



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

G.121

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(03/93)

SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS
SISTEMAS NACIONALES QUE FORMAN PARTE
DE CONEXIONES INTERNACIONALES**

**ÍNDICES DE SONORIDAD DE
SISTEMAS NACIONALES**

Recomendación UIT-T G.121

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

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

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

La Recomendación UIT-T G.121, revisada por la Comisión de Estudio XII (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

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

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

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

© UIT 1994

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

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Índices de sonoridad nominales de los sistemas nacionales 1
1.1	Definición de los LR nominales de los sistemas nacionales 1
1.2	Valores medios ponderados en función del tráfico, de las distribuciones de los índices de sonoridad en emisión y en recepción, SLR y RLR 1
2	Valores máximos de los LR en emisión y en recepción, SLR y RLR 2
2.1	Valores en cada sentido de transmisión 2
2.2	Diferencia de atenuación de transmisión entre los dos sentidos de transmisión en los sistemas nacionales 2
3	SLR mínimo 3
4	Determinación de los índices de sonoridad nominales 3
5	Efecto local 3
5.1	Generalidades 3
5.2	Efecto local para el hablante (STM _R) 4
5.3	Efecto local para el oyente (LSTR) 5
6	Incorporación de procesos digitales MIC en prolongaciones nacionales 5
6.1	Efecto sobre los planes nacionales de transmisión 5
6.2	Consideraciones relativas a la pérdida de transmisión 5
Anexo A	– Cálculo de la diferencia nominal de atenuación entre los dos sentidos de transmisión 7
Anexo B	– Consideraciones relativas a la transmisión para un bucle a cuatro hilos insertado en un circuito a dos hilos 8
B.1	Generalidades 8
B.2	Atenuación 10
B.3	Impedancia 10
B.4	Consideraciones relativas al efecto local 11
Anexo C	– Ejemplos de valores para los atenuadores R y T adoptados por algunas Administraciones 11

PREÁMBULO

Las cláusulas 1 a 5 de esta Recomendación se aplican en general a las conexiones telefónicas internacionales enteramente analógicas, mixtas analógico/digitales y enteramente digitales. Sin embargo, cuando en la cláusula 6 se formulan recomendaciones sobre aspectos específicos para las conexiones mixtas analógico/digitales o enteramente digitales, se aplicarán estas últimas disposiciones.

Todos los LR en emisión y en recepción que figuran en esta Recomendación son valores nominales, como se explica en la cláusula 4 y están referidos a los correspondientes extremos virtuales de la conexión internacional (VICP) de un circuito internacional en el centro de conmutación internacional, a menos que se indique otra cosa.

La definición de los extremos virtuales de la conexión internacional (VICP) de circuitos internacionales se encuentra en 2.12/G.101.

En el Suplemento N° 31 de esta Recomendación, «Principios para la determinación de una estrategia de la impedancia de las redes locales», se proporciona información adicional.

Las Administraciones deben utilizar los valores indicados en términos de LR para verificar que sus sistemas nacionales cumplen los objetivos generales resultantes de la Recomendación G.111.

Las Administraciones que emplean los CRE deben convertir, de preferencia, los LR indicados en esta Recomendación en sus CRE nacionales mediante los métodos indicados en el Anexo C/G.111 o, como una segunda posibilidad, aplicar los valores indicados en el Tomo III del *Libro Rojo* (Ginebra, 1985).

NOTAS

- 1 Los principales términos utilizados en esta Recomendación se definen y/o se explican en el Anexo A/G.111.
- 2 Para muchos aparatos telefónicos que utilizan micrófonos de carbón, los valores de índice de sonoridad en emisión (SLR) y de índice de enmascaramiento para el efecto local (STMR) sólo pueden determinarse con una exactitud limitada.

ÍNDICES DE SONORIDAD DE SISTEMAS NACIONALES

(modificada en Helsinki, 1993)

1 Índices de sonoridad nominales de los sistemas nacionales

1.1 Definición de los LR nominales de los sistemas nacionales

Los índices de sonoridad en emisión y recepción, SLR y RLR respectivamente, pueden determinarse en principio en cualquier interfaz de la red telefónica.

En esta Recomendación y en la Recomendación G.111, los SLR y los RLR de los sistemas nacionales están referidos a los extremos virtuales de la conexión internacional (VICP, *virtual international connecting points*) definidos en 2.12/G.101.

Los extremos virtuales de la conexión internacional son puntos del circuito internacional que se encuentran en el centro de conmutación internacional (ISC, *international switching centre*). Los niveles relativos en el VICP son los siguientes:

- Emisión: 0 dBr
- Recepción: 0 dBr para circuitos digitales
–0,5 dBr para circuitos analógicos y circuitos mixtos analógicos/digitales

NOTAS

1 Estos niveles no se aplican necesariamente a circuitos nacionales, que se rigen por el plan nacional de transmisión. Al determinar estos niveles, puede haberse aplicado 2.1/G.131 o, si la conmutación a dos hilos sigue vigente, véase la Figura 6/G.101.

2 Anteriormente se empleaban como punto de referencia los «extremos virtuales analógicos (VASP, *virtual analogue switching points*)» con niveles relativos de –3,5 y –4 dBr.

3 El concepto de nivel relativo (dBr) y los términos conexos se definen y explican en la Recomendación G.101 y en el Anexo A/G.101.

1.2 Valores medios ponderados en función del tráfico, de las distribuciones de los índices de sonoridad en emisión y en recepción, SLR y RLR

Es necesario un objetivo de valor medio para asegurar que la transmisión es satisfactoria para la mayoría de los abonados. La transmisión no será satisfactoria si los valores máximos indicados en la cláusula 2 se utilizasen sistemáticamente en todas las conexiones.

Una subdivisión apropiada del requisito de sonoridad global se obtiene mediante los siguientes objetivos a largo plazo referidos al VICP.

- SLR: 7 a 9 dB;
- RLR: 1 a 3 dB.

NOTAS

1 En algunas redes, actualmente no pueden obtenerse los valores a largo plazo y los objetivos apropiados a corto plazo son:

- SLR: 7 a 15 dB;
- RLR: 1 a 6 dB.

2 En algunas redes no se conoce completamente la distribución real del tráfico. En estos casos deben considerarse especialmente los abonados que generan mucho tráfico, por ejemplo, las centralitas automáticas privadas.

