



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.168

(04/2000)

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

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

Recomendación UIT-T G.168

Compensadores de eco de redes digitales

Resumen

La versión revisada de la Recomendación UIT-T G.168 trata del diseño y de la prueba de compensadores de eco para redes digitales utilizados en circuitos en los que el retardo supera los límites especificados en las Recomendaciones UIT-T G.114 [1] y G.131 [3]. En esta revisión se mejoran tanto la metodología de las pruebas como la definición de los requisitos relativos a la calidad de funcionamiento. Muchas de las pruebas han sido actualizadas y mejoradas. Se ha añadido el anexo D que incorpora modelos realistas del trayecto del eco utilizados en las pruebas de los compensadores de eco; igualmente se ha añadido el apéndice II sobre los métodos de medida de las características de los trayectos de eco.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.168, revisada por la Comisión de Estudio 15 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 4 de abril de 2000.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 CMNT.

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 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1	1
2	2
3	4
3.1	4
3.2	4
3.3	4
3.4	5
3.5	5
3.6	5
3.7	5
3.8	5
3.9	6
3.10	6
3.11	6
3.12	7
3.13	7
3.14	7
3.15	7
3.16	8
3.17	8
3.18	8
3.19	8
3.20	9
3.21	9
3.22	9
3.23	9
4	9
5	10
6	10
6.1	10
6.2	11
6.3	11

6.4	Pruebas y requisitos para la calidad de funcionamiento con señales de entrada aplicados 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.....	15
6.4.3	Trayectos de eco no lineales	38
7	Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco	39
7.1	Consideraciones generales	39
7.2	Características de un detector	40
7.3	Características de la banda de guarda	41
7.4	Características de la banda de mantenimiento de la neutralización.....	41
7.5	Tiempo de funcionamiento	42
7.6	Funcionamiento intempestivo motivado por corrientes vocales.....	42
7.7	Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos	42
7.8	Tiempo de liberación	42
7.9	Otras consideraciones	42
8	Procesadores no lineales para su utilización en compensadores de eco	43
8.1	Ámbito de aplicación	43
8.2	Principios generales y directrices.....	43
8.2.1	Función	43
8.2.2	Umbral de supresión	44
8.2.3	Control de la activación del procesador no lineal.....	44
8.2.4	Límites de frecuencia de los trayectos de control.....	46
8.2.5	Atenuación de las señales de nivel inferior al umbral	46
8.2.6	Prueba de los procesadores no lineales.....	46
Anexo A	– Descripción de un neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco	47
A.1	Consideraciones generales	47
A.2	Características del neutralizador	47
A.2.1	Detección de los tonos	47
A.2.2	Detección de las inversiones de fase	47
A.3	Características de la banda de guarda	48
A.4	Características de la banda de mantenimiento de la neutralización.....	48
A.5	Tiempo de funcionamiento	48
A.6	Funcionamiento intempestivo motivado por corrientes vocales.....	48
A.7	Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos	49
A.8	Tiempo de liberación	49

	Página
Anexo B – Descripción de un procesador no lineal de referencia	49
B.1 Consideraciones generales	49
B.2 Umbral de supresión (T_{SUP}).....	50
B.3 Características estáticas del control de activación	50
B.4 Características dinámicas del control de activación	50
B.5 Límites de frecuencia de los trayectos de control	50
B.6 Pruebas.....	50
Anexo C – Señales de fuente compuestas para la prueba de compensadores de eco – Descripción y análisis de la señal	53
C.1 Introducción	53
C.2 Señales de fuente compuestas – Consideraciones generales	53
C.2.1 Descripción general de las diversas secuencias.....	53
C.2.2 Cálculo y análisis mediante una señal fuente compuesta	54
C.3 Señal de fuente compuesta de banda limitada con espectro de densidad de potencia semejante a la conversación – Realización práctica para la medida de compensadores de eco.....	55
C.3.1 Señal de fuente compuesta para monólogo	55
C.3.2 Señal de fuente compuesta limitada en banda para estimular el habla simultánea.....	57
C.4 Análisis para determinar las características de convergencia de los compensadores de eco utilizando la señal de fuente compuesta	62
C.4.1 Cálculos en el dominio de la frecuencia.....	62
C.4.2 Cálculo en el dominio del tiempo.....	62
C.4.3 Cálculos del nivel de acuerdo con el nivel de conversación activa de la Recomendación P.56	63
Anexo D – Modelos del trayecto del eco para la prueba de compensadores de eco.....	63
D.1 Introducción	63
D.2 Modelos de trayecto de eco del simulador de híbrida de la red	65
D.3 Modelos del trayecto de eco medidos en redes telefónicas de Norteamérica	69
Apéndice I – Directrices para la utilización de compensadores de eco	72
I.1 Campo de aplicación.....	72
I.2 Control de eco en la red telefónica pública conmutada	73
I.2.1 Planificación de la transmisión en la RTPC	73
I.2.2 Supresores de eco	73
I.2.3 Compensadores de eco	75
I.2.4 Responsabilidades de los fabricantes de módems y de los usuarios finales..	76

	Página
I.3	Directrices y limitaciones de funcionamiento..... 77
I.3.1	Planificación de la transmisión en la red pública 77
I.3.2	Consideraciones relativas al retardo 77
I.3.3	Determinación de las características de la capacidad del trayecto del eco y del trayecto de eco 78
I.3.4	Planificación de la transmisión de la red privada, del fabricante y del usuario final 78
I.4	Efecto de los compensadores de eco sobre los servicios de voz y de datos..... 79
I.4.1	Interacción con datos en banda vocal 79
I.4.2	Interacción del control del eco con la transmisión facsímil..... 79
I.5	Nivel alto de la señal de conversación 81
I.5.1	Introducción..... 81
I.5.2	Detección de habla simultánea y detección de actividad..... 81
I.5.3	Efecto de los codificadores de baja velocidad binaria..... 82
I.5.4	Efectos de un trayecto de eco no lineal..... 82
I.5.5	Directrices para la utilización de R_{out} en los compensadores de eco 82
I.6	Consideraciones relativas a la evolución de la red y los servicios..... 82
I.6.1	Transparencia a nivel de bit de los compensadores de eco..... 82
I.6.2	Efecto de las no linealidades y de las variaciones temporales en el trayecto del eco 83
I.6.3	Compresión de la voz entre compensadores dispuestos en cascada..... 83
I.6.4	Compensadores de eco en cascada 84
I.6.5	Velocidad de convergencia..... 86
I.6.6	Entorno y control del eco acústico..... 86
I.6.7	Nuevos servicios con conmutación de circuitos..... 89
I.6.8	Ruido de confort 89
I.7	Consideraciones especiales sobre configuraciones de red con DCME/PCME..... 90
I.7.1	Descripción detallada de la interacción 91
I.7.2	Posibles soluciones 92
I.8	Consideraciones relativas a la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco durante habla simultánea 92
I.8.1	Introducción..... 92
I.8.2	Parámetros del habla simultánea 93
I.8.3	Análisis de los parámetros técnicos que influyen sobre la calidad en condiciones de habla simultánea 93
I.8.4	Realización de las pruebas 3A y 3B de habla simultánea sin inhibición de la adaptación 94
I.8.5	Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco 95
I.9	Directrices sobre la utilización de parámetros para la prueba de compensadores de eco 103

	Página
Apéndice II – Métodos de medida de las características de los trayectos de eco Y un ejemplo aplicable a la red de Norteamérica	103
II.1 Introducción	103
II.2 Procedimiento de medida.....	104
II.3 Señal de prueba	105
II.4 Cálculo de la respuesta impulsiva.....	105
II.5 Análisis de las características del trayecto del eco.....	106
II.5.1 Tiempo de dispersión.....	107
II.5.2 Respuesta en amplitud del trayecto del eco	107
II.5.3 Características del trayecto del eco en medidas realizadas en Norteamérica.....	108
II.6 Conclusiones	109
Apéndice III – Circuitos con múltiples prolongaciones.....	110

Recomendación UIT-T G.168

Compensadores de eco en 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. Pueden caracterizarse en función de que el trayecto de transmisión o la sustracción del eco sean analógicos o digitales (véase la figura 1).

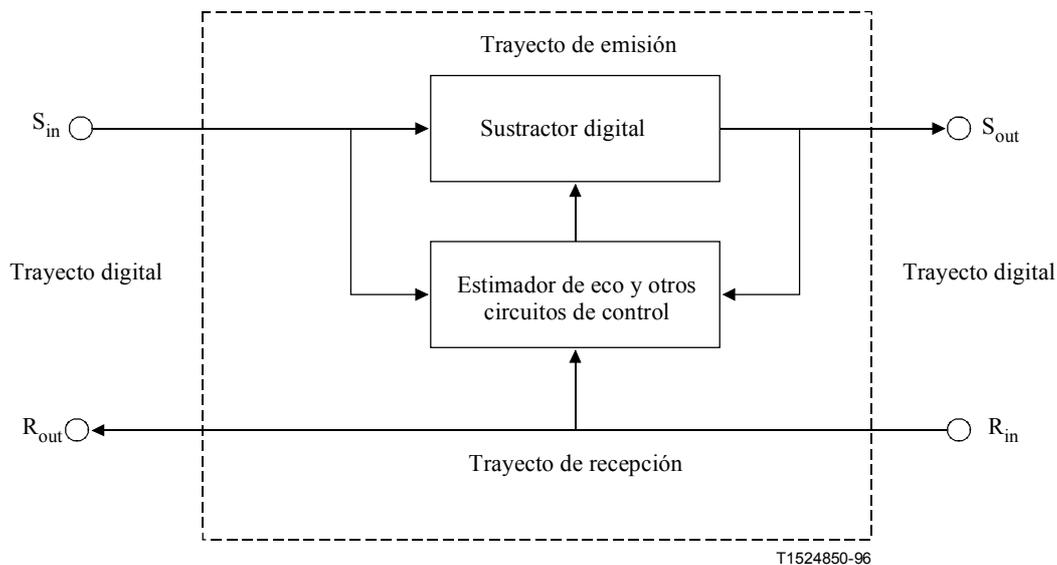


Figura 1/G.168 – Compensador de eco en trayecto de transmisión digital con sustractor digital

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 UIT-T 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 [1] y G.131 [3]. Los compensadores de eco diseñados conforme a esta Recomendación UIT-T serán compatibles entre sí, con los compensadores de eco diseñados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.165 [5], así como con los supresores de eco diseñados de conformidad con la Recomendación UIT-T G.164 [4]. 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 con 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 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 UIT-T 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 Recomendación UIT-T G.165 [5], tal como funcionamiento con voz, facsímil, señales de eco acústico residual y redes para móviles.

Esta Recomendación UIT-T 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 Recomendación UIT-T G.167 [6].

Esta Recomendación UIT-T define 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, sin que hasta ahora se haya determinado la correlación de dichos parámetros y sus interacciones con la calidad subjetiva de un compensador de eco. Por lo tanto, esta Recomendación UIT-T 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 UIT-T.

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.

- [1] Recomendación UIT-T G.114 (2000), *Tiempo de transmisión en un sentido*.
- [2] Recomendación UIT-T G.122 (1993), *Influencia de los sistemas nacionales en la estabilidad y el eco para la persona que habla en las conexiones internacionales*.
- [3] Recomendación UIT-T G.131 (1996), *Control del eco para el hablante*.
- [4] Recomendación CCITT G.164 (1988), *Supresores de eco*.
- [5] Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco*.
- [6] Recomendación UIT-T G.167 (1993), *Controladores de eco acústico*.
- [7] Recomendación CCITT G.223 (1988), *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*.
- [8] Recomendación CCITT G.229 (1988), *Modulación no deseada y fluctuación de fase*.
- [9] Recomendación CCITT G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*.

- [10] Recomendación UIT-T G.712 (1996), *Características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados.*
- [11] Recomendación CCITT G.726 (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- [12] Recomendación UIT-T M.1050 (1998), *Ajuste de un circuito internacional arrendado punto a punto con presentación analógica al usuario.*
- [13] Recomendación UIT-T P.310 (2000), *Características de transmisión de los teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz).*
- [14] Recomendación UIT-T P.50 (1999), *Voces artificiales.*
- [15] Recomendación UIT-T P.56 (1993), *Medición objetiva del nivel vocal activo.*
- [16] Recomendación UIT-T P.800 (1996), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*
- [17] Recomendación UIT-T P.831 (1998), *Evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento de los canceladores de eco de la red.*
- [18] Recomendación UIT-T P.501 (2000), *Señales de prueba para utilización en telefonometría.*
- [19] Recomendación UIT-T Q.141 (1993), *Código de señales de línea.*
- [20] Recomendación CCITT Q.271 (1988), *Consideraciones generales.*
- [21] Recomendación UIT-T Q.552 (1996), *Características de transmisión en las interfaces analógicas a dos hilos de una central digital.*
- [22] Recomendación CCITT Q.724 (1988), *Procedimientos de señalización.*
- [23] Recomendación UIT-T T.30 (1999), *Procedimientos de transmisión de documentos por facsímil por la red telefónica general conmutada.*
- [24] Recomendación CCITT V.2 (1988), *Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos.*
- [25] Recomendación UIT-T V.8 (1999), *Procedimientos para comenzar sesiones de transmisión de datos por la red telefónica general conmutada.*
- [26] Recomendación CCITT V.21 (1988), *Módem dúplex a 300 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- [27] Recomendación CCITT V.23 (1988), *Módem a 600/1200 baudios normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- [28] 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.*
- [29] Recomendación CCITT 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 quipo telefónico punto a punto a dos hilos.*
- [30] Recomendación CCITT V.27 *ter* (1988), *Módem a 4800/2400 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.*
- [31] Recomendación CCITT V.29 (1988), *Módem a 9600 bit/s normalizado para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a cuatro hilos.*

- [32] 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.*
- [33] 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.*
- [34] Publicación 60651 del CEI (1979), *Sound level meters.*

3 Términos y definiciones

En esta Recomendación UIT-T se definen los términos siguientes.

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 Recomendación UIT-T G.711 [9]) 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.

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 Recomendación 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} :

$$L_{RET} = L_{Rin} - A_{COM}$$

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 impulsional 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 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 cercano presente en el trayecto emisión, para lo cual se sustrae un valor estimado de ese eco, del eco del extremo cercano (véase la figura 2).

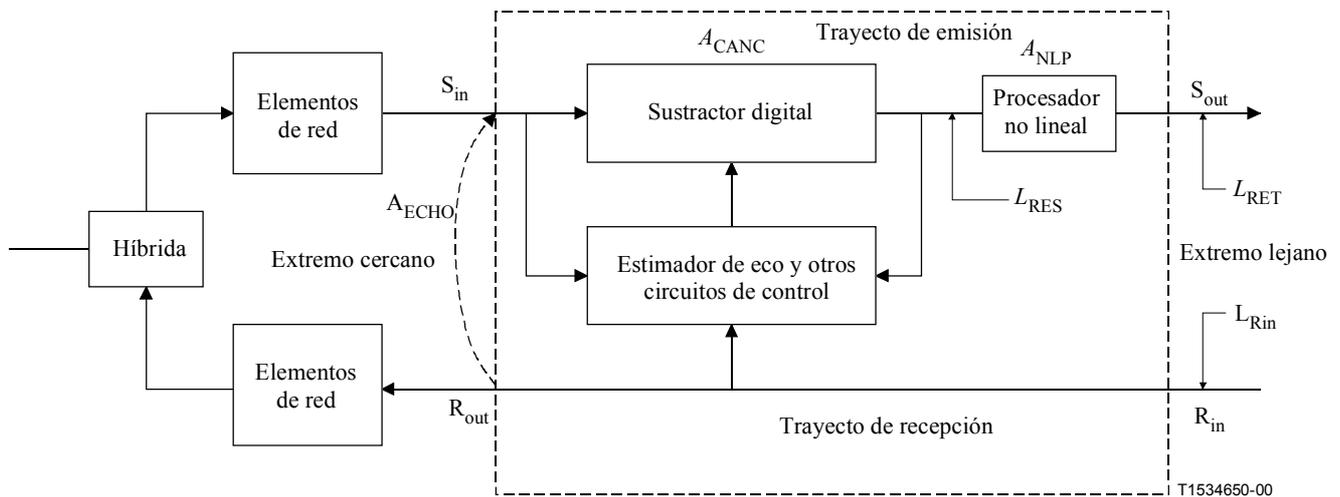


Figura 2/G.168 – Ubicación de niveles y atenuaciones de un compensador de eco

3.9 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.

3.10 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.

3.11 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).

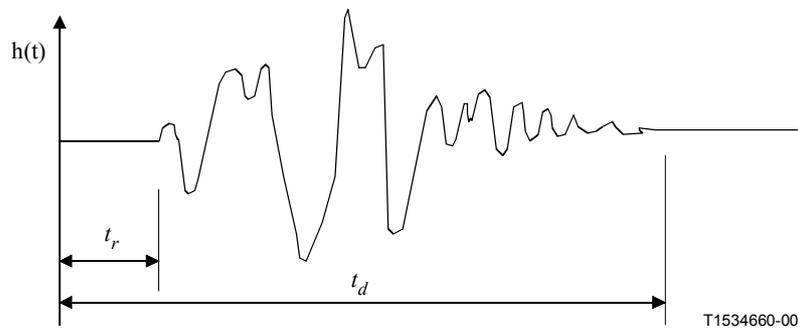


Figura 3/G.168 – Ejemplo de respuesta impulsiva de un trayecto del eco

3.12 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 [2], 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.

3.13 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.

3.14 eco eléctrico:

E: electric echo

F: écho électrique

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

3.15 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.

3.16 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.

3.17 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 Recomendación UIT-T G.168, este concepto se definía como extremo lejano.

3.18 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 las señales analógicas, en el cual las señales de niveles inferiores a un umbral definido son forzadas a un cierto valor mínimo.

3.19 atenuación por procesamiento no lineal (A_{NLP}):

E: nonlinear 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.

3.20 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).

3.21 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.

3.22 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 $L_{RES} = L_{RET}$.

3.23 trayecto de eco abierto:

E: open echo path

F: trajet d'écho ouvert

Trayecto de eco con pérdida de retorno infinita.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación UIT-T 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 de 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 (<i>facsimile</i>)
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
NEST	Umbral de conversación en el extremo cercano (<i>near-end speech threshold</i>)
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>o valor eficaz</i>) (<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 UIT-T utilizan señales tales como ruido, tonos, señales de facsímil grupo 3 y un subconjunto de las señales de fuente compuestas (CSS, *composite source signals*), 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 (véase el anexo C y la Recomendación UIT-T P.501 [18]). 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 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.

6 Características de los compensadores de eco

6.1 Consideraciones generales

Esta Recomendación UIT-T 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;
- 4) asegurar la detección del habla simultánea;
- 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 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 UIT-T 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 la presente Recomendación UIT-T. De modo similar, si un compensador de eco conforme a la presente Recomendación UIT-T 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 de la presente Recomendación UIT-T.

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

NOTA 2 – La Recomendación UIT-T Q.271 [20] sobre el sistema de señalización N.º 6 y la Recomendación UIT-T Q.724 [22] sobre el sistema 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 Recomendación 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 externamente desactivado.

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

6.4.1 Calidad de la transmisión

Salvo en lo que seguidamente se indica, se aplicarán a los compensadores de eco las disposiciones apropiadas sobre calidad de transmisión de las Recomendaciones UIT-T G.164 [4] y G.165 [5].

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 creación 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 de fuente compuestas es un método de valor cuadrático medio RMS. 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 de fuente compuesta CSS se mide utilizando la fórmula siguiente:

$$S(k) = 3,14 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{n} \sum_{i=k}^{k-n+1} e_i^2}}{4096} \right] \quad (\text{ley-A de codificación})$$

$$S(k) = 3,17 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{n} \sum_{i=k}^{k-n+1} e_i^2}}{8159} \right] \quad (\text{ley-}\mu \text{ de codificación})$$

$S(k)$ Nivel de la señal en dBm

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

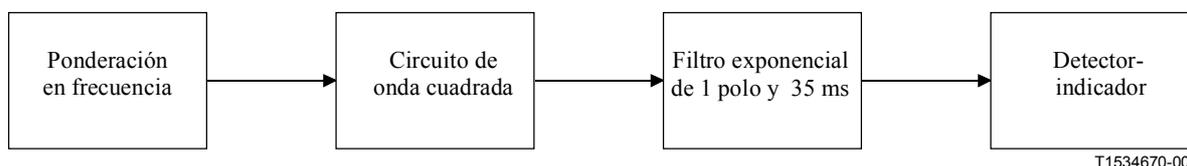
k Índice temporal discreto

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

6.4.1.2.1 Dispositivo de medida de nivel

Para algunas de las pruebas de esta Recomendación UIT-T, como por ejemplo, para la prueba N.º 2, es necesario medir el nivel a corto plazo de la señal, lo cual puede realizarse 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 y que puede lograrse mediante los filtros identificados en la norma CEI 60651 [34]. Este filtro es necesario debido a los efectos de corriente continua que introduce la ley-A de codificación. Se trata de un filtro paso banda de respuesta impulsional finita de 101 elementos con la respuesta impulsiva que se muestra en la figura 4 y la respuesta en frecuencia que se muestra en la figura 5. Los coeficientes del filtro son los siguientes:

Cuadro 1/G.108 – Coeficientes del filtro de paso de banda del dispositivo de medida de nivel

f0, f100	0,0000	f26, f74	0,0044
f1, f99	0,0006	f27, f73	0,0095
f2, f98	0,0005	f28, f72	0,0017
f3, f97	0,0004	f29, f71	0,0188
f4, f96	0,0011	f30, f70	0,0000
f5, f95	-0,0000	f31, f69	0,0225
f6, f94	0,0015	f32, f68	0,0024
f7, f93	-0,0003	f33, f67	0,0163
f8, f92	0,0012	f34, f66	0,0092
f9, f91	-0,0002	f35, f66	0,0000
f10, f90	0,0000	f36, f64	0,0164
f11, f89	0,0002	f37, f63	-0,0210
f12, f88	-0,0020	f38, f62	0,0161
f13, f87	0,0005	f39, f61	-0,0375
f14, f86	-0,0040	f40, f60	0,0000
f15, f85	0,0000	f41, f59	-0,0406
f16, f84	-0,0047	f42, f58	-0,0357
f17, f83	-0,0019	f43, f57	-0,0267
f18, f82	-0,0033	f44, f56	-0,0871
f19, f81	-0,0047	f45, f55	-0,0000
f20, f80	-0,0000	f46, f54	-0,1420
f21, f79	-0,0068	f47, f53	0,0289
f22, f78	0,0036	f48, f52	-0,1843
f23, f77	-0,0057	f49, f51	0,0475
f24, f76	0,0054	f50	0,8006
f25, f75	0,0000		

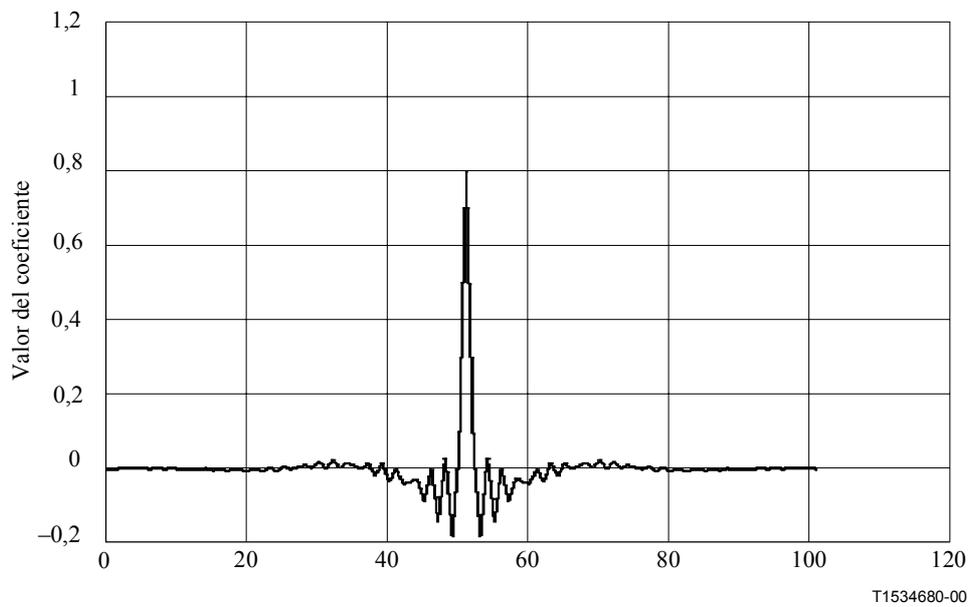


Figura 4/G.168 – Respuesta impulsiva de una red con ponderación en frecuencia

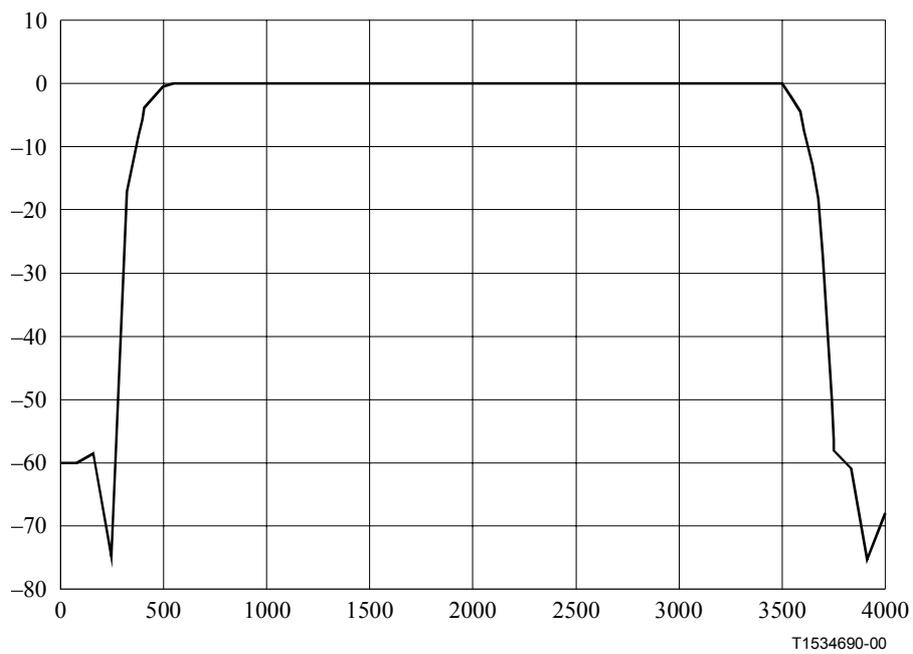


Figura 5/G.168 – Respuesta en frecuencia de una red con ponderación en frecuencia

6.4.1.2.2 Dispositivos de medida de nivel para valores de cresta

En el caso de pruebas para las que existen 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 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 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} . El montaje 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 UIT-T, el nivel de 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 de R_{in} y R_{out} debe mantenerse desactivado durante todas las pruebas que figuran en esta Recomendación UIT-T. Las señales de fuente compuestas, que constan de señal de prueba en la entrada recepción y señal de prueba en la entrada transmisión (véase el anexo C y Recomendación UIT-T P.501 [18]) se utilizan como señales de prueba salvo que se indique lo contrario. Cuando la implementación particular es para 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 UIT-T. Cuando se realizan las pruebas que se describen en esta Recomendación UIT-T 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 Recomendación UIT-T Q.522). Algunos operadores pueden desear aplicar una carga de tráfico simulado a los canales no probados. Este tipo de carga de canal requiere estudios adicionales.

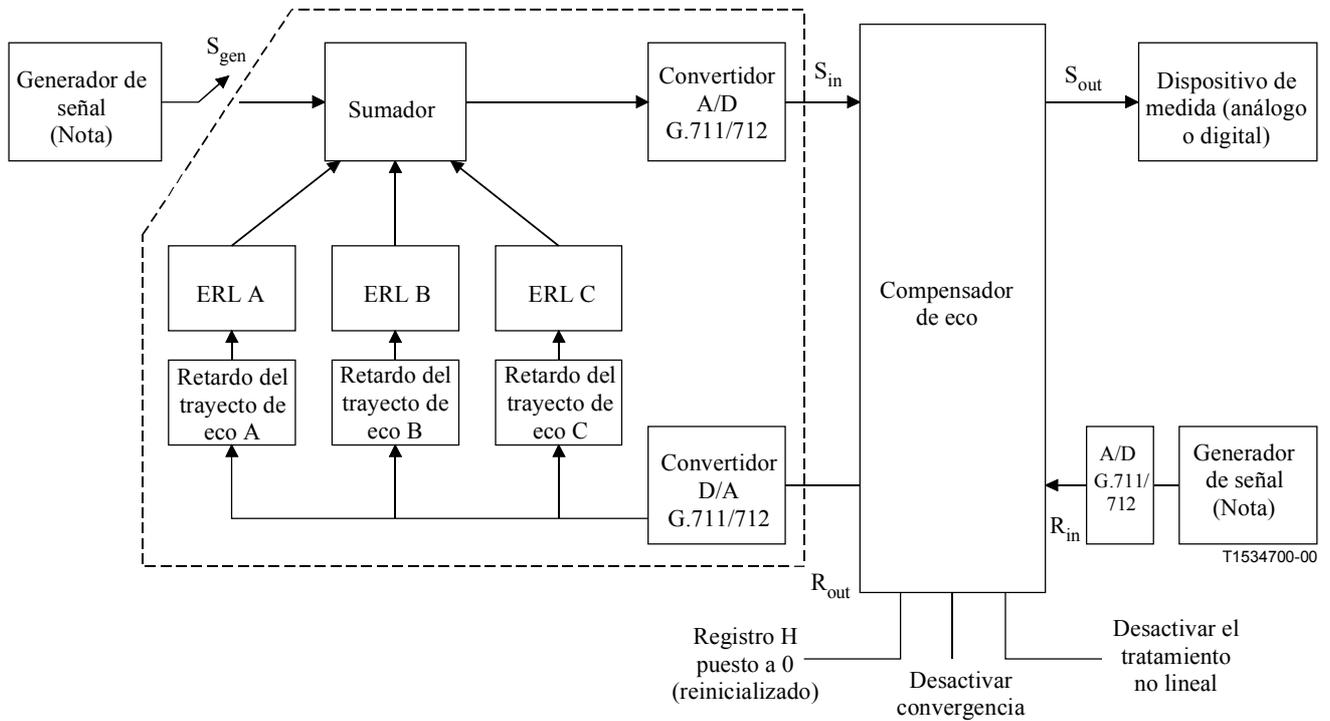
La atenuación del eco (ERL) utilizada en estas pruebas tiene un valor mínimo de 6 dB. Nótese que 6 dB es típicamente un valor correspondiente al caso peor entre los encontrados en la mayoría de las redes, teniendo la mayoría de ellas valores mejores.

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

Los requisitos que se recogen en esta subcláusula están 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 UIT-T pueden 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.



