



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.101

(11/1988)

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

Características generales de las conexiones y circuitos
telefónicos internacionales – Consideraciones generales

PLAN DE TRANSMISIÓN

Reedición de la Recomendación G.101 del CCITT
publicada en el Libro Azul Fascículo III.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación CCITT G.101 se publicó en el fascículo III.1 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

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

Recomendación G.101

PLAN DE TRANSMISIÓN¹⁾

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

1 Principios

El plan de transmisión del CCITT se ha establecido en 1964 con objeto de obtener, en el servicio internacional, las ventajas que ofrece la utilización de la conmutación a cuatro hilos. Este plan es objeto de las Recomendaciones contenidas en la presente sección 1 de las Recomendaciones de la serie G. No obstante, se considerarán cumplidas las Recomendaciones de este plan cuando, utilizando medios técnicos distintos de los que a continuación se describen, se obtenga en la central internacional una calidad de transmisión equivalente.

En las Recomendaciones G.121 y G.122 se indican las condiciones que debe reunir una red nacional para que pueda ponerse en vigor este plan de transmisión.

Nota 1 – Desde el punto de vista del plan de transmisión, no se hace distinción alguna entre los circuitos intercontinentales y los demás circuitos internacionales.

Nota 2 – Los circuitos fronterizos no se incluyen en este plan y deben ser objeto de acuerdos entre las Administraciones interesadas.

Nota 3 – El apéndice a la sección 1 de las Recomendaciones de la serie G contiene la justificación de los valores del equivalente de referencia corregido (ERC) que figuran en las Recomendaciones G.111 y G.121.

2 Definición de las partes constitutivas de una conexión

2.1 Cadena internacional de circuitos y sistemas nacionales

Una **conexión telefónica internacional** completa se compone de tres partes (véase la figura 1/G.101). La división entre estas partes viene determinada por los extremos virtuales analógicos en los centros de conmutación internacionales (CCI) de origen/terminación. Estos son puntos teóricos con niveles relativos especificados (véanse la figura 2/G.101 y los § 5.1 y 5.2 de esta Recomendación).

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 analógicos en un centro de conmutación internacional.

Nota 1 – En principio la elección de los valores de los niveles relativos en los extremos virtuales analógicos en el lado de un sistema nacional es una cuestión de incumbencia nacional. En la práctica, varios países han elegido el valor de $-3,5$ dBr para la recepción así como para la emisión. Estos valores son teóricos y no tienen que existir por fuerza en ningún elemento específico del equipo; sin embargo, sirven para determinar los niveles relativos en otros puntos de la red nacional. Si por ejemplo, la atenuación « $t-b$ » o « $a-t$ » es de $3,5$ dB (como sucede en varios países, véase el cuadro A-1/G.121), se deduce que los niveles relativos en el punto t son de 0 dBr (entrada) y de -7 dBr (salida).

Nota 2 – Los extremos virtuales analógicos 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 de circuito: su posición exacta la determina en cada caso la Administración interesada.

¹⁾ Esta Recomendación se reproduce parcialmente en la Recomendación Q.40 [1].

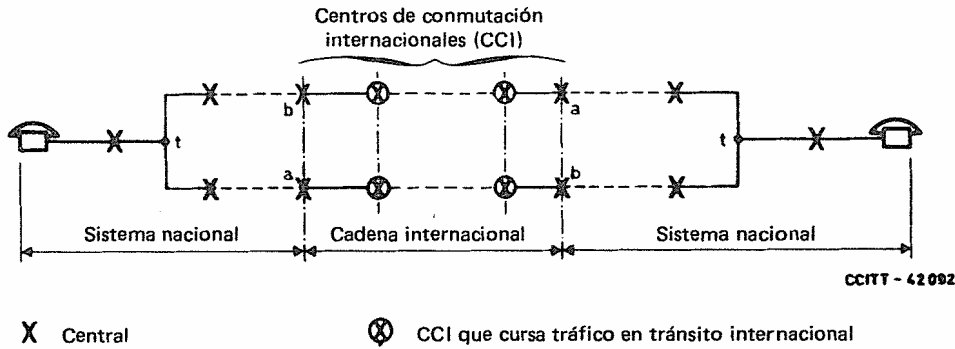


FIGURA 1/G.101

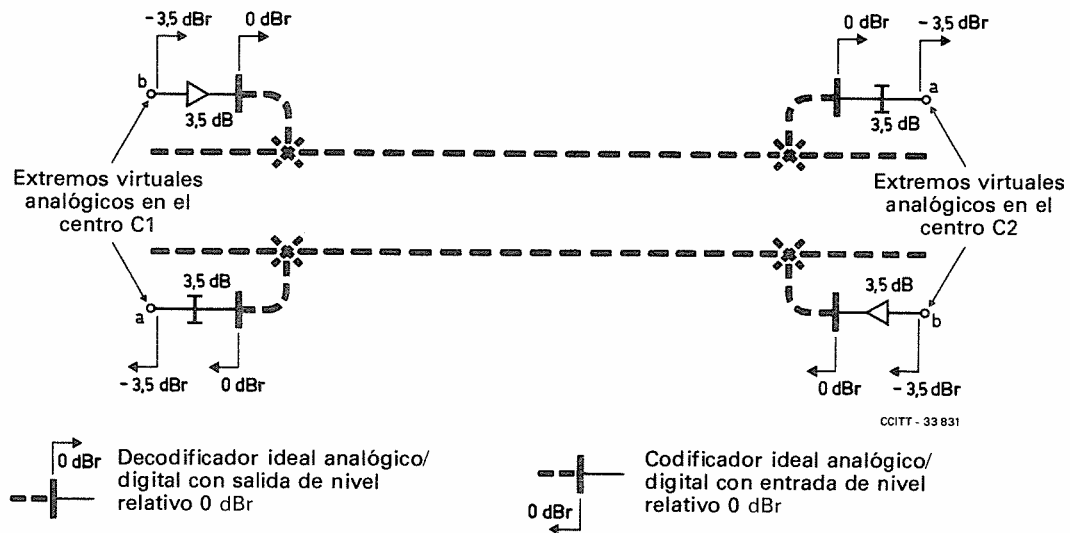
Definición de las partes constitutivas de una conexión internacional

2.2 *Circuitos nacionales de prolongación; cadena a cuatro hilos*

Se considera que un país es de «extensión media» cuando la distancia máxima entre una central internacional y un abonado que pueda obtenerse desde dicha central no excede de unos 1000 km o excepcionalmente, de 1500 km. En estos países, en la mayoría de los casos, se interconectan a cuatro hilos, entre sí y con los circuitos internacionales, tres circuitos nacionales a cuatro hilos como máximo. Estos circuitos deben satisfacer las Recomendaciones de la subsección 1.2.

