



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.712

(11/96)

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

Sistemas de transmisión digital – Equipos terminales –
Codificación de señales analógicas mediante modulación
por impulsos codificados (MIC)

**Características de la calidad de transmisión
de los canales de modulación por impulsos
codificados**

Recomendación UIT-T G.712

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–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
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
Generalidades	G.700–G.709
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.710–G.719
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.720–G.729
Características principales de los equipos multiplex primarios	G.730–G.739
Características principales de los equipos multiplex de segundo orden	G.740–G.749
Características principales de los equipos multiplex de orden superior	G.750–G.759
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.760–G.769
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.770–G.779
Características principales de los equipos multiplex de la jerarquía digital síncrona	G.780–G.789
Otros equipos terminales	G.790–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.712

CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LOS CANALES DE MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS

Resumen

Esta Recomendación trata de las características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados (MIC) que utilizan equipos de transmisión digital. Se indican los requisitos que han de reunirse entre los puertos analógicos a 4 hilos y a 2 hilos así como los aplicables a las conexiones digitales y a las conexiones de digital a analógico. Los parámetros y valores especificados en la presente Recomendación se aplican a la utilización de equipos MIC conectados a enlaces troncales analógicos o a centrales analógicas y digitales.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.712, ha sido revisada por la Comisión de Estudio 15 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 8 de noviembre de 1996.

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 N.º 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 ha recibido/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 1997

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

0	Alcance	1
1	Generalidades.....	1
1.1	Consideraciones relativas a la medición	1
1.2	Definiciones de los puertos.....	2
1.3	Abreviaturas.....	3
2	Niveles relativos en los puertos de frecuencias vocales	4
2.1	Niveles relativos en los puertos a cuatro hilos (E4).....	4
2.2	Niveles relativos en los puertos a dos hilos (E2)	4
3	Ajuste de los niveles relativos reales	4
3.1	Ajuste del lado decodificación (T_{ent} a E_{sal})	4
3.2	Ajuste del lado codificación (E_{ent} a T_{sal}).....	4
3.3	Capacidad de carga (punto de sobrecarga).....	4
4	Variaciones a corto y a largo plazo de la atenuación en el tiempo	5
5	Impedancia nominal y pérdida de retorno de los puertos de frecuencias vocales.....	5
5.1	Impedancia nominal.....	5
5.2	Pérdida de retorno	6
6	Asimetría de impedancia con respecto a tierra	6
6.1	Pérdida de conversión longitudinal.....	6
6.2	Pérdida de transferencia de conversión longitudinal	7
7	Distorsión de atenuación en función de la frecuencia.....	7
8	Retardo de grupo.....	9
8.1	Retardo de grupo absoluto	10
8.2	Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia.....	10
9	Ruido de canal en reposo	12
9.1	Ruido ponderado.....	12
9.2	Interferencia a una sola frecuencia.....	13
10	Discriminación contra las señales fuera de banda	13
10.1	Señales de entrada por encima de 4600 Hz en los puertos analógicos E4 y E2	13
10.2	Señales de entrada por debajo de 300 Hz en el puerto analógico a dos hilos E2	13
10.3	Requisito general (4 hilos únicamente).....	13

11	Señales espurias en el puerto de salida del canal.....	14
11.1	Señales espurias fuera de banda en el puerto de salida del canal.....	14
11.1.1	Señal de entrada en banda.....	14
11.1.2	Requisito general	14
11.2	Señales espurias en banda en el puerto de salida del canal.....	15
12	Distorsión total, incluida la distorsión de cuantificación.....	15
13	Variación de la ganancia en función del nivel de entrada.....	16
14	Diafonía	18
14.1	Generalidades.....	18
14.2	Diafonía entre canales de analógico a analógico	18
14.2.1	Telediafonía medida con una señal de prueba analógica.....	18
14.2.2	Diafonía entre dos sentidos de transmisión de los canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos.....	18
14.3	Mediciones de diafonía en los multiplexores primarios	19
14.3.1	Medición de la telediafonía y paradiafonía con una señal de prueba analógica.....	19
14.3.2	Medición de la diafonía entre los dos sentidos de transmisión con una señal de prueba analógica	20
14.3.3	Medición de la telediafonía y paradiafonía con una señal de prueba digital.	21
14.3.4	Medición de la diafonía entre los dos sentidos de transmisión con una señal de prueba digital	22
15	Interferencia causada por la señalización.....	23
15.1	Canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos	23
15.2	Canales de analógico a dos hilos a analógico a dos hilos	23
15.3	Canales de analógico a cuatro hilos a digital.....	23
15.4	Canales de analógico a dos hilos a digital	24
16	Eco y estabilidad en los puertos a dos hilos, E2	24
16.1	Atenuación de equilibrado del terminal (TBRL).....	24
16.2	Atenuación para la estabilidad (SL).....	25
Apéndice I – Otras mediciones por medio de señales de ruido de anchura de banda limitada		26
I.1	Variación de la ganancia en función del nivel de entrada.....	26
I.2	Distorsión total, incluida la distorsión de cuantificación.....	27
Apéndice II – Método para determinar la relación señal/distorsión total para la ley A		30

Recomendación G.712¹

CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LOS CANALES DE MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS

(revisada en 1996)

0 Alcance

Esta Recomendación trata de las características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados (MIC) que utilizan equipo de transmisión digital. Se indican los requisitos que han de reunirse entre los puertos analógicos a cuatro hilos y a dos hilos así como los aplicables a las conexiones digitales y a las conexiones de digital a analógico.

1 Generalidades

Las características de funcionamiento que figuran a continuación han de satisfacerse entre los puertos de frecuencias vocales o entre los puertos de frecuencias vocales y digitales de los canales MIC codificados con arreglo a la Recomendación G.711.

Los equipos que satisfagan los requisitos de analógico a analógico pero no los requisitos de analógico a digital, sólo se podrán utilizar como pares de equipos conectados permanentemente.

Los parámetros y valores especificados en la presente Recomendación se aplican a la utilización de equipos MIC conectados a enlaces troncales analógicos o a centrales analógicas y digitales. Cuando el equipo MIC se conecta directamente a líneas de abonado analógicas, pueden requerirse valores diferentes para algunos de los parámetros. Esos valores figuran en la Recomendación Q.552. Los requisitos que se exponen en esta Recomendación pueden aplicarse también si el equipo MIC está directamente conectado a una central local analógica que es virtualmente transparente con respecto a las impedancias conectadas a sus puertos y si las líneas de abonado son cortas (por ejemplo, menos de 500 metros).

En los puertos del equipo MIC no se aguarda normalmente corriente de línea. Si, no obstante, ésta estuviera presente como en el caso de señalización en los dos hilos, cualquier ruido que contribuya debe satisfacer los requisitos en la interfaz apropiada como se describe en las Recomendaciones de la serie Q.550. Los límites deben observarse cuando una función de señalización cualquiera esté en la condición normal de conversación, con exclusión de cualquier condición de señalización dinámica como los cómputos para la tasación.

1.1 Consideraciones relativas a la medición

Cuando se indica una frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz (por ejemplo, para la medición de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia y el ajuste de los niveles relativos), la frecuencia real debe ser de 1020 Hz, +2 Hz, -7 Hz, de conformidad con la Recomendación O.6. Por razones prácticas, las Administraciones pueden tener que utilizar durante cierto tiempo una frecuencia de referencia de valor nominal de 800 Hz. Para evitar los errores de nivel debidos a la utilización de frecuencias de prueba que son submúltiplos de la velocidad de muestreo MIC, hay que abstenerse de utilizar submúltiplos enteros de 8 kHz.

¹ Esta Recomendación sustituye a las Recomendaciones G.712, G.713, G.714 y G.715 del CCITT que aparecen en el fascículo III.4 del tomo III del *Libro Azul*.

En las subcláusulas que siguen se utilizan los conceptos de "generador digital estándar" y de "analizador digital estándar" que se definen como sigue.

Un **generador digital estándar** es un dispositivo hipotético que es absolutamente ideal, o sea, un convertidor perfecto de analógico a digital, precedido de un filtro paso bajo ideal (por lo que ha de entenderse que no introduce distorsión de atenuación en función de la frecuencia, ni distorsión por retardo de grupo) y que puede ser simulado por un procesador digital.

Un **analizador digital estándar** es un dispositivo hipotético que es absolutamente ideal, o sea, un convertidor perfecto de digital a analógico, seguido de un filtro paso bajo ideal (por lo que ha de entenderse que no introduce distorsión de atenuación en función de la frecuencia, ni distorsión por retardo de grupo) y que puede ser simulado por un procesador digital.

La Recomendación O.133 contiene información acerca del equipo de prueba basado en esos conceptos. Deberá tenerse en cuenta la exactitud de las medidas suministrada por el equipo de prueba que se ajusta a la Recomendación.

Una señal MIC inactiva se define como una señal de carácter sin información que corresponde al valor de salida número 0 del decodificador para la ley μ o al valor número 1 para la ley A con el bit de signo en estado fijo.

Las especificaciones que siguen se basan en un aparato de medida ideal, por lo que no incluyen ningún margen para los errores de medida.

1.2 Definiciones de los puertos

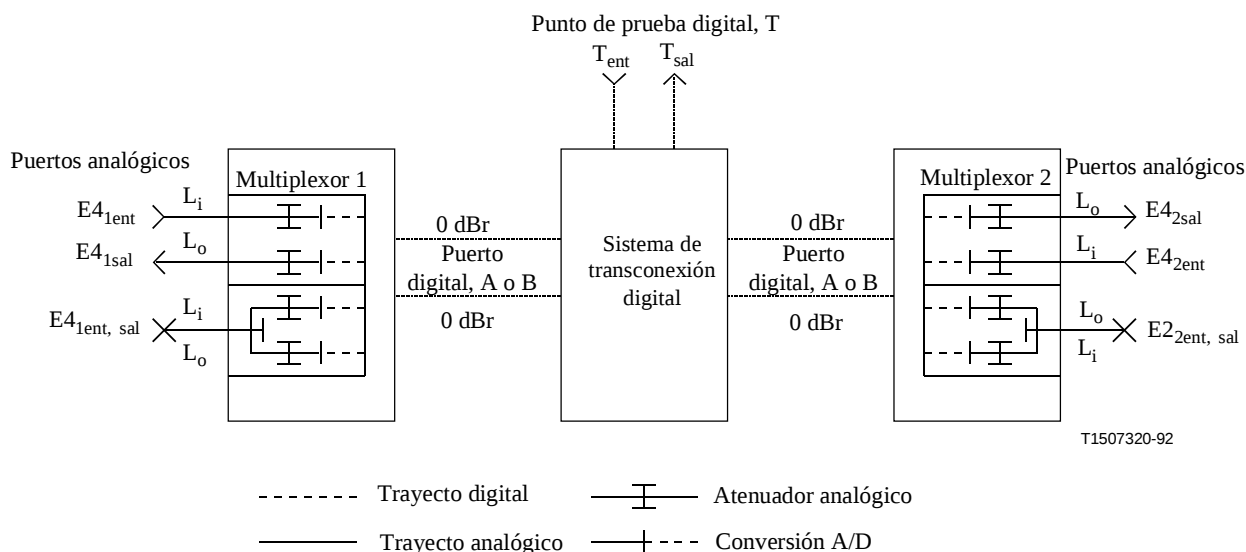
El término "puerto" utilizado en esta Recomendación se define como una unidad funcional (por ejemplo, un conector) del equipo MIC a través de la cual pueden entrar o salir señales en la unidad sometida a prueba. Las mediciones se efectúan en el equipo, y los requisitos no prevén un margen para el cableado a un repartidor.

En la figura 1 se muestran dos equipos MIC conectados a través de un sistema de transconexión digital (DXC, *digital cross-connect*). Cada equipo MIC tiene un puerto de frecuencia vocal analógico a cuatro hilos, E4, y un puerto de frecuencia vocal analógico a dos hilos, E2. Cada uno de los equipos MIC está conectado al DXC mediante puertos digitales A o B, que consisten en canales MIC transparentes de 64 kbit/s dentro de una señal digital de orden superior, de conformidad con las Recomendaciones aplicables. El DXC implementa transconexiones transparentes a 64 kbit/s entre sus propios puertos A o B, o con el punto de prueba digital T. El punto T es un canal de 64 kbit/s dentro de una señal digital adecuada, para la conexión con el generador y el analizador digital estándar. Puesto que las conexiones efectuadas por el DXC son transparentes a 64 kbit/s, se supone que los trayectos dentro del DXC no afectan a las características de transmisión recomendadas, salvo en lo que respecta al retardo absoluto. Los puntos de prueba T se definen a efectos de la especificación. Pueden no existir físicamente en un DXC, pero se debe poder acceder a ellos a través de la red DXC.

Salvo indicación en contrario, las mediciones entre puertos a dos hilos (conexiones de E2_{1ent} a E2_{2sal}) se deben efectuar con el bucle a cuatro hilos abierto, de tal modo que las impedancias en el puerto a cuatro hilos de la unidad de terminación a dos hilos/cuatro hilos sean representativas de las que se producirían en condiciones normales de funcionamiento. Esto puede lograrse mediante la interrupción de la señal digital en el sentido opuesto al de la medición y la aplicación de una señal MIC inactiva al canal apropiado. Cabe destacar que la apertura del bucle a cuatro hilos se considera necesaria para determinar la calidad de funcionamiento intrínseca del equipo. En condiciones normales de funcionamiento, cuando el bucle no está abierto, hay que tener en cuenta el efecto de las impedancias de terminación conectadas a los puertos a dos hilos sobre la calidad de funcionamiento general.

