [24-25] y examinando los casos de conexiones terrenales, de medio salto por satélite, de un salto por satélite y de dos saltos por satélite respectivamente. En otra publicación [26] figura una relación detallada de los resultados de estas pruebas. En la figura A-2/G.114 se resumen los resultados de estas pruebas, expresados en porcentaje de llamadas consideradas inaceptables en los diversos casos citados. El gráfico muestra la posibilidad de introducir mejoras utilizando el supresor de eco digital y el compensador de eco digital en las conexiones de medio salto y un salto por satélite, respectivamente, para conseguir calidades de funcionamiento en estos dos casos prácticamente equivalentes a las de los circuitos terrenales con supresores de eco. Se llegó a conclusiones similares, básicamente, utilizando criterios algo diferentes de funcionamiento y calidad; por ejemplo, porcentaje de llamadas establecidas rápidamente o porcentaje de llamadas repetidas o porcentaje de llamadas en que se necesitó la ayuda del operador.

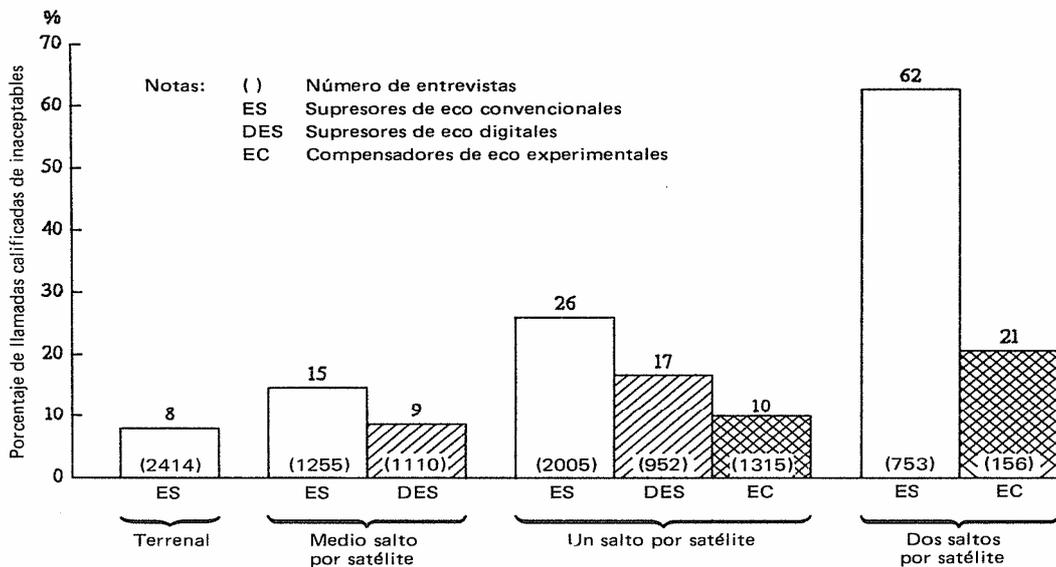


FIGURA A-2/G.114

T1201910-88

Resultados de las pruebas de reacción de los usuarios de satélites para uso nacional
Comparación de los métodos de control del eco

En 1978, Post y Silverthorn [22] llevaron a cabo una evaluación de nueve condiciones experimentales, caracterizadas por métodos genéricamente distintos de protección contra el eco en enlaces por satélite del Trans-Canada Telephone System (TCTS) y en determinados enlaces terrenales. En la figura A-3/G.114 se resumen parcialmente sus resultados expresados en porcentaje de entrevistados que juzgaron la calidad de los circuitos terrenales, por satélite con compensador de eco (S/EC) y por satélite con supresor de eco S/ES) como excelente, buena, regular y mediocre. En la figura A-4/G.114 se muestra un resumen de resultados de pruebas análogas obtenidos a partir de redes terrenales, redes de satélite para uso nacional e internacional [22]. Esos resultados sirven para ilustrar la casi equivalencia de la calidad de funcionamiento de los circuitos por satélite dotados de compensadores de eco y los circuitos terrenales de transmisión a larga distancia con supresores de eco. Esos resultados demuestran también la menor calidad de funcionamiento de los supresores de eco en comparación con los compensadores de eco en los enlaces por satélite. Por eso, los supresores de eco no se consideran la solución óptima para los enlaces por satélite, recomendándose tan sólo el uso de compensadores