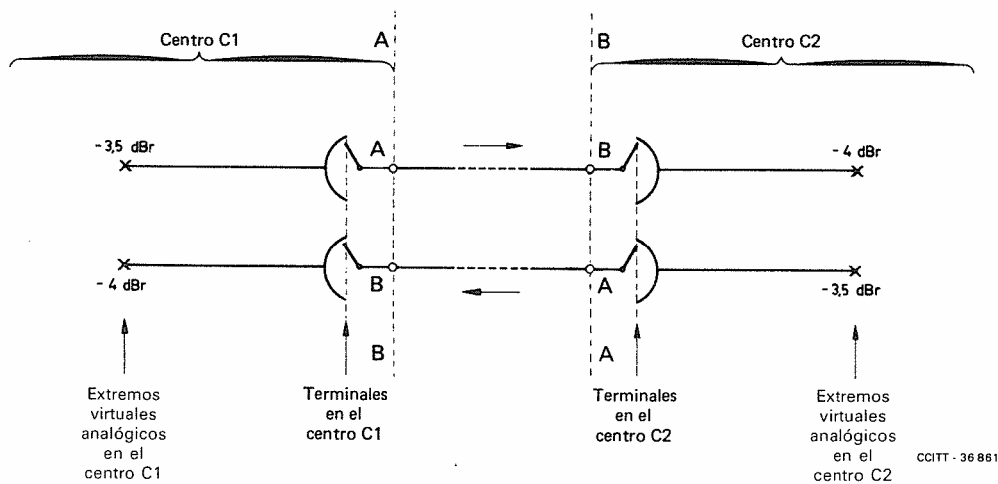
En un país de gran extensión, puede introducirse en la cadena a cuatro hilos un cuarto y, eventualmente, un quinto circuito nacional, a condición de que tenga el valor de atenuación nominal y las características recomendadas para los circuitos internacionales utilizados en una cadena a cuatro hilos (véase el § 1 de la Recomendación G.141, el § 4 de esta Recomendación y las Recomendaciones de la subsección 1.5).

Nota – Se llama en forma abreviada **cadena a cuatro hilos** (véase la figura 3/G.101) a la cadena constituida por la cadena internacional y los circuitos nacionales de prolongación a ella conectados, por conmutación a cuatro hilos o por un procedimiento equivalente (en el sentido del § 1 de la presente Recomendación).



Nota — Se supone que la relación entre las señales analógicas y digitales (y viceversa) en los codificadores y decodificadores ideales se ajusta exactamente a los cuadros de la Recomendación G.711 [2] que definen las leyes de codificación A y μ .

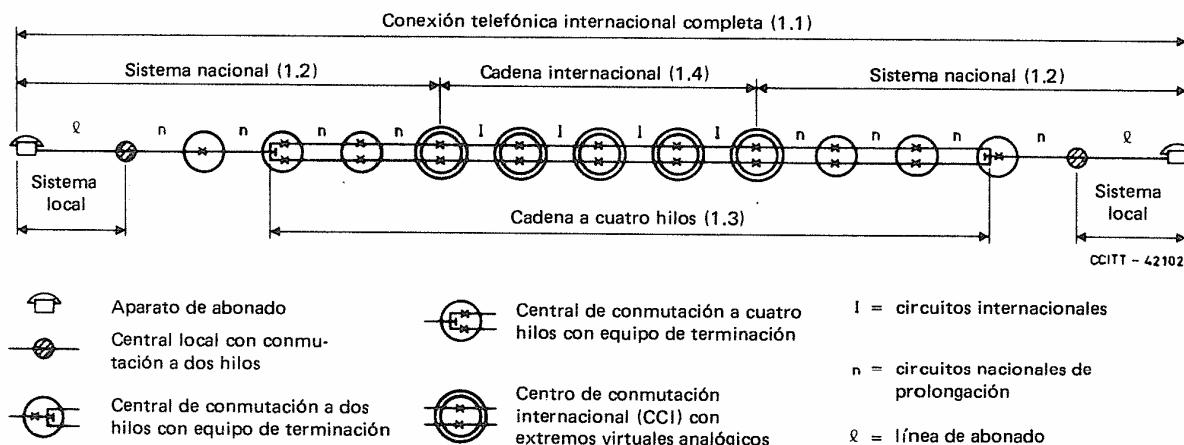
a) *Definición de los extremos virtuales analógicos para un circuito internacional entre centros internacionales digitales*



b) *Definición de los extremos virtuales analógicos para un circuito internacional analógico entre centros internacionales analógicos*

FIGURA 2/G.101

Definiciones relativas a los circuitos internacionales



Nota – Las disposiciones indicadas para sistemas nacionales sólo constituyen ejemplos. Los números entre paréntesis indican la subsección de la sección (fascículo III.1) en que pueden hallarse Recomendaciones relativas a cada parte de la comunicación. Además, cada uno de los circuitos que forman parte de esta cadena deben ajustarse a las Recomendaciones de la subsección 1.5.

FIGURA 3/G.101

Conexión internacional ilustrativa de la terminología adoptada

3 Número de circuitos en una conexión

3.1 Circuitos nacionales

Parece razonable suponer que, en la mayor parte de los países, toda *central local* podrá enlazarse a la red internacional mediante una cadena de cuatro circuitos nacionales o menos. En ciertos países, pueden ser necesarios cinco circuitos nacionales, pero es poco probable que un país cualquiera pueda necesitar más de cinco circuitos. El CCITT ha llegado, pues, a la conclusión de que cuatro circuitos nacionales corresponden al número representativo que conviene suponer para la inmensa mayoría de las conexiones internacionales.

En la mayoría de las redes nacionales modernas, los cuatro circuitos comprenderán muy probablemente tres circuitos a cuatro hilos con amplificación (normalmente establecidos en sistemas de portadoras MDF) y un circuito a dos hilos, probablemente sin amplificación. Pero son cada vez más frecuentes los casos en que las centrales locales se alcanzan por medio de cuatro circuitos con amplificación, uno de los cuales, por lo menos, suele ser un circuito MIC; todos estos circuitos pueden ser a cuatro hilos.

3.2 Circuitos internacionales

De acuerdo con el Plan de encaminamiento telefónico internacional (Recomendación E.171), el número de circuitos internacionales está limitado a cuatro.

3.3 Conexiones ficticias de referencia

Véase la Recomendación G.103.

3.4

En los cuadros 1/G.101, 2/G.101 y 3/G.101 se indican las frecuencias relativas y acumuladas, expresadas como porcentaje, del número de circuitos que se encuentran en una conexión internacional, calculadas partiendo de un estudio que comprendió unos 270 millones de conexiones telefónicas internacionales en 1973. Estos cuadros tienen en cuenta la ponderación del tráfico.

CUADRO 1/G.101

**Frecuencias relativas del número de circuitos en las dos prolongaciones nacionales
y en la cadena internacional (expresadas como porcentajes)**

Número de circuitos	Origen CL-CT3	Internacional CT3-CT3'	Destino CT3'-CL'
1	33,8	95,1	32,9
2	38,9	4,5	39,5
3	20,2	0,3	20,4
4	6,0	–	6,1
5	1,0	–	1,0

Nota – Las frecuencias relativas de las conexiones con 6 y 7 circuitos en el sistema nacional de origen son 0,005% y 0,0005% respectivamente. Las frecuencias relativas de las conexiones con 4, 5 y 6 circuitos internacionales son 0,03%, 0,00007% y 0,00009% respectivamente.

El número medio y el número modal de circuitos nacionales son iguales a 2. Esto se aplica tanto a la prolongación nacional de origen como a la de destino. El número medio de circuitos internacionales es 1,1 y el número modal es 1.