La figura 1 es similar a la figura 1/Q.551, en la que se identifican las interfaces, los niveles de transmisión y los puntos de prueba de una central digital.

Las Recomendaciones del fascículo III.4 del tomo III del *Libro Azul* del CCITT especifican las características de funcionamiento entre puertos, según se indica en el cuadro 1².



NOTA – Los subíndices 1 ó 2 indican los multiplexores 1 ó 2.

Figura 1/G.712 – Equipos y puertos de prueba a MIC

Cuadro 1/G.712 – Equivalencia entre las Recomendaciones anteriores y las conexiones especificadas en esta Recomendación

Canal	Recomendación
De analógico a 4 hilos a analógico a 4 hilos (canales de E4 ₁ a E4 ₂)	G.712
De analógico a 2 hilos a analógico a 2 hilos (canales de E2 ₁ a E2 ₂)	G.713
De analógico a 4 hilos a digital (E4 a A o B para un multiplexor primario)	G.714
De analógico a 2 hilos a digital (E2 a A o B para un multiplexor primario)	G.715

1.3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

DXC	Transconexión digital (<i>digital cross-connect</i>)
FEXT	Telediafonía (<i>far-end crosstalk</i>)
MDF	Múltiplex por división en frecuencia
MIC	Modulación por impulsos codificados
NEXT	Paradiafonía (<i>near-end crosstalk</i>)

² Las referencias a cláusulas concretas de otras Recomendaciones corresponden a sus versiones del *Libro Azul*.

SL	Atenuación para la estabilidad (<i>stability loss</i>)
TBRL	Atenuación de equilibrado del terminal (<i>terminal balance return loss</i>)

2 Niveles relativos en los puertos de frecuencias vocales

2.1 Niveles relativos en los puertos a cuatro hilos (E4)

Cuando los atenuadores se fijan en pérdida cero, L_o en $E4_{2sal}$ y L_i en $E4_{1ent}$ deben tener una de las dos series de valores nominales siguientes: máximo $L_o = +4$ dBr y mínimo $L_i = -14$ dBr; o máximo $L_o = +7$ dBr y mínimo $L_i = -16$ dBr (véase la cláusula 11/G.232).

2.2 Niveles relativos en los puertos a dos hilos (E2)

A causa de las diferencias en los planes de transmisión de la red y en la utilización de los equipos, las Administraciones tienen diferentes requisitos en lo que respecta a la gama de niveles relativos que han de proporcionarse. Las gamas que se indican a continuación abarcarían los requisitos de un gran número de Administraciones:

- nivel de entrada (lado codificación L_i) 0 a -5 dBr por pasos de 0,5 dB;
- nivel de salida (lado decodificación L_o) -2 a $-7,5$ dBr por pasos de 0,5 dB.

Se reconoce que no es necesariamente conveniente que un modelo particular de equipo pueda funcionar en toda la gama.

NOTA – Los requisitos indicados en esta subcláusula son diferentes de los requisitos de 2.1.4/Q.552.

3 Ajuste de los niveles relativos reales

3.1 Ajuste del lado decodificación (T_{ent} a E_{sal})

La ganancia del lado decodificación debe ajustarse conectando T_{ent} a un generador digital estándar y aplicando una señal de prueba sinusoidal de 1020 Hz con un nivel de 0 dBm0. El ajuste deberá producir un nivel de salida de $0 \text{ dBm0} \pm 0,3 \text{ dB}$ para puertos de cuatro hilos (de T_{ent} a $E4_{sal}$) o un nivel de salida de $0 \text{ dBm0} \pm 0,4 \text{ dB}$ para puertos de dos hilos (de T_{ent} a $E2_{sal}$) y deberá efectuarse en las condiciones típicas en materia de tensión de la fuente de alimentación, humedad y temperatura.

3.2 Ajuste del lado codificación (E_{ent} a T_{sal})

La ganancia del lado codificación deberá ajustarse conectando T_{sal} a un analizador digital estándar y aplicando una señal de prueba de 1020 Hz con un nivel de 0 dBm0 a E_{ent} . El ajuste deberá producir un nivel de salida de $0 \text{ dBm0} \pm 0,3 \text{ dB}$ para puertos a cuatro hilos (de $E4_{ent}$ a T_{sal}) o un nivel de salida de $0 \text{ dBm0} \pm 0,4 \text{ dB}$ para puertos a dos hilos (de $E2_{ent}$ a T_{sal}), y deberá efectuarse en las condiciones típicas en materia de tensión de la fuente de alimentación, humedad y temperatura.

3.3 Capacidad de carga (punto de sobrecarga)

La capacidad de carga del lado codificación puede verificarse aplicando una señal de prueba sinusoidal de 1020 Hz a E_{ent} . Al principio el nivel de esta señal debe ser muy inferior al valor máximo de T_{sal} ($=T_{salm\acute{a}x}$), y luego debe aumentar gradualmente. Se debe medir el nivel de entrada para el que se observa por primera vez una señal de carácter correspondiente al intervalo de cuantificación extremo, tanto para valores positivos como negativos. El valor $T_{salm\acute{a}x}$ es entonces 0,3 dB superior al nivel de entrada medido.

Este método permite verificar $T_{\text{salmáx}}$ tanto para las amplitudes positivas como para las negativas, y los valores así obtenidos deben estar comprendidos dentro de 0,4 dB de la capacidad de carga teórica (es decir, +3,14 dBm0 para la ley A o +3,17 dBm0 para la ley μ).

4 Variaciones a corto y a largo plazo de la atenuación en el tiempo

Cuando se aplica una señal de prueba sinusoidal de 1020 Hz con un nivel de -10 dBm0 (valor preferido; no obstante, puede utilizarse un nivel de 0 dBm0) a cualquier entrada de frecuencias vocales, el nivel medido en la correspondiente salida no debe variar en una proporción superior a los límites indicados en el cuadro 2 durante ningún intervalo de 10 minutos de funcionamiento normal, ni más allá de los límites indicados durante un año cualquiera, habida cuenta de las variaciones admisibles de la tensión de alimentación y la temperatura.

Cuadro 2/G.712 – Requisitos para la variación a corto y a largo plazo del nivel en el tiempo

Configuraciones de medición	Máxima variación permitida		
	Intervalo de 10 minutos	Intervalo de un año	
Cuatro hilos a cuatro hilos ($E4_{1\text{ent}}$ a $E4_{2\text{sal}}$)	$\pm 0,2$ dB	$\pm 0,5$ dB	
Dos hilos a dos hilos ($E2_{1\text{ent}}$ a $E2_{2\text{sal}}$)	$\pm 0,2$	$\pm 0,6$	
Cuatro hilos a digital ($E4_{\text{ent}}$ a T_{sal})	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	
Digital a cuatro hilos (T_{ent} a $E4_{\text{sal}}$)	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	(nota)
Dos hilos a digital ($E2_{\text{ent}}$ a T_{sal})	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	
Digital a dos hilos (T_{ent} a $E2_{\text{sal}}$)	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	(nota)
NOTA – Puede utilizarse la secuencia de 0 dBm0 indicada en los cuadros 5/G.711 y 6/G.711.			

5 Impedancia nominal y pérdida de retorno de los puertos de frecuencias vocales

5.1 Impedancia nominal

La impedancia nominal en los puertos de entrada y salida de frecuencias vocales de cuatro hilos, $E4_{\text{ent}}$ y $E4_{\text{sal}}$, debe ser de 600 Ω , simétrica.

Para los puertos de frecuencias vocales a dos hilos, E2, no se recomienda ningún valor de impedancia en particular. En la práctica pueden encontrarse los siguientes valores:

- 600 Ω resistiva, simétrica;
- 900 Ω resistiva, simétrica;
- 600 Ω + 2,16 μF simétrica;
- 900 Ω + 2,16 μF simétrica.

NOTA 1 – En 2.2.1/Q.552 figuran algunos ejemplos de impedancias complejas utilizadas en relación con líneas de abonado.

NOTA 2 – Las mediciones en puertos con impedancia compleja deberán ajustarse a las definiciones y convenios del anexo A/G.100.

5.2 Pérdida de retorno

La pérdida de retorno, medida en función de la impedancia nominal, debe satisfacer los requisitos que se indican en el cuadro 3 en toda la gama de frecuencias de 300 Hz a 3400 Hz.

Cuadro 3/G.712 – Requisitos de pérdida de retorno para los puertos E4 y E2

Puerto analógico	Gama de frecuencias		Notas
	de 300 Hz a 600 Hz	de 600 Hz a 3400 Hz	
Cuatro hilos, E4	Pérdida de retorno > 20 dB	Pérdida de retorno > 20 dB	1
Dos hilos, E2	Pérdida de retorno > 12 dB	Pérdida de retorno > 15 dB	2
NOTA 1 – Deben cumplirse los límites de pérdida de retorno cuando los atenuadores de ajuste se fijan en 0 dB (véase la figura 5/G.232). NOTA 2 – Las reflexiones debidas a desadaptaciones de impedancia en los puertos a dos/cuatro hilos pueden causar problemas graves de efecto local y de eco en la red. Es preciso que las Administraciones adopten una estrategia de impedancia adecuada, incluidas las tolerancias, para garantizar una calidad de transmisión adecuada (para mayores informaciones véase la cláusula 5/G.121).			

6 Asimetría de impedancia con respecto a tierra

Los parámetros de pérdida de conversión longitudinal a los que se hace referencia más abajo están definidos en la Recomendación O.9, que contiene también alguna información sobre los requisitos de los circuitos de prueba (véase la nota 1 del cuadro 4). El valor de Z en el circuito excitador de prueba debe situarse dentro de $\pm 20\%$ de los valores indicados en los cuadros 4 y 5. La terminación del otro puerto debe ser la impedancia característica nominal.

6.1 Pérdida de conversión longitudinal

La pérdida de conversión longitudinal (véase 2.1/O.9) no debe ser inferior a los límites indicados en el cuadro 4.

Cuadro 4/G.712 – Requisitos de pérdida de conversión longitudinal para los puertos E4 y E2

Puerto medido	Z (Ω)	Requisito de pérdida de conversión longitudinal			Notas
		de 300 Hz a 600 Hz	de 600 a 2400 Hz	de 2400 a 3400 Hz	
Cuatro hilos, E4 _{ent}	600	> 46 dB	> 46 dB	> 41 dB	1, 2
Cuatro hilos, E4 _{sal}	600	> 46	> 46	> 41	1, 2
Dos hilos, E2	600	> 40	> 46	> 41	1, 2, 3, 4
Dos hilos, E2	750	> 40	> 46	> 41	1, 2, 3, 4

Cuadro 4/G.712 – Requisitos de pérdida de conversión longitudinal para los puertos E4 y E2 (fin)

NOTA 1 – Se señala la cláusula 3/O.9, en la que se muestra la equivalencia entre cierto número de diferentes circuitos excitadores de prueba y se proporciona asimismo información sobre los requisitos de equilibrio del puente de prueba.

NOTA 2 – Se señala que estos valores representan requisitos mínimos. La magnitud de la tensión longitudinal de la señal depende, por ejemplo, del modo de utilización del sistema, del entorno del mismo y de la localización de los transformadores y atenuadores híbridos, por lo cual puede variar para las diferentes Administraciones. Algunas Administraciones han considerado necesario especificar valores superiores para la pérdida de conversión longitudinal y la pérdida de transferencia de conversión longitudinal, a fin de garantizar que las tensiones transversales causadas por posibles tensiones de señal longitudinales sean suficientemente pequeñas.

NOTA 3 – Para las frecuencias inferiores a 300 Hz, en particular a 50 Hz ó 60 Hz, el rechazo general de la interferencia longitudinal puede lograrse mediante la combinación de un buen equilibrio longitudinal y filtrado de paso alto (véase 10.2).

NOTA 4 – Las mediciones deben efectuarse selectivamente.

6.2 Pérdida de transferencia de conversión longitudinal

La diferencia entre la pérdida de transferencia de conversión longitudinal (véase 2.3/O.9) en las frecuencias especificadas y la pérdida de inserción en esas mismas frecuencias, no debe ser inferior a los límites especificados en el cuadro 5 para los puertos de entrada y salida. La medición sólo es aplicable a la configuración en la cual el circuito excitador de prueba se aplica a uno de los puertos de frecuencias vocales y se efectúa una medición en el otro puerto de frecuencias vocales. Dicha medición se debe realizar con el conmutador S (véase la figura 3/O.9) cerrado.

Cuadro 5/G.712 – Requisitos de pérdida de transferencia de conversión longitudinal para canales a cuatro y dos hilos de analógico a analógico

Canal conectado de dos multiplexores primarios	Z (Ω)	Requisitos relativos a la diferencia entre la pérdida de transferencia de conversión longitudinal y la pérdida de inserción			Notas
		de 300 Hz a 600 Hz	de 600 Hz a 2400 Hz	de 2400 a 3400 Hz	
Cuatro hilos, E4 _{1ent} a E4 _{2sal}	600	> 46 dB	> 46 dB	> 41 dB	1, 2
Dos hilos E2 _{1ent} a E2 _{2sal}	600	> 40	> 46	> 41	1, 2, 3, 4
NOTA – Véanse las notas del cuadro 4.					

