



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.108.2

(01/2003)

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

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –
Definiciones generales

**Asuntos relativos a la planificación de la
transmisión con compensadores de eco**

Recomendación UIT-T G.108.2

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

| | |
|---|--------------------|
| CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES | G.100–G.199 |
| 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 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS | G.200–G.299 |
| CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.300–G.399 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.400–G.449 |
| COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA | G.450–G.499 |
| EQUIPOS DE PRUEBAS | G.500–G.599 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.600–G.699 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.700–G.799 |
| REDES DIGITALES | G.800–G.899 |
| SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA | G.900–G.999 |
| CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO | G.1000–G.1999 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.6000–G.6999 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.7000–G.7999 |
| REDES DIGITALES | G.8000–G.8999 |

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

Recomendación UIT-T G.108.2

Asuntos relativos a la planificación de la transmisión con compensadores de eco

Resumen

En esta Recomendación se proporciona orientación sobre los asuntos relativos a la planificación de la transmisión junto con la instalación de compensadores de eco en la red.

En virtud del creciente número de conexiones que requieren compensadores de eco debido al aumento del tiempo de transmisión extremo a extremo por la introducción de técnicas de procesamiento vocal y de mecanismos de transporte basados en paquetes, esta Recomendación tiene por objeto ayudar a los operadores de red y a los planificadores de transmisión, así como a los fabricantes de equipos y desarrolladores de aplicaciones, a controlar los efectos de los compensadores de eco sobre la calidad de funcionamiento de la transmisión vocal extremo a extremo.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.108.2, preparada por la Comisión de Estudio 12 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 31 de enero de 2003.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

| | Página |
|--|--|
| 1 | Introducción..... 1 |
| 2 | Referencias 1 |
| 3 | Control de eco en las redes de telecomunicaciones..... 2 |
| 3.1 | Dispositivos de control de eco..... 2 |
| 3.2 | Consideraciones generales de control de eco desde la perspectiva de la RTPC 4 |
| 3.3 | Consideraciones adicionales de control de eco desde la perspectiva de las redes interconectadas (por ejemplo, redes privadas, Internet) 4 |
| 3.4 | Consideraciones de control de eco relativas a la aplicación..... 5 |
| 3.5 | Limitaciones de los módems de datos en la banda vocal 5 |
| 4 | Reglas de aplicación y limitaciones de funcionamiento..... 5 |
| 4.1 | Planificación de transmisión por la red pública 5 |
| 4.2 | Consideraciones de retardo..... 5 |
| 4.3 | Ajuste de la capacidad y características del trayecto de eco 6 |
| 4.4 | Planificación de transmisión con compensador de eco en el caso de múltiples redes interconectadas (por ejemplo, redes públicas, redes privadas, Internet)..... 7 |
| 5 | Consideraciones relativas a la evolución de la red y los servicios 7 |
| 5.1 | Transparencia de bit de los compensadores de eco 7 |
| 5.2 | Casos de no linealidad y efectos de señales variables en el tiempo en el trayecto de eco 7 |
| 5.3 | Codificación de baja velocidad entre los compensadores en cascada..... 8 |
| 5.4 | Conexión de los compensadores de eco en cascada 8 |
| 5.5 | Velocidad de convergencia..... 10 |
| 5.6 | Entornos y control del eco acústico..... 11 |
| 5.7 | Nuevo servicio con conmutación de circuitos..... 12 |
| 5.8 | Ruido de confort..... 12 |
| 6 | Consideraciones especiales de conexión en red del equipo de multiplicación de circuitos (CME) 12 |
| 6.1 | Interacción puntual 13 |
| 6.2 | Posibles soluciones..... 14 |
| Apéndice I – Tiempo de dispersión en el trayecto de eco 15 | |
| I.1 | Características del trayecto de eco de conformidad con las mediciones en Norteamérica 15 |
| Apéndice II – Circuitos con múltiples prolongaciones..... 16 | |
| II.1 | Prolongaciones múltiples en una llamada telefónica puenteada típica (Norteamérica)..... 16 |

Recomendación UIT-T G.108.2

Asuntos relativos a la planificación de la transmisión con compensadores de eco

1 Introducción

Los compensadores de eco son procesadores de señales adaptables y útiles para controlar el eco¹. Prácticamente todas las conexiones de larga distancia tienen compensadores de eco y es probable que en el futuro se necesiten en un mayor número de conexiones de corta distancia que acumulan retardos de fuentes distintas a las de propagación (por ejemplo, codificación, procesamiento de señales, paquetización). El funcionamiento no planificado con compensadores de eco en cascada también es un problema que se debe tener en cuenta con creciente frecuencia. La finalidad de esta Recomendación es:

- servir de guía para los principios generales de funcionamiento de los compensadores de eco;
- identificar las reglas y las limitaciones de la aplicación en las cuales los compensadores de eco funcionan adecuadamente;
- servir de guía para las distintas tareas de los planificadores de los sistemas de transmisión relativas al control de eco.

Se informa a los usuarios de esta Recomendación sobre la disponibilidad de la Rec. UIT-T G.161 [4] "Aspectos de la interacción de equipos de red de procesamiento de señales" que contiene algunas cláusulas con temas que también se tratan en este documento.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] Recomendación UIT-T G.100 (2001), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales*.
- [2] Recomendación UIT-T G.122 (1993), *Influencia de los sistemas nacionales en la estabilidad y el eco para la persona que habla en las conexiones internacionales*.
- [3] Recomendación UIT-T G.131 (1996), *Control del eco para el hablante*.
- [4] Recomendación UIT-T G.161 (2002), *Aspectos de la interacción de equipos de red de procesamiento de señales*.
- [5] Recomendación UIT-T G.164 (1988), *Supresores de eco*.
- [6] Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco*.
- [7] Recomendación UIT-T G.168 (2002), *Compensadores de eco de redes digitales*.

¹ Los compensadores de eco han sustituido a los supresores de eco en las redes de telecomunicaciones modernas.

- [8] Recomendación UIT-T G.961 (1993), *Sistema de transmisión digital por líneas locales metálicas para el acceso a velocidad básica de la red digital de servicios integrados.*
- [9] Recomendación UIT-T P.300 (2001), *Características de transmisión de los terminales audio de grupo.*
- [10] Recomendación UIT-T P.310 (2003), *Características de transmisión de los teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz).*
- [11] Recomendación UIT-T P.340 (2000), *Características de transmisión y parámetros de calidad vocal de los terminales manos libres.*
- [12] Recomendación UIT-T P.341 (1998), *Características de transmisión de los teléfonos digitales manos libres de banda ancha (150-7000 Hz).*
- [13] Recomendación UIT-T P.342 (2000), *Características de transmisión en la banda telefónica (300-3400 Hz) de los terminales telefónicos digitales con altavoz y manos libres.*
- [14] Recomendación UIT-T P.561 (2002), *Dispositivo de medidas en servicio no intrusivas – Mediciones de servicios vocales.*
- [15] Recomendación UIT-T V.32 (1993), *Familia de módems dúplex a dos hilos que funcionan a velocidades binarias de hasta 9600 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos arrendados de tipo telefónico.*
- [16] Recomendación UIT-T V.34 (1998), *Módem que funciona a velocidades de señalización de datos de hasta 33 600 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos arrendados punto a punto a dos hilos de tipo telefónico.*

3 Control de eco en las redes de telecomunicaciones

Habida cuenta de la liberalización de las telecomunicaciones, el planificador de transmisión de la RTPC ya no puede hacerse cargo de la responsabilidad de toda la red nacional de la planta mundial de telecomunicaciones. Por consiguiente, es necesario compartir las responsabilidades.