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 de eco que permita modelar de forma más realista los trayectos extremos sustituyendo lo encerrado en una caja punteada de la figura 6 con lo incluido en la figura 7. Las características del trayecto extremo, incluidos los convertidores D/A y A/D pueden modelarse como una respuesta impulsional $g(k)$.

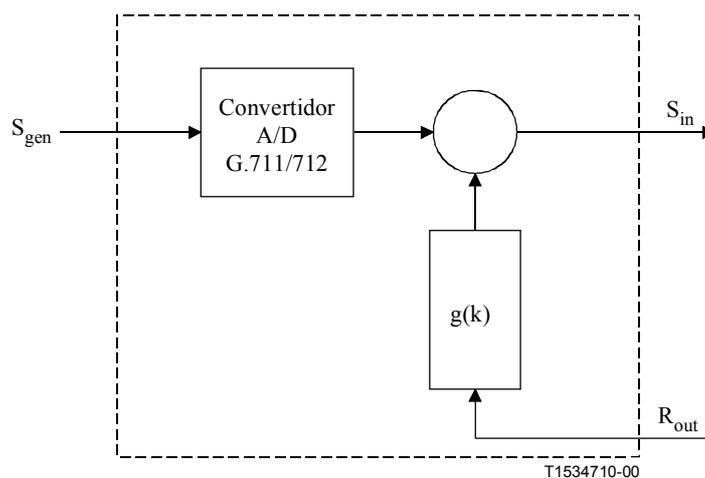


Figura 7/G.168 – Modelo del trayecto de eco utilizando $g(k)$

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 impulsional 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 de fuente compuesta, esencialmente por razones de conveniencia y repetibilidad de las medidas. Estas pruebas sólo se realizarían en un compensador de eco después que se haya comprobado que el diseño sintetiza debidamente una reproducción de la respuesta impulsional 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 (véase, para el contraste de ruido, la prueba N.º 9 descrita más adelante en la presente Recomendación UIT-T 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 UIT-T, representa el máximo retardo del trayecto de eco para el cual se ha diseñado el compensador de eco.

En I.9/apéndice I 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 UIT-T. 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.

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 o se hace converger a un trayecto de eco abierto desactivándose 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 la 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.

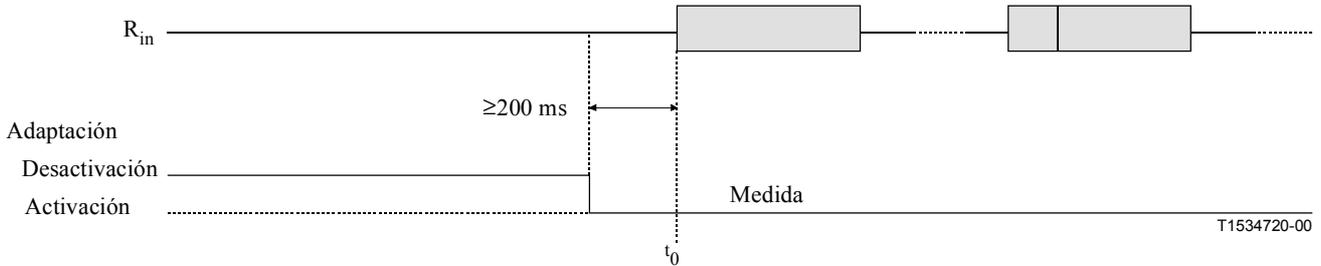


Figura 8/G.168 – Señales y relaciones temporales de las pruebas N.º 2A y 2B

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, una vez que el compensador de eco ha convergido totalmente a un trayecto de eco abierto y el NLP está activado, para todos los valores $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0 y para todos los valores de $ERL \geq 6$ dB y de retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida combinada ($L_{Rin} - L_{RET}$) 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 método de medida 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. El nivel en R_{in} se mide utilizando el método RMS de 6.4.1.2, modificado debidamente para incluir solamente aquellas muestras de CSS que constituyen la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo los intervalos inactivos de la señal CSS). El método de 6.4.1.2.1 puede también utilizarse en R_{in} , pero las señales de entrada y de salida deben asimismo sincronizarse.

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 transcurridos $1+t_d$ segundos.

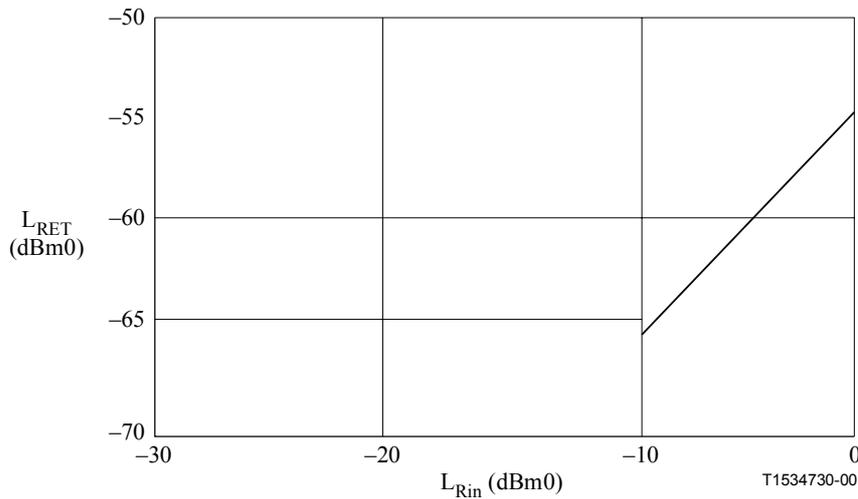
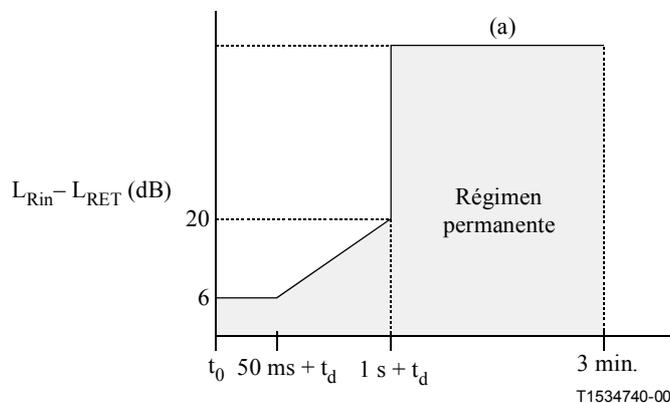


Figura 9/G.168 – Relación entre el nivel de entrada recepción (L_{Rin}) y el nivel de eco devuelto (L_{RET}) con el NLP activado

Los compensadores de eco que tienen una característica de ruido de confort, y ésta se encuentra activada, pueden no cumplir los requisitos de la figura 9, por lo que, a los efectos de esta prueba, el ruido de confort debe estar desactivado. Para niveles de señales 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.



(a) Obtenido según la figura 9.

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, una vez que el compensador de eco ha convergido plenamente a un trayecto de eco abierto y el NLP está neutralizado, para todos los valores $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0 y para todos los valores de $ERL \geq 6$ dB y de retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la pérdida $L_{Rin} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual que lo indicado en la

figura 12. Después de 10 s, la pérdida $L_{Rin} - L_{RES}$ debe ser mayor o igual que lo indicado en la figura 11. El nivel en S_{out} se mide utilizando un método de medida conforme a las características descritas en 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 11. El nivel en R_{in} se mide utilizando el método RMS de 6.4.1.2, modificado debidamente para incluir solamente aquellas muestras de CSS que están en la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo los intervalos inactivos de la señal CSS). El método de 6.4.1.2.1 puede también utilizarse en R_{in} , pero las señales de entrada y de salida deben también sincronizarse. (NOTA: 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 transcurridos $1+t_d$ segundos.

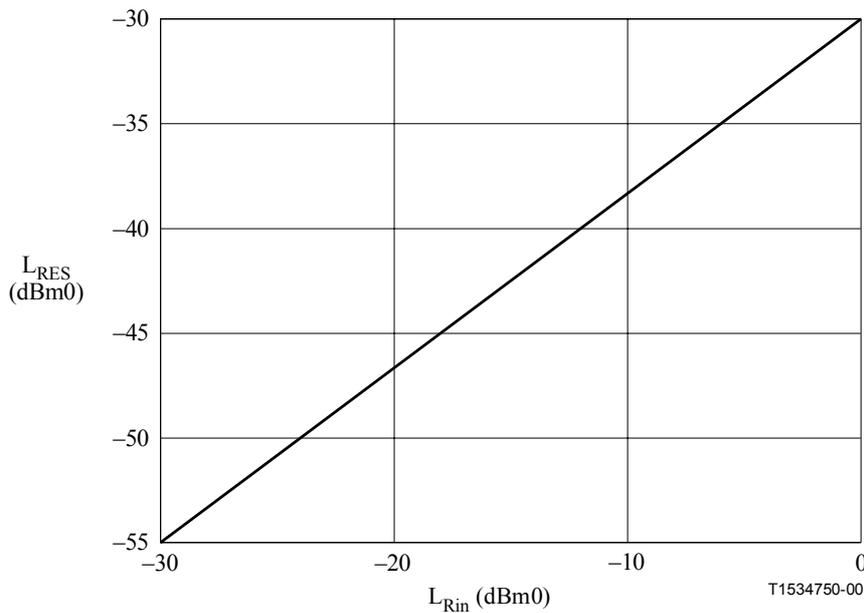


Figura 11/G.168 – Relación entre el nivel de entrada recepción (L_{Rin}) y el nivel de eco residual (L_{RES}) con el NLP neutralizado

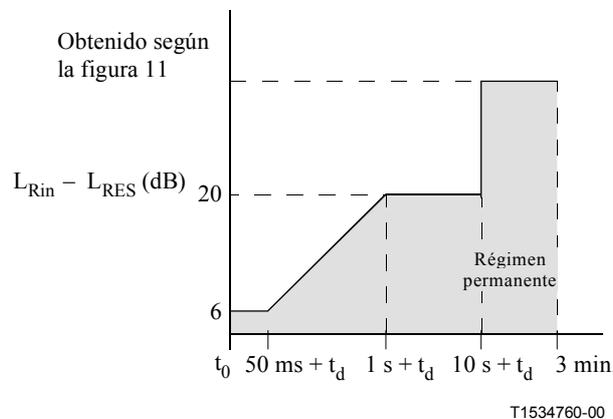


Figura 12/G.168 – Características de convergencia con el NLP neutralizado

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 la adaptación. En S_{gen} se aplica una fuente de ruido Hoth (véase la Recomendación UIT-T P.800 [16]) con un nivel N. 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.

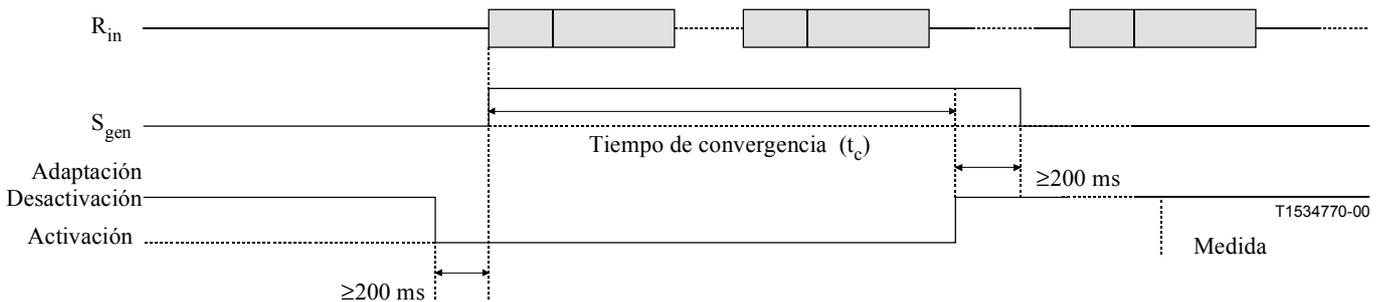


Figura 13/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 2C

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 $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, $N = L_{Rin} - 15$ dB pero no mayor que -30 dBm0, $ERL \geq 6$ dB y el retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms, la convergencia debe ocurrir en menos de 1,0 s (t_c) y L_{RET} debe ser $\leq N$ (véase la figura 14).

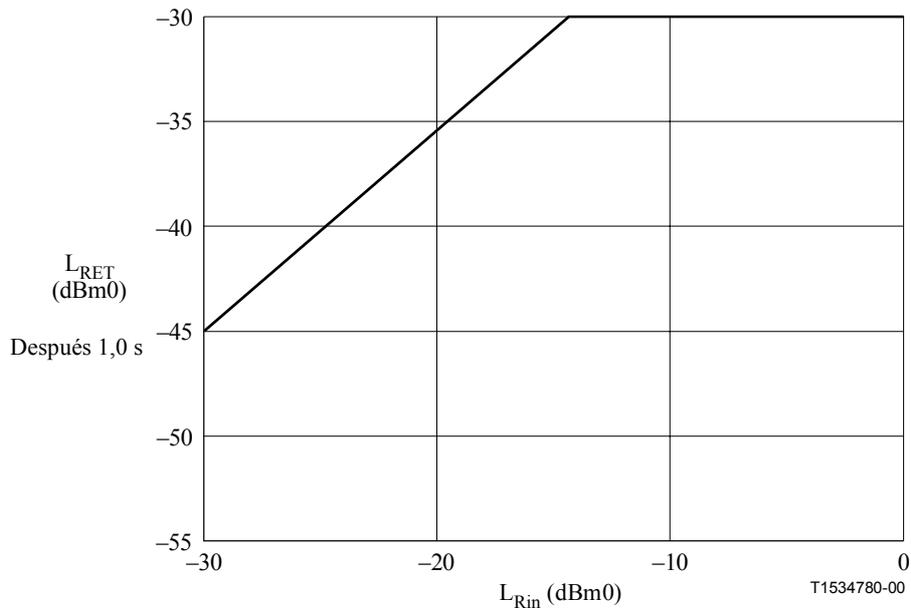


Figura 14/G.168 – Requisitos de la prueba N.º 2C con el NLP activado

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 $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, teniendo N 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 (t_c), L_{RES} debe ser inferior a lo indicado en la figura 15 para el correspondiente valor de N.

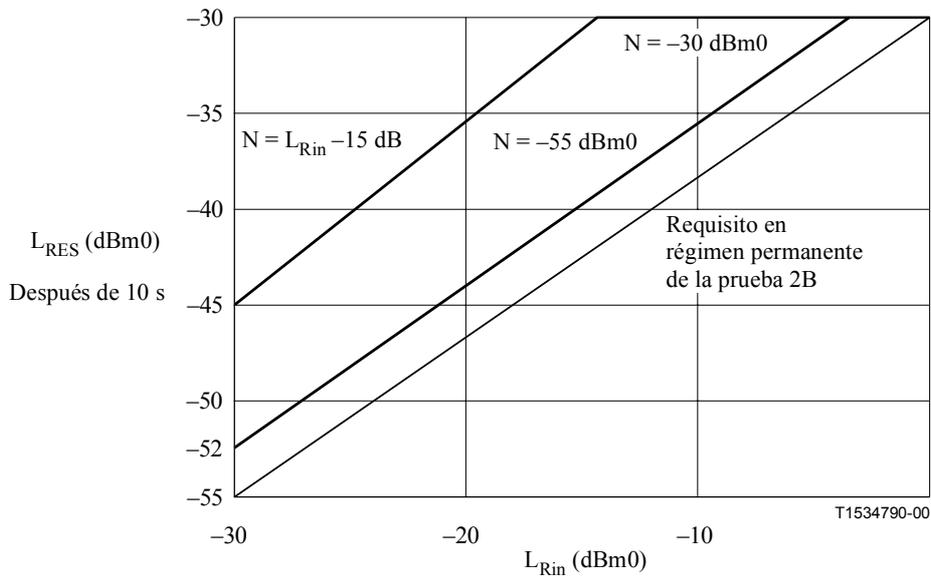


Figura 15/G.168 – Requisitos en régimen permanente de la prueba N.º 2C con el NLP desactivado

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

Requisito

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

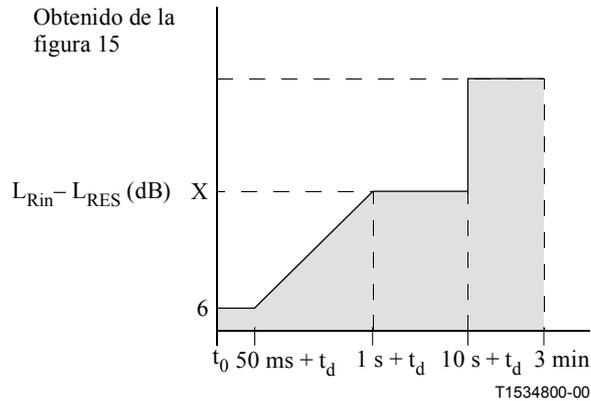


Figura 16/G.168 – Requisitos de la prueba N.º 2C con el NLP desactivado

El nivel en S_{out} se mide utilizando las características de 6.4.1.2.1. El nivel R_{in} , se mide utilizando el método RMS de 6.4.1.2 modificado debidamente para incluir solamente aquellas muestras de CSS que están en la parte activa de la CSS (es decir, excluyendo los intervalos inactivos de la señal CSS). El método de 6.4.1.2.1 puede también utilizarse en R_{in} , pero las señales de entrada y de salida deben también sincronizarse.

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 propone emplear 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.

Véanse en I.8.4/apéndice I 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 cercano 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 ocurran 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*.

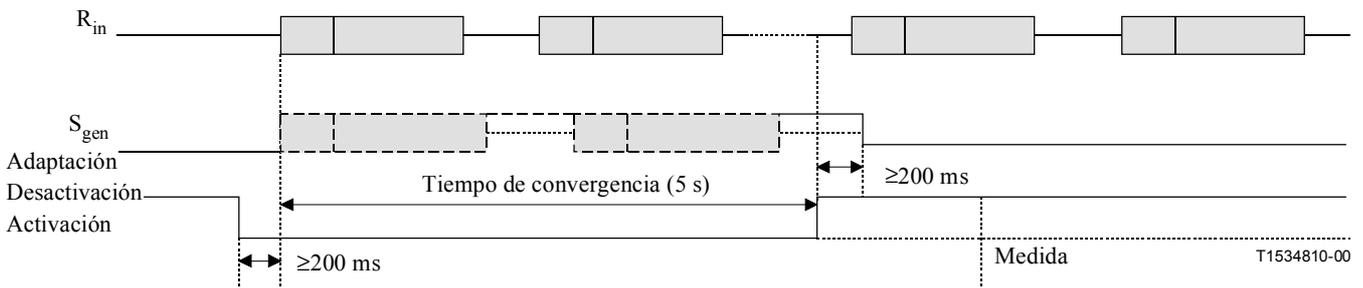


Figura 17/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 3A

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero para todos los valores $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, siendo $N = L_{Rin} - 15$ 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 en el extremo cercano

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 N de nivel 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*.

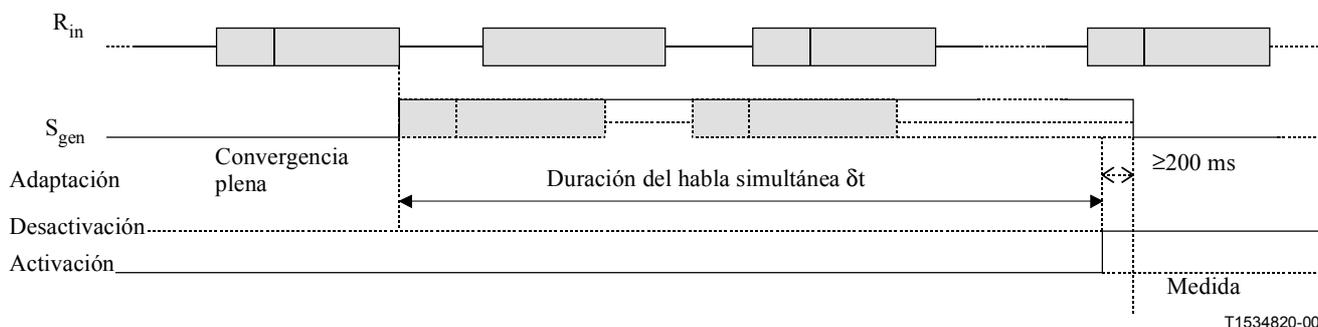


Figura 18/G.168 – Señal y relaciones temporales de la prueba N.º 3B

En COM 15-27 (1993) 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 la CSS puede no proporcionar, para esta prueba, una aproximación adecuada de 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 $N \geq L_{Rin}$ y para todos los valores de atenuación de eco (ERL) ≥ 6 dB y de retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms, el nivel de eco residual existente tras la aplicación simultánea de L_{Rin} y N 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 N a S_{gen} con un nivel al menos igual al de R_{in} . Transcurrido un tiempo t_1 , se elimina N y se mide S_{out} . La señal N 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.

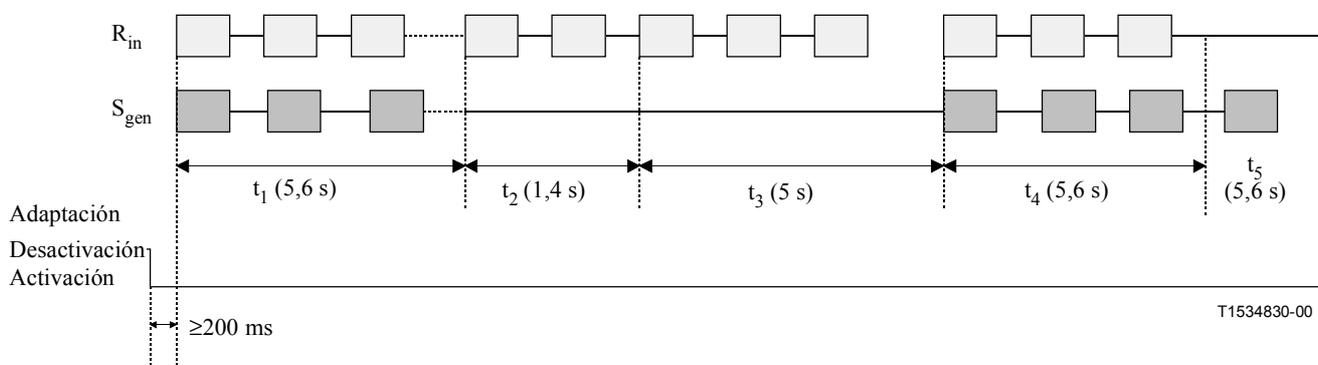


Figura 19/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 3C

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 $N \geq L_{Rin}$ y para todos los valores de atenuación de eco $ERL \geq 6$ 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 N 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 $N + 6$ 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*.

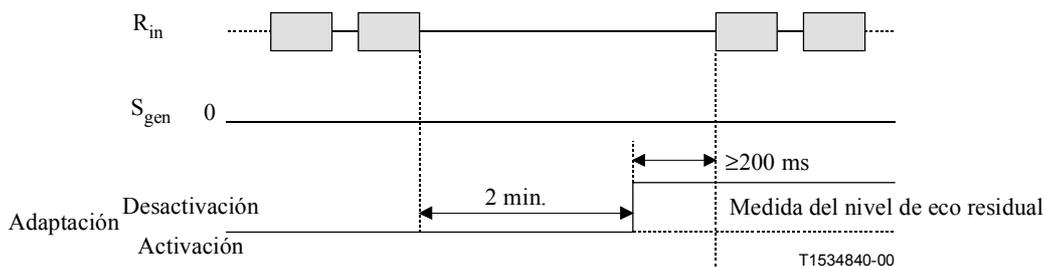


Figura 20/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 4

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 1 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 sigue presente 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 (desaparece el eco del circuito) 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.

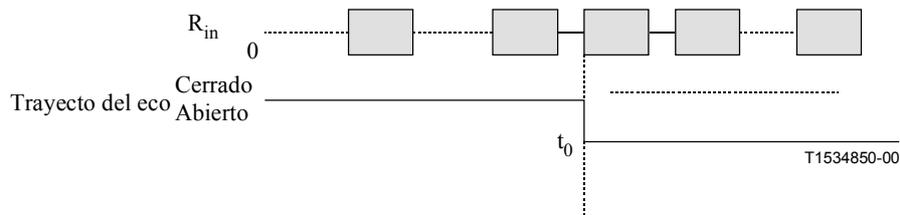


Figura 21/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 5

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 $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, en el instante t_0 se interrumpe el trayecto del eco abriendo éste, debiendo entonces cumplir la pérdida combinada, $L_{Rin} - L_{RES}$, los requisitos que se reflejan en la figura 12, medidos de acuerdo con el método descrito 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 una combinación de tonos dual) 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

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 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. Después de dos minutos se mide el eco residual utilizando la señal aplicada.

Requisito

Con el registro H del compensador de eco inicialmente puesto a cero, y después de aplicar una señal monofrecuencia a R_{in} , excepto aquellas señales identificadas en el cuadro 3 de la prueba N.º 8, para todos los valores de $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≤ 0 dBm0, y para todos los valores de atenuación de eco (ERL) ≥ 6 dB y con un retardo del trayecto de eco $t_d \leq \Delta$ ms, los niveles del eco residual medidos dos minutos después deben ser menores o iguales que los mostrados en la figura 22.

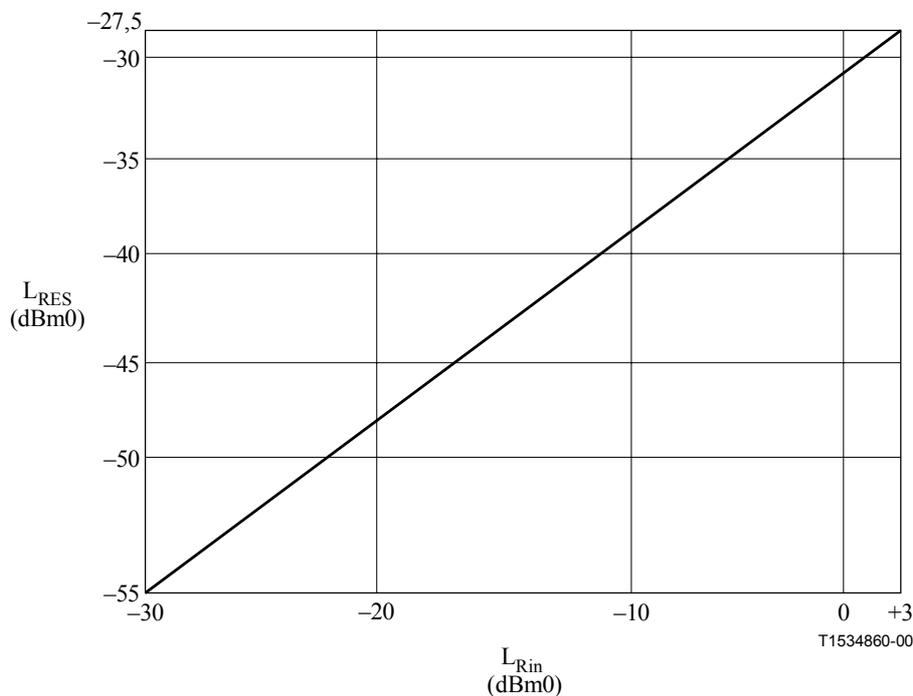


Figura 22/G.168 – Requisitos de calidad de funcionamiento para la prueba N.º 7

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 (facultativa)

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 CSS con cualquier trayecto de eco con un valor de $ERL \geq 6$ 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 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 cresta de cada señal de frecuencia aplicada equivale al nivel de cresta de una senoide con un nivel RMS, M , de $-18 \leq M \leq +3$ dBm0.

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 ± 6 Hz	2000 ± 20Hz	2000 ± 20 Hz
2600 ± 6 Hz		1780 ± 20 Hz
2400 ± 6 Hz & 2600 ± 6 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 8 dB para toda la prueba. Las etapas de la prueba deben de aplicarse consecutivamente. La prueba cubre una gama de funcionamiento comprendida entre -60 dBm0 y -40 dBm0 y en ella se utiliza ruido blanco. El NLP y la característica de ruido confortativo deben estar activadas.

6.4.2.10.1 Parte 1 (correspondencia)

- 1) Se pone N 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 N , para todos los valores de N . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido N permanezca constante.

6.4.2.10.2 Parte 2 (ajuste descendente)

- 1) Se reduce N 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 N . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido N permanezca constante.

6.4.2.10.3 Parte 3 (ajuste ascendente)

- 1) Se aumenta N 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 segundos.

Requisito

L_{RET} estará a menos de 2,0 dB de N . Además, se mantendrá este valor mientras el nivel de ruido N 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 G.165/G.168 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 \pm 38 Hz

Duración Activado durante 0,5 s; desactivado durante 3 s ($\pm 15\%$)

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 setup*):**

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 Recomendación 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 $L_{Rin} = -13$ 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 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 $\leq (-13 - A_{ECHO})$ 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 $\leq (-13 - A_{ECHO})$ 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.

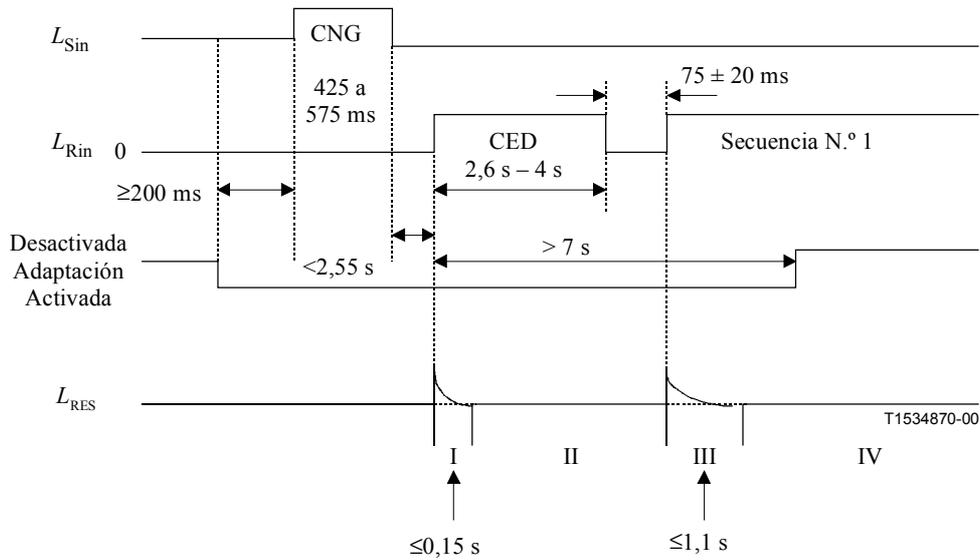


Figura 23/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 10A

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.

