



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.168

(06/2002)

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

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga
distancia

Compensadores de eco de redes digitales

Recomendación UIT-T G.168

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 SATELITE 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 DE TRANSMISIÓN	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.168

Compensadores de eco de redes digitales

Resumen

El eco tiene un efecto muy importante sobre la calidad de las señales vocales de las redes de telecomunicaciones. El efecto perjudicial del eco es el resultado de la combinación de las reflexiones procedentes de componentes de la red, tales como los convertidores de 2 a 4 hilos, el efecto del procesamiento de la señal y el retardo de transmisión. El eco puede dar lugar a dificultades tanto para el hablante como para el oyente de una conexión telefónica. También puede afectar a la transmisión de datos en banda vocal, al facsímil o a los teléfonos con texto.

Los compensadores de eco de redes digitales están diseñados para eliminar el eco que se pueda presentar al usuario y para permitir la correcta transmisión de datos en banda vocal y de facsímil. En esta Recomendación se describen las características de un compensador de eco, incluida la inhibición por tono dentro de banda y otros mecanismos de control. También se describen una serie de pruebas de laboratorio que se deben realizar sobre un compensador de eco para evaluar su calidad de funcionamiento en condiciones que es previsible encontrar en la red.

Esta versión de la Rec. UIT-T G.168 es una revisión de la anteriormente publicada en abril de 2000. Muchas de las pruebas se han actualizado y mejorado. Se ha añadido una prueba de desplazamiento MIC. El anexo A se ha suprimido y su contenido trasladado a la cláusula 7. Se ha revisado el anexo D, añadiéndose un nuevo modelo de trayecto de eco de doble reflexión. El apéndice I se ha abreviado, trasladando a otras Recomendaciones UIT-T los aspectos de planificación e interacción de los compensadores de eco. También se ha actualizado el apéndice II con algunos ejemplos de características del trayecto de eco en Europa.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.168, revisada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 13 de junio de 2002.

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.

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	Campo de aplicación..... 1
2	Referencias 2
3	Términos y definiciones 4
4	Abreviaturas..... 10
5	Señales de prueba 10
6	Características de los compensadores de eco 11
6.1	Consideraciones generales..... 11
6.2	Objetivo, funcionamiento y entorno..... 11
6.3	Activación y neutralización externas..... 12
6.4	Pruebas y requisitos para la calidad de funcionamiento con señales de entrada aplicadas a los trayectos de emisión y de recepción..... 12
6.4.1	Calidad de la transmisión 12
6.4.2	Calidad de funcionamiento de los compensadores de eco 16
7	Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco..... 44
7.1	Consideraciones generales..... 44
7.2	Características del detector..... 45
7.2.1	Detección de la inversión de fase 46
7.3	Características de la banda de guarda..... 46
7.3.1	Tolerancia al ruido..... 47
7.4	Características de la banda de mantenimiento de la neutralización 48
7.5	Tiempo de funcionamiento..... 48
7.6	Funcionamiento intempestivo debido a corrientes vocales..... 48
7.7	Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos 48
7.8	Tiempo de liberación..... 49
7.9	Otras consideraciones..... 49
8	Procesadores no lineales para su utilización en compensadores de eco..... 49
8.1	Ámbito de aplicación..... 49
8.2	Principios generales y directrices 49
8.2.1	Función 49
8.2.2	Umbral de supresión..... 50
8.2.3	Control de la activación del procesador no lineal 51
8.2.4	Límites de frecuencia de los trayectos de control 52
8.2.5	Atenuación de las señales de nivel inferior al umbral..... 53
8.2.6	Prueba de los procesadores no lineales 53

Anexo A – Descripción de un neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco	53
Anexo B – Descripción de un procesador no lineal de referencia	54
B.1 Consideraciones generales.....	54
B.2 Umbral de supresión (T_{SUP}).....	54
B.3 Características estáticas del control de activación.....	54
B.4 Características dinámicas del control de activación	55
B.5 Límites de frecuencia de los trayectos de control	57
B.6 Pruebas	57
Anexo C – Señales fuente compuestas para la prueba de compensadores de eco – Descripción y análisis de la señal	58
C.1 Introducción.....	58
C.2 Señales fuente compuestas – Consideraciones generales.....	58
C.2.1 Descripción general de las diversas secuencias.....	58
C.2.2 Cálculo y análisis mediante una señal fuente compuesta	59
C.3 Señal fuente compuesta de banda limitada con espectro de densidad de potencia semejante a la conversación – Realización práctica para la medida de compensadores de eco.....	60
C.3.1 Señal fuente compuesta para monólogo	60
C.3.2 Señal fuente compuesta de banda limitada para simular habla simultánea....	62
C.4 Análisis para determinar las características de convergencia de los compensadores de eco utilizando la señal fuente compuesta	67
C.4.1 Cálculos en el dominio de la frecuencia.....	67
C.4.2 Cálculo en el dominio del tiempo.....	67
C.4.3 Cálculos del nivel de acuerdo con el nivel de conversación activa P.56	68
Anexo D – Modelos de trayecto del eco para la prueba de compensadores de eco vocales....	68
D.1 Introducción.....	68
D.1.1 Señal de entrada CSS o ruido blanco	68
D.1.2 Tono(s) de entrada	69
D.2 Modelos de trayecto del eco obtenidos mediante un simulador de red híbrido.....	70
D.3 Modelos de trayecto del eco medidos en redes telefónicas de Norteamérica	74
D.4 Modelos de trayecto del eco medidos en redes telefónicas de Europa.....	79
Apéndice I – Directrices para la utilización de compensadores de eco	80
I.1 Campo de aplicación	80
I.2 Control de eco en la red telefónica pública conmutada.....	80
I.2.1 Supresores de eco	80
I.2.2 Compensadores de eco	81

	Página
I.2.3	Responsabilidades de los fabricantes de módems y de los usuarios finales... 82
I.3	Directrices y limitaciones de funcionamiento 82
I.4	Efecto de los compensadores de eco sobre los servicios de voz y de datos... 82
I.5	Señal de conversación de nivel elevado 83
I.5.1	Introducción..... 83
I.5.2	Detección de habla simultánea y detección de actividad 83
I.5.3	Efecto de los codificadores de baja velocidad binaria..... 83
I.5.4	Efectos de un trayecto del eco no lineal 84
I.5.5	Directrices para la utilización de R_{out} en los compensadores de eco..... 84
I.6	Consideraciones relativas a la evolución de la red y los servicios 84
I.6.1	Transparencia a nivel de bit de los compensadores de eco 84
I.6.2	Velocidad de convergencia..... 84
I.6.3	Entornos y control del eco acústico..... 84
I.6.4	Ruido de confort..... 86
I.7	Consideraciones relativas a la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco durante habla simultánea 86
I.7.1	Introducción..... 86
I.7.2	Parámetros del habla simultánea 87
I.7.3	Análisis de los parámetros técnicos que influyen sobre la calidad en condiciones de habla simultánea 87
I.7.4	Realización de las pruebas 3A y 3B de habla simultánea sin inhibición de la adaptación..... 88
I.7.5	Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco..... 89
I.8	Directrices sobre la utilización de parámetros para la prueba de compensadores de eco 98
I.9	Bibliografía..... 99
Apéndice II – Métodos de medida de las características de trayectos del eco..... 99	
II.1	Introducción..... 99
II.2	Procedimiento de medida 99
II.2.1	Configuración de la medida..... 100
II.2.2	Cálculo de la respuesta impulsiva del trayecto del eco 101
II.3	Análisis de las características del trayecto del eco 103
II.3.1	Tiempo de dispersión 104
II.3.2	Respuesta en amplitud del trayecto del eco..... 105
II.4	Ejemplos de medidas del trayecto del eco para redes reales 105
II.4.1	Características del trayecto del eco en medidas realizadas en Norteamérica 105
II.4.2	Características del trayecto del eco en medidas realizadas en Europa..... 106
II.5	Conclusiones..... 109
Apéndice III – Circuitos con múltiples prolongaciones..... 110	

Recomendación UIT-T G.168

Compensadores de eco de redes digitales

1 Campo de aplicación

Los compensadores de eco son dispositivos activados por la voz, instalados en la parte a cuatro hilos de un circuito (que puede ser un trayecto de circuito individual o un trayecto que cursa una señal multiplexada) y que tienen por función reducir el eco del circuito, para lo cual se sustrae de éste un eco de un valor estimado (véase la figura 1).

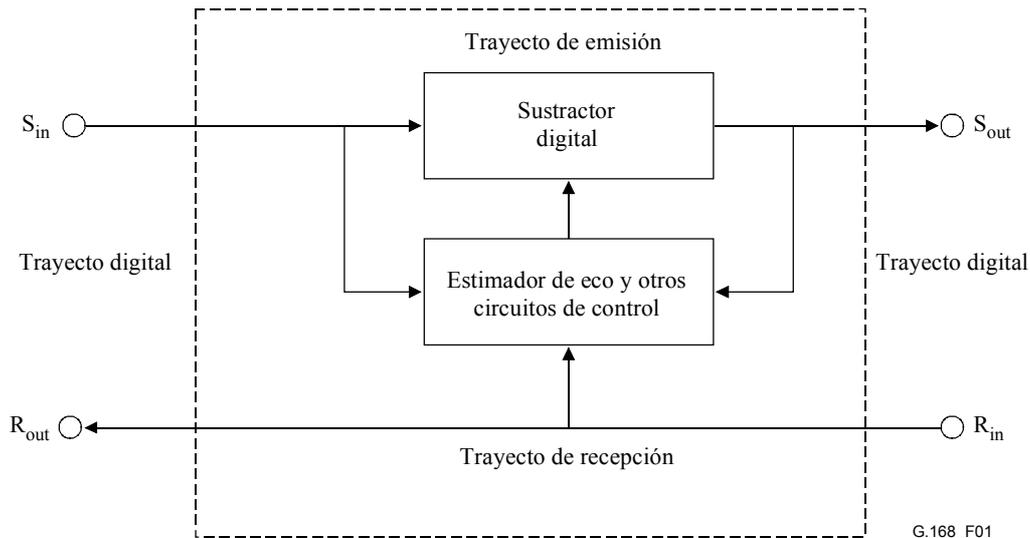


Figura 1/G.168 – Compensador de eco en trayecto de transmisión digital con sustractor digital

NOTA – Funcionalmente un compensador de eco digital (DEC, *digital echo canceller*) tiene su interfaz a 64 kbit/s. Sin embargo, 24 ó 30 compensadores de eco pueden combinarse en consonancia con los niveles de la jerarquía digital primaria de 1544 kbit/s ó 2048 kbit/s respectivamente.

Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco que utilizan técnicas digitales y se destinan a ser utilizados en circuitos en los que el retardo excede los límites especificados en las Recomendaciones UIT-T G.114 y G.131. Los compensadores de eco diseñados conforme a esta Recomendación serán compatibles entre sí, con los compensadores de eco diseñados de conformidad con la Rec. UIT-T G.165, así como con los supresores de eco diseñados de conformidad con la Rec. UIT-T G.164. La compatibilidad se define de la forma siguiente:

Dado:

- 1) que se ha diseñado un tipo específico de control de eco (sea el tipo I) de forma que se consigue una calidad de funcionamiento satisfactoria cuando una conexión está equipada con una pareja de dispositivos de este tipo, y
- 2) que, igualmente, se ha diseñado otro tipo específico de dispositivo de control de eco (sea el tipo II),

el tipo II es compatible con el tipo I si es posible sustituir un dispositivo de control de eco de un tipo por uno del otro tipo sin degradar la calidad de funcionamiento de la conexión hasta un nivel insatisfactorio. En este sentido, la compatibilidad no implica que puedan utilizarse los mismos aparatos o la misma metodología de pruebas para los tipos de dispositivos I y II de control de eco.

Existe libertad en aquellos aspectos de diseño no incluidos en los requisitos. Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco digitales y define las pruebas que aseguran que la calidad de funcionamiento de los mismos es la adecuada bajo una gama más amplia de condiciones de la red que las especificadas en la Rec. UIT-T G.165, tal como funcionamiento con voz, facsímil, señales de eco acústico residual y redes para móviles.

Esta Recomendación no es aplicable a la compensación del eco a través de híbridas activas de dos a cuatro hilos o de repetidores a dos hilos, ni tampoco es aplicable a la compensación del eco acústico que se trata en la Rec. UIT-T P.340.

En esta Recomendación se definen las pruebas objetivas que, una vez superadas, aseguren (pero no garanticen) un nivel mínimo de calidad de funcionamiento de los equipos una vez que estén instalados en la red. Un compensador de eco que supere estas pruebas no causará ningún perjuicio a los equipos, ni degradará las características de transmisión de las señales y servicios en banda vocal más allá de límites aceptables. Se trata de pruebas de laboratorio y no están diseñadas para ser realizadas sobre equipos en servicio. Igualmente, se trata de pruebas objetivas y no sustituyen ni eliminan la necesidad de pruebas subjetivas para medir la calidad percibida que ofrecen los compensadores de eco. Éstos son dispositivos complejos con múltiples parámetros, siendo difícil especificar cuál es la correlación de dichos parámetros y sus interacciones con la calidad subjetiva de un compensador de eco. En I.7.5 se incluyen algunas directrices sobre cómo se utilizaron los resultados de pruebas subjetivas para desarrollar pruebas objetivas. La Rec. UIT-T P.851 describe métodos y procedimientos para realizar pruebas de evaluación subjetivas de la calidad de funcionamiento de compensadores de eco de red. Por lo tanto, esta Recomendación no determina ni implica un criterio de selección, aunque se proporcionan directrices, siendo las Administraciones libres para establecer criterios pertinentes en sus procesos de selección. Dicho conjunto de criterios puede incluir algunos o todos los umbrales y/o pruebas de esta Recomendación.

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.

- Recomendación UIT-T G.114 (2000), *Tiempo de transmisión en un sentido*.
- 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*.
- Recomendación UIT-T G.131 (1996), *Control del eco para el hablante*.
- Recomendación UIT-T G.161 (2002), *Aspectos de la interacción de equipos de red de procesamiento de señal*.
- Recomendación UIT-T G.164 (1988), *Supresores de eco*.

- Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco.*
- Recomendación UIT-T G.223 (1988), *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía.*
- Recomendación UIT-T G.229 (1988), *Modulación no deseada y fluctuación de fase.*
- Recomendación UIT-T G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*
- Recomendación UIT-T G.712 (2001), *Características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados.*
- Recomendación UIT-T G.726 (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- Recomendación UIT-T H.51 (1988), *Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos.*
- Recomendación UIT-T M.1050 (1998), *Ajuste de un circuito internacional arrendado punto a punto con presentación analógica al usuario.*
- Recomendación UIT-T P.50 (1999), *Voces artificiales.*
- Recomendación UIT-T P.56 (1993), *Medición objetiva del nivel vocal activo.*
- Recomendación UIT-T P.310 (2000), *Características de transmisión de los teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz).*
- Recomendación UIT-T P.340 (2000), *Características de transmisión y parámetros de calidad vocal de los terminales manos libres.*
- Recomendación UIT-T P.341 (1998), *Características de transmisión de los teléfonos digitales manos libres de banda ancha (150-7000 Hz).*
- 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.*
- Recomendación UIT-T P.501 (2000), *Señales de prueba para utilización en telefonometría.*
- Recomendación UIT-T P.800 (1996), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*
- Recomendación UIT-T P.831 (1998), *Evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento de los canceladores de eco de la red.*
- Recomendación UIT-T Q.141 (1993), *Especificaciones del sistema de señalización N.º 5 – Código de señales de línea.*
- Recomendación UIT-T Q.143 (1988), *Especificaciones del sistema de señalización N.º 5 – Transmisor de señales de línea.*
- Recomendación UIT-T Q.144 (1993), *Especificaciones del sistema de señalización N.º 5 – Receptor de señales de línea.*
- Recomendación UIT-T Q.271 (1988), *Especificaciones del sistema de señalización N.º 6 – Pruebas de continuidad del trayecto de conversación: Consideraciones generales.*
- Recomendación UIT-T Q.552 (2001), *Características de transmisión en las interfaces analógicas a dos hilos de una central digital.*

- Recomendación UIT-T Q.724 (1988), *Especificaciones del sistema de señalización N.º 7 – Procedimientos de señalización de la parte usuario de telefonía.*
- Recomendación UIT-T T.24 (1998), *Conjunto normalizado de imágenes digitalizadas.*
- Recomendación UIT-T T.30 (1999), *Procedimientos de transmisión de documentos por facsímil por la red telefónica general conmutada.*
- Recomendación UIT-T V.2 (1988), *Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos.*
- Recomendación UIT-T V.8 (2000), *Procedimientos para comenzar sesiones de transmisión de datos por la red telefónica pública conmutada.*
- Recomendación UIT-T V.18 (2000), *Requisitos operacionales y de interfuncionamiento de los equipos de terminación del circuito de datos que funcionan en el modo teléfono con texto.*
- Recomendación UIT-T V.21 (1988), *Módem dúplex a 300 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- Recomendación UIT-T V.23 (1988), *Módem a 600/1200 baudios normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- Recomendación UIT-T V.25 (1996), *Equipo de respuesta automática y procedimientos generales para el equipo de llamada automática en la red telefónica general conmutada, con procedimientos para la neutralización de los dispositivos de control de eco en las comunicaciones establecidas tanto manual como automáticamente.*
- Recomendación UIT-T V.26 ter (1988), *Módem dúplex a 2400 bit/s que utiliza la técnica de compensación de eco normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de equipo telefónico punto a punto a dos hilos.*
- Recomendación UIT-T V.27 ter (1988), *Módem a 4800/2400 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- Recomendación UIT-T V.29 (1988), *Módem a 9600 bit/s normalizado para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a cuatro hilos.*
- 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.*
- 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.*
- Publicación 60651 de la CEI (2001), *Sound level meters.*

3 Términos y definiciones

En la definición y en el texto, L se refiere al nivel relativo de potencia de una señal, expresado en dBm₀ (tal como se define en la Rec. UIT-T G.711) y A se refiere a la atenuación o pérdida de un trayecto de señal, expresado en dB. Estas definiciones presuponen que en el trayecto del eco no existen no linealidades y que la señal en S_{in} es solamente eco. No obstante, en la red pueden existir no linealidades.

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 eco acústico

E: acoustic echo

F: écho acoustique

El eco acústico consiste en señales reflejadas debido a las condiciones acústicas del entorno, por ejemplo, teléfonos de manos libres que están conectados a una híbrida a través de un circuito a dos hilos. El trayecto acústico desde el auricular al micrófono introduce un trayecto de eco.

3.2 extremo compensado

E: cancelled end

F: côté annulé

Es el lado del compensador de eco que contiene el trayecto de eco sobre el que aquél debe funcionar. Incluye todos los medios y equipos de transmisión (incluida la híbrida y el terminal telefónico) del trayecto del eco. En versiones anteriores de la Rec. UIT-T G.168 este concepto se denominaba extremo cercano.

3.3 atenuación combinada (A_{COM})

E: combined loss (A_{COM})

F: affaiblissement combiné (A_{COM})

La suma de la atenuación del eco, la atenuación reforzada del eco y la atenuación por procesamiento no lineal (si es que está presente). Esta atenuación establece la siguiente relación entre L_{Rin} y L_{RET} :

$$L_{RET} = L_{Rin} - A_{COM}, \text{ donde}$$
$$A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$$

3.4 ruido de confort; ruido nivelador

E: comfort noise

F: bruit de confort

Ruido pseudoaleatorio que se inserta durante el intervalo de silencio en el que funciona el procesador no lineal (NLP, *non-linear processor*), o parte del canal de ruido en reposo o de fondo que se permite que pase a través del NLP a fin de evitar la molesta situación que se produce cuando intervalos de conversación con ruido de fondo son seguidos por intervalos de silencio.

3.5 eco compuesto

E: composite echo

F: écho composite

Es el formado por los ecos eléctricos y los ecos acústicos causados por las señales reflejadas en las híbridas y por el entorno acústico, por ejemplo, en los teléfonos analógicos de manos libres.

3.6 convergencia

E: convergence

F: convergence

Proceso de elaboración de un modelo del trayecto de eco que se utilizará en el estimador de eco para obtener la estimación del eco de circuito.

3.7 tiempo de convergencia

E: convergence time

F: temps de convergence

Para un determinado trayecto de eco, es el intervalo que transcurre entre el instante en que una señal de prueba definida se aplica al puerto de entrada recepción de un compensador de eco con la respuesta impulsiva estimada del trayecto de eco inicialmente puesta a cero, y el instante en que el nivel de eco devuelto en el puerto de salida emisión alcanza un nivel determinado.

3.8 habla simultánea

E: double-talk

F: conversation simultanée

Aplicación simultánea de señales en R_{in} y S_{gen} .

3.9 compensador de eco; cancelador de eco

E: echo canceller

F: annuleur d'écho

Dispositivo activado por la voz, instalado en la parte a cuatro hilos de un circuito y que tiene por función reducir el eco del extremo compensado presente en el trayecto emisión, para lo cual se sustrae un valor estimado de ese eco, del eco del extremo compensado (véase la figura 2).

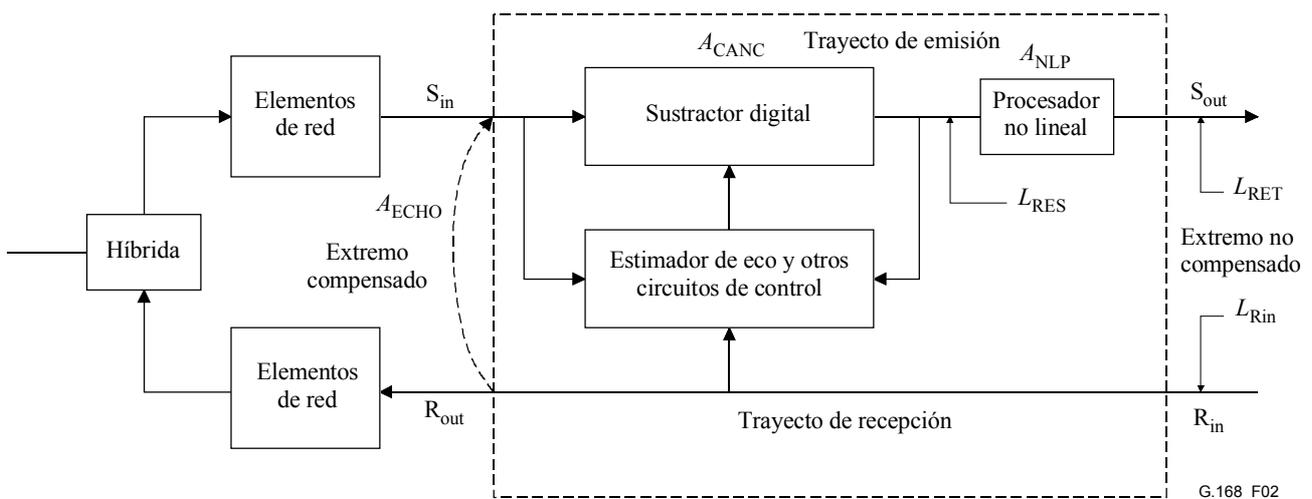


Figura 2/G.168 – Ubicación de niveles y atenuaciones de un compensador de eco

3.10 trayecto del eco

E: echo path

F: trajet d'écho

Trayecto de transmisión entre los puertos R_{out} y S_{in} de un compensador de eco. Tiene por objetivo describir el trayecto de la señal de eco.

3.11 capacidad del trayecto del eco (Δ)

E: echo path capacity (Δ)

F: capacité en trajet d'écho (Δ)

Máximo retardo del trayecto del eco para el que está diseñado que funcione un compensador de eco.

3.12 retardo del trayecto del eco (t_d)

E: echo path delay (t_d)

F: retard de trajet d'écho (t_d)

Retardo desde el puerto R_{out} al puerto S_{in} debido a los retardos inherentes del trayecto de eco de los medios de transmisión, *incluido* el tiempo de dispersión debido a los elementos de red. En caso de trayectos de eco múltiples, se incluyen los retardos y dispersiones de cada uno de los trayectos de eco. El tiempo de dispersión, que varía con las distintas redes, es necesario para tener en cuenta las limitaciones de anchura de banda y los efectos del tránsito por las híbridas (véase la figura 3).

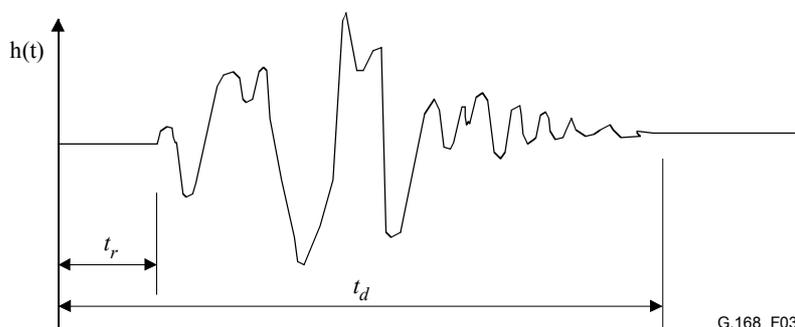


Figura 3/G.168 – Ejemplo de respuesta impulsiva de un trayecto del eco

3.13 atenuación del eco (ERL) (A_{ECHO})

E: echo return loss (ERL) (A_{ECHO})

F: affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) (A_{ECHO})

Atenuación de una señal desde el puerto de salida recepción (R_{out}) al puerto de entrada emisión (S_{in}) de un compensador de eco debida a la transmisión y a las pérdidas de la híbrida, es decir, la atenuación en el trayecto del eco (del extremo compensado).

NOTA – Esta definición no se ajusta estrictamente a la que figura en 2.2/G.122, la cual se aplica a la atenuación en el trayecto *a-t-b* visto desde el punto de conmutación virtual del circuito internacional. El compensador de eco puede estar ubicado más próximo al punto de reflexión del eco.

3.14 atenuación reforzada del eco (ERLE) (A_{CANC})

E: echo return loss enhancement (ERLE) (A_{CANC})

F: renforcement de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE) (A_{CANC})

Atenuación de la señal de eco cuando ésta pasa por el trayecto de emisión de un compensador de eco. Esta definición excluye cualquier procesamiento no lineal a la salida del compensador destinado a proporcionar mayor atenuación.

3.15 eco eléctrico

E: electric echo

F: écho électrique

El eco eléctrico consiste en señales reflejadas causadas por la desadaptación de impedancias en el extremo compensado, por ejemplo, en la unidad de conversión de dos a cuatro hilos (híbrida).

3.16 registro H

E: H register

F: registre H

Es el registro del compensador de eco que almacena el modelo de la respuesta impulsiva del trayecto del eco.

3.17 tiempo de fuga

E: leak time

F: temps de fuite

Intervalo entre el instante en que deja de aplicarse una señal de prueba al puerto de entrada recepción de un compensador de eco que ha alcanzado la plena convergencia y el instante en que el modelo del trayecto del eco en el compensador de eco cambia de tal forma que, cuando se aplica de nuevo una señal de prueba al puerto de entrada recepción (R_{in}) con los circuitos de convergencia desactivados, el eco devuelto alcanza un nivel determinado.

Esta definición se refiere a compensadores de eco que emplean, por ejemplo, integradores con fugas en los circuitos de convergencia.

3.18 extremo no compensado

E: non-cancelled end

F: côté non annulé

Es el lado del compensador de eco que no contiene el trayecto de eco sobre el que aquél debe funcionar. En versiones anteriores de la Rec. UIT-T G.168, este concepto se definía como extremo lejano.

3.19 procesador no lineal (NLP)

E: nonlinear processor (NLP)

F: processeur non linéaire (NLP)

Dispositivo con un umbral de supresión definido y en el que:

- a) se suprimen las señales detectadas con un nivel inferior al umbral; y
- b) se dejan pasar las señales detectadas con un nivel superior al umbral, aunque éstas pudieran ser distorsionadas (por ejemplo, véase el anexo B).

NOTA 1 – El funcionamiento concreto de un procesador no lineal depende del algoritmo de detección y de control utilizado.

NOTA 2 – Ejemplo de procesador no lineal es un recortador del centro de señales analógicas, en el cual las señales de niveles inferiores a un umbral definido son forzadas a un cierto valor mínimo.

3.20 atenuación por procesamiento no lineal (A_{NLP})

E: non-linear processing loss (A_{NLP})

F: affaiblissement de traitement non linéaire (A_{NLP})

Atenuación adicional del nivel del eco residual mediante un procesador no lineal situado en el trayecto emisión de un compensador de eco.

NOTA – Estrictamente hablando, la atenuación causada por un proceso no lineal no puede expresarse en decibelios. No obstante, para facilitar la explicación y discusión del funcionamiento del compensador de eco, una utilización cuidadosa de A_{NLP} resulta útil.

3.21 retardo puro (t_r)

E: pure delay (t_r)

F: retard pur (t_r)

Retardo desde el puerto R_{out} al puerto S_{in} debido a los retardos intrínsecos de las facilidades de transmisión del trayecto de eco del extremo cercano, sin incluir el tiempo de dispersión debido a los elementos de red. En este caso se supone que el tiempo de tránsito a través de la híbrida es nulo (véase la figura 3).

3.22 nivel de eco residual (L_{RES})

E: residual echo level (L_{RES})

F: niveau d'écho résiduel (L_{RES})

Nivel de la señal de eco que subsiste en el puerto de salida emisión de un compensador de eco en funcionamiento después de una compensación imperfecta del eco de circuito. Estará relacionado con la señal de entrada del lado recepción L_{Rin} de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$L_{RES} = L_{Rin} - A_{ECHO} - A_{CANC}$$

No se incluyen eventuales tratamientos no lineales.

3.23 nivel del eco devuelto (L_{RET})

E: returned echo level (L_{RET})

F: niveau de retour d'écho (L_{RET})

Nivel de la señal en el puerto de salida emisión de un compensador de eco en funcionamiento que volverá a la persona que habla. Se incluye la atenuación causada por un procesador no lineal, si está normalmente presente. L_{RET} está relacionado con L_{Rin} por la fórmula:

$$L_{RET} = L_{Rin} - (A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP})$$

En ausencia de un tratamiento no lineal, obsérvese que $L_{RES} = L_{RET}$.

3.24 trayecto de eco abierto

E: open echo path

F: trajet d'écho ouvert

Trayecto de eco con pérdida de retorno infinita.

NOTA – En las pruebas en las que se utiliza un trayecto de eco abierto, es importante interrumpir el trayecto en un lugar específico. Dicho lugar se determina para cada prueba.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ATME	Equipo de medida y prueba automático (<i>automatic test and measurement equipment</i>)
CED	Identificación de la estación llamada (<i>called station identification</i>)
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CNG	Tono de llamada (<i>calling tone</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CSI	Identificación del abonado llamado (<i>called subscriber identification</i>)
CSS	Señal de fuente compuesta (<i>composite source signal</i>)
DCME	Equipo digital de multiplicación de circuitos (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
DCS	Señal de instrucción digital (<i>digital command signal</i>)
DEC	Compensador de eco digital (<i>digital echo canceller</i>)
DIS	Señal de identificación digital (<i>digital identification signal</i>)
DTDT	Umbral de detección de habla simultánea (<i>double talk detection threshold</i>)
FAX	Facsímil
FFT	Transformada rápida de Fourier (<i>fast Fourier transform</i>)
FIR	Respuesta de impulsos finitos (<i>finite impulse response</i>)
HDLC	Control de alto nivel para enlace de datos (<i>high-level data link control</i>)
MIC	Modulación por impulsos codificados
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
NSF	Facilidades no normalizadas (<i>non-standard facilities</i>)
NSS	Establecimiento no normalizado (<i>non-standard set-up</i>)
PCME	Equipo de multiplicación de circuitos por paquetes (<i>packet circuit multiplication equipment</i>)
RMS	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
TBD	Por determinar (<i>to be determined</i>)
TSI	Identificación del abonado que transmite (<i>transmitting subscriber identification</i>)

5 Señales de prueba

Las pruebas incluidas en esta Recomendación utilizan señales tales como ruido, tonos, señales de facsímil grupo 3 y un subconjunto de las señales de fuente compuestas (CSS, *composite source signal*), que consisten en CSS de banda limitada con espectro de densidad de potencia semejante al de conversación (señal de pseudoruido generada utilizando una FFT de 8192 puntos) y CSS de banda limitada para habla simultánea (véanse el anexo C y la Rec. UIT-T P.501). La CSS emula las características de la conversación y su utilización como señal de prueba mejora la capacidad para medir la calidad del compensador de eco para señales de conversación.

Además, los compensadores de eco deben mostrar un comportamiento adecuado para numerosas señales distintas a las de conversación, como por ejemplo, datos en banda vocal, así como en

escenarios de red reales. También se incluyen pruebas para medir la calidad de las señales de facsímil grupo 3, el eco acústico residual (opcional) y las no linealidades en el trayecto de eco, tales como las que pueden surgir en el mismo cuando se utiliza codificación binaria a baja velocidad (opcional).

6 Características de los compensadores de eco

6.1 Consideraciones generales

Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco. Se supone que los compensadores de eco son "semi" compensadores de eco, es decir, que la compensación sólo se produce en el trayecto de emisión como consecuencia de señales presentes en el trayecto de recepción. Un compensador de eco completo consta de dos medios compensadores de eco, cada uno de los cuales se orienta en un sentido de transmisión.

6.2 Objetivo, funcionamiento y entorno

Los compensadores de eco deben satisfacer los siguientes requisitos fundamentales:

- 1) tener una convergencia rápida;
- 2) tener un bajo nivel de eco devuelto en situación de monólogo;
- 3) tener una divergencia pequeña en situación de habla simultánea y de conversación en el extremo compensado;
- 4) asegurar la detección del habla simultánea y detección de conversación en el extremo compensado;
- 5) tener un funcionamiento adecuado durante la transmisión de facsímil y datos en banda vocal a baja velocidad ($< 9,6$ kbit/s).

Los compensadores de eco también pueden permanecer activos con varias señales no vocales, y en particular con las señales facsímil grupo 3 y con los datos en banda vocal a baja velocidad ($< 9,6$ kbit/s). Las pruebas 10 y 14 se ocupan de este asunto.

Es cada vez más común el funcionamiento de compensadores de eco en cascada, especialmente en aplicaciones celulares. Las pruebas para determinar si su funcionamiento es adecuado no están definidas. Con tal fin se está estudiando la prueba 11.

Cuando los compensadores de eco están situados en el lado abonado del equipo de señalización internacional, los tonos de señalización no pasan a través de los compensadores, por lo que no es necesaria ninguna acción especial. Cuando los compensadores están en el lado internacional del equipo de señalización, son normalmente neutralizados por el conmutador durante los intervalos activos de intercambio de señalización a fin de evitar la distorsión de los tonos de señalización por el compensador de eco. Cuando aparecen simultáneamente tonos de señalización en los puertos de recepción y emisión del compensador (habla simultánea), la señal de recepción será procesada a través del modelo de trayecto de eco contenido en el compensador. La estimación de la señal producida por el compensador puede distorsionar suficientemente la señal del lado emisión, por lo que ésta no será correctamente reconocida por la unidad de recepción de señalización (véase la nota 1).

Los compensadores de eco deben ser neutralizados durante la transmisión del tono de prueba de continuidad de los sistemas de señalización UIT-T N.º 6 y N.º 7 (nota 2). Si un compensador de eco conforme a la presente Recomendación está situado en el lado internacional de un circuito con señalización UIT-T N.º 6 o N.º 7 y no es neutralizado externamente por la central, no perturbará el retorno del tono de prueba de continuidad si pasa la prueba optativa N.º 8. De modo similar, si un

compensador de eco conforme a la presente Recomendación está situado en el lado internacional de unidades de señalización UIT-T N.º 5 y no es neutralizado por la central, no perturbará el intercambio de señalización de línea con secuencia continuamente obligada si pasa la prueba optativa N.º 8.

NOTA 1 – En algunos compensadores de eco, este problema no aparece cuando las frecuencias de emisión y recepción son diferentes.

NOTA 2 – La Rec. UIT-T Q.271 sobre el sistema de señalización N.º 6 y la Rec. UIT-T Q.724 sobre el sistema de señalización N.º 7 incluyen ambas la siguiente declaración: "Como la presencia de un supresor de eco activo en el circuito entorpecería las pruebas de continuidad, es necesario neutralizarlo durante las pruebas y reactivarlo, en caso necesario, una vez terminadas". Esta consideración también se aplica a los compensadores de eco.

6.3 Activación y neutralización externas

Algunos compensadores de eco pueden ser neutralizados directamente por una señal digital (véase, por ejemplo, la Rec. UIT-T Q.55). Dichos compensadores deben respetar la integridad de la secuencia de bits a 64 kbit/s (es decir, si la conversión de ley A/ley μ o de ley μ /ley A está integrada, también es neutralizada) en el estado de desactivación externa.

6.4 Pruebas y requisitos para la calidad de funcionamiento con señales de entrada aplicadas a los trayectos de emisión y de recepción

6.4.1 Calidad de la transmisión

Las características de calidad de funcionamiento son de aplicación, salvo en lo que se indique lo contrario, cuando se aplican señales estacionarias de forma separada a los trayectos de emisión y de recepción.

Un compensador de eco de red digital insertado entre códecs en un trayecto de transmisión digital que satisfaga las características de calidad de funcionamiento de la Rec. UIT-T G.712 no deberá modificar la calidad de funcionamiento de forma tal que se incumplan los requisitos de dicha Recomendación.

También son de aplicación los requisitos de calidad de funcionamiento de transmisión identificados en las cláusulas siguientes.

6.4.1.1 Retardo de grupo

El retardo de grupo en banda vocal en el trayecto de emisión debe mantenerse lo más reducido posible y no exceder de 1 ms. En el trayecto recepción no debe producirse ningún retardo apreciable.

NOTA – La ocurrencia de deslizamientos de trama en el trayecto de eco puede producir ocasionalmente una degradación de la compensación de eco. Si es necesario un retardo para sincronizar los trayectos de emisión y recepción digitales, el retardo admisible global no debe exceder de 1 ms en el trayecto emisión, incluido el retardo de grupo antes citado, y de 250 μ s en el trayecto recepción.

6.4.1.2 Medida de los niveles de entrada y de salida

El método definido con fines de prueba para medir los niveles de entrada de las señales fuente compuestas es un método basado en el valor cuadrático medio (RMS, *root mean square*). Salvo que en una prueba se especifique lo contrario, se debe utilizar el método RMS para la medición de los niveles de salida en S_{out} . Es posible utilizar otros métodos que darían lugar a resultados equivalentes (véase anexo C). Para el método RMS, la señal fuente compuesta CSS se mide utilizando la fórmula siguiente:

$$S(k) = 3.14 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{n} \sum_{i=k}^{k-n+1} e_i^2}}{4096} \right] \quad (\text{ley A de codificación})$$

$$S(k) = 3.17 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{n} \sum_{i=k}^{k-n+1} e_i^2}}{8159} \right] \quad (\text{ley } \mu \text{ de codificación})$$

donde:

$S(k)$ = Nivel de la señal en dBm0

e_i = Equivalente lineal de la señal codificada MIC en el instante i

k = Índice temporal discreto

n = Número de muestras a las cuales se aplica la medida RMS, siendo $n = \alpha\tau$ con $\alpha \geq 1$ (entero) y τ = periodo de CSS (5600 para la parte de monólogo y 6400 para la parte de habla simultánea de la CSS)

En algunas pruebas de esta Recomendación, por ejemplo, en la prueba N.º 2, sólo se utiliza el valor RMS medido sobre la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo la pausa en la CSS). El subíndice 'act' en el nivel de señal se utiliza para hacer referencia al nivel de medida en este caso. Por ejemplo, si L_{Rin} es el nivel RMS de R_{in} incluyendo la pausa, entonces $L_{Rin,act}$ es el nivel RMS de R_{in} excluyendo la pausa. El nivel RMS de la CSS excluyendo la pausa es mayor que el que incluye la pausa. La diferencia es de 1,49 dB para CSS de monólogo y de 1,66 dB para CSS de habla simultánea. En otras palabras, dado un nivel de CSS L_x expresada en dBm0, $L_{x,act}$ puede obtenerse a partir de:

$$L_{x,act} = L_x + 1,49 \text{ dB, para CSS de monólogo}$$

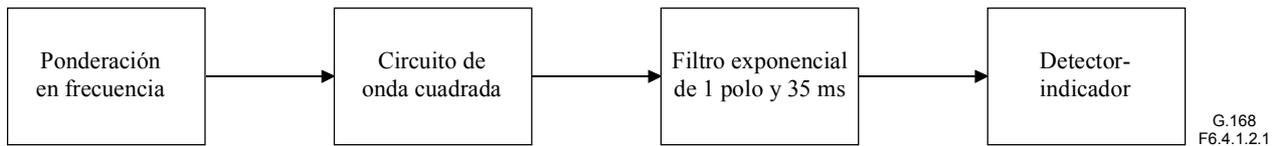
$$L_{x,act} = L_x + 1,66 \text{ dB, para CSS de habla simultánea}$$

En el anexo B se incluye información detallada sobre la CSS de monólogo y la CSS de habla simultánea.

6.4.1.2.1 Dispositivo de medida de nivel

Para algunas de las pruebas de esta Recomendación, como por ejemplo, para la prueba N.º 2, es necesario medir el nivel a corto plazo de la señal, lo cual se consigue utilizando el dispositivo de medida de nivel que se describe a continuación.

El dispositivo de medida incluye una red de ponderación en frecuencia, un circuito de conformación de onda cuadrada, un filtro exponencial y un detector-indicador. Este dispositivo puede utilizar métodos analógicos o digitales. En el cuadro 1 se describe la respuesta impulsiva de la red con ponderación en frecuencia. El cuadro se lee por columnas. El dispositivo de medida tiene unas características que se corresponden con el diagrama de bloques siguiente.



Esta red con ponderación en frecuencia se utiliza para conseguir una mayor atenuación a las frecuencias fuera de la banda de interés de la que puede lograrse mediante los filtros identificados en la norma CEI 60651. El filtro es necesario por los efectos de corriente continua debidos a la polarización que introduce la ley A de codificación. Se trata de un filtro paso banda de respuesta de impulsos finitos de 101 elementos, que se muestra en la figura 4 y cuya respuesta en frecuencia se muestra en la figura 5. Los coeficientes del filtro son los siguientes:

Cuadro 1/G.168 – Coeficientes del filtro de paso de banda del dispositivo de medida de nivel

f_0, f_{100}	0,0000	f_{17}, f_{83}	-0,0019	f_{34}, f_{66}	0,0092
f_1, f_{99}	0,0006	f_{18}, f_{82}	-0,0033	f_{35}, f_{65}	0,0000
f_2, f_{98}	0,0005	f_{19}, f_{81}	-0,0047	f_{36}, f_{64}	0,0164
f_3, f_{97}	0,0004	f_{20}, f_{80}	-0,0000	f_{37}, f_{63}	-0,0210
f_4, f_{96}	0,0011	f_{21}, f_{79}	-0,0068	f_{38}, f_{62}	0,0161
f_5, f_{95}	-0,0000	f_{22}, f_{78}	0,0036	F_{39}, F_{61}	-0,0375
f_6, f_{94}	0,0015	f_{23}, f_{77}	-0,0057	f_{40}, f_{60}	0,0000
f_7, f_{93}	-0,0003	f_{24}, f_{76}	0,0054	f_{41}, f_{59}	-0,0406
f_8, f_{92}	0,0012	f_{25}, f_{75}	0,0000	f_{42}, f_{58}	-0,0357
f_9, f_{91}	-0,0002	f_{26}, f_{74}	0,0044	f_{43}, f_{57}	-0,0267
f_{10}, f_{90}	0,0000	f_{27}, f_{73}	0,0095	f_{44}, f_{56}	-0,0871
f_{11}, f_{89}	0,0002	f_{28}, f_{72}	0,0017	f_{45}, f_{55}	-0,0000
f_{12}, f_{88}	-0,0020	f_{29}, f_{71}	0,0188	f_{46}, f_{54}	-0,1420
f_{13}, f_{87}	0,0005	f_{30}, f_{70}	0,0000	f_{47}, f_{53}	0,0289
f_{14}, f_{86}	-0,0040	f_{31}, f_{69}	0,0225	f_{48}, f_{52}	-0,1843
f_{15}, f_{85}	0,0000	f_{32}, f_{68}	0,0024	f_{49}, f_{51}	0,0475
f_{16}, f_{84}	-0,0047	f_{33}, f_{67}	0,0163	f_{50}	0,8006

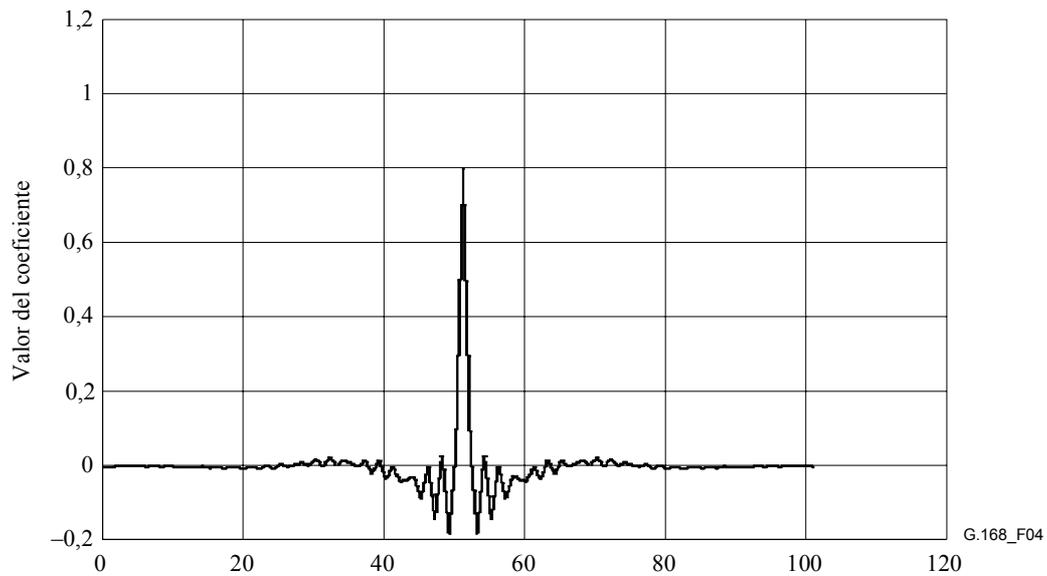


Figura 4/G.168 – Respuesta impulsiva de una red con ponderación en frecuencia

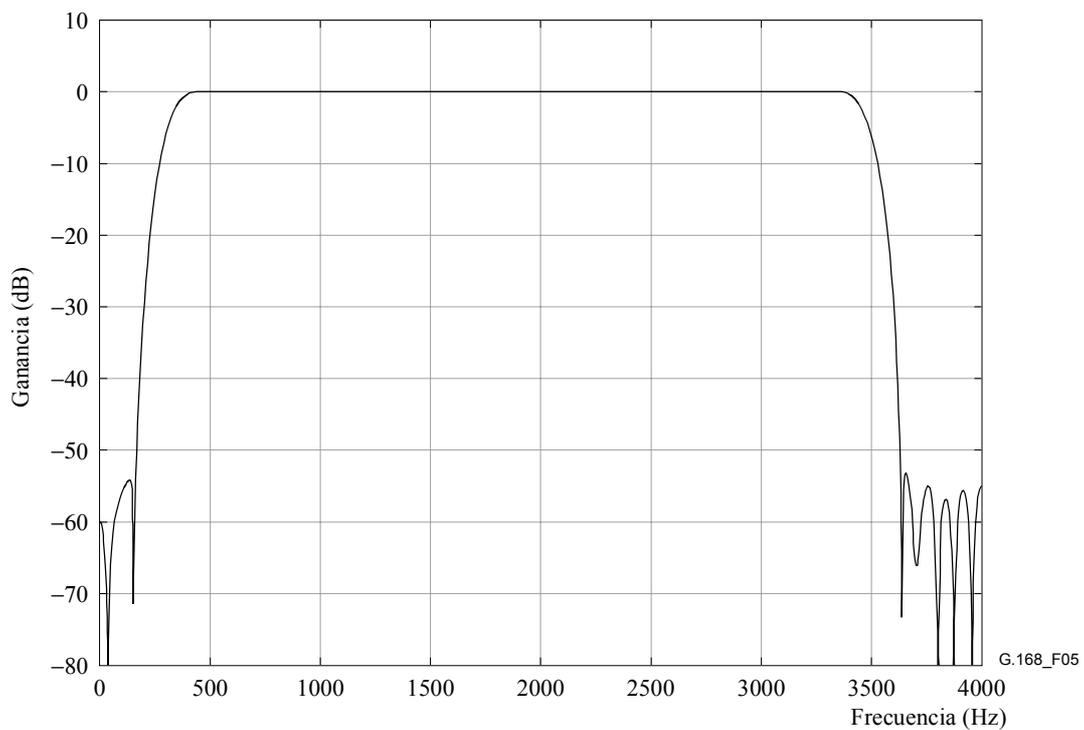


Figura 5/G.168 – Respuesta en amplitud de una red con ponderación en frecuencia

La respuesta en amplitud de la figura 5 se ha generado utilizando la ecuación siguiente:

$$|H(\omega)| = 10 \log_{10} \left(\left| \sum_{n=0}^{100} h_n e^{-j\omega n} \right|^2 \right) [dB] , \quad 0 < \omega < \pi$$

y la frecuencia del eje x se determina mediante:

$$f = \frac{\omega}{\pi} 4000 \text{ Hz.}$$

6.4.1.2.2 Dispositivos de medida de nivel para valores de cresta

En el caso de pruebas para las que existan requisitos para los valores de cresta en S_{out} , el método de medida utilizado consiste en una ventana rectangular de desplazamiento de 35 ms en lugar del filtro exponencial de un polo de 35 ms de 6.4.1.2.1.