CUADRO 2/G.101

**Frecuencias relativas y acumuladas del número total de circuitos entre centrales locales
(expresadas como porcentajes)**

Número de circuitos entre CL et CL'	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
3	10,61	10,61
4	25,44	36,05
5	28,77	64,82
6	20,39	85,20
7	10,08	95,29
8	3,60	98,89
9	0,93	99,81
10	0,17	99,98
11	0,02	100,00

Nota – Las frecuencias relativas de las conexiones con 12, 13 y 14 circuitos son 0,0012%, 0,000088% y 0,0000049% respectivamente. El valor medio es igual a 5,1 y el valor modal es igual a 5.

4 Incorporación de procesos digitales no integrados

4.1 Consideraciones generales

La red telefónica mundial está experimentando actualmente una transición de lo que constituye predominantemente una explotación analógica a una explotación mixta analógico/digital. Es posible prever que, a largo plazo, continuará la transición hacia una explotación predominantemente digital.

La figura 4/G.101 tiene por objeto ilustrar la forma en que pueden tener lugar, en la red internacional, procesos analógico/digitales MIC no integrados; se representa una posible etapa en el desarrollo de una red nacional, en la evolución desde una fase totalmente analógica a una fase totalmente digital. Como se indica, podrían surgir en el país subredes en las cuales los sistemas de transmisión y las centrales telefónicas fueran totalmente digitales y estuviesen completamente integrados. Estas subredes (denominadas por algunos «células digitales») requerirán procesos de conversión analógico/digital para su interconexión con el resto de la red. Además, en algunos países pueden

proporcionarse algunos enlaces y circuitos interurbanos de enlace mediante sistemas MIC de 7 bits que darán servicio a centrales analógicas. A la inversa, algunas centrales digitales pueden tener que conmutar circuitos analógicos. Se ha previsto también la utilización de cuadros de conmutación manual, centralitas privadas y sistemas múltiplex de abonado que empleen técnicas digitales MIC. Naturalmente, cualquiera de los circuitos a que se hace referencia como MIC de 7 bits pudiera ser un circuito analógico, o MIC de 8 bits; el caso ilustrado es uno de los más desfavorables.

CUADRO 3/G.101

Frecuencias relativas y acumuladas del número de circuitos en la cadena a cuatro hilos (expresadas como porcentajes)

Número de circuitos en la cadena a cuatro hilos	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
1	2,65	2,65
2	14,16	16,81
3	27,49	44,30
4	26,43	70,73
5	17,28	88,01
6	8,33	96,34
7	2,83	99,18
8	0,70	99,88
9	0,11	99,99
10	0,0065	100,00

Nota – Se estima que las frecuencias relativas de las cadenas a cuatro hilos que comprenden 11 y 12 circuitos son de 0,000475% y 0,0000322% respectivamente. El valor medio es igual a 3,8 y el valor modal es igual a 4.

Notas a los cuadros 1/G.101, 2/G.101 y 3/G.101

1 – La información básica, presentada en el cuadro 1/G.101, se deriva del análisis de los detalles de encaminamiento de unos 270 millones de conexiones telefónicas en 1973, realizado bajo los auspicios de la Comisión de Estudio XIII del CCITT con la participación de 23 países. CL significa «central local».

2 – El cuadro 2/G.101 se deriva del cuadro 1/G.101, en el supuesto de que las tres distribuciones del cuadro 1/G.101 no estén correlacionadas.

3 – El cuadro 3/G.101 se ha derivado del cuadro 1/G.101, sobre la base de las siguientes hipótesis:

- De todo el tráfico internacional cursado por centros primarios, el 30% se origina (o termina) en centrales locales situadas en el mismo lugar que el centro primario. El 70% restante comprende un circuito interurbano de enlace entre la central local y el centro primario.
- En el caso de los encaminamientos por un circuito nacional, se supone que el 50% de dichos circuitos son a cuatro hilos y se conmutan a cuatro hilos en el CT3 y que por consiguiente están incluidos en la cadena a cuatro hilos. Se supone que el otro 50% de los circuitos se conmutan a dos hilos en el CT3 y que por consiguiente no forman parte de la cadena a cuatro hilos. Se supone que ello es así para ambas prolongaciones nacionales, independientemente.
- Todo encaminamiento nacional que comprenda de cinco a siete circuitos nacionales incluirá un circuito interurbano de enlace con conmutación a dos hilos.
- En todos los demás encaminamientos (esto es, los que comprenden de los a cuatro circuitos nacionales), la relación entre los que comprenden circuitos interurbanos de enlace con conmutación a dos hilos y los que no comprenden tales circuitos es de 7 a 3.
- Los encaminamientos en los dos países no están correlacionados.