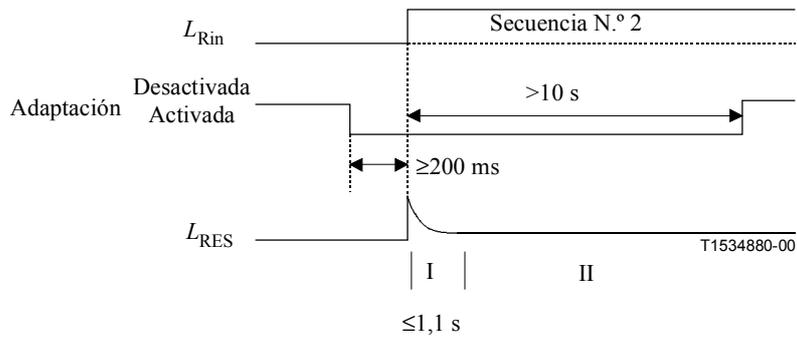


Figura 24/G.168 – Señales y relaciones temporales de la prueba N.º 10B

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 [26]. 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* [30] así como las distintas relaciones temporales entre las señales de toma de contacto (representadas por el módem V.21 [26]) y transmisión de página (representada por el módem V.29 [31]). Las relaciones temporales que se muestran en la figura 26 se han diseñado para imitar el protocolo facsímil T.30 [23].

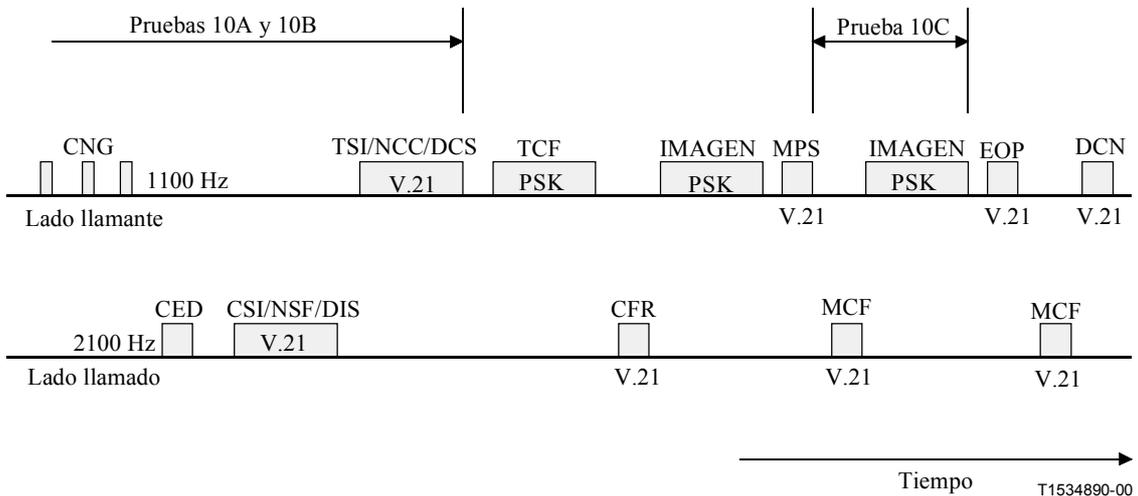


Figura 25/G.168 – Secuencia del intercambio de mensajes de una transmisión facsímil típica de 2 páginas

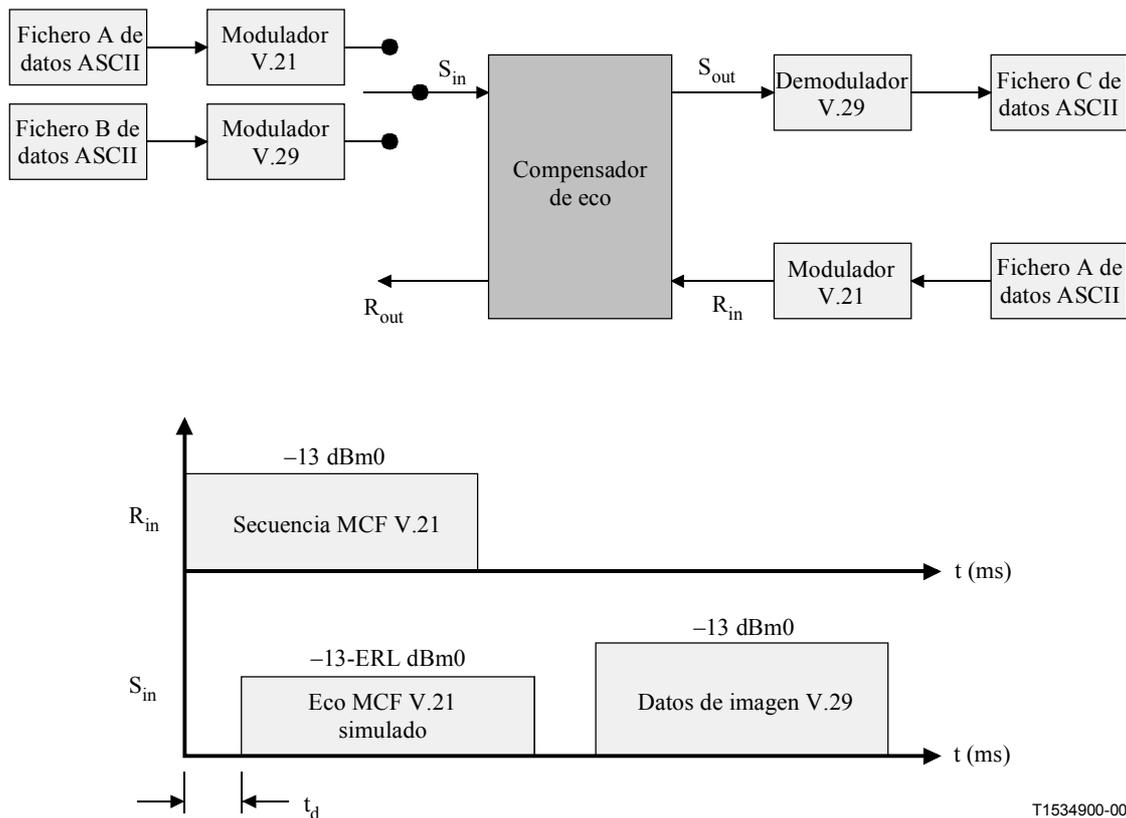


Figura 26/G.168 – Funcionamiento del compensador de eco durante la transmisión de una página y de saltos de página

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 [26] 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 [31]) 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 [23], 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:

La Recomendación UIT-T T.24 (1998), *Conjunto de imágenes digitalizadas normalizadas*, Documento N.º 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 (requiere estudios adicionales)

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

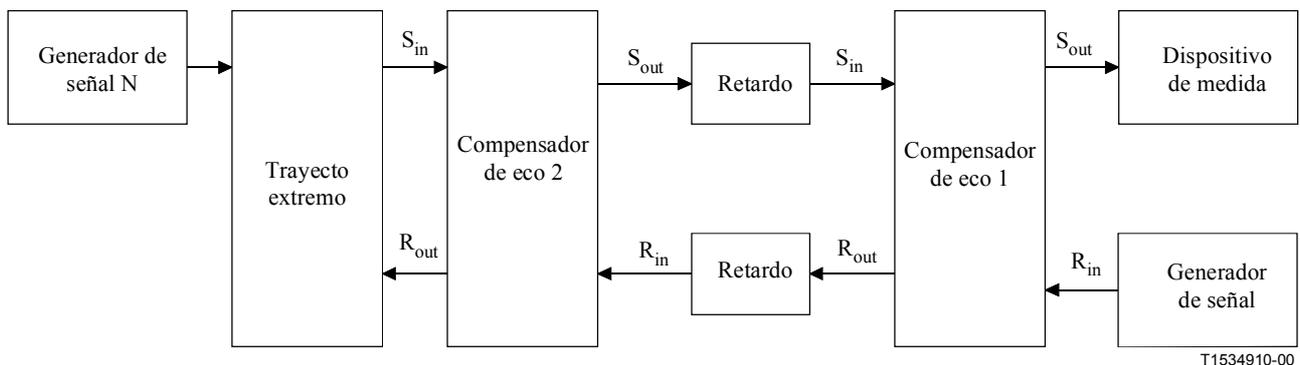


Figura 27/G.168 – Configuración de la prueba N.º 11

NOTA – Para las pruebas 12 (véase 6.4.2.13) y 13 (véase 6.4.3.1).

6.4.2.13 Prueba N.º 12 – Prueba del eco acústico residual (requiere estudios adicionales)

En estudio. Para un análisis más detallado sobre este asunto véanse I.6.6, I.6.6.1 e I.6.6.2/apéndice I. 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 14 – Calidad de funcionamiento con módems de datos de baja velocidad de la serie V

El objeto de esta prueba es asegurar que los compensadores de eco no perjudican a la calidad de funcionamiento de los módems de baja velocidad de la serie V (<9,6 kbit/s), incluidos los módems V.22 bis, que no transmiten un tono de desactivación de 2100 Hz con inversiones de fase. 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 28. 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 [21] 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 Recomendación UIT-T G.122 [2].

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.

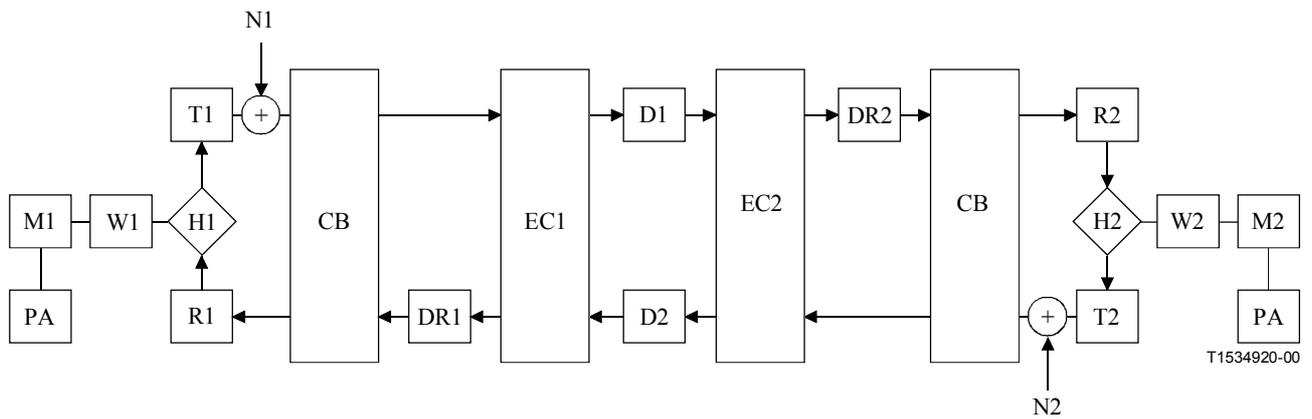
DR1, DR2 = retardo del trayecto del eco $\leq \Delta$ ms.

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 inicialmente ajustado 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	D1	Retardo de larga distancia	D2	Retardo de larga distancia
DR1	Retardo del trayecto del eco	DR2	Retardo del trayecto del eco	EC1	Compensador de eco
EC2	Compensador de eco	H1	Híbrida	H2	Híbrida
M1	Módem en pruebas	M2	Módem en pruebas	N1	Generador de ruido
N2	Generador de ruido	PA	Analizador de protocolo	R1	Atenuador de recepción
R2	Atenuador de recepción	T1	Atenuador de transmisión	T2	Atenuador de transmisión
W1	Simulador de línea	W2	Simulador de línea		

Figura 28/G.168 – Configuración de la prueba N.º 14

6.4.3 Trayectos de eco no lineales

Todas las pruebas relacionadas con trayectos de eco no lineales son facultativas salvo que se indique lo contrario.

Para un análisis más detallado sobre este asunto véanse I.5.3, I.5.4, I.6.2, I.6.3, I.6.6 e I.7/Apéndice I.

6.4.3.1 Prueba N.º 13 – Calidad de funcionamiento con codificadores UIT-T de baja velocidad binaria en trayectos de eco (Opcional – queda en estudio)

En estudio. (El objetivo es poner en un cuadro los objetivos de calidad de funcionamiento de cada codificador/algorithm.) En la figura 29 se incluye una configuración de prueba preliminar.

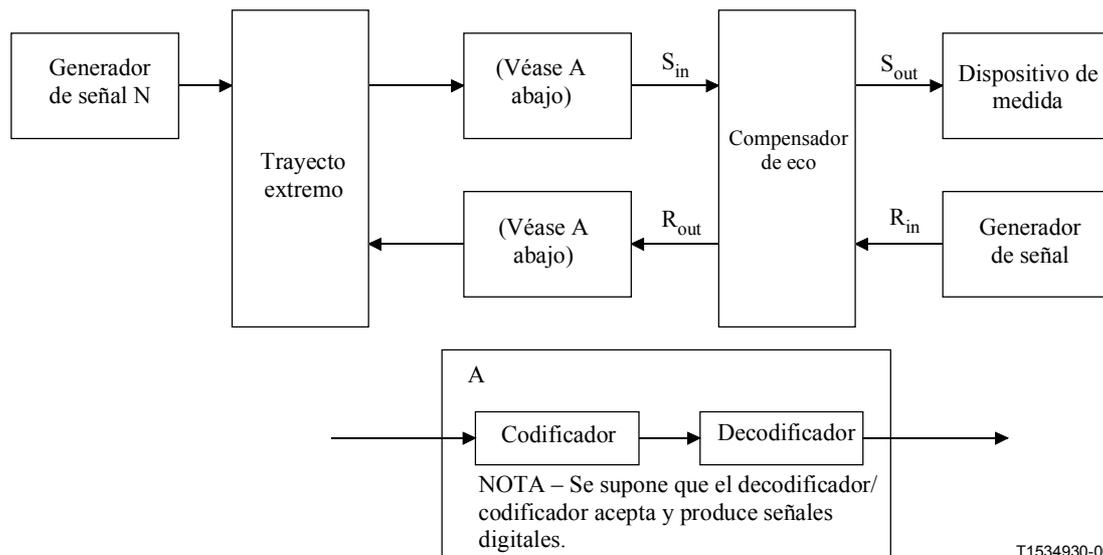


Figura 29/G.168 – Configuración de la prueba N.º 13

6.4.3.2 Prueba N.º 15 – Prueba del desplazamiento de modulación por impulsos codificados MIC (Opcional – queda en estudio)

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} .

El desplazamiento MIC es un nivel de señal MIC fija, no deseada, de la señal S_{in} en relación con la señal R_{out} . Puede estar causada por algunos equipos de red, tales como sistemas PBX, 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 la aplicación de 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.

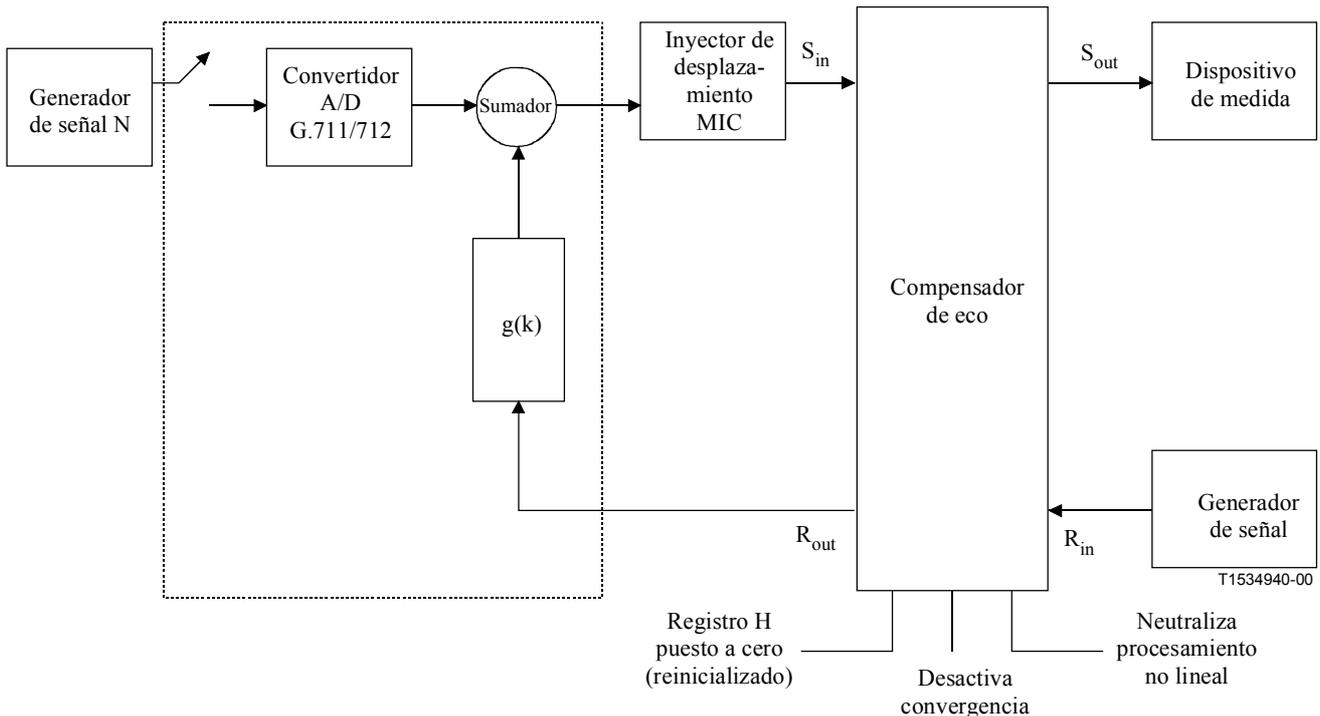


Figura 30/G.168 – Configuración de la prueba de desplazamiento MIC

7 Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco

7.1 Consideraciones generales

Los compensadores de eco objeto de esta Recomendación UIT-T deben estar equipados con un detector de tonos que cumpla lo establecido en esta subcláusula. Este detector de tonos sólo debe neutralizar el compensador de eco tras la detección de una señal que consiste en un tono de 2100 Hz con inversiones de fases periódicas insertadas en ese tono, y no debe neutralizar con ninguna otra señal dentro de banda, por ejemplo, conversación o 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, quizás 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 eco se dan en la figura 31. Las características del neutralizador por tono especificadas en 7.4 a 7.9 se aplican también a este detector neutralizador de NLP. Se señala 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 subcláusula.

En esta subcláusula, el término neutralizado (o desactivado, o inhabilitado) 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 relación alguna entre las condiciones del circuito antes y después de la desactivación. 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 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.

En el anexo A se describe un neutralizador por tono de referencia.

7.2 Características de un detector

El detector de tono deberá detectar un tono en la gama de frecuencias de 2100 Hz \pm 21 Hz (véase la Recomendación UIT-T V.21 [26]). 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, permita proporcionar 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 31 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 a 2121 Hz, la detección **debe** ser posible, mientras que en la banda de 1900 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.

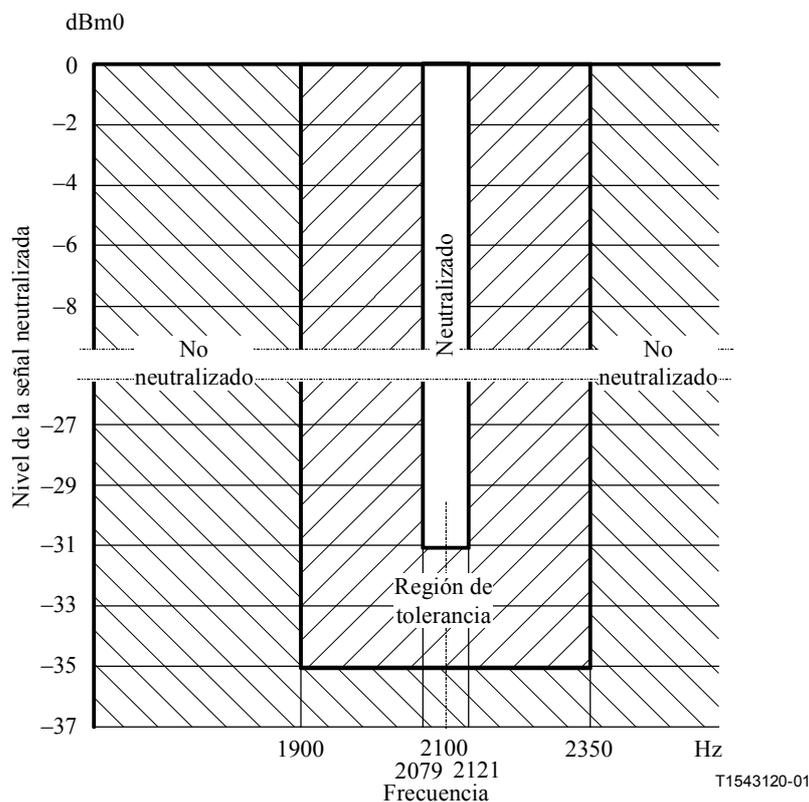


Figura 31/G.168 – Características de la banda de neutralización requeridas

El neutralizador por tono para compensadores de eco debe detectar un tono de 2100 Hz que contenga inversiones de fase. Las características de la señal transmitida se definen en las Recomendaciones V.25 [28] y V.8 [25]. Deben detectarse las variaciones de fase en la gama de $180^\circ \pm 25^\circ$ pero no detectarse las variaciones de fase de la gama de $0^\circ \pm 110^\circ$.

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

7.3 Características de la banda de guarda

El detector deberá 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 mantenerse en el estado de neutralización para tonos de una determinada gama de frecuencias tal 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 prevista, 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 el estado de neutralización para cualquier señal sinusoidal de una sola frecuencia en la banda de 390 a 700 Hz con un nivel de -27 dBm0 o superior y de 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.

7.6 Funcionamiento intempestivo motivado por corrientes vocales

Es conveniente evitar que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente 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 periodos de separar 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 evitar que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente 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 causados por las señales de datos habituales procedentes de dichos equipos de datos.

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 la 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, o han experimentado, inversiones de fase.

8 Procesadores no lineales para su utilización en compensadores de eco

8.1 Ámbito de aplicación

A los fines de esta Recomendación UIT-T, el término "procesador no lineal" (NLP) se refiere solamente a los dispositivos caracterizados por la definición que se da en 1.3 y que han resultado eficaces en relación con los compensadores de eco. Tales procesadores no lineales pueden realizarse de diferentes maneras (a título de ejemplo se citan los recortadores del centro de las 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 mediante la referencia a 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 para orientación e ilustración solamente. 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 1.3.21) que queda después de una compensación imperfecta del eco del circuito, de manera que pueda conseguirse el nivel de eco devuelto (L_{RET} , definido en 1.3.22) del 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 UIT-T pueden no ser capaces de modelar adecuadamente trayectos de eco que generan niveles apreciables de distorsión no lineal (véase I.6.2). Tal distorsión puede producirse, por ejemplo, en redes conformes a la Recomendación UIT-T G.113, en las cuales se permiten hasta cinco pares de códecs MIC (conformes a la Recomendación UIT-T G.712 [10]) en un trayecto de 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, tengan incorporados 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 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 local. En los dispositivos prácticos, es posible que no se consiga aproximarse suficientemente a este ideal, y en este caso se recomienda que los procesadores no lineales no estén activos en condiciones de habla simultánea o cuando habla el del extremo local. 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 de 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 del extremo cercano. 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 del extremo cercano, deben estar inactivos en presencia de señal de conversación del extremo cercano. 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 32. 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 del extremo cercano. Una detección imperfecta de habla simultánea, combinada con un alto nivel del umbral de supresión tendrá por consecuencia distorsión de las señales vocales del extremo cercano. 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 del extremo cercano sólo sufrirán un bajo nivel de distorsión no lineal. Si el nivel umbral de la supresión es demasiado bajo, pueden oírse crestas del eco residual.

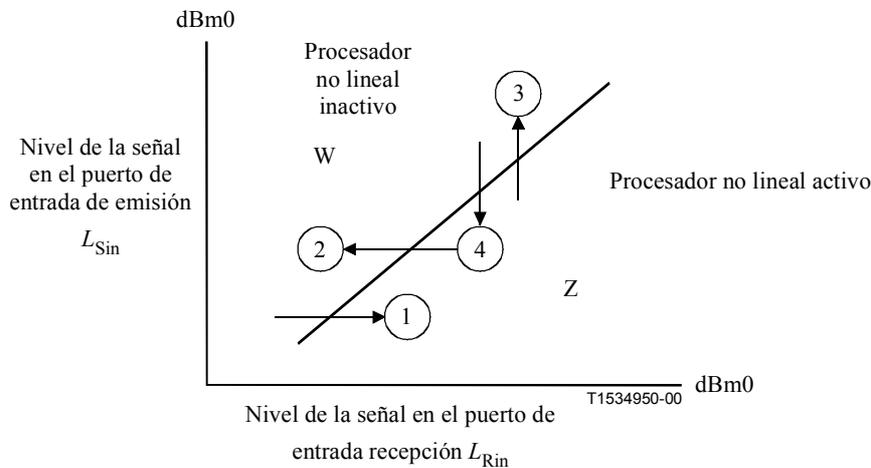


Figura 32/G.168 – Regiones de funcionamiento del procesador no lineal

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 32 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 cercano), 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 de 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 cercano.

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 para la supresión y la 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 que está limitado solamente a la supresión de las señales de bajo nivel. Los tipos de prueba necesarios para determinar las características de funcionamiento de los procesadores no lineales son muy similares a los de las pruebas de los supresores de eco especificadas en la Recomendación 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 31 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 Recomendación 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/desactivación del NLP. Las pruebas G.168 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. La

siguiente subcláusula 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 UIT-T (convergencia sin NLP). No obstante, la prueba se modifica mezclando ruido no correlado a varios niveles conocidos por debajo del eco CSS devuelto en el trayecto de emisión. El nivel del ruido establece un valor mínimo por debajo del cual no debe caer 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

A.1 Consideraciones generales

Este anexo describe las características de un neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco. Se utiliza el calificativo de referencia para indicar que la implementación del neutralizador se ofrece solamente como orientación. No se excluyen otras implementaciones distintas de un neutralizador por tono que responda a las señales definidas en las Recomendaciones UIT-T V.25 [28] y V.8 [25], y que satisfaga también todos los criterios de fiabilidad del funcionamiento y de protección contra funcionamientos intempestivos provocados por señales vocales.

A.2 Características del neutralizador

El neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco descrito en este anexo detecta un tono de 2100 Hz que contiene inversiones periódicas de fase que se producen cada 450 ± 25 ms. Las características de la señal transmitida se definen en las Recomendaciones UIT-T V.25 y V.8.

A.2.1 Detección de los tonos

Las características de frecuencia del detector de tonos utilizado en este neutralizador por tono de referencia son las mismas que las características especificadas en 7.2, con la salvedad de que el límite superior de la gama dinámica es de -6 dBm0.

A.2.2 Detección de las inversiones de fase

El neutralizador por tono de referencia responde a una señal que contiene inversiones de fase de $180^\circ \pm 10^\circ$ en su origen (como se especifica en la Recomendación UIT-T V.25) cuando esta señal ha sido modificada por degradaciones admisibles causadas por la red, por ejemplo ruido, fluctuación de fase, etc. Este neutralizador es insensible a una fluctuación de fase de $\pm 15^\circ$ de cresta a cresta en la gama de frecuencias de 0 a 120 Hz. Esto se ajusta a la fluctuación de fase permitida en la Recomendación UIT-T G.229 [8]. Para minimizar la probabilidad de una neutralización intempestiva del compensador de eco como consecuencia de corrientes vocales y de cambios de fase inducidos por la red, este neutralizador por tono de referencia no responde a cambios de fase aislados del tono de 2100 Hz en la gama de $0^\circ \pm 110^\circ$ que se producen en un periodo de un segundo. Este valor se ha elegido porque representa el desplazamiento de fase aproximado causado por los deslizamientos de trama aislados en un sistema MIC.

A.3 Características de la banda de guarda

La energía contenida en la banda de frecuencias vocales fuera de la banda de neutralización debe utilizarse para oponerse a la función de neutralización, de forma 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 lo bastante elevada para que pueda aprovecharse la energía de la banda de frecuencias vocales exterior 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 u ocupado) impida la neutralización. En el requisito se supone que se emplea un ruido blanco para simular las señales vocales y el ruido de circuito. De ello se desprende lo siguiente:

Dado que el ruido blanco (banda aproximada: de 300 a 3400 Hz) se aplica al neutralizador por tono, al mismo tiempo que una señal de 2100 Hz, esta última se aplica con un nivel 3 dB superior al nivel umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda. La energía del ruido blanco necesaria para impedir la neutralización no debe ser superior a la de la señal de 2100 Hz, ni inferior en más de 5 dB. Dado que el nivel de la señal de 2100 Hz se aumenta 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 impedir la neutralización debe ser inferior al de la señal de 2100 Hz.

NOTA – Se ha tenido en cuenta la posibilidad de interferencia durante el periodo de detección de las inversiones de fase. Una fuente potencial de interferencia es la presencia del tono de llamada, como se expresa en la Recomendación UIT-T V.25. Si el tono de llamada perturba la detección de las inversiones de fase, la totalidad de la secuencia de detección del tono de neutralización se hace comenzar de nuevo, pero sólo una vez. La Recomendación UIT-T V.25 asegura un periodo de silencio de por lo menos un segundo entre las ráfagas de tonos de llamada.

A.4 Características de la banda de mantenimiento de la neutralización

Después de la neutralización, el neutralizador por tono deberá mantenerse en el estado de neutralización para tonos de una determinada gama de frecuencias. La anchura de esta banda debe englobar todas las frecuencias actuales o previstas de transmisión de datos. La sensibilidad a los efectos de la liberación debe permitir que subsista la neutralización para las señales de datos del más bajo nivel previsto, pero ha de ser tal que el dispositivo de neutralización se libere con el nivel máximo de ruido de circuito en reposo u ocupado. De ahí la condición siguiente:

El neutralizador por tono deberá mantenerse en el estado de neutralización para cualquier señal sinusoidal de una sola frecuencia en la banda de 390 a 700 Hz con un nivel de -27 dBm0 o superior y de 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.

A.5 Tiempo de funcionamiento

El neutralizador por tono de referencia opera dentro de un plazo de un segundo a partir de la recepción, sin interferencia, del tono de 2100 Hz sostenido, con inversiones de fase periódicas, y con un nivel comprendido en la gama de -6 a -31 dBm0. El tiempo de funcionamiento de un segundo permite la detección del tono de 2100 Hz y asegura que se producirán dos inversiones de fase (a menos que un deslizamiento o ruido impulsivo enmascare una de las inversiones de fase).

A.6 Funcionamiento intempestivo motivado por corrientes vocales

Es conveniente evitar que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente 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 maniobras intempestivas por cada 100 horas de conversación. La protección contra los periodos de silencio puede asegurarse mediante la anchura de banda del canal de neutralización, la banda de

guarda y el tiempo de funcionamiento, pero también se obtiene mediante un nuevo ciclo de temporización. En otros términos, si la señal vocal que simula la señal de neutralización queda interrumpida a causa de los periodos que separan las sílabas, antes de que tenga lugar la neutralización, el mecanismo de temporización debe volver a cero. Sin embargo, la ausencia o el cambio momentáneos de nivel de una señal de neutralización verdadera no debe poner a cero el mecanismo de temporización.