3 Los valores medios, ponderados en función del tráfico, a largo plazo de los LR deben ser iguales para cada tipo principal de categorías de abonado: urbana, suburbana y rural (si los factores económicos lo permiten). Sólo considerando el valor medio para todo el país en el plan de transmisión se podría lograr una discriminación de algunos grupos importantes de usuarios.

4 Las gamas indicadas para SLR y RLR son para la planificación y no incluyen las tolerancias de medición y de fabricación.

5 En determinadas circunstancias, algunas Administraciones consideran ventajoso incorporar un control de volumen manual en el receptor del aparato telefónico digital. Véanse las notas de 3.2/G.111.

2 Valores máximos de los LR en emisión y en recepción, SLR y RLR

2.1 Valores en cada sentido de transmisión

Los valores máximos de LR y RLR indicados en el Cuadro 1 se aplican principalmente cuando el sistema nacional es predominantemente analógico. Cuando se modernicen las redes con técnicas digitales, debe tratarse de evitar que haya estos valores máximos en el sistema nacional.

CUADRO 1/G.121

LR máximos nominales recomendados para sistemas nacionales

Extensión del país ^{a)}	N.º de circuitos nacionales ^{b)} en la cadena a 4 hilos por encima del centro primario	Punto de 0 dBr		VASP	
		SLR	RLR	SLR	RLR
Mediana	Hasta 3	16,5	13	20	9
Grande	4	17	13,5	20,5	9,5
Grande	5	17,5	14	21	10

a) Véase 3.1/G.101.
b) Analógicos o mixtos analógico/digitales.

NOTA – Al comparar estos valores máximos de LR con los LR determinados para redes existentes, pueden hallarse algunas discrepancias. Si los LR existentes son mayores en 2 o inclusive 3 dB, no existen razones para preocuparse. En cambio, si aparece un margen de 2 ó 3 dB, no debería aumentarse automáticamente la atenuación admisible para las líneas de abonados. Más bien, debería optarse en primera instancia por utilizar el margen para mejorar los valores ponderados en función del tráfico a que se hace referencia en 1.2.

2.2 Diferencia de atenuación de transmisión entre los dos sentidos de transmisión en los sistemas nacionales

La diferencia de atenuación nominal entre los dos sentidos de transmisión de una conexión internacional no debe exceder de 8 dB, y es preferible que no exceda de 6 dB. Se ha considerado práctico que en la parte nacional de la conexión exista cierta asimetría entre las atenuaciones nominales de los dos sentidos de transmisión. Se recomienda que la diferencia entre las atenuaciones a-t y t-b (véase la Recomendación G.122) sea de 3 a 9 dB.

En una red nacional cuyos circuitos a cuatro hilos son todos digitales y se prolongan hasta la central local, esta diferencia es igual a la diferencia entre los atenuadores T y R de la central local (véase la Figura 1). En el Anexo C se indican los atenuadores adoptados por las diversas administraciones.

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- 1) Como la mayoría de las Administraciones distribuyen las atenuaciones de sus circuitos nacionales de prolongación en forma muy similar, las conexiones establecidas en la práctica no debieran presentar diferencias superiores a 3 dB.
- 2) Por lo que respecta a las transmisiones telefónicas, de los estudios efectuados por varias Administraciones de 1968 a 1972 se desprende claramente que, en el caso de conexiones cuyos LR globales estén dentro de la gama de valores observados en la práctica, no hay gran inconveniente en que los valores de los LR correspondientes a dos sentidos de transmisión presenten una diferencia razonable.
- 3) Al elaborar los planes nacionales de transmisión, las Administraciones deben tener en cuenta las necesidades relativas a las transmisiones de datos entre modems conformes con las Recomendaciones pertinentes.

3 SLR mínimo

Las Administraciones han de velar por que la reducción de las atenuaciones de su red nacional interurbana no sobrecargue los sistemas internacionales de transmisión.

A título provisional se recomienda un valor nominal mínimo de $SLR = +2$ dB referido al VICP, a fin de limitar el valor de cresta de la potencia vocal aplicada al sistema internacional de transmisión. Debe tenerse presente que este límite no lleva consigo consecuencia alguna en la limitación de la potencia media a largo plazo transmitida por el sistema.

En algunos países, puede darse un valor de índice de sonoridad en emisión muy reducido cuando se empleen aparatos telefónicos sin regulación. Además, la potencia de las corrientes vocales provenientes de los aparatos de operadora y transmitidas por los circuitos internacionales debe de ser controlada de forma que no llegue a ser demasiado elevada.

NOTA – El valor de +2 dB es actualmente objeto de estudio.

4 Determinación de los índices de sonoridad nominales

Los índices de sonoridad, sus propiedades y usos se explican en el Anexo A/G.111. En dicho anexo se explica cómo el LR de una conexión completa puede ser determinado como la suma de los CLR de los circuitos y el SLR y RLR de los sistemas locales (aparatos telefónicos y líneas de abonado).

La pérdida de sonoridad entre dos interfaces eléctricas en una conexión o un circuito, el índice de sonoridad de circuito (CLR, *circuit loudness rating*) es igual a la atenuación compuesta a la frecuencia de referencia 1020 Hz cuando cada interfaz está terminada por su impedancia nominal, que puede ser compleja.

En este caso, «valor nominal» significa un «valor medio de diseño razonable» para condiciones típicas según se ejemplifica a continuación, con exclusión de los «casos más desfavorables».

Las variaciones en función del tiempo, temperatura, etc., no están incluidas en los CLR nominales.

En cuanto a los aparatos telefónicos, la mayoría de las Administraciones tienen que aceptar actualmente una gran variedad de tipos que se ajustan a algunas especificaciones nacionales con límites más bien amplios. Los requisitos para SLR y RLR suelen referirse a un montaje de medición con una línea artificial variable terminada por un puente de alimentación y una impedancia nominal que puede ser compleja o, con mucha frecuencia, 600 ohmios.

La especificación se establece a menudo en forma de límites superior e inferior para los SLR_w y RLR_w en función de la longitud de la línea (o posiblemente de la corriente de línea). Los SLR_w y RLR_w «nominales» del aparato telefónico más la línea de abonado pueden interpretarse entonces como la media aritmética entre las curvas de los límites superior e inferior.