7 Distorsión de atenuación en función de la frecuencia

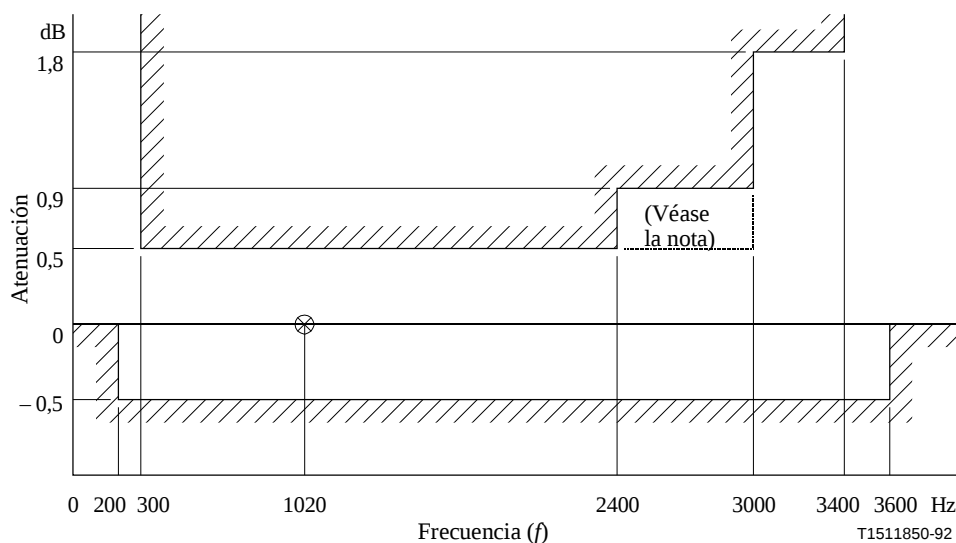
La variación de la atenuación de cualquier canal en función de la frecuencia, debe estar comprendida dentro de los límites especificados en la plantilla de las figuras 2, 3, 4 ó 5.

La frecuencia de referencia nominal es de 1020 Hz.

El nivel de potencia de entrada preferido es -10 dBm₀, de conformidad con la Recomendación O.6. Puede utilizarse en su lugar un nivel de 0 dBm₀. Si se utilizan impedancias nominales complejas en puertos analógicos a dos hilos, la distorsión de atenuación en función de la frecuencia es igual a la

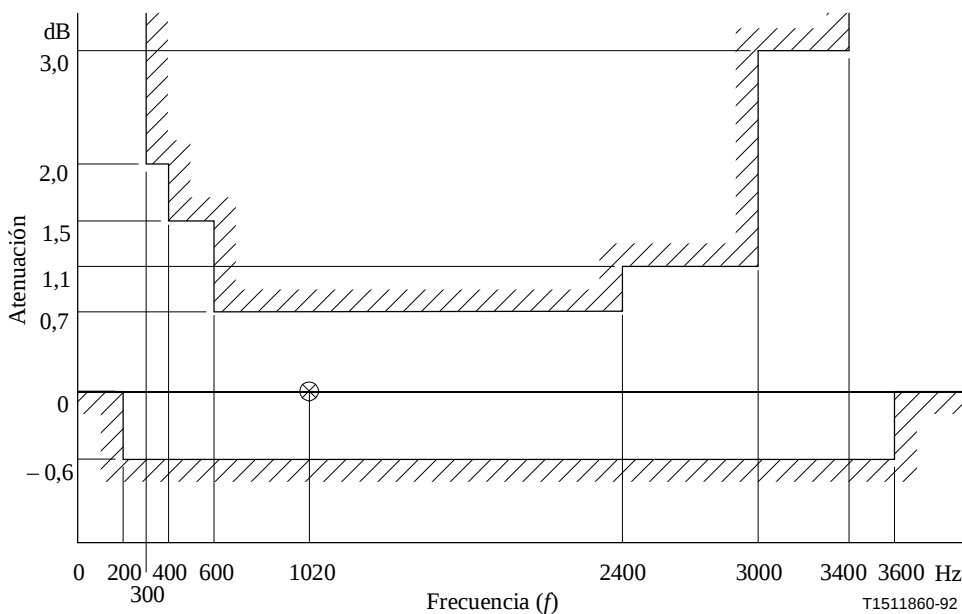
razón logarítmica entre la tensión de salida en la frecuencia de referencia (nominalmente 1020 Hz), $U(1020 \text{ Hz})$, y su valor en la frecuencia f , $U(f)$:

Distorsión de atenuación en función de la frecuencia = $20 \log (U(1020 \text{ Hz})/U(f))$.



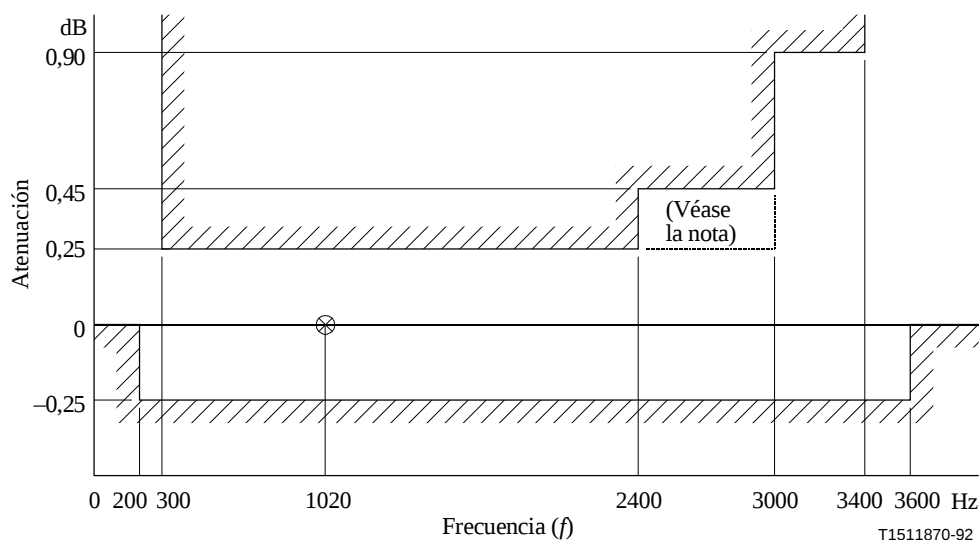
NOTA – En algunas aplicaciones en que puedan conectarse en cascada varios canales MIC, puede ser necesario ampliar el límite de +0,5 dB de 2400 Hz a 3000 Hz.

Figura 2/G.712 – Distorsión de atenuación en función de la frecuencia para canales de analógico a analógico entre puertos a cuatro hilos (E4_{1ent} a E4_{2sal})



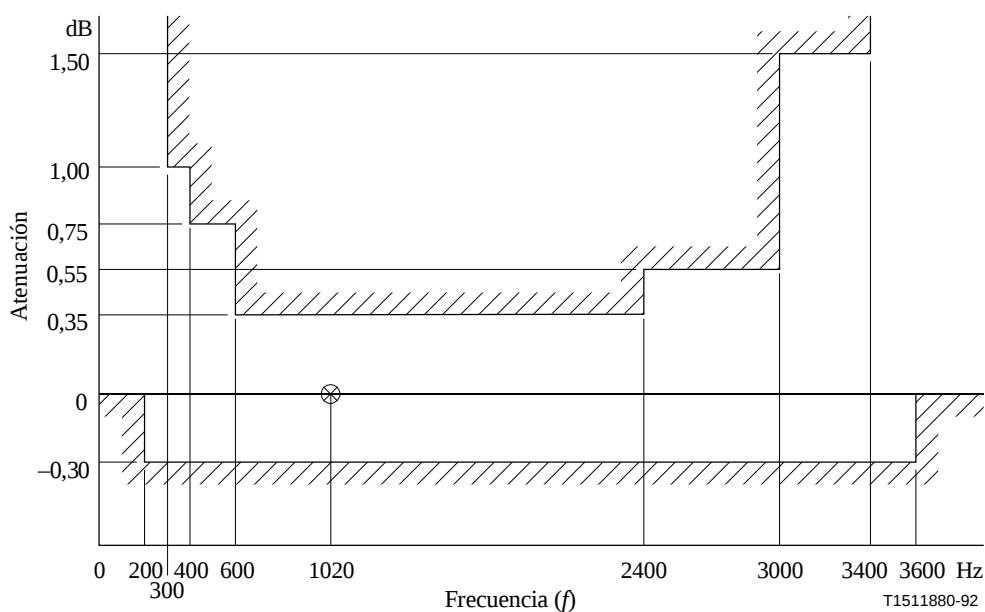
NOTA – Algunas Administraciones aplican un límite máximo de 1 dB para la atenuación en la gama de frecuencia de 300 Hz a 3000 Hz.

Figura 3/G.712 – Distorsión de atenuación en función de la frecuencia para canales de analógico a analógico entre puertos a dos hilos (E2_{1ent} a E2_{2sal})



NOTA – En algunas aplicaciones en que pueden conectarse en cascada varios canales MIC, puede ser necesario ampliar el límite de +0,25 dB de 2400 Hz a 3000 Hz.

Figura 4/G.712 – Distorsión de atenuación en función de la frecuencia para canales de analógico a cuatro hilos a digital (de $E4_{ent}$ a T_{sal} o de T_{ent} a $E4_{sal}$)



NOTA – Algunas Administraciones aplican un límite máximo de 0,5 dB para la atenuación en la gama de frecuencias de 300 Hz a 3000 Hz.

Figura 5/G.712 – Distorsión de atenuación en función de la frecuencia para canales de analógico a dos hilos a digital (de $E2_{ent}$ a T_{sal} o de T_{ent} a $E2_{sal}$)

8 Retardo de grupo

Las especificaciones del retardo de grupo absoluto y la distorsión por retardo de grupo entre puertos analógicos y digitales constituyen objetivos de diseño únicamente.

Los requisitos relativos al retardo de grupo absoluto y a la distorsión por retardo de grupo deben satisfacerse con un nivel de potencia de entrada de -10 dBm0 (valor preferido). Puede utilizarse en su lugar un nivel de 0 dBm0.

8.1 Retardo de grupo absoluto

El retardo de grupo absoluto en la frecuencia en la cual el retardo de grupo es mínimo no debe exceder el indicado en el cuadro 6.

Cabe destacar que el retardo absoluto se especifica para el puerto A o B, puesto que el sistema de transconexión digital contribuirá al retardo adicional. Se trata únicamente de objetivos de diseño.

Cuadro 6/G.712 – Requisitos relativos al retardo de grupo absoluto

Configuración de medición	Retardo de grupo absoluto
Canal de analógico a cuatro hilos a analógico ($E4_{1ent}$ a $E4_{2sal}$)	< 600 microsegundos
Canal de analógico a dos hilos a analógico ($E2_{1ent}$ a $E2_{2sal}$)	< 750
De analógico a cuatro hilos a digital ($E4_{ent}$ a A_{sal} o B_{sal})	< 360
De digital a analógico a cuatro hilos (A_{ent} o B_{ent} a $E4_{sal}$)	< 240
De analógico a dos hilos a digital ($E2_{ent}$ a A_{sal} o B_{sal})	< 450
De digital a analógico a dos hilos (A_{ent} o B_{ent} a $E2_{sal}$)	< 300

8.2 Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia

La distorsión por retardo de grupo debe estar comprendida dentro de los límites especificados en la plantilla de las figuras 6, 7, 8 ó 9.

El valor mínimo del retardo de grupo absoluto se toma como referencia para la distorsión por retardo de grupo.