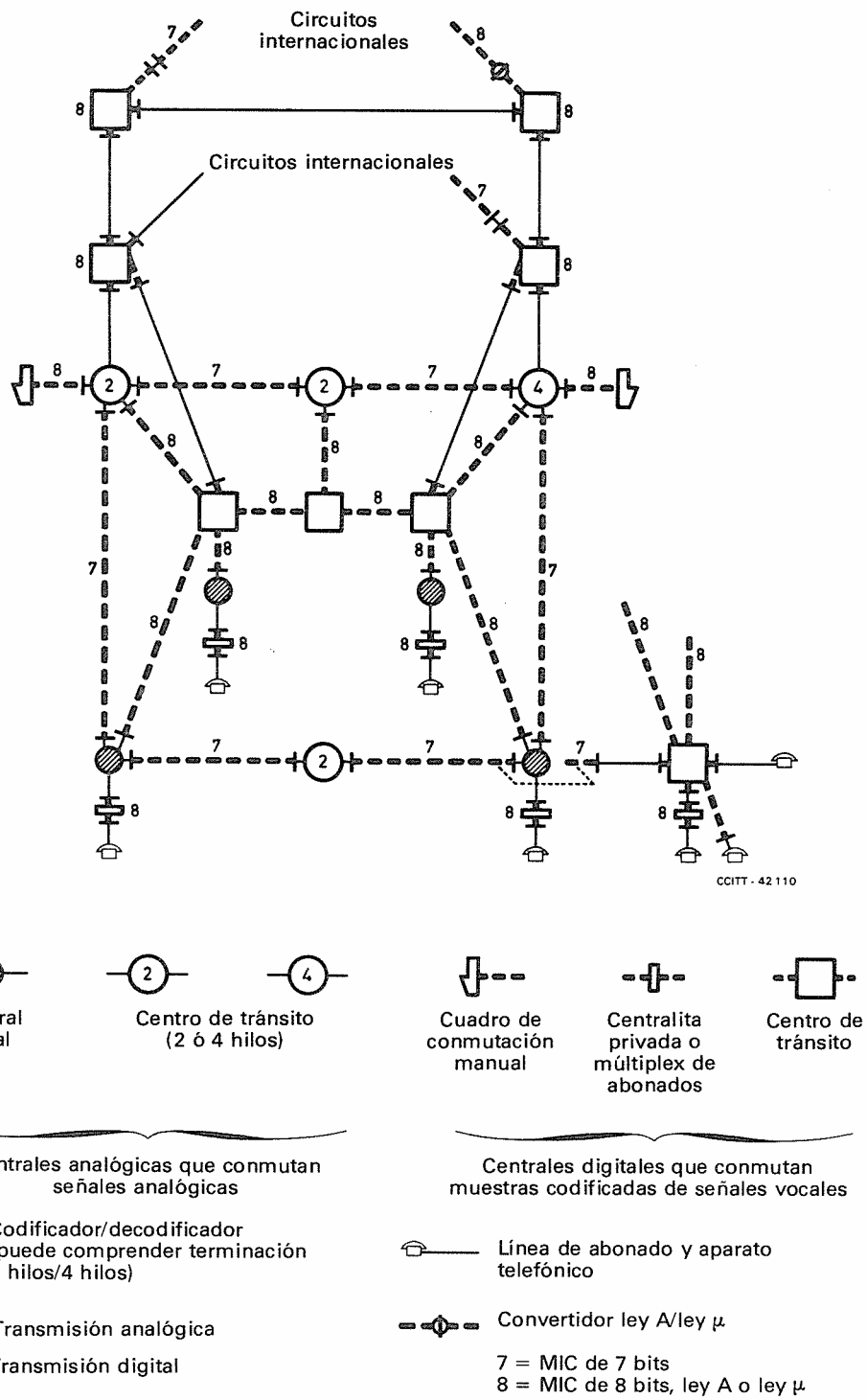


FIGURA 4/G.101

Posible fase intermedia en el desarrollo de una red nacional

En cuanto al MIC de 7 bits debe señalarse que estos sistemas no están recomendados por el CCITT. Los únicos procesos de conversión analógico/digital (A/D) recomendados para servicios telefónicos son procesos MIC de 8 bits (referencia: Recomendación G.711 [2]). Hay en funcionamiento, en algunos países, sistemas MIC de 7 bits que han sido diseñados e instalados con anterioridad a la publicación de la Recomendación G.711 y, por ser sistemas existentes, deben tomarse en consideración pese al hecho de tener carácter provisional pues probablemente se retirarán del servicio tan pronto como termine su utilidad práctica.

En vista de lo expresado, las conexiones telefónicas internacionales pueden comprender, durante cierto tiempo, un enlace interurbano MIC de 7 bits o, excepcionalmente, dos circuitos MIC de 7 bits. Además, podrá incluir circuitos

internacionales por satélite que empleen la codificación MIC de 7 bits así como procesos de conversión ley A/ley μ y atenuadores digitales.

Se espera que el periodo mixto analógico/digital dure un número considerable de años. En consecuencia, será necesario garantizar que la calidad de transmisión en ese periodo se mantendrá a un nivel satisfactorio.

4.2 Tipos de circuitos telefónicos

En el periodo mixto analógico/digital, los circuitos internacionales podrían, en principio, ser de los tipos indicados en la figura 5/G.101. En todos los casos, los extremos virtuales analógicos están identificados (conceptualmente), y especificados los niveles relativos en los mismos.

Aunque los tipos de circuitos ilustrados en la figura 5/G.101 están clasificados como circuitos internacionales, las configuraciones indicadas podrían presentarse también en redes telefónicas nacionales. Sin embargo, en las redes nacionales, los niveles relativos en los extremos virtuales analógicos de los circuitos podrían ser diferentes de los indicados para los circuitos internacionales.

El circuito de tipo 1 de la figura 5a)/G.101 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 pérdida de transmisión nominal de 0 dB, como se indica, por permitirlo así sus propiedades de transmisión (a saber, variaciones relativamente pequeñas de la pérdida en función del tiempo).

El circuito de tipo 2 de la figura 5b)/G.101 representa el caso en que el trayecto de transmisión está establecido por un canal de transmisión digital en cascada con un canal de transmisión analógica. 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 de tipo 3 de la figura 5c)/G.101 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 de tipo 4 de la figura 5d)/G.101 ilustra el caso 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 de tipo 5 de la figura 5e)/G.101 ilustra el caso en que se utiliza la transmisión analógica a lo largo de todo el circuito y la conmutación analógica en ambos extremos.

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

Nota – Observaciones generales sobre la distribución de atenuaciones en circuitos mixtos analógicos/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 5/G.101. 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.

4.3 *Número de procesos digitales MIC no integrados*

Restricciones debidas a degradaciones de la transmisión

En el periodo mixto analógico/digital pudiera ser necesario incluir, en las conexiones telefónicas internacionales, un número considerable de procesos digitales no integrados. Para asegurarse de que los factores de degradación de la transmisión resultantes (distorsiones de cuantificación, de atenuación y por retardo de grupo) introducidos por estos procesos no se acumulan hasta el punto de degradar apreciablemente la calidad global de transmisión, se recomienda seguir la regla de planificación indicada en el § 3 de la Recomendación G.113. Esta regla tiene por objeto limitar el número de procesos digitales no integrados tanto en las partes nacionales como en la parte internacional de las conexiones telefónicas.

En el caso de conexiones totalmente digitales, los factores de degradación de la transmisión pueden acumularse también como consecuencia de la incorporación de procesos digitales (por ejemplo, atenuadores digitales). Las cuestiones relativas a la acumulación de estos factores de degradación en una conexión totalmente digital se tratan también en el § 3 de la Recomendación G.113.

4.4 *Transmisión de datos analógicos y digitales*

En el periodo mixto analógico/digital, la presencia, en las conexiones telefónicas, de convertidores analógico/digital, convertidores de ley de codificación, atenuadores digitales, u otros tipos de procesos digitales, no impediría la transmisión de datos analógicos. Sin embargo, en conexiones totalmente digitales los datos de tipo digital podrían ser afectados adversamente por dispositivos tales como los convertidores de ley de codificación y los atenuadores digitales, pues estos dispositivos implican procesos de registro de señales. En consecuencia, para la transmisión de datos digitales deben tomarse disposiciones encaminadas a desconectar, o contornar, todo dispositivo cuyo funcionamiento entrañe la recodificación de señales de datos digitales.

4.5 *Principio general*

Se reconoce que en el periodo mixto analógico/digital podría tener lugar, en la red telefónica mundial, un número considerable de procesos digitales no integrados. Por tal motivo es importante que la incorporación de estos procesos se efectúe de tal manera que, cuando pueda procederse a la integración de funciones, no queden, en la red exclusivamente digital, elementos innecesarios de equipos.

