



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.101**

(08/96)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –  
Definiciones generales

---

**Plan de transmisión**

Recomendación UIT-T G.101

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

---

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

<b>CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES</b>	
<b>Definiciones generales</b>	<b>G.100-G.199</b>
	<b>G.100-G.109</b>
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110-G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120-G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130-G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140-G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150-G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160-G.169
Circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales - Aspectos del plan de transmisión	G.170-G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180-G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190-G.199

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

## PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T G.101 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 12 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 30 de agosto de 1996.

---

### 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.

© 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

	<i>Página</i>
Alcance.....	1
1 Principios .....	1
2 Referencias.....	2
3 Definiciones y convenios .....	3
3.1 Circuitos y conexiones.....	3
3.2 Punto de referencia para la transmisión (TRP, <i>transmission reference point</i> ) .....	5
3.3 Nivel relativo (de potencia) .....	5
3.4 dBm0 .....	6
3.5 Capacidad de manejo de la potencia.....	6
3.6 Relación entre índices de sonoridad y niveles relativos .....	6
3.7 Determinación del nivel relativo.....	7
3.8 Nivel relativo en un punto de un enlace digital .....	7
3.9 Secuencia de referencia digital MIC.....	9
3.10 Subdivisión de las redes telefónicas con respecto a las interfaces entre los operadores de red.....	9
4 Configuraciones y componentes típicos de la red .....	15
4.1 Componentes de red .....	15
4.2 Configuraciones de red.....	16
5 Control de la estabilidad mediante atribución de atenuaciones a los circuitos.....	16
6 Estrategias de control del eco.....	20
7 Consideración del tiempo total de transmisión .....	21
8 Efecto de la codificación y del procesamiento de la señal en el trayecto digital.....	21
9 Técnicas de compresión de canal .....	21
10 Evaluación de las degradaciones, individuales y combinadas .....	21
11 Planificación de la transmisión en el contexto de la planificación general de la red .....	21
Anexo A – Conceptos de niveles relativos, dBm0, circuitos y conexiones, y su utilización en la planificación de la transmisión .....	21
A.1 Introducción.....	21
A.2 Circuitos y conexiones.....	21
A.3 Niveles relativos .....	22
A.4 Atenuadores digitales y designación de niveles relativos.....	23
A.5 Saltos de nivel.....	23
A.6 Capacidad de tratamiento de la potencia .....	23
A.7 Ejemplos .....	24
Apéndice I – Modelo de cálculo orientativo para la planificación de la transmisión.....	27
I.1 Introducción.....	27
I.2 Estructura y algoritmos básicos del modelo E.....	27
I.3 Descripción detallada de los algoritmos .....	31
I.4 Fuentes utilizadas en el modelo E para evaluar las degradaciones y el factor de expectativa.....	35

## **RESUMEN**

Esta Recomendación se refiere a la planificación de la transmisión en las redes modernas. Los parámetros de transmisión y los requisitos generales que revisten importancia para la planificación se indican con referencia a las Recomendaciones UIT-T pertinentes. Se muestran algunos ejemplos de configuraciones de redes. Se dan las definiciones y los convenios adecuados. En particular, la división de responsabilidades entre los operadores de redes en un mercado liberalizado queda reflejada en las definiciones de las partes componentes de las conexiones.



## **PLAN DE TRANSMISIÓN**

*(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968; Ginebra, 1972, 1976 y 1980; Málaga-Torremolinos, 1984; Helsinki, 1993; revisada en 1996)*

### **Alcance**

El objeto de esta Recomendación es proporcionar directrices para la planificación de la transmisión en las redes telefónicas modernas. La presente Recomendación indica los principales parámetros técnicos (de transmisión) importantes, haciendo referencia a las Recomendaciones UIT-T pertinentes. Se dan ejemplos de elementos y configuraciones de red, incluidos los circuitos móviles y los circuitos que utilizan técnicas de compresión. La presente Recomendación también considera las implicaciones que tiene en la planificación de la transmisión el proceso de liberalización experimentado por muchos mercados de telecomunicaciones, en particular la división de responsabilidades entre los diversos operadores de redes que pueden intervenir en una conexión. En este contexto, la tradicional subdivisión de una conexión internacional en «sistemas nacionales» y «cadena internacional» no siempre es pertinente y, en consecuencia, se ha completado la Recomendación con una estructura de conexión bajo la forma de «redes de terminación» y «redes de tránsito».

### **1 Principios**

El plan de transmisión establecido en 1964 tenía por objeto aprovechar en el servicio internacional, las ventajas ofrecidas por la conmutación a cuatro hilos. Las principales degradaciones incluidas para control por planificación de la transmisión fueron las pérdidas de extremo a extremo [es decir, el índice de sonoridad global (OLR, *overall loudness rating*)], el ruido del circuito y, por posteriores modificaciones, el efecto de los procesos MIC. Desde entonces el uso cada vez mayor de la conmutación y transmisión digital ha hecho habitual la conmutación a cuatro hilos y ha eliminado en gran medida los valores elevados de OLR y/o de ruido como fuentes principales de degradación en conexiones normales por cable. Por otro lado, actualmente deben considerarse cuidadosamente otros tipos de degradaciones en la planificación de la transmisión; a saber, el eco, el tiempo total de transmisión y la distorsión provocada por los codificadores de baja velocidad binaria. (Para conexiones en telefonía móvil, también deben tenerse en cuenta nuevos tipos de perturbaciones por ruido.)

Las siguientes Recomendaciones dan orientaciones sobre los parámetros de transmisión importantes que debe controlar el plan de transmisión moderno:

Recomendaciones G.111 y G.121 – Índices de sonoridad, índice de sonoridad global, índice de sonoridad en emisión, índice de sonoridad en recepción, índice de enmascaramiento para el efecto local e índice de efecto local para el oyente;

Recomendación G.122 – Consideraciones generales sobre el eco y la estabilidad;

Recomendación G.126 – Eco para el oyente;

Recomendación G.131 – Índice de sonoridad del eco para el hablante;

Recomendación G.114 – Tiempo total de transmisión;

Recomendación G.113 – Consideraciones sobre la degradación en la transmisión, tomadas tanto individualmente como en combinación.

Para los equipos de transmisión utilizados en las conexiones deben aplicarse, siempre que sea posible, las Recomendaciones UIT-T adecuadas.

Otras Recomendaciones pertinentes son:

Recomendación G.171 – Aspectos de las redes de explotación privada relacionados con el plan de transmisión;

Recomendación G.172 – Aspectos de las comunicaciones pluripartitas internacionales relativos al plan de transmisión;

Recomendación G.173 – Aspectos relativos a la planificación de la transmisión del servicio vocal en las redes móviles terrestres públicas digitales; y

Recomendación G.174 – Objetivos de calidad de transmisión para los sistemas digitales terrenales sin hilos que utilizan terminales portátiles para acceder a la red telefónica pública conmutada.

## 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] Recomendación UIT-T G.100 (1993), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales.*
- [2] Recomendación UIT-T G.111 (1993), *Índices de sonoridad en una conexión internacional.*
- [3] Recomendación UIT-T G.113 (1996), *Degradaciones de transmisión.*
- [4] Recomendación UIT-T G.114 (1996), *Tiempo de transmisión en un sentido.*
- [5] Recomendación UIT-T G.121 (1993), *Índices de sonoridad de sistemas nacionales.*
- [6] Recomendación UIT-T G.122 (1993), *Influencia de los sistemas nacionales en la estabilidad y el eco para la persona que habla en las conexiones internacionales.*
- [7] Recomendación UIT-T G.126 (1993), *Eco para el oyente en las redes telefónicas.*
- [8] Recomendación G.131 del CCITT (1988), *Estabilidad y ecos.*
- [9] Recomendación G.171 del CCITT (1988), *Aspectos de las redes de explotación privada relacionados con el plan de transmisión.*
- [10] Recomendación G.172 del CCITT (1988), *Aspectos de las comunicaciones pluripartitas internacionales relativos al plan de transmisión.*
- [11] Recomendación UIT-T G.173 (1993), *Aspectos relativos a la planificación de la transmisión del servicio vocal en las redes móviles terrestres públicas digitales.*
- [12] Recomendación UIT-T G.174 (1994), *Objetivos de calidad de transmisión para los sistemas digitales terrenales sin hilos que utilizan terminales portátiles para acceder a la red telefónica pública conmutada.*
- [13] Recomendación G.223 del CCITT (1984), *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía.*
- [14] Recomendación G.711 del CCITT (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*
- [15] Recomendación G.712 del CCITT (1992), *Características de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados.*
- [16] Recomendación G.726 del CCITT (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- [17] Recomendación G.727 del CCITT (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) jerarquizada con 5, 4, 3 y 2 bits/muestra.*
- [18] Recomendación G.728 del CCITT (1992), *Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo.*
- [19] Recomendación UIT-T G.763 (1994), *Equipo de multiplicación de circuitos digitales que emplea modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (Recomendación G.726) e interpolación digital de la palabra.*
- [20] Recomendación G.765 del CCITT (1992), *Equipo de multiplicación de circuitos de paquetes.*
- [21] Recomendación UIT-T H.34 del CCITT (1984), *Subdivisión de la banda de frecuencias de un circuito de tipo telefónico entre la telegrafía y otros servicios.*
- [22] Recomendación M.120 del CCITT (1988), *Puntos de acceso para mantenimiento.*
- [23] Recomendación M.160 del CCITT (1988), *Estabilidad de la transmisión.*
- [24] Recomendación M.560 del CCITT (1988), *Circuitos telefónicos internacionales. Principios, definiciones y niveles relativos de transmisión.*

- [25] Recomendación M.565 del CCITT (1988), *Puntos de acceso para circuitos telefónicos internacionales*.
- [26] Recomendación O.6 del CCITT (1988), *Frecuencia de prueba de referencia de 1020 Hz*.
- [27] Recomendación O.22 del CCITT (1992), *Aparato automático de medidas de transmisión y de pruebas de señalización del CCITT (ATME N.º 2)*.
- [28] Recomendación UIT-T P.10 (1993), *Vocabulario de términos sobre calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos*.
- [29] Recomendación UIT-T P.11 (1993), *Efectos de las degradaciones de la transmisión*.
- [30] Recomendación P.55 del CCITT (1968), *Aparatos para medir los ruidos impulsivos*.
- [31] Recomendación UIT-T P.56 (1993), *Medición objetiva del nivel vocal activo*.
- [32] Recomendación UIT-T P.310 (1996), *Características de transmisión de los teléfonos digitales*.
- [33] Recomendación Q.45 del CCITT (1984), *Características de transmisión de las centrales analógicas internacionales*.
- [34] Recomendación UIT-T Q.551 (1994), *Características de transmisión de las centrales digitales*.
- [35] Recomendación UIT-T Q.552 (1994), *Características de transmisión de las interfaces analógicas a 2 hilos de una central digital*.
- [36] Recomendación UIT-T Q.554 (1994), *Características de transmisión en las interfaces digitales de una central digital*.
- [37] Recomendación V.2 del CCITT (1980), *Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos*.
- [38] Suplemento N.º 3 a las Recomendaciones de la serie P del UIT-T (1993), *Modelos de predicción de la calidad de transmisión a partir de mediciones objetivas*.
- [39] Informe Técnico VTQM-E del ETSI: 1994, *Transmission and multiplexing – Speech communication quality from mouth to ear of 3.1 kHz handset telephony across networks*.

### 3 Definiciones y convenios

A los efectos de esta Recomendación se aplican las definiciones de 3.1.

#### 3.1 Circuitos y conexiones

**3.1.1 circuito telefónico:** En la planificación de transmisión y en las Recomendaciones de la serie G, un circuito telefónico indica un circuito de telecomunicación con equipo de terminación asociado, que conecta directamente dos aparatos o centrales de conmutación, de conformidad con la Nota 2 relativa a la definición general de circuito (véase 1.4/G.100). Para simplificar, en las Recomendaciones de la serie G, en lugar de «circuito telefónico» se utiliza con frecuencia el término «circuito».

##### NOTAS

1 Desde un punto de vista conceptual, los circuitos (telefónicos) son aquellas partes de las conexiones que se mantienen intactas y asociadas permanentemente con los conmutadores en cada extremo después de que se desactiva una conexión y antes de que se establezca una nueva. Las medidas de rutina de circuitos (telefónicos) se hacen de la forma más aproximada posible al concepto ideal, es decir, entre los puntos de acceso al circuito de tal manera que incluyan la mayor parte posible del circuito (telefónico) (véase 2.1.2/M.565).

2 En algunos casos, principalmente en las redes privadas, no se aplica la definición de circuito. Las centrales situadas dentro de una red privada están normalmente interconectadas a través de líneas arrendadas, especificadas en las interfaces de los sistemas de transmisión.

**3.1.2 línea (telefónica) de abonado; bucle de abonado (en telefonía):** Enlace entre un centro de conmutación público y una estación telefónica, una instalación telefónica privada o cualquier otro terminal que utilice señales compatibles con la red telefónica. (Véase también el término 31.04 de la Recomendación P.10).

NOTA – En francés, el término «ligne de réseau» se utiliza únicamente cuando la instalación privada es una centralita telefónica privada o un sistema telefónico de intercomunicación.

**3.1.3 sistema (telefónico) local; circuito (telefónico) local:** Conjunto constituido por la estación telefónica de abonado, la línea telefónica de abonado y el puente de alimentación, si existen; véase la Figura 1. (Véase también el término 31.02 de la Recomendación P.10.)

NOTAS

- 1 Se utiliza este término en el ámbito de la planificación y de la calidad de transmisión.
- 2 En los textos del UIT-T en inglés se prefiere el término «local (telephone) system».
- 3 Una red local incluye el sistema local, las centrales locales y los circuitos de interconexión.

**3.1.4 sistema de abonado (en la planificación de transmisión):** Conjunto constituido por una línea telefónica de abonado y la parte de la instalación telefónica privada conectada a esta línea durante una comunicación telefónica. Véase la Figura 1. (Véase también el término 31.03 de la Recomendación P.10.)

NOTA – Se utiliza este término en el ámbito de la planificación y de la calidad de transmisión.

**3.1.5 circuito de abonado:** Circuito entre la central local y el punto de conexión de red (NCP, *network connection point*), es decir, la interfaz entre la red pública y la instalación de abonado (véase la Figura 1). Esta interfaz puede estar, por ejemplo, en el repartidor principal (MDF, *main distribution frame*) de una centralita privada (PBX, *private branch exchange*), en un soporte para la conexión de un aparato telefónico, etc.. La localización de esta interfaz depende de las reglamentaciones y prácticas nacionales.

NOTA – En la central local, el circuito de abonado incluye generalmente la «mitad» de la central en el caso de una central analógica y, en el caso de una central digital, la entrada y la salida del circuito serán generalmente flujos binarios digitales correspondientes a los «puntos de prueba de la central», definidos en 1.2.1.1/Q.551.

**3.1.6 atenuación del circuito telefónico:** Atenuación compuesta a la frecuencia de referencia 1020 Hz entre la entrada del circuito y su salida, como se define en la Nota 1 a continuación. Esto incluirá cualquier atenuación en el equipo de terminación asociado de los centros de conmutación.

NOTAS

1 La entrada y la salida de un circuito, definidas a efectos de la planificación de transmisión, son puntos ficticios en una central donde los circuitos están directamente interconectados (véase 2.3.3/M.560) y, por consiguiente, no son accesibles, por ejemplo a los fines de la medida. Para que se pueda hacer la correlación necesaria entre los valores medidos y la planificación, los «puntos de acceso al circuito» se definen en la Recomendación M.565; en las Figuras 1a y 1b/M.565, para centrales analógicas y digitales respectivamente, se muestra la relación de esos puntos con la entrada y la salida del circuito. Una vez realizada la medición entre esos puntos, se hacen las correcciones eventualmente necesarias para tener en cuenta el efecto de los dispositivos del acceso al circuito a fin de que pueda determinarse la atenuación del circuito (véase 3.1.2/O.22).

2 Para las centrales digitales se comprobará que, como se define en 1.2.1.1/Q.551, la entrada y la salida del circuito corresponden a los «puntos de prueba de la central». Puesto que los niveles en esos puntos están definidos en los flujos binarios digitales que allí aparecen, ni los dispositivos de acceso digital ni el paso a través del bloque de conmutación digital supondrán ninguna pérdida ni ganancia, siempre que no quede afectada la secuencia de bits. Por otra parte, en la atenuación del circuito se incluirá cualquier nueva codificación, por ejemplo, la producida por un «atenuador digital». Para permitir por lo menos la alternativa obligatoria de conexiones «transparentes a los bits» (es decir, aquellas que conservan la integridad de los bits; véase 3.1.2/Q.554), la función del «atenuador» debe ser conmutable, es decir, debe ser posible:

- a) hacer medidas en condiciones que simulen a voluntad cada condición de tráfico real que requiera un valor diferente del atenuador;
- b) controlar la tasa de errores en los bits (véase 3.1.1/Q.554), lo que, naturalmente, es necesario hacer en ausencia de cambios intencionales del flujo binario.