Si bien absolutamente todos los planificadores de los sistemas de transmisión de cada una de las redes de telecomunicaciones sin excepción pueden instalar compensadores de eco de forma adecuada en las conexiones de su propia red, al tener en cuenta conexiones entre redes se les planteará inmediatamente la consideración de alguno de los parámetros, que pueden referirse a:

- la planificación de transmisión nacional o regional obligatoria (según proceda);
- el conocimiento acumulado con relación a la red con la que se ha de realizar interconexión;
- los acuerdos de nivel de servicio (SLA, *service level agreement*);
- las mediciones no intrusivas durante el servicio (por ejemplo, de conformidad con la Rec. UIT-T P.561 [14]);
- la información obtenida mediante la señalización;
- la experiencia.

3.1 Dispositivos de control de eco

Mientras que antes se utilizaban los supresores de eco [5] para controlar el eco en las conexiones de larga distancia, actualmente sólo se recomienda la utilización de compensadores de eco. Existen distintas combinaciones de neutralizadores por tono en G.164 [5], G.165 [6] y G.168 [7]. Las siguientes combinaciones son posibles:

- supresor de eco G.164 [5] con neutralizador por tono G.164 [5];
- compensador de eco G.165 [6] con neutralizador por tono G.164 [5] o G.165 [6];
- compensador de eco G.168 [7] con neutralizador por tono G.164 [5], G.165 [6] o G.168 [7].

NOTA – El UIT-T ya no recomienda supresores de eco. No obstante, en algunos sitios aún puede haber supresores de eco en funcionamiento.

Aunque en el proceso de planificación de la transmisión se entiende que el término "compensador de eco" se refiere generalmente a compensadores de eco para señales vocales en redes digitales de conformidad con las Recomendaciones UIT-T G.168 [7] o G.165 [6], se prefieren los dispositivos conformes a la Rec. UIT-T G.168 [7].

Los compensadores de eco acústico conformes a la Rec. UIT-T P.340 [11] se pueden considerar parte del terminal y por consiguiente son objeto de la planificación de transmisión únicamente en casos excepcionales.

Los dispositivos de compensación de eco para circuitos de transmisión de datos digitales (por ejemplo, módem V.32 con cancelador de eco dúplex completo [15], línea de abonado digital x (xDSL, *digital subscriber line x*), red digital de servicios integrados (RDSI)) tampoco se tienen en consideración en la planificación de transmisión; en la Rec. UIT-T G.961 [8] se puede encontrar más información sobre este tema.

3.1.1 Principios de funcionamiento

El supresor de eco es un dispositivo activado por la voz, instalado en el tramo de circuito de cuatro hilos y que tiene por función reducir el eco del extremo compensado presente en el trayecto de emisión, para lo cual se resta un valor estimado de ese eco al eco del extremo compensado.

Esas reflexiones se conocen como eco para el hablante; véase la Rec. UIT-T G.131 [3] para obtener información detallada de estos parámetros.

El compensador de eco consta generalmente de varios componentes: el más importante es un filtro adaptativo que simula el trayecto del eco. El algoritmo del control del filtro adaptativo se puede realizar de distintas formas, lo que ha dado lugar a la aparición de distintos algoritmos (patentados), cada uno con sus ventajas e inconvenientes. Además, todos los compensadores de eco tienen un procesador no lineal que suprime el eco residual que no puede cancelar el propio filtro.

Los objetivos del diseñador de compensadores de eco son:

- optimizar todo el compensador de eco para las distintas situaciones conversacionales, en particular el monólogo y el habla simultánea;
- optimizar la adaptación del filtro para la inserción adecuada del procesador no lineal (NLP, *non-linear processor*);
- optimizar el compensador de eco para la transmisión por módem de datos en la banda vocal, por fax y otras aplicaciones.

Dado que los compensadores de eco se puedan sintonizar específicamente para distintas aplicaciones no existe un algoritmo uniforme y normalizado.

En la Rec. UIT-T G.168 [7] se describen los requisitos mínimos de calidad de funcionamiento de los compensadores de eco. Sin embargo, para los fines de las negociaciones comerciales se pueden añadir otros requisitos adicionales.

3.1.2 Instalación en la red

Los compensadores de eco se instalan en el tramo de cuatro hilos de un circuito o de una combinación de circuitos. Pueden funcionar en un solo circuito o en una configuración multiplexada; además, se pueden suministrar como un recurso compartido cuya dimensión se puede ajustar con arreglo a las consideraciones de ingeniería de tráfico.

Los compensadores de eco tienen, entre otras, las siguientes funciones:

- compensar las señales de eco que pasan por un trayecto de eco lineal;
- no realizar la compensación cuando se recibe una señal de neutralización dentro de banda;

- volver a realizar la compensación después de haber sido neutralizado cuando el nivel de potencia de la señal total dentro de banda cae por debajo de un nivel especificado durante un tiempo determinado. Este diseño permite que algunas redes transporten datos en banda vocal por los mismos canales utilizados para la conversación. También permite reactivar el funcionamiento del compensador de eco en caso de que se haya desactivado por error durante una llamada vocal; es posible que se produzca este efecto, denominado "periodo de silencio", cuando los segmentos de la voz tienen propiedades espectrales similares a la señal de neutralización.

Los compensadores de eco se caracterizan por la interfaz que puede ser analógica o digital, y por el mecanismo de sustracción del eco que se puede realizar de forma analógica o digital.

Aunque aún pueden estar en uso algunos equipos compensadores de eco antiguos, los cuales se neutralizan mediante un tono puro de 2100 Hz, según se especificaba antiguamente en la Rec. UIT-T G.164 [5] para los supresores de eco, los compensadores de eco modernos pueden neutralizarse mediante un tono de 2100 Hz con inversiones de fase periódicas de $180^\circ \pm 25^\circ$ como se especifica en las Recomendaciones UIT-T G.165 [6] y G.168 [7].

3.2 Consideraciones generales de control de eco desde la perspectiva de la RTPC

Tradicionalmente, la línea de acceso a la RTPC es una instalación analógica de dos hilos entre las instalaciones del cliente y el conmutador, mientras que las instalaciones de transmisión entre los conmutadores son generalmente analógicas o digitales a cuatro hilos. En el punto de conversión de 2 a 4 hilos (la híbrida) no se puede lograr una adaptación perfecta de las impedancias y por consecuencia se produce una señal de retorno denominada eco. Por consiguiente, una de las principales preocupaciones de los planificadores de transmisión de la RTPC es garantizar un control adecuado de eco a fin de eliminar las repercusiones en la calidad de funcionamiento de la transmisión vocal extremo a extremo debido a los efectos de éste.

En el caso de las conexiones con un tiempo de transmisión reducido, se puede controlar el eco mediante la inserción de atenuaciones adecuadas en el trayecto de transmisión. Las conexiones con un tiempo de transmisión más largo necesitan dispositivos de control de eco. Es responsabilidad de los planificadores de transmisión diseñar la red de tal manera que los dispositivos de control de eco funcionen satisfactoriamente en los puntos de conversión de 4 a 2 hilos en la RTPC, y garantizar una calidad de transmisión satisfactoria para el cliente.

