



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

G.173

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(03/93)

SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

**ASPECTOS DE LOS CIRCUITOS ESPECIALES
Y LAS CONEXIONES QUE UTILIZAN LA RED
DE CONEXIONES TELEFÓNICAS
INTERNACIONALES RELACIONADOS
CON EL PLAN DE TRANSMISIÓN**

**ASPECTOS RELATIVOS A LA
PLANIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN
DEL SERVICIO VOCAL EN LAS REDES
MÓVILES TERRESTRES PÚBLICAS
DIGITALES**

Recomendación UIT-T G.173

(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.173, preparada 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 Introducción.....	1
2 Calidad de transmisión	1
2.1 Índices de sonoridad.....	2
2.2 Estabilidad.....	2
2.3 Tiempo de propagación.....	2
2.4 Control de eco	2
2.5 Distorsión de cuantificación.....	3
2.6 Mutilación	3
2.7 Contraste de ruido	3
2.8 Otros requisitos	3
Anexo A – Definiciones y aspectos detallados relativos a la transmisión	4
A.1 Definiciones	4
A.2 Modelo detallado del sistema móvil terrestre digital	5
A.3 Calidad de transmisión detallada.....	7
Referencias	13
Anexo B – Ejemplos de interconexiones	13
B.1 Conexiones entre MS	14
B.2 Conexiones de la RTPM a la RTPC/RDSI.....	14
B.3 Conexiones de la RTPC/RDSI a la RMTP.....	14

ASPECTOS RELATIVOS A LA PLANIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DEL SERVICIO VOCAL EN LAS REDES MÓVILES TERRESTRES PÚBLICAS DIGITALES

(Helsinki, 1993)

1 Introducción

El objetivo de esta Recomendación es describir los aspectos especiales de las redes móviles terrestres públicas (RMTP) digitales relacionados con la planificación de la transmisión. Esta Recomendación se limita a las RMTP realizadas solamente con facilidades terrenales y no abarca las redes móviles que comprenden enlaces de satélite y que se consideran separadamente. Además, esta Recomendación proporciona orientación y asesoramiento a las Administraciones y entidades de explotación de redes privadas sobre el tipo de precauciones, medidas y requisitos mínimos necesarios para un interfuncionamiento adecuado de las RMTP digitales con las RTPC y RDSI nacionales e internacionales. En esta Recomendación no se tratan los aspectos de las RMTP analógicas relacionados con la planificación de la transmisión.

Los objetivos de calidad del funcionamiento de las RMTP digitales consisten en lograr una calidad lo más próxima posible a la indicada en las Recomendaciones del CCITT. Debido a los factores técnicos y económicos de estas redes móviles, no es posible garantizar en todas las conexiones la conformidad plena con las características generales recomendadas por el CCITT para las conexiones y circuitos telefónicos internacionales.

El interfuncionamiento entre una RMTP y la RTPC/RDSI, especialmente el sistema de señalización entre ambas redes, se describe en la Recomendación Q.70.

A continuación se resumen los requisitos de transmisión de los sistemas móviles terrestres públicos digitales. En el Anexo A figura un examen más completo de las definiciones y factores que pueden impedir la conformidad completa con las Recomendaciones del CCITT. El Anexo B contiene ejemplos de interconexiones y configuraciones de RMTP y RDSI/RTPC, y el Suplemento N.º 32 (a esta Recomendación) proporciona información sobre las características de determinados sistemas.

2 Calidad de transmisión

En la Figura 1 se proporciona un modelo de una conexión entre una RMTP y la RTPC/RDSI. En el Anexo A se describe un modelo más detallado de la RMTP y las interfaces correspondientes.

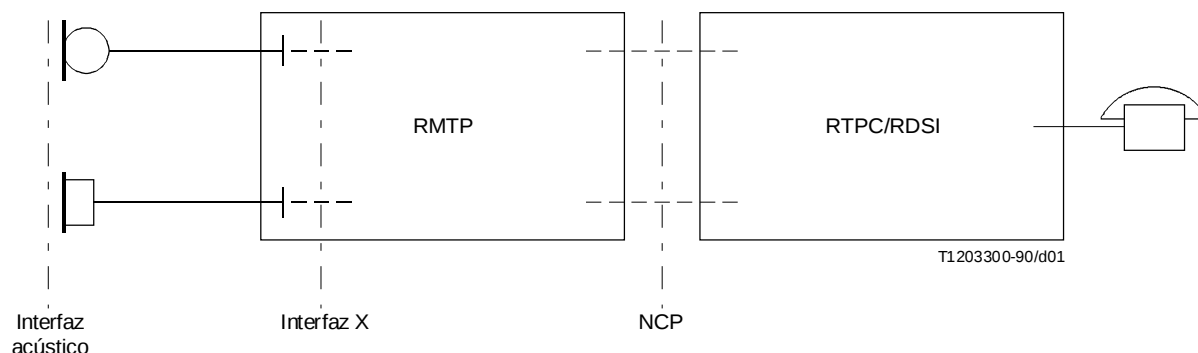


FIGURA 1/G.173

Conexión entre una RMTP y la RTPC/RDSI

La calidad de transmisión global de una conexión de la RMTP a la RTPC/RDSI puede considerarse como una suma de los efectos de:

- la parte audio entre la interfaz acústica y la interfaz X;
- la parte del transcodificador vocal que incluye los efectos de la transmisión radioeléctrica y el procesamiento de la palabra entre la interfaz X y el punto de conexión de red (NCP), véase A.1.5;
- las características generales de la conexión entre el NCP y el otro usuario.

No se produce solamente una adición lineal de estos efectos sino que las diferentes partes de la conexión influyen también en el funcionamiento del transcodificador vocal y de otros dispositivos de procesamiento de la palabra.

Sin embargo, en algunos casos los principales factores determinantes son las características de la parte audio cuando el trayecto adicional de la llamada en la RMTP es digital.

Cuando es posible, se especifica la calidad de la transmisión entre la interfaz acústica y la interfaz X. Los aspectos de transmisión de todo el sistema móvil digital dependen del diseño técnico y pueden ser diferentes de una entidad de explotación de red a otra. Para controlar la calidad de transmisión de extremo a extremo recomendada por el CCITT, la RMTP debe satisfacer los requisitos indicados más adelante.

2.1 Índices de sonoridad

Los valores normales recomendados para los índices de sonoridad son los siguientes:

	Objetivos a corto plazo	Objetivos a largo plazo
SLR	7 dB a 9 dB	8 dB
RLR	1 dB a 3 dB	2 dB

Estos valores son directamente aplicables al caso de una estación móvil (MS, *mobile station*) que funciona en un entorno de ruido no móvil convencional. Los estudios han mostrado que en un entorno de ruido de RMTP, es probable que los niveles vocales sean más altos. Por tanto, para evitar la mutilación en el transcodificador vocal, puede ser necesario aumentar el valor del SLR.

Los valores de los índices de sonoridad deben medirse entre la interfaz acústica y la interfaz X. En el caso habitual en el que la RMTP no introduce pérdida adicional ni distorsión de atenuación entre la interfaz X y el NCP, los índices de sonoridad que llegan hasta RTPC/RDSI serán iguales a los medidos en la interfaz X. Para más detalles, véase A.3.1.

2.2 Estabilidad

Los requisitos de estabilidad se cumplirán si la atenuación entre la entrada digital y la salida digital de la RMTP en el NCP es de 6 dB por lo menos. Para más detalles, véase A.3.2.

2.3 Tiempo de propagación

Para el tiempo medio de propagación en un solo sentido en la RMTP se indican los siguientes valores:

valor recomendado < 40 ms (véase la Nota).

NOTA – Por el momento, las consideraciones técnicas y prácticas no permiten alcanzar los valores recomendados. Las RMTP existentes deben proporcionar un servicio aceptable en muchas conexiones pero no puede garantizarse el cumplimiento de las Recomendaciones G.114 y G.131 en todas las conexiones (véase A.3.3).

2.4 Control de eco

Debido al elevado tiempo de propagación, el control de eco es necesario en las RMTP. Para reducir el eco en la RTPC/RDSI, se necesita un dispositivo de control del eco en el NCP. La atenuación del eco en la RMTP en el NCP deberá ser superior a 45 dB. Si no existe una atenuación adicional en la RMTP, la atenuación por acoplamiento del terminal de la MS tiene que cumplir los requisitos relativos al eco.

Para el examen relacionado con conexiones que comprenden el dispositivo de control de eco de la RMTP y dispositivos de control de eco de la RTPC/RDSI, véase A.3.4, donde se examinan también los objetivos de la atenuación del eco de la RMTP para las RTPC/RDSI en evolución.

Por el momento, las consideraciones técnicas y prácticas no permiten alcanzar los valores recomendados. Según la Recomendación P.31, la atenuación por acoplamiento del terminal ponderada (TCL_w) de un teléfono digital debe ser superior a 40 dB.