En la práctica, la impresión de calidad subjetiva de la sonoridad global varía de una manera más bien insignificante cuando las variaciones del OLR alrededor del valor óptimo son bastante grandes, y no es probable que aparatos con LR posibles peores estén asociados con longitudes de línea limitadoras. Por tanto, pueden aceptarse tolerancias de fabricación más bien amplias, corrientemente de unos ± 3 dB para el SLR (ap) y RLR (ap) de cada aparato. [Los SLR (ap) y RLR (ap) se refieren a mediciones del aparato sin la línea de abonado pero en función de la corriente de línea, incluida la corrección de anchura de banda de 1 dB.]

Obsérvese sin embargo, que la suma de SLR (ap) + RLR (ap) para un aparato telefónico a dos hilos debe controlarse más cuidadosamente de modo que no aumente por debajo de un determinado valor mínimo. El motivo es que en ciertas circunstancias, los abonados reaccionan de una manera muy desfavorable cuando el efecto local y el eco para el hablante son fuertes. Ambos efectos dependen directamente de esta suma de LR además de las inevitables variaciones de impedancia de la red. Este límite mínimo se traduce a menudo en un límite mínimo para el STMR medido contra una impedancia especificada. Este asunto se examina más detalladamente en la cláusula 5.

5 Efecto local

5.1 Generalidades

Especialmente en las conexiones que se aproximan a los límites de índices de sonoridad y/o ruido elevados, deben evitarse otras degradaciones de transmisión. Una precaución importante es asegurar que se mantiene una característica de efecto local adecuada para las diversas combinaciones de circuitos que se producen en el sistema telefónico. («Adecuada» debe interpretarse en la mayoría de los casos como una atenuación suficientemente alta del efecto local.)

Para los aparatos telefónicos a dos hilos, la característica de efecto local depende básicamente de la sensibilidad y de los límites de variación de impedancia del aparato, como se explica en el Anexo A/G.111. Por tanto, un plan de transmisión nacional no sólo debe dar reglas para la atribución de pérdidas en la red sino también proporcionar una estrategia de impedancia apropiada que debe seguirse. Véase el Suplemento N.º 31 (a esta Recomendación).

Obsérvese que para las evaluaciones del efecto local hay que considerar la impedancia de la línea «vista» por el aparato telefónico a dos hilos en la conexión completa, real. En las modernas configuraciones de sistema, esta impedancia no siempre puede ser simulada por una línea artificial terminada por una red R-C simple. O bien hay que utilizar una configuración de medición más elaborada o recurrir a cálculos a partir de los datos conocidos de los circuitos en cuestión. (Existen varios programas de computador que pueden emplearse a este efecto.)

De especial interés es el hecho que un enlace a cuatro hilos insertado en una conexión a dos hilos puede causar grandes variaciones de impedancia. Como esta es una práctica de red corriente, por ejemplo, en las centrales digitales, en el Anexo B se examina un método de cálculo simplificado.

Idealmente, podría diseñarse un aparato telefónico a dos hilos con una función equilibradora de efecto local adaptativa, ampliando así la gama aceptable de impedancias de líneas. Sin embargo, estas técnicas costosas son muy excepcionales y no deben prescribirse para los aparatos «corrientes» que han de utilizarse en la red. Otra posibilidad más económica es diseñar un aparato con una Z_{so} que varía de una manera predeterminada en función de la corriente de alimentación de la línea. (Z_{so} = impedancia de equilibrado de efecto local equivalente.) Sin embargo, la mejor estrategia es controlar las impedancias en la red. De este modo la utilización de impedancias de entrada nominales complejas a las centrales está tendiendo más bien a reducir la gama de impedancias vistas desde el aparato.

Los aparatos telefónicos digitales se conectan normalmente a cuatro hilos a la red digital y, por tanto, no existe desadaptación de impedancia del extremo cercano para producir un efecto local. En cambio, se introduce una retroalimentación interna pequeña de emisión a recepción. Sin embargo, para evaluar la calidad de transmisión global hay que considerar los efectos del extremo distante. Estos efectos, causados por desadaptaciones de impedancia y/o ecos acústicos, pueden tener una influencia importante.

En algunas circunstancias de transmisión difíciles, los aparatos telefónicos analógicos se conectan también a cuatro hilos a la red. Esto es aplicable a los servicios móviles y marítimos (analógicos) y, en el pasado, a algunas redes privadas excepcionalmente grandes.

5.2 Efecto local para el hablante (STMR)

El STMR se explica en A.1/G.111 y en A.3/G.111 y A.4/G.111 se describe cómo determinarlo. Véanse también el Anexo B/G.121 y las Recomendaciones P.76 y P.79.

En una conversación cara a cara hay una cierta realimentación por el aire desde la boca del hablante a su oído, parcialmente a través de las reflexiones de la sala. Cuando se utiliza el microteléfono en una conversación telefónica, el trayecto de efecto local eléctrico debe proporcionar aproximadamente la misma realimentación, siendo la gama aceptable más bien grande. Lamentablemente, en muchas conexiones actuales a dos hilos, las desviaciones de impedancia con respecto al ideal son tan grandes que la realimentación del efecto local eléctrico es demasiado fuerte, es decir, el STMR es demasiado bajo. Esto hace que el locutor baje su voz y/o aleje el auricular de su oído, degradando así la calidad de transmisión acústica.

Se indican los siguientes valores a modo de orientación para la planificación de transmisión.

- *Para aparatos telefónicos a dos hilos:*

STMR = 7 – 12 dB: Gama preferida.

STMR = 20 dB: Límite superior, por encima del cual la conexión está muerta.

STMR = 3 dB: Límite inferior, aceptable solamente para conexiones con atenuación baja, es decir, bajo OLR.

STMR = 1 dB: Límite más bajo (a corto plazo) para casos excepcionales, tales como líneas de abonado muy cortas.

- *Para aparatos telefónicos digitales (a cuatro hilos):*

STMR = 15 ± 5 dB: Gama preferida para el efecto local introducido de extremo cercano (no se tienen en cuenta los efectos de extremo distante).