3 Para las centrales analógicas, se supone que las atenuaciones nominales del bloque de conmutación (definidas en 3.2/Q.45) se dividen por igual entre los dos circuitos interconectados en la central. La varianza de las pérdidas del bloque de conmutación contribuye de forma insignificante a la varianza de la atenuación del circuito en comparación con el objetivo de las variaciones de atenuación en los sistemas de transmisión (véase 1.1.2/M.160).

4 Los puntos de acceso al circuito no deben confundirse con los «puntos de acceso a la línea», situados generalmente en un repartidor (véase el último párrafo de la Recomendación M.120). Estos puntos no revisten interés para la planificación de la transmisión, sino sólo para los servicios de mantenimiento a los fines del ajuste y la localización de averías.

5 La entrada y la salida de circuitos internacionales se definen como los extremos virtuales de la conexión internacional que tienen niveles relativos definidos (véase más adelante 3.10.1.3). Esto es necesario para establecer una frontera definida entre la parte nacional e internacional de una conexión.

**3.1.7 conexión:** Cadena de circuitos interconectados por puntos de conmutación, entre dos puntos diferentes de la red.

En la planificación de la transmisión, la atenuación de una conexión es normalmente la suma de las atenuaciones de los circuitos que integran la conexión. (Las atenuaciones de los centros de conmutación están normalmente incluidas en las atenuaciones del circuito.)

NOTAS

- 1 Una conexión completa es una conexión entre dos equipos terminales conectados a la red.
- 2 Cuando los circuitos analógicos o los circuitos mixtos analógico/digitales son interconectados en las centrales, es necesario a menudo introducir «saltos de nivel». En una conexión completa, la suma de todos los «saltos de nivel» y las atenuaciones digitales no debe exceder 6 dB a corto plazo y 3 dB a largo plazo.

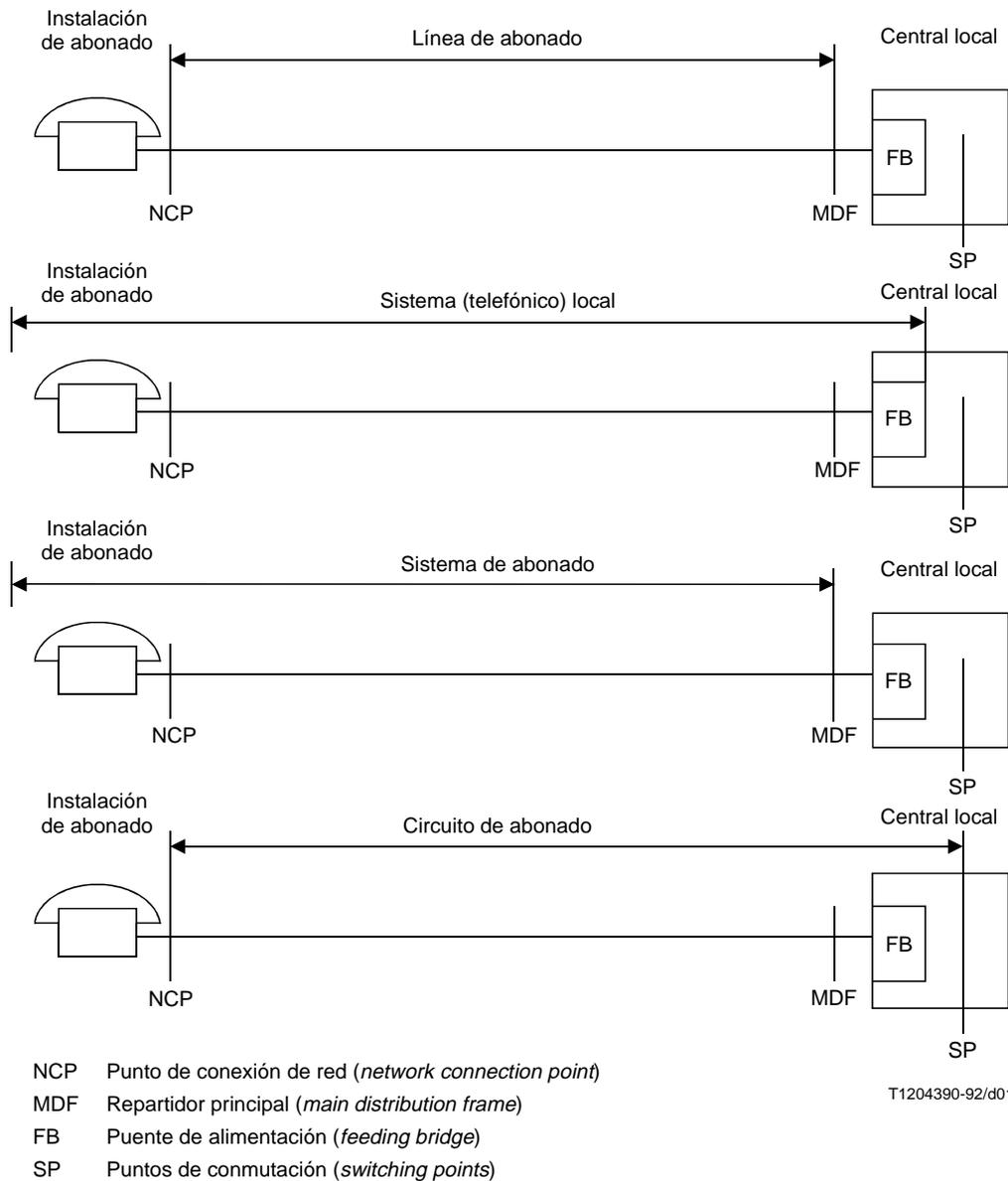


FIGURA 1/G.101

**Línea de abonado, sistema (telefónico) local, sistema de abonado y circuito de abonado**

**3.2 Punto de referencia para la transmisión (TRP, *transmission reference point*)**

Punto ficticio que sirve de punto de nivel relativo cero para definir el concepto de niveles relativos. Para la especificación y medida de equipos, sistemas de transmisión, centrales y centralitas privadas, etc., se utiliza frecuentemente el término punto de referencia de nivel (LRP, *level reference point*) en lugar de punto de referencia para la transmisión.

**3.3 Nivel relativo (de potencia)**

El nivel relativo en un punto de un circuito viene dado por la expresión  $10 \log_{10} (P/P_0)$  dBr, donde  $P$  representa la potencia aparente de una señal de prueba sinusoidal a la frecuencia de referencia de 1020 Hz en el punto considerado y  $P_0$  la potencia aparente de dicha señal en el punto de referencia para la transmisión. Es numéricamente igual a la

ganancia compuesta entre el punto de referencia para la transmisión y el punto en cuestión (o a la atenuación compuesta entre el punto considerado y el punto de referencia para la transmisión), para la frecuencia de referencia 1020 Hz. Por ejemplo, si se inyecta en un punto en el circuito una señal de 1020 Hz con un nivel de  $x$  dBm y el nivel medido en el punto de referencia para la transmisión es 0 dBm, el nivel relativo en el punto es  $x$  dBr. Si se mide y dBm en otro punto en el circuito, el nivel relativo en ese punto es y dBr.

#### NOTAS

1 La definición anterior se aplica generalmente a todos los sistemas, por ejemplo, las centrales digitales, los sistemas de transmisión y a otros tipos de equipos de conmutación y transmisión. Cabe destacar que esos componentes de la red tienen frecuentemente niveles relativos específicos en sus interfaces. Esos niveles relativos pueden diferir de los niveles relativos de un circuito en las mismas interfaces.

2 En la planificación de la transmisión, cada circuito tendrá su propio punto de referencia para la transmisión.

3 La frecuencia nominal de referencia de 1020 Hz se ajusta a la Recomendación O.6. Para circuitos completamente analógicos existentes, se puede continuar utilizando una frecuencia de referencia de 800 Hz.

4 Los niveles relativos en puntos particulares de un sistema de transmisión (por ejemplo, entrada y salida de repartidores o de equipos como los de tralación de canal) se fijan mediante convenio, por las Recomendaciones o por acuerdo entre fabricantes y usuarios.

5 En la realidad, los niveles relativos de puntos diferentes en un circuito se determinarán basándose en los niveles relativos fijados a la entrada y a la salida de los sistemas de transmisión o de las centrales digitales.

6 En el Anexo A se describen las aplicaciones de los niveles relativos y conceptos afines.

### 3.4 dBm0

A la frecuencia de referencia (1020 Hz),  $L$  dBm0 representa un nivel absoluto de potencia de  $L$  dBm medido en el punto de referencia para la transmisión (punto 0 dBr), y un nivel de  $L + x$  dBm medido en un punto con un nivel relativo de  $x$  dBr.

La tensión de un tono de 0 dBm0 para cualquier frecuencia de la banda vocal en un punto de  $x$  dBr viene dada por la expresión:

$$V = \sqrt{10^{x/10} \cdot 1 \text{ [W]} \cdot 10^{-3} \cdot |Z_{1020}|} \quad \text{voltios}$$

donde  $|Z_{1020}|$  es el módulo de la impedancia nominal,  $Z$ , en el punto considerado a la frecuencia de referencia de 1020 Hz.  $Z$  puede ser resistiva o compleja.

### 3.5 Capacidad de manejo de la potencia

Los sistemas de transmisión FDM (excepto los casos mencionados en la Nota 2) están diseñados para una potencia media nominal de  $-15$  dBm0 por canal durante la hora cargada. Es la media en función del tiempo y la media de un gran conjunto de circuitos (véase la Recomendación G.223). Esto corresponde a un nivel vocal activo medio (no se incluyen las pausas en la conversación) de  $-11$  dBm0. Esta relación no tiene en cuenta la transmisión de los servicios no vocales. Muchas cláusulas relativas a esos servicios están basadas en la presunción de un límite de  $-13$  dBm0 en la potencia media en un minuto (véanse, por ejemplo, 2.3i)/V.2 para los datos de los módems; las cláusulas 1/H.34 y 5/H.34 para los canales de tipo telefónico subdivididos, etc.). Está estudiándose una Recomendación generalizada al respecto.

En los procesos de codificación/decodificación MIC, el nivel máximo  $T_{m\acute{a}x}$  es 3,14 dBm0 para la ley A y 3,17 dBm0 para la ley  $\mu$  (véase la Recomendación G.711). En cada canal se recortarán las señales sinusoidales con niveles superiores a  $T_{m\acute{a}x}$ .

#### NOTAS

1 Los niveles relativos del circuito deben elegirse para obtener la mejor carga posible de los sistemas de transmisión, es decir, mediante el control del nivel vocal medio en sistemas FDM y del nivel de cresta en los sistemas MIC.

2 Los sistemas FDM normales están diseñados para hacer frente a un nivel vocal activo medio de  $-11$  dBm0, calculado suponiendo que el factor de actividad es 0,25. Para ciertos sistemas, como los sistemas de cable submarino y los sistemas de equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME, *digital circuit multiplication equipment*), se aplican otros valores.

### 3.6 Relación entre índices de sonoridad y niveles relativos

La relación entre el punto de 0 dBr y el nivel de  $T_{m\acute{a}x}$  en los procesos de codificación/decodificación MIC normalizados por el UIT-T se establece en la Recomendación G.711. En particular, si el valor mínimo nominal del índice de sonoridad en emisión (SLR, *send loudness rating*) de los sistemas locales con relación a un punto de 0 dBr de un

codificador MIC no es inferior a +2 dB, y el valor de  $T_{m\acute{a}x}$  del proceso se pone a +3 dBm0 (más exactamente, 3,14 dBm0 para la ley A y 3,17 para la ley  $\mu$ ), conforme a lo establecido en la sección 3/G.121 la potencia de cresta de las señales vocales estará controlada adecuadamente.

Un hablante medio produce, en un punto (de la red) de 0 dBr, un nivel vocal activo medio de:

$$L = -11 - SLR \quad (\text{dBm0})$$

donde SLR se refiere al punto de 0 dBr en cuestión y el nivel vocal se mide con un instrumento diseñado de acuerdo con la Recomendación P.56.

Además, teniendo en cuenta las variaciones entre los hablantes y su manejo del aparato de microteléfono, la desviación típica del nivel de señal vocal activo medio en el punto de 0 dBr se halla en torno a los 5 ó 6 dB.

### 3.7 Determinación del nivel relativo

En la Figura 2 se ilustra el principio de la determinación del nivel relativo en los puntos analógicos de entrada y salida de un códec «real».

Al utilizar la Figura 2 para determinar los niveles relativos de un códec «real» con impedancias no resistivas en los accesos de entrada y salida analógicos, deben adoptarse las siguientes precauciones:

- i) la frecuencia de prueba debe ser de 1020 (+2, -7) Hz (véase la Recomendación O.6);
- ii) la potencia en los puntos s y r se expresa como potencia aparente, es decir:

$$\text{Nivel de potencia aparente} = 10 \log_{10} \left[ \frac{(\text{Tensión en el punto})^2 \times 10^3}{(\text{Módulo de la impedancia nominal a 1020 Hz}) (1 \text{ W})} \right] \quad \text{dBm}$$

- iii) el punto r está terminado con el valor nominal de la impedancia de diseño del decodificador para evitar errores importantes de desadaptación de impedancias.

NOTA – Naturalmente, las precauciones indicadas en los apartados ii) y iii) son aplicables igualmente en el caso de impedancias de salida y de entrada resistivas y serían observadas en general en procedimientos de prueba convencionales. Sin embargo, la normalización de las frecuencias de referencia como en el apartado i) anterior es esencial para impedancias complejas debido a la variación de la impedancia nominal con la frecuencia de prueba.

### 3.8 Nivel relativo en un punto de un enlace digital

El nivel relativo que debe asociarse con un punto de un trayecto digital que cursa un flujo binario digital generado por un codificador ajustado de conformidad con los principios de 3.7 anterior se determina por el valor de la pérdida o ganancia digital entre la salida del codificador y el punto considerado. De no haber esta pérdida o ganancia, el nivel relativo en el punto considerado se dice que es, por convención, 0 dBr.

Para la aplicación de pérdida o ganancia digital en circuitos telefónicos es posible distinguir los cuatro casos básicos señalados en la Figura 3. Queda entendido en esos casos que el plan de transmisión de la red define los puntos marcados con 0 dBr (**en negrita**). Todos los demás niveles relativos en el trayecto digital antes o detrás del atenuador/amplificador digital se derivan del supuesto antes mencionado.

Si aceptamos el supuesto teórico de que una señal real en la parte A del trayecto de transmisión utiliza la gama dinámica completa del proceso MIC de conformidad con la Recomendación G.711, en la parte B del trayecto de transmisión:

- la gama dinámica se reducirá en  $x$  dB tanto en el caso 1 como en el caso 2;
- aparecerán los efectos del recorte para señales con niveles de hasta  $x$  dB por debajo del límite de sobrecarga de la parte A en los casos 3 y 4.

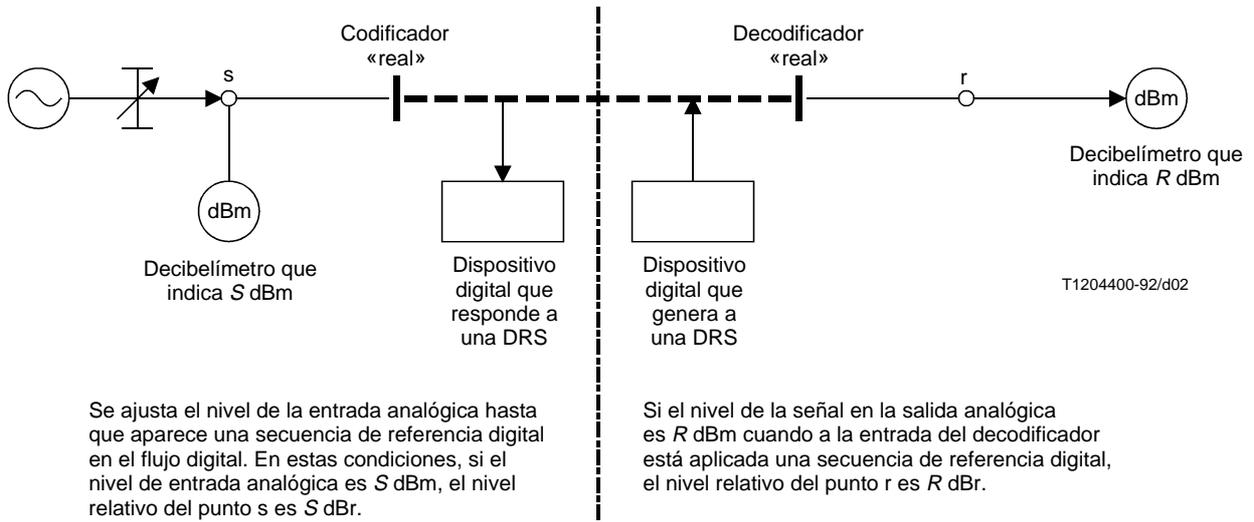


FIGURA 2/G.101

**Montaje para la determinación del nivel relativo en los puntos de entrada y salida analógicos de un códec «real» utilizando secuencias de referencia digitales**

Caso 1	
Caso 2	
Caso 3	
Caso 4	

NOTA – En general, se prefieren los casos 1 y 4.