Las características de la RMTP, incluido el compensador utilizado para los ecos de la red RTPC/RDSI, no deben comprometer el funcionamiento de la red basado en los compensadores G.165.

2.5 Distorsión de cuantificación

Para la distorsión de cuantificación de la RMTP en condiciones sin error entre la interfaz acústica y el NCP, se indican los siguientes valores:

valor recomendado $< 4 \text{ qdu}$ (véase la Nota 1).

La qdu de la RMTP en condiciones realistas de la tasa de errores en los bits (condiciones que han de determinarse):

valor recomendado $< 7 \text{ qdu}$ (véase la Nota 1).

NOTAS

1 Por el momento las consideraciones técnicas y prácticas no permiten que los valores recomendados sean alcanzados por todos los sistemas. Las RMTP existentes deben proporcionar un servicio aceptable en muchas conexiones pero no puede garantizarse el cumplimiento de la Recomendación G.113 en todas las conexiones (véase A.3.5).

2 Cabe destacar que en algunos casos, como en los codecs sin forma de onda, de baja velocidad binaria ($\leq 8 \text{ kbit/s}$), no se aplica el concepto de unidad de distorsión de cuantificación (qdu).

2.6 Mutilación

No se establece ningún requisito especial con respecto a la mutilación. Para más información, véase A.3.6.

2.7 Contraste de ruido

No se establece ningún requisito esencial con respecto al contraste de ruido. Para más información, véase A.3.7.

2.8 Otros requisitos

Las RMTP deben diseñarse de acuerdo con las Recomendaciones pertinentes del CCITT en lo que concierne a:

- efecto local;
- ruido;
- características de sensibilidad/frecuencia;
- distorsión;
- señales fuera de banda;
- diafonía entre los dos sentidos de transmisión.

Los requisitos de transmisión de la MS de microteléfono han de derivarse de los requisitos establecidos para los teléfonos digitales en la Recomendación P.31. Para los teléfonos de casco puede hallarse información de la Recomendación P.38 y para los teléfonos manos libres con altavoces, véase la Recomendación P.34.

Anexo A

Definiciones y aspectos detallados relativos a la transmisión

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A.1 Definiciones

A los efectos de esta Recomendación, se aplican las definiciones siguientes:

A.1.1 estación de base (BS, *base station*): Una estación de base (BS) es una estación radiotransmisora/radorreceptora en una RMTP que proporciona el trayecto de transmisión radioeléctrico a la estación móvil. Varias estaciones de base están conectadas por líneas arrendadas a un centro de conmutación de servicios móviles.

A.1.2 sistema móvil digital: La configuración básica de un sistema móvil digital se muestra en la Figura 1. Un sistema móvil digital consiste en la estación móvil, el trayecto de transmisión radioeléctrico, la estación de base, la línea arrendada y el centro de conmutación de servicios móviles hasta el punto de conexión de red (NCP).

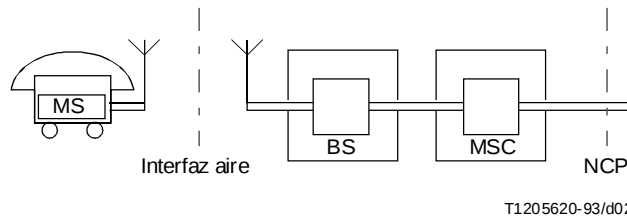


FIGURA A.1/G.173

Configuración básica de un sistema móvil digital

A.1.3 centro de conmutación de servicios móviles (MSC, *mobile services switching centre*): El MSC realiza todas las funciones necesarias de señalización y transmisión para establecer conexiones a estaciones móviles y desde éstas. Una estación móvil se registra en un MSC que funciona como su MSC propio para la tarificación y facturación.

Para obtener la cobertura radioeléctrica en una zona geográfica dada, normalmente se requieren varias estaciones de base, es decir, cada MSC está interconectado con varias estaciones de base. Además, pueden necesitarse varios MSC para cubrir la zona de una RMTP.

A.1.4 estación móvil (MS, *mobile station*): Una MS es un equipo terminal transportable que proporciona diferentes servicios al usuario en una RMTP. Proporciona acceso por medio de una estación de base a la RTPC/RDSI y a otras estaciones móviles.

A.1.5 punto de conexión de red (NCP, *network connection point*): Un punto de conexión de red es, en general, un punto en el cual dos redes independientes se interconectan. En el contexto de esta Recomendación, el NCP se refiere al punto de conexión entre una RMTP y la RTPC/RDSI.

A.1.6 red móvil terrestre pública (RMTP): Una red móvil terrestre pública puede definirse como varias zonas de centros de conmutación de servicios móviles dentro de un plan de numeración común y un plan de encaminamiento común.

Con respecto a sus funciones, las RMTP pueden considerarse como entidades de comunicaciones independientes, aunque pueden interconectarse diferentes RMTP a través de la RTPC/RDSI para el reenvío de llamadas o información de red. Los MSC de una RMTP pueden interconectarse similarmente para permitir la interacción.

La utilización del concepto de RMTP se ilustra en la Figura A.2, donde se muestran distintas RMTP y sus interfaces con las redes fijas. Debe señalarse que una RMTP puede tener varias interfaces con la red fija (por ejemplo, una para cada MSC). El interfuncionamiento entre dos RMTP puede realizarse por un centro de conmutación internacional.

La Figura A.2 muestra también los trayectos de información entre una RTPC/RDSI y una RMTP y entre dos RMTP diferentes. Las líneas de trazo continuo indican un posible trayecto físico entre las RMTP a través de la RTPC/RDSI. La línea de trazo interrumpido indica que para algunas interacciones puede existir un trayecto de información de extremo a extremo entre las RMTP.

La RMTP se conecta a la RTPC/RDSI a través de un NCP. Si existen dos proveedores de servicios móviles en el mismo país, éstos pueden conectarse por medio de la misma RTPC/RDSI.

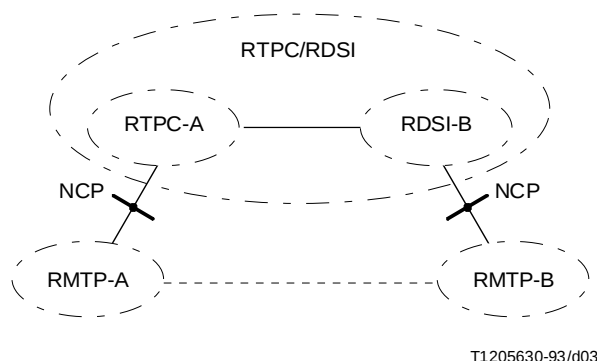


FIGURA A.2/G.173
Utilización del concepto de RMTP para el país A y el país B

A.2 Modelo detallado del sistema móvil terrestre digital

A.2.1 Generalidades

En la Figura A.3 se muestra un modelo más detallado del sistema móvil terrestre digital utilizado para considerar los aspectos del servicio vocal relativos a la planificación de la transmisión. Este modelo es un ejemplo de las funciones requeridas y no supone necesariamente una realización física determinada.

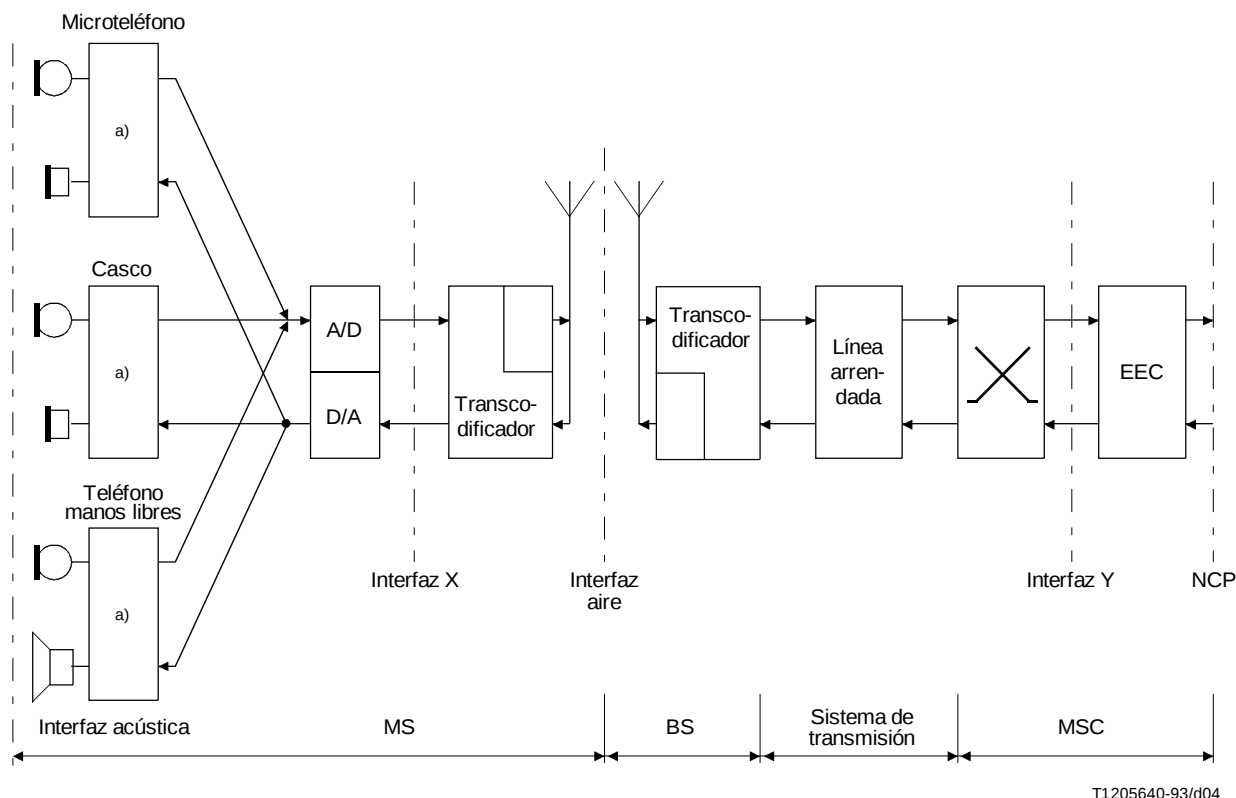
En un sistema móvil digital hay que considerar tres estaciones móviles con interfaces acústicas diferentes:

- estación móvil de microteléfono;
- estación móvil de casco;
- estación móvil de teléfono manos libres con altavoces.

Se han propuesto varios métodos de codificación a baja velocidad (LRE, *low rate encoding*) para utilizar eficazmente el espectro en el trayecto radioeléctrico. Además de la codificación a baja velocidad, es posible también incluir interpolación digital de la palabra por el trayecto radioeléctrico.

Para los aspectos de planificación de la transmisión hay que tener en cuenta el sistema de transmisión (línea arrendada) entre la BS y el MSC.

Debido a la codificación de la palabra y/o otras técnicas de procesamiento de canales, el tiempo de propagación es de tal magnitud que pueden necesitarse dispositivos de protección contra el eco en ambos extremos del sistema móvil digital. La protección contra el eco acústico en las MS se proporcionará mediante procesamiento analógico o procesamiento digital o una combinación de ambas técnicas. El dispositivo de protección contra el eco eléctrico en el NCP debe estar bajo el control del MSC de modo que dicho dispositivo pueda ser activado o desactivado para llamadas a la RTPC/RDSI o desde ésta.



EEC Compensación de eco eléctrico (*electrical echo cancellation*)

a) Posible control de eco acústico, véase A.3.4.

FIGURA A.3/G.173

Modelo del sistema móvil digital utilizado para considerar los aspectos relativos a la planificación de la transmisión

A.2.2 Interfaces

Las principales interfaces identificadas en el sistema móvil digital se muestran en las Figuras A.1 y A.3. A los efectos de esta Recomendación la interfaz aire y el punto de conexión de red (NCP) se identifican junto con otras tres interfaces: la interfaz acústica, la interfaz X y la interfaz Y. Estas interfaces son necesarias para definir las características de transmisión del sistema móvil digital.

La interfaz acústica para la MS de microteléfono se describe mediante el punto de referencia boca (MRP, *mouth reference point*) y el punto de referencia oído (ERP, *ear reference point*) y se utiliza para medir la parte audio de la MS de microteléfono. La interfaz acústica de todos los otros tipos de MS queda en estudio.

La interfaz X se introduce a efectos de diseño para separar las degradaciones del transcodificador vocal de las degradaciones de audio básicas de la MS. En este punto, que se considera tiene un nivel relativo de 0 dBr, las señales analógicas serán representadas por la ley A o la ley μ de 8 bits de acuerdo con la Recomendación G.711. Una señal MIC lineal de 13/14 bits podrá representar también las señales analógicas.

La interfaz aire es especificada por la entidad de explotación de la RMTP y se necesita para lograr la transportabilidad de la MS. En este punto pueden realizarse mediciones analógicas utilizando el equipo terminal radioeléctrico y el transcodificador vocal apropiados.

La interfaz Y podría utilizarse en el caso de conexiones directas de MSC a MSC dentro de la RMTP. Generalmente la interfaz estará en el nivel de 2048 kbit/s o 1544 kbit/s de acuerdo con la Recomendación G.703. En este punto, que se considera tiene un nivel relativo de 0 dBr, las señales analógicas se representarán por una ley A o ley μ de 8 bits de acuerdo con la Recomendación G.711. En este punto pueden realizarse mediciones analógicas utilizando los lados emisión y recepción normalizados definidos en la Recomendación G.714.

El punto de conexión de red es el punto de conexión entre la RMTP y la RTPC/RDSI. El NCP tiene la misma característica eléctrica que la interfaz Y.

A.2.3 Sistema de transmisión en el sistema móvil digital

Como se muestra en la Figura A.3, el sistema móvil digital contendrá normalmente sistemas de transmisión que proporcionan circuitos a cuatro hilos.

Si la RMTP comprende circuitos digitales arrendados que no incluyen ningún dispositivo de procesamiento de la palabra, los requisitos globales del sistema móvil digital no serán afectados por la presencia del circuito, con la excepción del tiempo de propagación.

Si la RMTP comprende circuitos analógicos arrendados, las características de transmisión (por ejemplo, atenuación, distorsión de atenuación, ruido, tiempo de propagación) afectarán las características globales del sistema móvil digital. En las Recomendaciones M.1020, M.1025, M.1030 y M.1040 se describen las diversas características de transmisión de las líneas arrendadas. Cuando las líneas analógicas introducen atenuación, habrá que prever en la interfaz la compensación de esta atenuación.

A.3 Calidad de transmisión detallada

A.3.1 Índices de sonoridad

Para la planificación, los índices de sonoridad (LR, *loudness ratings*) son definidos por métodos objetivos descritos en las Recomendaciones P.64, P.65 y P.79. Los valores indicados en términos de LR en las Recomendaciones G.111 y G.121 deben proporcionar una sonoridad adecuada de la palabra en conexiones telefónicas internacionales. El valor máximo del índice de sonoridad global (OLR, *overall loudness rating*) es 29 dB y el valor óptimo de OLR es 10 dB.

En la Recomendación G.121 se definen los valores nominales de índice de sonoridad en emisión (SLR, *send loudness rating*) e índice de sonoridad en recepción (RLR, *receive loudness rating*) del sistema nacional a largo plazo:

$$\text{SLR} = +7 \text{ dB a } +9 \text{ dB};$$

$$\text{RLR} = +1 \text{ dB a } +3 \text{ dB}.$$

Cuando se utilizan encaminamientos digitales para conectar la RMTP con la cadena internacional de circuitos, el SLR y el RLR del sistema nacional serán determinados principalmente por el SLR y el RLR de la RMTP.

Los valores de SLR y RLR para la RMTP se aplican hasta el NCP. Sin embargo, los principales factores determinantes son las características de la MS. Por tanto, en la práctica será conveniente especificar índices de sonoridad hasta la interfaz X. En el caso usual en el que la RMTP no introduce atenuación adicional ni distorsión de atenuación entre interfaz X y el NCP, los índices de sonoridad hasta la RTPC/RDSI serán iguales que los índices de sonoridad medidos en la interfaz X. No obstante, en algunos casos, puede necesitar un ajuste de la atenuación para situaciones de interfuncionamiento en determinadas RMTP.

Estos valores son directamente aplicables al caso de una MS que funciona en un entorno de ruido tradicional que no es móvil. Los estudios han mostrado que en un entorno de ruido de RMTP, es probable que los niveles vocales sean más altos. Por tanto, para evitar la mutilación en el transcodificador vocal, puede ser necesario aumentar el valor del SLR.

La orientación para la planificación de la red contenida en esta Recomendación se basa en la utilización de MS de microteléfono. Sin embargo, este modo de planificación de red permite también conectar con MS de teléfono de casco y manos libres.

El SLR y el RLR deben medirse y calcularse con los métodos indicados en las Recomendaciones pertinentes del CCITT.

A.3.2 Estabilidad

La atenuación para la estabilidad presentada por la RMTP a la RTPC/RDSI en el NCP debe ajustarse a los principales requisitos de las cláusulas 2 y 3/G.122. Estos requisitos se satisfarán si la atenuación entre la entrada y la salida digitales en el NCP es como mínimo de 6 dB en todas las frecuencias de la gama de 200 Hz a 4000 Hz en las condiciones acústicas más desfavorables de la MS (debe activarse la protección contra el eco acústico).