NOTAS

- 1 Por lo general, un STMR = 7 ú 8 dB, corresponde a la pérdida acústica media de la boca del hablante a su oído a través del trayecto de efecto local eléctrico que es de 0 dB aproximadamente.
- 2 El STMR tiene que determinarse para la conexión completa. (Véanse los comentarios hechos en 5.1.)
- 3 En presencia de ruido ambiente elevado, los requisitos de LSTR pueden constituir el factor de control.
- 4 Si la señal eléctrica reflejada tiene un retardo perceptible, se interpreta como eco en vez de efecto local, lo que significa que se necesita una mayor supresión para evitar la insatisfacción de los abonados. Véanse las Recomendaciones G.122 y G.131. (Recientes investigaciones indican que, con un retardo de 2 a 4 ms, el eco comienza a ser claramente perceptible aun con respecto a un efecto local «normal» fuerte). El problema está siendo estudiado.

5.3 Efecto local para el oyente (LSTR)

El LSTR, índice de efecto local para el oyente, se explica en A.1/G.111 y en A.3/G.111 y A.4/G.111 se describe cómo determinarlo.

La presencia de un efecto local para el oyente significa que el ruido ambiente es recogido por el micrófono del microteléfono y transmitido al auricular del microteléfono a través del trayecto de efecto local eléctrico. EL LSTR es una medida del grado en que se suprime este efecto local de ruido ambiente. Los valores demasiado bajos de LSTR significan que el ruido ambiente será amplificado en el auricular del microteléfono. Evidentemente, esto es muy perturbador para los abonados en entornos ruidosos, especialmente para conexiones con atenuación elevada.

NOTA 1 – Cuando el ruido es alto da la impresión de que los niveles de palabra recibidos son más bajos.

Para un aparato telefónico determinado hay una relación fija entre el efecto local para el hablante y para el oyente, STMR y LSTR, respectivamente. Para los aparatos con micrófonos lineales, el LSTR se sitúa típicamente entre 1,5 y 4 dB más alto que STMR, independientemente del nivel de ruido. Para los aparatos con micrófonos de carbón, la diferencia depende del nivel del ruido ambiente, siendo importante el efecto de umbral. Para un ruido de sala de 60 dB (A) (Tipo Hoth), la diferencia es del orden de 6 a 8 dB. (Para otros niveles de ruido y para algunos diseños de microteléfonos, la diferencia puede ser de hasta 15 dB.)

En general, los abonados prefieren aparatos con micrófonos lineales porque la calidad del sonido es muy superior. Sin embargo, cuando se sustituyen antiguos aparatos con micrófonos de carbón en entornos ruidosos por aparatos lineales modernos, debe tenerse cuidado de asegurar que el valor del LSTR es suficientemente alto. (Sin embargo, algunos aparatos con micrófono lineal incluyen una función de umbral de ruido.)

En los modernos sistemas telefónicos debe tratar de alcanzarse el siguiente valor:

$$\text{LSTR} > 13 \quad \text{dB}$$

NOTA 2 – LSTR = 13 dB corresponde aproximadamente a que el pabellón del auricular del microteléfono funcione como un apantallamiento para el ruido de sala con una atenuación media de 5 ó 6 dB. (Para las frecuencias más altas, las frecuencias más bajas se fugan después del pabellón del auricular.)

NOTA 3 – El LSTR tiene que determinarse para la conexión completa (véanse los comentarios hechos en 5.1).

6 Incorporación de procesos digitales MIC en prolongaciones nacionales

6.1 Efecto sobre los planes nacionales de transmisión

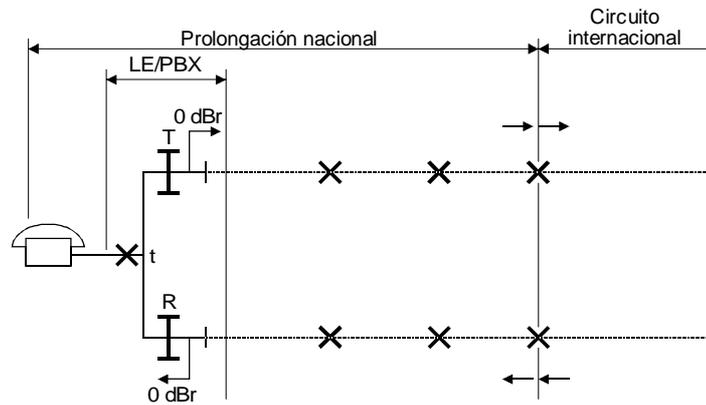
La incorporación de procesos digitales MIC en las prolongaciones nacionales puede requerir que los actuales planes de transmisión nacionales sean modificados o sustituidos por planes nuevos.

Los planes nacionales de transmisión que se adopten deben ser compatibles con los planes nacionales de transmisión analógica y deberán también permitir la explotación mixta analógico/digital. Además, los planes deberán permitir una evolución regular hacia la explotación totalmente digital.

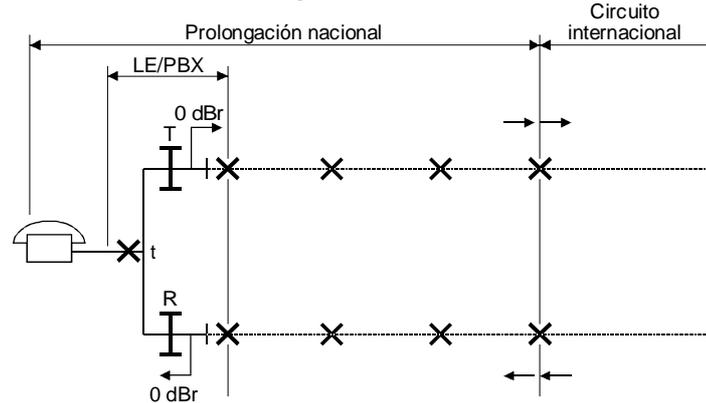
Por tanto, la planificación de transmisión de fases de transición no debe incluir, de preferencia, ninguna degradación de la calidad ofrecida anteriormente.

6.2 Consideraciones relativas a la pérdida de transmisión

Cuando la parte nacional de la cadena a cuatro hilos es totalmente digital entre la central local y la central internacional, la pérdida de transmisión con que tiene que contribuir la prolongación nacional para asegurar la estabilidad y la protección contra los ecos en una conexión internacional podrá introducirse en la central local. El plan nacional de transmisión adoptado determinará la forma en que deberá introducirse la pérdida requerida. En la Figura 1 se ilustran, de entre otras muchas posibles, tres configuraciones de esas prolongaciones nacionales.