6.4.2 Calidad de funcionamiento de los compensadores de eco

Las características de calidad de funcionamiento que se indican a continuación son las de los compensadores de eco que incluyen procesadores no lineales.

A los efectos de las pruebas, es necesario poder neutralizar el procesador no lineal, poder reinicializar (poner a cero) el dispositivo de memoria para la respuesta impulsiva del trayecto de eco (registro H) y que se pueda desactivar o inhibir la adaptación.

Los requisitos se han descrito sobre la base de pruebas efectuadas aplicando señales a R_{in} y S_{in} de un compensador de eco y midiendo la señal en S_{out} . La configuración de prueba se muestra en las figuras 6 y 7. Se supone que los puertos son puntos de igual nivel relativo. Para todos los valores de R_{in} y para todas las pruebas de esta Recomendación, el nivel en R_{out} debe ser igual al nivel en R_{in} . Cualquier procesado opcional que esté incluido en el compensador de eco y que pueda afectar a la transparencia entre los niveles en R_{in} y R_{out} debe mantenerse desactivado durante todas las pruebas que figuran en esta Recomendación. Las señales fuente compuestas, que constan de señal de prueba en la entrada recepción y señal de prueba en la entrada transmisión (véanse el anexo C y Rec. UIT-T P.501) se utilizan como señales de prueba salvo que se indique lo contrario. En el caso de implementaciones con varios canales, la independencia entre éstos es un requisito y cada uno de los canales, probados de forma simultánea, debe cumplir los requisitos de esta Recomendación. Cuando se realizan las pruebas que se describen en esta Recomendación y para conseguir una mejor repetibilidad, todos los canales que no están siendo probados deben mantener aplicada a sus entradas el código de reposo (por ejemplo, 01111111 para sistemas a 1544 kbit/s o 01010100 para sistemas a 2048 kbit/s, tal como se describe en la Rec. UIT-T Q.522). Algunos operadores pueden considerar oportuno aplicar una carga de tráfico simulado a los canales no probados. Este tipo de carga de canal queda en estudio.

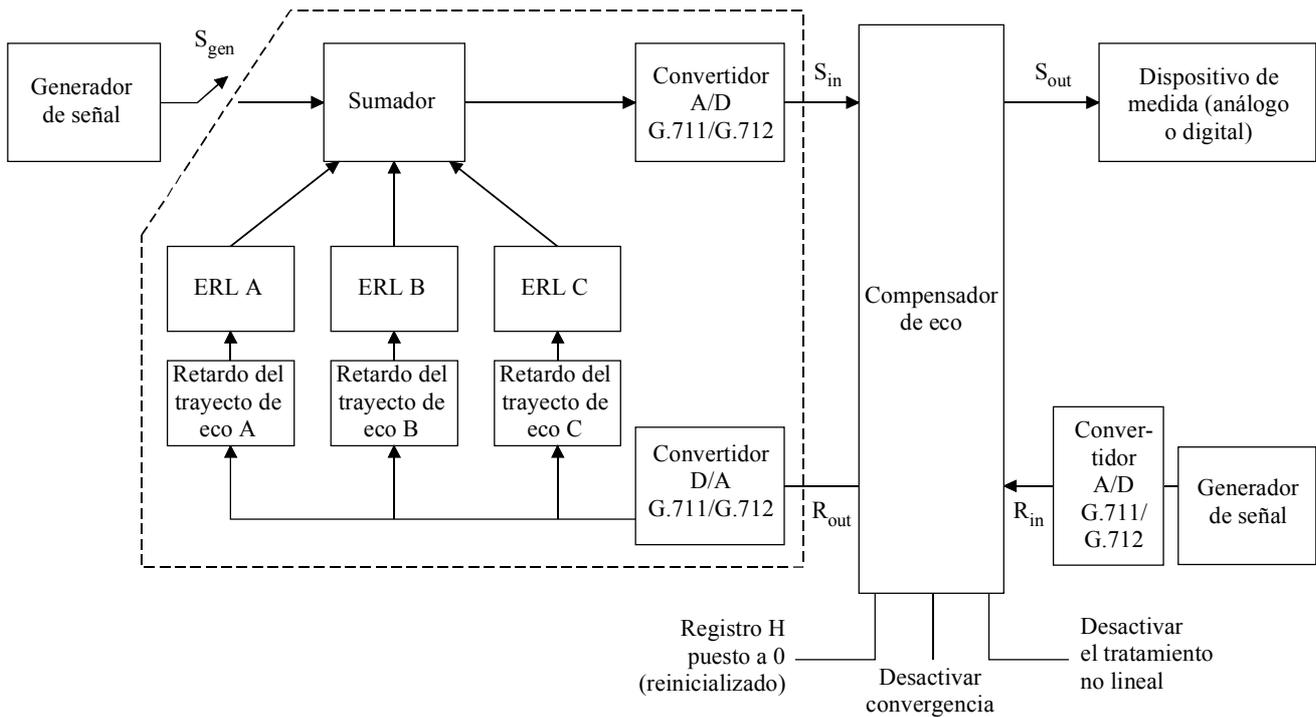
La atenuación del eco (ERL) utilizada en estas pruebas tiene un valor mínimo de 6 dB. Nótese que 6 dB es típicamente un valor correspondiente al caso peor entre los encontrados en la mayoría de las redes, teniendo la mayoría de ellas valores mejores.

Debe también señalarse que a los efectos de la prueba y de repetibilidad de los resultados, las configuraciones de prueba descritas en esta Recomendación son artificiales y no representan plenamente las condiciones que normalmente se encuentran en las redes reales.

Los requisitos que se recogen en 6.4.2 basados en el uso de señales fuente compuestas, ruido, tonos, señales facsímil y señales de datos en banda vocal.

Para las pruebas de esta Recomendación deben utilizarse modelos con dos trayectos de eco (tal como se recoge en las figuras 6 y 7).

El ruido de confort debe desactivarse salvo que se indique lo contrario.

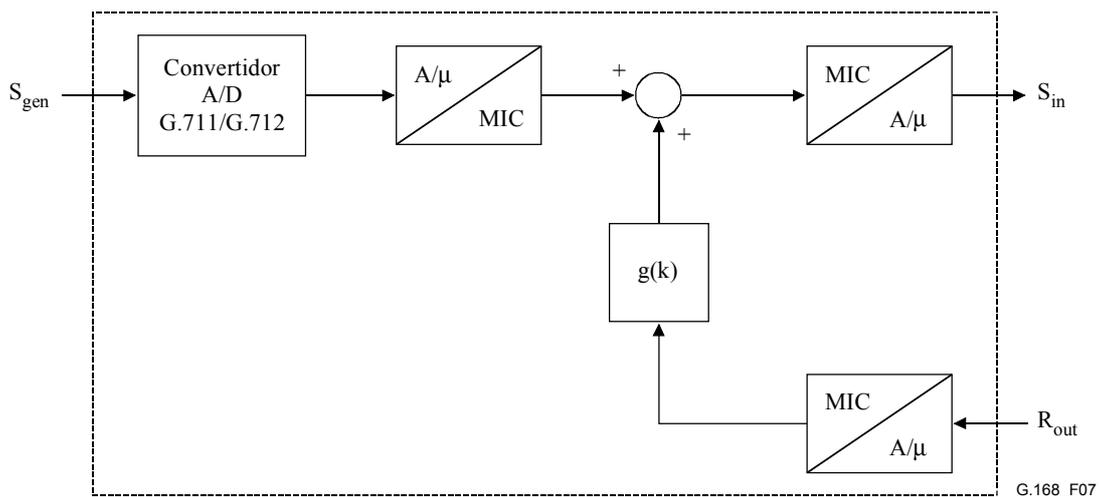


G.168_F06

NOTA – La suma de los valores absolutos de las ganancias G_A , G_B , G_C que corresponden a las ERL A, B, C, respectivamente, expresadas en dB, debe ser igual o menor que -6 dB (es decir, $20\log(|G_A| + |G_B| + |G_C|) \leq -6$ dB), y el retardo del trayecto de eco A $\leq \Delta$ ms, el retardo del trayecto de eco B $\leq \Delta$ ms, y el retardo del trayecto de eco C $\leq \Delta$ ms.

Figura 6/G.168 – Diagrama funcional de las medidas de calidad de un compensador de eco

Puede conseguirse un modelo del trayecto del eco que permita modelar de forma más realista los trayectos extremos sustituyendo lo encerrado en una caja punteada de la figura 6 por lo incluido en la figura 7. Las características del trayecto extremo, incluidos los convertidores de ley A a ley μ pueden modelarse como una respuesta impulsiva $g(k)$.



G.168_F07

Figura 7/G.168 – Modelo del trayecto de eco utilizando $g(k)$

El compensador de eco tiene por finalidad principal controlar el eco de una señal vocal o de conversación. Ello se consigue sintetizando una reproducción de la respuesta impulsiva del trayecto de eco, que se utiliza para generar una estimación del eco que se sustrae del eco real del circuito. La síntesis debe realizarse utilizando una señal de entrada de conversación. Dada la dificultad de definir una señal de conversación de prueba, las pruebas siguientes son pruebas tipo y se basan en la utilización de una señal fuente compuesta, esencialmente por razones de conveniencia y repetibilidad de las medidas. Estas pruebas sólo se deben realizar en un compensador de eco después que se haya comprobado que el diseño sintetiza debidamente una reproducción de la respuesta impulsiva del trayecto de eco a partir de una señal de conversación de entrada y su eco correspondiente. En las pruebas descritas en esta subcláusula no se utilizan señales de conversación. Además, el procesador no lineal del compensador de eco debe diseñarse para que minimice y potencialmente evite los efectos perceptibles del recorte por habla simultánea, los intervalos entre las señales de conversación transmitidas y el contraste de ruido de fondo (en relación con el contraste de ruido véase la prueba N.º 9 descrita más adelante en esta Recomendación y el apéndice I para una discusión adicional sobre el recorte por habla simultánea). Quedan en estudio pruebas para asegurar un funcionamiento correcto.

Pueden diseñarse diferentes compensadores de eco para que funcionen satisfactoriamente con distintos retardos del trayecto de eco dependiendo de su aplicación en las diversas redes. Por lo tanto, donde quiera que aparezca Δ en esta Recomendación, representa el máximo retardo del trayecto de eco para el cual se ha diseñado el compensador de eco.

En I.8 se incluyen algunas directrices relativas a la utilización de parámetros para la prueba de compensadores de eco.

6.4.2.1 Modelos del trayecto de eco para $g(k)$

En el anexo D se incluyen los modelos del trayecto del eco que pueden utilizarse como $g(k)$ de la figura 7 para las pruebas de esta Recomendación. No constituye un conjunto exhaustivo, pudiendo utilizarse otros modelos siempre que cumplan los requisitos del trayecto del eco para cada una de las pruebas individuales. Obsérvese que la versión digital de la figura 6, donde están presentes tres puntos de reflexión de trayecto de eco, puede también representarse por una $g(k)$. En el anexo D no se describe un modelo específico que incluya esta función. Queda en estudio un modelo más complejo que incluya una dispersión realista y otros efectos. Véase también el apéndice III para información adicional.

Para asegurar que la respuesta en amplitud del trayecto de eco $g(k)$ no supera 0 dB sobre la gama de frecuencias de algunos de los modelos incluidos en el anexo D, los valores mínimos de ERL deben ser mayores de 6 dB. En el anexo D se incluye el valor mínimo exacto de ERL para cada modelo. Obsérvese que los valores mínimos de ERL que figuran en el anexo D cumplen sobradamente el requisito de $ERL \geq 6$ dB de las pruebas siguientes en caso de conflicto entre ambos.

6.4.2.2 Prueba N.º 1 – Prueba de los niveles de eco residual y de eco devuelto en régimen permanente (suprimida)

Esta prueba se ha incorporado a la prueba N.º 2.

6.4.2.3 Prueba N.º 2 – Pruebas de convergencia y de los niveles de eco residual y de eco devuelto en régimen permanente

Esta prueba tiene por objeto verificar que el compensador de eco converge rápidamente para todas las combinaciones posibles de señales de entrada, trayectos de eco y ciertos cambios en el trayecto del eco, y que el nivel del eco devuelto es suficientemente bajo. Esta prueba tiene también por objeto asegurar que la compensación en régimen permanente (A_{CANC}) es suficiente para producir un nivel de eco residual suficientemente bajo para permitir la aplicación de un tratamiento no lineal sin

depender excesivamente de éste. En general, siendo todas las demás variables iguales, valores mayores de la atenuación reforzada del eco (ERLE) o valores menores del nivel de eco residual (L_{RES}) permiten una menor dependencia de la funcionalidad del procesador no lineal (NLP).

El registro H se pone inicialmente a cero. De forma alternativa, para un trayecto de eco con $S_{in} = 0$, el contenido del registro H se hace converger y se desactiva la adaptación. La adaptación se activa al menos 200 ms antes del comienzo de una ráfaga CSS (véase la figura 8). Este periodo tiene por objeto permitir el tiempo de latencia necesario para el control de adaptación del compensador de eco. El nivel de eco residual o devuelto se mide entonces como una función del tiempo necesario para identificar las propiedades de convergencia y de régimen permanente del compensador de eco.

Al comienzo de una llamada, la convergencia debe ser lo suficientemente rápida como para que sea subjetivamente imperceptible. En general, la convergencia debe ser lo suficientemente rápida como para poder tratar los cambios en el trayecto de eco de forma subjetivamente transparente. Son deseables tiempos de convergencia más rápidos que los que se muestran en las figuras 10 y 12 pero sólo si no se observa degradación durante monólogo o durante habla simultánea, y si puede mantenerse la estabilidad del compensador en todas las condiciones de la red (por ejemplo, para diversas condiciones del trayecto de eco, incluyendo varias híbridas) y para las señales en banda vocal.

En las pruebas 2A-2C, el nivel en R_{in} es $L_{Rin,act}$. Es la medida del nivel de señal que utiliza el método RMS sólo sobre la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo la pausa de la CSS) tal como se describe en 6.4.1.2.

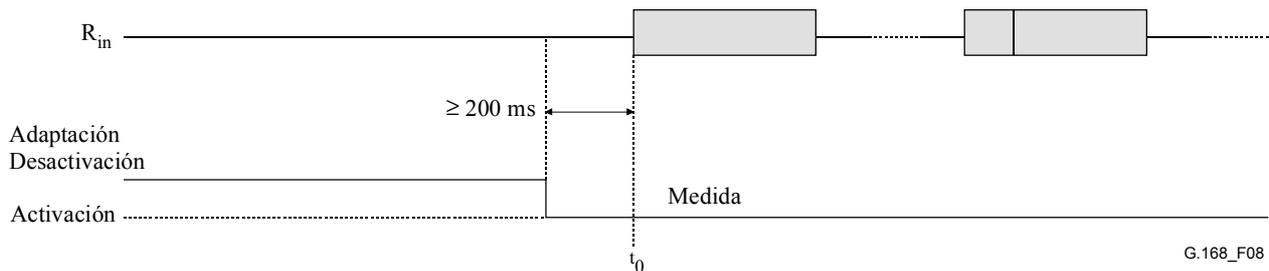


Figura 8/G.168 – Señales y relaciones temporales de las pruebas N.º 2A y 2B

6.4.2.3.1 Prueba 2A: Prueba de convergencia con el NLP activado

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero o, alternativamente, con un trayecto de eco abierto con $S_{in} = 0$ y habiendo convergido el contenido del registro H a 0 y el NLP activado, para todos los valores $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, y para todos los valores de ERL ≥ 6 dB y de retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida combinada ($L_{Rin,act} - L_{RET}$) debe ser mayor o igual que lo indicado en la figura 10. Después de $1 + t_d$ s, la pérdida combinada debe ser mayor o igual que lo indicado en la figura 9. El nivel en S_{out} se mide utilizando un medidor conforme a las características de 6.4.1.2.1. Además, no se permite que se produzcan crestas (véase 6.4.1.2.2) que superen en 5 dB los requisitos de la figura 9.

La variable $L_{Rin,act} - L_{RET}$ de la figura 10 puede ser sustituida por la variable $L_{Sin} - L_{Sout} + ERL$, donde L_{Sin} y L_{Sout} son los niveles de S_{in} y de S_{out} respectivamente. Los niveles de señal L_{Sin} y L_{Sout} se miden utilizando el dispositivo de medida de 6.4.1.2.1 y deben ser sincronizados. El valor de ERL es el elegido para la prueba. Este método también puede utilizarse para representar la convergencia de forma continua en el tiempo.

NOTA – El método que se establece en el párrafo anterior tiene en cuenta cualquier dispersión que se produzca en el trayecto del eco, pero no tiene en cuenta la dispersión que pueda existir entre los puertos S_{in} y S_{out} del compensador de eco.

Estando inicialmente el registro H en cualquier estado de convergencia distinto a los especificados en el párrafo anterior, los requisitos de la figura 10 son aplicables transcurrido un tiempo $1 + t_d$.

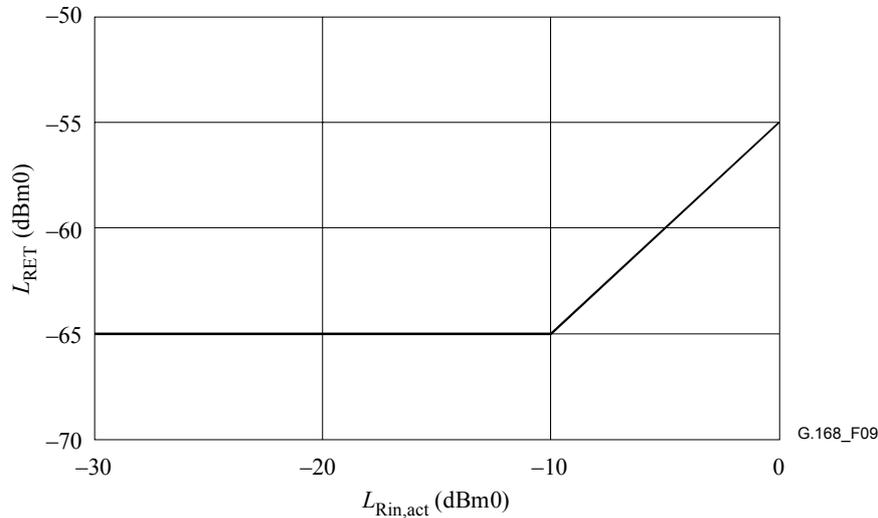


Figura 9/G.168 – Relación entre el nivel de entrada recepción ($L_{Rin,act}$) y el nivel de eco devuelto (L_{RET}) con el NLP activado

Los compensadores de eco que tengan una característica de ruido de confort pueden no cumplir los requisitos de la figura 9 cuando ésta se encuentre activada, por lo que, a los efectos de esta prueba, el ruido de confort debe estar desactivado. Para niveles de señal R_{in} superiores a -5 dBm0, la CSS sufrirá recorte. Sin embargo, ello no significa que no sea necesario cumplir los requisitos de las figuras 9 y 10 para valores en R_{in} iguales o superiores a -5 dBm0. Para dichos valores debe tenerse especial cuidado en asegurar que el trayecto de eco sea lineal. Las no linealidades en la red real pueden dar lugar a una calidad menor que la indicada en la figura.

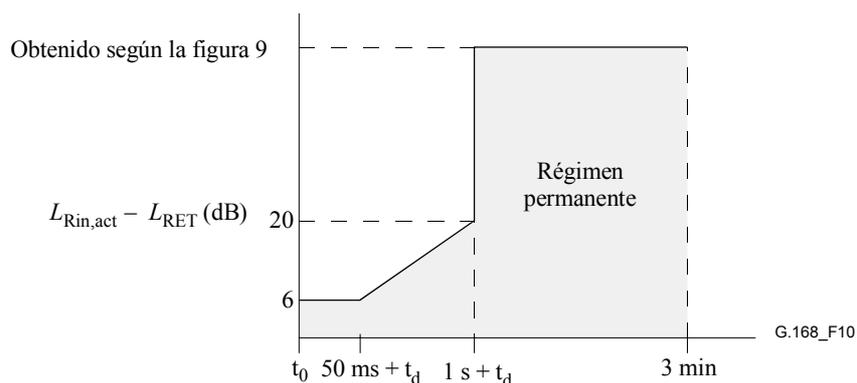


Figura 10/G.168 – Características de convergencia con el NLP activado

6.4.2.3.2 Prueba 2B: Prueba de convergencia con el NLP neutralizado

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero o, alternativamente, con un trayecto de eco abierto con $S_{in} = 0$, habiendo convergido el contenido del registro H a 0 y el NLP neutralizado, para todos los valores $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0 y para todos los valores de ERL ≥ 6 dB y de retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida $L_{Rin,act} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual que lo indicado en la figura 12. Después de 10 s, la pérdida $L_{Rin,act} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual que lo indicado en la figura 11. El nivel en S_{out} se mide utilizando un medidor que sea conforme a las características indicadas en 6.4.1.2.1. Además, no se permiten crestas (véase 6.4.1.2.2) que sea 5 dB superiores a los requisitos de la figura 11.

La variable $L_{Rin,act} - L_{RES}$ de la figura 12 puede ser sustituida por la variable $L_{Sin} - L_{Sout} + ERL$, donde L_{Sin} y L_{Sout} son los niveles de S_{in} y S_{out} respectivamente. Los niveles de señal L_{Sin} y L_{Sout} se miden utilizando el dispositivo de medida de 6.4.1.2.1, debiendo estar sincronizados. ERL es el valor elegido para la prueba. Este método puede también utilizarse para observar la convergencia como una función continua en el tiempo.

NOTA 1 – El método descrito en el párrafo anterior tiene en cuenta cualquier dispersión existente en el trayecto del eco, pero no tiene en cuenta la dispersión que pueda existir entre los puertos S_{in} y S_{out} del compensador de eco.

NOTA 2 – Algunos compensadores de eco utilizan una función NLP suplementaria que no puede neutralizarse. En 8.2.6 puede encontrarse información relativa a este caso.

Estando inicialmente el registro H en cualquier estado de convergencia distinto a los especificados en el párrafo anterior, los requisitos de la figura 12 son aplicables transcurrido un tiempo $1 + t_{ds}$.

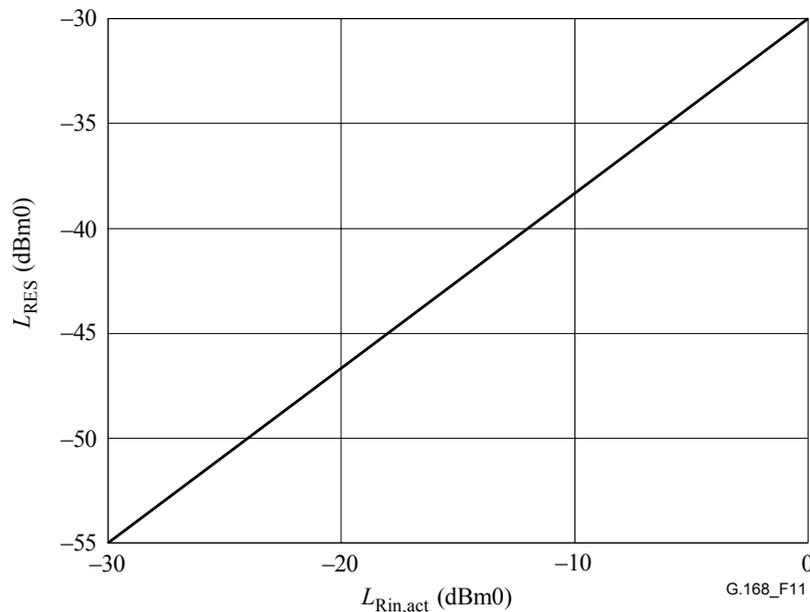


Figura 11/G.168 – Relación entre el nivel de entrada recepción ($L_{Rin,act}$) y el nivel de eco residual (L_{RES}) con el NLP neutralizado

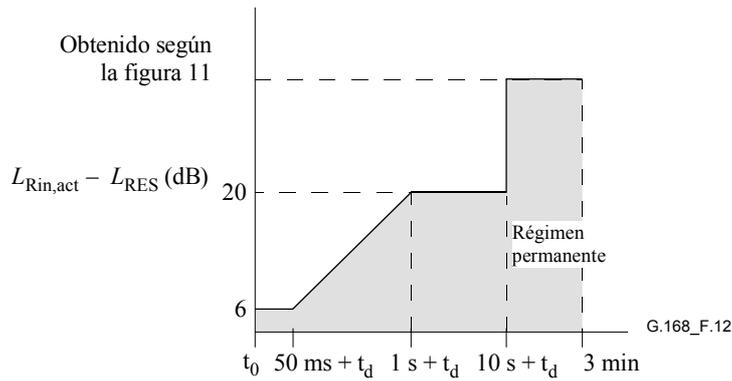


Figura 12/G.168 – Características de convergencia con el NLP neutralizado

6.4.2.3.3 Prueba N.º 2C: Prueba de convergencia en presencia de ruido de fondo

La prueba N.º 2C tiene por objeto asegurar que la compensación en el estado permanente es suficiente para producir un nivel de eco suficientemente bajo y que el compensador de eco converge rápidamente para todas las combinaciones de señales de entrada y de trayectos de eco en presencia de ruido de fondo.

El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y desactivar o inhibir la adaptación. En S_{gen} se aplica una fuente de ruido Hoth (véase la Rec. UIT-T P.800) con un nivel $L_{S_{gen}}$ en S_{gen} . La adaptación se activa al menos 200 ms antes del comienzo de la ráfaga CSS (véase la figura 13). Después del tiempo de convergencia, se desactiva la adaptación, se suprime S_{gen} y se mide el nivel de eco residual.

El nivel en S_{out} se mide utilizando un medidor conforme con las características indicadas en 6.4.1.2.1.

La variable $L_{Rin,act} - L_{RET}$ de la figura 10 para NLP activado y $L_{Rin,act} - L_{RES}$ de la figura 12 para NLP desactivado puede ser sustituida por la variable $L_{Sin} - L_{Sout} + ERL$, donde L_{Sin} y L_{Sout} son los niveles de S_{in} y S_{out} respectivamente. Los niveles de señal L_{Sin} y L_{Sout} se miden utilizando el dispositivo de medida de 6.4.1.2.1, y deben estar sincronizados. El valor de ERL es el elegido para esta prueba. Este método también puede utilizarse para representar la convergencia de forma continua en el tiempo

NOTA 1 – El método descrito en el párrafo anterior tiene en cuenta cualquier dispersión existente en el trayecto del eco, pero no tiene en cuenta la dispersión que pueda existir entre los puertos S_{in} y S_{out} del compensador de eco.

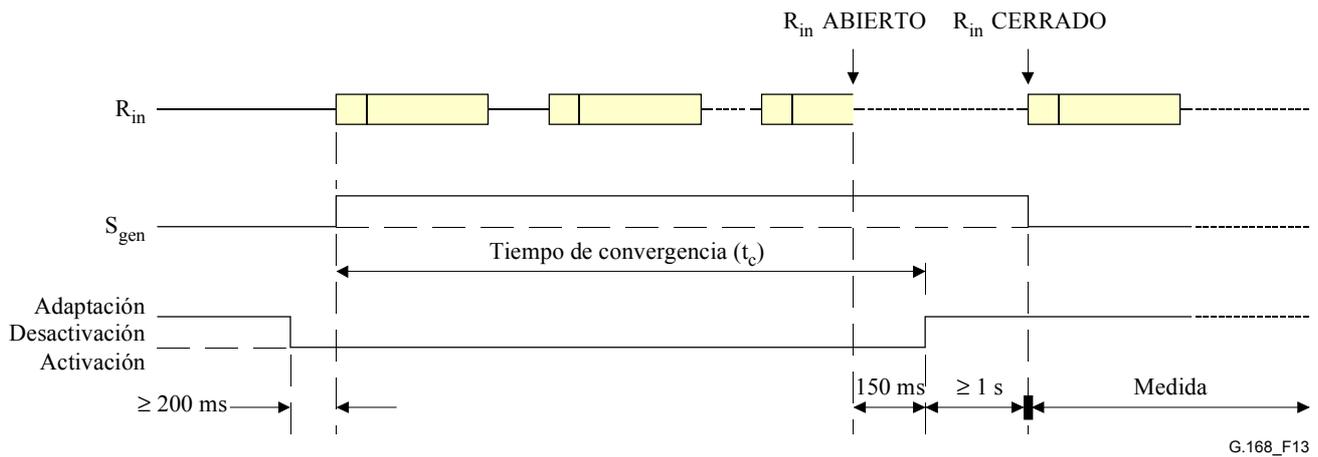


Figura 13/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 2C

NOTA 2 – Al final de esta prueba se dispone de un periodo de tiempo ≥ 1 s por si tiene lugar un posible retraso en la instrucción de desactivación de la adaptación. R_{in} se abre para prevenir una ulterior adaptación antes de que sea efectiva la instrucción de desactivación. Se permite un periodo de tiempo de 150 ms antes de la instrucción de desactivación de la adaptación para eliminar la respuesta impulsiva de un trayecto de eco. R_{in} se cierra de nuevo para realizar la medida.

a) Prueba de convergencia con el NLP activado

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el NLP activado para todos los valores de $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, $L_{Sgen} = L_{Rin,act} - 15$ dB pero no mayor que -30 dBm0, ERL ≥ 6 dB y el retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la convergencia debe ocurrir en menos de 1,0 s (t_c) y L_{RET} debe ser $\leq L_{Sgen}$ (véase la figura 14).

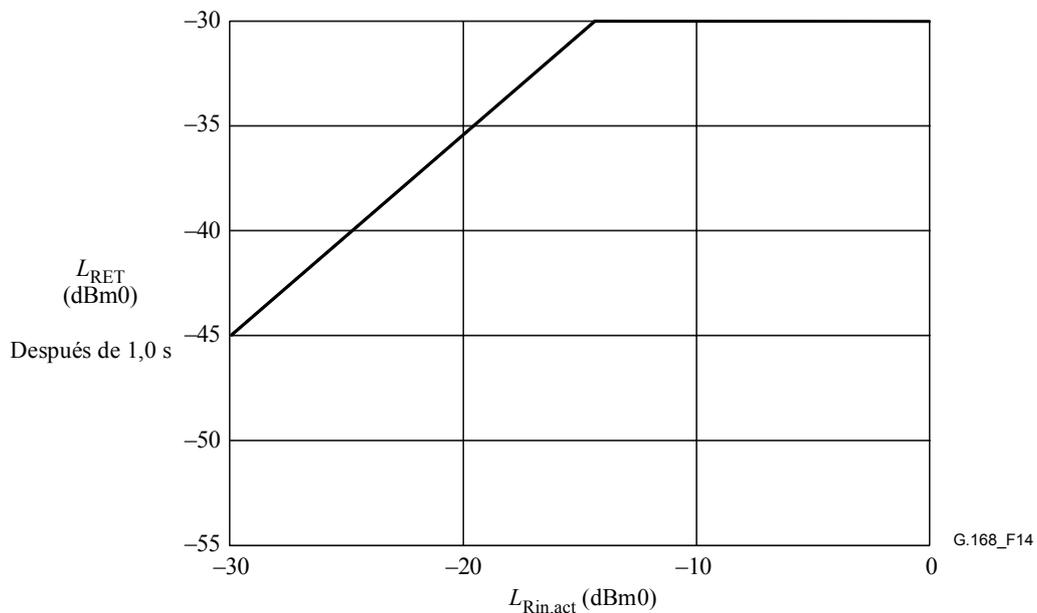


Figura 14/G.168 – Requisitos de la prueba N.º 2C con el NLP activado

b) Prueba de compensación del eco en régimen permanente con el NLP desactivado

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el NLP desactivado para todos los valores $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, teniendo L_{Sgen} el valor de la figura 15, $ERL \geq 6$ dB y el retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, y un tiempo de convergencia ≥ 10 s, L_{RES} debe ser inferior a lo indicado en la figura 15 para el correspondiente valor de L_{Sgen} .

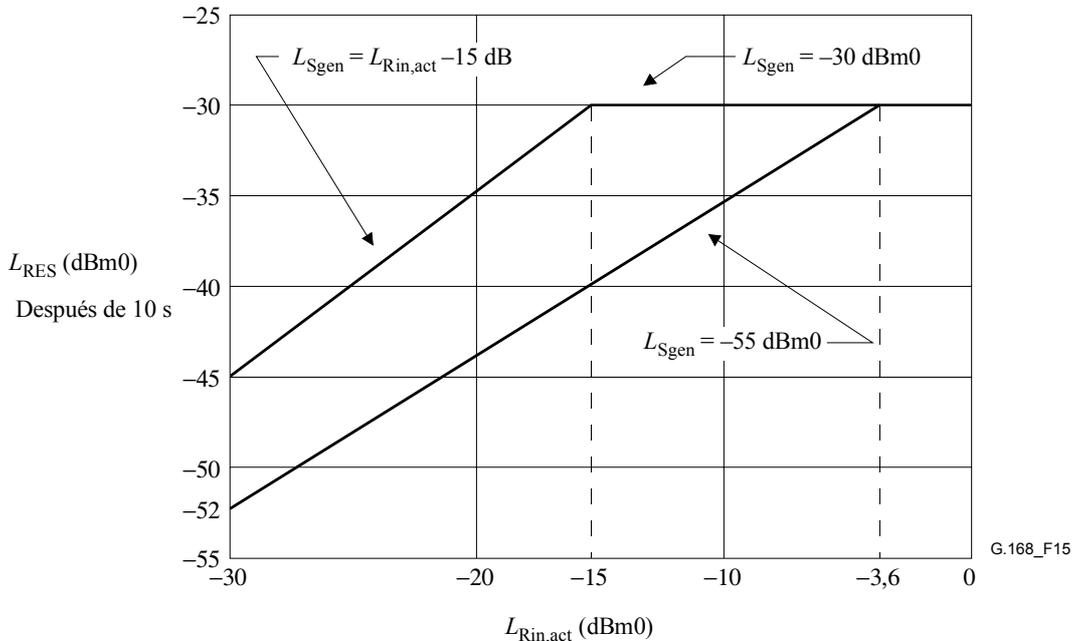


Figura 15/G.168 – Requisitos en régimen permanente de la prueba N.º 2C con el NLP desactivado

c) Prueba de convergencia con el NLP desactivado (queda en estudio)

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el NLP desactivado para todos los valores $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, $L_{Sgen} = L_{Rin,act} - 15$ dB pero no mayor que -30 dBm0, $ERL \geq 6$ dB y el retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida $L_{Rin,act} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual que el valor indicado en la figura 16. El valor X está por determinar.

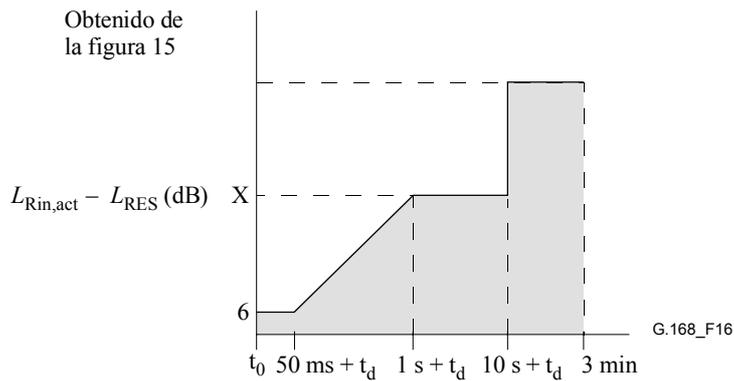


Figura 16/G.168 – Requisitos de convergencia de la prueba N.º 2C con el NLP desactivado

6.4.2.4 Prueba N.º 3 – Calidad de funcionamiento en condiciones de habla simultánea

Las tres partes de esta prueba tienen por finalidad verificar la calidad de funcionamiento del compensador en distintas condiciones de habla simultánea. Durante las condiciones de habla simultánea el compensador de eco puede dar lugar a determinados efectos indeseados tales como el recorte, la distorsión y el contraste de ruido (véase el apéndice I). Las pruebas se realizan en el supuesto de que al detectarse el habla simultánea se toman medidas para impedir o ralentizar la adaptación a fin de evitar una excesiva reducción de la compensación.

Para esta prueba, la señal R_{in} es CSS y la señal S_{gen} es CSS de habla simultánea. Aunque para esta prueba se utiliza la CSS, ésta sólo es una aproximación estadística a la señal de conversación real. Las pruebas de habla simultánea realizadas con muestras de conversaciones reales producen resultados ligeramente diferentes a los obtenidos con esta prueba. Esta prueba pretende proporcionar directrices sobre cómo debe medirse la calidad de funcionamiento del compensador de eco en condiciones de habla simultánea. Es posible que esta prueba y sus requisitos sean modificados conforme se conozca mejor la correlación existente entre la CSS y la conversación real. El uso de distintos idiomas ha dado lugar a una considerable variación de los resultados de las pruebas N.º 3A y 3B (para más información véase la referencia [1] de I.9)

Véanse en I.7.4 directrices sobre otros métodos de prueba de habla simultánea para las pruebas 3A y 3B.

6.4.2.4.1 Prueba N.º 3A: Prueba de habla simultánea con niveles bajos del extremo compensado

La prueba N.º 3A tiene por objeto asegurar que la detección de habla simultánea no es tan sensible como para que el eco y un bajo nivel de conversación en el extremo compensado puedan falsear el funcionamiento del detector de habla simultánea, de tal forma que no tenga lugar la adaptación. El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y aplicar entonces una señal al puerto entrada recepción (R_{in}) para un valor del retardo del trayecto del eco y de la atenuación del eco (ERL). De forma simultánea (véase la figura 17) se aplica en S_{gen} una señal interferente con un nivel suficientemente bajo como para no perturbar seriamente la capacidad de converger del compensador de eco. Esta señal debe permitir que tengan lugar la adaptación y la compensación. Una vez transcurrido el tiempo de convergencia permitido, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual. El NLP debe estar *desactivado*.

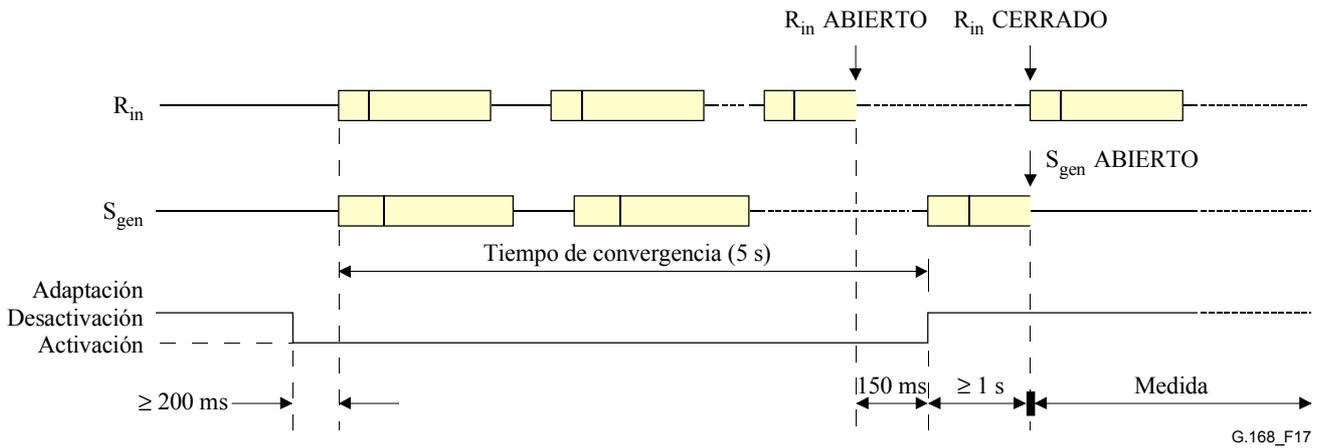


Figura 17/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 3A

NOTA – Al final de esta prueba se dispone de un periodo de tiempo ≥ 1 s por si tiene lugar un posible retraso en la instrucción de desactivación de la adaptación. R_{in} se abre para prevenir una ulterior adaptación antes de que sea efectiva la instrucción de desactivación. Se permite un periodo de tiempo de 150 ms antes de la instrucción de desactivación de adaptación para eliminar la respuesta impulsiva de un trayecto de eco. R_{in} se cierra de nuevo para realizar la medida.

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero para todos los valores $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, siendo $L_{Sgen} = L_{Rin} - 15$ dB, la atenuación del eco (ERL) ≥ 6 dB y el retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms, la convergencia debe ocurrir en menos de 5 s y la atenuación residual (L_{RES}) debe ser $\leq N$.

6.4.2.4.2 Prueba N.º 3B: Prueba de habla simultánea con niveles altos del extremo compensado

La prueba N.º 3B tiene por objeto asegurar que el detector de habla simultánea es suficientemente sensible y funciona lo suficientemente rápido como para evitar una gran divergencia durante periodos de habla simultánea.

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar la plena convergencia al compensador para un trayecto de eco determinado aplicando la señal CSS a la entrada recepción (R_{in}). Una vez que el compensador ha convergido totalmente (véase la figura 18) se aplica en S_{gen} una señal con un nivel L_{Sgen} al menos igual al existente en R_{in} . Ello hará que funcione el detector de habla simultánea. Transcurrido un tiempo arbitrario $\delta_t > 0$, se desactiva la adaptación, se suprime la señal S_{gen} y se mide el eco residual. El NLP debe estar *desactivado*.

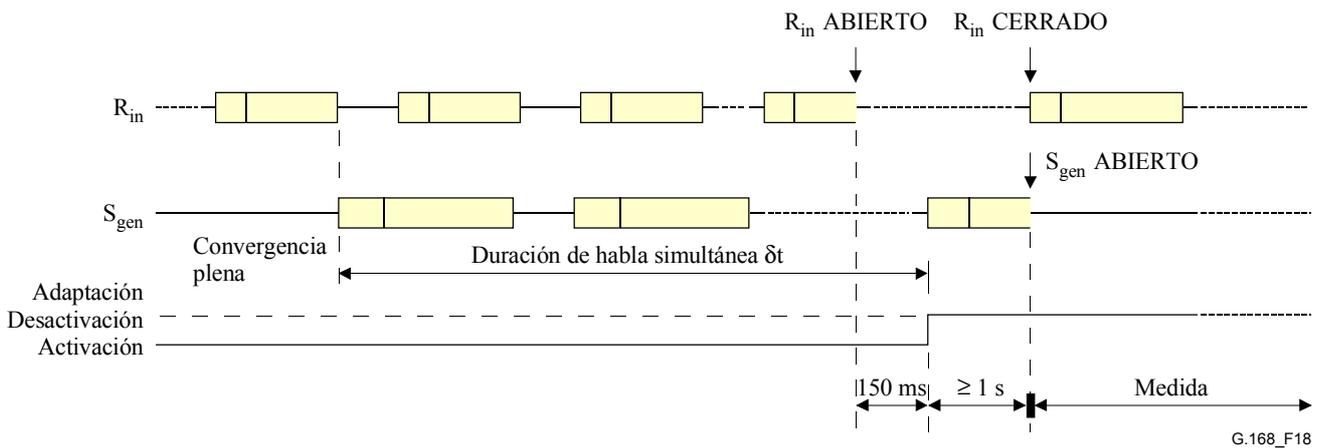


Figura 18/G.168 – Señal y relaciones temporales de la prueba N.º 3B

NOTA – Al final de esta prueba se dispone de un periodo de tiempo ≥ 1 s por si tiene lugar un posible retraso en la instrucción de desactivación de la adaptación. R_{in} se abre para prevenir una ulterior adaptación antes de que sea efectiva la instrucción de desactivación. Se permite un periodo de tiempo de 150 ms antes de la instrucción de desactivación de adaptación para eliminar la respuesta impulsiva de un trayecto de eco. R_{in} se cierra de nuevo para realizar la medida.

En la referencia bibliográfica [1] de I.9 se muestra la amplia variabilidad de los resultados de esta prueba para distintos idiomas. Debe notarse que la prueba N.º 3B es incluso más sensible a las variaciones de la conversación real y que la CSS puede no proporcionar, para esta prueba, una aproximación adecuada a la conversación real.

Requisito

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, y para todos los valores de $L_{Sgen} \geq L_{Rin}$ y atenuación de eco (ERL) ≥ 6 dB y de retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms, el nivel de eco residual existente tras la aplicación simultánea de R_{in} y S_{gen} durante un cierto periodo de tiempo, no deberá exceder en más de 10 dB los requisitos de régimen permanente de la figura 11.

6.4.2.4.3 Prueba N.º 3C: Prueba de habla simultánea con conversación simulada

La prueba N.º 3C tiene por objeto asegurarse de que el compensador de eco no produce efectos indeseables durante y después de periodos de habla simultánea (véase I.8).

El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H. Seguidamente y para algunos valores del retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms y de la atenuación del eco, $ERL \geq 6$ dB, se aplica una señal a la entrada recepción R_{in} . Simultáneamente (véase la figura 19), se aplica una señal a S_{gen} con un nivel L_{Sgen} al menos igual al de R_{in} . Transcurrido un tiempo t_1 , se elimina S_{gen} y se mide S_{out} . La señal S_{gen} se vuelve a aplicar durante t_4 y t_5 , y se evalúa la salida en relación con los efectos indeseados. Para esta prueba el NLP debe estar activado.