3.3 Consideraciones adicionales de control de eco desde la perspectiva de las redes interconectadas (por ejemplo, redes privadas, Internet)

Además, es responsabilidad del planificador de transmisión de una red interconectada garantizar que el diseño de los terminales y las secciones de red interconectadas sean compatibles con los compensadores de eco de la red basada en la RTPC (que se suponen conformes con la Rec. UIT-T G.168 [7] o G.165 [6]). Por ejemplo:

- los aparatos telefónicos digitales no deben generar eco por sí mismo a través de un trayecto eléctrico. Los compensadores de eco de la red, no se diseñan específicamente para cancelar ecos acústicos; por lo tanto, se espera que los aparatos digitales controlen su propio eco producido en los trayectos acústicos, véanse las Recomendaciones UIT-T G.122 [2], G.131 [3], P.340 [11] y P.310 [10];
- los terminales y las redes interconectadas deben estar diseñados para proporcionar extensiones de circuitos compatibles con la RTPC (es decir, proporcionar trayectos de eco lineales que no varían en el tiempo) o proporcionar dispositivos adicionales de compensación de eco;

- el retardo del terminal o de la red interconectada debe mantenerse dentro de los límites de funcionamiento del compensador de eco basado en la RTPC, o bien el terminal o la red interconectada debe controlar su propio eco.

3.4 Consideraciones de control de eco relativas a la aplicación

Es importante que los fabricantes de módems y los diseñadores de aplicaciones comprendan las características de los compensadores de eco basados en la RTPC y decidan si estos compensadores de eco se deben habilitar o inhabilitar. Si deciden que se debe inhabilitar la funcionalidad del compensador de eco basado en la RTPC, deberán garantizar que el terminal utiliza los métodos apropiados para inhabilitar estos compensadores.

3.5 Limitaciones de los módems de datos en la banda vocal

Por lo general se ha aceptado inhabilitar los compensadores de eco de la red cuando se utilizan módems de datos en la banda vocal con compensadores de eco integrados (por ejemplo, V.32 [15], V.34 [16]), ya que el funcionamiento de un compensador de eco de red activo junto con el compensador de eco integrado en el módem puede causar fenómenos no deseados.

Por consiguiente, se ha decidido que la responsabilidad para inhabilitar el compensador de red debe depositarse en el terminal, la red interconectada o en la aplicación diseñada para el usuario y que se necesita una sola técnica para inhabilitar los supresores y los compensadores de eco.

Los fabricantes de módems con compensadores de eco integrados los han diseñado de modo que inhabiliten los compensadores de eco basados en la red utilizando el tono de neutralización especificado en la Rec. UIT-T G.165 [6].

Los compensadores de eco integrados en el módem abarcan a tres tipos de eco simultáneamente:

- 1) eco en el extremo cercano,
- 2) eco en el extremo lejano, y
- 3) cualquier eco generado entre los extremos cercano y lejano.

Dado que la gama de valores de capacidades de trayecto de eco necesarios son muy diferentes en cada caso, probablemente haya que prever tres compensadores de eco.

4 Reglas de aplicación y limitaciones de funcionamiento

4.1 Planificación de transmisión por la red pública

La RTPC digital en evolución requiere un plan de atenuaciones para asegurar niveles de transmisión apropiados en los diversos puntos de conversión analógico a digital (A/D). Ese plan permite evitar la distorsión por sobrecarga de la modulación por impulsos codificados (MIC) y los niveles de las señales permiten que el compensador de eco funcione conforme a su diseño original.

En las Recomendaciones de la serie G.100 se dan las directrices relativas a los niveles de transmisión, y la Rec. UIT-T P.310 [10] sirve de guía para el diseño de terminales.

4.2 Consideraciones de retardo

Como se indicó anteriormente, en todas las conexiones de larga distancia se lleva a cabo la conversión de los cuatro hilos de las instalaciones de transmisión de la red a los dos hilos de las instalaciones de la planta de bucle. En esas conexiones, la desadaptación de impedancias en la híbrida produce reflexiones de la señal incidente en la interfaz de 4 hilos (véase la figura 2/G.168 [7] como modelo de referencia del compensador de eco). Como la composición de los bucles varía, por ejemplo, su longitud, la presencia o no de carga, no es posible obtener una adaptación perfecta. Los valores medios de la pérdida de retorno del eco (ERL, *echo return loss*) varían en las distintas regiones del mundo y en algunos casos puede ser tan bajo como 11 dB, en

función del diseño de las líneas analógicas de abonado y de los dispositivos asociados que permiten la conversión de 2 a 4 hilos (híbridas). Es responsabilidad de los planificadores de los sistemas de transmisión determinar el valor ERL y en qué punto es aplicable, es decir, para qué umbral de retardo se implementará un dispositivo de control de eco de red. En la Rec. UIT-T G.131 [3] se dan las directrices sobre la interrelación entre el retardo y la pérdida de retorno del eco.

NOTA – En ausencia de implementación de un plan de transmisión apropiado se puede producir eco aun cuando el circuito esté equipado con compensadores de eco.

4.2.1 Atenuación de retorno del eco

En lo sucesivo, se utilizará el término NEST/DTDT para referirse al umbral local en el extremo cercano (NEST, *near-end speech threshold*) o al umbral de detección de habla simultánea (DTDT, *double talk detection threshold*). NEST/DTDT es el nivel en el cual el compensador de eco detecta la presencia de voz en el extremo cercano, es decir, la incidencia de habla simultánea, y detiene su proceso de adaptación. En otras palabras, el habla simultánea se detecta si:

$$LR_{sal} - LS_{ent} \leq \text{NEST/DTDT}$$

Por ejemplo, si el valor de NEST/DTDT de un compensador de eco se ajusta a 6 dB, el compensador de eco detectará voz en el extremo cercano y detendrá su proceso de adaptación cuando $LR_{sal} - LS_{ent} \leq 6$ dB.

Es importante que se ajuste el valor de NEST/DTDT de manera que $ERL > \text{NEST/DTDT}$. Por ejemplo, si el compensador de eco se ajusta a $\text{NEST/DTDT} = 6$ dB, funcionará adecuadamente con un trayecto de circuito de 4 hilos donde $ERL > 7$ dB (esto incluye 1 dB de margen de seguridad). Sin embargo, si la híbrida tiene $ERL \leq 6$ dB, el compensador de eco supone que el eco en el punto S_{ent} es una señal vocal de extremo cercano. Dado que durante el habla simultánea no hay adaptación, esto causará la aparición de eco en el trayecto S_{sal} .

4.3 Ajuste de la capacidad y características del trayecto de eco

A menudo se hace referencia al enlace entre el compensador y la híbrida como el "trayecto de eco del circuito". El retardo del eco que se debe compensar se determina especificando la "capacidad del trayecto de eco" del compensador. Para especificar correctamente esta capacidad del trayecto de eco, se deberá tener presente que la híbrida refleja parte de la potencia recibida en el puerto R_{sal} y que múltiples reflexiones respectivamente producen eco en el puerto S_{ent} . El tiempo necesario para que la señal en R_{sal} vaya del compensador de eco a la híbrida y regrese al compensador en el puerto S_{ent} no deberá exceder la capacidad asignada al trayecto de eco; de lo contrario no funcionará adecuadamente el proceso de cancelación de eco. Este cálculo de tiempo debería tener en cuenta los siguientes factores:

- tiempo de propagación de ida y vuelta a través de los medios de transmisión;
- retardo introducido por todo el equipo intermedio en ambos sentidos de transmisión;
- tiempo de dispersión debido a las características de transmisión del circuito.