A.7 Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos

El neutralizador cumple los requisitos identificados en 7.7. A este efecto, el circuito detector del neutralizador por tono se desactiva transcurrido un segundo a partir de la detección del tono puro de 2100 Hz (es decir, sin inversiones de fase u otras perturbaciones). El circuito detector permanece desactivado durante la transmisión de datos y sólo vuelve a activarse después de un lapso de 250 ± 150 ms después que una señal en la banda de mantenimiento de la neutralización cae por lo menos 3 dB por debajo de la sensibilidad máxima para el mantenimiento de la neutralización. Con esto se reduce al mínimo la posibilidad de una neutralización no deseada del compensador de eco durante la transmisión facsímil o de datos en banda vocal a baja velocidad ($< 9,6$ kbit/s).

A.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. 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, de modo que sólo se produzca un mínimo de degradación en caso de neutralización accidental por las corrientes vocales.

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.

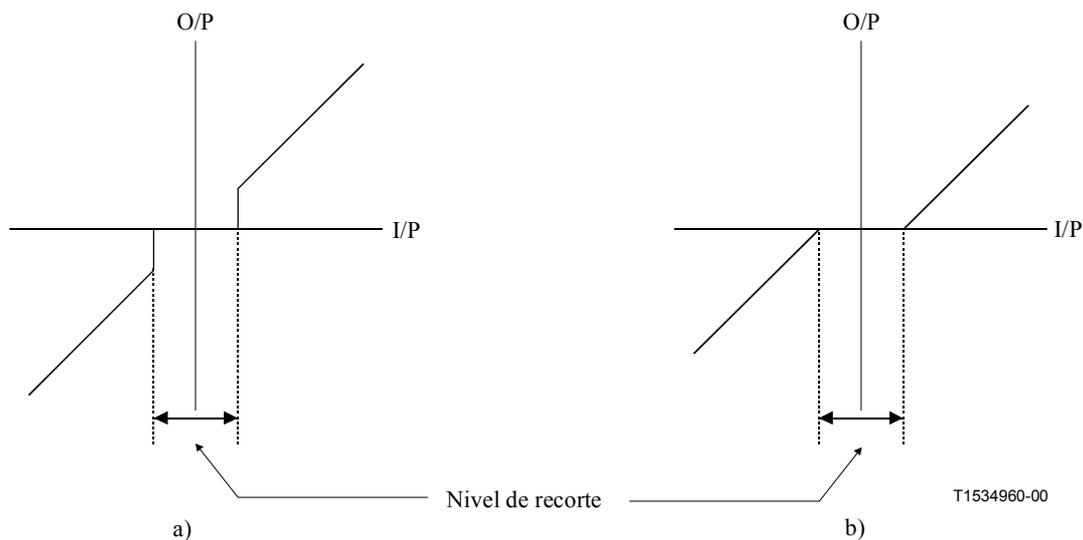


Figura B.1/G.168 – Dos ejemplos de funciones de transferencia ideal del recortador de centro de las señales

B.2 Umbral de supresión (T_{SUP})

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

$$T_{SUP} \text{ fijo} = x' \text{ dBm0}$$

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

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

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 31.

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 Recomendación UIT-T G.164 [4], 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.

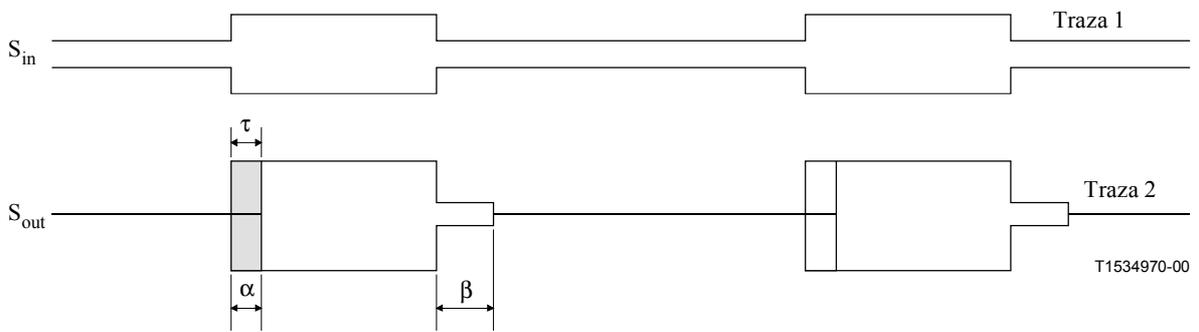
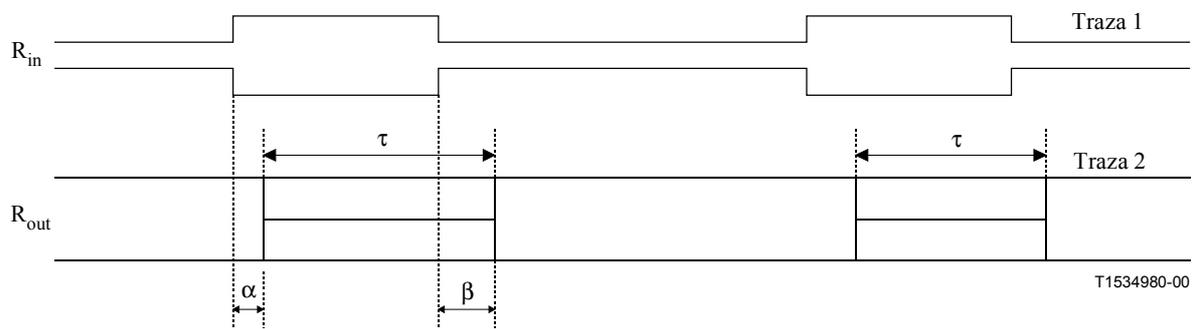


Figura B.2/G.168 – Oscilogramas de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo de los procesadores no lineales, L_{Rin} constante



- 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

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

Frontera		Señal inicial		Señal final		Valor recomendado (ms)	Prueba N.º (Rec. G.164)	Excursión (véase la figura 31)	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)					
Z/W	Fijo	-25	-10	-25	-30	15-64	5	Transición 2	14/G.164	Traza 1 y traza 2 de la figura B.3 (β)
	Adaptativo	-55	-20	-55	-40	Δ				
		-40	-15	-40	-40					
		-30	-5	-30	-30					
	Fijo	-15	-25	-40	-25	16-120	6	Transición 4	17/G.164	Traza 1 y traza 2 de la figura B.2 (β)
W/Z	Adaptativo	-40	-50	-55	-50	30-50				
		-40	-30	-55	-30					
		-25	-15	-40	-15					

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

Frontera		Señal inicial		Señal final		Valor recomendado (ms)	Prueba N.º (Rec. G.164)	Excursión (véase la figura 31)	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)					
W/Z	Fijo	-25	-30	-25	-10	16-120	5	Transición 1	14/G.164	Traza 2 de la figura B.3 (α)
	Adaptativo	-55	-40	-55	-20	15-75				
		-40	-40	-40	-15					
		-30	-30	-30	-5					
	Fijo	-40	-25	-15	-25	≤ 1	6	Transición 3	17/G.164	Traza 2 de la figura B.2 (α)
Z/W	Adaptativo	-55	-50	-40	-50	≤ 5				
		-55	-30	-40	-30					
		-40	-15	-25	-15					

ANEXO C

Señales de 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 de 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 Recomendación UIT-T P.501 [10], señales de prueba para telefonometría, se incluye la definición exacta de estas señales. Este anexo presenta, en primer lugar, una descripción general de las señales de fuente compuestas; en las subcláusulas 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 una serie de análisis válidos para probar los parámetros específicos de los compensadores de eco, especialmente para las pruebas que se describen en esta Recomendación UIT-T.

C.2 Señales de fuente compuestas – Consideraciones generales

C.2.1 Descripción general de las diversas secuencias

Las señales de 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 Recomendación UIT-T P.50 [14]

Las señales vocales 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 pseudoruido

A continuación de la señal de conversación artificial aparece una señal de pseudoruido (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:

$$H(k) = W(k) \cdot e^{j \cdot i_k \cdot \pi}; k = -M/2, \text{ without } 0; i_k = -i_{-k} \text{ random} \quad (\text{C.2-1})$$

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, mientras que la fase puede, según una secuencia aleatoria, ser 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 pseudoruido. A continuación, el espectro se transforma al dominio del tiempo mediante la transformada inversa de Fourier, dando lugar a la siguiente señal:

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

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 pseudoruido 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 de 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 pseudoruido 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 pseudoruido 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;

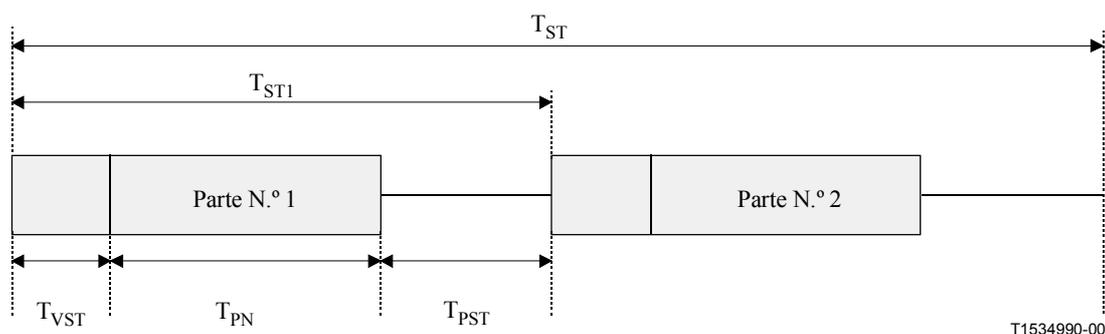
- promediado realizado sobre la **secuencia completa (cíclica)**, incluyendo señales vocales, secuencias de pseudoruido y pausas;
- cálculo del nivel a partir del espectro de densidad de potencia calculado mediante la FFT (integración de los niveles sobre todos los componentes de frecuencia).

C.3 Señal de 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 de 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 de fuente compuestas toman dicha forma para reproducir el espectro de densidad de potencia de la señal de conversación real.

C.3.1 Señal de 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_{PN} (pseudoruido):	200,00 ms
	T_{PST} (pausa):	101,38 ms
	T_{ST1} (un periodo):	350,00 ms
	T_{ST} (periodo completo):	700,00 ms

Figura C.1/G.168 – Señal de 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 pseudorruído sean iguales. La secuencia se repite 16 veces para conseguir una duración de 48,62 ms.

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

Los parámetros para la secuencia de pseudorruído son:

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

$$H(k) = \begin{cases} W(k) \cdot e^{j \cdot i_k \cdot \pi}; & k = -928, \dots, +928 \text{ except } 0, i_k \{+1, 0\}, \text{ random}, i_k = -i_{-k} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (C.3-1)$$

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 pseudorruído dure 200 ms. El factor de cresta de la secuencia de pseudorruído 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 pseudorruído.

Señal de pseudorruído 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 pseudorruído dure 200 ms. El factor de cresta de la secuencia de pseudorruído 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 pseudorruído.

A fin de conseguir el mismo valor eficaz (RMS) para la secuencia de pseudorruído, 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 pseudorruído 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.

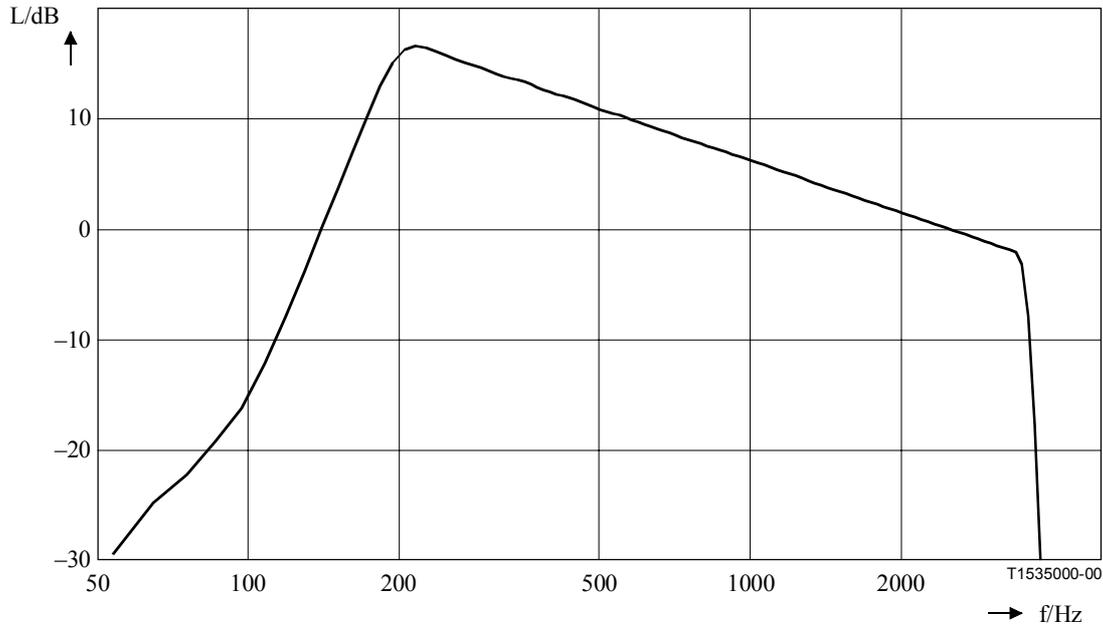


Figura C.2/G.168 – Función de transferencia del filtro para limitar la banda de frecuencias de la secuencia de pseudorruído

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 pseudorruído 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 CSS 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 de fuente compuesta limitada en banda para estimular el 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 3. El nivel correspondiente a este sonido es el mismo que el del correspondiente al sonido para la señal de 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 limitada en banda

-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.

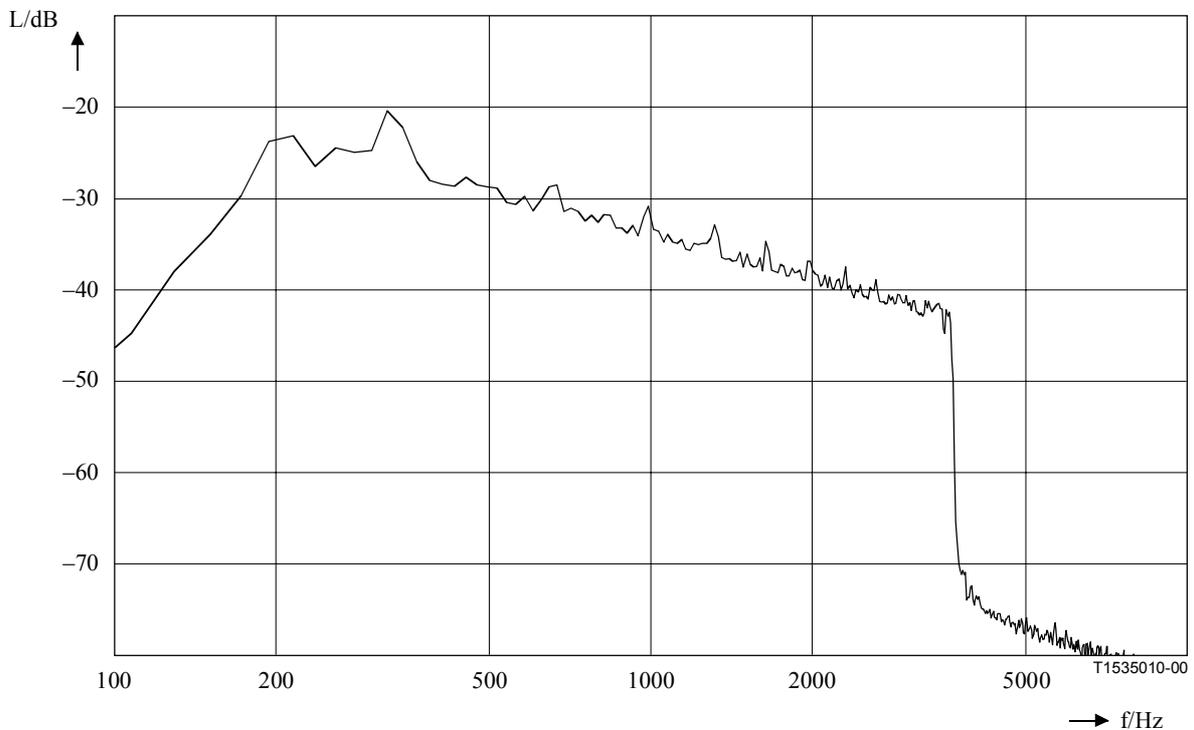


Figura C.3/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal CSS de banda limitada (señal de monólogo, ventana de análisis: Hanning)

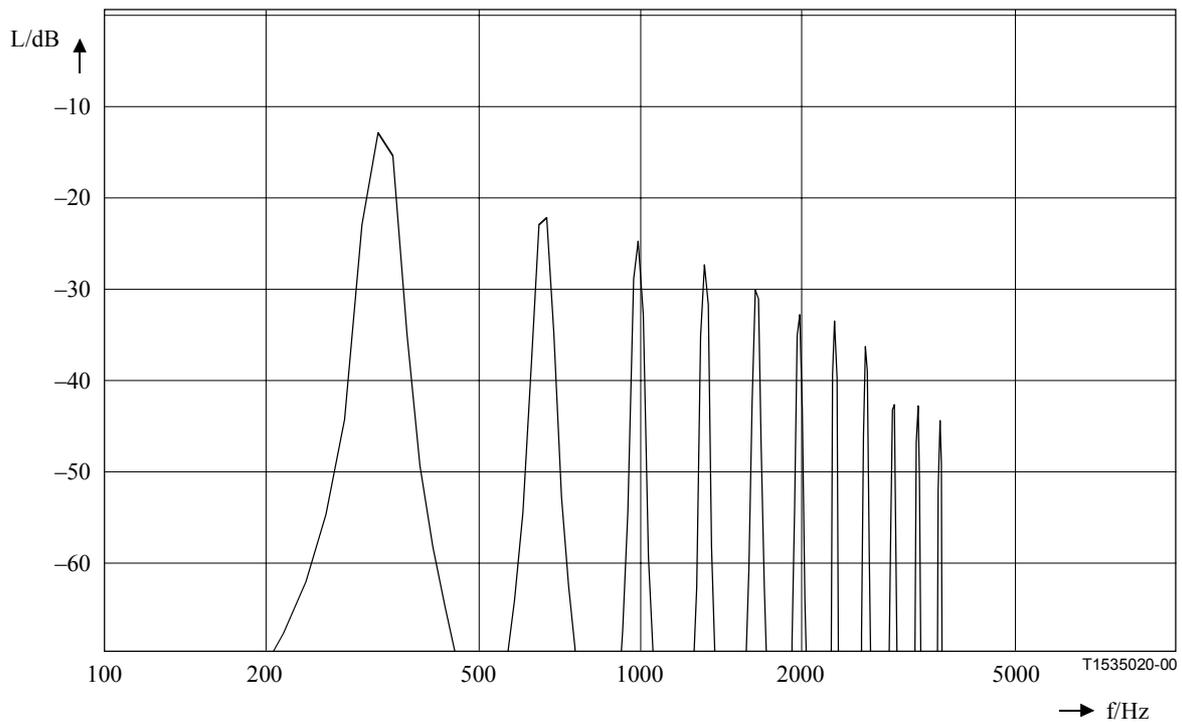


Figura C.4/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal vocal de banda limitada (señal de monólogo, ventana de análisis: Hanning)

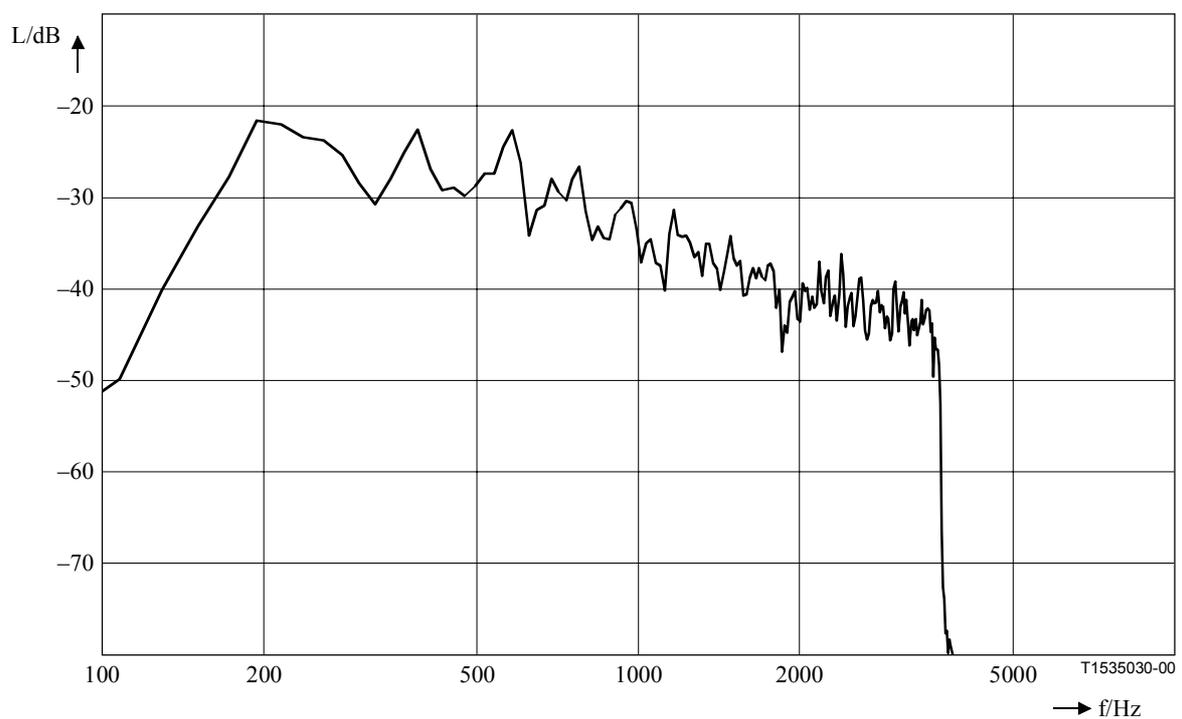


Figura C.5/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal CSS de habla simultánea de banda limitada (ventana de análisis: Hanning)

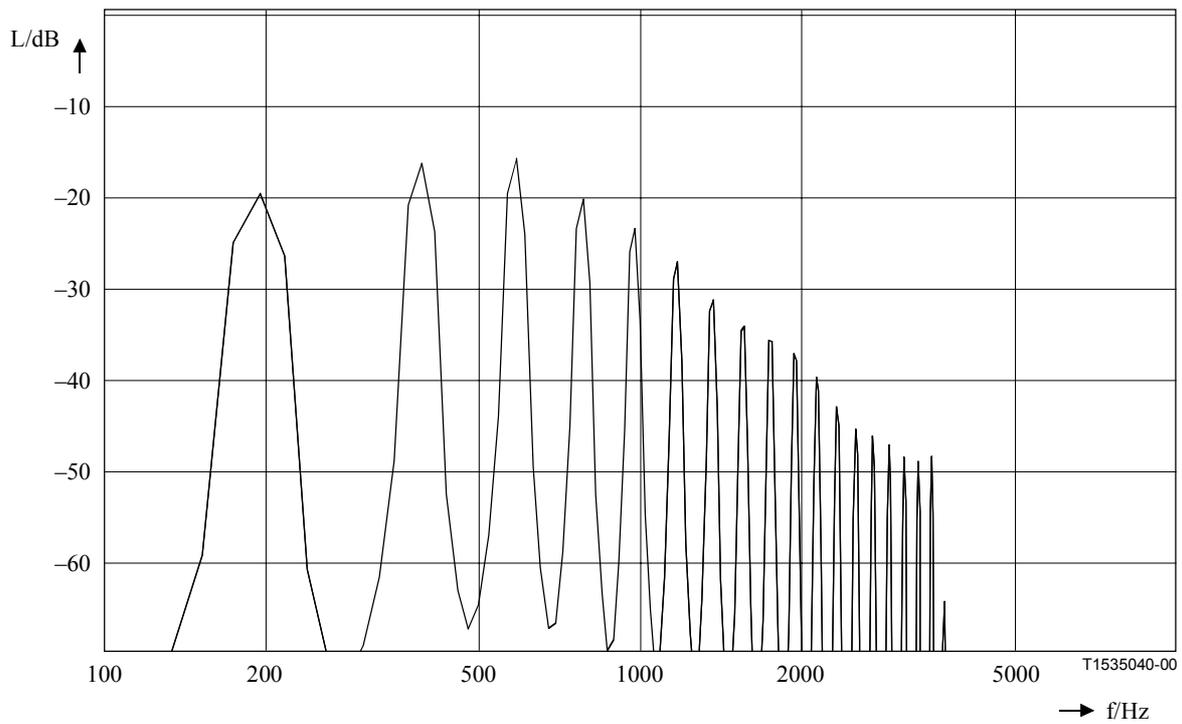
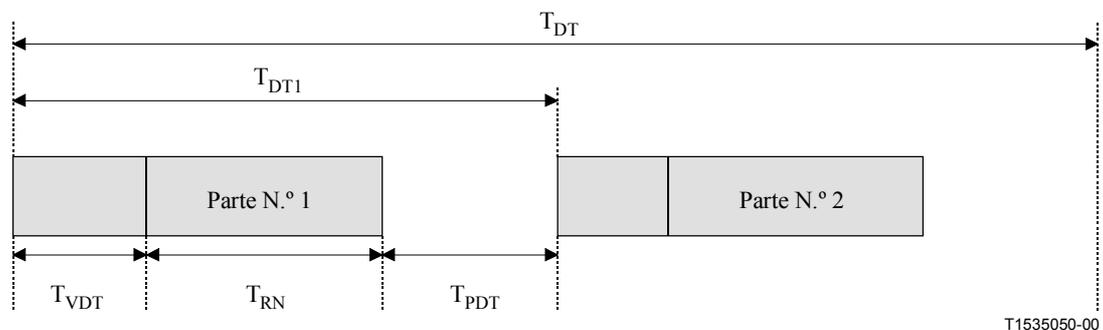


Figura C.6/G.168 – Espectro de densidad de potencia de la señal vocal de habla simultánea de banda limitada (ventana de análisis: Hanning)

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. 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_{RN}	(aleatorio):	200,00 ms
	T_{PDT}	(pausa):	127,31 ms
	T_{DT1}	(un periodo):	400,00 ms
	T_{DT}	(periodo completo):	800,00 ms

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

Aplicación

Las señales de fuente compuestas 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 de fuente compuesta

En los puntos anteriores se han descrito las señales de fuente compuestas para probar compensadores de eco y para estimular 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 de fuente compuesta debe aplicarse sobre una ventana rectangular. La secuencia de pseudo ruido se genera con una FFT de 8192 puntos. Para generar las señales de 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 pseudo ruido 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 de 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 neutralizado 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 [34], 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 [34]. 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) 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 se debe incorporar detección de crestas ni constantes de tiempo de caída como las indicadas en CEI 60651 para mediciones en esta Recomendación UIT-T.

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

Los cálculos del nivel de la señal de eco también pueden realizarse conforme se indica en la Recomendación UIT-T P.56 [15]. 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 para 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 del trayecto del eco para la prueba de compensadores de eco

D.1 Introducción

Los modelos del trayecto del eco que se presentan a continuación pueden ser utilizados en las pruebas que se describe en la parte principal de esta Recomendación UIT-T. 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 en el tiempo, considerándose que $g(k)$ es una versión retardada y atenuada de cualquiera de las secuencias $m_i(k)$, $i = 1, 2, \dots, 7$ que figuran en los cuadros de D.2 y D.3.

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

Las secuencias $m_i(k)$ representan trayectos de eco con diversas características de dispersión y anchuras en el tiempo diferentes. El retardo δ debe elegirse de tal forma que el registro H del compensador de eco puede capturar los valores distintos a cero de $g(k)$.

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 siete secuencias $m_i(k)$:

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

i	K_i
1	$1,39 \times 10^{-5}$
2	$1,35 \times 10^{-5}$
3	$1,52 \times 10^{-5}$
4	$1,77 \times 10^{-5}$
5	$9,33 \times 10^{-6}$
6	$1,51 \times 10^{-5}$
7	$1,31 \times 10^{-5}$

NOTA – Para los modelos de trayecto de eco m_2 y m_7 , las ERL medidas realmente, debidas al eco producido por $g(k)$ son, respectivamente, 0,55 dB y 5,06 dB superiores al valor de ERL variable utilizado en la ecuación D.1-1. De esta manera se asegura que la respuesta en amplitud del trayecto de eco extrapolado $g(k)$ no supera 0 dB en la gama de frecuencias apropiada.

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

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

donde

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

con i 1, 2, ..., 7;
 f 0, 1, ..., 4095;
 L longitud de $m_i(k)$

En el cuadro D.1b que sigue se dan, para las pruebas que utilizan tonos como señales de entrada, los valores de K_i correspondientes a las siete secuencias $m_i(k)$:

Cuadro D.1b/G.168 – Factores de escala K_i para los siete modelos de trayecto de eco digitales para tonos

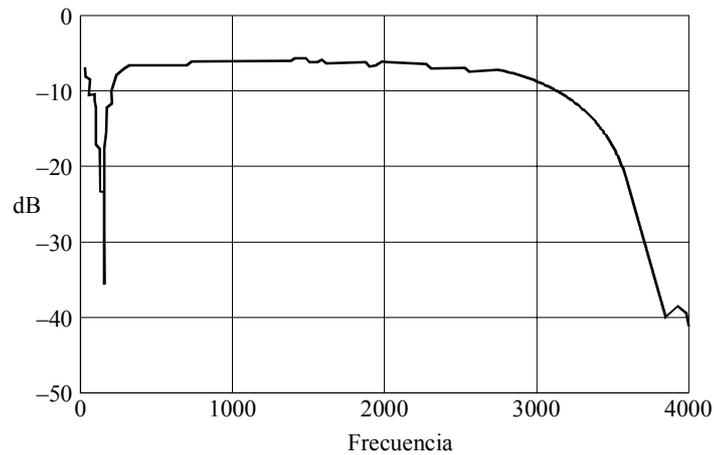
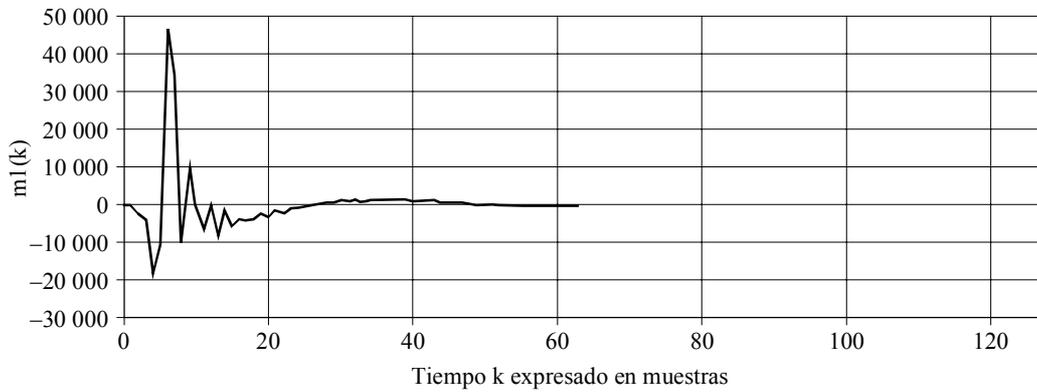
i	K_i
1	$1,22 \times 10^{-5}$
2	$6,78 \times 10^{-6}$
3	$9,66 \times 10^{-6}$
4	$1,07 \times 10^{-5}$
5	$7,05 \times 10^{-6}$
6	$8,60 \times 10^{-6}$
7	$6,58 \times 10^{-6}$

D.2 Modelos de trayecto de eco del simulador de híbrida de la red

En esta subcláusula se incluyen los cuatro modelos de trayecto de eco que se generan a partir de un simulador de híbrida de la red. Los cuadros D.2, D.3, D.4 y D.5 muestran los valores de $m_i(k)$ para $i = 1, 2, 3, 4$. Los cuadros deben leerse por columnas. Las respuestas impulsivas correspondientes se muestran en las figuras D.1, D.2, D.3 y D.4.