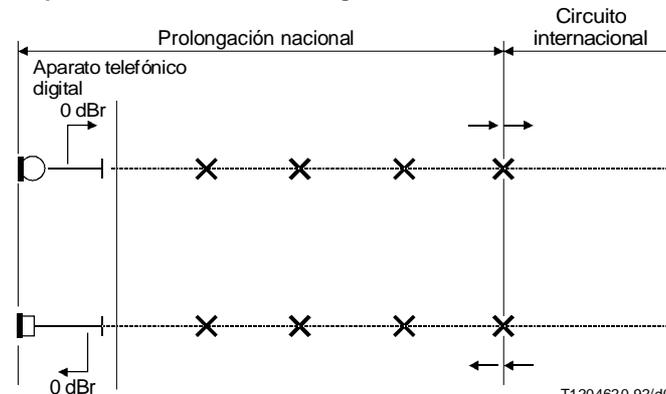


a) **Caso 1: Conmutación analógica a dos hilos en la central local y líneas de abonado analógicas a dos hilos**



NOTA – No hay punto de conmutación a dos hilos entre la línea local de abonado y el equipo de terminación en la central local.

b) **Caso 2: Conmutación digital a cuatro hilos en la central local, pero líneas de abonado analógicas a dos hilos**



c) **Caso 3: Conmutación a cuatro hilos en la central local, línea local digital de abonado a cuatro hilos y aparato telefónico digital**

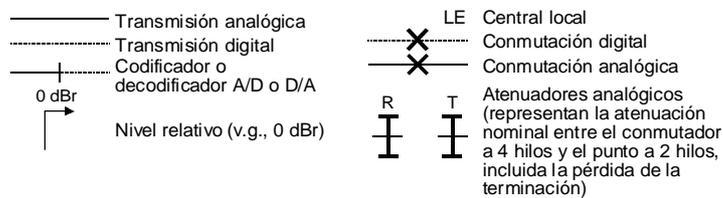


FIGURA 1/G.121

Ejemplos de prolongaciones nacionales en las que la cadena digital a cuatro hilos se prolonga hasta una central local/centralita privada a cuatro hilos

En los casos 1 y 2 de la Figura 1, el atenuador R representa la pérdida de transmisión entre el punto de 0 dBr en el decodificador digital/analógico y el lado a dos hilos del equipo de terminación a dos/cuatro hilos. De manera similar, el atenuador T representa la pérdida de transmisión entre el lado a dos hilos del equipo de terminación a dos/cuatro hilos y el punto de 0 dBr en el codificador analógico/digital.

Se pueden elegir los valores individuales de R y T, siempre que se cumplan las Recomendaciones del CCITT para las conexiones internacionales. Se reconoce que para las redes en evolución los valores de R y T pueden no ser iguales que los valores apropiados para la cadena nacional a cuatro hilos totalmente digital. Sin embargo, para una cadena nacional totalmente digital, la elección de los valores de R y T es particularmente importante al determinar la calidad de funcionamiento con respecto al eco y la estabilidad. Por ejemplo, si la atenuación de equilibrado en el equipo de terminación a dos hilos/cuatro hilos puede aproximarse a 0 dB en las condiciones de terminación del caso más desfavorable, la suma de R y T tiene que ser al menos suficientemente alta para que se cumplan los requisitos de la Recomendación G.122. En el Anexo C/G.121 se indican ejemplos de los valores de R y T adoptados por algunas Administraciones.

En el caso 2 de la Figura 1, si se dispone de una atenuación de equilibrado suficientemente alta, pueden cumplirse las Recomendaciones relativas a los índices de sonoridad, la estabilidad y el eco sin requerir un valor especial para la suma de los valores de los atenuadores R y T. Sin embargo, será todavía necesario cumplir las disposiciones referentes a la pérdida diferencial (véase 2.2) lo que a su vez implica que:

$$R - T = 3 \text{ a } 9 \quad \text{dB}$$

Sin embargo, una central local diseñada con arreglo a estos principios y que se halla en el extremo de una prolongación nacional que contiene partes analógicas asimétricas, no puede tomar la totalidad del margen de asimetría.

Los atenuadores R y T mostrados en la Figura 1 se indican también como atenuadores analógicos. Este tipo de atenuador pudiera no introducirse necesariamente en todas las condiciones. En algunas situaciones sería más práctico introducir la pérdida requerida en la central local, o en algún otro punto de la prolongación nacional, por medio de atenuadores digitales. Pero, si se utilizan atenuadores digitales, su efecto adverso sobre los datos digitales u otros servicios que exigen la integridad de los bits de extremo a extremo deberá tomarse en consideración como se indica en 4.4/G.101, y en 4/G.103.

La configuración del caso 3 de la Figura 1 presupone un conmutador digital a cuatro hilos en la central local combinado con una línea digital a cuatro hilos y un «aparato telefónico digital» a cuatro hilos.

La distorsión de cuantificación en conexiones internacionales se rige por la Recomendación G.113.

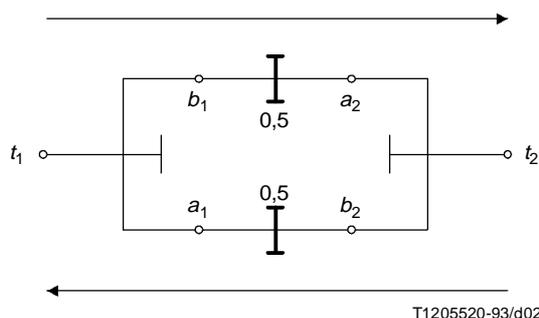
La estabilidad y el eco en las conexiones internacionales se rigen por las disposiciones de la Recomendación G.122.

Anexo A

Cálculo de la diferencia nominal de atenuación entre los dos sentidos de transmisión

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A.1 Supóngase una conexión internacional entre centros primarios de dos países, establecida por un circuito internacional como se representa en la Figura A.1.



