



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.165

(03/93)

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS
CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS
INTERNACIONALES**

COMPENSADORES DE ECO

Recomendación UIT-T G.165

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T G.165, revisada por la Comisión de Estudio XV (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1994

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

ÍNDICE

Página

1	Consideraciones generales	1
2	Definiciones relativas a los compensadores de eco.....	3
2.1	compensador de eco; cancelador de eco	3
2.2	atenuación del eco (A_{ECHO}).....	3
2.3	retardo puro (t_p).....	3
2.4	retardo trayecto de eco (cercano); o retardo de extremo (t_d)	4
2.5	compensación (A_{CANC}).....	4
2.6	nivel de eco residual (L_{RES}).....	4
2.7	procesador no lineal (NLP).....	4
2.8	atenuación por procesamiento (o tratamiento) no lineal (A_{NLP}).....	4
2.9	nivel del eco devuelto (L_{RET})	5
2.10	atenuación combinada (A_{COM})	5
2.11	convergencia	5
2.12	tiempo de convergencia	5
2.13	tiempo de fuga	5
3	Características de los compensadores de eco	5
3.1	Consideraciones generales	5
3.2	Finalidad, funcionamiento y campo de aplicación.....	6
3.3	Activación y neutralización externas	8
3.4	Pruebas y requisitos de calidad funcionamiento con señales de entrada aplicadas a los trayectos emisión y recepción	8
4	Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco	16
4.1	Consideraciones generales.....	16
4.2	Características de un neutralizador	16
4.3	Características de la banda de guarda	16
4.4	Características de la banda de mantenimiento de la neutralización.....	17
4.5	Tiempo de funcionamiento	17
4.6	Funcionamiento intempestivo causado por corrientes vocales	17
4.7	Funcionamiento intempestivo causado por señales de datos	17
4.8	Tiempo de liberación	17
4.9	Otras características	17
5	Procesadores no lineales para uso en compensadores de eco.....	17
5.1	Campo de aplicación.....	17
5.2	Principios generales y directrices	18
Anexo A	– Compensadores de eco sin procesadores no lineales	21
Anexo B	– Descripción de un neutralizador por tono de referencia para compensadores de eco	22
B.1	Consideraciones generales.....	22
B.2	Características del neutralizador	22
B.3	Características de la banda de guarda	22
B.4	Característica de la banda para el mantenimiento de la neutralización.....	22
B.5	Tiempo de funcionamiento	22
B.6	Funcionamiento intempestivo debido a corrientes vocales.....	22
B.7	Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos.....	23
B.8	Tiempo de liberación	23

	<i>Página</i>
Anexo C – Descripción de un procesador no lineal de referencia	23
C.1 Consideraciones generales	23
C.2 Umbral de supresión (T_{SUP})	24
C.3 Características estáticas del control de activación	24
C.4 Características dinámicas del control de activación.....	24
C.5 Límites de frecuencia de los trayectos de control	24
C.6 Pruebas.....	24

COMPENSADORES DE ECO

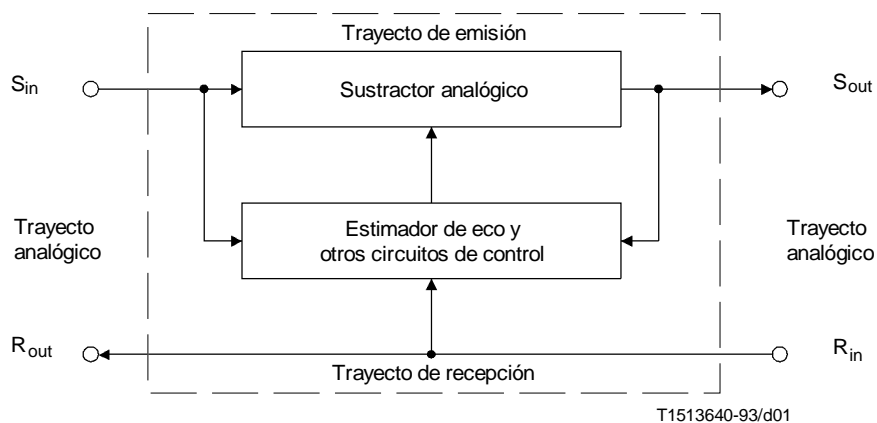
(Ginebra, 1980; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984; Melbourne, 1988 y Helsinki, 1993)

1 Consideraciones generales

1.1 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 curse 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 atendiendo al hecho de que el trayecto de transmisión o la sustracción del eco se efectúan por medios analógicos o digitales (véanse las Figuras 1, 2 y 3).

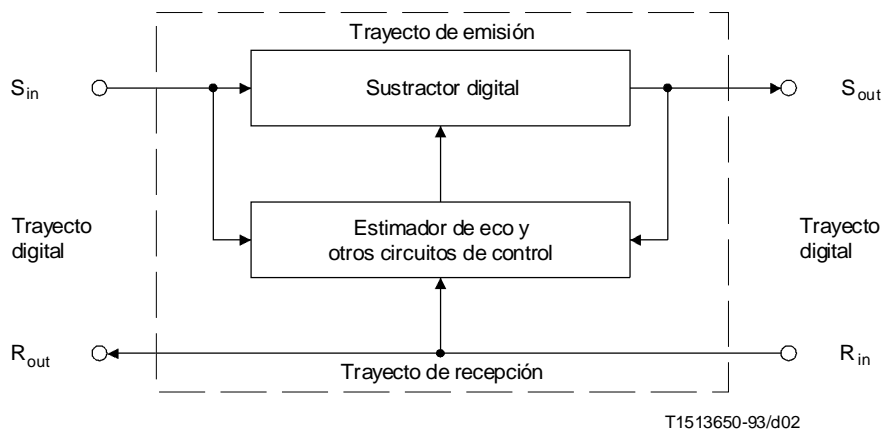
1.2 Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco que utilizan técnicas analógicas o digitales y se destinan a ser utilizados en un circuito internacional. Los compensadores de eco diseñados conforme a esta Recomendación serán compatibles entre sí, así como también con los supresores de eco diseñados de conformidad con la Recomendación G.164. La compatibilidad está definida en 1.4/G.164. Los detalles de diseño no comprendidos en los requisitos quedan a la disposición del proyectista.

Los compensadores de eco se pueden utilizar, para fines distintos del de la protección contra el eco de la red en circuitos internacionales o de telefonía móvil, por ejemplo, en transformadores diferenciales activos a dos hilos/cuatro hilos o repetidores a dos hilos; ahora bien, esta Recomendación no se aplica a tales compensadores de eco.



R_{in} Puerto de entrada recepción (*receive-in*)
 R_{out} Puerto de salida recepción (*receive-out*)
 S_{in} Puerto de entrada emisión (*send-in*)
 S_{out} Puerto de salida emisión (*send-out*)

FIGURA 1/G.165
Compensador de eco tipo A



NOTA – Funcionalmente, la interfaz de un compensador de eco digital (DEC) (*digital echo canceller*) de tipo C es a 64 kbit/s. Sin embargo, se pueden combinar, por ejemplo, 24 ó 30 compensadores de eco digitales, que corresponden respectivamente a los niveles de la jerarquía digital primaria de 1544 kbit/s y 2048 kbit/s.

FIGURA 2/G.165
Compensador de eco tipo C

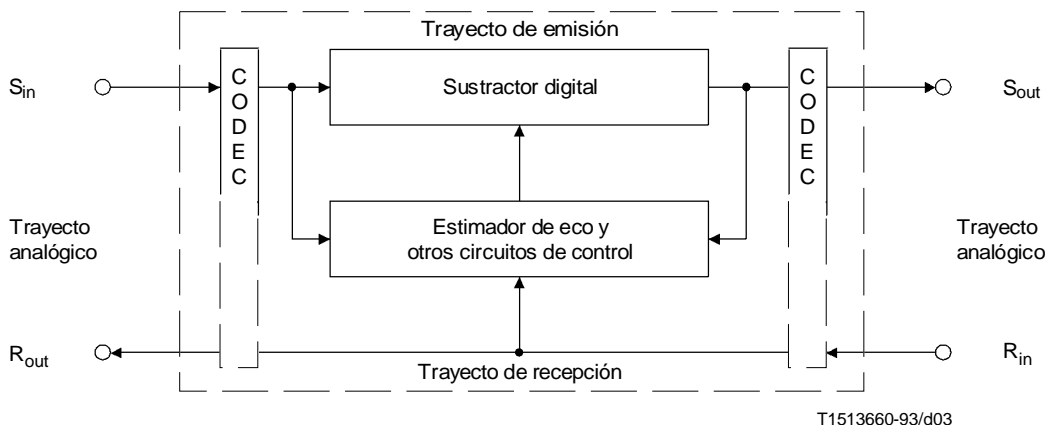


FIGURA 3/G.165
Compensador de eco

1.3 Las pruebas de esta Recomendación se centran en las características de ruido limitado en banda. Los compensadores de eco que pasen estas pruebas podrían no tener no obstante la calidad de funcionamiento deseada para la voz. Se recomienda que los diseñadores y/o usuarios de compensadores de eco se aseguren de una calidad vocal adecuada, como se indica en 3.4.2 de la presente Recomendación.

Además, los compensadores de eco de la red deben también funcionar adecuadamente con muchas señales no vocales como, por ejemplo, datos en banda vocal; este aspecto no se trata en la presente Recomendación. Las pruebas han demostrado que no se puede garantizar que todos los compensadores de eco que pasan las pruebas de la cláusula 3 funcionen correctamente con tráfico de datos en banda vocal, y en particular con señales facsímil de grupo 3. Se están estudiando pruebas adicionales para solucionar este problema, pero se recomienda que los diseñadores y/o usuarios de compensadores de eco se aseguren de una calidad de funcionamiento adecuada con datos en banda vocal, además de los requisitos de las pruebas de la cláusula 3.