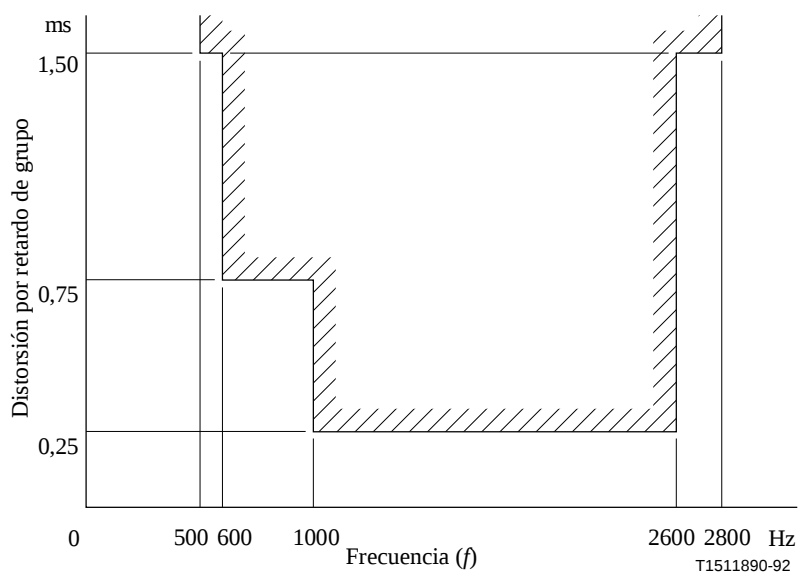


Figura 6/G.712 – Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia para canales de analógico a analógico entre puertos a cuatro hilos ($E4_{1ent}$ a $E4_{2sal}$)

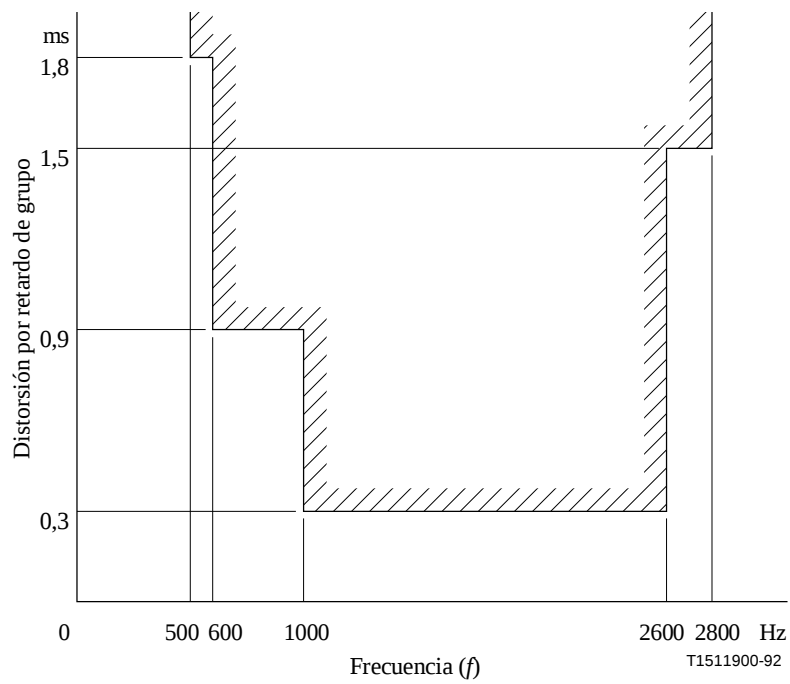


Figura 7/G.712 – Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia para canales de analógico a analógico entre puertos a dos hilos (E2_{1ent} a E2_{2sal})

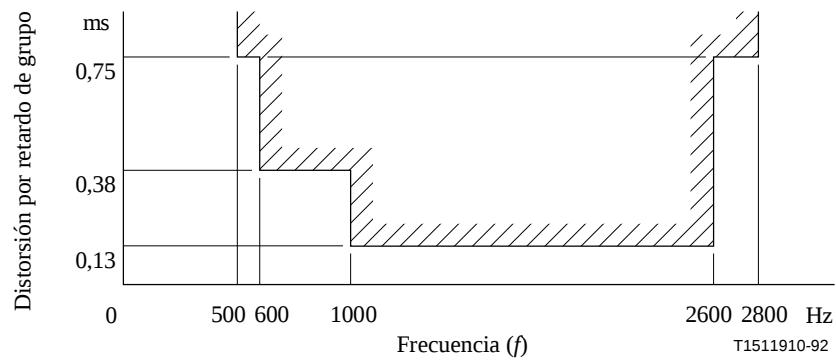


Figura 8/G.712 – Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia para canales de analógico a cuatro hilos a digital (E4_{ent} a T_{sal} o T_{ent} a E4_{sal})

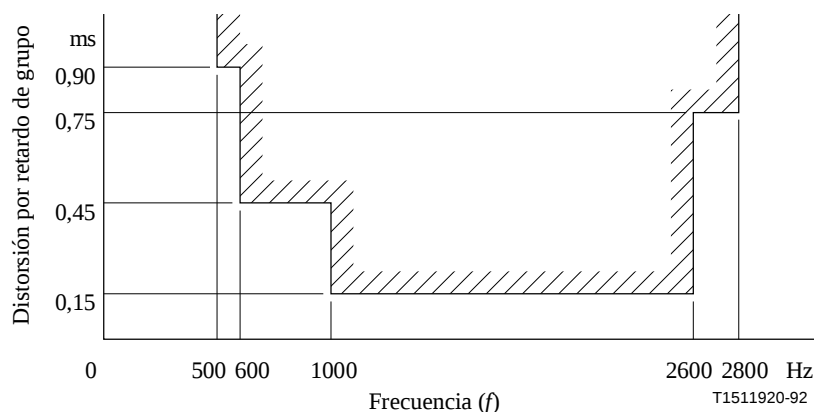


Figura 9/G.712 – Distorsión por retardo de grupo en función de la frecuencia para canales de analógico a dos hilos a digital (E2_{ent} a T_{sal} o T_{ent} a E2_{sal})

9 Ruido de canal en reposo

9.1 Ruido ponderado

Con los puertos de entrada y salida del canal terminados en la impedancia nominal, el ruido del canal en reposo no deberá exceder los límites indicados en el cuadro 7.

Cuadro 7/G.712 – Requisitos relativos al ruido ponderado de canal en reposo

Puerto terminado	Puerto medido	Límite de ruido ponderado	Notas
Cuatro hilos analógico, E4 _{1ent}	Cuatro hilos analógicos E4 _{2sal}	< -65 dBm0p	
Dos hilos analógico, E2 _{1ent}	Dos hilos analógico E2 _{2sal}	< -65	1, 4
Cuatro hilos analógico, E4 _{ent}	Digital, T _{sal}	< -67	2
Digital, T _{ent}	Cuatro hilos analógico, E4 _{sal}	< -70	3
Dos hilos analógico, E2 _{ent}	Digital, T _{sal}	< -67	2
Digital, T _{ent}	Dos hilos analógico, E2 _{sal}	< -70	3, 5

NOTA 1 – Este límite no incluye ningún margen para el ruido adicional que podría existir cuando la señalización tiene lugar en los dos hilos. Debido a los efectos de la cuantificación, no siempre podrán sumarse las potencias de ruido.

NOTA 2 – Ruido ponderado medido en el lado codificación.

NOTA 3 – Ruido medido en el lado decodificación. El puerto digital es excitado por una señal MIC (código inactivo) correspondiente al valor número 0 de la salida del decodificador para la ley μ o al valor número 1 para la ley A.

NOTA 4 – Entre -5 dBr y -8 dBr, el límite de ruido es -64 dBm0p.

NOTA 5 – Por debajo de -5 dBr, el límite de ruido es -75 dBmp.

NOTA 6 – Las mediciones sofométricas de señales compuestas en puertos con impedancia compleja deben efectuarse con un sofómetro que tenga una impedancia de entrada igual a la impedancia compleja nominal especificada para ese puerto. El sofómetro tiene que calibrarse consecuentemente (véanse también la Recomendación O.41 y el anexo A/G.100).

9.2 Interferencia a una sola frecuencia

El nivel de ruido a cualquier frecuencia única medido selectivamente (en particular en la frecuencia de muestreo y sus múltiplos en los puertos analógico a cuatro hilos, $E4_{sal}$, y analógico a dos hilos, $E2_{sal}$) no debe exceder de -50 dBm0. Entre 300 Hz y 3400 Hz, el nivel de ninguna frecuencia única medido selectivamente y corregido mediante el factor de ponderación sofométrica (véase el cuadro 1/O.41) puede exceder de -73 dBm0.

10 Discriminación contra las señales fuera de banda

10.1 Señales de entrada por encima de 4600 Hz en los puertos analógicos E4 y E2

Con cualquier señal sinusoidal en la gama de frecuencias de 4600 Hz a 72 kHz aplicada al puerto de entrada de frecuencias vocales del canal con un nivel adecuado, el nivel de cualquier frecuencia imagen producida en el puerto de salida E o T deberá ser, como mínimo, 25 dB inferior al nivel de la señal de prueba.

NOTA – Se ha comprobado que -25 dBm0 es un nivel de prueba adecuado.

10.2 Señales de entrada por debajo de 300 Hz en el puerto analógico a dos hilos E2

No se recomienda ningún valor en particular.

NOTA 1 – Si bien algunas Administraciones no tienen requisitos especiales a este respecto, otras han advertido que es necesario un rechazo de al menos 20 a 26 dB en el lado codificación en las frecuencias de la banda de 15 Hz a 60 Hz.

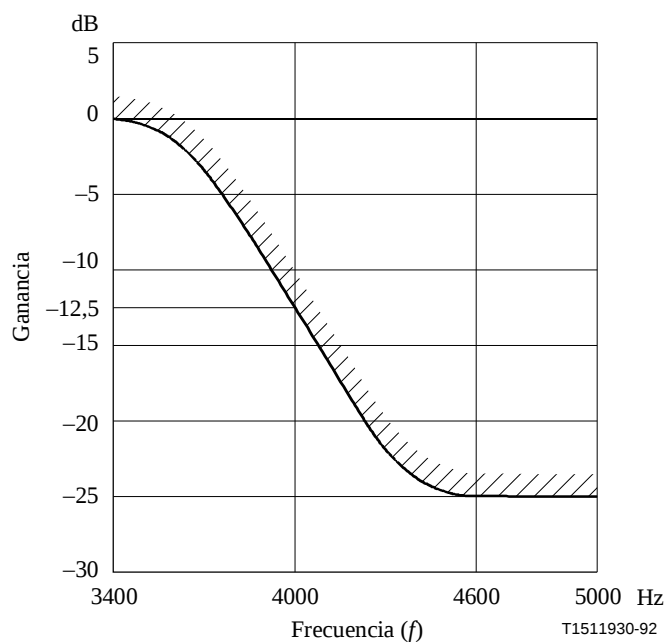
NOTA 2 – El rechazo general de la interferencia longitudinal puede lograrse mediante una combinación de un buen equilibrio longitudinal (véase la cláusula 6) y filtrado de paso alto.

10.3 Requisito general (4 hilos únicamente)

En las condiciones más desfavorables que pueden presentarse en una red nacional, el canal MIC a cuatro hilos ($E4_{ent}$ a $E4_{sal}$ o $E4_{ent}$ a T_{sal}) no debe incrementar en más de 100 pW0p el ruido en la banda de 10 Hz a 4 kHz a la salida del canal, como consecuencia de la presencia de señales fuera de banda a la entrada del canal analógico a cuatro hilos.

NOTA 1 – La discriminación necesaria depende de la calidad de funcionamiento de los equipos del canal múltiplex por división en frecuencia (MDF) y de los aparatos telefónicos de las redes nacionales, y las Administraciones deben examinar detenidamente sus especificaciones teniendo en cuenta los comentarios precedentes y el requisito indicado en 10.1. En todos los casos será necesario cumplir, por lo menos, el requisito estipulado en 10.1.

NOTA 2 – Se señala la importancia de la característica de atenuación en la gama de 3400 Hz a 4600 Hz. Aunque los siguientes requisitos pueden satisfacerse con otras características de atenuación, la característica de filtrado de la figura 10 ofrece una protección adecuada contra las señales fuera de banda en las entradas de los canales analógicos a cuatro y dos hilos.



NOTA – La porción curva del gráfico responde a la ecuación:

$$G = 12,5 \left[\sin \frac{\pi(400 - f)}{1200} - 1 \right] \text{ dB}$$

en la gama $3400 \leq f \leq 4600$.

Figura 10/G.712 – Ganancia con relación a la ganancia a 1020 Hz

11 Señales espurias en el puerto de salida del canal

11.1 Señales espurias fuera de banda en el puerto de salida del canal

11.1.1 Señal de entrada en banda

Con cualquier señal de prueba sinusoidal en la gama de frecuencias de 300 Hz a 3400 Hz aplicada con un nivel de 0 dBm0 al puerto de entrada analógico o digital de un canal (T_{ent} o un $E4_{\text{ent}}$ o $E2_{\text{ent}}$ conectado), el nivel de las señales de imagen espurias fuera de banda, medido selectivamente en el puerto de salida analógico a cuatro o dos hilos ($E4_{\text{sal}}$ o $E2_{\text{sal}}$), deberá ser inferior a -25 dBm0.

NOTA – Se señala la importancia de la característica de atenuación en la gama de 3400 Hz a 4600 Hz. Aunque el requisito indicado más arriba puede satisfacerse con otras características de atenuación, la característica de filtrado de la figura 10 ofrece una protección adecuada contra las señales fuera de banda.

11.1.2 Requisito general

Las señales espurias fuera de banda no deberán causar interferencias inadmisibles en el equipo conectado al canal MIC. En particular, la diafonía (inteligible o ininteligible) de un canal MDF conectado no debe exceder el nivel de -65 dBm0 como consecuencia de señales espurias fuera de banda a la salida del canal MIC.

NOTA – La discriminación necesaria depende de la calidad de funcionamiento de los equipos de canal MDF y de los aparatos telefónicos de las redes nacionales, y las Administraciones deben examinar detenidamente sus especificaciones teniendo en cuenta los comentarios precedentes y el requisito de 11.1.1. En todos los casos será necesario cumplir, por lo menos, el requisito estipulado en 11.1.1.

11.2 Señales espurias en banda en el puerto de salida del canal

Con cualquier señal de prueba sinusoidal en la gama de frecuencias de 700 Hz a 1100 Hz y un nivel de 0 dBm0 aplicada al puerto de entrada analógico de un canal ($E_{4_{1ent}}$ o $E_{2_{1ent}}$), el nivel de salida en cualquier frecuencia diferente de la frecuencia de la señal de prueba, medido selectivamente en la banda de frecuencias de 300 Hz a 3400 Hz en el puerto de salida analógico a cuatro o dos hilos ($E_{4_{2sal}}$ o $E_{2_{2sal}}$), deberá ser inferior a -40 dBm0.