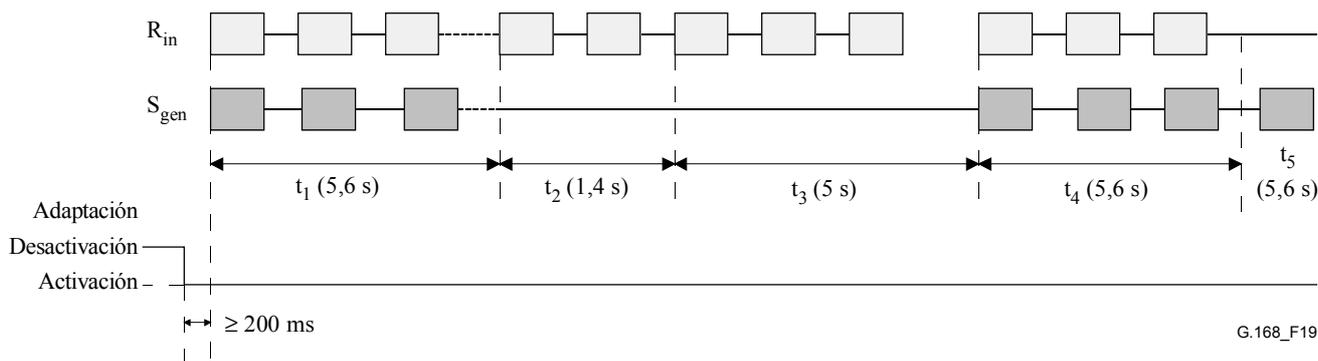


Figura 19/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 3C

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero, para todos los valores de $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, y para todos los valores de $L_{Sgen} \geq L_{Rin}$ y para todos los valores de atenuación de eco ERL ≥ 6 dB y de retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms, las crestas (véase 6.4.1.2.2) que se produzcan durante t_2 no deben exceder del nivel L_{Sgen} durante t_1 . El nivel de eco residual durante el periodo de tiempo t_3 deberá cumplir los requisitos de la figura 9 con el NLP activado. Durante t_4 y t_5 , las crestas no superarán el nivel de $L_{Sgen} + 6$ dB.

Las diferencias de nivel entre L_{Rin} y L_{Sgen} pueden producir un funcionamiento inadecuado del NLP, así como la degradación de la conversación, requiriendo ello ulteriores estudios. Con este objetivo puede resultar útil modificar la señal CSS.

6.4.2.5 Prueba N.º 4 – Prueba del tiempo de fuga

Esta prueba tiene por objeto asegurarse de que el tiempo de fuga no es demasiado corto, es decir, que el paso del contenido del registro H al valor cero no es demasiado rápido.

El procedimiento de prueba consiste en que el compensador de eco alcance la plena convergencia utilizando una señal CSS para un trayecto de eco determinado, y suprimir seguidamente todas las señales aplicadas al compensador de eco. Transcurridos dos minutos se fija el contenido del registro H, se aplica de nuevo la señal CSS a R_{in} y se mide el eco residual (véase la figura 20). El NLP debe estar *desactivado*.

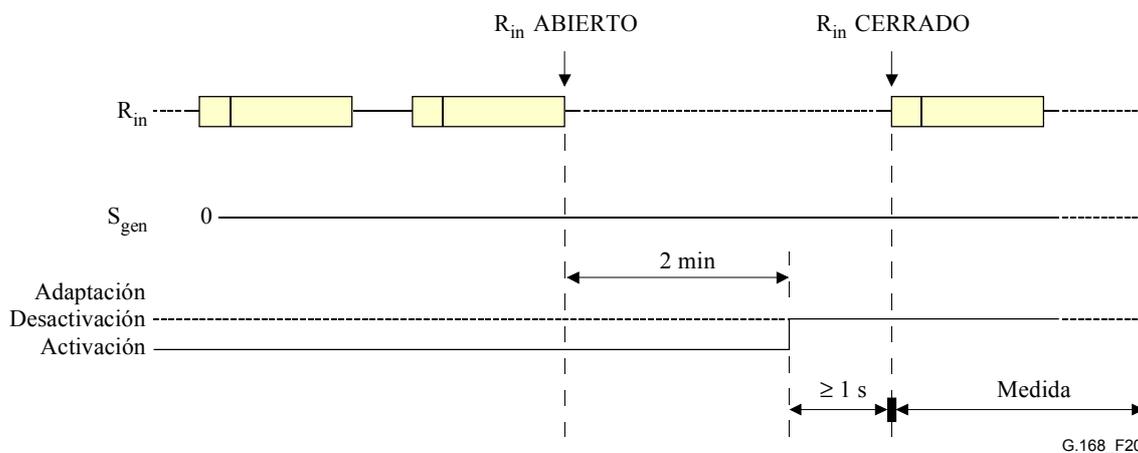


Figura 20/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 4

NOTA – Al final de esta prueba es necesario disponer de un periodo de tiempo ≥ 1 s para posibles retrasos en la instrucción de desactivación de adaptación. R_{in} se cierra para realizar la medida.

Requisito

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, dos minutos después de haberse suprimido la señal R_{in} , el nivel del eco residual no deberá exceder en más de 10 dB los requisitos de la prueba N.º 2 en régimen permanente (véase la figura 11).

6.4.2.6 Prueba N.º 5 – Prueba de convergencia con pérdida de retorno infinita

Esta prueba está destinada a asegurar que el compensador de eco cuenta con medios para impedir la producción indeseada de eco. Esto puede producirse cuando el registro H contiene un modelo del trayecto de eco correspondiente a una conexión anterior o a la conexión en curso, y se interrumpe el trayecto del eco (desaparece el eco del circuito) mientras exista una señal en R_{in} .

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar al compensador de eco la plena convergencia utilizando una señal CSS para un trayecto de eco determinado. Seguidamente se interrumpe el trayecto del eco en R_{out} mientras se aplica una señal CSS en R_{in} y se mide la salida en S_{out} (véase la figura 21). El NLP debe estar desactivado.

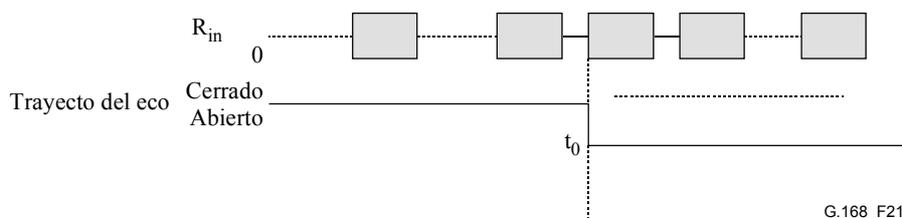


Figura 21/G.168 – Señal y relaciones temporales de la prueba N.º 5

El nivel en R_{in} que requiere la prueba es $L_{Rin,act}$. Es el nivel de señal medido utilizando el método RMS solamente sobre la parte activa de la señal CSS (es decir, excluyendo la pausa de la señal CSS) tal como se describe en 6.4.1.2.

Requisito

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena para todos los valores de atenuación de eco (ERL) ≥ 6 dB y para todos los valores de $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, en el instante t_0 se interrumpe el trayecto del eco y éste se abre, debiendo entonces cumplir la pérdida combinada, $L_{Rin,act} - L_{RES}$, los requisitos que se reflejan en la figura 12, medidos de acuerdo con el método descrito en 6.4.1.2.1.

El nivel en S_{out} se mide utilizando un medidor con las características indicadas en 6.4.1.2.1.

6.4.2.7 Prueba N.º 6 – No divergencia con señales de banda estrecha

El objeto de esta prueba es verificar que el compensador de eco permanece en convergencia en presencia de señales de banda estrecha originadas por el abonado, después de haber llegado a la convergencia con una señal de banda ancha. El nivel de eco residual se mide antes y después de aplicar una onda sinusoidal o una onda compuesta de dos frecuencias.

El método consiste en hacer converger plenamente al compensador de eco, tal como en la prueba N.º 2. Después se aplican sobre R_{in} la secuencia de tonos del cuadro 2. Una vez completada la secuencia, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual con la señal de prueba N.º 2. El NLP debe estar desactivado.

Requisito

El compensador de eco ha alcanzado la convergencia plena, tal como en la prueba N.º 2 para todos los valores de atenuación de eco (ERL) ≥ 6 dB, y un retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms. Una vez elegido, el trayecto del eco permanece siendo el mismo durante toda la prueba. La secuencia de tonos del cuadro 2 (en el que la frecuencia más elevada es 2 dB superior a la frecuencia inferior para las combinaciones de dos tonos) se aplica durante 5 s cada una a R_{in} de tal forma que $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0. Después de aplicar la secuencia de tonos, se desactiva la adaptación. Utilizando la misma señal que en la prueba N.º 2, el eco residual medido no debe degradarse más de 10 dB respecto a los requisitos de la figura 11 de la prueba N.º 2. Para esta prueba el NLP permanece desactivado.

Cuadro 2/G.168 – Secuencia de tonos

697
941
1336
1633
697 y 1209
770 y 1336
852 y 1477
941 y 1633

6.4.2.8 Prueba N.º 7 – Prueba de estabilidad

El objeto de esta prueba es verificar que el compensador de eco permanece estable ante señales de banda estrecha. El eco residual se mide mediante la aplicación de una onda sinusoidal monofrecuencia.

El método de prueba es el siguiente: con el registro H inicialmente puesto a cero y el NLP desactivado, se hace converger al compensador de eco con una onda sinusoidal durante dos minutos. El nivel residual se mide continuamente durante los dos minutos en que se aplica la señal.

Requisito

Con el registro H del compensador de eco inicialmente puesto a cero, se aplica en R_{in} durante dos minutos una señal monofrecuencia, excepto para aquellas señales identificadas en el cuadro 3 de la prueba N.º 8. El nivel de eco residual, medido continuamente durante los dos minutos en que se aplica la señal, debe ser menor o igual al que se muestra en la figura 22 después de un periodo inicial de convergencia de 10 s. El nivel de R_{in} para esta prueba debe estar comprendida entre $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y $\leq +3$ dBm0, con un trayecto de eco que consta de dos valores de ERL de 6 dB y de 20 dB, con un retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms.

El nivel de eco residual se mide utilizando un medidor con las características indicadas en 6.4.1.2.1.

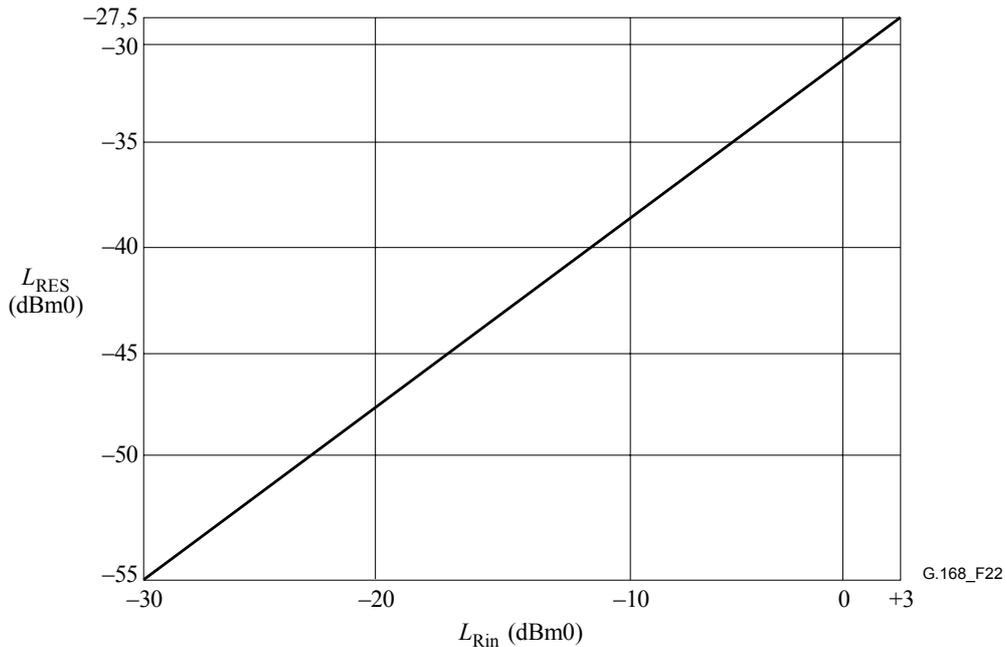


Figura 22/G.168 – Requisitos de calidad de funcionamiento para la prueba N.º 7

6.4.2.9 Prueba N.º 8 – No convergencia de los compensadores de eco con señalización dentro de banda UIT-T N.º 5, 6 y 7 y con tonos de prueba de continuidad (opcional)

Los compensadores de eco que no son desactivados externamente por la central de conmutación y que se encuentran ubicados en el lado de línea de los sistemas de señalización N.º 5, 6 y 7 de las centrales internacionales, o bien están asociados a centrales nacionales, deben funcionar correctamente con los tonos de señalización dentro de banda y de prueba de continuidad. Esta prueba tiene por finalidad asegurar que los compensadores de eco no cancelan ni eliminan señales mono o bifrecuencia transmitidas en un protocolo de toma de contacto en el sentido de transmisión, antes o después de recibir una señal idéntica (excepto en fase y amplitud) en el sentido de recepción. Con ello se pretende permitir la correcta transmisión de un sistema de señalización específico o de los tonos de la prueba de continuidad sin tener que desactivar externamente el compensador de eco. El NLP debe estar activado.

En el caso de un compensador de eco equipado con esta capacidad opcional, se hace converger inicialmente al compensador de eco utilizando una CSS con cualquier trayecto de eco con un valor de ERL ≥ 6 dB, y un retardo del trayecto del eco $t_d \leq \Delta$. Para simplificar, puede elegirse el estado de convergencia plena para un valor de ERL de 6 dB. En primer lugar se suprime la CSS, interrumpiéndose a continuación el trayecto del eco. Se aplica entonces sobre S_{in} cualquier señal del cuadro 3. Transcurridos 90 ms (antes o después de aplicar la señal sobre S_{in}), se aplica la misma señal sobre R_{in} . Después del tiempo de detección, se mide el nivel en S_{out} .

El nivel de potencia M, de cada señal aplicada debe estar dentro de los límites siguientes:

Sistema 5: $-16 \leq M \leq -2$ dBm0

NOTA 1 – Este rango se aplica a las señales monofrecuencia f_1 y f_2 . El nivel de las señales individuales de la señal compuesta pueden diferir entre sí en no más de 5 dB. Obsérvese que cuando los niveles de las señales individuales se aproximan a -2 dBm0, la señal compuesta puede verse recortada. El nivel de transmisión nominal especificado es -9 ± 1 dBm0.

Véanse las Recomendaciones UIT-T Q.143 y Q.144.

Sistema 6: $-18 \leq M \leq -6$ dBm0

NOTA 2 – El nivel de transmisión nominal es -12 ± 1 dBm0.

Véase la Rec. UIT-T Q.271.

Sistema 7: $-18 \leq M \leq -6$ dBm0

NOTA 3 – El nivel de transmisión nominal es -12 ± 1 dBm0.

Véase la cláusula 7/Q.724.

Los niveles anteriores están diseñados para asegurar que el compensador de eco funcionará con señales que ocupen toda la gama de niveles que figuran en las pertinentes Recomendaciones UIT-T sobre señalización.

La respuesta del compensador de eco debe ser lo suficientemente prolongada como para proporcionar inmunidad respecto a un funcionamiento erróneo debido a señales vocales. Asimismo, la respuesta del compensador de eco no debe ser tan prolongada como para ampliar innecesariamente el tiempo durante el cual la señal aparece en la red.

Requisito

El nivel en S_{out} , medido mediante el método de 6.4.1.2.1, no debe variar más de 2 dB con respecto a nivel en S_{in} . El compensador de eco debe responder a las señales (tiempo de detección) antes de que transcurra 1 s desde su aplicación.

Cuadro 3/G.168 – Tonos de señalización aplicables

Sistema 5	Sistema 6	Sistema 7
2400 \pm 15 Hz	2000 \pm 30Hz	2000 \pm 30 Hz
2600 \pm 15 Hz		
2400 \pm 15 Hz y 2600 \pm 15 Hz		

6.4.2.10 Prueba N.º 9 – Prueba de ruido de confort

La finalidad de esta prueba es asegurarse que el compensador de eco puede proporcionar una señal de ruido de confort en S_{out} que corresponda con la señal de ruido recibida en S_{in} . También sirve para probar que el compensador puede ajustar el nivel de dicha señal de ruido de confort a fin de compensar cambios que pudieran darse en el nivel del ruido de entrada. Dado que esta prueba no pretende probar la capacidad de compensación de eco, se utiliza una atenuación del eco (ERL) de 12 dB para toda la prueba. Las etapas de la prueba deben de aplicarse consecutivamente. Éstas constan de una etapa de fijación del nivel de S_{gen} a un valor entre -50 dBm0 y -40 dBm0, la disminución del nivel de S_{gen} en 10 dB, y finalmente la elevación del nivel de S_{gen} en 10 dB. Por consiguiente, la prueba cubre una gama de funcionamiento de L_{Sgen} comprendida entre -60 dBm0 y -40 dBm0. Para todas las señales de entrada de esta prueba se utiliza ruido blanco. El nivel de R_{in} será el silencio o -10 dBm0. El NLP y la característica de ruido confortativo deben estar activadas.

6.4.2.10.1 Parte 1 (correspondencia)

- 1) Se pone L_{Sgen} a un nivel entre -50 dBm0 y -40 dBm0.
- 2) Se pone L_{Rin} en silencio (< -60 dBm0) y se mantiene esta condición durante 30 s.
- 3) Se pone L_{Rin} a -10 dBm0.
- 4) Se mide L_{RET} después de 2 s.

Requisito

L_{RET} estará a menos de 2,0 dB de L_{Sgen} , para todos los valores de L_{Sgen} . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido L_{Sgen} permanezca constante.

6.4.2.10.2 Parte 2 (ajuste descendente)

- 1) Se reduce L_{Sgen} en 10 dB respecto al nivel de la parte 1.
- 2) Se pone L_{Rin} en silencio (< -60 dBm0) y se mantiene esta condición durante 10 s.
- 3) Se pone L_{Rin} a -10 dBm0.
- 4) Se mide L_{RET} después de 2 s.

Requisito

L_{RET} estará a menos de 2,0 dB de L_{Sgen} . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido L_{Sgen} permanezca constante.

6.4.2.10.3 Parte 3 (ajuste ascendente)

- 1) Se aumenta L_{Sgen} en 10 dB con respecto al nivel de la parte 2.
- 2) Se pone L_{Rin} en silencio (< -60 dBm0) y se mantiene esta condición durante 10 s.
- 3) Se pone L_{Rin} a -10 dBm0.
- 4) Se mide L_{RET} después de 2 s.

Requisito

L_{RET} estará a menos de 2,0 dB de L_{Sgen} . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido L_{Sgen} permanezca constante.

6.4.2.11 Prueba N.º 10 – Prueba de facsímil durante la fase de establecimiento de la comunicación

Esta prueba tienen por finalidad asegurarse que los compensadores de eco situados a ambos extremos de la conexión convergen rápidamente con las secuencias iniciales de toma de contacto de facsímil y que disponen de medios para evitar que dichas señales generen un eco indeseado. Esta prueba se divide en tres partes. La prueba 10A se ocupa de la calidad de funcionamiento del compensador de eco situado en el lado de la estación llamante y la prueba 10B se ocupa de la calidad de funcionamiento del compensador de eco situado en el lado de la estación llamada. La prueba 10C se ocupa de la calidad de funcionamiento del compensador de eco situado en el lado de la estación llamante durante la transmisión de una página.

La prueba se ha diseñado para ser realizada en un entorno de laboratorio utilizando un compensador de eco y un simulador de facsímil. Las pruebas deben realizarse separadamente.

Las pruebas deben realizarse con el neutralizador por tono de la Rec. UIT-T G.165 o de esta Recomendación en funcionamiento.

A tal fin, deben aplicarse las señales siguientes (los bits se transmiten de izquierda a derecha). La bandera inicial se repite 37 veces para cada secuencia.

Secuencias de prueba facsímil:

Tono de llamada (CNG, *calling tone*)

Condiciones:

Señal 1100 Hz ± 38 Hz

Duración Activado durante 0,5 s; desactivado durante 3 s (±15%)

Identificación de la estación llamada (CED, *called station identification*)

Condiciones:

Señal 2100 Hz ± 15 Hz

Duración 2,6 s-4 s

Secuencias binarias codificadas

Secuencia N.º 1 (estación llamada):

Trama de facilidades no normalizadas (NSF, *non-standard facilities*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control NSF	Campo de información, 8 octetos (país, fabricante, número de código adicional)	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trama de identificación del abonado llamado (CSI, *called subscriber identification*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control CSI	Campo de información, 20 octetos (número de código del receptor)	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trama de señal de identificación digital (DIS, *digital identification signal*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control DIS	Campo de información, 3 octetos	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0001	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101	1010 1010	0111 1110

Secuencia N.º 2 (estación llamante):

Trama de establecimiento no normalizada (NSS, *non-standard set-up*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control NSS	Campo de información, 3 octetos	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101	1010 1010	0111 1110

Trama de identificación del abonado que transmite (TSI, *transmitting subscriber identification*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control TSI	Campo de información, 20 octetos (número de código del transmisor)	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0010	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trama de señal de instrucción digital (DCS, *digital command signal*):

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control DCS	Campo de información, 20 octetos (número de código del transmisor)	Secuencia de verificación de trama	Bandera
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0001	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Condiciones de la transmisión de datos

Las secuencias N.º 1 y N.º 2 se transmiten por el canal telefónico con desplazamiento de frecuencia (véase la Rec. UIT-T V.21).

Condiciones:

Velocidad de datos de señalización, síncrona	300 bit/s
Frecuencia central	1750 Hz
Desviación de frecuencia	± 100 Hz
Frecuencias características	1650/1850 Hz
Tolerancia de las frecuencias características	± 6 Hz

Las frecuencias características más altas corresponden a un "0" binario.

6.4.2.11.1 Prueba N.º 10A: Funcionamiento del compensador en el lado de la estación llamante

El procedimiento de la prueba de convergencia consiste en liberar el registro H y desactivar la adaptación. Posteriormente, la adaptación se activa mientras se aplican el tono de llamada (CNG), la identificación de la estación llamada (CED) y la secuencia N.º 1 (véase la figura 23). Durante el periodo de adaptación, se mide el nivel de eco residual/devuelto. Esta prueba se debe realizar tanto con el NLP activado como desactivado.

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el valor de $L_{\text{Rin}} = -13$ dBm0 durante toda la prueba, los requisitos específicos siguientes se aplican para todos los valores de $\text{ERL} \geq 6$ dB, y el trayecto del eco $t_d \leq \Delta$ ms. La prueba se debe realizar durante al menos 7 s mientras se aplican la CED y la secuencia N.º 1. La secuencia 1 se repite tanto como sea necesario.

Región I [convergencia con el tono de identificación de la estación llamada (CED)]

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser $\leq (-13 - A_{\text{ECHO}})$ dBm0;
- el plazo de tiempo para entrar en la región II debe ser $\leq 0,15$ s.

Región II [ha convergido con el tono de identificación de la estación llamada (CED)]

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser ≤ -37 dBm0.

Región III (convergencia con la secuencia N.º 1)

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser $\leq (-13 - A_{\text{ECHO}})$ dBm0;
- el plazo de tiempo para entrar en la región IV debe ser $\leq 1,1$ s.

Región IV (ha convergido con la secuencia N.º 1)

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser ≤ -24 dBm0.

Si el NLP está activado, las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RET} deberán ser ≤ -37 dBm0 en las regiones II y IV.

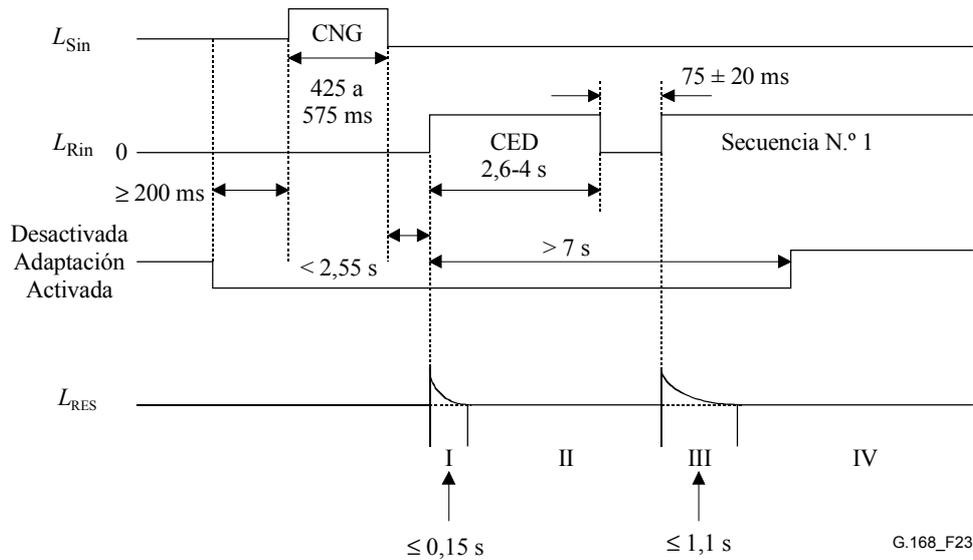


Figura 23/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 10A

6.4.2.11.2 Prueba N.º 10B: Funcionamiento del compensador en el lado de la estación llamada

El procedimiento de la prueba de convergencia consiste en liberar el registro H y desactivar la adaptación. Posteriormente, la adaptación se activa durante al menos 10 s, mientras se aplica la secuencia N.º 2 (véase la figura 24). Durante el periodo de adaptación, se mide el nivel de eco residual y devuelto. Esta prueba se debe realizar tanto con el NLP activado como desactivado.

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el valor de $L_{Rin} = -13$ dBm0 durante toda la prueba, los requisitos específicos siguientes se aplican para todos los valores de $ERL \geq 6$ dB y el trayecto del eco $t_d \leq \Delta$ ms. La prueba se debe realizar durante al menos 10 s. La secuencia 2 se repite tanto como sea necesario.

Región I (convergencia con la secuencia N.º 2)

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser $\leq (-13 - A_{ECHO})$ dBm0;
- el plazo de tiempo para entrar en la región II debe ser $\leq 1,1$ s.

Región II (ha convergido con la secuencia N.º 2)

- las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RES} deben ser ≤ -24 dBm0.

Si el NLP está activado, las crestas (véase 6.4.1.2.2) de L_{RET} deberá ser ≤ -37 dBm0 en la región II.

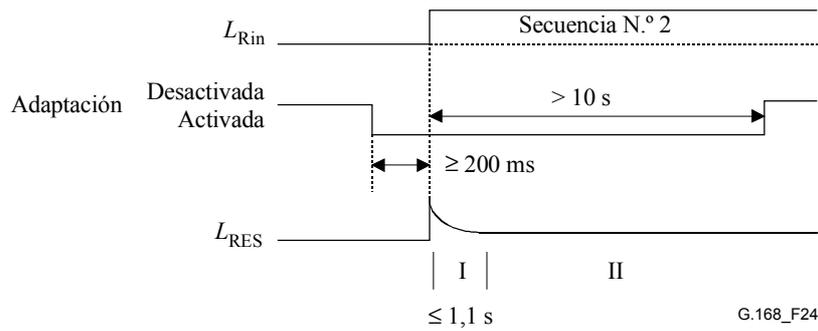


Figura 24/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 10B

6.4.2.11.3 Prueba N.º 10C: Funcionamiento del compensador de eco en la estación llamada durante la transmisión de una página y los saltos de página (queda en estudio)

La figura 25 muestra la secuencia del intercambio de señales para una transmisión facsímil típica de dos páginas. La secuencia comienza con un mensaje del procedimiento de toma de contacto V.21. La operación y la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco de cada extremo del enlace se prueba durante este periodo mediante las pruebas 10A y 10B. Esta prueba está diseñada para verificar la operación y funcionamiento del compensador de eco en la estación llamante durante la transmisión de una página y durante el salto de página tal como se muestra en la figura 25.

La prueba 10C utiliza los ficheros de datos A y B y las implementaciones del soporte lógico de módems FSK y PSK. La prueba descrita utiliza la modulación V.29 para la transmisión de datos de imágenes, pero puede ser ampliada para abarcar distintos tipos de módems tales como V.17 y V.27 *ter* así como las distintas relaciones temporales entre las señales de toma de contacto (representadas por el módem V.21) y transmisión de página (representada por el módem V.29). Las relaciones temporales que se muestran en la figura 26 se han diseñado para imitar el protocolo facsímil T.30.

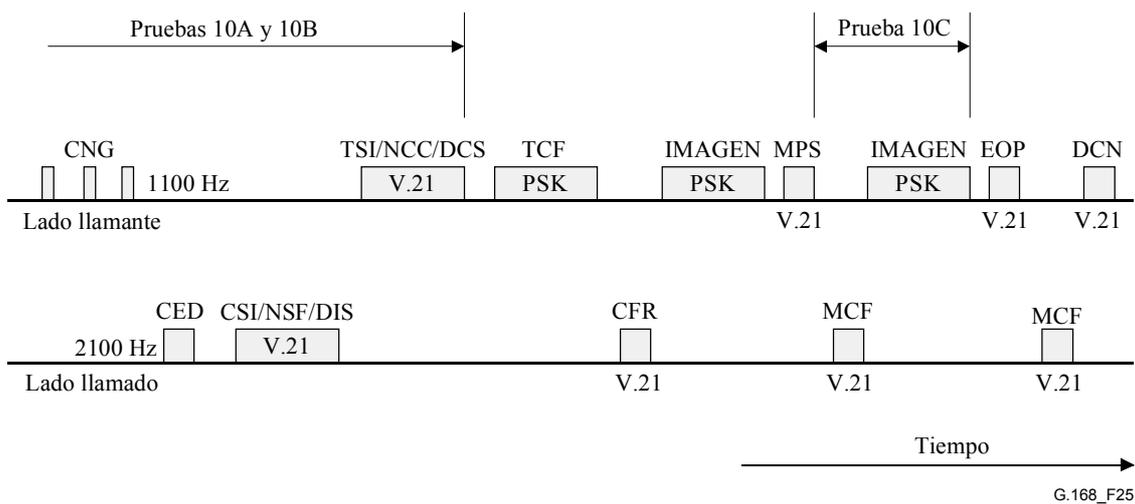
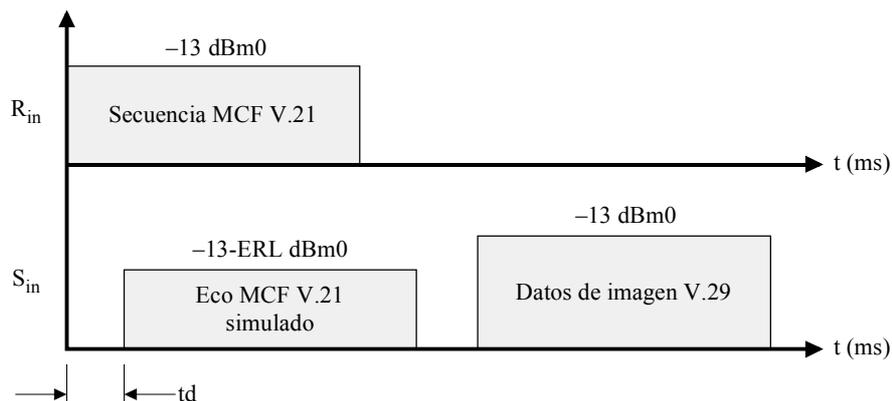
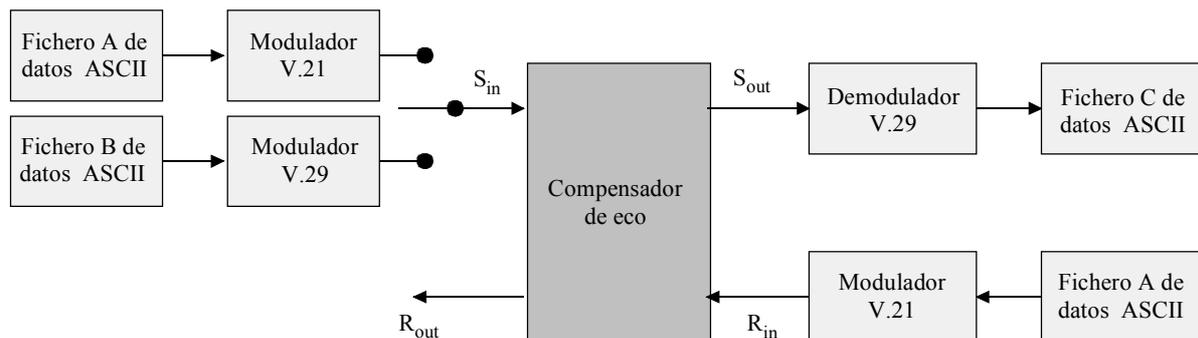


Figura 25/G.168 – Secuencia del intercambio de mensajes de una transmisión facsímil típica de 2 páginas



G.168_F26

Figura 26/G.168 – Funcionamiento del compensador de eco durante la transmisión de una página y de saltos de página

El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y desactivar la adaptación. La adaptación se activa y se hace converger el compensador enviando el fichero A de datos a través del modulador V.21 hacia R_{in} del compensador de eco (véase la figura 26). Con ello se simula la señal MCF transmitida por la máquina facsímil llamada al final de la primera página. Para simular la señal de eco, también se transmite el fichero A de datos (utilizando el modulador V.21) hacia la entrada S_{in} del compensador de eco, con un nivel ≥ 6 dB por debajo de R_{in} y un desplazamiento temporal t_d . A continuación, se transmite el fichero B de datos (utilizando el modulador V.29) hacia la entrada S_{in} del compensador de eco.

Los datos V.29 de la salida S_{out} del compensador de eco se recuperan, almacenan y demodulan fuera de línea, analizándose entonces el fichero recuperado C. Los datos de la salida R_{out} del compensador de eco se descartan (en el supuesto de que no se hayan producido degradaciones).

Nótese que en la última versión de T.30, se especifica un tono de protección de eco (EPT, *echo protect tone*) para todas las transmisiones V.29 (datos TCF y de imágenes). La señal EPT estaba originalmente destinada "a evitar" los supresores de eco y prevenir la aparición de recorte inicial de los datos TCF y de imágenes. En el caso de los compensadores de eco, ello permite abrir el NLP antes de la transmisión de datos TCF o de imágenes para evitar su corrupción. Sin embargo, muchas de las implementaciones facsímil actuales no implementan la señal EPT, por lo que no se ha incluido en esta prueba. En este sentido, esta prueba representa por tanto un escenario de caso peor.

El NLP debe estar activado durante esta prueba. Nótese que algunos compensadores de eco desactivan automáticamente el NLP cuando detectan una llamada facsímil.

Fichero A de datos

En el cuadro siguiente todos los datos están en formato hexadecimal. La bandera inicial se repite 37 veces.

Bandera	Campo de dirección HDLC	Campo de control HDLC	Campo de control MCF	Secuencia de verificación de trama	Bandera
7E	FF	C8	B1	D4, 07	7E

Fichero B de datos

El fichero B de datos está incluido en el siguiente CD-ROM del UIT-T:

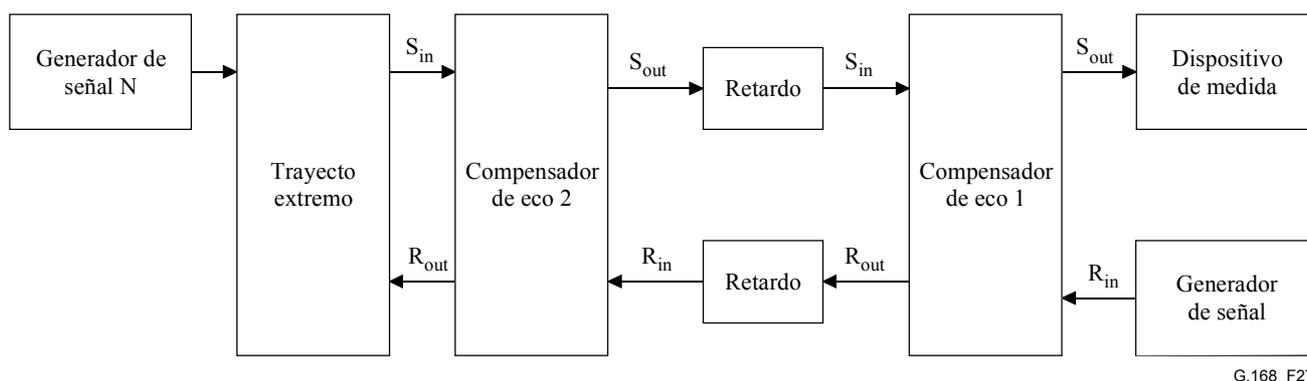
- Recomendación UIT-T T.24 (1998), *Conjunto normalizado de imágenes digitalizadas*, Documento 1, carta "slerexe".

Requisito

El objetivo es comparar los resultados obtenidos, primero con el compensador de eco desactivado y posteriormente con el mismo activado. Los requisitos necesitan estudios adicionales y deberán estar basados en la comparación entre los ficheros B y C.

6.4.2.12 Prueba N.º 11 – Prueba de compensadores de eco en cascada (queda en estudio)

En estudio. Para un análisis más detallado sobre este asunto, véase el apéndice I.



G.168_F27

Figura 27/G.168 – Configuración de la prueba N.º 11

6.4.2.13 Prueba N.º 12 – Prueba del eco acústico residual (queda en estudio)

En estudio. Para un análisis más detallado sobre este asunto véanse I.6.3, I.6.3.1 y la Rec. UIT-T G.161. Esta prueba tiene por objeto verificar la calidad de funcionamiento del compensador de eco en presencia de eco acústico residual y asegurar que su calidad de funcionamiento con eco eléctrico no resulta excesivamente degradada en presencia de eco acústico.

6.4.2.14 Prueba N.º 13 – Calidad de funcionamiento con codificadores UIT-T de baja velocidad en el trayecto del eco (facultativo, en estudio)

Esta prueba tiene por objetivo asegurar que los compensadores de eco no degradarán la calidad de funcionamiento de la red cuando se incluye un codificador cualquiera UIT-T de baja velocidad en el trayecto del eco del compensador de eco. El usuario debe probar el compensador de eco utilizando los codificadores UIT-T de baja velocidad que pueden existir en el trayecto del eco del compensador de eco en la red del usuario. Para un análisis más detallado sobre codificadores UIT-T

de baja velocidad y las no linealidades del trayecto del eco véanse I.5.3, I.5.4 y la Rec. UIT-T G.161.

El método de prueba consiste en situar el compensador de eco en la configuración de prueba de la figura 28. Las pruebas 2A y 2B se realizan con el compensador de eco desactivado, y la calidad de funcionamiento se registra como valor de referencia. Se repiten entonces las pruebas 2A y 2B con el compensador de eco activado.

El efecto de la existencia de codificadores de baja velocidad en el trayecto del eco sobre la calidad de funcionamiento de la conversación requiere estudios adicionales.

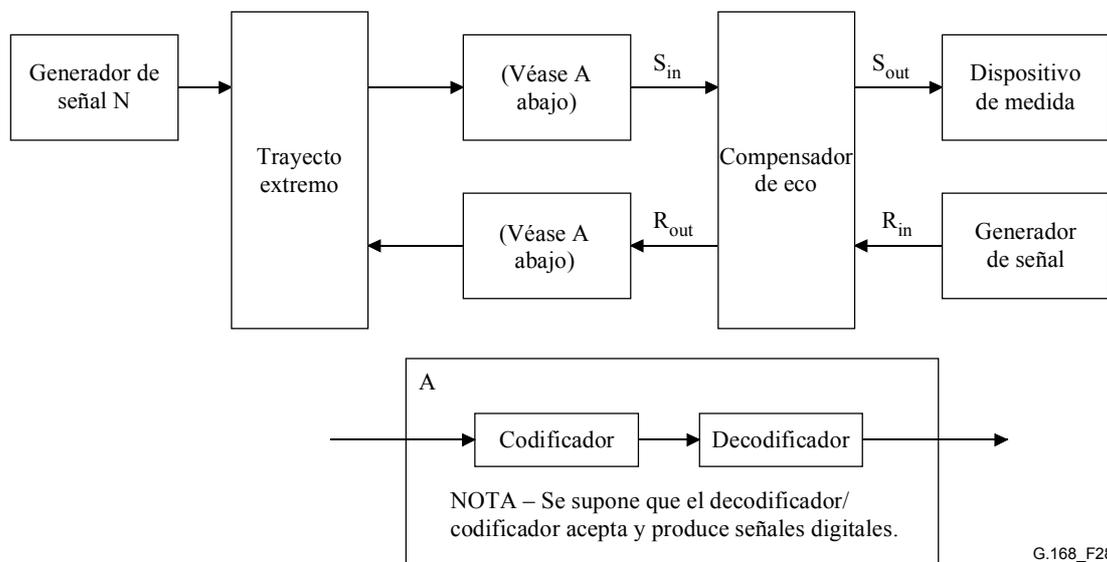


Figura 28/G.168 – Configuración de la prueba N.º 13

Requisito

Para los codificadores UIT-T identificados, la potencia de eco residual medida con el compensador de eco activado debe ser igual o menor que el valor de referencia medido con el compensador de eco desactivado. Además, no se permiten crestas (véase 6.4.1.2.2) que superen en 5 dB el nivel de eco devuelto medido. Los codificadores a los que resulta aplicables esta prueba deben ser identificados por el usuario.

NOTA – Esta prueba incluye un trayecto de eco no lineal. Para un análisis más detallado sobre este asunto véanse I.5.3, I.5.4, I.6.3 y la Rec. UIT-T G.161.

6.4.2.15 Prueba N.º 14: Calidad de funcionamiento con módems de datos de baja velocidad de la serie V

Esta prueba tiene por objetivo asegurar que los compensadores de eco no perjudican la calidad de funcionamiento de los módems de baja velocidad de la serie V (< 9,6 kbit/s), señales de datos que vienen precedidas por un tono CED de 2100 Hz (sin inversiones de fase como se especifica en la Rec. UIT-T V.25), incluidos los módems V.22 *bis* y los teléfonos de texto tal como se especifica en los anexos A-G de la Rec. UIT-T V.18. La tasa de errores en los bits se mide con los compensadores de eco funcionando en una red simulada con módems de baja velocidad.

El compensador de eco se sitúa tal como se indica en la configuración de prueba de la figura 29. El registro H se libera, el NLP se activa y los módems comienzan el acondicionamiento. Los módems se mantienen en funcionamiento durante un periodo mínimo de tres minutos. Las pruebas se repiten con los compensadores de eco activados y desactivados, midiéndose la tasa de errores en los bits.

Las Administraciones deben realizar una selección específica del módem o módems que se desean probar, en función de cuáles son los tipos más críticos y los más abundantes en la red. Cuando se dispone la prueba, las líneas artificiales a dos hilos y las híbridas deben simular la gama real de trayectos de eco que se desea cubra el compensador de eco en prueba.

Para la híbrida esto significa una especificación de la red de equilibrado equivalente.

NOTA – En la figura 11/Q.552 se muestran ejemplos típicos de redes de equilibrado.

En lo que respecta a la línea artificial, esto significa una especificación de los parámetros fundamentales del cable, por ejemplo, ohms/km y nF/km para cables no cargados. La longitud de las líneas artificiales debe ser variable. Las pruebas deben incluir longitudes mínimas y máximas, así como la longitud para la cual se obtiene la mayor atenuación de eco ponderada, calculada según la Rec. UIT-T G.122.

La forma de disponer la híbrida y la línea artificial debe ser la misma en ambos lados de la configuración de prueba.

Requisitos

Los valores prefijados deben ser los siguientes:

R1, R2 = 6 dB para simular atenuación de acceso y de egreso.

T1 = 3 dB a 9 dB (3 dB es el nivel nominal, 9 dB simula una desviación de nivel de 6 dB).

T2 = 3 dB.

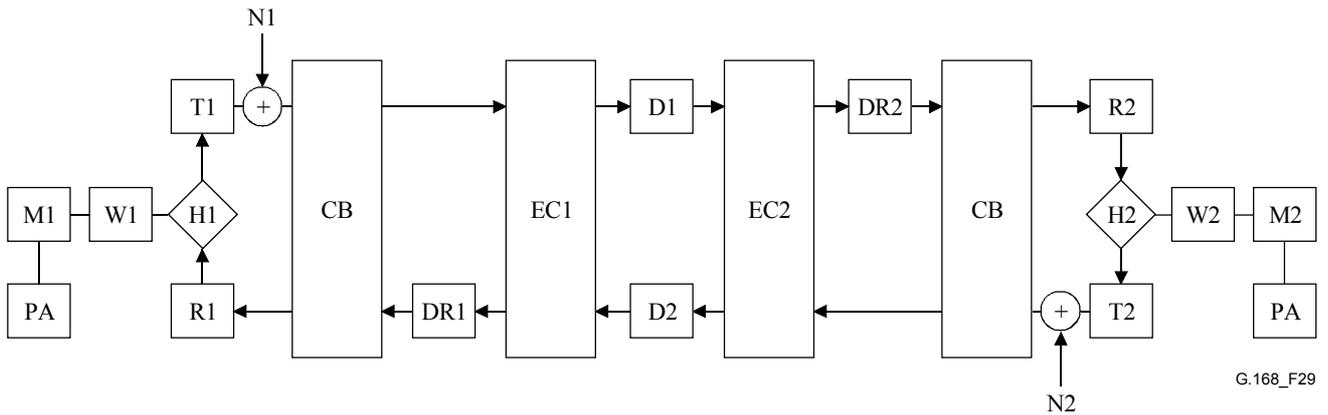
DR1, DR2 = retardo del trayecto del eco $\leq \Delta$ ms.

M1, M2 = los niveles de transmisión de datos de los módems deben de estar entre -8 dBm y -20 dBm.

N1, N2 = fijado para obtener relaciones señal a ruido no inferiores a 25 dB y ningún ruido.

D1, D2 = fijado para obtener un retardo de ida y vuelta de hasta 520 ms, con D1 = D2.

Con el registro H puesto inicialmente a cero y el NLP activado, para las condiciones especificadas anteriormente el porcentaje de errores en los datos no debe aumentar cuando el compensador de eco se activa, en comparación con el caso en que dicho compensador se encuentra desactivado, cuando se intercambian datos entre los dos terminales durante un periodo de al menos tres minutos.



CB	Banco de canales (<i>channel bank</i>)	N1, N2	Generador de ruido
D1, D2	Retardo de larga distancia	PA	Analizador de protocolos (<i>protocol analyzer</i>)
DR1, DR2	Retardo del trayecto del eco	R1, R2	Atenuador de recepción
EC1, EC2	Compensador de eco	T1, T2	Atenuador de transmisión
H1, H2	Híbrida	W1, W2	Simulador de línea
M1, M2	Módem en pruebas		

Figura 29/G.168 – Configuración de la prueba N.º 14

6.4.2.16 Prueba N.º 15 – Prueba del desplazamiento de modulación por impulsos codificados MIC (opcional)

Esta prueba tiene por objetivo asegurar que el compensador de eco funcionará adecuadamente en presencia de un desplazamiento MIC en la señal de voz aplicada sobre S_{in} o en la señal de conversación aplicada sobre R_{in} .