2 Definiciones relativas a los compensadores de eco¹⁾

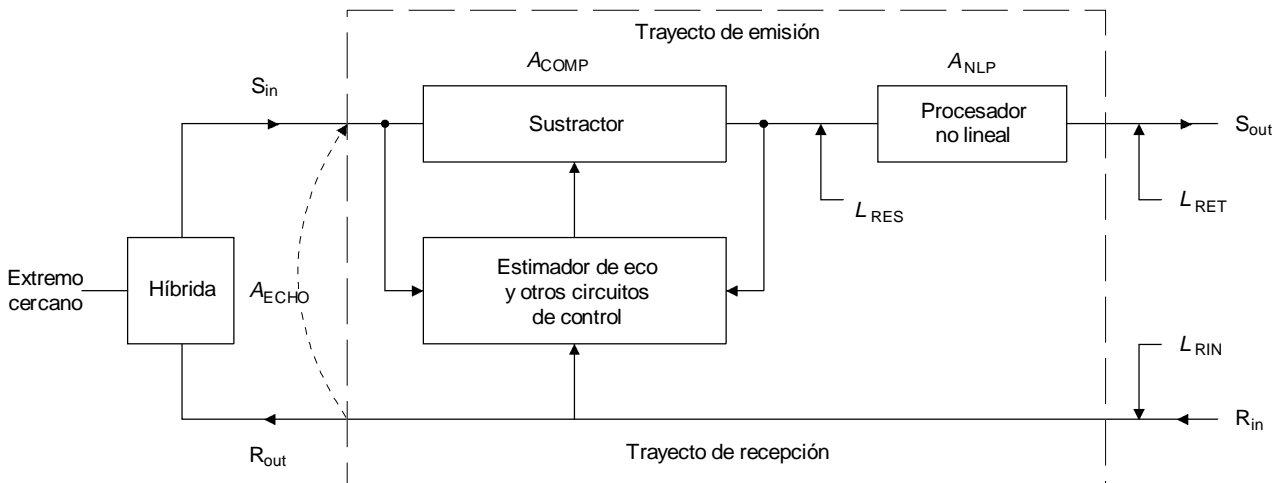
En las definiciones y el texto, L denotará el nivel relativo de potencia de una señal expresado en dBm0 y A denotará la atenuación o pérdida en el trayecto de una señal, expresada en dB.

2.1 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 4).



T1513670-93/d04

FIGURA 4/G.165
Compensador de eco

2.2 atenuación del eco (A_{ECHO})

E: echo loss (A_{ECHO})

F: affaiblissement d'écho (A_{ECHO})

Atenuación de una señal desde el puerto de salida recepción (R_{out}) hasta el puerto de entrada emisión (S_{in}) de un compensador de eco, debido a la pérdida de transmisión y en la híbrida, es decir, la atenuación en el trayecto del eco (eco cercano).

NOTA – Esta definición no concuerda exactamente con la que figura en 2.2/G.122, que se aplica a la atenuación del trayecto $a-t-b$ vista desde el extremo virtual del circuito internacional. El compensador de eco puede estar situado más próximo al punto de reflexión del eco.

2.3 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 (eco cercano). En este caso se supone que el tiempo de tránsito a través de la híbrida es nulo.

¹⁾ Al formular estas definiciones se ha partido del supuesto que no se encuentren procesos alineales en el trayecto de eco (cercano), y que la única señal presente en S_{in} es la debida al eco.

2.4 retardo trayecto de eco (cercano); o retardo de extremo (t_d)

E: (near-end) echo path or end delay (t_d)

F: retard de trajet d'écho (proche), ou retard d'extrémité (t_d)

Suma del retardo puro (t_r) y el tiempo de dispersión. El tiempo de dispersión es el tiempo necesario para incluir los efectos de la limitación de banda, las reflexiones múltiples y el tránsito por la híbrida (ilustración en la Figura 5). Cabe observar que esta definición supone un trayecto de eco único. Si hay varios trayectos de eco, el retardo global del trayecto de eco es el valor máximo de cada uno de los retardos de trayecto de eco. Como el tiempo de dispersión varía en función de las diversas redes nacionales, la capacidad de retardo de trayecto de eco del compensador viene dada por esta definición. [Con una frecuencia de muestreo de 8 kHz y una versión FIR (respuesta de impulso limitado) de compensador de eco, el número de derivaciones del compensador de eco para un determinado valor de t_d en milisegundos es igual a 8 veces t_d].

2.5 compensación (A_{CANC})

E: cancellation (A_{CANC})

F: annulation (A_{CANC})

Atenuación de la señal de eco al pasar por el trayecto emisión de un compensador de eco. Esta definición excluye específicamente todo tratamiento no lineal de salida del compensador para proporcionar una atenuación mayor.

2.6 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 N_{Rin} de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$L_{RES} = N_{Rin} - A_{ECO} - A_{CANC}$$

No se incluyen eventuales tratamientos no lineales.

2.7 procesador no lineal (NLP)

E: nonlinear processor (NLP)

F: processeur non linéaire (NLP)

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

- se suprimen las señales detectadas con un nivel inferior al umbral, y
- se dejan pasar las señales detectadas con un nivel superior al umbral, aunque éstas pudieran ser distorsionadas.

NOTAS

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

2.8 atenuación por procesamiento (o tratamiento) no lineal (A_{NLP})

E: nonlinear processing loss (A_{NLP})

F: affaiblissement par 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 – En un orden estricto, 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 inteligente de A_{NLP} resulta útil.

2.9 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 N_{Rin} por la fórmula:

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

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

2.10 atenuación combinada (A_{COM})

E: combined loss (A_{COM})

F: affaiblissement combiné (A_{COM})

La suma de la atenuación del eco, la atenuación por compensación y la atenuación por tratamiento no lineal (si existiera). Esta atenuación permite establecer la siguiente relación entre L_{Rin} y L_{RET} .

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

2.11 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.

2.12 tiempo de convergencia

E: convergence time

F: temps de convergence

Para un determinado trayecto de eco, 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.

2.13 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 de trayecto de eco en el compensador de eco cambia, de modo que, cuando se aplica una señal de prueba al puerto de entrada recepción 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 Características de los compensadores de eco

3.1 Consideraciones generales

Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco. Se supone que los compensadores de eco son «semicomensadores de eco», es decir, que la compensación sólo se produce en el trayecto emisión como consecuencia de señales presentes en el trayecto recepción.

3.2 Finalidad, funcionamiento y campo de aplicación

En un circuito telefónico cualquiera a dos hilos, o mixto a dos hilos y cuatro hilos, el eco es causado por desequilibrios de impedancia. Puede emplearse un compensador de eco para reducir el eco a niveles admisibles.

El eco presente en el puerto de entrada emisión de un compensador de eco es una reproducción deformada y retardada de la señal vocal procedente del extremo distante, es decir, el eco es la señal vocal entrante modificada por el trayecto de eco. El trayecto de eco se describe corrientemente por su respuesta impulsional (véase la Figura 5). Esta respuesta de un trayecto de eco típico muestra la señal afectada por un retardo t_r , debido a los retardos propios de los medios de transmisión que forman el trayecto de eco, y una dispersión debida a la limitación de la banda de frecuencias y a las reflexiones múltiples. Su suma representa el retardo del trayecto de eco, t_d . Los valores del retardo y la dispersión variarán según las propiedades de los trayectos de eco, es decir, pueden ser diferentes en las distintas redes nacionales. Obsérvese que en el trayecto de eco puede haber más de una fuente de eco; existen numerosas configuraciones de red en las cuales se producen múltiples conversiones de dos hilos a cuatro hilos en el trayecto final de un compensador de eco.)

Se supone que los trayectos de eco son esencialmente lineales y no varían de forma continua en función del tiempo²⁾, es decir, no presentan fluctuaciones de fase (véase la Recomendación G.164). La calidad de funcionamiento del compensador de eco depende esencialmente de la linealidad del trayecto de eco entre R_{out} y S_{in} (véase la Figura 4). Una señal con recorte de cresta, presentada en R_{in} , causará una degradación mínima de la calidad de funcionamiento del compensador. Esto se debe a que se presentan señales con recorte de cresta idénticas al estimador de eco y al trayecto de eco real. Si se produce recorte de cresta únicamente en la derivación hacia el estimador de eco o en el trayecto de eco real, la diferencia entre ambas señales degrada la calidad de funcionamiento del compensador. Esto se debe a que el procesamiento lineal empleado en el compensador no puede establecer un modelo que represente con precisión la no linealidad introducida por el recorte de cresta.

El trayecto de eco puede comprender enlaces analógicos y digitales. Los enlaces digitales introducen un nivel de recorte de cresta que en la Recomendación G.711 se define como el nivel de la cresta de una onda sinusoidal de +3,1 dBm0. La aplicación del nivel de recorte a la señal en el puerto de entrada recepción R_{in} , antes del punto de ramificación interno hacia el estimador de eco, reduce al mínimo la degradación de la calidad de funcionamiento del compensador para señales de alto nivel.

Además, probablemente la atenuación del trayecto de eco en dB (véase 2.2) tendrá un valor tal que la atenuación mínima desde el puerto de salida recepción R_{out} al puerto de entrada emisión S_{in} del supresor de eco será igual a la diferencia entre los niveles relativos de estos dos puertos más 6 dB. Los compensadores de eco construidos conforme a esta Recomendación funcionarán debidamente para una atenuación de eco (A_{ECHO}) de 6 dB o mayor. Para una A_{ECHO} de menos de 6 dB, los compensadores de eco podrán todavía funcionar, pero con una degradación de la calidad de funcionamiento. No es posible cuantificar tal degradación.

Un compensador de eco deberá poder sintetizar una reproducción de la respuesta impulsional del trayecto de eco. Muchos compensadores de eco modelan el trayecto de eco mediante datos tomados por muestreo a la velocidad de Nyquist (8000 Hz). Para que este compensador de eco pueda funcionar debidamente deberá tener una memoria con capacidad suficiente para almacenar el número requerido de muestras³⁾. La cuestión típica es la siguiente: si el número de elementos de almacenamiento es insuficiente, no será posible obtener una síntesis correcta de todos los trayectos de eco; si, por el contrario, el número de elementos de almacenamiento es demasiado elevado, se producirá un ruido adicional no deseado, como consecuencia de los elementos no utilizados que, debido al ruido introducido por el proceso de estimación, generalmente no tienen valor cero. Debe señalarse que un compensador de eco introduce un trayecto de eco paralelo adicional. Si la diferencia entre las respuestas impulsionales del modelo de trayecto de eco y del trayecto de eco propiamente dicho alcanza cierta magnitud, el eco total devuelto puede ser mayor que el debido al trayecto de eco solamente.