² La conexión de medio salto se refiere a la situación en que el enlace hacia delante es vía satélite, pero el enlace hacia atrás es terrenal (o viceversa).

de eco. Se piensa que, en las aplicaciones terrenales, la mejora resultante del empleo de compensadores de eco sea únicamente marginal; por razones de economía del sistema, se seguirá justificando el empleo de supresores de eco en los enlaces terrenales.

Las observaciones anteriores confirman la conclusión de que las dificultades que crean las redes de satélite a los usuarios del teléfono se deben principalmente a degradaciones relacionadas con el eco, propias de los largos retardos de propagación. Esas degradaciones pueden reducirse bastante con el empleo de compensadores de eco, lográndose una calidad de funcionamiento en las conexiones de medio salto por satélite prácticamente equivalente a la de las conexiones terrenales [27-28].

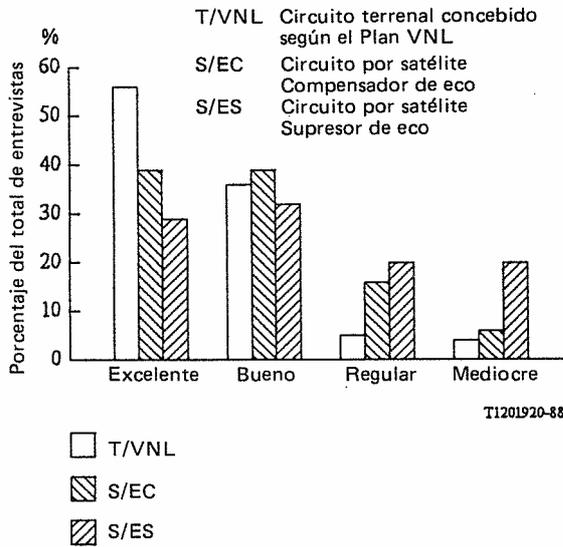


FIGURA A-3/G.114

Distribución de respuestas para llamadas de Toronto a Halifax

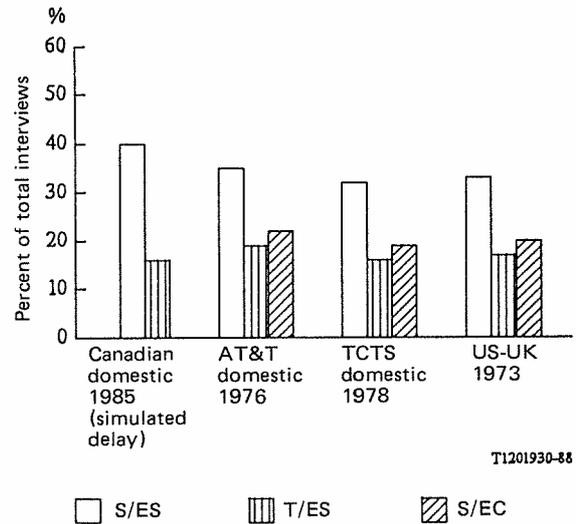


FIGURA A-4/G.114

Pruebas de opinión de los usuarios sobre llamadas por satélite de 1965 a 1978

A.2.3 Mediciones recientes y futuras

En 1987 la Communications Satellite Corp. (COMSAT) de Estados Unidos, efectuó una serie de pruebas para determinar la eficacia de los compensadores de eco en los circuitos terrenales y por satélite, utilizando compensadores de eco que cumplen lo especificado en la Recomendación G.165, y el procedimiento de la entrevista con retorno de llamada, según el anexo A de la Recomendación P.77. Hace poco se han publicado algunos detalles relativos al procedimiento [29]; en la curva 3 de la figura A-1/G.114 se resumen los resultados, representándose el porcentaje de dificultades en función del tiempo medio de propagación en un sentido. Se tomó como referencia un valor de retardo unidireccional de 45 ms en circuitos terrenales y se evaluaron los efectos de incrementar el valor de retardo a 300 ms y 500 ms en los enlaces terrenales y por satélite.

Sobre la base de los resultados de la COMSAT, se ha llegado a la conclusión de que no hay gran diferencia entre los valores de «porcentaje de dificultad» con 45 ms y con 300 ms de retardo. Con un retardo de 500 ms, el porcentaje de dificultad casi se duplicaba (de 7,3% a 15,8%) pero este valor es todavía notablemente menor que el de resultados previos, en que se situaba por encima del 60% [13].