El desplazamiento MIC es un nivel de señal continua fija, no deseada, en la señal S_{in} en relación con la señal R_{out} , o en la señal R_{in} en relación consigo misma. Puede estar causada por algunos equipos de red, tales como convertidores A/D, y puede causar la degradación de la calidad de funcionamiento del compensador de eco y de otros equipos de procesamiento de señal. El método consiste en:

Parte 1

Se aplica un error de desplazamiento MIC a la señal S_{in} en relación con la señal R_{in} tal como se indica en la figura 30. Dependiendo de las preferencias de los usuarios, el desplazamiento MIC puede inyectarse en el punto A – el dominio lineal, o en el punto B – el dominio de la ley A/μ .

NOTA 1 – La inyección de un desplazamiento en el punto B no es una operación lineal.

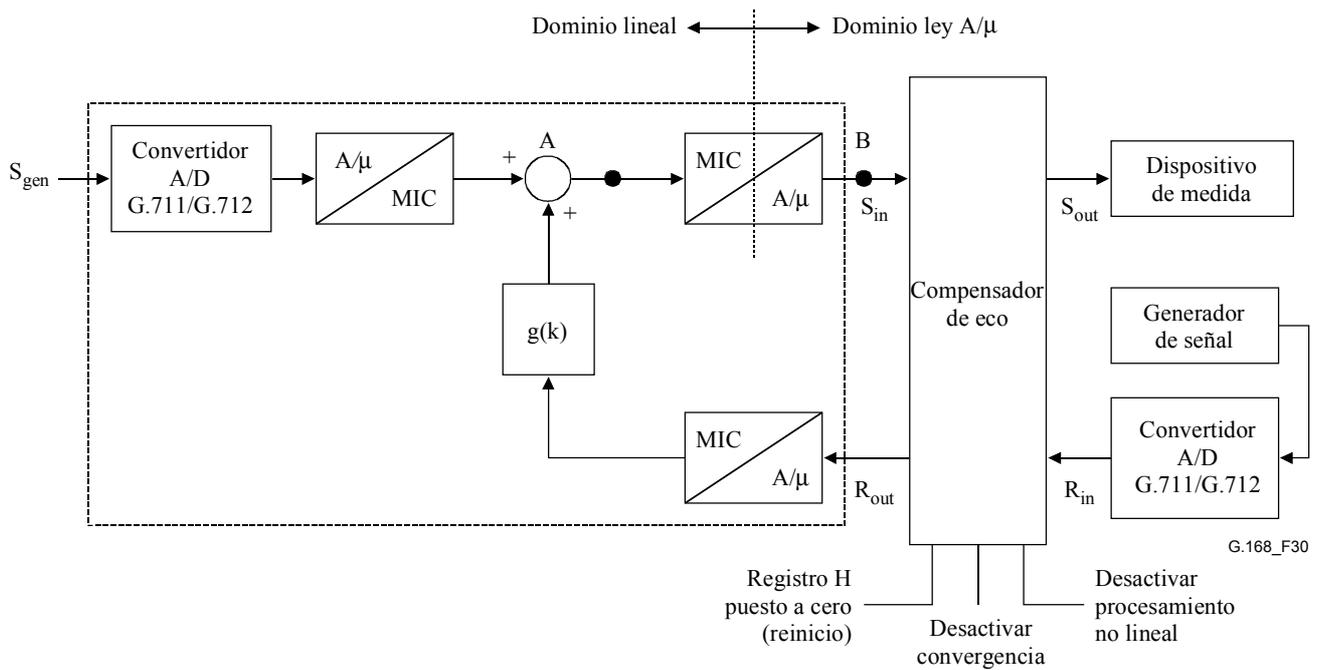


Figura 30/G.168 – Configuración de prueba para la prueba del desplazamiento MIC en S_{in}

Parte 2

Se aplica un error de desplazamiento MIC a la señal R_{in} , tal como se indica en la figura 31. Dependiendo de las preferencias de los usuarios, el desplazamiento MIC puede inyectarse en el punto A – el dominio lineal, o en el punto B – el dominio de la ley A/μ.

NOTA 2 – La inyección de un desplazamiento en el punto B no es una operación lineal.

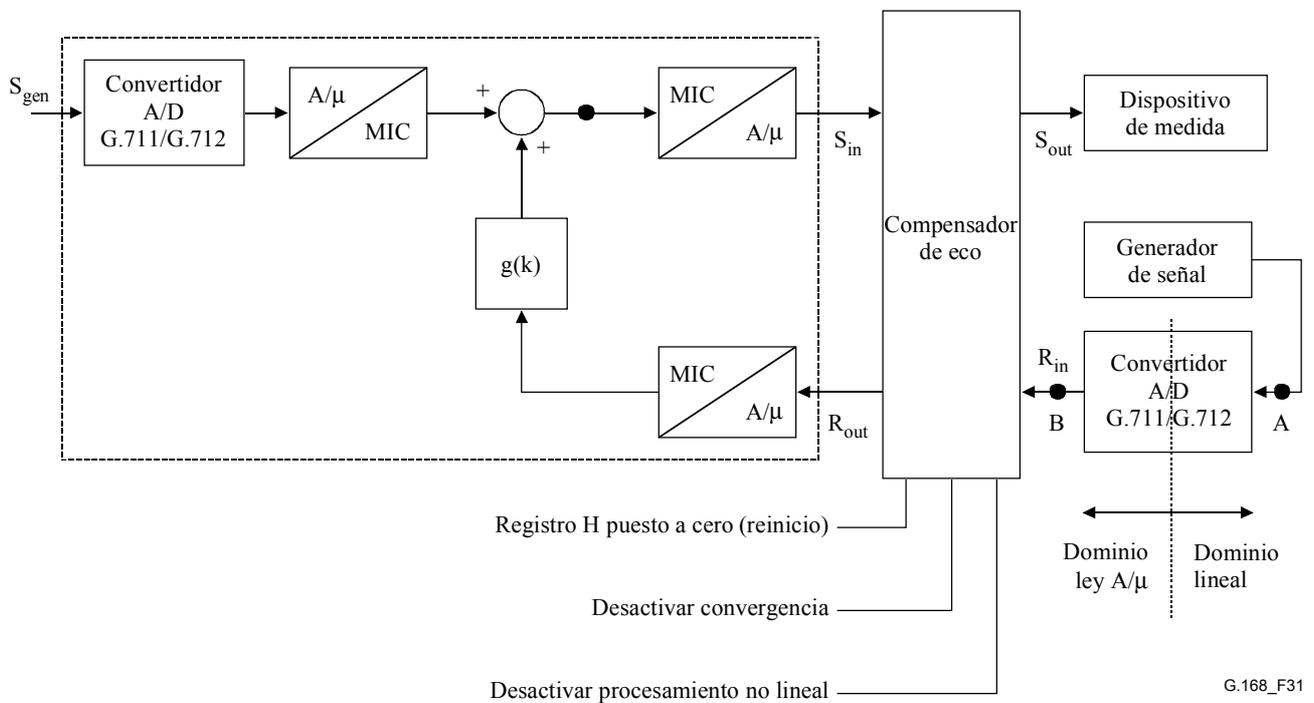


Figura 31/G.168 – Configuración de prueba para la prueba del desplazamiento MIC en R_{in}

El nivel en R_{in} que exige la prueba es $L_{Rin,act}$. Es la medida del nivel de señal obtenida utilizando el método RMS exclusivamente sobre la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo la pausa de CSS) tal como se describe en 6.4.1.2.

Requisito

Para las dos partes 1 y 2 anteriores, con el registro H puesto inicialmente a cero, o alternativamente, con un trayecto de eco abierto con $S_{in} = 0$, el contenido del registro H converge y se desactiva la adaptación, inyectándose un desplazamiento en corriente continua en el punto A o en el punto B de las figuras 30 y 31, con un nivel de -40 dBm0. Con el NLP desactivado, para todos los valores $L_{Rin,act} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0 y para todos los valores de $ERL \geq 6$ dB, y un retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida $L_{Rin,act} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual a la que se muestra en la figura 12. El nivel en S_{out} debe medirse con un medidor que cumpla las características indicadas en 6.4.1.2.1. Además, no se permiten crestas (véase 6.4.1.2.2) que superen en 5 dB los requisitos de la figura 11.

La variable $L_{Rin,act} - L_{RES}$ de la figura 12 puede ser sustituida por la variable $L_{Sin} - L_{Sout} + ERL$, donde L_{Sin} y L_{Sout} son los niveles de S_{in} y de S_{out} respectivamente. Los niveles de señal L_{Sin} y L_{Sout} se miden con el dispositivo de medida indicado en 6.4.1.2.1, y deben estar sincronizados. El valor de ERL es el elegido para la prueba. Este método puede utilizarse también para observar la convergencia como una función continua con el tiempo.

NOTA 3 – El método del párrafo precedente tiene en cuenta cualquier dispersión en el trayecto del eco, pero no la dispersión que pueda existir entre los puertos S_{in} y S_{out} del compensador de eco.

NOTA 4 – Como el dispositivo de medida de nivel incluye un filtro paso banda, esta prueba no implica que el compensador de eco deba eliminar el desplazamiento en corriente continua.

NOTA 5 – Esta prueba incluye un trayecto de eco no lineal. Para un análisis más detallado sobre este asunto véase I.5.3, I.5.4 y la Rec. UIT-T G.161.

7 Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco

7.1 Consideraciones generales

Los compensadores de eco objeto de esta Recomendación deben estar equipados con un detector de tonos que cumpla lo establecido en esta cláusula. Este detector de tonos sólo debe neutralizar el compensador de eco tras la detección de una señal consistente en un tono de 2100 Hz con inversiones de fases periódicas insertadas en el mismo, y no debe neutralizarlo con ninguna otra señal dentro de banda, por ejemplo, con conversación o con un tono de 2100 Hz sin inversiones de fase. El neutralizador por tono debe detectar y responder a una señal de neutralización que puede estar presente en el trayecto de emisión o de recepción.

Para mejorar el funcionamiento del compensador de eco con señales de fax y datos de banda vocal de baja velocidad, puede que convenga que algunos compensadores de eco neutralicen el procesador no lineal (NLP) cuando se produzcan esas llamadas. En este caso, el compensador de eco puede detectar opcionalmente cualquier tono de 2100 Hz sin inversiones de fase. Si se detecta un tono de 2100 Hz sin inversión de fase, el compensador de eco deberá permanecer activado, y el NLP puede ser, opcionalmente, desactivado. Las características de frecuencia del detector de tono se dan en la figura 32. Las características del neutralizador por tono especificadas en 7.4 a 7.9 se aplican también a este detector neutralizador de NLP. Es de destacar que si el tono de 2100 Hz contiene inversiones de fase, el compensador de eco deberá ser neutralizado como se indica en otro lugar de la presente cláusula.

En esta cláusula, el término neutralizado (o desactivado, inhibido) se refiere a una condición en la cual el compensador de eco está configurado de forma tal que ya no modifica las señales que pasan

a través del mismo en uno u otro sentido. En tal condición, no se sustrae del trayecto emisión una estimación de eco, el procesador no lineal se hace transparente, y el retardo a través del compensador de eco sigue cumpliendo las condiciones especificadas en 6.4.1. Sin embargo, no debe suponerse que existe relación alguna entre las condiciones del circuito antes y después de la neutralización. La respuesta impulsiva almacenada en el compensador de eco antes de la convergencia (y antes del envío del tono de neutralización) es arbitraria. Esto puede dar lugar a trayectos de eco adicionales aparentes que, en ciertas implementaciones de los compensadores de eco, permanecen inalterados hasta que se detecta el tono de neutralización. Obsérvese también que podría haber supresores de eco en el mismo circuito, no existiendo una relación especificada entre su retardo en los estados activado y neutralizado o desactivado. A pesar de lo anterior, es posible, por ejemplo, medir el retardo de ida y retorno de un circuito con el tono de neutralización, pero se debe utilizar el flanco posterior de la ráfaga de tonos y debe disponerse de tiempo suficiente para que todos los dispositivos queden neutralizados antes de que termine el tono de neutralización y comience la temporización.

Debe observarse que, cuando esté neutralizado, el compensador de eco debe proporcionar integridad en la secuencia de bits a 64 kbit/s.

7.2 Características del detector

El detector de tono deberá detectar un tono en la gama de frecuencias de $2100 \text{ Hz} \pm 21 \text{ Hz}$ (véase la Rec. UIT-T V.21). La anchura de banda del canal de detección habrá de elegirse lo suficientemente ancha como para abarcar este tono (y posiblemente otros tonos neutralizadores utilizados en las redes nacionales). Al mismo tiempo, la anchura de banda del canal de detección deberá ser tal que, junto con la acción de guarda y la temporización, proporcione una protección adecuada frente al funcionamiento erróneo del detector provocado por señales vocales. La sensibilidad del canal del detector (nivel de umbral) deberá permitir al detector funcionar con la potencia más baja que previsiblemente pueda tener el tono neutralizador. Las características de banda que se muestran en la figura 32 permitirán neutralizar con el tono neutralizador de 2100 Hz y con otros tonos utilizados en Norteamérica. La figura indica que en la bandas de frecuencias de 2079 Hz a 2121 Hz, la detección **debe** ser posible, mientras que en la banda de 1900 Hz a 2350 Hz, la detección **puede** ser posible.

Si a nivel internacional sólo se utiliza el tono neutralizador de 2100 Hz recomendado, se evitará la interferencia con los equipos de señalización.

La gama dinámica de este detector debe estar en armonía con los niveles de entrada especificados en la Rec. UIT-T V.2, previéndose márgenes para la variación introducida por la red telefónica pública con conmutación.

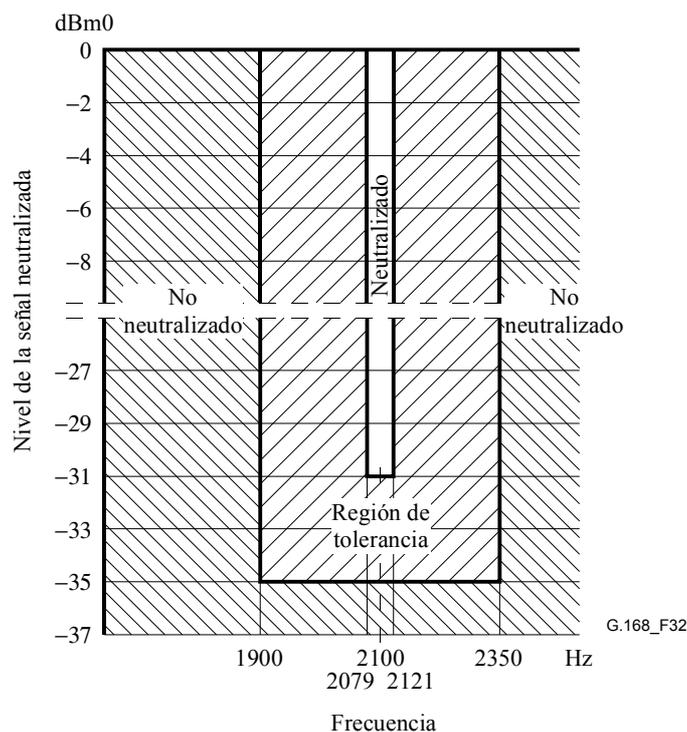


Figura 32/G.168 – Características de la banda de neutralización requeridas

7.2.1 Detección de la inversión de fase

El neutralizador por tono del compensador de eco debe detectar un tono de 2100 Hz con inversiones de fase periódicas cada 450 ± 25 ms. Las características de la señal transmitida se definen en las Recomendaciones UIT-T V.25 y V.8. Deben detectarse las variaciones de fase en el margen de $180^\circ \pm 25^\circ$, mientras que no deben ser detectadas las que tienen lugar en el margen de $0^\circ \pm 110^\circ$. Esta restricción tiene por objetivo minimizar la probabilidad de una falsa neutralización del compensador de eco debido a corrientes de conversación y a cambios de fase inducidos por la red. El rango de $\pm 110^\circ$ representa el desplazamiento de fase aproximado causado por un único desplazamiento de trama en un sistema MIC.

7.3 Características de la banda de guarda

La energía contenida en la banda de frecuencias vocales fuera de la banda de neutralización debe utilizarse evitando que se produzca la neutralización y que las señales vocales no provoquen el funcionamiento intempestivo del neutralizador por tono. La banda de guarda debe ser lo suficientemente ancha y la sensibilidad ser tal que pueda aprovecharse la energía de las frecuencias vocales exteriores a la banda de neutralización. La sensibilidad y la forma de la banda de guarda no deben ser tales que el nivel máximo de ruido de circuito en reposo o activo impida la neutralización. En el establecimiento del requisito se utiliza ruido blanco para simular la señal de conversación y el ruido del circuito. El requisito es el siguiente:

Se aplica ruido blanco (en una banda de aproximadamente 300-3400 Hz) al neutralizador por tono al mismo tiempo que una señal de 2100 Hz, cuyo nivel es 3 dB superior al nivel umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda. La energía del ruido blanco necesario para inhibir la neutralización no debe ser superior a la de la señal de 2100 Hz, ni 5 dB inferior a la misma. Conforme se aumenta el nivel de la señal de 2100 Hz progresivamente hasta niveles situados 30 dB por encima del nivel umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda,

el nivel de energía del ruido blanco necesario para inhibir la neutralización siempre debe ser inferior al nivel de la señal de 2100 Hz. Este requisito, junto con los requisitos de tolerancia del ruido de 7.3.1 se ilustran en la figura 33.

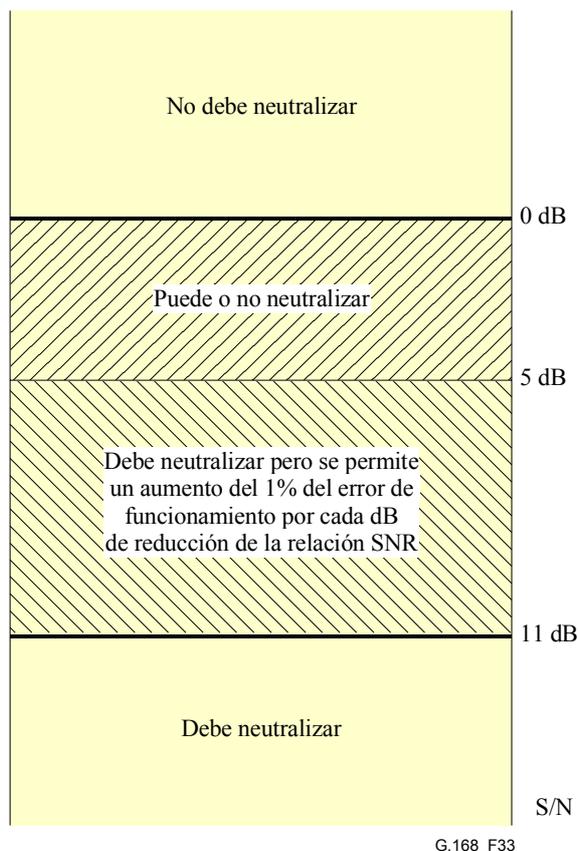


Figura 33/G.168 – Requisitos de la banda de guarda y de la tolerancia al ruido

NOTA – Se ha tenido en cuenta la posibilidad de interferencia durante el periodo de detección de inversiones de fase. Una fuente potencial de interferencia es la presencia del tono de llamada que se especifica en la Rec. UIT-T V.25. Si el tono de llamada interfiere la detección de la inversión de fase, se reinicia toda la secuencia de detección de neutralización, pero solamente una vez. La Rec. UIT-T V.25 asegura al menos un segundo de reposo entre ráfagas de tonos de llamada.

7.3.1 Tolerancia al ruido

El detector debe funcionar correctamente en presencia de ruido blanco de un nivel inferior o igual a 11 dB por debajo del nivel de la señal a 2100 Hz. Dadas las variaciones de los equipos de prueba utilizados, no pueden ofrecerse directrices definitivas para la gama comprendida entre 5 y 11 dB debido a las variaciones del equipo de prueba utilizado. En particular, la calidad de funcionamiento puede variar en función de la relación entre el valor de cresta y el valor medio del generador de ruido utilizado. No obstante, como orientación general, el porcentaje de funcionamiento correcto (detección de variaciones de fase de $180^\circ \pm 25^\circ$ y no detección de variaciones de fase de $0^\circ \pm 110^\circ$) no debe descender en más de 1% por cada dB de reducción que sufra la relación señal/ruido por debajo de 11 dB. Debe señalarse que es posible diseñar un detector que pueda funcionar perfectamente con una relación señal/ruido de 5 dB.

7.4 Características de la banda de mantenimiento de la neutralización

El detector de tono, después de neutralizar el NLP o el compensador de eco, deberá mantener el NLP o el compensador de eco en estado neutralizado para tonos en la gama de frecuencias que se especifica a continuación. La sensibilidad de liberación debe permitir que se mantenga la neutralización para las señales de datos de más bajo nivel previstas, pero ha de ser tal que el detector se libere con el nivel máximo de ruido de circuito en reposo u ocupado. De ahí la condición siguiente:

El detector de tono deberá mantener el NLP o el compensador de eco en estado neutralizado para cualquier señal sinusoidal monofrecuencia en la banda de 390 a 700 Hz con un nivel de -27 dBm0 o superior, y en la banda de 700 a 3000 Hz con un nivel de -31 dBm0 o superior. El neutralizador por tono deberá liberarse con cualquier señal de la banda de 200 a 3400 Hz, con un nivel de -36 dBm0 o inferior.

7.5 Tiempo de funcionamiento

Este tiempo debe ser suficientemente largo como para ofrecer protección contra el funcionamiento intempestivo causado por señales vocales, pero no tan largo que extienda innecesariamente el tiempo requerido para efectuar la neutralización. El neutralizador por tono debe funcionar en el plazo de un segundo a partir del instante de la recepción de la señal de neutralización. Un tiempo de funcionamiento de un segundo permite la detección del tono de 2100 Hz y asegura que tendrán lugar dos inversiones de fase.

7.6 Funcionamiento intempestivo debido a corrientes vocales

Es conveniente que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente de forma muy ocasional por las corrientes vocales. A este fin, un objetivo razonable para un compensador de eco instalado en un circuito en servicio es que las señales vocales normales no causen por término medio más de 10 situaciones intempestivas por cada 100 horas de conversación. Además de la protección contra periodos de silencio debida a la anchura de banda del canal de neutralización, a la banda de guarda y al tiempo de funcionamiento, la protección contra los periodos de silencio también se obtiene con un nuevo ciclo de temporización. En otros términos, si la señal de conversación que simula la señal de neutralización se interrumpe a causa de los periodos de separación de las sílabas antes de que haya tenido lugar la neutralización, el mecanismo de temporización debe volver a cero. Sin embargo, en ausencia o cambio momentáneo de nivel de la señal de neutralización, la señal de temporización no debe volver a cero.

7.7 Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos

Es conveniente que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente de forma muy ocasional por señales de datos procedentes de equipos de datos que pudieran verse negativamente afectados por la neutralización del compensador de eco. Un objetivo razonable a estos efectos, es que un compensador de eco instalado en un circuito en funcionamiento no sufra, en promedio, más de 10 maniobras intempestivas por cada 100 horas de transmisión de datos causadas por las señales de datos habituales procedentes de dichos equipos de datos.

A tal fin, los circuitos electrónicos del neutralizador por tono de referencia descrito en el anexo B/G.165, que cumple los requisitos anteriores, quedan inoperantes si se detecta un segundo de inactividad del tono de 2100 Hz (es decir, sin inversiones de fase u otra interferencia). El circuito detector permanece inoperante durante la transmisión de datos y solamente vuelve a estar operativo 250 ± 150 ms después de que la señal en la banda de mantenimiento de la neutralización caiga al menos 3 dB por debajo de la sensibilidad de mantenimiento máxima. Se minimiza así la posibilidad

de una desactivación inadvertida del compensador de eco durante la transmisión facsímil o de datos en banda vocal a baja velocidad ($< 9,6$ kbit/s).

7.8 Tiempo de liberación

El neutralizador no debe liberarse en caso de interrupciones de la señal de duración inferior al valor recomendado por el UIT-T, es decir, 100 ms. Para que en caso de una neutralización accidental de la conversación, el perjuicio sea mínimo, el neutralizador debe liberarse en un plazo de 250 ± 150 ms después de que el nivel de una señal situada en la banda de mantenimiento de la neutralización caiga por lo menos 3 dB por debajo de la sensibilidad máxima de mantenimiento en ambos sentidos de transmisión de las señales.

7.9 Otras consideraciones

Tanto el eco del tono de neutralización como el eco del tono de llamada pueden perturbar la detección del tono de neutralización del compensador de eco. Por esta razón, no es recomendable sumar las entradas de las señales en recepción y emisión para formar una entrada a un solo detector.

Debe prestarse especial atención al número de inversiones de fase requeridas para la detección del tono de neutralización. Algunas Administraciones son partidarias de una sola inversión, para aumentar la probabilidad de detección incluso en presencia de deslizamientos, ruido impulsivo, y una baja relación señal/ruido. Otras Administraciones son partidarias de que haya dos inversiones de fase para aumentar la probabilidad de distinguir correctamente entre tonos de 2100 Hz que no han experimentado y aquéllos que sí han experimentado inversiones de fase, y para reducir la probabilidad de una falsa activación del neutralizador por tono debida a señales de datos o de conversación.

8 Procesadores no lineales para su utilización en compensadores de eco

8.1 Ámbito de aplicación

A los fines de esta Recomendación, el término "procesador no lineal" (NLP) se refiere solamente a los dispositivos caracterizados por la definición que figura en 3.19 y que han resultado eficaces en los compensadores de eco. Tales procesadores no lineales pueden implementarse de diferentes maneras (a título de ejemplo se citan los recortadores del centro de señales) y tener características de funcionamiento fijas o adaptativas, pero no se formula recomendación alguna sobre una implementación particular. En 8.2 se indican principios y directrices generales. Una información más detallada y concreta hay que buscarla en implementaciones específicas. Esto se hace en el anexo B para el caso particular de un "procesador no lineal de referencia". Con este término se ha querido indicar una implementación sólo destinada a la orientación e ilustración. No excluye otras implementaciones, ni tampoco implica que el procesador no lineal de referencia sea, necesariamente, la implementación más apropiada por cualesquiera razones técnicas, operacionales o económicas.

8.2 Principios generales y directrices

8.2.1 Función

8.2.1.1 Consideraciones generales

El procesador no lineal está situado en el trayecto de emisión entre la salida del substractor y el puerto de salida de emisión del compensador de eco. Desde el punto de vista conceptual, es un dispositivo que bloquea las señales de bajo nivel y deja pasar las de alto nivel. Tiene por función reducir el nivel de eco residual (L_{RES} , definido en 3.22) que queda después de una compensación

imperfecta del eco del circuito, de manera que pueda conseguirse que el nivel de eco devuelto (L_{RET} , definido en 3.23) tenga el bajo valor requerido.

8.2.1.2 Calidad de funcionamiento

Una compensación imperfecta puede deberse a que los compensadores de eco conformes a esta Recomendación pueden no ser capaces de modelar adecuadamente trayectos de eco que generan niveles apreciables de distorsión no lineal (véase la Rec. UIT-T G.161). Tal distorsión puede producirse, por ejemplo, en redes conformes a la Rec. UIT-T G.113, en las cuales se permiten hasta cinco pares de códecs MIC (conformes a la Rec. UIT-T G.712) en un trayecto del eco. La distorsión de cuantificación acumulada introducida por estos códecs puede impedir al compensador de eco obtener el L_{RET} necesario exclusivamente mediante técnicas de compensación lineales. Se recomienda, por tanto, que todos los compensadores de eco capaces de modelar solamente los componentes lineales de los trayectos de eco, pero que están destinados al uso en la red general, incorporen procesadores no lineales adecuados. En determinados entornos de red con bajos retardos o con una elevada atenuación del eco (ERL), es posible neutralizar el procesador no lineal de un compensador de eco con una atenuación reforzada del eco (ERLE) suficientemente alta. Ello puede dar lugar, en general, a una mejor calidad de la conversación, ya que los procesadores no lineales pueden, a veces, causar una degradación de la señal de conversación.

8.2.1.3 Limitaciones

Esta utilización de los procesadores no lineales representa una solución de compromiso en cuanto a la transparencia de circuito que sería posible obtener con un compensador de eco que pudiera lograr el L_{RET} necesario utilizando solamente técnicas de modelado y compensación. Lo ideal sería que el procesador no lineal no introdujera distorsión en las señales vocales en el extremo compensado. En los dispositivos reales, es posible que no se consiga aproximarse suficientemente a este ideal, y en tal caso se recomienda que los procesadores no lineales no estén activos en condiciones de habla simultánea o de monólogo en el extremo compensado. De aquí que no se deba depender excesivamente del procesador no lineal y que el L_{RES} deba ser lo suficientemente bajo para evitar que se produzcan ecos objetables en condiciones de habla simultánea.

8.2.1.4 Transmisión de datos

Los procesadores no lineales pueden afectar la transmisión de datos a través de un compensador de eco activado. Este aspecto queda en estudio.

8.2.2 Umbral de supresión

8.2.2.1 Consideraciones generales

El nivel umbral de supresión (T_{SUP} , *suppression threshold level*) de un procesador no lineal se expresa en dBm0 y es igual al nivel más alto de una señal sinusoidal en el momento preciso en que es suprimida. Pueden utilizarse umbrales de supresión fijos o adaptativos.

8.2.2.2 Umbral de supresión fijo

Cuando se emplea un umbral de supresión fijo, el nivel apropiado que ha de utilizarse dependerá de la compensación conseguida y de las características de los niveles de conversación y de las condiciones de línea que se dan en la red en la que se utiliza el compensador de eco. Se encuentran en estudio valores de niveles de umbrales de supresión fijos. Véanse las Notas 1 y 2.

NOTA 1 – Se sugiere que, como orientación provisional, el umbral de supresión se fije algunos dB por encima del nivel para el cual serían suprimidas las *crestas* de L_{RES} para un "locutor de 2s" y una "atenuación de retorno del eco de 2s".

NOTA 2 – Los resultados de una prueba práctica realizada por una Administración indican que se consiguió una calidad de funcionamiento satisfactoria con un umbral de supresión fijo de -36 dBm0. Un estudio teórico, realizado por otra Administración, de un trayecto del eco que contiene cinco pares de códecs MIC muestra que con un L_{Rin} de -10 dBm0, el ruido de cuantificación podría dar lugar a un L_{RES} de -38 dBm0.

8.2.2.3 Umbral de supresión adaptativo

Puede obtenerse una buena solución de compromiso utilizando un T_{SUP} elevado para evitar que sea rebasado por un eco residual de una persona que habla alto, y utilizando un T_{SUP} bajo para reducir la distorsión de la conversación al producirse una intervención, haciendo que el T_{SUP} se adapte a las condiciones de circuito y a los niveles de conversaciones reales. Esto puede conseguirse de diversas maneras y no se recomienda una implementación particular. Se encuentran en estudio principios generales aplicables al algoritmo de control y a los umbrales de supresión.

8.2.3 Control de la activación del procesador no lineal

8.2.3.1 Consideraciones generales

De acuerdo con lo recomendado en 8.2.1.3, es necesario controlar la activación del procesador no lineal de modo que no esté activo cuando sea probable que haya señales vocales en el extremo compensado. Cuando el procesador no lineal está "activo", deberá funcionar tal como está concebido para reducir el L_{RES} . Cuando está "inactivo", no debe realizar ningún tratamiento no lineal de ninguna señal que atraviese el compensador de eco.

8.2.3.2 Orientaciones sobre el control

Se recomienda que el control de la activación de los procesadores no lineales se base en los dos principios siguientes. En primer lugar, puesto que tienen por objeto reducir aun más el L_{RES} , deben estar activos cuando L_{RES} tenga un nivel apreciable. Segundo, puesto que no deben deformar las señales de conversación en el extremo compensado, deben estar inactivos en presencia de señal de conversación en el extremo compensado. Cuando estos dos principios estén en contradicción, la función de control deberá favorecer el segundo de ellos.

8.2.3.3 Características estáticas

El diagrama conceptual de los dos estados operacionales de un procesador no lineal se muestra en la figura 34. El plano L_{Sin} L_{Rin} está dividido en dos regiones W y Z, por el umbral WZ (T_{WZ} , *threshold WZ*). En la región W, el procesador no lineal está inactivo, y en la región Z está activo. Para controlar debidamente el procesador no lineal y asegurar la operación en la región apropiada es necesario el reconocimiento de la condición de habla simultánea o de la presencia de señales de conversación en el extremo compensado. Una detección imperfecta de habla simultánea, combinada con un alto nivel del umbral de supresión tendrá por consecuencia distorsión de las señales vocales en el extremo compensado. En esta situación, el compensador de eco presentará algunas de las características de un supresor de eco. Un nivel bajo de supresión permitirá, fácilmente, la condición de habla simultánea, aun cuando se haya producido un error de detección, porque las señales de conversación en el extremo compensado sólo sufrirán un bajo nivel de distorsión no lineal. Si el nivel umbral de la supresión es demasiado bajo, pueden oírse crestas de eco residual.

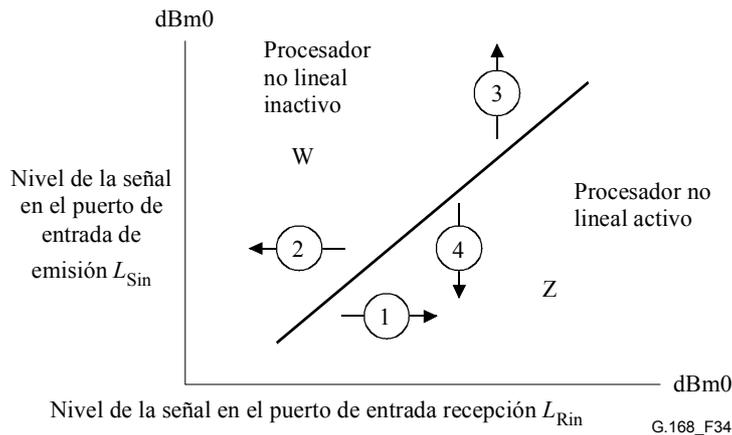


Figura 34/G.168 – Regiones de funcionamiento del procesador no lineal

8.2.3.4 Características dinámicas

Las características dinámicas pueden especificarse expresando el tiempo que transcurre entre el instante en que las condiciones de señal pasan de un punto en una zona a un punto en otra zona y el instante en que se establece el estado apropiado en la segunda zona. En la figura 34 se muestran cuatro de dichas transiciones mediante flechas.

Transición N.º 1 – W a Z, L_{Sin} constante, L_{Rin} creciente

En este caso, la señal L_{Sin} se produjo primero y L_{Rin} está creciendo hasta un nivel suficientemente alto para sobrepasar a la señal L_{Sin} en el trayecto de control y hacer que el procesador no lineal pase del estado inactivo al activo. Dado que esto causará distorsión de la señal L_{Sin} (que en este caso es la voz del extremo compensado), esta acción no debe iniciarse demasiado rápidamente.

Transición N.º 2 – Z a W, L_{Sin} constante, L_{Rin} decreciente

En este caso, la señal L_{Rin} ha sobrepasado a la señal L_{Sin} en el trayecto de control, y el procesador no lineal se encuentra en el estado activo. La señal L_{Rin} está ahora decreciendo. El procesador no lineal debe mantenerse en el estado activo durante un tiempo suficientemente largo para evitar que el eco almacenado en el trayecto del eco pueda ser percibido por el interlocutor del extremo distante.

Transición N.º 3 – Z a W, L_{Rin} constante, L_{Sin} creciente

Esta transición es una réplica del comienzo del habla simultánea. Tan pronto como se detecta la señal L_{Sin} , el procesador no lineal debe conmutarse al estado inactivo para minimizar la distorsión de la conversación procedente del extremo compensado.

Transición N.º 4 – W a Z, L_{Rin} constante, L_{Sin} decreciente

En este caso se ha reconocido L_{Sin} , pero está decreciendo. Toda acción que se ejecute debe favorecer la continuación para permitir que pase la señal L_{Sin} . Esto implica la necesidad de cierto retardo en conmutar el procesador no lineal para que vuelva al estado activo.

8.2.4 Límites de frecuencia de los trayectos de control

En estudio.

NOTA – Según la implementación particular del procesador no lineal, las consideraciones y los límites de la respuesta en frecuencia especificados en 3.2.4.2/G.164 para los trayectos de control de supresión y de intervención de los supresores de eco, pueden ser también aplicables a trayectos de control similares utilizados en procesadores no lineales. Estos trayectos de control pueden incluir el control de activación y el control del nivel de umbral de supresión adaptativo.

8.2.5 Atenuación de las señales de nivel inferior al umbral

La atenuación de las señales de un nivel inferior al umbral de supresión de un procesador no lineal en el estado activo debe ser tal que se cumplan los requisitos estipulados en 6.4.2.3.1.

8.2.6 Prueba de los procesadores no lineales

El procesador no lineal puede considerarse un caso especial de un supresor de eco destinado solamente a la supresión de las señales de bajo nivel. Los tipos de pruebas necesarias para determinar las características de funcionamiento de los procesadores no lineales son muy similares a las pruebas de los supresores de eco especificadas en la Rec. UIT-T G.164. Sin embargo, en función de la implementación específica del procesador no lineal, las transiciones entre las zonas W y Z de la figura 34 pueden no estar tan diáfananamente definidas como en el caso de los supresores de eco. Las señales observadas en el puerto de salida emisión del compensador de eco pueden sufrir distorsión durante periodos cortos cuando se producen transiciones entre las zonas de funcionamiento W y Z. Aunque la Rec. UIT-T G.164 puede utilizarse como guía para la prueba de los procesadores no lineales, podría ser necesario introducir modificaciones exclusivas en el circuito de prueba para efectuar medidas en algunas implementaciones específicas de procesadores no lineales. En concreto, se sabe que algunos compensadores de eco utilizan una técnica de procesamiento no lineal suplementaria independiente del control de activación y desactivación del NLP. Las pruebas de esta Recomendación que requieren que se neutralice el NLP no se aplican estrictamente a dichos compensadores de eco salvo que se haga alguna interpretación adicional de los resultados. El párrafo siguiente propone una técnica para identificar la presencia de dichas funciones NLP suplementarias.

8.2.6.1 Prueba de la presencia de un procesador no lineal

Se prepara la prueba N.º 2B de esta Recomendación (convergencia sin NLP). No obstante, la prueba se modifica mezclando ruido no correlado a varios niveles conocidos por debajo del eco de la CSS devuelto en el trayecto de emisión. El nivel del ruido establece un valor mínimo por debajo del cual no debe estar la suma del ruido más el eco residual debido a la compensación. La presencia de niveles de eco residuales por debajo de dicho valor inferior es una indicación de la actuación del NLP.

Anexo A

Descripción de un neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco

Se ha suprimido el anexo A de la edición de 2000. Toda la información o requisitos se han transferido a la cláusula 7 de esta Recomendación

Anexo B

Descripción de un procesador no lineal de referencia

B.1 Consideraciones generales

Este anexo, presentado sólo a título ilustrativo y no concebido como una guía de diseño detallada (véase 8.1), describe un procesador no lineal de referencia basado en conceptos simples. No obstante, se ha incluido un número suficiente de características que pueden servir de orientación para una amplia gama de posibles implementaciones. A este fin se presentan dos variantes del procesador no lineal de referencia. Ambas se basan en un recortador de centro de señales que realiza una de las dos funciones de transferencia ideal que se muestran en la figura B.1. El umbral de supresión (determinado, en este caso, por el nivel de recorte) en la primera variante es adaptativo; la adaptación se hace con referencia a L_{Rin} . El control de activación se hace con referencia a la diferencia entre L_{Rin} y L_{Sin} . En la segunda variante, el umbral de supresión es fijo. Se supone que el procesador no lineal de referencia se utiliza en un compensador de eco capaz de proporcionar una compensación de los componentes lineales de todo eco reflejado de al menos N dB. El valor de N queda en estudio.

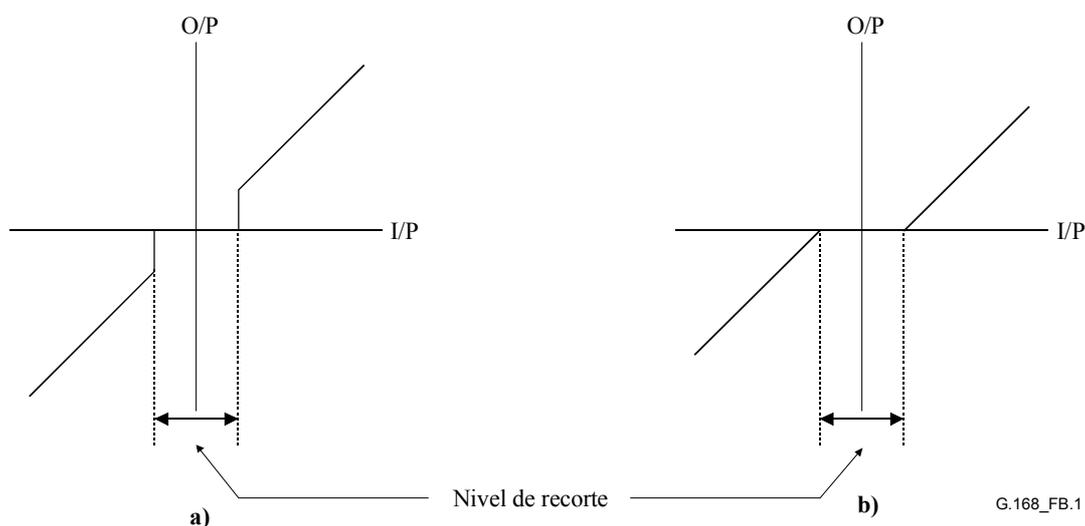


Figura B.1/G.168 – Dos ejemplos de funciones de transferencia ideal del recortador de centro de las señales

B.2 Umbral de supresión (T_{SUP})

T_{SUP} adaptativo = $(L_{Rin} - x \pm 3)$ dBm0 para $-30 \leq L_{Rin} \leq -10$ dBm0

T_{SUP} fijo = x' dBm0

NOTA – Se encuentran en estudio valores de x y x' . Se han sugerido valores de 18 para x y -36 para x' , pero es necesario confirmar que estos valores son adecuados para todas las redes.

B.3 Características estáticas del control de activación

$T_{WZ} = (L_{Rin} - y \pm 3)$ dBm0 para $-30 \leq L_{Rin} \leq -10$ dBm0

NOTA 1 – T_{WZ} se define en 8.2.3.3.

NOTA 2 – El valor de y puede ser diferente en cada variante, y queda en estudio. Los valores de x dB en el caso del T_{SUP} adaptativo y ≥ 6 dB para y en el caso del T_{SUP} fijo parecen razonables.

B.4 Características dinámicas del control de activación

Las características dinámicas del control de activación se indican en los cuadros B.1 y B.2. Véase también la figura 34.

Cuadro B.1/G.168 – Tiempos de bloqueo de los procesadores no lineales

Frontera		Señal inicial		Señal final		Valor recomendado (ms)	Prueba No. (Rec. UIT-T G.164)	Excursión (véase la figura 34)	Circuito utilizado para pruebas, figura:	Traza en el osciloscopio
		Emisión L _{Sin} (dBm0)	Recepción L _{Rin} (dBm0)	Emisión L _{Sin} (dBm0)	Recepción L _{Rin} (dBm0)					
	Fixed	-25	-10	-25	-30	15-64				
Z/W	Adaptive	-55	-20	-55	-40	Δ	5	Transition 2	14/G.164	Trace 1 and trace 2 of Figure B.3 (β)
		-40	-15	-40	-40					
-30	-5	-30	-30							
	Fixed	-15	-25	-40	-25	16-120				
W/Z	Adaptive	-40	-50	-55	-50	30-50	6	Transition 4	17/G.164	Trace 1 and trace 2 of Figure B.2 (β)
		-40	-30	-55	-30					
		-25	-15	-40	-15					

Cuadrado B.2/G.168 – Tiempos de funcionamiento de los procesadores no lineales

Frontera		Señal inicial		Señal final		Valor recomendado (ms)	Prueba No. (Rec. UIT-T G.164)	Excursión (véase la figura 34)	Circuito utilizado para pruebas, figura:	Traza en el osciloscopio
		Emisión L _{Sin} (dBm0)	Recepción L _{Rin} (dBm0)	Emisión L _{Sin} (dBm0)	Recepción L _{Rin} (dBm0)					
	Fixed	-25	-30	-25	-10	16-120				
W/Z	Adaptive	-55	-40	-55	-20	15-75	4	Transition 1	14/G.164	Trace 2 of Figure B.3 (α)
		-40	-40	-40	-15					
-30	-30	-30	-5							
	Fixed	-40	-25	-15	-25	≤ 1				
Z/W	Adaptive	-55	-50	-40	-50	≤ 5	6	Transition 3	17/G.164	Trace 2 of Figure B.2 (α)
		-55	-30	-40	-30					
		-40	-15	-25	-15					

B.5 Límites de frecuencia de los trayectos de control

Véase 8.2.4.

B.6 Pruebas

Los cuadros B.1 y B.2 indican, mediante referencias a la Rec. UIT-T G.164, cómo puede comprobarse el comportamiento dinámico del control de la activación de los procesadores no lineales utilizando señales sinusoidales. Las figuras B.2 y B.3 muestran las trazas obtenidas en un osciloscopio para estas pruebas.

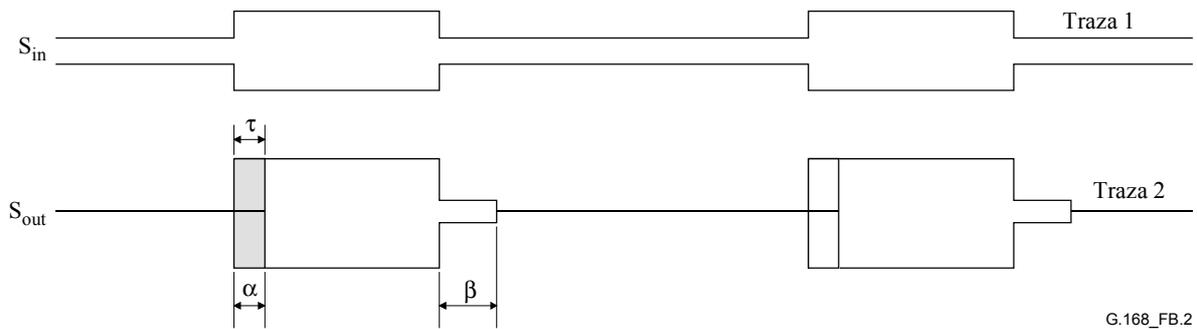
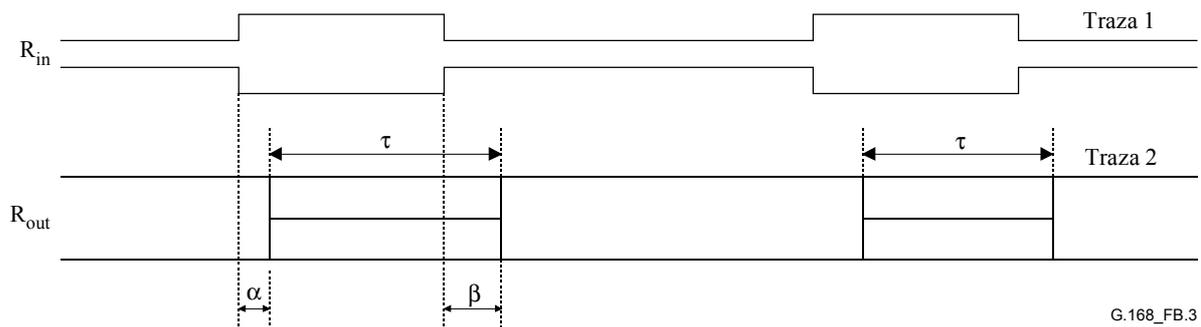


Figura B.2/G.168 – Oscilogramas de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo de los procesadores no lineales, L_{Rin} constante



- α Tiempo de funcionamiento
- β Tiempo de bloqueo
- τ Periodo en el que puede observarse una señal distorsionada

Figura B.3/G.168 – Oscilogramas de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo de los procesadores no lineales, L_{Sin} constante

Anexo C

Señales fuente compuestas para la prueba de compensadores de eco – Descripción y análisis de la señal

C.1 Introducción

Este anexo describe el subconjunto de señales fuente compuestas (CSS) que se utilizan para probar compensadores de eco en la red en condiciones de monólogo y en condiciones de habla simultánea. En la Rec. UIT-T P.501, señales de prueba para telefonometría, se incluye la definición exacta de estas señales (para más información véase la referencia bibliográfica [1] en I.9). Este anexo presenta, en primer lugar, una descripción general de las señales fuente compuestas; en las cláusulas siguientes figuran definiciones precisas de las señales para la prueba de compensadores de eco en condiciones de monólogo y de habla simultánea. Además, se realizan y describen una serie de análisis para probar los parámetros específicos de los compensadores de eco, especialmente para las pruebas que se describen en esta Recomendación.