Los trayectos de eco cambian cuando el compensador de eco se utiliza en conexiones sucesivas. Cuando la señal vocal llega por primera vez a R_{in} , el compensador de eco deberá adaptarse o converger al nuevo trayecto de eco, y es conveniente que esto se efectúe en un lapso relativamente corto, por ejemplo de aproximadamente medio segundo. Asimismo, el eco residual deberá ser pequeño, independientemente del nivel de la señal vocal en recepción y de las características del trayecto de eco. Algunas Administraciones consideran que puede admitirse un nivel de eco residual ligeramente superior, siempre que sea objeto de una reducción adicional, mediante un tratamiento no lineal de poca magnitud (véase 5).

²⁾ Es posible que los compensadores de eco construidos específicamente para trayectos de eco no lineales y/o dependientes del tiempo sean mucho más complejos. Se estima que la información disponible es insuficiente para incluir tales compensadores de eco en esta Recomendación. Los compensadores de eco conformes a esta Recomendación son adaptativos y tendrán en cuenta los trayectos de eco que presentan variaciones lentas cuando sólo está presente una señal en el sentido recepción.

³⁾ Se han efectuado con éxito demostraciones de compensadores de eco con capacidades de memoria de 8 ms a 64 ms. El máximo retardo de eco, t_d admisible en la red en que se emplea el compensador de eco determinará la capacidad de memoria necesaria.

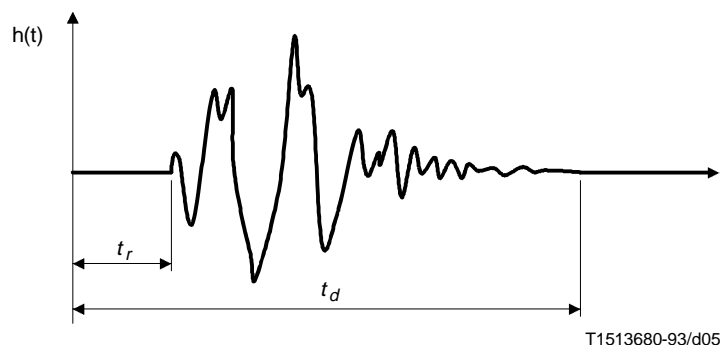


FIGURA 5/G.165

Ejemplo de respuesta impulsional de un trayecto de eco

Cuando el abonado local comienza a hablar al tiempo que recibe aún señales vocales («habla simultánea»), el compensador de eco puede interpretar la señal en emisión como un nuevo eco y tratar de adaptarse al mismo. Esto puede degradar considerablemente la calidad subjetiva de la conexión. No sólo se reduce la compensación del eco, sino que puede producirse la distorsión de las señales vocales en habla simultánea al tratar el compensador de eco de adaptarse dinámicamente. Para resolver esta situación se suelen emplear dos métodos. El primero consiste en utilizar un algoritmo que causa una adaptación lenta durante los periodos de habla simultánea. El segundo procedimiento se basa en el empleo de un detector de habla simultánea, similar al utilizado en los supresores de eco. Sin embargo, el detector de habla simultánea del compensador de eco, deberá, en general, favorecer la intervención incluso a riesgo de que se produzca un funcionamiento intempestivo como consecuencia de la recepción de un eco. En esto difiere del detector de habla simultánea en un supresor de eco.

Por tanto, los compensadores de eco habrán de satisfacer los siguientes requisitos fundamentales:

- 1) tener una convergencia rápida;
- 2) tener un bajo nivel de eco devuelto en monólogo;
- 3) tener una divergencia pequeña en habla simultánea.

Los compensadores de eco también pueden permanecer activos con varias señales no vocales, y en particular con las señales facsímil de grupo 3. Como se observa en 1.3, se necesitan pruebas para determinar la calidad de funcionamiento adecuada, pero no se han definido. La prueba 10 de 3.4.2.10 subsanará eventualmente esta carencia.

Es cada vez más común el funcionamiento de compensadores de eco en tándem, especialmente en aplicaciones celulares. Las pruebas para determinar si su funcionamiento es adecuado no están definidas. Se está estudiando con tal fin la prueba 11 de 3.4.2.11.

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 N.º 6 y N.º 7 del CCITT (véase la Nota 2). Si un compensador de eco conforme a la presente Recomendación está situado en el lado internacional de un circuito con señalización N.º 6 o N.º 7 del CCITT, y no es neutralizado externamente por la central, no perturbará el retorno del tono de prueba de continuidad si pasa las pruebas optativas N.º 6 y N.º 7 de la presente Recomendación. De modo similar, si un compensador de eco conforme a la presente Recomendación está situado en el lado internacional de unidades de señalización N.º 5 del CCITT y no es neutralizado por la central, no perturbará el intercambio de señalización de línea con secuencia continuamente obligada si pasa las pruebas optativas N.º 6 y N.º 7 de la presente Recomendación.

NOTAS

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

2 La Recomendación Q.271 sobre el Sistema de Señalización N.º 6 del CCITT y la Recomendación Q.724 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».

3.3 Activación y neutralización externas

Conviene que los compensadores de eco de tipo A y D posean una interfaz que pueda ser activada o neutralizada por una puesta a tierra exterior, derivada del circuito interurbano y controlada por la central o centro de conmutación internacional (ISC) correspondiente. Este dispositivo debe permitir o impedir, según el caso, el funcionamiento normal del compensador de eco. Ciertos compensadores de eco de tipo C pueden ser neutralizados directamente por una señal digital. Los compensadores de eco de tipo C deben mantener la integridad de la secuencia de bits a 64 kbit/s (es decir que, si la conversión de ley A a ley μ está integrada, será también neutralizada) en el estado externamente desactivado.

3.4 Pruebas y requisitos de calidad funcionamiento con señales de entrada aplicadas a los trayectos emisión y recepción

3.4.1 Calidad de transmisión

Salvo en lo que seguidamente se indica, se aplicarán a los compensadores de eco las disposiciones apropiadas sobre calidad de transmisión de la Recomendación G.164.

3.4.1.1 Distorsión por retardo – Tipo A

La distorsión por retardo con respecto al retardo mínimo no excederá de los valores que se indican en el Cuadro 1.

CUADRO 1/G.165

Banda de frecuencias (Hz)	Distorsión por retardo (μ s)
500 a 600	300
600 a 1000	150
1000 a 2600	50
2600 a 3000	250

3.4.1.2 Distorsión de atenuación – Tipo A

La distorsión de atenuación será tal que, si Q dB es la atenuación a 800 Hz (o 1000 Hz) la atenuación a cualquier frecuencia de la banda de 300 a 3400 Hz estará comprendida entre $(Q + 0,5)$ dB y $(Q - 0,2)$ dB, y a 200 Hz, estará comprendida entre $(Q + 1,0)$ dB y $(Q - 0,2)$ dB.

3.4.1.3 Retardo de grupo – Tipo C

El retardo de grupo en el trayecto emisión debe mantenerse lo más reducido posible y no debe exceder de 1ms. 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 del eco. Si es necesario un retardo para sincronizar los trayectos de emisión y recepción digitales, el retardo admisible global en el trayecto emisión (incluido el retardo de grupo antes citado), no debe exceder de 1ms, y en el trayecto recepción, de 250 μ s.

3.4.1.4 Retardo de grupo – Tipo D

Los retardes de grupo en los trayectos emisión y recepción cumplirán los requisitos de 3.4.1.3 para los compensadores de eco tipo C, con la adición del retardo permitido para los codecs, indicado en la Recomendación G.712.

3.4.1.5 Sobrecarga – Tipos A y D

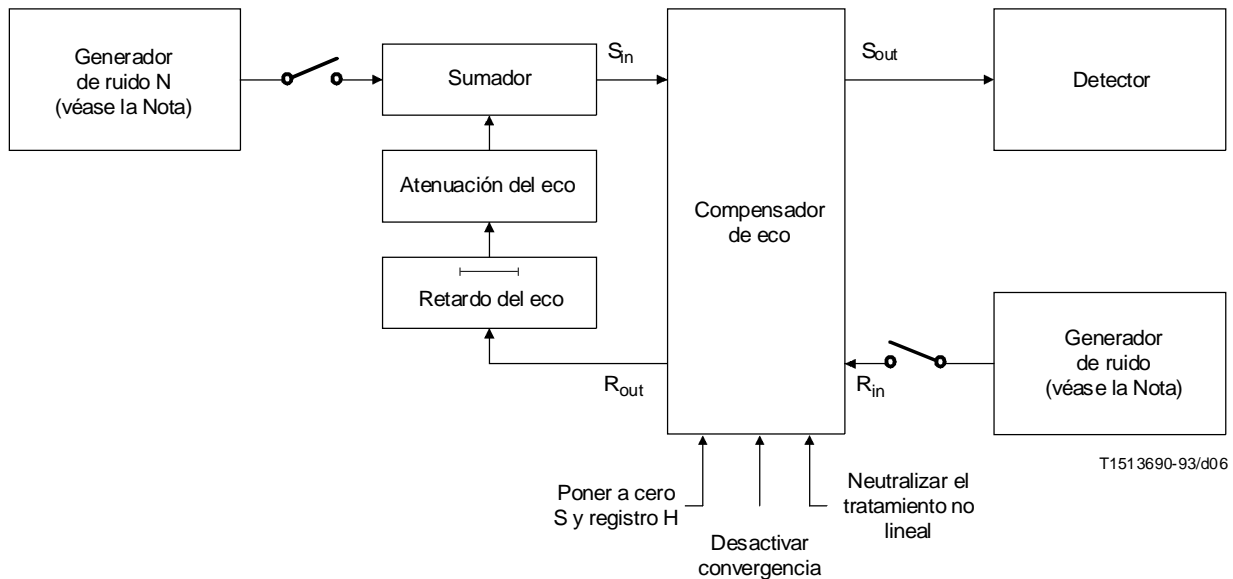
La atenuación de inserción de una onda sinusoidal de 1004 Hz no aumentará más de 0,1 dB con niveles de 0 a +3,1 dBm0. Para las señales en R_{in} cuyas crestas sean superiores a las crestas de una onda sinusoidal de +3,1 dBm0, las señales de cresta en R_{out} no cambiarán al aumentar la señal en R_{in} por encima de +3,1 dBm0. De modo similar, la señal de cresta en la entrada del estimador de eco, con una onda sinusoidal de +3,1 dBm0 en R_{in} , no cambiará cuando la señal en R_{in} aumente por encima de +3,1 dBm0.