En el caso de una conexión digital entre la interfaz X y el NCP, pueden aplicarse los requisitos de estabilidad a la interfaz X. Las condiciones acústicas más desfavorables serán las siguientes (con el control de volumen previsto en la posición máxima):

- MS de microteléfono el microteléfono y los transductores están colocados sobre una superficie dura;
- MS con teléfono de casco queda en estudio;
- MS con teléfono manos libres la posición más desfavorable representativa del micrófono y del altavoz (queda en estudio).

NOTA – El procedimiento de prueba tendrá que tener en cuenta los efectos de conmutación de la protección contra el eco.

A.3.3 Tiempo de propagación

En una conexión telefónica es necesario limitar el tiempo de propagación entre los dos usuarios. Un tiempo de propagación demasiado largo origina dificultades en la conversación por la conexión. Esto puede atribuirse a dos razones: en primer lugar las señales se reflejan en el extremo distante y causan un eco que se devuelve al hablante. En segundo lugar, incluso si se ha logrado una protección contra el eco ideal, el retardo entre un usuario que habla y recibe una respuesta del usuario en el extremo distante de la conexión podrá causar dificultades en la conversación.

En la Recomendación G.114 se dan orientaciones sobre el tiempo medio de propagación en un sentido, en las conexiones telefónicas.

La Recomendación G.131 contiene una «regla práctica» (Regla M), según la cual se requiere cierta forma de protección contra el eco para reducir el nivel del eco si el tiempo de propagación en un sentido es de 25 ms aproximadamente. Esta regla se elaboró en configuraciones tradicionales de ecos eléctricos para convertidores de dos a cuatro hilos.

Como una especificación de calidad de funcionamiento de la red, las siguientes limitaciones se aplican a un tiempo de propagación medio en un sentido cuando existen fuentes de eco y se utilizan dispositivos apropiados de protección contra el eco, tales como supresores de eco y compensadores de eco:

- i) 25 a 300 ms, aceptable;
- ii) 300 a 400 ms, aceptable con:
 - protección efectiva contra todos los ecos sin mutilación mediante la utilización de compensadores de eco adecuados;
 - ruido de fondo bajo conducente a una ausencia de contraste de ruido perceptible;
 - baja distorsión de las señales transmitidas;
 - índice de sonoridad ideal;
- iii) por encima de 400 ms, inaceptable.

Sin embargo, el entorno móvil es muy áspero con altos niveles de ruido de fondo y distorsión producida por el transcodificador vocal. En particular, la utilización de control de eco acústico podrá causar importante mutilación de la palabra y contraste de ruido. Asimismo, el funcionamiento de la conmutación vocal producirá degradaciones similares a las causadas por la supresión del eco.

El tiempo de propagación depende de los diferentes elementos de la RMTP:

- transcodificación vocal;
- codificación del radiocanal;
- RMTP (por ejemplo elementos fijos, tales como los sistemas de transmisión, centrales digitales, dispositivos de control de eco).

Para el tiempo medio de propagación en un solo sentido en la RMTP, se indican los siguientes valores:

valor recomendado < 40 ms (véase la Nota).

NOTA – Por el momento, las consideraciones técnicas y prácticas no permiten alcanzar los valores recomendados. Las RMTP existentes deben proporcionar un servicio aceptable en muchas conexiones pero no puede garantizarse el cumplimiento de las Recomendaciones G.114 y G.131 en todas las conexiones.

El tiempo de propagación se calculará de acuerdo con la Recomendación G.114 teniendo en cuenta los diversos elementos presentes en las conexiones.

En el Anexo B se indican algunas conexiones de referencia para ilustrar los aspectos de tiempo de propagación y de control de eco.

A.3.4 Control de eco

El eco para el hablante es un fenómeno indeseable que puede observarse en una conexión telefónica si el tiempo de propagación de la señal combinado con las fuentes de eco es importante. Hay dos fuentes principales de eco:

- el eco eléctrico causado por el acoplamiento entre los sentidos de transmisión y recepción de la transmisión. La fuente primaria de esta forma de eco es un convertidor de dos a cuatro hilos;
- el eco acústico causado por el trayecto acústico entre los transductores de recepción y de transmisión.

El eco eléctrico puede suprimirse mediante la utilización de transmisión a cuatro hilos de extremo a extremo. El eco acústico será generado en todos los aparatos telefónicos, con excepción de los cascos cuidadosamente diseñados.

En general, el eco eléctrico se caracteriza por un tiempo de reverberación corto y una baja dispersión mientras que el eco acústico es probable que tenga un tiempo de reverberación más largo y mayor dispersión. Los casos de eco acústico pueden ser aún más complejos en vista de que el eco acústico varía en función del tiempo.

En la Recomendación G.131 figuran orientaciones para planificar la protección contra el eco. Fundamentalmente, el objetivo de planificación es que no más del 1% de los usuarios perciban el eco para el hablante en un nivel que cause insatisfacción en la comunicación telefónica.

Para reducir el nivel del eco eléctrico para el hablante, hay varias maneras de insertar dispositivos de protección contra el eco (ECD, *echo control devices*) en las conexiones que tienen un tiempo de propagación en un sentido de más de 25 ms.

La compensación del eco acústico queda en estudio.

En la Recomendación Q.522 se pide que los dispositivos de protección contra el eco estén «bajo el control» de una central. El mismo procedimiento es necesario para el MSC. Para el MSC esto supondrá, por lo general, que lo más conveniente es utilizar dispositivos de protección contra el eco digitales que formarán parte realmente del MSC que controla. Además, debe considerarse la necesidad futura de distinguir entre diferentes servicios RDSI.

En las Recomendaciones de la serie G.160 se describen diversos diseños de dispositivos de protección contra el eco. Se está de acuerdo en general en que el compensador de eco proporciona el mejor funcionamiento en todas las circunstancias, por lo que es el tipo preferido.

La sonoridad de un trayecto de eco puede expresarse por medio del «índice de sonoridad de eco para el hablante (TEL_R, *talker echo loudness rating*)». El TEL_R es la adición del SL_R, el RL_R y la atenuación de eco ponderada L_e (véase la Recomendación G.122) en el bucle de eco. La práctica normal es utilizar los valores nominales mínimos de SL_R y RL_R al calcular el TEL_R para una conexión con el fin de lograr como resultado el valor más desfavorable de TEL_R.

Las curvas de la Figura 2/G.131 indican el valor mínimo del TEL_R que debe introducirse en el trayecto de eco si no se incluyen dispositivos de control de eco. El TEL_R se muestra como una función del tiempo de propagación medio en un sentido. Las curvas de 1% aplicables a conexiones totalmente digitales requieren los siguientes valores de TEL_R:

$$\text{TEL}_R = 55 \text{ dB en un tiempo de propagación medio en un sentido de 400 ms.}$$

Si hay un trayecto de llamada digital en la RMTP así como en la RTPC/RDSI y si se considera la suma de los valores nominales mínimos de LR (SL_R + RL_R = 10 dB) del aparato telefónico, la atenuación del eco en cualquier fuente de eco debe corresponder a $L_e = 45 \text{ dB}$.

Sin embargo, cuando la suma de los valores nominales mínimos de LR (SL_R + RL_R) para la RTPC en evolución es inferior a 10 dB, se requerirán valores correspondientemente más altos de L_e para cumplir el objetivo de la Recomendación G.131. Por ejemplo, si SL_R + RL_R = 6 dB, la atenuación del eco deberá corresponder a $L_e = 49 \text{ dB}$.

Debido a la codificación vocal y/o a otras técnicas de procesamiento de canal, el tiempo de propagación es de tal magnitud que pueden necesitarse dispositivos de control de eco en ambos extremos del sistema móvil digital. La protección contra el eco acústico se proporcionará en las MS y el control del eco eléctrico en el NCP. La Figura A.4 ilustra dos casos diferentes:

- a) sin control de eco en la RTPC/RDSI;
- b) con control de eco en la RTPC/RDSI.

Las conexiones deben diseñarse de modo que comprendan el número práctico mínimo de dispositivos de control de eco.

Las reglas establecidas en la Recomendación G.131 para las conexiones RTPC/RDSI con dispositivos de control de eco no dan suficiente información sobre la necesidad de desactivar el dispositivo de control de eco intermedio. Por el momento, en esta Recomendación todos los dispositivos de control de eco que pueden causar una degradación y que, por tanto pueden controlar la calidad de funcionamiento global cuando se conectan en cascada, se identifican en la Figura A.4. Según el diseño de los compensadores de eco puede no ser necesario neutralizar los compensadores de eco intermedios, pero para los supresores de eco parece ser necesario. Este asunto está en estudio.

Actualmente en la mayoría de los casos, no hay facilidades de señalización para neutralizar los dispositivos de control de eco intermedios en la RTPC/RDSI.