Cuadro D.2/G.168 – $m_1(k)$; respuesta impulsiva del modelo 1 de trayecto de 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	

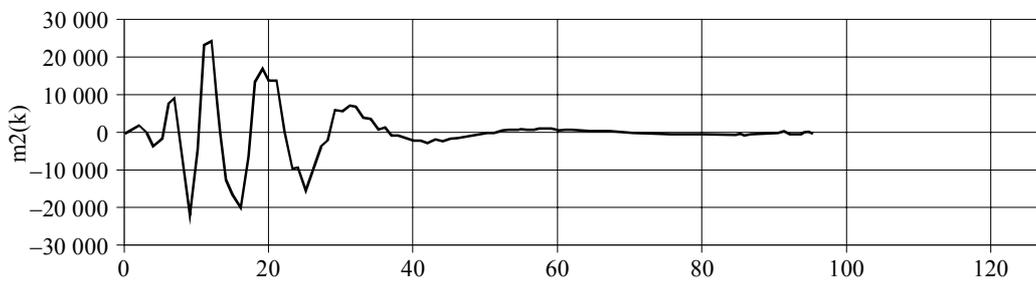


T1535060-00

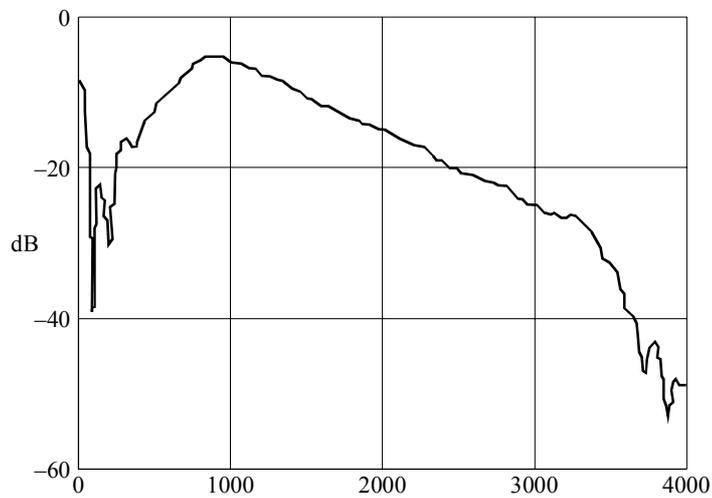
Figura D.1/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 1 de trayecto de eco (dispersión corta, ERL = 7,6 dB)

Cuadro D.3/G.168 – $m_2(k)$; respuesta impulsiva del modelo 2 de trayecto de 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	



Tiempo k expresado en muestras

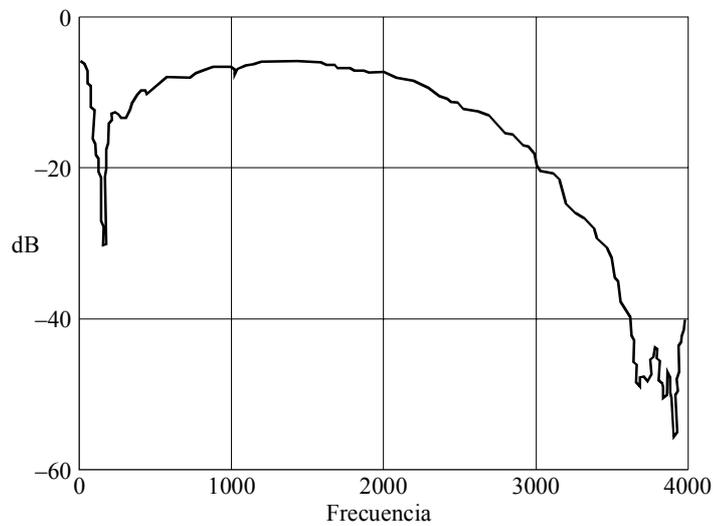
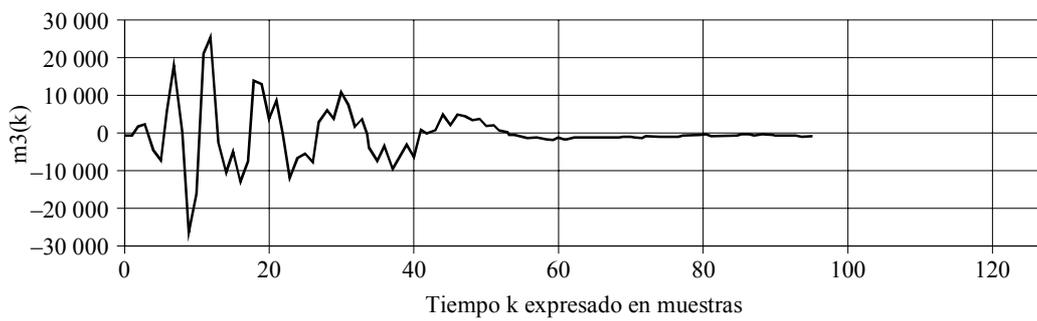


T1535070-00

Figura D.2/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 2 de trayecto de eco (dispersión corta, ERL = 12,2 dB)

Cuadro D.4/G.168 – $m_3(k)$; respuesta impulsiva del modelo 3 de trayecto de 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	



T1535080-00

Figura D.3/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 3 de trayecto de eco (dispersión corta, ERL = 9 dB)

Cuadro D.5/G.168 – $m_4(k)$; respuesta impulsiva del modelo 4 de trayecto de 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	

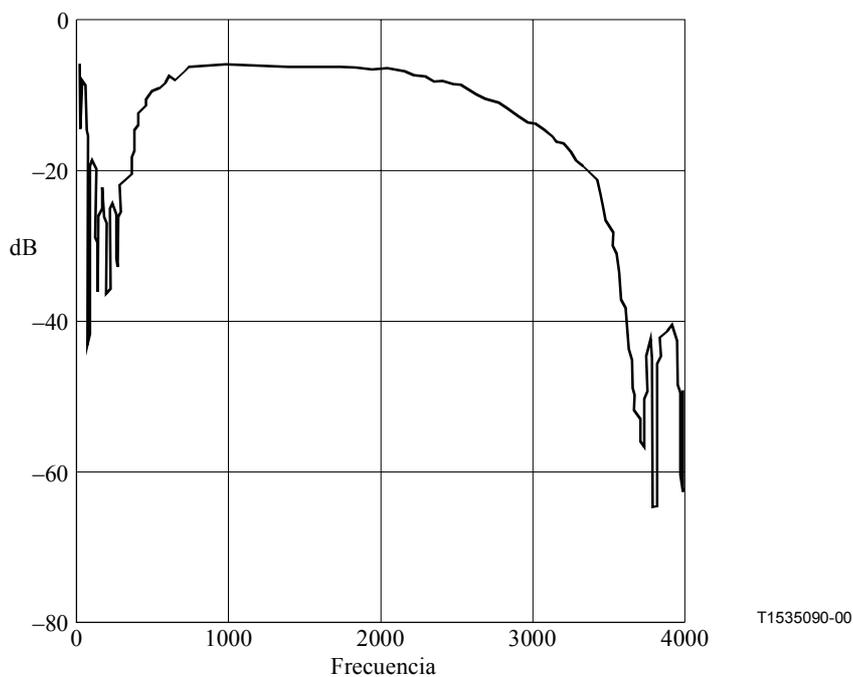
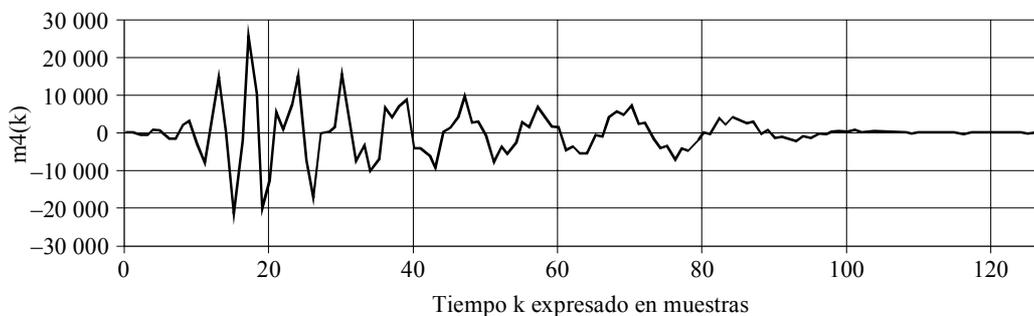


Figura D.4/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 4 de trayecto de eco (dispersión corta, ERL = 8,6 dB)

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

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

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

El modelo de trayecto de 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 del trayecto de eco medidas. Este tipo de trayecto de eco es el que se presenta con más frecuencia en las medidas.

El modelo de trayecto de 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 de 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.

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

Cuadro D.6/G.168 – $m_5(k)$; respuesta impulsiva del modelo 5 de trayecto de 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	

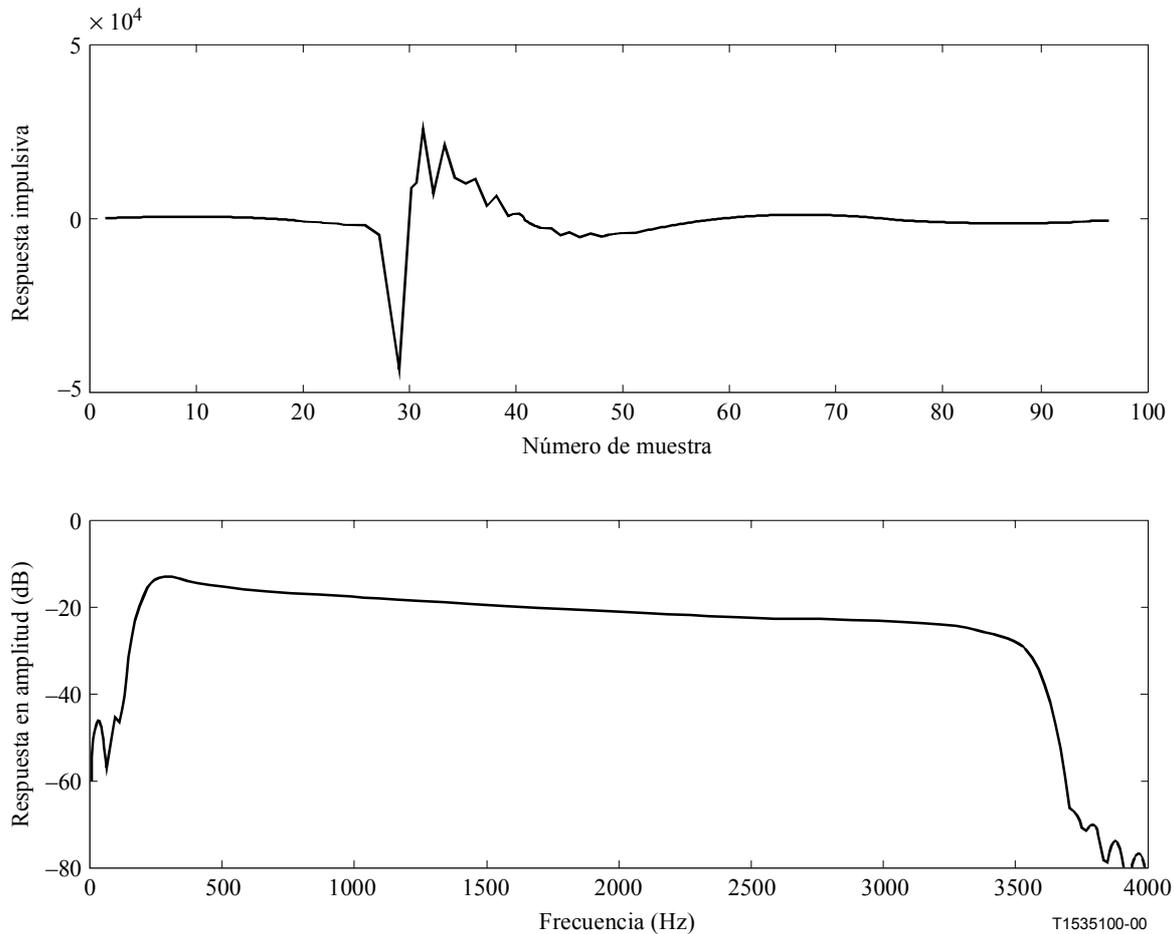


Figura D.5/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 5 de trayecto de eco

Cuadro D.7/G.168 – $m_6(k)$; respuesta impulsiva del modelo 6 de trayecto de 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	

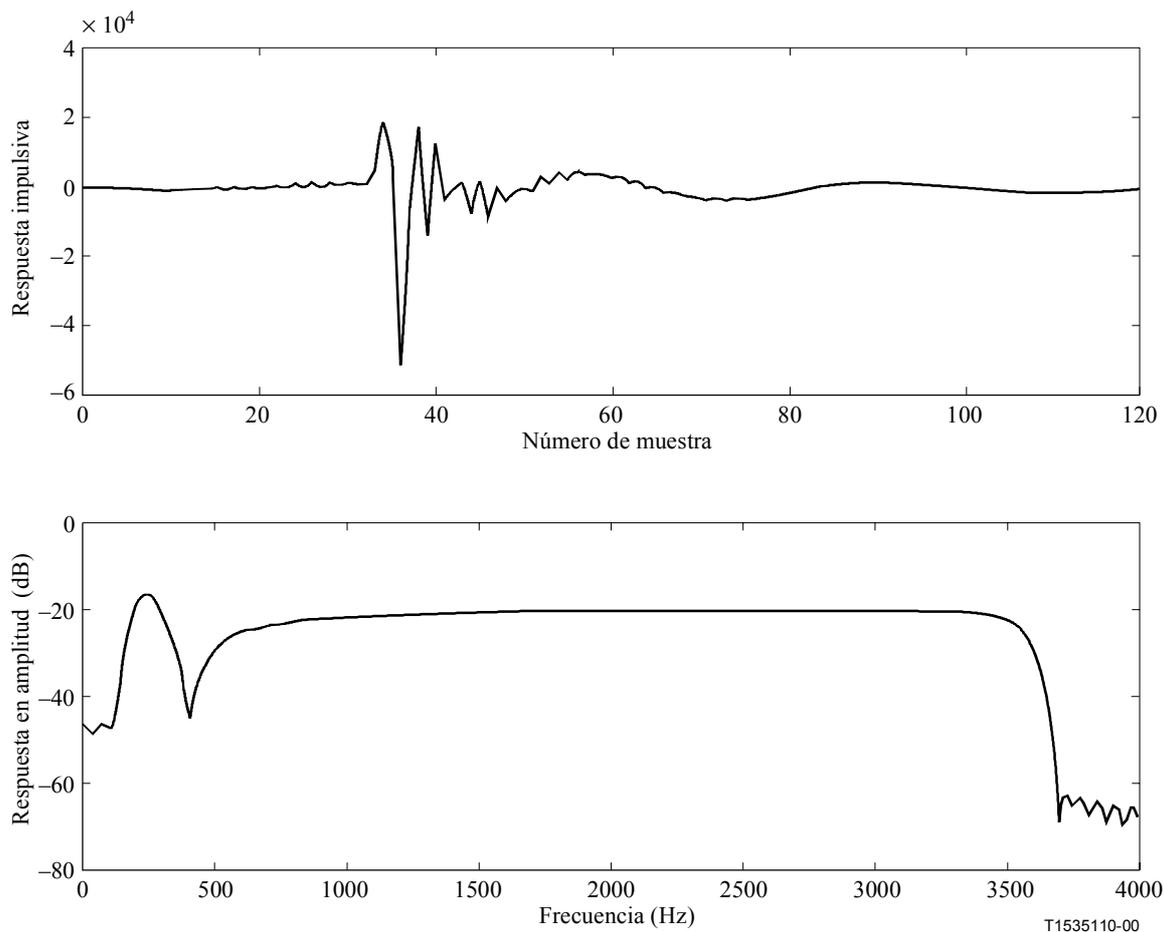


Figura D.6/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 6 de trayecto de eco

Se señala que, debido a su respuesta en amplitud específica del modelo de trayecto de eco m_7 , puede no ser un modelo eficaz para las pruebas 10A y 10B cuando el NLP está neutralizado. Esto 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 de 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	

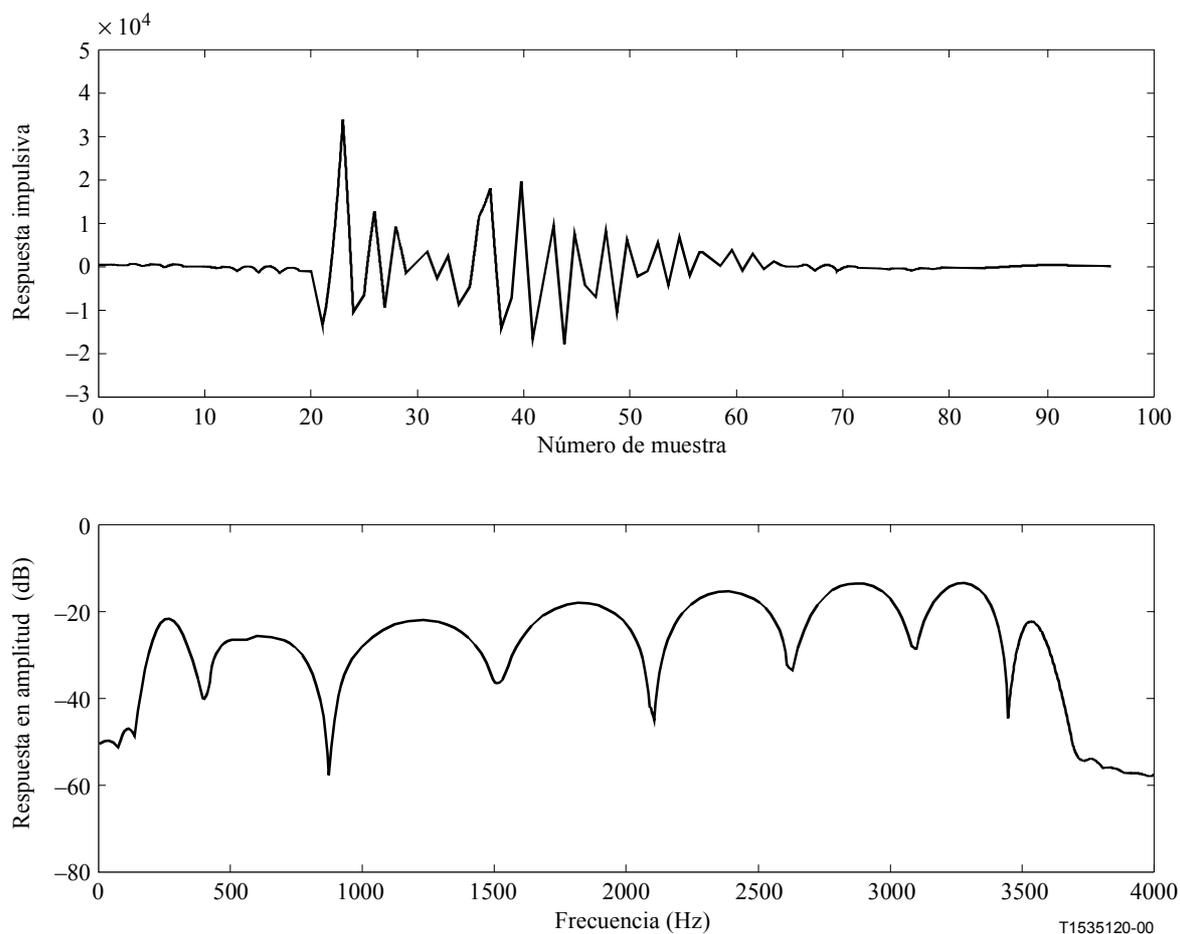


Figura D.7/G.168 – Respuesta impulsiva y en amplitud del modelo 7 de trayecto de eco

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; se espera 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 de forma sencilla 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;
- explicar la relación entre los papeles de los planificadores de la red telefónica pública conmutada (RTPC), los fabricantes de módems, los planificadores de redes privadas y los usuarios finales, en relación con el control del eco (procedente de fuentes internas o externas a la RTPC) y las consideraciones de diseño de equipos terminales asociados;
- identificar como pueden afectar los compensadores de eco a la calidad percibida de la conversación, a la calidad de los datos en banda vocal, así como a las características de calidad de funcionamiento de los diversos sistemas de procesamiento de señal (tales como los sistemas de multiplicación de circuitos digitales o paquetizados);

- identificar las modificaciones en las redes públicas o privadas que pueden requerir estudios adicionales sobre los compensadores de eco, a fin de entender cabalmente como dichos cambios pueden influir en la funcionalidad de los compensadores de eco actuales;
- explicar como la implementación de nuevos servicios puede afectar al diseño de los compensadores de eco.

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

I.2.1 Planificación de la transmisión en la RTPC

En la red telefónica, la línea de acceso es normalmente una conexión a dos hilos entre el cliente y la central de conmutación, mientras que los medios de transmisión entre centrales son normalmente a cuatro hilos. En el punto de conversión de dos a cuatro hilos, que normalmente se ubican en la tarjeta de línea de la central de conmutación, no se consigue nunca una adaptación perfecta de impedancias y, por lo tanto, se produce una señal reflejada que se denomina eco. Por lo tanto, una de las mayores preocupaciones de los planificadores de la RTPC es asegurar el adecuado control de eco para proporcionar una calidad de transmisión satisfactoria.

Cuando las conexiones tienen poco retardo, el eco se controla insertando las atenuaciones adecuadas en el trayecto de transmisión, tal como se define en la Recomendación UIT-T G.131 [3]. Las conexiones con mayores retardos precisan de dispositivos de control de eco. Es función del planificador de la RTPC diseñar ésta de forma que los dispositivos de control de eco proporcionen un adecuado control del eco procedente de las conversiones de cuatro a dos hilos presentes en la RTPC, y asegurar que el cliente obtiene una calidad de transmisión satisfactoria.

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 acordes con la Recomendación UIT-T G.164 [4] y compensadores de eco analógicos y digitales acordes con la Recomendación UIT-T G.165 [5] equipados con neutralizadores por tono conformes a la Recomendación UIT-T G.164, y compensadores de eco analógicos y digitales conformes a la Recomendación UIT-T G.165 y compensadores de eco digitales conformes a la Recomendación UIT-T G.168 equipados con neutralizadores por tono G.165/G.168. Las dos subcláusulas 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.2.2 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 es mucho más atenuado que la conversación directa. En la Recomendación UIT-T G.164 se desarrollan otros aspectos de más detalle relacionados con la supresión de eco.

El funcionamiento de los supresores de eco puede traer consigo numerosos problemas; ello se debe a que el criterio para decidir qué extremo está hablando y cual está escuchando se basa esencialmente en los niveles de transmisión. Si el nivel del eco es alto y el nivel de la conversación es bajo, la conversación puede ser mutilada y/o puede resultar difícil distinguir entre habla simultánea y monólogo. Esto mismo puede ocurrir al principio o fin de una ráfaga de conversación.

Los problemas se multiplican cuando se trata de trayectos de transmisión con elevados retardos, ya que normalmente cambia el modelo bajo el que se desarrolla la conversación. Además, no se recomienda la disposición de supresores de eco en cascada. En el caso de datos en banda vocal, se especifica un tono de 2100 Hz para permitir neutralizar el supresor de eco antes de comenzar la transmisión de datos; ello se hace por dos motivos:

- evitar pérdidas de inserción cuando se utilizan módems con un canal secundario;
- evitar retardos debidos al bloqueo en los cambios de sentido de transmisión de las señales, aumentando así el caudal de datos.

El facsímil es un caso especial. Incluso si se neutraliza un supresor de eco mediante un tono de 2100 Hz, éste puede ser activado de nuevo durante la transmisión facsímil. El tiempo de bloqueo del neutralizador por tono de un supresor de eco es de 250 ± 150 ms, tal como se especifica en 5.7/G.164. Por lo tanto, periodos de silencio mayores de 100 ms y menores de 400 ms en el supresor de eco permiten que éste se mantenga neutralizado, mientras que periodos mayores de 400 ms pueden hacer que se active de nuevo. Durante una llamada facsímil se produce una serie de periodos de silencio que pueden ser lo suficientemente largos como para permitir la reactivación del supresor de eco. Además, algunos fabricantes de equipos facsímil han decidido sobrepasar los intervalos de separación entre señales especificados en la Recomendación UIT-T T.30 [23] y, por lo tanto, los supresores de eco pueden reactivarse.

Los supresores de eco activados pueden distorsionar las señales facsímil. Un tipo de distorsión es el truncamiento de señales con inversiones muy rápidas del sentido de transmisión. Normalmente, el supresor de eco funciona correctamente en situación de monólogo, de forma que cuando llega una señal al puerto de recepción, se activa el conmutador de supresión, permaneciendo así hasta que transcurre un tiempo sin que se reciba señal alguna. El tiempo de bloqueo recomendado asociado con cada transición de estado está comprendido entre 24 y 36 ms, tal como se especifica en el cuadro 4/G.164. El tiempo de bloqueo de supresión protege del eco acumulado en el trayecto de eco local.

Actualmente, la Recomendación UIT-T T.30 especifica que el tiempo de guarda entre la transmisión de señales V.21 [26] y V.29 [31] deben ser de 75 ± 20 ms. Si una señal de retorno procedente de la máquina facsímil local [en una secuencia mensaje-respuesta V.21 o una secuencia V.21/V.29 tal como confirmación para recibir (CFR, *confirmation to receive*) seguida de una secuencia de acondicionamiento] llega al puerto transmisión del supresor de eco en menos de 24 a 36 ms después del fin de la señal que ha accedido al puerto recepción, la persistencia de la atenuación de inserción del supresor de eco, o condición de circuito abierto, introduce atenuación. Como resultado de ello, el supresor de eco mutila la parte inicial de dicha señal de inversión rápida. Cuando esta señal es parte de la señal de verificación de acondicionamiento o de la señal de acondicionamiento, ésta puede verse interrumpida, dando lugar a una disminución de la velocidad binaria o, en el peor de los casos, a la terminación de la llamada.

De igual forma, un supresor de eco activado puede bloquear una señal de canal secundario de bajo nivel. Si el nivel de dicha señal es suficientemente alto, el supresor puede entrar en el modo de habla simultánea e inserta una atenuación en recepción. El resultado es una reducción en los niveles de las señales transmitida y recibida cuando hay supresores de eco en ambos extremos de la conexión y ambos se encuentran en el modo de habla simultánea.

Finalmente, para algunas combinaciones de tiempo de propagación y atenuación de inserción, el eco del oyente puede provocar que el tono de 2100 Hz persista el tiempo suficiente como para neutralizar los supresores de eco. Este eco puede contribuir a la degradación de la calidad de la imagen transmitida, reduciendo la relación señal/ruido durante la transmisión de la página.

Con anterioridad a la existencia de la Recomendación UIT-T V.32 [32], la mayoría de los módems a dos hilos utilizaban la división de frecuencia para funcionar en modo dúplex (es decir, se utilizaban distintas frecuencias portadoras para cada sentido de transmisión). A comienzos de los años 80 se

demonstró que algunos compensadores de eco mejoraban el funcionamiento (es decir, reducían o eliminaban los errores en los bits) cuando eran utilizados con módems de baja velocidad diseñados según las Recomendaciones UIT-T V.21 [26], V.23 [27], V.26 [29] (alternativa B), V.27 *ter* [30] y V.29 [31]. Por lo tanto, se reconoció que en dichos módems resultaba beneficioso disponer de un compensador de eco activo y de un supresor de eco neutralizado. En consecuencia, en 1984 se modificó la Recomendación UIT-T G.165 [5] para que los compensadores de eco puedan neutralizarse con un tono de 2100 Hz con inversiones de fase.

Algunos datos han indicado que determinadas combinaciones de módems y compensadores de eco, en ciertas configuraciones de red simuladas, presentan una degradación de la calidad cuando los compensadores de eco están activados. Varias Administraciones han informado acerca de tales degradaciones. Sin embargo, los comités de fabricantes de módems no han detectado problema alguno en la utilización de módems de baja velocidad sobre circuitos equipados con compensadores de eco.

Por contra, los módems V.32 utilizan la misma banda de frecuencias en ambos sentidos y funcionan en modo dúplex mediante el uso de un compensador de eco integrado. El compensador de eco integrado empleado en este módem de datos en banda vocal no debe confundirse con los compensadores de eco conformes con la Recomendación UIT-T G.165, ya que los requisitos impuestos a cada uno de ellos son muy diferentes.

I.2.3 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 por el hecho 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 disponer de sustractores digitales (compensador de eco de tipo C tal como se define en la Recomendación UIT-T G.165).

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 Recomendación UIT-T G.164 para supresores de eco, y algunos 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 las Recomendaciones UIT-T G.165 y G.168 para compensadores de eco. La utilización del tono especificado en las Recomendaciones UIT-T G.165 y G.168 permite neutralizar los compensadores de eco con independencia de los supresores de eco.