3.4.2 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 (véase el Anexo A para los compensadores de eco no provistos de procesadores no lineales).

En las pruebas se ha supuesto que el procesador no lineal puede neutralizarse, que el dispositivo para la memoria de la respuesta impulsiva del trayecto de eco (registro H) puede liberarse (ponerse a cero) y que se puede 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 la Figura 6. Se supone que los puertos son puntos de igual nivel relativo. Como señal de prueba en la entrada recepción se empleó ruido blanco limitado en banda. La atenuación del eco es independiente de la frecuencia.



T1513690-93/d06

NOTA – Los requisitos estipulados en 3.4.2 se basan en la utilización de ruido blanco limitado en banda (300-3400 Hz) como señal de prueba. Puede utilizarse también ruido conformado según la Recomendación G.227. Sin embargo, las posibilidades de aplicación de los requisitos de 3.4.2 deben confirmarse y se encuentran en estudio.

Quedan también en estudio la utilización de otras señales de prueba más representativas de la palabra real, y posibles modificaciones de los procedimientos y requisitos de las pruebas.

FIGURA 6/G.165

Prueba de funcionamiento de los compensadores de eco

El compensador de eco tiene por finalidad principal controlar el eco de una señal vocal. Esto 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 vocal de entrada. Dada la dificultad de definir una señal vocal de prueba, las descritas a continuación son pruebas tipo y se basan en la utilización de una señal de prueba de ruido limitado en banda, esencialmente por razones de conveniencia y posibilidad de repetición de las medidas. Estas pruebas sólo se realizarían en un compensador de eco después que se haya comprobado que sintetiza debidamente una reproducción de la respuesta impulsional del trayecto de eco a partir de una señal vocal de entrada y su eco correspondiente. Estas señales no se utilizan en las pruebas descritas en esta subcláusula. 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 y el contraste de ruido de fondo (véase la prueba 9 descrita más adelante en la presente Recomendación). Quedan en estudio pruebas para asegurar un funcionamiento correcto.

3.4.2.1 Prueba N.º 1 – Prueba de los niveles del eco residual y del eco devuelto en régimen permanente

Esta prueba tiene por objeto verificar 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.

Después de liberar inicialmente el registro H, se aplica una señal en recepción durante un plazo suficiente para que el compensador converja y produzca un nivel de eco residual en régimen permanente.

Requisito (provisional)

Con el registro H inicialmente puesto a cero y el procesador no lineal neutralizado, para todo valor del nivel de la señal en la entrada recepción tal que $-30 \text{ dBm0} \leq L_{Rin} \leq 0 \text{ dBm0}$ y para todos los valores de atenuación de eco $\geq 6 \text{ dB}$ y de retardo de trayecto de eco, $t_d \leq \Delta \text{ ms}^4$, el nivel de eco residual debe ser igual al indicado en la Figura 7 (Queda en estudio la extensión de la plantilla de L_{Rin} entre -10 dBm0 y 0 dBm0 .) Cuando el procesador no lineal está desactivado, el nivel del eco devuelto será inferior a -65 dBm0 para todos los valores de L_{Rin} entre -30 dBm0 y 0 dBm0 .

NOTA – La Recomendación G.113 permite hasta cinco códecs MIC en el trayecto de eco. No se ha verificado que, en estas condiciones, se cumplan los requisitos de la Figura 7. Este aspecto queda en estudio.

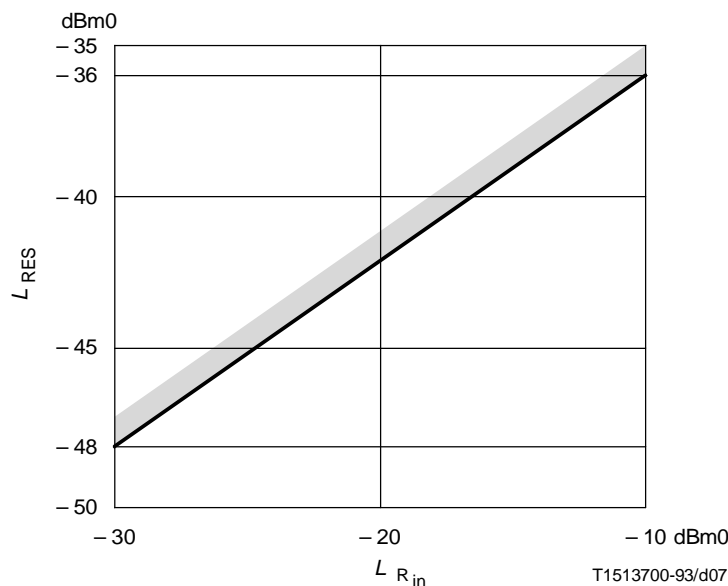


FIGURA 7/G.165

4) Se pueden construir diferentes compensadores de eco a fin de que funcionen satisfactoriamente con diferentes retardos del trayecto de eco, según las distintas redes en que se aplique. Así pues, en el contexto de esta Recomendación, Δ representa el retardo del trayecto de eco, t_d para el que se ha diseñado el compensador de eco.

3.4.2.2 Prueba N.º 2 – Prueba de convergencia

Esta prueba tiene por objeto verificar que el compensador de eco converge rápidamente para todas las combinaciones de niveles de la señal de entrada y trayectos de eco, y que el nivel del eco devuelto es suficientemente bajo. Inicialmente, se libera el registro H y se desactiva la adaptación. El detector de habla simultánea, de haberlo, se pone en el modo habla simultánea, para lo cual se aplican señales a S_{in} y R_{in} . Se quita entonces la señal de S_{in} y simultáneamente se activa la adaptación. El grado de adaptación, medido por el nivel del eco devuelto, depende de las características de convergencia del compensador de eco y del tiempo de bloqueo para la detección del habla simultánea.

El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y desactivar la adaptación. Se aplica la señal N con un nivel de -10 dBm0 en R_{in} . Se suprime la señal N y, simultáneamente, se activa la adaptación (véase la Figura 8). Transcurrido un intervalo de 500 ms, se desactiva la adaptación y se mide el nivel del eco devuelto. El procesador no lineal debe estar activado.

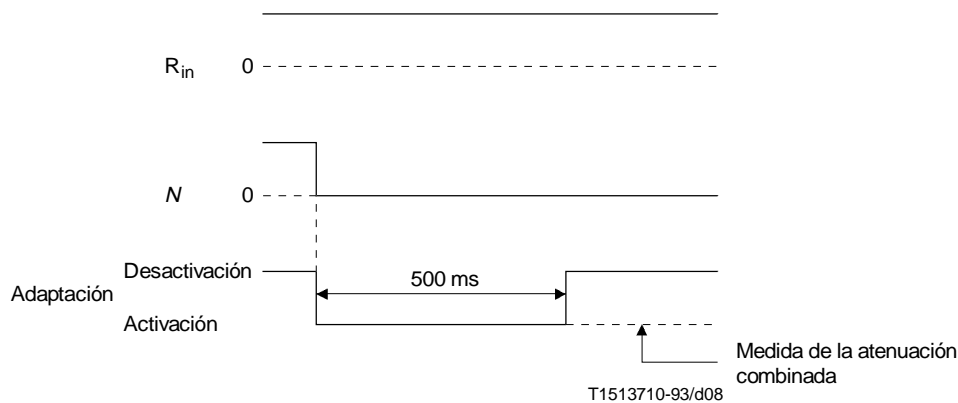


FIGURA 8/G.165

Requisito

Con el registro H puesto inicialmente a cero, para todos los valores de la gama -30 dBm0 $\leq L_{Rin} \leq 0$ dBm0 aplicados durante 500 ms, y para todos los niveles de atenuación del eco ≥ 6 dB y un retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta$ ms la atenuación combinada ($A_{COMB} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$) deberá ser ≥ 27 dB.

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

Las dos partes de esta prueba tienen por finalidad verificar la idoneidad del método elegido para asegurar un funcionamiento del compensador en distintas condiciones de habla simultánea. En estas pruebas se ha partido del supuesto de que, una vez detectada el habla simultánea, se toman medidas para impedir la adaptación o reducir su velocidad a fin de evitar una reducción excesiva de la compensación.

3.4.2.3.1 La prueba N.º 3a tiene por objeto verificar que la sensibilidad de la detección de habla simultánea no sea tan alta el eco y una señal vocal de bajo nivel procedente del extremo cercano provoquen un funcionamiento indebido del detector de habla simultánea hasta el punto de que no se produzca la adaptación. El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y aplicar en R_{in} , una señal, para cierto valor de retardo de eco y de atenuación del eco. Simultáneamente (véase la Figura 9), se aplica en S_{in} una señal interferente de nivel suficientemente bajo para no afectar considerablemente la capacidad del compensador de eco para converger. Esta señal no debe poner en funcionamiento el detector de habla simultánea, y deben producirse la adaptación y la compensación. Transcurrido un intervalo de 1 s, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual. El procesador no lineal, deberá *desactivarse*.