C.2 Señales fuente compuestas – Consideraciones generales

C.2.1 Descripción general de las diversas secuencias

Las señales fuente compuestas constan de varias secuencias, que incluyen sonidos vocales, sonidos no vocales y pausas.

Señales vocales producidas a partir de la "voz artificial" conforme con la Rec. UIT-T P.50

Las señales vocales que forman parte de la CSS constituyen la señal de acondicionamiento utilizada para activar los posibles detectores de conversación en sistemas controlados por la voz y, en general, para reproducir sonidos vocales de conversación real. Dado que se conoce con exactitud el comienzo, duración y final de la señal vocal, ésta puede también utilizarse para medir el tiempo de conmutación en el sentido de transmisión en prueba. El tiempo de conmutación y el retardo del sistema completo pueden conocerse mediante la forma de la señal en el dominio del tiempo. La duración de la señal es de 50 ms aproximadamente.

Señal de seudorruido

A continuación de la señal de conversación artificial aparece una señal de seudorruido (PN, *pseudo noise*). Esta señal tiene características similares a las del ruido. La amplitud de su transformada de Fourier, inicialmente, tiene un valor constante con la frecuencia, mientras que su fase es variable con la frecuencia. Normalmente, para las pruebas sólo es de interés la amplitud de la función de transferencia, no siendo tan importante la fase, aunque ésta también se puede determinar.

La señal se construye tal como se indica a continuación:

En primer lugar, se crea un espectro complejo en el dominio de la frecuencia según la siguiente ecuación:

$$H(k) = W(k)e^{j i_k \pi}; k = -\frac{M}{2}, \dots, \frac{M}{2} \text{ sin } 0; i_k \{+1, 0\}, i_k = -i_{-k} \text{ aleatorio} \quad (\text{C.2-1})$$

El índice M se ajusta al tamaño seleccionado de la transformada rápida de Fourier (FFT, *fast Fourier transform*), (por ejemplo, 2048, 4096 u 8192 puntos). La ecuación muestra que si W(k) se hace igual a 1 para todas las frecuencias, el espectro complejo que se genera tiene un valor constante para todas ellas, donde la fase puede ser, según una secuencia aleatoria, π o 0 para cada frecuencia. Sin embargo, para generar muestras con pesos diferentes en el dominio de la frecuencia, W(k) puede ajustarse fácilmente para producir espectros diferentes durante la secuencia

de seudorruido. A continuación, el espectro se transforma al dominio del tiempo mediante la transformada inversa de Fourier, dando lugar a la siguiente señal:

$$S(n) = \frac{1}{M} \sum_{k=-M/2, k \neq 0}^{M/2} H(k) \cdot e^{j2\pi \cdot n \cdot k / M}, n = -\frac{M}{2}, \dots, \frac{M}{2} - 1 \quad (\text{C.2-2})$$

NOTA 1 – Por lo tanto, se genera una señal limitada en el tiempo (correspondiente a la longitud elegida para la transformada de Fourier) y que se ajusta correctamente al tamaño seleccionado de la FFT. Si se desea una secuencia de mayor duración, la señal puede hacerse cíclica, permitiéndose así secuencias de cualquier duración. La duración de estas señales de medida es de aproximadamente 200 ms gracias a la correcta selección de M, la velocidad de muestreo y el número de repeticiones.

La secuencia de pseudorruido de las señales fuente compuestas para la medida de compensadores de eco se calcula asignando a W(k) un valor constante y filtrando la correspondiente señal S(n) (calculada mediante la transformada inversa de Fourier) con la función de transferencia que se describe en C.3.1.

NOTA 2 – Con el objetivo de obtener rápidamente una buena estimación de la función de transferencia dependiente del tiempo, la FFT tiene una longitud corta para sistemas con parámetros muy variables con el tiempo, tales como los empleados en las técnicas de compansión. Para sistemas que incluyen técnicas adaptativas, tales como los compensadores de eco o los compensadores de ruido, puede ser adecuado un número mayor para M (cercano a los 200 ms de duración de la señal) a fin de disponer de la función de autocorrelación de la señal de medida de forma no periódica en la ventana de procesamiento del dispositivo en prueba.

Pausa

La tercera parte de la señal fuente compuesta (CSS) es una pausa. En relación con la CSS utilizada como señal de medida que reproduce características relevantes de la conversación real, la pausa tiene por objeto realizar una modulación de amplitud adecuada sobre la señal compuesta. Asimismo, sirve para reproducir las pausas que se producen en la conversación normal. También implica un periodo sin la presencia de señal de excitación, lo cual permite analizar el ruido u otros sonidos producidos por el sistema en prueba. La duración de la pausa está comprendida entre 100 ms y 150 ms.

A fin de conseguir una secuencia que a largo plazo no presente desplazamientos, la secuencia CSS que se repite debe estar sucesivamente invertida en amplitud (con desplazamientos de fase de 180°).

C.2.2 Cálculo y análisis mediante una señal fuente compuesta

Cuando se utiliza la CSS para realizar medidas, la secuencia de la señal vocal, de la señal de seudorruido y de la pausa pueden repetirse cíclicamente. Ello significa que después de la pausa, la secuencia comienza de nuevo con una señal vocal. Con este procedimiento pueden producirse secuencias de cualquier longitud.

La señal que se crea mediante la secuencia anterior, puede manejarse como una señal de medida normalizada, por ejemplo, una señal de ruido blanco o una señal de ruido rosado conmutada. El calibrado del nivel (acústico y eléctrico) se realiza utilizando la secuencia completa, es decir, incluyendo las señales vocales, las secuencias de seudorruido y las pausas. En principio, puede utilizarse un medidor de valores eficaces (RMS) normalizado con una anchura de banda de 20 kHz funcionando con un "promediado" rápido. Otro posible método para calcular el nivel es utilizar un análisis basado en la transformada rápida de Fourier. Los parámetros para los cálculos basados en la FFT son los siguientes:

- velocidad de muestreo acorde con la elegida para generar la señal (preferentemente 44,1 kHz o 48 kHz);
- longitud de la FFT acorde con la elegida para generar la señal;
- ventana rectangular;

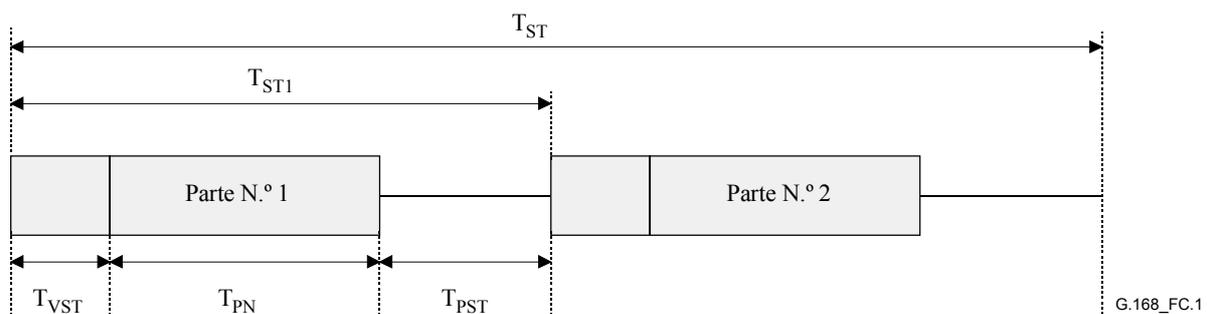
- sin solapamiento;
- promediado realizado sobre la **secuencia completa (cíclica)**, incluyendo señales vocales, secuencias de pseudoruido y pausas;
- cálculo del nivel a partir del espectro de densidad de potencia calculado mediante la FFT (integración de los niveles sobre todos los componentes de frecuencia).

C.3 Señal fuente compuesta de banda limitada con espectro de densidad de potencia semejante a la conversación – Realización práctica para la medida de compensadores de eco

Las dos señales fuente compuestas descritas a continuación en este anexo tienen un espectro de densidad de potencia semejante al de la conversación. Ello implica que las secuencias de ruido de ambas señales (la señal de medida y la señal que simula el habla simultánea) disminuyen su amplitud a razón de 5 dB/octava conforme aumenta la frecuencia. Las características de convergencia de los compensadores de eco dependen mucho del espectro de densidad de potencia de la señal de entrada. Por lo tanto, las señales fuente compuestas toman dicha forma para reproducir el espectro de densidad de potencia de la señal de conversación real.

C.3.1 Señal fuente compuesta para monólogo

La figura C.1 muestra cómo se construye una señal fuente compuesta para monólogo.



Duración:	T_{VST} (sonido vocal):	48,62 ms	T_{ST1} (un periodo):	350,00 ms
	T_{PN} (pseudoruido):	200,00 ms	T_{ST} (periodo completo):	700,00 ms
	T_{PST} (pausa):	101,38 ms		

Figura C.1/G.168 – Señal fuente compuesta para la medida de compensadores de eco (esquemático)

Señales vocales de banda limitada

En el cuadro C.1 se muestran los valores de palabras de 16 bits para una señal vocal limitada a un ancho de banda comprendido entre 200 Hz y 3,6 kHz. Con un régimen de muestreo de 44,1 kHz, los valores de las 134 palabras de 16 bits dan lugar a una señal de 3,04 ms de duración. Los valores se leen por columnas:

Cuadro C.1/G.168 – Valores de las palabras de 16 bits de una señal vocal de banda limitada

-155	948	3224	4000	3129	1440	241	-888	-1853	-6137	-3474
276	1362	3370	4043	3043	1310	190	-957	-2121	-6560	-2508
517	1741	3500	4034	2914	1146	103	-1034	-2414	-6948	-1595
578	2043	3569	3974	2750	965	-9	-1103	-2707	-7301	-802
491	2276	3603	3862	2560	776	-138	-1146	-3017	-7568	
302	2422	3603	3724	2353	603	-267	-1181	-3319	-7732	
86	2500	3595	3577	2155	448	-388	-1190	-3612	-7758	
-103	2552	3586	3439	1991	345	-491	-1198	-3913	-7620	
-207	2595	3595	3336	1853	276	-569	-1215	-4224	-7310	
-198	2655	3638	3267	1750	250	-638	-1259	-4560	-6810	
-60	2758	3724	3224	1672	250	-698	-1327	-4922	-6155	
190	2896	3819	3198	1603	267	-759	-1457	-5301	-5344	
543	3060	3922	3172	1534	267	-813	-1629	-5715	-4439	

Los valores de la señal vocal en la gama de frecuencias entre 200 Hz y 3,6 kHz se calculan de forma que el valor eficaz (RMS) de la señal vocal y de la secuencia de seudorruido sean iguales. La secuencia se repite 16 veces para conseguir una duración de 48,62 ms.

Señal de seudorruido generada mediante una transformada rápida de Fourier de 2048 puntos

Los parámetros para la secuencia de seudorruido son:

Velocidad de muestreo 44,1 kHz, longitud de la palabra 16 bits; longitud de la transformada de Fourier 2048 puntos.

$$H(k) = \begin{cases} W(k) \cdot e^{j i_k \cdot \pi}; k = -928, \dots, +928 \text{ excepto } 0, i_k \in \{+1, 0\}, \text{ aleatorio, } i_k = -i - k \\ 0 \text{ en cualquier otro caso} \end{cases} \quad (\text{C.3-1})$$

De acuerdo con la fórmula anteriormente descrita (C.2-2), la señal en el dominio del tiempo se calcula mediante la transformada inversa de Fourier. Esta secuencia se repite 4,307 veces para que la secuencia de seudorruido dure 200 ms. El factor de cresta de la secuencia de seudorruido es de 11 dB ± 1 dB.

Con una resolución de frecuencia de 21,5 Hz (44,1 kHz/2048), existen 928 valores de la FFT en la gama de frecuencias comprendida entre 0 y 20 kHz. El valor de cada W(k) (antes del filtrado) es 152 680 y se calcula de forma que en una anchura de banda de 20 kHz los niveles sean los mismos para señales vocales y señales de pseudorruido.

Señal de seudorruido generada mediante transformada rápida de Fourier de 8192 puntos

De acuerdo con la fórmula anteriormente descrita (C.2-2), la señal en el tiempo se calculan mediante la transformada inversa de Fourier. Esta secuencia se repite 1,077 veces para que la secuencia de seudorruido dure 200 ms. El factor de cresta de la secuencia de seudorruido es de 11 dB ± 1 dB.

Con una resolución de frecuencia de 5,4 Hz (44,1 kHz/8192), existen 3715 valores de la FFT en la gama de frecuencias comprendida entre 0 y 20 kHz. El valor de cada W(k) (antes del filtrado) es 305 360 y se calcula de forma que en una anchura de banda de 20 kHz los niveles sean los mismos para señales vocales y señales de seudorruido.

A fin de conseguir el mismo valor eficaz (RMS) para la secuencia de seudorruído de banda limitada, debe emplearse la función de filtro que se muestra en la figura C.2. El filtro se elige de forma que los niveles de la secuencia de seudorruído filtrada y no filtrada sean los mismos. En el cuadro C.2 se muestran las frecuencias que conforman el filtro.

NOTA – Mediante un correcto muestreo ascendente o descendente pueden conseguirse otras velocidades de muestreo para la secuencia antes descrita. El filtro de interpolación utilizado para el muestreo ascendente o descendente debe ser una buena aproximación a un filtro rectangular. La atenuación de la banda atenuada debe ser > 60 dB y el rizado de la banda de paso $< \pm 0,2$ dB.

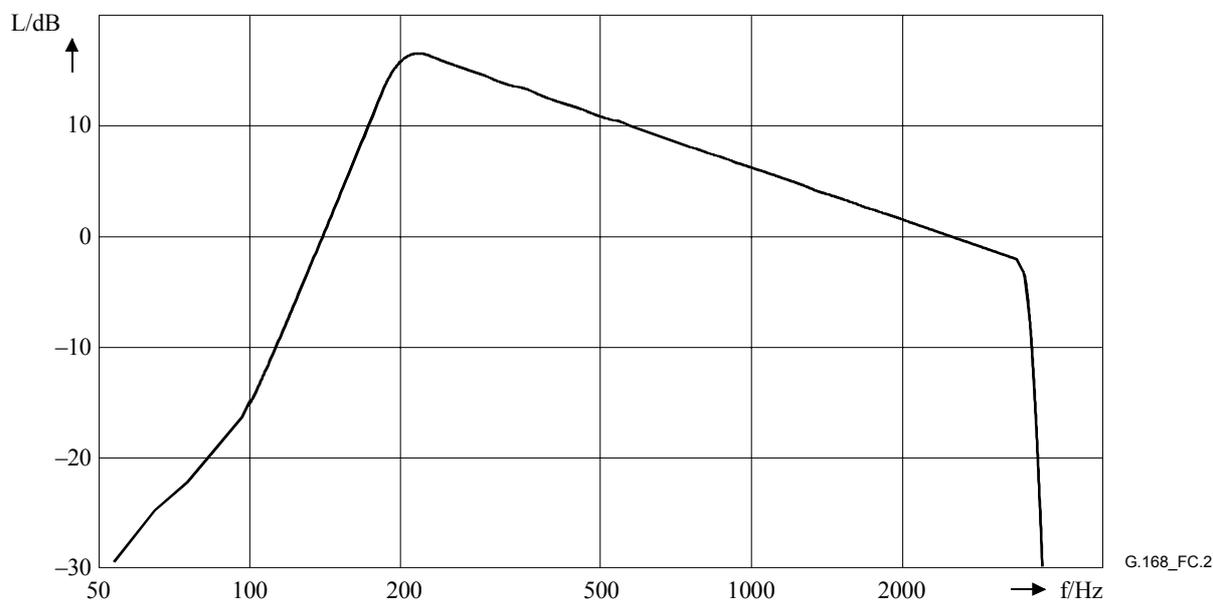


Figura C.2/G.168 – Función de transferencia del filtro para limitar la banda de frecuencias de la secuencia de seudorruído

Cuadro C.2/G.168 – Cuadro de las frecuencias que conforman el filtro

50 Hz	100 Hz	200 Hz	215 Hz	500 Hz	1 kHz	2.85 kHz	3.6 kHz	3.66 kHz	3.68 kHz
-25.8 dB	-12.8 dB	17.4 dB	17.8 dB	12.2 dB	7.2 dB	0 dB	-2 dB	-20 dB	-30 dB

En sistemas adaptativos, tales como los compensadores de eco, puede ser preferible una secuencia de seudorruído más larga para que no se produzcan señales de medida correladas dentro de la ventana de adaptación. En dichos sistemas, la longitud de la FFT debe de llegar a los 8192 puntos cuando se utilice la velocidad de muestreo de 44,1 kHz, tal como se ha descrito anteriormente.

Pausa

Se ha elegido una duración de la pausa de 101,38 ms para que la duración total de la señal vocal, la secuencia de pseudorruído y la pausa sea de 350 ms.

Para que la secuencia no sufra desplazamientos a largo plazo, la secuencia CS de 350 ms se repite y su amplitud se invierte (desplazamiento de fase de 180°). La duración completa es 700 ms.

C.3.2 Señal fuente compuesta de banda limitada para simular habla simultánea

La secuencia correspondiente al habla simultánea se genera de igual forma que la de monólogo. La figura C.7 muestra cómo se construye una señal de habla simultánea. La duración de las señales de voz y de pausa es ligeramente diferente para conseguir una situación típica de habla simultánea con dos señales aplicadas al mismo tiempo, de señal presente en un solo canal, de señales de voz en

ambos lados, así como señales de voz y de no voz presentes al mismo tiempo en distintos canales. La correlación entre la señal de monólogo y la señal de habla simultánea es baja. Ello se consigue eligiendo una señal de voz distinta con una frecuencia de tono diferente y señal de ruido aleatorio en lugar de una secuencia de pseudoruido. La duración de la señal vocal es de 72,69 ms, la de la señal de ruido aleatorio es de 200 ms y la de la pausa 127,31 ms.

Señal vocal

La señal vocal para habla simultánea ha sido elegida para tener una frecuencia de base diferente de aquella señal vocal para señal de monólogo. Los valores de la señal vocal para habla simultánea se encuentran en el cuadro C.3. El nivel correspondiente a este sonido es el mismo que el del correspondiente al sonido para monólogo. Utilizando una velocidad de muestreo de 44,1 kHz, los 229 valores de palabras de 16 bits representan una duración de 5,19 ms. El cuadro debe leerse por columnas:

Cuadro C.3/G.168 – Valores de las palabras de 16 bits para la señal vocal de habla simultánea de banda limitada

-198	1146	-8292	4827	5853	1422	-1293	-810	-690	-1052	-621
-112	871	-8715	5094	5715	1224	-1302	-793	-724	-1043	-560
-9	560	-9077	5344	5560	1026	-1293	-767	-767	-1043	-509
103	233	-9370	5594	5387	819	-1267	-741	-793	-1052	-457
233	-121	-9542	5827	5215	603	-1250	-698	-819	-1060	-397
388	-491	-9542	6043	5043	388	-1233	-672	-845	-1060	-345
543	-871	-9361	6215	4879	181	-1224	-638	-853	-1060	-276
724	-1250	-8956	6344	4732	9	-1224	-603	-871	-1052	-207
896	-1638	-8327	6413	4586	-181	-1224	-595	-879	-1034	-112
1060	-2043	-7465	6422	4439	-328	-1224	-586	-888	-1017	
1233	-2465	-6396	6379	4276	-448	-1215	-595	-896	-991	
1388	-2896	-5163	6310	4086	-543	-1198	-603	-922	-957	
1517	-3345	-3827	6215	3870	-629	-1172	-621	-948	-931	
1638	-3819	-2448	6120	3629	-707	-1129	-629	-974	-905	
1747	-4310	-1103	6051	3370	-784	-1077	-938	-1009	-888	
1810	-4810	155	6000	3086	-871	-1026	-638	-1026	-862	
1845	-5319	1293	5991	2801	-948	-974	-638	-1052	-845	
1845	-5836	2241	5991	2534	-1026	-922	-638	-1069	-819	
1802	-6353	3034	6000	2267	-1112	-888	-638	-1077	-793	
1707	-6853	3655	6008	2034	-1181	-871	-638	-1069	-767	
1569	-7353	4138	5991	1819	-1241	-845	-647	-1060	-724	
1379	-7836	4517	5939	1612	-1276	-828	-664	-1060	-672	

Para conseguir la duración requerida de 72,69 ms, los valores deben repetirse 14 veces.

Ruido aleatorio

El ruido aleatorio elegido es ruido gaussiano blanco de banda limitada a 20 kHz. El factor de cresta de la señal es de 12 ± 1 dB. El valor eficaz (RMS) del ruido aleatorio de banda limitada se elige de forma que sea el mismo que el de la señal vocal.

La función de filtro que se muestra en la figura C.2 se utiliza para limitar la anchura de banda del ruido aleatorio entre 200 Hz y 3,6 kHz. Con ello se consigue el mismo valor eficaz para el ruido aleatorio de banda limitada.

Pausa

Se ha elegido una duración de la pausa de 127,31 ms para que la duración total de la señal vocal, la secuencia de ruido aleatorio y la pausa sea de 400 ms.

Para que también en este caso la señal no sufra desplazamientos a largo plazo, la secuencia de 400 ms se repite y su amplitud se invierte (desplazamiento de fase de 180°). De esta forma la duración total de la señal de habla simultánea es de 800 ms.

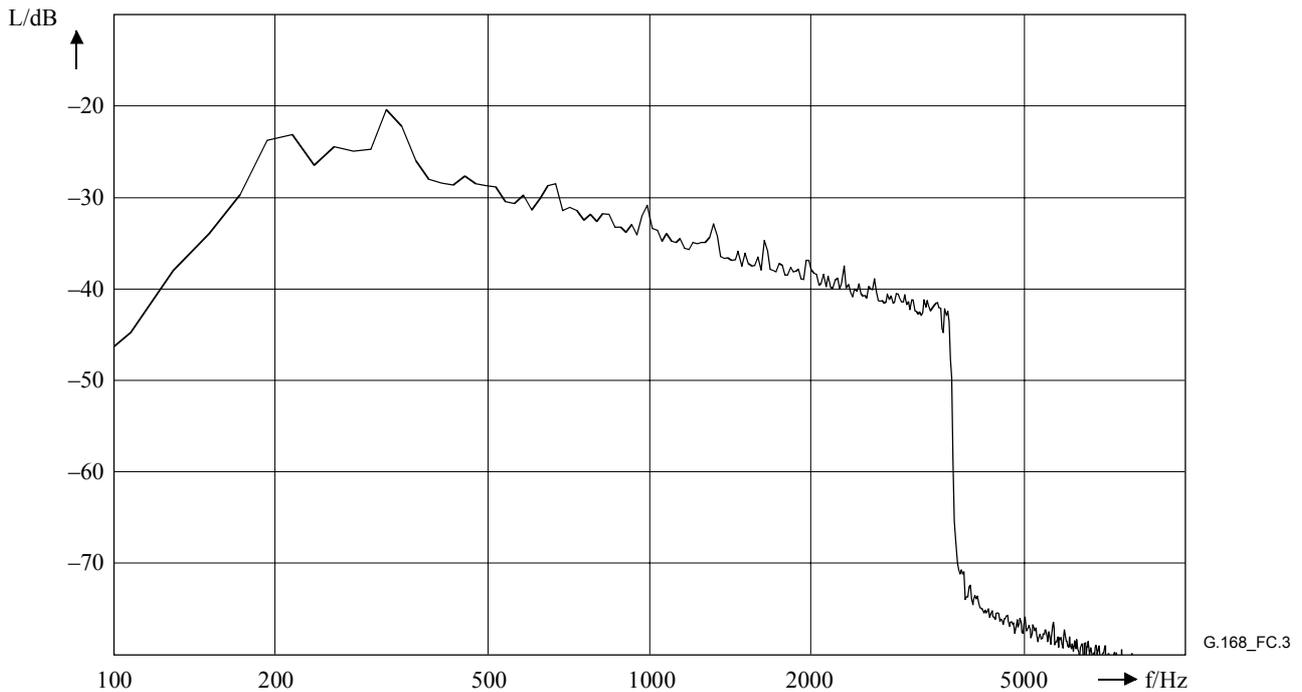


Figura C.3/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal CSS de banda limitada (señal de monólogo, ventana de análisis: Hanning)

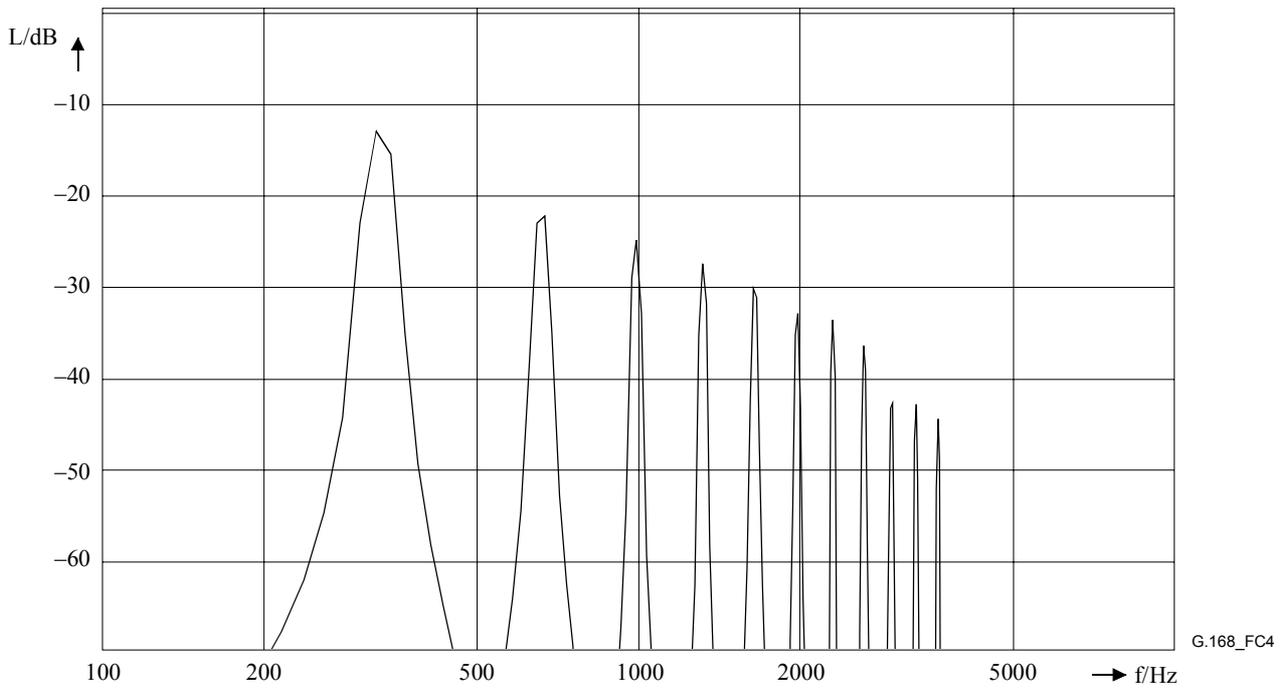


Figura C.4/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal vocal de banda limitada (señal de monólogo, ventana de análisis: Hanning)

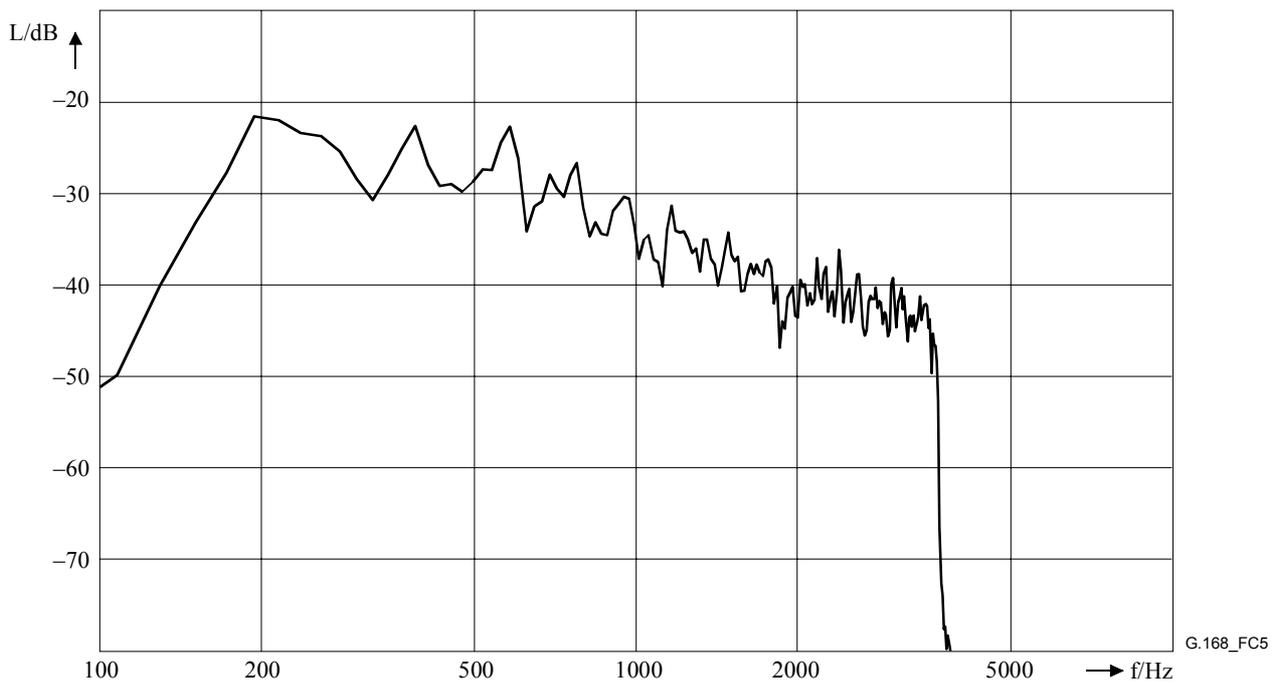


Figura C.5/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal CSS de habla simultánea de banda limitada (ventana de análisis: Hanning)

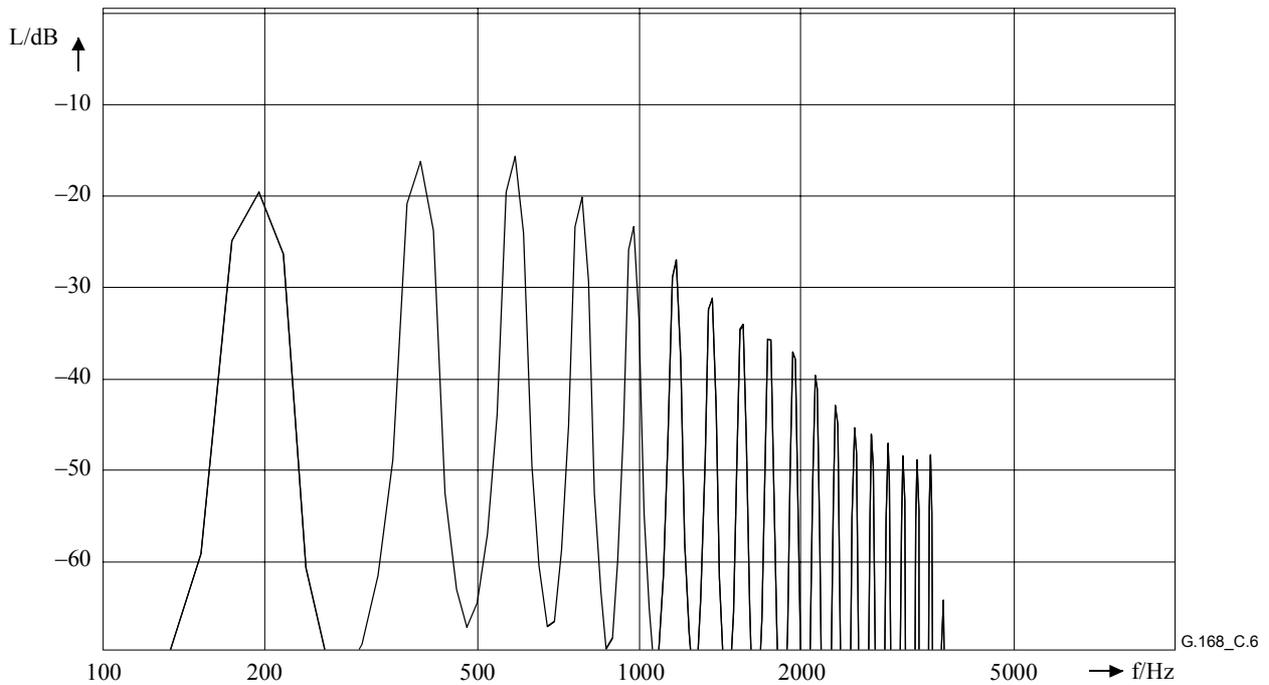
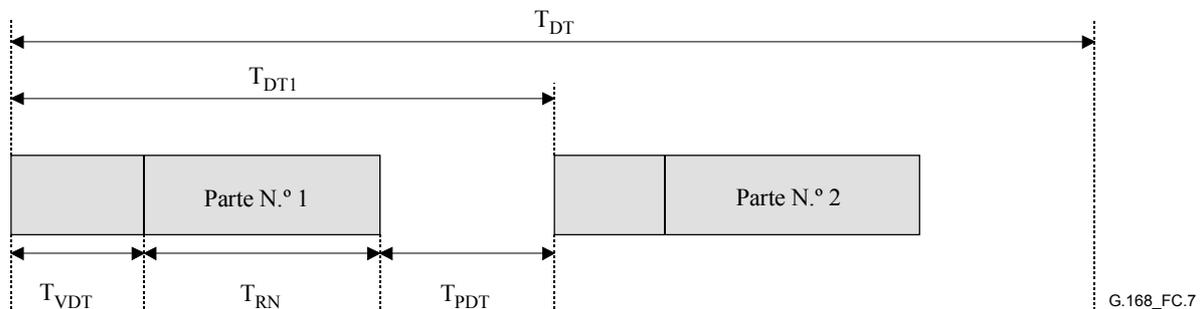


Figura C.6/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal vocal de habla simultánea de banda limitada (ventana de análisis: Hanning)

NOTA – Mediante un correcto muestreo ascendente o descendente pueden conseguirse otras velocidades de muestreo para la secuencia antes descrita. El filtro de interpolación utilizado para el muestreo ascendente o descendente debe ser una buena aproximación a un filtro rectangular ideal. La atenuación de la banda atenuada debe ser > 60 dB y el rizado de la banda de paso $< \pm 0,2$ dB.



Duración:	T_{VDT} (sonido vocal):	72,69 ms	T_{DT1} (un periodo):	400,00 ms
	T_{RN} (aleatorio):	200,00 ms	T_{DT} (periodo completo):	800,00 ms
	T_{PDT} (pausa):	127,31 ms		

Figura C.7/G.168 – Señales fuente compuestas para simular habla simultánea (esquemático)

Aplicación

Las señales fuente compuestas (CSS) de banda limitada tanto para monólogo como para habla simultánea se utilizan para todas aquellas pruebas en las que los sistemas de banda limitada deben probarse trabajando en condiciones no lineales y dependientes del tiempo, y que requieren el espectro de densidad de flujo de potencia a largo plazo típico de la señal de conversación. Su aplicación típica es la prueba de compensadores de eco en la red. Para todas las pruebas unidireccionales, debe utilizarse la CSS de banda limitada para señales monólogo. En las pruebas correspondientes a las condiciones de habla simultánea, la señal de habla simultánea debe utilizarse

en el sentido del habla simultánea (S_{gen}), mientras que la señal de monólogo se inyecta hacia el extremo lejano (R_{in}).

C.4 Análisis para determinar las características de convergencia de los compensadores de eco utilizando la señal fuente compuesta

En los puntos anteriores se han descrito las señales fuente compuestas para probar compensadores de eco y para simular el habla simultánea. Existen varias técnicas de análisis para medir el nivel de la señal de eco. Los cálculos pueden realizarse en el dominio del tiempo o de la frecuencia.

C.4.1 Cálculos en el dominio de la frecuencia

El nivel de la señal puede calcularse mediante cálculos en el dominio de la frecuencia una vez que a la secuencia temporal se le ha aplicado la transformada de Fourier. Ello permite realizar el cálculo del nivel de la señal en una determinada gama de frecuencias, es decir, la anchura de banda telefónica de 300 Hz a 3,4 kHz. Otra ventaja es que la transformada de Fourier ofrece la posibilidad de analizar características adicionales de la señal de eco en la gama de frecuencias en cuestión, como por ejemplo, la atenuación de eco en función de la frecuencia. Antes de calcular la transformada de Fourier, la señal fuente compuesta debe aplicarse sobre una ventana rectangular. La secuencia de seudoruido se genera con una FFT de 8192 puntos. Para generar las señales fuente compuestas, la velocidad de muestreo debe ser de 44,1 kHz tal como se describe en C.3.1 y C.3.2. La duración de la secuencia empleada en la transformada debe ser 700 ms, incluyendo la señal vocal, la secuencia de seudoruido y la pausa. Varias medidas han mostrado que, debido al retardo de la señal o al ruido producido por el circuito en prueba, pueden aparecer efectos adicionales durante las pausas (por ejemplo, una señal de eco residual o ruido de fondo modulado). Es por lo tanto aconsejable analizar la señal de eco en base a una secuencia de 700 ms de duración, es decir, un periodo completo de la señal fuente compuesta. Una desventaja de realizar el cálculo de niveles en el dominio de la frecuencia es que éste sólo proporciona una resolución temporal limitada equivalente a la duración de una transformada de Fourier. El cálculo del nivel en el dominio de la frecuencia debe emplearse para determinar los niveles de las señales y del eco residual después de la convergencia plena o después de que se haya desactivado la adaptación.

C.4.2 Cálculo en el dominio del tiempo

El cálculo del nivel de la señal de eco en el dominio del tiempo es necesario para el análisis del eco en función del tiempo debido a la alta resolución que ofrece dicho cálculo. La norma internacional CEI 60651, medidores de nivel de sonido, ofrece un método adecuado. En él se describe como debe realizarse la medida del nivel de sonido, y recomienda tres constantes de tiempo diferentes: "lenta" (1000 ms) "rápida" (125 ms) e "impulsiva" (35 ms). Para facilitar la comparación de los resultados de las medidas realizadas por diversos laboratorios, es preciso acordar el procedimiento de medida. La utilización de una constante de tiempo reducida presenta la ventaja de la mejor resolución que puede alcanzarse en el dominio del tiempo, mientras que las constantes de tiempo más largas tienen la ventaja de que los resultados obtenidos con este tipo de cálculo muestran con más precisión los valores medios de la secuencia temporal que se analiza. Si se desean representar en el mismo gráfico el resultado de varias mediciones, por ejemplo el resultado de la medida de nivel en función del tiempo, la utilización de constantes de tiempo muy cortas puede dar lugar a representaciones confusas. Ello es debido a que si se utiliza una constante de tiempo muy pequeña, por ejemplo, 35 ms ("impulsiva"), el cálculo es más sensible a variaciones muy pequeñas de la señal. Por este motivo, es más recomendable utilizar la constante de tiempo "rápida" (125 ms) de CEI 60651 para los cálculos de nivel en función del tiempo.

Éste es un método adecuado para analizar la velocidad de convergencia de los compensadores de eco al comienzo de la adaptación. El nivel de la señal de eco se calcula utilizando la constante de tiempo "rápida" de CEI 60651. Las fluctuaciones de nivel debidas a las variaciones de las señales de entrada pueden eliminarse si el nivel de las señales de eco se relaciona con el nivel de la señal de entrada, que representa la atenuación reforzada del eco (ERLE, *echo return loss enhancement*) en

función del tiempo. Este método presenta la desventaja de que no es posible realizar un análisis adicional en el dominio de la frecuencia. Cuando se utilizan medidores según CEI 60651, no deben incorporarse la detección de crestas ni las constantes de tiempo de caída indicadas en CEI 60651 para las mediciones descritas en esta Recomendación.

C.4.3 Cálculos del nivel de acuerdo con el nivel de conversación activa P.56

Los cálculos del nivel de la señal de eco también pueden realizarse conforme se indica en la Rec. UIT-T P.56. Este cálculo se realiza también en el dominio de tiempo y proporciona un valor y un porcentaje de actividad de la conversación. Puede ser adecuado para calcular el nivel de eco residual, pero deben definirse parámetros adicionales para garantizar la misma implementación del algoritmo. Pueden surgir problemas cuando se analizan señales de eco con un nivel muy bajo; éstas pueden estar por debajo del nivel necesario para el reconocimiento de la señal de conversación activa. Otra desventaja es que aunque es un cálculo en el dominio del tiempo, sólo devuelve un valor. Por otra parte, no es posible obtener la variación del nivel en función del tiempo, que es muy importante para las medidas de convergencia. Por lo tanto, es más conveniente analizar el nivel de eco residual utilizando la transformada de Fourier tal como se describe en C.4.1 o sobre la base de CEI 60651, tal como se describe en C.4.2, es decir, calcular el nivel en el dominio del tiempo para las señales de eco con variaciones en función del tiempo (por ejemplo, la convergencia de los compensadores de eco).

Anexo D

Modelos de trayecto del eco para la prueba de compensadores de eco vocales

D.1 Introducción

Los modelos de trayecto del eco que se presentan a continuación pueden ser utilizados en las pruebas que se describen en la parte principal de esta Recomendación. El trayecto del eco se simula mediante un filtro digital lineal con una respuesta impulsiva $g(k)$. Para tener en cuenta los posibles retardos, se han seleccionado distintos valores de ERL y varias características de dispersión y de duración, eligiéndose $g(k)$ de forma que sea una versión retardada y atenuada de cualquiera de las secuencias $m_i(k)$, $i = 1, 2, \dots, 8$ que figuran en los cuadros D.2 y D.3.

$$g(k) = (10^{-ERL/20} K_i) m_i(k - \delta) \quad (D-1)$$

Las secuencias $m_i(k)$ representan trayectos del eco con diversas características de dispersión y duración diferente. El retardo δ debe elegirse de tal forma que el registro H del compensador de eco puede incluir valores de $g(k)$ distintos a cero. El valor de K_i del cuadro D.1a da lugar a un ERL que es equivalente al valor utilizado en la ecuación (D-1) cuando la medida se realiza con la señal CSS. El valor de K_i en el cuadro D.1b se utiliza para limitar la respuesta en amplitud de forma que su máximo sea el valor elegido de ERL. Los factores K_i para una entrada constituida por una señal CSS o por ruido blanco y para una entrada constituida por un tono se muestran a continuación. Debe tenerse especial cuidado cuando se utilicen los valores del cuadro D.1a para ruido blanco, puesto que el ERL medido puede no ser igual al valor de ERL utilizado en la ecuación (D-1). Solamente la prueba 9 utiliza ruido blanco como señal de entrada.

D.1.1 Señal de entrada CSS o ruido blanco

En el caso de las pruebas que utilizan CSS o ruido blanco como señales de entrada, los valores de K_i son los que figuran en el cuadro D.1a para las ocho secuencias $m_i(k)$:

Cuadro D.1a/G.168 – Factores de escala K_i para los ocho modelos de trayecto del eco digitales

Modelo de trayecto del eco # <i>(i)</i>	Factor de escala K_i	ERL mínima para CSS (dB) (Nota)
1	1.39×10^{-5}	6
2	1.44×10^{-5}	6,55
3	1.52×10^{-5}	6
4	1.77×10^{-5}	6
5	9.33×10^{-6}	6
6	1.51×10^{-5}	6
7	2.33×10^{-5}	11,06
8	1.33×10^{-5}	9,27

NOTA – Para los modelos de trayecto del eco m_1 , m_3 , m_4 , m_5 y m_6 debe utilizarse en las pruebas un valor mínimo de ERL de 6 dB. Para los modelos del trayecto del eco m_2 , m_7 y m_8 , los valores mínimos de ERL utilizados en las pruebas deberían ser, respectivamente, 6,55 dB, 11,06 dB y 9,27 dB. Ello tiene por objetivo asegurar que la respuesta en amplitud del trayecto del eco a escala $g(k)$ no supera los 0 dB en la gama de frecuencias adecuada.

D.1.2 Tono(s) de entrada

Para las pruebas que utilizan uno o varios tonos como señales de entrada, los valores de K_i deben calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$K_i = \frac{1}{\max_f |M_i(f)|} \quad (D-2)$$

donde:

$$M_i(f) = \sum_{k=0}^{L-1} m_i(k) \exp\left(-\frac{j2\pi fk}{8192}\right) \quad (D-3)$$

con:

$$i = 1, 2, \dots, 8$$

$$f = 0, 1, \dots, 4095$$

$$L = \text{length of } m_i(k)$$

En el cuadro D.1b que sigue se presentan los valores de K_i calculados mediante las ecuaciones (D-2) y (D-3) para las ocho secuencias $m_i(k)$:

Cuadro D.1b/G.168 – Factores de escala K_i para los ocho modelos de trayecto del eco digital para tonos

Modelo de trayecto del eco #(i)	Factor de escala K_i	ERL mínima para tonos (dB) (Nota)
1	1.22×10^{-5}	6
2	6.78×10^{-6}	6
3	9.66×10^{-6}	6
4	1.07×10^{-5}	6
5	7.05×10^{-6}	6
6	8.60×10^{-6}	6
7	6.58×10^{-6}	6
8	4.58×10^{-6}	6

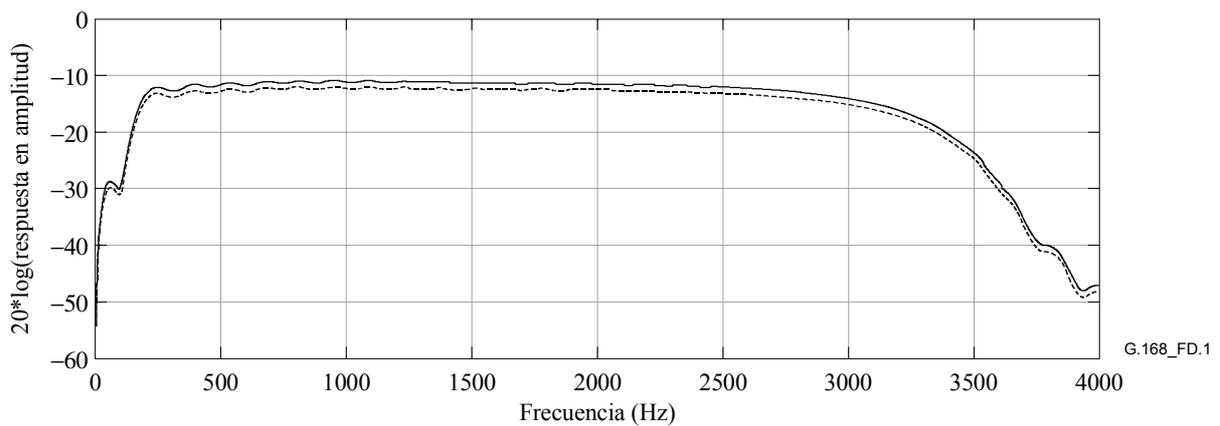
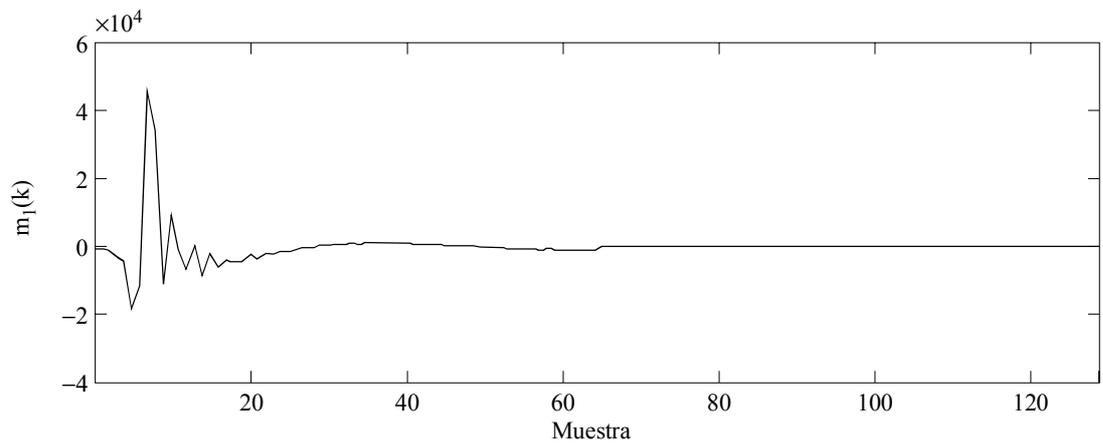
NOTA – En las pruebas de los ocho modelos de trayecto del eco se debe utilizar un valor mínimo de ERL de 6 dB. Cada factor de escala se utiliza para limitar el máximo de la respuesta de amplitud al valor elegido de ERL.