Los resultados anteriores corroboran la opinión de que podrían aceptarse conexiones con retardos algo superiores a 400 ms, siempre y cuando se utilicen compensadores de eco conformes a las especificaciones de la Recomendación G.165, u otros dispositivos de compensación de eco de características equivalentes. Esto permitiría quizás el empleo de procesamiento de la señal y de enlaces entre satélites con aperturas angulares moderadas, sin causar degradaciones significativas o notables.

La realización de futuras pruebas, mediciones y evaluaciones de la calidad de funcionamiento subjetiva, empleando las versiones más recientes de los compensadores de eco en las modernas conexiones por satélite, será muy útil para determinar en qué medida podrían mejorarse esos resultados.

A.3 *Resumen y conclusiones*

La manera más adecuada de investigar las degradaciones de la transmisión de los circuitos de retardo largo consiste en separar la degradación inducida por el eco y la dificultad subjetiva debida al retardo puro. Evidentemente, como se desprende de las pruebas mencionadas, los supresores de eco (con sensibilidad de interrupción fija) utilizados en los circuitos por satélite son mucho menos eficaces que los compensadores de eco. La eficacia de los compensadores de eco para eliminar el efecto del eco y los deterioros asociados al mismo, basta para conseguir una calidad de funcionamiento elevada o aceptable en un circuito por satélite de largo retardo. Se sigue mejorando la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco y de los circuitos por satélite conexos. En vista de lo anterior, las degradaciones dominantes se asocian con la componente de retardo puro.

Varios trabajos recientes sobre este tema, y el continuo interés que suscita, apuntan la posibilidad de que se desarrollen y utilicen compensadores de eco todavía mejores y más eficaces. Además, es posible fabricar compensadores de eco según la tecnología de la integración a escala muy grande, lo que daría lugar a costos notablemente inferiores en el equipamiento de circuitos telefónicos con retardos largos. Por tanto, es de esperar que, con el empleo de estos adecuados dispositivos, el retardo puro comparativamente mayor en las conexiones internacionales no provoque una degradación de la calidad o de la eficacia del canal, conclusión a la que se llegó a partir de pruebas efectuadas con anterioridad, sin protección contra el eco ni supresores de eco con sensibilidad de interrupción fija. Se ha demostrado que el uso apropiado de compensadores de eco facilita realmente las conexiones por satélite internacional o nacional, proporcionando una calidad de funcionamiento prácticamente equivalente a las de las conexiones terrenales para la telefonía. Estos resultados sólo se refieren al eco eléctrico, y se precisan más estudios para determinar los efectos del eco acústico (véase la nota 5 de la Cuestión 27/XII).