T1204410-92/d03

FIGURA 3/G.101

**Niveles relativos en un trayecto digital**

Por lo tanto, a fin de evitar la sobrecarga, deben observarse cuidadosamente las señales reales [voz, tonos, códigos multifrecuencia de dos tonos (DTMF, *dual tone multi-frequency*), etc.] con respecto a su gama dinámica real. El valor nominal  $x$  de la ganancia o pérdida digital debe limitarse a una gama estrecha. En los cuatro casos se producirá una distorsión de cuantificación adicional.

A fin de evitar niveles inadecuados en la parte B del trayecto de transmisión, cuando se miden los parámetros de transmisión (por ejemplo, la distorsión total, la variación de ganancia con nivel de entrada), que generalmente se efectúan en una amplia gama de niveles de entrada, debe limitarse el nivel de entrada aplicado a la parte A del trayecto de transmisión.

### 3.9 Secuencia de referencia digital MIC

#### 3.9.1 Definición

Una **secuencia de referencia digital MIC** es una secuencia, de las que constituyen el conjunto de posibles secuencias de código MIC, que, una vez decodificada por un decodificador ideal, produce una señal sinusoidal analógica a la frecuencia de referencia (esto es: 1020 Hz) con un nivel de 0 dBm0.

A la inversa, una señal sinusoidal analógica con un nivel de 0 dBm0 a la frecuencia de referencia, aplicada a la entrada de un codificador ideal, generará una secuencia de referencia digital MIC.

#### NOTAS

1 Se supone que los codificadores y decodificadores ideales muestran una relación entre señales analógicas y digitales y viceversa, de conformidad con los cuadros adecuados de la ley A y la ley  $\mu$  de la Recomendación G.711. Se supone asimismo que los codificadores y decodificadores «reales» son aquellos que cumplirán los requisitos de la Recomendación G.712 relativos a las características de calidad de un par codificador/decodificador entre puertos de audiofrecuencia (véase la Recomendación P.310).

2 La secuencia de referencia digital mencionada es un concepto teórico utilizado para describir la conversión entre señales analógicas y digitales en relación con la planificación de la transmisión. Para las medidas prácticas se utilizan otras secuencias de prueba digitales (DTS, *digital test sequences*), por ejemplo, las que se describen en la Recomendación P.310.

#### 3.9.2 Utilización de la secuencia de referencia digital (DRS, *digital reference sequence*)

Al estudiar los circuitos y las conexiones en las redes mixtas analógico/digitales, puede resultar de utilidad el empleo de la secuencia de referencia digital. Por ejemplo, la Figura 4 muestra las diversas relaciones de nivel que se obtienen (conceptualmente) en un circuito internacional de tipo 2 (que se define en la Figura 14), cuyos extremos están situados uno en una central digital y el otro en una central analógica. En el ejemplo de la Figura 4, se supone que la parte analógica requiere una atenuación de 0,5 dB y que esto se consigue introduciendo un atenuador de 1,0 dB (0,5 dB para cada sentido de transmisión) en el sentido de recepción de la central analógica para ilustrar la utilidad del concepto de la secuencia de referencia digital se ha elegido deliberadamente este ejemplo.

En la Figura 4 se da un ejemplo en el que toda la atenuación analógica es introducida en el sentido de salida de la central analógica. En este caso, los niveles relativos en los diversos códecs pueden calcularse a partir de la secuencia de referencia digital o del punto de referencia para la transmisión a la entrada del circuito internacional sin ninguna ambigüedad.

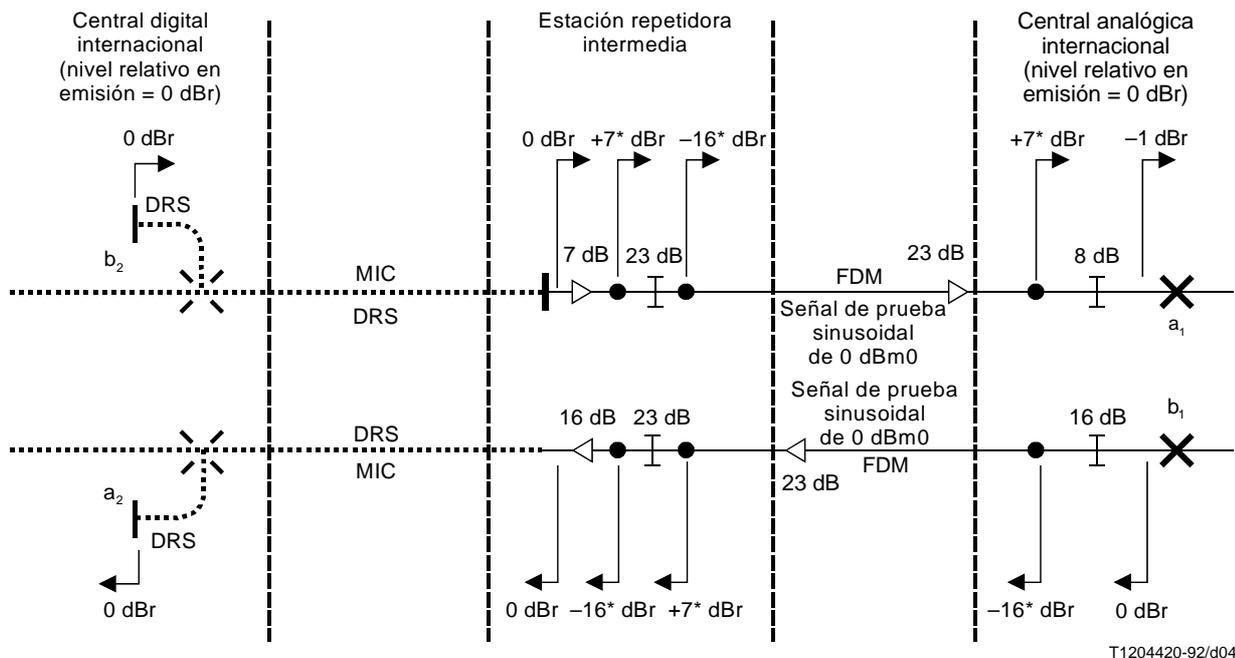
Si, no obstante, en la Figura 4 la sección de circuito analógica está ajustada para que dé una atenuación global en el sentido  $b_1 - a_2$ , debe tenerse cuidado al utilizar la secuencia de referencia digital. En este caso, la señal sinusoidal de referencia de 0 dBm0 y la secuencia de referencia digital pueden dar como resultado niveles diferentes en el punto  $a_2$ . Al establecer los procedimientos de ajuste para circuitos mixtos analógico/digitales debe tenerse en cuenta este efecto.

Como un principio general, los niveles relativos en un circuito mixto analógico/digital deben referirse al punto de referencia para la transmisión a la entrada del circuito. Cuando se trata de una central digital, esto corresponderá a los «puntos de prueba de la central», definidos en 1.2.1.1.2/Q.551.

### 3.10 Subdivisión de las redes telefónicas con respecto a las interfaces entre los operadores de red

#### 3.10.0 Consideraciones generales

En el pasado, la mayoría de las llamadas nacionales realizadas por los usuarios telefónicos estaban controladas por su administración nacional. Únicamente en las llamadas internacionales intervenían en las conexiones más de un operador de red. Esa situación se reflejaba en los documentos del UIT-T dividiendo una conexión internacional completa en «sistemas nacionales» y «la cadena internacional». En 3.10.1 se describe esta metodología incluyendo los convenios y las precauciones que deben observarse.



- DRS    Secuencia de referencia digital
- PCM    Canal MIC
- FDM    Canal FDM
- \*    Un nivel del conjunto de niveles relativos de audiofrecuencia de la Recomendación citada en la Recomendación G.232 a título de ejemplo
- Punto de entrada/salida en frecuencias vocales del equipo múltiplex
- Atenuación de transmisión:  $b_2 - a_1 = 1,0 \text{ dB}$   
 $b_1 - a_2 = 0 \text{ dB}$

NOTA – Véase el significado de los otros símbolos en la Figura 7.

FIGURA 4/G.101

**Utilización de una secuencia de referencia digital en el diseño y el ajuste de un circuito internacional de tipo 2 (como se define en la Figura 14)**

Aunque esta situación aún continúa en muchos casos hoy en día, con la llegada de la liberalización muchos usuarios podrán elegir entre distintos operadores de redes para las llamadas de larga distancia e incluso para las llamadas locales. La tendencia en el futuro es la de contar con una multiplicidad de redes de operador interconectadas. En tales casos, es más importante evidentemente emplear otras denominaciones para las partes que constituyen una conexión. En consecuencia, en 3.10.2 se introducen los términos «redes de terminación» y «redes de tránsito». (Obsérvese, no obstante, que la mayoría de las convenciones y orientaciones presentadas en 3.10.1 también son aplicables a este caso.)

Para asegurar la calidad de la transmisión vocal global (de extremo a extremo), los operadores que intervienen en una conexión deben llegar a acuerdos con respecto a los parámetros de transmisión críticos teniendo siempre en cuenta las expectativas y necesidades reales de los usuarios telefónicos. En las situaciones multioperador indicadas en 3.10.2 pueden establecerse menos reglas de carácter general que en el «caso de red nacional» descrito en 3.10.1. Sin embargo, este tema cae fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Cabe señalar que los detalles técnicos de las redes se consideran en la cláusula 4, pero únicamente para la presentación de algunos ejemplos típicos de componentes y configuraciones de redes y haciendo comentarios sobre los tipos de degradaciones en la transmisión que probablemente causen.

**3.10.1 Sistemas nacionales y cadena internacional de circuito**

**3.10.1.1 Definición de las partes constituyentes**

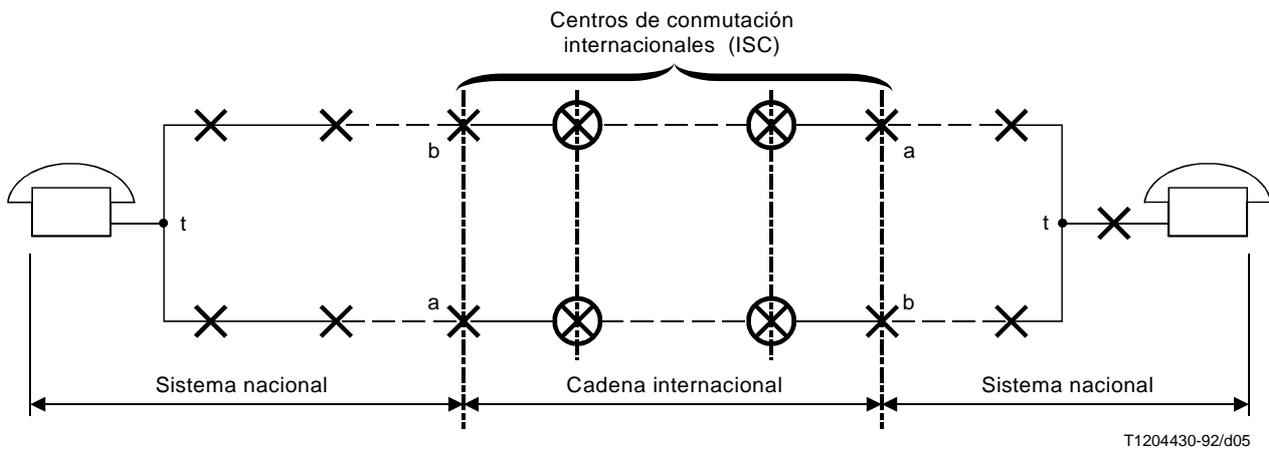
Una conexión telefónica internacional completa se compone de tres partes (véase la Figura 5). La división entre esas partes viene determinada por los extremos virtuales de la conexión internacional (VICP, *virtual international connecting point*) en los centros de conmutación internacionales (ISC, *international switching centres*) de origen/terminación. Estos son puntos teóricos con niveles relativos especificados (véanse 3.10.1.3 y 3.10.1.4).

Las tres partes de la conexión son:

- Dos sistemas nacionales, uno en cada extremo. Estos sistemas pueden comprender uno o más circuitos interurbanos nacionales a cuatro hilos, conectados entre sí a cuatro hilos, así como circuitos conectados a dos hilos hasta las centrales locales y los aparatos telefónicos de abonado con sus líneas de abonado.
- Una cadena internacional compuesta de uno o más circuitos internacionales a cuatro hilos. Estos circuitos están conectados entre sí a cuatro hilos en los centros que atienden el tráfico en tránsito, y están asimismo conectados a cuatro hilos a los sistemas nacionales en los centros internacionales.

Un circuito internacional a cuatro hilos está delimitado por sus extremos virtuales de la conexión internacional en un centro de conmutación internacional.

NOTA – Los extremos virtuales de la conexión internacional de un circuito pueden diferir de los puntos en que el circuito termina físicamente en un equipo de conmutación. Estos últimos puntos se llaman terminales del circuito: su posición exacta la determina en cada caso la Administración interesada.



T1204430-92/d05

- ⊗ Central
- ⊗ ISC que cursa tráfico en tránsito internacional
- a, b Extremos virtuales de la conexión internacional

FIGURA 5/G.101

### Definición de las partes constitutivas de una conexión internacional

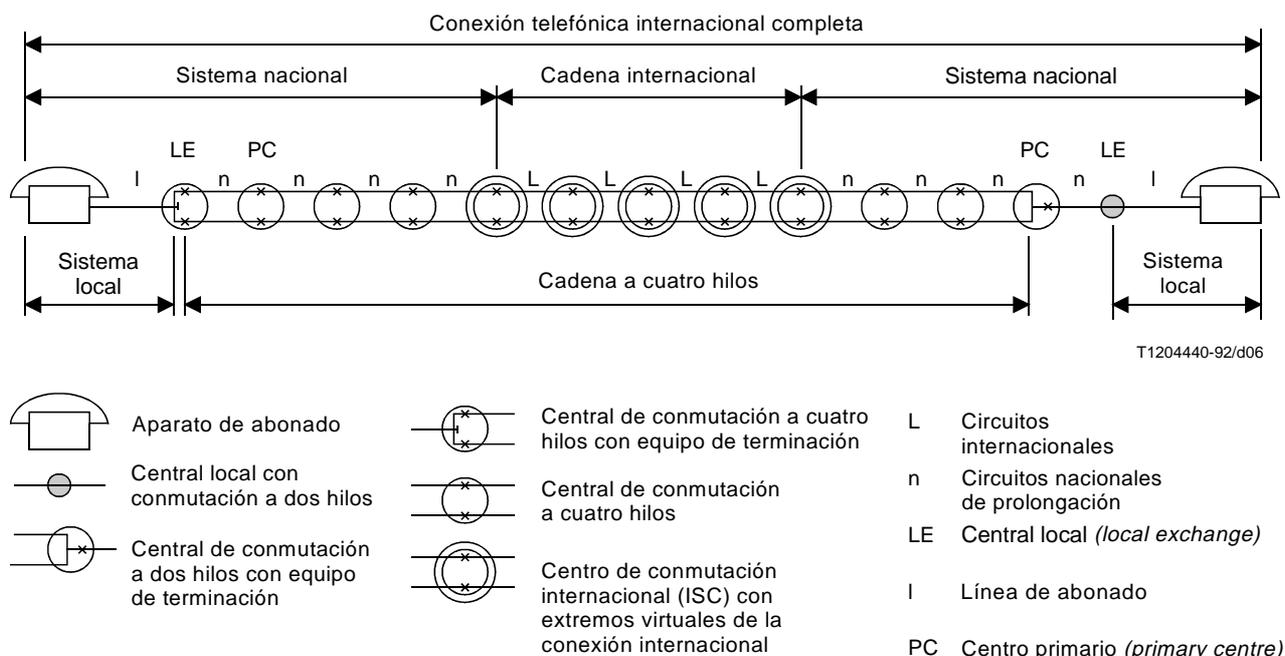
#### 3.10.1.2 Cadena a cuatro hilos

Se denomina cadena a cuatro hilos (véase la Figura 6) toda la cadena ininterrumpida de circuitos nacionales e internacionales a cuatro hilos en una conexión telefónica completa, incluidos los posibles circuitos a cuatro hilos entre el centro primario (PC, *primary center*) y la central local (LE, *local exchange*) y en la línea de abonado, por ejemplo, el acceso a la RDSI y las centralitas privadas a cuatro hilos o conectadas digitalmente.

#### 3.10.1.3 Extremo virtual de la conexión internacional (VICP)

Los extremos virtuales de la conexión internacional definen la frontera entre la parte nacional e internacional de una conexión, véase la Figura 5. Los extremos internacionales se utilizan también como puntos de referencia para las características de transmisión recomendadas para las partes nacional e internacional de una conexión.

NOTA – Anteriormente se utilizaron los términos «extremos virtuales de conmutación» y «extremos virtuales de conmutación analógica» para definir la frontera entre la parte nacional e internacional de una conexión. Sin embargo, a estos puntos se les asignaron otros niveles relativos.



NOTA – Las disposiciones indicadas para los sistemas nacionales sólo constituyen ejemplos. En muchos casos, la central local (LE) (presentada como analógica en la figura) es digital.