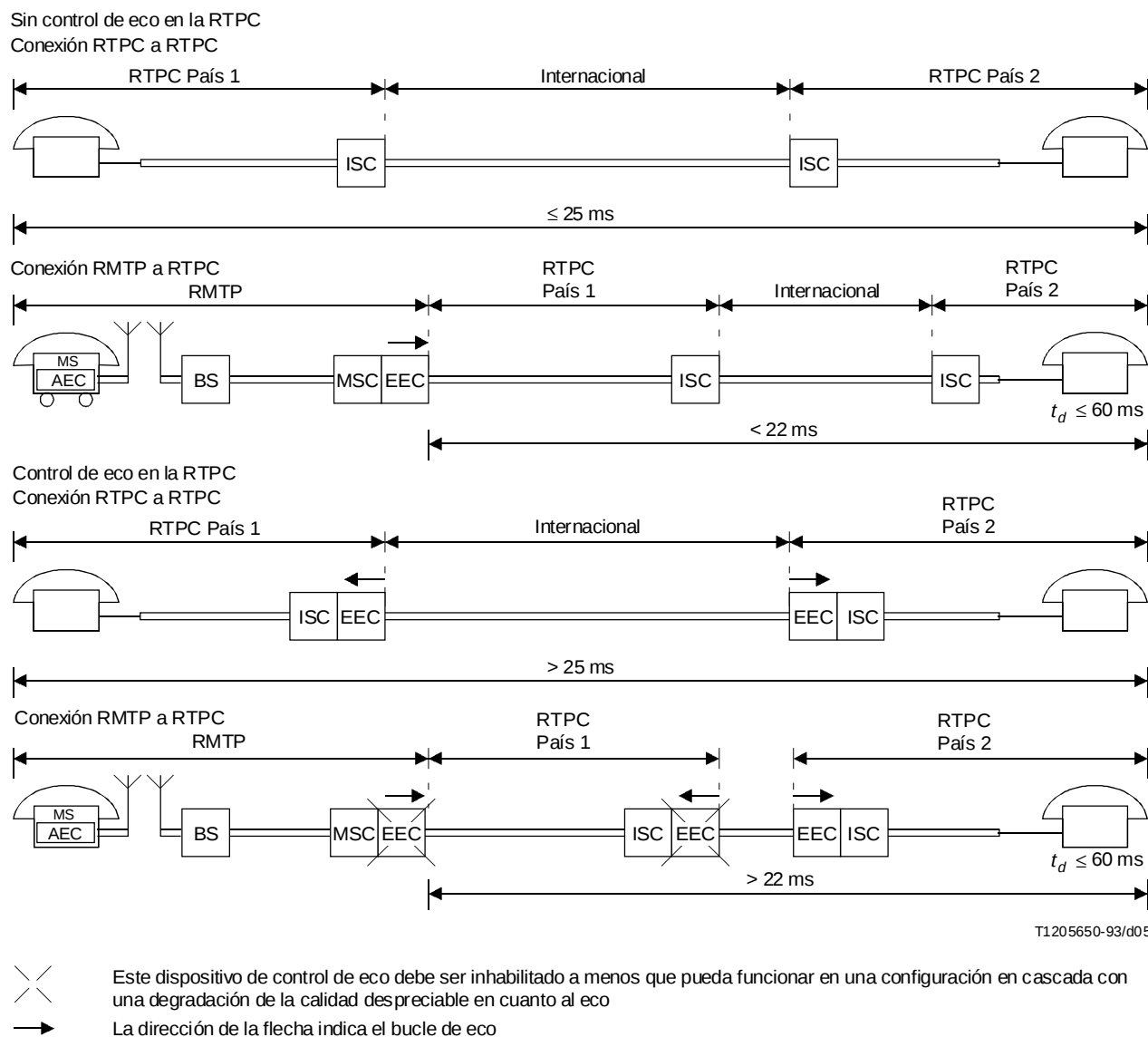


FIGURA A.4/G.173
Control de eco entre la RMTP y la RTPC/RDSI

El dispositivo de control de eco eléctrico en la RMTP en el NCP debe satisfacer los requisitos de la Recomendación G.165 pero con un retardo del trayecto del eco de $t_d = 60$ ms. Los 60 ms se han calculado como sigue. La Recomendación G.131 dice que la longitud máxima de las conexiones que no necesitan protección contra el eco tienen un tiempo de propagación medio en un sentido de 25 ms. Sin embargo, este valor es la suma de los retardos de la conexión internacional y los retardos nacionales máximos en cada extremo de la conexión. No es probable que la

interconexión de la RMTP con la RTPC/RDSI se efectúe en el NCP donde el retardo de la RTPC/RDSI es superior a 22 ms. Habida cuenta de que la dispersión puede ser de hasta 8 ms, el retardo máximo del trayecto de eco que debe esperar el compensador de eco en el MSC es:

$$t_d = (22 \text{ ms} + 8 \text{ ms}) \times 2 = 60 \text{ ms}.$$

Ciertos países situados cerca del borde de un continente pueden necesitar aumentar este valor pues pueden tener varias conexiones que no cumplen la Recomendación G.131 y que tienen un tiempo de propagación medio en un sentido superior a 25 ms y no tienen protección contra el eco.

La pérdida por acoplamiento del terminal proporcionada en la MS debe proporcionar una atenuación de eco de 45 dB en la interfaz X por encima de la gama probable de retardos en el extremo acústico. Si el control de eco acústico se proporciona mediante conmutación vocal, se inyectará ruido nivelador. Si el control de eco acústico se proporciona utilizando alguna forma de técnica de compensación de eco, el algoritmo de compensación debe diseñarse teniendo en cuenta la reverberación y la dispersión previstas.

En el caso de una MS de microteléfono, un diseño cuidadoso puede permitir la utilización de técnicas de compensación de eco sin procedimiento no lineal. Se están estudiando las repercusiones de esto.

En el caso de una MS de casco, un diseño cuidadoso puede hacer innecesaria la protección contra el eco.

En el caso de una MS de teléfono manos libres, la reverberación y la dispersión pueden variar en función del tiempo. Los valores previstos de dispersión están en estudio.

En el Anexo B se muestran algunas conexiones de referencia para ilustrar estos aspectos de tiempo de propagación y de protección contra el eco.

A.3.5 Distorsión de cuantificación

La incorporación de procesos digitales en conexiones telefónicas internacionales, particularmente durante el periodo mixto analógico/digital, puede producir una acumulación apreciable de degradaciones de la transmisión. Por tanto, es necesario asegurar que esta acumulación no alcanza un punto en el que puede degradarse gravemente la calidad global de la transmisión.

Desde el punto de vista de la distorsión de cuantificación, la Recomendación G.113 recomienda que no se introduzcan más de 14 unidades de distorsión de cuantificación en una conexión telefónica internacional.

En principio, el número de unidades para otros procesos digitales se determina mediante la comparación con un par de codecs MIC de 8 bits de modo que se asignen n unidades de distorsión de cuantificación a la distorsión del proceso digital que se evalúa si éste es equivalente a procesos MIC de 8 bits en cascada.

En la Recomendación G.113 figura información detallada sobre los valores de planificación para la distorsión de cuantificación. Los valores indicados sólo son válidos para transmisión vocal.

El número de unidades de degradación de transmisión en una conexión telefónica internacional no debe exceder de:

$$5 + 4 + 5 = 14 \text{ unidades}.$$

Según la regla anterior, cada uno de los dos sistemas nacionales de una conexión telefónica internacional puede introducir un máximo de 5 unidades de degradaciones de transmisión y la cadena internacional hasta 4 unidades.

Para la distorsión de cuantificación de la RMTP, en condiciones sin error entre la interfaz acústica y el NCP, se indican los siguientes valores:

$$\text{valor recomendado} < 4 \text{ qdu (véase la Nota)}.$$

La qdu de la RMTP en condiciones realistas de tasa de errores en los bits (condiciones que han de determinarse):

$$\text{valor recomendado} < 7 \text{ qdu (véase la Nota)}.$$

NOTA – Por el momento, las consideraciones técnicas y prácticas no permiten que los valores recomendados sean alcanzados por todos los sistemas. Las RMTP existentes deben proporcionar un servicio aceptable en muchas conexiones pero no puede garantizarse el cumplimiento de la Recomendación G.113 en todas las conexiones.

La calidad vocal ha de especificarse no sólo en la condición sin error, sino también en las condiciones de canales correspondientes al borde de la zona radioeléctrica, donde la tasa de errores en los bits (BER, *bit error rate*) promedio puede alcanzar más del 1% debido al desvanecimiento de Rayleigh.

Estas condiciones de canales desfavorables suelen hacer que la distorsión de la señal vocal sea mayor que la causada por la cuantificación. Es necesario determinar los requisitos en condiciones de elevada tasa de errores en los bits en el borde de la zona.