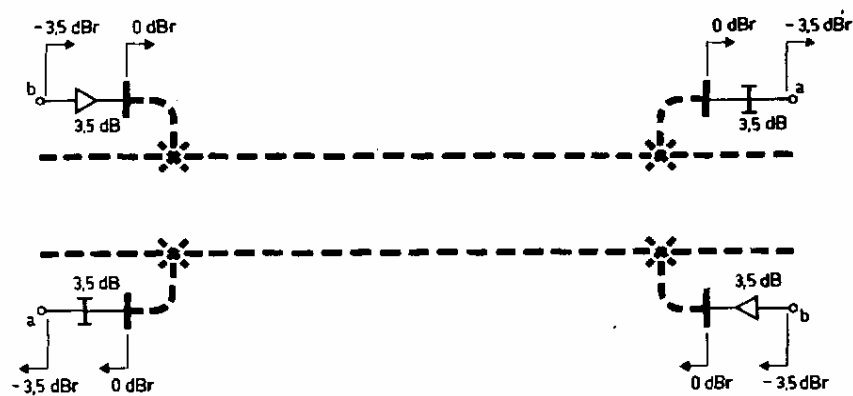
5 Convenios y definiciones

5.1 *Extremos virtuales analógicos*

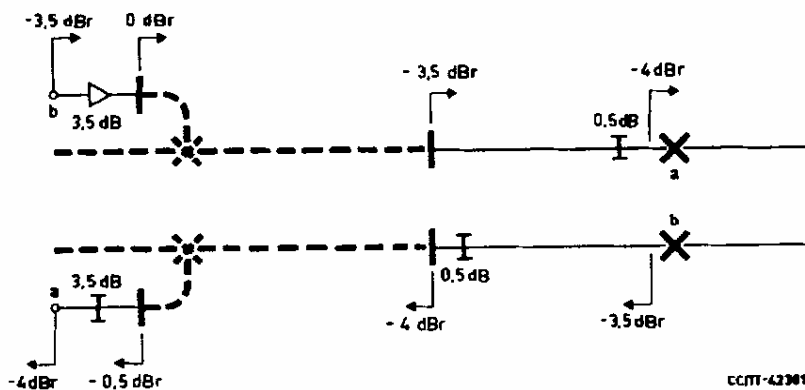
El concepto de «extremos virtuales» ha sido útil para los estudios de transmisión en conexiones totalmente analógicas. Por ejemplo, estos puntos se han utilizado para definir la frontera entre circuitos internacionales, así como entre circuitos internacionales y prolongaciones nacionales. Los «extremos virtuales» constituyen también ubicaciones convenientes, a los cuales pueden referirse ciertos parámetros de transmisión.

La incorporación de procesos de codificación digital en la red telefónica mundial hace que no sea ya posible, en todos los casos, determinar puntos teóricos que correspondan a los «extremos virtuales» de las conexiones totalmente analógicas. Como sería deseable, en las conexiones mixtas analógicas/digitales, disponer de puntos similares, se ha adoptado el concepto de «extremos virtuales analógicos». Este concepto presupone la existencia de codecs ideales a través de los cuales podrían obtenerse los puntos analógicos deseados.

El término «extremos virtuales analógicos» se utiliza también para las configuraciones totalmente analógicas y sustituye al antiguo término «extremos virtuales».

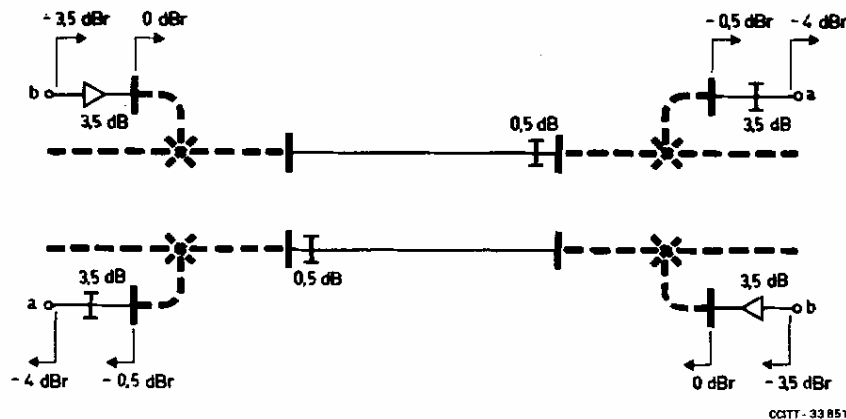


a) Circuito de tipo 1 – Circuito totalmente digital con conmutación digital en ambos extremos



Nota — Sólo son necesarios los atenuadores si la sección de circuito analógico introduce una distorsión de atenuación importante o variaciones de atenuación en el tiempo.

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



Nota — Se requieren atenuadores si la sección analógica de circuito introduce una distorsión de atenuación apreciable o una variación apreciable en función del tiempo.

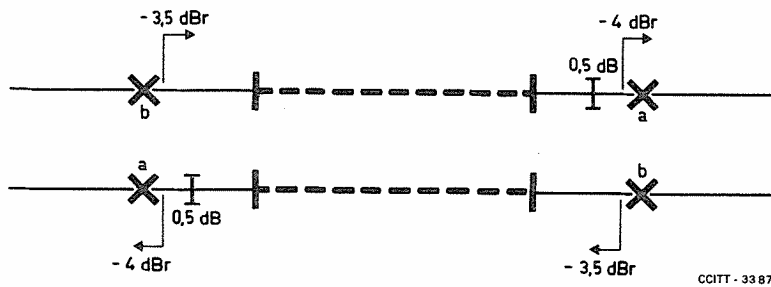
c) Circuito de tipo 3 – Circuito digital-analógico-digital con conmutación digital en ambos extremos

Nota — Convenciones y símbolos adoptados para codecs «reales» e ideales:

- Se supone que los codificadores y decodificadores ideales muestran una relación entre señales analógicas y digitales y viceversa, exactamente conforme a los cuadros correspondientes de la Recomendación G.711 para la ley A o la ley μ .
- Se supone que los codificadores y decodificadores «reales» permiten obtener de un par codificador/decodificador las características de calidad de funcionamiento entre accesos en audiofrecuencia conformes a la Recomendación G.712.
- El símbolo para un codec «real» no incluye un nivel relativo para el acceso de entrada o de salida analógico. Si conviene especificar el nivel relativo, debe hacerse indicando el nivel relativo en el lado transmisión analógico del codec, lo que evitará toda posible confusión con el símbolo para un codec ideal.

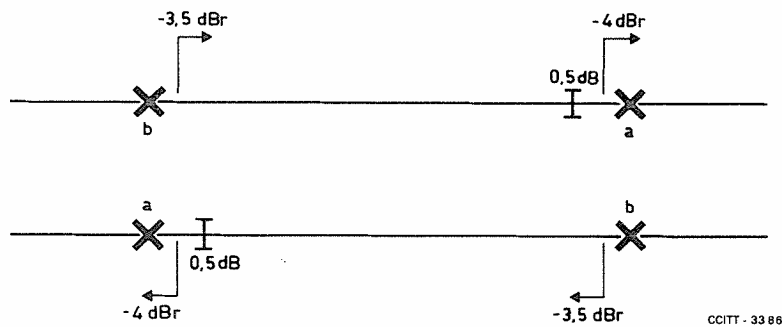
FIGURA 5/G.101

Tipos de circuitos internacionales

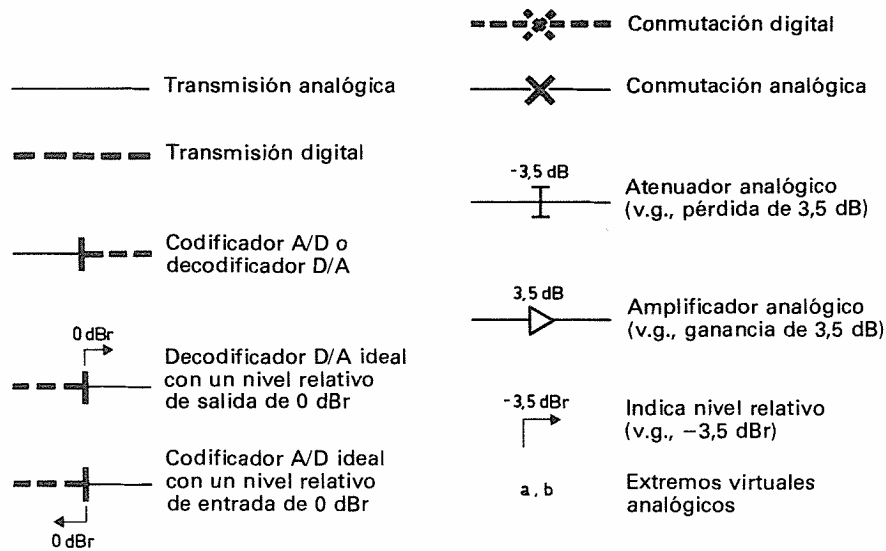


Nota — Se requieren atenuadores si las secciones analógicas de circuito introducen una distorsión de atenuación apreciable o una variación apreciable en función del tiempo.

d) Circuito de tipo 4 – Circuito analógico digital analógico con conmutación analógica en ambos extremos



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



Nota — 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.