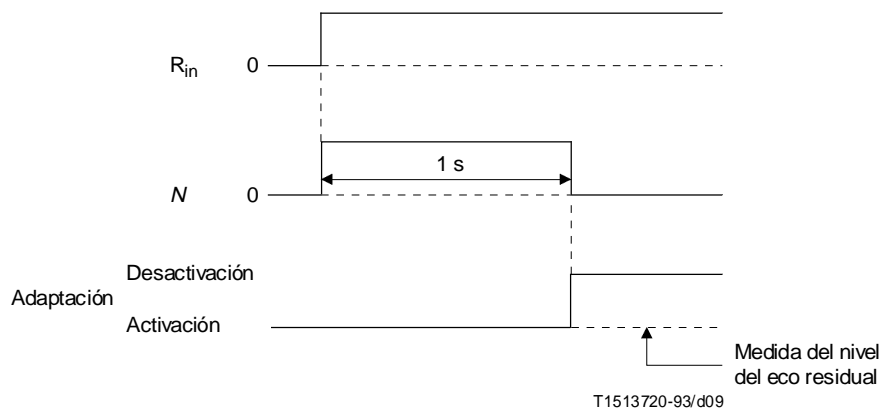


FIGURA 9/G.165

Requisito

Con registro H puesto inicialmente a cero para todos los valores de la gama $-25 \text{ dBm0} \leq L_{Rin} \leq -10 \text{ dBm0}$, $N = L_{Rin} - 15 \text{ dB}$, $A_{ECHO} \geq 6 \text{ dB}$ y un retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta \text{ ms}$, la convergencia debe producirse en el plazo de 1,0 s y L_{RES} ha de ser $\leq N$.

3.4.2.3.2 La prueba N.º 3b tiene por objeto asegurarse de que el detector de habla simultánea es lo suficientemente sensible y funciona con la suficiente rapidez para que no se produzca una gran divergencia durante el habla simultánea.

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar la plena convergencia al compensador de eco para un trayecto de eco determinado. Se aplica entonces una señal en R_{in} . Simultáneamente (véase la Figura 10), se aplica en S_{in} una señal N de nivel por lo menos igual al de la de R_{in} . Esto hará que funcione el detector de habla simultánea. Transcurrido cierto tiempo, $\delta t > 0$, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual. El procesador no lineal deberá *desactivarse*.

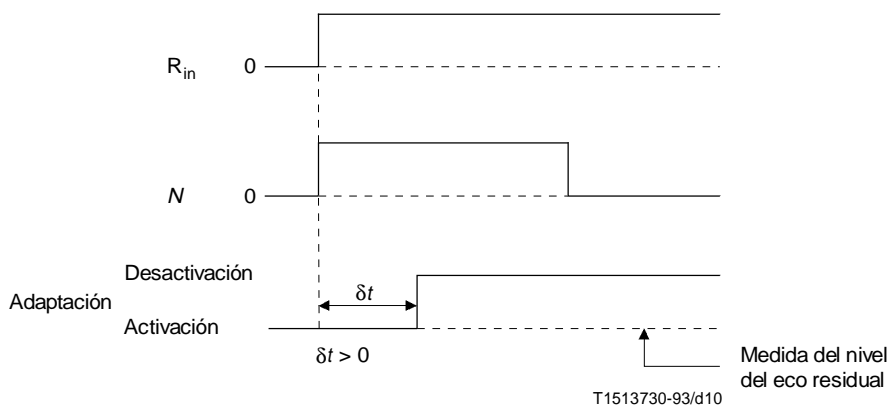


FIGURA 10/G.165

Requisito

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de la gama $-10 \text{ dBm0} \geq L_{Rin} \geq -30 \text{ dBm0}$, y para todos los valores de $N \geq L_{Rin}$, y para todos los valores de atenuación de eco $\geq 6 \text{ dB}$ y de retardo del trayecto de eco, $t_d \leq \Delta \text{ ms}$, el nivel del eco residual, después de la aplicación simultánea de L_{Rin} y N durante cualquier periodo de tiempo, no deberá exceder en más de 10 dB los requisitos de la prueba N.º 1 para el régimen permanente.

3.4.2.4 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 hacer alcanzar la plena convergencia al compensador de eco 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 un señal a R_{in} y se mide el eco residual (véase la Figura 11). Si durante el funcionamiento normal se utiliza un procesador no lineal, deberá *desactivarse*.

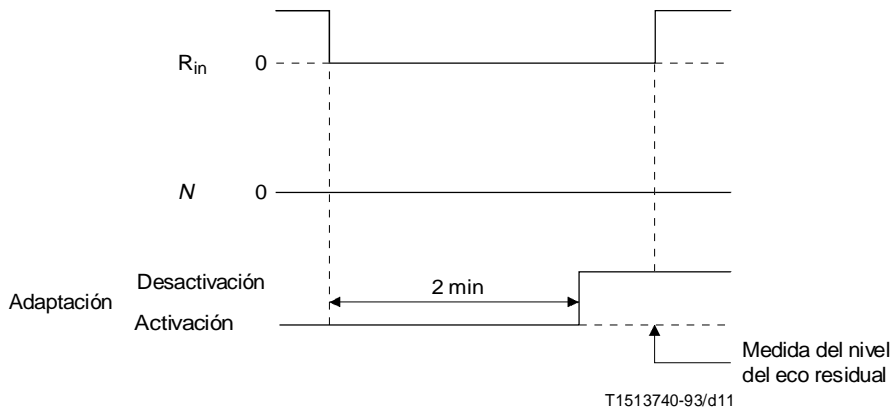


FIGURA 11/G.165

Requisito

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de L_{Rin} tales como $-30 \text{ dBm0} \leq L_{Rin} \leq -10 \text{ dBm0}$, 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.

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

Esta prueba está destinada a verificar 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 de trayecto de eco, correspondiente a una conexión anterior o a la conexión en curso, y se interrumpe el trayecto del eco (desaparece el eco de circuito) y mientras está presente una señal en R_{in} .

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar al compensador de eco la plena convergencia para un trayecto de eco determinado. Seguidamente se interrumpe el trayecto del eco mientras se aplica una señal en R_{in} . Transcurridos 500 ms después de interrumpido el trayecto de eco, se mide la señal de eco devuelto en S_{out} (véase la Figura 12). El procesador no lineal deberá *desactivarse*.

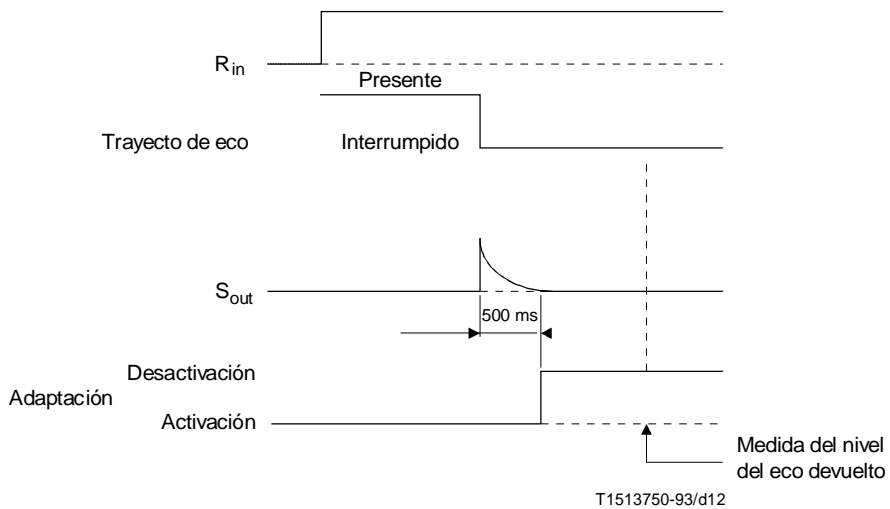


FIGURA 12/G.165

Requisito (provisional)

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de atenuación del eco ≥ 6 dB, y para todos los valores de L_{Rin} tales que ≥ -30 dBm0 y ≤ -10 dBm0, el nivel del eco devuelto en S_{out} , transcurridos 500 ms después de interrumpido el trayecto de eco, debe ser ≤ -37 dBm0.

3.4.2.6 Prueba N.º 6 – No divergencia con señales de banda estrecha (optativo)

Esta prueba tiene por objeto verificar que el compensador de eco permanece estable en presencia de señales de banda estrecha. 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 que el compensador de eco converja completamente, como en la Prueba N.º 1. Después se aplica una señal mono o bifrecuencia en R_{in} . Transcurridos tres minutos se neutraliza la adaptación y se mide el eco devuelto. El procesador no lineal debe desactivarse durante esta prueba.

Requisito

Con el compensador de eco en plena convergencia, primero como en la Prueba N.º 1 y después tras la aplicación en R_{in} durante tres minutos de una señal mono o bifrecuencia ($f_1 + f_2$ con $|f_1 - f_2| \geq 170$ Hz) tal que $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 y ≥ -10 dBm0 y para todos los valores de atenuación de retorno de eco ≥ 6 dB y un retardo del trayecto de eco $t_d \leq$ a la capacidad del trayecto de prolongación, el nivel de eco residual debe ser inferior o igual al indicado en la Figura 7.

3.4.2.7 Prueba N.º 7 – No convergencia con señales mono o bifrecuencia de un protocolo de toma de contacto (optativa)

Los compensadores de eco que no son neutralizados de manera externa, situados en el lado de línea de los sistemas de señalización N.º 5, 6 y 7 en centrales internacionales o asociados con centrales nacionales, deben funcionar de manera adecuada en presencia de tonos de señalización. Esta prueba sirve para verificar que los compensadores de eco no descarten una señal mono o bifrecuencia transmitida en un protocolo de toma de contacto en el sentido de emisión antes o después de recibir una señal idéntica (salvo el nivel y la fase) en el sentido de recepción. El objetivo es conseguir que ciertos tonos de señalización puedan transmitirse correctamente sin que neutralicen externamente los compensadores de eco.