D.2 Modelos de trayecto del eco obtenidos mediante un simulador de red híbrido

Esta cláusula contiene cuatro modelos de trayecto del eco que se generan mediante un simulador híbrido de red. Los cuadros D.2, D.3, D.4 y D.5 muestran los valores de $m_i(k)$ para $i = 1, 2, 3, 4$. Deben leerse en columnas. El modelo de trayecto del eco $m_1(k)$ tiene una dispersión reducida, $m_2(k)$ tiene una dispersión media, $m_3(k)$ tiene una dispersión media-alta y $m_4(k)$ tiene una dispersión elevada. En las figuras D.1, D.2, D.3 y D.4 se muestran las correspondientes respuestas impulsivas y respuestas en amplitud se muestran. A título de ejemplo, se ha elegido un valor de ERL de 12 dB para las representaciones de las respuestas en amplitud.

Cuadro D.2/G.168 – $m_1(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 1 de trayecto del eco

-436	46150	390	-3948	-1098	745	1033	899	73	-512	-772
-829	34480	-8191	-2557	-618	716	1091	716	-119	-580	-820
-2797	-10427	-1751	-3372	-340	946	1053	390	-109	-704	-839
-4208	9049	-6051	-1808	-61	880	1042	313	-176	-618	-724
-17968	-1309	-3796	-2259	323	1014	794	304	-359	-685	
-11215	-6320	-4055	-1300	419	976	831	304	-407	-791	

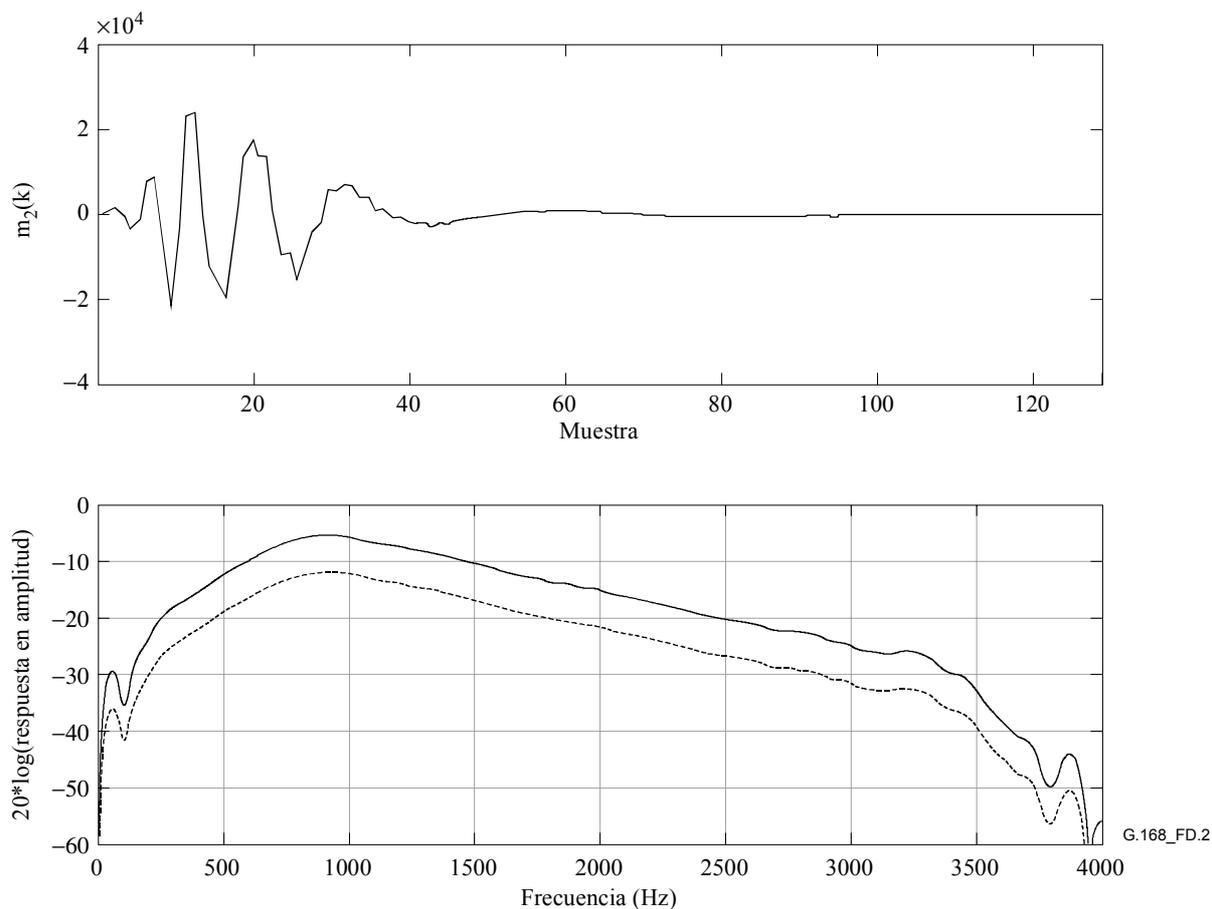


NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.1/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 1 de trayecto del eco

Cuadro D.3/G.168 – $m_2(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 2 de trayecto del eco

-381	-21370	13509	-3858	1316	-1468	789	658	-331	-479	-249
658	-5307	17115	-1979	-693	-1221	954	476	-347	-479	-216
1730	23064	13952	6029	-759	-842	756	377	-430	-512	-249
-51	24020	13952	5616	-1517	-463	839	377	-314	-479	-265
-3511	1020	97	7214	-2176	-298	872	262	-430	-397	-166
-1418	-12374	-9326	6820	-2028	-68	1020	97	-463	-430	-232
7660	-16296	-9046	3935	-2654	64	789	-68	-463	-397	
8861	-19524	-15208	3919	-1814	493	822	-183	-414	-298	
-8106	-7480	-9853	921	-2077	723	558	-232	-381	-265	

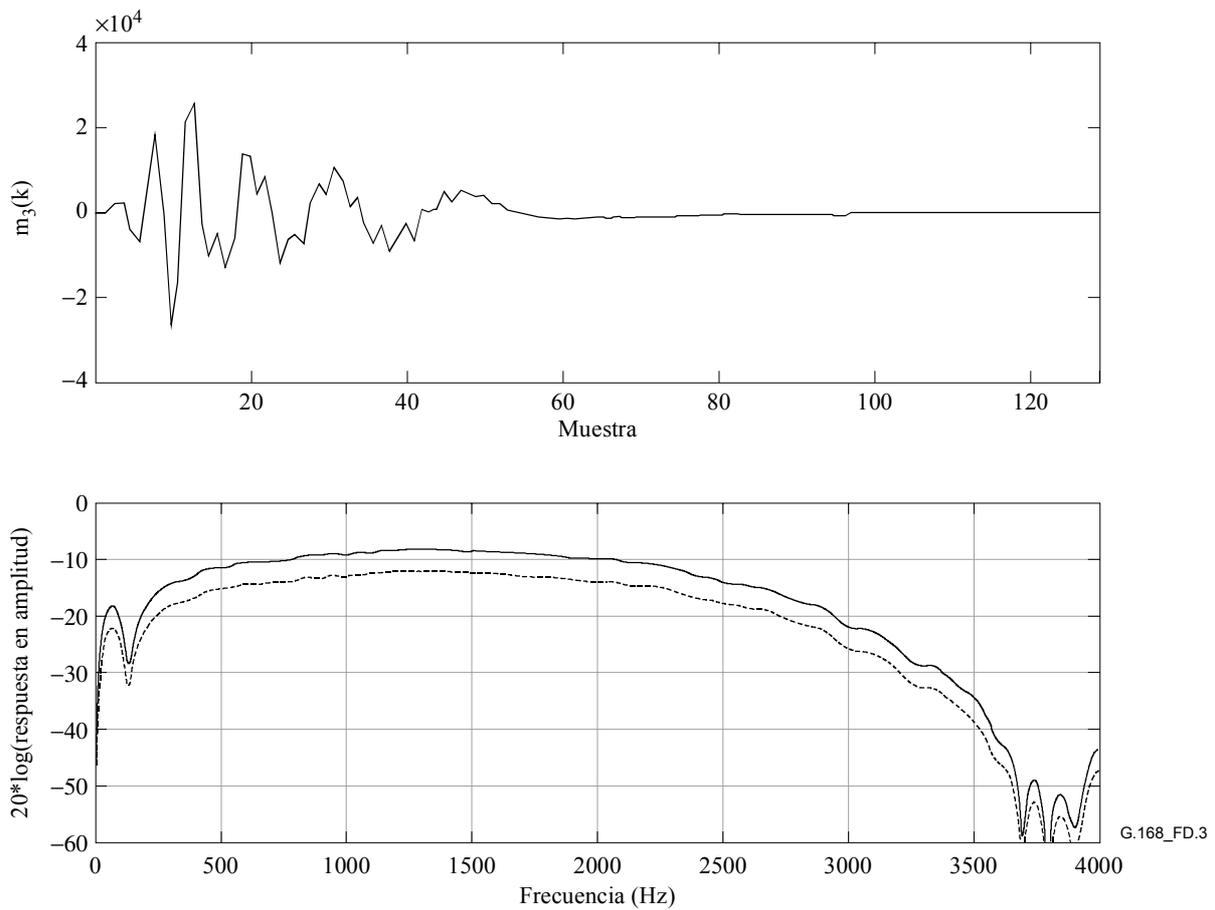


NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.2/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 2 de trayecto del eco

Cuadro D.4/G.168 - $m_3(k)$; Respuesta impulsiva del modelo 3 de trayecto del eco

-448	-26261	14164	3271	-3101	2172	-139	-1066	-814	-233	-390
-436	-16249	13467	6566	-9269	5387	-573	-1020	-871	-333	-482
2230	21637	4438	4277	-6146	4598	-1100	-1100	-734	-356	-459
2448	25649	8627	11131	-2553	3535	-1157	-1008	-642	-390	-482
-4178	-2267	456	7562	-6272	4004	-1180	-1077	-562	-310	-551
-7050	-10311	-11879	1475	811	2311	-1455	-1088	-356	-265	-573
5846	-4693	-6352	3728	124	2150	-1123	-917	-379	-368	
18581	-12690	-5104	-3525	788	1017	-1386	-917	-345	-310	
2322	-7428	-7496	-7301	5147	330	-1123	-963	-230	-310	

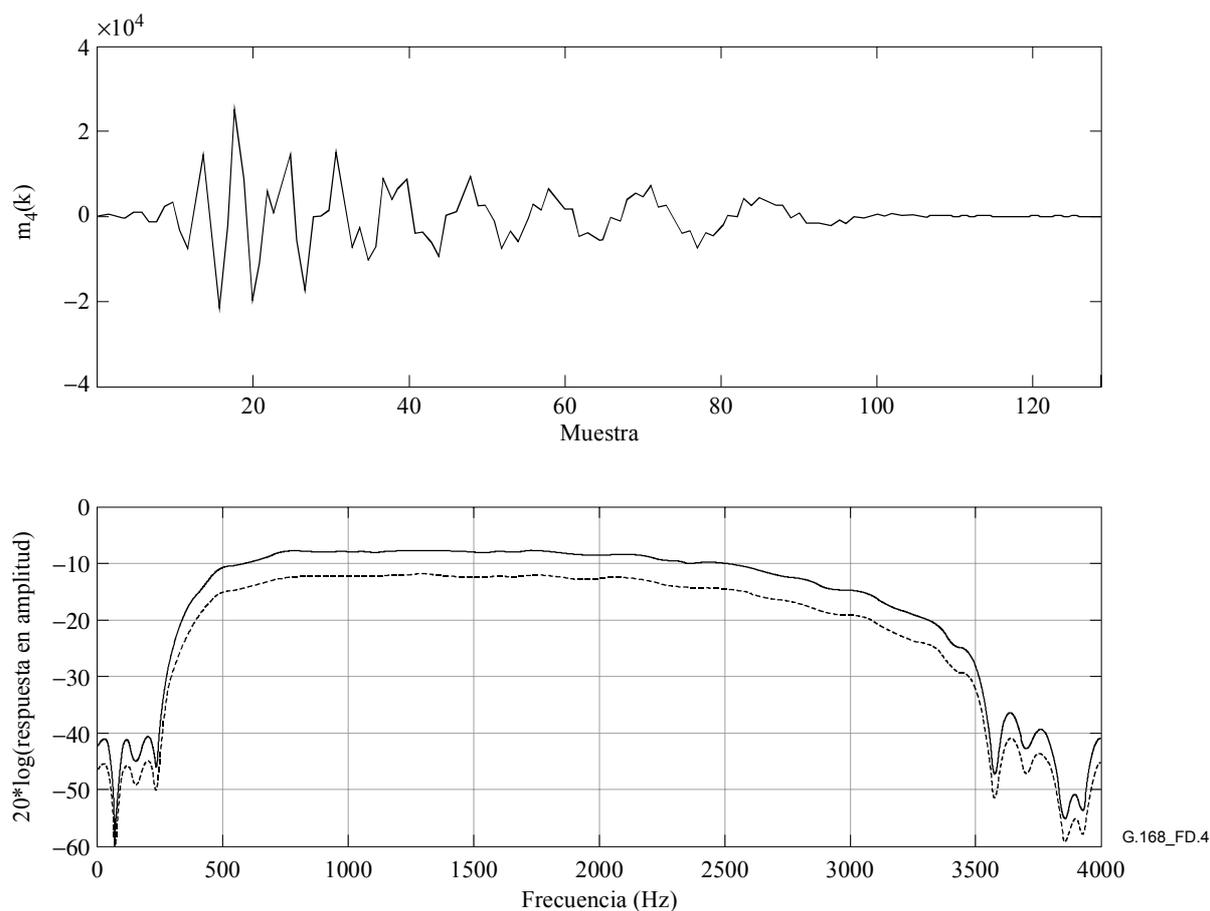


NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.3/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 3 de trayecto del eco

Cuadro D.5/G.168 – $m_4(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 4 de trayecto del eco

160	4041	14624	6850	2393	1592	2654	4617	-220	203	-57
312	14484	-6975	3944	2784	-4752	-881	3576	-306	-111	-24
-241	-1477	-17156	6969	-892	-3646	-4113	2382	257	95	30
-415	-21739	-187	8694	-7366	-5207	-3244	2839	615	-79	-68
897	-4470	149	-4068	-3376	-5577	-7289	-404	225	30	84
908	25356	1515	-3852	-5847	-501	-3830	539	561	84	-155
-1326	11458	14907	-5793	-2399	-1174	-4600	-1803	8	-13	-68
-1499	-19696	4345	-9371	3011	4041	-2508	-1401	344	-68	19
2405	-11800	-7128	453	1537	5647	431	-1705	127	-241	
3347	5766	-2757	1060	6623	4628	-144	-2269	-57	-68	
-3624	789	-10185	3965	4205	7252	4184	-783	182	-24	
-7733	6633	-7083	9463	1602	2123	2372	-1608	41	19	



NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.4/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 4 de trayecto del eco

D.3 Modelos de trayecto del eco medidos en redes telefónicas de Norteamérica

En esta cláusula se presentan cuatro modelos de trayecto del eco digitales realistas medidos en redes telefónicas de Norteamérica. En II.2.2.1 se describe el método de medida para los trayectos del eco. Asimismo, en la cláusula II.4 se incluyen las características estadísticas (respuesta en amplitud, tiempo de dispersión y número de reflexiones) de los trayectos del eco medidos en Norteamérica.

En los cuadros D.6, D.7, D.8 y D.9 siguientes se tabulan los cuatro modelos de trayectos del eco. Las cifras deben leerse por columnas. En las figuras D.5, D.6, D.7 y D.8 se muestran las respuestas impulsivas y las respuestas en amplitud de los respectivos modelos.

El modelo de trayecto del eco que se muestra en el cuadro D.6 presenta una única reflexión con un tiempo de dispersión de aproximadamente 6 ms. Este modelo tiene unas características en el dominio de la frecuencia muy cercanas a la media de la amplitud de las respuestas de trayecto del eco medidas. Este tipo de trayecto del eco es el que se presenta con más frecuencia en las medidas.

El modelo de trayecto del eco que se muestra en el cuadro D.7 presenta una única reflexión. Tiene una dispersión mayor, de aproximadamente 9 ms. Una dispersión de tal duración se debe a la cresta espectral que presenta a, aproximadamente, 250 Hz.

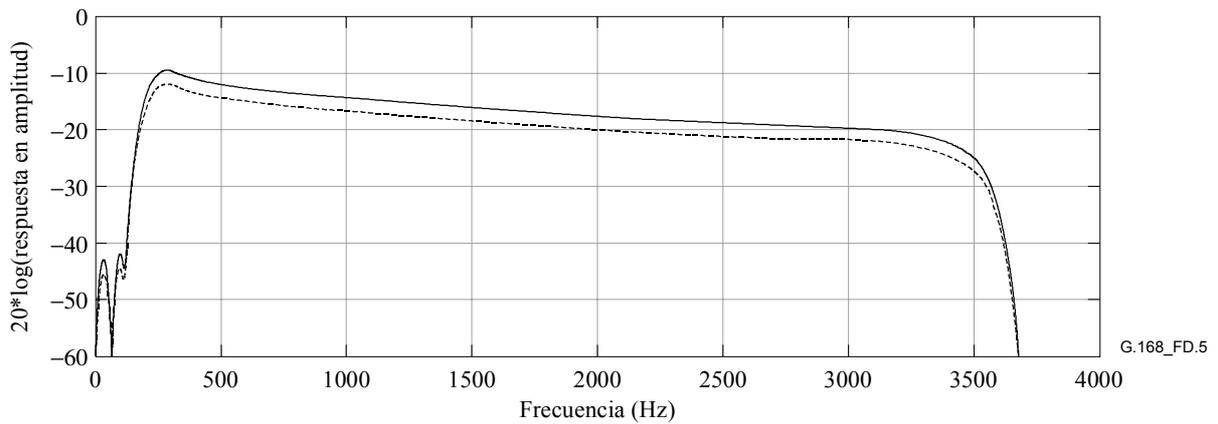
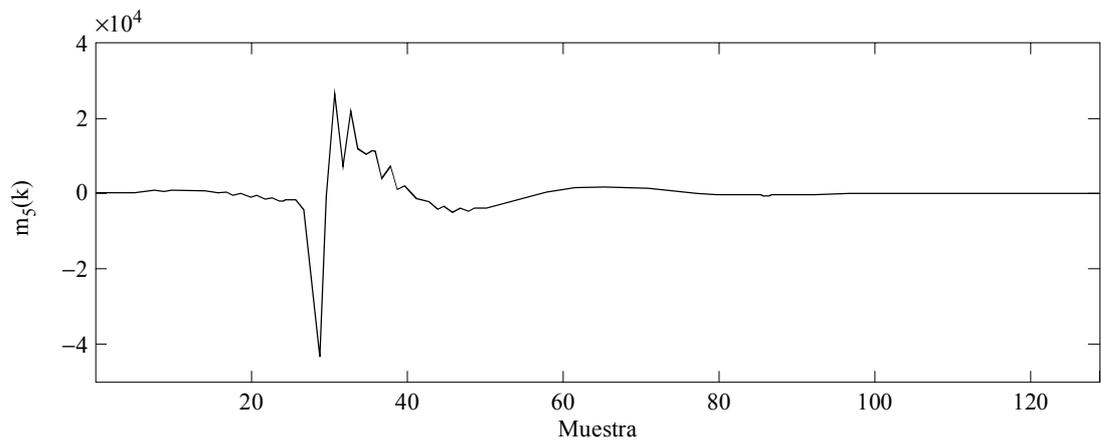
El modelo de trayecto del eco que se muestra en el cuadro D.8 presenta dos reflexiones. Las respuestas impulsivas de las dos reflexiones se solapan. El tiempo de dispersión de este modelo es de, aproximadamente, 6 ms.

Obsérvese que, debido a la respuesta en amplitud específica del modelo de trayecto del eco m_7 , éste puede no ser un modelo eficaz para las pruebas 10A y 10B cuando el NLP está neutralizado. Ello se debe a la presencia coincidente de rebajas en la respuesta en amplitud a las frecuencias utilizadas en las pruebas. El modelo m_8 del cuadro D.9 es un modelo alternativo de dos reflexiones que puede utilizarse para las pruebas 10A y 10B, ya que no incluye rebajas en la respuesta en amplitud a las frecuencias utilizadas en estas pruebas.

Las respuestas impulsivas y las respuestas en amplitud de los cuatro modelos de trayecto del eco se muestran en las figuras D.5, D.6, D.7 y D.8. A título de ejemplo, se ha tomado un valor de ERL de 12 dB para la representación gráfica de las respuestas en amplitud.

Cuadro D.6/G.168 – $m_5(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 5 de trayecto del eco

293	896	20	-22548	3889	-5022	-1608	1640	733	-513	-404
268	604	-938	-43424	7241	-4039	-645	1901	665	-473	-344
475	787	-523	2743	925	-4842	-495	1687	323	-588	-290
460	561	-1438	25897	2018	-4104	279	1803	221	-612	-202
517	538	-1134	7380	-821	-4089	471	1543	-14	-652	-180
704	440	-1887	21499	-2068	-3582	947	1566	-107	-616	-123
581	97	-1727	11983	-2236	-2978	1186	1342	-279	-566	
879	265	-1698	10400	-4283	-2734	1438	1163	-379	-515	
573	-385	-4266	11667	-3406	-1805	1669	963	-468	-485	

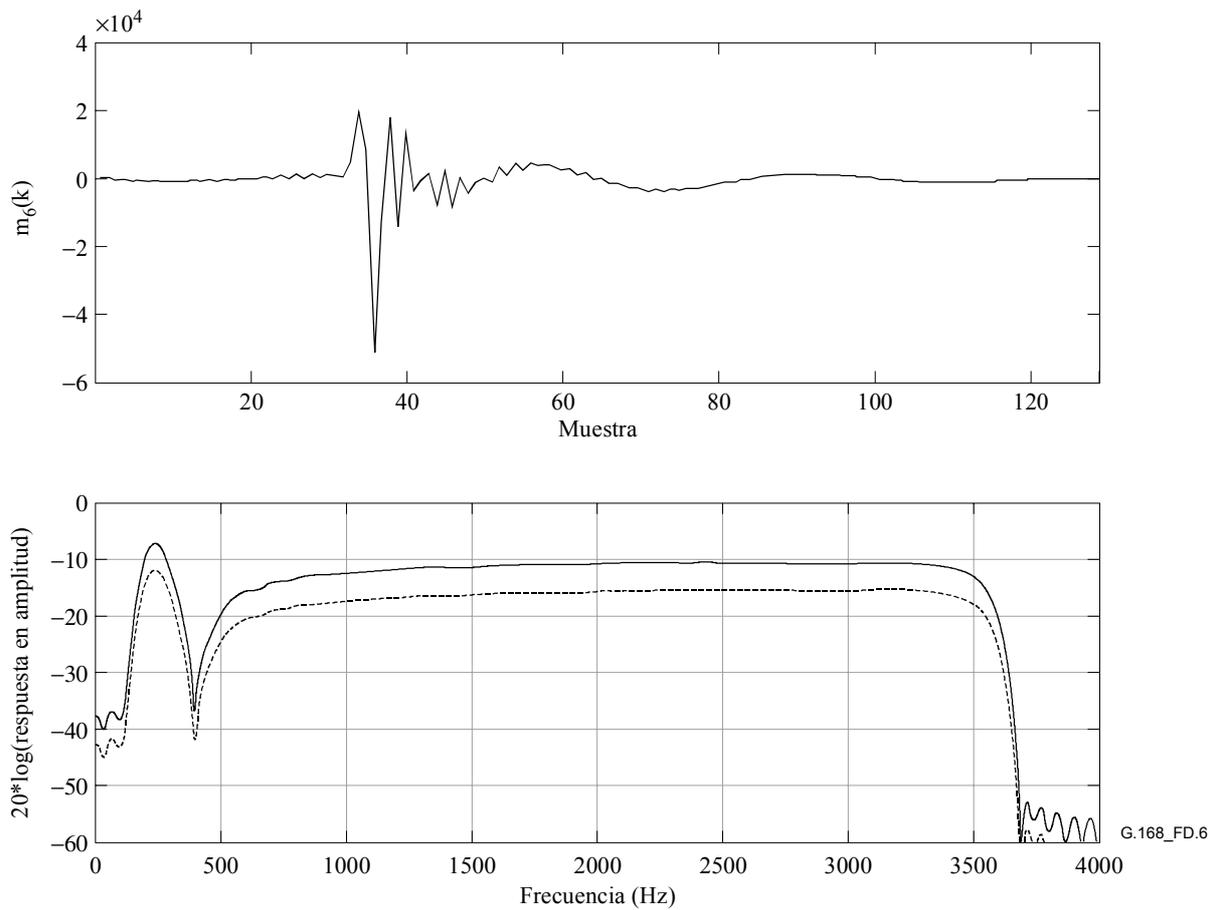


NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.5/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 5 de trayecto del eco

Cuadro D.7/G.168 – $m_6(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 6 de trayecto del eco

29	-450	158	19522	2469	5025	-1117	-1956	1724	482	-838
109	-105	1341	8421	-7994	3946	-2134	-1539	1871	289	-837
-83	-503	195	-50953	490	4414	-2547	-1239	1767	54	-834
198	145	1798	-9043	-3860	4026	-2589	-570	1802	-137	-740
-294	-490	344	18046	-837	3005	-3310	-377	1630	-321	-673
-135	267	1845	-13553	490	3380	-2778	251	1632	-490	-581
-415	-231	629	13336	-636	1616	-3427	331	1379	-638	-493
-202	340	1604	-3471	3682	2007	-2779	964	1271	-764	-436
-444	77	1182	-107	1141	158	-3116	1177	1063	-836	-327
-337	343	940	1788	5019	388	-2502	1449	856	-800	-201
-313	783	5163	-7409	2635	-1198	-2399	1564	711	-859	



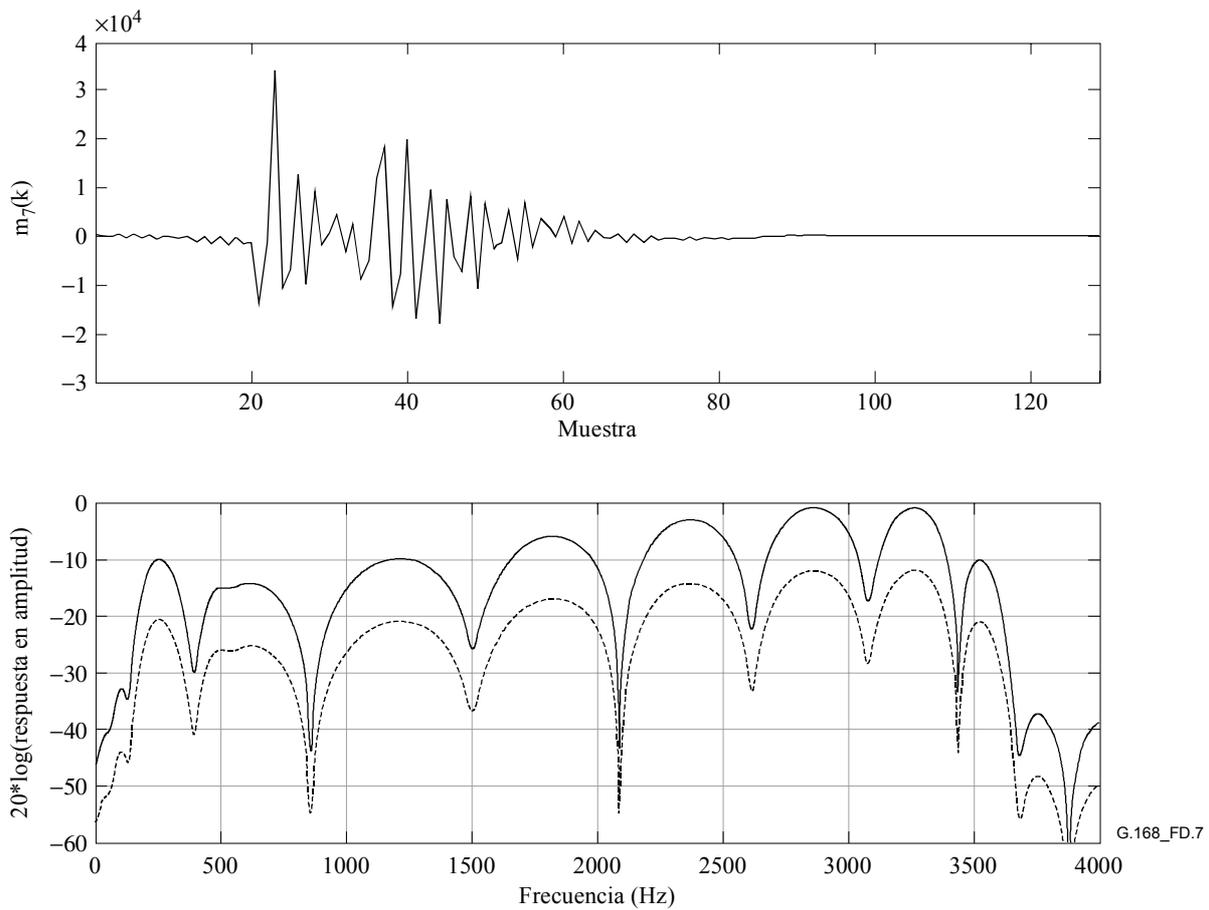
NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.6/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 6 de trayecto del eco

Obsérvese que, debido a la respuesta en amplitud específica del modelo de trayecto del eco m_7 , éste puede no ser un modelo eficaz para las pruebas 10A y 10B cuando el NLP está neutralizado. Ello se debe a la presencia coincidente de rebajas en la respuesta en amplitud a las frecuencias utilizadas en las pruebas.

Cuadro D.8/G.168 – $m_7(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 7 de trayecto del eco

258	-343	-1601	8950	18072	-4342	6868	1239	-415	-325	365
-111	-596	-1389	-1574	-14410	-7415	-2195	2	-372	-245	303
337	-177	-13620	758	-7473	7929	3425	-427	-769	-255	251
-319	-1187	-720	3526	19836	-10726	1969	596	-183	-60	230
347	-52	33818	-3118	-16854	6239	-109	-1184	-785	35	209
-434	-1781	-10683	2421	-3115	-2526	3963	551	-270	218	179
192	-147	-6742	-8966	9483	-1317	-1275	-1244	-659	149	
-450	-1959	12489	-4901	-17799	5345	3087	141	-377	340	
-108	-326	-9862	11385	7399	-4565	-892	-743	-523	233	

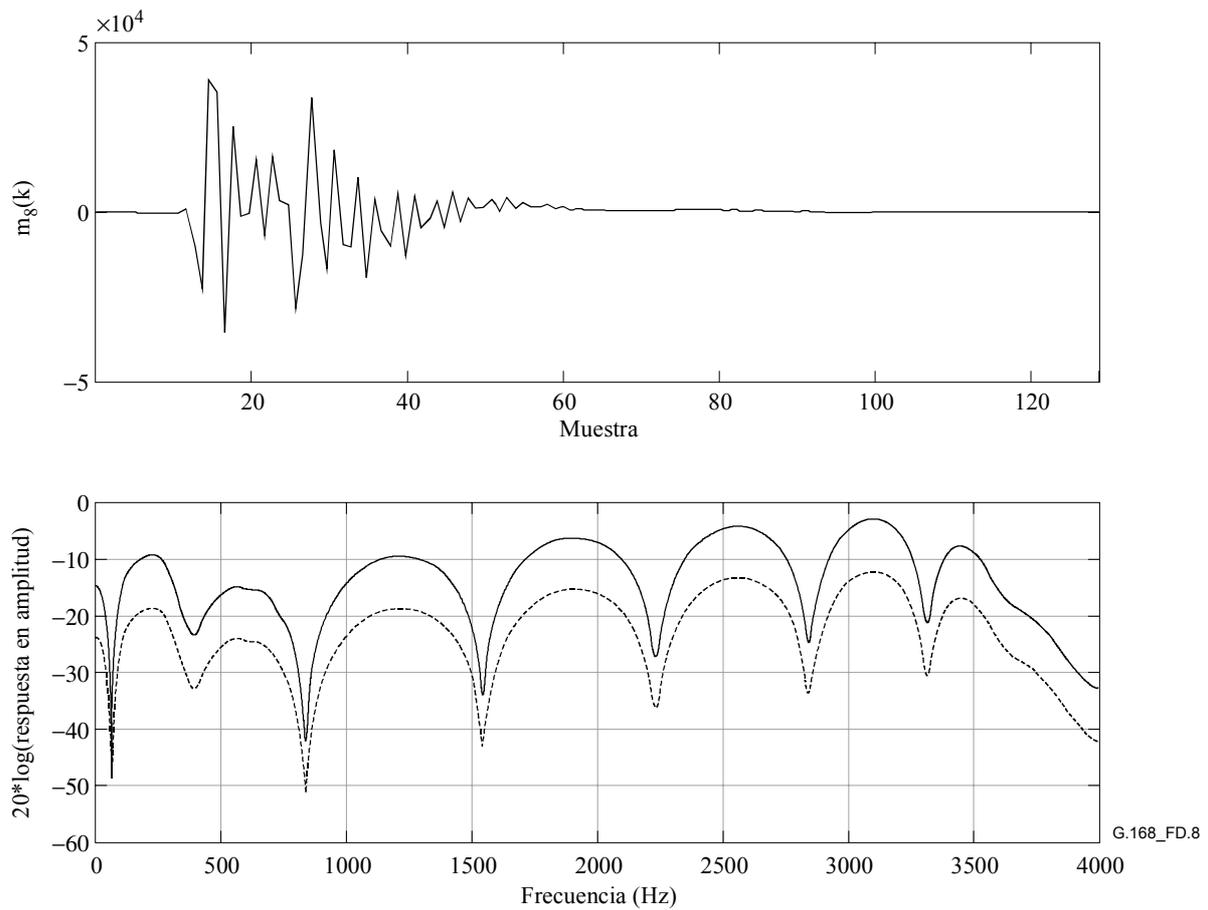


NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.7/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 7 de trayecto del eco

Cuadro D.9/G.168 – $m_8(k)$: Respuesta impulsiva del modelo 8 de trayecto del eco

80	-102	-1457	33871	-5907	5553	3083	806	452	669	356
31	-26	-229	-176	-10257	-2596	1917	869	538	619	147
4	1002	15659	-16421	5336	3992	1756	471	717	500	107
42	-9250	-6786	18173	-12933	1255	2478	646	723	650	-50
42	-22562	16791	-9669	4348	1450	1027	438	850	615	-88
-61	39321	3860	-10163	-4802	4079	1871	449	756	516	-59
-81	35681	2239	9941	-1791	324	845	432	753	492	-238
-64	-35289	-28730	-19365	3035	4340	1284	473	899	427	-165
-121	25312	-11885	3592	-4433	1059	813	394	555	291	-183



NOTA – ERL de 12 dB, entrada CSS con factor de escala del cuadro D.1a (línea continua), tono(s) de entrada con factor de escala del cuadro D.1b (línea discontinua).

Figura D.8/G.168 – Respuesta impulsiva y respuesta en amplitud del modelo 8 de trayecto del eco

D.4 Modelos de trayecto del eco medidos en redes telefónicas de Europa

Se han realizado medidas en redes telefónicas de Francia (véase II.2.2.2 el método de medida y en II.4.2 las respuestas impulsivas típicamente observadas). Se han observado tres tipos distintos de respuestas impulsivas del trayecto del eco con características equivalentes de los modelos de trayecto del eco $m_1(k)$, $m_5(k)$ y $m_6(k)$.

Apéndice I

Directrices para la utilización de compensadores de eco

I.1 Campo de aplicación

Los compensadores de eco son procesadores de señal adaptativos utilizados para controlar el eco; es previsible que sustituyan a los supresores de eco en las modernas redes de telecomunicación. Los compensadores de eco tienen una presencia cada vez mayor en prácticamente todas las conexiones de larga distancia, pudiendo estar presentes en una conexión individualmente o en cascada. La finalidad de este apéndice es:

- explicar los principios generales de funcionamiento de los compensadores de eco;
- identificar un conjunto limitado de reglas de aplicación y de limitaciones bajo las cuales funcionan los compensadores de eco;
- identificar como pueden afectar los compensadores de eco a la calidad percibida de la conversación y a la calidad de los datos en banda vocal;
- explicar los efectos de una señal de conversación de nivel elevado sobre los compensadores de eco;
- proporcionar consideraciones sobre la evolución de redes y servicios;
- proporcionar algunas consideraciones sobre la calidad de los compensadores de eco en situaciones de habla simultánea;
- proporcionar directrices sobre la utilización de parámetros para las pruebas de los compensadores de eco.

I.2 Control de eco en la red telefónica pública conmutada

Aunque en otras épocas se han utilizado supresores de eco para controlar el eco en las redes de larga distancia, los dispositivos hoy empleados a tal fin son los compensadores de eco. Si bien los planificadores y diseñadores de la RTPC hacen normalmente uso de la tecnología más moderna, tanto los diseñadores como los usuarios finales deben asumir que durante un cierto periodo de tiempo la planta instalada a nivel mundial puede incluir en algunas conexiones una tecnología de control de eco más antigua. Por ejemplo, las conexiones a través de la RTPC pueden incluir combinaciones de supresores de eco analógicos o digitales G.164, compensadores de eco analógicos y digitales UIT-T G.165 equipados con neutralizadores por tono G.164, compensadores de eco analógicos y digitales G.165 y compensadores de eco digitales conformes a esta Recomendación equipados con neutralizadores por tono G.165 o G.168. Las dos cláusulas siguientes resumen las razones a favor de la utilización, en las modernas redes de telecomunicación, de compensadores de eco en lugar de supresores de eco.

I.2.1 Supresores de eco

El principio sobre el que se basan los supresores de eco es bien conocido y puede resumirse como sigue: cuando se detecta conversación en el trayecto de recepción, se inserta una atenuación muy alta en el trayecto de emisión. Cuando se detecta habla simultánea, se cierra el trayecto de emisión y se inserta una atenuación de recepción en el trayecto de recepción. De esta forma, durante periodos de habla simultánea no se produce supresión de eco, pero el eco está más atenuado que la conversación directa. En la Rec. UIT-T G.164 se desarrollan otros aspectos de más detalle relacionados con la supresión de eco.

En general, los supresores de eco no proporcionan el mismo nivel de calidad de funcionamiento para la señal de conversación, datos en banda vocal o facsímil que los compensadores de eco. Durante el funcionamiento de los supresores de eco pueden ocurrir numerosos problemas. En primer lugar, en situaciones de habla simultánea la conversación puede sufrir mutilación si el nivel del eco es elevado. En segundo lugar, no se recomienda la utilización en cascada de supresores de eco. En tercer lugar, los supresores de eco pueden crear problemas para la transmisión facsímil. La cláusula 5.2/G.161 contiene una explicación detallada sobre las desventajas de la utilización de supresores de eco.

I.2.2 Compensadores de eco

Los compensadores de eco son dispositivos que utilizan procesado de señal adaptativo para reducir o eliminar el eco. Se sitúan en la parte a 4 hilos de un circuito y reducen (o eliminan) el eco sustrayendo una estimación del mismo de la señal de eco de retorno. Los compensadores de eco pueden funcionar sobre un circuito individual o sobre un sistema multiplexado, por ejemplo, compensadores de eco que funcionan sobre un circuito a 64 kbit/s multiplexado en un enlace a velocidad primaria.

Los compensadores de eco están diseñados para:

- suprimir las señales del trayecto lineal del eco;
- no suprimir el eco cuando así se solicita mediante una señal de neutralización dentro de banda;
- volver a un modo de funcionamiento normal después de haber sido neutralizado cuando el nivel de la señal dentro de banda cae por debajo de un nivel especificado durante un tiempo determinado. Este diseño permite a algunas redes transportar datos en banda vocal en los mismos canales utilizados para conversación. También permite volver a activar el compensador de eco durante una llamada vocal después de que se ha neutralizado de forma errónea (periodo de silencio).

Los compensadores de eco se caracterizan en función de que el trayecto sobre el que actúan sea analógico o digital y/o porque la sustracción del eco se haga por métodos analógicos o digitales. Este apéndice se limita a compensadores de eco cuya señal de entrada es digital y disponen de substractores digitales.

Los compensadores de eco tienen fundamentalmente las siguientes ventajas con respecto a los supresores de eco:

- se mejora la transparencia del trayecto de emisión;
- el bloqueo del procesador no lineal introduce menos degradaciones;
- no se inserta atenuación en recepción;
- la compensación de eco continua incluso en condiciones de habla simultánea;
- es posible la disposición en cascada (para compensadores de eco correctamente diseñados).

Algunos compensadores de eco disponen de la opción de ser neutralizados con el tono de 2100 Hz especificado en la Rec. UIT-T G.164 para supresores de eco, y otros son neutralizados mediante un tono de 2100 Hz con inversiones de fase periódicas de $180^\circ \pm 25^\circ$, tal como se especifica en la Rec. UIT-T G.165 y en esta Recomendación. La utilización del tono G.165 o G.168 permite neutralizar los compensadores de eco con independencia de los supresores de eco. Los compensadores de eco que responden a los tonos de neutralización G.165 o G.168 no son desactivados por un tono de 2100 Hz sin inversiones de fase.

I.2.3 Responsabilidades de los fabricantes de módems y de los usuarios finales

Los fabricantes de módems y los usuarios finales deben entender plenamente las características de los compensadores de eco de red y decidir si éstos deben permanecer activos o neutralizarse. Si los fabricantes de módems y los usuarios finales deciden que debe neutralizarse la funcionalidad de los compensadores de eco de red, han de asegurarse que el terminal utiliza los métodos pertinentes y aprobados definidos en Recomendaciones para dicha neutralización. Es además responsabilidad del usuario final, garantizar que todos los equipos terminales y redes privadas estén diseñados para funcionar de forma compatible con los compensadores de eco de la red. Por ejemplo:

- Los teléfonos digitales deben controlar su propio eco; véanse las Recomendaciones UIT-T G.122, G.131, P.340 y P.310 (la RTPC no es responsable de la cancelación del eco acústico).
- Los terminales y las redes privadas deben estar diseñados para proporcionar extensiones de circuitos compatibles con el diseño de la RTPC; por ejemplo, los trayectos de eco exteriores a la RTPC deben de ser lineales e invariables con el tiempo, o bien, el terminal debe de controlar el eco que genera.
- El retardo del terminal o de las redes privadas debe mantenerse dentro de los límites de funcionamiento de los compensadores de eco de la red, o bien el terminal y/o la red privada deben controlar su propio eco.

I.3 Directrices y limitaciones de funcionamiento

Los elementos siguientes deben tenerse en cuenta en la elaboración de directrices y en las limitaciones de funcionamiento de los compensadores de eco:

- Planificación de la transmisión en la red pública.
- Retardo de la transmisión y atenuación del eco.
- Características del trayecto de eco y de la capacidad del trayecto del eco de un compensador de eco.
- Planificación de la transmisión de la red privada, del fabricante y del usuario final.

En las Recomendaciones UIT-T sobre aspectos de planificación de la transmisión de los compensadores de eco pueden encontrarse descripciones detalladas de dichos elementos.

I.4 Efecto de los compensadores de eco sobre los servicios de voz y de datos

Los compensadores de eco de la red están presentes en conexiones que sufren retardos importantes. Deben estar diseñados para permitir que los canales de conversación puedan transportar datos en banda vocal, incluyendo facsímil. Ello significa que deben poder ser neutralizados a petición del equipo terminal del cliente. Sin embargo, es el fabricante de módems el responsable de determinar si los compensadores de eco de la red deben de estar activados o no.

La transmisión de datos en banda vocal en modo dúplex podrá tener lugar en función de cual sea el esquema de modulación del módem. Actualmente se están introduciendo nuevos esquemas de modulación y son los fabricantes los que deben de determinar cual debe ser el estado óptimo del compensador de eco cuando el módem está en funcionamiento, es decir, si el compensador debe estar activado o no, o si la llamada debe encaminarse a través de una conexión que no se disponga de la funcionalidad de compensador de eco.

Los diseñadores de terminales facsímil han desarrollado éstos en el supuesto de que los proveedores de redes instalarán dispositivos de control de eco de red conformes con las Recomendaciones UIT-T G.164, G.165 y G.168. Por lo tanto, se ha supuesto que los planificadores de la RTPC diseñarán una evolución de la misma tal que la red no impida de forma consciente el transporte del servicio de facsímil o de datos en banda vocal.

Por el contrario, los módem V.32 utilizan la misma banda de frecuencias en ambos sentidos y funcionan en modo dúplex gracias a la utilización de compensadores de eco integrados. El compensador de eco integrado de dicho módem en banda vocal no debe confundirse con los compensadores de eco que son conformes a la Rec. UIT-T G.165 y a ésta misma Recomendación, pues los requisitos de calidad de funcionamiento de unos y otros son bien distintos.

En 5.2.1/G.161 puede encontrarse información detallada sobre la interacción del control del eco y la transmisión de datos en banda vocal y facsímil.

I.5 Señal de conversación de nivel elevado

I.5.1 Introducción

Existe una variada gama de fuentes que pueden producir niveles de conversación altos en la red. En los teléfonos sin manos, por ejemplo, el micrófono puede permitir que se genere un nivel de conversación alto. Por ese motivo, la Rec. UIT-T G.165 fue modificada en 1992 para incluir una prueba de sobrecarga (prueba N.º 8) para niveles superiores a 0 dBm0 y para aumentar los niveles máximos de prueba de -10 dBm0 a 0 dBm0.