FIGURA 6/G.101

### Conexión internacional ilustrativa de la terminología adoptada

#### 3.10.1.4 Niveles relativos especificados en los extremos virtuales de la conexión internacional

Por convención, los extremos virtuales de la conexión internacional de un circuito telefónico internacional a cuatro hilos están fijados a puntos del circuito donde los niveles relativos nominales son los siguientes:

- emisión: 0 dBr;
- recepción: 0 dBr para los circuitos digitales o para los circuitos muy cortos mencionados en la Nota 4;  
–0,5 dBr para los circuitos analógicos y los circuitos mixtos analógico/digitales.

La atenuación de transmisión nominal de los circuitos internacionales es 0 dB para los circuitos digitales y 0,5 dB para los circuitos analógicos y los circuitos mixtos analógico/digitales (véase la Figura 7).

#### NOTAS

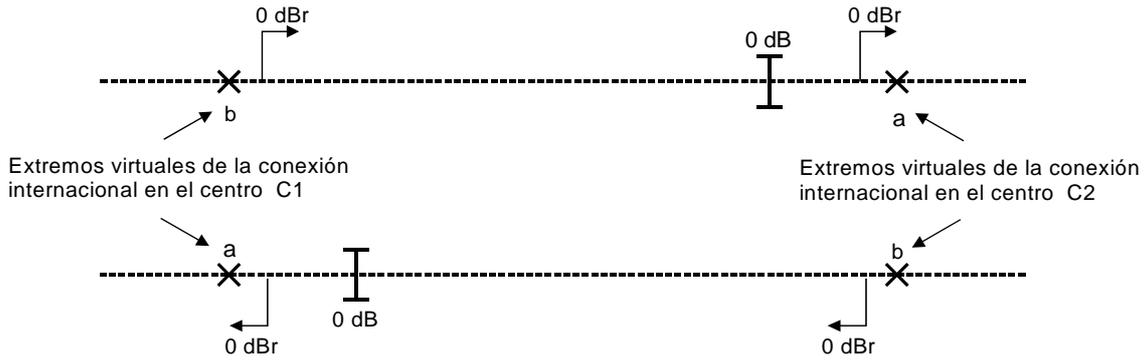
1 A fin de satisfacer los requisitos de estabilidad, se debe introducir generalmente una atenuación de 0,5 dB en el circuito mixto analógico/digital.

2 Los «extremos virtuales analógicos» utilizados anteriormente tenían los siguientes niveles relativos:

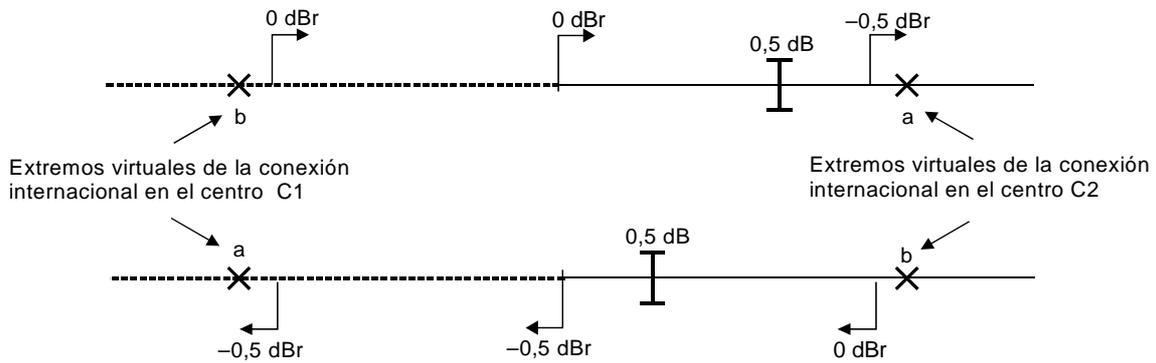
- emisión: –3,5 dBr;
- recepción: –3,5 dBr para los circuitos digitales o para los circuitos muy cortos mencionados en la Nota 4;  
–4 dBr para los circuitos analógicos y los circuitos mixtos analógico/digitales.

3 En las centrales digitales los extremos virtuales de la conexión internacional se refieren a un flujo binario digital, por ejemplo, los puntos de prueba de la central. En las centrales analógicas, esos extremos son a menudo inaccesibles y sus niveles de conmutación difieren de los utilizados a nivel nacional en el ISC.

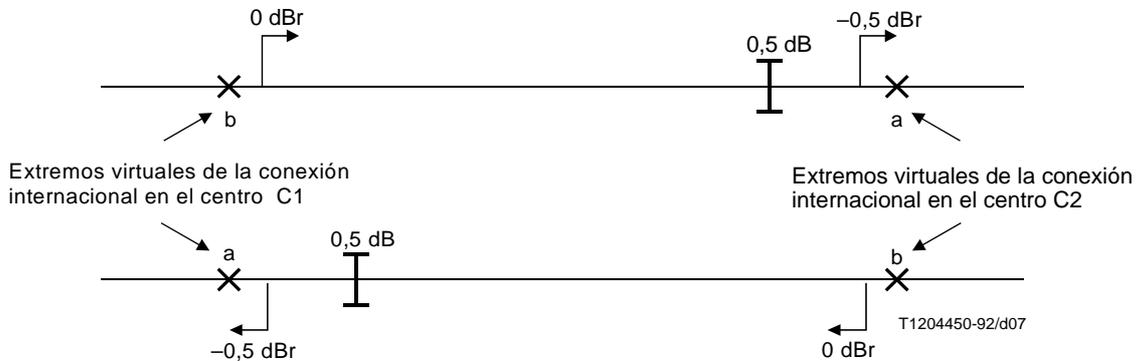
4 Si un circuito analógico a cuatro hilos que forma parte de la cadena a cuatro hilos presenta un tiempo de propagación y una variación de atenuación en función del tiempo despreciables, puede asignársele una atenuación nominal cero entre extremos virtuales de la conexión internacional. Esta excepción se aplica en particular a los circuitos a cuatro hilos entre centros de conmutación, por ejemplo, entre dos centros de conmutación internacionales situados en la misma ciudad.



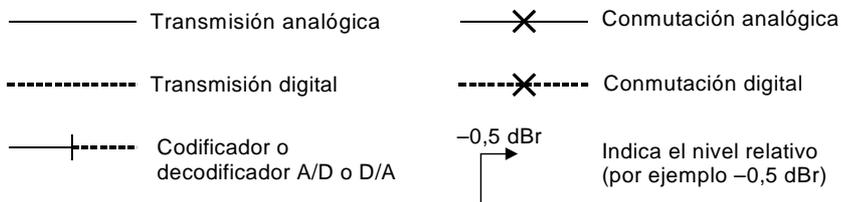
a) Definición de extremos virtuales de la conexión internacional para un circuito internacional digital entre centros internacionales digitales



b) Definición de extremos virtuales de la conexión internacional para un circuito internacional mixto analógico/digital entre un centro internacional analógico y un centro internacional digital



c) Definición de extremos virtuales de la conexión internacional para un circuito internacional analógico entre centros internacionales analógicos



NOTA – Como se indica en 3.8, el nivel relativo en un punto de un enlace digital se determina utilizando decodificadores ideales.

FIGURA 7/G.101

Definiciones de circuitos internacionales



Como su nombre implica, los terminales que intervienen en la conexión se encuentran en las redes de terminación. Cada llamada se origina y finaliza en una red de terminación, que puede ser la misma o distinta. Las redes de terminación pueden interconectarse directamente o mediante una o más redes de tránsito. Una red de terminación puede contener dispositivos de interconexión para el encaminamiento de llamadas a distintas redes conmutadas.

En la Figura 9 se representa un ejemplo de red de tránsito conectada a una red de terminación.

En las redes modernas puede suponerse que las redes de tránsito son completamente digitales. En los puntos de interconexión se aplican los convenios, definiciones y reglas para circuitos digitales que figuran en 3.10.1.

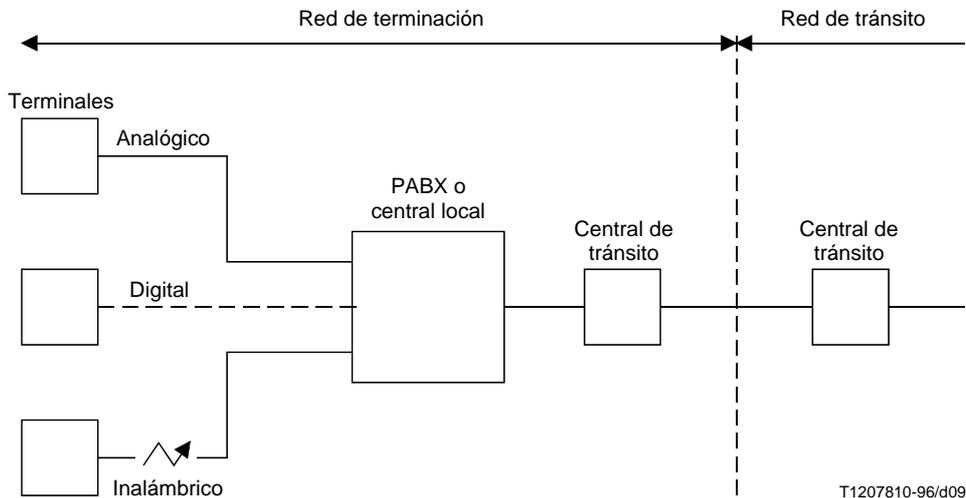


FIGURA 9/G.101

**Ejemplo que muestra una «red de terminación» sencilla conectada a una «red de tránsito», partes constituyentes de las conexiones en un mercado con multioperadores (Las redes de terminación y de tránsito son gestionadas por diferentes operadores de red)**

## 4 Configuraciones y componentes típicos de la red

### 4.1 Componentes de red

Desde un punto de vista técnico, todos los componentes que constituyen una conexión pueden dividirse en tres grupos; a saber, elementos terminales, elementos de conmutación y elementos de transmisión.

**Elementos terminales** (para transmisión de la señal vocal)

Todos los tipos de teléfonos analógicos y digitales, incluidos los equipos móviles y sin cordón.

**Elementos de conmutación**

Todos los tipos de equipos de conmutación.

**Elementos de transmisión**

Todos los tipos de medios utilizados como enlaces entre los elementos de conmutación y entre los elementos de conmutación y los elementos terminales. Los medios físicos de estos elementos pueden ser metálicos, de fibra óptica o inalámbricos. La señal puede ser analógica o digital.

Además de los sistemas de multiplexión tradicionales MDF y MIC, se utilizan cada vez con más frecuencia diversas técnicas de «compresión de canal» en los circuitos largos (y/o costosos). Estos sistemas utilizan códecs de baja velocidad binaria, a veces con atribución dinámica de canal como en los sistemas DCME y VPE. También se está estudiando la utilización de sistemas ATM para transmisión de la voz.

Los compensadores de eco también pueden clasificarse como un tipo de elemento de transmisión cuando se instalan en la red. Sin embargo, algunos terminales también tienen compensadores de eco.

## 4.2 Configuraciones de red

La variedad de las posibles configuraciones de red es casi infinita. Dichas configuraciones dependen del tipo de conexión (llamadas de corta, media o larga distancia nacional o internacional) y del tipo de conmutación y elementos de transmisión utilizados en las diversas partes que componen la conexión. A continuación se indican sólo unos cuantos ejemplos para ilustrar los casos más importantes.

La Figura 10 representa un encaminamiento completamente analógico entre dos terminales analógicos. Los parámetros más importantes son el índice de sonoridad global (OLR) y, en algunos casos, el ruido, siempre que se utilicen compensadores de eco en las conexiones de gran longitud. (Este caso era más común en el pasado.)

En la Figura 11 se representa un equipo telefónico digital conectado a un equipo analógico a través de una ruta completamente digital. Además de los sistemas MIC convencionales, se incluye un circuito ATM virtual en el trayecto digital. (Es probable que estas configuraciones sean muy comunes en un próximo futuro.) En el extremo analógico pueden aparecer reflexiones en las terminaciones híbridas de la central. La principal degradación en esas configuraciones está causada por los efectos del eco para el hablante en el aparato telefónico digital debido al tiempo de transmisión (este caso aumentado por el sistema ATM) y las reflexiones de la señal en la terminación híbrida del extremo lejano. Cabe señalar sin embargo que incluso cuando no se utilizan circuitos ATM en el trayecto digital, es posible que aparezca un eco para el hablante apreciable.

Si bien los efectos del eco pueden reducirse utilizando compensadores de eco, el tiempo de transmisión muy largo causa por sí mismo degradaciones en la calidad de la comunicación vocal. La Figura 12 representa una conexión sujeta a este riesgo; dicha figura ilustra una llamada realizada desde un teléfono móvil (por ejemplo del tipo GSM) a través de un enlace por satélite. Aunque no aparece en la figura, se utilizan de forma rutinaria DCME (equipos digitales de multiplicación de circuitos) en los circuitos por satélites para el tráfico de la señal vocal. Este tipo de equipos también aumenta el retardo y puede producir un tipo particular de distorsión, si no están correctamente dimensionados.

En la Figura 13 se representa otro ejemplo de utilización de sistemas DCME, en los que se emplea un teléfono sin cordón en uno de los extremos de la conexión. Allí, la conexión en cascada de los códecs de baja velocidad binaria en el teléfono sin hilos y el DCME disminuye la calidad de transmisión.

## 5 Control de la estabilidad mediante atribución de atenuaciones a los circuitos

Este asunto se ha considerado en 3.10.1.4. En la Recomendación G.122 aparece información más detallada. La Figura 14 representa la aplicación de estas reglas para circuitos típicos.

El circuito del tipo 1 de la Figura 14 a) representa el caso en que se utiliza la transmisión digital a lo largo de todo el circuito y la conmutación digital en ambos extremos. Estos circuitos pueden explotarse generalmente con una atenuación de transmisión nominal de 0 dB, como lo indica el esquema, por permitirlo así sus propiedades de transmisión (a saber, variaciones relativamente pequeñas de la pérdida en función del tiempo).

El circuito del tipo 2 de la Figura 14 b) representa el caso en que el trayecto de transmisión está establecido por un canal de transmisión digital en cascada con un canal de transmisión analógico. Se utiliza la conmutación digital en el extremo digital y la conmutación analógica en el extremo analógico.

En algunos casos sería posible explotar circuitos del tipo 2 con una atenuación nominal de 0 dB en cada sentido de transmisión, por ejemplo, cuando la parte analógica pudiera dotarse de medios que aseguraran la necesaria estabilidad de ganancia y cuando la distorsión de atenuación permitiera tal funcionamiento.

El circuito del tipo 3 de la Figura 14 c) representa el caso en que el trayecto de transmisión se establece mediante una configuración en cascada constituida por los canales digital/analógico/digital representados. Se supone la utilización de la conmutación digital en ambos extremos.

El circuito del tipo 4 de la Figura 14 d) ilustra el caso en que el trayecto de transmisión está establecido por una configuración en cascada constituida por los canales analógico/digital/analógico representados. Se supone la utilización de la conmutación analógica en ambos extremos.

El circuito del tipo 5 de la Figura 14 e) ilustra el caso en que se utiliza la transmisión analógica a lo largo de todo el circuito y la conmutación analógica en ambos extremos.