12 Distorsión total, incluida la distorsión de cuantificación

Con una señal de prueba sinusoidal a la frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz aplicada al puerto de entrada de un canal, la relación potencia de señal/potencia de distorsión total medida con la ponderación de ruido adecuada (véase el cuadro 4/G.223) en el puerto de salida, debe ser superior a los límites indicados en las figuras 11 y 12.

NOTA – Se está utilizando un método basado en una señal de prueba de ruido. Dicho método, que se describe en el apéndice I, no es exactamente equivalente al método de prueba mediante una onda sinusoidal.

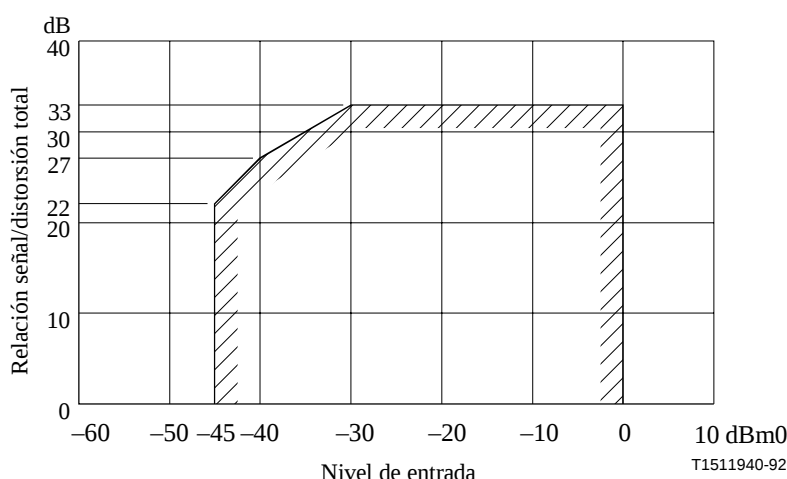


Figura 11/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada para canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos y de analógico a dos hilos a analógico a dos hilos ($E_{4_{1ent}}$ a $E_{4_{2sal}}$ y $E_{2_{1ent}}$ a $E_{2_{2sal}}$)

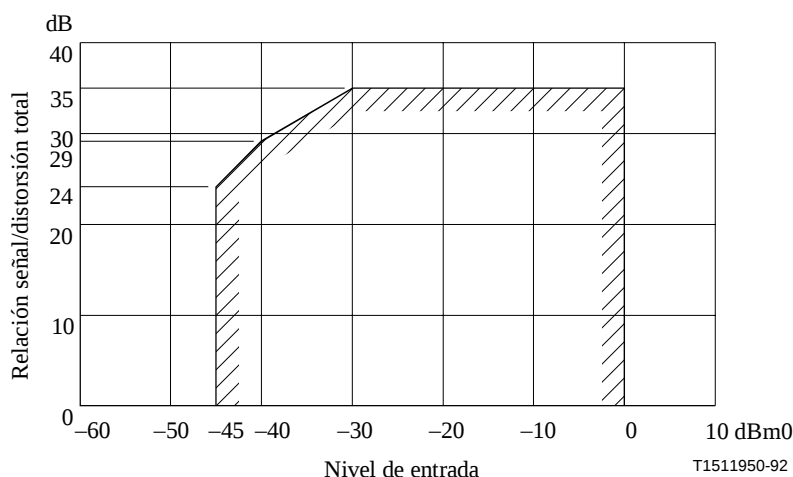


Figura 12/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada para canales de analógico a digital ($E4_{ent}$ a T_{sal} , T_{ent} a $E4_{sal}$, $E2_{ent}$ a T_{sal} y T_{ent} a $E2_{sal}$)

13 Variación de la ganancia en función del nivel de entrada

Con una señal de prueba sinusoidal a la frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz aplicada al puerto de entrada de cualquier canal, con un nivel comprendido entre -55 dBm0 y $+3$ dBm0, la variación de la ganancia de ese canal con relación a la ganancia con un nivel de entrada de -10 dBm0, debe estar comprendida dentro de los límites indicados en las figuras 13 y 14.

NOTA – Se está utilizando un método basado en una señal de prueba de ruido. Dicho método, que se describe en el apéndice I, no es exactamente equivalente al método de prueba mediante una onda sinusoidal.

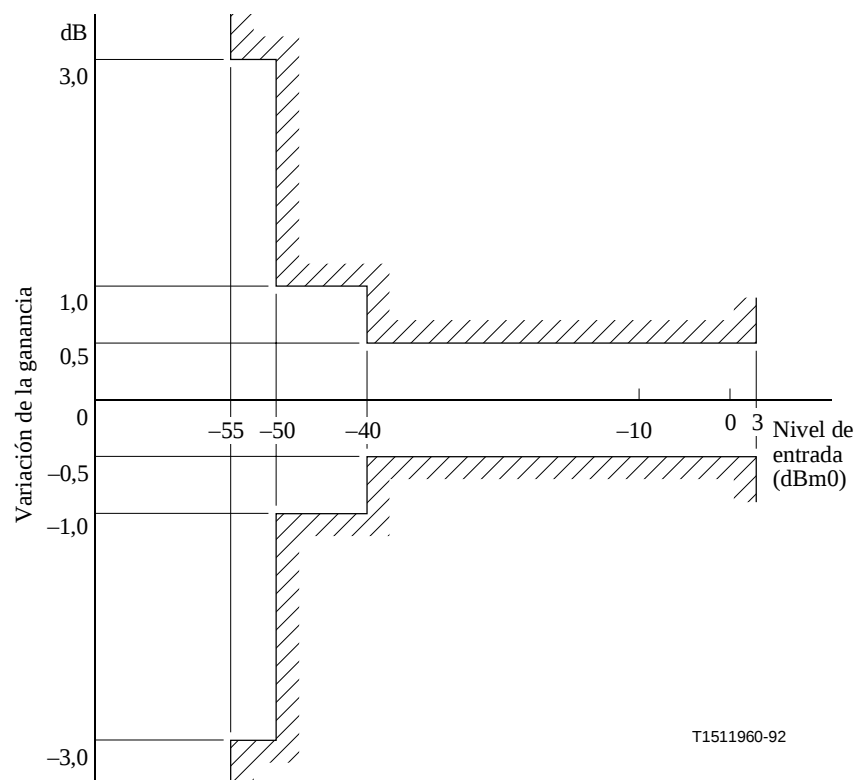


Figura 13/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada para canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos y de analógico a dos hilos a analógico a dos hilos ($E4_{1ent}$ a $E4_{2sal}$ y $E2_{1ent}$ a $E2_{2sal}$)

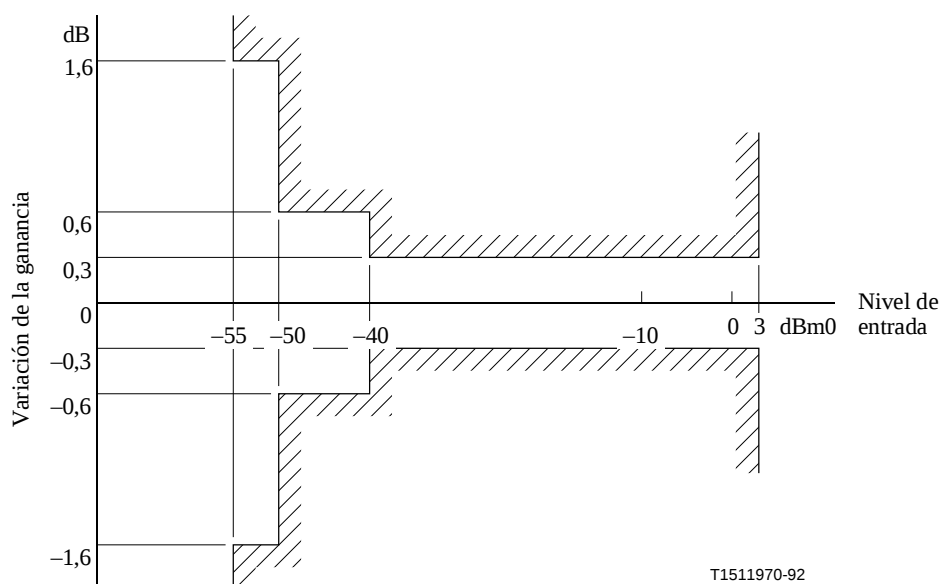


Figura 14/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada para canales de analógico a digital ($E4_{ent}$ a T_{sal} , T_{ent} a $E4_{sal}$, $E2_{ent}$ a T_{sal} y T_{ent} a $E2_{sal}$)

14 Diafonía

14.1 Generalidades

Para las mediciones de diafonía se inyectan señales auxiliares según se indica en las figuras 15 a 21. Estas señales son:

- el código inactivo, es decir, una señal MIC que corresponde al valor número 0 (ley μ) o al valor número 1 (ley A) de la salida del codificador (con el bit de signo en estado fijo);
- una señal activadora de bajo nivel, sinusoidal, con un nivel comprendido en la gama de -33 dBm0 a -40 dBm0. Deben elegirse cuidadosamente la frecuencia y las características de filtrado de los aparatos de medida, para que la señal activadora no afecte la exactitud de la medición de la diafonía en un grado significativo.

14.2 Diafonía entre canales de analógico a analógico

14.2.1 Telediafonía medida con una señal de prueba analógica

La diafonía entre los diferentes trayectos de transmisión de un equipo MIC debe ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal a la frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a un puerto de entrada analógico a cuatro o dos hilos ($E4_{1ent}$ o $E2_{1ent}$), el nivel de diafonía recibido en la salida analógica a cuatro hilos o dos hilos de cualquier otro trayecto de transmisión ($E4_{2sal}$ o $E2_{2sal}$) no exceda de -65 dBm0 para la telediafonía (FEXT, *far-end-crosstalk*). En la figura 15 se ilustran las mediciones de canales a cuatro hilos y dos hilos.

14.2.2 Diafonía entre dos sentidos de transmisión de los canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos

La diafonía entre un canal y el canal de retorno asociado deberá ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal de cualquier frecuencia de la gama de 300 Hz a 3400 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a un puerto de entrada analógico de cuatro hilos $E4_{1ent}$ a $E4_{2ent}$, el nivel de diafonía medido en el puerto de salida analógico a cuatro hilos $E4_{1sal}$ o $E4_{2sal}$ respectivamente del mismo canal y el mismo multiplexor primario no exceda de -60 dBm0 cuando el canal está transconectado a otro multiplexor primario (véase la figura 15).

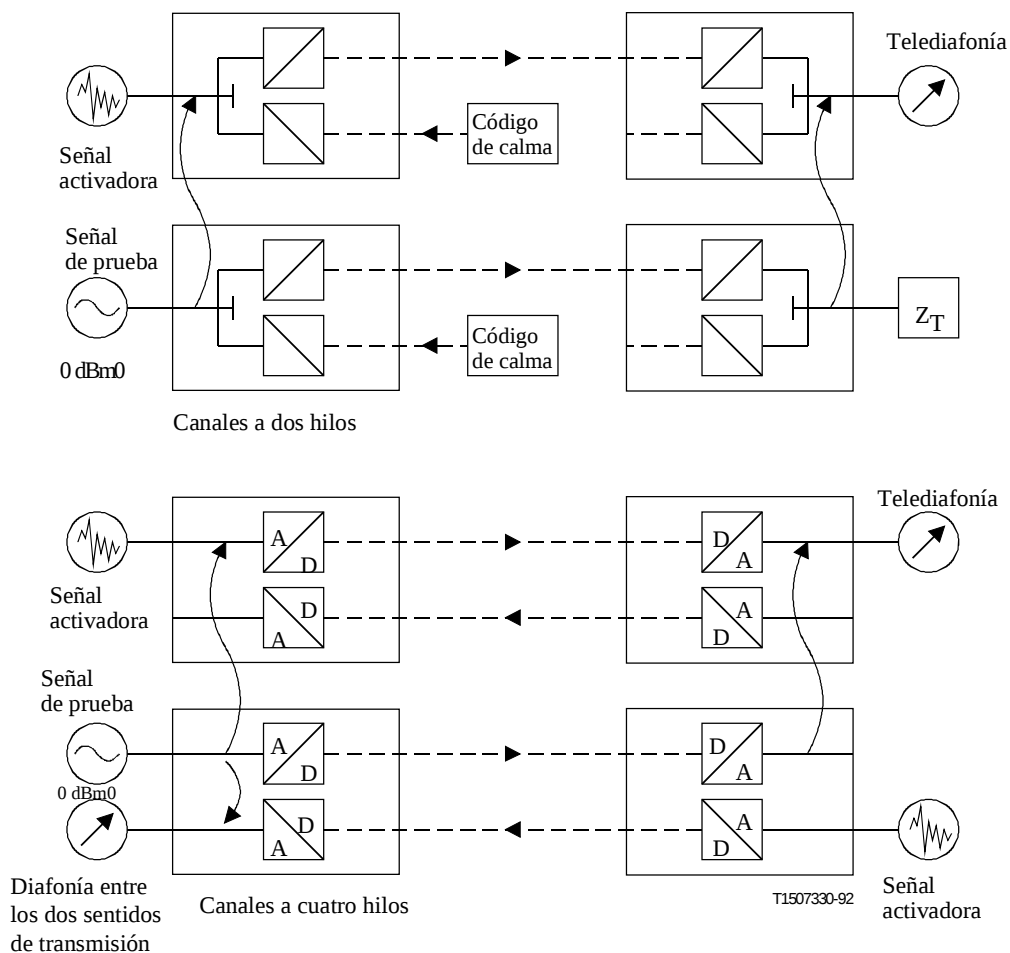


Figura 15/G.712 – Medición de la diafonía entre dos canales

14.3 Mediciones de diafonía en los multiplexores primarios

14.3.1 Medición de la telediafonía y paradiafonía con una señal de prueba analógica

La diafonía entre los diferentes canales de un múltiplex debe ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal a la frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a un puerto de entrada de frecuencias vocales, el nivel de diafonía producido en cualquier otro canal no exceda de -73 dBm0 en el caso de la paradiafonía (NEXT, *near-end crosstalk*) ni de -70 dBm0 en el caso de la telediafonía (FEXT). En las figuras 16 y 17 se ilustran las mediciones de canales a cuatro hilos y dos hilos respectivamente.