El compensador de eco deberá tener en cuenta que esa dispersión aumenta la duración efectiva de la respuesta al impulso del circuito (véase el apéndice I por lo que se refiere a los resultados de medición correspondientes). Obsérvese que el trayecto de eco también puede incluir más de una fuente de eco, por ejemplo, híbridas adicionales. Hay muchas configuraciones de red en las que se utilizan múltiples conversiones de 2 a 4 hilos en el trayecto de eco de un compensador de eco. En el apéndice II se presenta un ejemplo de este caso.

Es responsabilidad de los planificadores de los sistemas de transmisión asegurar que los compensadores de eco se implementen de manera que no se exceda su capacidad de trayecto de eco, de modo que la compensación funcione adecuadamente. Por consiguiente, se requiere la cooperación entre los planificadores de transmisión de la RTPC, las redes interconectadas y los diseñadores de aplicaciones.

Un compensador de eco debe ser capaz de sintetizar una réplica de la respuesta al impulso en el trayecto de eco. Muchos compensadores de eco modelizan el trayecto de eco utilizando una representación de datos muestreados. Para que ese tipo de compensador funcione adecuadamente, ha de tener una capacidad de almacenamiento suficiente para el número requerido de muestras (en aplicaciones normales el retardo máximo en el trayecto de eco permitirá determinar la capacidad de almacenamiento necesaria). Se debe admitir que un compensador de eco introduce un trayecto de eco paralelo adicional. Si la respuesta al impulso del modelo del trayecto de eco difiere significativamente de la respuesta al impulso en el trayecto de eco, el eco de retorno total puede ser más grande que el provocado por el propio trayecto de eco, es decir, en lugar de lograr compensación de eco, se provocará eco no deseado adicional.

4.4 Planificación de transmisión con compensador de eco en el caso de múltiples redes interconectadas (por ejemplo, redes públicas, redes privadas, Internet)

Si en una determinada configuración son significativas las degradaciones a parte de las causadas por eco, en ese caso se debería considerar en primer lugar el análisis del índice R del modelo E y los resultados parciales de los factores de las degradaciones I_s , I_d e I_e . Se puede esperar una calidad suficientemente buena con valores del índice R del modelo E ≥ 80 : es decir, no es necesario utilizar compensadores de eco. En el caso de valores inferiores del índice R del modelo E, se debería tener en cuenta un resultado parcial de los cálculos del modelo E y el factor de degradación I_d . Si este factor se encuentra en la gama $I_d \geq 20$, la inserción de compensadores de eco se debería examinar más en detalle, ya que probablemente resultará una mejora de la calidad. Como regla general, durante la planificación de la transmisión se debería considerar la inserción de compensadores de eco, cuando los cálculos den como resultado valores del índice R del modelo E ≤ 80 y la degradación principal sea el eco para el hablante.

5 Consideraciones relativas a la evolución de la red y los servicios

5.1 Transparencia de bit de los compensadores de eco

En 1993 se modificó la Rec. UIT-T G.165 [6] para indicar que un tono de neutralización de 2100 Hz con inversiones de fase debe inhabilitar el compensador de eco y proporcionar un trayecto de señal de canal transparente analógico. En otras palabras, un tono entre 300 Hz y 3400 Hz debe pasar a través del compensador de eco sin que se produzca alteración en su nivel de potencia y frecuencia aunque no se garantiza la transparencia de bit a 64 kbit/s (véase 3.3/G.165 [6], revisión de 1993). Se observa que algunos compensadores de eco pueden ser transparentes a 64 kbit/s pero para que permanezca en ese estado, el nivel de potencia en la banda debe permanecer por encima de un nivel de potencia predeterminado.

Si se van a utilizar compensadores de eco en las troncales y se van a inhabilitar mediante la utilización de un "conmutador al canal de señalización del compensador de eco", el compensador debe soportar la capacidad de un canal transparente de 64 kbit/s, si esa capacidad está disponible.

5.2 Casos de no linealidad y efectos de señales variables en el tiempo en el trayecto de eco

En la RTPC hay dos problemas relacionados con la introducción de técnicas de procesamiento de señales no lineales y variables en el tiempo, a saber, la utilización de codificadores de baja velocidad binaria en el trayecto de eco, y de atenuadores digitales o de ganancia.

Con la creciente utilización de codificadores de baja velocidad binaria en la RTPC y en las redes interconectadas, se vuelve más probable el uso de codificadores de baja velocidad en el trayecto de eco. Las mediciones llevadas a cabo con compensadores de eco que incluyen un circuito de modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) en el trayecto de eco han demostrado que la degradación del nivel de eco residual puede ser mayor de 8 dB.

El aumento en la utilización de la atenuación digital es más frecuente en las centrales locales de la RTPC donde actúan como un anfitrión de módulos de líneas distantes digitales y también en los equipos en las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*) como es el caso de las centralitas privadas (PBX, *private branch exchange*). Los atenuadores digitales pueden alterar considerablemente el circuito, degradando la calidad de funcionamiento del compensador. Es importante tener en cuenta la necesidad de mantener la linealidad de las señales atenuadas digitalmente.

El efecto de las técnicas de codificación de baja velocidad sobre la no linealidad y cómo ésta afecta a la calidad de funcionamiento del compensador de eco queda en estudio.

5.3 Codificación de baja velocidad entre los compensadores en cascada

La utilización de codificadores de baja velocidad en el trayecto de transmisión vocal también podría afectar las conexiones que utilizan compensadores en cascada. En la figura 1 se ilustra un circuito en el cual se han instalado compensadores en cascada, y en el que se usan codificadores de baja velocidad entre los dos compensadores. Aunque el compensador próximo a la híbrida no se verá afectado, el compensador en el lado de la red percibirá un trayecto de eco no lineal o variable en el tiempo. La calidad de funcionamiento de la conexión en cascada aún podría ser aceptable si el compensador cercano a la red permanece estable y mejora la atenuación de retorno. En teoría, el compensador en el lado de la red no debería percibir eco ya que debería haberlo suprimido el compensador en el extremo lejano. Sin embargo, se recomienda que se supriman de la conexión los compensadores en el lado de la red.