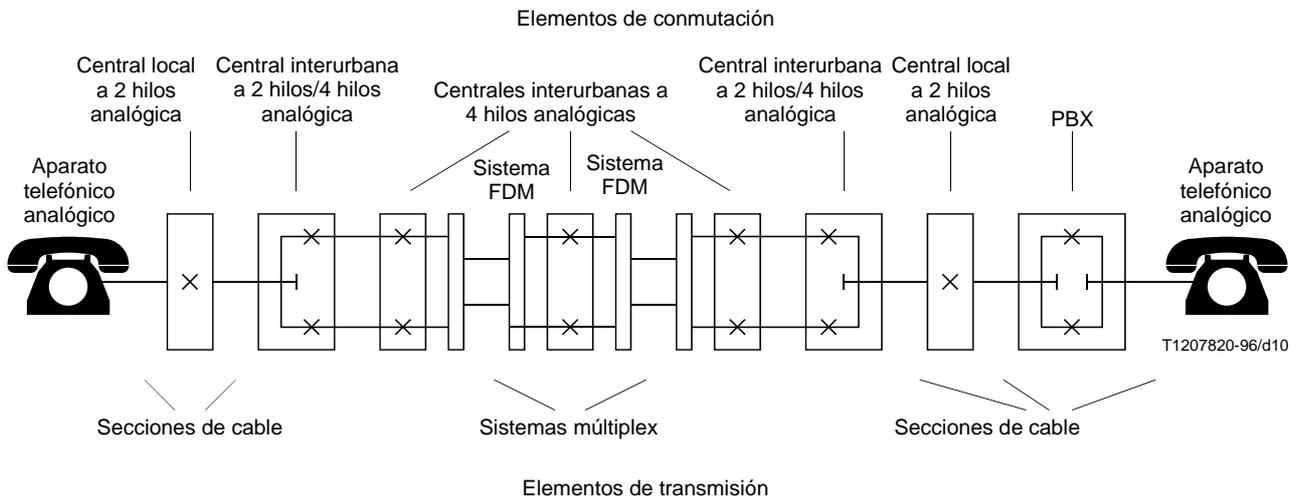


FIGURA 10/G.101  
Configuración típica de una conexión completamente analógica

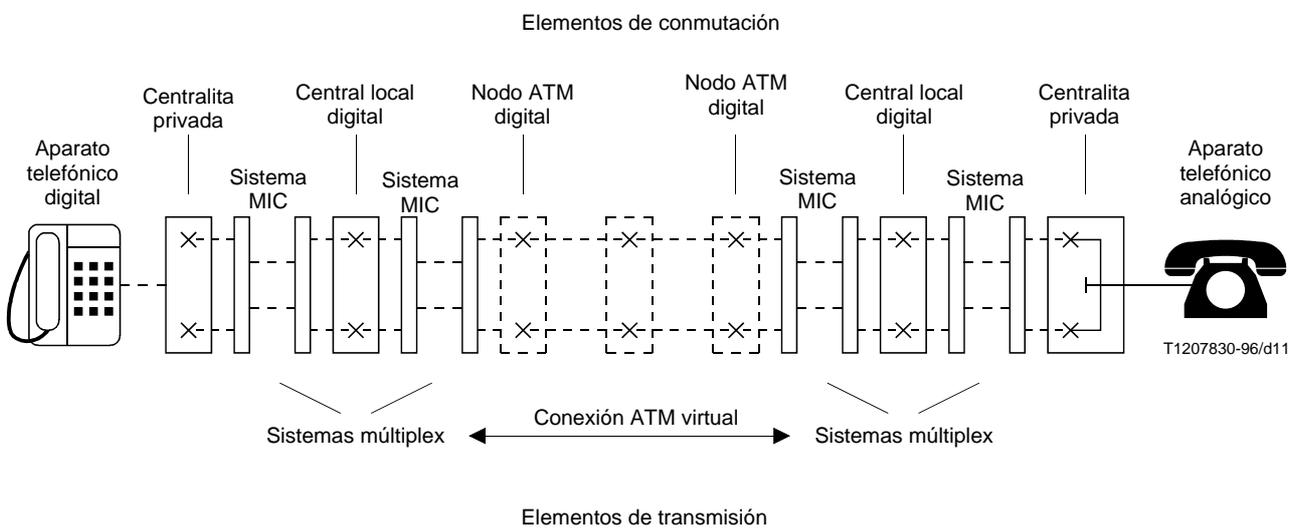


FIGURA 11/G.101  
Configuración de una conexión completamente digital, incluido el ATM, entre un equipo telefónico digital y un equipo telefónico analógico

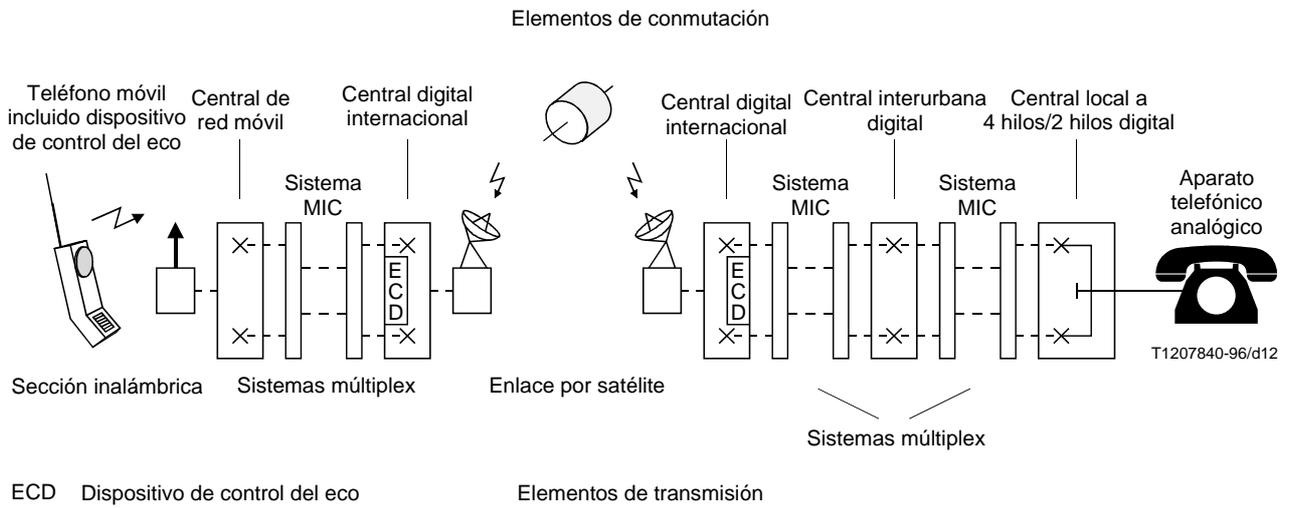


FIGURA 12/G.101  
**Configuración de un teléfono móvil conectado a la RTPC, incluido un enlace por satélite**

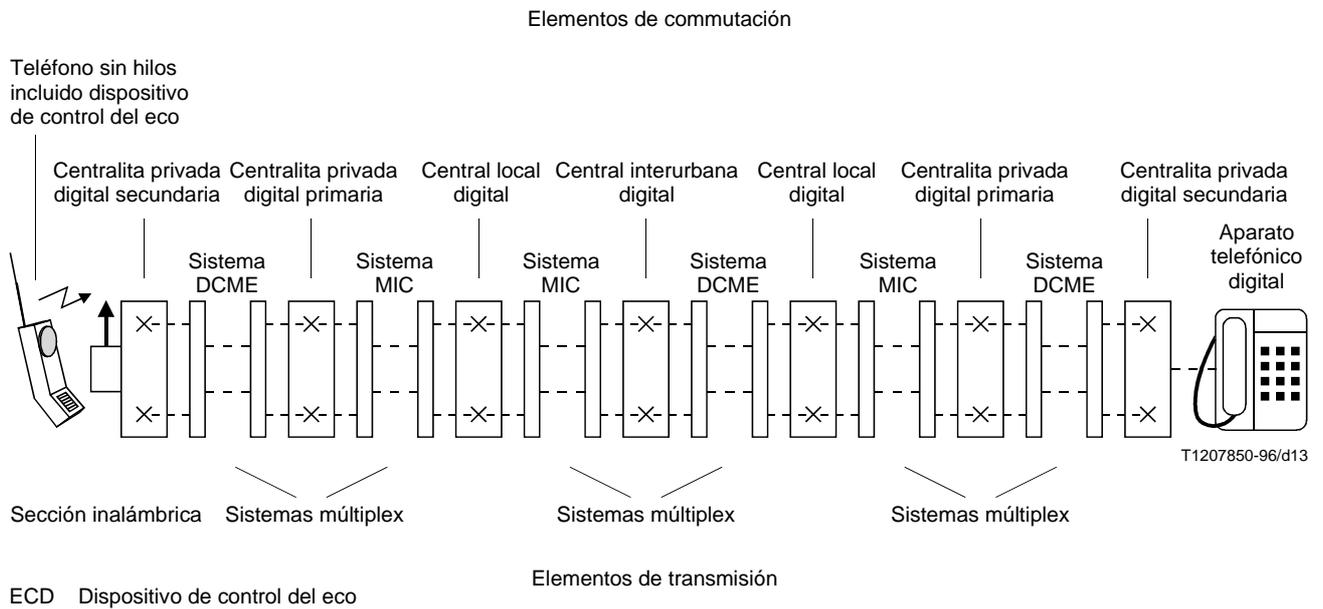


FIGURA 13/G.101  
**Conexión de un teléfono sin hilos, con DCME en los enlaces de transmisión**

Los circuitos internacionales de este tipo se explotan generalmente con una atenuación  $L$  de valor nominal 0,5 dB entre los extremos virtuales de la conexión internacional.

NOTA – Observaciones generales sobre la atribución de atenuaciones en circuitos mixtos analógico/digitales:

En circuitos de los tipos 2, 3, y 4, los atenuadores que se necesitan para controlar toda posible variación en las secciones de circuitos analógicos (como consecuencia de variaciones de la atenuación en función del tiempo, o debidas a la distorsión de atenuación) se indican como si fuesen simétricas en ambos sentidos de transmisión. Sin embargo, en la práctica estas configuraciones pueden requerir niveles no normalizados en las fronteras entre secciones de circuito. Se aconseja a las Administraciones que si prefieren adoptar una configuración asimétrica, por ejemplo, insertando en un solo extremo de un circuito (o sección de circuito) toda la atenuación que debe introducirse en el sentido de recepción, no habría inconveniente alguno para ello desde el punto de vista del plan de transmisión a condición de que la atenuación fuera pequeña, por ejemplo, de un valor total no superior a 1 dB.

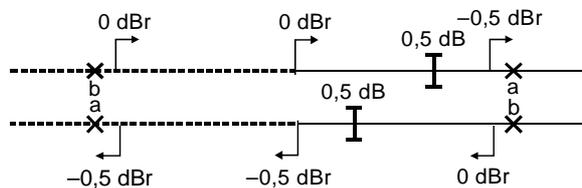
La pequeña cantidad de asimetría que se produce en la parte internacional de la conexión será aceptable si se tiene en cuenta el escaso número de circuitos internacionales que forman parte de la mayoría de las conexiones reales.

En lo que respecta a los circuitos nacionales, las Administraciones pueden adoptar las disposiciones que deseen siempre que se satisfagan las condiciones estipuladas en la Recomendación G.121/2.2.

En algunos casos pueden utilizarse transmultiplexores; en tales circunstancias, los circuitos pudieran no estar disponibles en audiofrecuencia en el punto señalado con un símbolo de atenuador en la Figura 14. Cuando las posibles variaciones de las partes analógicas exijan una atenuación adicional, las Administraciones deberán decidir bilateralmente la manera precisa de introducirla en los circuitos.

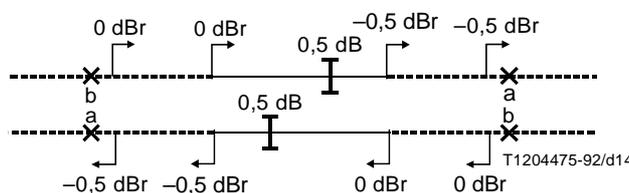


a) Circuito del tipo 1 – Circuito totalmente digital con conmutación digital en ambos extremos



NOTA – La atenuación es necesaria cuando la sección analógica introduce importantes variaciones de la atenuación en función del tiempo o a causa de la distorsión de atenuación.

b) Circuito del tipo 2 – Circuito digital/analógico con conmutación digital en un extremo y conmutación analógica en el otro extremo

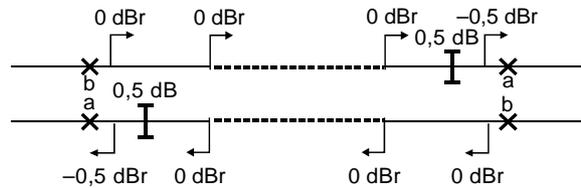


NOTA – La atenuación es necesaria cuando la sección analógica introduce importantes variaciones de la atenuación en función del tiempo o a causa de la distorsión de atenuación.

c) Circuito del tipo 3 – Circuito digital/analógico/digital con conmutación digital en ambos extremos

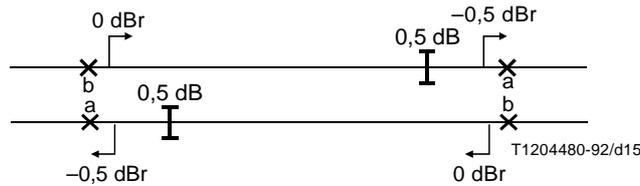
FIGURA 14/G.101 (hoja 1 de 2)

**Tipos de circuitos internacionales**



NOTA – La atenuación es necesaria cuando la sección analógica introduce importantes variaciones de la atenuación en función del tiempo o a causa de la distorsión de atenuación.

**d) Circuito del tipo 4 – Circuito analógico/digital/analógico con conmutación analógica en ambos extremos**



**e) Circuito del tipo 5 – Circuito totalmente analógico con conmutación analógica en ambos extremos**



**NOTAS**

- 1 Un símbolo de atenuador no quiere decir que se deba insertar un atenuador real. Se trata de una representación convencional, usual entre los ingenieros que se ocupan de la planificación de la transmisión.
- 2 Como se indica en 3.8, el nivel relativo en un punto de un enlace digital se determina utilizando decodificadores ideales.

FIGURA 14/G.101 (hoja 2 de 2)

**Tipos de circuitos internacionales**

**6 Estrategias de control del eco**

El eco para el oyente no constituye normalmente un problema en las redes modernas (en la Recomendación G.126 figuran directrices al respecto).

Las reglas para la evaluación y el control del eco para el hablante aparecen en la Recomendación G.131. Obsérvese que la perturbación procedente de este eco depende no sólo del tiempo medio de transmisión sino también del índice de sonoridad del eco para el hablante, (TELR, *talker echo loudness rating*). Este índice es función de la sensibilidad del aparato telefónico del hablante, de la magnitud de la desadaptación de impedancias que causa reflexiones de la señal y de las pérdidas entre el aparato telefónico y el punto de reflexión. Una forma de disminuir el eco para el hablante en general consiste en utilizar una estrategia de impedancias adecuada en las partes a dos hilos de la red. Este tema se discute en un apéndice a la Recomendación Q.552.

Para que los compensadores de eco funcionen a pleno rendimiento el trayecto del eco debe presentar una característica de amplitud esencialmente lineal.

## **7 Consideración del tiempo total de transmisión**

Este tema se considera en la Recomendación G.114.

## **8 Efecto de la codificación y del procesamiento de la señal en el trayecto digital**

Las degradaciones en forma de distorsiones, causadas por la codificación a baja velocidad binaria y la decodificación u otras formas de procesamiento de la señal en el trayecto digital se describen y cuantifican en la Recomendación G.113. Cabe indicar que, por regla general, el procesamiento digital y la codificación a baja velocidad binaria aumentan el tiempo de transmisión.

## **9 Técnicas de compresión de canal**

Los datos de estos equipos aparecen en las Recomendaciones G.763 y G.765.

## **10 Evaluación de las degradaciones, individuales y combinadas**

Este tema se trata en la Recomendación G.113.

## **11 Planificación de la transmisión en el contexto de la planificación general de la red**

La planificación de la transmisión es un subconjunto de la planificación general de la red, tanto para la creación de nuevas redes como para la ampliación de las redes existentes. Las redes modernas admiten una gran flexibilidad en el encaminamiento y en las características de conmutación «inteligente». Sin embargo, es importante no olvidar los aspectos de la transmisión en el proceso de planificación.

Si se trata de redes complicadas deben tenerse en cuenta las características concretas del sistema de señalización que va a implantarse. Los sistemas modernos de señalización, además de llevar a cabo funciones normales pueden cursar información sobre algunos parámetros de transmisión en las conexiones. (Como ejemplos de parámetros de transmisión de interés pueden citarse el retardo acumulado, la inclusión de compensadores de eco en el trayecto, la existencia de terminales que no necesitan control del eco por la red, las degradaciones acumuladas, la elección de encaminamientos concretos para las llamadas con requisitos especiales de conexiones de alta calidad, etc.).

### **Anexo A**

#### **Conceptos de niveles relativos, dBm<sub>0</sub>, circuitos y conexiones, y su utilización en la planificación de la transmisión**

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

##### **A.1 Introducción**

El término nivel relativo ha sido muy útil en la planificación de la transmisión durante los últimos 30 años y continuará siéndolo en el futuro. Sin embargo, las redes telefónicas públicas conmutadas han sufrido considerables cambios durante estos años. En especial, la introducción de centrales digitales ha causado cierta incertidumbre con respecto a la aplicación de los niveles relativos, y se necesitan algunos cambios en la forma tradicional de aplicarlos. A fin de aclarar estos conceptos, se ofrece a continuación una explicación sobre los niveles relativos y términos afines y se muestran algunos ejemplos.

##### **A.2 Circuitos y conexiones**

El término circuito designa el trayecto de transmisión directo entre dos centrales, incluido el equipo de terminación asociado de las centrales. En la planificación de la transmisión, la atenuación del circuito incluye la atenuación de la central.

En las centrales analógicas esto significa que la «mitad» de la atenuación de la central de cada extremo del circuito se incluye en la atenuación del circuito. Por lo tanto, la entrada al circuito está situada en «el medio de» una central y la salida del circuito está situada en «el medio de» la otra central. Los puntos de entrada y salida de un circuito entre centrales analógicas no son puntos accesibles, sino puntos ficticios utilizados para la planificación de la transmisión.

En las centrales digitales la entrada del circuito es generalmente un flujo binario digital, por ejemplo, en los puntos de prueba de la central, y la atenuación en los diferentes equipos terminales, terminaciones híbridas, etc., se considera parte del circuito.

Los circuitos están enlazados unos a otros en las centrales y forman conexiones. Una conexión es una cadena de circuitos interconectados por puntos de conmutación entre diferentes puntos de la red conmutada. Una conexión completa es una conexión entre dos equipos terminales conectados a la red conmutada.