T1205520-93/d02

FIGURA A.1/G.121

La atenuación nominal total en cada sentido de transmisión será:

$$1 \rightarrow 2 = t_1 b_1 + 0,5 + a_2 t_2 \quad (\text{dB})$$

y

$$2 \rightarrow 1 = t_2 b_2 + 0,5 + a_1 t_1 \quad (\text{dB})$$

donde a y b se definen de conformidad con la Recomendación G.122, de modo que la diferencia entre los dos sentidos de transmisión será:

$$(t_1 b_1 - a_1 t_1) - (t_2 b_2 - a_2 t_2) = d_1 - d_2$$

fórmulas en las cuales d significa $d_1 = t_1 b_1 - a_1 t_1$ o $d_2 = t_2 b_2 - a_2 t_2$.

NOTA – Mientras las impedancias nominales a dos hilos sean resistivas no hay problema para definir la «atenuación». Sin embargo, la tendencia moderna es utilizar impedancias nominales complejas y, en ese caso, hay que observar algunas convenciones. En 1.2.3 a 1.2.5/Q.551 se indica el método de medición de las centrales digitales con puertos analógicos. En resumen, las reglas son las siguientes:

- a) El equipo (circuito) se mide en condiciones de impedancia nominalmente adaptada para los puertos analógicos. Durante las mediciones, debe dividirse el bucle a cuatro hilos en el sentido de retorno. (En la práctica, esto significa, ya sea entre dos impedancias físicas, como en el caso de las mediciones a 600 ohmios, o entre un generador de baja impedancia y un indicador de alta impedancia. Puede utilizarse cualquiera de los dos métodos, dependiendo de cuál es más práctico. Los resultados de las mediciones no difieren notablemente.) Obsérvese que debe aplicarse una corrección de 6 dB si se utiliza el segundo método.
- b) La atenuación nominal es la atenuación compuesta a la frecuencia de referencia 1020 Hz (es decir, la atenuación de tensión corregida por 10 veces el logaritmo de la relación de impedancia).
- c) La distorsión de atenuación como una función de la frecuencia f es 20 veces el logaritmo de la relación entre la tensión a 1020 Hz y la tensión a f .

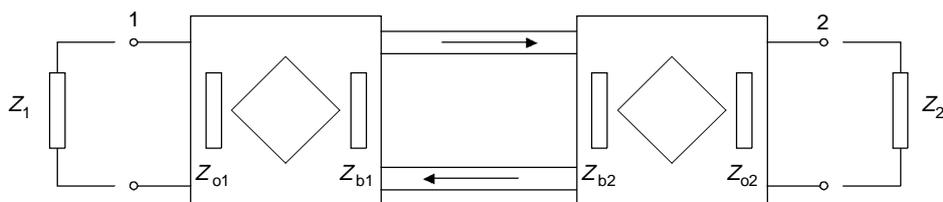
Anexo B

Consideraciones relativas a la transmisión para un bucle a cuatro hilos insertado en un circuito a dos hilos

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

B.1 Generalidades

Normalmente un bucle a cuatro hilos presenta un cambio considerable de fase en función de la frecuencia. Por consiguiente, puede tener una gran influencia sobre la distorsión de atenuación y las impedancias cuando se inserta en un circuito a dos hilos debido a las reflexiones encontradas. A continuación se darán ecuaciones exactas para la atenuación y la impedancia, junto con una regla aproximada útil para calcular ciertas características del efecto local.



T1205530-93/d03

FIGURA B.1/G.121

Bucle a cuatro hilos insertado en una conexión a dos hilos

En la Figura B.1 se muestra un bucle a cuatro hilos con los puertos a dos hilos N.º 1 y 2. Se utilizan las siguientes designaciones.

Impedancias de terminación: Z_1 y Z_2 .

Impedancias de entrada a dos hilos (bucle a cuatro hilos abierto): Z_{o1} y Z_{o2} .

Impedancias de equilibrado: Z_{b1} y Z_{b2} .

Atenuación y cambio de fase, en condiciones de carga equilibrada, es decir, $Z_1 = Z_{o1}$ y $Z_2 = Z_{o2}$;

del puerto 1 al puerto 2 (bucle a 4 hilos abierto del puerto 2 al puerto 1): L_1 (dB), B_1 (grados);

del puerto 2 al puerto 1 (bucle abierto a cuatro hilos del puerto 1 al puerto 2): L_2 (dB), B_2 (grados).

Se definen ahora los siguientes factores (complejos):

$$C_1 = 10^{-L_1/20} \cdot (\cos B_1 - j \operatorname{sen} B_1)$$

$$C_2 = 10^{-L_2/20} \cdot (\cos B_2 - j \operatorname{sen} B_2)$$

$$C_{r1} = \frac{2 Z_{o1}}{Z_{o1} + Z_{b1}} \cdot \frac{Z_1 - Z_{b1}}{Z_1 + Z_{o1}}$$

$$C_{r2} = \frac{2 Z_{o2}}{Z_{o2} + Z_{b2}} \cdot \frac{Z_2 - Z_{b2}}{Z_2 + Z_{o2}} \quad (\text{B-1})$$

$$C_{b1} = \frac{Z_{o1} - Z_{b1}}{Z_{o1} + Z_{b1}}$$

$$C_{b2} = \frac{Z_{o2} - Z_{b2}}{Z_{o2} + Z_{b2}}$$

Las atenuaciones de equilibrado en los puertos 1 y 2 son:

$$L_{br1} = -20 \log_{10} | C_{r1} | ; \quad L_{br2} = -20 \log_{10} | C_{r2} | \quad (\text{B-2})$$

Obsérvese que las atenuaciones de equilibrado pueden ser negativas para algunas terminaciones. Por tanto, se harán algunos comentarios sobre este aspecto pues deben encontrarse algunas configuraciones peculiares de circuito durante el establecimiento de una llamada.

La atenuación de equilibrado mínima en un puerto con impedancia de entrada (dos hilos) Z_o e impedancia de equilibrado Z_b se produce cuando la impedancia de terminación es una reactancia pura, cuyo valor depende de Z_o y Z_b . (De este modo, en general, la condición del circuito no es ni abierta ni de cortocircuito.)