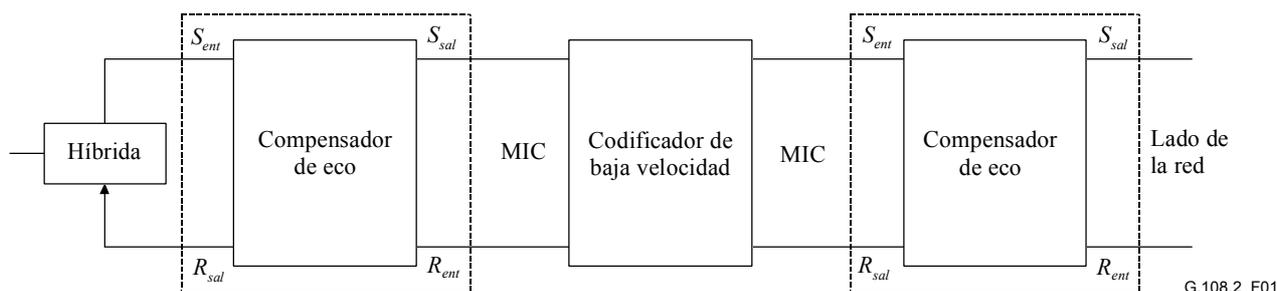


Figura 1/G.108.2 – Codificador de baja velocidad entre compensadores de eco conectados en cascada

5.4 Conexión de los compensadores de eco en cascada

Con la creciente utilización de encaminamiento dinámico y características especiales como el reenvío de llamada, y debido al gran retardo introducido por los codificadores de baja velocidad, es muy probable que en algunas conexiones no se pueda impedir la conexión en cascada de compensadores de eco.

NOTA – Véase además 5.2.3/G.161 [4].

Está generalmente admitido que los compensadores de eco diseñados adecuadamente pueden funcionar conectados en cascada sin provocar una degradación significativa de la calidad de funcionamiento por el eco. Se debe poner cuidado para que el compensador de eco que no percibe ninguna fuente de eco en su trayecto de cola no produzca señales prioritarias como por ejemplo ecos artificiales.

Por consiguiente, es necesario que los planificadores de transmisión garanticen que no se utilizarán en cascada los compensadores de eco que causan degradaciones no deseadas de la calidad de funcionamiento cuando se instalan en cascada. El método apropiado para lograr lo anterior queda en estudio.

Los resultados de las pruebas demuestran que un mal diseño de algunos de los circuitos auxiliares, tales como los procesadores no lineales (NLP), pueden provocar problemas cuando el retardo en el trayecto de eco de uno de los compensadores de eco conectados en cascada rebasa su capacidad de trayecto de eco. Por ejemplo, en algunos compensadores de eco, el NLP podría funcionar en momentos no apropiados durante el habla simultánea. Esto sucede cuando el tiempo de bloqueo en el circuito del procesador no lineal no concuerda con las características de retardo del trayecto de eco.

A modo de ejemplo, supóngase que se utiliza el algoritmo de NLP para que funcione basándose en el valor NEST/DTDT. Cuando se excede la capacidad de retardo del trayecto de eco de un compensador de eco, el eco llegará después del momento "previsto". Entonces, se estaría comparando entre los niveles de potencia de una ráfaga posterior de señales vocales del extremo lejano y una ráfaga no relacionada de señales vocales en el extremo cercano. En estas condiciones puede producirse un recorte de la señal. Por este tipo de motivos, es muy importante que los planificadores de la transmisión garanticen que no se rebasará en ningún caso la capacidad de trayecto de eco del compensador de eco.

Se ha observado que una convergencia demasiado rápida del compensador de eco puede producir efectos colaterales negativos cuando se rebasa la capacidad del trayecto de eco. Por consiguiente, la capacidad del trayecto de eco de un compensador debe ser 4 a 6 ms mayor que el máximo retardo de red previsto. Esto tiene en cuenta el efecto de dispersión. Por ejemplo, para tener en cuenta un retardo puro máximo de 44 ms, se debe seleccionar un compensador de 48 ms.

En la figura 2 se ilustra una conexión extremo a extremo con tres redes concatenadas incluidos sus compensadores de eco correspondientes, sus valores de retardo y los terminales telefónicos.

La configuración representada en la figura 2 se podría ampliar fácilmente si fueran necesarios otros pares de compensadores de eco (EC, *echo canceller*).

Al inhabilitar selectivamente los EC (ya sea uno a uno o en pares), y variar los retardos, es posible registrar los atributos pertinentes de las conexiones telefónicas con EC.

En la figura 2a se presenta un ejemplo de una conexión con tres redes concatenadas incluida una red celular en la terminación del extremo derecho. En este caso, EC₆ no está disponible.

En la figura 2b se muestra un ejemplo de una conexión con tres redes concatenadas incluida una red privada en la terminación del extremo izquierdo. En este caso, es posible que EC₂ no esté disponible.

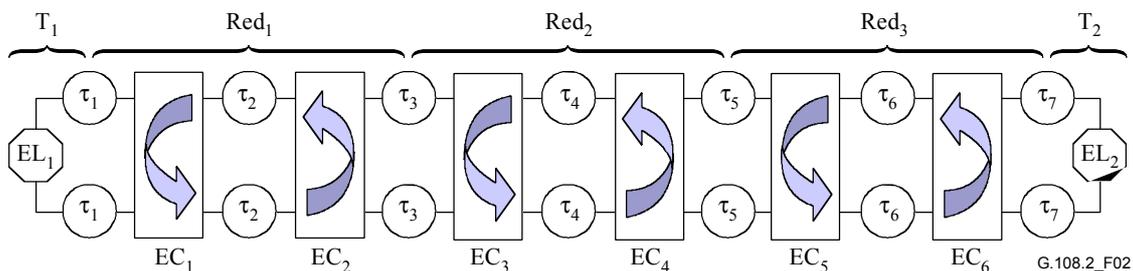


Figura 2/G.108.2 – Conexión de referencia para EC en cascada

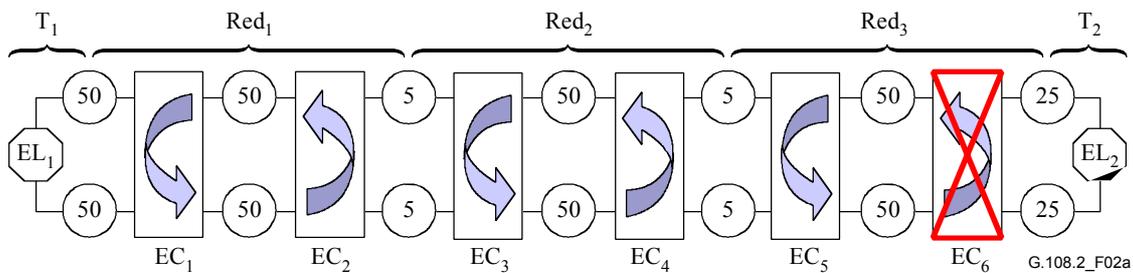


Figura 2a/G.108.2 – Ejemplo de una conexión con tres redes concatenadas incluida una red celular

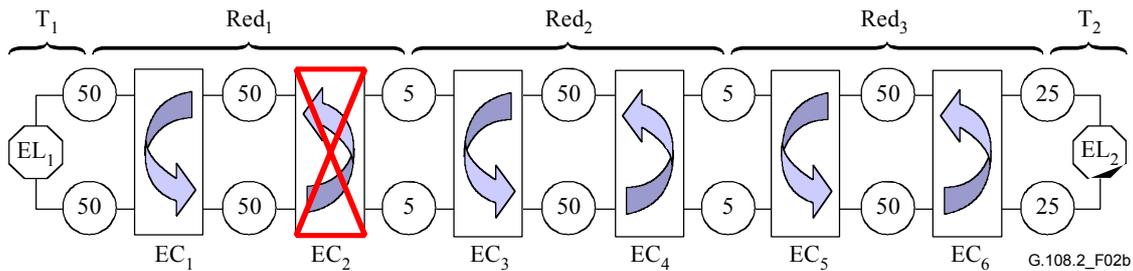


Figura 2b/G.108.2 – Ejemplo de una conexión a través de tres redes concatenadas incluida una red privada