La atenuación de una conexión es la suma de las atenuaciones de los circuitos que establecen la conexión. (Puesto que la atenuación de las centrales está incluida en los circuitos, los puntos de conmutación no tienen atenuación. No existe una atenuación asociada al punto de interconexión entre dos circuitos, toda la atenuación está incluida dentro de los circuitos.)

En algunos casos, principalmente en las redes privadas, no se aplica la definición de circuito. Las centrales situadas dentro de una red privada están normalmente interconectadas mediante líneas alquiladas, especificadas en las interfaces de los sistemas de transmisión.

### **A.3 Niveles relativos**

Los niveles relativos se utilizan para describir la capacidad de tratamiento de señales de los sistemas de transmisión, las centrales y otros tipos de equipo. Se utilizan también para describir la atenuación entre diferentes puntos de un circuito, de un sistema de transmisión, de una central o de otro tipo de equipo.

El nivel relativo en un punto se define como la ganancia compuesta entre un punto ficticio de referencia para la transmisión (punto 0 dBr) y dicho punto (o como la atenuación compuesta desde el punto en cuestión hasta el punto de referencia para la transmisión) a la frecuencia de referencia 1020 Hz. Como norma, el punto de referencia para la transmisión no es accesible, sino que es un punto puramente ficticio utilizado para definir el concepto de nivel relativo. Cuando se especifican y se miden los sistemas de transmisión, las centrales, las centralitas, etc., en lugar de punto de referencia para la transmisión se utiliza frecuentemente el término «punto de referencia de nivel».

En la realidad, los niveles relativos de diferentes puntos en un circuito se determinarán basándose en los niveles relativos fijos a la entrada y a la salida de los sistemas de transmisión o de las centrales digitales. La capacidad de manejo de la potencia de estos sistemas está definida y la tarea más difícil es encontrar el nivel relativo de entrada de los circuitos que garantizará la obtención de la mejor carga posible de los sistemas de transmisión y de las centrales.

Los niveles en el circuito quedarán determinados por el SLR de los aparatos telefónicos utilizados, la línea de abonado y la atenuación en los circuitos entre la central local y la entrada del circuito.

Tradicionalmente, en la planificación de la transmisión cada circuito tiene su propio punto de referencia para la transmisión específico y los niveles relativos dentro de un circuito se limitan a ese circuito y no tienen sentido fuera de él. Como norma, se puede hallar la atenuación entre puntos diferentes de un circuito, calculando la diferencia entre los niveles relativos en esos puntos. Para determinar la atenuación entre puntos situados en diferentes circuitos, es necesario conocer el plan de transmisión. (En las redes en las que no hay atenuación en los circuitos, por ejemplo las redes digitales, es posible tener el mismo nivel dBr a la salida de un circuito que el nivel dBr a la entrada del circuito interconectado. En estos casos especiales, se puede hallar directamente la atenuación entre diferentes puntos de diferentes circuitos calculando la diferencia de nivel relativo. Sin embargo, esto significa que se conoce el plan de transmisión.)

El concepto de niveles relativos se utiliza para diferentes aplicaciones, tales como:

- 1) planificación de la transmisión;
- 2) establecimiento, ajuste y mantenimiento de circuitos;
- 3) especificación y medida del equipo, por ejemplo, sistemas de transmisión, centrales digitales y centralitas privadas.

Todas estas diferentes aplicaciones utilizan el mismo concepto básico de dBr, definido y descrito en la presente Recomendación. Sin embargo, las diferentes aplicaciones utilizan de manera distinta el dBr, lo cual en algunos casos puede ocasionar malentendidos.

En la planificación de la transmisión, cuando se tienen en cuenta los niveles de entrada y la calidad de los diferentes equipos que forman parte del circuito, se asignan a los diferentes puntos del circuito niveles dBr que permitan obtener la óptima calidad del circuito. En algunos casos (especialmente para las centrales digitales) esto significa que un punto, cuando es considerado parte del circuito, puede tener un nivel dBr diferente, del que se le ha asignado en especificaciones y procedimientos de prueba. Sin embargo, esto no debe ocasionar problemas si se comprende que es simplemente porque los niveles dBr diferentes se utilizan para aplicaciones diferentes.

#### A.4 Atenuadores digitales y designación de niveles relativos

Como se muestra en la Figura A.1, cuando se utilizan atenuadores (o ganancias) digitales en un circuito, en nivel relativo del flujo binario digital sufrirá un cambio. En este caso, se introduce un atenuador digital de 6 dB en un circuito digital entre dos centrales digitales. El flujo binario digital tendrá un nivel de -6 dBr en el lado derecho del atenuador. Si se aplica una secuencia de referencia digital (DRS) en el lado derecho del atenuador, dará un nivel de 0 dBr. Por lo tanto, como se indica en 3.9.2, la DRS debe utilizarse con precaución.

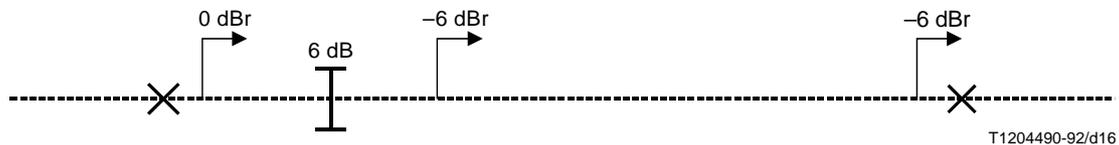


FIGURA A.1/G.101

#### A.5 Saltos de nivel

En las centrales los circuitos están interconectados. En la red telefónica analógica, donde los circuitos deben tener atenuaciones para mantener la estabilidad, esto significa con frecuencia que la salida de un circuito que tiene un nivel de A dBr está conectada a la entrada de otro circuito que tiene un nivel diferente B dBr. Esta diferencia de nivel se denomina con frecuencia «salto de nivel». El «salto de nivel» es la diferencia de nivel, es decir, B - A dB. Los puntos de conmutación no tienen atenuación, el «salto de nivel» sólo muestra que se pasa de un conjunto de dBr característico de un circuito, a otro conjunto de dBr característico de otro circuito. La atenuación estará siempre presente dentro de los propios circuitos. (Véase el ejemplo 1 en A.7.)

#### A.6 Capacidad de tratamiento de la potencia

En los sistemas de transmisión FDM, la carga total ocasionada por la carga de todos los canales en el sistema puede causar distorsión debido a la sobrecarga de los amplificadores, etc. Por lo tanto, estos sistemas están diseñados para una potencia media nominal de -15 dBm0 (32 μW0) durante la hora cargada. (Véase la Recomendación G.223.) (Es la media en función del tiempo y para un gran conjunto de circuitos.)

Se supone que la potencia media consta de:

- 1) señalización y tonos cuyo nivel es de -20 dBm0 (10 μW0);
- 2) nivel de potencia de -16,6 dBm0 (22 μW0) debido a:
  - corrientes vocales, incluidos ecos;
  - residuos de portadoras;
  - señales telegráficas y telefotográficas.

La contribución de los residuos de portadoras puede llegar hasta  $-26$  dBm0. Esto da un nivel vocal medio de  $-17$  dBm0. Para la conversación, se supone que existe un factor de actividad de 0,25, lo que corresponde a un nivel vocal activo medio (sin incluir las pausas) de  $-11$  dBm0. (Estas relaciones no tienen en cuenta la transmisión de facsímil y los datos en la banda vocal. Este tema queda en estudio.) Adviértase que estos valores de nivel han de utilizarse para el diseño de sistemas FDM únicamente. Los niveles vocales de red efectivos son menores (véase 3.6).

Los codificadores MIC tienen un nivel máximo  $T_{m\acute{a}x}$  de 3,14 dBm0 para la ley A y de 3,17 dBm0 para la ley  $\mu$ . Esto significa que las señales sinusoidales cuyos niveles eficaces excedan de  $T_{m\acute{a}x}$  serán recortadas. Esta limitación se aplica a cada canal.

En la planificación de la transmisión una tarea importante es garantizar que los niveles vocales que llegan a los sistemas de transmisión no provoquen la sobrecarga de los sistemas FDM y que el recorte de las señales vocales en los codificadores MIC esté dentro de límites aceptables. Al mismo tiempo, los niveles vocales deben ser lo más altos posible para que ofrezcan una relación señal/ruido aceptable.

NOTA – De conformidad con el método B de la Recomendación P.56, los niveles vocales activos pueden medirse utilizando un instrumento. No obstante, cabe destacar que, debido a que el instrumento tiene un tiempo de bloqueo de 200 ms, no quedarán registradas las pausas de duración inferior a 200 ms, lo que ocasionará un factor de actividad superior a 0,25. Durante las medidas, deben tomarse precauciones para no incluir la transmisión de facsímil y los datos en la banda vocal.

Para medir el factor actividad, deben utilizarse instrumentos cuyo tiempo de bloqueo sea inferior a 10 ms.

## A.7 Ejemplos

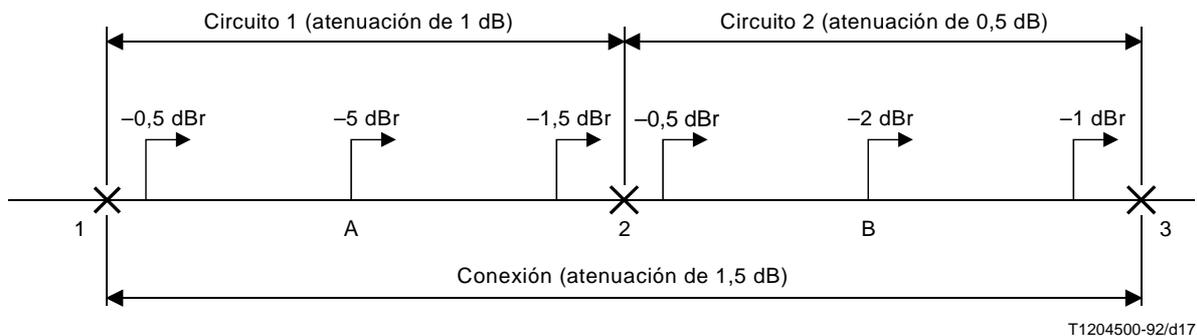
### Ejemplo 1

En la Figura A.2 se presenta el ejemplo de una conexión compuesta de dos circuitos. La atenuación del circuito 1 es de 1 dB y la del circuito 2 es de 0,5 dB. La atenuación de la conexión será de 1,5 dB. La atenuación entre el punto A y el punto B será de  $-2$  dB (ganancia de 2 dB), mientras que la diferencia de nivel relativo es de  $-3$  dB.

En la central 2 habrá un «salto de nivel» de  $-0,5 - (-1,5) = 1$  dB.

La atenuación entre el punto A y el punto B puede hallarse de la siguiente manera:

$$(\text{nivel dBr en A}) - (\text{nivel dBr en B}) + \text{«salto de nivel»} = -5 - (-2) + 1 = -2 \text{ dB.}$$



T1204500-92/d17

FIGURA A.2/G.101

### Ejemplo 2

En la Figura A.3 se presenta un ejemplo en el que no hay atenuación en los circuitos, y en donde esos circuitos tienen los mismos niveles relativos de entrada. En este caso excepcional, la atenuación entre los puntos A y B será de  $-3$  dB, igual a la diferencia de nivel relativo. Es posible hacer un plan de transmisión en el que:

- todos los circuitos a cuatro hilos tengan una atenuación de 0 dB;
- todos los circuitos tengan los mismos niveles relativos de entrada. En ese caso, puede considerarse que toda la cadena de circuitos a cuatro hilos tiene un solo punto de referencia para la transmisión. Cabe destacar que esto es posible únicamente en las condiciones a) y b) mencionadas anteriormente. En el caso general, cada circuito tendrá su propio punto de referencia para la transmisión.

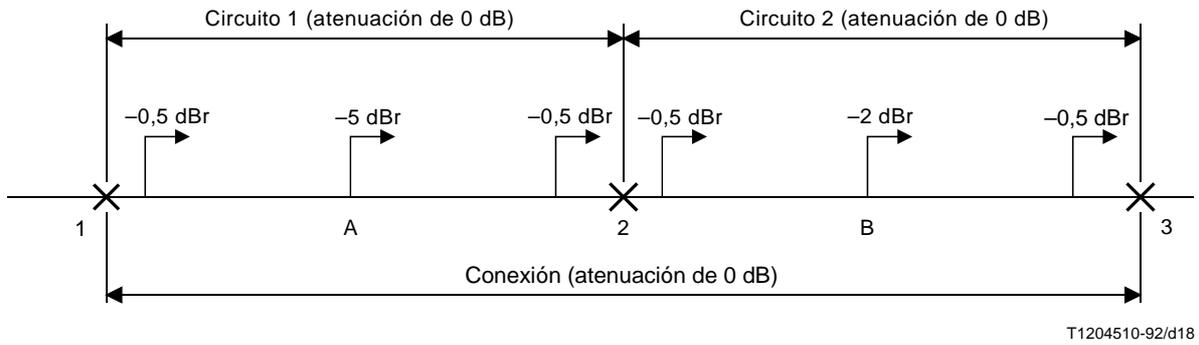


FIGURA A.3/G.101

### Ejemplo 3

En la Figura A.4 se muestra un ejemplo en el que un circuito interconecta una central digital y una central analógica a través de un sistema de transmisión analógico. Por razones de estabilidad, el circuito tendrá una atenuación de 0,5 dB. El nivel de entrada en la central analógica es 0 dB.

La consecuencia de ello es que en el lado de la recepción, el flujo binario digital de la central digital tendrá un nivel de -0,5 dB. Cabe destacar que cuando se especifica y se mide sólo la central digital, al mismo flujo binario digital se le asigna un nivel de 0 dB. Este punto, cuando sea parte de un circuito, tendrá un nivel dB distinto del que tiene en las especificaciones y en las medidas del equipo.

NOTA – Se habría evitado este problema si el nivel relativo de entrada del circuito se hubiera puesto a +0,5 dB.

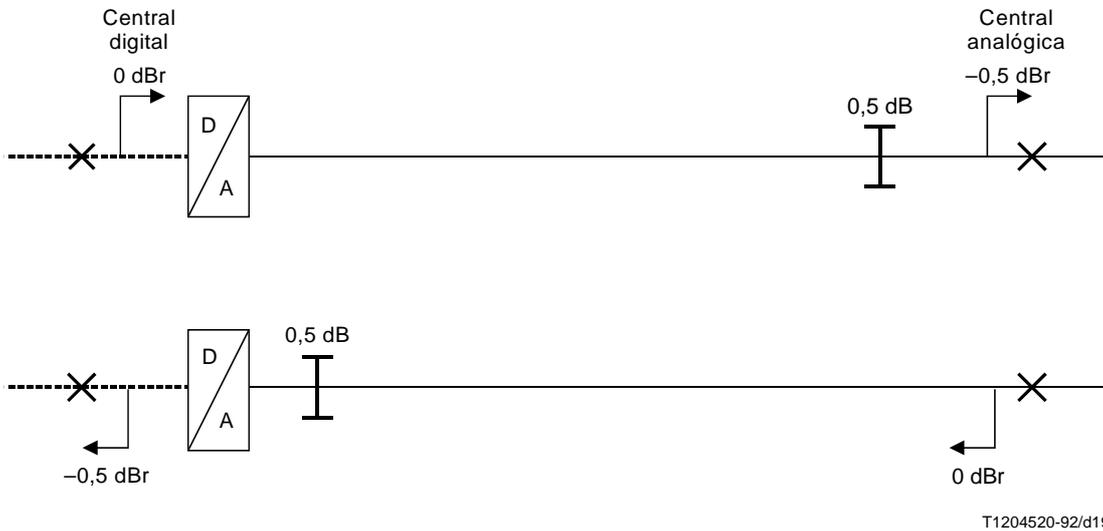
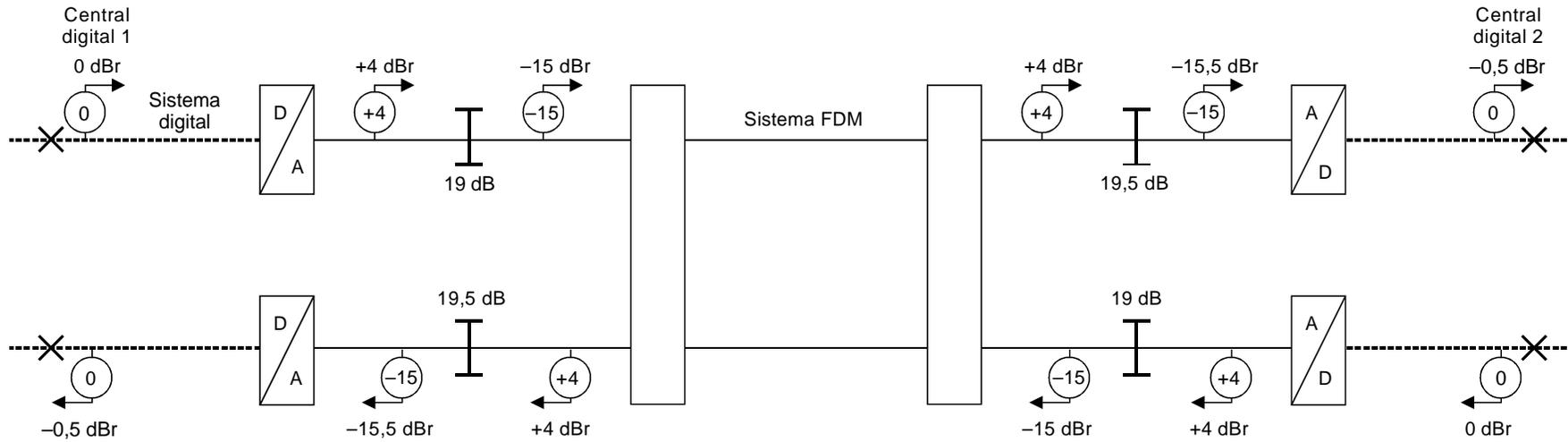


FIGURA A.4/G.101

### Ejemplo 4

En la Figura A.5 se muestra un ejemplo en el que dos centrales digitales están interconectadas a través de un sistema de transmisión analógico y un sistema de transmisión digital. Los círculos indican los niveles relativos especificados para los sistemas de transmisión. En el plan de transmisión el circuito mixto analógico/digital tendrá una atenuación de 0,5 dB. Las flechas indican los niveles relativos del circuito.