Requisito

Con el compensador de eco inicialmente en cualquier estado de convergencia (para simplificar puede elegirse el estado de plena convergencia con una atenuación de retorno de eco de 6 dB), el nivel de una señal mono o bifrecuencia ($f_1 + f_2$ con $|f_1 - f_2| \geq 170$ Hz) aplicada en el puerto de entrada emisión menos de 90 ms antes o después de haber aplicado la misma señal (salvo el nivel y la fase) en el puerto de entrada recepción, no debe variar más de 2 dB con respecto al nivel nominal de la señal inyectada. El nivel «N» de cada frecuencia aplicada debe ser tal que el nivel de cresta de la señal mono o bifrecuencia sea -18 dBm0 $\leq N \leq 3$ dBm0 y que la atenuación de retorno de eco sea infinita durante la mayor parte de la prueba.

3.4.2.8 Prueba N.º 8 – Prueba de sobrecarga de los compensadores de los tipos A y D

NOTA – Los números entre [] son provisionales y quedan en estudio.

Esta prueba sirve para verificar que el nivel de recorte de cresta en el trayecto de estimación de eco y en los trayectos de emisión de R_{in} a R_{out} y de S_{in} a S_{out} es conforme con los niveles de recorte de cresta de la Recomendación G.711, a fin de reducir al mínimo la degradación de la calidad de funcionamiento del compensador para señales de alto nivel.

El procedimiento consiste en probar primero independientemente los trayectos de emisión y recepción y después el trayecto de estimación de eco.

3.4.2.8.1 Trayectos de emisión y recepción

Los trayectos de emisión y de recepción se prueban verificando que las señales de menos de [+3,05 dBm0] no presentan recorte de cresta y que las señales de más de [+3,25 dBm0] sí lo presentan. Las mediciones se efectúan con un tono de prueba a 1004 Hz mediante un analizador de distorsión, comenzando con un nivel de señal de 0 dBm0 y aumentándolo gradualmente hasta llegar al nivel de recorte.

Requisito

El nivel de recorte se define como el nivel en el cual se observa que la distorsión total aumenta [1 dB] con respecto a la distorsión total medida con un tono de 1004 Hz a 0 dBm0. El nivel de recorte deberá estar comprendido en la gama [+3,15 \pm 0,1 dBm0].

3.4.2.8.2 Trayecto de estimación de eco

El trayecto de estimación de eco se prueba estableciendo un modelo de un trayecto de eco conocido, neutralizando la adaptación, desactivando el procesador no lineal, abriendo el trayecto de eco, aplicando un tono de prueba en R_{in} y midiendo la distorsión de la señal en S_{out} .

Para un trayecto de eco con una respuesta de frecuencia plana en la banda vocal y con atenuación del eco de 6 dB, se hace converger el compensador de eco aplicando una señal de $[-10 \text{ dBm0}$ (ruido/voz artificial)] en R_{in} durante por lo menos 3 segundos. Después se neutraliza la adaptación, se desconecta el trayecto de eco y se desactiva el procesador no lineal. Se aplica un tono de prueba de 1004 Hz a 0 dBm0 y se mide la distorsión total en S_{out} . Se aumenta gradualmente el nivel del tono de prueba aplicado en R_{in} hasta que se observa un recorte de cresta indicado por un aumento de la distorsión medida en S_{out} .

Requisito

El nivel de recorte se define como el nivel en el cual se observa que la distorsión total aumenta [1 dB] con respecto a la distorsión total medida con un tono de 1004 Hz a 0 dBm0. El nivel de recorte deberá estar comprendido en la gama $[+3,15 \pm 0,1 \text{ dBm0}]$.

3.4.2.9 Prueba N.º 9 – Prueba de ruido nivelador (provisional, todos los valores se están estudiando)

3.4.2.9.1 Parte 1 (correspondencia)

- 1) Se utiliza, como señal N , de -60 dBm0 a -40 dBm0 .
- 2) Se pone L_{Rin} en «silencio» ($< -40 \text{ dBm0}$) y se mantiene esta condición durante x minutos (x en estudio).
- 3) Se aplica en L_{Rin} de -10 dBm0 y se ajusta la atenuación de eco en 8 dB.
- 4) Se mide L_{Sout} .

Requisito

L_{Sout} estará a menos de y dB de N (y en estudio, valor recomendado de 0,5 dB a 2,0 dB). Además, se verificará este valor mientras el nivel de ruido N permanezca constante.

3.4.2.9.2 Parte 2 (ajuste descendente)

- 1) Se reduce N en 10 dB.
- 2) Se mide L_{Sout} en los 2 segundos que siguen.

Requisito

L_{Sout} estará a menos de y dB de N (y en estudio, valor recomendado de 0,5 dB a 2,0 dB) o, si $N < -60 \text{ dBm0}$, L_{Sout} también será $< -60 \text{ dBm0}$.

3.4.2.9.3 Parte 3 (ajuste ascendente)

- 1) Se aumenta N en 10 dB.
- 2) Se mide L_{Sout} en los z segundos que siguen (z en estudio, valor recomendado superior a 2 segundos).

Requisito

L_{Sout} estará a menos de y dB de N (y en estudio, valor recomendado de 0,5 dB a 2,0 dB) o, si $N < -60 \text{ dBm0}$, L_{Sout} también será $< -60 \text{ dBm0}$.

3.4.2.10 Prueba N.º 10 – Prueba de facsímil

En estudio.

3.4.2.11 Prueba N.º 11 – Prueba de compensadores de eco en cascada

En estudio.

4 Características de un neutralizador por tono para compensadores de eco

4.1 Consideraciones generales

Los compensadores de eco objeto de esta Recomendación deben estar equipados con un detector de tonos conforme a esta subcláusula. Este detector de tonos responde a una señal de neutralización que difiere de la utilizada para neutralizar el supresor de eco descrito en 5/G.164 y consiste en un tono de 2100 Hz en el que se introducen inversiones de fases periódicas. El neutralizador por tono sólo debe responder a esta señal especificada pero no a otras señales en banda, por ejemplo, vocales, ni a un tono de 2100 Hz sin inversión de fase. El neutralizador por tono debe detectar una señal de neutralización que puede estar presente en el trayecto de emisión o de recepción, y responder a la misma.

Los requisitos de la neutralización de los compensadores de eco, para asegurar el funcionamiento correcto con un equipo ATME N.º 2 que transmite el tono de 2100 Hz con inversiones de fase podrían satisfacerse utilizando o bien el neutralizador por tono especificado en este punto, o el neutralizador por tono para supresores de eco especificado en 5/G.164. Sin embargo, la utilización del neutralizador especificado en 5/G.164 no asegura el funcionamiento correcto con todos los modems actualmente especificados en Recomendaciones de la serie V.

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 3.4.1. Sin embargo, no debe suponerse relación alguna entre las condiciones del circuito antes y después de la desactivación. Por su parte, la operación de los compensadores de eco con entradas de tono (por ejemplo, tono de neutralización) no está especificada. Además, la respuesta a impulso almacenada en el compensador de eco antes de la convergencia (y antes del envío del tono de neutralización) es arbitraria. Esto puede conducir a trayectos de eco adicionales aparentes que, en ciertas realizaciones de los compensadores de eco, quedan sin cambiar hasta que se detecta el tono de neutralización. Obsérvese también que podría haber supresores de eco en el mismo circuito, y no existe una relación especificada entre su retardo en el estado activado y desactivado. A pesar de lo expresado anteriormente, es posible, por ejemplo, medir el retardo de ida y retorno de un circuito con el tono de neutralización, pero debe utilizarse el flanco posterior de la ráfaga de tonos y darse tiempo suficiente para que todos los dispositivos queden neutralizados antes de que termine el tono de neutralización y comience la temporización.

Debe observarse, que para esta condición, no se cumplen necesariamente los requisitos relativos a la integridad de la secuencia de bits a 64 kbit/s; para este caso se aplicarán otros medios de neutralización conformes a la subcláusula 3.4.

En el Anexo B se describe un neutralizador por tono de referencia.

4.2 Características de un neutralizador

El neutralizador por tono para compensadores de eco deberá detectar un tono de 2100 Hz que contenga inversiones de fase. Las características de la señal transmitida se definen en la Recomendación V.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 $0^\circ \pm 110^\circ$.

Las características de frecuencia del detector de tono son las mismas del detector de tono para los supresores de eco, especificadas en 5.2/G.164.

La gama dinámica de este detector debe estar en armonía con los niveles de entrada especificados en las Recomendaciones V.2 y H.51, previéndose márgenes para la variación introducida por la red telefónica pública con conmutación.

4.3 Características de la banda de guarda

Son similares a las definidas en 5.3/G.164, en armonía con la gama dinámica especificada en 4.2, con la siguiente excepción. Deberá realizarse una detección correcta en presencia de ruido blanco con un nivel inferior o igual a 11 dB por debajo del nivel de la señal a 2100 Hz. No pueden darse directrices definitivas para la gama comprendida entre 5 y 11 dB dada las variaciones de los equipos de prueba utilizados. Como una orientación general, sin embargo, 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. La Administración de la República Federal de Alemania mencionó la posibilidad de diseñar un detector que pueda funcionar perfectamente con una relación señal/ruido de 5 dB.

4.4 Características de la banda de mantenimiento de la neutralización

Son las establecidas en 5.4/G.164.

4.5 Tiempo de funcionamiento

Este tiempo debe ser suficientemente largo 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 dentro de un plazo de un segundo a partir del instante de la recepción de la señal de neutralización.

4.6 Funcionamiento intempestivo causado por corrientes vocales

Es el establecido en 5.6/G.164.

4.7 Funcionamiento intempestivo causado por señales de datos

Es deseable que el neutralizador por tono sólo en raras ocasiones funcione indebidamente como consecuencia de señales de datos procedentes de aparatos de datos que serían afectados adversamente por la neutralización del compensador de eco. Con este fin, un objetivo razonable para un compensador de eco instalado en un circuito en funcionamiento es que las señales de datos usuales procedentes de aparatos de datos no deban, en general, causar más de 10 funcionamientos intempestivos en un periodo de 100 horas de transmisión de datos.

4.8 Tiempo de liberación

Es el especificado en 5.7/G.164.