5.5 Velocidad de convergencia

Es conveniente que la velocidad de convergencia sea alta para reducir el eco durante la adquisición inicial y para minimizarlo cuando varía el trayecto del eco. Algunos compensadores de eco generan ruido no deseado en su intento de adaptarse continuamente al trayecto del eco, lo cual puede relacionarse con la velocidad de adaptación. El efecto es muy perceptible y molesto, especialmente durante habla simultánea, si no se suspende el proceso de adaptación. En algunas implementaciones de compensadores de eco, conforme la velocidad de adaptación aumenta más allá de la velocidad óptima, la precisión de la función de transferencia después de la adaptación se hace más pobre. Durante la fase de adquisición inicial, es conveniente una elevada velocidad de convergencia, mientras que para el seguimiento posterior puede ser necesaria una convergencia más lenta, ya que la función de transferencia del eco cambia muy lentamente. La necesidad de una elevada velocidad de convergencia cuando en el trayecto del eco existen componentes variables con el tiempo será objeto de un estudio ulterior.

Otra posibilidad para evitar los problemas antes referidos de velocidad de convergencia es la utilización de dos estimadores de trayecto de eco independientes en la implementación del compensador de eco, como se ilustra en la figura 3. Uno de los registros H se encarga de la atenuación del eco mientras que el otro calcula una mejor estimación del trayecto de eco. Cuando el registro H encuentra una mejor solución la adopta. Así, la velocidad del proceso de convergencia no afecta directamente al trayecto vocal.

5.7 Nuevo servicio con conmutación de circuitos

Se ha sugerido que sería ventajoso modificar el modo de neutralización de los compensadores de eco referidos en G.165 [6]/G.168 [7] de modo que cuando se reciba el tono de neutralización, el compensador se inhabilitará hasta que se libere la conexión.

Se ha sugerido que de conformidad con un procedimiento tradicional, para iniciar la transmisión digital a través de algunas redes vocales digitales con MIC, se debe generar previamente un tono de 2100 Hz para inhabilitar cualquier compensador/supresor de eco en el circuito. Sin embargo, los compensadores permanecen inhabilitados sólo mientras los datos digitales transmitidos, cuando se interpretan como muestras MIC, contienen suficiente energía para mantener los compensadores en el estado de inhabilitación. El éxito de este método no normalizado depende del contenido del tren de datos digital, y como no se puede garantizar el mantenimiento del nivel de potencia suficiente, generalmente se usan soluciones patentadas para asegurar que los compensadores permanecerán inhabilitados. Cuando la señal de inhabilitación se genera digitalmente, es necesario que los terminales que utilizan un protocolo a nivel de bits y una interfaz serie sean más complejos, debido a la incapacidad del terminal para alinear estos octetos con los empleados en el canal de transmisión.

En este contexto, la necesidad de una señal de inhabilitación del compensador de eco no alineada por octetos, dentro de la banda, se considera para un estudio ulterior.

5.8 Ruido de confort

Conforme la red telefónica evoluciona hacia una mayor digitalización, es más probable que el trayecto de eco sea analógico mientras que la conexión de larga distancia sea digital. Una de las consecuencias de ello es que el trayecto de larga distancia tiene un bajo nivel de ruido de canal en reposo, mientras que para el mismo canal, el trayecto del eco tiene un nivel de ruido de canal en reposo más alto. Esta situación conduce a lo que se ha venido en llamar "modulación de ruido". Cuando el NLP funciona, el hablante "oye" el ruido del canal en reposo del trayecto digital de larga distancia, pero cuando el NLP se libera, el hablante "oye" el ruido del canal en reposo del trayecto del eco y el ruido ambiente del extremo lejano. Por lo tanto, el hablante escucha intervalos de conversación con ruido de fondo seguidos de intervalos de silencio, lo cual puede ser muy molesto en determinadas circunstancias.

Existen dos enfoques para el ruido de confort. El primero consiste en insertar ruido pseudoaleatorio durante el intervalo de silencio. El segundo, consiste en permitir que parte del ruido de fondo o del canal en reposo pase a través del NLP.

- Deben minimizarse los efectos indeseados debidos a la inserción de ruido de confort.
- Debe existir una correlación entre el ruido utilizado y el ruido de fondo, en frecuencia y amplitud.
- Deben efectuarse mediciones del nivel de ruido ponderado por métodos sofométricos y ajustes adecuados.
- El régimen de los cambios producidos en el ruido insertado se debe corresponder en la mayor medida posible con los cambios de nivel que tienen lugar en el ruido de fondo.

6 Consideraciones especiales de conexión en red del equipo de multiplicación de circuitos (CME)

Está ampliamente reconocida la necesidad de control de eco en los circuitos con retardos prolongados, como es el caso de los enlaces de satélites. Además es posible que sea necesario el control de eco, incluso en circuitos terrestres cortos, debido al retardo adicional en la memoria intermedia de los equipos de multiplicación de circuitos (CME, *circuit multiplication equipment*). Si hay eco, se podrá clasificar como voz y reducir la ganancia de compresión.

El posible efecto de carga es una de las formas de interacción del ruido de confort que introduce el compensador de eco en el CME (véase la figura 4a). El funcionamiento del compensador de eco puede modular el ruido analógico del extremo cercano introducido en el puerto S_{ent} del compensador de eco. El detector adaptable de señales vocales del CME interpretaría erróneamente esta modificación del nivel de ruido como la presencia de señales vocales. En este caso, el CME transmite la ráfaga de ruido como si se tratara de señales vocales, lo que aumenta el factor de actividad del circuito. Esto hace que se reduzca la ganancia de compresión y que aumente, en algunos sistemas, el número de casos de exclusión por ocupación.

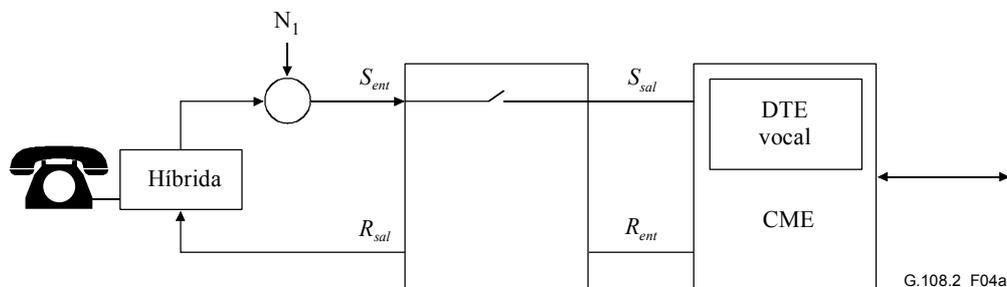


Figura 4a/G.108.2 – Interacción entre el detector vocal y el dispositivo de control de eco

6.1 Interacción puntual

Descripción de esta forma de interacción:

Las señales vocales en el trayecto de recepción llegan al puerto de entrada en recepción (R_{ent}) del sistema de control de eco.