A.3.6 Mutilación

La pérdida del comienzo o del final de una ráfaga vocal se conoce con el nombre de mutilación y su causa principal es la conmutación accionada por la voz, que es controlada por la detección de la actividad vocal. Se produce conmutación accionada por la voz en los dispositivos dentro de la red o en los dispositivos terminales. Los siguientes dispositivos emplean conmutación accionada por la voz:

- supresores de eco;
- compensadores de eco con recortadores centrales;
- interpolación digital de la palabra;
- control del eco acústico en aparatos telefónicos.

El efecto de conmutadores accionados por la voz conectados en cascada y que no están bajo un control común será un aumento de la mutilación. Además, en condiciones de ruido ambiente alto o que varía rápidamente, es probable que se produzca una detección falsa de la palabra en los detectores de actividad vocal del equipo DSI o en los dispositivos de protección contra el eco de la red. Estos dispositivos están diseñados generalmente para niveles de ruido constantes y bajos.

Para minimizar la mutilación podrán tomarse las siguientes medidas:

- los dispositivos de conmutación accionados por la voz intermedios conectados en tándem en la RTPC/RDSI deben ser desactivados por medio de la señalización o evitados por medio de encaminamiento;
- la conmutación accionada por la voz para la protección contra el eco acústico en la MS y la DSI en la RMTP deben estar bajo un control común.

Sin embargo, debe señalarse que en muchos casos no será posible excluir de la conexión los equipos DSI o los teléfonos de altavoz.

A.3.7 Contraste de ruido

Es probable que en todas las llamadas de la RMTP exista un ruido de fondo continuo, independientemente de que los usuarios estén hablando o no. También puede haber uno o varios dispositivos accionados por la voz, dispositivos que cortan efectivamente el circuito cuando no hay señales vocales en el mismo.

Los problemas del contraste del ruido se deben al hecho de que el ruido de fondo se interrumpe cuando se corta el circuito, por lo que el usuario que escucha oye constantemente que el ruido de fondo aparece y desaparece. Esto resulta muy molesto cuando se habla con un usuario de la RMTP que se halla en un vehículo en movimiento, porque el ruido de fondo modulado de esta manera tiene un nivel muy alto. Se ha determinado que en esta situación puede disminuir la inteligibilidad de la palabra.

Las principales fuentes de ruido de fondo son:

- el ruido de fondo acústico captado por el micrófono;
- el ruido del canal en reposo.

Los siguientes elementos de una RMTP pueden causar degradaciones debidas al contraste de ruido:

- el dispositivo de control de eco acústico de la MS;
- la DSI dentro de la RMTP;
- los dispositivos contra el eco eléctrico que protegen al usuario de la RMTP contra el eco que vuelve de la RTPC/RDSI.

Las características del ruido ambiente (espectro y nivel) dependen del entorno en que se utilice la MS. Dado que un micrófono se caracteriza por su sensibilidad y directividad, sólo penetrará en él una parte de dicho ruido.

Un principio general para reducir el contraste de ruido estriba en aumentar al máximo la relación señal/ruido a la entrada del micrófono. Esto puede conseguirse aumentando la directividad, reduciendo la sensibilidad y colocando el micrófono cerca de la boca del hablante. En consecuencia, la realización de la interfaz acústica afectará en gran medida a la gama dinámica del contraste de ruido.

El contraste de ruido puede reducirse también mediante la inserción de ruido nivelador, que ha de utilizarse para el control del eco acústico con el recortador central en la MS y para la conmutación vocal dentro de la RMTP.

Pueden plantearse dos problemas asociados con otros dispositivos de conmutación accionada por la voz (por ejemplo, el eco DSI en la RTPC/RDSI) debido a la introducción de altos niveles de ruido nivelador:

- el alto nivel de ruido nivelador puede interpretarse como una señal vocal;
- el alto nivel de ruido nivelador se detecta como ruido, y puede introducirse hacia el destino otra fuente de ruido nivelador en un nivel diferente y aumentar así el contraste de ruido.

Referencias

- [1] CCITT – Contribución COM XII-4, *Aspectos relacionados con la planificación de la transmisión del servicio vocal del sistema RMTP proyectado por el GSM (Noruega)*, Ginebra, 1989.

Anexo B

Ejemplos de interconexiones

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

La Figura B.1 muestra la configuración de interconexión RMTP RTPC/RDSI. La RMTP interconecta con la RTPC/RDSI por un centro de conmutación de cabecera (GSC, *gateway switching centre*).

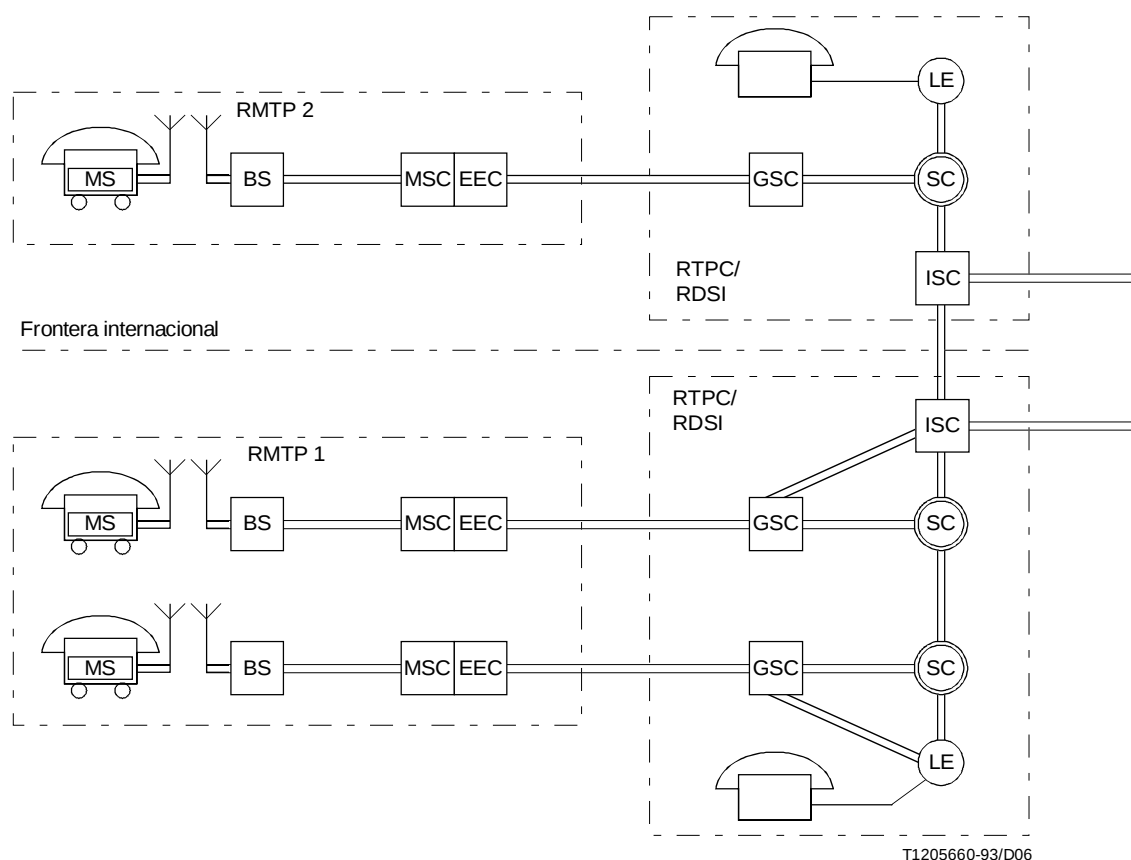


FIGURA B.1/G.173

Configuración de interconexión RMTP RTPC/RDSI

En el caso de conexiones de la RMTP a las RTPC/RDSI o desde éstas, es posible que no pueda lograrse la conformidad completa con otras Recomendaciones si la RTPC/RDSI tiene las siguientes características:

- *Dispositivos de control de eco en la red internacional* – (Si están presentes y no son inhabilitados, estos dispositivos funcionarán en cascada con los compensadores de eco de la RMTP y pueden causar degradación.)
- *Encaminamientos por satélite* – (El retardo inherente en las conexiones cuando se añade al retardo de la RMTP puede originar dificultades de conversación. Es probable que los enlaces dobles por satélite causen dificultades importantes y pueden utilizarse, si es necesario, para dar servicio.)
- *Sistemas de interpolación digital de la palabra* – (Es probable que haya una interacción adversa entre los sistemas DSI en la RMTP.)
- *MICDA* – (La distorsión introducida por MICDA en rutas en las que no se proporciona control de eco de la RTPC/RDSI es probable que reduzca la compensación de eco efectuada por el compensador de eco eléctrico de las RMTP.)
- *Diferencias importantes de las velocidades de reloj en componentes de red digital no sincronizados* – (Es probable que la ondulación de fase y los deslizamientos resultantes degraden el funcionamiento del compensador de eco de la RMTP.)
- *Los encaminamientos FDM analógicos que presentan ondulación de fase* – (Toda ondulación de fase debida a la ausencia de sincronización entre las frecuencias portadoras en los dos sentidos de transmisión es probable que degraden el funcionamiento del compensador de eco de la RMTP.)
- *Conexiones en cascada de fuentes de distorsión de cuantificación* – (El transcodificador vocal de la RMTP es equivalente a 5 unidades de distorsión de cuantificación entre interfaces MIC lineales.)