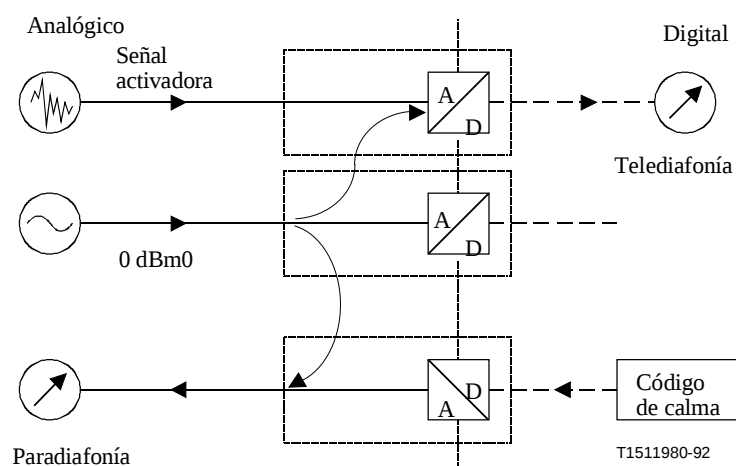


Figura 16/G.712 – Mediciones FEXT y NEXT con una señal de prueba analógica entre canales a cuatro hilos (E4)

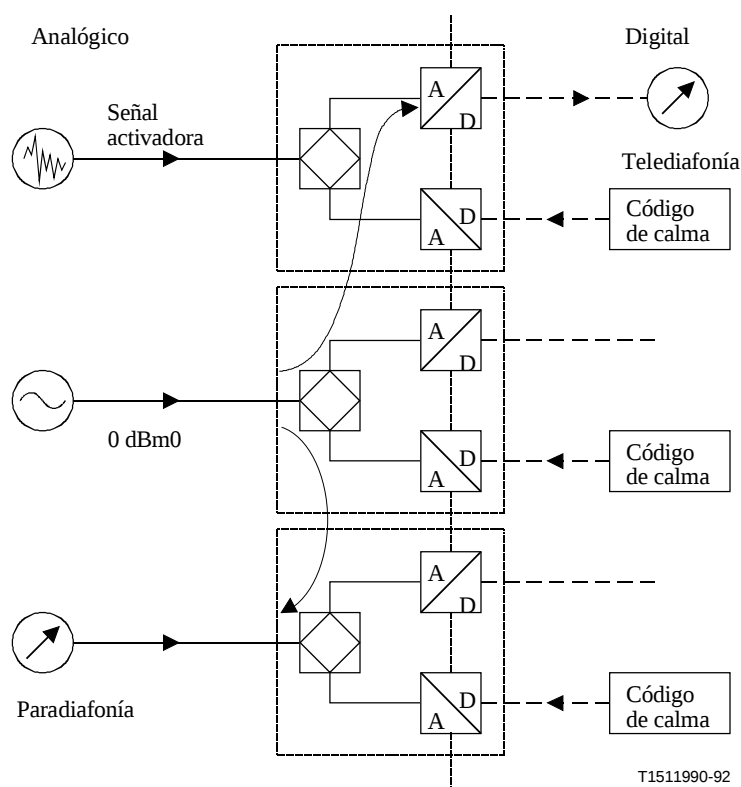


Figura 17/G.712 – Mediciones FEXT y NEXT con una señal de prueba analógica entre canales a dos hilos (E2)

14.3.2 Medición de la diafonía entre los dos sentidos de transmisión con una señal de prueba analógica

La diafonía entre un canal y el canal de retorno asociado debe ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal de cualquier frecuencia de la gama 300 Hz a 3400 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a un puerto de entrada, el nivel de diafonía medido en la salida del correspondiente canal de retorno no exceda de -66 dBm0 (véase la figura 18).

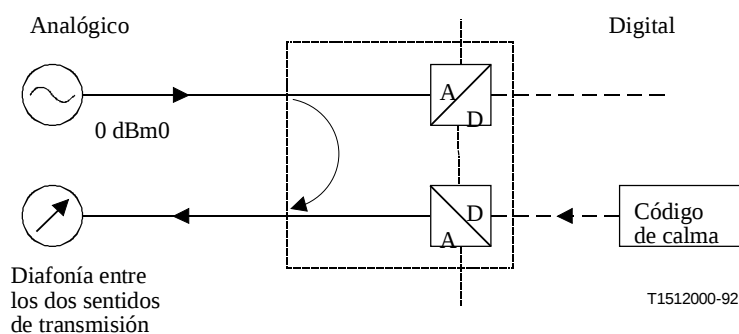


Figura 18/G.712 – Mediciones de diafonía en un puerto a cuatro hilos (E4) con una señal de prueba analógica entre un canal y el canal de retorno

14.3.3 Medición de la telediafonía y paradiafonía con una señal de prueba digital

La diafonía entre los diferentes canales de un múltiplex debe ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal simulada digitalmente a la frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a la entrada digital, el nivel de diafonía recibido en cualquier otro canal no exceda de -70 dBm0 en el caso de la paradiafonía (NEXT) ni en el caso de telediafonía (FEXT). En las figuras 19 y 20 se ilustran las mediciones de canales a cuatro hilos y dos hilos respectivamente.

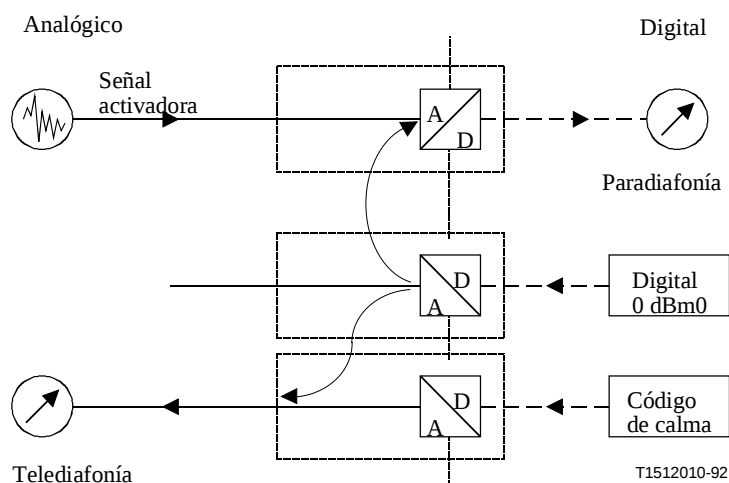


Figura 19/G.712 – Mediciones en puertos a cuatro hilos (E4) con una señal de prueba digital entre canales diferentes

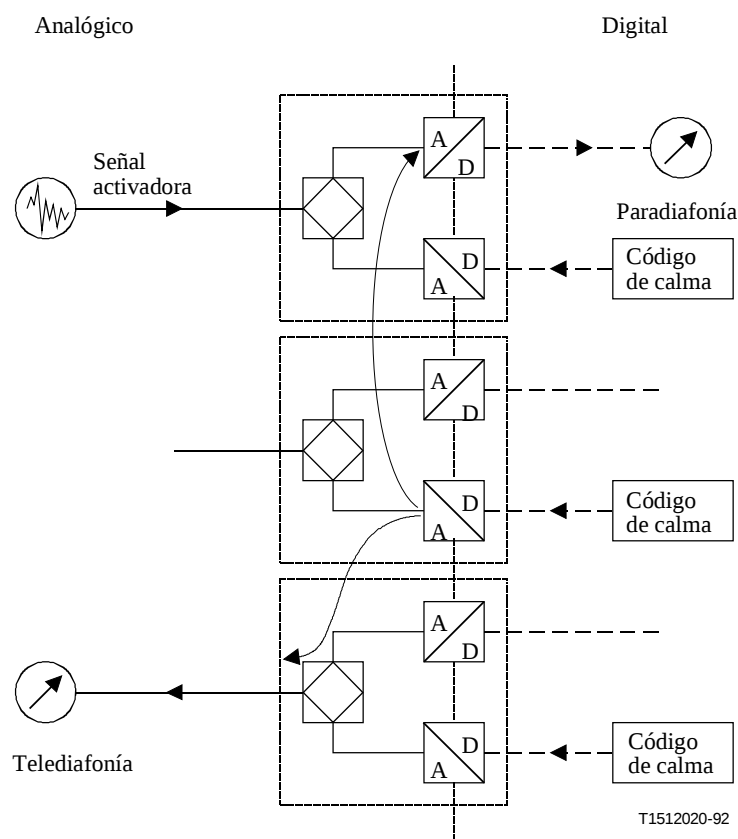


Figura 20/G.712 – Mediciones en puertos a dos hilos (E2) con una señal de prueba digital entre canales diferentes

14.3.4 Medición de la diafonía entre los dos sentidos de transmisión con una señal de prueba digital

La diafonía entre un canal y el canal de retorno asociado debe ser tal que, cuando se aplica una señal sinusoidal simulada digitalmente en una frecuencia de la gama 300 Hz a 3400 Hz, con un nivel de 0 dBm0, a un puerto de entrada digital, el nivel de diafonía medido en la salida digital del correspondiente canal de retorno no exceda de -66 dBm0 (véase la figura 21).

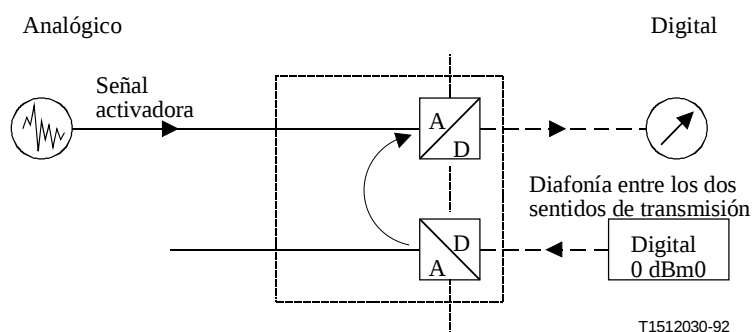


Figura 21/G.712 – Mediciones en un puerto a cuatro hilos (E4) con una señal de prueba digital entre los dos sentidos de transmisión de un mismo canal

15 Interferencia causada por la señalización

15.1 Canales de analógico a cuatro hilos a analógico a cuatro hilos

El nivel máximo de cualquier interferencia a un canal no debe exceder de -60 dBm0p cuando la señalización (señal de 10 Hz con una relación de trabajo de 50/50 para simular impulsos de marcación) está activa simultáneamente en todos los demás canales.

15.2 Canales de analógico a dos hilos a analógico a dos hilos

El nivel máximo de cualquier interferencia a un canal no debe exceder de -50 dBm0p cuando la señalización (señal de 10 Hz con una relación de trabajo de 50/50 para simular impulsos de marcación) está activa simultáneamente en todos los demás canales.

15.3 Canales de analógico a cuatro hilos a digital

La caracterización de este tipo de interferencia mediante mediciones separadas requiere cuatro tipos de mediciones de la diafonía (véase la figura 22). En cada caso, el nivel máximo de interferencia a un canal no debe exceder de -63 dBm0p cuando la señalización (señal de 10 Hz con una relación de trabajo de 50/50 para simular impulsos de marcación) está activa simultáneamente en todos los demás canales.