La mayoría de los fabricantes de módems estiman que los compensadores de eco instalados en la red deberían neutralizarse cuando se utilizan módems con compensadores de eco integrados (por ejemplo, las Recomendaciones UIT-T V.32 [32] y V.34 [33]) ya que un compensador de eco de red activo que funcione junto con un compensador de eco integrado de un módem puede producir fenómenos indeseables en determinadas condiciones poco frecuentes. Algunos de estos casos son los siguientes:

- Los compensadores de eco identifican de forma incorrecta la señal del extremo cercano como un eco y la intentan suprimir.
- Cuando se produce desplazamiento de frecuencia en el trayecto de eco, el compensador de eco inyecta ráfagas de eco reforzado intercaladas con periodos de silencio.

Aunque ninguno de los dos casos sea muy probable, se decidió que la responsabilidad de tomar la decisión para neutralizar el compensador de eco de red estuviera en manos del usuario final. Los fabricantes de módems disponen por tanto de una única técnica para neutralizar los supresores de eco y los compensadores de eco.

Históricamente, los fabricantes de módems con compensadores de eco integrados han diseñado sus módems para neutralizar los compensadores de eco de red. Dichos módems neutralizan a tales compensadores de eco mediante el tono de neutralización que se especifican en la Recomendación UIT-T G.165. Los compensadores de eco de los módems deben poder actuar sobre tres tipos de eco simultáneamente:

- 1) eco del extremo cercano;
- 2) eco del extremo lejano; y
- 3) cualquier eco generado entre el extremo cercano y el extremo lejano.

Dado que la gama de capacidades del trayecto de eco necesarias en cada caso es muy amplia, pueden llegar a necesitarse tres compensadores de eco.

I.2.4 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 UIT-T. 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 [2], G.131 [3] y P.310 [13] (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

I.3.1 Planificación de la transmisión en la red pública

La red telefónica pública conmutada (RTPC) digital, caracterizada por su permanente evolución, requiere un plan de atenuaciones para garantizar que los niveles de transmisión son los adecuados en los diversos puntos de conversión analógico/digital (véanse las Recomendaciones UIT-T G.223 [7], V.2 [24] y M.1050 [12]). Mediante dicho plan se evita la distorsión por sobrecarga de los sistemas de modulación por impulsos codificados (MIC) y los niveles de las señales permiten que los compensadores de eco funcionen de la forma en que fueron diseñados.

En las Recomendaciones UIT-T de la serie G.100 se recogen directrices relativas a los niveles de transmisión para la RTPC con accesos analógicos y para la conexión con redes celulares digitales. Los codificadores deben ser conformes a la Recomendación UIT-T G.711 [9]. La Recomendación UIT-T P.310 [13] ofrece directrices sobre el diseño de terminales utilizables en la RTPC con accesos digitales.

I.3.2 Consideraciones relativas al retardo

Tal como se ha mencionado anteriormente, en cualquier conexión de larga distancia se produce una conversión desde los cuatro hilos de las facilidades de la red interurbana a los dos hilos propios de la red local. En dichas conexiones, la desadaptación de impedancia de la bobina híbrida es la causante de las reflexiones de la señal de entrada en la interfaz a cuatro hilos (en la figura 2 se muestra el modelo de referencia del compensador de eco). Debido a que los bucles pueden tener características muy dispares, tales como la longitud o el hecho de estar o no cargados, no es posible alcanzar un equilibrio perfecto. En base a datos empíricos, se toma 11 dB como valor medio aproximado de la atenuación del eco (ERL, *echo return loss*). En aquellos bucles en los que se produce una mala adaptación de impedancia, las reflexiones (eco para el hablante) pueden llegar a ser percibidas y molestas cuando el retardo entre los dos teléfonos es mayor de 16 ms (32 ms de ida y vuelta). En las Recomendaciones UIT-T G.131 [3] y G.114 [1] pueden encontrarse directrices sobre este particular. Es responsabilidad de los planificadores de la red determinar el umbral del retardo para el cual deben instalarse dispositivos de control de eco. Se trata de una decisión de negocio que debe basarse en un equilibrio entre calidad y costo.

NOTA – Si no se implementa un plan de transmisión adecuado, el eco puede tener lugar incluso aunque se hayan instalado compensadores de eco.

I.3.2.1 Atenuación del eco

El umbral de conversación en el extremo cercano (NEST, *near-end speech threshold*) o umbral de detección de habla simultánea (DTDT, *double talk detection threshold*) es el nivel para el que el compensador de eco considera que existe conversación en el extremo cercano, es decir, que existe habla simultánea, y detiene su proceso de adaptación. En otras palabras, se considera que existe habla simultánea cuando:

$$LR_{out} - LS_{in} \leq NEST/DTDT$$

Por ejemplo, cuando el NEST/DTDT de un compensador de eco es de 6 dB, el compensador de eco considera que existe conversación en el extremo cercano y detiene el proceso de adaptación si $LR_{out} - LS_{in} \leq 6$ dB.

Es importante que el valor de NEST/DTDT sea tal que $ERL > NEST/DTDT$. Por ejemplo cuando el compensador de eco está preparado para que $NEST/DTDT = 6$ dB, el compensador de eco funciona adecuadamente con un trayecto de circuito a cuatro hilos cuyo $ERL > 7$ dB. Sin embargo, si la

híbrida tiene $ERL \leq 6$ dB, el compensador de eco considera que el eco en S_{in} es conversación en el extremo cercano. Debido a que no se produce adaptación durante el periodo de habla simultánea, el resultado es que existe eco en el trayecto S_{out} .

Cuando el ERL tiene un valor inferior al umbral mínimo para el funcionamiento de los compensadores de eco, el ERL del circuito debe aumentarse mediante ajustes del nivel. Es responsabilidad de los planificadores de la red garantizar que el ERL sea mayor que el valor de NEST/DTDT para el que se implementa el circuito.

I.3.3 Determinación de las características de la capacidad del trayecto del eco y del trayecto de eco

El enlace entre el compensador de eco y la híbrida se denomina "trayecto del eco del circuito". El retardo del eco que debe ser compensado se determina especificando la "capacidad del trayecto de eco" del compensador. Para especificar correctamente esta capacidad del trayecto de eco debe recordarse que parte de la potencia recibida en el puerto R_{out} es reflejada por la híbrida y por otras muchas reflexiones, dando lugar a eco en el puerto S_{in} . El tiempo que tarda la señal presente en R_{out} en viajar desde el compensador de eco a la híbrida y volver hasta el puerto S_{in} del mismo, no debe exceder la capacidad del trayecto de eco; pues en caso contrario, el compensador de eco no funcionará correctamente. Este tiempo debe incluir el tiempo de propagación de ida y vuelta sobre el medio de transmisión, todos los equipos intermedios y la dispersión debida a las características de transmisión del circuito. La dispersión aumenta la duración efectiva de la respuesta impulsiva del circuito que debe ser supervisado por el compensador de eco. Nótese que el trayecto del eco puede incluir más de una fuente de eco, por ejemplo, híbridas adicionales, cambios en el calibre del cable u otras fuentes de eco; existen numerosas configuraciones de red en las que se producen varias transiciones de dos a cuatro hilos en el trayecto del eco de un compensador de eco. El apéndice III presenta un ejemplo.

Es responsabilidad de los planificadores de la red asegurar que los compensadores de eco se implementan de forma que no se supera la correspondiente capacidad del trayecto de eco en condiciones de red normales, de forma que se produzca la compensación del eco. Para ello, debe existir cooperación entre los operadores de larga distancia y operadores locales.

Un compensador de eco debe poder sintetizar una réplica de la respuesta impulsiva del trayecto del eco. Muchos compensadores de eco modelan el trayecto del eco mediante una representación de datos muestreados, realizando dicho muestreo a la frecuencia de Nyquist (8000 Hz). Para que dicho tipo de compensador de eco funcione correctamente debe tener capacidad para almacenar el número necesario de muestras (el máximo retardo del trayecto del eco de la red en la que se va a utilizar el compensador determinada las necesidades de almacenamiento). Si se emplea un número reducido de unidades de almacenamiento no se realizará correctamente la síntesis del trayecto del eco; si se emplean demasiadas unidades de almacenamiento se producirá un ruido no deseable adicional debido a las unidades no utilizadas que, debido al ruido de estimación, tienen normalmente un valor distinto de cero. Un compensador de eco introduce un trayecto de eco paralelo adicional. Si la respuesta impulsiva del modelo del trayecto del eco difiere notablemente de la respuesta impulsiva del trayecto del eco, el eco devuelto puede ser mayor que el debido exclusivamente al trayecto del eco.

I.3.4 Planificación de la transmisión de la red privada, del fabricante y del usuario final

Por conveniencia se utilizará el término "planificador de red privada" como sinónimo de "planificador de red privada, fabricante y usuario final".

I.3.4.1 Niveles de transmisión

El planificador de red privada debe prever la implementación de equipos consistentes con el plan de transmisión de la red. Existen Recomendaciones UIT-T que proporcionan directrices a este respecto

(véase I.3.1). El planificador de red privada deberá también cumplir los requisitos relevantes que sobre este asunto existan.

I.3.4.2 Consideraciones sobre el retardo

El planificador de la red privada, al igual que el de la red pública, debe tomar una decisión cabal sobre cómo controlar el eco del hablante, y cuál es el umbral de retardo para el que debe implementar el dispositivo de control de eco en la red privada. Nótese que si la red privada está conectada con la RTPC a cuatro hilos, el eco que se genera por la conversión de cuatro a dos hilos puede ser compensado por el compensador de eco de la red pública. Sin embargo, si la red privada se conecta con la RTPC a dos hilos y luego realiza una conversión a cuatro hilos para el transporte de las señales, el planificador de la red privada debe considerar cómo tratar el eco que se genera en el punto de conversión de cuatro a dos hilos en la red privada.

I.3.4.3 Atenuación del eco

Es responsabilidad del planificador de la red privada garantizar que la atenuación del eco (ERL) es mayor que el valor del umbral de conversación en el extremo cercano (NEST) o umbral de detección de habla simultánea (DTDT) para el que se implementa el circuito.

I.3.4.4 Determinación de las características y de la capacidad del trayecto del eco

Es responsabilidad del planificador de la red privada garantizar que cualquier retardo que se añada en la red privada no exceda del retardo especificado por el proveedor de servicios de la RTPC, ya que de no ser así, ello daría lugar a eco en la RTPC. En consecuencia, el planificador de la red privada debe garantizar que el retardo añadido no exceda la especificación de retardo permitida por los proveedores de servicio de la RTPC para la conexión de red. Si se supera dicho valor, el planificador de la red privada debe tomar las medidas necesarias para controlar el eco.

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.

I.4.1 Interacción con datos en banda vocal

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 en la que no se disponga de la funcionalidad de compensador de eco.

I.4.2 Interacción del control del eco con la transmisión facsímil

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 y G.165. 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.

Aunque las máquinas facsímil puedan transmitir un tono de neutralización según la Recomendación UIT-T G.164 al comienzo de una llamada, no existen garantías de que la potencia de las señales dentro de banda puedan mantener los dispositivos de control de eco en su estado neutralizado durante toda la duración de la llamada. Los dispositivos de control de eco conformes con las

Recomendaciones UIT-T G.164 (supresores de eco digitales) y G.165 (compensadores de eco) y G.168 (compensadores de eco en redes digitales) están diseñados para que, una vez que la llamada está progresando, vuelvan a activarse cuando el nivel de la señal caiga por debajo de un umbral predeterminado durante un periodo de tiempo. Esto se produce porque los dispositivos de control de eco conformes a las Recomendaciones UIT-T G.164 y G.165, están diseñados para que se activen de nuevo si no existe energía de señal en ninguno de los dos sentidos de transmisión durante un periodo comprendido entre 100 ms (mínimo) y 400 ms (máximo) (véase 5.2/G.164 y 5.5/G.164).

El esquema de modulación V.27 *ter* empleado en la Recomendación UIT-T T.30, dispone de protección contra la mutilación de la secuencia de acondicionamiento por parte de los supresores de eco (mediante la utilización de una portadora no modulada previa a la señal de acondicionamiento). Por contra, el esquema de modulación V.29 no está protegido. Algunas implementaciones están basadas en soluciones específicas de cada fabricante para este problema (en la mayoría de los casos por medio de la adición de una portadora no modulada previa a las transmisiones V.29 del mismo formato que el utilizado durante la transmisión V.27 *ter*). Desafortunadamente, estos esquemas no son reconocidos universalmente por los terminales fabricados por distintos fabricantes de módems. Por lo tanto, el supresor de eco puede ser reactivado si el tiempo de guarda entre las transmisiones V.21 y V.29 de un terminal facsímil superan el límite de tiempo establecido en la Recomendación UIT-T T.30, es decir 75 ± 20 ms. En este caso puede mutilarse la parte inicial de la secuencia de verificación de acondicionamiento, impidiendo así el establecimiento de la conexión.

La presencia del eco puede interferir con la transmisión facsímil de dos maneras:

- El eco puede ser interpretado erróneamente como un mensaje del protocolo T.30, interrumpiendo así la secuencia de toma de contacto entre los terminales de ambos extremos. Esto es particularmente importante si los terminales facsímil no están protegidos contra el eco.
- El eco puede reducir la relación S/N necesaria para la correcta transmisión de datos relativos a imágenes.

El eco puede aparecer por alguna de las razones siguientes:

- Los supresores de eco están neutralizados (para evitar errores en la transmisión de datos en banda vocal). Tal como se ha explicado anteriormente, los supresores de eco activados pueden causar errores en la transmisión de datos en banda vocal. Sin embargo, puede ser preferible mantenerlos activados durante la transmisión facsímil.
- Si los compensadores de eco se han neutralizado utilizando los procedimientos de la Recomendación UIT-T G.164 (tono de 2100 Hz), el eco puede estar presente durante la toma de contacto inicial en función de cual sea el retardo de propagación y el tiempo de respuesta de los terminales facsímil, pudiendo ello interrumpir el establecimiento de la comunicación. En consecuencia, se impone un límite de 400 ms al tiempo durante el cual no debe fluir energía en ningún sentido para que se reactive al compensador de eco. Si los compensadores de eco permanecen neutralizados, el eco de la señal V.21 puede confundir al terminal facsímil del otro extremo y/o al demodulador facsímil del equipo de multiplicación de circuitos por paquetes (PCME, *packet circuit multiplication equipment*) o del equipo digital de multiplicación de circuitos (DCME, *digital circuit multiplication equipment*). La calidad de la transmisión de imágenes también pueden verse afectada.
- Los compensadores de eco que respondan al tono de neutralización de las Recomendaciones UIT-T G.165/G.168 no son neutralizados por el tono a 2100 Hz si éste no tiene inversiones de fase.

Durante la conexión tienen lugar otras situaciones vulnerables cuando se intercambian señales de toma de contacto en el intervalo entre páginas. Los compensadores de eco neutralizados pueden permitir eco en esos casos; por el contrario, los compensadores de eco activados controlan el eco, incluyendo el eco del oyente.

En determinadas condiciones, los compensadores de eco que se neutralizan mediante los procedimientos de la Recomendación UIT-T G.164 (tono de 2100 Hz), pueden afectar al establecimiento de la conexión o a la calidad de la transmisión facsímil, ya que pueden ser neutralizados de forma inadvertida por el tono de identificación de la estación llamada (CED); en esos casos, el control de eco no funciona de la forma esperada.

Es de destacar que existen compensadores de eco en la RTPC que no pueden eliminar completamente las cortas ráfagas de eco que pueden tener lugar cuando el compensador está volviendo a converger después de las transiciones que se producen entre señales de banda estrecha, tales como el tono CED o las señales de toma de contacto del control de alto nivel para enlace de datos V.21 (HDLC, *high-level data link control*), señales de banda ancha de imagen (por ejemplo, las señales V.29 o V.27 *ter*) y, de nuevo, señales de banda estrecha. Incluso en el futuro no será posible garantizar que todos los compensadores de eco puedan evitar este problema.

NOTA – En este apéndice no se analiza explícitamente el caso en el que hay un compensador de eco en un lado de la conexión y un supresor de eco en el otro lado; este "caso mixto" puede analizarse según lo indicado en I.2.2 e I.2.3.

Las Recomendaciones UIT-T actuales presuponen que los compensadores de eco están activados durante la transmisión facsímil. En general, los supresores de eco no proporcionan el mismo nivel de calidad para conversación, para los datos en banda vocal o para el facsímil. Si los supresores de eco están activados, pueden producir fallos debido al recorte y/o mutilación de la secuencia de verificación de acondicionamiento, impidiendo, por tanto, el establecimiento de la conexión facsímil. Sin embargo, se puede obtener un mejor resultado activando los supresores de eco durante la transmisión facsímil a fin de proteger contra los eco del hablante y del oyente, y evitar la interferencia de éstos con el facsímil en el momento del establecimiento de la conexión y/o durante la transmisión de imagen.

La principal conclusión es que resulta más conveniente utilizar compensadores de eco que puedan ser neutralizados de acuerdo con los procedimientos de las Recomendaciones UIT-T G.165 y G.168.

I.5 Nivel alto de la señal de conversación

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 Recomendación UIT-T G.165 incluye 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 altos 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 altos niveles de conversación 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 subcláusulas 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 cercano 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

Este asunto queda en estudio.

I.5.4 Efectos de un trayecto de 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. Por lo tanto, es crítico que no existan recorte ni distorsión no lineal en el trayecto de eco entre R_{out} y S_{in} . Si se produce algún recorte, es importante que éste sea reducido, infrecuente y que sólo tenga lugar en situaciones de habla simultánea. En caso contrario, debe modificarse el entorno, por ejemplo, eliminando el desplazamiento de frecuencia o implementando un plan de transmisión aceptable.

Las no linealidades del trayecto de eco dan lugar a una fuente potencial de problemas cuando existen niveles de conversación altos. Para que el funcionamiento de los compensadores de eco sea óptimo, es esencial que la señal que entra al compensador de eco por el puerto R_{in} esté relacionada de forma lineal con la señal en el puerto S_{in} del mismo. Si tiene lugar alguna distorsión no lineal debida a conversación de nivel alto, la distorsión debe tener lugar antes de que sea utilizada por el compensador de eco, de forma que la misma señal recortada se envíe al puerto R_{out} . No obstante, la calidad del compensador de eco puede aún verse degradada si el trayecto de eco no es lineal.

Algunos compensadores de eco utilizan la señal en R_{in} como su señal recibida interna R_{rcv} , y pasan R_{in} al puerto R_{out} . Esto es aceptable mientras no exista recorte u otra distorsión no lineal en una de las señales que no tenga lugar en la otra. En caso contrario, el compensador de eco no aprecia que el trayecto de eco sea lineal y, en consecuencia, se resiente la calidad de funcionamiento.

Además, el recorte u otra distorsión no lineal no debe "añadirse" a la señal en el puerto S_{in} . Esto es de la máxima importancia cuando:

- 1) el eco sólo está presente en el puerto S_{in} ; o
- 2) tanto el eco como la conversación están presentes en el extremo cercano y el detector de habla simultánea no ha actuado, ya que el recorte (distorsión) de uno afecta al otro.

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} bajo 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 de eco. Por lo tanto, se recomienda que R_{out} (que se inyecta en el trayecto de 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 Recomendación UIT-T G.165 se modificó en 1992 para que quedase claro 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 1992). Debe señalarse que dicha transparencia 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 Efecto de las no linealidades y de las variaciones temporales en el trayecto del eco

Existen dos aspectos relacionados con la introducción de las técnicas de procesado de señal no lineales y con variación temporal en la RTPC, a saber: 1) la existencia de compresión de las señales vocales en el trayecto del eco; y 2) la existencia de atenuaciones digitales.

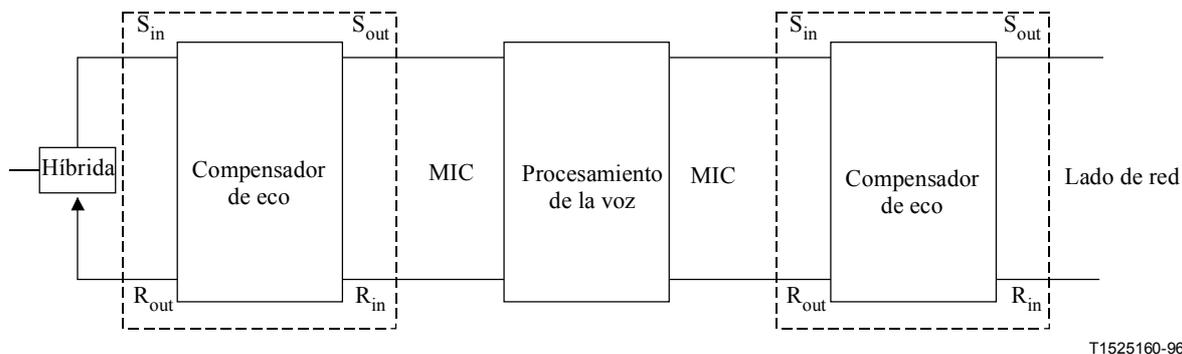
- La cada vez más frecuente utilización de la compresión de la voz en redes públicas y privadas, especialmente la modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa a 32 kbit/s (MICDA, véase la Recomendación UIT-T G.726), hace que cada vez sea más probable que exista un códec de compresión de voz en el trayecto del eco. Medidas realizadas con compresores de eco que incluyen un circuito MICDA en el trayecto del eco, han mostrado que el deterioro del nivel del eco residual puede ser superior a 8 dB.
- La cada vez mayor utilización de técnicas digitales en el procesado de las señales en banda vocal hace que cada vez sea más frecuente que existan atenuaciones digitales en extensiones de líneas digitales. Dichas extensiones de línea digitales suelen existir en centrales locales de la RTPC que actúan como cabeceras de un módulo de línea digital, así como en equipos de las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*), tales como centralitas privadas (PBX, *private branch exchanges*). Las extensiones de línea digitales que hayan sido diseñadas incorrectamente pueden añadir no linealidades importantes a las señales transmitidas, incluida la señal de eco reflejado, degradando así la calidad de funcionamiento del compensador de eco. Debe procurarse mantener la linealidad de las señales que transitan por extensiones de línea digitales.

El efecto de la utilización de técnicas de compresión de voz adicionales, en la medida que generan no linealidades que pueden afectar a la calidad de los compensadores de eco, queda en estudio.

I.6.3 Compresión de la voz entre compensadores dispuestos en cascada

La utilización de la compresión de la voz en el trayecto de transmisión puede también afectar a las conexiones con compensadores en cascada. La figura I.1 muestra un circuito en el que existen compensadores en cascada y donde la compresión de la voz sólo se utiliza entre los dos compensadores. Aunque el compensador más próximo a la híbrida no se vería afectado, el que se encuentra en el lado de la red observaría trayectos de eco no lineales o variables con el tiempo, tal como se describe en I.5.4 e I.6.2. La calidad ofrecida por la configuración en cascada puede ser aceptable si el compensador de eco más próximo a la red permanece estable y mantiene una atenuación reforzada del eco. En teoría, el compensador situado en el lado de la red no apreciaría ningún eco pues el situado en el extremo distante lo habría eliminado. Sin embargo, es recomendable eliminar de la conexión los compensadores situados en el lado de la red.

Las condiciones bajo las cuales la calidad de funcionamiento no se ve degradada quedan en estudio.



T1525160-96

Figura I.1/G.168 – Compresión de la voz entre compensadores en cascada

I.6.4 Compensadores de eco en cascada

En general, los compensadores de eco correctamente diseñados pueden disponerse en cascada sin que exista penalización en la calidad ofrecida o siendo ésta muy pequeña. La regla B de la Recomendación UIT-T G.131 indica que los compensadores de eco que cumplen la Recomendación UIT-T G.165 pueden disponerse en cascada sin degradar la calidad de funcionamiento debida al eco (véase 2.3.2.1.1/G.131). Con el uso cada vez mayor de encaminamiento dinámico y de funciones especiales como el desvío de llamada, así como del sustancial retardo que introducen los codificadores vocales de baja velocidad de los sistemas celulares, es muy probable que algunas conexiones hagan uso de más de un compensador de eco.

Pruebas subjetivas realizadas sobre compensadores de eco han verificado que la disposición en cascada de éstos no presenta problemas en la mayoría de los casos. Sin embargo, algunos informes sugieren que otros compensadores de eco no pueden disponerse en cascada sin problemas. En estos casos, es imperativo que los planificadores de redes privadas y/o de la RTPC se aseguren de que los compensadores de eco que provocan una degradación de la calidad no se dispongan en cascada.

Los resultados de pruebas realizadas muestran que el diseño inadecuado de algunos circuitos auxiliares tales como los procesadores no lineales (NLP) pueden causar problemas cuando el retardo del trayecto del eco para uno de los compensadores de eco dispuesto en cascada es superior a su capacidad del trayecto del eco. Por ejemplo, en algunos compensadores de eco el NLP puede tener un funcionamiento indebido cuando se produce habla simultánea. Esto ocurre cuando el tiempo de bloqueo del circuito NLP no se corresponde con las características de retardo del trayecto del eco.

Para ilustrar esto supóngase que el algoritmo del NLP se diseña para funcionar sobre la base del valor de NEST/DTDT. En caso de que se supere la capacidad del trayecto del eco de un compensador, el eco llega más tarde de "lo esperado". En consecuencia, la comparación se realiza entre niveles de potencia correspondientes a una ráfaga de conversación del extremo lejano posterior en el tiempo y una ráfaga de conversación del extremo cercano no relacionada con la anterior. En esta situación, la señal puede sufrir recorte. No obstante, son este tipo de razones las que realzan la importancia de que los planificadores de la RTPC y de redes privadas se aseguren de que nunca se supere la capacidad de los trayectos del eco de los compensadores, salvo que en las redes privadas se tomen medidas adicionales de control del eco.

El problema se mitiga por el hecho de que esta situación sólo ocurre durante el habla simultánea, y porque en la mayoría de los casos en los que se disponen compensadores en cascada no se supera la capacidad del trayecto de eco de los mismos. Finalmente, pueden conseguirse mejoras parciales ajustando algunas de las constantes de tiempo del NLP.

Se ha observado que si un compensador de eco converge demasiado rápidamente, puede tener efectos secundarios molestos si se utiliza en una situación en la que se supera su capacidad del trayecto del eco (como algunas veces ocurre con el funcionamiento de compensadores en cascada).

Por lo tanto, la capacidad del trayecto del eco de un compensador debe ser de 4 a 6 ms mayor que el máximo retardo de red esperado, tal como se estima en el cuadro 1/G.114 [1]. Ello tiene en cuenta el efecto de la dispersión. Por ejemplo, para tener en cuenta un retardo puro máximo de 44 ms, se puede elegir un compensador cuya capacidad del trayecto del eco es 48 ms.

La figura I.2a muestra tres pares de compensadores de eco (EC, *echo cancellors*) espalda con espalda (EC_A , EC_B , EC_C), cuatro generadores de retardo (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) y dos híbridas (designadas mediante las atenuaciones de retorno (R_1 y R_2)). Los valores de R_1 y R_2 deben ser los adecuados para un correcto funcionamiento del compensador más próximo (por ejemplo, al menos 6 dB). Mediante una neutralización selectiva de los compensadores de eco (individualmente o por parejas) y modificando los retardos, es posible obtener los atributos relevantes de las conexiones telefónicas con compensadores de eco.

A modo de ejemplo (véase la figura I.2b), un retardo de 50 ms en D_1 y en D_3 , de 100 ms en D_2 , de 150 ms en D_4 y una terminación a cuatro hilos en lugar de R_2 , constituye una representación razonable de una llamada internacional que se origina en un central analógica y termina en una red celular digital. En este caso, EC_A y EC_B pueden estar en los extremos opuestos de la facilidad internacional, estando EC_C en la red celular (en este caso el compensador que mira hacia la derecha puede estar fuera de servicio o no existir). En otra configuración alternativa, (véase figura I.2c), EC_A puede estar en una red nacional (terrestre) mientras que EC_B y EC_C son los extremos de un sistema internacional. En este caso D_1 , D_2 y D_4 serían bastante cortos y D_3 proporcionaría un retardo consistente con una conexión internacional.

La configuración de la figura I.2 puede ampliarse fácilmente si se requieren más parejas de compensadores de eco. En particular si se incluye una cuarta pareja de compensadores (y otro generador de retardo) se podrían aprovechar las importantes características de funcionamiento de una conexión internacional con compensadores de eco en cada una de las redes nacionales así como en los extremos del sistema internacional.

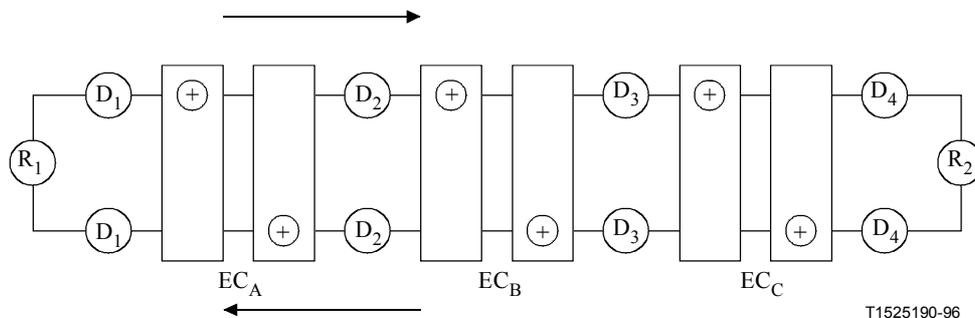


Figura I.2a/G.168 – Conexión de referencia para compensadores de eco en cascada

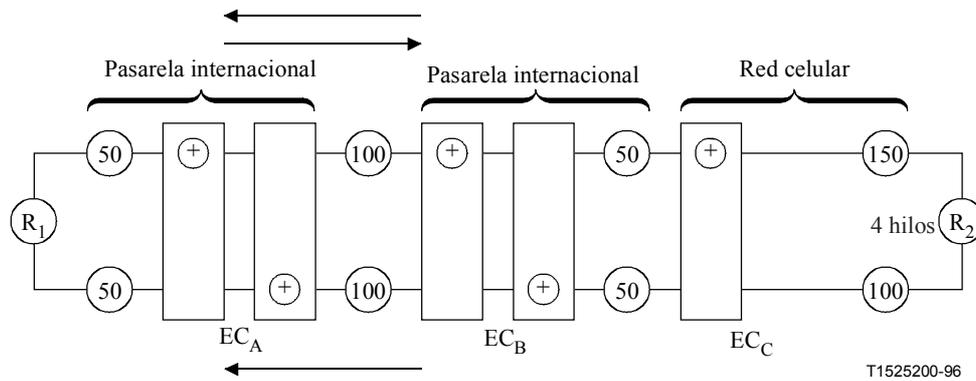


Figura I.2b/G.168 – Ejemplo de una conexión internacional con origen en una central analógica y terminación en una red celular digital

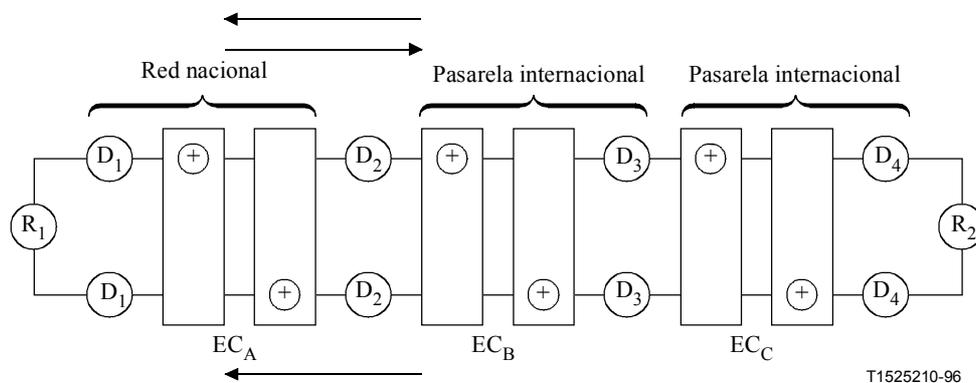


Figura I.2c/G.168 – Ejemplo de una conexión internacional

I.6.5 Velocidad de convergencia

Es conveniente que la velocidad de convergencia sea alta para reducir el eco durante la adquisición inicial y para minimizarlo cuando varía el trayecto del eco. Algunos compensadores de eco generan ruido 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, momento en que 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.6.6 Entorno 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.