La presencia de niveles elevados de la señal de conversación puede dar lugar a que aumenten las no linealidades que degradan la calidad de algunos compensadores de eco, especialmente de compensadores de eco que no se han implementado de una forma enteramente digital. Otra área en la que los niveles de conversación elevados pueden dar lugar a problemas es en la detección de habla simultánea y en los circuitos de control del procesador no lineal. Estos casos se analizan en las dos cláusulas siguientes.

I.5.2 Detección de habla simultánea y detección de actividad

La calidad de funcionamiento de los compensadores de eco depende en buena medida de los algoritmos de detección de actividad y de detección de habla simultánea utilizados. Por ejemplo, si el habla simultánea no se detecta con suficiente rapidez, la conversación del extremo compensado enmascara el eco residual que se utiliza para actualizar el modelo de respuesta impulsiva del compensador de eco.

Los aspectos siguientes quedan en estudio:

- El efecto de los algoritmos de detección de actividad sobre los codificadores de baja velocidad.
- El efecto de la detección de habla simultánea en presencia de niveles de señal altos.

Ello pueden dar lugar a nuevos requisitos para el diseño de compensadores de eco.

I.5.3 Efecto de los codificadores de baja velocidad binaria

A los efectos de planificación de la red, resulta de utilidad conocer cuál es la degradación que pueden causar los codificadores de baja velocidad en el trayecto del eco de un compensador de eco. Un compensador de eco puede proporcionar una cierta mejora en la atenuación del eco.

Este asunto queda en estudio.

I.5.4 Efectos de un trayecto del eco no lineal

La teoría de la compensación del eco parte de la base de que el trayecto del eco es lineal e invariante con el tiempo. Un compensador de eco tiene una capacidad limitada para compensar el eco en presencia de un trayecto del eco no lineal producido por el recorte o por la distorsión no lineal del trayecto de eco entre R_{out} y S_{in} . En 5.2.5.1/G.161 puede encontrarse más información acerca de los efectos de la no linealidad del trayecto del eco.

I.5.5 Directrices para la utilización de R_{out} en los compensadores de eco

Cuando la misma señal accede a R_{in} y al trayecto de eco, la calidad puede degradarse si R_{out} no es digitalmente equivalente (bit a bit) a R_{in} en cualquier condición de la señal. La señal R_{rcv} internamente utilizada por el compensador de eco después de que ha pasado por el puerto R_{in} , puede utilizarse como señal fuente para el trayecto del eco. Por lo tanto, se recomienda que R_{out} (que se inyecta en el trayecto del eco) sea digitalmente equivalente a R_{rcv} .

I.6 Consideraciones relativas a la evolución de la red y los servicios

I.6.1 Transparencia a nivel de bit de los compensadores de eco

La Rec. UIT-T G.165 se modificó en 1992 para que quedase patente que un tono de desactivación a 2100 Hz con inversiones de fase debe neutralizar el compensador de eco y proporcionar un trayecto libre para una señal analógica. Es decir, un tono entre 300 Hz y 3400 Hz debe de pasar con su nivel de potencia y frecuencia inalterado a través de un compensador de eco, pero no se garantiza la transparencia a nivel de bit a 64 kbit/s (véase 3.3/G.165, revisión de 1993). Debe señalarse que dicha transparencia a 64 kbit/s se consigue y está implementada en algunos compensadores de eco, pero para permanecer en dicho estado, el nivel de potencia dentro de banda debe mantenerse por encima de un nivel prefijado.

Si los compensadores se utilizan sobre haces de enlaces y se neutralizan mediante un "canal de señalización entre la central de conmutación y el compensador de eco", el compensador debe soportar la facilidad de canal transparente a 64 kbit/s, siempre que dicha facilidad deba estar disponible.

I.6.2 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 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 está aún en estudio.

I.6.3 Entornos y control del eco acústico

El control del eco acústico se ha convertido en un asunto de gran importancia debido al aumento del número de teléfonos de manos libres. Aunque existen aspectos comunes entre la compensación del eco acústico y la del eco de red, también existen numerosas diferencias. Aspectos tales como los puntos de nivel, la atenuación (o ganancia) del trayecto de eco natural, la pérdida en el sistema de conmutación, así como el nivel y/o tipo de protección contra la oscilación parásita, son importantes para el estudio de los compensadores de eco acústicos. Además, es importante que un compensador de eco acústico pueda trabajar en armonía con un compensador de eco eléctrico de red.

I.6.3.1 Referencias al control del eco acústico

Los textos siguientes han sido extraídos de las Recomendaciones relativas al control del eco acústico.

En la cláusula 10/P.340 (05/2000), se puede encontrar la información sobre controladores de eco acústico y dispositivos de mejoría de la señal vocal.

I.6.3.1.1 Atenuación ponderada por acoplamiento del terminal (TCLw) [de 6.1/P.341 (02/1998)]

La atenuación ponderada por acoplamiento del terminal (TCLw) medida entre la entrada digital y la salida digital será al menos de 35 dB una vez corregida a los valores nominales de SLR y RLR especificados en 4.1 y 5.1 P.341 respectivamente. Si se proporciona control de volumen en recepción, el requisito es aplicable a un valor tan próximo como sea posible al valor nominal de RLR que se especifica en 5.1/P.341.

I.6.3.1.2 Atenuación por acoplamiento del terminal [de 6.1/P.342 (05/2000)]

La atenuación por acoplamiento del terminal ponderada (TCLw, *weighted terminal coupling loss*) en el modo de conversación simple, será mayor que 40 dB medida en condiciones de campo y con SLR + RLR normalizados a SLR = +13 dB y RLR = +2 dB. Por ejemplo, si el TCLw medido es 42 dB, el SLR medido es +16 dB y el RLR medido es 0 dB, el valor normalizado de TCLw = 42 dB + (13 – 16) dB + (2 – 0) dB = 41 dB.

Sin embargo, para cumplir los requisitos objetivos de eco del hablante G.131, conviene que TCLw sea mayor de 45 dB, debiéndose perseguir dicho objetivo.

NOTA – La degradación del eco percibida por una persona situada en el lado opuesto de la conexión de un terminal telefónico que tenga una TCLw menor de 45 dB, es función de la amplitud de la señal de eco del hablante, así como del retardo del trayecto de eco del hablante. Un terminal telefónico que tenga una TCLw menor de 45 dB proporcionará una señal de eco que se hace más molesta conforme aumenta el retardo del trayecto de eco del hablante. Por tanto, un terminal telefónico con una TCLw menor de 45 dB puede proporcionar una calidad de funcionamiento satisfactoria sobre conexiones con poco retardo, aunque puede no ocurrir lo mismo en el caso de conexiones con un gran retardo.

Se supone que este requisito se cumple si TCL y TCLw, respectivamente, se atienen a los valores indicados en el cuadro I.1 (que sustituye al cuadro 5/P.342), habiendo puesto el control de volumen de receptor en su posición de máximo.

Cuadro I.1/G.168

TCL (banda de 1/3 de octava)	TCLw
> 25 dB	> 35 dB
NOTA – Con estos valores se supone que en la conexión no existe otro control de eco.	

Si en el terminal se dispone de información acerca del tiempo de transmisión en un sentido de la conexión, y si el terminal funciona en situación de habla simultánea, se pueden aplicar los límites definidos en el cuadro I.2 (que sustituye al cuadro 6/P.342).

Cuadro I.2/G.168

	Tiempo de transmisión en un sentido	TCLw
Monólogo	≤ 10 ms	≥ 25 dB
Habla simultánea	≤ 10 ms	≥ 19 dB ^{a)}
a) Para conseguir MOS ≥ 4. Para más información véase la Rec. UIT-T P.340		

I.6.4 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.

NOTA – En base a los datos suministrados por los expertos del UIT-T sobre la finalidad del servicio "calidad de transmisión de redes y terminales de extremo a extremo:

- Deben minimizarse los efectos indeseados debidos a las inserción de ruido de confort.
- Debe existir una correlación entre el ruido utilizado y el ruido de fondo, en frecuencia y amplitud (las discusiones sobre este asunto indican que esto puede no ser adecuado para niveles de ruido altos y bajos).
- Debe existir una correlación entre el nivel del ruido insertado y el ruido de fondo; deben realizarse medidas adecuadas y ajustes de nivel utilizando dBm0p.
- 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.

I.7 Consideraciones relativas a la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco durante habla simultánea

I.7.1 Introducción

El habla simultánea ocurre (como su nombre indica) cuando las dos señales existentes a las entradas del compensador de eco tiene las características de señales de conversación activa.

La señal fuente compuesta (CSS) que simula el habla simultánea consiste en una ráfaga (de energía constante) y una pausa real. Sin embargo, se ha demostrado que puede conseguirse una mejor señal de habla simultánea mediante una señal en las que las dos ráfagas de señal de alta energía sean idénticas a la original, mientras que la pausa se rellena con una CSS acertada que consiste en sonidos vocales, una secuencia de ruido y una pausa. La figura I.1 muestra la señal de habla simultánea modificada con una duración de la secuencia de 800 ms.

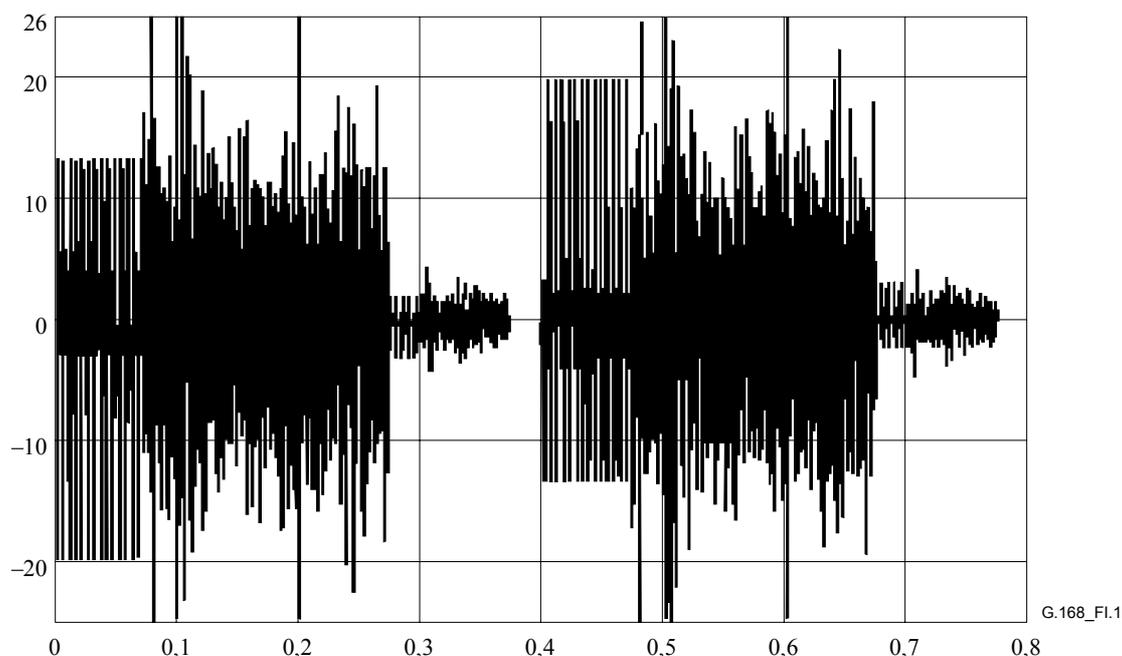


Figura I.1/G.168 – Señal de habla simultánea modificada

I.7.2 Parámetros del habla simultánea

La calidad de funcionamiento de los compensadores de eco en condiciones de habla simultánea viene determinada por muchos parámetros. Los siguientes aspectos se derivan de pruebas de grabación y escucha realizadas:

- Una de las degradaciones más apreciables cuando se produce habla simultánea está causada por la inserción errónea del NLP durante la conversación continuada.
- Las interrupciones en la conversación provocadas por el NLP, tal como se ha mencionado anteriormente durante conversación continuada, parecen ser más molestas que el recorte al inicio de una secuencia de habla simultánea (primera palabra del primer sonido).
- La detectabilidad y la molestia de las señales de eco durante el habla simultánea, dependen del nivel de señal de eco y de las características del sonido de la señal de eco.
- Los compensadores de eco se comportan de forma diferente según que el habla simultánea ocurra al comienzo de la adaptación o después de la convergencia plena.
- En base a los datos suministrados por los expertos del UIT-T sobre la finalidad del servicio "calidad de transmisión de redes y terminales de extremo a extremo": el recorte temporal (es decir, recorte silábico o mutilación) que introduce el NLP debe ser inferior a 64 ms y menos del 0,1% de la señal de conversación activa.

I.7.3 Análisis de los parámetros técnicos que influyen sobre la calidad en condiciones de habla simultánea

Los parámetros siguientes deben tenerse en cuenta cuando se defina una señal de prueba y el procedimiento de medida correspondiente:

- los niveles de señal en los puertos R_{in} y S_{gen} (señal en recepción y señal de habla simultánea);
- la relación de niveles y el perfil temporal de las señales en los puertos R_{in} y S_{gen} ;
- momento en que ocurre el habla simultánea (situación de convergencia del compensador de eco);
- duración del habla simultánea.

La calidad del compensador de eco viene dada por parámetros técnicos tales como:

- 1) la sensibilidad a la detección de habla simultánea;
- 2) el nivel umbral de detección de habla simultánea (inserción del NLP, posible control adaptativo);
- 3) la fiabilidad de la detección de habla simultánea;
- 4) el tiempo de conmutación del NLP;
- 5) el tiempo de bloqueo de la detección de habla simultánea;
- 6) las características en el dominio de la frecuencia de la atenuación de la señal de eco residual medida entre los puertos R_{in} y S_{out} (ERL en función de la frecuencia, "sonido" de la señal de eco);
- 7) la divergencia durante el habla simultánea.

A su vez, dichos parámetros pueden dividirse en grupos:

- los puntos 1 a 3 vienen determinados por la calidad de la detección de habla simultánea (sensibilidad, fiabilidad);
- las características de conmutación del NLP determina los puntos 4 y 5;
- los puntos 6 y 7 (características en el dominio de la frecuencia, es decir, ERL en función de la frecuencia y la divergencia) dependen del algoritmo del filtro.

Un procedimiento de medida adecuado para evaluar la calidad de funcionamiento durante el habla simultánea requiere emplear una secuencia de medida adecuada. Para reproducir secuencias típicas de habla simultánea, se utiliza una combinación de dos señales fuente compuestas (CSS). Ambas señales se describen en la Rec. UIT-T P.501. La duración de la CSS de medida es de 700 ms, mientras que la segunda CSS, que simula la presencia de habla simultánea en el trayecto de eco, tiene una duración de 800 ms. Debido a la distinta duración de las secuencias, la relación entre los niveles a las entradas del compensador de eco R_{in} y S_{gen} (o) S_{in} varían cuando ambas señales se repiten de forma periódica. Si se utilizan señales de conversación reales, pueden observarse relaciones similares. Varias medidas realizadas en condiciones de habla simultánea sobre diversos compensadores de eco, demuestran que con esta combinación de señales se obtienen resultados comparables a los obtenidos con señales de conversación real.

I.7.4 Realización de las pruebas 3A y 3B de habla simultánea sin inhibición de la adaptación

I.7.4.1 Introducción

En las pruebas 3A y 3B el compensador de eco se expone a una situación de habla simultánea durante un tiempo δt y la convergencia C /divergencia D se determina suprimiendo el habla simultánea y congelando la adaptación mientras que la CSS permanece activa en el puerto de entrada recepción. De esta forma, cada experimento produce un único punto del gráfico $C = C(\delta t)$ o $D = D(\delta t)$. En lugar de ello, puede medirse el gráfico completo $C = C(\delta t)$ o $D = D(\delta t)$ de un experimento sustrayendo la componente de habla simultánea del extremo compensado $s_{gen}(k)$ de la señal $e(k)$ en el puerto de salida emisión. La diferencia $e_r(k) = e(k) - s_{gen}(k)$ es el eco residual que conduce directamente a $C = C(\delta t)$ o $D = D(\delta t)$.

I.7.4.2 Procedimiento de prueba

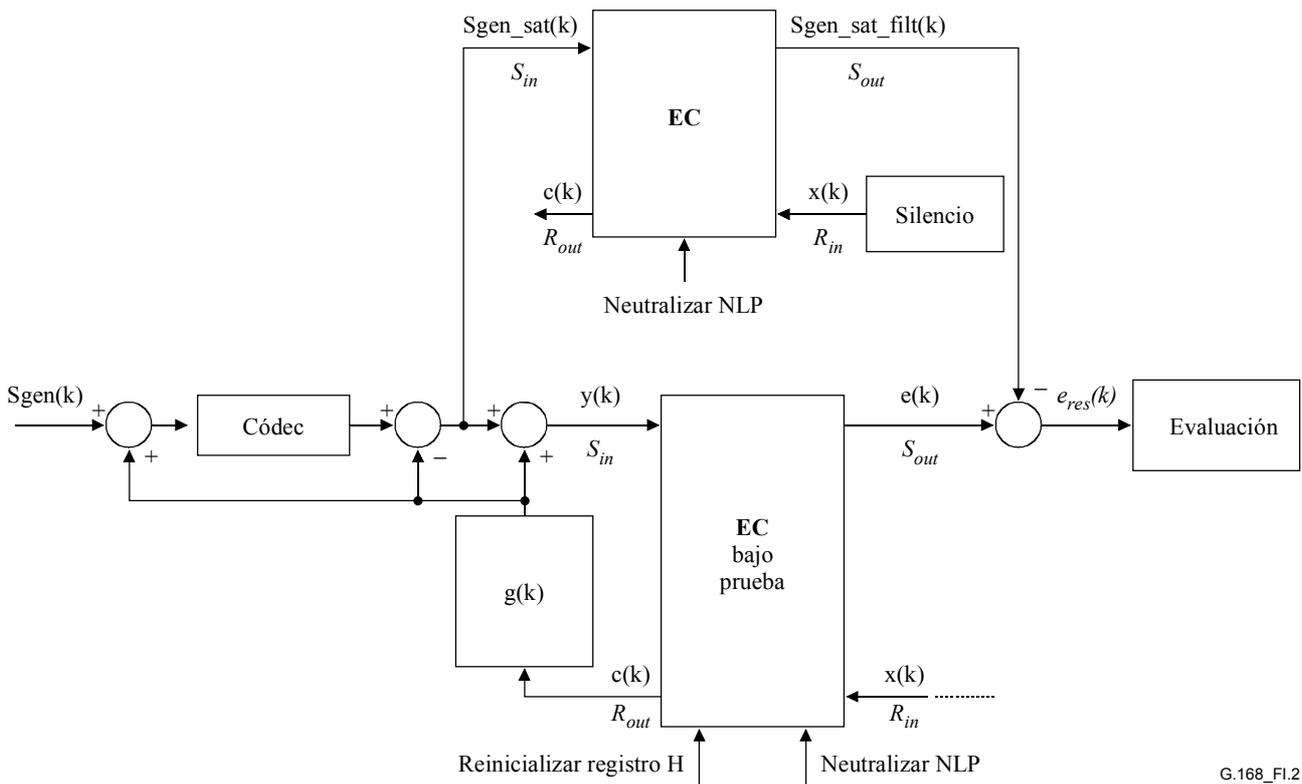
La prueba se realiza utilizando la configuración de prueba de la figura I.2. Para niveles elevados de la señal $s_{gen}(k)$, la magnitud de la suma de $s_{gen}(k)$ y del eco, $g(k)*c(k)$, puede ser superior al rango lineal del codificador de ley A/μ . Como consecuencia de ello, el compensador de eco ve el valor saturado de $s_{gen}(k)+g(k)*c(k)$. La componente de conversación simultánea en el puerto de entrada emisión se convierte en:

$$s_{gen_sat}(k) = \text{codec}[s_{gen}(k) + g(k)*c(k)] - g(k)*c(k).$$

Por esa razón, el $\text{codec}(\cdot)$ de función se define como una conversión de lineal a ley-A/ μ seguida de una conversión de ley-A/ μ a lineal. La señal $s_{gen_sat}(k)$ se calcula mediante los bloques situados más a la izquierda de la figura I.2.

Algunos compensadores de eco tienen un filtro de paso alto o de paso de banda en el trayecto de emisión. En tal caso, $s_{gen_sat}(k)$ debe pasar a través de dicho filtro antes de que pueda ser sustraída de la señal de salida emisión. Esto puede conseguirse de varias formas. Si se conoce el filtro, parece que lo más sencillo es pasar $s_{gen_sat}(k)$ directamente a través del filtro. Si se desconoce el filtro, puede hacerse pasar $s_{gen_sat}(k)$ a través del compensador de eco mientras que hay silencio en el puerto de entrada recepción (véase figura I.2). La señal que se obtiene $s_{gen_sat_filt}(k)$ representa la componente de habla simultánea de la señal de salida emisión, y puede ser sustraída para calcular el eco residual $e_r(k)$.

Los requisitos impuestos al nivel de potencia de $e_r(k)$ deben ser los mismos que sobre L_{RES} . Este procedimiento proporciona una visión continua (en lugar de discreta) del comportamiento del compensador de eco durante toda la situación de habla simultánea. Por tanto, no requiere congelar la adaptación del compensador de eco y elimina la posibilidad de una distorsión temporal de la calidad de funcionamiento medida del compensador de eco. Nótese que la señal S_{out} se mide durante la aplicación de la señal de habla simultánea, S_{gen} .



G.168_FI.2

Figura I.2/G.168 – Prueba para restar la componente de habla simultánea de la señal de salida emisión

I.7.5 Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco

I.7.5.1 Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco – Fundamentos

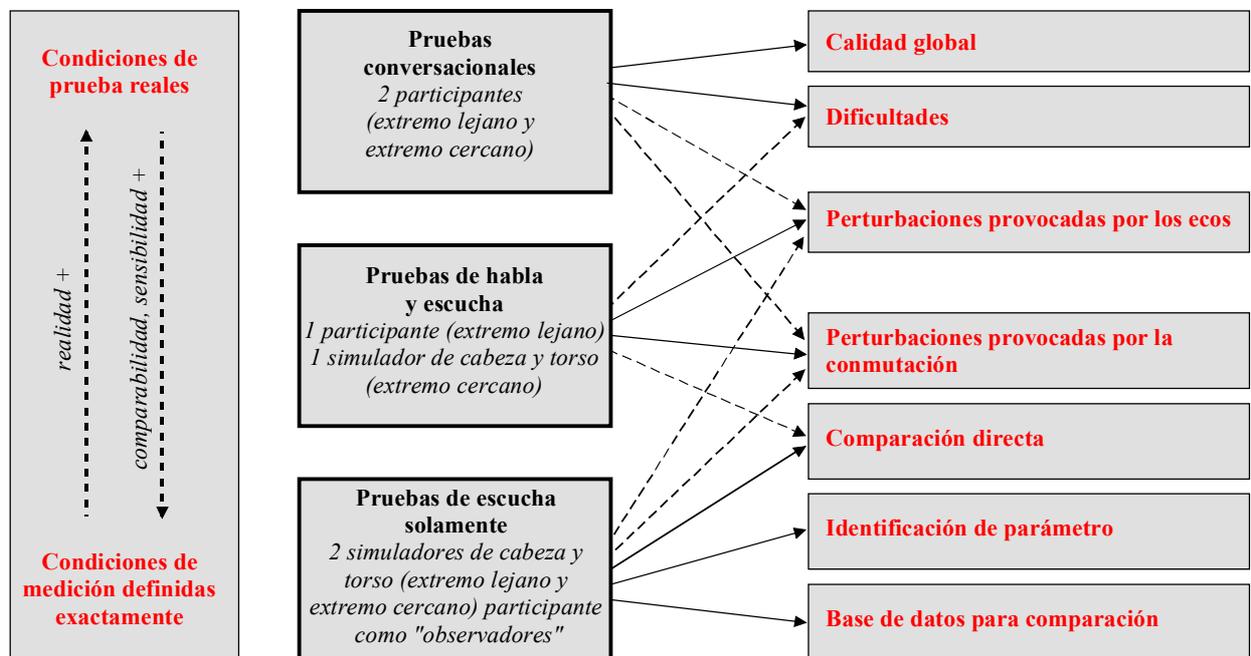
Uno de los puntos más importantes del estudio de la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco consiste en investigar la correlación existente entre pruebas objetivas y pruebas subjetivas.

En la Rec. UIT-T P.831 se propuso la normalización de los procedimientos de pruebas subjetivas (prueba conversacional, pruebas de habla y escucha, pruebas de escucha solamente). En base a los datos obtenidos con las pruebas subjetivas se pueden identificar los parámetros con los que se determina la calidad de transmisión de los compensadores de eco y, en una segunda etapa, se pueden establecer conclusiones sobre importantes procedimientos de prueba y respecto a los requisitos para la realización de pruebas en laboratorio.

En los párrafos que siguen se presenta de forma resumida la manera en que se utilizaron los resultados de las pruebas subjetivas para desarrollar pruebas objetivas.

I.7.5.1.1 Procedimientos de prueba auditiva

La figura I.3 muestra la estructura de, y la relación entre, los diversos procedimientos de pruebas subjetivas tales como las *pruebas conversacionales*, *pruebas de habla y escucha* y *pruebas de escucha solamente* junto con los parámetros que pueden estimarse con dichas pruebas. Los distintos procedimientos se desarrollaron como partes de la configuración de prueba completa. Los procedimientos no se llevaron a cabo de forma aislada, sino que cada prueba tenía un objetivo determinado.



G.168_FI.3

Figura I.3/G.168 – Estructura de los procedimientos de pruebas subjetivas para compensadores de eco y una selección de parámetros

Las *pruebas conversacionales* desempeñan una función importante en la evaluación de los compensadores de eco de voz, ya que la calidad de funcionamiento del compensador de eco influye en la calidad percibida de la conexión telefónica global. Durante una prueba conversacional, los participantes hacen una valoración de la calidad de la conexión *global* después de una conversación *completa*, teniendo así en cuenta todos los factores de la calidad de funcionamiento referidos. Las pruebas conversacionales son, probablemente, las pruebas más importantes concebidas con miras a la evaluación de la influencia de los compensadores de eco en la calidad de funcionamiento global de la transmisión.

Además, dichas pruebas son necesarias para identificar los parámetros que influyen de manera significativa en el complejo parámetro denominado "*calidad global*". Pero, por otra parte, las pruebas conversacionales no tienen sensibilidad suficiente para evaluar las características de calidad de funcionamiento de transmisión específicas. Si se van a desarrollar pruebas de laboratorio y se van a fijar requisitos de los parámetros de transmisión específicos de los compensadores de eco (nivel de eco residual, convergencia inicial, comportamiento del NLP, modulación de amplitud) hacen falta otros procedimientos de prueba. A tal efecto se han elaborado pruebas de *habla y escucha* y pruebas de *escucha solamente*. Estas pruebas, diseñadas convenientemente, constituyen un procedimiento poderoso y eficaz de investigación del efecto que los parámetros específicos de los compensadores de eco tienen en la calidad de funcionamiento global de la transmisión. De esta manera, se pueden correlacionar directamente los resultados de las pruebas con los resultados de las medidas objetivas.

I.7.5.1.2 Identificación de parámetros mediante pruebas conversacionales

En 1996 se llevaron a cabo pruebas conversacionales con cuatro compensadores de eco disponibles en el mercado, que al menos cumplían las especificaciones G.165. Una vez concluida la prueba, los operadores que habían estado presentes en las salas de prueba entrevistaron a los participantes sobre la *valoración de la calidad global* y el *porcentaje de dificultad durante el habla o la escucha en la conexión (% D)*. En las figuras I.4 e I.5 se dan las características del trayecto de eco y los resultados de las pruebas correspondientes.

Además de plantearles esas cuestiones recomendadas, se preguntó a todos los participantes que habían respondido "Sí" a la pregunta relativa a las dificultades, sobre *el tipo de dificultades* que habían tenido. Al final de la entrevista, se pidió a cada uno de los participantes que indicara cuál había sido *el aspecto más molesto* de la llamada que acababa de terminar. Las respuestas tienen un interés especial para los operadores, no sólo a efectos de las propias pruebas subjetivas sino también para la evaluación de los parámetros técnicos que están en el origen de los problemas que experimentan los abonados. Esta información da una idea importante de la relevancia de los parámetros instrumentales.

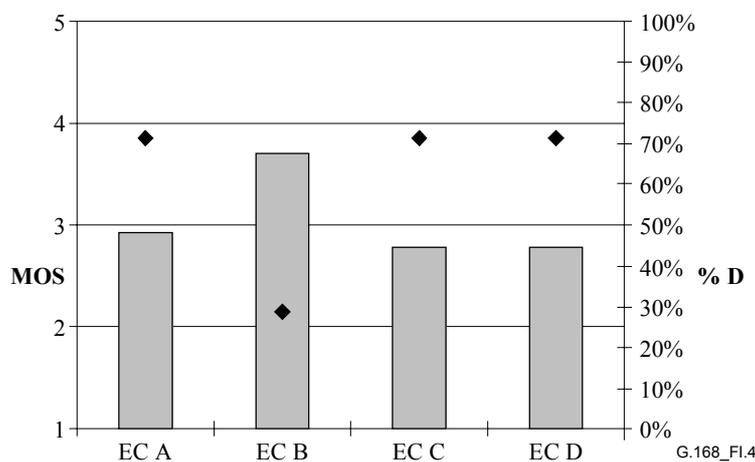


Figura I.4/G.168 – Resultados de las pruebas conversacionales, nota media de opinión (MOS) de calidad global y % D (rombo) para los 4 compensadores de eco, ERL de 7 dB, nivel de ruido de sala de 40 dB(A), nivel correspondiente de -61 dBm0

A la vista de la figura I.4 cabe efectuar un análisis de la diferencia notable que hay entre el compensador de eco B y los otros compensadores A, C y D. El objetivo principal de las pruebas no era comparar compensadores de eco diferentes sino identificar los parámetros que determinan la calidad percibida subjetivamente. Si se analizan los comentarios sobre las dificultades experimentadas durante la conversación, se observa que la mayoría de ellos se refiere a los puntos siguientes:

- Recorte de la señal vocal audible durante el habla simultánea (implementación del NLP). Es especialmente relevante para el diseño de la prueba 3C.

Las mediciones instrumentales basadas en señales fuente compuestas muestran que el compensador de eco B de la figura I.4 tiene muy buena calidad de funcionamiento en habla simultánea. Junto con una elevada atenuación del eco, ello da lugar a la mejor valoración de la figura I.4.

- Perturbaciones causadas por los ecos (convergencia inicial y eco residual). Especialmente relevante para las pruebas 2A y 2B.

La señal de eco del propio compensador de eco EC D fue calificada normalmente como "distorsionada" o "... como un susurro". De ahí se derivan valores de nota media de opinión (MOS, *mean opinion score*) mucho peores en comparación con el compensador de eco B, aunque la calidad de funcionamiento en situación de habla simultánea fue buena.

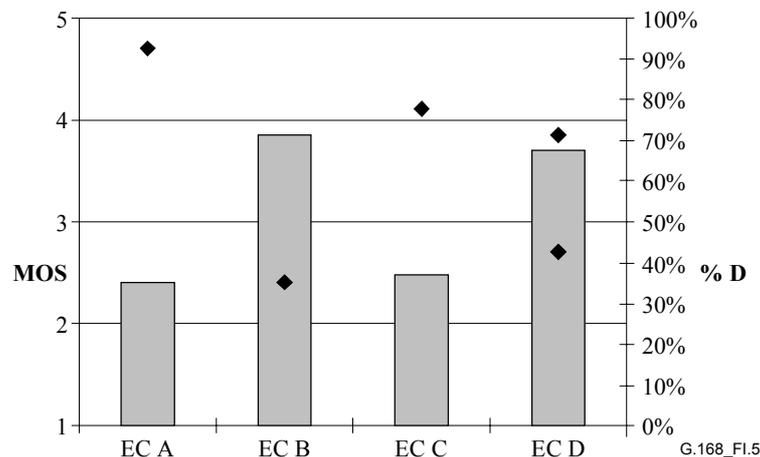


Figura I.5/G.168 – Resultados de pruebas conversacionales, nota media de opinión (MOS) de calidad global y % D (rombo) para los 4 compensadores de eco, 4 trayectos de eco alámbricos, nivel de ruido de sala de 50 dB(A), nivel correspondiente de -55 dBm0

Los compensadores de eco de la figura I.5 se pueden dividir en dos grupos. Los compensadores A y C son considerados bastante peores que los compensadores B y D. Analizando los comentarios de los participantes tras la prueba, comentarios con los que expresaban su valoración del porcentaje de dificultad, se observa que se refieren claramente a dos aspectos importantes:

- El recorte durante el habla simultánea fue la perturbación más molesta. Es especialmente relevante para el diseño de la prueba 3C.

Los compensadores B y D con una buena calidad de funcionamiento durante habla simultánea, junto con este trayecto del eco, se consideran notablemente mejores.

- Calidad de la transmisión del ruido de fondo. No existe actualmente en esta Recomendación ninguna prueba para examinar la calidad de la transmisión del ruido de fondo.

La modulación del ruido de fondo es audible y les resulta perturbadora a los participantes, sobre todo si el ruido desaparece cuando comienzan a hablar y el compensador de eco atenúa el trayecto de emisión.

Los resultados de las pruebas conversacionales efectuadas por otra Administración en condiciones de red diferentes también señalaban la importancia de la calidad de funcionamiento del NLP. En esa evaluación aparecieron diferencias notables entre dos de los compensadores sometidos a prueba, cuando los niveles de la señal estaban por encima o por debajo del valor nominal. En una de las situaciones, se llegó a la conclusión de que la diferencia de calidad de funcionamiento se debía al recorte de la señal vocal a lo largo del tiempo provocada por el funcionamiento del procesador no lineal y el control asociado al mismo.

Los resultados de las pruebas conversacionales publicadas por dos Administraciones y los resultados correspondientes de las pruebas específicas de escucha solamente en condiciones de habla simultánea, indican que la ocurrencia de recortes e intervalos inactivos influye mucho en la calidad de funcionamiento subjetiva. Las mediciones objetivas, relativas a las características de conmutación del NLP, ofrecen parámetros correlacionados. Los resultados de los diferentes procedimientos de pruebas subjetivas indican claramente que el control del NLP y la característica de conmutación asociada en condiciones de monólogo y habla simultánea es uno de los parámetros más importantes. Influye en la calidad de transmisión del ruido de fondo y en la calidad de funcionamiento en habla simultánea. También es importante la atenuación del eco durante las condiciones de convergencia inicial y régimen permanente (condiciones de monólogo y habla simultánea).

I.7.5.1.3 Pruebas de habla y escucha específicas

En las pruebas conversacionales se denunciaron las perturbaciones debidas al eco de algunos compensadores de eco sometidos a prueba. Esto indica la necesidad de disponer de los resultados de una prueba subjetiva específica y la prueba objetiva correspondiente para establecer los requisitos de las pruebas de laboratorio. A tal fin, se diseñaron *pruebas de habla y escucha* específicas, para evaluar las perturbaciones relacionadas con el habla. Se probaron cuatro compensadores de eco.

En una parte de la prueba se consideró la convergencia inicial de los compensadores de eco con el NLP activado y desactivado. Las figuras que siguen presentan los resultados de las pruebas subjetivas y las mediciones objetivas correspondientes.

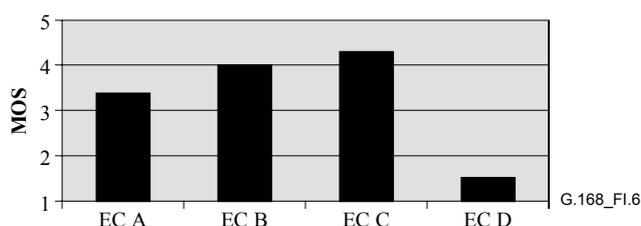


Figura I.6/G.168 – Resultados de las *pruebas de habla y escucha*, nota media de opinión (MOS), perturbación provocada por los ecos, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo del extremo no cercano, NLP desactivado

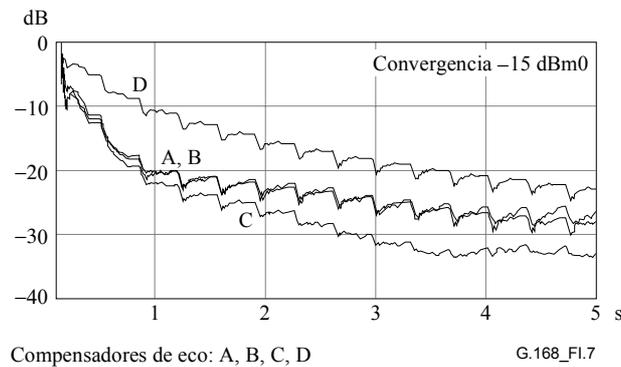


Figura I.7/G.168 – Prueba de convergencia en función del tiempo, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo del extremo no cercano, nivel de recepción de -15 dBm0, NLP desactivado

La figura I.6 presenta los resultados para el caso en que el NLP está desactivado. Esta prueba caracteriza la convergencia de los filtros adaptativos. Las *pruebas de habla y escucha* son lo bastante sensibles como para señalar las diferencias entre los compensadores de eco probados. Cabía pensar que esas diferencias se pondrían de manifiesto en los comentarios de los participantes en la prueba durante las pruebas conversacionales, pero estas últimas pruebas no fueron lo suficientemente sensibles como para establecer una comparación adicional entre los compensadores de eco probados. La señal de eco, producida por el EC D (compensador de eco D), es la que produce mayores molestias. Los valores de nota media de opinión (MOS) están correlacionados con los resultados de las pruebas objetivas medidos para algunos compensadores de eco, como se indica en la figura I.7. Esto es relevante para la prueba 2B.

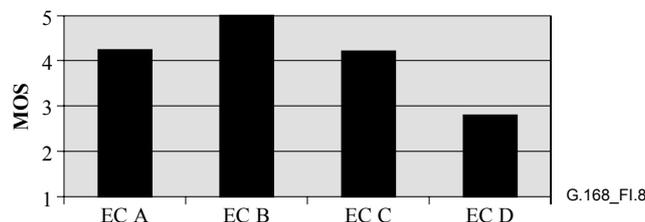


Figura I.8/G.168 – Resultados de las *pruebas de habla y escucha*, nota media de opinión (MOS), perturbación causada por los ecos, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo de -55 dBm0, NLP activado

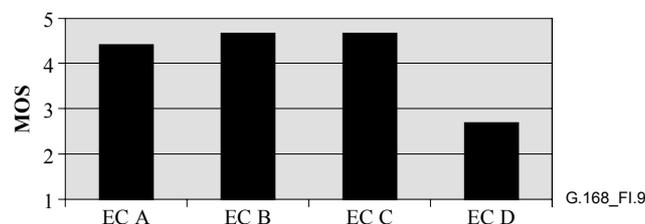


Figura I.9/G.168 – Resultados de las *pruebas de habla y escucha*, nota media de opinión (MOS), perturbación causada por la conmutación audible, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo de -55 dBm0, NLP activado

Las figuras I.8 e I.9 presentan los resultados para el caso en que el NLP está activado. La figura I.8 muestra las valoraciones de las perturbaciones debidas al eco cuando el NLP está activado, y la figura I.9 los resultados correspondientes al recorte audible. El EC D (compensador de eco D) obtiene las peores valoraciones con menos de tres puntos para ambos parámetros. Los ecos se pueden oír durante más tiempo hasta que son suprimidos (figura I.8). La conmutación audible provoca mayores molestias en comparación con los otros tres compensadores de eco EC A, EC B y EC C (figura I.9). La característica de conmutación del EC D es más molesta en comparación con los otros compensadores de eco.

- Las molestias al comienzo de la convergencia las provocan, básicamente, varios parámetros: la velocidad de convergencia inicial, determinada como la atenuación del eco en función del tiempo, es un aspecto importante derivado de los resultados correlacionados de las pruebas subjetivas y objetivas de las figuras I.6 e I.7. Las características de conmutación del NLP y la atenuación del eco en función de la frecuencia también influyen en las molestias. Los resultados correlacionados de las mediciones objetivas se indican en las figuras I.10 a I.13. Las imágenes muestran un análisis espectral de la señal de eco en función del tiempo (eje x) y la frecuencia (eje y) durante la convergencia inicial para los compensadores de eco que fueron probados subjetivamente (figuras I.8 e I.9). Las crestas de señal de eco se indican con colores ligeros, mientras que los colores oscuros representan una mejor atenuación del eco. Estos resultados de mediciones constituyen de nuevo un ejemplo muy bueno de cómo se pueden correlacionar resultados de pruebas obtenidos subjetivamente con análisis objetivos. Las pruebas indican claramente que los compensadores de eco A, B y C, que fueron calificados como notablemente mejores en las pruebas de habla y escucha (figuras I.8 e I.9), atenúan y suprimen el eco residual más rápidamente que el compensador de eco D. Esto es relevante para las pruebas 2A y 2C. No existe actualmente en esta Recomendación prueba alguna para examinar la calidad de la transmisión del ruido de fondo.

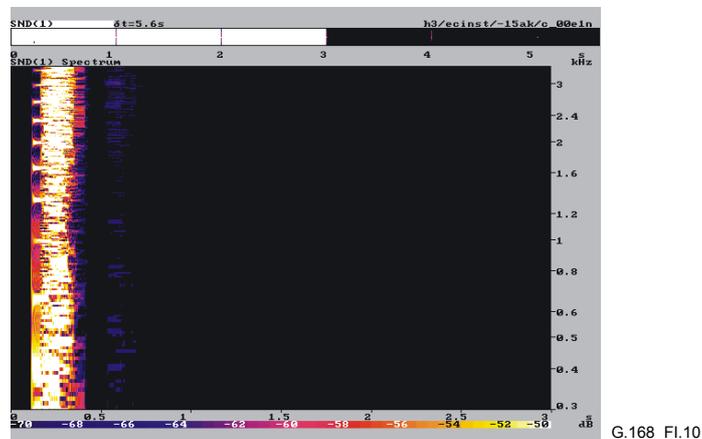
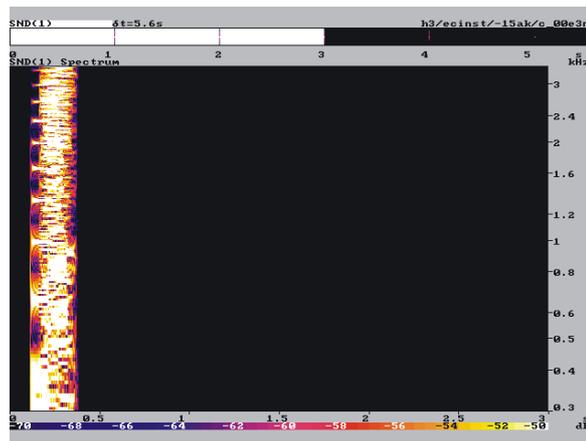
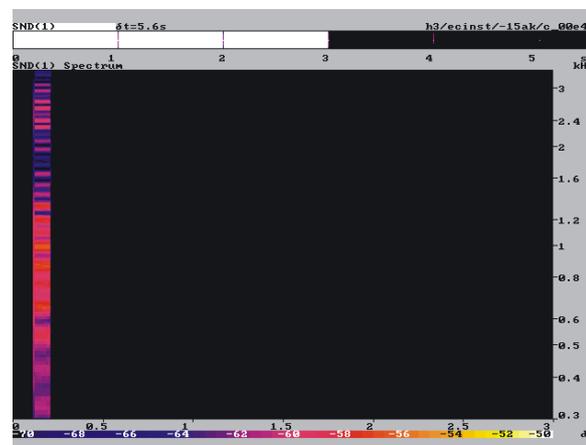


Figura I.10/G.168 –Compensadores de eco A



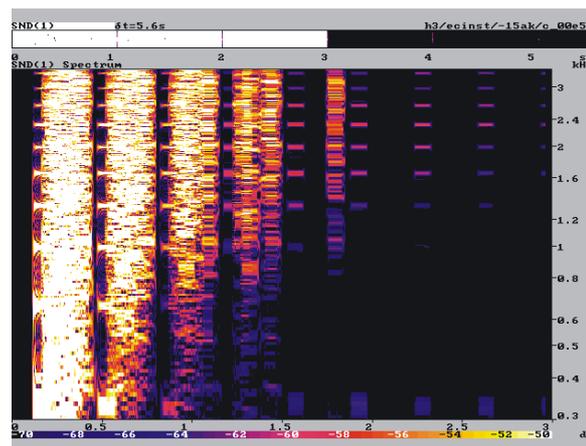
G.168_FI.11

Figura I.11/G.168 –Compensadores de eco B



G.168_FI.12

Figura I.12/G.168 –Compensadores de eco C



G.168_FI.13

Figura I.13/G.168 –Compensadores de eco D

Figuras I.10, I.11, I.12 e I.13/G.168 – Análisis espectral del eco residual durante la convergencia inicial

Pruebas de escucha solamente

La prueba de escucha solamente es probablemente el método de prueba más sensible a efectos del establecimiento de la comparación directa entre compensadores de eco y de la evaluación de parámetros de transmisión simples. Además de las pruebas conversacionales y las pruebas de habla y escucha, se utilizó esta prueba para evaluar parámetros de transmisión específicos tales como los niveles de eco residual, la convergencia inicial o la calidad de funcionamiento en habla simultánea.

Las figuras I.14 e I.15 muestran un ejemplo de cómo se utilizaron los resultados de pruebas subjetivas para encontrar valores de pruebas de laboratorio. La calidad de funcionamiento en habla simultánea de seis compensadores de eco se obtuvo con un grupo de participantes no entrenados (figura I.14) y participantes expertos (figura I.15) para una ERL de 24 dB, un nivel de recepción de -15 dBm0 y un nivel de habla simultánea de -30 dBm0.

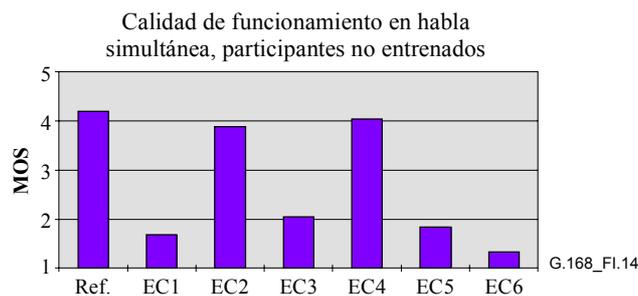


Figura I.14/G.168 – Resultados de las pruebas de escucha solamente, participantes no entrenados, calidad de funcionamiento en habla simultánea, nota media de opinión (MOS), ERL de 24 dB, nivel de recepción de -15 dBm0, nivel de habla simultánea de -30 dBm0

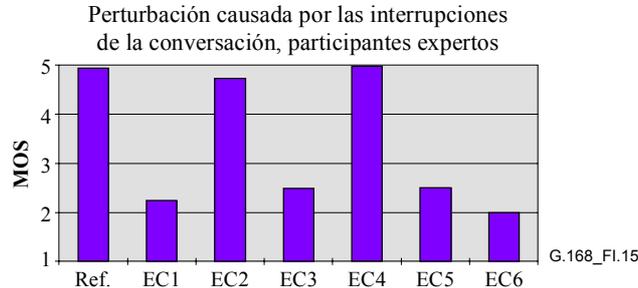


Figura I.15/G.168 – Resultados de las pruebas de escucha solamente, participantes expertos, perturbaciones durante el habla simultánea causadas por las interrupciones de la conversación, nota media de opinión (MOS), ERL de 24 dB, nivel de recepción de -15 dBm0, nivel de habla simultánea de -30 dBm0

Aunque la señal de habla simultánea es muy débil, los dos compensadores de eco EC2 y EC4 alcanzan valores de MOS similares a los de las referencias sin perturbaciones de la figura I.14. Los participantes no entrenados hicieron una estimación del parámetro "calidad de funcionamiento de habla simultánea". Esto muestra la sensibilidad de las pruebas de escucha solamente e indica que, incluso en esas condiciones, cabe esperar una transmisión de buena calidad con los compensadores de eco. Los otros cuatro compensadores de eco se valoran como notablemente peores. Las valoraciones del grupo de expertos respecto a las perturbaciones causadas por las interrupciones de la conversación (indicadas en la figura I.15) muestran el mismo orden de preferencia de los compensadores de eco. Este resultado pone de manifiesto de nuevo la correlación existente entre el resultado de la prueba conversacional y los comentarios correspondientes. Ello muestra que la molestia causada por las interrupciones de la conversación es al parecer, el parámetro más importante.