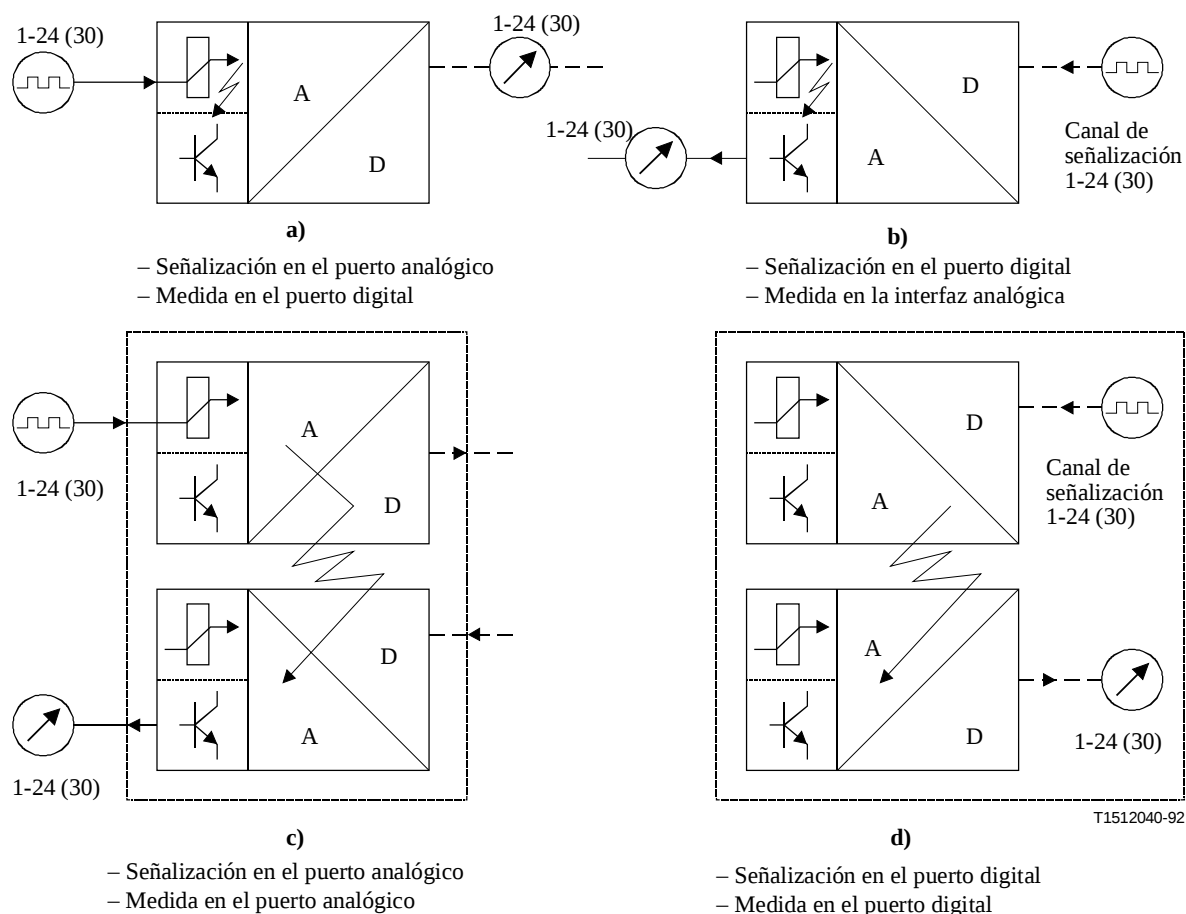


Figura 22/G.712 – Medición de las contribuciones de interferencia de la señalización

15.4 Canales de analógico a dos hilos a digital

La caracterización de este tipo de interferencia mediante mediciones separadas requiere dos tipos de mediciones de la diafonía [véase la figura 22, configuraciones **a)** y **b)**]. En cada caso, el nivel máximo de interferencia en un canal no debe exceder de -53 dBm0p cuando la señalización (señal de 10 Hz con una relación de trabajo de 50/50 para simular impulsos de marcación) está activa simultáneamente en todos los demás canales.

16 Eco y estabilidad en los puertos a dos hilos, E2

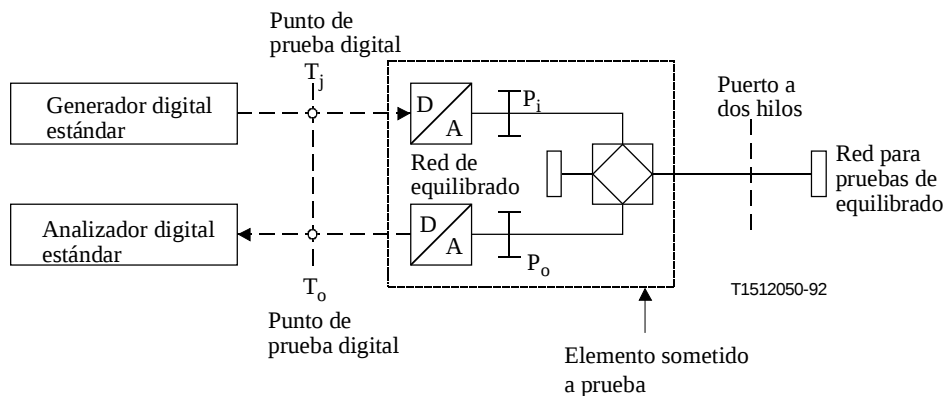
16.1 Atenuación de equilibrado del terminal (TBRL)

Esta magnitud caracteriza la calidad de funcionamiento de los equipos que se necesita para satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de la red consignados en la Recomendación G.122 con respecto al eco. La atenuación de equilibrado del terminal (TBRL, *terminal balance return loss*) se define como la atenuación de equilibrado (véase la definición en 3.1.8.1/Q.552) medida con referencia a una red de prueba de equilibrado. Está relacionada con la pérdida entre el punto de entrada de prueba digital, T_i , y el punto de salida de prueba digital, T_o (véase la figura 23), a saber:

$$a_{io} = \text{pérdida de } T_i \text{ a } T_o = P_i + P_o + \text{TBRL} \quad (\text{dB})$$

donde P_i y P_o son los valores de pérdida medidos en el circuito equivalente de la figura 23, que representan la pérdida total entre el punto de prueba digital y el punto a dos hilos o, a la inversa, en la frecuencia de medición.

En la figura 23, TBRL debe medirse con una señal de prueba sinusoidal en las frecuencias de la banda telefónica, que se extiende de 300 Hz a 3400 Hz.



(Véase la Recomendación O.133)

Figura 23/G.712 – Configuración para la medición de la pérdida del semibucle

Los valores de la impedancia de equilibrado nominal y la desviación máxima de esa impedancia con respecto a su valor nominal difieren de una Administración a otra. La gama de impedancias presente en el puerto a dos hilos durante el funcionamiento normal también varía considerablemente. Será preciso que las Administraciones fijen sus propios requisitos en materia de TBRL, teniendo en cuenta los planes de transmisión nacional e internacional. Como requisito mínimo, deben respetarse los límites de TBRL indicados en la figura 24 cuando el puerto a dos hilos termina en una red de prueba de equilibrado que es representativa de las condiciones de impedancia previstas en la condición de conversación de un conjunto de circuitos de enlace a dos hilos conectado al equipo MIC. Los límites son provisionales.

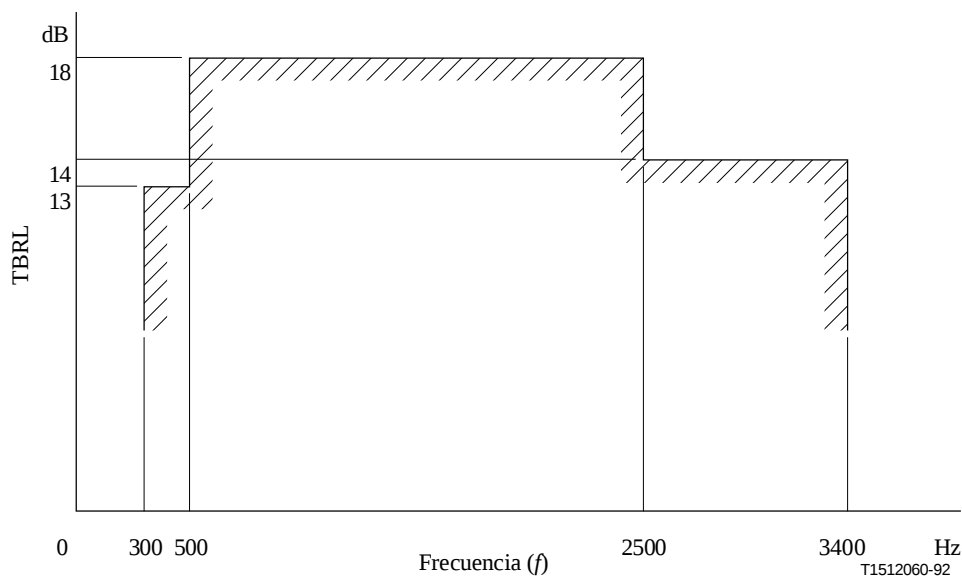


Figura 24/G.712 – Valores mínimos de la atenuación de equilibrado del terminal (provisional)

16.2 Atenuación para la estabilidad (SL)

La atenuación para la estabilidad (SL, *stability loss*) se define como el valor mínimo de la pérdida a_{io} medido con la configuración de la figura 23. Debe medirse la pérdida de estabilidad entre T_i y T_o terminando el puerto a dos hilos con redes de prueba de estabilidad que representen la condición de terminación más desfavorable encontrada en el funcionamiento normal. Algunas Administraciones pueden considerar que las terminaciones en circuito abierto y en cortocircuito son suficientemente representativas de la condición más desfavorable. Otras pueden tener que especificar, por ejemplo, una terminación inductiva para representar esa condición más desfavorable.

La atenuación para la estabilidad, en cualquier frecuencia, puede expresarse como sigue:

$$SL \geq P_i + P_o - X \quad (\text{dB})$$

donde P_i y P_o son los valores de pérdida medidos en la frecuencia de medición y en condiciones de terminación normales en el puerto a dos hilos. X tiene un valor que depende de la interacción entre la impedancia de entrada a dos hilos, la impedancia de equilibrado a dos hilos y la impedancia realmente aplicada al puerto a dos hilos. X puede calcularse o medirse por el método descrito en la Recomendación Q.552.

Por lo general, las Administraciones tienen que optimizar las impedancias de entrada a dos hilos y de equilibrado en un puerto a dos hilos/cuatro hilos con respecto al eco y al efecto local. Las terminaciones correspondientes al caso más desfavorable dependen de las condiciones reales de la red. Así pues, el valor de X queda totalmente determinado por las condiciones de la red y la estrategia de impedancia. En la práctica se han observado valores comprendidos entre 0 y 3 dB.

Las Administraciones deben elegir los valores nominales de P_i y P_o teniendo en cuenta el valor de X correspondiente a sus condiciones de funcionamiento particulares, así como los planes de transmisión nacional e internacional en lo que respecta a la estabilidad general de la red (véase la Recomendación G.122).

APÉNDICE I

Otras mediciones por medio de señales de ruido de anchura de banda limitada

I.1 Variación de la ganancia en función del nivel de entrada

Cuando se aplica una señal de ruido de anchura de banda limitada, según se define en la Recomendación O.131, al puerto de entrada de cualquier canal, con un nivel entre -55 dBm0 y -10 dBm0, la variación de la ganancia de ese canal con respecto a la ganancia con un nivel de entrada de -10 dBm0, debe estar comprendida dentro de los límites indicados en las figuras I.1 o I.2. La medición debe limitarse a la banda de frecuencias de 350 Hz a 550 Hz, de conformidad con las características de filtrado definidas en 3.2.1/O.131.

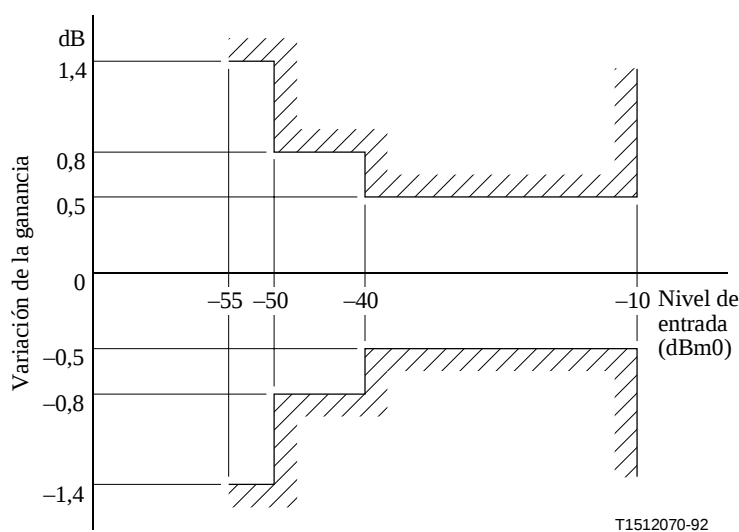


Figura I.1/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada de los canales de analógico a analógico entre puertos a cuatro hilos ($E4_{1ent}$ a $E4_{2sal}$) o dos hilos ($E2_{1ent}$ a $E2_{2sal}$)

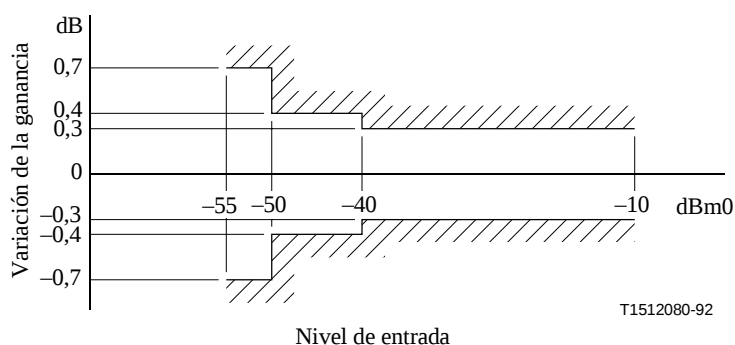
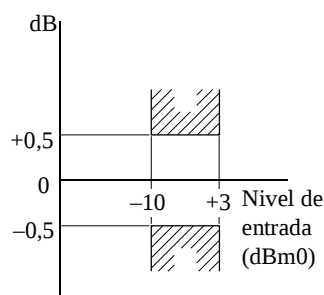


Figura I.2/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada de los canales de analógico a digital ($E4_{ent}$ a T_{sal} , T_{ent} a $E4_{sal}$, $E2_{ent}$ a T_{sal} o T_{ent} a $E2_{sal}$)

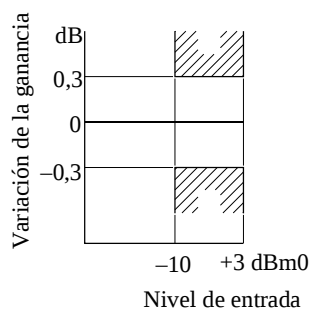
Además, cuando se aplica una señal sinusoidal a la frecuencia nominal de 1020 Hz al puerto de entrada de cualquier canal, con un nivel entre -10 dBm0 y $+3$ dBm0, la variación de la ganancia de

ese canal con respecto a la ganancia con el nivel de entrada de -10 dBm0 debe estar comprendida dentro de los límites indicados en las figuras I.3 o I.4.