4.9 Otras características

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 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.

5 Procesadores no lineales para uso en compensadores de eco

5.1 Campo de aplicación

A los fines de esta Recomendación, el término «procesador no lineal» se refiere solamente a los dispositivos caracterizados por la definición que se da en 2.5 y que han resultado eficaces en 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 realización particular. En 5.2 se indican principios y directrices generales. Una información más detallada y concreta hay que buscarla por referencia a realizaciones específicas. Esto se hace en el Anexo C para el caso particular de un «procesador no lineal de referencia». Con este término se ha querido indicar una realización para orientación e ilustración solamente. No excluye otras realizaciones, ni tampoco implica que el procesador no lineal de referencia sea, necesariamente, la realización más apropiada por cualesquiera razones técnicas, operacionales o económicas.

5.2 Principios generales y directrices

5.2.1 Función

5.2.1.1 Consideraciones generales

El procesador no lineal está situado en el trayecto emisión entre la salida del substractor y el puerto de salida 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 2.4) 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 2.7) del bajo valor requerido.

5.2.1.2 Calidad de funcionamiento

Una compensación imperfecta puede deberse a que los compensadores de eco conformes a esta Recomendación pueden no ser capaces de modelar adecuadamente trayectos de eco que generan niveles apreciables de distorsión no lineal (véase 3.2). Tal distorsión puede producirse, por ejemplo, en redes conformes a la Recomendación G.113, en las cuales se permiten hasta cinco pares de codecs MIC (conformes a la Recomendación G.712) en un trayecto de eco. La distorsión de cuantificación acumulada introducida por estos codecs puede impedir al compensador de eco obtener el L_{RET} necesario mediante el empleo de técnicas de compensación lineales solamente. Se recomienda, por tanto, que todos los compensadores de eco capaces solamente de modelar los componentes lineales de los trayectos de eco, pero que están destinados al uso en la red general, tengan incorporados procesadores no lineales.

5.2.1.3 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 cuando los dos interlocutores hablan simultáneamente 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.

5.2.1.4 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.

5.2.2 Umbral de supresión

5.2.2.1 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.

5.2.2.2 Umbral de supresión fijo

Cuando se emplea un umbral de supresión fijo, el nivel apropiado que ha de utilizarse dependerá de la compensación obtenida y de las características de los niveles de conversación y las condiciones de línea propias de la red determinada en la que ha de utilizarse el compensador de eco. Se recomienda, por tanto, que el nivel real pueda seleccionarse en el punto de utilización a fin de que el usuario pueda ajustarlo al entorno real de la red. Se encuentran en estudio valores de niveles de umbrales de supresión fijos. Véanse las Notas 1 y 2.

NOTAS

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 2σ » y una «pérdida de retorno para el eco de 2σ ».

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 codecs MIC muestra que con un L_{Rin} de -10 dBm0, el ruido de cuantificación podría dar lugar a un L_{RES} de -38 dBm0.

5.2.2.3 Umbral de supresión adaptativo

Una buena solución de compromiso puede obtenerse utilizando un T_{SUP} elevado para evitar que sea rebasado por un eco residual de una persona que habla alto, y utilizar 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 realización particular. Se encuentran en estudio principios generales aplicables al algoritmo de control y a los umbrales de supresión.

5.2.3 Control de la activación del procesador no lineal

5.2.3.1 Consideraciones generales

De acuerdo con lo recomendado en 5.2.1.3, 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.

5.2.3.2 Orientaciones sobre 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 vocales del extremo cercano, deben estar inactivos en presencia de señales vocales del extremo cercano. Cuando estos dos principios estén en contradicción, la función de control deberá favorecer el segundo de ellos.

5.2.3.3 Características estáticas

El diagrama conceptual de los dos estados operacionales de un procesador no lineal se muestra en la Figura 13. El plano L_{Sin} L_{Rin} está dividido en dos regiones W y Z, por el umbral WZ (T_{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 vocales del extremo cercano. Una detección imperfecta de habla simultánea, combinada con un alto nivel de supresión tendrá por consecuencia distorsión de las señales vocales en el 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 vocales del extremo cercano sólo sufrirán un bajo nivel de distorsión no lineal. Si el nivel de supresión es demasiado bajo, pueden oírse crestas del eco residual.

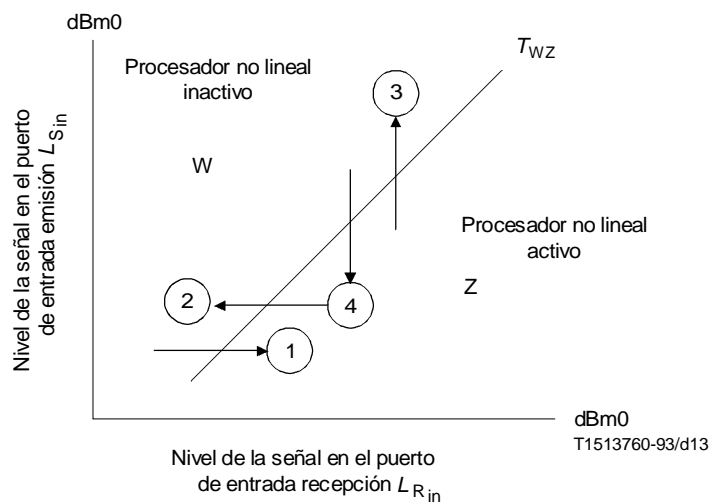


FIGURA 13/G.165

Regiones de funcionamiento del procesador no lineal

5.2.3.4 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. Estas transiciones se muestran por flechas en la Figura 13.

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 voz 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 del paso de la señal L_{Sin} . Esto implica la necesidad de cierto retardo en conmutar el procesador no lineal para que vuelva al estado activo.

5.2.4 Límites de frecuencia de los trayectos de control

En estudio.

NOTA – Según la realización particular del procesador no lineal, las disposiciones sobre 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.

5.2.5 Atenuación de las señales de nivel inferior al umbral

La atenuación de las señales de 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 3.4.2.1.

5.2.6 Prueba de los procesadores no lineales

El procesador no lineal puede considerarse un caso especial de un supresor de eco que está limitado a la supresión de las señales de bajo nivel solamente. 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 G.164. Sin embargo, en función de la realización específica del procesador no lineal, las transiciones entre las zonas W y Z de la Figura 13 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 G.164 puede utilizarse como guía para la prueba de los procesadores no lineales, podría ser necesario introducir modificaciones en el circuito de prueba único a fin de efectuar medidas en algunas realizaciones específicas de procesadores no lineales. No puede formularse una Recomendación sobre un circuito de prueba universal apropiado para todas las realizaciones de procesadores no lineales.

Anexo A

Compensadores de eco sin procesadores no lineales

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

Puede ser posible realizar compensadores de eco que no emplean tratamientos no lineales. Con estos compensadores de eco, la totalidad de la atenuación de eco se obtiene mediante compensación de eco. La compensación de eco que puede lograrse está limitada por las características del trayecto de eco y por el método de realización del compensador. En particular, si se utiliza un par de codecs conformes a la Recomendación G.712 en el trayecto de eco o en el compensador de eco, la compensación máxima (considerando los errores de cuantificación en el compensador de eco y otras degradaciones) es la que se indica mediante la línea de trazo continuo de la Figura A.1.

En Japón se han efectuado pruebas de compensadores de eco conformes a la línea de trazo continuo de la Figura A.1, considerándose que su calidad de funcionamiento es aceptable. Sin embargo, otras pruebas indican que la compensación de eco requerida en compensadores de eco de uso general es al menos la indicada por la línea de trazo discontinuo de la Figura A.1. Es necesario continuar los estudios. A reserva de los resultados de estos estudios, los compensadores de eco no equipados con procesadores no lineales no se recomiendan aún para aplicación general.

Todas las disposiciones y pruebas que figuran en el texto de la presente Recomendación se aplican a estos compensadores de eco, excepto lo siguiente:

- a) La subcláusula 3.4.2.1: El requisito de nivel de eco residual es el indicado por la línea de trazo continuo de la Figura A.1.
- b) En cuanto a las demás pruebas, debe pasarse por alto toda mención del tratamiento no lineal.