Referencias

- [1] *Libro Rojo* del CCITT, Tomo V *bis*, anexo E (Estados Unidos), edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1965.
- [2] *Ibid.*, anexo F (Reino Unido), edición en francés y en inglés.
- [3] *Ibid.*, anexo 4 a la Cuestión 6/XII (Italia), edición en español.
- [4] *Libro Rojo* del CCITT, Tomo V, suplementos N.º 1 a N.º 6, UIT, Ginebra, 1985.
- [5] BARSTOW (J. M.): Results of user reaction tests on communication via Early Bird satellite, *Progress in Astronautic Aeronautics*, 19, Academic Press, New York and London, 1966.
- [6] HELDER (G. K.): Customer evaluation of telephone circuits with delay, *Bell System Technical Journal*, 45, septiembre de 1966, pp. 1157-1191.
- [7] RICHARDS (D. L.): Transmission performance of telephone connections having long propagation times, *Het PTT-Bedrijf*, XV N.º 1/2, mayo de 1967, pp. 12-24.
- [8] KARLIN (J. L.): Measuring the acceptability of long delay transmission circuits used during the «Early Bird» transatlantic test in 1965, *HET PTT-Bedrijf*, mayo de 1967, pp. 25-31.
- [9] DE JONG (C.): Observations on telephone calls between the Netherlands and the USA, *HET PTT-Bedrijf*, mayo de 1967, pp. 32-36.
- [10] HUTTER (J.): Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite, *POEEJ*, Tomo 60, octubre de 1967, p. 181.
- [11] 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, UIT, Ginebra, 1965.
- [12] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento internacional*, Tomo VI, Rec. Q.13.
- [13] Recomendación del CCITT *Tiempo medio de propagación en un sentido*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.114, UIT, Málaga-Torremolinos, 1984.
- [14] Informe del CCIR *Influencia del tiempo de propagación en el servicio fijo por satélite*, Tomo IV, Informe 383-4, pp. 29-37, UIT, Ginebra, 1982.
- [15] DECKER (H.): Die für lange fernsprechleitungen zulässige übertragungszeit, *Europäischer Fernsprechdienst*, 19832, Heft N.º 8, 1931, pp. 133-135.
- [16] SONDHI (M. M.): An adaptive echo canceller, *Bell Systems Technical Journal*, Tomo 46, marzo de 1967, pp. 497-511.
- [17] CAMPANELLA (S. J.), SUYDERHOUD (H. G.) y ONUFRY (M.): Analysis of an adaptive impulse response echo Canceller, *COMSAT Technical Review*, Tomo 2, N.º 1, primavera de 1972, pp. 1-36.

- [18] SUYDERHOUD (H. G.), CAMPANELLA (S.) y ONUFRY (M.): Results and Analysis of Worldwide Echo Canceller Field Trial, *COMSAT Technical Review*, Tomo 5, N.º 2, otoño de 1975, pp. 253-273.
- [19] HORNA (O. A.): Echo Canceller with Adaptive Transversal Filter Utilizing Pseudo-logarithmic Coding, *COMSAT Technical Review*, Tomo 7, N.º 2, otoño de 1977, pp. 393-428.
- [20] HELDER (G. K.) y LOIPARO (P. C.): Improving Transmission on Domestic Satellite Circuits, *Bell Laboratories Record*, Tomo 55, N.º 8, octubre de 1977, pp. 202-207.
- [21] DiBIASO (L. S.): Satellite User Reaction Tests: A Subjective Evaluation of Echo Control Methods, *National Telecommunications Conference Record*, Tomo 3, 1979, pp. 48.6.1-48.6.6.
- [22] POST (J. A.) y SILVERTHORN (R. D.): Results of a subjective comparison of echo control devices in terrestrial and satellite trunks, *National Telecommunications Conference Record*, Tomo 3, 1979, pp. 48.4.1-48.4.5.
- [23] CCITT – Contribución COM XV-N.º 86 (anexo II a la Cuestión 10/XV), enero de 1978.
- [24] DUTTWEILER (D. L.): A Twelve-Channel Digital Echo Canceller, *IEEE Transactions on Communications*, Tomo COM-26, N.º 5, mayo de 1978.
- [25] Recomendación G.165 del CCITT, relativa a los compensadores de eco.
- [26] CCITT – Contribución COM XII-N.º 165 (también, COM XV-N.º 112), junio de 1979.
- [27] CCITT – Contribución COM XVI-N.º 65, periodo de estudios 1973-1976.
- [28] CCITT – Contribución COM XII-N.º 154, abril de 1979.
- [29] CCITT – Contribución COM XII-N.º 177 - Grupo de trabajo XII/3, junio de 1987.
- [30] WILLIAMS (G.): Subjective Evaluation of Unsuppressed Echo in Simulated Long Delay Telephone Communications. *Proc. 5th Internat. Sympos. Human Factors in Telecommun.*, Londres, 1970, doc. 2.2.
- [31] WILLIAMS (G.) y MOYE (L. S.): Subjective evaluation of unsuppressed echo in simulated long-delay telephone communications. *Proc. IEE* 118 (1971), N.º 3/4, pp. 401-408.
- [32] HUTTER (J.): The effect of echo suppressors and echo return loss on the performance of circuits having a long propagation time. *Post Office Research Department Report* N.º 153, 1970.
- [33] CCITT – Contribución COM XII-N.º 199, periodo de estudios 1984-1988.