Los teléfonos de manos libres analógicos que permiten habla simultánea pueden producir una señal de eco acústico. Esta señal de eco se suma a la señal de eco eléctrico proveniente de la conexión de cuatro a dos hilos de la terminación híbrida y no puede reducirse suficientemente si no existe una correlación entre ambas. Los teléfonos de manos libres analógicos con dispositivos de compresión dinámica pueden amplificar el ruido ambiente de la habitación durante las pausas de conversación y transferirlo a la entrada del compensador de eco en el trayecto de emisión. Debido a la conmutación dependiente de la señal de los teléfonos de manos libres, el nivel de habla simultánea puede reducirse a la entrada del compensador de eco en el trayecto de emisión. Todo ello puede dar lugar a un aumento del recorte del procesador no lineal debido a que el nivel de dicha señal de habla simultánea puede ser inferior al nivel umbral.

I.6.6.1 Información procedente de la Comisión de Estudio 12

La Comisión de Estudio 12 ha publicado varias Recomendaciones UIT-T relativas a teléfonos manos libres:

Recomendaciones UIT-T P.30, Características de transmisión de los terminales audio de grupo (TAG), P.340, Características de transmisión de los aparatos telefónicos manos libres, P.341, Características de transmisión de los teléfonos digitales manos libres de banda ancha (150-7000 Hz), P.342, Características de transmisión en la banda telefónica (300-3400 Hz) de los terminales telefónicos digitales con altavoz y manos libres.

Dichas Recomendaciones UIT-T se desarrollaron en el supuesto de que el terminal es responsable de controlar su propio eco acústico.

Estas Recomendaciones UIT-T presentan límites para los distintos parámetros tales como las características de conmutación y la atenuación de acoplamiento del terminal. En I.6.6.2 se reproducen dichos valores.

Sin embargo, en el mercado se pueden encontrar terminales que no cumplen estos límites y terminales que pueden presentar resultados significativamente distintos. Conforme madure la tecnología de terminales, es de prever que aumente el número de terminales que cumplan esta Recomendación UIT-T.

También debe tenerse en cuenta la Contribución COM 15-174 de septiembre de 1995: Señales de prueba y otros elementos que influyen en el comportamiento de convergencia de los compensadores de eco (GER).

Teniendo en cuenta la posibilidad que tiene los compensadores de eco de reducir el eco acústico debido a los equipos terminales, debe señalarse que la ventana de procesamiento debe ser de al menos 500 ms a fin de tener en cuenta la respuesta impulsiva típica de una habitación.

I.6.6.2 Extractos de Recomendaciones relativas al control del eco acústico

De la Recomendación UIT-T P.30

3.2 Características de eco

3.2.1 Control del eco acústico

Para conseguir una supresión satisfactoria de los ecos acústicos es necesario dotar al procesador de audio, de un compensador de eco o de un supresor de eco. La tecnología de compensación del eco es la recomendada si se pretende conseguir la máxima calidad vocal posible. Sin embargo, se recomienda complementar siempre la compensación del eco con una suave supresión del eco, para evitar la transmisión indebida de ruidos de fondo de la sala, cuando no está hablando ninguna persona en ella. Esta condición debe cumplirse muy especialmente en los entornos de multiconferencia.

3.2.2 Atenuación del eco

La pérdida de retorno para el eco del sistema audio deberá medirse en el punto de referencia X de la figura 2/P.30, con el control de volumen en la posición máxima. Cuando se aplica la señal de prueba eléctrica, especificada en la cláusula 1, al puerto de entrada (entrada recepción), el nivel medido en el puerto de salida (salida emisión) no será superior a -62 dBV.

Una atenuación del eco acústico de 40 dB incluye un margen de 5 dB para proporcionar una atenuación del eco de 35 dB cuando se utilizan varios TAG en una situación de conferencia. Este valor de 35 dB debe entenderse como un valor mínimo. El objetivo a largo plazo para la atenuación para el eco acústico debe considerarse de 45 dB (especialmente, para tener en cuenta el caso en que el microteléfono está conectado a un terminal manos libres). Se sabe que dicho valor evita cualquier degradación subjetiva debida al eco acústico retardado [1] y [2]. El nivel medido en el punto de referencia X será entonces de -72 dBV.

De la Recomendación UIT-T P.341

6.1 Atenuación ponderada por acoplamiento del terminal (TCLw, *weighted terminal coupling loss*)

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 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.

De la Recomendación UIT-T P.342

6.1 Atenuación por acoplamiento del terminal

6.1.1 Función manos libres

La atenuación por acoplamiento del terminal ponderada (TCLw), en el modo de conversación simple, será mayor que 40 dB con SLR + RLR normalizados a $OLR = +15$ dB.

NOTA – Esta normalización está referida al ajuste nominal del control de volumen en recepción.

Se supone que este requisito se satisface si TCL y TCLw, respectivamente, se atienden a los valores indicados en el cuadro I.6.6.2-1/G.168, idéntico al cuadro 5/P.342, con el control de volumen en recepción en su posición de máximo.

Cuadro I.6.6.2-1/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 la situación de habla simultánea, se pueden aplicar los límites definidos en el cuadro I.6.6.2-2/G.168. El valor X está en estudio.

Los valores del cuadro I.6.6.2-2/G.168, idéntico al cuadro 6/P.342, se derivan de los definidos en el cuadro I.6.6.2-1/G.168. Los valores indicados entre paréntesis se encuentran en estudio.

Cuadro I.6.6.2-2/G.168

	Tiempo de transmisión en un sentido	TCL (banda de 1/3 de octava)	TCLw
Monólogo	≤ 25 ms	$> (18)$ dB	$> (24)$ dB
Habla simultánea	> 25 ms	$> (25 - X)$ dB	$> (35 - X)$ dB
	≤ 25 ms	$> (12 - X)$ dB	$> (18 - X)$ dB

Sin embargo, para satisfacer los requisitos del objetivo de eco para el hablante conforme a la Recomendación UIT-T G.131 [14], es conveniente, y debería procurarse obtener, una atenuación ponderada por acoplamiento del terminal superior a 45 dB.

6.1.2 Función de altavoz

TCL será superior a 25 dB y TCLw superior a 35 dB.

Cuando el tiempo de transmisión en un sentido sea inferior a (25) ms, la TCL será superior a (18) dB y TCLw superior a (24) dB.

Si hay un dispositivo de conmutación vocal para mejorar la TCLw, se supondrá que, en situación de habla simultánea, el trayecto en emisión del microteléfono asociado tiene prioridad sobre el trayecto del altavoz.

De la Recomendación UIT-T P.340

Tiempo de conmutación T_S – Tiempo transcurrido para invertir el sentido de transmisión. El tiempo de conmutación T_S debe ser aproximadamente 100 ms. Límite: $T_S < 150$ ms.

I.6.7 Nuevos servicios con conmutación de circuitos

Se ha sugerido que podría resultar de interés modificar la forma de neutralizar compensadores G.165/G.168 de forma que al recibir el tono de neutralización, el compensador permanezca ya neutralizado hasta que la conexión se libere.

También se ha sugerido que, en determinadas redes, el procedimiento habitual para el inicio de transmisión digital a través de una red digital basada en sistemas MIC, incluya el envío de un tono de 2100 Hz para neutralizar cualquier supresor o compensador de eco que exista en el circuito. No obstante, los compensadores permanecen neutralizados sólo mientras los datos digitales que se transmiten y se interpretan como muestras MIC tienen la energía suficiente como para mantener los compensadores de eco neutralizados. El éxito de este enfoque no normalizado depende del contenido del flujo digital de datos y, dado que no puede garantizarse el mantenimiento del nivel de potencia necesario, se utilizan sistemas específicos de los fabricantes para asegurar que los compensadores permanecen neutralizados. Cuando la señal de neutralización se genera digitalmente, los terminales que utilizan un protocolo a nivel de bit y una interfaz serie, son de una complejidad adicional debido a la incapacidad del terminal para establecer la alineación de octetos mediante los octetos utilizados en el canal de transmisión.

En este sentido, son necesarios estudios adicionales para determinar la necesidad de una señal de neutralización del compensador de eco dentro de banda y sin alineación de octetos. Estos estudios debe realizarse en colaboración con la Comisión de Estudio 1.

I.6.8 Ruido de confort

Conforme la red telefónica evoluciona hacia una mayor digitalización, es más probable que el trayecto de eco sea analógico mientras que la conexión de larga distancia sea digital. Una de las consecuencias de ello es que el trayecto de larga distancia tiene un bajo nivel de ruido de canal en reposo, mientras que para el mismo canal, el trayecto del eco tiene un nivel de ruido de canal en

reposo más alto. Esta situación conduce a lo que se ha venido en llamar "modulación de ruido". Cuando el NLP funciona, el hablante "oye" el ruido del canal en reposo del trayecto digital de larga distancia, pero cuando el NLP se libera, el hablante "oye" el ruido del canal en reposo del trayecto del eco y el ruido ambiente del extremo lejano. Por lo tanto, el hablante escucha intervalos de conversación con ruido de fondo seguidos de intervalos de silencio, lo cual puede ser muy molesto en determinadas circunstancias.

Existen dos enfoques para el ruido confortativo. 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 – La CE 12 recomienda lo siguiente:

- Deben minimizarse los efectos indeseados debidos a las inserción de ruido confortativo.
- 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 especiales sobre configuraciones de red con DCME/PCME

Es bien sabido que el control de eco es necesario en circuitos que sufren retardos largos, tales como los enlaces por satélite. Además, el control de eco puede ser incluso necesario para circuitos terrestres cortos debido al retardo adicional que introduce un DCME o un PCME. Si existe eco, éste puede ser considerado como conversación y reduce la ganancia de compresión de los equipos.

Una posible interacción es la que hace referencia al potencial efecto de carga del ruido confortativo que el compensador de eco inyecta en un DCME/PCME (véase la figura I.3). El funcionamiento del compensador de eco puede modular al ruido analógico del extremo cercano inyectado en el puerto S_{in} del compensador de eco. Ello puede dar lugar a que el detector de conversación adaptativo del DCME/PCME clasifique erróneamente este cambio del nivel de ruido como presencia de conversación. En este caso, el DCME/PCME transmite el ruido como si fuera conversación e incrementa así el factor de actividad del circuito. La consecuencia es una disminución de la ganancia de compresión y, en algunos sistemas, un mayor número de ocasiones en que tiene lugar la exclusión por ocupación.

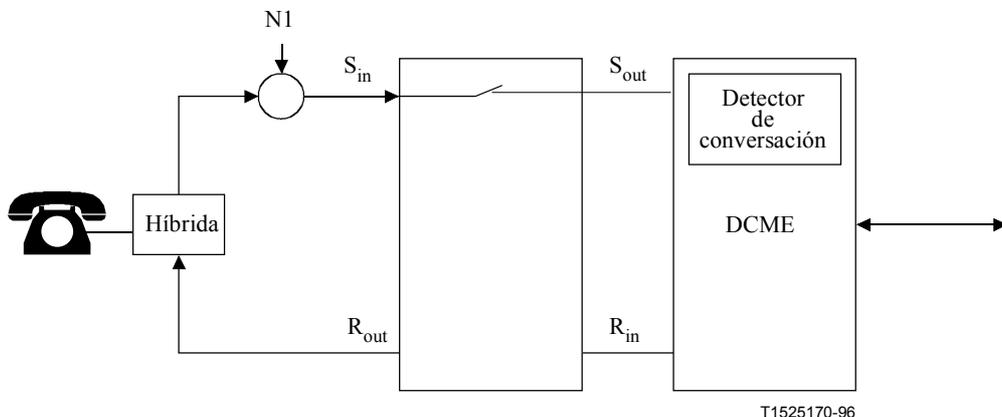


Figura I.3/G.168 – Interacción entre el detector de conversación y el dispositivo de control de eco

I.7.1 Descripción detallada de la interacción

La interacción ocurre tal como se indica a continuación:

- 1) En recepción, la conversación aparece en el puerto de llegada recepción (R_{in}) de la unidad de control de eco.
- 2) El conmutador del supresor de eco o el NLP del compensador se activa, eliminando el eco o el eco residual y atenuando el ruido terrestre analógico generado en el extremo cercano (N_1) que está presente en el puerto de entrada emisión (S_{in}).
- 3) Si se genera muy poco ruido entre el puerto de salida emisión (S_{out}) del dispositivo de control de eco y la entrada del detector de conversación del DCME, el umbral de detector de conversación se adapta a su nivel mínimo (normalmente -50 dBm0).
- 4) Cuando cesa la conversación en recepción, y después de un tiempo razonable de bloqueo de la unidad de control de eco, el conmutador del supresor de eco o el NLP del compensador se cierra y el ruido terrestre generado en el extremo cercano (N_1), tal como es visto por el detector de conversación del DCME, reaparece como un cambio brusco en el nivel de ruido.
- 5) Dicho cambio brusco de ruido puede superar el umbral del detector de conversación, haciendo que el DCME transmita una ráfaga de ruido como si fuera conversación. La duración del impulso de ruido es función de la velocidad de adaptación del detector de conversación y del nivel de ruido terrestre generado en el extremo cercano.

Esta secuencia se repite para cada impulso de conversación y produce una ráfaga de ruido muy molesto y que tiene una cierta correlación con la conversación que oyen los hablantes del extremo lejano cada vez que dejan de hablar.

Esta interacción no se limita a configuraciones de red con un dispositivo de control de eco. La figura I.4 muestra una configuración típica de red con múltiples dispositivos de control de eco que interactúan con los elementos de detección de conversación de un DCME/PCME. En esta configuración, el detector de conversación del DCME/PCME puede responder a aumentos bruscos de la potencia de ruido causados por la activación del conmutador del supresor de eco o por la activación del recortador del centro de la señal del compensador de eco en los trayectos de emisión de los dispositivos de control de eco 1 y 3. (La función del recortador del centro de la señal es eliminar los ecos residuales debidos a las imperfecciones de la compensación.) El detector de conversación del DCME/PCME experimenta, en primer lugar, un aumento brusco de la potencia de ruido causado por la activación del conmutador del dispositivo de control de eco 3, seguido de un segundo aumento brusco por la activación del conmutador del dispositivo de control de eco 1. La respuesta del detector de conversación del DCME/PCME a dichos aumentos bruscos de potencia de ruido puede ser incorrecta dependiendo de los niveles de potencia de ruido N_1 , N_2 , N_3 y N_4 y del algoritmo de adaptación del umbral del detector de conversación del DCME/PCME. Así, por ejemplo, los dos aumentos bruscos de ruido que afectan al detector de conversación DCME/PCME, y que se originan por la activación del conmutador o del recortador del centro de la señal en las ubicaciones 1 y 3, se enmascaran si el nivel de potencia N_4 es excesivamente elevado. Igualmente, niveles de potencia de ruido elevadas en N_2 o N_3 pueden enmascarar aumentos bruscos de la potencia de ruido causados por la unidad de control de eco 1.

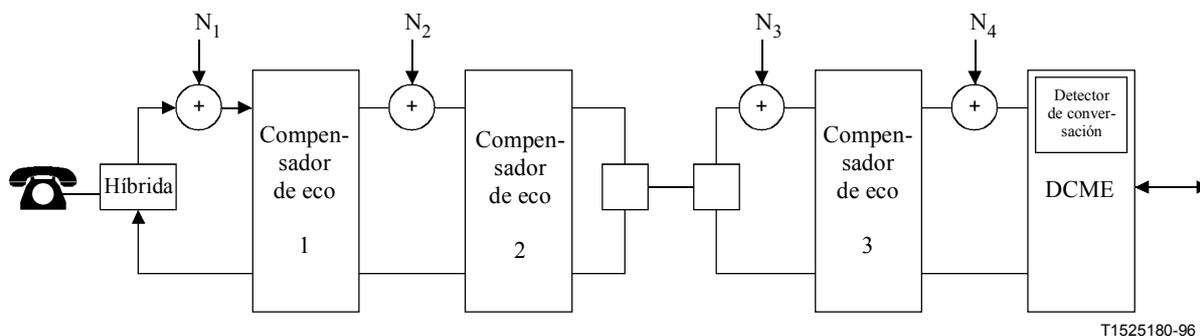


Figura I.4/G.168 – Múltiples dispositivos de control de eco en una configuración de red con DCME/PCME

I.7.2 Posibles soluciones

Existen varios métodos para tratar las interacciones entre los dispositivos de control de eco y el detector de conversación del DCME. Uno de ellos consiste en modificar el dispositivo de control de eco para supervisar el ruido generado por el trayecto terrestre en el puerto de entrada emisión. Cuando se interrumpe el trayecto de transmisión, se inyecta ruido con un nivel adecuado en el puerto salida emisión hacia el DCME, manteniéndose el ruido observado por el detector de conversación a un nivel constante (ruido de confort), y evitando la activación del detector de conversación. No todos los compensadores de eco pueden implementar este enfoque debido a la variedad de dispositivos de control de eco utilizados y al carácter muy específico de esta aplicación.

En un segundo enfoque, se congela el umbral adaptativo del detector de conversación del DCME/PCME cuando se detecta conversación en el canal de recepción correspondiente.

Un tercer enfoque consiste en especificar un detector de conversación adaptativo con una característica de adaptación rápida, que podría realizar un seguimiento de los cambios bruscos de nivel de ruido y minimizar las ráfagas de ruido.

Los enfoques antes descritos pueden resultar inaceptables debido a los muy distintos tipos de dispositivos de control de eco en servicio y al carácter peculiar de la aplicación propuesta. El gran número de compensadores de eco instalados no permite augurar una rápida generalización de los nuevos compensadores de eco.

Este asunto requiere estudios adicionales y puede traer consigo modificaciones a las Recomendaciones UIT-T G.165 y/o G.168 para una nueva generación de compensadores de eco. El aspecto principal de lo aquí descrito es que la solución depende tanto de los procedimientos de detección de conversación de los DCME/PCME como de los compensadores de eco.

I.8 Consideraciones relativas a la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco durante habla simultánea

I.8.1 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 de 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.5 muestra la señal de habla simultánea modificada con una duración de la secuencia de 800 ms.

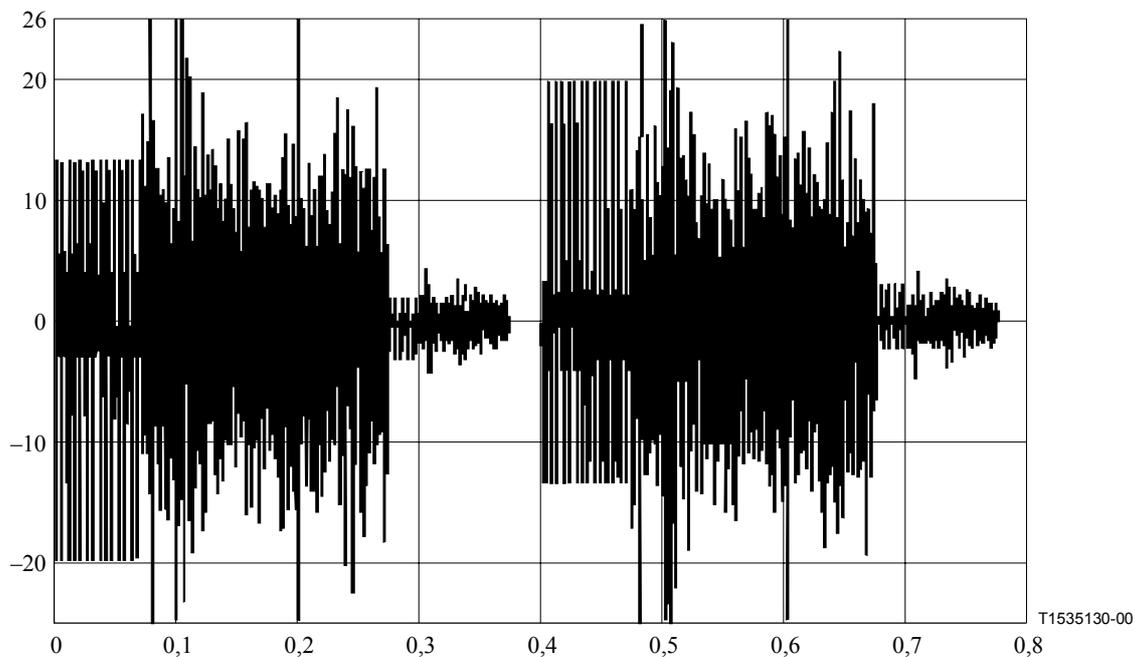


Figura I.5/G.168 – Señal de habla simultánea modificada

I.8.2 Parámetros del habla simultánea

Las características de calidad de los compensadores de eco en condiciones de habla simultánea vienen determinados 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 una aportación de la CE 12 se establece que siempre debe evitarse el recorte temporal (es decir, recorte silábico o mutilación) que introduce el NLP con duración superior a 64 ms, y que para duraciones inferiores a 64 ms, dicho recorte debe suponer menos del 0,1 % de la señal de conversación activa.

I.8.3 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 recibida 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 dictada 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 de fuente compuestas (CSS). Ambas señales se describen en la Recomendación 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.

1.8.4 Realización de las pruebas 3A y 3B de habla simultánea sin inhibición de la adaptación

1.8.4.1 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 de 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 cercano $s_{gen}(k)$ 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 $D = D(\delta t)$.

1.8.4.2 Procedimiento de prueba

La prueba se realiza utilizando la configuración de prueba de la figura I.6. Para niveles altos de $s_{gen}(k)$, 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 de transmisión se convierte en: **$s_{gen_sat}(k) = \text{codec}[s_{gen}(k)+g(k)*c(k)] - g(k)*c(k)$** . Por esa razón, el 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.6.

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 de 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.6). 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} .

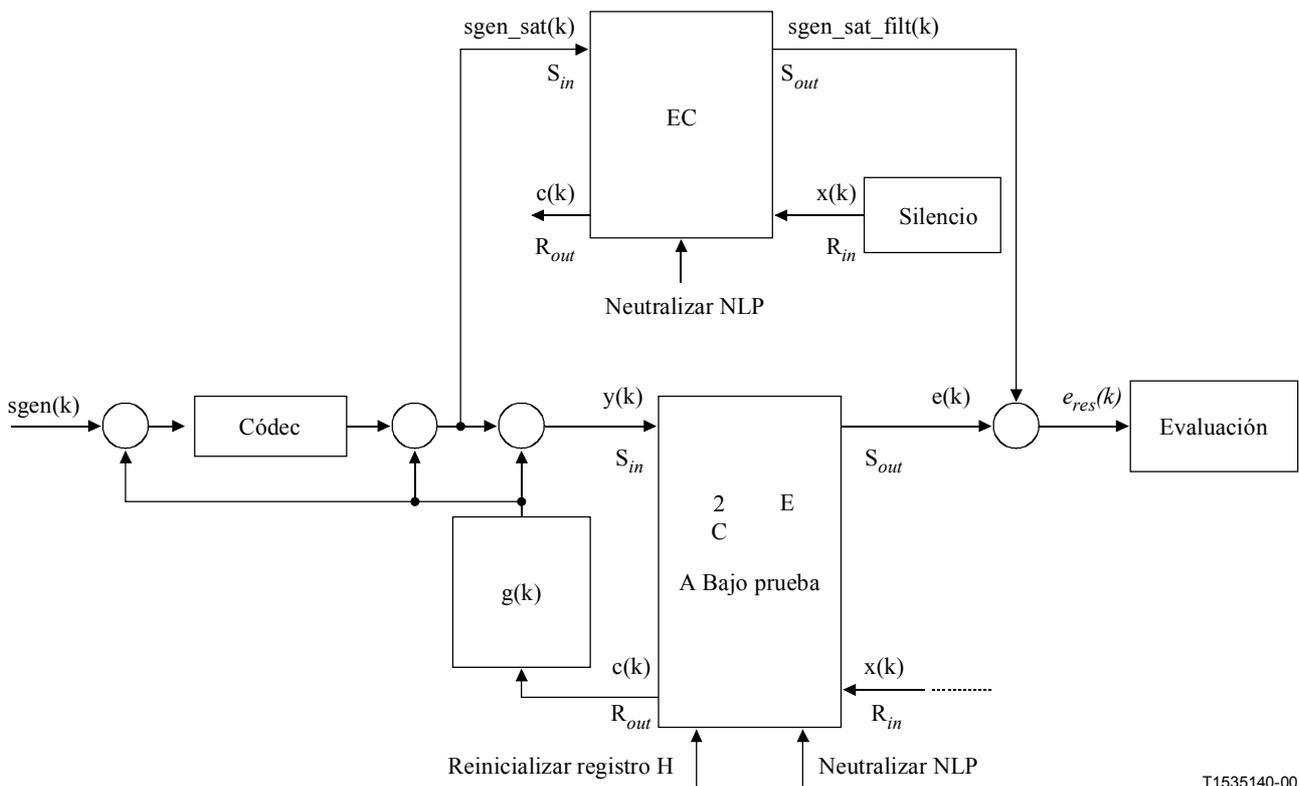


Figura I.6/G.168 – Prueba para restar la componente de habla simultánea de la señal de salida emisión

I.8.5 Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco

I.8.5.1 Pruebas subjetivas y objetivas de los compensadores de eco – Fundamentos

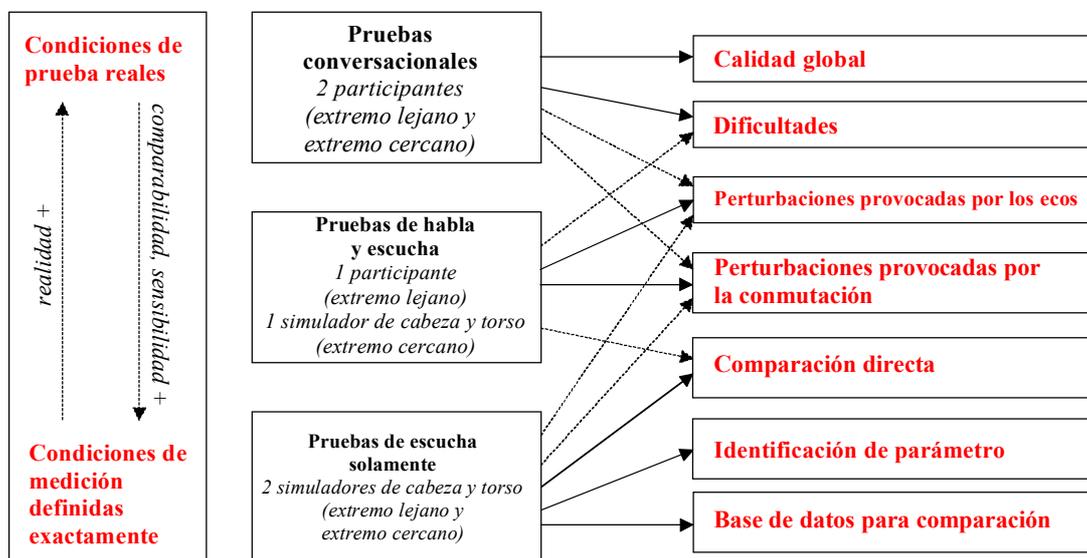
Uno de los puntos más importantes del estudio de la calidad de funcionamiento de los compensadores de eco consiste en investigar la correlación existente entre pruebas objetivas y pruebas subjetivas.

En la Recomendación 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.

Procedimientos de prueba de auditoría

La figura I.7 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 cuya estimación se puede hacer con esas 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.



T1543130-01

Figura I.7/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, 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 de la transmisión global.

Además, dichas pruebas son necesarias para identificar los parámetros que influyen de manera significativa en el complejo parámetro denominado de "*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 de los compensadores de eco específicos tienen en la calidad de funcionamiento de la transmisión global. De esta manera, se pueden correlacionar directamente los resultados de las pruebas con los resultados de las mediciones objetivas.

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 de la Recomendación UIT-T 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 por la conexión (% D)*. En las figuras I.8 e I.9 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.

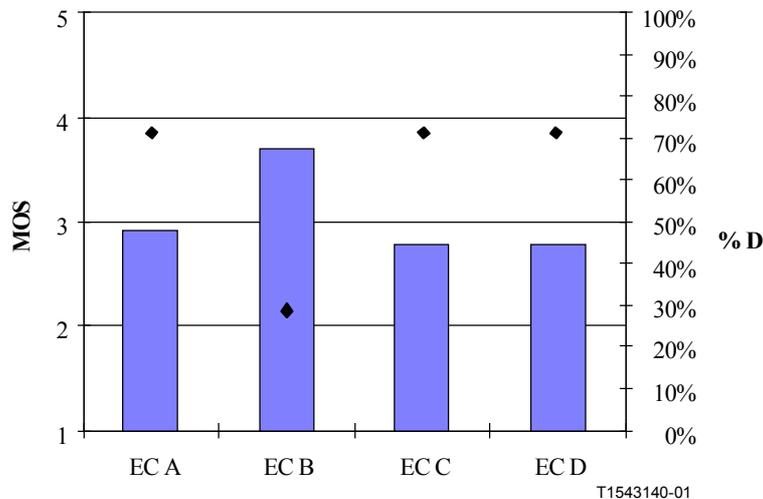


Figura I.8/G.168 – Resultados de las pruebas conversacionales, nota media de opinión (MOS) de calidad global y % D (rombo) para los 4 compensadores de eco, ERL de 7 dB, nivel de ruido de sala de 40 dB(A), nivel correspondiente de -61 dB_{m0}

A la vista de la figura I.8 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)*
Las mediciones instrumentales basadas en señales de fuente compuestas muestran que el compensador de eco B de la figura I.8 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.8.
- *Perturbaciones causadas por los ecos (convergencia inicial y eco residual)*
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 habla simultánea fue buena.