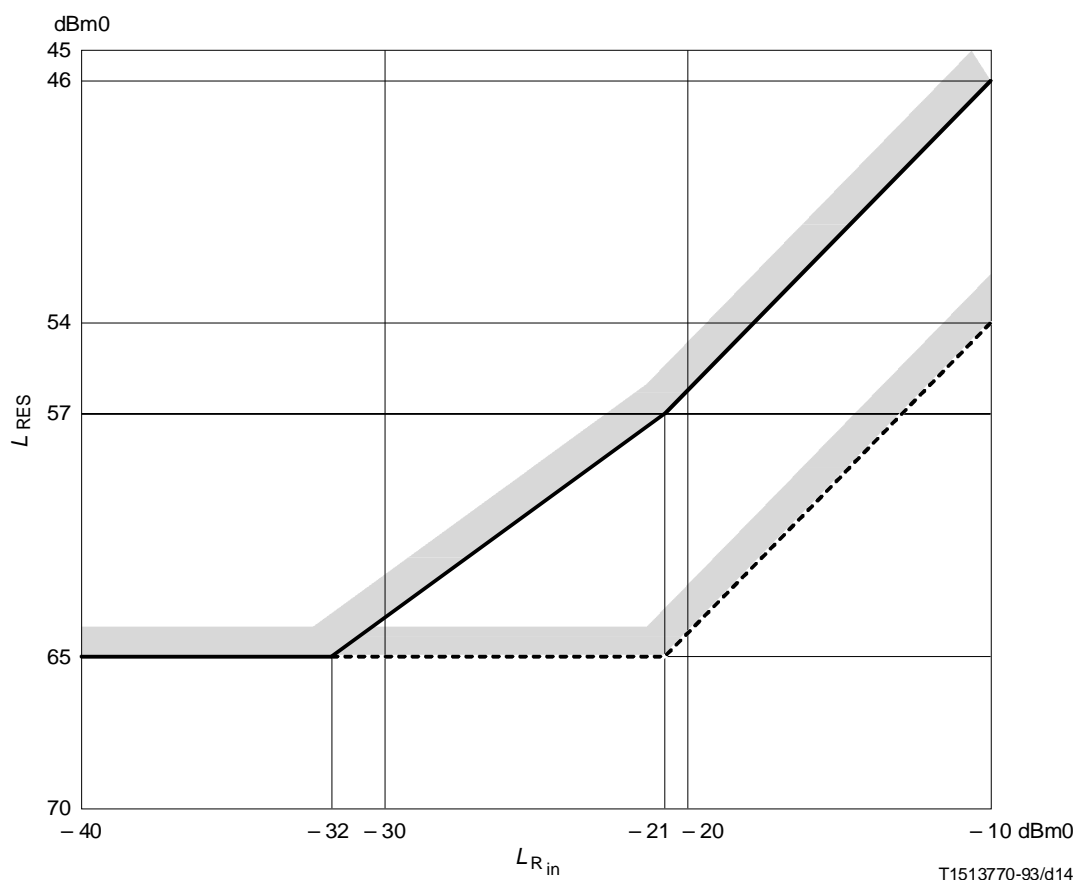


FIGURA A.1/G.165

Anexo B

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

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

B.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 realización del neutralizador se ofrece solamente como orientación. No se excluyen otras realizaciones distintas de un neutralizador por tono que corresponda a la señal definida en la Recomendación V.25, y que satisfaga también todos los criterios de fiabilidad del funcionamiento y de protección contra funcionamientos intempestivos provocados por señales vocales.

B.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 la Recomendación V.25.

B.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 del detector de tonos para los supresores de eco, especificadas en 5.2/G.164, con la salvedad de que el límite superior de la gama dinámica es de -6 dBm0.

B.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 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 las Recomendaciones H.12 y G.229. Para minimizar la probabilidad de una neutralización intempestiva del supresor 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.

B.3 Características de la banda de guarda

Cumple los requisitos estipulados en 5.3/G.164.

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 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 V.25 asegura un periodo de silencio de por lo menos un segundo entre las ráfagas de tonos de llamada.

B.4 Característica de la banda para el mantenimiento de la neutralización

Cumple los requisitos especificados en 5.4/G.164.

B.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).

B.6 Funcionamiento intempestivo debido a corrientes vocales

Cumple los requisitos de 5.6/G.164.

B.7 Funcionamiento intempestivo debido a señales de datos

Cumple los requisitos de 4.7. A este efecto, el neutralizador por tono se desactiva tras un segundo a partir de la detección del tono puro de 2100 Hz (es decir, sin inversiones de fase u otras perturbaciones). El circuito 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 transferencia de datos.

B.8 Tiempo de liberación

Cumple los requisitos de 5.7/G.164.

Anexo C

Descripción de un procesador no lineal de referencia

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

C.1 Consideraciones generales

Este anexo, presentado sólo a título ilustrativo y no concebido como una guía de diseño detallada (véase 5.1), 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 realizaciones. 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 C.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.

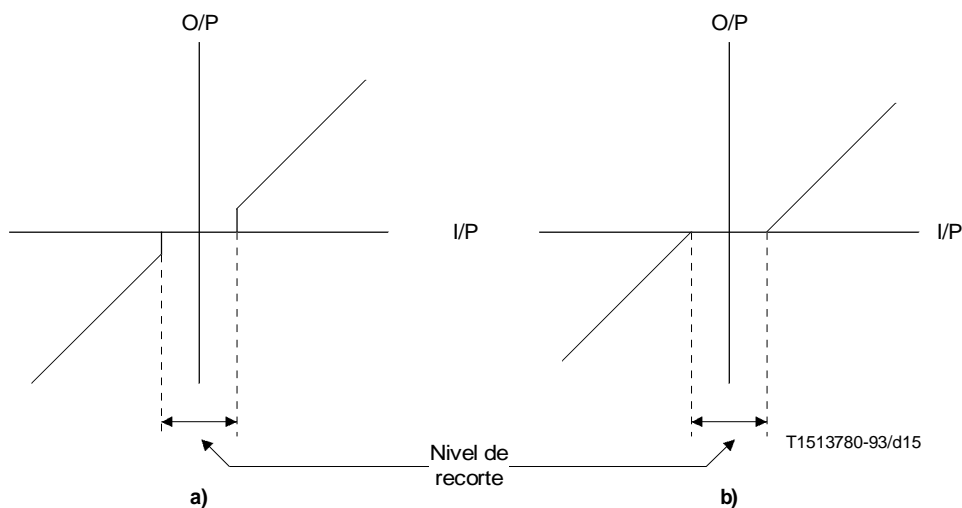


FIGURA C.1/G.165

Dos ejemplos de funciones de transferencia ideal del recortador de centro de las señales

C.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.

C.3 Características estáticas del control de activación

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

NOTAS

1 T_{WZ} se define en 5.2.3.3.

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.

C.4 Características dinámicas del control de activación

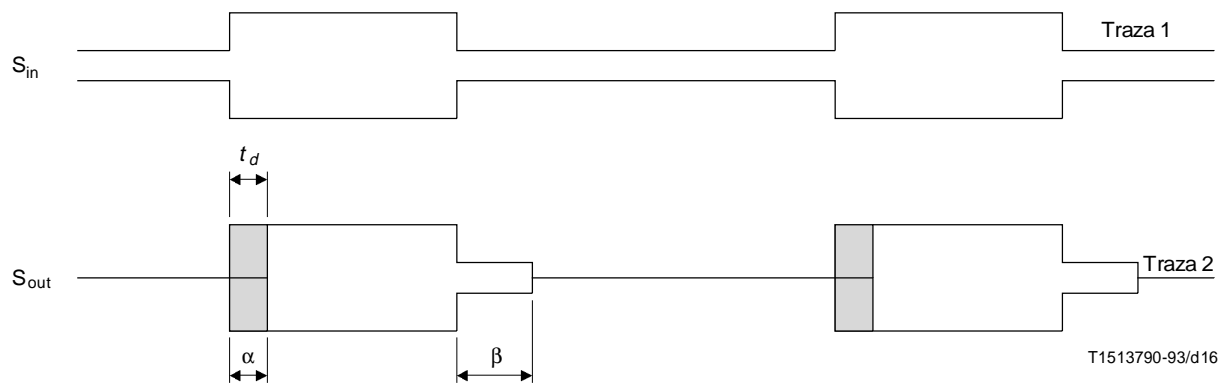
Las características dinámicas del control de activación se indican en los Cuadros C.1 y C.2. Véase también la Figura 13.

C.5 Límites de frecuencia de los trayectos de control

Véase 5.2.4.

C.6 Pruebas

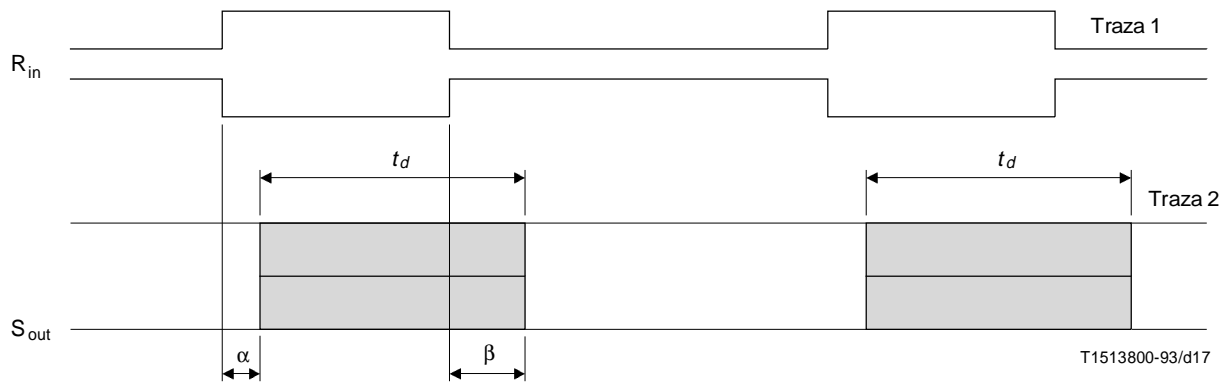
Los Cuadros C.1 y C.2 indican, por referencia a la Recomendación G.164, la manera de comprobar el comportamiento dinámico del control de la activación de los procesadores no lineales mediante señales sinusoidales. Las Figuras C.2 y C.3 muestran las trazas obtenidas en un osciloscopio para estas pruebas.



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

FIGURA C.2/G.165

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
- t_d Periodo en el que puede observarse una señal distorsionada

FIGURA C.3/G.165
**Oscilogramas de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo de los procesadores
 no lineales, $L_{S_{in}}$ constante**

CUADRO C.1/G.165

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 13)	Circuito utilizado para las pruebas, Figura N.º	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 C.3 (β)	
	Adaptativo	-55	-20	-55	-40	Δ ^{a)}					
		-40	-15	-40	-40						
W/Z	Adaptativo	-30	-5	-30	-30	30-50	6	Transición 4	17/G.164	Traza 1 y traza 2 de la Figura C.2 (β)	
		Fijo	-15	-25	-40						-25
	-40	-50	-55	-50	-40						-30
		-40	-30	-55	-30						
		-25	-15	-40	-15						

^{a)} Δ se define en la Nota ⁴⁾ de pie de página de 3.4.2.1.

CUADRO C.2/G.165

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 13)	Circuito utilizado para las pruebas, Figura N.º	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	4	Transición 1	14/G.164	Traza 2 de la Figura C.3 (α)
	Adaptativo	-55 -40 -30	-40 -40 -30	-55 -40 -30	-20 -15 - 5	15-75				
Z/W	Fijo	-40	-25	-15	-25	≤ 1	6	Transición 3	17/G.164	Traza 2 de la Figura C.2 (α)
	Adaptativo	-55 -55 -40	-50 -30 -15	-40 -40 -25	-50 -30 -15	≤ 5				