T1523990-96

Figura I.3/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada de los canales de analógico a analógico entre puertos a cuatro hilos ($E4_{1ent}$ a $E4_{2sal}$) a dos hilos ($E2_{1ent}$ a $E2_{2sal}$)



T1524000-96

Figura I.4/G.712 – Variación de la ganancia en función del nivel de entrada de los canales de analógico a digital ($E4_{ent}$ a T_{sal} , T_{ent} a $E4_{sal}$, $E2_{ent}$ a T_{sal} o T_{ent} a $E2_{sal}$)

I.2 Distorsión total, incluida la distorsión de cuantificación

NOTA – En comparación con el método de prueba mediante una onda sinusoidal recomendado en la cláusula 12, este método de prueba mediante una señal de ruido da como resultado curvas bastante suaves, que no dependen en gran medida del nivel de la señal de entrada. El método de la onda sinusoidal puede resultar más preciso cuando se trata de identificar las imperfecciones localizadas de un códec, al responder a las degradaciones de éste de formas ligeramente diferentes. El método de prueba de ruido es aproximadamente 1,5 dB más riguroso que el método de prueba mediante una onda sinusoidal.

Cuando se aplica una señal de ruido en consonancia con la Recomendación O.131 al puerto de entrada de un canal, la relación de potencia señal/distorsión total debe estar comprendida entre los límites indicados en las figuras I.5 a I.10.

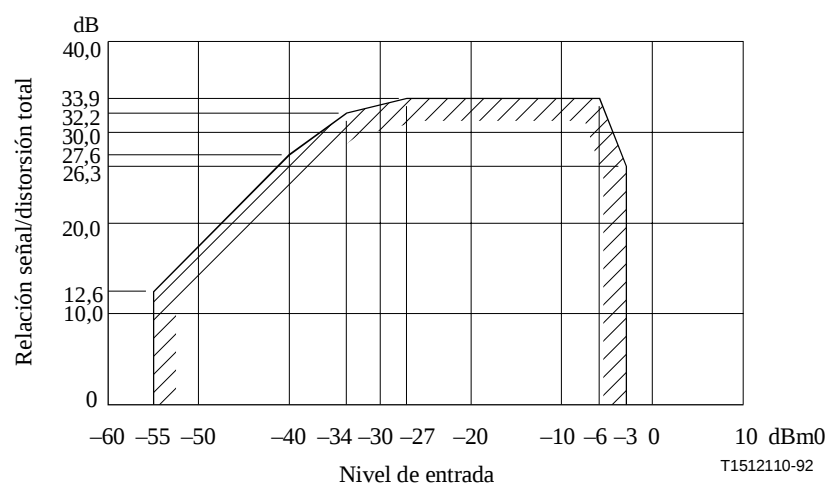


Figura I.5/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales a cuatro hilos de analógico a analógico ($E_{4_{1ent}}$ a $E_{4_{2sal}}$)

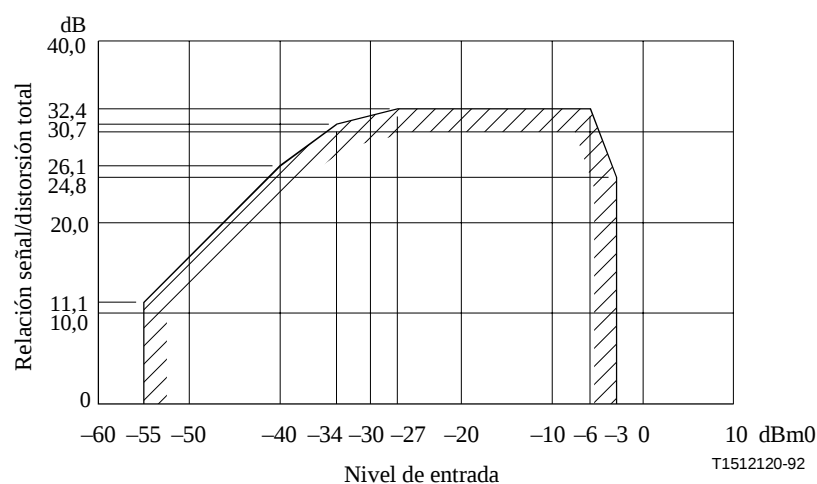


Figura I.6/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales a dos hilos de analógico a analógico ($E_{2_{1ent}}$ a $E_{2_{2sal}}$)

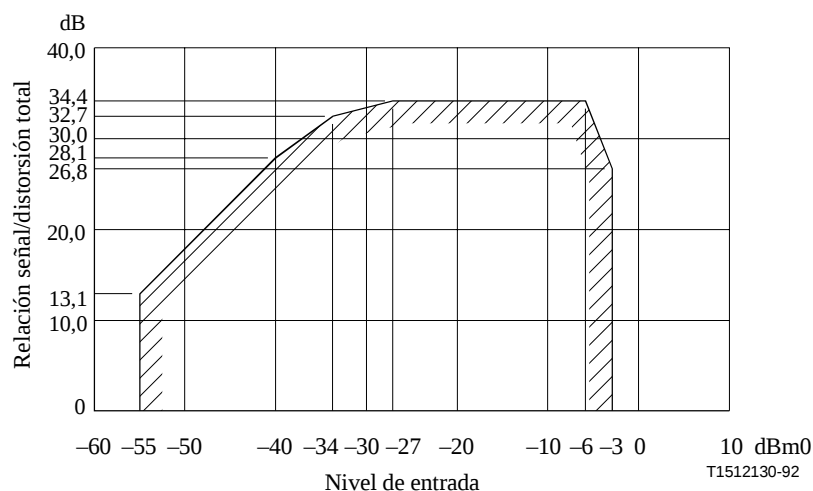
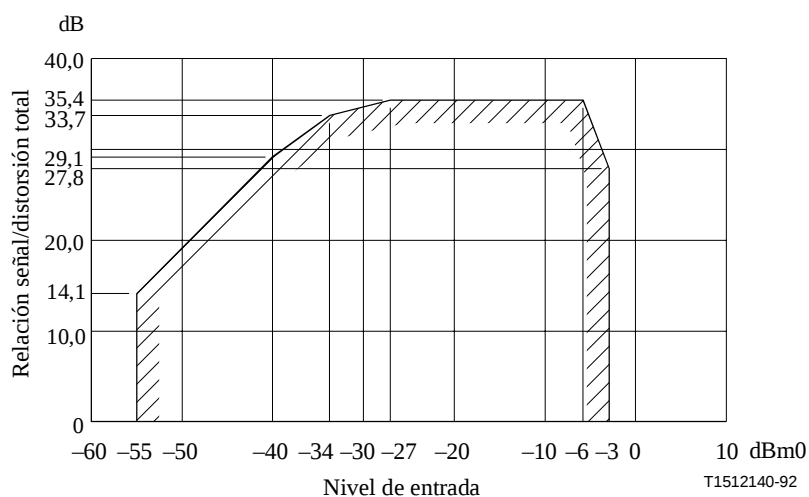


Figura I.7/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales de analógico a cuatro hilos a digital, lado codificación (E_{4ent} a T_{sal})



NOTA – Los valores comprendidos en la plantilla incluyen la potencia de distorsión de un codificador ideal.

Figura I.8/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales de analógico a cuatro hilos a digital, lado decodificación (T_{ent} a E_{4sal})

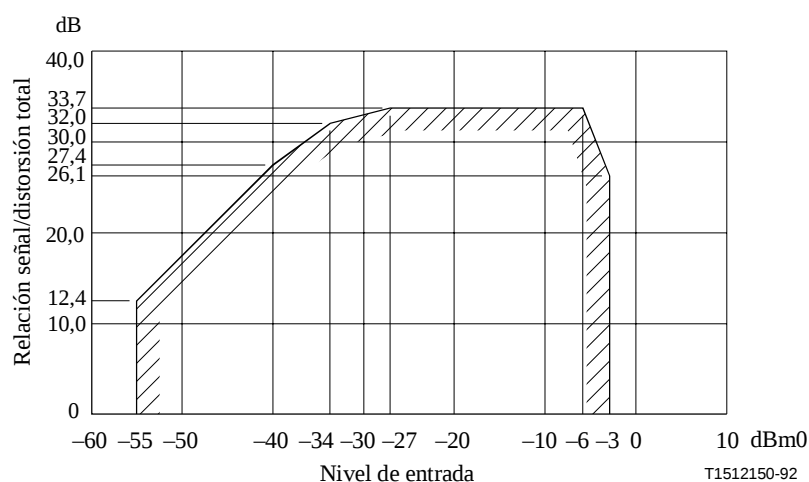
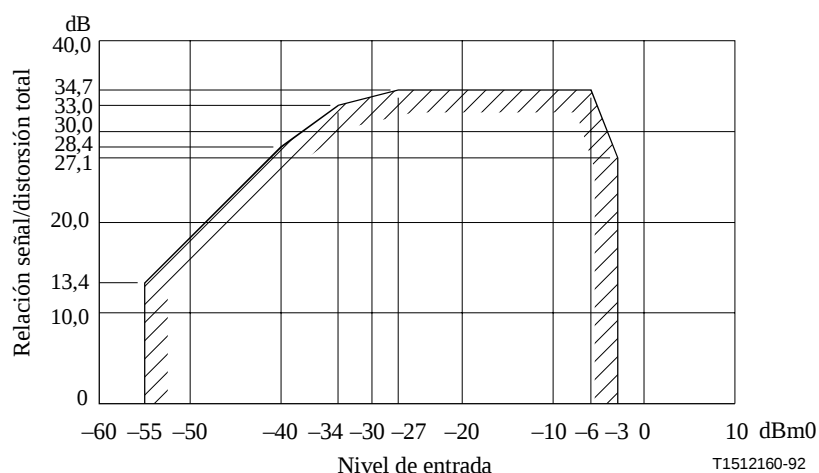


Figura I.9/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales de analógico a dos hilos a digital, lado codificación (E_{2ent} a T_{sal})



NOTA – Los valores comprendidos en la plantilla incluyen la potencia de distorsión de un codificador ideal.

Figura I.10/G.712 – Relación señal/distorsión total en función del nivel de entrada de los canales de analógico a dos hilos a digital, lado decodificación (T_{ent} a E_{2sal})

APÉNDICE II

Método para determinar la relación señal/distorsión total para la ley A

La relación señal/distorsión de cuantificación producida por sistemas MIC puede calcularse analíticamente de varias maneras. El método adoptado aquí es un caso particular de un análisis más general que permite comparar directamente los resultados calculados con los obtenidos efectuando medidas prácticas en los sistemas.

Se considera que la característica de compresión del sistema es "ideal", es decir, que corresponde exactamente a la ley teórica por segmentos, con el cero alternativo en coincidencia con el valor de decisión central. Se supone que la señal de entrada es simétrica en torno al cero alternativo, y que las

amplitudes presentan una distribución gaussiana. Para una entrada dada, de varianza σ_v^2 , puede determinarse la varianza total de salida σ_u^2 , y la varianza del contenido de la señal a la salida puede expresarse, por regresión lineal, en la forma $m^2 \sigma_v^2$, siendo m la pendiente de la línea de regresión de la salida sobre la entrada.

La varianza de las componentes de distorsión es entonces $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_u^2 - m^2 \sigma_v^2$, y la relación señal/distorsión de cuantificación, expresada en dB, es:

$$10 \log_{10} \frac{m^2 \sigma_v^2}{\sigma_\varepsilon^2}$$

Los niveles de la figura I.5, referentes a la distorsión *total*, se han deducido de los valores teóricos de la distorsión señal/*cuantificación* para la codificación de ley A restando 4,5 dB. De esta manera se tienen en cuenta las imperfecciones prácticas de los códecs así como cierta magnitud de ruido (de hecho, la sustracción de 4,5 dB se ha aplicado a los puntos de interrupción del esquema de tolerancia de la figura I.5).

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 senales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Z	Lenguajes de programación