El valor de la atenuación de equilibrado mínima es:

$$(L_{br})_{\min} = -20 \log_{10} \left\{ \frac{1}{\cos V} + \sqrt{(1 - s)^2 + (\tan V - T)^2} \right\} \quad (\text{B-3})$$

donde

$$\left. \begin{aligned} V &= \text{ángulo de fase de } (Z_o) \\ S + jT &= \frac{2 Z_o}{Z_o + Z_b} \end{aligned} \right\} \quad (\text{B-4})$$

Un caso de especial interés es cuando, por diseño, Z_o se hace idéntica a Z_b . Entonces, la ecuación (B-3) se transforma en:

$$(L_{br})_{\min} = -20 \log_{10} \left\{ \tan \frac{1}{2} (90^\circ - |V|) \right\}$$

$$(Z_o = Z_b) \quad (B-5)$$

Este mínimo se produce cuando la impedancia de terminación es una reactancia pura jX de signo opuesto a la reactancia de Z_o y tiene el valor:

$$|X| = |Z_o| \quad (B-6)$$

NOTAS

1 En general, mientras más reactivas son Z_o y Z_b , más baja será la atenuación de equilibrado mínima cuando se encuentran terminaciones inadecuadas en la red. Por ejemplo, si Z_o y Z_b se adaptaran exactamente al ángulo de impedancia característica del cable de abonado no cargado de -45° , $(L_{br})_{\min}$ equivale a $-7,7$ dB. Por tanto, deben evitarse valores extremadamente reactivos de Z_o y Z_b .

2 Para los casos normales encontrados en la red, las terminaciones, así como las redes equilibradoras, muy a menudo tienen un componente reactivo negativo. La atenuación de equilibrado y la pérdida de retorno tampoco difieren mucho numéricamente.

3 En muchos casos prácticos, las condiciones «abierto» y «cortocircuito» representan los «casos más desfavorables».

B.2 Atenuación

De acuerdo con la convención del CCITT para la atenuación con impedancias nominales complejas, la pérdida del puerto 1 al puerto 2 con el bucle a cuatro hilos cerrado es:

$$L_{12} = L_1 + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_2 (1,02 \text{ kHz})}{Z_1 (1,02 \text{ kHz})} \right| + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{o1} + Z_1}{2 Z_{o1}} \right| +$$

$$(B-7)$$

$$+ 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{o2} + Z_2}{2 Z_2} \right| + 20 \log_{10} |1 - C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r1} \cdot C_{r2}|$$

La suma de los cuatro primeros términos representa la atenuación que se mediría con el bucle a cuatro hilos interrumpido en sentido retorno del puerto 2 al puerto 1. El segundo término es una corrección para que las impedancias de terminación sean desiguales. (Suponiendo que Z_1 y Z_2 son las impedancias de referencia nominales.) Los términos tercero y cuarto representan los efectos de desadaptación.

Por último, el quinto término muestra los efectos de rizado debido al cambio de fase del bucle y al equilibrado no perfecto en los puertos, es decir, Z_{b1} no es igual a Z_1 y Z_{b2} no es igual a Z_2 .

B.3 Impedancia

Cuando el bucle a cuatro hilos se cierra, la impedancia de entrada en el puerto 1 es:

$$Z_{in1} = Z_{o1} \frac{(Z_{o1} + Z_{b1}) + 2 Z_{b1} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r2}}{(Z_{o1} + Z_{b1}) - 2 Z_{o1} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r2}} \quad (B-8)$$

Una medida de la desviación de Z_{in1} con respecto a la impedancia de entrada a dos hilos nominal Z_{o1} puede tenerse a partir de la pérdida de retorno:

$$L_{r1} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{in1} + Z_{o1}}{Z_{in1} - Z_{o1}} \right| \quad (B-9)$$

Utilizando la ecuación (B-8) se tiene:

$$L_{r1} = L_1 + L_2 + L_{br2} + 20 \log_{10} |1 - C_1 \cdot C_2 \cdot C_{b1} \cdot C_{r2}| \quad (B-10)$$

NOTAS

1 El último término de la ecuación (B-10) representa un rizado (de alta periodicidad). Sin embargo, a menudo no es muy grande: si $Z_o = Z_b$, es cero.

2 Si la pérdida del bucle ($L_1 + L_2$) es baja, la impedancia de entrada efectiva en un puerto puede ser afectada considerablemente por las condiciones en el otro.

B.4 Consideraciones relativas al efecto local

Las consecuencias del efecto local, pueden ser muy críticas para los abonados muy próximos a una central digital, es decir, con longitud de línea cero. Por tanto, se estudiará este caso con cierto detalle.

Si un abonado está conectado directamente al puerto 1 de la Figura B.1, puede utilizarse la ecuación (B-8) para calcular la impedancia Z que el aparato telefónico ve en sus terminales. En este caso, la atenuación de equilibrado para el efecto local, A_{rst} , y su valor medio ponderado, A_m , se calculan como se muestra en A.4.3/G.111, utilizando la impedancia de entrada del aparato telefónico Z_c , y su impedancia de equilibrado para el efecto local equivalente, Z_{so} . Por último, el efecto local para el hablante y para el oyente, STMR y STLR respectivamente, se obtienen utilizando el valor de A_m en la ecuación (A.4-3) del Anexo A/G.111.

El procedimiento que acaba de describirse es un poco tedioso pues requiere el cálculo exacto de la impedancia a dos hilos del bucle a cuatro hilos cerrado. Para dar una rápida indicación de la magnitud de las consecuencias efecto local, puede utilizarse el siguiente método simplificado.

Los efectos de desadaptación del efecto local se consideran como la superposición de los efectos de dos «ecos», a saber:

- La atenuación de equilibrado para el efecto local, A_{rst1} , entre el aparato telefónico y la impedancia de entrada nominal, Z_{o1} del puerto (extremo cercano) al cual está conectado el aparato. El valor medio ponderado, A_{m1} , se calcula utilizando la ecuación (A.4-3) del Anexo A/G.111.
- El desequilibrio de impedancia del puerto del extremo distante traducida a la parte del extremo cercano, es decir, la pérdida de retorno L_{r1} indicada por la ecuación (C-10)¹⁾ se utiliza para calcular un valor medio A_{m2} mediante la ecuación (A.4-3) del Anexo A/G.111.