En algunas conexiones puede no ser factible evitar el empleo de estos recursos sin modificar otras Recomendaciones, pero en muchos casos puede ser posible reducir la probabilidad de su utilización mediante acuerdos entre Administraciones relativos a determinadas conexiones, especialmente si ello se tiene en cuenta en la fase de planificación.

B.1 Conexiones entre MS

La Figura B.2 muestra los diferentes tipos de conexiones entre dos usuarios de la RMTP.

En el primer caso, los MSC están conectados directamente. Desde el punto de vista de la transmisión se recomienda por tanto utilizar la interfaz Y para estas conexiones con el fin de evitar la compensación del eco eléctrico.

Si los usuarios de la RMTP están conectados por la RTPC/RDSI, los dos compensadores de eco eléctrico deben inhabilitarse de modo que no se reduzca la calidad de la transmisión.

Para usuarios de la RMTP en diferentes países, es válida la tercera conexión por la RTPC/RDSI. Si hay dispositivos de control de eco en la parte internacional, deben inhabilitarse también junto con los dos compensadores de eco eléctrico dentro de la RMTP.

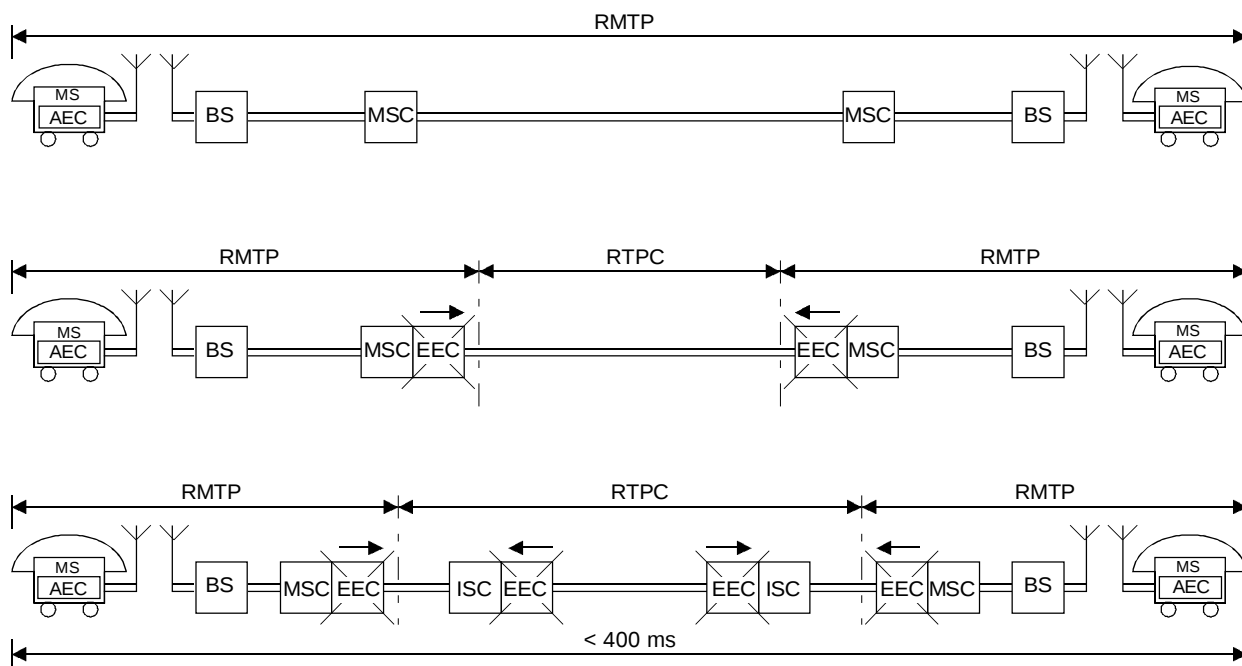
B.2 Conexiones de la RTPM a la RTPC/RDSI

La Figura B.3 muestra los diferentes tipos de conexiones entre usuarios de la RMTP y usuarios de la RTPC/RDSI.

Para las conexiones de la RMTP a la RTPC/RDSI hay que considerar dos casos diferentes: con control de eco y sin control de eco en la RTPC/RDSI (véase también la Figura A.4). En el caso de un encaminamiento largo en la RMTP, los MSC deben conectarse directamente mediante la interfaz Y.

B.3 Conexiones de la RTPC/RDSI a la RMTP

Las Figuras B.4 y B.5 muestran los diferentes tipos de conexiones entre usuarios de la RTPC/RDSI y usuarios de la RMTP.



T1204630-92/d07

- ✗ Este dispositivo de control de eco debe ser inhabilitado a menos que pueda funcionar en una configuración en cascada con una degradación de la calidad despreciable en cuanto al eco
- El sentido de las flechas indica el bucle de eco

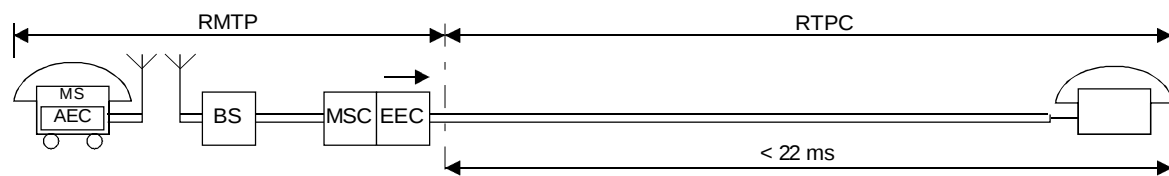
FIGURA B.2/G.173
Conexiones entre usuarios de la RMTP

Para conexiones de la RTPC/RDSI a la RMTP hay que considerar dos casos diferentes: con control de eco y sin control de eco en la RTPC/RDSI (véase también la Figura A.4). En el caso de encaminamiento largo en la RTPC, los MSC deben conectarse directamente por la interfaz Y.

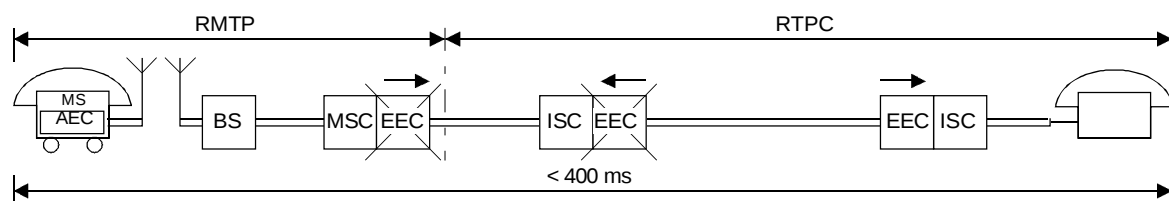
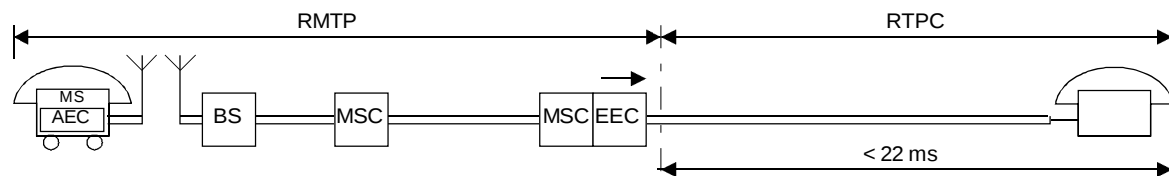
La Figura B.5 muestra conexiones con reencaminamiento cuando el tiempo de propagación global del trayecto de comunicación se ha ampliado más allá de los límites previstos en la planificación de la transmisión.

Es probable que los reencaminamientos causen una degradación importante de la calidad de la conexión y pueden plantear grandes dificultades, particularmente cuando la conexión contiene varios equipos que causan degradaciones diferentes.