- 1) Se activa el NLP del compensador o el conmutador de supresión de eco para eliminar el eco o el eco residual y atenuar el ruido del sistema terrenal analógico generado en el extremo cercano (N_1) presente en el puerto de entrada de emisión (S_{ent}).
- 2) Cuando se produce muy poco ruido entre el puerto de salida en emisión de control de eco (S_{sal}) y la entrada del detector de señales vocales del CME, el umbral del detector de señales vocales se adapta a su nivel mínimo (habitualmente -50 dBm0).
- 3) Al terminar las señales vocales en recepción, después de un periodo apropiado de bloqueo del sistema de control de eco, el NLP del compensador o del conmutador de supresión de eco se cierra y el ruido terrenal generado en el extremo cercano (N_1) aparece nuevamente como una variación de nivel de ruido (desde el punto de vista del detector de señales vocales del CME).
- 4) Si la variación de nivel de ruido rebasa el umbral del detector de señales vocales, el CME transmitirá una ráfaga de ruido como si fueran señales vocales. La duración de la ráfaga de ruido depende de la velocidad de adaptación del detector de señales vocales y del nivel de ruido terrenal generado en el extremo cercano.

Esta secuencia se repite para cada ráfaga de señales vocales y produce una ráfaga de ruido muy molesta, relacionada con las señales vocales, que perciben los hablantes en el extremo lejano cada vez que dejan de hablar.

Esta interacción no ocurre únicamente en las configuraciones de red con un solo sistema de control de eco. En la figura 4b se representa otra configuración de red con varios compensadores de eco en interacción con el detector de señales vocales del CME. En esta configuración, el detector de señales vocales del CME puede responder a los aumentos de un escalón en el nivel de ruido, resultantes de la activación del recortador de centro del compensador de eco en los trayectos de emisión, en los compensadores 1 y 3 (el NLP elimina los ecos residuales de una compensación

parcial). El detector de señales vocales del CME detecta inicialmente una variación de un escalón en la intensidad de ruido resultante de la activación del conmutador del control de eco 3, y luego otro escalón por la activación del conmutador del compensador de eco 1. La respuesta del detector de señales vocales del CME a estas variaciones de un escalón en la intensidad de ruido puede ser incorrecta según los niveles de intensidad de ruido N_1 , N_2 , N_3 y N_4 , y según el algoritmo de adaptación de umbral del detector de señales vocales del CME. Por ejemplo, un nivel N_4 demasiado alto puede impedir que el detector de señales vocales del CME perciba el aumento de ruido de dos escalones resultante de la activación del recortador de centro o del conmutador en 1 y 3. De la misma forma, un nivel de ruido muy alto en N_2 o N_3 puede impedir que se perciban las variaciones de un escalón en la intensidad de ruido resultantes de la unidad de control de eco 1.

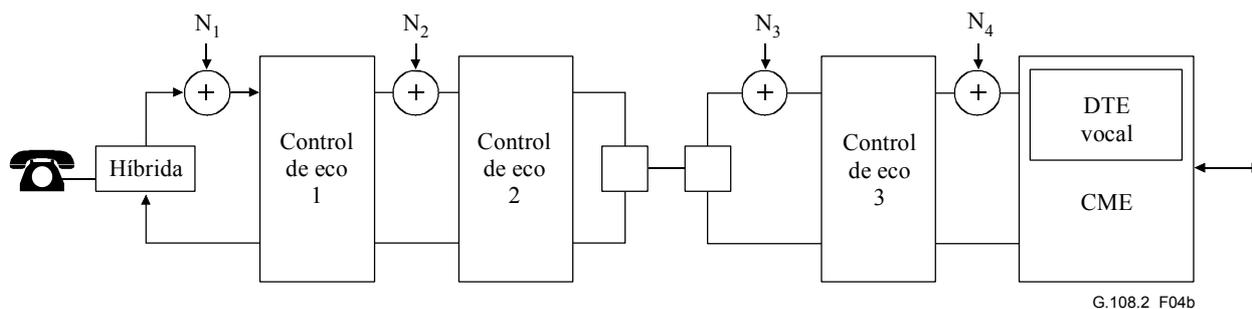


Figura 4b/G.108.2 – Múltiples dispositivos de control de eco en una configuración de red CME

6.2 Posibles soluciones

Hay varias formas de tratar las interacciones entre los compensadores de eco y el detector de señales vocales del CME. Se podría modificar el compensador de eco para supervisar el ruido de origen terrenal en el puerto de entrada de transmisión. Cuando se interrumpe el trayecto de transmisión, se introduce el nivel apropiado de ruido en la salida de transmisión hacia el CME, para que el ruido percibido por el detector de señales vocales sea constante (ruido de confort) y evitar la activación del detector de señales vocales. Esta solución no es posible en todos los compensadores de eco, porque se trata de un procedimiento particular y existen distintos sistemas de compensadores.

La segunda solución es fijar el umbral adaptable del detector de señales vocales del CME cuando hay señales vocales en el correspondiente canal de recepción.

La tercera solución es utilizar un detector de señales vocales adaptable con características de adaptación rápida, que perciba las variaciones de un escalón de ruido y reduzca al mínimo las ráfagas de ruido.

Las soluciones descritas no son necesariamente viables, porque son particulares y existen muchos sistemas diferentes de compensadores de eco. De otra parte, hay muchos sistemas en uso y no es realista pensar que se podrán incorporar nuevos sistemas compensadores de eco.

El tema necesita más estudio y probablemente habrá que modificar la Rec. UIT-T G.165 [6] y/o la Rec. UIT-T G.168 [7] para la nueva generación de compensadores de eco. Lo esencial de esta cláusula es que la solución depende de los procedimientos de detección de señales vocales en el CME y el compensador de eco.

Apéndice I

Tiempo de dispersión en el trayecto de eco

I.1 Características del trayecto de eco de conformidad con las mediciones en Norteamérica

Entre junio de 1998 y abril de 1999, se llevaron a cabo múltiples llamadas de larga distancia entre Montreal y las siguientes provincias y Estados de Norteamérica: Arizona, British Columbia, California, Louisiana, Manitoba, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Nevada, Nueva York, Carolina del Norte, Ontario, Quebec, Saskatchewan, Texas y Wisconsin. Se registraron las señales emitidas y retornadas de cada llamada y se calcularon las respuestas al impulso en el trayecto de eco. En este apéndice se presenta un informe de los valores de tiempo de dispersión en el trayecto de eco resultantes de estas mediciones.

En la figura I.1 se muestra el histograma del tiempo de dispersión en el trayecto de eco. El mayor porcentaje del tiempo de dispersión se encontró entre 5 y 7 ms. Sólo dos llamadas tuvieron un tiempo de dispersión entre 11 y 12 ms. No hubo tiempo de dispersión a partir de 12 ms.