FIGURA 5/G.101 (fin)

Tipos de circuitos internacionales

5.2 Niveles relativos especificados en los extremos virtuales analógicos de los circuitos internacionales

Por convención, los extremos virtuales analógicos de un circuito telefónico internacional (circuito a cuatro hilos) se fijan en puntos de ese circuito donde los niveles relativos nominales a la frecuencia de referencia son, respectivamente:

- transmisión: $-3,5$ dBr;
- recepción: $-4,0$ dBr, para circuitos analógicos o mixtos analógico-digital;
 $-3,5$ dBr para circuitos digitales o para los circuitos muy cortos mencionados a continuación en la nota 3.

La atenuación nominal a la frecuencia de referencia entre puntos virtuales de conmutación analógica de ese circuito es, pues, de $0,5$ dB para circuitos analógicos y de 0 dB para circuitos digitales.

Nota 1 – Véanse las definiciones del § 5.3. La posición de los extremos virtuales analógicos aparece en las figuras 2/G.101 y 1/G.122.

Nota 2 – Como el equipo de terminación a cuatro hilos forma parte de los sistemas nacionales y su atenuación efectiva puede depender del plan nacional de transmisión que adopte cada Administración, no es posible definir los niveles relativos en los circuitos internacionales a cuatro hilos por referencia a los extremos a dos hilos de un equipo de terminación. El CCITT no puede recomendar, en particular, un valor único para el equivalente en servicio terminal de la cadena constituida por la unión de dos equipos de terminación a un circuito internacional a cuatro hilos. Los extremos virtuales analógicos de los circuitos hubieran, por lo tanto, podido elegirse en puntos de nivel relativo arbitrario. En general, los valores indicados precedentemente permiten pasar con un mínimo de dificultades del antiguo al nuevo plan.

Nota 3 – Si un circuito analógico a cuatro hilos que forme parte de la cadena a cuatro hilos presenta un tiempo de propagación y una variación de atenuación en función del tiempo despreciables, se le puede ajustar en una atenuación nominal de cero decibelios entre extremos virtuales analógicos. 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.

5.3 Definiciones

5.3.1 punto de referencia para la transmisión

E: *transmission reference point*

F: *point de référence pour la transmission*

Punto ficticio que sirve de punto de nivel relativo cero en el cálculo de los niveles relativos nominales. En dichos puntos de un circuito telefónico se aplicará el nivel de potencia media nominal (-15 dBm) especificado en la Recomendación citada en [3] cuando deba comprobarse si el sistema de transmisión cumple los objetivos de ruido especificados en la Recomendación G.222 [4].

Nota – En ciertos sistemas, por ejemplo, sistemas de cable submarino (Recomendación G.371 [5]), se aplican otros valores.

Este punto existe en el extremo emisión de cualquier canal de un circuito con conmutación a 4 hilos situado antes del extremo virtual; en un circuito internacional, se define como el punto en el que el nivel de la señal es superior en $3,5$ dB al del extremo virtual.

En el equipo múltiplex por división de frecuencia (MDF), un punto ficticio de nivel relativo cero plano (es decir, cuando todos los canales tienen el mismo nivel relativo) se define como el punto en que la señal múltiplex, en lo que respecta al efecto de intermodulación, puede representarse por una señal de ruido aleatorio de espectro uniforme con el nivel de potencia media definido en la Recomendación citada en [6]. El nivel de potencia media nominal en cada canal telefónico es de -15 dBm, como se define en la Recomendación citada en [3].

5.3.2 nivel relativo (de potencia)

E: *relative power level*

F: *niveau relatif de puissance*

5.3.2.1 Significado básico del nivel relativo en los sistemas MDF

El nivel relativo en un punto de un sistema de transmisión caracteriza la capacidad de tratamiento de potencia de señal en ese punto con respecto al nivel de potencia convencional en un punto de nivel relativo cero²⁾.

Por ejemplo, si en un punto determinado de un sistema MDF diseñado para un gran número de canales, la capacidad de tratamiento de potencia media por canal telefónico corresponde a un nivel absoluto de potencia de S dBm, el nivel relativo correspondiente a este punto es de $(S + 15)$ dBr. En particular, en un punto de 0 dBr, el nivel de potencia media convencional con respecto a un canal telefónico es de -15 dBm.

5.3.2.2 Definición de nivel relativo, aplicable en general a todos los sistemas

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 de una señal de prueba sinusoidal en el punto considerado y P_0 la potencia de dicha señal en el punto de referencia para la transmisión. Es numéricamente igual a la ganancia compuesta (*Libro Amarillo*, fascículo X.1, Términos y Definiciones) entre el punto de referencia para la transmisión y el punto en cuestión, para una frecuencia nominal de 1000 Hz. Por ejemplo, si se inyecta en el punto de referencia para la transmisión una señal de referencia de 0 dBm a 1000 Hz, el nivel en un punto de x dBr será de x dBm (potencia aparente $P_x = 10^{x/10}$ mW). Además, la aplicación de una secuencia de referencia digital (SRD, § 5.3.3) producirá un nivel de x dBm en un punto 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:

$$V = \sqrt{10^{x/10} \times 1 \text{ W} \times 10^{-3} |Z_R|_{1000}} \text{ volts}$$

donde $|Z_R|_{1000}$ es el módulo de la impedancia nominal del punto a la frecuencia nominal de 1000 Hz.

Nota 1 – La frecuencia nominal de referencia de 1000 Hz se ajusta al § 16 de la Recomendación G.712. Para sistemas de transmisión (analógicos) existentes, se puede continuar utilizando una frecuencia de referencia de 800 Hz.

Nota 2 – Los niveles relativos en puntos particulares de un sistema de transmisión (por ejemplo, entrada y salida de repartidores o de equipos como moduladores de canal) se fijan mediante convenio, usualmente por acuerdo entre fabricantes y usuarios.

Las Recomendaciones del CCITT se establecen de manera que el nivel absoluto de potencia de cualquier señal de prueba que deba aplicarse a la entrada de un sistema de transmisión particular para comprobar si se ajusta o no a estas Recomendaciones, se define claramente tan pronto como se fija el nivel relativo en este punto.

Nota 3 – La impedancia de referencia Z_R puede ser resistiva o compleja; en el segundo caso, la potencia P_x es una potencia aparente.

Nota 4 – Se supone que entre los extremos virtuales analógicos de un circuito establecido por sistemas de transmisión internacionales, sólo se interconectan puntos de nivel relativo igual en estos sistemas, de modo que la pérdida de transmisión del circuito sea igual a la diferencia de niveles relativos en los extremos virtuales analógicos (véase el § 5.2).