T1204530-92/d20

FIGURA A.5/G.101

## Apéndice I

### Modelo de cálculo orientativo para la planificación de la transmisión

(Este apéndice no forma parte integrante de esta Recomendación)

#### I.1 Introducción

Este apéndice informativo describe una versión de un modelo de cálculo publicado por el ETSI [39] denominado modelo E.

Cabe señalar que cuando se publicó, el modelo no había sido verificado completamente. Hasta que se realice esta verificación, las previsiones derivadas de su empleo deben tratarse con precaución.

Continúan los trabajos al respecto y se invita a la presentación de contribuciones con información que sirva de apoyo o de crítica al modelo en cualquier aspecto y que puedan ayudar a la verificación o mejora del mismo.

Los modelos de cálculo tales como el modelo ETSI cada vez son más útiles para los operadores de redes ayudándoles a asegurar que los usuarios estarán satisfechos con la calidad de transmisión evitando a la vez el sobredimensionamiento de las redes. La Recomendación G.113 ofrece directrices sobre las degradaciones, incluidos algunos efectos de combinación de las mismas, basándose en una simplificación del modelo E. El objeto del presente apéndice es presentar una información más completa sobre los algoritmos del modelo.

La complejidad de las redes modernas exige que en la planificación de la transmisión se consideren no sólo de forma individual los diversos parámetros de transmisión sino también que se tengan en cuenta los efectos de sus combinaciones. Ello puede realizarse efectuando «hipótesis expertas e informadas» pero conviene utilizar un método más sistemático tal como el empleo de un modelo de cálculo razonable. El resultado de este modelo pueden ser estimaciones «nominales» de las reacciones de los usuarios, por ejemplo en forma de porcentaje de usuarios que consideran la conexión «buena o mejor» (GOB, *good or better*), o «mala o peor» (POW, *poor or worse*). Una alternativa más objetiva es establecer un índice, R, asociado a la calidad de la comunicación vocal.

En este contexto conviene resaltar el hecho de que la percepción de los usuarios de la calidad de un producto o servicio viene determinada por el grado en que se satisfacen o se superan las expectativas del usuario. En consecuencia, para la calidad de la comunicación vocal, los planificadores de la transmisión (actualmente) deben considerar dos categorías, a saber:

- 1) Calidad de tipo circuito interurbano. Se trata de la calidad media de las conexiones de larga distancia de una red telefónica pública con conmutación; es decir, buena inteligibilidad, buena identificación del hablante, naturalidad de los sonidos, aparecen únicamente pequeñas degradaciones que producen perturbaciones.
- 2) Calidad de tipo radiocomunicación. Es la calidad de muchos sistemas móviles caracterizada por una buena inteligibilidad, mantenimiento de la identidad del hablante aunque una cierta pérdida de calidad cuando se compara directamente con la anterior.

Para cada categoría, el usuario puede considerar que la calidad del sistema ofrecido es bastante satisfactorio; es decir, que presenta una «buena calidad» con respecto a sus necesidades y expectativas. Sólo en casos excepcionales procede que el usuario realice comparaciones relativas de la calidad entre ambas categorías.

Existen algunos modelos de cálculo mediante los cuales puede realizarse dicha evaluación, al menos para algunos de los parámetros de transmisión; véase, por ejemplo, el Anexo A/P.11 y el Suplemento 3 a las Recomendaciones de la serie P. El modelo E se basa parcialmente en estos modelos pero también hace uso de algunas pruebas subjetivas recientemente publicadas. En particular, se han utilizado muchos algoritmos pertenecientes al modelo «índice de transmisión» de Bellcore, directamente o con algunas modificaciones. Sin embargo, el modelo E es más completo, sobre todo porque trata las degradaciones causadas por los códecs de baja velocidad binaria y las expectativas de los abonados para distintos servicios de transmisión. En I.4 aparecen más detalles sobre los datos utilizados para establecer el modelo E.

#### I.2 Estructura y algoritmos básicos del modelo E

El modelo proporciona medidas de la «calidad de la comunicación vocal» para microteléfonos en la banda vocal nominal de 300 Hz a 3400 Hz. En la Figura I.1 se representa la configuración de la conexión y sus parámetros de transmisión más importantes. La comunicación vocal se efectúa entre el lado (S) y el lado (R). El modelo realiza una estimación de la calidad de la transmisión vocal boca a oído percibida por el usuario en el lado (R), tanto en condiciones de hablante como de oyente.

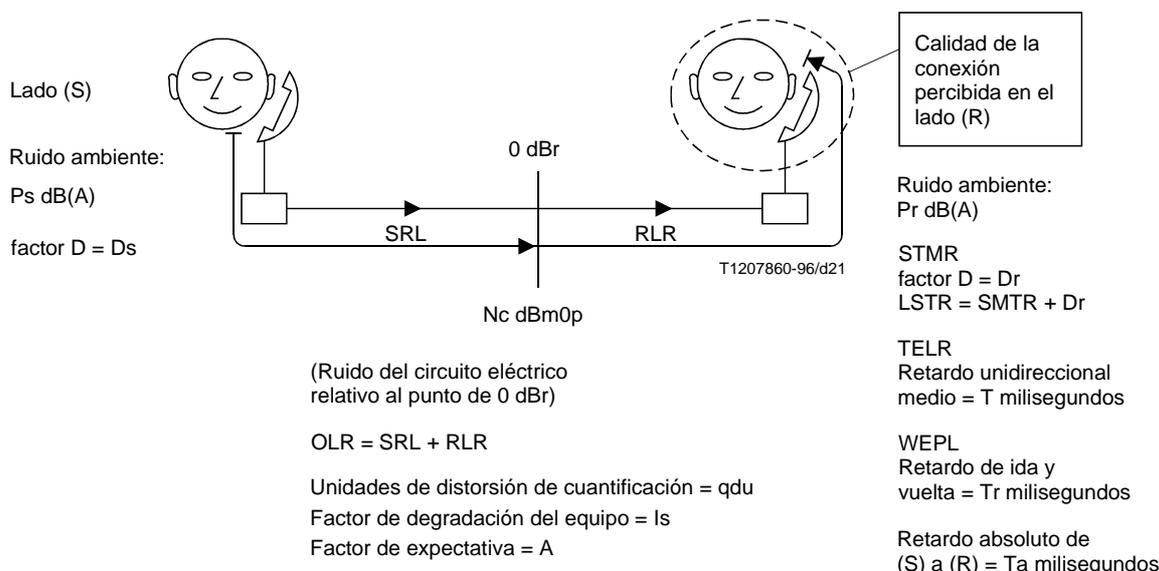


FIGURA I.1/G.101

### Configuración y parámetros de transmisión más importantes de la conexión

Obsérvese que la influencia de las diferencias en la respuesta atenuación/frecuencia del canal vocal entre las conexiones no se considera actualmente en el modelo E. Ello se debe a que con la desreglamentación y liberalización que ha tenido lugar en los equipos terminales, los organismos de planificación de la transmisión no tienen la posibilidad de conocer la curva de respuesta real para un canal de usuario en particular, incluida la respuesta del aparato telefónico, con la suficiente precisión como para realizar una estimación significativa de esta influencia sobre la calidad de la comunicación vocal. (Se supone en el modelo que la respuesta en frecuencia se encuentra «dentro de los límites normales».)

Otras degradaciones, aún no incluidas en el modelo E, son por ejemplo la baja calidad de las transmisiones de los radiocanales en las comunicaciones móviles y la influencia del ruido impulsivo en las redes cableadas normales. (Con respecto a esta influencia, puede obtenerse alguna información en las Recomendaciones UIT-T P.55 y P.11.)

El principio fundamental del modelo E se basa en un concepto establecido hace más de 20 años por J. Allnatt y utilizado, por ejemplo, en el modelo OPINE de la NTT: «Los factores psicológicos son aditivos en la escala psicológica».

El modelo ETSI combina el efecto de diversos parámetros de transmisión en un índice,  $R$ , a partir del cual pueden predecirse las reacciones del usuario, tales como porcentaje de usuarios que consideran la conexión «buena o mejor», «mala o peor» o incluso tan mala que interrumpirían la llamada prematuramente, así como las notas que se otorgarían en un experimento de nota media de opinión. El índice  $R$  se compone de los términos

$$R = R_o - I_s - I_d - I_e + A \quad (I-1)$$

$R_o$  representa en principio la relación básica señal vocal/ruido.

$I_s, I_d, I_e$  son los llamados factores de degradación:

$I_s$  representa las degradaciones que aparecen simultáneamente con la señal vocal, tales como una conexión demasiado ruidosa, efecto local ruidoso, distorsión de cuantificación MIC;

$I_d$  representa las degradaciones por retardo tales como los ecos para el oyente y para el hablante así como un retardo absoluto demasiado largo;

$I_e$  representa las degradaciones de transmisión causadas por equipos especiales tales como algunos códecs de baja velocidad binaria, equipos digitales de multiplicación de circuitos ... etc. (Este factor es un concepto nuevo.)

NOTA – Cada uno de los parámetros de transmisión pueden aparecer en más de uno de los factores  $I$ , a veces con efecto de enmascaramiento.

A se denomina «factor de expectativa». Representa una «ventaja de acceso» que presentan ciertos sistemas sobre los sistemas de comunicación cableados convencionales. El concepto de «alta calidad» está estrechamente relacionado con la medida en que se satisfacen las expectativas de los abonados. De esa forma, la calidad global de la conexión de transmisión percibida por el usuario viene fuertemente influenciada por la facilidad o dificultad en el establecimiento de una conexión. En ciertas circunstancias, los sistemas inalámbricos tienen una ventaja a este respecto sobre los sistemas alámbricos, que puede compensar el efecto subjetivo y algunos defectos de la transmisión de la señal vocal. Como ejemplos puede citarse la telefonía móvil y las conexiones multisalto por satélite para llegar a zonas aisladas. (A veces, por razones económicas, puede considerarse que algunas conexiones especiales de larga distancia *de bajo coste* presentan un factor de ventaja similar.)

El factor de expectativa es un nuevo concepto que no ha sido utilizado anteriormente en los modelos de cálculo. El motivo de introducción de dicho factor es que el modelo E debe utilizarse para la «calidad de tipo circuito interurbano» y la «calidad de de tipo radiocomunicación» y que debe ser posible establecer una comparación equitativa con respecto a la percepción real que tiene el usuario del servicio de comunicación por señal vocal. (Cuando se trata de realizar comparaciones directas entre sistemas que pertenecen respectivamente a la categoría de «circuito interurbano» y «radiocomunicación», se omite el factor de expectativa A.)

NOTA 2 – El modelo de «índice de transmisión» de Bellcore descrito en el Suplemento 3 a las Recomendaciones de la serie P puede expresarse también de forma equivalente a una adición de los factores de degradación.

NOTA 3 – La estructura en factores de degradación aditivos facilita la actualización del modelo E, cuando sea necesario.

El factor R puede tomar los valores de 0 (extremadamente malo) a 100, (muy bueno). Este factor se transpone en un cierto número de «medidas de la calidad» diferentes que representan estimaciones estadísticas «nominales» de:

- a) Porcentaje de usuarios que consideran la conexión «buena o mejor» (GOB), «mala o peor», (POW), o tan mala que finalizan la llamada prematuramente, (TME).
- b) Notas medias de opinión (MOS, *mean opinion scores*).

GOB, POW y TME se obtienen a partir del factor R mediante la función de error:

$$E(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt \quad (I-2)$$

En consecuencia:

$$\text{GOB} = 100E\left(\frac{R - 60}{16}\right) \% ; \text{POW} = 100E\left(\frac{45 - R}{16}\right) \% ; \text{TME} = 100E\left(\frac{36 - R}{16}\right) \% \quad (I-3)$$

La escala 1-5 de MOS se obtiene mediante las relaciones:

$$\text{Para } 0 < R < 100 \quad \text{MOS} = 1 + 0,035 \cdot R + R(R - 60)(100 - R) \cdot 7 \cdot 10^{-6} \quad (I-4)$$

$$\text{Para } R < 0 \quad \text{MOS} = 1 \quad (I-5)$$

$$\text{Para } R > 100 \quad \text{MOS} = 4,5 \quad (I-6)$$

NOTA 4 – Valor máximo probable obtenido en pruebas.

En las Figuras I.2 e I.3 se representan los POW, TME y MOS en función de R, respectivamente.

Con respecto a los términos en (I-1), la expresión Ro es:

$$Ro = 15 - 1,5 (\text{SLR} + No) \quad (I-7)$$

*SLR* se refiere al punto de 0 dBr más próximo al lado (R).

*No* es el ruido *total* en dBm0p, también con respecto al punto de 0 dBr. *No* se obtiene sumando las potencias de:

- el ruido del circuito eléctrico, *Nc* dBm0p;
- el ruido del *circuito* equivalente, *Nos* dBm0p, causado por el ruido *ambiente Pos* dB(A), en el lado (S);
- el ruido del *circuito* equivalente, *Nor* dBm0p, causado por el ruido *ambiente Por* dB(A), en el lado (R);
- el «ruido de fondo», *Nfo* dBm0p, debido a las condiciones en el lado (R). [En el lado (R), el ruido de fondo es *Nfo* = -64 dBmp, valor empírico.]

En la subcláusula siguiente se describe la forma de realizar esta suma de potencias. Las expresiones de *Is* e *Id* son algo complicadas y, por consiguiente, también se señalan.

El factor de degradación del equipo *Ie* se aplica a los dispositivos complejos de procesamiento de la señal vocal, en particular a los códecs de baja velocidad binaria. Cada tipo de códec se representa por un valor específico *K* para su degradación correspondiente. Cuando se conectan en cascada varios códecs, del mismo tipo o de tipos distintos, el factor de degradación del equipo total se obtiene como la suma de los distintos valores *K*, que figuran en el Cuadro I.1.

El factor de expectativa *A* aparece en el Cuadro I.2.