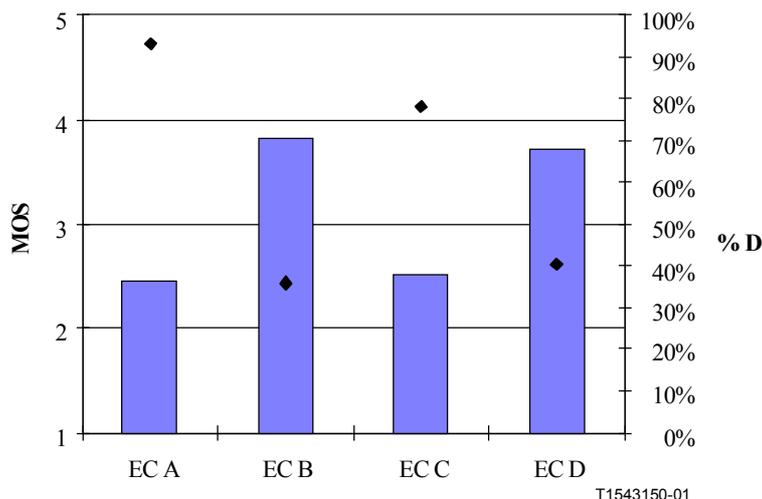


Figura I.9/G.168 – Resultados de pruebas conversacionales, nota media de opinión (MOS) de calidad global y % D (rombo) para los 4 compensadores de eco, 4 trayectos de eco alámbricos, nivel de ruido de sala de 50 dB(A), nivel correspondiente de -55 dB_{m0}

Los compensadores de eco de la figura I.9 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*
Los compensadores B y D con una buena calidad de funcionamiento durante el habla simultánea, junto con este trayecto de eco, se consideran notablemente mejores.
- *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, dan de sí 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).

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 dan los resultados de las pruebas subjetivas y las mediciones objetivas correspondientes.

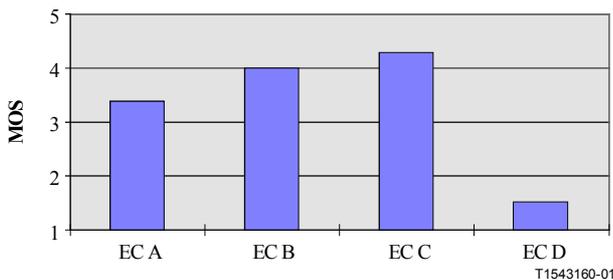


Figura I.10/G.168 – Resultados de las pruebas de habla y escucha, nota media de opinión (MOS), perturbación provocada por los ecos, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo del extremo no cercano, NLP desactivado

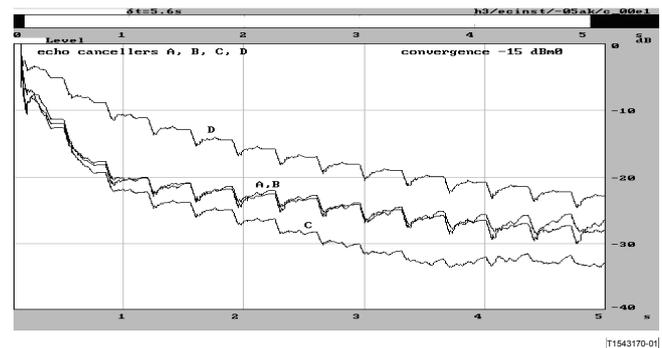


Figura I.11/G.168 – Prueba de convergencia en función del tiempo, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo del extremo no cercano, nivel de recepción de -15 dBm0, NLP desactivado

La figura I.10 da 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 otra comparación 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) correlacionan los resultados de las pruebas objetivas medidos para algunos compensadores de eco, como se indica en la figura I.11.

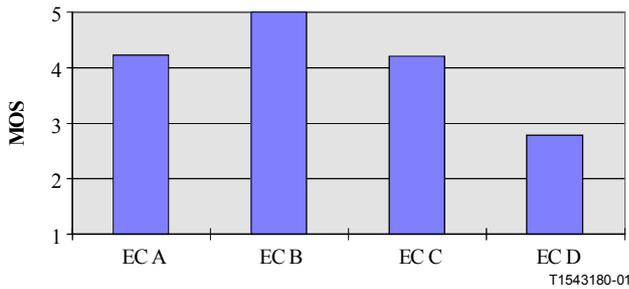


Figura I.12/G.168 – Resultados de las pruebas de habla y escucha, nota media de opinión (MOS), perturbación causada por los ecos, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo de -55 dBm0, NLP activado

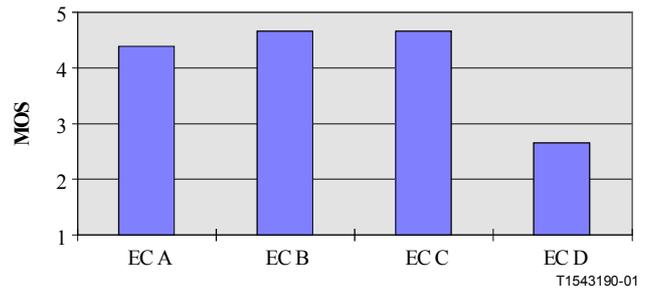
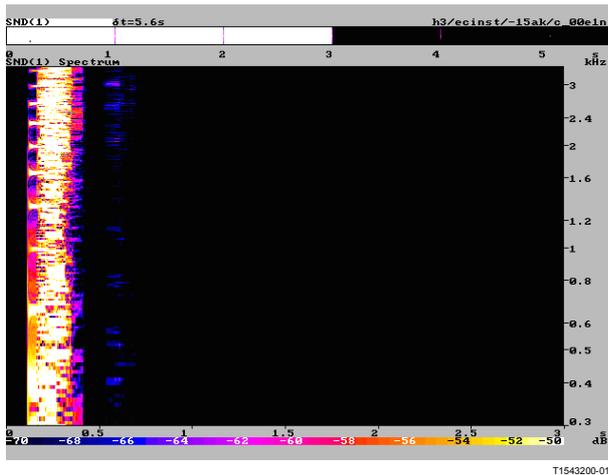


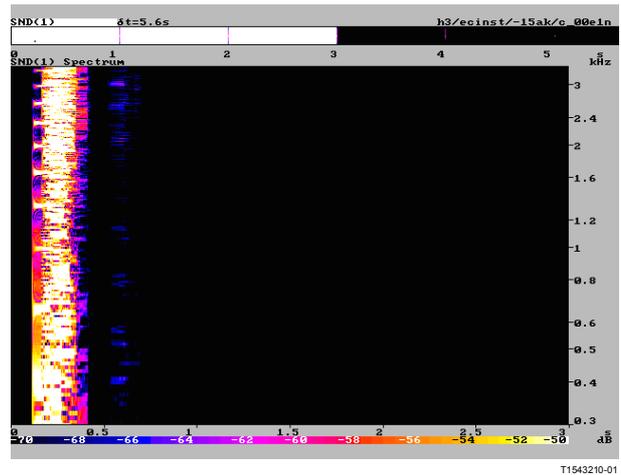
Figura I.13/G.168 – Resultados de las pruebas de habla y escucha, nota media de opinión (MOS), perturbación causada por la conmutación audible, trayecto de eco digital, ERL de 6 dB, ruido de fondo de -55 dBm0, NLP activado

Las figuras I.12 e I.13 dan los resultados para el caso en que el NLP está activado. La figura I.12 muestra las valoraciones de las perturbaciones debidas al eco cuando el NLP está activado, y la figura I.13 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.12). La conmutación audible provoca mayores molestias en comparación con los otros tres compensadores de eco EC A, EC B y EC C (figura I.13). La característica de conmutación del EC D es más molesta en comparación con los otros compensadores de eco.

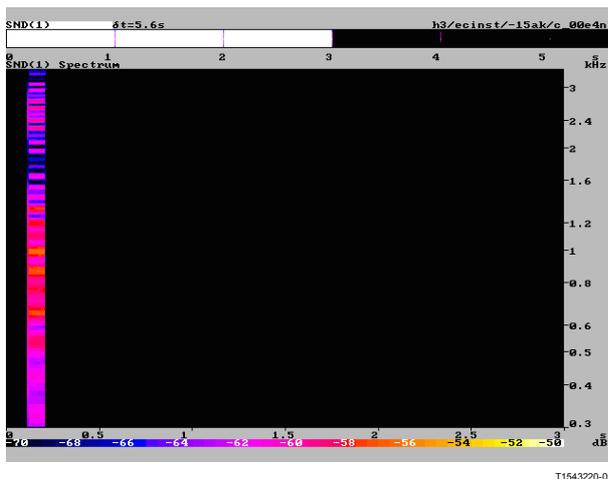
Las molestias al comienzo de la convergencia las provocan, básicamente, varios parámetros: la velocidad de convergencia inicial, determinada como la atenuación del eco en función del tiempo, es un aspecto importante derivado de los resultados correlacionados de las pruebas subjetivas y objetivas de las figuras I.10 e I.11. 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.14 a I.17. 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.12 e I.G). 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.12 e I.13) atenúan y suprimen el eco residual más rápidamente que el compensador de eco D.



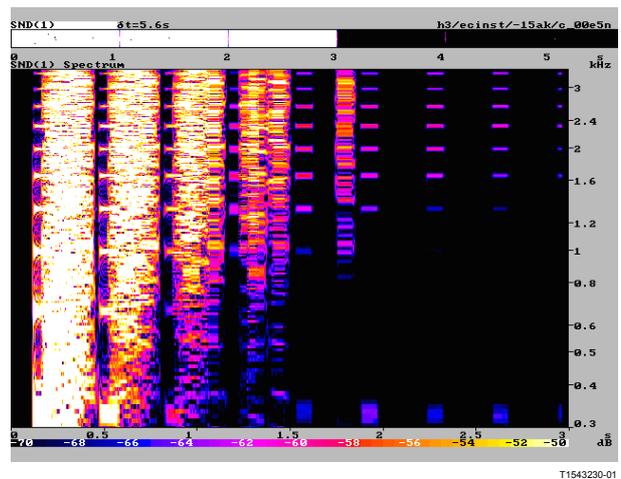
**Figura I.14/G.168 – Análisis espectral del eco residual durante la convergencia inicial:
Compensadores de eco A**



**Figura I.15/G.168 – Análisis espectral del eco residual durante la convergencia inicial:
Compensadores de eco B**



**Figura I.16/G.168 – Análisis espectral del eco residual durante la convergencia inicial:
Compensadores de eco C**



**Figura I.17/G.168 – Análisis espectral del eco residual durante la convergencia inicial:
Compensadores de eco D**

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.18 e I.19 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.18) y participantes expertos (figura I.19) para una ERL de 24 dB, un nivel de recepción de -15 dBm0 y un nivel de habla simultánea de -30 dBm0.

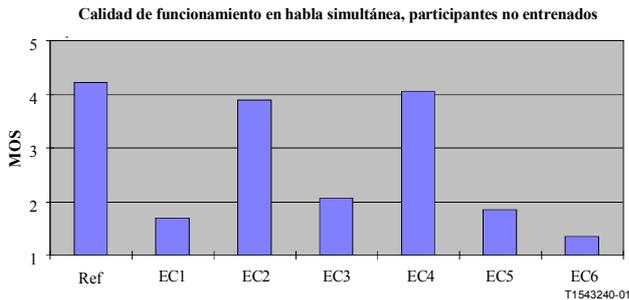


Figura I.18/G.168 – Resultados de las pruebas de escucha solamente, participantes no entrenados, calidad de funcionamiento en habla simultánea, nota media de opinión (MOS), ERL de 24 dB, nivel de recepción de -15 dBm0, nivel de habla simultánea de -30 dBm0

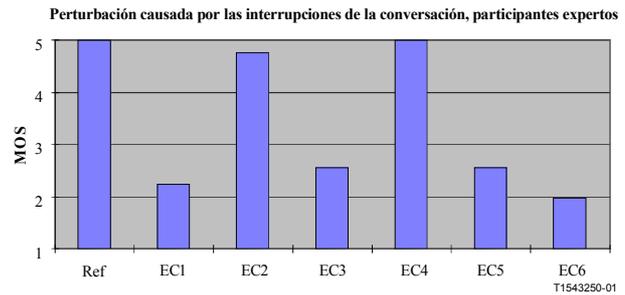


Figura I.19/G.168 – Resultados de las pruebas de escucha solamente, participantes expertos, perturbaciones durante el habla simultánea causadas por las interrupciones de la conversación, nota media de opinión (MOS), ERL de 24 dB, nivel de recepción de -15 dBm0, nivel de habla simultánea de -30 dBm0

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.18. 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.19) 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. La molestia causada por las interrupciones de la conversación es al parecer, y según este resultado, 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.

I.8.5.2 Pruebas subjetivas a fin de evaluar cualitativamente los efectos de los compensadores de eco que no pueden obtenerse a través de medidas objetivas

Se han realizado pruebas subjetivas a fin de evaluar cualitativamente los efectos de los compensadores de 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, 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.9 Directrices sobre la utilización de parámetros para la prueba de compensadores de eco

Las pruebas que se describen en esta Recomendación UIT-T 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.

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

APÉNDICE II

Métodos de medida de las características de los trayectos de eco Y un ejemplo aplicable a la red de Norteamérica

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 de 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 de eco medidos en redes de Norteamérica.

Este apéndice está organizado de la forma siguiente. En la subcláusula II.2 se describe en detalle el procedimiento de medida. En la subcláusula II.3 se describe la señal de medida. El cálculo de la respuesta impulsiva a partir de las mediciones de señales se presenta en la subcláusula II.4. En la subcláusula II.5 se describe cómo se generan las características del trayecto del eco. Esta subcláusula

contiene también las características de trayectos de eco medidos en Norteamérica. Finalmente, la subcláusula II.6 presenta las conclusiones.

II.2 Procedimiento de medida

En la figura II.1 se muestra la típica configuración de una llamada donde $x(k)$ y $y(k)$ 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 $x(k)$ y $y(k)$ para obtener las características del trayecto del eco.

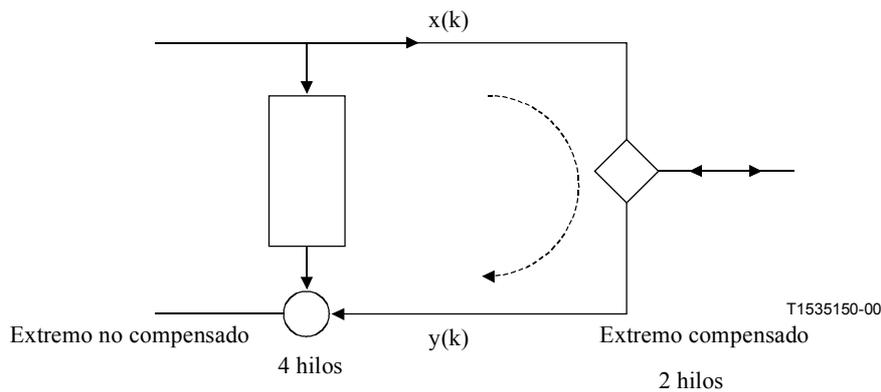


Figura II.1/G.168 – Conexión de una llamada típica

La figura II.2 es el diagrama de bloques de una configuración para la realización de las medidas. El equipo situado al lado izquierdo genera la señal de prueba y registra la señal. El equipo utiliza una conexión a 4 hilos para el envío y recepción de datos. A través de una interfaz T1, el puerto a 4 hilos del equipo se conecta directamente a una central de conmutación (CO, *central office*). A excepción de la sección distante entre la CO y el usuario llamado, todo el trayecto de transmisión es a 4 hilos y no se es previsible encontrar circuitos a 2 hilos.

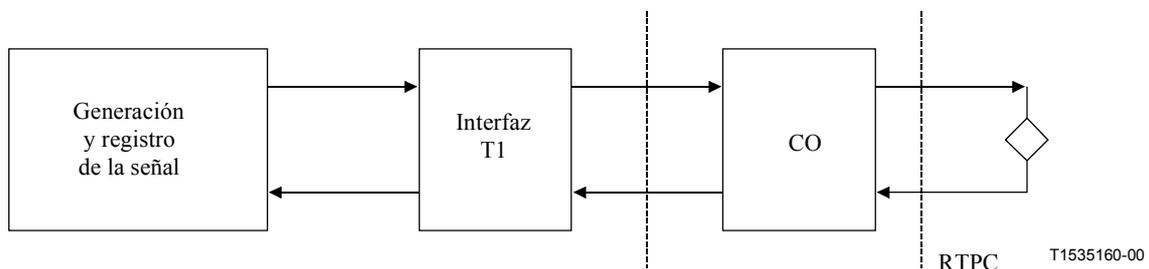


Figura II.2/G.168 – Diagrama de bloques de una configuración de medida

Cuando no esté disponible la interfaz T1, la señal de prueba se puede generar en un punto a 2 hilos. En todo caso, las señales (transmitida y recibida) deben medirse en un punto digital a 4 hilos en el que las señales estén bien definidas (en términos de nivel).

Durante la medida, el equipo marca en primer lugar un número telefónico. Una vez establecida la llamada envía la señal de prueba. La señal de prueba pasa a través de la interfaz T1, la central (CO) y

la RTPC hasta el usuario distante. Parte de la señal transmitida se refleja en forma de eco. La señal transmitida y la señal de eco devuelta se registran en el equipo utilizando un grabador síncrono. Las dos señales registradas son las señales R_{in} y S_{in} de un compensador de eco.

II.3 Señal de prueba

En la figura II.3 se muestra la señal de prueba utilizada en este ejemplo. 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.

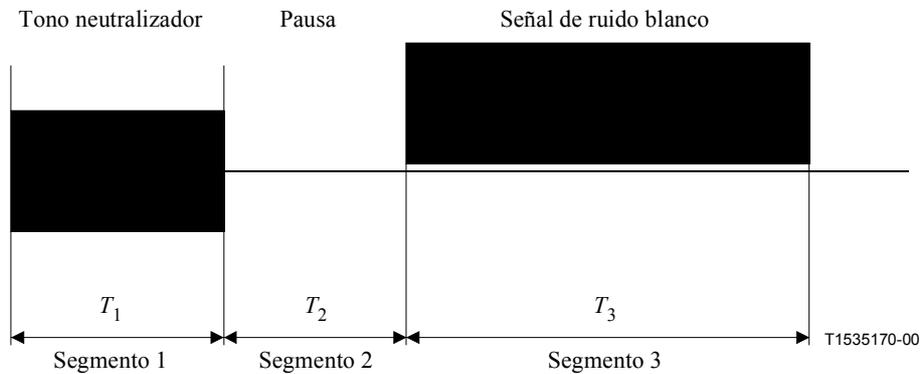


Figura II.3/G.168 – Señal de prueba para la medida del trayecto del eco

II.4 Cálculo de la respuesta impulsiva

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

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

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

y:

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

En notación vectorial,

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

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}° . 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 de 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 que pueda existir convergencia.

II.5 Análisis de las características del trayecto del eco

En esta subcláusula 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. En esta subcláusula también se incluyen los resultados de medidas de trayectos de eco realizadas en Norteamérica.

Antes de analizar las características del trayecto del eco, deben realizarse un postproceso 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 CS especificada en C.3.1/anexo C.

II.5.1 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 de dicha zona debe ser suficientemente amplia como para abarcar toda la reflexión del eco. En las medidas realizadas 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.4 se muestra ese posible truncamiento. Conforme a la figura II.6, la mayor reducción del eco se debe conseguirse para un valor de 0dBm0 para L_{R_m} . 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.

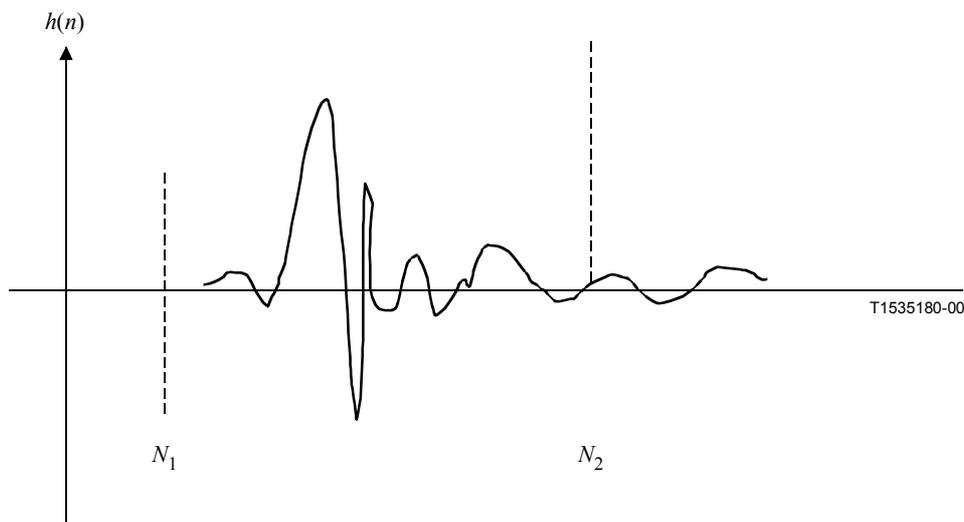


Figura II.4/G.168 – Truncamiento del trayecto de eco para la estimación del tiempo de dispersión

II.5.2 Respuesta en amplitud del trayecto del eco

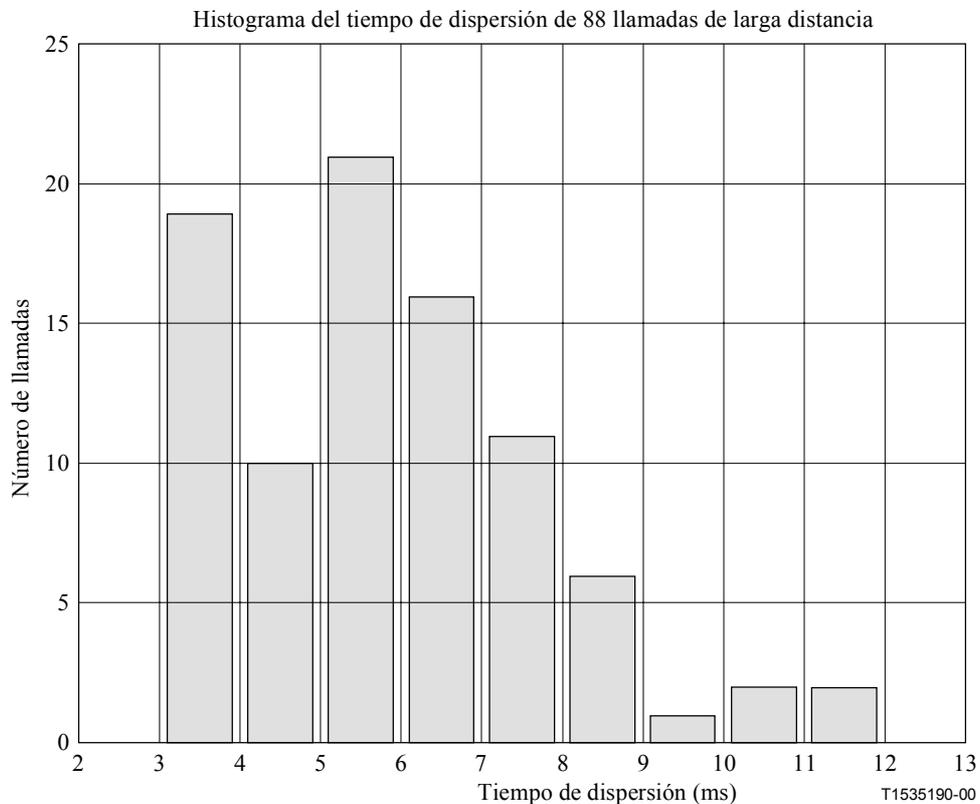
Si bien las respuestas impulsivas del trayecto del eco pueden tener formas muy diversas, es previsible que las características en el dominio de la frecuencia de los trayectos de eco tengan ciertas similitudes. Las características de la respuesta en amplitud del trayecto del eco pueden ser generadas tomando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

II.5.3 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. 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.4. En esta subcláusula se informa de las características del trayecto de eco generadas a partir de dichas medidas del trayecto de eco.

II.5.4.1 Tiempo de dispersión

En la figura II.5 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.5/G.168 – Histograma del tiempo de dispersión para llamadas de larga distancia.
Media = 6,02 ms, desviación típica = 2,26 ms**

II.5.4.2 Respuesta en amplitud del trayecto de eco

La figura II.6 representa la amplitud espectral media de las respuestas impulsivas de 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.

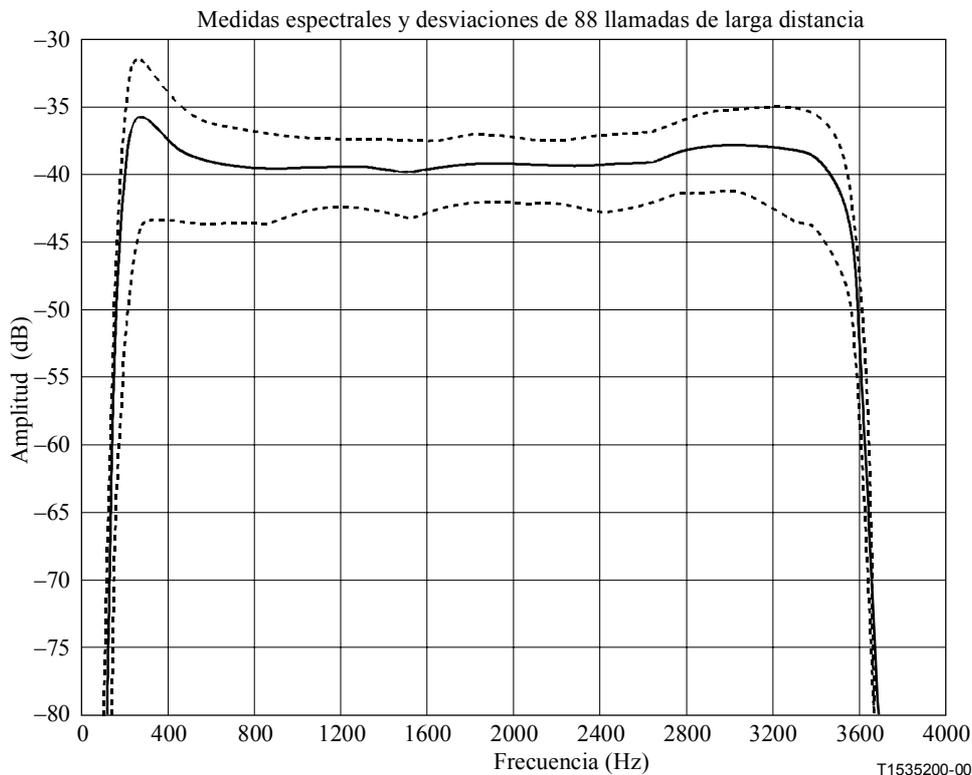


Figura II.6/G.168 – Amplitud espectral de trayectos de eco para llamadas de larga distancia, trayectos de eco normalizados de forma con energía de valor unidad

II.5.4.3 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.6 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. Dichos resultados pueden servir como referencia para el diseño de un trayecto de eco digital para realizar las pruebas de compensadores de eco de esta Recomendación UIT-T. En particular, se han observado las siguientes propiedades importantes de los trayectos de eco:

- El tiempo de dispersión de un trayecto de eco es inferior a 12 ms.
- La respuesta en amplitud del trayecto de 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.

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.

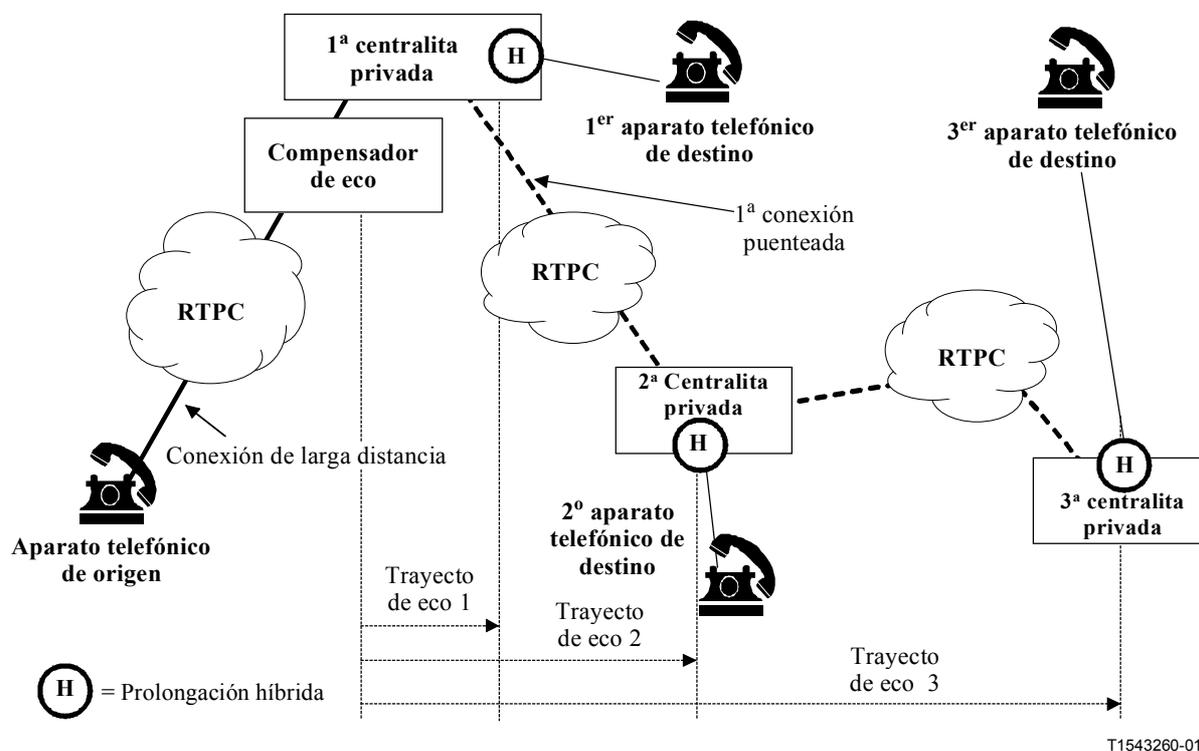


Figura III.1/G.168 – Prolongaciones múltiples en una llamada telefónica puenteadada típica

En la figura III.1, el aparato telefónico de origen inicia una llamada al 1^{er} aparato de destino. El compensador de eco ve la prolongación híbrida asociada con la 1^a centralita privada, ilustrada como trayecto de eco 1. El receptor situado en la 1^a centralita privada efectúa a continuación un puente en el 2^o 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 en un tercer destino, añadiendo otra prolongación híbrida asociada con la de la 3^a 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 esta 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	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsimil 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