Bibliografía

- SETZER (R.): Echo Control for RCA Americom Satellite Channels, *RCA Engineer*, Tomo 25, N.º 1, junio-julio de 1979, pp. 72-76.
- YAMAMOTO (S.) y otros: Adaptive Echo Canceller with Linear Predictor, *Trans. Inst. Electron. Commun. Eng. Japan*, Tomo E62, N.º 12, diciembre de 1979, pp. 851-857.
- WEHRMANN (R.), VAN DER LIST (J.) y MEISSNER (P.): Noise-Insensitive Compromise Gradient Method for the Adjustment of Adaptive Echo Canceller, *IEEE Trans. Communication*, Tomo COM-28, N.º 5, mayo de 1980, pp. 753-759.
- CAVANAUGH (J. R.), HATCH (R. W.) y NEIGH (J. L.): Model for the Subjective Effects of Listner Echo on Telephone Connections, *Bell Systems Technical Journal*, Tomo 59, N.º 6, julio-agosto de 1980, pp. 1009-1060.
- SONDHI (M. M.) y BERKLEY (D. A.): Silencing Echoes on the Telephone Network, *Proc. IEEE*, Tomo 68, N.º 8, agosto de 1980, pp. 948-963.
- DUTTWEILER (D. L.): Bell's Echo-Killer Chip. *IEEE Spectrum*, Tomo 17, N.º 10, octubre de 1980, pp. 34-37.
- MEISSNER (P.), WEHRMANN (R.) y VAN DER LIST (J.): Comparative Analysis of Kalman and Gradient Methods for Adaptive Echo Cancellation, *AEU Arch Electron Uebertrag Electron Commun.*, Tomo 34, N.º 12, diciembre de 1980, pp. 485-492.
- HORNA (O.A.): Extended Range Echo Cancellers, *Proceedings of IEEE SOUTHEASTCON Regional Conf.* 81, Huntsville, 5-8 de abril de 1981, pp. 846-853.
- FURUYA (N.) y otros: High Performance Custom VLSI Echo Canceller, *IEEE International Conference on Communications*, Chicago, 23-26 de junio de 1985, pp. 46.1.1-46.1.7.
- ITO (Y.), MARUYAMA (Y.) y FURUYA (N.): An Acoustic Echo Canceller for Teleconferencing, *ibid*, pp. 1498-1502.
- CIOFFI (J. M.) y KAILATH (T.): An Efficient, RLS, Data Driven Echo Canceller for Fast Initialization of Full-Duplex Data Transmission, *ibid*, pp. 1503-1507.

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 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