CUADRO I.1/G.101

Códec	kbit/s	<i>K</i>
MICDA (Rec. G.726, Rec. G.727)	40	2
	32	7
	24	25
	16	50
LD-CELP (Rec. G.728)	16	7
	12,8	20
VSELP (IS54; USA)	8	20
RPE-LTP (GSM)	13	20
CELP+	6,8	25

CUADRO I.2/G.101

Sistemas de comunicación	<i>A</i>
Convencional (fijo)	0
DECT y similar	5
GSM y similar	10
Conexión multisalto por satélite para dar servicio a zonas distantes	20

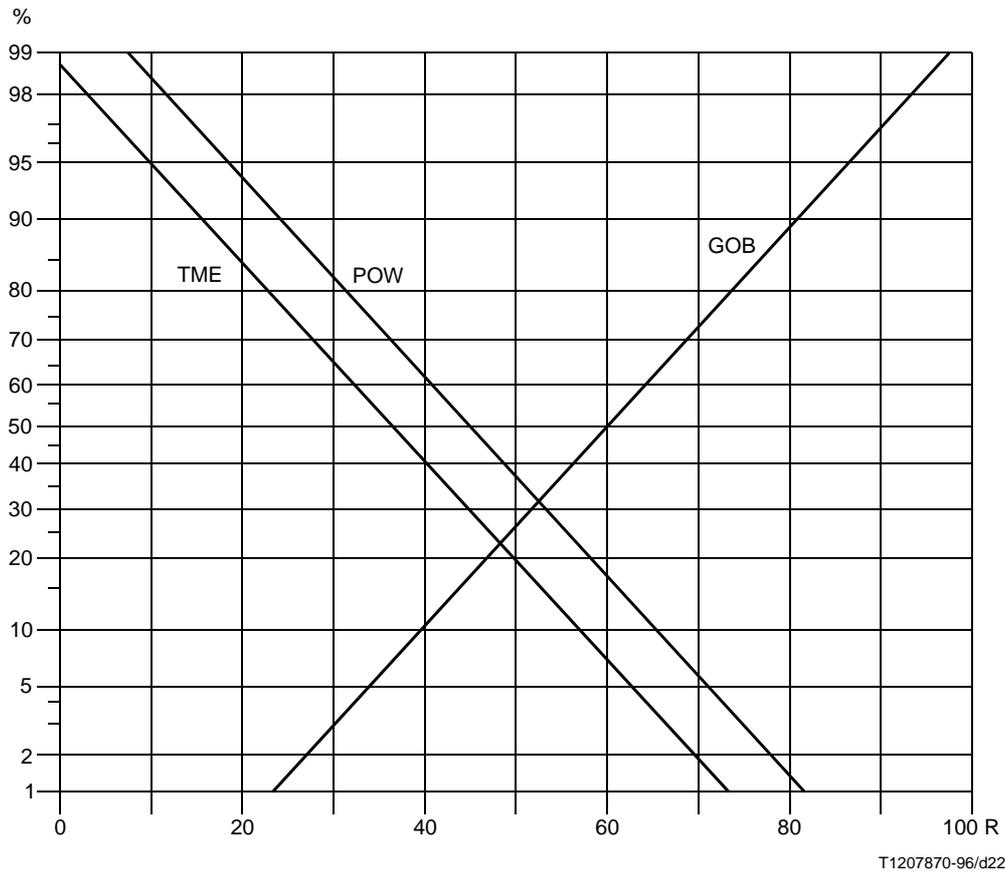


FIGURA I.2/G.101

**GOB (buena o mejor), POW (mala o peor) y TME (terminación prematura) en función del índice R**

### I.3 Descripción detallada de los algoritmos

#### I.3.1 Consideraciones sobre el ruido

No es el ruido *total* en dBm0p, referido igualmente con respecto al punto de 0 dBr. No se obtiene por la suma de las siguientes potencias:

- ruido del circuito eléctrico,  $N_c$  dBm0p;
- ruido del *circuito* equivalente,  $N_{os}$  dBm0p, causado por el ruido *ambiente*  $P_{os}$  dB(A) en el lado (S);
- ruido del *circuito* equivalente,  $N_{or}$  dBm0p, causado por el ruido *ambiente*  $P_{or}$  dB(A) en el lado (R);
- «ruido de fondo»,  $N_{fo}$  dBm0p, causado por las condiciones en el lado (R).

El ruido del circuito eléctrico  $N_c$  se obtiene por la adición de potencias de las diversas fuentes de ruido eléctrico en la conexión, todas ellas referidas al punto de 0 dBr. (Si se introduce una fuente de ruido de  $N$  dBmp en un punto de nivel relativo  $L$  dBr en el circuito, ello corresponde a un nivel de ruido de  $(N-L)$  dBm0p en el punto de 0 dBr.)

El ruido del circuito equivalente  $N_{os}$  causado por el ruido ambiente  $P_{os}$  dB(A) en el lado (S) es:

$$N_{os} = P_{os} - SLR - D_s - 100 + 0,008 (P_{os} - OLR - D_s - 14)^2 \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-8})$$

donde

$$OLR = SLR + RLR \quad (\text{I-9})$$

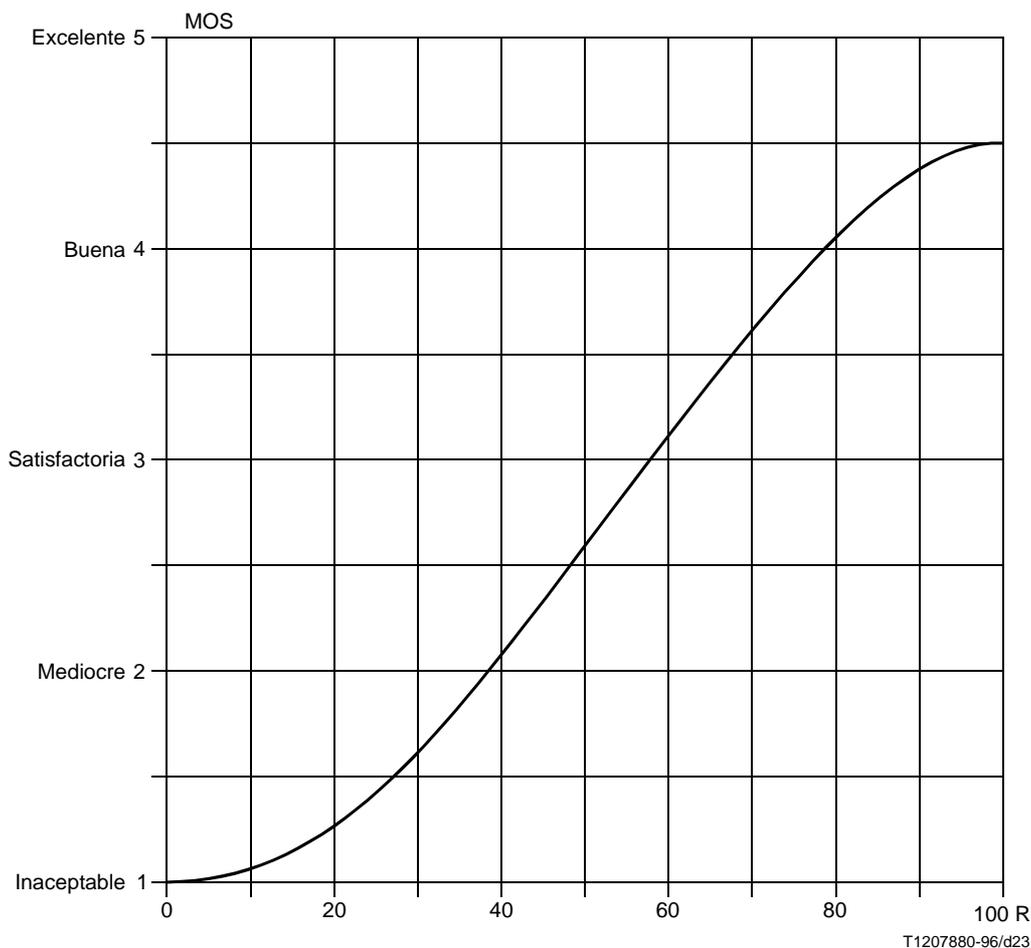


FIGURA I.3/G.101  
**Nota media de opinión (MOS) en función del índice R**

[*D<sub>s</sub>* es el factor D del microteléfono en el lado (S)].

El ruido del circuito equivalente *N<sub>or</sub>* causado por el ruido ambiente *P<sub>or</sub>* dB(A) en el lado (R) es:

$$N_{or} = RLR - 121 + P_{or} + 0,008 (P_{or} - 35)^2 \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-10})$$

siendo *P<sub>ore</sub>* el ruido ambiente efectivo debido al aumento de *P<sub>or</sub>* por el trayecto de efecto local para el oyente.

$$P_{or} = P_{or} + 10 \lg \left[ 1 + 10^{(10 - LSTR)/10} \right] \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-11})$$

[*LSTR* es el índice de efecto local para el oyente (*listener's sidetone rating*) en el lado (R)].

El ruido de fondo *N<sub>fo</sub>* de dBm0p se refiere a un ruido de fondo *N<sub>for</sub>* dBmp en el lado (R). Por consiguiente:

$$N_{fo} = N_{for} + RLR \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-12})$$

Normalmente, *N<sub>for</sub>* = -64 dBmp

Por último, el ruido total  $N_o$  se obtiene por la adición de potencias de los componentes de ruido:

$$N_o = 10 \lg \left[ 10^{N_c/10} + 10^{N_{os}/10} + 10^{N_{or}/10} + 10^{N_{fo}/10} \right] \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-13})$$

Cabe señalar que el ruido de distorsión de cuantificación no se incluye en esta suma.

### I.3.2 Factor de degradación simultánea $I_s$

La expresión para  $I_s$  es:

$$I_s = I_{olr} + I_{st} + I_q \quad (\text{I-14})$$

$I_{olr}$  representa la disminución en calidad provocada por una conexión en la que el efecto sonoro es demasiado fuerte; es decir, cuando el  $OLR$  es demasiado bajo;

$I_{st}$  representa la degradación causada por un efecto local no óptimo;

$I_q$  representa la degradación causada por la distorsión de cuantificación de los códecs MIC, los atenuadores digitales, etc.

La expresión para  $I_{olr}$  es:

$$I_{olr} = 20 \left[ \left\{ 1 + (X/8)^8 \right\}^{1/8} - X/8 \right] \quad (\text{I-15})$$

siendo:

$$X = OLR + 0,2(64 + N_p) \quad (\text{I-16})$$

$$N_t = N_o - RLR \quad (\text{I-17})$$

La expresión para  $I_{st}$  es:

$$I_{st} = 10 \cdot \left[ 1 + \left\{ (STMR_o - 12)/5 \right\}^6 \right]^{1/6} - 46 \cdot \left[ 1 + \left\{ STMR_o / 23 \right\}^{10} \right]^{1/10} + 36 \quad (\text{I-18})$$

siendo:

$$STMR_o = -10 \cdot \lg \left[ 10^{-STMR/10} + e^{-T/4} \cdot 10^{-TEL R/10} \right] \quad (\text{I-19})$$

La expresión para  $I_q$  es:

$$I_q = 15 \lg \left[ 1 + 10^Y \right] \quad (\text{I-20})$$

siendo:

$$Y = (R_o - 100)/15 + (46 - G)/10 \quad (\text{I-21})$$

Ro se obtiene mediante (I-7) y G por las expresiones:

$$G = 1,07 + 0,258 Q + 0,0602 Q^2 \quad (I-22)$$

$$Q = 37 - 15 \cdot \lg(qdu) \quad (I-23)$$

*qdu* es el número de *unidades de distorsión de cuantificación* en la conexión.

### I.3.3 Factor de degradación retardada *Id*

La expresión para *Id* es:

$$Id = Idte + Idle + Idd \quad (I-24)$$

*Idte* representa la degradación causada por el eco para el hablante. Los parámetros fundamentales son el índice de sonoridad del eco para el hablante (TEL*R*, *talker echo loudness rating*) y el tiempo de retardo unidireccional medio *T* ms para el eco.

*Idle* representa la degradación causada por el eco para el oyente. Los parámetros fundamentales son la atenuación ponderada del trayecto de eco (WEPL, *weighted echo pass loss*) y el retardo de ida y vuelta *Tr* ms para el eco.

*Idd* representa la degradación causada por un retardo absoluto demasiado largo y puede aparecer aun cuando se utilice un compensador de eco perfecto. El parámetro fundamental es el retardo absoluto unidireccional *Ta* ms.

La expresión para *Idte* es:

$$Idte = \left[ (Roe - Re)/2 + \sqrt{(Roe - Re)^2 / 4 + 100} - 1 \right] \cdot (1 - e^{-T}) \quad (I-25)$$

siendo:

$$Roe = -1,5 \cdot (No - RLR) \quad (I-26)$$

$$Re = 80 + 2,5(TERV - 14) \quad (I-27)$$

$$TERV = TELR - 40 \lg \frac{1 + T/10}{1 + T/150} + 6e^{-0,3T^2} \quad (I-28)$$

Obsérvese que para  $T < 1$  ms el «eco para el hablante» debe considerarse como efecto local de manera que en ese caso  $Idte = 0$ .

Las ecuaciones (I-20) a (I-22) se aplican cuando el efecto local para el hablante es «normal»; es decir  $9 < STMR < 15$ . Para valores más bajos del STMR, el eco para el hablante resulta parcialmente enmascarado por el efecto local y para valores más elevados del STMR dicho eco es más apreciable que con un efecto local normal. Estos fenómenos se tienen en cuenta mediante ajustes del valor de referencia del eco para el hablante (TERV, *talker echo reference value*) y de *Idte*, respectivamente, de la forma siguiente:

Para  $STMR < 9$ : TERV se sustituye por los TERV en la ecuación (I-27).

$$TERVs = TERV + Ist / 2 \quad (I-29)$$

Para  $STMR > 15$ :  $Idte$  se sustituye por los  $Idtes$ .

$$Idtes = \sqrt{Idte^2 + Ist^2} \quad (I-30)$$

La expresión para  $Idle$  es:

$$Idle = (Ro - Rle)/2 + \sqrt{(Ro - Rle)^2/4 + 169} \quad (I-31)$$

donde  $Ro$  viene dado por la ecuación (I-7) y:

$$Rle = 10,5(WEPL + 7)(Tr + 1)^{-0,25} \quad (I-32)$$

Las expresiones para  $Idd$  son:

$$\text{Para } Ta < 100 \text{ ms} \quad Idd = 0 \quad (I-33)$$

Para  $Ta > 100 \text{ ms}$

$$Idd = 25 \left\{ \left[ 1 + X^6 \right]^{1/6} - 3 \left[ 1 + (X/3)^6 \right]^{1/6} + 2 \right\} \quad (I-34)$$

siendo:

$$X = \frac{\lg(Ta / 100)}{\lg 2} \quad (I-35)$$

#### I.4 Fuentes utilizadas en el modelo E para evaluar las degradaciones y el factor de expectativa

En particular, cabe mencionar las siguientes fuentes para las evaluaciones.

Influencia del ruido ambiente en los lados de emisión y recepción, incluida la dependencia con el LSTR y los factores D: modelo del índice de transmisión «Bellcore» (BcTR) y los resultados de las pruebas publicados por las Administraciones de Australia y Suecia.

Influencia de los índices de sonoridad (OLR, SLR, RLR), y el ruido del circuito equivalente: el modelo BcTR, ajustado para valores bajos de OLR considerando los resultados del modelo de programa para la evaluación de redes telefónicas mediante ordenador (CATNAP, *computer-aided telephone network assessment program*) y algunas pruebas subjetivas adicionales.

Influencia del efecto local para el hablante, STMR: interpretación de la información que figura en el Suplemento 11 para las Recomendaciones de la serie P y la información de que el eco para el hablante con un retardo muy bajo se interpreta como una forma de efecto local.

Influencia de las distorsiones de cuantificación para los sistemas MIC ( $qdu$ ): el modelo CATNAP (Suplemento 3 a las Recomendaciones de la serie P).

Influencia del eco para el hablante, TELR: para valores normales del STMR se ha utilizado el modelo BcTR ligeramente ajustado considerando los resultados de las investigaciones de NTT y completado para el caso de retardos breves mediante los resultados publicados por France Telecom y Telia Research. Para valores muy bajos del STMR se han aplicado los resultados del modelo BcTR y para valores muy altos del STMR se han utilizado las pruebas subjetivas de Telia Research y de British Telecom.

Influencia del eco para el oyente, WEPL: el modelo BcTR.

Influencia de retardos absolutos largos: interpretación de la información que figura en la Recomendación G.114 resaltando en la forma en que influye el retardo en las conversaciones muy interactivas hasta unos 800 ms. Para retardos mayores, es probable que los participantes en la conversación se den cuenta de que es necesario esperar para obtener una respuesta.

Influencia de los códecs de baja velocidad binaria, factores de degradación del equipo: pruebas subjetivas publicadas en las contribuciones UIT-T a la Comisión de Estudio 12 (SQEG), a la Comisión de Estudio 15 y a otras.

Factor de expectativa *A*: interpretación de la información del mercado de que ciertos sistemas gozan de una amplia aceptación pública; es decir, se estima que su «calidad de comunicación vocal» es elevada aunque su calidad de transmisión vocal «absoluta» debe considerarse más bien baja en comparación con la que ofrece la red telefónica convencional. El primer ejemplo son las comunicaciones móviles con su enorme crecimiento. El segundo ejemplo son las conexiones por satélite con doble salto para llegar a emplazamientos que de otra forma no podrían alcanzarse por la red telefónica. (Los valores del factor de expectativa *A* se eligen provisionalmente de manera que compensen la mitad de las degradaciones causadas por el códec GSM (RPE-LTP) o retardos absolutos de gran duración, es decir  $A = 10$  en el primer caso y  $20$  en el 2 dsegundo).

Para las funciones de *predicciones sobre la opinión del abonado*, se ha utilizado el modelo de índice de transmisión de Bellcore y el modelo descrito en el Anexo A/P.11.

Para GOB y POW el modelo E representa una media de las investigaciones sobre las conexiones del tipo «largo alcance», «UIT-T» y «MH». TME corresponde a los resultados de una antigua investigación de AT&T.

Por último, en el modelo ETSI la expresión para MOS en función de *R* se ha obtenido indirectamente, en parte por comparación con las relaciones entre GOB, POW y MOS como figura en el Anexo A/P.11 y en parte por la experiencia sobre la gama de notas que asignan normalmente los equipos de pruebas subjetivas a los diversos canales de transmisión de la señal vocal. Una conversión directa de los resultados de la Recomendación P.11 da la gama  $1 < MOS < 5$ . Sin embargo, en pruebas subjetivas reales, la MOS máxima raramente alcanza un valor superior a 4,5 y por consiguiente, el modelo ETSI se ha adaptado a este valor mediante una transformación lineal de los resultados de la Recomendación P.11.

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Red telefónica y RDSI
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión</b>
Serie H	Transmisión de señales no telefónicas
Serie I	Red digital de servicios integrados (RDSI)
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas y de televisión
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
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales de telegrafía alfabética
Serie T	Equipos terminales y protocolos para los 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