Las pruebas objetivas y las señales de prueba se pudieron adaptar para medir parámetros correlacionados. Las pruebas indicaron que la degradación de una señal de habla simultánea transmitida la provoca sobre todo la inserción del NLP durante la conversación. El parámetro correlacionado es la característica de conmutación del NLP y su control durante el habla simultánea. Esto es especialmente relevante para la pruebas 3C.

I.7.5.2 Pruebas subjetivas a fin de evaluar cualitativamente los efectos del proceso de compensación del eco que no pueden obtenerse a través de medidas objetivas

Se han realizado pruebas subjetivas a fin de evaluar cualitativamente los efectos del proceso de compensación del eco que no pueden obtenerse a través de medidas objetivas.

Los resultados de estas pruebas, realizadas tanto por personal entrenado como no entrenado, señalan que una de las degradaciones que sufre la señal de habla simultánea que se transmite, está causada principalmente por la inserción del NLP durante la conversación cuando los compensadores de eco han realizado completamente la convergencia. Si la CSS se utiliza en medidas objetivas, las características de conmutación pueden determinarse fácilmente después de una ráfaga de señal de habla simultánea, ya que la duración de todos los componentes viene definida exactamente por la CSS. Pruebas subjetivas han mostrado que puede conseguirse un buen funcionamiento en condiciones de habla simultánea, incluso con un nivel de señales de habla simultánea 15 dB inferior a los niveles de señal en el puerto de entrada recepción. Si las ráfagas de la CSS de habla simultánea no se transmiten completamente, es altamente probable que ocurran interrupciones de conversación de mayor duración.

I.8 Directrices sobre la utilización de parámetros para la prueba de compensadores de eco

Las pruebas que se describen en esta Recomendación tienen numerosos parámetros que se especifican en forma de rangos. A continuación se proponen un conjunto de condiciones de prueba que deben considerarse como mínimas. Se advierte especialmente que estos valores no implican que exista conformidad con respecto a esta Recomendación, lo cual queda a discreción de los proveedores de telecomunicaciones. Asimismo, debe señalarse que todas las posibles combinaciones de los parámetros abajo enumerados exigen una gran cantidad de tiempo.

- 1) *Retardo del trayecto del eco*
 - a) Δ – dispersión de $g(k) - 4$.
 - b) $\Delta/2 - 4$.
 - c) $\Delta/10$.
- 2) *Atenuación del eco*
 - a) 6 dB.
 - b) 15 dB.
 - c) 30 dB.
- 3) *Nivel de entrada recepción (L_{Rin})*
 - a) Nivel de entrada máxima especificada para la prueba en particular.
 - b) -10 dBm0.
 - c) -20 dBm0.
 - d) Nivel de entrada mínima especificada para la prueba en particular.
- 4) *Condición inicial del registro H*
 - a) Registro H reinicializado.
 - b) Registro H ha convergido a un trayecto de eco abierto.

c) Registro H a convergido a alguna función $g(k)$.

I.9 Bibliografía

- [1] COM 25-27-E (1993): La señal fuente compuesta como señal de medida y resumen de varias investigaciones sobre los compensadores de eco.

Apéndice II

Métodos de medida de las características de trayectos del eco

II.1 Introducción

El conocimiento del trayecto del eco es necesario para controlar eficientemente el eco de los sistemas de telecomunicación. Dos de las características principales de un trayecto del eco son el tiempo de dispersión y la respuesta en frecuencia. En este apéndice se resumen las técnicas de medida utilizadas para obtener la respuesta impulsiva del trayecto del eco en redes telefónicas. También proporciona el análisis de resultados de trayectos del eco medidos en redes reales.

Este apéndice está organizado de la forma siguiente. En la cláusula II.2 se describe en detalle los procedimientos de medida existentes. En la cláusula II.3 se describe cómo se generan las características del trayecto del eco. La cláusula II.4 contiene ejemplos de las características de trayectos de eco medidos en redes reales. Finalmente, la cláusula II.5 presenta las conclusiones.

Este apéndice no incluye referencia alguna a las medidas de la atenuación del eco (ERL, *echo return loss*). Ello se debe a que esta Recomendación especifica que todos los compensadores de eco deben funcionar y cumplir los requisitos de todas las pruebas con $ERL \geq 6$ dB.

En el sitio Web del UIT-T puede encontrarse más información sobre las características de los trayectos del eco.

II.2 Procedimiento de medida

En la figura II.1 se muestra la típica configuración de una llamada donde $x(k)$ e $y(k)$ son respectivamente, las señales hacia y desde el extremo compensado. Debido a la desadaptación de impedancias en la híbrida que conecta los circuitos a dos y cuatro hilos, parte de la señal procedente del extremo no compensado pasa a través de la híbrida y se propaga en sentido inverso hacia el hablante generando el eco. Si el usuario del extremo compensado no está hablando, $y(k)$ es la señal de eco. Por lo tanto, se miden las señales $x(k)$ e $y(k)$ para obtener las características del trayecto del eco.

NOTA – La existencia de dispositivos de control de nivel, por ejemplo, el control automático de nivel (ALC, *automatic level control*), la compensación de nivel elevado (HLC, *high level compensation*), amplificadores o atenuadores a lo largo del trayecto desde la híbrida hasta el dispositivo de medida puede afectar a los valores de ERL medidos.

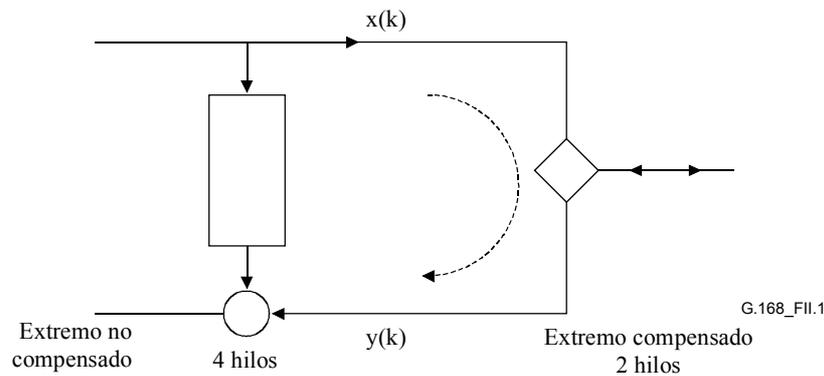


Figura II.1/G.168 – Conexión de una llamada típica

II.2.1 Configuración de la medida

II.2.1.1 Configuración de medida intrusiva

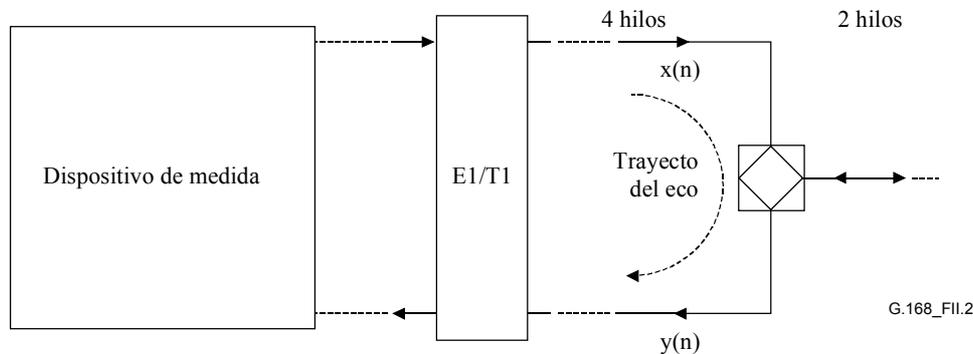


Figura II.2/G.168 – Diagrama de bloques de una configuración de medida intrusiva

La figura II.2 muestra el diagrama de bloques de una configuración de medida intrusiva. El dispositivo de medida genera la señal de prueba y realiza el registro de la señal. El equipo utiliza una conexión a 4 hilos para enviar y recibir señales.

Cuando no está disponible una interfaz T1/E1, la señal de prueba puede generarse en un punto a 2 hilos. En cualquier caso, las señales (de transmisión y de recepción) deben medirse en un punto digital a 4 hilos en el que las señales están bien definidas (en términos de nivel).

Durante las medidas, el equipo realiza en primer lugar la marcación de un número telefónico. Una vez que la llamada se ha establecido envía la señal de prueba. La señal de prueba pasa por la interfaz T1/E1, por la central de conmutación (CO, *control office*) y por la RTPC hasta un usuario distante. Parte de la señal transmitida se refleja en forma de eco. Tanto la señal transmitida como el eco devuelto se registran en el equipo utilizando un sistema de registro síncrono. En un compensador de eco las dos señales que se registran son R_{in} y S_{in} .

NOTA – Debe asegurarse que en la conexión no existe ningún supresor de eco.

II.2.1.2 Configuración de medida no intrusiva

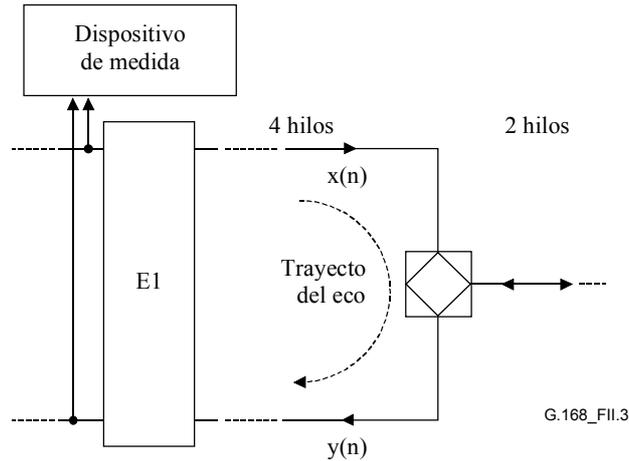


Figura II.3/G.168 – Diagrama de bloques de una configuración de medida no intrusiva

La figura II.3 representa el diagrama de bloques de una configuración de medida no intrusiva basada en la utilización de un "dispositivo de medida no intrusivo en servicio" (para una información más detallada véase la Rec. UIT-T P.561). Antes de realizar cualquier medida, debe asegurarse que en la conexión no hay presente ningún compensador de eco ni supresor de eco. El dispositivo de medida supervisa la señal fuente $x(n)$ y la señal de eco $y(n)$ en la interfaz T1/E1.

II.2.2 Cálculo de la respuesta impulsiva del trayecto del eco

El cálculo de la respuesta impulsiva del trayecto del eco requiere un conocimiento perfecto de las señales de prueba de transmisión y recepción. A continuación se describen dos métodos basados en dos señales de prueba distintas.

II.2.2.1 Método 1: algoritmos LS/LMS basados en la inyección de ruido blanco

En la figura II.4 se muestra la señal de prueba utilizada. Consta de tres segmentos. El primero es un tono de 2100 Hz con inversiones de fase. El objeto del tono es neutralizar todos los compensadores de eco y supresores de eco que existiesen en el enlace durante la realización de la medida. La duración del tono está fijada en $T_1 = 1,35$ s. La amplitud del tono es de -12 dBm0. El segundo segmento es una pausa. El objeto de la misma es determinar la característica del ruido de fondo en la señal de eco devuelta. Dado que, tal como se especifica en la cláusula 7 y en las Recomendaciones UIT-T G.164 y G.165, un compensador de eco neutralizado mediante un tono vuelve a activarse transcurridos $250 \text{ ms} \pm 150 \text{ ms}$ con la señal a un nivel inferior a -39 dBm0, la duración de la pausa se fija en $T_2 = 80$ ms. El tercer segmento es una señal de ruido Gaussiano blanco utilizada para identificar la respuesta impulsiva del trayecto del eco. El nivel de potencia de la señal de ruido blanco es -18 dBm0 y su duración $T_3 = 5$ s.

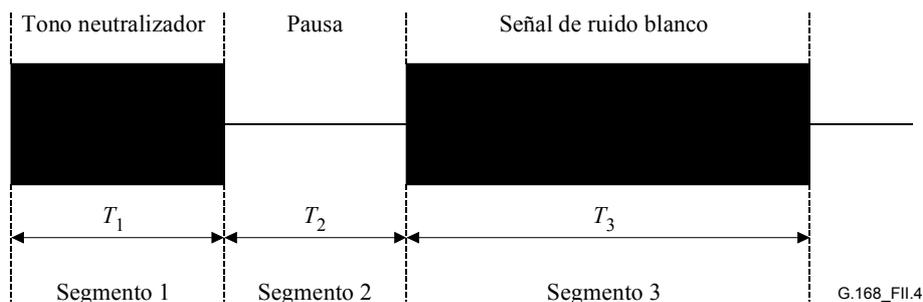


Figura II.4/G.168 – Señal de prueba para la medida del trayecto del eco

Cálculo de la respuesta impulsiva

La señal de eco puede modelarse de la forma siguiente:

$$y(n) = x(n) * h^o(n) + v(n) = \sum_{i=0}^{N-1} h^o(i) x(n-i) + v(n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

donde N es la longitud de la respuesta impulsiva del trayecto del eco y L es el número total de muestras de datos disponibles. Sean los vectores:

$$\mathbf{h}^o = [h^o(0), h^o(1), \dots, h^o(N-1)]^T$$

y:

$$\mathbf{x}(n) = [x(n), x(n-1), \dots, x(n-N+1)]^T$$

En notación vectorial,

$$y(n) = \mathbf{x}(n)^T \mathbf{h}^o + v(n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

El problema de la estimación puede enunciarse como sigue: dadas L muestras de $x(n)$ y de $y(n)$, calcúlese la respuesta impulsiva del trayecto del eco \mathbf{h}^o . Se trata de un problema de identificación de un sistema normalizado que puede resolverse mediante dos enfoques comunes. Uno es el método de mínimos cuadrados (LS, *least-squares*) y otro un método iterativo que utiliza el algoritmo del valor cuadrático medio mínimo normalizado (NLMS, *normalized least-mean square*). El primer método produce una buena solución con un registro de datos corto. Sin embargo, es más intensivo en cálculos que el segundo método. En la mayoría de los casos, y supuesto que el conjunto de datos L es suficientemente grande, las soluciones obtenidas con ambos métodos son muy parecidas y la diferencia no es significativa.

Método LS

Sea la señal de error:

$$e(n) = y(n) - \mathbf{h}^T \mathbf{x}(n)$$

donde \mathbf{h} es la estimación de la respuesta impulsiva del trayecto del eco. El método LS minimiza:

$$J = \sum_{n=0}^{L-1} e(n)^2$$

para determinar \mathbf{h} . Puede demostrarse que la solución es:

$$\mathbf{h} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{p}$$

donde:

$$\mathbf{R} = \sum_{n=0}^{L-1} \mathbf{x}(n) \mathbf{x}(n)^T$$

$$\mathbf{p} = \sum_{n=0}^{L-1} y(n) \mathbf{x}(n)$$

Método NLMS

El método NLMS encuentra \mathbf{h} de forma iterativa mediante las ecuaciones siguientes:

$$e(n) = y(n) - \mathbf{h}(n)^T \mathbf{x}(n)$$

$$\mathbf{h}(n+1) = \mathbf{h}(n) + \frac{\mu}{\delta + \mathbf{x}(n)^T \mathbf{x}(n)} e(n) \mathbf{x}(n)$$

donde $\mathbf{h}(n)$ es la estimación del trayecto del eco en el instante n , δ es un número positivo pequeño y μ es una constante positiva llamada tamaño del paso. El tamaño del paso debe ser inferior a 2 para permitir la convergencia.

II.2.2.2 Método 2: transformación de Hadamard basada en la inyección de una secuencia MLS

La señal de prueba se basa en la utilización de una secuencia de longitud máxima MLS (*maximal length sequence*) (secuencia binaria cuyo valor instantáneo es ± 1 , periódico de periodo L). Por tanto, la señal de prueba es una señal pseudoaleatoria con propiedades estadísticas muy parecidas al ruido blanco. Su función de autocorrelación es circular y puede expresarse como:

$$C_{xx}(n) = \frac{1}{L} \sum_{m=0}^{m=L-1-n} x(m-n)x(m) = \begin{cases} 1 & \text{si } n \equiv 0 \text{ módulo } L \\ -\frac{1}{L} & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

Definiendo la función $\delta^L(n)$ mediante: $\delta^L(n) = \begin{cases} 1 & \text{si } n \equiv 0 \text{ módulo } L \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$, la función de autocorrelación puede reescribirse como:

$$C_{xx}(n) = \left(1 + \frac{1}{L}\right) \delta^L(n) - \frac{1}{L}$$

Cálculo de la respuesta impulsiva

La señal de eco puede modelarse como: $y(n) = h * x(n)$ cuando se ignora el ruido del circuito. Si se asume que la señal $x(n)$ es ruido blanco, la respuesta impulsiva h viene dada por la función de correlación cruzada de las señales $y(n)$ y $x(n)$:

$$C_{xy}(n) = C_{xx}(n) * h$$

En caso de una secuencia MLS tal como se ha descrito anteriormente, esta ecuación se expresa de forma equivalente como:

$$C_{xy}^L(n) = \frac{1}{L} \sum_{m=0}^{m=L-1-n} x(m-n)y(m) = \left(1 + \frac{1}{L}\right) \delta^L(n) * h - \frac{1}{L} \bar{h}$$

donde \bar{h} es el desplazamiento en corriente continua. De hecho, el término $\frac{1}{L} \bar{h}$ puede no ser tenido en cuenta por dos motivos: el desplazamiento en corriente continua de la respuesta impulsiva medida es en principio igual a cero y, en la práctica la longitud de la secuencia se elige de forma que sea, al menos, de 2^{14} muestras. De esta forma, esta ecuación muestra que la función de correlación cruzada $C_{xy}^L(n)$ tiene propiedades periódicas análogas a la respuesta impulsiva medida multiplicada por $(1 + 1/L)$. Puesto que $x(n)$ es ruido pseudoaleatorio, el cálculo de la función de correlación cruzada se realiza fácilmente mediante la transformación de Hadamard (véase [1] de II.6).

II.3 Análisis de las características del trayecto del eco

En esta cláusula se describen métodos de análisis de la respuesta impulsiva del trayecto del eco. Las características del trayecto del eco consideradas son la duración de la dispersión y la respuesta en amplitud de los trayectos del eco.

Antes de analizar las características del trayecto del eco, deben realizarse un posproceso de las respuestas impulsivas medidas del trayecto de eco mediante un filtro paso banda que abarque las frecuencias de una señal de conversación. El filtro paso banda comprende desde 200 Hz a 3600 Hz, la misma gama de frecuencias que la señal fuente compuesta (CSS) especificada en C.3..1.

II.3.1 Tiempo de dispersión

La respuesta impulsiva del trayecto del eco no está compuesta por un único impulso. Tiene una duración finita que se denomina tiempo de dispersión. El tiempo de dispersión es un factor que determina la longitud del registro H de un compensador de eco. La localización de una zona en la que se produce una reflexión de eco se realiza a partir de la medida de la respuesta impulsiva. La duración correspondiente a dicha zona debe ser suficientemente amplia como para abarcar toda la reflexión del eco. Por ejemplo, en medidas realizadas en Norteamérica ésta se fijó en 30 ms. Ello corresponde a 240 muestras a una velocidad de muestreo de 8 kHz. La respuesta impulsiva en esta gama se denomina $h(n)$, $n = 0, 1, \dots, M$, donde $M = 239$. Si se trunca $h(n)$ manteniendo los valores de la respuesta impulsiva desde $n = N_1$ a N_2 , el error cuadrático relativo debido al truncamiento es:

$$ERR = 1 - \frac{\sum_{n=N_1}^{N_2} h(n)^2}{\sum_{n=0}^M h(n)^2}$$

En la figura II.5 se muestra ese posible truncamiento. Conforme a la figura 11, la mayor reducción del eco debe conseguirse para un valor de 0 dBm0 para L_{Rin} . Con un valor de ERL de 6 dB, ello significa un valor de $30 - 6 = 24$ dB para el ERLE proporcionado por un compensador de eco. Así pues, el tiempo de dispersión se considera que es la longitud más corta $N_2 - N_1 + 1$ que permite que ERR sea inferior a -24 dB.

Nótese que el método aquí sugerido para calcular el tiempo de dispersión es para el caso peor. Ello se debe a que se supone una ERL de 6 dB para el cálculo del umbral ERR . En la práctica, ERL es muy superior. El tiempo de dispersión disminuye conforme ERL aumenta.

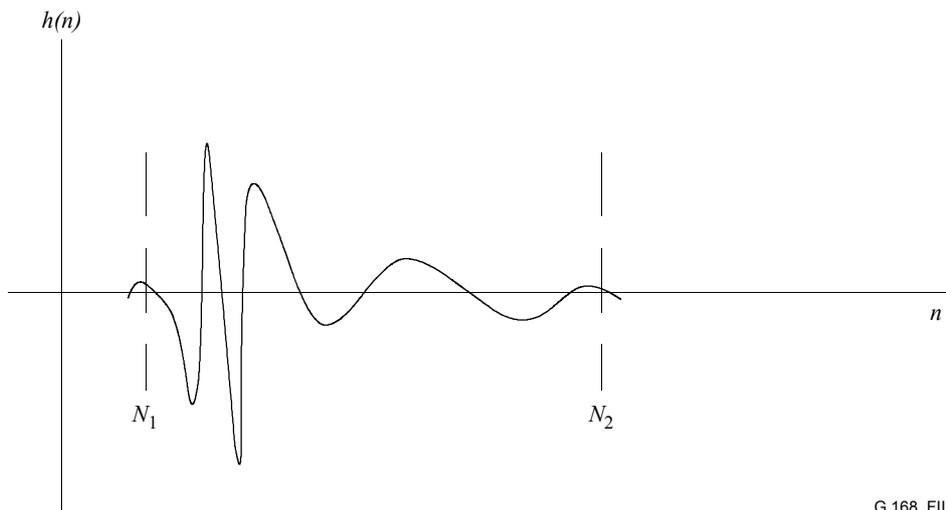


Figura II.5/G.168 – Truncamiento del trayecto de eco para la estimación del tiempo de dispersión

II.3.2 Respuesta en amplitud del trayecto del eco

Si bien las respuestas impulsivas del trayecto del eco pueden tener formas muy diversas, es previsible que las características en el dominio de la frecuencia de los trayectos del eco tengan ciertas similitudes. Las características de la respuesta en amplitud del trayecto del eco pueden ser generadas tomando el valor medio de la amplitud de la transformada de Fourier de cada medida del trayecto del eco.

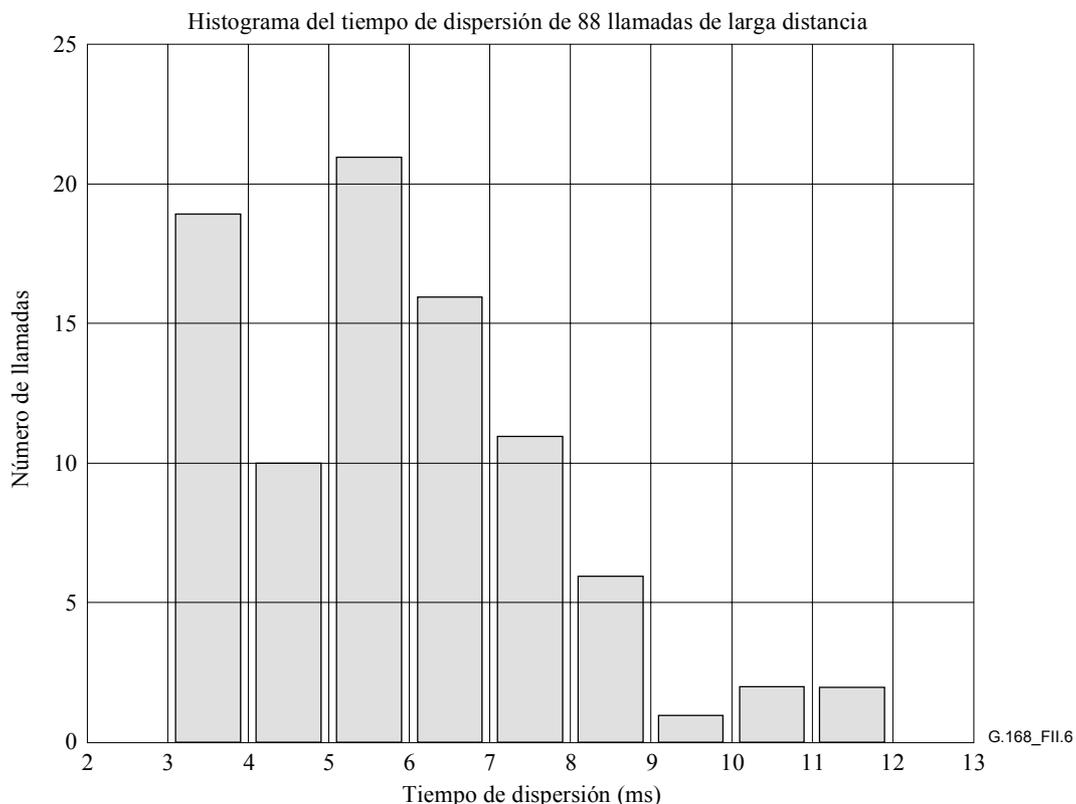
II.4 Ejemplos de medidas del trayecto del eco para redes reales

II.4.1 Características del trayecto del eco en medidas realizadas en Norteamérica

Durante el periodo comprendido entre junio de 1998 y abril de 1999 se realizaron 101 llamadas de larga distancia desde Montreal a las siguientes Provincias y Estados de Norteamérica: Arizona, British Columbia, California, Louisiana, Manitoba, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Nevada, New York, North Carolina, Ontario, Quebec, Saskatchewan, Texas y Wisconsin. Las medidas se realizaron utilizando la configuración que se muestra en la figura II.2. Se registraron las señales de emisión salida y las señales de retorno para cada llamada y se calcularon las respuestas impulsivas del trayecto de eco utilizando el método descrito en II.2.2.1. En esta cláusula se informa de las características del trayecto de eco generadas a partir de dichas medidas del trayecto de eco.

II.4.1.1 Tiempo de dispersión

En la figura II.6 se representa el histograma del tiempo de dispersión del trayecto del eco. La concentración más significativa del tiempo de dispersión se produce entre 5 y 7 ms. Sólo dos llamadas tuvieron un tiempo de dispersión comprendido entre 11 y 12 ms. Ninguna llamada tuvo un tiempo de dispersión superior a 12 ms.



**Figura II.6/G.168 – Histograma del tiempo de dispersión para llamadas de larga distancia:
Media = 6,02 ms, desviación típica = 2,26 ms**

II.4.1.2 Respuesta en amplitud del trayecto de eco

La figura II.7 representa la amplitud espectral media de las respuestas impulsivas del trayecto de eco medidas. Las respuestas impulsivas se han normalizado de forma que presenten una energía de valor unidad antes del cálculo del espectro. La línea continua es el valor medio y las dos líneas de puntos representan la región correspondiente a una desviación típica unidad. Aparentemente, la varianza del espectro en amplitud no es grande. Ello indica que existe una elevada consistencia entre las respuestas en amplitud de los trayectos de eco. La amplitud espectral promediada presenta una pequeña cresta alrededor de 250 Hz. Además, las respuestas en amplitud son relativamente planas.

Los resultados son consistentes con el estudio que se recoge en el artículo "Echo Performance of Toll Telephone Connections in the United States," de F. P. Duffy, G. K. McNees, I. Nasell, y T. W. Thatcher, Jr., en la Bell System Technical Journal, 1974.

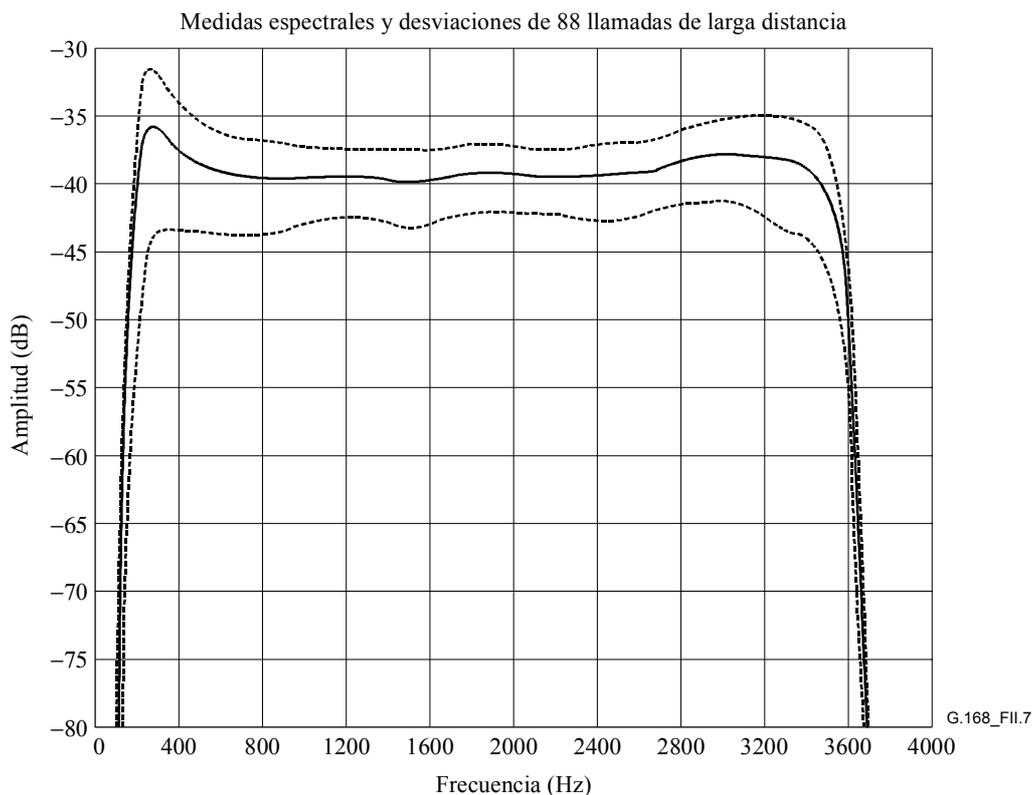


Figura II.7/G.168 – Amplitud espectral de trayectos de eco para llamadas de larga distancia, trayectos de eco normalizados de forma con energía de valor unidad

II.4.1.3 Reflexiones múltiples

En las 101 llamadas de larga distancia se observaron 6 reflexiones dobles. Sin embargo, los tiempos de dispersión total de dichas reflexiones dobles fueron todos inferiores a 10 ms. En otras palabras, en todos los casos las dos causas de la reflexión estaban situadas muy próximas.

En las medidas realizadas nunca se produjeron más de dos reflexiones.

II.4.2 Características del trayecto del eco en medidas realizadas en Europa

Las medidas se realizaron en redes telefónicas de Francia utilizando la configuración descrita en II.2.1. Existen tres tipos de respuestas impulsivas del trayecto del eco. En las figuras II.8 a II.10 se muestran las respuestas impulsivas y en frecuencia de estos tres tipos de trayectos del eco. Tienen características equivalentes a los modelos de trayecto del eco $m_1(k)$, $m_5(k)$ y $m_6(k)$ del anexo D.

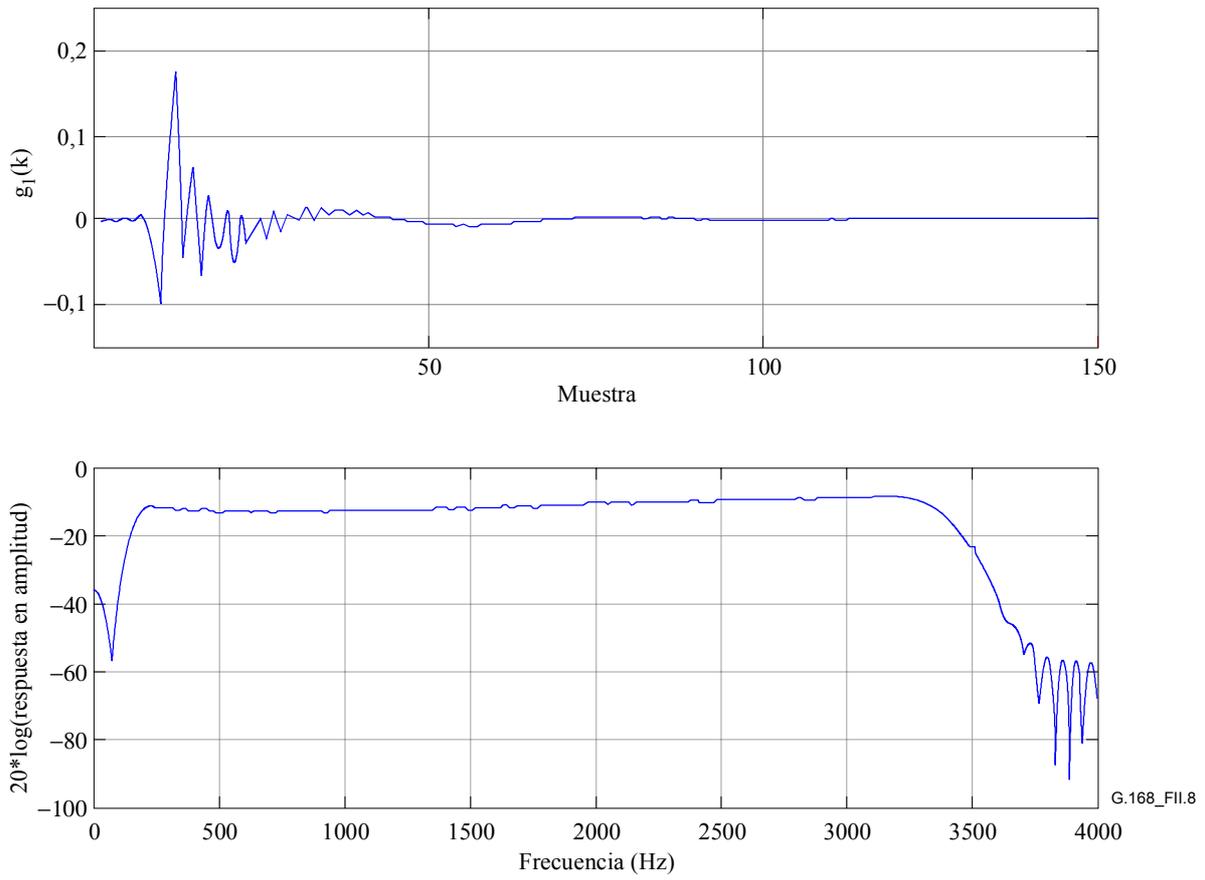


Figura II.8/G.168 – Respuesta impulsiva del trayecto del eco g_1 , para la representación de la respuesta en amplitud se utilizó un valor de ERL de 12 dB

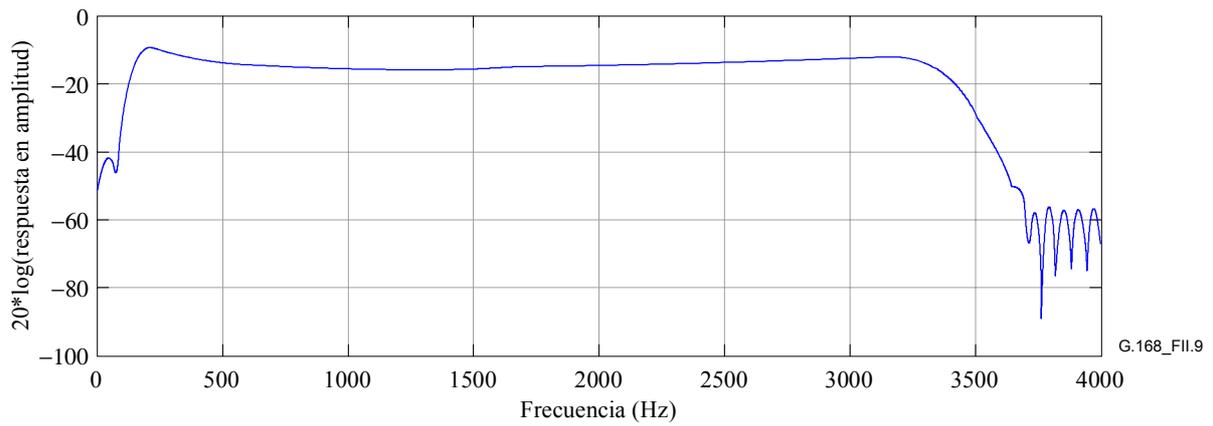
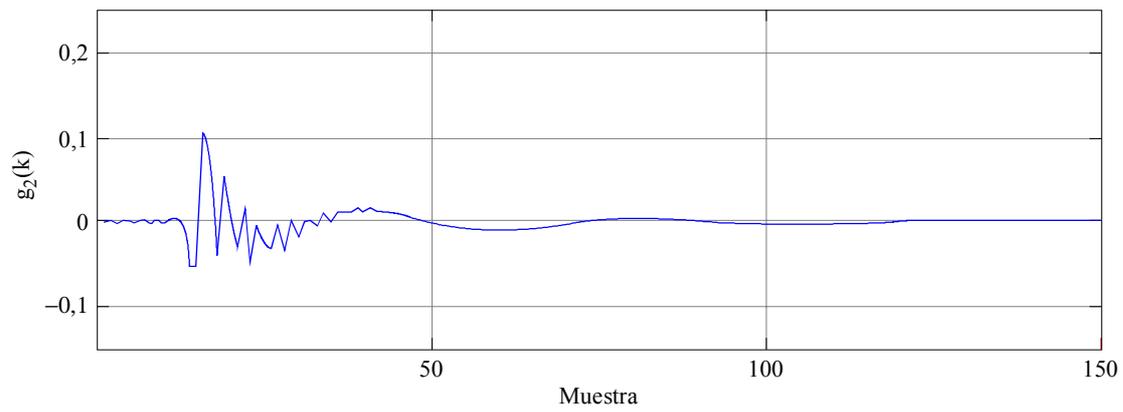


Figura II.9/G.168 – Respuesta impulsiva del trayecto del eco g_2 , para la representación de la respuesta en amplitud se utilizó un valor de ERL de 12 dB

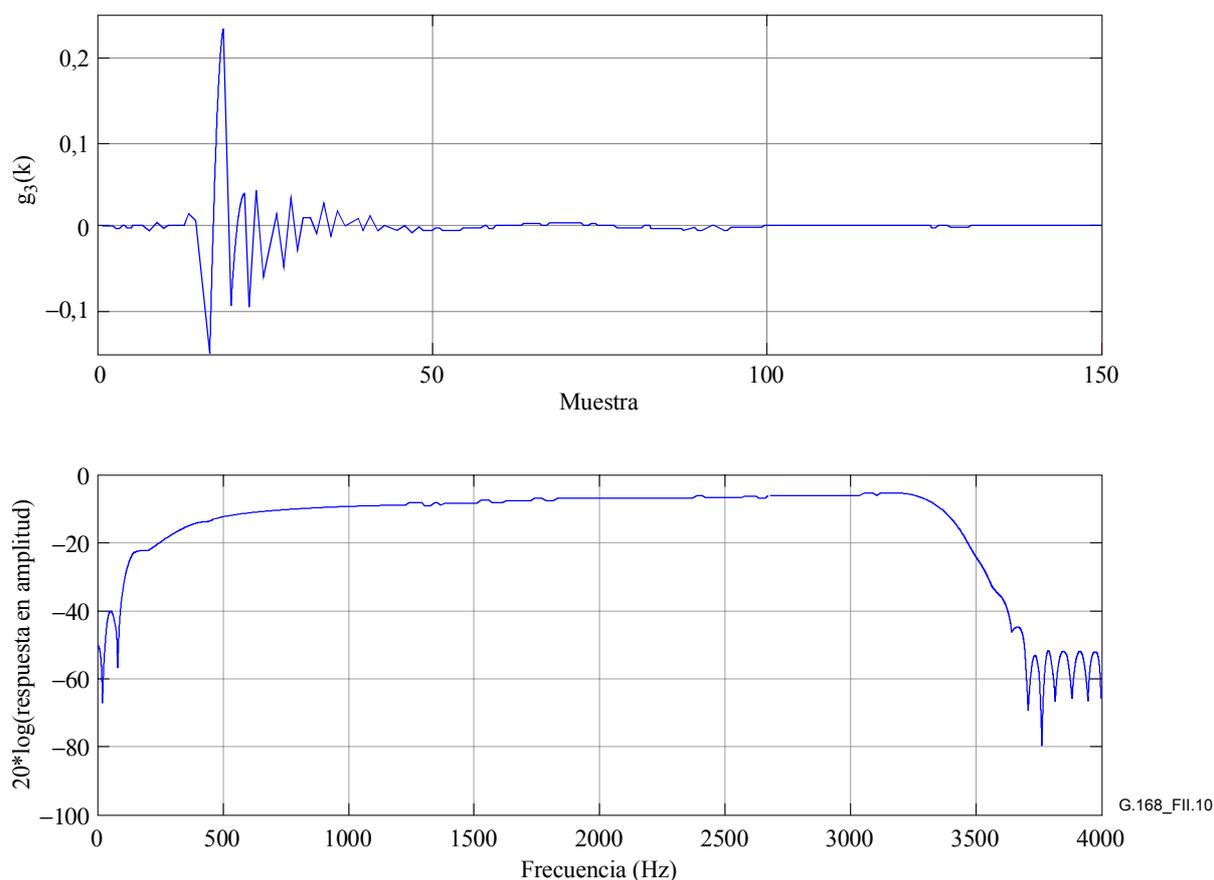


Figura II.10/G.168 – Respuesta impulsiva del trayecto del eco g_3 , para la representación de la respuesta en amplitud se utilizó un valor de ERL de 12 dB

II.5 Conclusiones

En este apéndice se resumen los procedimientos de medida así como el cálculo de la respuesta impulsiva del trayecto del eco y sus características. Se incluyen igualmente los resultados de una serie de medidas realizadas en Norteamérica y en Europa. Dichos resultados pueden servir como referencia para el diseño de un trayecto de eco digital destinado a realizar las pruebas de compensadores de eco de esta Recomendación. En particular, se han observado las siguientes propiedades importantes de los trayectos del eco:

- El tiempo de dispersión de un trayecto del eco es inferior a 12 ms.
- La respuesta en amplitud de la mayoría de los trayectos del eco es relativamente plana, con una pequeña cresta alrededor de 250 Hz.
- En algunas ocasiones se pueden producir reflexiones dobles. Sin embargo, es muy poco probable que ocurran tres o más reflexiones.

- [1] BORISH (J.), ANGEL (J. B.): An efficient algorithm for measuring the impulse response using pseudo-random noise, *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 31, pp. 478-488, 1983.

Apéndice III

Circuitos con múltiples prolongaciones

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 III.1.

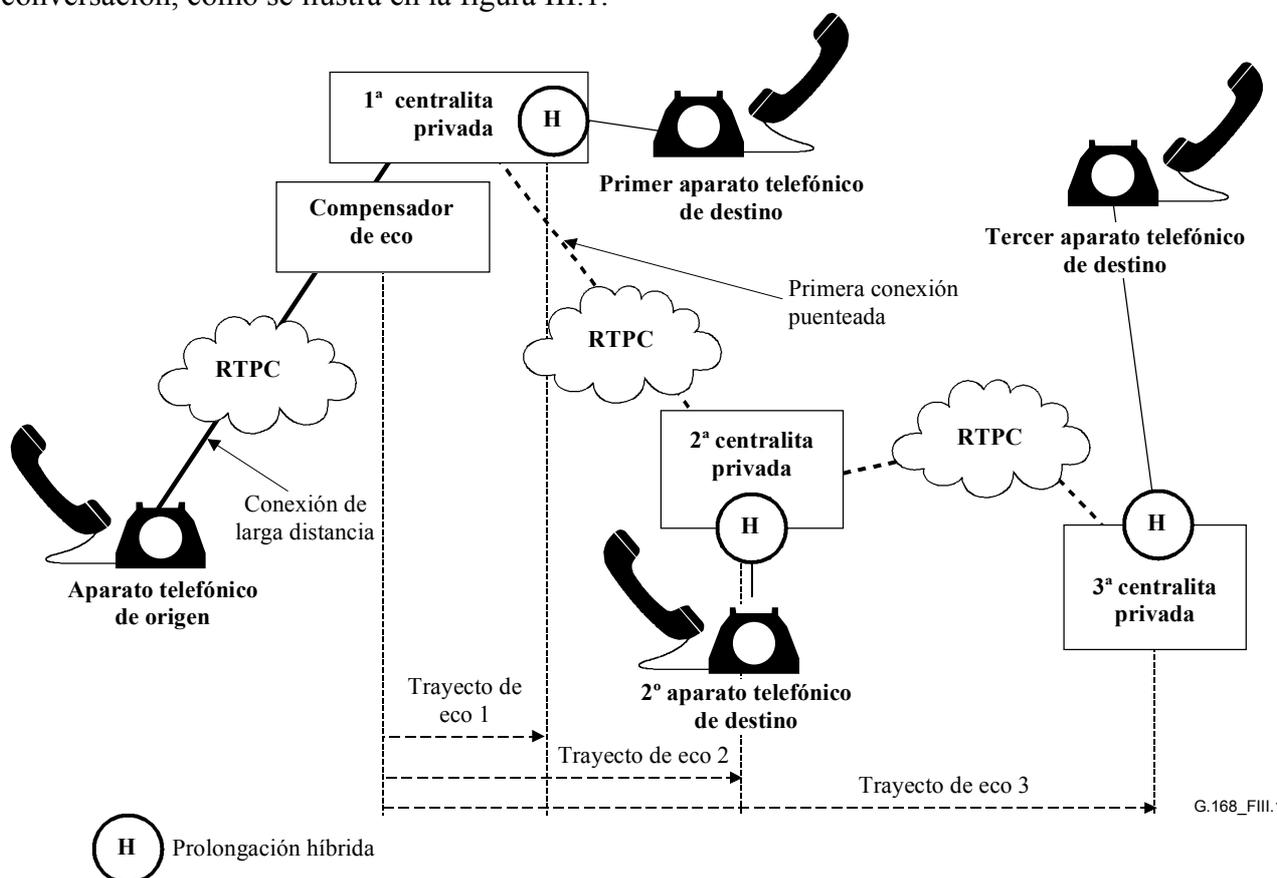


Figura III.1/G.168 – Prolongaciones múltiples en una llamada telefónica puenteadada típica

En la figura III.1, el aparato telefónico de origen inicia una llamada al 1er 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 2º 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.

Los operadores de red y los administradores deberán tener esto en cuenta cuando prueben los compensadores de eco que se han de utilizar en sus redes.

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

23302