Finalmente, los dos «ecos de efecto local» se suman en potencia para obtener un nuevo valor medio ponderado:

$$A_m = -10 \log_{10} \left\{ 10^{\frac{-A_{m1}}{10}} + 10^{\frac{-A_{m2}}{10}} \right\}$$

NOTA – Naturalmente, los efectos de desadaptación de impedancia del extremo distante se interpretarán no como un efecto local sino como un eco, si el retardo de ida y vuelta es largo. El cambio de la percepción de efecto local a eco pudiera comenzar en un retardo de aproximadamente algunos milisegundos. Los ecos debidos a tiempos de propagación largos son mucho más perceptibles que el efecto local.

Anexo C

Ejemplos de valores para los atenuadores R y T adoptados por algunas Administraciones

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

En este anexo se indican los valores para los atenuadores R y T que han sido adoptados por algunas Administraciones para sus redes digitales. Los valores indicados son los apropiados para conexiones digitales entre abonados con líneas de abonado analógicas existentes a dos hilos en centrales locales digitales. Se reconoce que pueden ser apropiados valores diferentes para conexiones en la red mixta analógica/digital en evolución.

Estos valores se indican a modo de orientación para los países en desarrollo que están considerando la planificación de nuevas redes. Si se adoptan valores similares para nuevas redes, junto con atenuaciones de equilibrado adecuadas para el eco y la estabilidad, no es probable que haya dificultades en cumplir los requisitos de la Recomendación G.122.

Algunas Administraciones consideran las atenuaciones en función de los niveles relativos a la entrada y a la salida. Estos valores pueden derivarse del Cuadro C.1 utilizando la relación representada en la Figura C.1.

¹⁾ Pasando por alto el último término.

CUADRO C.1/G.121

Valores de *R* y *T* para diversos países

	Tipo de conexión					
	De la propia central		Local a través de enlaces digitales		Interurbana a través de centrales interurbanas digitales	
	<i>R</i> dB	<i>T</i> dB	<i>R</i> dB	<i>T</i> dB	<i>R</i> dB	<i>T</i> dB
Alemania (R.F. de) (Para abonados con líneas cortas: <i>R</i> = 10 dB, <i>T</i> = 3 dB)	7	0	7	0	7	0
Australia	6	0	6	0	6	0
Austria	7	0	7	0	7	0
Bélgica	7	0	7	0	7	0
Canadá	0	0	3	0	6	0
Dinamarca	6	0	6	0	6	0
España	7	0	7	0	7	0
Estados Unidos	0	0	3	0	6	0
Finlandia	7	0	7	0	7	0
Francia	7	0	(No utilizada)	(No utilizada)	7	0
India	6	0	6	0	6	0
Italia	7	0	7	0	7	0
Japón	4	0	8	0	8	0
Países Bajos	4,5	1,5	4,5	1,5	4,5 (Nacional) 10,5 (Internacional)	1,5
Noruega	5	2	5	2	5	2
Reino Unido (Estos valores corresponden a líneas medianas; en las líneas locales cortas se introduce una atenuación adicional en ambos sentidos de transmisión)	6	1	6	1	6	1
Suecia	5	0	5	0	5 (Nacional) 7 (Internacional)	0 (Nacional) 0 (Internacional)
URSS	7	0	7	0	7	0
Yugoslavia	7	0	7	0	7	0
Nueva Zelanda	7	0,5	7	0,5	7	0,5

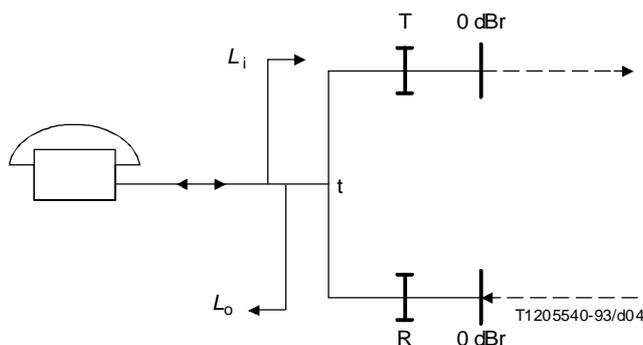


FIGURA C.1/G.121

Relación entre niveles relativos y los atenuadores R y T

En este circuito, se supone que los niveles relativos a la entrada del codificador y a la salida del decodificador son 0 dBr; que el atenuador T representa toda la atenuación entre el punto a dos hilos, t, y la entrada del codificador; y que el atenuador R representa toda la atenuación entre la salida del decodificador y t. Por tanto, la relación entre los niveles relativos y las pérdidas es:

$$L_i = T, \quad L_o = -R$$

NOTA – La tendencia moderna es utilizar una impedancia nominal compleja en el puerto a dos hilos. Sobre cómo interpretar en este caso la «atenuación», véase la nota a A.1.

En casos excepcionales, pueden lograrse algunas de las atenuaciones R y T mediante atenuadores digitales. Para el análisis pertinente, véanse 6.2/G.101 y 2.8/G.101.

En general, la gama de niveles de entrada se ha obtenido suponiendo que las potencias vocales en la red están próximas a la carga convencional supuesta en el diseño de los sistemas FDM. Sin embargo, medidas reales revelan que no se alcanza esta carga (Suplemento N.º 5 al Fascículo III.2 del *Libro Rojo*, 1985). Por este motivo, es posible que haya algunas ventajas en adoptar diferentes niveles de entrada (y de salida) para los futuros diseños de central. Sin embargo, para toda modificación que se introduzca hay que tener en cuenta:

- i) la gama de potencias vocales presentes en cada canal a la entrada de la central y los efectos subjetivos de eventuales recortes de cresta, observando que toda degradación está confinada a ese canal;
- ii) los niveles de las señales analógicas no vocales (por ejemplo, los procedentes de modems de datos o dispositivos de señalización multifrecuencia) particularmente de usuarios con líneas cortas hasta la central;
- iii) la necesidad de cumplir los requisitos de la Recomendación G.122 en materia de eco y de estabilidad, sobre todo cuando la suma de R y T sea inferior a 6 dB;
- iv) la necesidad de considerar la diferencia de atenuación entre los dos sentidos de transmisión como se estipula en 2.2/G.121.

En esta fase, las Administraciones deben observar que una gama de ajuste de niveles para diseños futuros de centrales locales digitales puede ofrecer ciertas ventajas.