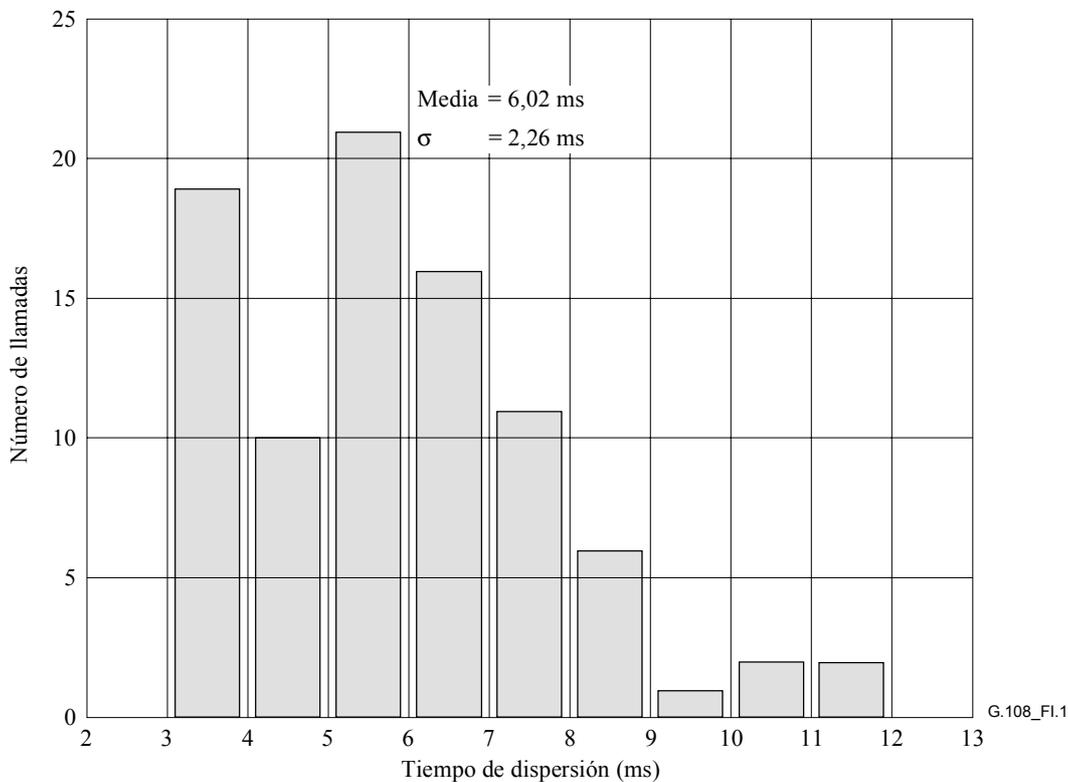


Figura I.1/G.108.2 – Histograma del tiempo de dispersión en llamadas de larga distancia

Apéndice II

Circuitos con múltiples prolongaciones

II.1 Prolongaciones múltiples en una llamada telefónica puenteada típica (Norteamérica)

En las redes modernas, puede ocurrir que una llamada bipartita sea modificada después de su establecimiento inicial, con lo que una o más partes adicionales pueden participar en la conversación, como se ilustra en la figura II.1.

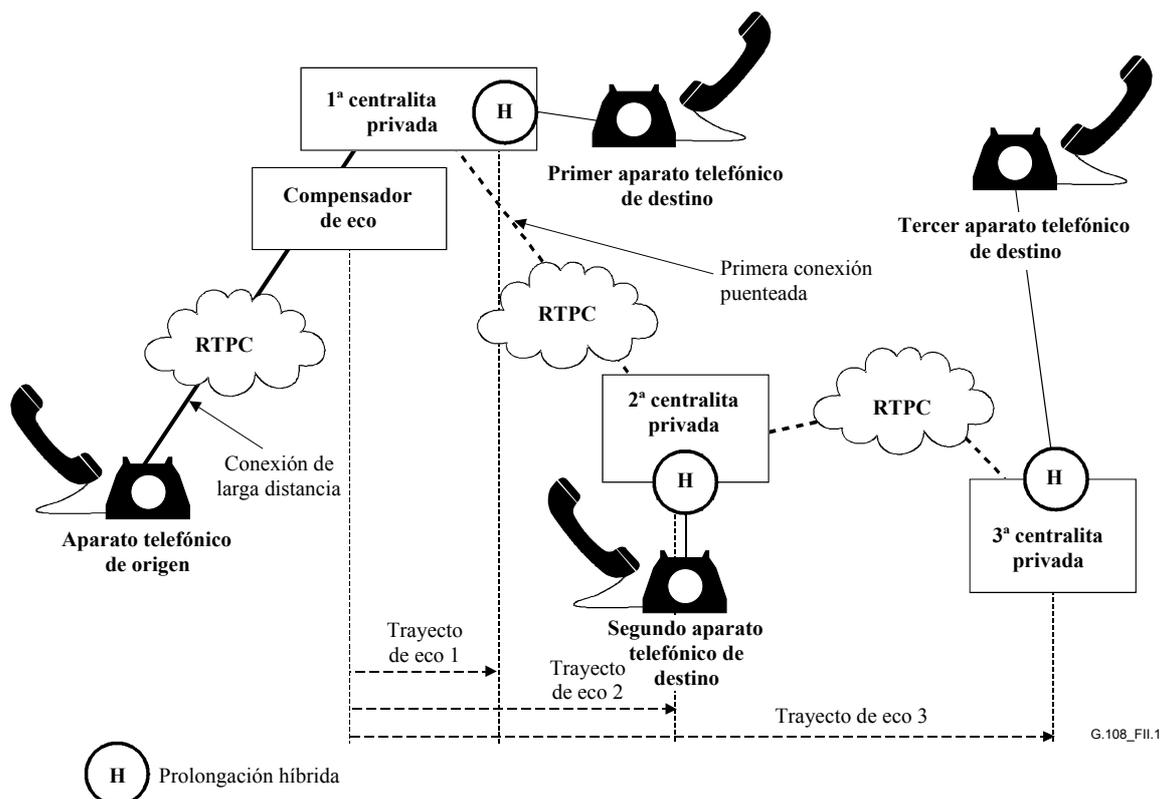


Figura II.1/G.108.2 – Prolongaciones múltiples en una llamada telefónica puenteada típica

En la figura II.1, el aparato telefónico de origen inicia una llamada al primer aparato de destino. El compensador de eco ve la prolongación híbrida asociada con la 1ª centralita privada, ilustrada como trayecto de eco 1. El receptor situado en la 1ª centralita privada efectúa a continuación un puente con el segundo aparato de destino utilizando la función de puenteo existente en todas las centralitas privadas modernas. El compensador de eco ve ahora la segunda prolongación híbrida, unida a la primera, y demorada en el tiempo por el retardo de red entre la centralita privada 1 y la 2. Esto es lo que se ilustra como trayecto de eco 2. El segundo destino puede establecer un puente con un tercer destino, añadiendo otra prolongación híbrida asociada con la de la 3ª centralita privada, y demorada por la suma del retardo de red entre la centralita privada 1 y la 2, y la centralita privada 2 y la 3. Esto es lo que se ilustra como trayecto de eco 3.

Es posible que las centralitas privadas no dispongan de ningún compensador de eco incorporado, incluso aunque efectúen la función de puenteo. Para ello es preciso que el compensador de eco de red soporte múltiples prolongaciones hasta alcanzar la capacidad de prolongación del eco del compensador.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

| | |
|----------------|---|
| Serie A | Organización del trabajo del UIT-T |
| Serie B | Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación |
| Serie C | Estadísticas generales de telecomunicaciones |
| Serie D | Principios generales de tarificación |
| Serie E | Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos |
| Serie F | Servicios de telecomunicación no telefónicos |
| Serie G | Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales |
| Serie H | Sistemas audiovisuales y multimedios |
| Serie I | Red digital de servicios integrados |
| Serie J | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, 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 |