5.3.2.3 Relación entre equivalentes de referencia corregidos en emisión, índices de sonoridad y niveles relativos

La relación entre el punto de 0 dBr y el nivel de $T_{\text{máx}}$ en los procesos de codificación/decodificación MIC normalizados por el CCITT se establece en la Recomendación G.711 [2]. En particular, si el valor mínimo nominal del equivalente de referencia corregido en emisión de los sistemas locales con relación a un punto de 0 dBr de un codificador MIC no es menor que 3,5 dB o si el valor mínimo nominal del índice de sonoridad en emisión (ISE) en las mismas condiciones no es inferior a $-1,5$ dB, y el valor de $T_{\text{máx}}$ del proceso se pone a $+3$ dBm0 (más exactamente, 3,14 dBm0 para la ley A y 3,17 para la ley μ), según el § 3 de la Recomendación G.121, la potencia vocal de cresta estará adecuadamente controlada.

5.3.2.4 Compatibilidad de los niveles relativos de los sistemas analógicos y digitales

Cuando la carga de señal se controla en la forma descrita en el § 5.3.2.3, los puntos de igual nivel relativo de los circuitos MDF y MIC pueden conectarse directamente y cada uno respetará los criterios de diseño del otro, lo que reviste particular importancia cuando se conectan, mediante transmultiplexores, codecs o modems, puntos pertenecientes a dos jerarquías múltiplex diferentes.

²⁾ Teniendo en cuenta aspectos tales como el ruido (básico), el ruido de intermodulación, la potencia de cresta, etc. (véase la Recomendación G.223).

5.3.2.5 Determinación del nivel relativo

La figura 6/G.101 ilustra el principio de la determinación del nivel relativo en los puntos analógicos de entrada y salida de un codec «real».

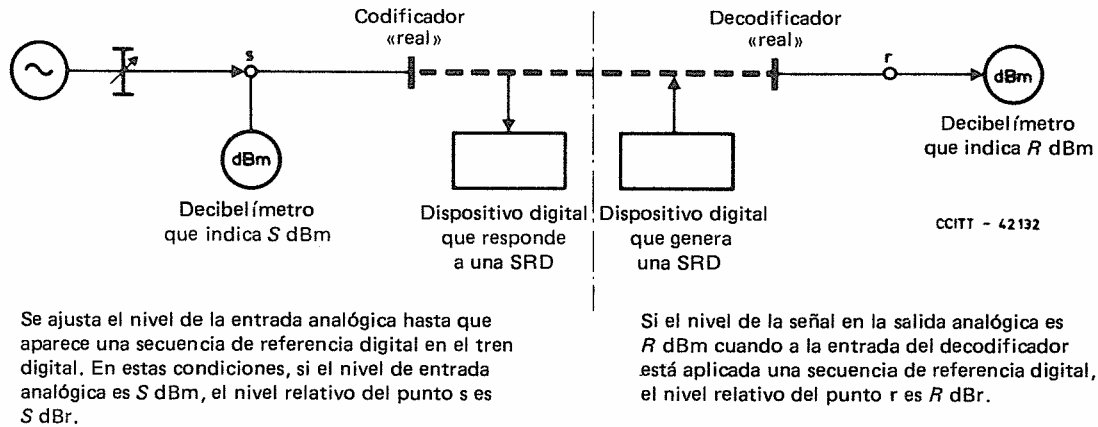


FIGURA 6/G.101

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

Al utilizar la figura 6/G.101 para determinar los niveles relativos de un codec «real» con impedancias no resistivas en los accesos de entrada y salida analógicos, deben tomarse las siguientes precauciones:

- i) La frecuencia de prueba debe ser de 1000 Hz con una desviación adecuada;
- ii) la potencia en los puntos s y r se expresa como potencia aparente, es decir:

$$\text{Nivel de potencia aparente} = 10 \log_{10} \left[\frac{(\text{Tensión en el punto})^2 \times 10^3}{(\text{Módulo de la impedancia nominal a 1000 Hz}) (1 \text{ W})} \right] \text{ dBm}$$

- 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.

5.3.2.6 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 tren binario digital generado por un codificador ajustado de conformidad con los principios del § 5.3.2.3 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.

El nivel absoluto de potencia equivalente de un enlace digital puede establecerse como en la figura 7/G.101 utilizando un decodificador ideal. El nivel relativo del tren de bits en un punto X puede asignarse comparando la potencia de salida del decodificador ideal con la potencia en el punto de nivel relativo cero analógico que origina la señal digital.

5.3.3 secuencia de referencia digital MIC (SRD)

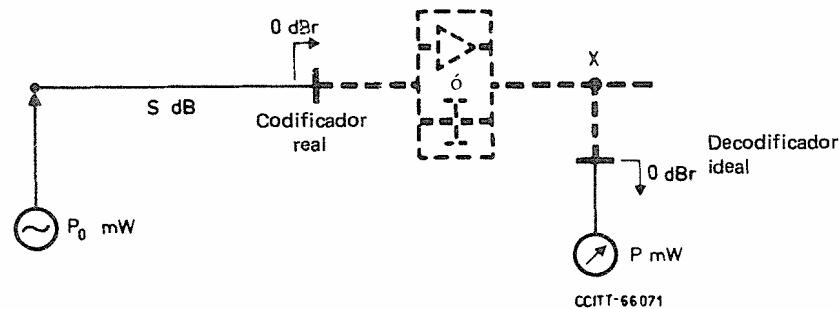
E: PCM digital reference sequence (DRS)

F: séquence numérique de référence MIC

5.3.3.1 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 de prueba convenida (esto es: una señal nominal de 800 ó 1000 Hz, convenientemente desplazada) con un nivel de 0 dBm0.

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

En la Recomendación G.711 [2] se definen algunas secuencias de referencia digital MIC con respecto a codecs de ley A y de ley μ .



Procedimiento

Se aplica una señal de entrada analógica al codificador con un nivel de P_0 mW en el punto 0 dBr. Si esta señal da como resultado una señal analógica de P mW a la salida del decodificador ideal, entonces:

$$\text{Nivel relativo en el punto X} = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{ dBr}$$

Nota – Se entiende que la señal está siempre dentro de la gama dinámica del proceso de conversión.

FIGURA 7/G.101

Procedimiento para determinar el nivel relativo de un punto de un enlace digital

5.3.3.2 Al estudiar los circuitos y las conexiones en las redes mixtas analógico/digitales, puede ofrecer utilidad el empleo de la secuencia de referencia digital. Por ejemplo, la figura 8/G.101 muestra las diversas relaciones de nivel que se obtienen (conceptualmente) en un circuito internacional de tipo 2 cuyos extremos están situados uno en una central digital y el otro en una central analógica. En el ejemplo de la figura 8/G.101, 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 la central analógica, en el sentido de recepción, lo que se ha establecido así, con toda intención, para ilustrar la utilidad del concepto de la secuencia de referencia digital.

En la figura 8/G.101 se da un ejemplo en el que toda la pérdida analógica es introducida en el sentido de salida de la central analógica. En este caso, los niveles relativos en los diversos codecs 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 8/G.101 la sección de circuito analógico está ajustada para que dé un equivalente 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.

5.3.4 punto de acceso para las medidas de circuito

El CCITT ha definido los puntos de acceso para las medidas de circuito como «puntos de acceso para las medidas a cuatro hilos situados de tal forma que la mayor parte posible del circuito internacional esté comprendida entre pares correspondientes de estos puntos de acceso en los dos centros considerados». La Administración interesada determina en cada caso dichos puntos y su nivel relativo (con relación al punto de referencia para la transmisión). En la práctica, se toman como puntos de nivel conocido a los que se referirán las medidas de transmisión. En otras palabras, en las medidas y ajustes, el nivel relativo en un punto de acceso para las medidas de circuito, convenientemente elegido, sirve de nivel relativo de referencia para ajustar los demás niveles.