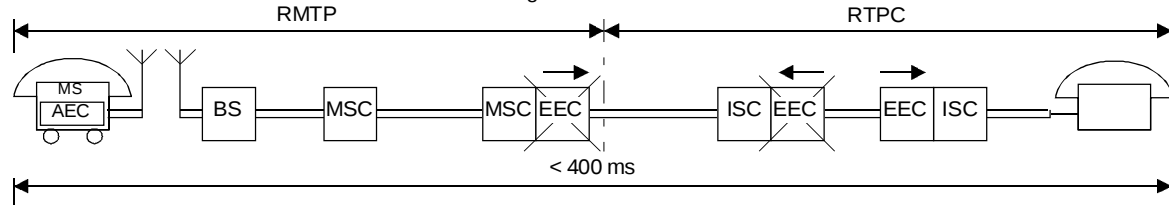
Estas conexiones deben evitarse en la planificación de la red, y si ello no es posible, deben utilizarse las facilidades del sistema de señalización N.º 7 para controlar el encaminamiento del establecimiento de la llamada con el fin de minimizar los efectos.



Llamada de la RMTP a la RTPC con encaminamiento largo en la RMTP



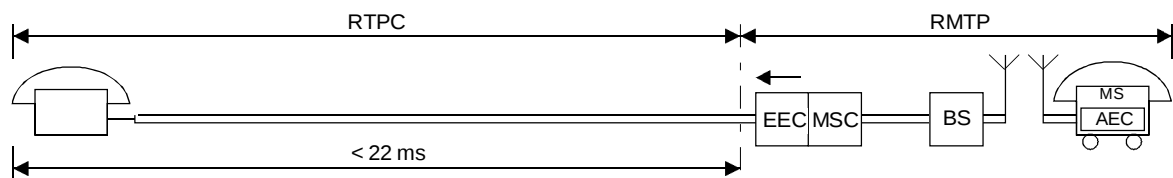
Llamada de la RMTP a la RTPC con encaminamiento largo en la RMTP



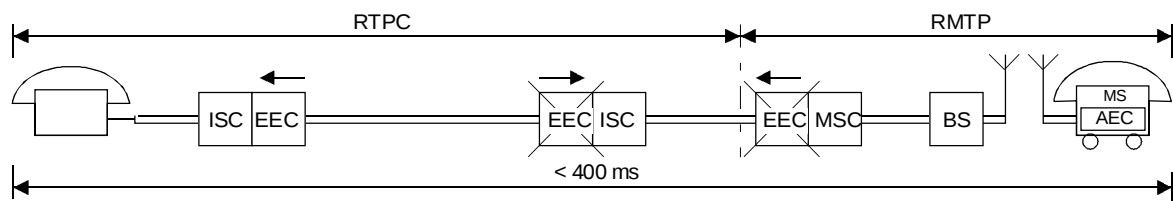
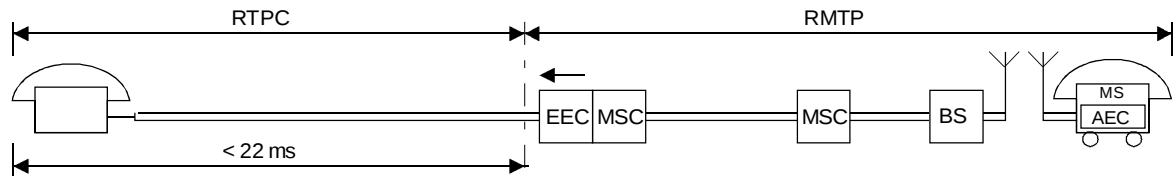
T1204640-92/d08

- ✕ Este dispositivo de control de eco debe ser inhabilitado a menos que pueda funcionar en una configuración en cascada con una degradación de la calidad despreciable en cuanto al eco
- El sentido de las flechas indica el bucle de eco

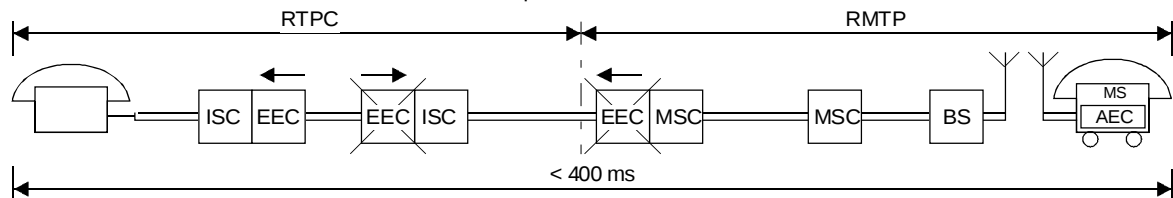
FIGURA B.3/G.173
Conexiones entre usuarios de la RMTP y usuarios de la RTPC/RDSI



Llamada de la RTPC a la RMTP con reencaminamiento por la RMTP



Llamada de la RTPC a la RMTP con reencaminamiento por la RMTP



T1205670-93/d09



Este dispositivo de control de eco debe ser inhabilitado a menos que pueda funcionar en una configuración en cascada con una degradación de la calidad despreciable en cuanto al eco



El sentido de las flechas indica el bucle de eco

FIGURA B.4/G.173

Conexiones entre usuarios de la RTPC/RDSI y usuarios de la RMTP

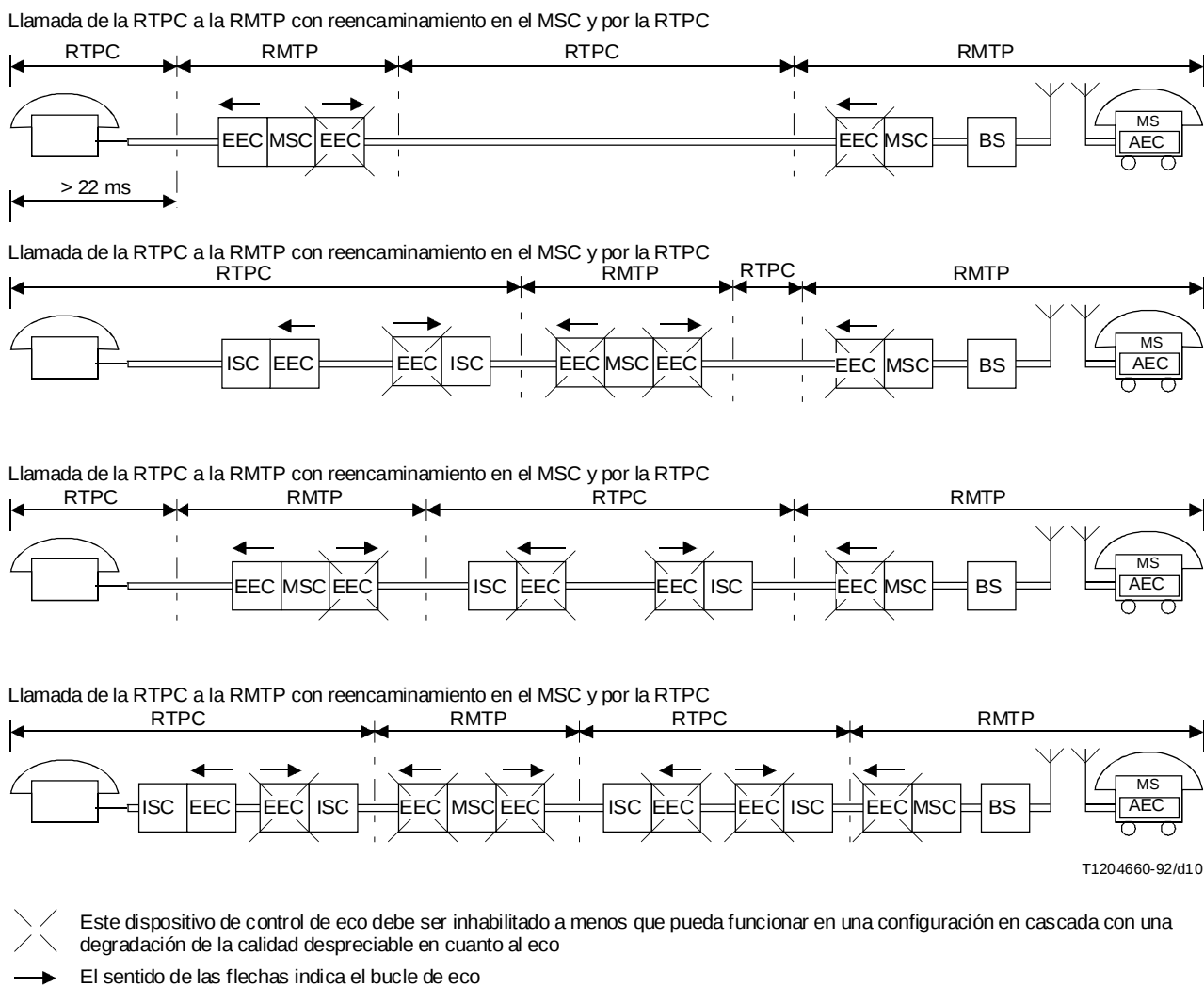


FIGURA B.5/G.173

**Conexiones entre usuarios de la RTPC/RDSI
y usuarios de la RMTP mediante reencaminamiento**