5.3.5 Frecuencia de la señal de medida

En todos los circuitos internacionales, se recomienda la frecuencia de 800 Hz para las medidas de mantenimiento a una sola frecuencia. Previo acuerdo entre las Administraciones interesadas puede, no obstante, utilizarse la frecuencia de 1000 Hz.

De hecho, la frecuencia de 1000 Hz se utiliza ya frecuentemente para las medidas a una sola frecuencia en ciertos circuitos internacionales.

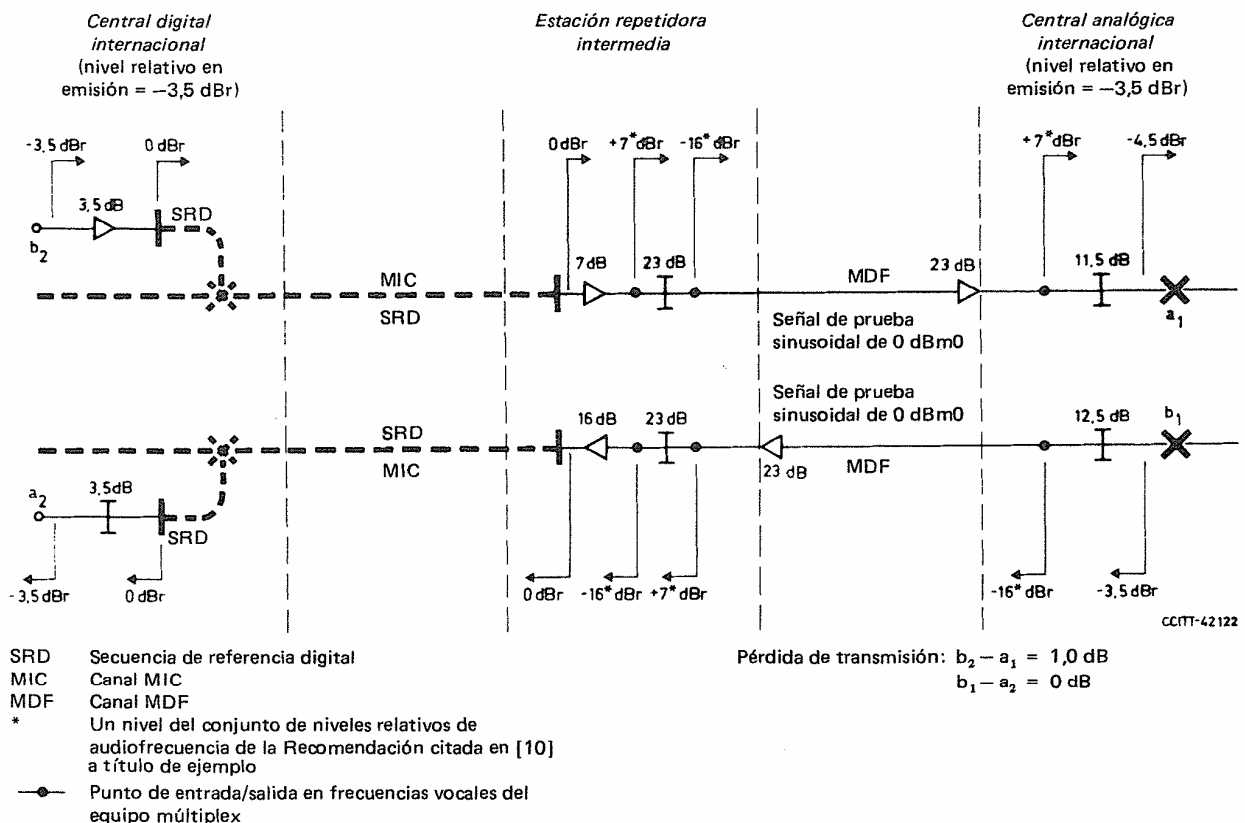
Las medidas a varias frecuencias, cuyo objeto es determinar la característica atenuación en función de la frecuencia, incluyen una medida a 800 Hz, por lo que esta frecuencia puede seguir siendo la frecuencia de referencia para esta característica.

Nota 1 – Las definiciones de los § 5.3.1 y 5.3.2 son útiles para los trabajos de la Comisión de Estudio XII. Con carácter informativo, se han reproducido las definiciones de los § 5.3.4 y 5.3.5, extraídas de las Recomendaciones M.565 [7] y M.580 [8].

Nota 2 – A fin de tener en cuenta circuitos y secciones de circuito MIC, las frecuencias nominales de 800 y 1000 Hz están en realidad convenientemente desplazadas para evitar interacciones con la frecuencia de muestreo. En el suplemento N.º 3.5 al Tomo IV [9] se ofrece información detallada al respecto.

5.4 Interconexión de circuitos internacionales en un centro de tránsito

Se considera que, en un centro de tránsito los extremos virtuales analógicos de los dos circuitos internacionales que hay que interconectar están unidos entre sí directamente, es decir, sin ninguna atenuación o ganancia adicional. En consecuencia, la pérdida de transmisión nominal de una cadena de circuitos internacionales es igual a la suma de las atenuaciones de cada uno de los circuitos que la constituyen.



Nota – Véase el significado de los otros símbolos en la figura 5/G.101.

FIGURA 8/G.101

Utilización de una secuencia de referencia digital en el diseño y el ajuste de un circuito internacional de tipo 2

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Plan de transmisión*, Tomo IV, Rec. Q.40.
- [2] Recomendación del CCITT *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*, Tomo III, Rec. G.711.
- [3] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*, Tomo III, Rec. G.223, § 1.
- [4] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, Rec. G.222.
- [5] Recomendación del CCITT *Sistemas de portadoras en cable submarino*, Tomo III, Rec. G.371.
- [6] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para la telefonía*, Tomo III, Rec. G.223, § 2.
- [7] Recomendación del CCITT *Puntos de acceso para circuitos telefónicos internacionales*, Tomo IV, Rec. M.565.
- [8] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, Rec. M.580.
- [9] *Frecuencias de prueba en circuitos encaminados por sistemas MIC*, Tomo IV, suplemento N.º 3.5.
- [10] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, Rec. G.232, § 11.

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales	G.170–G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
Definiciones y consideraciones generales	G.210–G.219
Recomendaciones generales	G.220–G.229
Equipos de modulación comunes a los diversos sistemas de transmisión por portadoras	G.230–G.239
Empleo de grupos primarios, secundarios, etc.	G.240–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Sistemas de portadoras en cable de pares simétricos no cargados que proporcionan grupos primarios o secundarios	G.320–G.329
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recomendaciones complementarias relativas a los sistemas en cable	G.350–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Recomendaciones generales	G.400–G.419
Interconexión de radioenlaces con sistemas de portadoras en líneas metálicas	G.420–G.429
Circuitos ficticios de referencia	G.430–G.439
Ruido de circuito	G.440–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	
Circuitos radiotelefónicos	G.450–G.469
Enlaces con estaciones móviles	G.470–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659

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

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación