This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) نتاج تصوير بالمسح الضوئي أجراه قسم المكتبة والمحفوظات في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) نقلاً من وثيقة ورقية أصلية ضمن الوثائق المتوفرة في قسم المكتبة والمحفوظات.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

LIBRO AMARILLO

TOMO III – FASCÍCULO III.1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES

RECOMENDACIONES G.101 A G.171

VII ASAMBLEA PLENARIA
GINEBRA, 10–21 DE NOVIEMBRE DE 1980

Ginebra 1981

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

BIBLIOTHÈQUE DE L'UIT GENÈVE

LIBRO AMARILLO

TOMO III - FASCÍCULO III.1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES

RECOMENDACIONES G.101 A G.171

VII ASAMBLEA PLENARIA
GINEBRA, 10–21 DE NOVIEMBRE DE 1980

Ginebra 1981

ISBN 92-61-00963-8

© U.I.T.

CONTENIDO DEL LIBRO DEL CCITT
EN VIGOR DESPUÉS DE LA SÉPTIMA ASAMBLEA PLENARIA (1980)

LIBRO AMARILLO

Tomo I – Actas e Informes de la Asamblea Plenaria.

Resoluciones y Ruegos.

Recomendaciones sobre:
- la organización de los trabajos del CCITT (serie A);
- los medios de expresión (serie B);
- las estadísticas generales de las telecomunicaciones (serie C).

Lista de las Comisiones de Estudio y de las Cuestiones en estudio.

Tomo II

FASCÍCULO II.1 – Principios generales de tarificación – Tasación y contabilidad en los servicios internacionales de telecomunicaciones. Recomendaciones de la serie D (Comisión III).

FASCÍCULO II.2 – Servicio telefónico internacional – Explotación. Recomendaciones E.100 a E.323 (Comisión II).

FASCÍCULO II.3 – Servicio telefónico internacional – Gestión de la red, ingeniería de tráfico. Recomendaciones E.401 a E.543 (Comisión II).

FASCÍCULO II.4 – Explotación y tarificación de los servicios de telegrafía y «de telemática».[1] Recomendaciones de la serie F (Comisión I).

Tomo III

FASCÍCULO III.1 – Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones G.101 a G.171 (Comisiones XV, XVI, CMBD).

FASCÍCULO III.2 – Sistemas internacionales analógicos de portadoras. Características de los medios de transmisión. Recomendaciones G.211 a G.651 (Comisiones XV, CMBD).

FASCÍCULO III.3 – Redes digitales – Sistemas de transmisión y equipos de multiplexación. Recomendaciones G.701 a G.941 (Comisión XVIII).

FASCÍCULO III.4 – Transmisión en línea de señales no telefónicas – Transmisión de señales radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de las series H y J (Comisión XV).

Tomo IV

FASCÍCULO IV.1 – Mantenimiento; consideraciones generales, sistemas internacionales de portadoras, circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones M.10 a M.761 (Comisión IV).

FASCÍCULO IV.2 – Mantenimiento de circuitos internacionales de telegrafía armónica y de facsímil y de circuitos internacionales arrendados. Recomendaciones M.800 a M.1235 (Comisión IV).

FASCÍCULO IV.3 – Mantenimiento de circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de la serie N (Comisión IV).

FASCÍCULO IV.4 – Especificaciones de los aparatos de medida. Recomendaciones de la serie O (Comisión IV).

---

[1] El término «servicios de telemática» se utiliza provisionalmente.

Tomo V – Calidad de transmisión telefónica. Recomendaciones de la serie P (Comisión XII).

Tomo VI

FASCÍCULO VI.1 – Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas – Interfaz con el servicio marítimo. Recomendaciones Q.1 a Q.118 *bis* (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.2 – Especificaciones de los sistemas de señalización N.os 4 y 5. Recomendaciones Q.120 a Q.180 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.3 – Especificaciones del sistema de señalización N.° 6. Recomendaciones Q.251 a Q.300 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.4 – Especificaciones de los sistemas de señalización R1 y R2. Recomendaciones Q.310 a Q.490 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.5 – Centrales digitales de tránsito para aplicaciones nacionales e internacionales – Interfuncionamiento de los sistemas de señalización. Recomendaciones Q.501 a Q.685 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.6 – Especificaciones del sistema de señalización N.° 7. Recomendaciones Q.701 a Q.741 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.7 – Lenguaje de especificación y de descripción funcionales (LED) – Lenguaje hombre-máquina (LHM). Recomendaciones Z.101 a Z.104 y Z.311 a Z.341 (Comisión XI).

FASCÍCULO VI.8 – Lenguaje de alto nivel del CCITT (CHILL). Recomendación Z.200 (Comisión XI).

Tomo VII

FASCÍCULO VII.1 – Transmisión y conmutación telegráficas. Recomendaciones de las series R y U (Comisión IX).

FASCÍCULO VII.2 – Equipos terminales para los servicios de telegrafía y «de telemática».[1] Recomendaciones de las series S y T (Comisión VIII).

Tomo VIII

FASCÍCULO VIII.1 – Transmisión de datos por la red telefónica. Recomendaciones de la serie V (Comisión XVII).

FASCÍCULO VIII.2 – Redes de comunicación de datos; servicios y facilidades, equipos terminales e interfaces. Recomendaciones X.1 a X.29 (Comisión VII).

FASCÍCULO VIII.3 – Redes de comunicación de datos; transmisión, señalización y conmutación, aspectos de red, mantenimiento, disposiciones administrativas. Recomendaciones X.40 a X.180 (Comisión VII).

Tomo IX – Protección contra las perturbaciones. Recomendaciones de la serie K (Comisión V). Protección de las cubiertas de cable y de los postes. Recomendaciones de la serie L (Comisión VI).

Tomo X

FASCÍCULO X.1 – Términos y Definiciones.

FASCÍCULO X.2 – Índice del Libro Amarillo.

---

[1] El término «servicio de telemática» se utiliza provisionalmente.

ÍNDICE DEL FASCÍCULO III.1 DEL LIBRO AMARILLO

Parte I – Recomendaciones G.101 a G.171

Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales

Rec. N.º		Página
SECCIÓN 1 –	*Características generales de las conexiones telefónicas internacionales y de los circuitos telefónicos internacionales*	
1.0	**Consideraciones generales**	
G.101	Plan de transmisión	3
G.102	Objetivos de calidad de transmisión y recomendaciones	17
G.103	Conexiones ficticias de referencia	20
G.104	Conexiones ficticias de referencia (red digital)	28
G.105	Conexión ficticia de referencia para los estudios de la diafonía	30
G.106	Conceptos, términos y definiciones relativos a los estudios sobre disponibilidad y fiabilidad	35
1.1	**Recomendaciones generales sobre calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa**	
G.111	Equivalentes de referencia corregidos (ERC) en una conexión internacional	55
G.113	Degradaciones de transmisión	64
G.114	Tiempo medio de propagación en un sentido	70
G.117	Aspectos de la simetría con relación a tierra que influyen en la transmisión	73
1.2	**Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales**	
G.120	Características de transmisión de las redes nacionales	88
G.121	Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales	90
G.122	Influencia de las redes nacionales en las atenuaciones para la estabilidad y el eco en los sistemas nacionales	102
G.123	Ruidos de circuito en las redes nacionales	112
G.125	Características de los circuitos nacionales establecidos en sistemas de portadoras	116

1.3 Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos telefónicos internacionales y por los circuitos nacionales de prolongación

G.131 Estabilidad y ecos 116
G.132 Distorsión de atenuación 125
G.133 Distorsión por retardo de grupo 126
G.134 Diafonía lineal 127
G.135 Error en la frecuencia restituida 128

1.4 Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales; tránsito internacional

G.141 Atenuaciones, niveles relativos y distorsión de atenuación 129
G.142 Características de transmisión de las centrales 130
G.143 Ruido de circuito y utilización de compansores (compresores-expansores) 134

1.5 Características de los circuitos telefónicos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación

G.151 Objetivos generales de calidad de funcionamiento aplicables a todos los circuitos modernos internacionales y nacionales de prolongación 137
G.152 Características particulares de los circuitos de larga distancia de longitud no superior a 2500 km 142
G.153 Características particulares de los circuitos internacionales de longitud superior a 2500 km 143

1.6 Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de gran longitud

G.161 Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación 145
G.162 Características de los compansores (compresores-expansores) para la telefonía 146
G.163 Sistemas de concentración de comunicaciones 152
G.164 Supresores de eco 154
G.165 Compensadores de eco 182
G.171 Características de transmisión de circuitos arrendados que forman parte de una red telefónica privada 193

Parte II – Suplementos a la Sección 1 de las Recomendaciones de la serie G

Suplemento N.º 2 Eco para el abonado que habla en las conexiones internacionales 203

Suplemento N.º 20 Posibles combinaciones de degradaciones básicas de transmisión en las conexiones ficticias de referencia 206

Suplemento N.º 21 Utilización de unidades de distorsión de cuantificación en la planificación de conexiones internacionales (contribución de Bell-Northern Research) 209

OBSERVACIONES

1 Las cuestiones asignadas a cada Comisión de Estudio para el periodo de estudios 1981-1984 figuran en la Contribución N.º 1 de dicha Comisión.

2 A continuación del título de las Recomendaciones o de los Suplementos, se indica si se trata de nuevos textos aprobados por la Asamblea Plenaria de Ginebra (1980) o de textos modificados. Los textos que no llevan indicación alguna datan por lo menos de la Asamblea Plenaria de Nueva Delhi (1960), en la que se dividió el Tomo III en Recomendaciones numeradas, pero algunos de ellos pueden ser aún más antiguos.

3 *Unidades*

Las abreviaturas siguientes, utilizadas especialmente en diagramas y cuadros, tienen siempre el sentido preciso que a continuación se indica:

dBm nivel absoluto de potencia expresado en decibelios;

dBm0 nivel absoluto de potencia expresado en decibelios, referido al punto de nivel relativo cero;

dBr nivel relativo de potencia expresado en decibelios;

dBm0p nivel absoluto de potencia sofométrica expresado en decibelios referido al punto de nivel relativo cero.

NOTA DEL CCITT

En este fascículo, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación de telecomunicaciones reconocida.

PARTE I

Recomendaciones G.101 a G.171

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CONEXIONES TELEFÓNICAS INTERNACIONALES Y DE LOS CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES

1.0 Consideraciones generales

Recomendación G.101

PLAN DE TRANSMISIÓN [1]

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

1 **Principios** (antigua parte A)

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

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

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

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

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

2 **Definición de las partes constitutivas de una conexión** (antigua parte B)

2.1 *Cadena internacional y sistemas nacionales*

Una **conexión telefónica internacional** completa se compone de tres partes (véase la figura 1/G.101):

- Una *cadena internacional* compuesta de uno o más circuitos internacionales a cuatro hilos. Estos circuitos están conectados entre sí a cuatro hilos en los centros de tránsito internacionales, y están asimismo conectados a cuatro hilos a los sistemas nacionales en los centros internacionales.
- Dos *sistemas nacionales*, uno en cada extremo. Estos sistemas pueden comprender uno o más circuitos interurbanos nacionales a cuatro hilos, conectados entre sí a cuatro hilos, así como circuitos conectados a dos hilos hasta las centrales locales y los abonados.

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

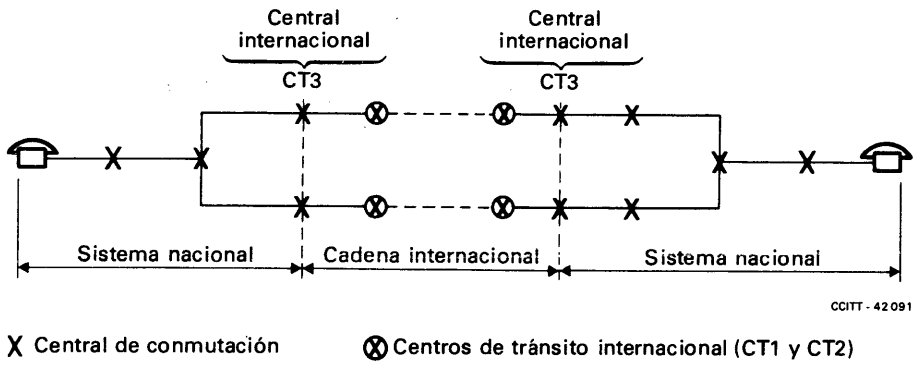


FIGURA 1/G.101
Definición de las partes constitutivas de una conexión internacional

Un circuito a cuatro hilos se define por sus **extremos virtuales analógicos** en un centro de tránsito internacional o en una central internacional. Son puntos teóricos con niveles relativos especificados (véanse la figura 2/G.101, y, para más detalles, el § 5 de esta Recomendación).

La diferencia entre los niveles relativos nominales a la frecuencia de referencia en la transmisión y en la recepción es, por definición, *la atenuación nominal entre extremos virtuales analógicos* del circuito a cuatro hilos.

En una central internacional, los extremos virtuales analógicos del circuito internacional determinan la separación entre la cadena internacional y el sistema nacional.

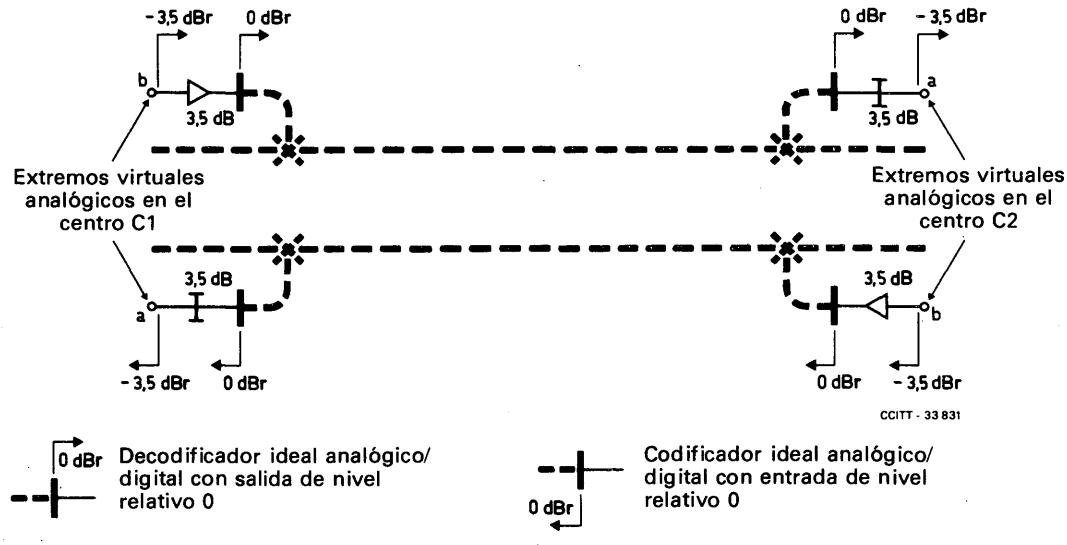
Los extremos virtuales analógicos de un circuito pueden diferir de los puntos en que el circuito termina físicamente en un equipo de conmutación. Estos últimos puntos se llaman *terminales del circuito;* su posición exacta la determina en cada caso la Administración interesada.

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

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

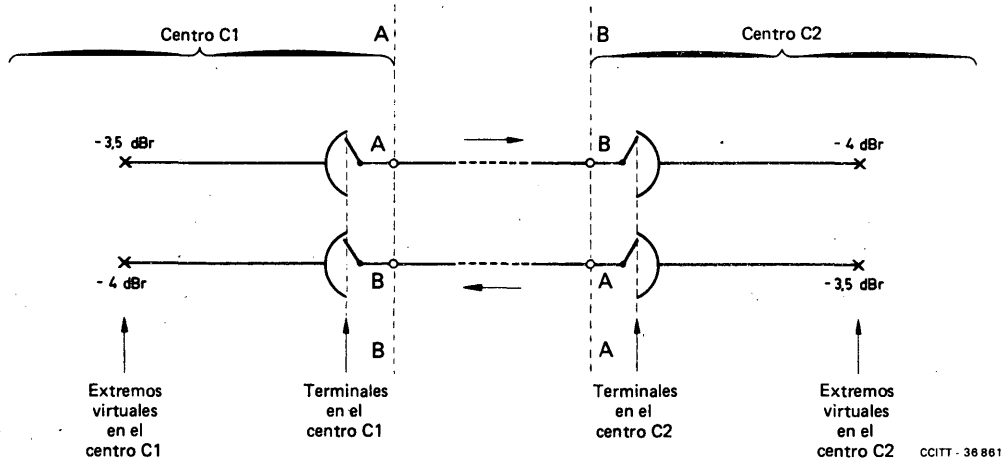
En un país de gran extensión, puede introducirse en la cadena a cuatro hilos un cuarto y, eventualmente, un quinto circuito nacional, a condición de que tenga el valor de atenuación nominal y las características recomendadas para los circuitos internacionales utilizados en una cadena a cuatro hilos (véanse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

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



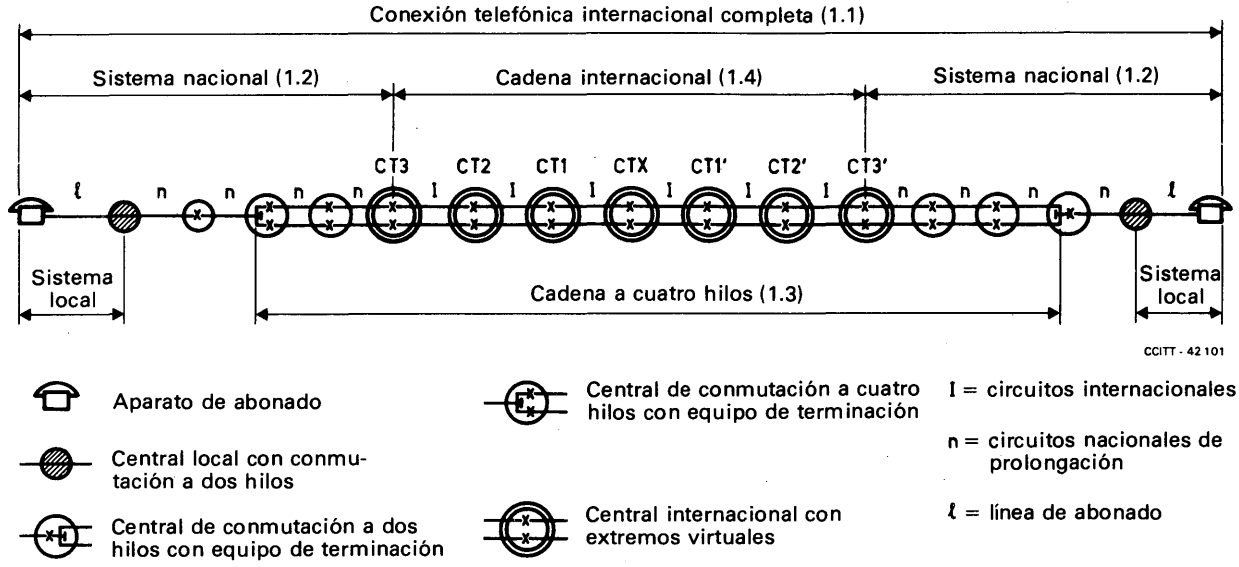
Observación – Se supone que la relación entre las señales analógicas y digitales (y vice versa) en los codificadores y decodificadores ideales se ajusta exactamente a los cuadros de la Recomendación G.711 [2] que definen las leyes de codificación A y μ.

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



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

FIGURA 2/G.101
Definiciones relativas a los circuitos internacionales



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

FIGURA 3/G.101
Conexión internacional ilustrativa de la terminología adoptada

3 **Número de circuitos en una conexión** (antigua parte C)

3.1 *Circuitos nacionales*

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

En la mayor parte de las redes nacionales modernas, los cuatro circuitos comprenderán muy probablemente tres circuitos a cuatro hilos con amplificación (normalmente establecidos en sistemas de portadoras) y un circuito a dos hilos, probablemente sin amplificación. No obstante, en ciertos casos se alcanzarán las centrales locales por medio de cuatro circuitos pudiendo ser todos ellos circuitos a cuatro hilos.

La conexión internacional representativa máxima prevista por el CCITT para los estudios de calidad de transmisión (véanse las figuras 3/G.101 y 1/G.103), comprende, pues, ocho circuitos nacionales además de los circuitos internacionales. La distorsión acumulada de estos ocho circuitos será probablemente elevada y próxima al valor máximo admisible. En consecuencia, los circuitos internacionales no deben causar una reducción mayor de la calidad; se ha tenido en cuenta este principio al redactar las Recomendaciones relativas a estos circuitos.

3.2 *Circuitos internacionales*

La puesta en vigor del plan de encaminamiento del tráfico internacional semiautomático y automático (Recomendación Q.13 [3]) presupone la aplicación del plan de transmisión. En este plan de encaminamiento, el CCITT ha definido tres clases de centros internacionales, denominados CT1, CT2 y CT3, y para satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de la red, ha tomado medidas para limitar el número de circuitos internacionales a cinco o, excepcionalmente, a seis o siete. Los CT3 aseguran la conexión entre los circuitos nacionales y los internacionales, y los CT1 y CT2 la de los circuitos internacionales entre sí. En ciertas conexiones puede haber entre los CT1 un centro de tránsito internacional CTX, como se indica en la figura 3/G.101. Además, en ciertos encaminamientos excepcionales interviene un séptimo circuito internacional.

3.3 *Conexiones ficticias de referencia*

Véanse las Recomendaciones G.103 y G.104.

3.4 En los cuadros 1/G.101, 2/G.101 y 3/G.101 se indican las frecuencias relativas y acumuladas, expresadas como porcentaje, del número de circuitos que es probable encontrar en una conexión internacional, teniendo en cuenta la ponderación del tráfico.

CUADRO 1/G.101

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

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

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

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

CUADRO 2/G.101

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

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

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

CUADRO 3/G.101

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

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

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

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

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

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

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

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

4 Incorporación de procesos digitales no integrados

4.1 *Consideraciones generales*

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

La figura 4/G.101 tiene por objeto ilustrar la forma en que pueden tener lugar, en la red internacional, procesos analógico/digitales MIC no integrados; se representa una posible etapa en el desarrollo de una red nacional, en la evolución desde una fase totalmente analógica a una fase totalmente digital. Como se indica, podrían surgir en el país subredes en las cuales los sistemas de transmisión y las centrales telefónicas fueran totalmente digitales y estuviesen completamente integrados. Estas subredes (denominadas por algunos «células digitales») requerirán procesos de conversión analógico/digital para su interconexión con el resto de la red. Además, en algunos países pueden proporcionarse algunos enlaces y circuitos interurbanos de enlace mediante sistemas MIC de 7 bits que darán servicio a centrales analógicas. A la inversa, algunas centrales digitales pueden tener que conmutar circuitos analógicos. Se ha previsto también la utilización de cuadros de conmutación manual, centrales privadas conectadas a la red pública (PBX) y sistemas múltiplex de abonado que empleen técnicas digitales MIC. Naturalmente, cualquiera de los circuitos a que se hace referencia como MIC de 7 bits pudiera ser un circuito analógico, o MIC de 8 bits; el caso ilustrado es uno de los más desfavorables.

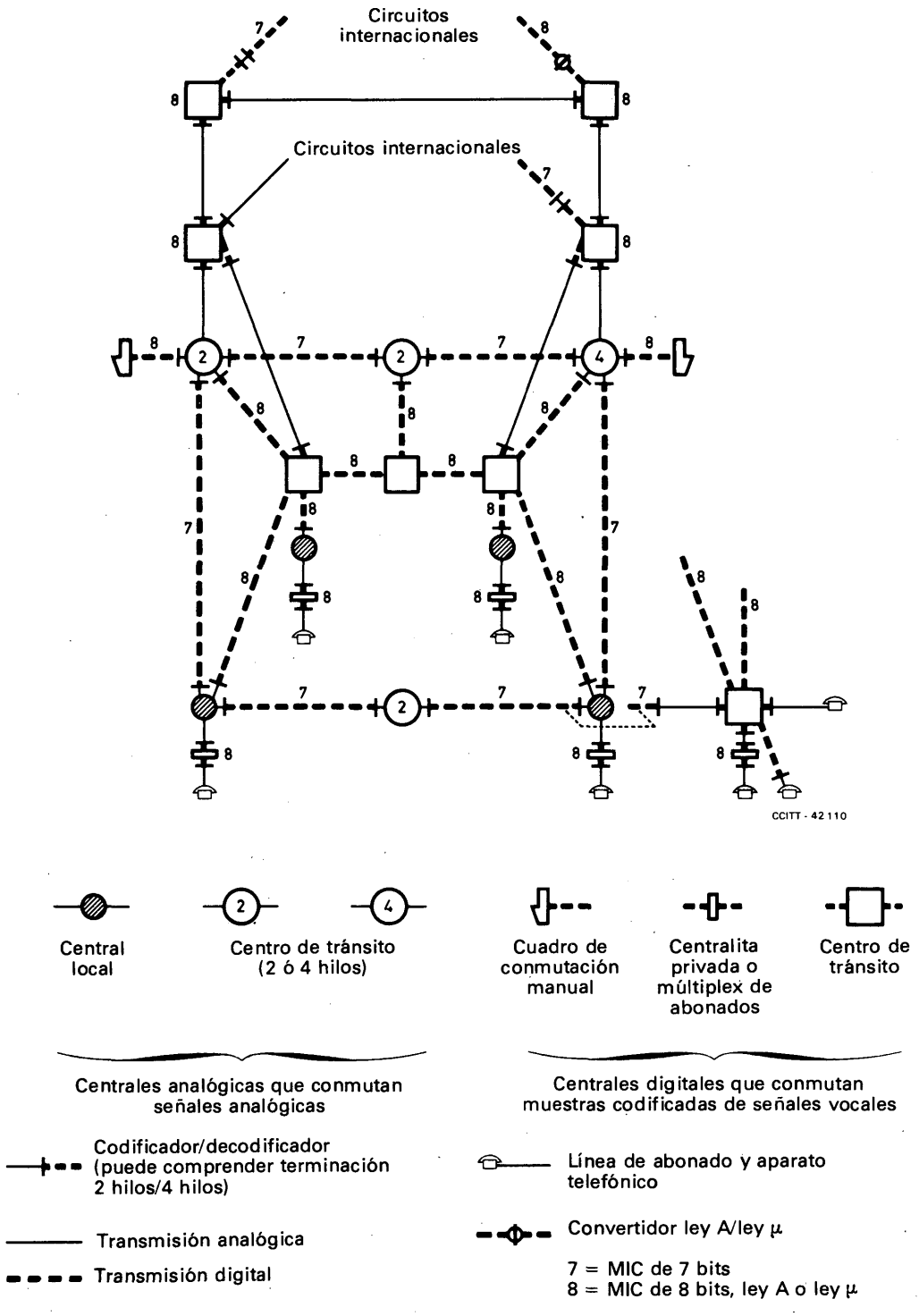


FIGURA 4/G.101

Posible fase intermedia en el desarrollo de una red nacional

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

En vista de lo expresado, las conexiones telefónicas internacionales pueden comprender, durante cierto tiempo, un enlace interurbano MIC de 7 bits o, excepcionalmente, dos circuitos MIC de 7 bits. Además, podrá incluir circuitos internacionales por satélite que empleen la codificación MIC de 7 bits así como procesos de conversión ley A/ley μ y atenuadores digitales.

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

4.2 *Tipos de circuitos telefónicos*

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

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

El circuito de tipo 1 de la figura 5b)/G.101 representa el caso en que se utiliza la transmisión digital a lo largo de todo el circuito y la conmutación digital en ambos extremos. Estos circuitos pueden explotarse generalmente con una pérdida de transmisión nominal de 0 dB, como se indica, por permitirlo así sus propiedades de transmisión (a saber, variaciones relativamente pequeñas de la pérdida en función del tiempo).

El circuito de tipo 2 de la figura 5/G.101 representa el caso en que el trayecto de transmisión está establecido por un canal de transmisión digital en cascada con un canal de transmisión analógica. Se utiliza la conmutación digital en el extremo digital y la conmutación analógica en el extremo analógico.

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

El circuito de tipo 3 de la figura 5c)/G.101 representa el caso en que el trayecto de transmisión se establece mediante una configuración en cascada constituida por los canales digital/analógico/digital representados. Se supone la utilización de la conmutación digital en ambos extremos.

El circuito de tipo 4 de la figura 5d)/G.101 ilustra el caso que el trayecto de transmisión está establecido por una configuración en cascada constituida por los canales analógico/digital/analógico representados. Se supone la utilización de la conmutación analógica en ambos extremos.

El circuito de tipo 5 de la figura 5e)/G.101 ilustra el caso en que se utiliza la transmisión analógica a lo largo de todo el circuito y la conmutación analógica en ambos extremos.

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

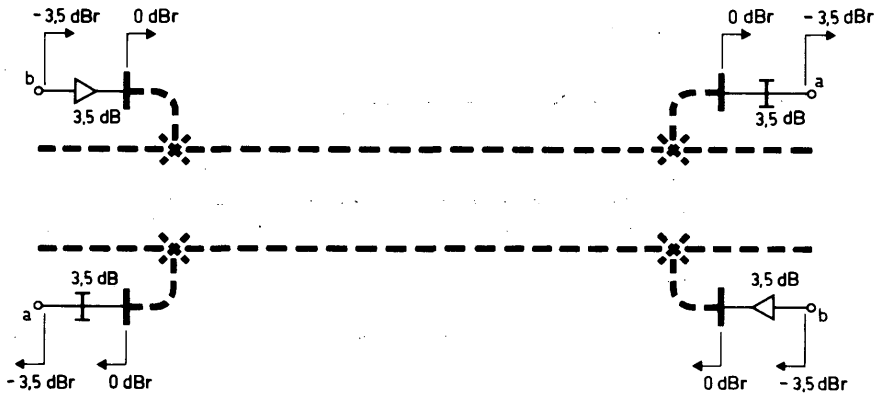
Nota – Observaciones generales sobre la distribución de atenuaciones en circuitos mixtos analógicos/digitales

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

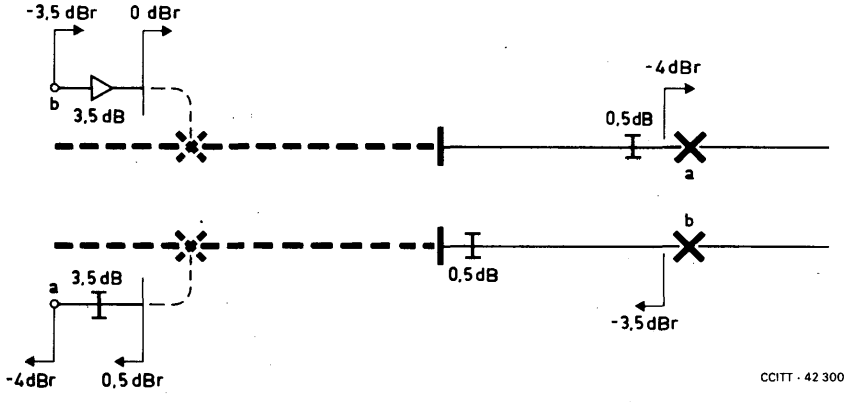
La pequeña cantidad de asimetría que se produce en la parte internacional de la conexión será aceptable si se tiene en cuenta el escaso número de circuitos internacionales que forman parte de la mayoría de las conexiones reales.

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

En algunos casos pueden utilizarse transmultiplexores; en tales circunstancias, los circuitos pudieran no estar disponibles en audiofrecuencia en el punto señalado con un símbolo de atenuador en la figura 5/G.101. Cuando las posibles variaciones de las partes analógicas exijan una atenuación adicional, las Administraciones deberán decidir bilateralmente la manera precisa de introducirla en los circuitos.

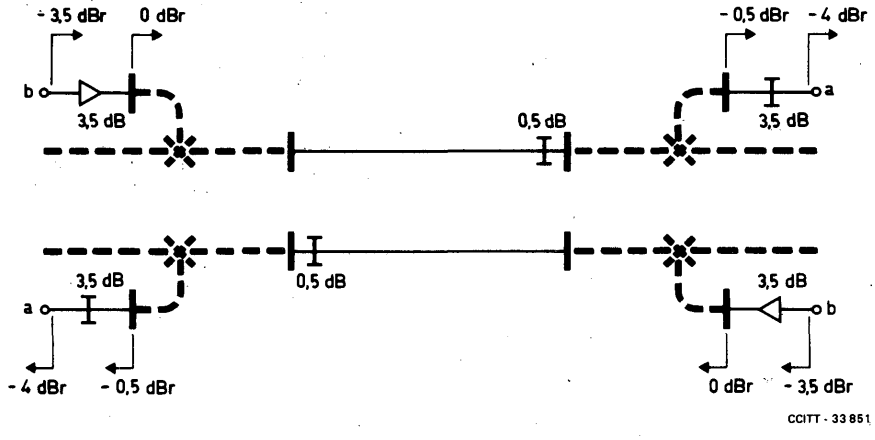


a) *Circuito de tipo 1 – Circuito totalmente digital con conmutación digital en ambos extremos*



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

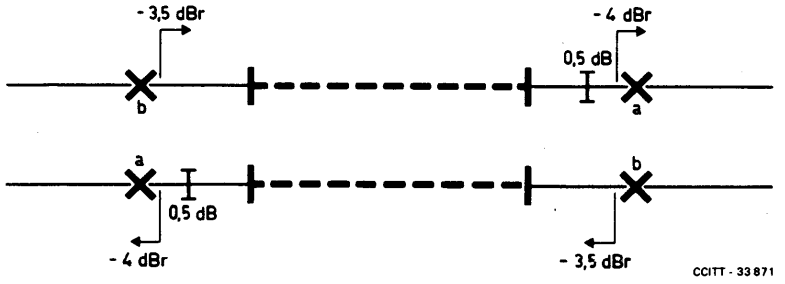
b) *Circuito de tipo 2 – Circuito digital/analógico con conmutación digital en un extremo y conmutación analógica en el otro extremo*



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

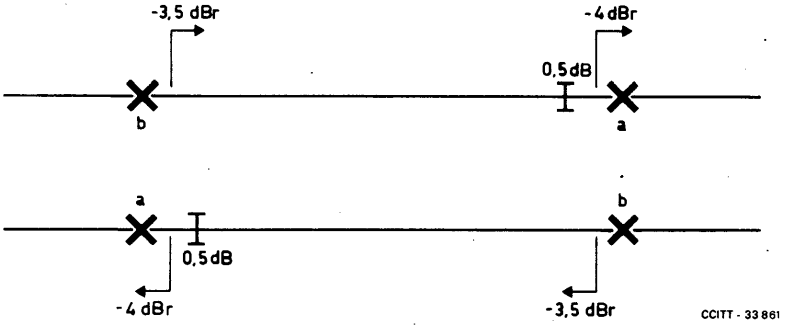
c) *Circuito de tipo 3 – Circuito digital/analógico/digital con conmutación digital en ambos extremos*

FIGURA 5/G.101
Tipos de circuitos internacionales

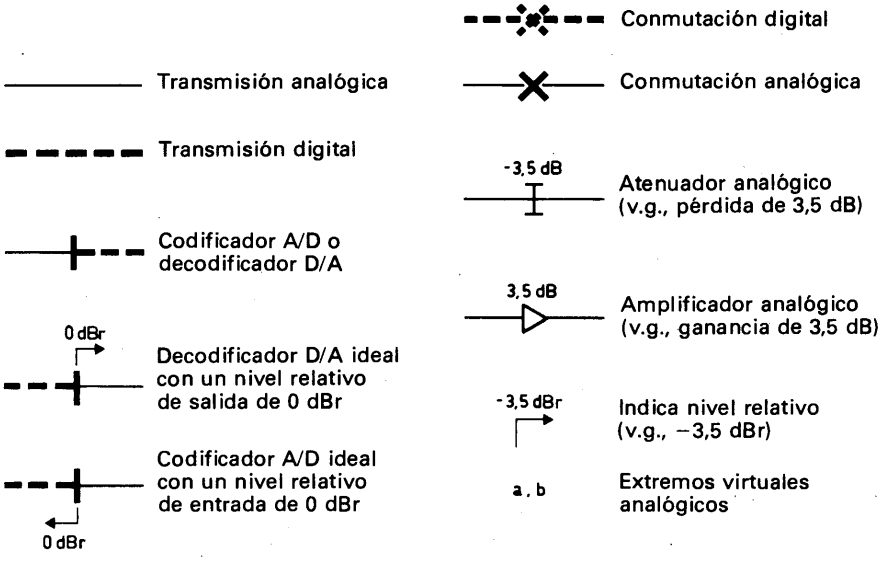


Observación – Se requieren atenuadores si las secciones analógicas de circuito introducen una distorsión de atenuación apreciable o una variación apreciable en función del tiempo.

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



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



Observación – Un símbolo de atenuador no quiere decir que se deba insertar un atenuador real. Se trata de una representación convencional, usual entre los ingenieros que se ocupan de la planificación de la transmisión.

FIGURA 5/G.101 (fin)
Tipos de circuitos internacionales

4.3 *Número de procesos digitales MIC no integrados*

Restricciones debidas a degradaciones de la transmisión

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

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

4.4 *Transmisión de datos analógicos y digitales*

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

4.5 *Principio general*

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

5 Convenios y definiciones

5.1 *Extremos virtuales analógicos*

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

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

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

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

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

- transmisión: −3,5 dBr;
- recepción: −4,0 dBr, para circuitos analógicos;
  −3,5 dBr para circuitos digitales.

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

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

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

Observación 3 – Si un circuito analógico a cuatro hilos que forme parte de la cadena a cuatro hilos presenta un tiempo de propagación y una variación de atenuación en función del tiempo despreciables, se le puede ajustar en una atenuación nominal de cero decibelios entre extremos virtuales analógicos. Esta excepción se aplica en particular a los circuitos a cuatro hilos entre centros de conmutación, por ejemplo, entre un CT3 y un CT2 situados en la misma ciudad.

5.3 *Definiciones*

5.3.1 **punto de referencia para la transmisión**

E: transmission reference point

F: point de référence pour la transmission

Punto ficticio que sirve de punto de nivel relativo cero en el cálculo de los niveles relativos nominales. En dichos puntos de un circuito telefónico se aplicará el nivel de potencia media nominal (−15 dBm) especificado en la Recomendación citada en [4] cuando deba comprobarse si el sistema de transmisión cumple los objetivos de ruido especificados en la Recomendación G.222 [5].

Observación – En ciertos sistemas, por ejemplo, sistemas de cable submarino (Recomendación G.371 [6]), se aplican otros valores.

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

En el equipo múltiplex por división de frecuencia (MDF), un punto ficticio de nivel relativo cero plano (es decir, cuando todos los canales tienen el mismo nivel relativo) se define como el punto en que la señal múltiplex, en lo que respecta al efecto de intermodulación, puede representarse por una señal de ruido aleatorio de espectro uniforme con el nivel de potencia media definido en la Recomendación citada en [7]. El nivel de potencia media nominal en cada canal telefónico es de −15 dBm, como se define en la Recomendación citada en [4].

5.3.2 **nivel relativo (de potencia)**

E: relative power level

F: niveau relatif de puissance

5.3.2.1 El *nivel relativo nominal* en un punto de un sistema de transmisión caracteriza la capacidad de tratamiento de potencia de señal en ese punto con respecto al nivel de potencia convencional en el punto de nivel relativo cero.

Por ejemplo, si en un punto determinado la capacidad de tratamiento de potencia media por canal telefónico corresponde a un nivel absoluto de potencia de S dBm, el nivel relativo correspondiente a este punto es $(S + 15)$ dBr. En particular, en un punto de nivel relativo cero, el nivel de potencia media convencional con respecto a un canal telefónico es de −15 dBm.

Observación – Los niveles relativos nominales en determinados puntos de un sistema de transmisión (por ejemplo, a la entrada o salida de los repartidores o de equipos como los moduladores de canal) se fijan normalmente por convenio entre el fabricante y el usuario.

Las Recomendaciones del CCITT están redactadas de modo que el nivel absoluto de potencia de cualquier señal de prueba, aplicada a la entrada de un sistema de transmisión para comprobar si cumple esas Recomendaciones, quede claramente determinado tan pronto como se fije el nivel relativo nominal en dicho punto.

5.3.2.2 El *nivel relativo real* en un punto de un circuito viene dado por la expresión $10 \log_{10} (P/P_0)$ dBr, donde P representa la potencia de una señal de prueba sinusoidal en el punto considerado y P_0 la potencia de dicha señal en el punto de referencia para la transmisión. Esta magnitud es independiente del valor de P_0, por ser una diferencia de niveles que indica una ganancia del circuito.

Observación – Cuando se establece un sistema de transmisión, los equipos deben disponerse de forma que se asegure la compatibilidad entre los niveles relativos nominal y real impuestos por cada uno de los equipos. El diagrama que muestra los niveles relativos de un circuito establecido dentro de un sistema lo determinan por tanto los equipos empleados en el mismo.

5.3.2.3 La relación entre el punto de 0 dBr y el nivel de $T_{máx}$ en los procesos de codificación/decodificación MIC normalizados por el CCITT se establece en la Recomendación G.711 [2]. La figura 6/G.101 ilustra el principio de la determinación del nivel relativo en puntos analógicos de entrada y de salida de un codec «real». En particular, si el equivalente de referencia mínimo nominal en emisión de los sistemas locales con relación a un punto de 0 dBr de un codificador MIC no es menor que 2,5 dB y el valor de $T_{máx}$ del proceso se fija en +3 dBm0 (más exactamente, 3,14 dBm0 para la ley A y 3,17 para la ley μ), según el § 3 de la Recomendación G.121, la potencia vocal de cresta estará adecuadamente controlada.

Cuando la carga de señal se controla en la forma descrita, los puntos de 0 dBr de los circuitos MDF y MIC pueden conectarse directamente y cada uno respetará los criterios de diseño del otro, lo que reviste particular importancia cuando se conectan, mediante transmultiplexores, codecs o modems, puntos pertenecientes a dos jerarquías múltiplex diferentes.

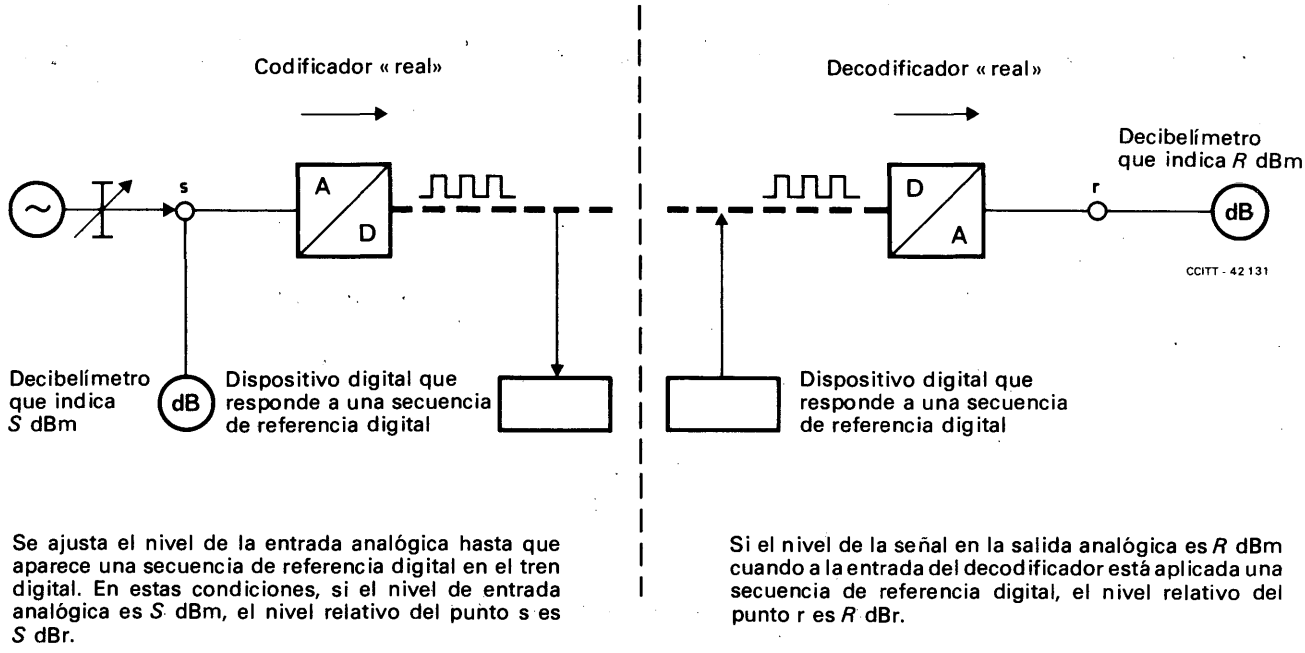


FIGURA 6/G.101

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

5.3.3 **secuencia de referencia digital MIC (SRD)**

E: PCM digital reference sequence (DRS)

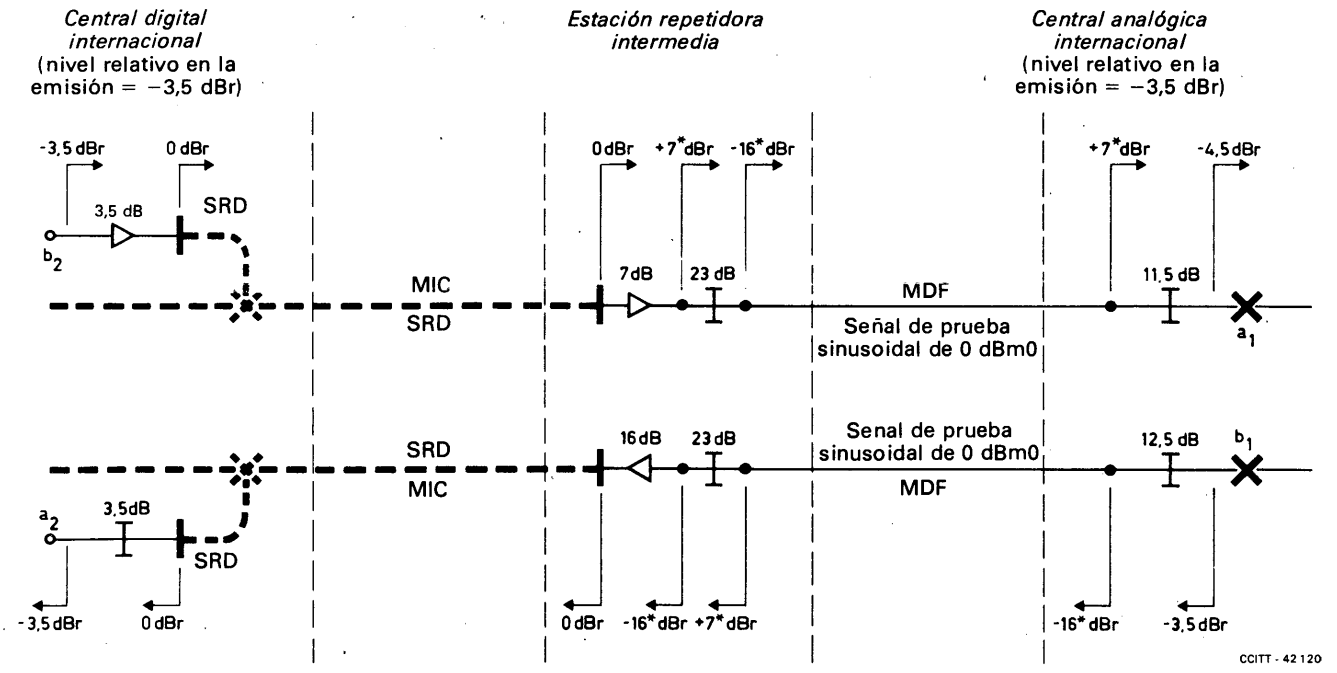
F: séquence numérique de référence MIC

5.3.3.1 Una secuencia de referencia digital MIC es una secuencia, de las que constituyen el conjunto de posibles secuencias de código MIC, que, una vez decodificada por un decodificador ideal, produce una señal sinusoidal analógica a la frecuencia de referencia de prueba convenida (esto es: una señal nominal de 800 ó 1000 Hz, convenientemente desplazada) con un nivel de 0 dBm0.

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

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

5.3.3.2 Al estudiar los circuitos y las conexiones en las redes mixtas analógico/digitales, puede ofrecer utilidad el empleo de la secuencia de referencia digital. Por ejemplo, la figura 7/G.101 muestra las diversas relaciones de nivel que se obtienen (conceptualmente) en un circuito internacional de tipo 2 cuyos extremos están situados uno en una central digital y el otro en una central analógica. En el ejemplo de la figura 7/G.101, se supone que la parte analógica requiere una atenuación de 0,5 dB y que esto se consigue introduciendo un atenuador de 1,0 dB (0,5 dB para cada sentido de transmisión) en la central analógica, en el sentido de recepción, lo que se ha establecido así, con toda intención, para ilustrar la utilidad del concepto de la secuencia de referencia digital.



SRD Secuencia de referencia digital
MIC Canal MIC
MDF Canal MDF
* Un nivel del conjunto de niveles relativos de audiofrecuencia de la Recomendación citada en [11] a título de ejemplo
—●— Punto de entrada/salida en frecuencias vocales del equipo múltiplex

Pérdida de transmisión: $b_2 - a_1 = 1{,}0$ dB
$b_1 - a_2 = 0$ dB

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

FIGURA 7/G.101
Utilización de una secuencia de referencia digital en el diseño y el ajuste de un circuito internacional de tipo 2

5.3.4 *Punto de acceso para las mediciones de circuito*

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

5.3.5 *Frecuencia de la señal de medida*

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

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

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

Observación 1 – Las definiciones 5.3.1 y 5.3.2 son útiles para los trabajos de la Comisión de Estudio XVI. Con carácter informativo, se han reproducido las definiciones 5.3.4 y 5.3.5, extraídas de las Recomendaciones M.640 [8] y M.580 [9].

Observación 2 – A fin de tener en cuenta circuitos y secciones de circuito MIC, las frecuencias nominales de 800 y 1000 Hz están en realidad convenientemente desplazadas para evitar interacciones con la frecuencia de muestreo. En el suplemento N.º 3.5 al Tomo IV [10] se ofrece información detallada al respecto.

5.4 *Interconexión de circuitos internacionales en un centro de tránsito*

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

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Plan de transmisión*, Tomo IV, fascículo VI.1, Rec. Q.40.

[2] Recomendación del CCITT *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.711.

[3] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.13.

[4] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.223, § 1.

[5] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.

[6] Recomendación del CCITT *Sistemas de portadoras en cable submarino*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.371.

[7] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para la telefonía*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.223, § 2.

[8] Recomendación del CCITT *Conexiones a cuatro hilos establecidas por conmutación y mediciones en circuitos a cuatro hilos*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.640.

[9] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580.

[10] *Frecuencias de prueba en circuitos encaminados por sistemas MIC*, Tomo IV, fascículo IV.4, suplemento N.º 3.5.

[11] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 11.

Recomendación G.102

OBJETIVOS DE CALIDAD DE TRANSMISIÓN Y RECOMENDACIONES

(Ginebra, 1980)

1 Consideraciones generales

El CCITT ha formulado (o está estudiando) Recomendaciones relativas a los factores de degradación de la transmisión y la magnitud admisible de las degradaciones, con objeto de asegurar una calidad de funcionamiento satisfactoria de la red. Entre estos factores de degradación pueden citarse los siguientes:

a) equivalente de referencia y atenuación,
b) ruido,
c) distorsión de atenuación,
d) diafonía,
e) interferencia a una sola frecuencia,
f) modulación parásita,
g) efectos de errores en sistemas digitales.

En algunas Recomendaciones se estipulan objetivos con respecto a un factor de degradación y se parte implícitamente del supuesto de que los otros factores de degradación (por ejemplo, el ruido y la atenuación) presentan sus valores máximos.

En muchos casos los objetivos se basan esencialmente en la telefonía. Esto, sin embargo, puede requerir la aplicación de medidas especiales cuando deban introducirse en la red, o partes constitutivas de la misma, servicios cuyas exigencias sean más rigurosas (por ejemplo, la transmisión radiofónica).

Pueden establecerse distinciones entre los diferentes tipos de objetivos:

1) objetivos de calidad de funcionamiento para redes;
2) objetivos de calidad de funcionamiento para circuitos, y equipos de transmisión y conmutación;
3) objetivos de diseño para equipos de transmisión y conmutación;
4) objetivos de puesta en servicio inicial para circuitos, y equipos de transmisión y conmutación;
5) límites de mantenimiento/servicio para circuitos, y equipos de transmisión y conmutación.

2 Explicación de un objetivo de calidad de funcionamiento

El objetivo de calidad de funcionamiento con respecto a un factor mensurable de degradación de la transmisión para redes, conexiones completas, sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales, cadenas internacionales de circuitos, circuitos individuales, etc., describe a menudo en términos estadísticos (media, desviación típica, o probabilidad de rebasar un valor estipulado, etc.) el valor que se pretende observar en la planificación de redes y sistemas de transmisión. Este objetivo describe la calidad de funcionamiento que, sobre la base de, por ejemplo, evaluaciones subjetivas u otras pruebas de calidad de funcionamiento, debe tratarse de alcanzar a fin de ofrecer al usuario un servicio satisfactorio.

Normalmente se supone que los elementos (circuitos, sistemas, equipos) que constituyen la red tienen una calidad de funcionamiento que corresponde a la recomendada por los objetivos de calidad de funcionamiento. La ponderación en función del tráfico se aplicará en ciertos casos en los cálculos.

Un eficaz conjunto de instrumentos que puede utilizarse en los análisis relativos a los objetivos de la red y a su cumplimiento son las conexiones ficticias de referencia descritas en la Recomendación G.103.

3 Explicación de un objetivo de diseño

El «objetivo de diseño» para un factor de degradación mensurable de la calidad de transmisión (por ejemplo, el ruido, la tasa de errores, la distorsión de atenuación) para un elemento de equipo (por ejemplo, un sistema de línea, una central telefónica) es el valor de la degradación cuando el elemento está funcionando en ciertos ambientes eléctricos y físicos que pudieran definirse por parámetros como la tensión de alimentación en energía, la carga de señales, la temperatura, la humedad, etc. Es posible que algunos de estos parámetros sean objeto de Recomendaciones del CCITT y que otros no lo sean; en este último caso las Administraciones, al formular especificaciones, podrán asignarles valores. Deberá preverse un margen apropiado para tener en cuenta el envejecimiento. A menudo se supone presente la combinación más adversa de los parámetros especificados.

Un «objetivo de diseño» tiene por finalidad proporcionar una base para el diseño de un elemento con respecto a la cantidad considerada. Las figuras 1/G.102 y 2/G.102 muestran, respectivamente, la importancia del objetivo de diseño para un elemento y ejemplos de la frecuencia relativa de los valores de degradación.

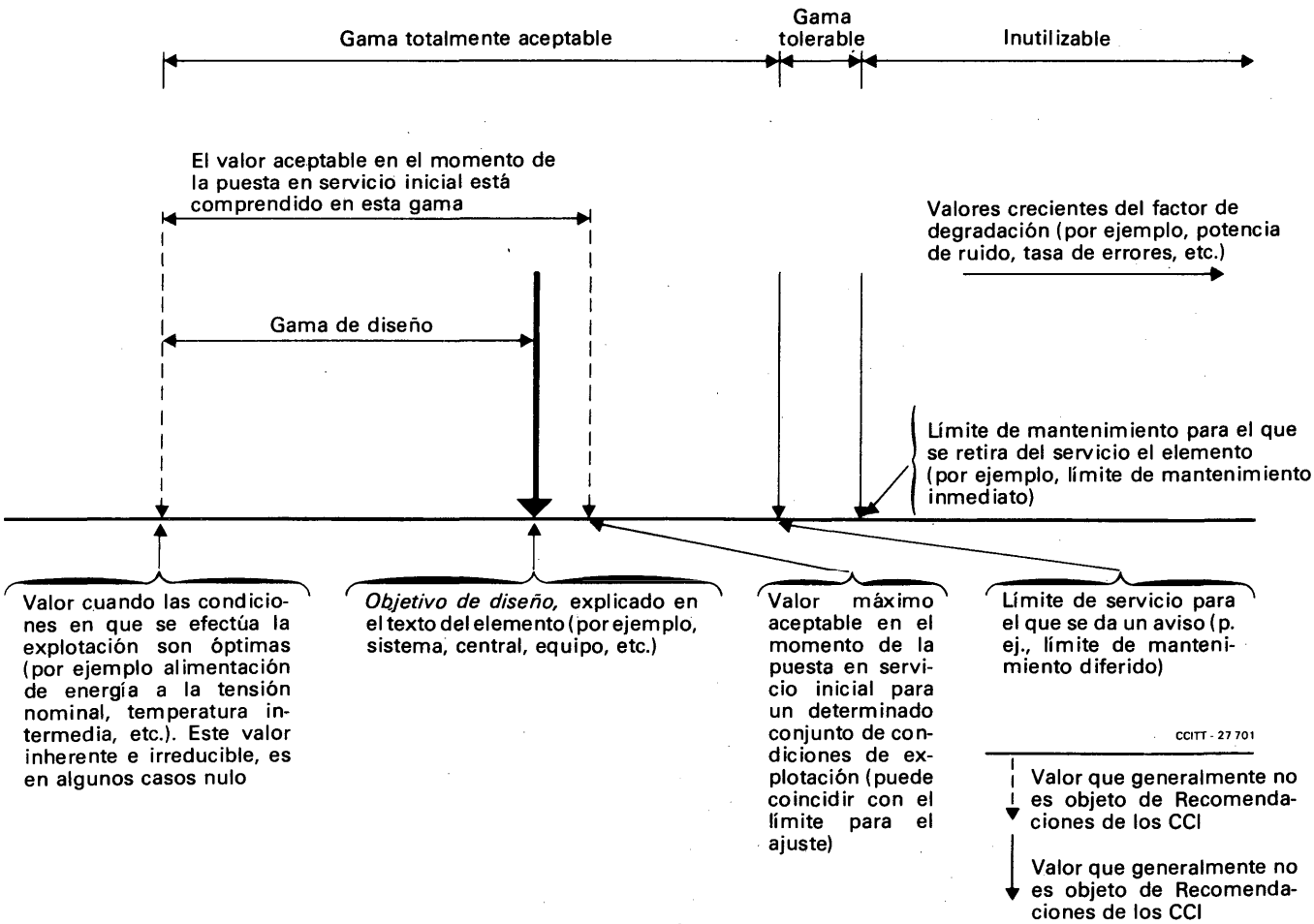
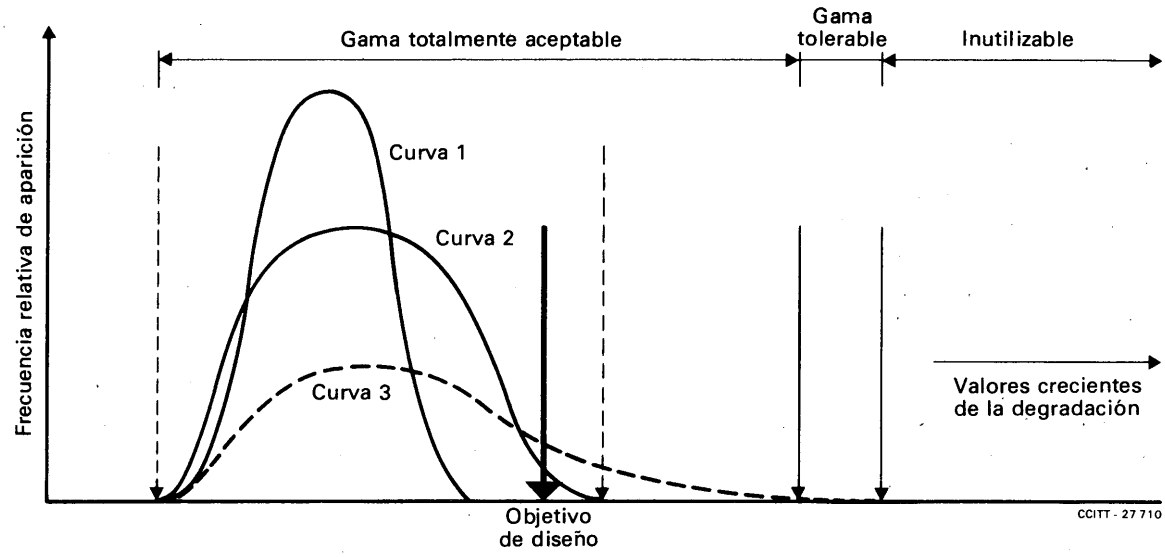


FIGURA 1/G.102
Ilustración del significado del objetivo de diseño con respecto a un «elemento»



Estas curvas pueden obtenerse para conjuntos de elementos de equipo en el momento de la puesta en servicio inicial. Pueden obtenerse también curvas que representen la calidad de servicio de un elemento durante su vida útil.

Curva 1 – Ejemplo de la frecuencia relativa de aparición de degradaciones en el momento de la puesta en servicio inicial, en que el valor de diseño se respeta con cierto margen. Durante todo el tiempo de vida útil de un elemento de equipo puede obtenerse una distribución similar si los efectos de las condiciones ambientales, etc., son despreciables. Como ejemplo puede citarse la distorsión de atenuación de los transformadores.

Curva 2 – Ejemplo de la frecuencia relativa de aparición de degradaciones en el momento de la puesta en servicio inicial, en que el valor de diseño se rebasa con cierta probabilidad porque se exige del elemento de equipo más de lo previsto en los objetivos de diseño. Como ejemplo puede citarse el efecto de una separación mayor que la prevista entre los repetidores de un sistema radioeléctrico o por línea.

Curva 3 – Ejemplo de frecuencia relativa de aparición de degradaciones en servicio cuando el ambiente en que se efectúa la explotación tiene parámetros adicionales o sus parámetros son más rigurosos que los especificados. Como ejemplo pueden citarse los efectos de una carga excesiva, las averías en los componentes o los errores en la explotación.

FIGURA 2/G.102

Ejemplos de la frecuencia relativa de aparición de valores de degradación

Los objetivos de diseño en muchos casos formarán directamente la base de una cláusula de especificación para el desarrollo y/o la adquisición de equipos.

Los circuitos ficticios de referencia y los trayectos digitales ficticios de referencia (véanse las Recomendaciones pertinentes de las series G.300 y G.700) constituyen un eficaz conjunto de instrumentos utilizados en relación con la aplicación de los objetivos de diseño.

4 Explicación de un objetivo de puesta en servicio inicial

Las condiciones observadas en circuitos reales y en equipos instalados pueden ser diferentes de las hipótesis válidas para los circuitos ficticios de referencia y el diseño de equipos. En consecuencia, la calidad de funcionamiento que cabe esperar en el momento de la puesta en servicio inicial no puede derivarse únicamente de las Recomendaciones relativas a los circuitos ficticios de referencia. Deberán tenerse en cuenta márgenes apropiados en previsión de circunstancias como, por ejemplo, circuitos constituidos por equipos de diseños diferentes, sistemas de línea cuyas longitudes sean considerablemente diferentes de la de una sección homogénea, etc. (véase por ejemplo la Recomendación G.226 [1]).

Los objetivos de puesta en servicio inicial no son, normalmente, objeto de Recomendaciones del CCITT.

5 Explicación de los límites para fines de mantenimiento

La calidad de funcionamiento de un elemento o de un conjunto de elementos una vez puestos en servicio puede degradarse por diversas razones, a saber: envejecimiento, carga excesiva, condiciones ambientales extremas, errores de operación, fallos de componentes, etc., lo que repercute en un aumento de los costos de servicio si se pretende mantener esta degradación en un valor insignificante. Por consiguiente, a fin de asegurar una calidad de servicio satisfactoria, los objetivos de diseño se elegirán de manera que proporcionen el mayor margen posible.

En lo que respecta a los factores de degradación de la calidad de transmisión, a menudo no existe un valor que represente una frontera definida entre la calidad de funcionamiento «tolerable» y la «inutilizable» y, en la práctica, habrá una gama de valores de degradación más allá de los correspondientes a los objetivos de diseño, en los cuales los usuarios recibirán un servicio satisfactorio. Este es el caso de la telefonía, pero la situación puede ser distinta en otros servicios.

Sin embargo, a menudo conviene definir un determinado valor de degradación rebasado el cual se estimará que el elemento es «inutilizable» y ha de retirarse del servicio en la primera oportunidad, de modo que puedan tomarse medidas correctivas para reajustar la calidad de funcionamiento a cierto límite definido (por ejemplo, un límite para medidas de mantenimiento inmediatas).

Suele ser útil definir un límite de calidad de funcionamiento, alcanzado el cual se señala la circunstancia, pero (posiblemente) no se toman las medidas inmediatamente (por ejemplo, límite para medidas de mantenimiento diferidas).

Estos límites suelen ser independientes del tipo de servicio suministrado por la entidad particular de que se trate. Sin embargo, es a veces necesario definir un límite de calidad de funcionamiento para determinado tipo de servicio, rebasado el cual ya no se ofrece al usuario un servicio de calidad satisfactoria. Este límite puede ser diferente para varios servicios, en algunos de los cuales puede coincidir con un límite de mantenimiento inmediato (límite de servicio).

Estos límites (y otros si fuesen necesarios) estarían por encima del objetivo de diseño. Se indican en la figura 1/G.102 y se les podría dar la denominación genérica de «límites de mantenimiento».

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Ruido en un enlace real*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.226.

Recomendación G.103

CONEXIONES FICTICIAS DE REFERENCIA

(Mar del Plata, 1968; modificada en Ginebra, 1972, 1976 y 1980)

Esta Recomendación trata principalmente de la red analógica, la Recomendación G.104 trata de la red digital y el § 4 de esta Recomendación trata los problemas relativos a la etapa de transición en la que se introducen algunos circuitos digitales en una red analógica. Se considera que, en definitiva, todas las conexiones de referencia, tanto si se refieren a sistemas analógicos como digitales se combinarán en una Recomendación.

1 Objeto

Una conexión ficticia de referencia para el estudio de los factores de degradación de la transmisión es un modelo en el que se describen los factores de degradación introducidos por los circuitos y las centrales.

Las Administraciones pueden utilizar este modelo para:

- estudiar la influencia sobre la calidad de transmisión de las redes nacionales de las posibles modificaciones de la estructura de encaminamiento, de la distribución del ruido y de las atenuaciones;
- asegurarse de que las reglas de planificación nacionales se ajustan en un principio a los criterios estadísticos de degradación que pudiera recomendar el CCITT para los sistemas nacionales.

Para los fines indicados existen varios modelos convenientes. Las tres conexiones ficticias de referencia descritas a continuación deben servir para la mayor parte de los estudios necesarios.

No debe considerarse que las conexiones ficticias de referencia implican la recomendación de valores determinados de atenuación, ruido u otros factores de degradación, si bien los diferentes valores indicados constituyen en muchos casos valores recomendados. Las conexiones ficticias de referencia *no* están destinadas a ser utilizadas en el diseño de sistemas de transmisión.

2 Composición de las conexiones ficticias de referencia

2.1 La composición de las diversas conexiones se expone en las figuras 1/G.103, 2/G.103 y 3/G.103.

Figura 1/G.103 – Conexión internacional más larga con el número máximo de circuitos internacionales y nacionales prevista de conformidad con las Recomendaciones del CCITT.

Tal conexión tendría normalmente equivalentes de referencia y contribuciones de ruido elevados; el ruido introducido por los circuitos internacionales puede alcanzar un valor bastante importante. También pueden ser muy elevados la distorsión de atenuación, el retardo de grupo y la distorsión por retardo de grupo. Estas conexiones son poco frecuentes.

Figura 2/G.103 – Conexión internacional de longitud moderada (por ejemplo, de hasta 2000 km), que comprende el número más frecuente de circuitos internacionales y nacionales. En tal conexión se prevé que predominará el ruido introducido por los sistemas nacionales. Estas conexiones se utilizan en un importante porcentaje de las comunicaciones internacionales.

Figura 3/G.103 – Conexión internacional que comprende, prácticamente, el número máximo de circuitos internacionales y el número mínimo de circuitos nacionales. Estas conexiones son numerosas.

2.2 *Las siguientes observaciones generales son aplicables a las figuras 1/G.103, 2/G.103 y 3/G.103*

2.2.1 Las conexiones ficticias de referencia representan los circuitos internacionales interconectados en extremos virtuales de 0 dBr y −0,5 dBr, en lugar de −3,5 dBr y −4 dBr. Se ha considerado que esta disposición sería de utilidad más inmediata para quienes deben utilizar conexiones de referencia en sus estudios.

Quizás se considere algo ilógico que las conexiones ficticias de referencia no utilicen los extremos virtuales «clásicos», esto es −3,5/−4 dBr. Sin embargo, si se representasen las conexiones de referencia teniendo en cuenta este convenio, los valores de la potencia de ruido indicados en el esquema no serían ya los valores familiares que figuran en otras Recomendaciones. En el anexo A se dan más explicaciones.

2.2.2 Se ha utilizado la terminología empleada por el CCITT en el plan de encaminamiento internacional.

2.2.3 Sólo se ha representado un sentido de transmisión en cada caso.

2.2.4 Los objetivos de diseño para las potencias medias de ruido en una hora se indican con arreglo a las Recomendaciones actuales. En los circuitos de larga distancia por portadoras, son proporcionales a la longitud del circuito, utilizándose la relación de potencia de ruido adecuada (4 pW/km o 1 pW/km), según que el circuito ficticio de referencia básico sea de 2500 o de 7500 km de longitud.

2.2.5 La abreviatura pW0p significa: picovatios (valor sofométrico) con relación a un punto de nivel relativo cero. Cuando se trata de un ruido de central, se considera que dicho punto está situado en el circuito, inmediatamente después de la central (con respecto al sentido de la transmisión). Las potencias de ruido correspondientes a los circuitos están referidas a los puntos de nivel relativo cero de esos circuitos y no a un punto determinado de la conexión.

2.2.6 Los símbolos de atenuador representan la atenuación nominal del canal o del circuito de que se trate, y la posición relativa del generador de ruido y del atenuador indican que, si el ruido ha de referirse al extremo receptor de un circuito, debe modificarse en función de la relación de potencias correspondientes a la atenuación del atenuador.

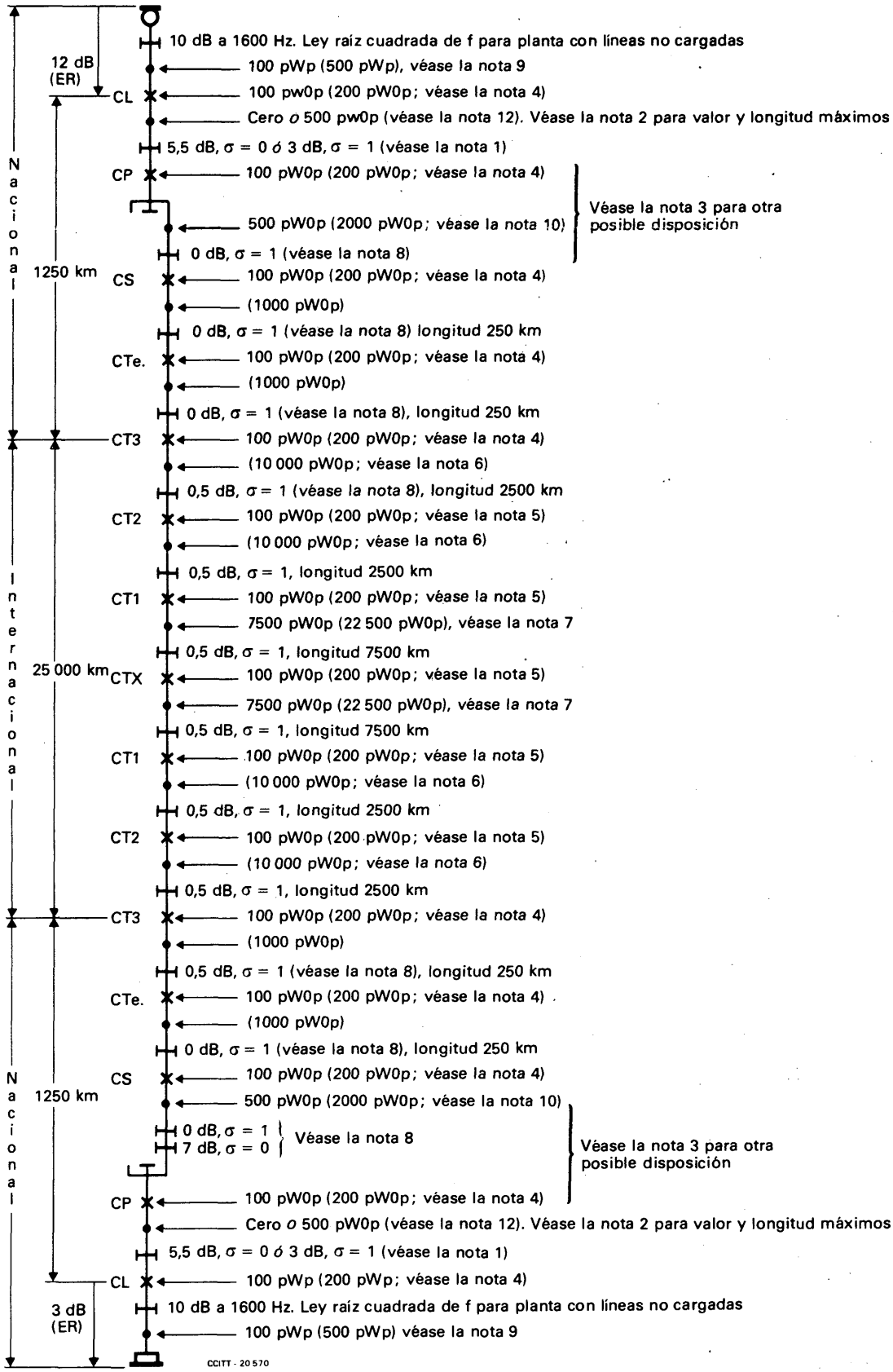
Si las potencias de ruido deben referirse a un punto particular de la conexión (por ejemplo, a la central local receptora o al punto de nivel relativo cero del primer circuito internacional), se aplicará la siguiente regla:

Si un nivel de potencia de ruido en un punto *A* ha de referirse a otro punto *B* situado después de aquél, dicho nivel se obtiene aumentando el nivel del punto *B* en un valor igual a la suma de las atenuaciones que se experimentan al pasarse de *A* a *B*. Si el nivel ha de referirse a un punto *C* situado antes de *A*, su valor se obtiene disminuyendo el nivel del punto *C* en un valor igual a la suma de las atenuaciones que se experimentan al pasarse de *A* a *C*.

2.2.7 La atenuación terminal nominal de la conexión (esto es, la atenuación global normal menos la suma de las atenuaciones de tránsito de cada circuito) se indica en forma de un atenuador asociado al circuito del extremo derecho de la cadena a cuatro hilos. Pueden indicarse así las potencias de ruido como si fueran inyectadas en los puntos de nivel relativo cero de cada circuito, como se explica en el anexo A.

2.2.8 En el anexo A a la Recomendación G.113 se ofrece información sobre las distribuciones de la distorsión de atenuación y la distorsión por retardo de grupo. En el suplemento N.º 20 se indican valores calculados para algunas combinaciones posibles de los factores fundamentales de degradación de la transmisión.

La Recomendación G.114 contiene información sobre el retardo de grupo.



Leyenda relativa a las figuras 1/G.103, 2/G.103 y 3/G.103

ER	Equivalente de referencia	CS	Centro secundario
CL	Central local	CTe.	Centro terciario
CP	Centro primario	CT	Centro de tránsito

FIGURA 1/G.103

Conexión internacional más larga con el número máximo de circuitos internacionales y nacionales prevista de conformidad con las Recomendaciones del CCITT

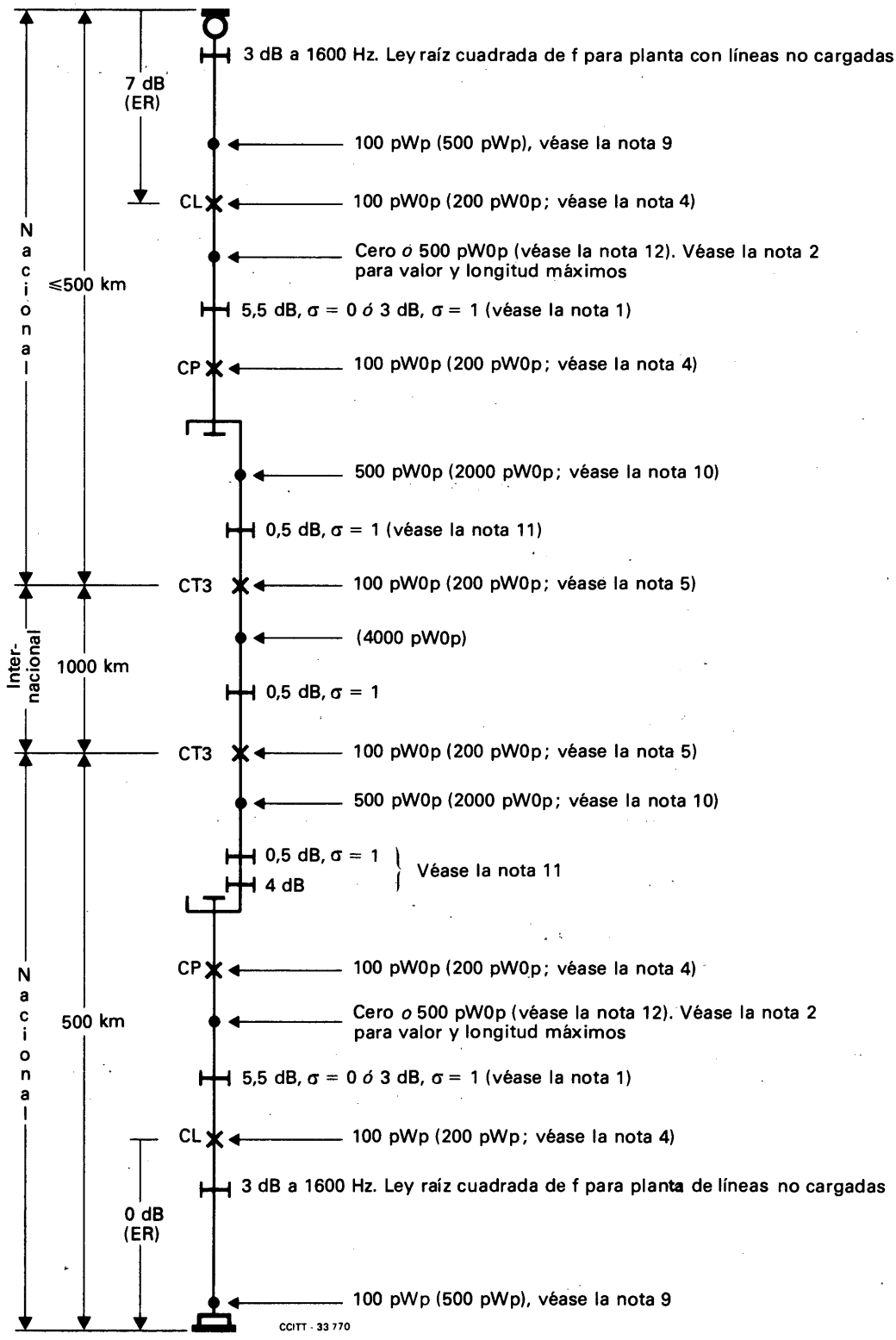


FIGURA 2/G.103

Conexión internacional de longitud moderada que comprende el número más frecuente de circuitos internacionales y nacionales

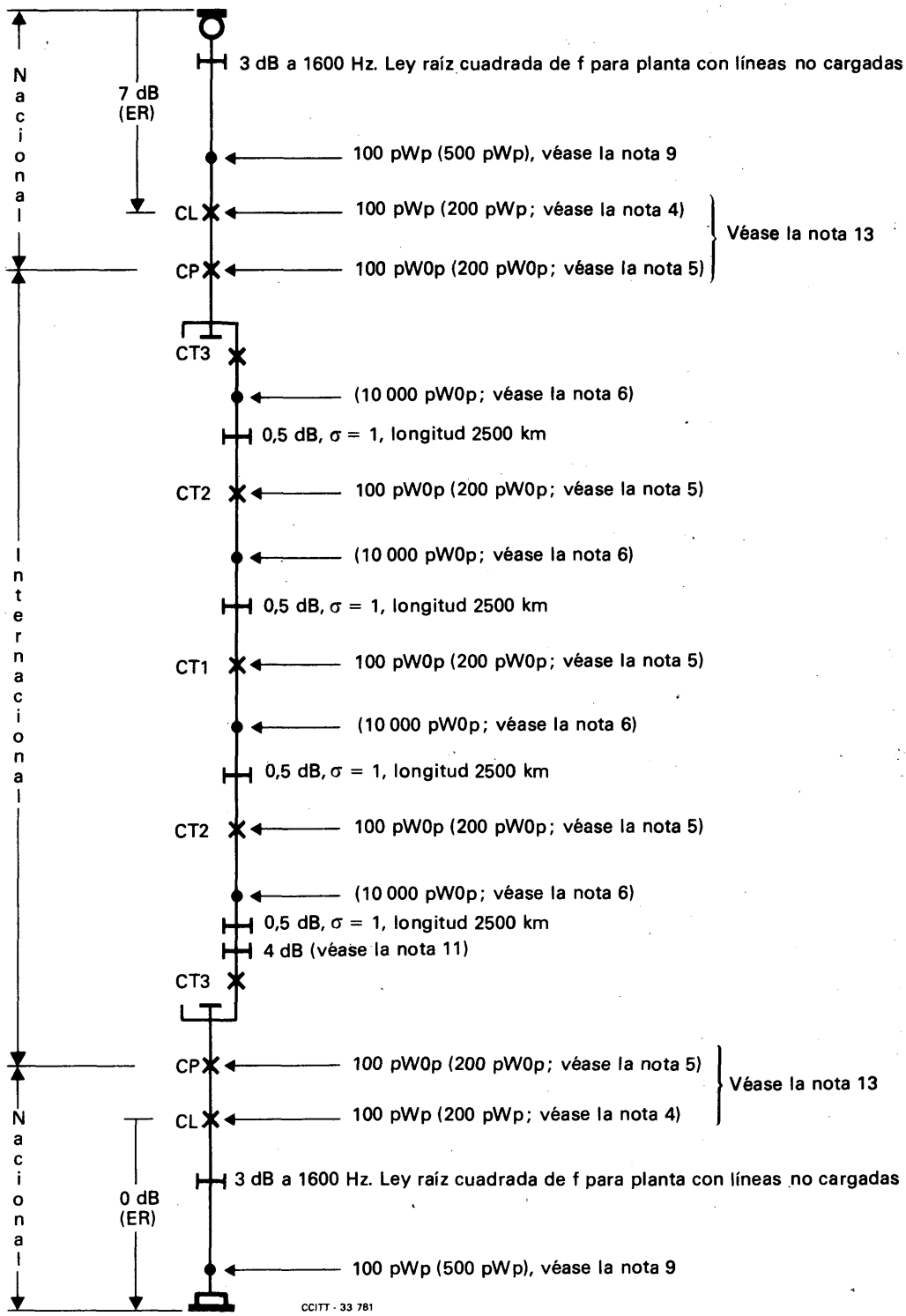


FIGURA 3/G.103

Conexión internacional que comprende, prácticamente, el número máximo de circuitos internacionales y el número mínimo de circuitos nacionales

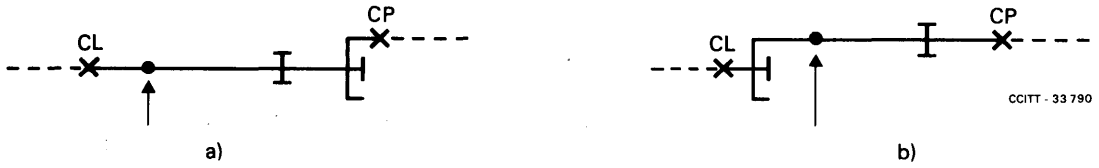
Notas relativas a las figuras 1/G.103, 2/G103 y 3/G.103

Nota 1 – En circuitos que emplean líneas físicas, puede considerarse que la atenuación del circuito tiene un valor máximo nominal de 5,5 dB, con $\sigma = 0$. Este valor se ha calculado como sigue. La Recomendación G.121 prescribe para el 97% de las conexiones un límite de 21 dB para el equivalente de referencia en la emisión referido a un punto de nivel relativo −3,5 dBr del circuito internacional en el CT3. Si se refiere este valor a un punto de nivel relativo cero a la entrada de la cadena de circuitos nacionales e internacionales (es decir, en el centro primario), se obtienen 17,5 dB. De acuerdo con la referencia [3], un equivalente de referencia de 12 dB en la transmisión es un valor típico para las líneas de abonado más largas, lo que deja 5,5 dB para la atenuación del circuito desde la central local al centro primario, incluidas las pérdidas por conmutación (véase el § 2.2.10).

En el caso de circuitos por portadoras MDF o MDT de poca longitud con conmutación a dos hilos en un centro primario, puede tomarse 3 dB, con $\sigma = 1$, como valor nominal de la atenuación del circuito. Este circuito puede establecerse, por ejemplo, en un sistema MIC, usando un código de 7 bits ($\mu = 100$ o $A = 87{,}6$) o de 8 bits ($\mu = 225$, o $A = 87{,}6$). Aunque el CCITT recomienda sólo la codificación de 8 bits, en algunos países se utiliza una codificación de 7 bits no recomendada.

Nota 2 – En el caso de circuitos por portadoras MDF o MDT de poca longitud, no superior a unos 250 km, puede tomarse como valor máximo le potencia de ruido 1000 pW0p. Véase la Recomendación G.123.

Nota 3 – Pueden hallarse las siguientes disposiciones si en el centro primario se utiliza la conmutación a cuatro hilos (distribución en el espacio o en el tiempo). Es evidente que, en principio, el equipo de terminación puede encontrarse en cualquier punto situado entre los conmutadores a dos hilos y los conmutadores a cuatro hilos, si bien en la práctica suele estar asociado al uno o al otro.



Si se adopta la disposición b), debe aún asegurarse la atenuación nominal mínima *a-t-b* (exigida en virtud de la Recomendación G.122), independientemente de que el plan de transmisión nacional emplee el esquema 3,5 + 0 + 0 + 0 ó 2,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5, pues ahora podría haber un circuito más en la cadena a cuatro hilos. Cuando se necesite 0,5 dB más, podría en principio introducirse cambiando la atenuación del circuito centro terciario/CT3 de 0 a 0,5 dB, o asignando esta magnitud a los circuitos CP/CL. En cualquier extremo de la conexión puede haber tales disposiciones.

Nota 4 – El valor de 200 pW0p como objetivo de diseño para la potencia máxima de ruido en una central automática nacional a cuatro hilos se especifica en el § 3 de la Recomendación G.123. Se ha admitido provisionalmente este mismo valor para las centrales nacionales a dos hilos. No se ha formulado hipótesis alguna sobre la posición de los puntos nacionales del nivel relativo cero.

Nota 5 – El valor de 200 pW0p como objetivo de diseño para la potencia máxima de ruido en una central internacional es el preconizado en la Recomendación Q.45 [4].

Nota 6 – El valor de ruido corresponde a un objetivo de diseño de 4 pW0p/km para la potencia de ruido más desfavorable.

Nota 7 – El valor medio de 7500 pW0p para los circuitos CT1-CTX se funda en la hipótesis de que el valor medio de la potencia de ruido en línea es de 1 pW/km. Para el circuito peor, el objetivo de diseño es de 3 pW/km, lo que da el límite de 22 500 pW0p. Solamente se utilizarán compansores (compresores-expansores) para mejorar el ruido cuando éste exceda de 40 000 pW0p (Recomendación G.143).

Nota 8 – Se supone que ambos países poseen un plan del tipo 3,5 + 0 + 0 + 0 dB. El valor del atenuador en el sentido de recepción en el centro primario comprende la pérdida del equipo de terminación (véase el § 2.2.10).

Nota 9 – El valor medio de 100 pWp se considera un valor típico para el ruido debido a las líneas de abonado; una Administración, por los menos, lo utiliza como objetivo para el ruido máximo en el receptor.

Nota 10 – El valor máximo de 2000 pW0p tiene en cuenta, con cierto margen, una longitud de circuito de unos 500 km.

Nota 11 – Se supone que ambos países poseen un plan del tipo 2 + 0,5 + 0,5 + 0,5 dB. El valor nominal del atenuador de 4 dB en el sentido de recepción en el centro primario incluye la pérdida del equipo de terminación (véase el § 2.2.10).

Nota 12 – En el caso de un circuito que emplea líneas físicas, puede considerarse despreciable el nivel de potencia de ruido. Es adecuado un valor medio de 500 pW0p en el caso de circuitos por portadoras MDF o MDT de poca longitud.

Nota 13 – Se supone que la central local y el centro primario están instalados en el mismo local que el CT3.

2.2.9 La desviación típica de la pérdida de transmisión de los circuitos se ajusta a los objetivos mencionados en el § 3 de la Recomendación G.151 y a los resultados obtenidos en la práctica, expuestos en la referencia [1].

2.2.10 En estas conexiones de referencia, «circuito» se define, según la Recomendación M.700 [2], como el conjunto de la línea y de los equipos que le son propios; va desde los equipos de conmutación de una central hasta los equipos de conmutación de la central siguiente. De esta forma, las pérdidas debidas al equipo de conmutación y al cableado de las centrales se incluyen en los valores de pérdida de transmisión asignados a los circuitos, junto con la pérdida (o ganancia) introducida por el sistema de transmisión. Si es necesario distinguir las pérdidas en las centrales, puede utilizarse un símbolo adicional de atenuador del valor apropiado.

Debe también observarse que, con arreglo a este convenio, la pérdida de 3,5 dB que, de ordinario, se asigna a un equipo de terminación, no figura explícitamente en los circuitos a dos/cuatro hilos; su valor se incluye también en la atenuación asignada al circuito.

3 Equipos de modulación y demodulación

Para estudiar la calidad de transmisión, puede suponerse que la comunicación internacional más larga entre las previstas (véase la figura 1/G.103) comprende en la cadena a cuatro hilos el número de pares de modulación/demodulación que se indican en el cuadro 1/G.103.

CUADRO 1/G.103

	Número de pares de modulación/demodulación				
	Seis circuitos nacionales	Dos circuitos CT3-CT2	Dos circuitos CT2-CT1	Dos circuitos CT1-CTX	Total
Canal	6	2	2	2	12
Grupo primario	8	4	4	6	22
Grupo secundario	12	4	8	12	36

De los doce pares de equipos de modulación/demodulación de canal, tres como máximo puden ser del tipo especial que proporciona más de 12 circuitos telefónicos por grupo primario.

4 Desarrollos como consecuencia de la introducción de procesos digitales MIC

La red telefónica mundial está experimentando una transición de lo que es en gran parte una red analógica a una red mixta analógico/digital. Cabe esperar que esta transición continúe y culmine en una red que sería predominantemente digital. En las Recomendaciones G.101, § 4.1 y G.104 se ofrece información sobre este periodo de transición.

Con relación a las conexiones ficticias de referencia de las figuras 1/G.103, 2/G.103 y 3/G.103, las configuraciones utilizadas en cuanto a los números de circuitos y los números de centrales deben ser también apropiadas para las condiciones en el periodo mixto analógico/digital. No obstante, en los estudios de transmisión referentes a las conexiones mixtas analógico/digitales deben tenerse también en cuenta todos los procesos digitales no integrados que pudieran estar presentes. Estos procesos digitales no integrados podrían tener consecuencias importantes en la calidad de global transmisión, sobre todo en lo que respecta a parámetros como la distorsión de cuantificación y el retardo de transmisión.

Cuando la red mundial se haya transformado en una red exclusivamente digital, muchos de los factores de degradación de la transmisión que estaban presentes en el periodo mixto analógico/digital como consecuencia de la incorporación de procesos digitales no integrados quedarían eliminados. Sin embargo, pudieran subsistir ciertos procesos que podrían producir efectos adversos en la transmisión. Estos son los procesos que funcionan sobre la base del registro del tren de bits, como se efectúa, por ejemplo, en el caso de los atenuadores digitales. Si bien las degradaciones de transmisión acumuladas, introducidas por estos procesos pudieran mantenerse dentro de límites recomendados, la pérdida de la integridad de los bits que ellos ocasionan pudiera ser un grave inconveniente. Esto es particularmente cierto en el caso de servicios que requieren la preservación de la integridad de los bits de extremo a extremo. Por tanto, se debe, o bien evitar en lo posible los procesos de este tipo, o tomar medidas adecuadas para remediarlos cuando, por las conexiones afectadas, deban proporcionarse servicios que exijan la integridad de los bits.

ANEXO A

(a la Recomendación G.103)

Explicación de la forma en que pueden representarse las conexiones ficticias de referencia como si todos los niveles de conmutación en la emisión fueran de 0 dBr

A.1 Considérese la conexión representada en la figura A-1/G.103, en la cual 3 circuitos con atenuaciones de 1 dB, 6 dB y 2 dB son interconectados por centrales cuyos niveles reales de conmutación en la emisión son de −2, +1 y −3 dBr, respectivamente.

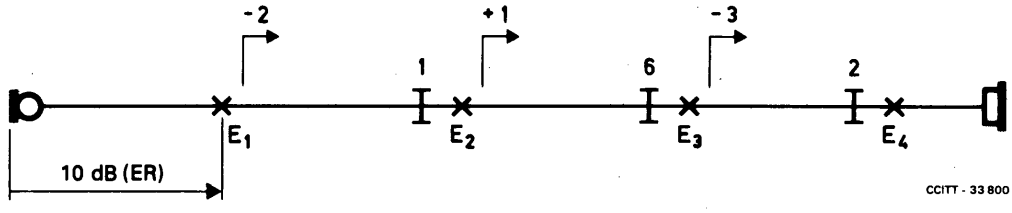


FIGURA A-1/G.103
Conexión en que existen diferentes niveles de conmutación en emisión

A.2 Se puede suponer que las potencias de ruido de esos circuitos son respectivamente N_1, N_2 y N_3 pW0p. En la figura A-2/G.103 se muestran esas potencias de ruido introducidas en sus circuitos a través de atenuadores cuyos valores han sido debidamente elegidos para tener en cuenta el nivel de conmutación considerado y poder prescindir de las flechas.

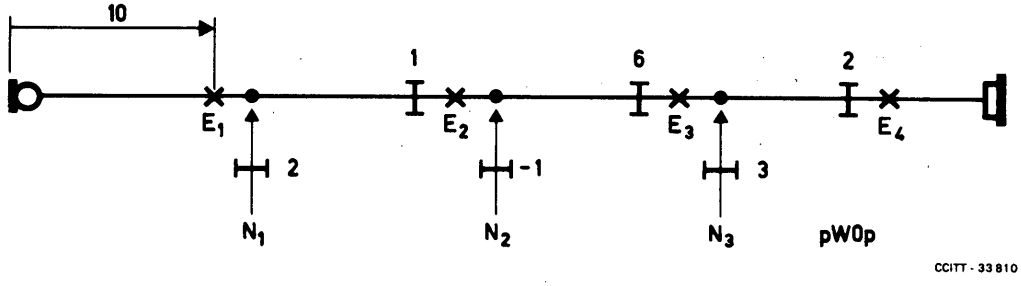


FIGURA A-2/G.103
Suma de las potencias de ruido

A.3 Observamos que N_1 experimenta una diferencia de nivel de un valor total de 11 dB para alcanzar E_4, N_2 un total de 7 dB y N_3 un total de 5 dB. Asimismo, la diferencia entre el equivalente de referencia en la emisión acumulado en cada central y el correspondiente nivel de ruido del circuito es de 8 dB para N_1, de 12 dB para N_2 y de 14 dB para N_3. Por tanto, podemos construir un nuevo esquema de la conexión en el cual las atenuaciones estarían atribuidas como se muestra en la figura A-3/G.103, donde todos los niveles de conmutación en emisión son de 0 dBr, y se cumplen también todas las demás condiciones.

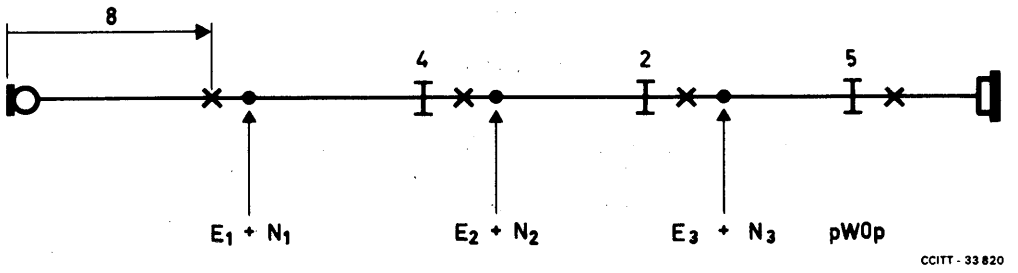


FIGURA A-3/G.103
Todos los niveles de conmutación en emisión son de 0 dBr

A.4 Como se consigue ahora que el nivel relativo del circuito inmediatamente siguiente en el sentido de la transmisión en cada punto de conmutación sea de 0 dBr, las potencias de ruido de la central pueden sumarse como se hace en las conexiones ficticias de referencia de la Recomendación G.103.

Referencias

[1] *Libro Verde* del CCITT, Tomo IV.2, sección 4, suplementos, UIT, Ginebra, 1973.

[2] Recomendación del CCITT *Definiciones relativas a la organización del mantenimiento*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.700.

[3] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

[4] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

Recomendación G.104

CONEXIONES FICTICIAS DE REFERENCIA (RED DIGITAL)

(Ginebra, 1976)

1 Introducción

Se han establecido conexiones ficticias de referencia para la red digital. Su finalidad es la misma que las de las conexiones ficticias de referencia de la Recomendación G.103. Se basan esencialmente en aplicaciones de telefonía. Pueden definirse otras conexiones de referencia para otros servicios. Se considera que, a fin de cuentas, todas las conexiones ficticias de referencia, ya sean para sistemas analógicos o digitales, se combinarán en una sola Recomendación.

2 Finalidad

Una conexión digital ficticia de referencia es un modelo en que pueden efectuarse estudios relativos a la calidad global de transmisión y que permite establecer comparaciones con normas y objetivos.

Sobre esta base pueden fijarse límites, a los elementos de la conexión, con respecto a los diversos factores de degradación.

Este modelo puede utilizarse:

a) por una Administración, para estudiar el efecto que en la calidad de transmisión tienen posibles cambios en la atribución de factores de degradación en las redes nacionales;

b) por el CCITT, para estudiar la atribución de factores de degradación a partes constitutivas de redes internacionales;

c) para determinar de primera intención si las reglas de planificación nacional se ajustan a los criterios que, con respecto a los factores de degradación, pudiera recomendar el CCITT para sistemas nacionales.

No debe considerarse que las conexiones ficticias de referencia sugieren la atribución de determinados valores de los factores de degradación a las partes constitutivas de la conexión; no están destinadas a servir para el diseño de sistemas de transmisión.

A fin de facilitar estudios sobre la calidad de transmisión de una red totalmente digital se recomiendan solamente las disposiciones siguientes:

1) un trayecto exclusivamente digital entre las dos centrales locales en cada extremo de la conexión;

2) un trayecto exclusivamente digital entre dos abonados.

Esta Recomendación permite obtener resultados comparables cuando se realizan estudios por diferentes Administraciones. (Para estudios relativos a casos intermedios de utilizaciones mixtas de componentes analógicos y digitales, véase el § 4 de la Recomendación G.103 y la Cuestión 5/XVI [1].)

Con el auxilio de las conexiones ficticias de referencia pueden estudiarse los siguientes factores de degradación:

- errores digitales,
- deslizamientos,
- fluctuación de fase,
- retardo.

3 Constitución para telefonía (trayecto a 64 kbit/s)

1) Conexión internacional más larga entre las previstas en las Recomendaciones del CCITT. En esta conexión, la degradación introducida por el trayecto digital internacional podría ser de valor elevado. Estas conexiones suelen ser raras (véase la figura 1/G.104).

2) Conexión internacional típica de longitud media, constituida por un solo trayecto internacional. En estas conexiones cabe esperar que sea apreciable la degradación introducida por los sistemas nacionales. Esta conexión se empleará en un gran porcentaje de llamadas internacionales (figura 2/G.104).

3) Conexión internacional típica en una zona de CT1, entre abonados situados a proximidad de CT3. Son numerosas las conexiones de este tipo (véase la figura 3/G.104).

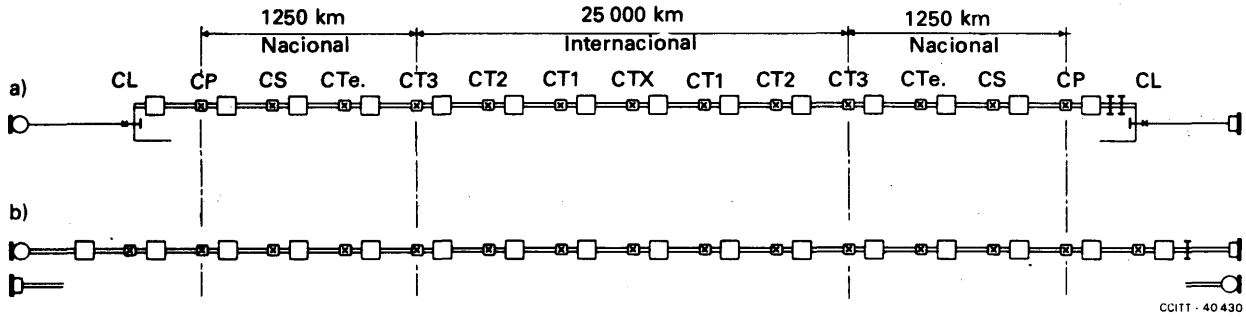


FIGURA 1/G.104

Conexión de referencia de máxima longitud para la transmisión y conmutación analógicas y digitales

(basada en la figura 1/G.103)

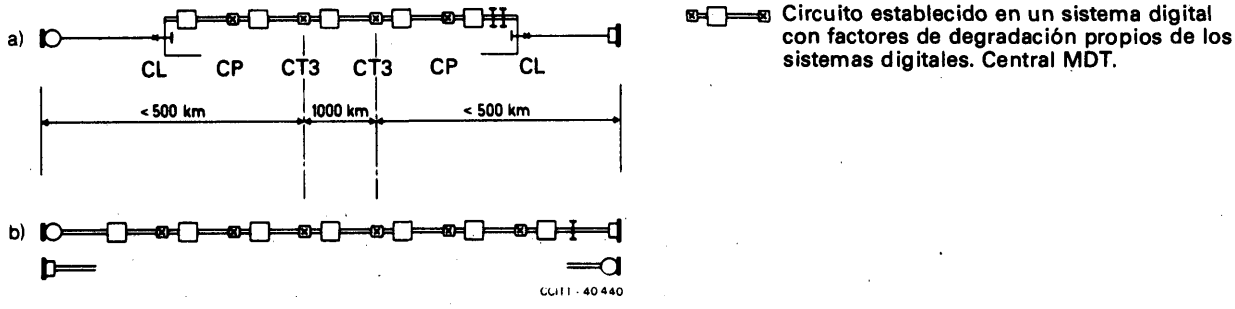


FIGURA 2/G.104

Conexión internacional típica de longitud media

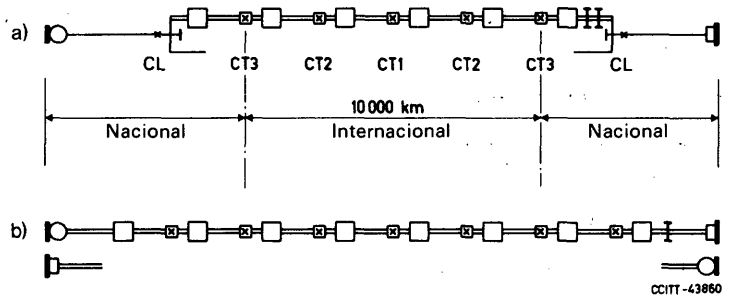


FIGURA 3/G.104

Conexión internacional típica en una zona de CT1 entre abonados (situados a proximidad de CT3)

Observación 1 – Las conexiones de referencia definidas se aplican a telefonía solamente. Habrá que estudiar la necesidad de definir conexiones de referencia similares para otros servicios como datos, transmisiones de sonido y de televisión, etc.

Observación 2 – Está en estudio el efecto de concentradores digitales, supresores de eco digitales, trayectos por satélite en la red nacional, etc. y la posible necesidad de incluirlos en las conexiones de referencia.

4 Observaciones

Es práctica corriente estimar la calidad de transmisión de una conexión de referencia basándose en el conocimiento de los objetivos de diseño de las diferentes partes componentes. Es improbable que todos los elementos que constituyen una conexión real sufran simultáneamente la combinación más desfavorable de condiciones especificadas, así como que las condiciones de trabajo de algunos elementos sean peores que las especificadas. En consecuencia, sólo en raras ocasiones será la calidad de funcionamiento real de una conexión igual a la estimada mediante cálculos.

Referencias

[1] CCITT – Cuestión 5/XVI, contribución COM XVI-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Recomendación G.105

CONEXIÓN FICTICIA DE REFERENCIA PARA LOS ESTUDIOS DE LA DIAFONÍA

(Ginebra, 1980)

1 Objeto

La presente Recomendación contiene orientaciones acerca de la aplicación de la Recomendación P.16 [1] a la red telefónica general con conmutación e indica la estructura y los parámetros que debería presentar la conexión ficticia de referencia destinada especialmente a los estudios de la diafonía.

2 Observaciones generales

2.1 *Exactitud de los datos fundamentales*

2.1.1 Existe siempre un cierto grado de incertidumbre al aplicar a una conversación telefónica real los resultados de pruebas en que se haya pedido a los participantes que tratasen de detectar la presencia de diafonía inteligible. Además, no se puede esperar que esta clase de pruebas dé una idea fidedigna del grado en que se reduce la confianza que merece a un abonado el secreto de las comunicaciones por el hecho de oír la conversación de otro abonado. Por consiguiente, en general la finalidad debiera consistir en reducir en la mayor medida posible el riesgo de que exista diafonía potencialmente inteligible.

2.1.2 Al aplicar el método de cálculo de la Recomendación P.16 [1] pueden producirse errores si las distribuciones de las atenuaciones diafónicas y de los equivalentes de referencia son asimétricas en vez de ser normales, o están truncadas como consecuencia de procedimientos de pruebas de aceptación. Ello se debe a que generalmente se buscan probabilidades de diafonía inteligibles reducidas, que dependen en sumo grado del hecho de que los extremos de las distribuciones estén exactamente definidos. Una manera de obviar esta dificultad es aplicar los métodos de Monte Carlo, conforme se describen, por ejemplo, en el Manual citado en [2], tomando la precaución de efectuar un número suficiente de iteraciones para asegurar la exactitud necesaria.

2.1.3 Hay que poner especial cuidado en obtener valores significativos de la atenuación y el ruido en los trayectos de diafonía que son objeto de estudio. En particular, los errores provocados por pequeños cambios de los valores medios pueden dar como resultado una probabilidad calculada errónea, de que un abonado oiga la conversación de otro, que puede ser diez veces mayor o menor o incluso más; véase por ejemplo [3].

2.2 *Efecto del ruido de línea y del ruido ambiente*

2.2.1 Otro aspecto importante que plantea algunas dificultades es el efecto de enmascaramiento del ruido. Por un lado, si se supone insignificante el nivel de ruido al establecer límites de diafonía, pueden imponerse exigencias carentes de realismo en lo que concierne a la atenuación diafónica que deben introducir los elementos de equipo. Por otro lado, si se supone que los circuitos y las centrales en servicio introducen niveles de ruido comparables a los fijados en los objetivos de construcción (por ejemplo, los consabidos 4 pW0p/km), la proporción de casos en que un abonado oye la conversación de otro puede ser inaceptablemente elevada, en especial cuando la red está poco cargada y es dable esperar por consiguiente que los niveles de ruido presenten sus valores más bajos.

Al igual que en muchos estudios de transmisión, hay que conciliar estos dos extremos. En algunos casos, tal vez sea necesario basarse en mediciones del nivel de ruido en la instalación durante periodos de mucho y de poco tráfico. Sin embargo, no debe pasarse por alto el hecho de que los límites que se fijen en la actualidad deben tener en cuenta, de ser posible, las necesidades futuras. Es un sano principio que el funcionamiento satisfactorio del equipo en una parte de la red no dependa de imperfecciones accidentales de otra parte de ella, especialmente si es probable que tales imperfecciones puedan suprimirse o reducirse en el futuro, por ejemplo mediante el nuevo diseño de las centrales locales o utilizando en mayor grado sistemas digitales de transmisión de larga distancia.

2.2.2 A diferencia del ruido de línea, es posible para la persona que escucha reducir el efecto del ruido ambiente. De ahí que la Recomendación P.16 [1] indique que es necesario considerar que el ruido ambiente es despreciable al calcular un objetivo de diseño para el equipo.

2.3 *Probabilidades y distribuciones que intervienen*

2.3.1 Cuando se determina la distribución de la atenuación diafónica introducida por el equipo y los cables, es apropiado considerar únicamente los valores más desfavorables (aceptables). Por ejemplo, en el caso de un cable de 10 pares sólo debe tenerse en cuenta, para cada par, el par que introduce en él la peor perturbación, o sea 10 valores en total. Esta distribución no debe ser desvirtuada por los otros 80 valores mejores. Puede considerarse seguro que, durante el periodo cargado, estará en actividad el par que más perturba a un par particular.

2.3.2 Con respecto a la diafonía inteligible entre comunicaciones locales establecidas en la red de una misma central local, la probabilidad de que un abonado potencialmente perturbador haga una llamada al mismo tiempo que el abonado perturbado puede ser considerablemente pequeña; ello será de seguro así en el caso de los abonados comerciales y las centralitas privadas de abonado. Figura información sobre este aspecto y sobre la manera de calcular las probabilidades que intervienen en [4].

2.3.3 Las entradas múltiples, en una conexión telefónica, de señales de diafonía inteligible, todas las cuales presenten niveles importantes y se deriven de una misma fuente, es algo tan improbable que puede no tenerse en cuenta al fijar los límites de diseño. Es decir que se supone que el único mecanismo de diafonía que interesa es el predominante, y como todas las demás fuentes se consideran despreciables, aquél puede absorber la totalidad del margen.

Sin embargo, cuando hay que dividir un objetivo de calidad de funcionamiento de la red relativo a la diafonía entre las centrales y los circuitos que constituyen la conexión, puede ser necesario considerar el número de trayectos potenciales de diafonía de distintas fuentes. Por ejemplo, pueden aplicarse límites de diafonía a

trayectos completos a través de una central y a circuitos de enlace o interurbanos completos. Así pues, en las conexiones sencillas entre abonados de centrales diferentes (dejando de lado, de momento, la diafonía originada dentro de los cables locales), existen tres fuentes predominantes de diafonía, y si por ejemplo se tratase de obtener que, en las conexiones de esta naturaleza, la probabilidad de que un abonado oiga la conversación de otro sea inferior a 1 entre 100, debiera reducirse esta posibilidad a 1 entre 300 (suponiendo iguales probabilidades y la ausencia de correlación entre las fuentes).

Las figuras 1/G.105 y 2/G.105 ilustran algunos trayectos de diafonía importantes.

3 Conexión ficticia de referencia para la diafonía

La figura 3/G.105 ilustra los elementos esenciales de dos conexiones ficticias de referencia apropiadas para los estudios de la diafonía de circuitos y centrales telefónicos. Se observará que las conexiones son mucho más sencillas que las que se utilizan en la Recomendación G.103 para el estudio del ruido y la atenuación. Sería inapropiado estudiar el riesgo de que exista una diafonía potencialmente inteligible entre dos conexiones de 12 circuitos cuyas longitudes y niveles de ruido son cercanos a los máximos con el objeto de obtener, por ejemplo, un límite para la diafonía del equipo de canal, puesto que la mayoría de los equipos de canal adquiridos e instalados conforme a la especificación se utilizan en conexiones mucho más sencillas, menos ruidosas y numerosas.

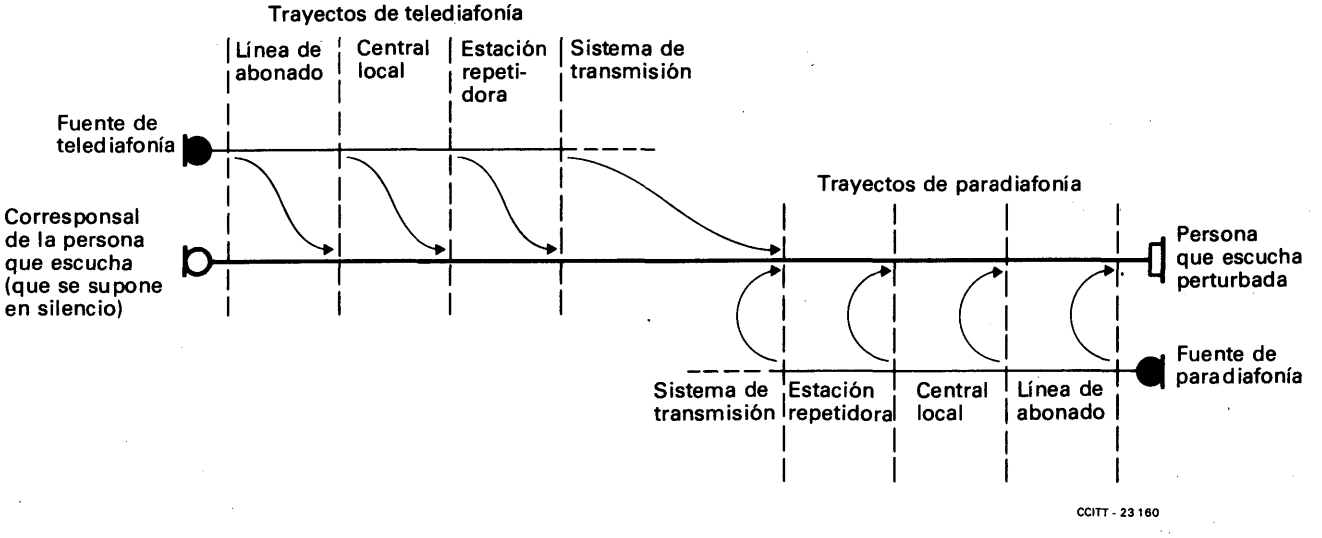
Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Efectos subjetivos de la diafonía directa. Umbrales de audibilidad e inteligibilidad*, Tomo V, Rec. P.16.

[2] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

[3] *La diafonía en el área local y el secreto de las conversaciones*, Comunicaciones Eléctricas (ITT), Vol. 49, N.° 4, pp. 446-458, 1974.

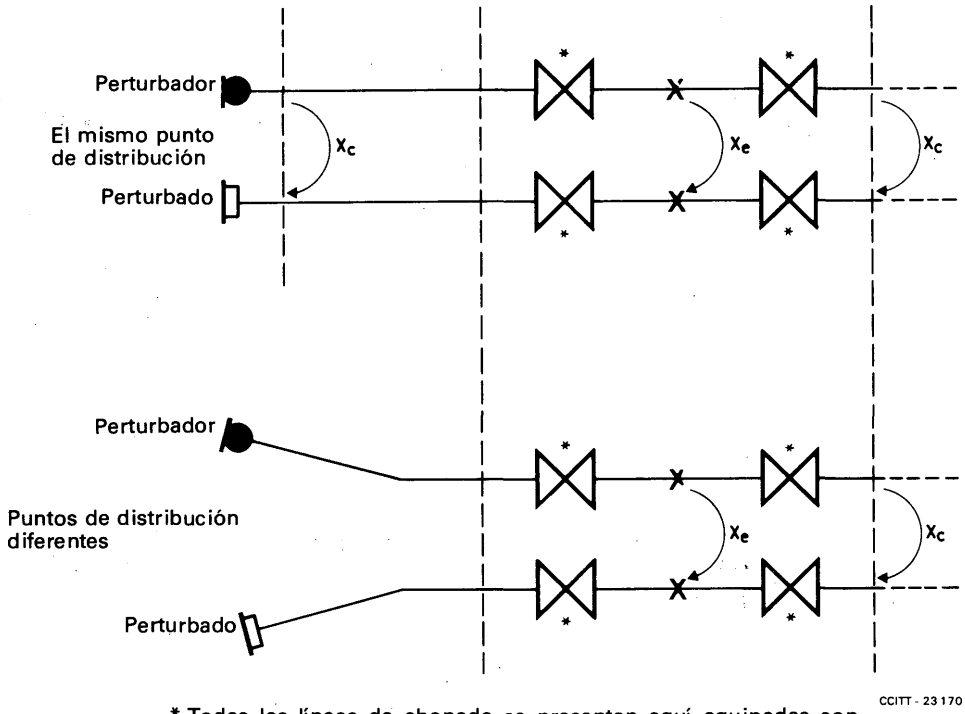
[4] LAPSA (P.M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *Bell System Technical Journal*, Vol. 55, N.° 7, septiembre de 1976.



Observación – Los límites de diafonía propios de las *estaciones repetidoras* (por ejemplo, equipo múltiplex) y de los *sistemas de transmisión* no se tratan en esta Recomendación, que sólo se refiere a las líneas de abonado, centrales y circuitos entre centrales. En particular, los límites recomendados para los circuitos deberían ser distribuidos por la Comisión o Comisiones de Estudio competentes de los CCI.

FIGURA 1/G.105

Algunos trayectos de telediafonía y paradiafonía que revisten importancia en relación con la diafonía potencialmente inteligible entre conexiones telefónicas



* Todas las líneas de abonado se presentan aquí equipadas con amplificadores adicionales, caso que no siempre ocurre en la práctica.

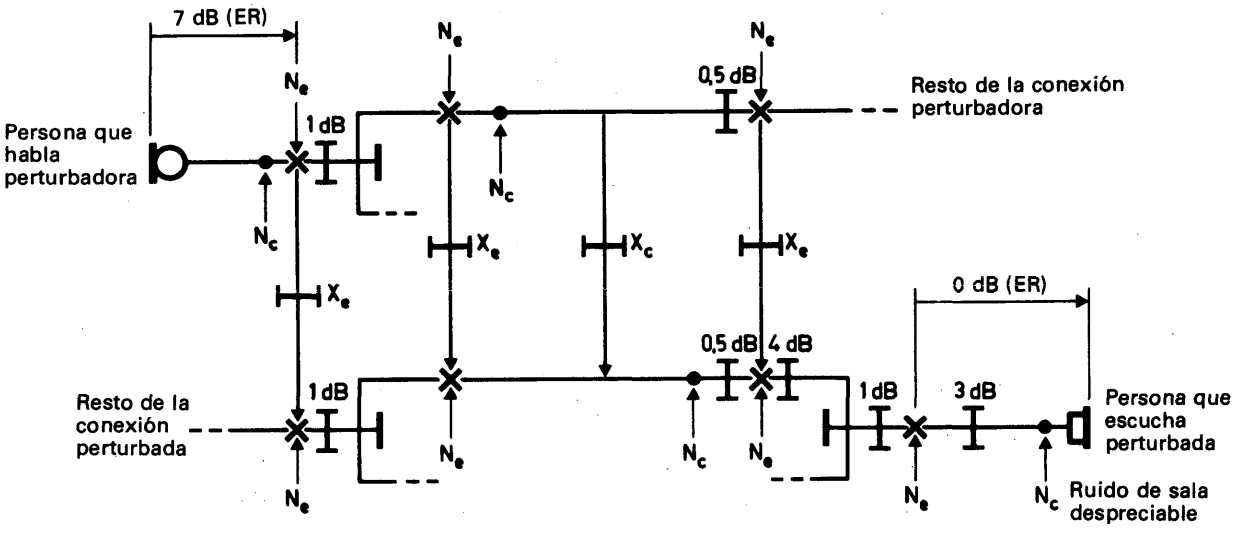
Observación 1 – En las comunicaciones entre abonados de una misma central atendidos por puntos de distribución diferentes, se puede suponer que el hecho de que un abonado oiga la conversación de otro se debe a la diafonía en la central o a la diafonía que se origina dentro de los cables locales (para o telediafonía) en el lado del equipo de conmutación de la central que mira hacia el otro extremo. En las comunicaciones entre abonados de centrales diferentes, se supone que los trayectos de diafonía se producen en la central y entre circuitos locales o interurbanos.

Observación 2 – En el caso en que dos abonados atendidos por el mismo punto de distribución oyen cada uno las conversaciones del otro, debiera también suponerse que puede producirse diafonía dentro del cable local (paradiafonía) u otro equipo conectado permanentemente. El hecho de que determinados abonados estén desfavorablemente situados a este respecto dependerá en sumo grado del tipo de circuitos telefónicos locales utilizados. Cuando se utilizan aparatos telefónicos con regulación de corriente, los abonados de líneas locales de longitud límite están más expuestos, a causa de la mayor sensibilidad del aparato telefónico en tales líneas.

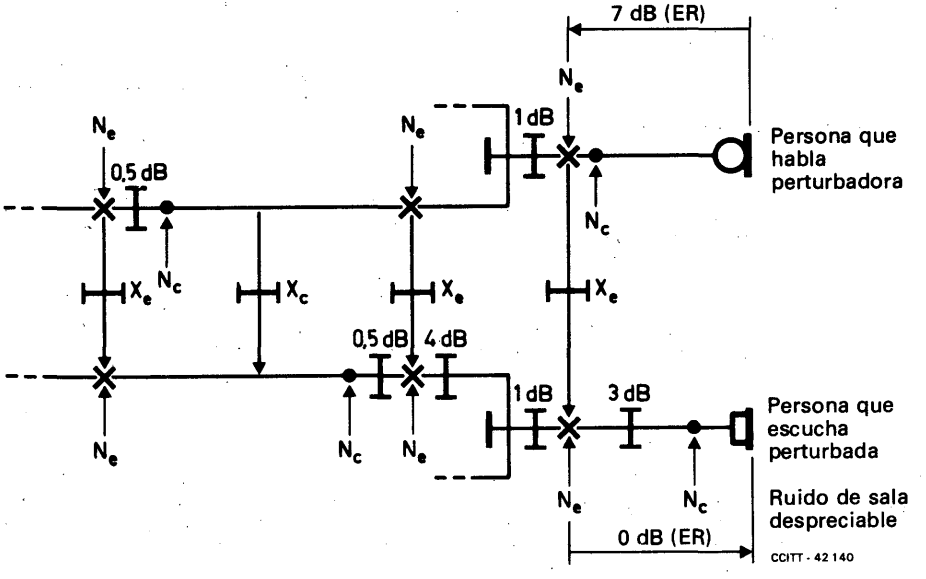
Observación 3 – Debe incluirse, cuando proceda, el efecto de la amplificación adicional de la central asociada a veces a las líneas de gran longitud.

FIGURA 2/G.105

Algunos trayectos ficticios de referencia de diafonía para el estudio de la diafonía en la red de una central local



a) *Trayectos de telediafonía*



b) *Trayectos de paradiafonía*

Observación 1 – Debe suponerse que la conexión perturbadora tiene un equivalente de referencia global algo elevado, de manera que el factor de corrección $\bar{C}$, para tener en cuenta los volúmenes sonoros reales de la persona que habla, sea de 4 dB, según se explica en la Recomendación P.16 [1].

Observación 2 – Se supone que la conexión perturbada es muy sencilla, estando conectada la persona que escucha perturbada a una central local situada en el mismo lugar que la central interurbana (por ejemplo, el CT3 o el centro primario nacional).

Observación 3 – Valores adecuados de las diversas potencias de ruido de circuito y de central:

Ruido de circuito (N_c):	línea local de abonado:	100 pWp
	circuito a cuatro hilos:	500 pW0p
	(circuito por satélite:	10 000 pW0p)
Ruido de central (N_e):	central local:	50 pWp o pW0p (según corresponda)
	central a cuatro hilos:	100 pW0p

Observación 4 – De conformidad con el convenio adoptado en la Recomendación G.103, se indica 0 dBr para el nivel de conmutación en emisión en todas las centrales. En la práctica pueden encontrarse otros valores de nivel relativo, que deben tenerse en cuenta en el estudio.

Observación 5 – Se supone que, en cada instante, sólo hay un mecanismo de diafonía predominante.

FIGURA 3/G.105

Conexiones ficticias de referencia aplicables a la diafonía entre conexiones telefónicas con conmutación

CONCEPTOS, TÉRMINOS Y DEFINICIONES RELATIVOS A LOS ESTUDIOS SOBRE DISPONIBILIDAD Y FIABILIDAD

(Ginebra, 1980)

1 Introducción

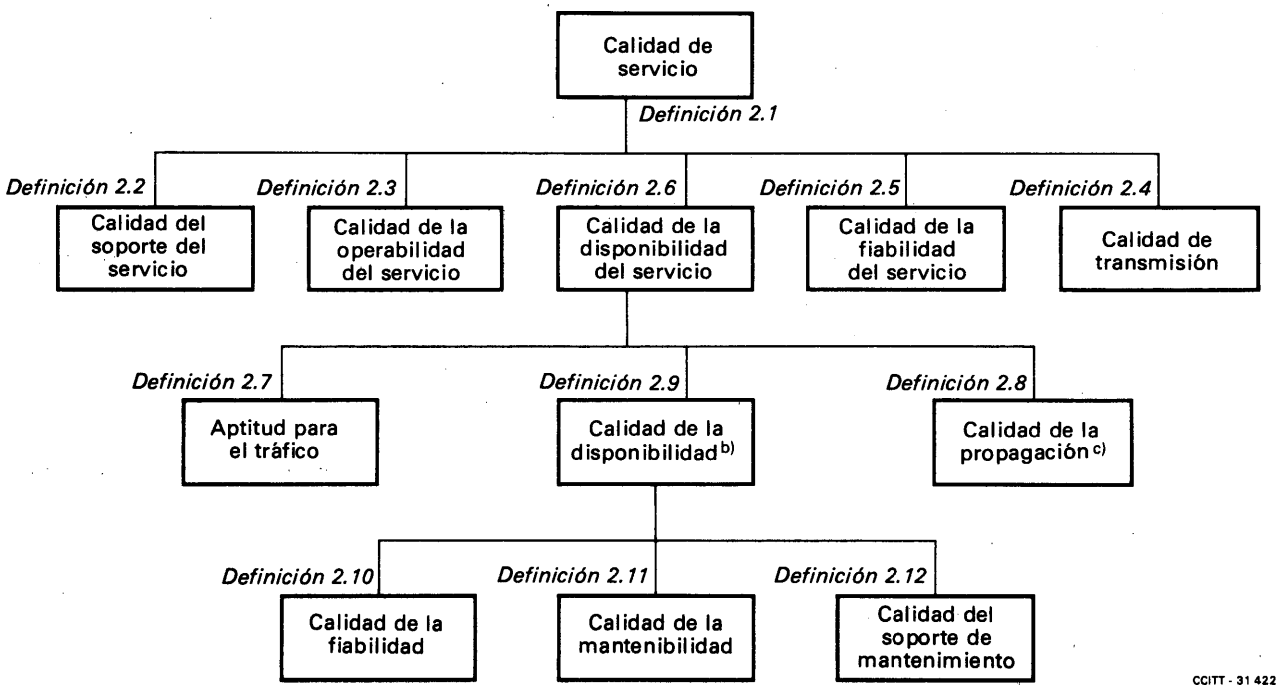
1.1 *Objeto*

El objeto de esta Recomendación es proporcionar una base sistemática para organizar los conceptos relativos a la calidad de la prestación de servicios de telecomunicaciones. El método seguido, se ha concebido para que comprenda todos los aspectos que se aplican, no solamente a las unidades o elementos funcionales individuales (por ejemplo, un sistema de conmutación o sus elementos constitutivos), sino principalmente a los servicios de la red de conmutación (por ejemplo, fiabilidad y disponibilidad de una conexión) y servicios de líneas privadas (por ejemplo, fiabilidad y disponibilidad de un circuito arrendado).

El diagrama de la figura 1/G.106 tiene por objeto proporcionar una visión de conjunto de los factores que contribuyen colectivamente a la calidad de servicio global tal y como la percibe el usuario de un servicio de telecomunicación. Puede considerarse que los términos del diagrama se aplican, por regla general, a los niveles de servicio alcanzados realmente en la práctica, a los objetivos que representan los resultados prácticos que deben obtenerse con el servicio, o a las características que reflejan las especificaciones de diseño.

El diagrama de la figura 1/G.106 se ha estructurado además para mostrar la forma en que un factor de servicio puede depender de una serie de otros factores. Es importante tener presente – aunque no se indica explícitamente en cada una de las siguientes definiciones – que el valor de la medida que caracteriza un factor determinado puede depender directamente de los valores correspondientes de otros factores que contribuyen al mismo. Esto hace necesario, cuando se especifica el valor de una medida, indicar claramente todas las condiciones que influyen en esa medida particular.

En las definiciones que siguen, el término «aptitud» incluye aspectos tanto cualitativos como cuantitativos.



a) En esta figura no se muestran todas las relaciones.

b) La calidad desde el punto de vista de la disponibilidad se refiere a cualquier parte de la red, el soporte lógico o el equipo físico.

c) La calidad desde el punto de vista de la propagación depende de causas naturales como la atenuación debida a la lluvia o a trayectos múltiples, etc. En este diagrama sólo se muestra su influencia en la disponibilidad. Sus influencias en la calidad, como en el caso de interrupciones cortas, por ejemplo, se tienen en cuenta en la «calidad de transmisión» (véase la Recomendación 557 del CCIR [1]).

FIGURA 1/G.106

Jerarquía de conceptos relativos a la calidad de servicio a)

2 Conceptos, términos y definiciones relativos a la calidad

2.1 calidad de servicio

E: quality of service

F: qualité de service

Efecto colectivo de las características del servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio.

Observación – La calidad de servicio se caracteriza por la combinación de aspectos relativos a la disponibilidad del servicio, la fiabilidad del servicio, el soporte del servicio, la facilidad de utilización del servicio y la calidad de transmisión.

2.2 calidad soporte del servicio

E: service support performance

F: logistique du service

Aptitud de una Administración de telecomunicaciones para atender las solicitudes de los clientes.

Observación – Entre las medidas de soporte del servicio figuran, por ejemplo, el tiempo medio necesario para el establecimiento de un servicio necesario, y el tiempo medio necesario para prestar asistencia relativa a los números de abonado, etc.

2.3 calidad de la operabilidad del servicio; facilidad de utilización del servicio

E: service operability performance

F: facilité d'utilisation du service

Aptitud de un servicio para ser utilizado satisfactoriamente y fácilmente por el usuario, desde el punto de vista de los factores humanos.

2.4 calidad de transmisión (de un servicio)

E: transmission performance (of a service)

F: qualité de transmission (d'un service)

Grado en que un servicio de telecomunicaciones reproduce la señal ofrecida.

Observación – La calidad de transmisión sólo puede tenerse en cuenta cuando el servicio está disponible.

2.5 calidad de la fiabilidad del servicio

E: service reliability performance

F: fiabilité du service

Aptitud de un servicio, cuando está disponible, para seguir siendo proporcionado en condiciones especificadas durante un periodo de tiempo especificado.

2.6 calidad de la disponibilidad del servicio

E: service availability performance

F: disponibilité du service

Aptitud de un servicio, bajo aspectos combinados de aptitud para el tráfico, calidad de la propagación y de la disponibilidad del equipo, para ser proporcionado dentro de tolerancias de transmisión especificadas y otras condiciones de funcionamiento especificadas cuando el usuario lo solicita.

2.7 aptitud para el tráfico; calidad de la traficabilidad

E: trafficability performance; traffic performance

F: capacité d'écoulement du trafic

Aptitud de un sistema de telecomunicaciones para cursar el tráfico ofrecido en condiciones especificadas.

Las condiciones especificadas se refieren a cualquier combinación de partes, con y sin fallos, en el sistema.

2.8 **calidad de la propagación**

E: propagation performance

F: caractéristiques de propagation

Aptitud de un medio de propagación para transmitir señales dentro de las tolerancias especificadas.

Observación – Las tolerancias especificadas pueden referirse a las variaciones en el nivel de la señal, el ruido, los niveles de interferencia, etc.

2.9 **calidad de la disponibilidad**

E: availability performance

F: disponibilité de l'équipement

Aptitud de un equipo – bajo aspectos combinados de su calidad de la fiabilidad, mantenibilidad y soporte de mantenimiento – para realizar o estar en estado de realizar una función requerida durante una condición de tiempo especificada.

Observación – Por condición de tiempo especificada se entiende un instante especificado o un intervalo especificado.

2.10 **calidad de la fiabilidad**

E: reliability performance

F: fiabilité d'un équipement

Aptitud de un equipo para realizar una función requerida, en condiciones especificadas, durante un periodo de tiempo especificado.

Observación – El término fiabilidad se usa en el sentido de medida funcional de la calidad de la fiabilidad.

2.11 **calidad de la mantenibilidad**

E: maintainability performance

F: maintenabilité

Aptitud de un equipo, en condiciones especificadas de uso, para ser conservado en un estado o devuelto a un estado en el cual puede realizar una función requerida, cuando el mantenimiento se efectúa en condiciones especificadas y utilizando procedimientos y recursos especificados.

Observación – El término mantenibilidad se utiliza en el sentido de medida de la calidad de la mantenibilidad, e implica la probabilidad de que se efectúe el mantenimiento activo en un periodo de tiempo determinado.

2.12 **calidad del soporte de mantenimiento**

E: maintenance support performance

F: logistique de maintenance

Aptitud de una organización de mantenimiento, en condiciones especificadas, para proporcionar a petición los recursos necesarios para mantener un equipo.

Observación 1 – La organización del mantenimiento incluye recursos físicos cuya intervención se amolde a unos principios de mantenimiento determinados.

Observación 2 – Las condiciones especificadas se refieren al propio dispositivo y a las condiciones en que éste se emplea y mantiene.

ANEXO A

(a la Recomendación G.106)

A.1 *Fallos e interrupciones*

A.1.1 *Conceptos relativos al fallo*

A.1.1.1 **fallo; avería (desaconsejado)**

E: failure; fault (deprecated)

F: dérangement; défaut (déconseillé)

El cese de la aptitud de un dispositivo para realizar una función requerida.

A.1.1.2 **aparición de fallo**

E: failure occurrence

F: apparition d'un dérangement

Evento en que un dispositivo pierde su aptitud para realizar una función requerida.

A.1.1.3 **estado de fallo**

E: failure state

F: état de dérangement

Estado de un dispositivo caracterizado por la pérdida de su aptitud para realizar una función requerida.

A.1.1.4 **modo de fallo**

E: failure mode

F: mode de dérangement

Uno de los posibles estados de un dispositivo, definido como estado de fallo.

A.1.1.5 **estado de disponibilidad**

E: up state

F: état de disponibilité

Estado de un dispositivo en el cual puede efectuar una función requerida.

A.1.1.6 **estado de indisponibilidad**

E: down state

F: état d'indisponibilité

Estado de un dispositivo en el cual no puede realizar una función requerida.

A.1.2 *Clasificación de los fallos* [1)]

A.1.2.1 **fallo total**

E: complete failure

F: dérangement complet

A.1.2.2 **fallo parcial**

E: partial failure

F: dérangement partiel

A.1.2.3 **fallo repentino**

E: sudden failure

F: dérangement brusque

A.1.2.4 **fallo gradual**

E: gradual failure

F: dérangement progressif

A.1.2.5 **fallo que impide la función**

E: function preventing failure

F: dérangement empêchant l'accomplissement des fonctions

Fallo de una parte del dispositivo que causa la total desaparición de todas las funciones requeridas.

---

1) Para las definiciones de los términos enumerados en los § A.1.2.1 a A.1.2.4, consúltese la publicación de la CEI citada en [2]. Sin embargo, se presentan los términos y definiciones de los § A.1.2.5 a A.1.2.9, en espera de su publicación por la CEI.

A.1.2.6 **fallo que degrada la función**

E: function degrading failure

F: dérangement dégradant les fonctions

Fallo de una parte del dispositivo que causa la desaparición de una parte de las funciones requeridas.

A.1.2.7 **fallo que permite la función**

E: function permitting failure

F: dérangement permettant l'accomplissement des fonctions

Fallo de una parte del dispositivo que no causa la desaparición de las funciones requeridas.

A.1.2.8 **fallo permanente**

E: permanent failure

F: dérangement permanent

Fallo de un dispositivo que persiste hasta que se efectúan acciones de mantenimiento correctivo (reparación).

A.1.2.9 **fallo intermitente**

E: intermittent failure

F: dérangement intermittent

Fallo de un dispositivo durante un periodo de tiempo limitado, después del cual el dispositivo vuelve a realizar una función requerida sin ser objeto de ninguna acción correctiva externa.

Observación – Los fallos de esta naturaleza son a menudo recurrentes.

A.1.3 *Conceptos relativos a las interrupciones*

A.1.3.1 **interrupción de la transmisión (de un servicio)**

E: interruption of transmission (service)

F: interruption de (service de) transmission

Interrupción de una transmisión (o un servicio) ocasionada por un cambio que rebasa durante un periodo mínimo de tiempo dado los límites fijados para un parámetro cualquiera o una combinación de varios parámetros esenciales para una transmisión (servicio).

Observación 1 – Se han de especificar en la forma requerida los parámetros, periodos de tiempo y límites.

Observación 2 – Los posibles parámetros que entran en juego en la interrupción de la transmisión son: nivel de potencia, nivel de ruido, relación señal/ruido, distorsión por retardo de grupo, grado de distorsión telegráfica, tasa de errores en los bits, etc.

Observación 3 – Los posibles parámetros que entran en juego en la interrupción de un servicio son: duración y frecuencia de las interrupciones de la transmisión, características de fiabilidad del equipo de conmutación, etc.

A.2 *Mantenimiento, mantenibilidad y soporte de mantenimiento*

A.2.1 *Conceptos relativos al mantenimiento*

A.2.1.1 **mantenimiento**

E: maintenance

F: maintenance

Combinación de todas las acciones técnicas y las correspondientes acciones administrativas destinadas a conservar o volver un dispositivo a un estado en que pueda realizar su función requerida.

A.2.1.2 **nivel de mantenimiento**

E: level of maintenance

F: niveau de maintenance

Clase de acciones de mantenimiento que pueden desarrollarse mediante un cierto grado de subdivisión de un dispositivo complejo.

Observación 1 – El criterio de subdivisión puede ser la complejidad de construcción, la accesibilidad, la facilidad de sustitución, la seguridad, etc.

Observación 2 – Son ejemplos de lo que antecede la sustitución de un componente, de una tarjeta de circuito impreso, de un subsistema, etc.

A.2.1.3 **línea de mantenimiento**

E: line of maintenance

F: ligne de maintenance

Posición en una organización en la cual se efectúa el mantenimiento de un dispositivo en niveles de mantenimiento establecidos.

Observación – La posición se caracteriza por la capacitación del personal, las facilidades disponibles, la ubicación, etc.

A.2.1.4 **detección de fallo**

E: failure recognition

F: identification d'un dérangement

Evento en que se reconoce que un dispositivo ha perdido su aptitud para realizar una función requerida.

A.2.2 *Clasificación del mantenimiento*

A.2.2.1 **mantenimiento preventivo**

E: preventive maintenance

F: maintenance préventive

Mantenimiento efectuado a intervalos predeterminados o correspondientes a criterios prescritos, destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de la calidad de funcionamiento de un dispositivo.

A.2.2.2 **mantenimiento correctivo; reparación**

E: corrective maintenance; repair

F: maintenance corrective; réparation

Mantenimiento efectuado después de que se ha producido un fallo y destinado a volver el dispositivo a un estado en el que pueda realizar su función requerida.

A.2.2.3 **mantenimiento controlado**

E: controlled maintenance

F: maintenance dirigée

Método para conservar una calidad de servicio deseada mediante la aplicación sistemática de técnicas de análisis empleando facilidades de supervisión centralizada y/o un muestreo para reducir al mínimo el mantenimiento preventivo y disminuir el mantenimiento correctivo.

A.2.2.4 **mantenimiento programado**

E: scheduled maintenance

F: maintenance programmée

Mantenimiento realizado en un cierto instante de tiempo de acuerdo con un plan establecido.

A.2.2.5 **mantenimiento no programado**

E: unscheduled maintenance

F: maintenance non programmée

Mantenimiento realizado después de haber recibido una indicación relativa al estado de un dispositivo.

A.2.2.6 **mantenimiento que afecta a la función**

E: function affecting maintenance

F: maintenance affectant les fonctions

Mantenimiento que afecta a una o más de las funciones requeridas del dispositivo mantenido.

Observación – El mantenimiento que afecta a la función puede dividirse en mantenimiento que impide la función y mantenimiento que degrada la función.

A.2.2.7 **mantenimiento que impide la función**

E: function preventing maintenance

F: maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions

Mantenimiento que impide que el dispositivo mantenido realice las funciones requeridas originando una pérdida completa de tales funciones.

A.2.2.8 **mantenimiento que degrada la función**

E: function degrading maintenance

F: maintenance dégradant les fonctions

Mantenimiento que afecta a una o más de las funciones requeridas del dispositivo mantenido pero no en un grado que origine una pérdida completa de tales funciones.

A.2.2.9 **mantenimiento que permite la función**

E: function permitting maintenance

F: maintenance permettant l'accomplissement des fonctions

Mantenimiento que no afecta a ninguna de las funciones requeridas del dispositivo mantenido.

A.2.3 *Medidas de la calidad de la mantenibilidad y de la del soporte de mantenimiento*

A.2.3.1 **mantenibilidad**

E: maintainability

F: maintenabilité

Probabilidad de que pueda llevarse a cabo el mantenimiento activo dentro de un periodo de tiempo especificado, cuando el mantenimiento se efectúa en las condiciones especificadas y utilizando los procedimientos y recursos especificados.

A.2.3.2 **proporción de reparaciones**

E: repair rate

F: taux de réparation

(Por definir.)

A.2.3.3 **proporción instantánea de reparaciones**

E: instantaneous repair rate

F: taux instantané de réparation

Límite (si existe) de la relación entre la probabilidad de que la actuación de mantenimiento correctivo termine en un periodo de tiempo y la duración de este periodo, cuando dicha duración tiende a cero, suponiendo que aquella actuación no ha terminado el comienzo del periodo.

A.2.3.4 **proporción media de reparaciones**

E: mean repair rate

F: taux moyen de réparation

Media de la proporción instantánea de reparaciones en un periodo de tiempo especificado.

A.2.4 *Conceptos de tiempo relacionados con la mantenibilidad* (véase también el § A.4)

A.2.4.1 **tiempo de fallo no detectado**

E: undetected failure time

F: durée de dérangement non détecté

Periodo de tiempo entre el instante en que se produce el fallo y su detección.

A.2.4.2 **tiempo administrativo para el mantenimiento correctivo**

E: administrative time for corrective maintenance

F: durée administrative pour la maintenance corrective

Periodo de tiempo durante el cual, con respecto a un dispositivo que ha fallado, hay acciones de mantenimiento en espera de realización o en curso de preparación, pero no iniciadas todavía.

A.2.4.3 **tiempo de mantenimiento**

E: maintenance time

F: durée de maintenance

Periodo de tiempo durante el cual se llevan a cabo, manual o automáticamente, acciones de mantenimiento de un dispositivo, incluyendo las demoras inherentes a las operaciones de mantenimiento.

Observación 1 – Las demoras inherentes incluyen las debidas al diseño o a los procedimientos de mantenimiento prescritos.

Observación 2 – El mantenimiento puede efectuarse mientras el dispositivo está efectuando una función requerida.

Observación 3 – Para la subdivisión del tiempo de mantenimiento, véase la figura A-1/G.106.

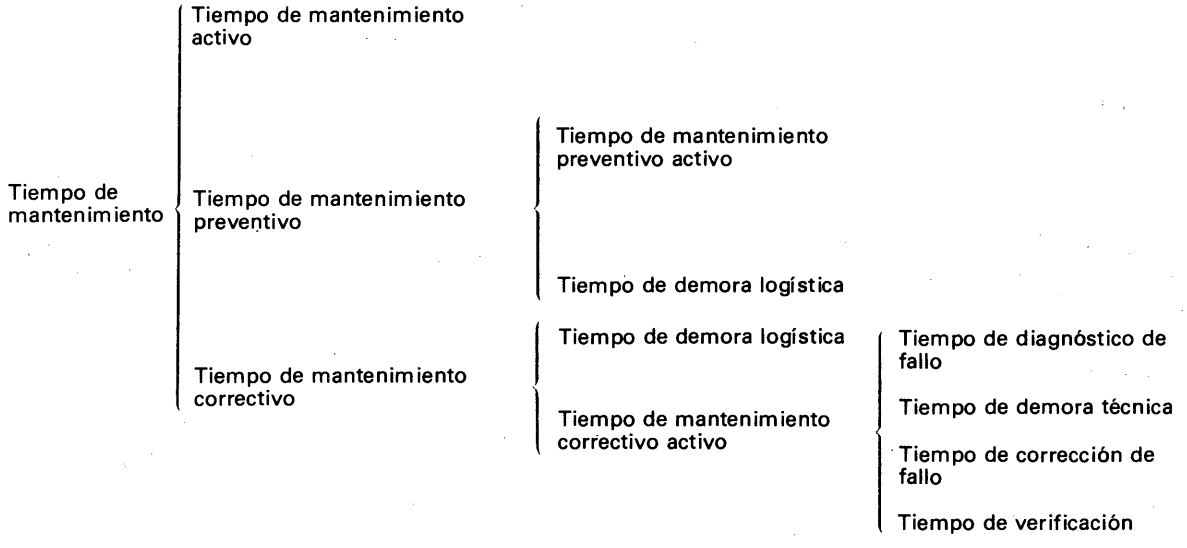


FIGURA A-1/G.106

Subdivisión del tiempo de mantenimiento

A.2.4.4 **tiempo de mantenimiento activo**

E: active maintenance time

F: durée de maintenance active

Parte del tiempo de mantenimiento durante el cual se realizan acciones de mantenimiento de un dispositivo, ya sea automática o manualmente, incluyendo el tiempo debido a las demoras inherentes a la operación de mantenimiento.

Observación – El mantenimiento activo puede llevarse a cabo mientras el dispositivo está realizando una función requerida.

A.2.4.5 **tiempo de mantenimiento preventivo**

E: preventive maintenance time

F: durée de maintenance préventive

Parte del tiempo de mantenimiento durante el cual se efectúa un mantenimiento preventivo de un dispositivo, incluyendo el tiempo debido a las demoras logísticas inherentes a las operaciones de mantenimiento preventivo.

Observación 1 – Las demoras inherentes incluyen las debidas al diseño o a los procedimientos de mantenimiento prescritos.

Observación 2 – El tiempo de mantenimiento preventivo no incluye el tiempo empleado en el mantenimiento de un dispositivo que ha sido reemplazado.

A.2.4.6 **tiempo de mantenimiento correctivo; tiempo de reparación**

E: corrective maintenance time; repair time

F: durée de maintenance corrective; durée de réparation

Parte del tiempo de mantenimiento, incluyendo el debido a demoras logísticas, durante el cual se efectúa el mantenimiento correctivo de un dispositivo.

A.2.4.7 **tiempo de mantenimiento preventivo activo**

E: active preventive maintenance time

F: durée de maintenance préventive active

Parte del tiempo de mantenimiento preventivo, incluyendo las demoras técnicas inherentes a las acciones, durante el cual se efectúan acciones de mantenimiento preventivo de un dispositivo, en forma manual o automática.

A.2.4.8 **tiempo de demora logística**

E: logistic delay time

F: délai logistique

Parte del tiempo de mantenimiento durante el cual no se efectúan acciones de mantenimiento debido a demoras.

Observación – Las demoras pueden deberse, por ejemplo, al desplazamiento hasta centrales no atendidas, a la espera de la llegada de piezas de repuesto, técnicos o equipos de prueba.

A.2.4.9 **tiempo de mantenimiento correctivo activo; tiempo de reparación activo**

E: active corrective maintenance time; active repair time

F: durée de maintenance corrective active; durée de réparation active

Parte del tiempo de mantenimiento activo durante el cual se efectúan acciones de mantenimiento correctivo de un dispositivo en forma automática o manual, incluyendo el tiempo debido a demoras inherentes a la operación de reparación.

Observación 1 – Las demoras inherentes podrían incluir, por ejemplo, las debidas al diseño o a los procedimientos de mantenimiento prescritos.

Observación 2 – El tiempo de mantenimiento correctivo activo no incluye el tiempo empleado en la reparación de un dispositivo que ha sido reemplazado como parte de la acción de mantenimiento correctivo considerada.

A.2.4.10 **tiempo de diagnóstico de fallo**

E: failure diagnosis time

F: durée du diagnostic d'un dérangement

Parte del tiempo de mantenimiento correctivo activo durante el cual se determina cuál de los elementos de un dispositivo ha fallado.

A.2.4.11 **tiempo de corrección de fallo**

E: failure correction time

F: durée de relève d'un dérangement

Parte del tiempo de mantenimiento correctivo activo durante el cual se restablece la aptitud de un dispositivo, que ha fallado, para efectuar su función.

Observación – La operación de restablecimiento puede consistir en la sustitución de un elemento del dispositivo.

A.2.4.12 **tiempo de demora técnica**

E: technical delay time

F: délai technique

Parte del tiempo de mantenimiento debida a demoras inherentes al proceso de mantenimiento.

A.2.4.13 **tiempo de verificación**

E: check-out time

F: durée de vérification

Parte del tiempo de mantenimiento correctivo activo durante el cual se efectúa la verificación de la función.

A.3 *Medidas de la calidad de servicio, de la disponibilidad y de la fiabilidad*

A.3.1 *Medidas de la calidad de servicio*

A.3.1.1 **probabilidad de realización satisfactoria de un servicio**

E: probability of successful service completion

F: probabilité d'exécution correcte du service

Probabilidad de que pueda establecerse una conexión, en condiciones de funcionamiento satisfactorias, y mantenerse durante un periodo de tiempo determinado.

A.3.2 *Medidas de la disponibilidad (medidas básicas)*

A.3.2.1 **disponibilidad [indisponibilidad]**

E: availability [unavailability]

F: disponibilité [indisponibilité]

Probabilidad de que un elemento pueda [no pueda] efectuar su función requerida en condiciones especificadas durante una condición de tiempo especificada.

A.3.2.2 **disponibilidad [indisponibilidad] instantánea**

E: instantaneous availability [unavailability]

F: disponibilité [indisponibilité] instantanée

Probabilidad de que un dispositivo pueda [no pueda] efectuar su función requerida en condiciones especificadas en un instante de tiempo especificado.

A.3.2.3 **disponibilidad [indisponibilidad] media**

E: mean availability [unavailability]

F: disponibilité [indisponibilité] moyenne

Media de la disponibilidad [indisponibilidad] instantánea durante un periodo de tiempo especificado.

Observación – La disponibilidad [indisponibilidad] media puede estimarse ya sea mediante una observación continua o por una técnica de muestreo (exploración).

A.3.2.4 **disponibilidad [indisponibilidad] asintótica**

E: asymptotic availability [unavailability]

F: disponibilité [indisponibilité] asymptotique

Límite de la función de disponibilidad [indisponibilidad] instantánea cuando el tiempo tiende a infinito, si existe tal límite.

Observación – La disponibilidad [indisponibilidad] asintótica puede estimarse ya sea mediante una observación continua o por una técnica de muestreo (exploración).

A.3.3 *Medidas de la calidad de la disponibilidad del servicio*

A.3.3.1 **disponibilidad de una conexión que ha de establecerse**

E: availability of a connection to be established

F: disponibilité d'une communication à établir

Probabilidad de que pueda establecerse una conexión por conmutación, dentro de tolerancias de transmisión especificadas, con el destino correcto en un intervalo de tiempo especificado, cuando el usuario pide la comunicación.

Observación 1 – Para aquellas llamadas en las que el usuario selecciona el número, la disponibilidad de una conexión con conmutación, podría expresar la probabilidad de establecimiento satisfactorio de una comunicación a la primera tentativa, y en el caso de las llamadas establecidas por una operadora, podría representar la probabilidad de establecimiento satisfactorio de la conexión en un intervalo especificado, por ejemplo, 1 minuto, 3 minutos o 10 minutos.

Observación 2 – En general, las tolerancias debieran corresponder a una degradación de la transmisión en la cual la conexión resultara insatisfactoria para el servicio, de modo que un porcentaje significativo de usuarios no utilizase la conexión.

A.3.3.2 **disponibilidad de un circuito arrendado**

E: availability of a leased circuit

F: disponibilité d'un circuit loué

Probabilidad de que, en condiciones de operación especificadas, un circuito arrendado pueda realizar su función requerida cuando sea solicitado por el abonado.

A.3.4 *Conceptos de tiempo relacionados con la disponibilidad* (véase también el § A.4)

A.3.4.1 **tiempo requerido [no requerido]**

E: required [unrequired] time

F: durée requise [non requise]

Periodo de tiempo durante el cual el usuario requiere [no requiere] que el dispositivo esté en condiciones de efectuar una función requerida.

A.3.4.2 **tiempo libre**

E: free time

F: temps libre

Parte del tiempo no requerido durante la cual un dispositivo está en condición de realizar una función requerida.

A.3.4.3 **tiempo en reserva**

E: standby time

F: temps de latence

Periodo de tiempo durante el cual se necesita que un dispositivo esté en condición de realizar una función requerida pero no se le utiliza.

A.3.4.4 **tiempo de funcionamiento [no funcionamiento]**

E: operating [non-operating] time

F: temps de fonctionnement [non fonctionnement]

Periodo de tiempo durante el cual un dispositivo realiza [no realiza] una función requerida.

A.3.4.5 **tiempo de disponibilidad [indisponibilidad]**

E: up [down] time

F: durée de disponibilité [d'indisponibilité]

Periodo de tiempo durante el cual un dispositivo se encuentra en el estado de disponibilidad [indisponibilidad].

Observación – A menos que se indique lo contrario, el tiempo de indisponibilidad incluirá todo tiempo adicional necesario para llegar a la misma fase en que se encontraba el programa de trabajo del dispositivo en el instante en que se produjo el fallo.

A.3.4.6 **tiempo de indisponibilidad interna [externa]**

E: internal [external] down time

F: durée d'indisponibilité interne [externe]

Parte del tiempo de indisponibilidad causada [no causada] por el fallo del propio dispositivo.

Observación – El tiempo de indisponibilidad externa puede deberse al fallo de recursos externos, como alimentación de energía, combustible, etc.

A.3.5 *Medidas de la fiabilidad (medidas básicas)*

A.3.5.1 **fiabilidad**

E: reliability

F: fiabilité

Probabilidad de que un dispositivo pueda realizar una función requerida en condiciones especificadas y durante un periodo de tiempo especificado.

A.3.5.2 **proporción de fallos**

E: failure rate

F: taux de dérangement

(Por definir.)

A.3.5.3 **proporción instantánea de fallos**

E: instantaneous failure rate

F: taux instantané de dérangement

Límite (si existe) de la relación entre la probabilidad de fallos de un dispositivo durante un periodo de tiempo y la duración de este periodo, cuando dicha duración tiende a cero, en el supuesto de que el dispositivo se halla en estado de realizar una función requerida al comienzo del periodo.

A.3.5.4 **proporción media de fallos**

E: mean failure rate

F: taux moyen de dérangement

Media de la proporción instantánea de fallos durante un periodo de tiempo especificado.

A.3.5.5 **intensidad de fallos**

E: failure intensity

F: intensité de dérangement

(Por definir.)

A.3.5.6 **intensidad instantánea de fallos**

E: instantaneous failure intensity

F: intensité instantanée de dérangement

Límite (si existe) de la relación entre el número medio de fallos de un dispositivo durante un periodo de tiempo y la duración de este periodo cuando la longitud del periodo de tiempo tiende a cero.

A.3.5.7 **intensidad media de fallos**

E: mean failure intensity

F: intensité moyenne de dérangement

Media de la intensidad instantánea de fallos en un periodo de tiempo especificado.

A.3.6 *Medidas de la calidad de la fiabilidad del servicio*

A.3.6.1 **fiabilidad de una conexión (telefónica) establecida**

E: reliability of an established (telephone) connection

F: fiabilité d'une communication (téléphonique) établie

Probabilidad de que una conexión telefónica con conmutación, una vez establecida, funcione, dentro de tolerancias de transmisión especificadas, sin interrupción durante un intervalo de tiempo dado.

A.3.6.2 **tiempo medio entre interrupciones**

E: mean time between interruptions

F: temps moyen entre interruptions

Media del periodo de tiempo entre interrupciones consecutivas de una aptitud requerida de un dispositivo o un servicio.

A.3.7 *Conceptos de tiempo relacionados con la fiabilidad* (véase también el § A.4)

A.3.7.1 **tiempo hasta el primer fallo**

E: time to first failure

F: temps de fonctionnement avant la première défaillance

Intervalos totales de tiempo de funcionamiento de un dispositivo desde el instante en que se pone por primera vez en estado de disponibilidad hasta que falla.

A.3.7.2 **tiempo hasta el fallo**

E: time to failure

F: temps de fonctionnement avant défaillance

Intervalos totales de tiempo de funcionamiento de un dispositivo, desde el instante en que pasa de un estado de indisponibilidad a un estado de disponibilidad después de una operación de mantenimiento correctivo, hasta que falla.

A.3.7.3 **tiempo entre fallos**

E: time between failures

F: temps de bon fonctionnement

Intervalo de tiempo entre los fallos de un dispositivo reparado.

Observación – El tiempo entre fallos incluye el de no funcionamiento, que debe identificarse.

A.3.7.4 **tiempo medio hasta el primer fallo**

E: mean time to first failure

F: moyenne des temps de fonctionnement avant la première défaillance

Valor medio del tiempo hasta el primer fallo.

A.3.7.5 **tiempo medio hasta el fallo**

E: mean time to failure

F: temps de fonctionnement moyen avant défaillance

Valor medio del tiempo hasta el fallo.

A.3.7.6 **tiempo medio entre fallos**

E: mean time between failures

F: moyenne des temps de bon fonctionnement

Valor medio del tiempo entre fallos.

A.3.7.7 **vida útil**

E: useful life

F: durée de vie utile

Periodo de tiempo desde un instante especificado durante el cual, en condiciones especificadas, un dispositivo tiene una intensidad de fallos aceptable o hasta que aparece un fallo no reparable.

A.3.7.8 **periodo de fallos inicial**

E: early failure period

F: période initiale de dérangement

Periodo inicial eventual que comienza en un instante especificado y durante el cual la proporción de fallos disminuye rápidamente en comparación con el periodo subsiguiente.

Observación – El significado de «disminuye rápidamente» debe explicarse en cada caso particular (véase la figura A-2/G.106).

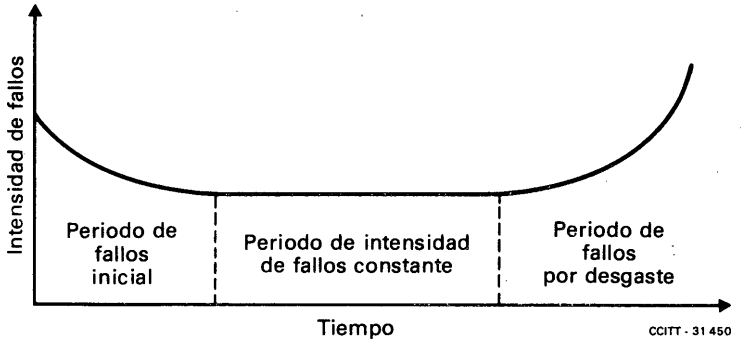


FIGURA A-2/G.106

Periodos de tiempo en relación con la aparición de fallos durante la vida útil de un dispositivo reparado

A.3.7.9 **periodo de intensidad de fallos constante**

E: constant failure intensity period

F: période d'intensité constante de dérangement

Periodo eventual durante el cual los fallos se producen con una intensidad aproximadamente constante.

Observación – El significado de «intensidad aproximadamente constante» debe explicarse en cada caso particular (véase la figura A-2/G.106).

A.3.7.10 **periodo de fallos por desgaste**

E: wear-out failure period

F: période de dérangement par usure

Periodo eventual durante el cual la intensidad de fallos aumenta rápidamente en comparación con el periodo precedente.

Observación – El significado de «aumenta rápidamente» debe explicarse en cada caso particular (véase la figura A-2/G.106).

A.4 *Conceptos relativos al diseño y diagrama de tiempos*

A.4.1 *Conceptos relativos al diseño*

A.4.1.1 **redundancia**

E: redundancy

F: redondance

En un dispositivo, existencia, de más de un medio para realizar una función requerida.

A.4.1.2 **redundancia activa**

E: active redundancy

F: redondance active

Redundancia mediante la cual todos los medios necesarios para realizar una función requerida funcionan simultáneamente.

A.4.1.3 **redundancia pasiva**

E: standby redundancy

F: redondance en attente

Redundancia mediante la cual los medios alternativos necesarios para realizar la función requerida están inactivos hasta que resultan necesarios.

A.4.1.4 **prevención contra fallos**

E: fail safe

F: protection contre les dérangements

Característica de diseño de un dispositivo que evita que sus fallos resulten críticos.

A.4.1.5 **modo funcional**

E: functional mode

F: mode fonctionnel

Subconjunto del conjunto total de funciones de un dispositivo.

A.4.2 *Diagrama de tiempos*

Los conceptos de tiempo utilizados en la presente Recomendación se han agrupado de forma que guarden la máxima correspondencia con su aplicación. En este punto se presenta una serie de estos conceptos en forma de un mapa de Karnaugh que muestra sus relaciones. Este mapa se muestra en la figura A-3/G.106.

En el caso de equipos y condiciones concretos puede ser necesario preparar un diagrama más complejo o un diagrama más simple. Esto puede ser necesario también cuando los tiempos deben indicarse por estricto orden cronológico. En la figura A-4/G.106, se muestra un ejemplo de ese diagrama simplificado.

En las aplicaciones prácticas se recomienda dibujar un diagrama separado que incluya los conceptos de tiempo que tengan interés en el estudio en cuestión.

A.5 *Texto explicativo*

A.5.1 *Términos relativos a fallos*

La palabra **fallo** es un término básico que puede designar ya sea el fin de la aptitud de un dispositivo para ejercer la función requerida o, junto con el término «estado», el estado (condición) de un dispositivo que ha «fallado». Para algunos de los términos de la lista relativos a fallos, se ha empleado una abreviatura para excluir el término «estado» cuando se ha considerado procedente. En las aplicaciones prácticas, puede resultar necesario añadir el término estado para evitar malentendidos. Un término de fallo se aplica solamente al dispositivo que se esté considerando. Así el fallo completo de un subdispositivo particular puede implicar solamente el fallo parcial del dispositivo en el que se utiliza.

A.5.2 *Uso de modificadores*

En principio, la lista contiene solamente aquellos términos básicos que se considera tienen una amplia aplicación. Sin embargo, en aplicaciones prácticas, generalmente es necesario ser más preciso. Se consigue tal precisión añadiendo modificadores a los términos básicos. Para cada aplicación, debe siempre comprobarse cuidadosamente que se han añadido a dichos términos básicos, los modificadores necesarios.

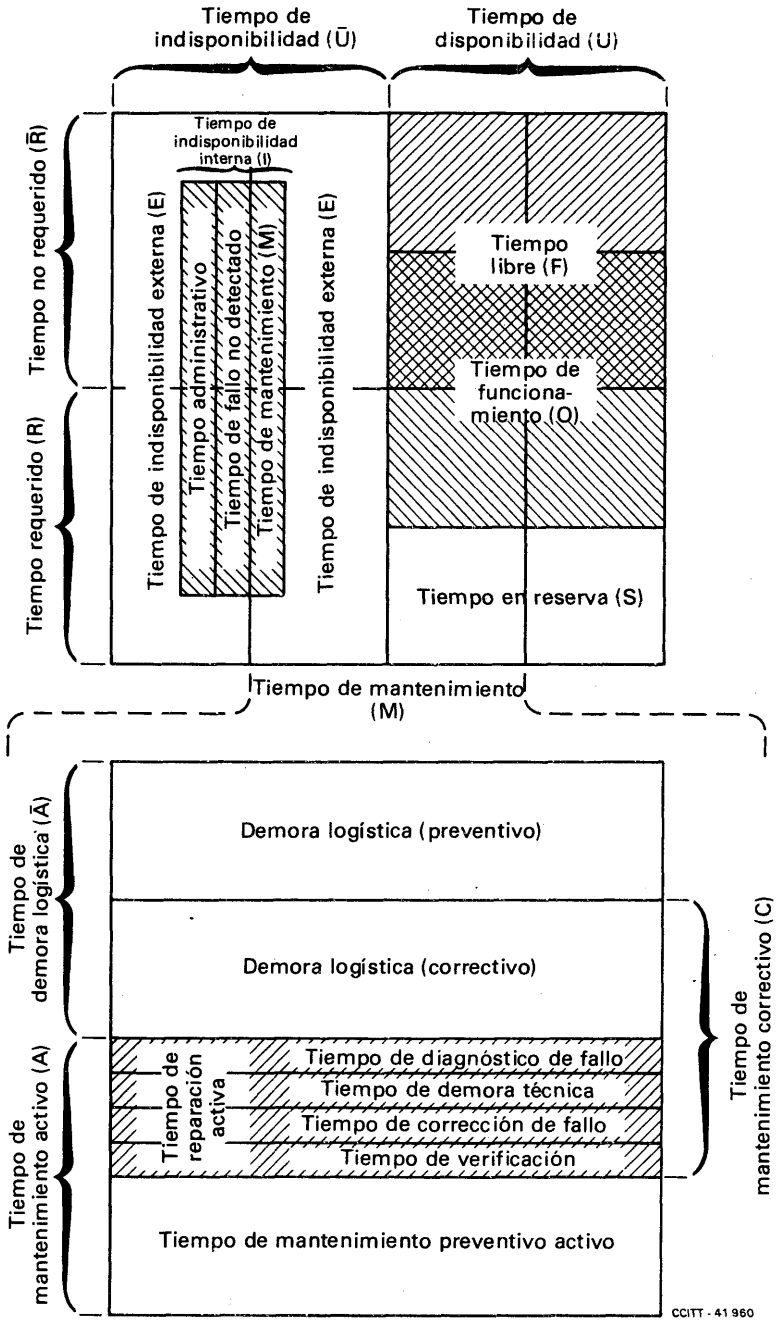


FIGURA A-3/G.106

Diagrama de conjuntos para los conceptos relativos al tiempo definidos en los § A.2.4.1 a A.2.4.13 y A.3.4.1 a A.3.4.6

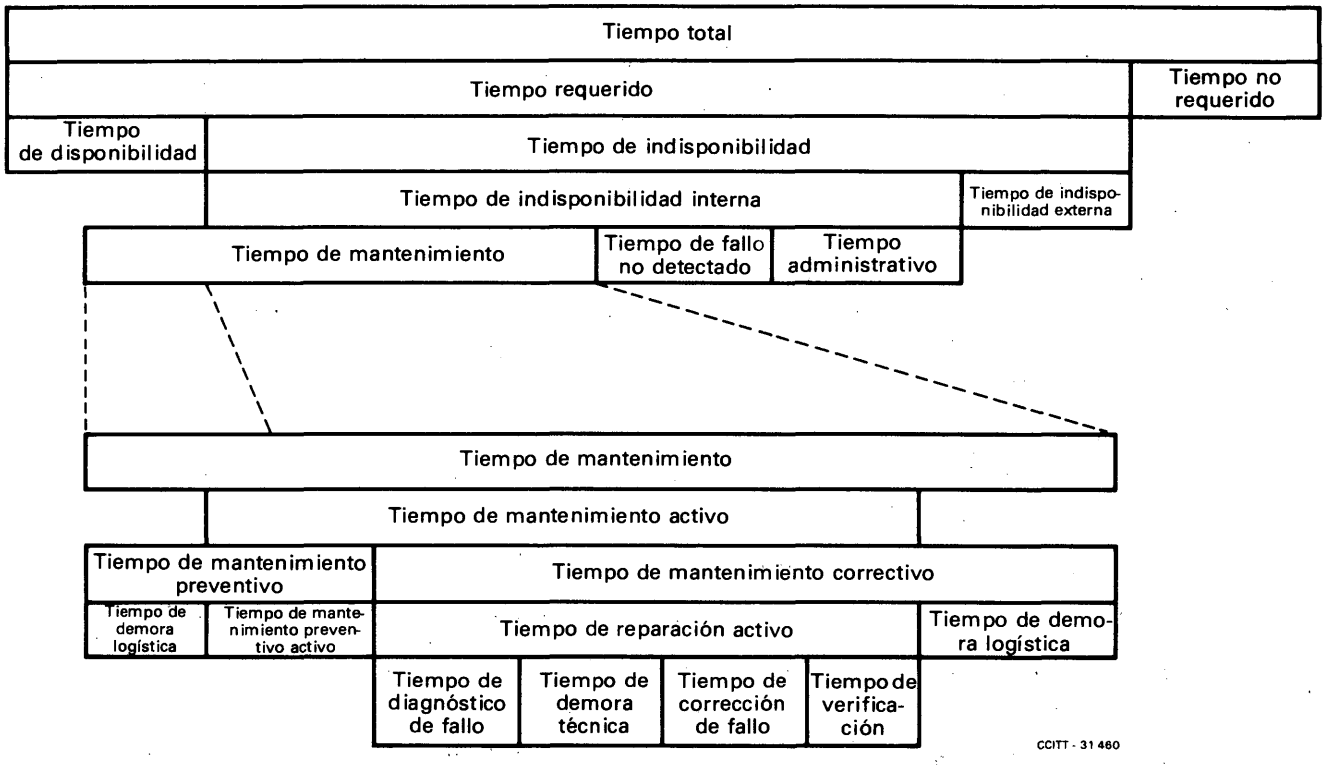


FIGURA A-4/G.106
Diagrama de tiempos simplificado

A.5.3 *Nota sobre los términos «medida» y «característica»*

Una **característica** es una propiedad que ayuda a diferenciar los dispositivos de una población dada. La diferenciación puede ser cuantitativa (por variables) o cualitativa (por atributos).

Las variables de interés para este texto son de naturaleza aleatoria. Cada variable aleatoria tiene asociada una distribución de probabilidad.

Una **medida** puede ser bien una función o (usualmente) una descripción de un solo valor de tales variables aleatorias (por ejemplo, media, cuantil). Estas medidas pueden usarse ya sea en situaciones de modelado, en las que se describen los principios sin que necesariamente se tenga la posibilidad de efectuar observaciones, o en el tratamiento de observaciones. La definición de medida básica es la misma en ambos casos.

Las medidas no son observables por sí mismas en la práctica, pero pueden estimarse haciendo uso de los valores observados y las teorías estadísticas adecuadas.

Debe observarse que en la mayoría de los casos no es necesario definir cada medida individualmente debiendo definirse solamente variables aleatorias (generalmente tiempos). Se designan entonces fácilmente las medidas mediante el modificador «estadístico» adecuado combinado con el nombre de la variable.

A.5.4 *Uso del concepto de «probabilidad»*

El concepto de probabilidad puede introducirse de dos maneras, según que designe un grado de credibilidad o que se le considere como el valor límite de una frecuencia. En ambos casos su introducción requiere ciertas precauciones.

Por razones prácticas, sin embargo, puede considerarse que, cuando pueden reproducirse las condiciones de prueba, la probabilidad Pr(E) de que ocurra un evento E es el valor en torno al cual oscila su frecuencia de aparición y hacia el cual ésta tiende cuando el número de observaciones aumenta indefinidamente.

A.5.5 *Significado del término «dispositivo»*

Por **dispositivo** se entiende cualquier parte, subsistema, equipo o sistema que puede considerarse separadamente. Un «dispositivo» puede consistir, en su totalidad o en parte, en soporte lógico (software). Se utiliza también este término para designar dispositivos, poblaciones de dispositivos, muestras, etc. cuando el contexto lo justifica.

Para cada aplicación práctica de los términos debe especificarse claramente qué se entiende por «dispositivo».

Se utiliza el término «dispositivo complejo», cuando se contempla un conjunto de dispositivos. Se emplea el término «subdispositivo» cuando es necesario considerar una posible subdivisión de un dispositivo en partes más elementales. Para la aplicación práctica de medidas puede ser necesario hacer aclaraciones introduciendo los modificadores adecuados, como:

- sistema, subsistema,
- órgano, procesador,
- línea de abonado, circuito arrendado, etc.

Como la serie aplicable de modificadores del dispositivo depende del equipo que se estudie, deben indicarse en cada caso los modificadores utilizados.

A.5.6 *Diferencia entre «operación» y «mantenimiento»*

A menudo se aplican los términos de este glosario a un dispositivo complejo denominado «sistema». En muchos casos tales sistemas se mantienen por el mismo personal que los opera. En consecuencia, resulta conveniente distinguir entre «operación» y «mantenimiento».

Se efectúa la distinción conforme al siguiente modelo:

Un **sistema** es un conjunto de dispositivos previstos para realizar una serie determinada de funciones (de transferencia). El sistema es observable en su ámbito mediante un conjunto de variables de salida que dependen, a través del sistema de otro conjunto de variables de entrada.

Con objeto de determinar si el sistema realiza las funciones previstas, se compara la salida real con la especificada. Pueden eliminarse las desviaciones mediante dos acciones alternativas: variar la entrada *o* modificar las funciones (de transferencia).

Se puede así definir el término:

operación – Conjunto de acciones que modifican la entrada.

Adicionalmente, hay dos motivos posibles para variar las funciones (de transferencia):

a) El conjunto ha cambiado con relación a los valores de diseño o fabricación incorporados al sistema. Definimos entonces el término:

   mantenimiento – Conjunto de acciones que restauran los valores originales de las funciones (de transferencia).

b) El conjunto nunca ha sido especificado o ha resultado insuficiente para su objetivo. Definimos entonces el término:

   modificación – Conjunto de funciones que alteran los valores originales de las funciones (de transferencia).

   Observación – Pueden también efectuarse modificaciones en otras indicaciones.

A.5.7 *Conceptos modificadores*

A.5.7.1 *Modificadores de tiempo y condición*

La sentencia que indica el valor de un parámetro de una distribución u otra característica cuantitativa (medida) puede expresarse ya sea antes, durante o después del instante de tiempo o del intervalo para el cual es válida la sentencia. Ésta puede referirse también a condiciones distintas de aquéllas para las cuales se efectuaron las observaciones.

Cuando deben aclararse las condiciones de la sentencia, las mismas tienen que ir acompañadas de uno de los modificadores indicados a continuación:

verdadero (valor), predicho (valor), estimado (valor), extrapolado (valor).

A.5.7.2 *Modificadores estadísticos*

Son los siguientes: cuantil, media (esperanza).

A.6 *Guía matemática y símbolos*

(Por preparar.)

Aparición de fallo	A.1.1.2
Aptitud para el tráfico; calidad de la traficabilidad	2.7
Calidad de la disponibilidad	2.9
Calidad de la disponibilidad del servicio	2.6
Calidad de la fiabilidad	2.10
Calidad de la fiabilidad del servicio	2.5
Calidad de la mantenibilidad	2.11
Calidad de la operabilidad del servicio; facilidad de utilización del servicio	2.3
Calidad de la propagación	2.8
Calidad de la traficabilidad; aptitud para el tráfico	2.7
Calidad de servicio	2.1
Calidad de transmisión (de un servicio)	2.4
Calidad del soporte de mantenimiento	2.12
Calidad del soporte del servicio	2.2
Característica	A.5.3
Detección de fallo	A.2.1.4
Disponibilidad	A.3.2.1
Disponibilidad asintótica	A.3.2.4
Disponibilidad de un circuito arrendado	A.3.3.2
Disponibilidad de una conexión que ha de establecerse	A.3.3.1
Disponibilidad instantánea	A.3.2.2
Disponibilidad media	A.3.2.3
Dispositivo	A.5.5
Estado de disponibilidad	A.1.1.5
Estado de fallo	A.1.1.3
Estado de indisponibilidad	A.1.1.6
Facilidad de utilización del servicio; calidad de la operabilidad del servicio	2.3
Fallo	A.1.1.1 y A.5.1
Fallo gradual	A.1.2.4
Fallo intermitente	A.1.2.9
Fallo parcial	A.1.2.2
Fallo permanente	A.1.2.8
Fallo que degrada la función	A.1.2.6
Fallo que impide la función	A.1.2.5
Fallo que permite la función	A.1.2.7
Fallo repentino	A.1.2.3
Fallo total	A.1.2.1
Fiabilidad	A.3.5.1
Fiabilidad de una conexión (telefónica) establecida	A.3.6.1
Indisponibilidad	A.3.2.1
Indisponibilidad asintótica	A.3.2.4
Indisponibilidad instantánea	A.3.2.2
Indisponibilidad media	A.3.2.3
Intensidad de fallos	A.3.5.5
Intensidad instantánea de fallos	A.3.5.6
Intensidad media de fallos	A.3.5.7
Interrupción de la transmisión (de un servicio)	A.1.3.1
Línea de mantenimiento	A.2.1.3
Mantenibilidad	A.2.3.1
Mantenimiento	A.2.1.1 y A.5.6
Mantenimiento controlado	A.2.2.3

Mantenimiento correctivo; reparación	A.2.2.2
Mantenimiento no programado	A.2.2.5
Mantenimiento programado	A.2.2.4
Mantenimiento preventivo	A.2.2.1
Mantenimiento que afecta a la función	A.2.2.6
Mantenimiento que degrada la función	A.2.2.8
Mantenimiento que impide la función	A.2.2.7
Mantenimiento que permite la función	A.2.2.9
Medida	A.5.3
Modificación	A.5.6
Modo de fallo	A.1.1.4
Modo funcional	A.4.1.5
Nivel de mantenimiento	A.2.1.2
Operación	A.5.6
Periodo de fallos inicial	A.3.7.8
Periodo de fallos por desgaste	A.3.7.10
Periodo de intensidad de fallos constante	A.3.7.9
Prevención contra fallos	A.4.1.4
Probabilidad de realización satisfactoria de un servicio	A.3.1.1
Proporción de fallos	A.3.5.2
Proporción de reparaciones	A.2.3.2
Proporción instantánea de fallos	A.3.5.3
Proporción instantánea de reparaciones	A.2.3.3
Proporción media de fallos	A.3.5.4
Proporción media de reparaciones	A.2.3.4
Redundancia	A.4.1.1
Redundancia activa	A.4.1.2
Redundancia pasiva	A.4.1.3
Reparación; mantenimiento correctivo	A.2.2.2
Sistema	A.5.6
Tiempo administrativo para el mantenimiento correctivo	A.2.4.2
Tiempo de corrección de fallo	A.2.4.11
Tiempo de demora logística	A.2.4.8
Tiempo de demora técnica	A.2.4.12
Tiempo de diagnóstico de fallo	A.2.4.10
Tiempo de disponibilidad	A.3.4.5
Tiempo de fallo no detectado	A.2.4.1
Tiempo de funcionamiento	A.3.4.4
Tiempo de indisponibilidad	A.3.4.5
Tiempo de indisponibilidad externa	A.3.4.6
Tiempo de indisponibilidad interna	A.3.4.6
Tiempo de mantenimiento	A.2.4.3
Tiempo de mantenimiento activo	A.2.4.4
Tiempo de mantenimiento correctivo; tiempo de reparación	A.2.4.6
Tiempo de mantenimiento correctivo activo; tiempo de reparación activo	A.2.4.9
Tiempo de mantenimiento preventivo	A.2.4.5
Tiempo de mantenimiento preventivo activo	A.2.4.7
Tiempo de no funcionamiento	A.3.4.4
Tiempo de reparación; tiempo de mantenimiento correctivo	A.2.4.6
Tiempo de reparación activo; tiempo de mantenimiento correctivo activo	A.2.4.9
Tiempo de verificación	A.2.4.13
Tiempo en reserva	A.3.4.3
Tiempo entre fallos	A.3.7.3
Tiempo hasta el fallo	A.3.7.2
Tiempo hasta el primer fallo	A.3.7.1

Tiempo libre	A.3.4.2
Tiempo medio entre fallos	A.3.7.6
Tiempo medio entre interrupciones	A.3.6.2
Tiempo medio hasta el fallo	A.3.7.5
Tiempo medio hasta el primer fallo	A.3.7.4
Tiempo no requerido	A.3.4.1
Tiempo requerido	A.3.4.1
Vida útil	A.3.7.7

Referencias

[1] Recomendación del CCIR *Objetivo de disponibilidad para un circuito ficticio de referencia y un trayecto digital ficticio de referencia*, Vol. IX, Rec. 557, UIT, Ginebra, 1978.

[2] Publicación CEI N.º 271.

1.1 Recomendaciones generales sobre calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa

Recomendación G.111

EQUIVALENTES DE REFERENCIA CORREGIDOS (ERC) EN UNA CONEXIÓN INTERNACIONAL

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

Preámbulo

Se aplican generalmente los § 1 a 5 de esta Recomendación a todas las conexiones telefónicas internacionales analógicas, mixtas analógico/digitales y a todas las conexiones telefónicas internacionales digitales. Sin embargo, cuando se formulen recomendaciones sobre aspectos específicos en el § 6, se aplicarán las disposiciones de dicho § 6 a las conexiones mixtas analógico/digitales y enteramente digitales.

En el plan de transmisión internacional, el equivalente de referencia corregido (ERC) entre dos abonados no está estrictamente limitado; su valor máximo se desprende del conjunto de las recomendaciones que a continuación se indican.

1 ERC nominales de los sistemas nacionales (antigua parte A)

1.1 *Definición de los* **ERC nominales de los sistemas nacionales**

Los ERC en la emisión y en la recepción del sistema nacional son los calculados desde y hasta los extremos virtuales analógicos del sistema internacional; es decir, los puntos a y b de la figura 1/G.111.

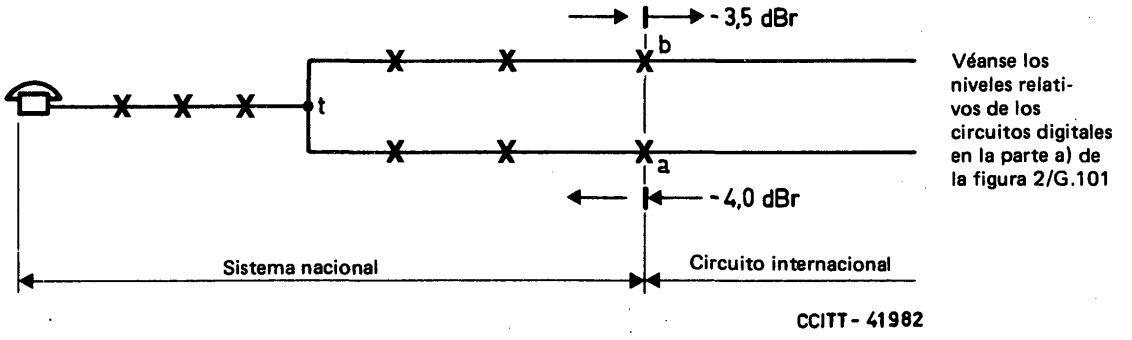
La definición del equivalente de referencia corregido y las explicaciones relativas a sus propiedades figuran en el anexo A.

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

- en la emisión: −3,5 dBr;
- en la recepción: −4,0 dBr, para circuitos analógicos;
  −3,5 dBr, para circuitos digitales.

El valor nominal de la pérdida de transmisión a la frecuencia de referencia entre los extremos virtuales de este circuito es, por lo tanto, de 0,5 dB, para circuitos analógicos o 0 dB para circuitos digitales.

Observación – El nivel relativo en un punto dado de un circuito a cuatro hilos se determina de acuerdo con las especificaciones del sistema de transmisión por el que se establece el circuito, evaluándose las características funcionales del sistema (ruido, diafonía, limitación, linealidad, etc.) en un punto de nivel relativo cero. Por ejemplo, la potencia media nominal de las señales en la hora cargada, en un punto de nivel relativo cero, se indica en la Recomendación citada en [1]. Para más detalles, véase el § 5 de la Recomendación G.101.



Extremos virtuales analógicos del circuito internacional

Observación – **Los valores de nivel relativo indicados son los del circuito internacional. Los valores de los niveles relativos del circuito nacional no se indican, ya que dependen del plan nacional de transmisión. Los extremos virtuales analógicos no tendrán en general existencia material, pero constituyen un concepto necesario en la planificación de sistemas nacionales.**

FIGURA 1/G.111

Definición de los extremos virtuales analógicos

1.2 *Valores recomendados*

En la Recomendación G.121 se indican objetivos para los ERC nominales en la emisión y en la recepción de los sistemas nacionales.

2 **Equivalente nominal de la cadena internacional** (antigua parte B)

La atenuación nominal entre extremos virtuales de cada circuito analógico internacional debe ser, en principio, de 0,5 dB a 800 ó 1000 Hz. No obstante, ciertos circuitos pueden explotarse con una atenuación mayor (véase el § 2.1 de la Recomendación G.131) o nula (véase la observación 3 del § 5 de la Recomendación G.101). Los circuitos digitales se utilizan con una atenuación nominal de 0 dB (véase el § 6).

Desde el punto de vista de la transmisión, el número de circuitos internacionales que pueden interconectarse en cadena no está estrictamente limitado, siempre que cada uno de estos circuitos tenga una atenuación nominal entre extremos virtuales de 0,5 dB en posición de tránsito, y esté interconectado a cuatro hilos. Por supuesto, es probable que la calidad de transmisión sea tanto mejor cuanto menor sea el número de circuitos interconectados (véase el § 3 de la Recomendación G.101).

Observación – En el § 3 de la Recomendación G.101 se facilita información sobre el número real de circuitos en conexiones internacionales.

3 **ERC y efectos direccionales en una conexión completa** (antigua parte C)

3.1 *ERC nominales para cada sentido de transmisión*

En el § A.3 se indica la forma de calcular el ERC de una conexión completa. En particular, si la distorsión de atenuación de la cadena a cuatro hilos alcanza los límites de la Recomendación G.132, el ERC nominal de una conexión internacional es la suma de:

- el ERC nominal del sistema nacional emisor (véase el § 4 de la Recomendación G.121);
- el equivalente nominal de la cadena internacional (véase el § 2 de la presente Recomendación);
- el ERC nominal del sistema nacional receptor (véase el § 4 de la Recomendación G.121).

3.2 *Valores medios, ponderados en función del tráfico, de la distribución de los ERC globales*

Pruebas subjetivas han demostrado que la gama preferida de ERC globales para las conexiones telefónicas es de 4 a 16 dB aproximadamente, siendo 7 dB el valor preferido en esta gama.

Habida cuenta de que las conexiones telefónicas internacionales largas requieren generalmente una pérdida de transmisión suficiente para el control del eco y la estabilidad, se ha convenido provisionalmente en que el objetivo a largo plazo para el valor medio, ponderado en función del tráfico, de la distribución de los valores de planificación del ERC para conexiones internacionales, debe estar comprendido en la gama de 13 a 16 dB.

Es necesario fijar un objetivo de valor medio para asegurar una transmisión satisfactoria para la mayoría de los abonados.

Observación 1 – No es posible alcanzar en la actualidad los valores a largo plazo; un objetivo a corto plazo apropiado es la gama de 13 a 25,5 dB para el valor medio de la distribución, ponderada en función del tráfico, del ERC global.

Observación 2 – La pérdida de transmisión de 0,5 dB de cada uno de los circuitos que componen la cadena internacional (véase el § 2) se ha tenido en cuenta considerando que el promedio de circuitos internacionales que intervienen en una conexión internacional es de 1,1, de acuerdo con el estudio llevado a cabo por la Comisión de Estudio XIII en 1975. (Véase el § 3 de la Recomendación G.101.)

Como resultado de esto, las gamas mencionadas más arriba no comprenden un margen para las conexiones entre países que:

- tienen más de un circuito internacional de 0,5 dB;
- tienen un solo circuito internacional con una atenuación superior a 0,5 dB, como lo permite el § 2.1 de la Recomendación G.131.

Observación 3 – El § 1 de la Recomendación G.121 indica valores para sistemas nacionales basados en los objetivos globales de esa Recomendación.

Observación 4 – En la planificación de futuros sistemas nacionales e internacionales de telecomunicaciones y, especialmente si se prevé la utilización de sistemas digitales, debiera tratarse de que el valor del ERC global esté comprendido en la gama preferida de 4 a 16 dB.

3.3 *Diferencia en las pérdidas de transmisión entre los dos sentidos de transmisión*

En una conexión internacional entre centrales locales, la contribución a la asimetría introducida por los dos sistemas nacionales queda limitada a un valor no superior a 8 dB por las disposiciones del § 2.2 de la Recomendación G.121. Los circuitos internacionales pueden, en las circunstancias prácticas descritas en las observaciones generales del § 4 de la Recomendación G.101, introducir asimetría adicional. Esta asimetría adicional será razonablemente pequeña.

4 **Variaciones en función del tiempo e influencia del ruido de circuito** (antigua parte D)

4.1 *Variaciones en función del tiempo*

Los valores del ERC calculados para los sistemas nacionales (§ 4 de la Recomendación G.121) no comprenden las variaciones en función del tiempo de la atenuación de las diferentes partes del sistema nacional. En el § 3 de la Recomendación G.151 figuran los objetivos recomendados por el CCITT para las variaciones de atenuación de los circuitos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación con respecto a los valores nominales.

4.2 *Influencia del ruido del circuito*

Véase la Recomendación G.113.

5 **Límites prácticos del ERC entre dos operadoras o entre una operadora y un abonado** (antigua parte E)

Se están estudiando estos límites; los valores recomendados para el equivalente de referencia en el antiguo plan de transmisión figuran en la referencia [2] y conviene tenerlos en cuenta al aplicar lo dispuesto en la referencia [3].

Los valores del equivalente de referencia para conexiones completas que figuran en [4] y que se reproducen en [5], no corresponden al plan de transmisión actualmente recomendado por el CCITT.

6 **Incorporación de procesos digitales MIC en conexiones internacionales**

6.1 *Conexiones con una cadena digital a cuatro hilos que se prolonga hasta las centrales locales*

Al desarrollarse la red nacional, una conexión telefónica internacional pudiera tener la configuración indicada en la figura 2/G.111, en la que el interfaz analógico/digital se encuentra en la central local. En una conexión de este tipo, la pérdida de transmisión nominal introducida por la cadena a cuatro hilos constituida por los circuitos digitales nacionales y el circuito digital internacional es de 0 dB. En consecuencia, la cadena a cuatro hilos no contribuye generalmente al control de la estabilidad ni de los ecos. Sin embargo, una parte de la pérdida requerida para controlar la estabilidad y el eco se produce en la central local, según lo indicado por los atenuadores R y T, y el resto lo proporciona la atenuación de equilibrado en la unidad de terminación a dos/cuatro hilos (véase asimismo la Recomendación G.122).

En el § 6 de la Recomendación G.121, se recomienda provisionalmente, como objetivo, que la pérdida de transmisión introducida por la combinación de los atenuadores R y T de la figura 2/G.111 sea de 6 ó 7 dB [1]. A propósito de las atenuaciones de equilibrado para el control de la estabilidad y el eco en las unidades de terminación a dos/cuatro hilos, estas atenuaciones pueden ser bastante pequeñas y se necesitan a menudo disposiciones especiales para incrementarlas. No obstante, se considera que la pérdida concentrada de 6 ó 7 dB que ha de introducirse será adecuada en la mayor parte de los casos para asegurar la estabilidad y, en asociación con una atenuación de equilibrado para el eco adecuada, también para la protección contra los ecos.

Otros aspectos de la transmisión que deben tomarse en consideración para la planificación de las conexiones que comprenden centrales locales a cuatro hilos en una red mixta analógico/digital son la carga del sistema y la diafonía.

La magnitud de la pérdida que deben introducir individualmente los atenuadores R y T de la figura 2/G.111 puede considerarse un asunto a decidir en el plano nacional dentro de las limitaciones expresadas anteriormente. Dentro de estas limitaciones, los planes de transmisión nacionales deberán determinar los valores que han de asignarse a los atenuadores R y T. Este aspecto se trata bastante detalladamente en el § 6 de la Recomendación G.121.

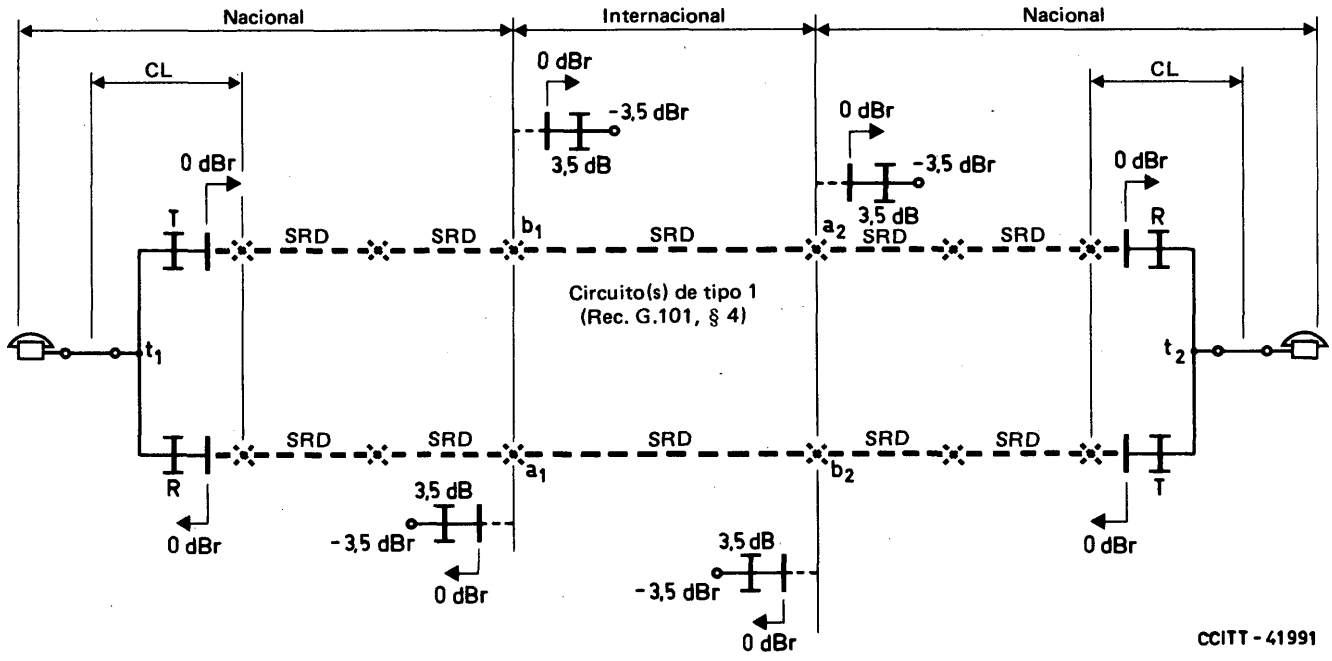
La figura 2/G.111 indica también que R y T son atenuadores analógicos. Esto no tiene necesariamente que ser siempre así, ya que en ciertas circunstancias sería más práctico, o necesario, introducir la pérdida requerida mediante atenuadores digitales. Sin embargo, si se utilizan atenuadores digitales, habrá que tener en cuenta su efecto adverso sobre los datos digitales u otros servicios que requieren la integridad de los bits de extremo a extremo, como se indica en el § 4.4 de la Recomendación G.101 y en el § 4 de la Recomendación G.103.

6.2 *Conexiones mixtas analógico/digitales*

Para asegurar una transmisión satisfactoria por conexiones internacionales en el periodo mixto analógico/digital, probablemente sea necesario modificar los actuales planes de transmisión nacionales o elaborar nuevos planes a fin de que los circuitos nacionales de prolongación sean adecuadas. Será preciso cumplir las disposiciones de todas las Recomendaciones pertinentes del CCITT. Las recomendaciones relativas a los circuitos nacionales de prolongación con cadenas a cuatro hilos que se prolongan hasta las centrales locales a cuatro hilos se dan en el § 6 de la Recomendación G.121.

---

[1] Cuando puede suponerse una atenuación de equilibrado suficientemente elevada, por ejemplo, por corrección de la impedancia o redes de equilibrado mejoradas, algunas Administraciones consideran posible otros valores para la suma de los atenuadores R y T. Véase [6].



SRD	Secuencia de referencia digital		
———	Transmisión analógica		Codificador analógico/digital o decodificador digital/analógico
- - - -	Transmisión digital	0 dBr	Decodificador digital/analógico ideal con un nivel relativo de salida de 0 dBr
R T	Atenuadores analógicos (representan la atenuación nominal entre el punto de conmutación a cuatro hilos y el punto a dos hilos, incluida la pérdida de la unidad de terminación a dos/cuatro hilos)		Codificador analógico/digital ideal con un nivel relativo de entrada de 0 dBr
- - - -	Conmutación digital	0 dBr	
a, b	Extremos virtuales analógicos	CL	Central local

FIGURA 2/G.111

Ejemplo de una conexión internacional en la que la cadena digital a cuatro hilos se prolonga hasta la central local a cuatro hilos con líneas de abonado analógicas a dos hilos

ANEXO A

(a la Recomendación G.111)

Definición y propiedades de los ERC

A.1 *Introducción*

A.1.1 En la anterior redacción de la Recomendación G.111 [7] se consideraba que «el valor de planificación del equivalente de referencia global de una comunicación completa» es la suma de las cantidades nominales siguientes:

- los equivalentes de referencia, q, de los sistemas locales que intervienen, respectivamente, en la emisión y en la recepción,
- las pérdidas de transmisión, x, a 800 ó 1000 Hz, de la cadena de circuitos y centrales que interconectan dos sistemas locales.

En la práctica, los equivalentes de referencia de los sistemas locales se determinan mediante pruebas subjetivas, de conformidad con la Recomendación P.72 [8], comparando los trayectos 3 ó 4 de la figura A-1/G.111 (en la que se han fijado para x_3 y x_4 valores aleatorios entre 24 y 34 dB) con el sistema de referencia NOSFER (trayecto 2), y ajustando x_2 para obtener la misma impresión de sonoridad.

A.1.2 Si se asociara a un sistema local un circuito de atenuación x sin distorsión, se comprobaría que el equivalente de referencia del sistema aumenta en un valor inferior a x. Por consiguiente, los «valores de planificación» obtenidos por adición no corresponden a ninguna cantidad bien definida físicamente y que pueda determinarse directamente mediante pruebas subjetivas, o mediante cálculos a partir de mediciones objetivas.

A.1.3 Esta situación ha creado muchas dificultades para el estudio de la Cuestión 15/XII [9]. Pruebas efectuadas en el Laboratorio del CCITT han mostrado que hay dificultades relacionadas con el método de determinación de los equivalentes de referencia según la Recomendación P.72 [8], en que el nivel de los sonidos recibidos varía en función del equivalente de referencia que se trata de determinar.

A.1.4 Como primera etapa del estudio de la Cuestión 19/XII (11/XVI) [10], el CCITT aprobó, en su VII Asamblea Plenaria (Ginebra, 1980), la revisión de las Recomendaciones G.111 y G.121, basada en los «equivalentes de referencia corregidos» definidos en el § A.2. Se indican entre paréntesis las secciones o los puntos de las Recomendaciones revisados a los que se aplican los párrafos del presente anexo.

CUADRO A-1/G.111

Valores de $y = 0{,}0082\,q^2 + 1{,}148\,q + 0{,}48$ en función de q

q (dB)		−10	−9	−8	−7	−6	−5	−4
y (dB)		−10,20	−9,20	−8,20	−7,16	−6,11	−5,06	−4,00
q (dB)	−3	−2	−1	0	1	2	3	4
y (dB)	−2,90	−1,80	−0,66	0,48	1,64	2,80	4,00	5,20
q (dB)	5	6	7	8	9	10	11	12
y (dB)	6,40	7,66	8,90	10,19	11,45	12,78	14,10	15,44
q (dB)	13	14	15	16	17		17,5	18
y (dB)	16,79	18,16	19,55	20,95	22,37		23,08	23,80

Observación **– Esta fórmula es válida para un sistema receptor y para un sistema (emisor o completo) que comprenda un micrófono lineal; si se utiliza un micrófono de carbón, la experiencia muestra que ha de disminuirse y en 1,5 dB.**

A.2 *Definición de los* **equivalentes de referencia corregidos (ERC)** (§ 1.1 de la Recomendación G.111)

Fijando el valor de x_2 en el NOSFER (trayecto 2 de la figura A-1/G.111) en 25 dB, y aplicando las demás prescripciones de la Recomendación P.72 [8], pueden determinarse los «índices R25» de un sistema emisor (trayecto 3), de un sistema receptor (trayecto 4) o de un sistema completo (trayecto 6). En este caso, el índice de un circuito sin distorsión es, por definición, igual a su atención x, lo que simplifica considerablemente la planificación. Sin embargo, no parece justificado introducir un nuevo método de pruebas subjetivas, cuando se dispone de gran número de valores de equivalente de referencia, q, ya determinados de conformidad con la Recomendación P.72 [8].

Se denomina «equivalente de referencia corregido» (ERC) de un sistema local, o de un sistema completo, a la cantidad y dada por la expresión:

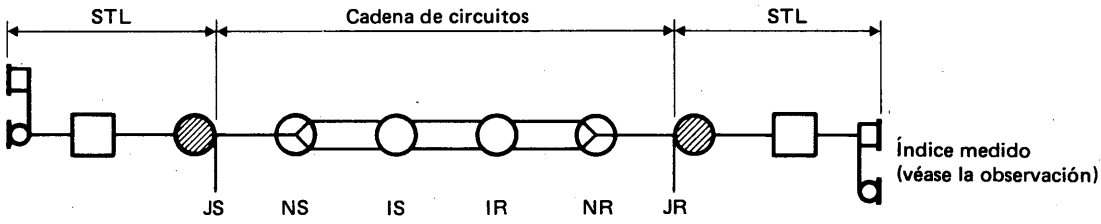
$$y = 0{,}0082\,q^2 + 1{,}148\,q + 0{,}48 \text{ dB} \qquad \text{(A-1)}$$

que también puede escribirse:

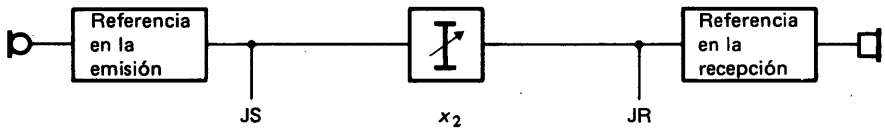
$$y = 0{,}0082\,(q + 69{,}98)^2 - 39{,}7 \text{ dB}$$

Se ha deducido esta fórmula mediante pruebas realizadas comparando el SRI-2, que transmite una banda de frecuencias comparable a la de un sistema comercial, con el NOSFER, en un intervalo muy amplio de variación de q. Se ha comprobado que esa fórmula da con bastante aproximación el índice R25 para diferentes tipos de sistemas locales (aparatos de abonado con su línea) que comprenden, como el SRI-2, un micrófono lineal.

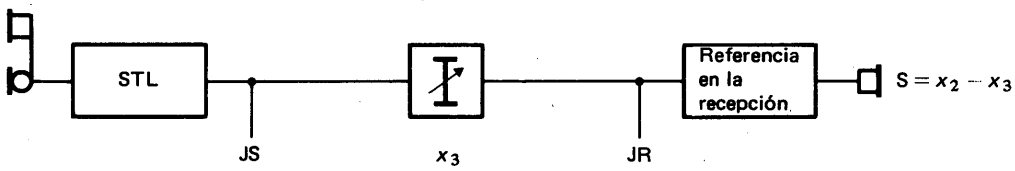
El cuadro A-1/G.111 indica los valores de y del ERC para la gama de valores enteros de q útil para la planificación de las redes.



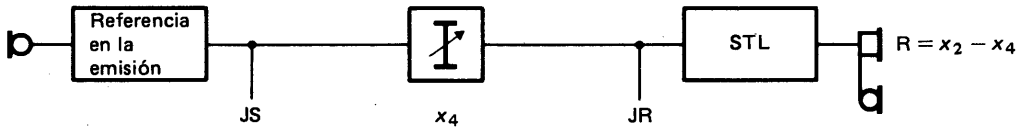
Trayecto 1 — Conexión completa



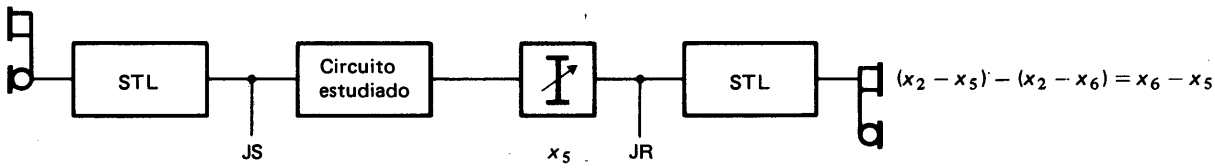
Trayecto 2 — Sistema de referencia (NOSFER)



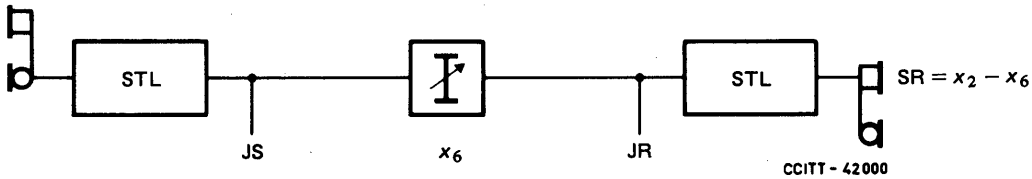
Trayecto 3 — Para determinar un índice en la emisión



Trayecto 4 — Para determinar un índice en la recepción



Trayecto 5 — Para determinar el índice de un circuito



Trayecto 6 — Sistema completo

STL Sistema telefónico local estudiado (aparato telefónico + línea + puente de alimentación)

Observación — Se obtienen los valores de x por equilibrado del trayecto considerado con el NOSFER. Los índices medidos son los siguientes:

a) equivalentes de referencia si se hace variar x_2 para obtener el equilibrado;
b) índices R25 si x_2 se ajusta en 25 dB.

FIGURA A-1/G.111

Conexiones y sistemas considerados para definir los equivalentes de referencia y los ERC

A.3 *Método de planificación*

A.3.1 *Aditividad en las pruebas de laboratorio*

Supongamos que S y R sean los índices de un sistema local en la emisión y en la recepción (trayectos 3 y 4 de la figura A-1/G.111), y SR el índice determinado para el sistema completo (trayecto 6). Supongamos que D = SR − (S + R). La diferencia D es pequeña para los índices de sonoridad, con relación al SRI, o para las cantidades medidas, por ejemplo, con el OREM-B. Es de −3 a −4 dB, aproximadamente, para los equivalentes de referencia, los índices R25 y los ERC. Ello se explica porque al comparar con el NOSFER un sistema comercial de anchura de banda restringida, este último está penalizado cuando se determina S y cuando se determina R, es decir, dos veces en la determinación de S + R, mientras que sólo sufre la penalización una vez si se determina SR.

A.3.2 *Efecto de los filtros*

Si se quiere estudiar el caso de una conexión real a gran distancia (trayecto 1 de la figura A-1/G.111), hay que tener en cuenta el efecto de los filtros incluidos en los equipos de portadoras. Sólo se han realizado pruebas a este respecto para el equivalente de referencia. Entre diversas combinaciones de sistemas locales, emisor y receptor, se han intercalado uno, dos o tres filtros del tipo utilizado en el SRAEN, cuya característica se ilustra en la figura 2/P.44 [11].

La característica de atenuación en función de la frecuencia de cada filtro se ajusta al gráfico N.° B de la figura 1/G.232 [12]; el conjunto de tres filtros en cascada se ajusta a la figura 1/G.132, que representa un objetivo deseable para una cadena de 12 circuitos de portadoras en cascada y que generalmente se obtiene para una cadena de 6 circuitos y 7 centrales internacionales. Ahora bien, según la información contenida en el § 3 de la Recomendación G.101, la cadena a cuatro hilos comprende un máximo de 6 circuitos en el 96,3% de las comunicaciones internacionales y 8 circuitos en el 99,9% de éstas.

Los resultados dependen de los aparatos telefónicos utilizados, y su análisis es bastante complejo. Se resume el resultado medio en la línea «*D* (para *q*)» del cuadro A-2/G.111. Mediante cálculo, puede deducirse la línea «*D* (para *y*)» de ese cuadro.

CUADRO A-2/G.111

Valores medios (en dB) de *D* = SR − (S + R) en presencia de filtros de tipo SRAEN

Número de filtros en cascada	0	1	2	3
D (para *q*) *D* (para *y*)	− 3 − 3,9	− 0,58 − 1,5	+ 0,49 − 0,4	+ 0,93 0
Aumento de *q* y de *y*	2,4	1,1	0,4	

A.3.3 *Aplicación a las comunicaciones internacionales* (§ 2 y 3.1 de la Recomendación G.111)

A partir de lo que antecede y de la definición exacta de *b* dada en el anexo C a la Recomendación G.121, el ERC total es:

$$Y_c = a + b + c + \Sigma x_i + c' + b' + d' + D \qquad \text{(A-2)}$$

donde *a* y *d* son los ERC en la emisión y en la recepción de un sistema local; *b* el ERC de un circuito local; *c* la suma de las atenuaciones, a 800 ó 1000 Hz, de los circuitos nacionales de gran distancia, centrales y equipo de terminación; Σx_i la suma de las atenuaciones de los circuitos internacionales; *D* el valor apropiado deducido del cuadro A-2/G.111; *c'*, *b'*, *d'* se refieren al país del abonado que escucha.

Observación – El ERC *b* tiene en cuenta la distorsión de atenuación del circuito local. En cambio, hay que tener en cuenta globalmente la distorsión de atenuación de la cadena a cuatro hilos escogiendo el valor de *D*, pues la última línea del cuadro A-2/G.111 muestra que no se obtienen incrementos iguales de *y* cuando se insertan sucesivamente 1, 2 y 3 filtros del mismo tipo; si hay otros filtros o circuitos de corte brusco fuera de la cadena a cuatro hilos, deben tenerse en cuenta también en el valor de *D*.

A.3.4 *ERC de un sistema nacional* (§ 3.1 de la Recomendación G.111 y § 4 de la Recomendación G.121)

Si se considera el caso en que la distorsión de atenuación de la cadena a cuatro hilos alcanza el límite de la Recomendación G.132, lo que corresponde aproximadamente del 97 al 99% de las conexiones internacionales o a tres filtros del tipo SRAEN en el cuadro A-2/G.111, se tiene $D = 0$, y la fórmula (A-2) (véase el anterior § A.3.2) puede escribirse como sigue:

$$Y_c = \mathrm{SN} + \Sigma x_i + \mathrm{RN}' \qquad \text{(A-3)}$$

en la que, *por convenio,*

$$\mathrm{SN} = a + b + c \qquad \text{(A-4)}$$

y

$$\mathrm{RN}' = d' + b' + c' \qquad \text{(A-5)}$$

se denominan los ERC (en la emisión y en la recepción) de los sistemas nacionales.

Para conexiones internacionales menos complejas, sigue siendo útil para la planificación la noción de ERC de un sistema nacional; si se quiere evaluar el ERC de una conexión, hay que referirse al valor apropiado de D utilizando los datos estadísticos que figuran, por ejemplo, en el § 3 de la Recomendación G.101 y en el anexo A a la Recomendación G.113.

Se determinan generalmente los valores de q para un sistema local (con determinado tipo de aparato de abonado) con la línea más larga que permite el plan de transmisión, calculándose entonces y por la fórmula (A-1). Puede calcularse el efecto en el ERC de líneas constituidas diferentemente, o medirlo objetivamente por uno de los métodos descritos en el anexo C a la Recomendación G.121.

A.3.5 *Comunicaciones nacionales* (§ 2 de la Recomendación G.120)

Puede calcularse su ERC según los mismos principios. Se hace observar que, para una comunicación local, $D = -3{,}9$ dB, pero deben tenerse también en cuenta las desadaptaciones de impedancia, que pueden ser importantes.

ANEXO B

(a la Recomendación G.111)

Valores de los ERC y valores de los ER anteriormente recomendados

Los valores de los ERC recomendados en la Recomendación G.111 y los valores de los ER anteriormente recomendados se indican en el cuadro B-1/G.111.

CUADRO B-1/G.111

		ERC	ER anteriormente recomendado
Gama preferida para una conexión (§ 3.2 de la Rec. G.111)	mínimo preferido máximo	4 7 16	6 9 18
Valores medios ponderados en función del tráfico para una conexión:			
objetivos a largo plazo (§ 3.2 de la Rec. G. 111)	mínimo máximo	13 16	13 18
objetivos a corto plazo (§ 3.2 de la Rec. G.111)	máximo	25,5	23

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.223, § 1.

[2] Recomendación del CCITT *Reference equivalents in a telephone connection*, Libro Rojo, Tomo V, Rec. P.11, p. 10, observación 1, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1962.

[3] *Ibíd.*, observación 2.

[4] *Ibíd.*, p. 9, cuadro.

[5] *Libro Naranja* del CCITT, Tomo III, apéndice a la sección 1, cuadro, UIT, Ginebra, 1977.

[6] CCITT – Cuestión 5/XVI, anexo 7, contribución COM XVI-N.° 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

[7] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia en una comunicación internacional*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.111, UIT, Ginebra, 1977.

[8] Recomendación del CCITT *Medición de los equivalentes de referencia y de los equivalentes relativos*, Tomo V, Rec. P.72.

[9] CCITT – Cuestión 15/XII, contribución COM XII-N.° 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

[10] *Ibíd.*, Cuestión 19/XII (11/XVI).

[11] Recomendación del CCITT *Descripción y ajuste del sistema de referencia para la determinación de las atenuaciones equivalentes de nitidez*, Tomo V, Rec. P.44, figura 2/P.44.

[12] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, figura 1/G.232, gráfico B.

Recomendación G.113

DEGRADACIONES DE TRANSMISIÓN

(Ginebra, 1980)

1 Degradación de la transmisión

1.1 Los objetivos en materia de distorsión de atenuación de una cadena a cuatro hilos de longitud máxima figuran en la Recomendación G.132, y los relativos al ruido de circuito de dichas conexiones de longitud máxima se indican en el § 2 de esta Recomendación. Como las conexiones menos complejas (que son más numerosas) tendrán una distorsión de atenuación y un ruido menores, los valores máximo, medio y mínimo del equivalente de referencia corregido indicados en la Recomendación G.121 asegurarán una calidad de transmisión adecuada en las conexiones internacionales.

1.2 En el caso de que se prevean valores de distorsión de atenuación o de ruido muy diferentes de los recomendados por el CCITT para sistemas y equipos, podrá hallarse una orientación sobre las posibles modificaciones de la calidad de transmisión en la Recomendación P.11 y anexos [1], donde se indican también posibles soluciones de compromiso entre ellos.

2 Objetivo de calidad de funcionamiento de la red para el ruido de circuito en conexiones telefónicas completas

El CCITT recomienda que el objetivo de calidad de funcionamiento de la red para el valor medio, expresado en decibelios y tomado en un gran número de conexiones mundiales (cada una de las cuales comprenda seis circuitos internacionales), de la distribución del valor medio durante un minuto de potencia de ruido no exceda de −43 dBm0p, referido a la entrada del primer circuito de la cadena de circuitos internacionales.

3 Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales

La incorporación de procesos digitales no integrados en conexiones telefónicas internacionales, sobre todo durante el periodo mixto analógico/digital, puede acarrear una acumulación apreciable de degradaciones de la transmisión. Es por tanto necesario asegurarse de que esta acumulación no llegue al punto de degradar seriamente la calidad de transmisión global.

3.1 *Distorsión de cuantificación*

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

En conexiones telefónicas que comprendan procesos digitales no integrados, se admite, simplemente, sumar las unidades de distorsión de cuantificación asignadas a los distintos procesos digitales, para determinar la distorsión de cuantificación total o global. En el § 3.2 se indican algunas fuentes de distorsión de cuantificación y las unidades que se les han asignado provisionalmente.

Con respecto al concepto de la unidad de distorsión de cuantificación, se considera que un par de codecs MIC de 8 bits (conversiones A/D + D/A, ley A o ley μ) conforme a las Recomendaciones del CCITT introduciría una unidad (véase al final del presente fascículo el suplemento N.° 21).

3.2 *Fuentes de distorsión de cuantificación*

Las unidades de distorsión de cuantificación asignadas provisionalmente a varios procesos digitales se indican en el cuadro 1/G.113. Al final del presente fascículo, el suplemento N.° 21 contiene información de base sobre estas asignaciones.

CUADRO 1/G.113

Fuentes de distorsión de cuantificación

Proceso digital	Distorsión de cuantificación	Observaciones
Par de codecs MIC de 8 bits (según la Recomendación G. 711 [2]), ley A o ley μ)	1 unidad	Véase la observación 1
Par de codecs MIC de 7 bits (ley A o ley μ)	4 unidades	Véase la observación 1
Atenuador digital (palabras MIC de 8 bits, ley A o ley μ)	1 unidad	Véase la observación 2
Convertidor ley A/μ o ley μ/A (según la Recomendación G. 711 [2])	1 unidad	
Par de transmultiplexores basado en MIC de 8 bits, ley A o ley μ	1 unidad	Véase la observación 1
MICDA a 32 kbit/s	5 a 6 unidades	Véase la observación 3
Transcodificación de 8-7-8 bits (ley A o ley μ)	3 unidades	

Observación 1 – Para la planificación general, se puede asignar la mitad del valor indicado a la parte emisora y a la parte receptora.

Observación 2 – La degradación indicada es aproximadamente la misma para todos los valores de atenuador digital comprendidos en una gama de 1 a 8 dB. Una excepción la constituye el atenuador de 6 dB y ley A que introduce una degradación despreciable para señales de sólo unos −30 dBm0, considerándose por tanto que contribuye con 0 unidades de distorsión de cuantificación.

Observación 3 – La penalidad de 5 a 6 unidades de distorsión de cuantificación en el caso de codecs para señales vocales que emplean la MIC diferencial adaptativa (MICDA) a 32 kbit/s se basa en informaciones preliminares suministradas por la Comisión de Estudio XII.

Observación 4 – Como observación general relativa al cuadro 1/G.113, las unidades de distorsión de cuantificación indicadas para los procesos digitales corresponden al valor obtenido para un nivel medio de una señal gausiana de aproximadamente −20 dBm0. Los casos tratados en el suplemento 21 al final de este fascículo concuerdan con este planteamiento.

3.3 *Efecto de los errores aleatorios en los bits*

En estudio.

3.4 *Distorsión de atenuación y distorsión por retardo de grupo*

La Recomendación provisional contenida en el § 3.1 especifica que la distorsión de cuantificación total introducida por procesos digitales no integrados en conexiones telefónicas internacionales debe estar limitada a un máximo de 14 unidades. Se espera que, si se cumple esta recomendación provisional, las distorsiones acumuladas de atenuación y por retardo de grupo, introducidas en tales conexiones por procesos digitales no integrados, se mantendrá también dentro de límites aceptables.

3.5 *Regla provisional de planificación*

Como consecuencia de la relación indicada en el § 3.4 sobre las distorsiones de cuantificación, de atenuación y por retardo de grupo es posible recomendar una regla provisional de planificación que rija la incorporación de procesos digitales no integrados en conexiones telefónicas internacionales. Esta regla provisional de planificación viene expresada en términos de unidades de degradación de la transmisión que son numéricamente iguales a las unidades de distorsión de cuantificación atribuidas a los procesos digitales específicos indicados en el cuadro 1/G.113. La regla provisional de planificación es la siguiente:

El número de unidades de degradación de la transmisión en una conexión telefónica internacional no debe ser superior a 5 + 4 + 5 = 14 unidades.

De acuerdo con esta regla, cada una de las dos partes nacionales de una conexión telefónica internacional estará autorizada a introducir hasta un máximo de 5 unidades de degradación de la transmisión, y la parte internacional hasta un máximo de 4 unidades.

Observación – Se reconoce que en el periodo mixto analógico/digital pudiera no ser práctico, durante cierto tiempo y en algunos países, limitar las contribuciones nacionales a un máximo de 5 unidades de degradación de la transmisión. Para tener en cuenta estos países se está permitiendo cierta mitigación temporal de la regla provisional de planificación. En virtud de esta mitigación, la parte nacional de una conexión telefónica internacional estaría autorizada a introducir hasta 7 unidades de degradación de la transmisión. Teóricamente, esto podría dar por resultado conexiones telefónicas internacionales con un total de 18 unidades de degradación de la transmisión. Estas conexiones no sólo introducirían una penalidad adicional de transmisión en lo que concierne al servicio telefónico, sino que podrían producir también un efecto adverso sobre los datos analógicos a alta velocidad (por ejemplo, a velocidades superiores a 4800 bit/s). Las Administraciones que consideren que se les debe permitir introducir, en su parte nacional, más de 5 unidades (pero no más de 7) deberán tratar por todos los medios de satisfacer el límite de 5 unidades en la primera oportunidad posible.

3.6 *Limitaciones de la regla provisional de planificación*

En el § 3.5 se ha supuesto que, para la estimación de la degradación de la transmisión como consecuencia de la presencia de procesos digitales no integrados en conexiones telefónicas internacionales, las unidades de degradación de la transmisión corresponden a las unidades de distorsión de cuantificación, y que la simple adición de estas unidades sería aplicable.

Cuando se trata de circuitos telefónicos internacionales que comprenden procesos digitales en tándem, en un ambiente totalmente digital, la adición de las unidades de distorsión de cuantificación correspondientes a los distintos procesos pudiera no reflejar exactamente la distorsión de cuantificación acumulada (y, por consiguiente, no corresponder a las unidades de degradación de la transmisión acumuladas). Tal caso podría darse, pues los distintos valores de potencia de la distorsión de cuantificación producida por los diversos procesos digitales pudieran presentar cierta correlación y, por tal razón, la adición de las unidades de distorsión de cuantificación correspondientes a los distintos procesos pudiera, en ciertas circunstancias, dar valores totales que diferirían de los que se encuentran en la realidad. Esto se explica de forma bastante detallada en el suplemento N.° 21 a las Recomendaciones de la serie G, al final del presente fascículo.

Se considera que la regla de 5 + 4 + 5 = 14 indicada en el § 3.5, aunque en ciertas circunstancias pudiera proporcionar resultados solamente aproximados, es, no obstante, adecuada para la mayor parte de los fines de la planificación en los casos en que intervienen procesos digitales no integrados.

ANEXO A

(a la Recomendación G.113)

Información destinada a la planificación, sobre la distorsión de atenuación y la distorsión por retardo de grupo introducidas por los circuitos y centrales de la red telefónica con conmutación

A.1 La información que se presenta en los cuadros A-1/G.113 a A-6/G.113 procede de los resultados de mediciones [1] efectuadas en equipos modernos. Cabe esperar que la calidad de funcionamiento de las conexiones reales establecidas en la red telefónica con conmutación sea inferior a la calculada a base de los datos tabulados, a causa de:

- la desadaptación y reflexión;
- las líneas de abonado no cargadas;
- los circuitos de enlace interurbanos cargados, con una baja frecuencia de corte;
- los equipos antiguos.

A.2 La frecuencia de referencia correspondiente a la distorsión de atenuación es 800 Hz. La frecuencia de referencia correspondiente a la distorsión por retardo de grupo (o sea la frecuencia en que el retardo de grupo es mínimo) ha sido estimada para cada caso.

A.3 Los resultados relativos a los circuitos no comprenden ningún margen para tener en cuenta las terminaciones de señalización de línea, aunque en algunos casos estas distorsiones están incluidas en los datos relativos a las centrales.

CUADRO A-1/G.113

Centrales locales y centros primarios a dos hilos

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	1,69	1,20	0,56	0,07
300	0,63	0,81	0,28	0,05
400	0,30	0,43	0,23	0,05
600	0	0,28	0,11	0,03
800	0	0	0,05	0,02
1000	– 0,05	0,11	0,03	0,01
2000	– 0,04	0,35	0	0
2400	– 0,29	0,45	0	0
2800	– 0,45	0,50	0	0
3000	– 0,24	0,65	0	0
3400	– 0,29	0,63	0	0

Observación **– Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 2000 Hz.**

[1] Comunicados por ATT, Telecom Australia, Italia, British Telecom, NTT y Suiza.

CUADRO A-2/G.113

Centrales a cuatro hilos

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	0,32	0,14	0,40	0,02
300	0,16	0,28	0,14	0,02
400	0,13	0,21	0,14	0,03
600	0,02	0	0,07	0,02
800	0	0	0,03	0,01
1000	0	0	0,02	0,01
2000	0,01	0,14	0	0
2400	0,06	0,21	0	0
2800	0,02	0,02	0	0
3000	0,10	0,07	0	0
3400	0,20	0,50	0	0

Observación – Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 2000 Hz.

CUADRO A-3/G.113

Circuitos de enlace

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	4,29	1,95	3,05	0,36
300	0,86	0,49	1,42	0,18
400	0,36	0,31	0,78	0,09
600	0,09	0,17	0,34	0,06
800	0	0,03	0,16	0,02
1000	– 0,03	0,04	0,08	0,02
2000	0,14	0,20	0,02	0,01
2400	0,33	0,29	0,06	0,03
2800	0,58	0,35	0,18	0,06
3000	0,88	0,55	0,31	0,11
3400	2,21	1,06	0,92	0,26

Observación 1 – Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 1500 Hz.

Observación 2 – La muestra de circuitos de enlace incluía circuitos por líneas metálicas, MDF y sistemas MIC.

Observación 3 – Los circuitos MIC pueden presentar en 200 Hz una distorsión de atenuación algo menor que la indicada en este cuadro.

Observación 4 – Los valores para circuitos de enlace incluyen las terminaciones a dos/cuatro hilos.

CUADRO A-4/G.113

Circuitos establecidos en un grupo primario directo de 12 canales

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	1,56	0,92	5,42	0,22
300	0,39	0,43	2,97	0,35
400	0,11	0,30	1,45	0,22
600	0,05	0,18	0,76	0,10
800	0	0	0,44	0,05
1000	– 0,01	0,11	0,26	0,02
2000	– 0,03	0,19	0,01	0,01
2400	0,04	0,21	0,06	0,02
2800	0,13	0,33	0,21	0,04
3000	0,16	0,43	0,45	0,04
3400	1,03	0,56	1,97	0,20

Observación 1 – Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 1800 Hz.

Observación 2 – Los datos se refieren a un equipo de modulación de canal MDF con una separación de 4 kHz, que es la principal fuente de distorsión en los circuitos telefónicos establecidos en grupos primarios directos de 16 canales, o sea los circuitos con una sola sección de circuito.

CUADRO A-5/G.113

Circuitos establecidos en un grupo primario directo de 16 canales

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	2,80	1,63	9,74	0,40
300	0,04	0,19	4,39	0,27
400	– 0,07	0,20	2,49	0,09
600	0,02	0,09	1,02	0,56
800	0	0	0,47	0,35
1000	0,09	0,08	0,19	0,28
2000	0,06	0,12	0,03	0,14
2400	0,03	0,14	0,36	0,31
2800	0,03	0,16	1,59	1,06
3000	– 0,01	0,28	4,29	0,38

Observación 1 – Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 1200 Hz.

Observación 2 – Los datos se refieren a un equipo de modulación de canal MDF con una separación de 3 kHz, que es la principal fuente de distorsión en los circuitos telefónicos establecidos en grupos primarios directos de 16 canales, o sea los circuitos con una sola sección de circuito.

CUADRO A-6/G.113

Circuitos constituidos por tres secciones de circuito (4 kHz + 3 kHz + 4 kHz)

Frecuencia (Hz)	Distorsión de atenuación		Distorsión por retardo de grupo	
	Valor medio	Desviación típica	Valor medio	Desviación típica
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	5,92	2,09	20,58	0,51
300	0,82	0,64	10,33	0,56
400	0,15	0,47	5,39	0,32
600	0,12	0,27	2,54	0,58
800	0	0	1,35	0,36
1000	0,07	0,17	0,71	0,28
2000	0	0,29	0,05	0,14
2400	0,11	0,33	0,48	0,31
2800	0,29	0,49	2,01	1,06
3000	0,31	0,67	5,19	0,38

Observación 1 – Este cuadro se deriva de los cuadros A-4/G.113 y A-5/G.113 y se refiere a los circuitos internacionales cuya sección media se establece mediante equipo de modulación de canal con una separación de 3 kHz, como por ejemplo una sección de circuito por cable submarino.

Observación 2 – Puede considerarse que la distorsión por retardo de grupo está tomada con respecto al retardo de grupo a unos 1400 Hz.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Efectos de las degradaciones de la transmisión*, Tomo V, Rec. P.11 y anexos.

[2] Recomendación del CCITT *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.711.

Recomendación G.114

TIEMPO MEDIO DE PROPAGACIÓN EN UN SENTIDO

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968 y Ginebra, 1980)

Los tiempos indicados en esta Recomendación son las medias de los tiempos de propagación en los dos sentidos de transmisión de una conexión. Cuando para los sentidos opuestos de transmisión se utilizan medios diferentes (por ejemplo, un canal por satélite en un sentido y un canal terrenal en el otro), los dos tiempos que contribuyen a la media pueden diferir considerablemente.

1 **Límites para una conexión** (antigua parte A)

En una conexión telefónica internacional, es necesario limitar el tiempo de propagación entre dos abonados. A medida que crece el tiempo de propagación, mayores son las dificultades de los abonados, así como el coeficiente de aumento de esas dificultades. En las referencias [1] a [10] figuran los datos pertinentes, especialmente en lo que respecta al apartado b) que sigue.

En consecuencia, el CCITT *recomienda*, como objetivo de calidad de funcionamiento de la red, los límites siguientes para el tiempo medio de propagación en un sentido cuando existan fuentes de eco y se utilicen dispositivos adecuados de protección contra el eco, tales como supresores de eco y compensadores de eco:

a) De 0 a 150 ms, admisible.

Observación – Pueden utilizarse supresores de eco especificados en la Recomendación G.161 del Libro Azul [11] para tiempos de propagación no superiores a 50 ms (véase el § 2.2 de la Recomendación G.131).

b) De 150 a 400 ms, admisible siempre que se redoblen las precauciones en las conexiones cuando el tiempo medio de propagación en un solo sentido exceda de unos 300 ms, y a condición de que se utilicen dispositivos de protección contra el eco, tales como supresores de eco y compensadores de eco, concebidos para circuitos con largos tiempos de propagación.

c) Por encima de 400 ms, inadmisible. Salvo en circunstancias verdaderamente excepcionales, no deberán establecerse conexiones con estos tiempos de propagación.

Mientras no se disponga de informaciones adicionales significativas que les permitan determinar mejor los límites admisibles para el tiempo de propagación, las Administraciones tendrán plenamente en cuenta los datos contenidos en los documentos citados en las referencias a fin de elegir, entre las distintas posibilidades, las que correspondan a tiempos de propagación comprendidos en los límites indicados en el apartado b) precedente.

Observación 1 – Los valores mencionados se refieren solamente al tiempo de propagación entre dos abonados. Sin embargo, para otras aplicaciones (por ejemplo, en la Recomendación G.131), debe calcularse el tiempo medio de propagación en un sentido de un trayecto de eco. Para dichos cálculos pueden emplearse los valores del § 2 de esta Recomendación.

Observación 2 – Está confirmado que compensadores de eco instalados en ambos extremos de una conexión con tiempo de propagación largo proporcionan una mejor calidad de funcionamiento que los supresores de eco de tipo corriente.

Observación 3 – Debe observarse que aunque un supresor de eco y un compensador de eco instalados en la misma conexión son compatibles (pueden interfuncionar satisfactoriamente), sólo se obtienen todas las ventajas de los compensadores de eco cuando se instalan en ambos extremos. En especial, una Administración que sustituya unilateralmente sus supresores de eco por compensadores de eco obtendrá pocas ventajas para sus propios abonados en conexiones internacionales si se mantiene el supresor de eco en el otro extremo.

2 **Valores para los circuitos** (antigua parte B)

Al establecer el plan general de interconexión dentro de estos límites, debe tenerse en cuenta el tiempo de propagación en un solo sentido de los circuitos nacionales de prolongación y de los circuitos internacionales. El tiempo de propagación de los circuitos y conexiones se obtiene por combinación de varios componentes; por ejemplo, el retardo de grupo de los cables y el de los filtros de modems MDF de diferentes tipos. La transmisión y conmutación digitales introducen también retardos. Pueden utilizarse los valores de planificación convencionales del § 2.1 para calcular el valor total del tiempo de propagación de conjuntos específicos de elementos que pueden constituir circuitos o conexiones.

2.1 *Valores de planificación convencionales del tiempo de propagación*

Pueden utilizarse los valores de planificación provisionales del tiempo de propagación indicados en el cuadro 1/G.114.

2.2 *Circuitos nacionales de prolongación*

Las arterias principales de la red nacional deben estar constituidas por líneas de gran velocidad de propagación. En estas condiciones, el tiempo de propagación entre la red internacional y el abonado más distante en una red nacional no excederá probablemente de:

$$12 + (0{,}004 \times \text{distancia en kilómetros})\ \text{ms}$$

En esta fórmula, el coeficiente 0,004 se basa en la hipótesis de que los circuitos interurbanos nacionales se establecerán en líneas de gran velocidad de propagación (250 km/ms). En el término constante de 12 ms se tienen en cuenta los equipos terminales y la presencia probable en la red nacional de cierto número de cables cargados (por ejemplo, tres pares de equipos de modulación de canal más unos 160 km de cables de carga H 88/36). En un país de extensión media, el tiempo de propagación en un solo sentido será inferior a 18 ms.

2.3 *Circuitos internacionales*

Los circuitos internacionales utilizarán sistemas de gran velocidad de propagación, por ejemplo sistemas de cables terrenales o radioenlaces, sistemas de cables submarinos, sistemas por satélite. Pueden utilizarse los valores de planificación indicados en el § 2.1.

CUADRO 1/G.114

Medio de transmisión	Contribución al tiempo de propagación en un sentido	Observaciones
Sistema de cable coaxial terrestre o radioenlace; transmisión MDF y MIC	4 μs/km	Se tiene en cuenta el retardo en repetidores y regeneradores
Sistema de cable coaxial submarino	6 μs/km	
Sistema por satélite a 14000 km de altitud	110 ms	Entre estaciones terrenas solamente
a 36000 km de altitud	260 ms	
Equipo de modulación o demodulación de canal MDF	0,75 ms[a)]	Semisuma de los tiempos de propagación en ambos sentidos de transmisión
Codificador o decodificador MIC	0,3 ms[a)]	
Transmultiplexor	1,5 ms	
Central digital (conmutación digital-digital)	0,45 ms[b)]	

a) Estos valores tienen en cuenta la distorsión por retardo de grupo en frecuencias próximas a aquella en que la potencia de las señales vocales es máxima, y también el retardo introducido por los equipos múltiplex y de transferencia intermedios de orden superior.

b) Este es un valor medio; según la carga de tráfico pueden encontrarse valores mayores, por ejemplo, 0,75 ms con una probabilidad de 0,95 de no ser rebasado.

El valor del tiempo de propagación en un solo sentido en los circuitos establecidos mediante sistemas por satélite de gran altitud aconseja imponer ciertas restricciones de encaminamiento en el empleo de dichos circuitos. La Recomendación Q.13 [12] contiene informaciones detalladas sobre esas restricciones.

Referencias

[1] *Libro Rojo* del CCITT, Tomo V *bis*, anexo E (Estados Unidos), edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1965.

[2] *Ibíd.*, anexo F (Reino Unido), edición en francés y en inglés.

[3] *Ibíd.*, anexo 4 a la Cuestión 6/XII (Italia), edición en español.

[4] *Libro Blanco* del CCITT, Tomo V, suplementos N.° 1 a N.° 6, UIT, Ginebra, 1969.

[5] BARSTOW (J. M.): Results of user reaction tests on communication via Early Bird satellite, *Progress in Astronautic Aeronautics*, 19, 1966, Academic Press, New York and London.

[6] HELDER (G. K.): Customer evaluation of telephone circuits with delay, *Bell System Technical Journal*, 45, septiembre de 1966, pp. 1157-1191.

[7] RICHARDS (D. L.): Transmission performance of telephone connections having long propagation times, *Het PTT-Bedrijf*, XV N.° 1/2, mayo de 1967, pp. 12-24.

[8] KARLIN (J. L.): Measuring the acceptability of long delay transmission circuits used during the «Early Bird» transatlantic test in 1965, *HET PTT-Bedrijf*, mayo de 1967, pp. 25-31.

[9] DE JONG (C.): Observations on telephone calls between the Netherlands and the USA, *HET PTT-Bedrijf*, mayo de 1967, pp. 32-36.

[10] HUTTER (J.): Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite, *POEEJ*, Vol. 60, octubre de 1967, p. 181.

[11] Recomendación del CCITT *Definiciones relativas a los supresores de eco y características de un semisupresor de eco diferencial accionado a distancia*, Libro Azul, Tomo III, Rec. G.161, UIT, Ginebra, 1965.

[12] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.13.

ASPECTOS DE LA SIMETRÍA CON RELACIÓN A TIERRA QUE INFLUYEN EN LA TRANSMISIÓN

(Ginebra, 1980)

1 Objetivo

Esta Recomendación contiene una serie general de mediciones prescriptivas de diversos parámetros de simetría para dipolos y cuadripolos, mediciones que han de poder hacerse en la práctica o en laboratorio con aparatos de prueba relativamente sencillos (por ejemplo, osciladores de transmisión corrientes, medidores de nivel), junto con un puente de medida especial. Si bien se examinan los principios de puentes de medida adecuados, no es necesario ni conveniente especificar un puente de medida «recomendado», ya que las necesidades pueden cubrirse aplicando diversos procedimientos.

Se pretende que las definiciones y métodos permitan obtener resultados a partir de elementos de equipos (por ejemplo, puentes de alimentación, pares de cable, entradas audio al equipo de modulación de canales, etc.) que puedan combinarse significativamente (aunque no necesariamente por la simple suma en decibelios) de forma que pueda preverse la calidad de funcionamiento de una conexión en cascada de esos elementos (o por lo menos los límites determinados para esa calidad). Por calidad de funcionamiento se entiende en este sentido aquellas características en las que influyen las condiciones de asimetría (por ejemplo, nivel de ruido impulsivo, sensibilidad a la exposición longitudinal, relaciones de diafonía, etc.).

El objetivo a largo plazo es proponer, en caso de necesidad, normas justificables de parámetros de simetría de líneas y equipo. De aceptarse dichas proposiciones podrían constituir la base de las Recomendaciones del CCITT relativas a cláusulas de especificación.

2 Principios del esquema de nomenclatura

En lo relativo a la asimetría con relación a tierra se emplean en la literatura muchos términos diferentes, algunos de los cuales son contradictorios o, desde cierto punto de vista, inadecuados. Los títulos descriptivos de las magnitudes utilizadas en la presente Recomendación son, esperamos, más adecuados que ciertos términos actuales, y se han adoptado los principios siguientes:

a) Un concepto fundamental es el de *conversión* de modo; por ejemplo, una terminación inadecuada (asimétrica) generará una señal transversal indeseada al ser excitada por una señal longitudinal, y la medida de este efecto se denomina aquí *relación de conversión longitudinal*, y, si se expresa en unidades de transmisión, *atenuación de conversión longitudinal* (ACL).

b) En el caso de una red de n accesos en la cual, por ejemplo, una excitación en un acceso produce una señal en otro acceso, la designación incluirá la palabra *transferencia* para dar, por ejemplo, la *relación de transferencia de conversión longitudinal* y la correspondiente *atenuación*, (ATCL).

c) La impedancia del trayecto longitudinal presentada por un equipo medido es un parámetro fundamental, y hemos utilizado la expresión *relación de impedancia longitudinal*, cuya expresión en decibelios se denomina *atenuación de impedancia longitudinal*, (AIL), con objeto de caracterizar la medición particular aquí propuesta.

d) Los dispositivos activos que constituyen fuentes de señales (por ejemplo, un oscilador, la salida de un amplificador) se caracterizan además por la magnitud de la señal longitudinal indeseada presente a la salida. Se incluye ahora la palabra clave *salida*, lo que da la *tensión de salida longitudinal*, y el correspondiente *nivel de salida longitudinal*, (NSL). Cuando dichas señales indeseadas se expresan como una proporción de la señal deseada (transversal), la expresión clave es *simetría de la señal*, lo que da la *relación de simetría de la señal de salida*, cuya expresión en decibelios es la *simetría de la señal de salida*. La convención anterior es la que ya ha utilizado la Comisión de Estudio IV en la Recomendación O.121 [1].

e) Los dispositivos que responden en forma continua a las señales (por ejemplo, medidores de nivel, entrada de un amplificador) y que pueden en principio responder a señales longitudinales indeseadas en virtud de mecanismos internos (esto es, aun si sus impedancias de entrada están perfectamente equilibradas), se caracterizan por medidas que contienen las palabras *interferencia de entrada*. Así, se tiene la *relación de interferencia longitudinal de entrada*, siendo la correspondiente expresión en decibelios la *atenuación de interferencia longitudinal de entrada*. No hay transgresión del concepto, establecido hace mucho tiempo y bien definido de *relación de rechazo de modo común* y se ha evitado asimismo el término *coeficiente de sensibilidad* teniendo en cuenta el amplio uso que del mismo se hace en las Directrices [2] y en las actividades de la Comisión de Estudio V con un significado más bien especializado.

f) En el caso de dispositivos de recepción en los que el funcionamiento no es una función lineal continua del nivel de la señal de entrada (por ejemplo, un medidor de retardo de grupo o un modem de datos) la idea clave es el nivel *umbral* de la interferencia para el que, o a partir del cual, se produce un funcionamiento defectuoso inadmisible. Así, se tiene la *tensión umbral de interferencia longitudinal* y el correspondiente *nivel.*

3 Resumen de las expresiones descriptivas utilizadas

3.1 *Dipolos*

a) Coeficiente de reflexión transversal (pérdida de retorno transversal: PRT)
b) Relación de conversión transversal (atenuación de conversión transversal: ACT)
c) Relación de conversión longitudinal (atenuación de conversión longitudinal: ACL)
d) Relación de impedancia longitudinal (atenuación de impedancia longitudinal: AIL)
e) Tensión de salida transversal (nivel de salida transversal: NST)
f) Tensión de salida longitudinal (nivel de salida longitudinal: NSL)

(Las tensiones de los apartados e) y f) son señales indeseadas no correlacionadas con las señales deseadas.)

3.2 *Cuadripolos*

Para cada acceso se han considerado por separado las siguientes mediciones relativas a los dipolos:
a) Coeficientes de reflexión transversal (pérdida de retorno transversal: PRT)
b) Relación de conversión transversal (atenuación de conversión transversal: ACT)
c) Relación de conversión longitudinal (atenuación de conversión longitudinal: ACL)
d) Relación de impedancia longitudinal (atenuación de impedancia longitudinal: AIL)
e) Tensión de salida transversal (nivel de salida transversal: NST)
f) Tensión de salida longitudinal (nivel de salida longitudinal: NSL)

Además, los siguientes parámetros de transferencia para ambos sentidos de transmisión:
g) Relación de transferencia transversal (atenuación de transferencia transversal: ATT)
h) Relación de transferencia de conversión transversal (atenuación de transferencia de conversión transversal: ATCT)
i) Relación de transferencia longitudinal (atenuación de transferencia longitudinal: ATL)
j) Relación de transferencia de conversión longitudinal (atenuación de transferencia de conversión longitudinal: ATCL)

3.3 *Dispositivos generadores de señales*

a) Relación de simetría de las señales de salida (simetría de las señales de salida)

Esta medición completa las seis mediciones con dipolos mencionadas en el § 3.1.

3.4 *Dispositivos receptores de señales*

a) Relación de interferencia longitudinal de entrada (atenuación de interferencia longitudinal de entrada)
b) Tensión umbral de interferencia longitudinal (nivel umbral de interferencia longitudinal)

Estas mediciones completan las seis mediciones con dipolos mencionadas en el § 3.1. Cuando la señal deseada sea longitudinal (por ejemplo, como en el caso de un sistema de señalización) y la tensión interferente sea transversal, sustitúyase la palabra *longitudinal* por *transversal* en las expresiones descriptivas.

4 Definiciones y métodos de medición basados en disposiciones de medición ideales

Las definiciones ilustradas en este § 4 se basan en la utilización de puentes de medida ideales que utilizan bobinas con derivación en el punto medio, de inductancia infinita y sin pérdidas, generadores de tensión de impedancia nula y voltímetros de impedancia infinita.

Un aspecto importante de este conjunto de mediciones mutuamente coherentes es que el puente de medida proporciona terminaciones de referencia definidas simultáneas de Z ohmios para los trayectos transversales, y de $Z/4$ ohmios para los trayectos longitudinales. Partiendo de esta base, se puede calcular la calidad de funcionamiento de una conexión de elementos en cascada, cada uno de ellos medido en la forma prescrita, teniendo en cuenta el hecho de que los elementos en cascada, por regla general, no presentan las impedancias de referencia proporcionadas por las condiciones de prueba.

El tratamiento matemático se simplifica si la impedancia de referencia no es reactiva, lo que también está en armonía con el importante objetivo de poder utilizar aparatos de pruebas de transmisión fácilmente disponibles para obtener resultados de mediciones realizadas en la práctica y en laboratorio.

La configuración del puente de medida utilizado en las páginas siguientes se ilustra en la figura 1/G.117.

Las fuentes transversales y longitudinales E_T y E_L se activan según sea necesario para la medición particular que se efectúa; en ciertos casos, no hay ninguna fuente activa, en cuyo caso el puente únicamente proporciona terminaciones pasivas de Z y $Z/4$.

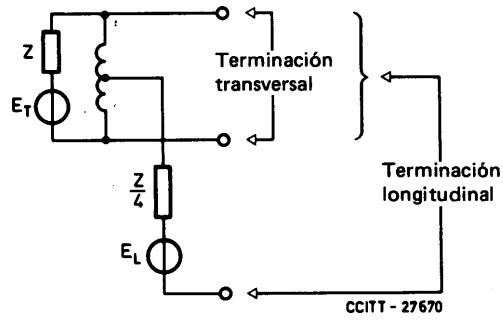
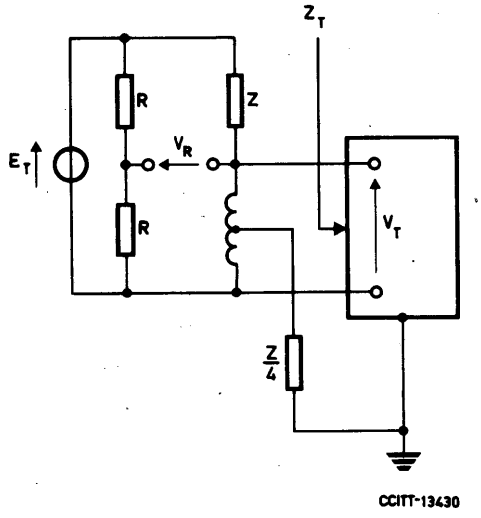


FIGURA 1/G.117

4.1 *Dipolos*

4.1.1 *Coeficiente de reflexión transversal (pérdida de retorno)* (véase la figura 2/G.117)



$$\text{Coeficiente de reflexión transversal } \rho = \frac{Z - Z_T}{Z + Z_T} = \frac{\text{tensión reflejada}}{\text{tensión incidente}} = \frac{2V_R}{E_T}$$

y

$$\text{Pérdida de retorno transversal (PRT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_T}{2V_R} \right| \text{ dB.}$$

Observación 1 – El valor de R (en teoría) no interviene en el cálculo. El divisor de tensión a través del generador de impedancia nula sólo se requiere para derivar la mitad de la tensión del generador, que es igual, en términos numéricos, a la tensión incidente necesaria para la definición.

Observación 2 – Los puentes de medida de la pérdida de retorno clásicos no terminan el trayecto longitudinal con $Z/4$. Esto carece de importancia cuando la pérdida de retorno es de unos 20 dB, o un poco menor que la atenuación de conversión longitudinal del equipo sometido a prueba. En este caso la potencia reflejada es mucho mayor que la potencia desviada hacia el trayecto longitudinal y el error cometido es despreciable.

Observación 3 – Es evidente que cuando se conoce el valor de Z_T no es preciso conocer ρ. Si se mide V_T, el valor de ρ puede calcularse mediante la expresión

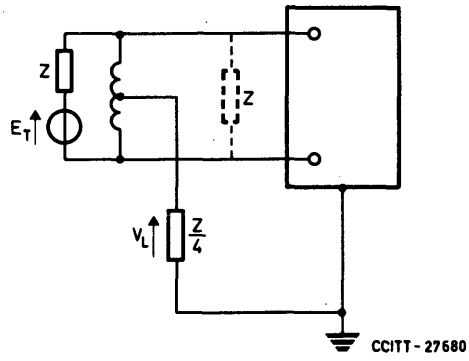
$$\rho = 1 - \frac{2V_T}{E_T}$$

que, no obstante, puede presentar ciertos inconvenientes para valores elevados de la pérdida de retorno.

Observación 4 – Se puede prescindir de la palabra transversal en la designación, cuando el contexto es claro.

FIGURA 2/G.117

4.1.2 *Relación (atenuación) de conversión transversal* (véase la figura 3/G.117)



$$\text{Relación de conversión transversal, } k = \frac{2V_L}{E_T}$$

y

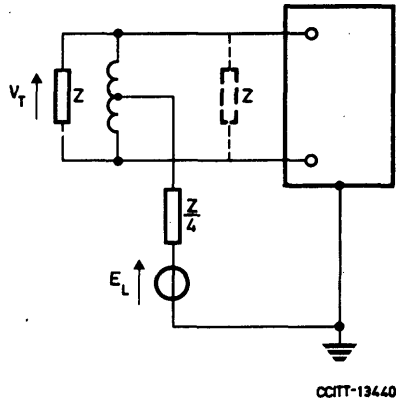
$$\text{Atenuación de conversión transversal (ACT)} = 20 \log_{10}\left|\frac{1}{k}\right| = 20 \log_{10}\left|\frac{E_T}{2V_L}\right| \text{ dB.}$$

Observación 1 – En los casos en que la red sea lineal, pasiva y bilateral, el valor medido será el doble que el de la relación de conversión longitudinal c. No obstante, cuando se utilicen por ejemplo amplificadores, $k = 0{,}5c$

Observación 2 – El componente en línea de trazos es necesario para un dipolo que, cuando se usa, sólo puentea el circuito de transmisión. La misma observación se refiere en principo a los demás diagramas (excepto a los que guardan relación con la pérdida de retorno) y no se volverá a mencionar de forma explícita.

FIGURA 3/G.117

4.1.3 *Relación (atenuación) de conversión longitudinal* (véase la figura 4/G.117)



$$\text{Relación de conversión longitudinal, } c = \frac{V_T}{E_L}$$

y

$$\text{Atenuación de conversión longitudinal (ACL)} = 20 \log_{10}\left|\frac{1}{c}\right| = 20 \log_{10}\left|\frac{E_L}{V_T}\right| \text{ dB.}$$

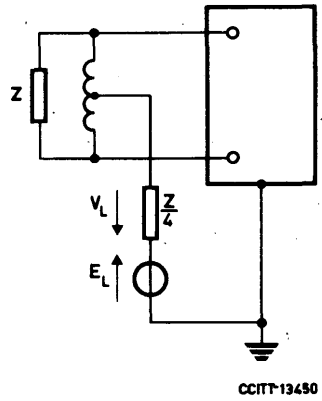
Observación 1 – Se ha hecho referencia a esta medición de las diversas formas siguientes:

a) Relación de simetría de impedancia (Recomendación O.121 [1])
b) Relación de tensión longitudinal/transversal [3]
c) Simetría longitudinal (Recomendación G.712 [4])
d) Grado de asimetría [2]
e) Asimetría (Recomendación K.10 [5])
f) Grado de simetría longitudinal [6].

Observación 2 – La relación de conversión longitudinal se aplica a todos los dipolos, incluso a los que son fuentes de señales (por ejemplo, terminales de salida de un oscilador). En estos casos debe medirse selectivamente la tensión transversal V_T si se necesita esta magnitud para medir esa atenuación con respecto a un generador de señales en funcionamiento. Véase el § 5.2.

FIGURA 4/G.117

4.1.4 *Relación (atenuación) de impedancia longitudinal* (véase la figura 5/G.117)



$$\text{Relación de impedancia longitudinal, } q = \frac{E_L}{V_L}$$

y

$$\text{Atenuación de impedancia longitudinal (AIL)} = 20 \log_{10} |q| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_L} \right| \text{ dB.}$$

Observación 1 – Se trata de una medición adicional que es necesaria cuando se tiene que prever la calidad de funcionamiento de elementos conectados en cascada.

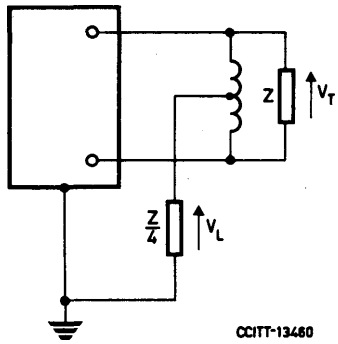
Observación 2 – En el caso de equipos prácticamente aislados de tierra, sometidos a prueba (por ejemplo, aparatos de prueba portátiles, con aislamiento doble, sin conexión intencionada a tierra) el valor de V_L será muy pequeño y la relación correspondiente (así como la atenuación) muy elevada. Sin embargo, en estos casos será muy reducido el acoplamiento introducido entre los trayectos longitudinal y transversal, de modo que el efecto no es importante.

Observación 3 – Como resultado de estudios anteriores sobre los efectos de diafonía en cable producidos por terminaciones asimétricas, se ha formulado una proposición (de British Telecom) [3] que entraña la medición de una tensión en circuito abierto. Esto plantea dificultades prácticas en el caso de elementos simétricos que, salvo pequeñas capacitancias parásitas de unos pocos picofaradios, están aislados de tierra. Por esta razón, la medición propuesta en [3] sólo es adecuada para las redes cuyos puntos centrales se conectan intencionadamente a tierra y con impedancia relativamente baja con respecto a tierra, por ejemplo, puentes de alimentación de transmisión de centrales telefónicas.

No se hace aquí uso explícito de esta medición sino que se la sustituye por la función de impedancia longitudinal que no impone ninguna condición particular en cuanto a la impedancia de entrada del aparato de medida, si bien existe una pérdida de sensibilidad.

FIGURA 5/G.117

4.1.5 *Tensiones (niveles) de salida transversal y longitudinal* (véase la figura 6/G.117)



$$\text{Tensión de salida transversal} = V_T$$

$$\text{Nivel de salida transversal (NST)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{1 \text{ voltio}} \right| \text{ dBV.}$$

$$\text{Tensión de salida longitudinal} = V_L$$

$$\text{Nivel de salida longitudinal (NSL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_L}{1 \text{ voltio}} \right| \text{ dBV.}$$

Observación 1 – Estas medidas se refieren a señales indeseadas no correlacionadas con la señal deseada. Por ejemplo, un sistema de señalización en corriente continua puede entregar en el trayecto longitudinal señales transversales indeseadas. De manera similar, a la salida de un amplificador pueden presentarse señales "de zumbido" longitudinales indeseadas, o un par de cable puede producir señales longitudinales indeseadas originadas por inducción o radiación.

Observación 2 – Las tensiones se expresan como niveles con relación a 1 V eficaz. Sin embargo, dicha tensión podría detectarse mediante un contador de ruido impulsivo, en cuyo caso se expresaría en otras unidades. No obstante, en este último caso no se podrían utilizar métodos algebraicos lineales de análisis. (British Telecom está estudiando dichos métodos lineales.)

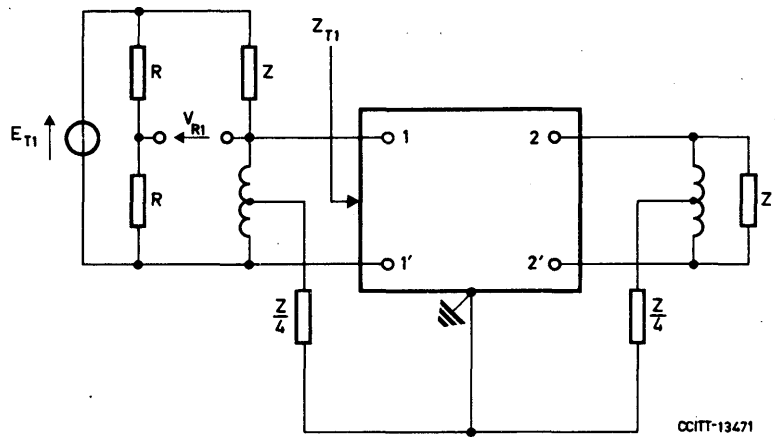
FIGURA 6/G.117

4.2 *Cuadripolos*

Los cuadripolos se ajustan a principios similares a los descritos para los dipolos, con la salvedad de que en este caso las señales pueden transferirse de un par de terminales al otro. Los cuadripolos se han designado por medio de los subíndices 1 y 2, y existen dos tipos de mediciones:

- mediciones en las que la excitación y la respuesta se encuentran en el mismo lado del cuadripolo. Si bien ya se han definido para los dipolos, estas mediciones llevarán un simple subíndice 1 ó 2, según el caso;
- mediciones en las que la excitación y la respuesta se encuentran en lados opuestos de la red. La designación comprenderá el término transferencia y el símbolo llevará dos subíndices, cuyo orden indicará el sentido de transmisión.

4.2.1 *Coeficientes (pérdidas de retorno) de reflexión transversal* (véase la figura 7/G.117)



Coeficiente de reflexión transversal en el extremo 1, $\rho_1 = \dfrac{Z - Z_{T1}}{Z + Z_{T1}} = \dfrac{2V_{R1}}{E_{T1}}$

y

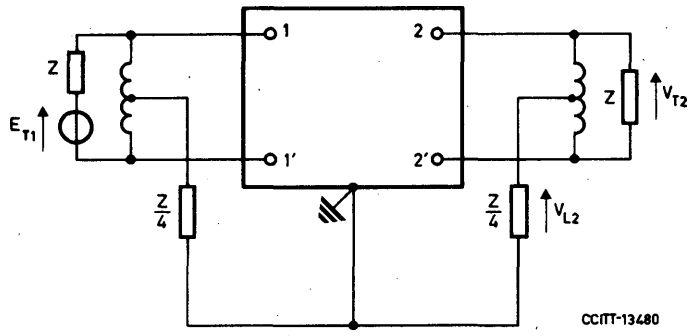
Pérdida de retorno transversal en el extremo 1, $(PRT_1) = 20 \log_{10} \left| \dfrac{1}{\rho_1} \right| = 20 \log_{10} \left| \dfrac{E_{T1}}{2V_{R1}} \right|$ dB

y, de forma similar, para el extremo 2 (PRT_2).

Observación – Z_{T1} es la impedancia presentada por el extremo 1 cuando el extremo 2 se termina con un puente de prueba en la forma indicada.

FIGURA 7/G.117

4.2.2 *Relaciones (atenuaciones) de transferencia transversal y relaciones (atenuaciones) de transferencia de conversión* (véase la figura 8/G.117)



$$\text{Relación de transferencia transversal de 1 hacia 2, } g_{12} = \frac{2V_{T2}}{E_{T1}}$$

y

$$\text{Atenuación de transferencia transversal de 1 hacia 2, } (\mathrm{ATT}_{12}) = 20 \log_{10}\left|\frac{1}{g_{12}}\right| = 20 \log_{10}\left|\frac{E_{T1}}{2V_{T2}}\right| \text{ dB.}$$

$$\text{Relación de transferencia de conversión transversal de 1 hacia 2} = t_{12} = \frac{2V_{L2}}{E_{T1}}$$

y

$$\text{Atenuación de transferencia de conversión transversal de 1 hacia 2, } (\mathrm{ATCT}_{12}) = 20 \log_{10}\left|\frac{1}{t_{12}}\right| = 20 \log_{10}\left|\frac{E_{T1}}{2V_{L2}}\right| \text{ dB.}$$

Intercambiando los subíndices 1 y 2 se obtienen las definiciones para las relaciones y atenuaciones de transferencia ATT_{21} y ATCT_{21} para el otro sentido de transmisión.

Observación – En el caso ilustrado la atenuación de transferencia es igual, en términos numéricos, a la pérdida de inserción. Cuando las impedancias de referencia sean distintas en los dos extremos de la red, la atenuación de transferencia estará relacionada con la *atenuación compuesta* [7] por la siguiente relación:

$$\text{atenuación de transferencia} = \text{atenuación compuesta} + 10 \log_{10}\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{ dB}$$

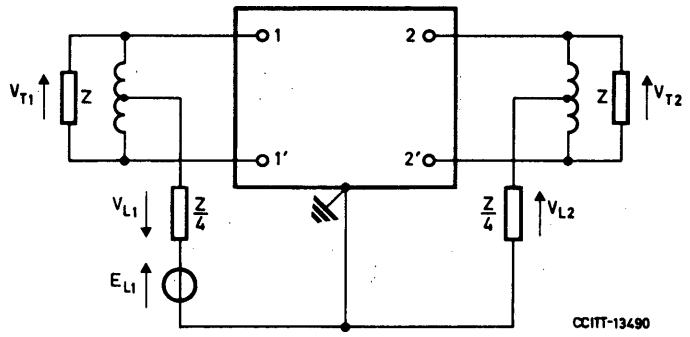
en la que Z_1 y Z_2 son las impedancias de referencia en los extremos de la red. A este respecto, debe tenerse presente que las diferencias entre niveles relativos en un sistema de transmisión en el que se produzcan cambios de impedancia se expresan automáticamente en términos de atenuación (o ganancia) compuesta. En el factor de corrección para la *atenuación de transducción* [8] interviene el ángulo de fase de las impedancias de referencia generalmente distintas, ya que la definición de la atenuación de transducción está basada en relaciones de potencias reales (y no en las potencias aparentes utilizadas para la pérdida de inserción y la atenuación compuesta).

$$\text{Atenuación de transferencia} = \text{atenuación de transducción} + 10 \log_{10}\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| + \log_{10}\left|\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}\right| \text{ dB}$$

donde θ_1 y θ_2 son los ángulos de fase de Z_1 y Z_2.

FIGURA 8/G.117

4.2.3 *Relaciones (atenuaciones) de transferencia longitudinal y relaciones (atenuaciones) de transferencia de conversión* (véase la figura 9/G.117)



$$\text{Relación de transferencia longitudinal de 1 hacia 2} = m_{12} = \frac{V_{L2}}{E_{L1}}$$

y

$$\text{Atenuación de transferencia longitudinal de 1 hacia 2 } (ATL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{m_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{L2}} \right| \text{ dB.}$$

$$\text{Relación de transferencia de conversión longitudinal de 1 hacia 2} = h_{12} = \frac{V_{T2}}{E_{L1}}$$

y

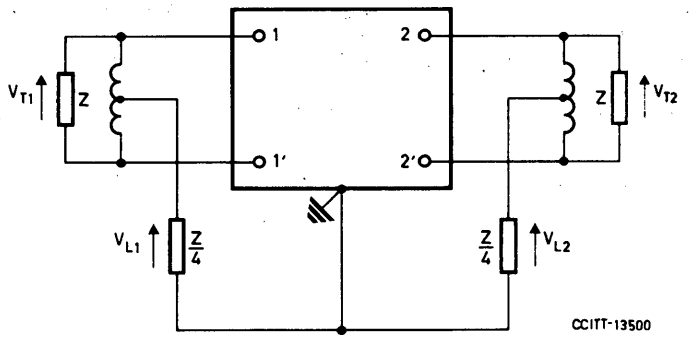
$$\text{Atenuación de transferencia de conversión longitudinal de 1 hacia 2 } (ATCL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{h_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ dB.}$$

Intercambiando los subíndices 1 y 2 se obtienen las definiciones para las relaciones y atenuaciones de transferencia ATL_{21} y $ATCL_{21}$ para el otro sentido de transmisión.

Observación – Una definición de estos parámetros en función de la *mitad* de la fuerza electromotriz en circuito abierto hubiese estado más en armonía con la teoría clásica de la transmisión. Sin embargo, las Recomendaciones del CCITT sobre los parámetros de simetría asociados a una excitación longitudinal están definidos ya en términos de la fuerza electromotriz en circuito abierto. No se considera conveniente introducir una "discrepancia" de 6 dB entre la práctica actual y estas nuevas propuestas.

FIGURA 9/G.117

4.2.4 *Tensiones (niveles) de salida transversal y longitudinal* (véase la figura 10/G.117)



$$\text{Tensión de salida transversal en el extremo 1} = V_{T1}$$

y

$$\text{Nivel de salida transversal en el extremo 1 } (NST_1) = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{1 \text{ voltio}} \right| \text{ dBV.}$$

$$\text{Tensión de salida longitudinal en el extremo 1} = V_{L1}$$

y

$$\text{Nivel de salida longitudinal en el extremo 1 } (NSL_1) = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{1 \text{ voltio}} \right| \text{ dBV}$$

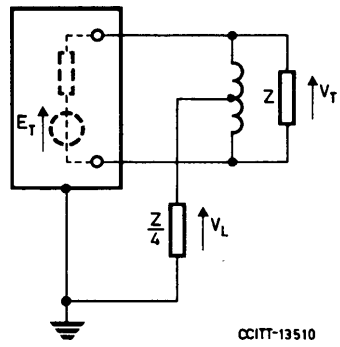
y, de forma similar, para el extremo 2, NST_2 y NSL_2.

FIGURA 10/G.117

4.3 *Dispositivos generadores de señales*

Además de las seis mediciones con dipolos ya definidas, es necesaria una medición suplementaria para controlar el valor de la señal indeseada correlacionada con la señal deseada proporcionada por el dispositivo al circuito a que está conectado. Se trata de la medición siguiente:

4.3.1 *Relación de simetría de las señales de salida (simetría de las señales de salida)* (véase la figura 11/G.117)



Relación de simetría de las señales de salida, $b = \frac{V_L}{V_T}$

y

$$\text{Simetría de las señales de salida} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{b} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right| \text{ dB.}$$

Observación 1 – Esta medida es una versión generalizada de los valores a que se hace referencia como:

a) relación de simetría de las señales de un generador (Recomendación O.121 [1]),
b) asimetría de la fuerza electromotriz de salida [9].

Observación 2 – Esta medida también está relacionada de forma en cierto modo indirecta y complicada con los coeficientes de sensibilidad para las inducciones electromagnética y electrostática definidos en [2] si se considera el par de cable como una fuente simultánea de señales transversales correlacionadas con las tensiones longitudinales inducidas.

Observación 3 – El equipo sometido a prueba proporciona por sí mismo la fuente de señal. De ahí que no se requiera generador separado.

Observación 4 – La definición se refiere en particular a los generadores de señales transversales (por ejemplo, osciladores de transmisión), pero puede ampliarse fácilmente al caso de un generador de señales longitudinales (por ejemplo, un sistema de señalización de baja frecuencia utilizando el circuito fantasma con vuelta por tierra). En este caso, se podrá invertir la relación de forma que la expresión en decibelios siga siendo positiva.

Observación 5 – Los otros valores (pérdida de retorno, atenuación de conversión longitudinal, atenuación de impedancia longitudinal y las tensiones de salida transversal y longitudinal no correlacionadas) se tienen que medir selectivamente a fin de obtener sus valores en condiciones de funcionamiento.

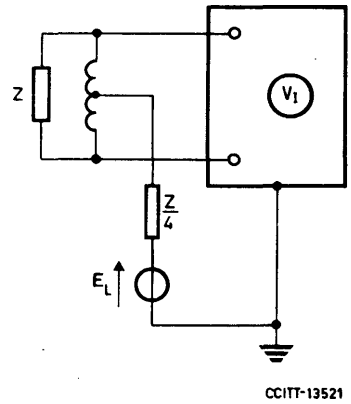
FIGURA 11/G.117

4.4 *Dispositivos receptores de señales*

Además de las seis mediciones con dipolos ya definidas, son necesarias mediciones suplementarias en el caso de los dispositivos receptores de señales para controlar su sensibilidad a las señales indeseadas. Hay dos casos importantes. En primer lugar, existen dispositivos receptores en los que la respuesta es una función continua y lineal del nivel de la señal deseada, por ejemplo, la indicación de un medidor de nivel. En este caso, las señales indeseadas producen una *imprecisión.*

En otros tipos de dispositivos receptores, como modems de datos, medidores de la distorsión de retardo de grupo y receptores de señalización, las señales indeseadas son causa de errores o de *funcionamiento defectuoso.* Se definen, por consiguiente, dos tipos de medición suplementaria.

4.4.1 *Relación (atenuación) de interferencia longitudinal de entrada* (véase la figura 12/G.117)



$$\text{Relación de interferencia longitudinal de entrada, } s = \frac{V_l}{E_L}$$

y

$$\text{Atenuación de interferencia longitudinal de entrada} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{s} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_l} \right| \text{ dB,}$$

donde V_l es la tensión indicada por el aparato de medida sometido a prueba.

Observación 1 – Esta medida es una versión generalizada de los valores a que se hace referencia como:

a) relación de simetría de las señales de un receptor (Recomendación O.121 [1]),
b) simetría (Recomendación P.53 [10]).

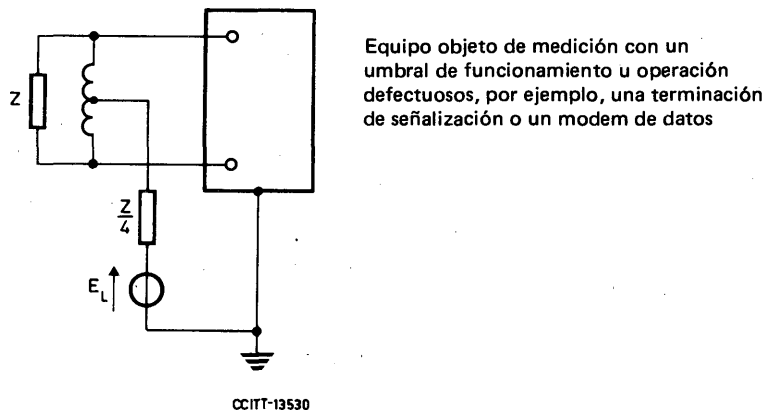
Observación 2 – El aparato de medida proporciona por sí mismo una de las tensiones requeridas por la definición.

Observación 3 – Esta medida está relacionada con la conocida *relación de rechazo de modo común*, pero no de forma sencilla. En particular, la diferencia no es de 6 dB. Ello se debe a que, cuando se mide la relación de rechazo longitudinal, los terminales transversales de entrada se hallan en cortocircuito y no existe ninguna señal transversal que provoque eventuales señales longitudinales adicionales a través de la asimetría de la impedancia de entrada. Véase, para más detalles, el § 5.

Observación 4 – De ser necesario, podría ampliarse el concepto para que abarcase los receptores que responden linealmente a señales longitudinales interferidas por señales transversales. En este caso, la denominación sería relación (atenuación) de interferencia *transversal* de entrada con una disposición de circuito correspondientemente diferente.

FIGURA 12/G.117

4.4.2 *Tensión (nivel) umbral de interferencia longitudinal* (véase la figura 13 G.117)



$$\text{Tensión umbral de interferencia longitudinal} = E_L$$

y

$$\text{Nivel umbral de interferencia longitudinal} = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{1 \text{ voltio}} \right| \text{ dBV,}$$

donde E_L es la tensión a la que se comienza a producir el funcionamiento defectuoso del aparato de prueba.

Observación 1 – Sería conveniente definir el término «funcionamiento defectuoso». En el caso de un modem de datos, podría expresarse en función de la tasa de errores.

Observación 2 – La tensión umbral podría especificarse como un valor cuadrático medio, o como una tensión impulsiva medida por un contador de impulsos, o en función de su forma de onda (por ejemplo, cuadrada, triangular).

Observación 3 – El concepto podría ampliarse para abarcar las señales transversales indeseadas que afectan el funcionamiento de receptores longitudinales, de ser necesario, con los cambios adecuados en el circuito de prueba y en la designación.

FIGURA 13/G.117

5 Otras definiciones de mediciones

5.1 La CEI ha descrito un método de prueba para medir la fuerza electromotriz en circuito abierto de una fuente longitudinal, así como su impedancia. Se ilustra este método en la figura 14/G.117.

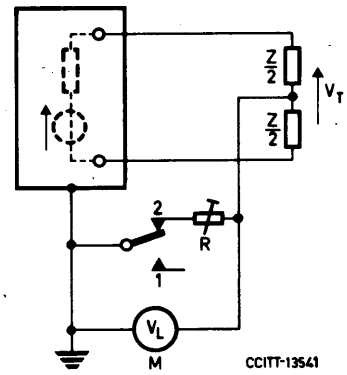


FIGURA 14/G.117

En la posición 1, M indica el valor de $V_{L(o/c)}$, y en la posición 2 el valor de $V_{L(R)}$. La CEI ha definido

$$\text{Simetría de la tensión de salida} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_{L(o/c)}} \right| \text{ dB}$$

y estimado la impedancia interna de la fuente longitudinal, Z_L como

$$Z_L \simeq \frac{V_{L(o/c)}}{V_{L(R)}} \cdot R$$

a condición de que R se haya ajustado (o elegido) para que exista como mínimo una diferencia de 20 dB entre $V_{L(o/c)}$ y $V_{L(R)}$, es decir $V_{L(o/c)} \geqslant 10\ V_{L(R)}$. La aproximación y la condición implican que:

$$Z_M \gg Z_L \gg gR \gg Z/4$$

donde

$$g = \frac{V_{L(o/c)}}{V_{L(R)}} \geqslant 10$$

Z_M = impedancia del aparato de medida

y

Z_L = impedancia longitudinal del equipo medido.

Por consiguiente, es difícil obtener impedancias de aparatos de medida significativamente más elevadas que la impedancia longitudinal a tierra (o a masa) de fuentes simétricas aisladas de tierra (o de masa), como las que presentan los aparatos de medida de transmisión portátiles.

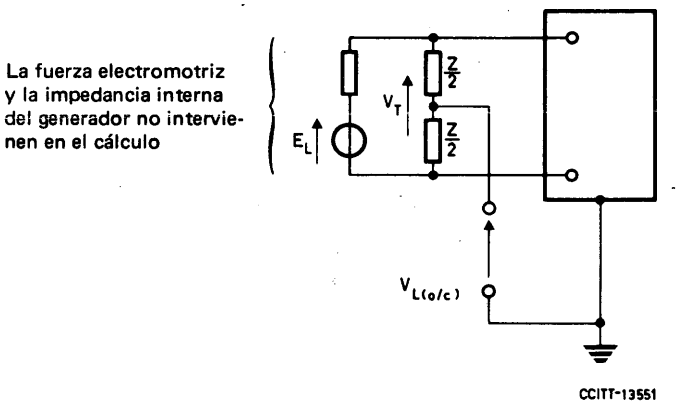
Sin embargo, cuando la impedancia longitudinal es tan elevada la asimetría no plantea ningún problema.

5.2 Se ilustra en la figura 15/G.117 la medición de L_2 cuya definición figura en [3].

Esta medición se utiliza en estudios relativos a la diafonía de cables y se aplica a dispositivos (por ejemplo, puente de alimentación) cuyo punto medio se conecta deliberadamente a tierra. No se aplica a dispositivos virtualmente aislados de tierra.

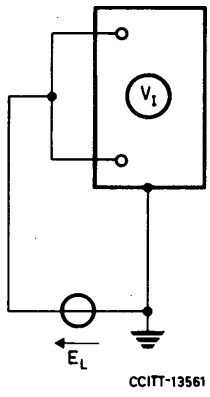
5.3 *Relación de rechazo de modo común*

Esta es otra magnitud adecuada para los receptores de señales y se mide con arreglo al principio ilustrado en la figura 16/G.117, con los terminales de entrada en cortocircuito y alimentados simultáneamente.



$$L_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_{L(o/c)}} \right| \text{ dB}$$

FIGURA 15/G.117



$$\text{Relación de rechazo de modo común} = \left| \frac{E_L}{V_I} \right|$$

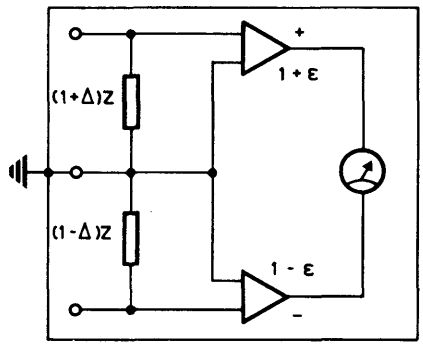
y

$$\text{Rechazo de modo común} = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_I} \right| \text{ dB}$$

Observación – V_I es la tensión indicada por el aparato de medida sometido a prueba.

FIGURA 16/G.117

Es claro que esta medición está algo vinculada con la medición de la relación de sensibilidad de modo común, pero como no hay ninguna señal transversal (debido al cortocircuito), no se hace intervenir, dentro del elemento medido, ningún mecanismo de conversión transversal-longitudinal. No existe, pues, en general, ninguna relación sencilla entre las dos medidas, como puede comprobarse con el aparato de medida ilustrado en la figura 17/G.117 en el que la impedancia de entrada es asimétrica y las relaciones de ganancia de las dos mitades del amplificador diferencial son también algo diferentes. Si se cumple la condición (ε, $\Delta \ll 1$), los diversos parámetros de simetría serán como los indicados y, en particular, la relación de rechazo de modo común no alcanza un valor doble al de la relación de interferencia longitudinal de entrada, es decir, no existe una diferencia de 6 dB entre sus valores expresados en decibelios.



Relación de rechazo de modo común = 2ϵ

Relación de interferencia longitudinal de entrada = $\epsilon + \frac{\Delta}{2}$ $(\epsilon, \Delta \ll 1)$

Relación de impedancia longitudinal = 0,5 $(\Delta \ll 1)$

Relación de conversión longitudinal = $\frac{\Delta}{2}$ $(\Delta \ll 1)$

FIGURA 17/G.117

Aparato de medida en el que existen tanto una asimetría pasiva como una asimetría activa interna

6 Puentes de medida

6.1 Los requisitos fundamentales de un puente de medida realizable para mediciones cuantitativas son:

- Deberán definirse y controlarse las impedancias presentadas a las señales transversales y longitudinales.

  Si se tienen que alcanzar los objetivos cuantitativos del estudio descrito en el § 1 (a saber, predecir la calidad de funcionamiento de una conexión de elementos en cascada medidos por separado), las impedancias del puente de medida deberán aproximarse a la resistencia de referencia nominal, por ejemplo, pérdida de retorno de 30 dB con respecto a 600 ohmios (transversal) y 150 ohmios (longitudinal). Cuando se utilicen otros valores será difícil servirse de los resultados de las mediciones en estudios cuantitativos. Esta normalización no es necesaria para las evaluaciones cualitativas de la simetría.

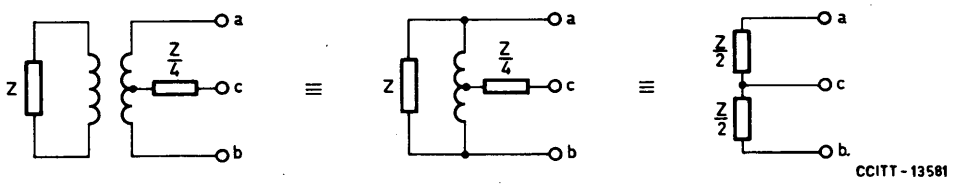
- La simetría propia del puente de medida deberá ser netamente superior a la del equipo medido. Lo anterior garantizará una precisión absoluta adecuada y asimismo, como consecuencia, diferencias aceptablemente pequeñas entre los resultados de mediciones efectuadas por medio de puentes de medida diferentes con el mismo equipo sometido a prueba. Se tiene que tratar de obtener una precisión absoluta de ± 1 dB, de forma que las diferencias no excedan de 2 dB. Como regla general, se puede garantizar una precisión absoluta de ± 1 dB si la atenuación de conversión longitudinal del puente de medida es superior, en 20 dB, a la del equipo medido.

- Tienen que existir facilidades para simular la variedad de condiciones de retención/alimentación en continua que se presentan en la práctica, a fin de poder medir los elementos de equipo telefónico (por ejemplo, aparatos telefónicos, terminaciones de señalización de línea) en condiciones similares a las que se encuentran con mayor frecuencia en funcionamiento normal.

- Tienen que existir facilidades para introducir excitación longitudinal y transversal, según el caso, y para medir de forma similar las respuestas.

6.2 Las correspondencias eléctricas ilustradas en la figura 18/G.117 muestran la forma en que se pueden sustituir bobinas con derivación en el punto medio por resistencias con derivación en el punto medio. La figura 19/G.117 ilustra las disposiciones especiales necesarias para permitir la medición de las relaciones de impedancia longitudinal y de transferencia de conversión transversal.

Se indican a continuación otros medios para medir q, es decir, la relación de impedancia longitudinal. Para medir la relación de transferencia de conversión transversal pueden utilizarse disposiciones análogas.



a) *b)* *c)*

Observación 1 – En el diagrama *a)* las partes asimétricas del dispositivo de medida están aisladas de la parte simétrica por medio de un transformador. En particular, no es necesario que los aparatos de medida tengan un grado excepcional de simetría con respecto a tierra.

Observación 2 – En los diagramas *a)* y *b)* la bobina/transformador debe ser de núcleo de hierro, y su derivación debe estar exactamente en su punto medio (es decir, devanado bifilar), de modo que las dos mitades del devanado, estrechamente acopladas, sean perfectamente simétricas con relación al núcleo. La inductancia de la bobina/transformador debe ser tal que $\omega L \gg |Z|$ para todas las frecuencias de prueba.
La componente física $Z/4$ proporciona una impedancia conveniente, siendo la tensión sobre la misma una medida de la corriente longitudinal.
En la práctica, se tienen que tomar precauciones especiales para mantener condiciones de corriente continua representativas pero que no saturan el transformador.

Observación 3 – Para las frecuencias muy bajas, los montajes de los diagramas *a)* y *b)* pueden no ser adecuados y puede resultar más conveniente utilizar el montaje *c)*, insertando una pequeña resistencia (por ejemplo, de 1 ohmio) en la rama longitudinal de modo que se pueda obtener la medida de la corriente longitudinal sin alterar significativamente las condiciones del circuito. Las dos componentes $Z/2$ del puente de resistencias deben adaptarse de forma muy precisa. El diagrama *b)* de la figura 19/G.117 constituye un ejemplo de lo que se acaba de exponer.

FIGURA 18/G.117

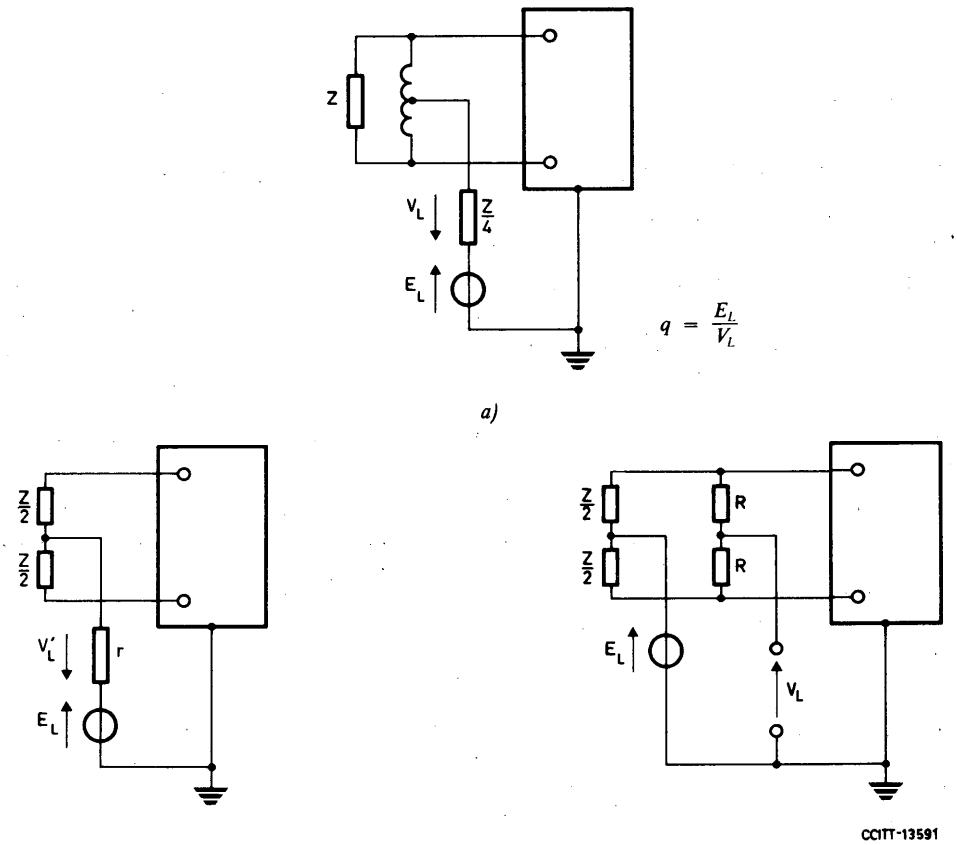


FIGURA 19/G.117

6.3 La simetría propia del montaje de medida puede verificarse sustituyendo el equipo sometido a prueba por un segundo puente de medida como el que se muestra en la figura 20/G.117. La atenuación de conversión longitudinal inherente del montaje de medida debe ser 20 dB más elevada que la que debe medirse para el elemento probado.

Esta simetría también debe obtenerse cuando se permutan las conexiones en a y b en la forma indicada. Ello permite una precisión de medida del orden de ± 1 dB. El núcleo de la bobina/transformador deberá ser de hierro, y su derivación debe estar exactamente en su punto medio (es decir, devanado bifilar), de modo que las dos mitades del devanado, estrechamente acopladas, sean perfectamente simétricas con relación al núcleo. La inductancia de la bobina/transformador debe ser tal que $\omega L \gg |Z|$ para todas las frecuencias de prueba importantes.

La figura 21/G.117 ilustra los principios de un puente de medida realizable.

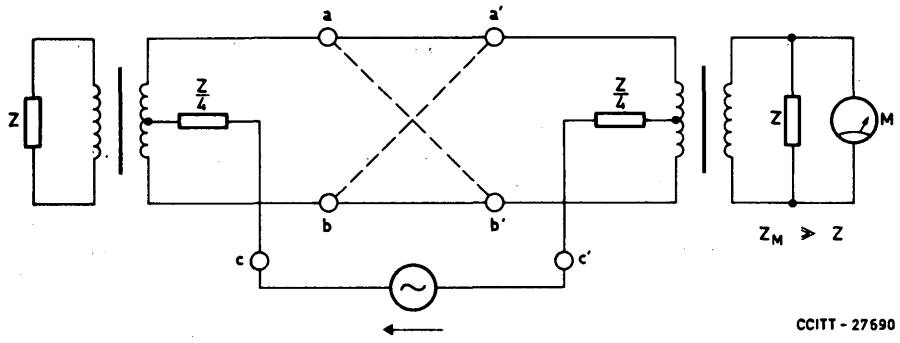


FIGURA 20/G.117

Verificación de la simetría propia de un puente de medida

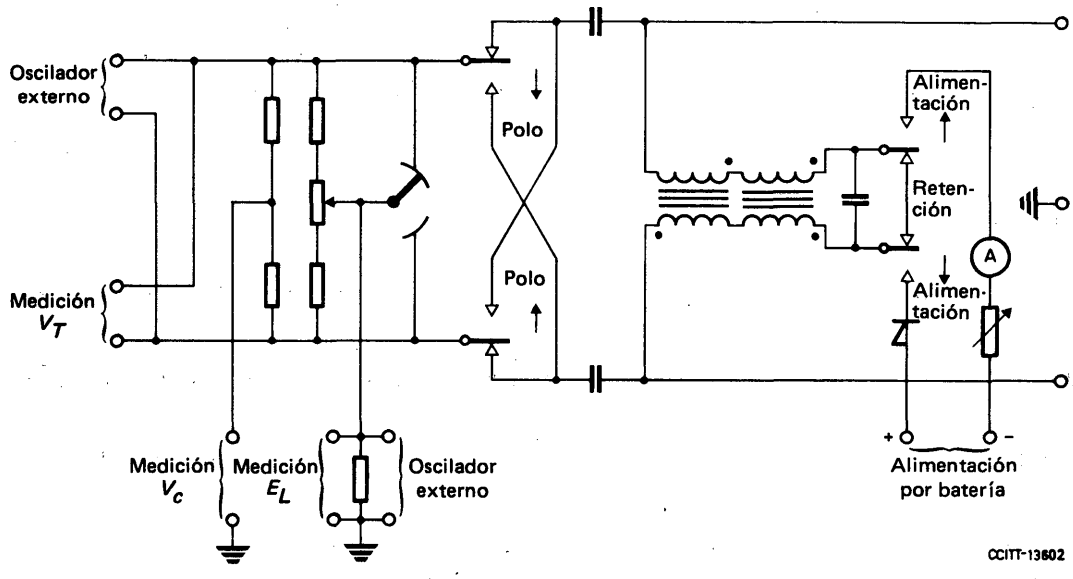


FIGURA 21/G.117

Principios de un puente de medida realizable

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Definiciones y métodos de medida relativos al grado de simetría con respecto a tierra de los aparatos de prueba de la transmisión*, Tomo IV, fascículo IV.4, Rec. O.121.

[2] CCITT *Directrices para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas*, capítulo XVI, UIT, Ginebra, 1978.

[3] CCITT – Cuestión 4/XVI, anexo 2, periodo de estudios 1968-1972, *Libro Verde*, UIT, Ginebra, 1973.

[4] Recomendación del CCITT *Características de calidad de los canales MIC a frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.712.

[5] Recomendación del CCITT *Desequilibrio de las instalaciones de telecomunicación*, Tomo IX, Rec. K.10.

[6] Norma IEEE 455 – 1976.

[7] Definición del CCITT: *atenuación (o ganancia) compuesta*, Tomo X, fascículo X.1 (Términos y definiciones).

[8] Definición del CCITT: *atenuación (o ganancia) de transducción*, Tomo X, fascículo X.1 (Términos y definiciones).

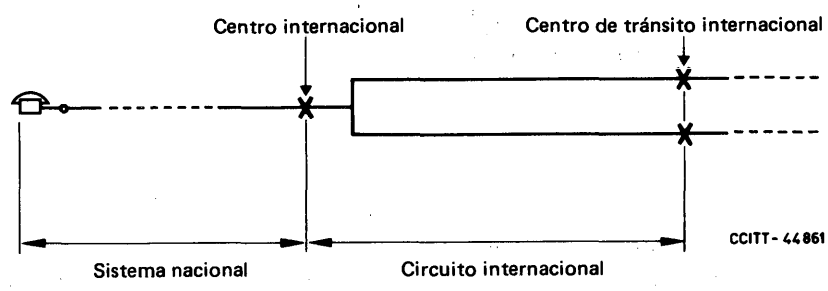
[9] Publicación CEI 268.

[10] Recomendación del CCITT *Sofómetros (aparatos para la medición objetiva del ruido ambiente)*, Tomo V, Rec. P.53.

1.2 Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales

La presente subsección agrupa las Recomendaciones que los sistemas nacionales deben respetar para asegurar una calidad razonable en las comunicaciones internacionales.

Los principios expuestos en estas Recomendaciones se aplican igualmente al caso de un circuito internacional conmutado a dos hilos en uno de sus extremos en un centro internacional, caso que puede presentarse durante el periodo de puesta en aplicación del plan de transmisión del CCITT y que ilustra la figura que sigue.



Recomendación G.120

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DE LAS REDES NACIONALES [1]

1 Aplicación en las redes nacionales de las recomendaciones del CCITT relativas a la calidad de la transmisión telefónica (antigua parte A)

Los distintos elementos de una red nacional que pueden intervenir en una conexión internacional deben responder a las Recomendaciones generales siguientes:

1.1 Los sistemas nacionales emisor y receptor deben ajustarse a los límites recomendados:
- en la Recomendación G.121 para el equivalente de referencia;
- en la Recomendación G.133 para la distorsión por retardo de grupo;
- en la Recomendación G.122, para la atenuación de equilibrado y las atenuaciones de los circuitos;
- en la Recomendación G.123, para los ruidos de circuito.

Observación – Conviene también remitirse a las Recomendaciones P.12 [2] y G.113.

1.2 Los circuitos interurbanos de larga distancia que formen parte de las arterias principales de la red nacional deben ser circuitos de gran velocidad de propagación conformes con los límites de la Recomendación G.114. Deberán ajustarse asimismo a las Recomendaciones G.151 y G.152.

Los circuitos cargados han de responder a la Recomendación G.124 [3], y los circuitos por corrientes portadoras para distancias muy cortas a la Recomendación G.123.

[1] Antigua Recomendación P.21 [1].

1.3 Los circuitos interurbanos nacionales deben tener características que permitan conformarse a las Recomendaciones G.131, G.132 y G.134, relativas a las demás características de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos telefónicos internacionales y por los circuitos interurbanos nacionales de prolongación.

1.4 Los centros internacionales deben ajustarse a la Recomendación Q.45 [4].

Las centrales automáticas nacionales a cuatro hilos deben respetar los límites de ruido de la Recomendación G.123, § 3.

Las centrales telefónicas interurbanas manuales deben ajustarse a la Recomendación P.22 [5].

En el manual del CCITT citado en [6] se dan indicaciones sobre la calidad de transmisión de las centrales locales automáticas.

2 **Plan nacional de transmisión** (antigua parte B)

Cada Administración puede elegir el método de especificación de la calidad de transmisión que juzgue apropiado, y fijar los límites correspondientes para asegurar una calidad satisfactoria en las comunicaciones nacionales, a condición de que se cumpla además la Recomendación del CCITT relativa a los equivalentes de referencia corregidos (Recomendación G.121) en lo que concierne a las comunicaciones internacionales.

Observación – Para satisfacer esta doble condición, relativa a las comunicaciones nacionales y a las internacionales, cada Administración deberá establecer un plan nacional de transmisión, esto es, fijar límites para cada parte de la red nacional.

En el manual citado en [6] se describen planes de transmisión aplicados en diversos países y se dan algunas indicaciones sobre los métodos que pueden emplearse para establecer dichos planes.

En particular, si una Administración desea aplicar el método de los equivalentes de referencia corregidos (ERC) en sus conexiones nacionales, encontrará información útil en el anexo A a la Recomendación G.111.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Aplicación en las redes nacionales de las Recomendaciones del CCITT relativas a la calidad de la transmisión telefónica*, Libro Rojo, Tomos V y V *bis*, Rec. P.21, UIT, Ginebra, 1962 y 1965; modificada en Mar del Plata, 1968, convirtiéndose en la Rec. P.20 (G.120) *Características de transmisión en las redes nacionales*, Libro Blanco, Tomo V (Tomo III), UIT, Ginebra 1969.

[2] Recomendación del CCITT *Atenuación equivalente para la nitidez (AEN)*, Tomo V, Rec. P.12.

[3] Recomendación del CCITT *Características de los circuitos interurbanos en cables cargados, destinados a conferencias internacionales*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. 124, Ginebra 1977.

[4] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[5] Recomendación del CCITT *Centrales telefónicas interurbanas manuales*, Libro Naranja, Tomo V, Rec. P.22, Ginebra, 1977.

[6] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

EQUIVALENTES DE REFERENCIA CORREGIDOS (ERC) DE SISTEMAS NACIONALES

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

Preámbulo

Los § 1 a 5 de esta Recomendación se aplican generalmente a todas las conexiones telefónicas internacionales analógicas, mixtas analógico/digitales y a todas las conexiones telefónicas internacionales digitales. Sin embargo, cuando se formulen recomendaciones sobre aspectos específicos en el § 6, se aplicarán las disposiciones del § 6 a las conexiones mixtas analógico/digitales y enteramente digitales.

Todos los ERC en la emisión y en la recepción en esta Recomendación son valores nominales, como se explica en el § 4, y están referidos a los correspondientes extremos virtuales analógicos de un circuito en el CT3.

La definición de los extremos virtuales analógicos de los circuitos internacionales se encuentra en la figura 1/G.111.

1 Valores medios, ponderados en función del tráfico, de las distribuciones de los ERC en la emisión y en la recepción (antigua parte A)

Es necesario un objetivo de valor medio para que la transmisión sea satisfactoria para la mayoría de los abonados. La transmisión no sería satisfactoria si los valores máximos indicados en el § 2 de la presente Recomendación se utilizasen sistemáticamente en todas las conexiones.

Se ha convenido provisionalmente, habida cuenta de los objetivos a largo plazo para los ERC globales indicados en el § 3.2 de la Recomendación G.111, y de la necesidad de controlar la potencia media aplicada a los sistemas de transmisión MDF a larga distancia, que una subdivisión apropiada del objetivo global llevaría a los objetivos a largo plazo para los sistemas nacionales emisor y receptor a las siguientes gamas:

ERC en la emisión: de 11,5 a 13 dB

ERC en la recepción: de 2,5 a 4 dB.

(Estos son los valores medios de las distribuciones ponderadas en función del tráfico. Si la distribución del tráfico no puede preverse con precisión suficiente, puede suponerse que todos los abonados generan la misma cantidad de tráfico.)

Observación – En algunas redes no pueden alcanzarse en la actualidad los valores a largo plazo. Se ha convenido provisionalmente que los objetivos a corto plazo apropiados para estas gamas sean los siguientes:

ERC en la emisión: de 11,5 a 19 dB

ERC en la recepción: de 2,5 a 7,5 dB.

Estos valores corresponden al objetivo a corto plazo, indicado en el § 3.2 de la Recomendación G.111, de una gama de 13 a 25,5 dB para el valor medio de la distribución, ponderada en función del tráfico, del ERC global.

Los valores medios a corto plazo se han determinado suponiendo que la distribución estadística es normal (Gausiana). Pudiera ocurrir que una distribución real no sea normal sino asimétrica. En tal caso, es aceptable que los valores medios rebasen ligeramente los límites indicados, siempre que la distribución en conjunto conduzca a condiciones de transmisión iguales a las de una distribución normal con su valor medio dentro de la gama indicada.

2 Valores máximos de los ERC en la emisión y en la recepción (antigua parte B)

2.1 *Valores en cada sentido de transmisión*

Se ha acordado que los sistemas nacionales emisor y receptor que sirvan para establecer todas las comunicaciones reales entrantes o salientes en un país de extensión media (véase el § 2.2 de la Recomendación G.101) deben responder en cada caso a los dos objetivos siguientes:

- el ERC del sistema emisor entre un abonado y el primer circuito internacional no debe ser superior a 25 dB (valor nominal máximo),
- el ERC del sistema receptor entre esos dos mismos puntos no debe ser superior a 14 dB (valor nominal máximo).

En un país de gran extensión, estos límites son, respectivamente, de 25,5 dB y 14,5 dB, si un cuarto circuito nacional forma parte de la cadena a cuatro hilos, o de 26 dB y 15 dB, si son cinco los circuitos nacionales que forman parte de la cadena a cuatro hilos.

En las figuras 1/G.121 y 2/G.121, los valores indicados en rectángulos son los recomendados por el CCITT. Los demás se dan como ejemplos de posibles disposiciones, a reserva de lo señalado en la Recomendación G.122.

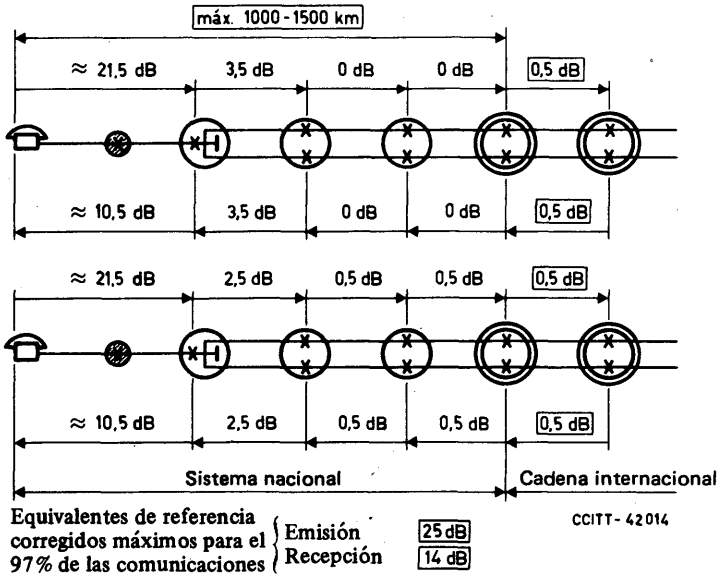


FIGURA 1/G.121

Ejemplos de atribución de los ERC máximos para una conexión internacional en un país de extensión media

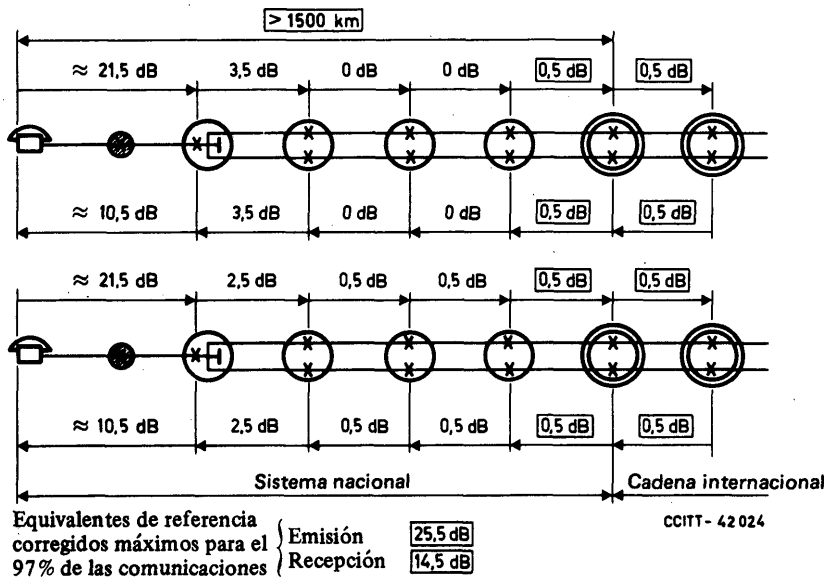
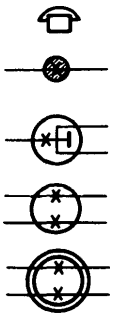


FIGURA 2/G.121

Ejemplos de atribución de los ERC máximos para una conexión internacional en un país de gran extensión

Observaciones y leyendas de las figuras 1/G.121 y 2/G.121:



Aparato de abonado

Central local con conmutación a dos hilos

Central con conmutación a dos hilos y equipo de terminación. En este punto puede utilizarse también un atenuador conmutable para compensar las pérdidas en el lado a dos hilos, a condición de que se observen los límites estipulados para la estabilidad y la atenuación en el § 1 de la Recomendación G.122.

Central con conmutación a cuatro hilos

Central internacional con extremos virtuales

Observación 1 – Estos valores máximos de ERC se han obtenido en base de antiguas Recomendaciones (Tomo III del *Libro Naranja*, Ginebra, 1977), considerando algunas distribuciones típicas de los equivalentes de referencia y convirtiéndolos en ERC. Si se rebasan los nuevos límites de ERC en 1, o incluso en 1,5 dB, en las redes existentes, ello no debe causar inquietud pues estos cálculos de planificación tienen una precisión limitada y en el futuro inmediato no pueden evitarse ciertas discordancias debidas a inexactitudes del método de los equivalentes de referencia. En cambio, si en otros casos aparece un margen de 2 ó 3 dB, no conviene apresurarse en aumentar la atenuación permitida para las líneas de abonado; primeramente deberá examinarse si no convendría aprovechar este margen para mejorar los valores ponderados en función del tráfico que son objeto del § 1 de la presente Recomendación.

Observación 2 – Los valores indicados en rectángulos son los recomendados por el CCITT. Los demás se dan como ejemplos de posibles disposiciones, a reserva de lo señalado en la Recomendación G.122. Representan niveles relativos elegidos de manera particular para cada central. En la práctica pueden adoptarse diversos niveles de conmutación que darían atenuaciones desiguales en los dos sentidos de transmisión para determinados circuitos. Por otra parte, las atenuaciones entre el punto a dos hilos y los extremos virtuales (es decir, las atenuaciones *a-t* y *t-b* de la figura 1/G.111) pueden no ser iguales, como se muestra en los ejemplos del cuadro A-1/G.121.

2.2 *Diferencia en las pérdidas de transmisión entre los dos sentidos de transmisión de sistemas nacionales*

Se recomienda que el valor absoluto de la diferencia entre la atenuación *t-b* y la atenuación *a-t* (véase la Recomendación G.122) no exceda de 4 dB de modo que, teóricamente, no pueda haber una diferencia superior a 8 dB en las conexiones internacionales.

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 (véase el anexo A), 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 ERC globales estén dentro de la gama de valores observados en la práctica, no hay gran inconveniente en que los valores de los ERC globales correspondientes a dos sentidos de transmisión presenten una diferencia razonable.

   La referencia [1] es un resumen de los resultados de mediciones efectuadas por diversas Administraciones a fin de evaluar los efectos subjetivos de tal asimetría.

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 (por ejemplo, V.2 [2], V.21 [3], V.23 [4]). El anexo B facilita alguna información a este respecto.

3 **ERC mínimos** (antigua parte C)

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 para el ERC un valor nominal mínimo de 7 dB con relación al extremo virtual analógico en emisión del circuito internacional, 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 equivalente de referencia en emisión muy reducido cuando se empleen aparatos telefónicos sin regulación. Así, pues, 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.

4 **Determinación de los ERC nominales de un sistema nacional** (antigua parte D)

4.1 *Definiciones*

Los ERC de un sistema nacional se definen en el § A.3.4 del anexo A a la Recomendación G.111.

En las Recomendaciones G.111 y G.121 se consideran únicamente los valores nominales del ERC.

«Valor nominal» significa aquí «valor convencional, no medido realmente o calculado, sino supuesto para fines de planificación». Por ejemplo, los sistemas locales de abonado que intervienen realmente en conexiones internacionales no se miden, sino que más bien se miden o se calculan los ERC de sistemas locales típicos, como se indica en el § 4.2.

Resulta de estas definiciones que el ERC nominal de un sistema nacional es la suma de los valores siguientes:

- el ERC nominal (en la emisión o en la recepción) del sistema local (véase el § 4.2),
- el ERC nominal de los circuitos locales (véase el anexo C), y
- la suma de las atenuaciones nominales (a 800 ó 1000 Hz) de los circuitos nacionales de prolongación, de las centrales y del dispositivo de terminación a dos/cuatro hilos.

4.2 *ERC nominales de un sistema local*

Normalmente se calculan estos ERC de la fórmula que da $y(q)$ en el § A.2 del anexo A a la Recomendación G.111, a partir de los equivalentes de referencia q determinados en sistemas locales (constituidos por un aparato telefónico del tipo considerado, una línea artificial y un modelo de puente de alimentación) mediante pruebas subjetivas conformes a la Recomendación P.72 [5].

Observación 1 – Los valores indicados para los ERC de los sistemas locales se basarán en los valores medios de sensibilidad de los transductores de un gran número de aparatos telefónicos en funcionamiento. El valor medio de la sensibilidad de los micrófonos de carbón de la red nacional está representado efectivamente por el valor de sensibilidad correspondiente al largo periodo estable de su vida útil.

Con respecto a las diferencias sistemáticas entre las sensibilidades real y media, si la sensibilidad media se obtiene midiendo una muestra de aparatos en funcionamiento, se tomará automáticamente en cuenta toda diferencia sistemática. No obstante, si se calcula ese valor medio, la diferencia sistemática ha de formar parte del cálculo.

Los valores medios de sensibilidad no comprenden las variaciones fortuitas debidas a métodos subjetivos utilizados al evaluar los equivalentes de referencia.

Observación 2 – En los valores de los ERC nominales no se incluyen las variaciones en función del tiempo de los circuitos y otros elementos del equipo que conectan la central local con la central internacional. El § 3 de la Recomendación G.151, establece los objetivos relativos a las variaciones en el tiempo de las pérdidas de transmisión de los circuitos nacionales de prolongación con respecto a los valores nominales.

Observación 3 – A menudo los equivalentes de referencia sólo se han determinado respecto a un solo tipo de aparato telefónico y una sola longitud de línea. Para tener en cuenta el efecto de otras líneas se puede utilizar uno de los métodos descritos en el anexo C.

5 **Equivalente de referencia del efecto local** [1] (antigua parte E)

Debe evitarse cuanto pueda reducir aún más la calidad de transmisión de las comunicaciones que alcancen los límites de equivalente de referencia y de ruido. Diversas pruebas han demostrado que en estas condiciones desfavorables convendría que el equivalente de referencia del efecto local (para la palabra) fuese por lo menos igual a 17 dB. En realidad, este valor sólo puede alcanzarse utilizando redes adicionales, que aumentan el costo de la línea y que solamente se justifican en el caso de abonados que celebren a menudo conferencias en condiciones sumamente desfavorables. En la mayoría de los casos, los valores más probables se sitúan entre 7 y 10,5 dB.

Observación 1 – Un efecto local intenso (correspondiente a un reducido valor del equivalente de referencia del efecto local) reduce de dos maneras la calidad de transmisión: en el extremo de emisión, el abonado que oye sus propias palabras con un nivel elevado, tiende a hablar en voz baja; en el extremo de recepción, el ruido ambiente es transmitido como efecto local al oído del abonado que escucha, lo que aumenta el ruido total recibido por él.

Observación 2 – Incluso cuando se alcanza el valor de 17 dB, el ruido ambiente en los niveles previstos puede ejercer también un efecto perjudicial. Véase la Recomendación G.113.

---

[1] Véase el § 6 del apéndice a la sección 1.

6 Incorporación de procesos digitales MIC en las 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.

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 3/G.121 se ilustran, de entre las muchas posibles, tres configuraciones de esas prolongaciones nacionales.

En los casos 1 y 2 de la figura 3/G.121, 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. En la práctica, pueden existir niveles distintos de 0 dBr con las consiguientes modificaciones de los valores de los atenuadores R y T.

Se recomienda provisionalmente que la pérdida de transmisión introducida por la combinación de los atenuadores R y T en el caso 1 de la figura 3/G.121 sea de 6 ó 7 dB [2]. Sin embargo, se pueden elegir los valores individuales de R y T de modo que se ajusten a las pérdidas y niveles nacionales, siempre que se cumplan las Recomendaciones del CCITT sobre conexiones internacionales.

En el caso 2 de la figura 3/G.121, si se dispone de una atenuación de equilibrado suficientemente alta, pueden cumplirse las Recomendaciones relativas a los equivalentes de referencia, la estabilidad y el eco corregidos 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 (§ 6.3 de esta Recomendación) lo que a su vez implica que:

$$R - T = 3 \text{ a } 11 \text{ dB.}$$

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.

Tal vez sea conveniente reducir la gama de 3 a 11 dB, problema que se halla en estudio (Cuestión 5/XVI [6]).

Los atenuadores R y T mostrados en la figura 3/G.121 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 el § 4.4 de la Recomendación G.101, y en el § 4 de la Recomendación G.103.

La configuración del caso 3 de la figura 3/G.121 presupone un conmutador digital a cuatro hilos en la central local combinado con una línea local digital a cuatro hilos y un «aparato telefónico digital» a cuatro hilos.

Para los tres casos identificados en la figura 3/G.121, los equivalentes de referencia corregidos en la emisión y en la recepción calculados hasta y desde los extremos virtuales analógicos en la central internacional vienen dados por las expresiones:

$$\text{ERC en la emisión} = \text{ERC}_0 \text{ en la emisión} + 3{,}5 \text{ dB}$$

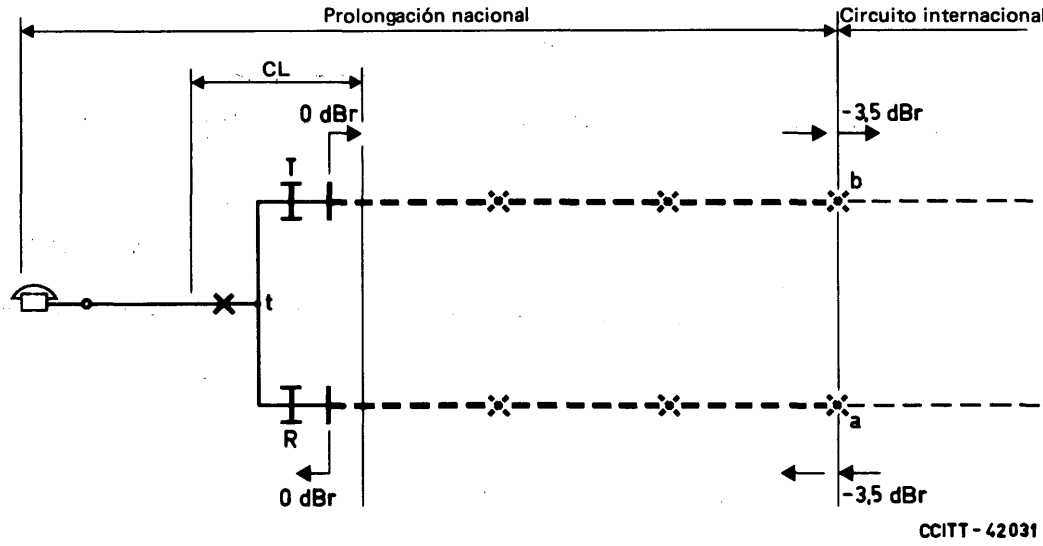
$$\text{ERC en la recepción} = \text{ERC}_0 \text{ en la recepción} - 3{,}5 \text{ dB.}$$

---

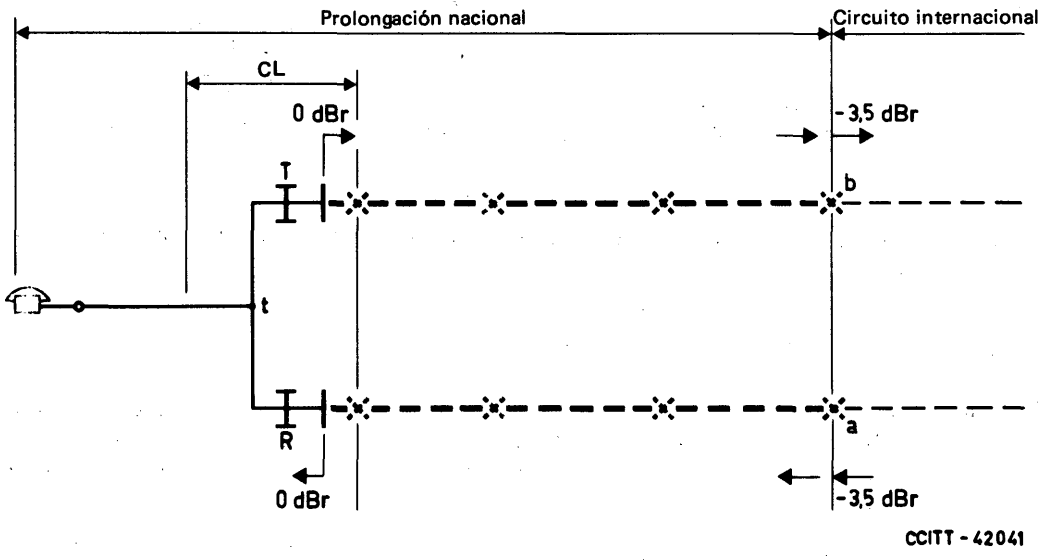
[2] Cuando pueda suponerse una atenuación de equilibrado suficientemente elevada, por ejemplo, por corrección de la impedancia o redes de equilibrado mejoradas, algunas Administraciones consideran posible otros valores para la suma de los atenuadores R y T. Véase [7].

En estas relaciones, el ERC_0 en la emisión y el ERC_0 en la recepción son los ERC_0 en la emisión y en la recepción calculados hasta y desde los puntos de 0 dBr en el codificador analógico/digital y el decodificador digital/analógico. En el caso 3, el codificador analógico/digital y el decodificador digital/analógico se encuentran en el interior del aparato telefónico (es decir, la longitud de la línea local analógica es nula).

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

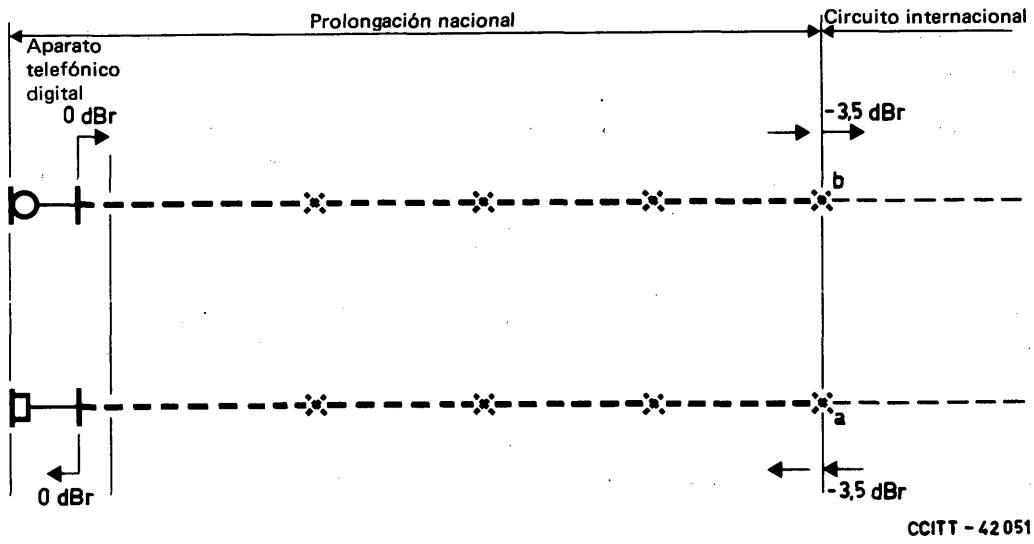


a) *Caso 1 – Conmutación analógica a dos hilos en la central local y líneas de abonado analógicas a dos hilos*



Observación – 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

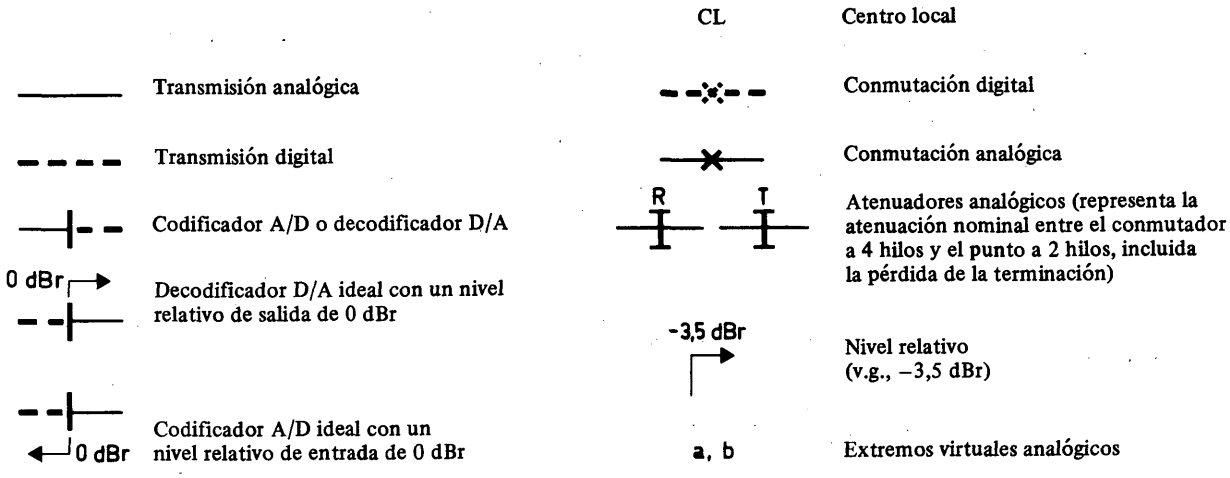


FIGURA 3/G.121

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

6.3 *Diferencias en las pérdidas de transmisión entre los dos sentidos de transmisión*

De conformidad con el § 6 de la Recomendación G.111, la diferencia en las pérdidas de transmisión entre los dos sentidos de transmisión en una conexión internacional no debe ser superior a 8 dB. Este requisito es aplicable a todos los tipos de conexiones, es decir, a las redes totalmente analógicas, las mixtas analógico/digitales y las redes totalmente digitales.

Para satisfacer este requisito, las prolongaciones nacionales como las indicadas en la figura 3/G.121, no deben presentar una diferencia de más de 4 dB entre la atenuación $t-b$ y la atenuación $a-t$, es decir $|(t-b)-(a-t)| \leqslant 4$ dB.

Aunque en el caso del servicio telefónico internacional pueden aceptarse diferencias en la pérdida de transmisión de hasta 8 dB entre los dos sentidos de transmisión, estas diferencias pueden producir efectos adversos cuando deban transmitirse datos analógicos por conexiones en que existan esas diferencias. La información contenida en el § 2.2 y en anexo B a esta Recomendación, si bien está destinada a las conexiones totalmente analógicas, es también aplicable a las conexiones mixtas analógico/digitales y a las totalmente digitales.

ANEXO A

(a la Recomendación G.121)

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

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/G.121.

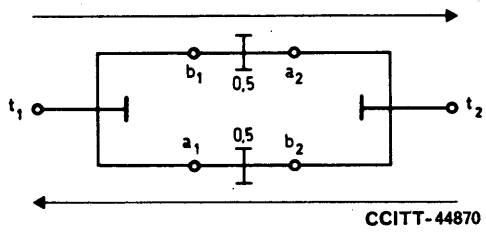


FIGURA A-1/G.121

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 $d_2 = t_2\, b_2 - a_2 t_2$.

A.2 En el cuadro A-1/G.121, se indica el valor en decibelios de las atenuaciones $a_1 t_1$ y $b_1 t_1$ o $a_2 t_2$ y $b_2\, t_2$ para cada país, así como el valor de su diferencia d. Se comprueba que puede presentarse una diferencia nominal máxima ($d_1 - d_2$) de 3 dB entre los dos sentidos de transmisión, en conexiones entre dos países para los cuales $d_2 = 0$ dB (por ejemplo, Países Bajos) y países en los cuales $d_1 = 3$ dB (por ejemplo, América del Norte). Conviene también observar que, en la mayoría de los casos, el valor de la diferencia nominal es $d = 0$ dB, de modo que el valor de la diferencia nominal ($d_1 - d_2$) para conexiones entre los países considerados es también de 0 dB.

CUADRO A-1/G.121

	$a_1 t_1$ o $a_2 t_2$	$t_1 b_1$ o $t_2 b_2$	$d = t_1 b_1 - a_1 t_1$ o $t_2 b_2 - a_2 t_2$	$s = t_1 b_1 + a_1 t_1$ o $t_2 b_2 + a_2 b_2$
* Australia	−0,5	0,5	1,0	0,0
Bélgica	3,5	3,5	0,0	7,0
* Dinamarca	1,9	1,9	0,0	3,8
R.F.A.	3,5	3,5	0,0	7,0
* Francia	2,2	2,2	0,0	4,4
Hongkong	1,5	3,0	1,5	4,5
Japón	4,0	4,0	0,0	8,0
* Países Bajos	3,5	3,5	0,0	7,0
* Nueva Zelandia	−1,5	1,5	3,0	0,0
* América del Norte	−0,5	2,5	3,0	2,0
* Noruega	0,5	3,5	3,0	4,0
* Suecia	3,5	3,5	0,0	7,0
Suiza	3,5	3,5	0,0	7,0
Reino Unido (centrales locales conectadas directament a CT3)	0,5	3,5	3,0	4,0
Reino Unido (las demás centrales)	3,5	3,5	0,0	7,0
U.R.S.S.	0,0	0,0	0,0	0,0

Observación – En los países cuyos nombres van precedidos de asterisco, es apropiada cierta gama de valores, y los valores nominales mínimos de $a_1 t_1$ y $t_1 b_1$ o $a_2 t_2$ y $t_2 b_2$ se indican en cada caso. La diferencia nominal se mantiene entonces constante para todos los valores de la gama. La suma que se indica para esos países es el valor nominal mínimo. Por América del Norte, se entiende la AT & T Co. y la Canadian Telecommunications Carriers Association. Los valores se indican en decibelios.

A.3 Mediante este cuadro, puede asimismo calcularse la diferencia nominal de atenuación entre los dos sentidos de transmisión en el caso de conexiones internacionales entre centrales locales, así como entre residencias de abonados (es decir, con los aparatos telefónicos desconectados); pero los resultados sólo serán correctos si los circuitos locales nacionales a dos hilos establecidos por conmutación, etc. son nominalmente simétricos, como generalmente ocurre.

A.4 En la última columna del cuadro, se indica la suma $t_1 b_1 + a_1 b_1$ o $t_2 b_2 + a_2\ b_2$, representando la componente de atenuación

$$a_1 - t_1 - b_1 \quad \text{o} \quad a_2 - t_2 - b_2$$

que puede atribuirse al plan nacional de transmisión, y si, por ejemplo, se desea saber la atenuación del trayecto *a-t-b* desde el punto de vista de la estabilidad (o del eco) [véase la figura 1/G.122] debe añadirse al valor indicado en la última columna el valor de la atenuación de equilibrado para la estabilidad (o para el eco) en *t*.

ANEXO B

(a la Recomendación G.121)

Influencia que ejercen los planes de transmisión telefónica en la transmisión de datos

(Contribución de la Administración de los Países Bajos)

La aplicación de «ganancia diferencial» se traducirá frecuentemente en una pérdida mayor de los circuitos en un sentido de la transmisión y una pérdida menor en el otro, ya que la suma de ambos se mantendrá constante por razones de estabilidad. Ello significa que en las conexiones internacionales con una combinación desfavorable de ganancias diferenciales en ambos extremos, un sentido de transmisión puede soportar una pérdida adicional de 4 dB.

Un cálculo aproximado basado en las actuales Recomendaciones y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- los valores máximos de los equivalentes de los circuitos en las redes nacionales evaluados a partir de los planes de transmisión nacionales (véase el manual del CCITT citado en [8];
- un número razonable de circuitos internacionales;
- la variación de la pérdida de transmisión de circuitos internacionales y de circuitos nacionales de prolongación (Recomendación G.151);
- los niveles en la recepción y en la emisión para el equipo de datos y la gama de atenuación indicada para la planificación (véanse las Recomendaciones V.2 [2], V.21 [3] y V.23 [4]),

muestra que, en ciertos casos, la pérdida máxima que cabe esperar en las conexiones internacionales es tal que la transmisión de datos puede plantear problemas.

La introducción de ganancia diferencial ejercerá una influencia positiva en esta situación.

ANEXO C

(a la Recomendación G.121)

ERC de una línea de abonado, de un circuito de enlace o de un circuito local

C.1 *Definiciones; pruebas subjetivas*

C.1.1 Supongamos que se ha determinado por pruebas subjetivas:

Q equivalente de referencia global de una determinada línea y de un aparato de abonado;

Q_0 equivalente de referencia del mismo aparato, sin línea.

Por definición, el efecto de esta línea en el ERC (es decir, la parte debida a la línea en el ERC del sistema local) es:

$$y_L = y(Q) - y(Q_0) \qquad \text{(C-1)}$$

la función $y(q)$ se define en el anexo A a la Recomendación G.111.

Observación – El efecto de la línea puede ser distinto en la emisión y en la recepción, entre otras cosas porque varía el efecto de la corriente de alimentación sobre la sensibilidad. Si se desea, puede evaluarse por separado el efecto de la corriente de alimentación.

C.1.2 Se puede determinar directamente mediante pruebas subjetivas el ERC de un circuito de enlace o de un circuito local comparando el trayecto 5 de la figura A-1/G.111 con el trayecto 6 por intermedio del trayecto 2 donde $x_2 = 25$ dB.

C.1.3 Para el establecimiento de los planes de la transmisión de las redes locales, las Administraciones necesitarán quizás calcular el ERC de diversas líneas de abonado. El CCITT aconseja a las Administraciones que no dispongan de numerosos resultados de pruebas subjetivas que apliquen los métodos de medición objetiva o de cálculo descritos a continuación. Se entiende que, en cualquier caso, las Administraciones que dispongan de los medios necesarios para evaluar el ERC de los distintos tipos de líneas que utilicen, asociados a los diversos tipos de aparatos telefónicos empleados en su red, podrán continuar aplicando los métodos simples de cálculo que hubieran ya establecido.

C.2 *Medición objetiva del ERC*

C.2.1 Si se designa por:

I la indicación del OREM-B cuando se mide un aparato de abonado provisto de una línea,

I_0 el valor correspondiente sin línea, se tiene esencialmente:

$$y_L = I - I_0 \qquad \text{(C-2)}$$

Esta relación se satisface en la práctica con una precisión suficiente para las necesidades de planificación [9].

Observación – Este método debe aplicarse con precaución a los aparatos telefónicos con micrófono de carbón, porque es posible cometer, con este tipo de aparatos, errores en la medición del efecto de la corriente de alimentación. En este caso debe medirse por separado este efecto mediante corrientes vocales.

C.2.2 Se puede medir también con el OBDM, o el OREM-B, el ERC de circuitos de enlace o de circuitos locales; los resultados concuerdan bien con los de pruebas subjetivas [10].

C.3 *Cálculo basado en la pérdida de inserción*

C.3.1 *Observaciones generales*

Observación 1 – En el caso de una línea de abonado, si se emplea uno de los métodos descritos en el § C.3, se debe evaluar separadamente el efecto de la corriente en línea (que circularía en la práctica) sobre la sensibilidad del micrófono y sobre el regulador (si éste existe).

Observación 2 – Estos métodos son igualmente válidos para una línea de abonado, un circuito de enlace o un circuito local; ha de entenderse que, la pérdida de inserción debe medirse o calcularse entre las impedancias apropiadas.

C.3.2 *Caso de una línea de hilo desnudo*

La impedancia característica de la línea es en este caso predominantemente resistiva y la teoría de la transmisión permite calcular sin dificultades la pérdida de inserción de la línea. Se encontrará en [11] un método de cálculo adecuado. La referencia [12] contiene también información relativa a este punto. En general, esta pérdida de inserción presenta, en la banda de frecuencias útil para la telefonía, un valor aproximadamente constante, que da una estimación suficientemente precisa del ERC.

Si la pérdida de inserción varía de manera apreciable en función de la frecuencia, basta con aplicar el método descrito en el § C.3.4 más adelante.

C.3.3 *Caso de una línea homogénea en cable* (cargado o no cargado)

(Véase el § C.3.4.)

C.3.4 *Método gráfico para calcular la parte debida a la línea, en el ERC*

C.3.4.1 La parte del ERC debida a pares en cable que presentan una distorsión de atenuación apreciable puede evaluarse de forma aproximada mediante un cálculo gráfico simple:

a) La pérdida de inserción se mide o calcula (sobre la base de las constantes del cable y de la impedancia de terminación) en función de la frecuencia.

b) La pérdida de inserción se representa por una curva en un diagrama en que la frecuencia viene indicada en una escala logarítmica y la pérdida (en decibelios) en una escala lineal.

c) El valor medio de la pérdida de inserción en la banda de frecuencias de 200 a 4000 Hz se calcula numéricamente mediante una división adecuada de la banda, o bien trazando una recta horizontal de tal modo que la superficie comprendida entre esta recta y la curva sea la misma a ambos lados de la recta (véase no obstante el § C.3.4.3).

d) Si el par en cable está correctamente terminado, el valor medio de la pérdida de inserción constituye una buena aproximación de la parte del ERC que se debe a este par.

C.3.4.2 Para una línea de abonado por hilo desnudo, esta evaluación debe hacerse terminando la línea lado abonado en una resistencia que represente el módulo de la impedancia del aparato de abonado medida a 800 Hz.

C.3.4.3 Esto es igualmente aplicable al caso de los cables cargados, a condición de que su impedancia característica no difiera sensiblemente de la impedancia del aparato de abonado. Si se observa que hay una desadaptación considerable, el método no se utilizará en esta forma.

Este método de cálculo puede no ser aplicable a cables cargados cuya frecuencia de corte sea considerablemente inferior a 3400 Hz.

C.4 *Cálculo basado en la atenuación imagen*

C.4.1 Las fórmulas y los valores de K indicados a continuación son válidos para líneas homogéneas en cable no cargado. La observación del § C.3.1 sigue siendo válida.

C.4.2 *Caso de una línea de abonado*

La parte y_L del ERC debida a una línea de abonado (línea homogénea en cable no cargado) puede representarse, con una precisión suficiente para las necesidades de la planificación de las redes, por una fórmula del tipo siguiente:

$$y_L = \mathrm{K} A_{800} \qquad \text{(C-3)}$$

donde A_{800} es la atenuación imagen de la línea a 800 Hz, y K una constante independiente de la longitud de la línea de abonado, pero que tiene cierta relación de dependencia, aunque pequeña, con el diámetro d de los conductores.

Las Administraciones que no disponen de resultados de mediciones efectuadas en su red podrán utilizar los valores de K indicados en el cuadro C-1/G.121.

Este método se describe detalladamente en [13].

CUADRO C-1/G.121

Coeficiente K para líneas en cable no cargado, con conductores de cobre

d (mm)		0,32	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	1	1,27
K	Para línea de abonado	1,43	1,27	1,17	1,13	1,12	1,11	1,11	1,12	1,17
	En 600 Ω		1,28	1,15	1,10		1,06	1,05		

C.4.3 *Caso de un circuito de enlace o de un circuito local*

Pruebas subjetivas y mediciones según el método del § C.2, efectuadas en cables no cargados y terminados en 600 ohmios, han puesto de manifiesto [10] que se puede utilizar en este caso una fórmula como la (C-3). En la última línea del cuadro C-1/G.121 se dan los valores de K.

C.5 *Caso de líneas no homogéneas en cable*

La experiencia muestra que se puede determinar sin error apreciable la parte del ERC debida a una línea de este tipo sumando las partes, medidas o calculadas como se ha indicado anteriormente en los § C.2, C.3 o C.4 relativos a las diversas secciones homogéneas (en cable cargado o no cargado) de que se compone.

ANEXO D

(a la Recomendación G.121)

Valores de los ERC y valores de los ER anteriormente recomendados

Los valores de los ERC recomendados en la presente Recomendación y los valores de los ER anteriormente recomendados se indican en el cuadro D-1/G.121.

CUADRO D-1/G.121

		ERC	ER anteriormente recomendado
Valores medios ponderados en función del tráfico para un sistema nacional (§ 1 de la Rec. G.121)			
objetivos a largo plazo			
– en la emisión	mínimo	11,5	10
	máximo	13	13
– en la recepción	mínimo	2,5	2,5
	máximo	4	4,5
objetivos a corto plazo			
– en la emisión	máximo	19	16
– en la recepción	máximo	7,5	6,5
Valores máximos para un sistema nacional (§ 2.1 de la Rec. G.121)	emisión	25	21
	recepción	14	12
Valores mínimos para el sistema nacional emisor (§ 3 de la Rec. G.121)		7	6

Referencias

[1] *Influencia de la asimetría del circuito de conversación en lo que respecta al equivalente de referencia, en la calidad de transmisión telefónica*, Libro Verde, Tomo V, suplemento N.º 7, UIT, Ginebra, 1973.

[2] Recomendación del CCITT *Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos*, Tomo VIII, fascículo VIII.1, Rec. V.2.

[3] Recomendación del CCITT *Modem dúplex a 300 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación*, Tomo VIII, fascículo VIII.1, Rec. V.21.

[4] Recomendación del CCITT *Modem a 600/1200 baudios normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación*, Tomo VIII, fascículo VIII.1, Rec. V.23.

[5] Recomendación del CCITT *Medición de los equivalentes de referencia y de los equivalentes relativos*, Tomo V, Rec. P.72.

[6] CCITT – Cuestión 5/XVI, contribución COM XVI-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

[7] *Ibíd.*, anexo 7.

[8] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

[9] CCITT, contribución COM XII-N.º 78 (Francia) del periodo de estudios 1977-1980.

[10] CCITT, contribución COM XII-N.º 15 (Suecia) del periodo de estudios 1977-1980.

[11] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, anexo III.3, UIT, Ginebra, 1976.

[12] *Ibíd.*, anexo IV.3.

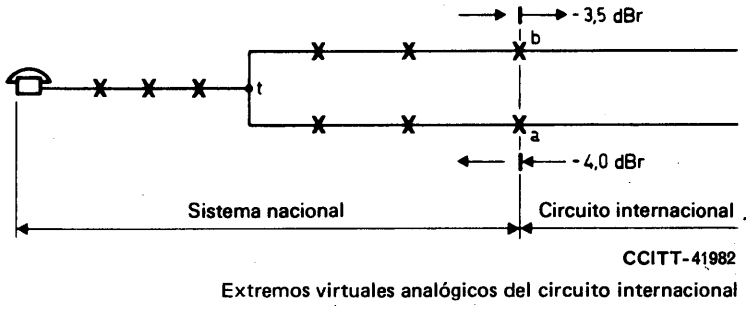
[13] *Ibíd.*, sección 3 del anexo 6 (Australia) al capítulo V.

INFLUENCIA DE LAS REDES NACIONALES EN LAS ATENUACIONES PARA LA ESTABILIDAD Y EL ECO EN LOS SISTEMAS NACIONALES

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968, y Ginebra, 1972, y 1980)

La información proporcionada en esta Recomendación es aplicable a las conexiones telefónicas internacionales totalmente analógicas. La información sobre el control de la estabilidad y el eco en conexiones mixtas analógico/digitales se suministra en el § 6 de las Recomendaciones G.111 y G.121.

La parte nacional de una conexión internacional se presenta, con relación a los extremos virtuales analogicos *a* y *b* del primer circuito internacional, como se muestra en la figura 1/G.122.



Observación – Véanse los niveles relativos a los circuitos digitales de la parte a) de la figura 2/G.101

FIGURA 1/G.122

Definición de los extremos virtuales

La atenuación del trayecto *a-t-b* (que comprende las dos atenuaciones *a-t* y *t-b*, y la atenuación de equilibrado en el equipo de terminación *t*) es importante desde dos puntos de vista:

a) condiciona el margen de la cadena a cuatro hilos con respecto a la inestabilidad; desde este punto de vista, el valor mínimo de la atenuación *a-t-b* en la banda de 0 a 4 kHz constituye el valor característico;

b) condiciona la protección contra los ecos que pueden circular por la cadena a cuatro hilos; es conveniente señalar que el funcionamiento de los supresores de eco concebidos para las conexiones con grandes tiempos de propagación resulta perturbado cuando la atenuación *a-t-b* es reducida. Desde el punto de vista del eco, el valor medio no ponderado de la relación de potencia en la banda de 500 a 2500 Hz debe considerarse provisionalmente como la magnitud característica de la atenuación *a-t-b*.

La atenuación de equilibrado presente en un equipo de terminación corresponde a la parte de la atenuación total introducida por dicho equipo entre los canales de emisión y de recepción, y es imputable al grado de adaptación entre las impedancias terminales del circuito a dos hilos y los terminales «equilibrador» del equipo de terminación, es decir Z_2 y Z_B, respectivamente. Se obtiene aproximadamente por la fórmula que expresa en unidades de transmisión la inversa del coeficiente de reflexión (corriente o tensión) entre estas dos impedancias:

$$\text{Coeficiente de reflexión} = \left|\frac{Z_2 - Z_B}{Z_2 + Z_B}\right|$$

Esta fórmula es exacta cuando las impedancias terminales del circuito a cuatro hilos (emisión y recepción) del equipo de terminación son también iguales a Z_B, y los transformadores perfectos.

La introducción de circuitos digitales a cuatro hilos en las prolongaciones nacionales se traduce generalmente por una reducción de la atenuación media y de la variabilidad de la prolongación. Véase el § 6 de la Recomendación G.121.

Los requisitos especificados en esta Recomendación representan objetivos de calidad de funcionamiento de la red.

1 Atenuación del trayecto a-t-b desde el punto de vista de la estabilidad; atenuación de los circuitos nacionales de prolongación (antigua parte A)

1.1 Para asegurar una estabilidad apropiada en las conexiones internacionales, es conveniente que la atenuación medida o calculada entre los extremos virtuales *a* y *b* de la figura 1/G.122, a lo largo del trayecto *a-t-b* en la red nacional, tenga un valor por lo menos igual a:

$$6 + \sum_{i=1}^{n} x_i$$

donde x_i es la suma de las atenuaciones nominales en los dos sentidos de transmisión del circuito *i*, y *n* es el número de circuitos en la parte nacional de la cadena a cuatro hilos. Cabe esperar que el valor x_i se encuentre comprendido entre 0 y 2 dB, y debe elegirse de manera que el riesgo que exista una atenuación para la estabilidad (*a-b*) de 0 dB o menor no exceda de 6×10^{-3} si se la calcula de acuerdo con las convenciones indicadas en [1].

Debiera respetarse esta condición para todas las frecuencias de la banda comprendida entre 0 y 4 kHz.

Al hacer esta medición o este cálculo, se puede suponer que los circuitos tienen una atenuación igual a su valor nominal a 800 Hz. Es conveniente tener en cuenta todas las condiciones de terminación que se dan en la explotación normal.

Observación 1 – La estabilidad de las conexiones telefónicas internacionales fuera de la banda de frecuencias efectivamente transmitida (es decir, por debajo de 300 Hz y por encima de 3400 Hz) depende de las atenuaciones siguientes a las frecuencias de que se trate:

- atenuación de equilibrado en los equipos de terminación;
- atenuación de los equipos de terminación;
- atenuación de los circuitos a cuatro hilos.

Observación 2 – Un riesgo de 6×10^{-3} de que exista una atenuación para la estabilidad (*a-b*) igual o inferior a 0 dB (de acuerdo con las convenciones indicadas en [1] aseguraría también un riesgo aceptablemente pequeño de que las estabilidades en bucle de las conexiones completas caigan a 3 dB o menos, lo que será satisfactorio para las transmisiones de datos por la red con conmutación, puesto que las atenuaciones de equilibrado serán las correspondientes a una línea de abonado terminada en un modem y cabe esperar que sean superiores a la atenuación de equilibrado incondicional.

En el cuadro 1/G.122 (véase también [2]) se hace una estimación de la atenuación suplementaria mínima que puede producirse a las frecuencias superiores e inferiores a las de la banda de 300 a 3400 Hz:

CUADRO 1/G.122

Atenuación nominal mínima de trayecto *a-t-b* en todas las condiciones normales de explotación que pueden encontrarse fuera de la banda efectivamente transmitida

Gama de frecuencias (Hz)	Atenuación con relación al valor a 800 Hz
Por debajo de 100	Por lo menos 4 dB
100-200	Por lo menos 1 dB
200-300	Por lo menos 0 dB
Por encima de 3400	Por lo menos 0 dB

Es conveniente observar que estos valores mínimos suponen:

- una atenuación de equilibrado nula en el equipo de terminación, es decir, ninguna *ganancia* de equilibrado. En la práctica, podría encontrarse una ganancia de equilibrado si, por ejemplo, un aparato telefónico que presenta una impedancia inductiva se conecta mediante una línea de abonado corta a un equipo de terminación dotado de un equilibrador capacitivo;
- la utilización de equipos de terminación de tipo transformador con las características de un filtro paso alto, lo que puede no ser el caso de los equipos de terminación del tipo resistivo;
- la existencia de circuitos nacionales de prolongación a cuatro hilos que no introduzcan ninguna ganancia relativa por encima y por debajo de la banda de 300 a 3400 Hz. Puede ocurrir que no sea éste el caso para los circuitos de frecuencias vocales no compensados en el extremo baja frecuencia, o para los circuitos igualados.

1.2 A efectos de cálculo (por ejemplo, para verificar si es aceptable un determinado plan de transmisión), puede suponerse que el valor medio de la atenuación del trayecto *a-t-b* para la distribución de las comunicaciones reales es de $(10 + n)$ dB en la banda de 300 a 3400 Hz (en las frecuencias ajenas a esta banda, pueden agregarse a este valor las magnitudes indicadas en el cuadro 1/G.122), y que los valores de esta atenuación en toda la banda están distribuidos alrededor del valor medio, con una desviación típica de $\sqrt{(6{,}25 + 4n)}$ dB. La distribución real no es normal, pero para facilitar los cálculos puede suponerse que lo es. Esta hipótesis incluye un gran margen de seguridad; ha servido de base para elaborar los gráficos de la figura 1/G.131.

La media y la desviación típica anteriormente mencionadas tienen en cuenta los siguientes elementos:

1) suma de los valores nominales de las atenuaciones *a-t* y *t-b*;
2) variación de estas atenuaciones en función del tiempo, como se indica en el § 3 de la Recomendación G.151, suponiendo una correlación unidad entre las variaciones en los dos sentidos para el mismo circuito;
3) desviación, con relación al valor nominal, del valor medio de las atenuaciones de los circuitos;
4) media y desviación típica de la distribución de las atenuaciones de equilibrado en el equipo de terminación *t*, distribución determinada en principio para todas las comunicaciones reales establecidas por la red nacional.

1.3 Se recomienda a las Administraciones que cuando tengan que formular nuevos planes nacionales de encaminamiento y de transmisión de comunicaciones internacionales se fijen como objetivo, para la atenuación del trayecto *a-t-b* con la distribución de las comunicaciones reales, un valor medio de por lo menos $(10 + n)$ dB.

1.4 Llamando s a la suma

$$\sum_{i=1}^{n} x_i$$

de la que se trató en el § 1.1, el límite allí recomendado puede respetarse imponiendo, por ejemplo, en la red nacional las siguientes condiciones simultáneas:

1) La suma de las atenuaciones nominales en cada sentido de transmisión *a-t* y *t-b*, medidas entre la entrada a dos hilos del equipo de terminación *t* y uno de los extremos virtuales del circuito internacional, *a* o *b*, debe ser por lo menos igual a $(4 + n)$ dB. No es necesario que sean iguales las dos cantidades *a-t* y *t-b*, lo que permite emplear una ganancia diferencial en la red nacional. Puede resultar necesaria esta última práctica para ajustarse a las cláusulas del § 2 de la Recomendación G.121, pero la misma implica la posibilidad de que los equivalentes en servicio terminal de la cadena a cuatro hilos completada por los equipos de terminación sean diferentes para los dos sentidos de transmisión. Al elegir el valor nominal de la atenuación *t-b*, debe en todos los casos tenerse presente el § 3 de la Recomendación G.121, relativa al equivalente de referencia mínimo en la emisión que ha de imponerse a cada cadena nacional para evitar todo riesgo de sobrecarga de la red internacional.
2) La atenuación de equilibrado, desde el punto de vista de la estabilidad en el equipo de terminación *t*, debe tener un valor de 2 dB por lo menos, en todas las condiciones de terminación encontradas en la explotación normal.

1.5 Podría alcanzarse el objetivo recomendado en el § 1.3 si, además de la condición prevista en el apartado 1) del § 1.4, el valor medio de la atenuación de equilibrado desde el punto de vista de la estabilidad en el equipo de terminación fuera de 6 dB, por lo menos, valor que se refiere a la distribución de las comunicaciones reales.

Observación 1 – El manual del CCITT citado en [3] describe algunos métodos propuestos, y en ciertos casos empleados con éxito, para mejorar la atenuación de equilibrado.

Observación 2 – En el § 1 de la Recomendación G.131, se indican los riesgos de inestabilidad de las conexiones internacionales si no se respetan las anteriores recomendaciones. Puede verse que, incluso en el actual periodo transitorio en el que la distribución de las atenuaciones de equilibrado desde el punto de vista de la estabilidad sólo puede alcanzar un valor medio de 3 dB y una desviación típica de 1,5 dB, es aceptable la estabilidad de las conexiones internacionales, siendo por tanto posible comenzar a ejecutar el plan de transmisión descrito en la sección 1 de las Recomendaciones de la serie G, sin esperar a que se mejore totalmente el conjunto de las redes nacionales en lo que a la atenuación de equilibrado respecta.

Observación 3 – Se señala la observación 3 del § 5 de la Recomendación G.101, relativa a la atenuación nominal de los circuitos de corta longitud a cuatro hilos.

Observación 4 – Se llama la atención sobre la Recomendación Q.32 [4], relativa a las medidas que han de adoptarse para asegurar la estabilidad de las conexiones internacionales durante los periodos de establecimiento y de liberación de una comunicación.

2 Atenuación del trayecto *a-t-b* desde el punto de vista del eco

2.1 Provisionalmente, se supone que la atenuación, desde el punto de vista del eco, del trayecto *a-t-b*, tiene un valor medio de $(15 + n)$ dB, por lo menos, con una desviación típica con relación al valor medio de $\sqrt{(9 + 4n)}$ dB, siendo n el número de circuitos a cuatro hilos de la cadena nacional.

2.2 La atenuación para el eco (*a-b*) se deriva de la integral de la característica de transferencia de potencia $A(f)$ ponderada por una pendiente negativa de 3 dB/octava que comienza a 300 Hz y se extiende hasta 3400 Hz, en la forma siguiente:

$$\text{Atenuación para el eco } L_e = 3{,}85 - 10 \log_{10} \left[\int_{300}^{3400} \frac{A(f)}{f} \, df \right] \text{ dB.}$$

Observación 1 – Este método sustituye un método anterior en el cual la atenuación del trayecto *a-t-b* desde el punto de vista del eco se definía provisionalmente como la expresión en unidades de transmisión del valor medio no ponderado de las relaciones de potencia en la banda de 500 a 2500 Hz. Se considera que el nuevo método concuerda mejor con la opinión subjetiva sobre conexiones individuales. Sin embargo, una Administración ha informado que las distribuciones de atenuación del trayecto de eco de una muestra grande de conexiones reales calculada por los dos métodos tienen medidas y desviaciones típicas casi idénticas. Por tanto, se considera que los datos obtenidos mediante el método antiguo son aún útiles en estudios de planificación.

Observación 2 – Se presentaron datos que prueban que una señal de ruido blanco no es necesariamente óptima para medir el nivel de eco residual después de una compensación, porque un compensador de eco no converge a la misma condición a la cual lo hace con una señal vocal real. Pudiera convenir utilizar la señal telefónica convencional (Recomendación G.227 [5]) o mejor aún, una señal vocal artificial [6]. Una buena solución de transacción es la señal de ruido ponderado recomendada más arriba.

2.3 El límite provisional indicado en el § 2.1 puede alcanzarse en las condiciones que se exponen seguidamente a título de ejemplo: el valor medio de la suma de las atenuaciones *a-t* y *t-b* desde el punto de vista del eco, será de $(4 + n)$ dB, por lo menos, con una desviación típica con relación a la media no superior a $2\sqrt{n}$ dB; la atenuación de equilibrado desde el punto de vista del eco en el equipo de terminación *t* será de 11 dB, por lo menos, con una desviación típica con relación a la media no superior a 3 dB.

ANEXO A

(a la Recomendación G.122)

Medición de la atenuación para la estabilidad (*a-b*) y de la atenuación para el eco (*a-b*)

La atenuación para la estabilidad (*a-b*) y la atenuación para el eco (*a-b*) definidas respectivamente en los § 1.1 y 1.2, pueden medirse en el centro internacional con arreglo al principio ilustrado en la figura A-1/G.122.

En lo que concierne a la medición del eco, la respuesta combinada de los filtros de emisión y recepción debe ser tal que se cumpla efectivamente la definición provisional dada en el § 2.2 de la Recomendación G.122; es decir, que la diferencia entre la atenuación medida del eco y la calculada a base de las características de atenuación en función de la frecuencia no exceda de 0,25 dB.

La distribución de la respuesta total entre emisión y recepción no es crítica, y puede utilizarse cualquier división razonable, a condición:

- de evitar en los sistemas nacionales de transmisión una excesiva interferencia entre canales debida a un espectro no restringido de la señal transmitida;
- de que se impida la llegada al receptor de señales no deseadas que puedan dar lugar a errores, por ejemplo, zumbidos, ruidos de circuito, o residuos de portadora.

Se requieren medios apropiados (no ilustrados) para el acceso automático o manual a los equipos de conmutación a cuatro hilos en el centro internacional, así como para asegurar que se tienen debidamente en cuenta los niveles de transmisión en los extremos reales de conmutación.

En lo que concierne a la medición de la estabilidad, si se utiliza un oscilador de barrido hay que evitar operaciones intempestivas de los sistemas nacionales de señalización.

Ambas mediciones pueden dar resultados anómalos si se encuentran supresores de eco en la prolongación nacional.

Para medir la atenuación para el eco (*a-b*), se conecta primero la salida del filtro de emisión a la entrada del filtro de recepción, se fija el nivel en el valor apropiado y se toma nota de este valor. Se conecta luego el aparato como muestra la figura A-1/G.122 y se anota el nuevo valor medido. La atenuación así indicada es la atenuación para el eco (*a-b*).

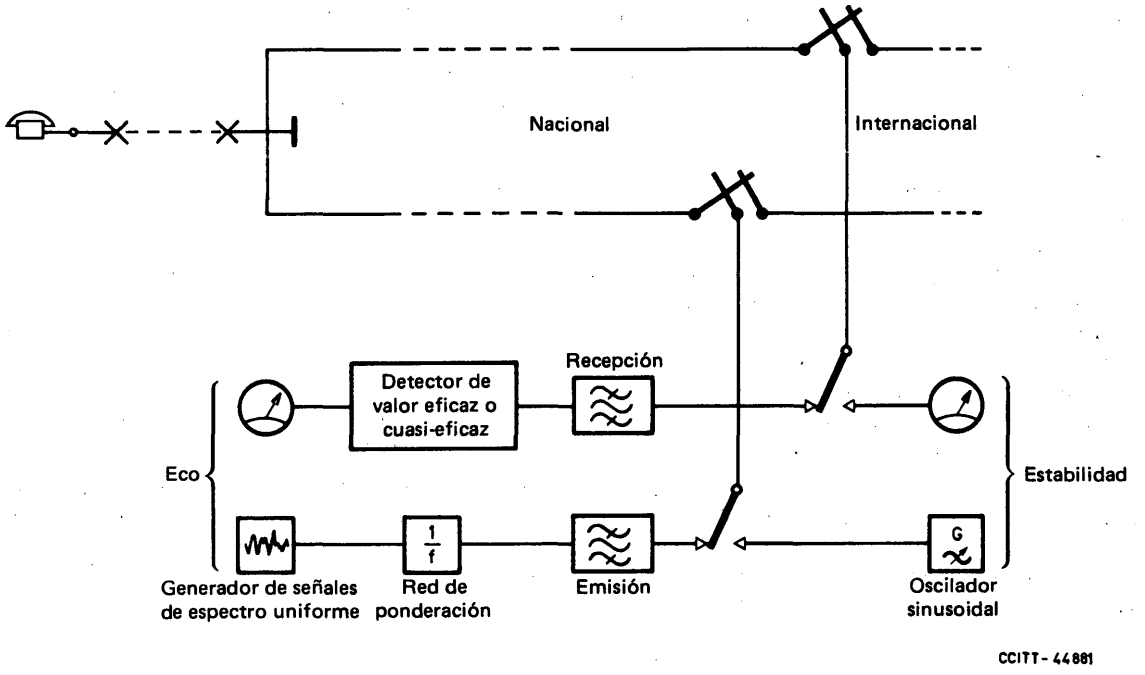


FIGURA A-1/G.122

Principio de medida de la atenuación del trayecto *a-t-b* desde el doble punto de vista de la estabilidad y del eco

ANEXO B

(a la Recomendación G.122)

Explicación de los términos relacionados con el trayecto *a-t-b*

(Contribución de British Telecom y de Australia)

B.1 *Pérdida de retorno*

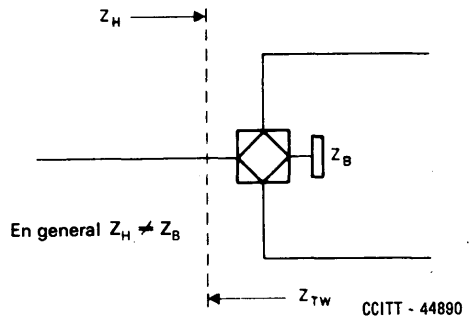
Cantidad asociada al grado de adaptación entre dos impedancias, y que viene dada por:

$$\text{Pérdida de retorno de } Z_1 \text{ con relación a } Z_2 = 20\log_{10}\left|\frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2}\right| \text{ dB}$$

El empleo del término «pérdida de retorno» debiera circunscribirse al caso de trayectos a dos hilos por los que se transmiten señales en ambos sentidos simultáneamente.

B.2 *Atenuación de equilibrado*

En el preámbulo de la Recomendación G.122 se da una definición clara de esta magnitud, que se ilustra en la figura B-1/G.122.



$$\text{Atenuación de equilibrado} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ dB}$$

FIGURA B-1/G.122

La parte a dos hilos de la conexión debe estar en las condiciones apropiadas para el estudio; por ejemplo, si se estudia el eco de la palabra, la estación telefónica debe estar en la posición de conversación.

En el caso particular, muy frecuente, en que las impedancias de cada uno de los trayectos de la parte a cuatro hilos son también iguales a Z_B (por ejemplo, 600 ohmios), el equipo de terminación presentará en el punto a dos hilos una impedancia igual a Z_B. La figura B-2/G.122 ilustra este caso.

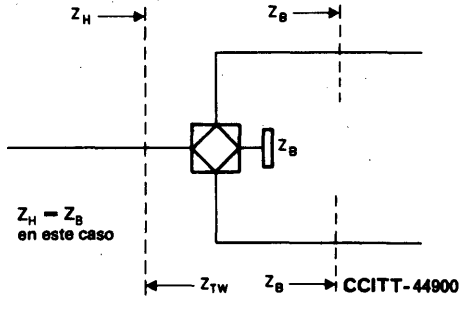


FIGURA B-2/G.122

Para designar la parte de la atenuación del trayecto *a-t-b* imputable al grado de adaptación entre Z_B y Z_{TW}, debe utilizarse siempre el término «atenuación de equilibrado» y no pérdida de retorno.

B.3 *Atenuación del trayecto a-t-b*

Este concepto se presta a cierta confusión, porque puede aplicarse a circuitos en que no exista un punto físico «*t*»; por ejemplo, en algunas simulaciones en laboratorio de conexiones de gran longitud, el eco se introduce por medio de un trayecto controlado en un solo sentido que forma un puente con los dos trayectos a cuatro hilos. El punto «*t*» debe mencionarse en la Recomendación porque ésta se aplica a las redes telefónicas públicas reales, con conmutación.

En consecuencia, por regla general se presentan dos casos.

Caso 1: Existe un punto «*t*» (figura B-3/G.122).

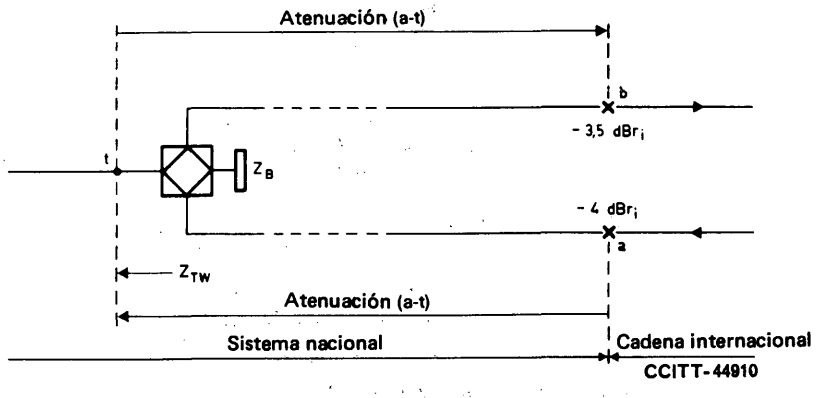


FIGURA B-3/G.122

La atenuación del trayecto *a-t-b* puede calcularse como sigue:

$$\text{atenuación } (a\text{-}t) + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{atenuación } (t\text{-}b)$$

En el diagrama se han hecho figurar los extremos virtuales del circuito internacional con sus correspondientes niveles relativos. El subíndice *i* en dBr$_i$ indica que estos niveles relativos están referidos a un punto de 0 dBr del circuito internacional.

Es evidente que en la práctica puede utilizarse cualquier otro par apropiado de niveles relativos (con una diferencia de 0,5 dB en el sentido adecuado), por ejemplo, los niveles reales de conmutación utilizados en un centro internacional.

Caso 2: No existe un punto «*t*» (figura B-4/G.122).

Esto es, particularmente, el caso de las pruebas en laboratorio.

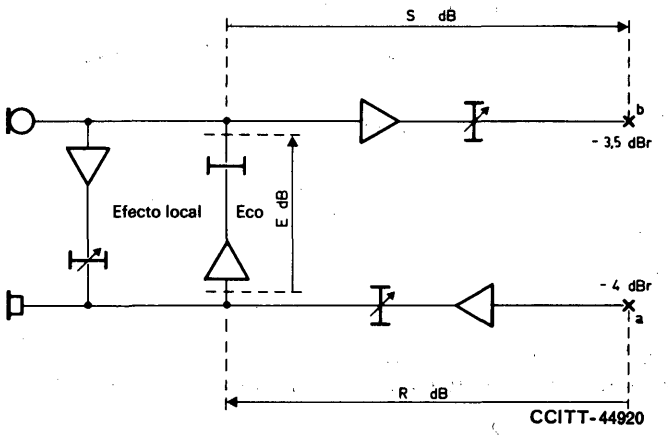


FIGURA B-4/G.122

En este caso, la atenuación del trayecto *a*-«*t*»-*b* puede calcularse mediante la expresión $(R + E + S)$ dB (suponiendo que la realimentación acústica en el circuito telefónico a cuatro hilos es despreciable).

En principio, tanto en un caso como en el otro puede medirse directamente la atenuación del «trayecto *a-t-b*» aplicando los principios descritos en el anexo A, es decir, introduciendo una señal en *a* y midiendo el resultado en *b*, por lo que es correcto afirmar, para todos los casos, que:

$$\left\{\begin{array}{l}\text{atenuación del}\\ \text{trayecto } a\text{-}t\text{-}b\end{array}\right\} \equiv \left\{\begin{array}{l}\text{atenuación del}\\ \text{trayecto entre } a \text{ y } b\end{array}\right\}$$

o, sencillamente:

$$\text{atenuación } (a\text{-}t\text{-}b) \equiv \text{atenuación } (a\text{-}b)$$

B.4 *Atenuación desde el punto de vista de la estabilidad y del eco*

Hasta aquí, las magnitudes consideradas son función de la frecuencia, y dan lugar a una curva de distorsión de atenuación en función de la frecuencia. Cuando es necesario caracterizar un gráfico con un solo valor numérico se utilizan expresiones explicativas, por ejemplo «atenuación del trayecto *a-t-b* desde el punto de vista de la estabilidad (o del eco)». Podrían utilizarse expresiones más breves: atenuación para la estabilidad (*a-b*) y atenuación para el eco (*a-b*).

En la Recomendación G.122 se describe el método utilizado para caracterizar estas magnitudes por medio de un valor numérico único. Así, la atenuación para la estabilidad (*a-b*) está definida por el valor más pequeño (medido o calculado en la banda de 0 a 4 kHz (véase el § 1) y la atenuación para el eco (*a-b*) es una integral ponderada de la característica de atenuación en función de la frecuencia en la banda de 300 a 3400 Hz, según se define en el § 2.

Cuando se dispone de la característica de atenuación en función de la frecuencia del trayecto de eco en forma gráfica o de cuadro conviene utilizar a efectos del cálculo de la atenuación para el eco (*a-b*) técnicas diferentes de las sugeridas en el anexo A para la medición en condiciones reales.

Observación – Al evaluar la atenuación para el eco a partir de datos gráficos o tabulados, deberán tomarse suficientes valores de frecuencia para asegurar que se preserve adecuadamente la forma de la característica de amplitud en función de la frecuencia. Cuanto más irregular sea su forma, más valores deberán tomarse para obtener una determinada exactitud.

Datos gráficos (regla del trapecio)

Si se dispone en forma gráfica de la característica de atenuación/frecuencia del trayecto de eco (o se midieron adecuadamente los datos), la atenuación para el eco puede calcularse mediante la regla del trapecio de la forma siguiente:

1) Divídase la banda de frecuencias (300 a 3400 Hz) en N subbandas de igual anchura en una escala de frecuencias logarítmica.
2) Léase la atenuación para el eco a cada una de las $(N + 1)$ frecuencias de los bordes de las subbandas, expresándola como una relación entre las potencias de salida y de entrada, A_i.
3) Calcúlese la atenuación para el eco mediante la fórmula:

$$L_e = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \left(\frac{A_0}{2} + A_1 + A_2 \ldots + A_{N-1} + \frac{A_N}{2} \right) \right]$$

Datos tabulados

Cuando sólo se dispone de los datos de la atenuación en función de la frecuencia a $(N + 1)$ frecuencias discretas, no uniformemente espaciadas en una escala de frecuencias logarítmica, se procederá como sigue:

Una aproximación a la fórmula de la atenuación para el eco (*a-b*) indicada en el texto es:

$$L_e = 3{,}24 - 10 \log_{10} \sum_{i=1}^{N} (A_i + A_{i-1}) (\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1})$$

donde

A_0 es la relación potencia de entrada/potencia de salida a la frecuencia f_0 = 300 Hz,

A_i es la relación a la frecuencia f_i, y

A_N es la relación a la frecuencia f_N = 3400 Hz.

Observación 1 – La aproximación consiste en suponer que en la subbanda de f_{i-1} a f_i, la relación de potencia es constante y su valor es $A(f) = (A_i + A_{i-1})/2$.

Observación 2 – La constante 3,24 de la fórmula aproximada procede de una combinación de la constante 3,85 de la definición con otras constantes que resultan de la aproximación.

La sumatoria en la fórmula de aproximación puede calcularse como ilustra el cuadro B-1/G.122.

CUADRO B-1/G.122

f_i (Hz) (1)	$\log_{10} f_i$ (2)	$\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1}$ (3)	Atenuación (dB) (4)	Relación A_i (5)	$A_i + A_{i-1}$ (6)	(3) × (6) (7)
300	2,477		∞	0		
		0,222			0,124	0,0275
500	2,699		9,05	0,124		
		0,204			0,402	0,0820
800	2,903		5,56	0,278		
		0,097			0,636	0,0617
1000	3,000		4,46	0,358		
		0,176			0,838	0,1475
1500	3,176		3,19	0,48		
		0,125			0,970	0,1213
2000	3,301		3,09	0,49		
		0,097			0,881	0,0855
2500	3,398		4,08	0,391		
		0,079			0,571	0,0451
3000	3,477		7,45	0,180		
		0,055			0,180	0,0099
3400	3,532		∞	0		
					Total	0,5804

$$L_e = 3{,}24 - 10 \log_{10} 0{,}5804 = 5{,}6 \text{ dB}$$

B.5 *Equivalente de referencia del trayecto del eco*

La Recomendación G.131 se refiere a trayectos completos de eco para el abonado que habla, y es conveniente caracterizar este trayecto en términos del equivalente de referencia. Convencionalmente, podemos considerar la atenuación de equilibrado para el eco como la contribución de esta atenuación al equivalente global de referencia del trayecto de eco boca-oído. Como se indica en el § 2 de la Recomendación G.122, naturalmente, la atenuación para el eco (*a-b*), cuando ya es conocida, puede utilizarse en lugar de la suma de las tres magnitudes: atenuación (*a-t*), atenuación de equilibrado para el eco en el punto *t* y atenuación (*t-b*).

En consecuencia, el equivalente global nominal de referencia del trayecto de eco o, más brevemente, el equivalente de referencia para el eco, puede calcularse como se indica en la figura B-5/G.122.

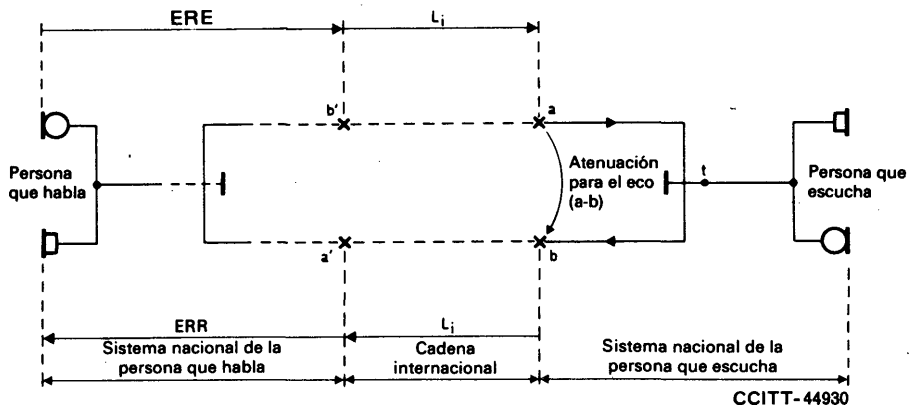


FIGURA B-5/G.122

Equivalente de referencia para el eco

= ERE + ERR del sistema nacional de la persona que habla

+ 2 veces la atenuación de la cadena internacional (es decir: 2 L_i a 800 Hz ó 1000 Hz)

+ atenuación para el eco (*a-b*) del sistema nacional de la persona que escucha (valor medio calculado de conformidad con la Recomendación G.122).

B.6 *Resumen de las definiciones*

pérdida de retorno – Se aplica a un circuito bidireccional a dos hilos; definición clásica.

atenuación de equilibrado – Proporción de la atenuación del trayecto *a-t-b* que puede atribuirse a la adaptación entre la impedancia a dos hilos y la impedancia de equilibrado del equipo terminal. Este término sólo es aplicable si existe un punto «*t*».

atenuación del trayecto *a-t-b* – Puede considerarse como la atenuación (*a-b*), exista o no un punto físico «*t*».

atenuación para la estabilidad (*a-b*) – El menor de los valores de la atenuación (*a-b*) en la banda de 0 a 4 kHz.

atenuación para el eco (*a-b*) – Valor medio de la atenuación (*a-b*) calculado de conformidad con la definición del § 2.

atenuación de equilibrado para el eco – Valor medio de la atenuación de equilibrado calculado de conformidad con el § 2.

equivalente de referencia para el eco – Suma del equivalente de referencia en la emisión y el equivalente de referencia en la recepción del sistema nacional de la persona que habla, más dos veces la atenuación de la cadena internacional, más la atenuación para el eco (*a-b*) del sistema nacional de la persona que escucha.

Referencias

[1] *Cálculo de la estabilidad de las comunicaciones internacionales establecidas de conformidad con el plan de transmisión y conmutación*, Libro Verde, Tomo III.2, suplemento N.° 1, UIT, Ginebra, 1973.

[2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 2.

[3] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

[4] Recomendación del CCITT *Reducción, por métodos de conmutación, de los riesgos de inestabilidad*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.32.

[5] Recomendación del CCITT *Señal telefónica convencional*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.227.

[6] CCITT – Cuestión 8/XII, anexo 2, contribución COM XII-N.° 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

RUIDOS DE CIRCUITO EN LAS REDES NACIONALES

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

1 **Ruidos inducidos por líneas eléctricas** (antigua parte A)

El objetivo de calidad de funcionamiento para redes en cuanto a la fuerza electromotriz sofométrica del ruido producido por la inducción magnética y/o electrostática de la totalidad de las líneas eléctricas que influyan en una o varias partes de la cadena de líneas [1] telefónicas que unan el aparato de un abonado al centro internacional de que dependa, no debe ser superior a 1 milivoltio en los terminales de línea [1] del aparato de abonado (en la recepción), en la hipótesis de que las instalaciones de telecomunicaciones insertadas en esa cadena sean lo más simétricas posible con relación a tierra, conforme a la técnica más moderna de fabricación de equipos.

Incluso en el caso de líneas [1] perfectamente simétricas, la introducción de instalaciones con un desequilibrio demasiado elevado con relación a tierra puede originar un ruido inadmisible en los terminales del receptor del abonado.

En la práctica, generalmente se pueden encontrar en cada red nacional centros de conmutación con un determinado número de líneas [1] (líneas [1] de cable establecidas de conformidad con las especificaciones del CCITT) prácticamente exentas de todo ruido debido a la influencia de líneas eléctricas próximas. Basta entonces con calcular la fuerza electromotriz sofométrica introducida por el conjunto de las líneas [1] eléctricas que actúan sobre una o varias partes de la cadena de líneas [1] telefónicas que enlazan tal centro al aparato de abonado.

2 **Ruido proveniente de los sistemas de transmisión** (antigua parte B)

2.1 *Sistemas analógicos*

2.1.1 *Circuitos de muy larga distancia (unos 2500 a 25 000 km)*

Si en un país de gran extensión se utiliza un circuito de prolongación de más de 2500 km, éste deberá cumplir todas las recomendaciones aplicables a un circuito internacional de igual longitud (véase la Recomendación G.153). Por tanto, el objetivo de diseño para equipos en cuanto al ruido de línea en los canales que se emplean para proporcionar estos circuitos no debe ser superior a 2 pW0p/km.

2.1.2 *Circuitos de muy corta distancia y hasta 2500 km*

Estos circuitos deben reunir los requisitos que se estipulan en la Recomendación G.152. Esto significa que, de acuerdo con los objetivos de ruido de la Recomendación G.222 [1], el ruido de línea acumulado debe corresponder a un valor medio no superior a 3 pW0p/km, y que la potencia de ruido producida por los diversos equipos de modulación debe ajustarse a lo dispuesto en la Recomendación citada en [2].

Según la estructura particular de los circuitos reales, debe aplicarse la Recomendación G.226 del CCITT [3] (para los sistemas por cable) o 395-2 [4] del CCIR (para los sistemas de relevadores radioeléctricos) al evaluar sus características en materia de ruido.

Observación 1 – Las aportaciones admisibles de ruido por el equipo no dependen de que los circuitos formen parte de la cadena internacional a cuatro hilos o estén conectados a ella por conmutación a dos hilos. Sin embargo, las potencias de ruido de circuito suponen que las conexiones ficticias de referencia de la Recomendación G.103 son, o serán en el futuro, razonablemente representativas de las conexiones reales. Suponen también que la longitud de los circuitos que unen la central local con el centro primario no es excesiva. Se señala a la atención de las Administraciones una conclusión de los estudios efectuados por el CCITT en el periodo de estudios 1964-1968, según la cual, si el porcentaje adicional de conexiones cuya calidad se estima «mediocre o mala», debido al ruido producido por los circuitos entre la central local y el centro primario, no ha de ser superior a la mitad del producido por la presencia en la conexión de todas las demás fuentes de ruido, es menester limitar el ruido producido por cada uno de esos circuitos a unos 500 pW0p (media para todos los canales del sistema en cualquier hora).

Observación 2 – En las condiciones precedentemente indicadas, y suponiendo los valores máximos de ruido permitidos para los pares de equipos de modulación de canal (200 pW0p), de grupo primario (80 pW0p) y de grupo secundario (60 pW0p), un circuito que conecte la central local con el centro primario (véase la figura 1/G.103) no sobrepasará una potencia total de ruido de 500 pW0p si su longitud es inferior a unos 50 a 100 km.

---

[1] En este § 1, el término «línea» se utiliza en el sentido de línea de abonado, circuito local, o circuito interurbano.

Observación 3 – Cuando los circuitos aludidos se explotan con compansores (compresores-expansores) conformes con la Recomendación G.162, debe entenderse que las potencias admisibles de ruido incluyen el efecto de la ganancia del compansor.

2.2 *Sistemas digitales*

Los circuitos establecidos por sistemas MIC de conformidad con las disposiciones de las Recomendaciones de la serie G.700 y especialmente de la Recomendación G.712 [5], deberán ser de calidad aceptable en cuanto a ruido, que será, en gran medida, independiente de la longitud de aquéllos.

3 **Ruido en una central automática nacional a cuatro hilos** [2] (antigua parte C)

3.1 *Definición de una* **conexión a través de una central**

Las condiciones de ruido de una central automática nacional a cuatro hilos se definen por referencia a una «conexión a través de una central». Se entiende por esta expresión el par de hilos correspondiente a un sentido de transmisión que conecta el punto de entrada de un circuito que llega a la central al punto de salida de otro circuito que sale de ella. Estos puntos de entrada y de salida son los que se definen en la Recomendación Q.45 (puntos A y D de la figura 1/Q.45 [8]) y no son necesariamente los mismos puntos de acceso para las pruebas definidos en la Recomendación M.640 [9].

3.2 *Objetivo de diseño para equipos en cuanto a la potencia media de ruido durante la hora cargada*

Para un largo periodo durante la hora cargada, el ruido medio no ha de rebasar los siguientes valores:

1) ruido sofométrico ponderado: –67 dBm0p (200 pW0p)

2) ruido no ponderado: –40 dBm0 (100 000 pW0), medido con un dispositivo con curva de respuesta uniforme en la banda de 30 a 20 000 Hz.

Observación – Se escogerán conexiones suficientemente diversas, a fin de que las mediciones sean representativas de las diferentes rutas posibles a través de la central.

3.3 *Objetivo de diseño para equipos en cuanto al ruido impulsivo durante la hora cargada*

El número de impulsos de ruido no debe exceder de cinco durante cinco minutos con un nivel umbral de –35 dBm0 (véase el procedimiento de medición en la Recomendación citada en [10]).

Observación – En la figura 3/Q.45 [11], se indica el número máximo de impulsos de ruido aceptable durante un periodo de cinco minutos.

4 **Límites para el ruido debido a un sistema nacional** (Orientación a efectos de planificación) (antigua parte D)

Las potencias de ruido indicadas a continuación representan valores nominales.

La planificación de la red debe ser tal que la potencia de ruido aplicada a la red internacional por los sistemas de emisión nacionales no rebase los límites derivados de la siguiente regla:

La potencia sofométrica de ruido aplicada por el sistema de emisión nacional en un punto de nivel relativo cero del primer circuito internacional no debe ser superior a la menor de las dos cantidades $(4000 + 4L)$ o $(7000 + 2L)$ pWp, siendo L la longitud total en kilómetros de los sistemas de larga distancia con multiplexación por división de frecuencia de la cadena nacional. Las cantidades correspondientes referidas al extremo virtual son $(1800 + 1{,}8L)$ y $(3100 + 0{,}9L)$ pWp.

En el anexo A se expone la forma en que se llega a esta regla.

Observación – En ciertas redes nacionales se ha planteado ya, en el sentido recepción, el problema de que cuando las atenuaciones son reducidas el ruido de circuito se hace más perceptible, en especial durante los periodos en que no hay conversación. Esto ocurre sobre todo en los países de gran extensión, en los que la contribución al ruido procedente de los sistemas de línea es elevada. Por consiguiente, una Administración que se encuentre en esta situación y que, ajustándose a una recomendación relativa a los niveles nacionales de potencia de ruido, trata de mejorar la calidad de transmisión, por ejemplo, introduciendo la conmutación a cuatro hilos en sus centrales de rango inferior, puede encontrarse en una situación más desfavorable en lo que respecta al ruido. De ello se desprende que es importante mantener un equilibrio apropiado entre el ruido y la atenuación.

---

[2] De acuerdo con la Recomendación Q.31 [6], los límites son los mismos que los de la Recomendación Q.45 [7].

ANEXO A

(a la Recomendación G.123)

Límite para el ruido debido a un sistema nacional

A.1 Conviene imponer un límite a la potencia de ruido que se origina en una red nacional bajo la forma del nivel que aparece en los extremos virtuales, es decir, en los puntos convenidos de enlace de la red nacional con la red internacional. Esto sólo es posible si se ha admitido alguna distribución especial de las atenuaciones en el interior de la red nacional. La solución consiste en adoptar una conexión de referencia convenida para especificar niveles máximos para la potencia de ruido procedente de fuentes nacionales, referidos al extremo virtual del circuito internacional.

A.2 Para tener en cuenta la forma en que están construidas las redes nacionales, es apropiado expresar el límite de ruido bajo la forma $A + BL$, siendo A un valor fijo resultante del ruido de centrales y del ruido proveniente de los sistemas múltiplex de corta distancia, B una tolerancia correspondiente a un valor de ruido por unidad de longitud para los sistemas múltiplex de larga distancia, y L la longitud total de estos últimos sistemas en la parte nacional de una conexión internacional. Se necesitan dos expresiones de este género, una para los países de extensión media y otra para los países de gran extensión (en el sentido de la Recomendación G.121).

A.3 Esta solución, relativamente sencilla en el caso del sistema de emisión nacional, sirve para limitar el valor del ruido introducido en la conexión internacional.

A.4 *Países de extensión media* (la distancia entre un CT3 y la central local más alejada es inferior o igual a 1500 km).

En la figura A-1/G.123 se representa la cadena ficticia de referencia establecida en este caso para el sistema emisor nacional [3]. Se supone que el circuito que conecta la central local al centro primario está establecido en un sistema de portadoras, con multiplexación por división de frecuencia, para distancias que no excedan de 250 km y que es explotado con una atenuación nominal de 3 dB. La potencia máxima de ruido en este circuito es de 2000 pW0. Se supone igualmente que el circuito que conecta el centro primario al centro secundario está establecido en un sistema de portadoras del mismo tipo.

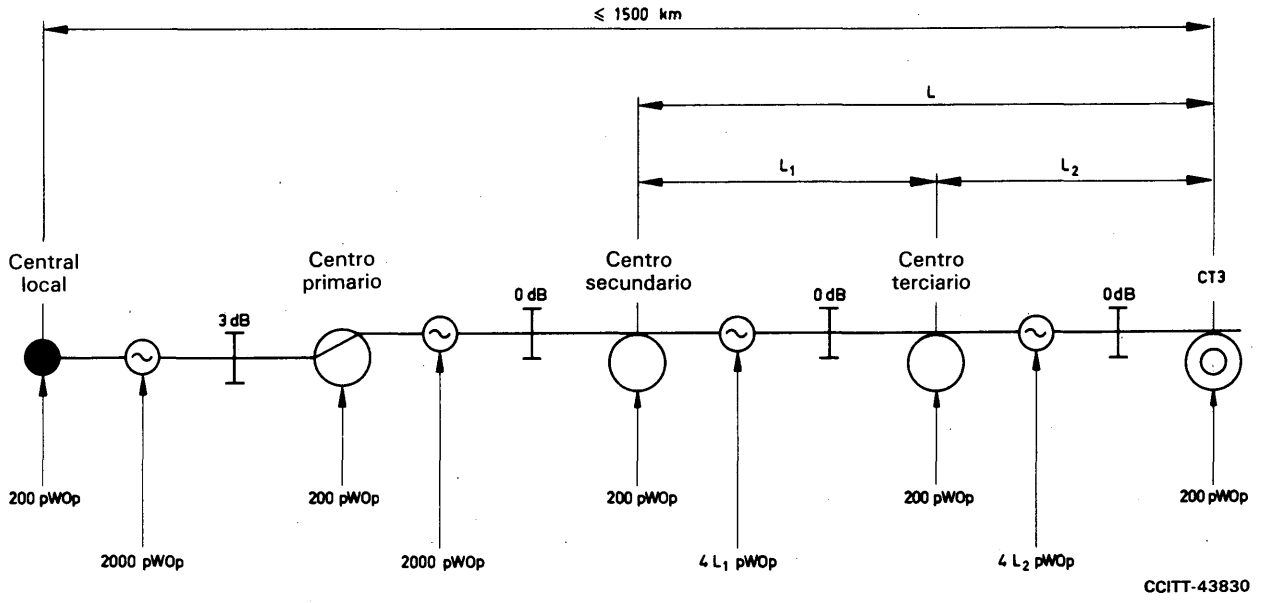


FIGURA A-1/G.123

[3] *Nota de la Secretaría del CCITT* – Los valores de ruido indicados en la figura A-1/G.123 son valores máximos; véase también la parte correspondiente de la figura 1/G.103.

Se supone que el valor de ruido en línea para los dos circuitos interurbanos de larga distancia es de 4 pW/km, y que la longitud de línea total que corresponde a estos dos circuitos ($L_1 + L_2$ en la figura A.1/G.123) se aproxima al límite de 1500 km que define arbitrariamente un país de extensión media en la Recomendación G.121. Se supone, pues, que la distancia cubierta por los dos sistemas de corta distancia representa sólo una pequeña proporción de la longitud total del sistema nacional completo.

De acuerdo con el § 3 y con la Recomendación Q.31 [6], se supone que cada central introduce una potencia de ruido de 200 pWp.

La potencia total de ruido, referida a un punto de nivel relativo cero del primer circuito internacional en el CT3, es la siguiente (sumando los valores de las potencias de ruido encontrados sucesivamente de derecha a izquierda):

$$200 + 4L_2 + 200 + 4L_1 + 200 + 2000 + 200 + \tfrac{1}{2}(2000) + \tfrac{1}{2}(200) = 3900 + 4L \text{ pW0},$$

siendo $L = L_1 + L_2$. El resultado puede redondearse, para mayor comodidad, a $4000 + 4L$ pW0.

Esta fórmula es adecuada para los valores de L inferiores o iguales a 1500 km; para esta distancia, da una potencia de 10 000 pW0.

A.5 *Países de gran extensión*

Cuando L excede de 1500 km, los circuitos suplementarios de larga distancia de la red nacional deben establecerse, en principio, de acuerdo con las normas internacionales. En especial, algunos países de gran extensión han considerado necesario, al planificar sus sistemas nacionales, prever potencias de ruido inferiores a 4 pW/km.

Es cómodo suponer un valor de 2 pW/km, más o menos conforme con la práctica adoptada en uno de estos países de gran extensión y con las indicaciones de la Recomendación G.153.

La regla aplicable a los países de gran extensión se indica en la figura A-2/G.123, en que la recta $4000 + 4L$ pasa por el punto de coordenadas (1500 km, 10 000 pW). Se traza una recta cuya pendiente es de 2 pW/km y que pasa por el mismo punto; su ordenada en el origen es de 7000 pW. La fórmula aplicable a los países de gran extensión es, por consiguiente, $7000 + 2L$ pW0. (Para simplificar, no se ha tenido en cuenta la atenuación nominal de 0,5 dB para el último circuito nacional.)

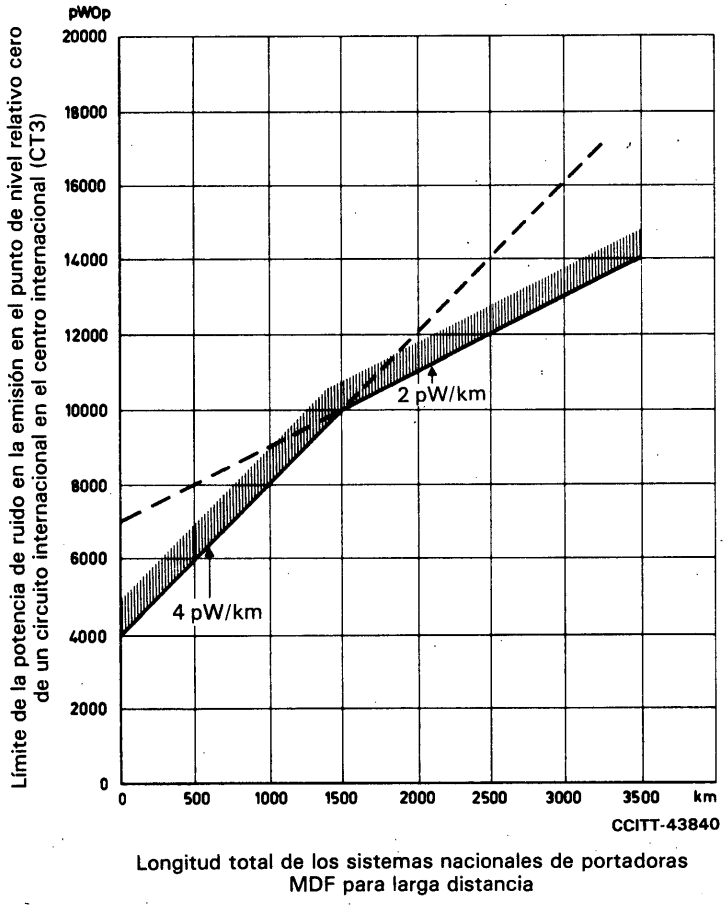


FIGURA A-2/G.123

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.

[2] *Ibíd.*, § 4.

[3] Recomendación del CCITT *Ruido en un enlace real*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.226.

[4] Recomendación del CCIR *Ruido en la sección radioeléctrica de circuitos que se establezcan por enlaces reales de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia*, Vol. IX, Rec. 395-2, UIT, Ginebra, 1978.

[5] Recomendación del CCITT *Características de calidad de los canales MIC a frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.712.

[6] Recomendación del CCITT *Ruido en una central automática nacional a cuatro hilos*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.31.

[7] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[8] *Ibíd.*, figura 1/Q.45.

[9] Recomendación del CCITT *Conexiones a cuatro hilos establecidas por conmutación y mediciones en circuitos a cuatro hilos*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.640.

[10] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45, anexo A.

[11] *Ibíd.*, figura 3/Q.45.

Recomendación G.125

CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS NACIONALES ESTABLECIDOS EN SISTEMAS DE PORTADORAS

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968 y Ginebra, 1972)

Los circuitos de portadoras que pueden formar parte de conexiones internacionales deben ajustarse a lo estipulado en la Recomendación G.132 en lo que respecta a la distorsión de atenuación. Estos circuitos deben transmitir todos los tipos de señales (por ejemplo, palabra, datos, facsímil) que sean normalmente de esperar, habida cuenta de las Recomendaciones del CCITT, en esta parte de la conexión.

En la Recomendación G.123 (Ruidos de circuito en las redes nacionales) figuran actualmente especificaciones relativas al nivel de ruido de los circuitos nacionales.

1.3 Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos telefónicos internacionales y por los circuitos nacionales de prolongación

En esta subsección se indican las características globales recomendadas para la cadena a cuatro hilos definida en el § 2 de la Recomendación G.101.

Recomendación G.131

ESTABILIDAD Y ECOS

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

1 Estabilidad de la transmisión telefónica (antigua parte A)

Fijadas las atenuaciones nominales de los circuitos internacionales, los otros factores principales que influyen en la estabilidad de la transmisión telefónica en las conexiones establecidas por conmutación son las siguientes:

– la variación de la atenuación de los circuitos en función del tiempo y según los circuitos (§ 3 de la Recomendación G.151);

– la distorsión de atenuación de los circuitos (§ 1 de la Recomendación G.151);

– la distribución de las atenuaciones de equilibrado para la estabilidad (§ 1 de la Recomendación G.122).

Se ha calculado la estabilidad de las conexiones internacionales, y con los resultados obtenidos se ha establecido un gráfico (figura 1/G.131) que muestra la proporción de conexiones (entre todas las posibles) que presentarán probablemente una estabilidad inferior o igual a 0 dB o 3 dB en función del número de circuitos de que se compone la cadena a cuatro hilos y de los valores medios de la atenuación de equilibrado que cabe suponer. Naturalmente, la proporción de conexiones realmente establecidas que presentarán una estabilidad inferior o igual a los valores considerados será mucho más reducida.

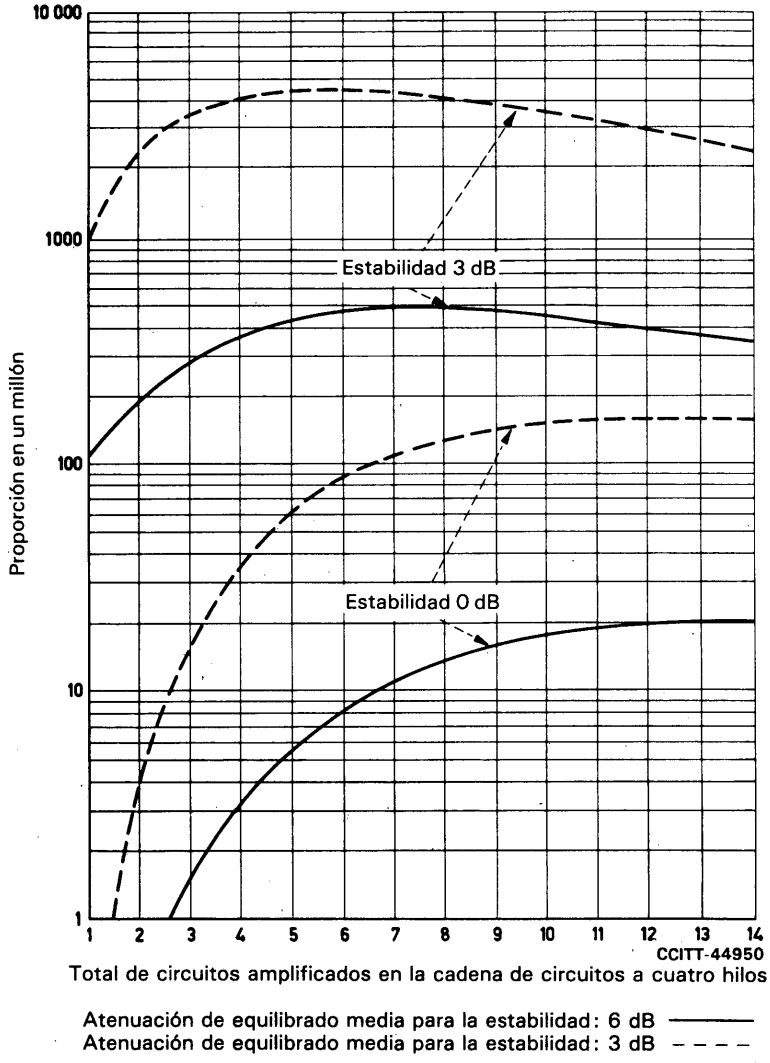


FIGURA 1/G.131

Proporción de conexiones que tendrán posiblemente una estabilidad inferior o igual a 0 dB o 3 dB

Al interpretar las curvas que indican la proporción de comunicaciones que tendrán probablemente una estabilidad de 3 dB o menos, ha de tenerse en cuenta que las cadenas más complicadas comprenderán seguramente un circuito provisto de un supresor de eco; en este caso, la estabilidad durante la conferencia será mucho más elevada.

Los presentes cálculos se basan en las siguientes hipótesis simplificadoras:

a) Los circuitos nacionales se añaden a la cadena internacional conforme al § 1 de la Recomendación G.122.

b) La desviación típica de la atenuación entre los circuitos internacionales establecidos en grupos primarios equipados de control automático de ganancia es de 1 dB. Esto concuerda con las hipótesis del § 1.2 de la Recomendación G.122. Los resultados de la 10.ª serie de mediciones de la Comisión de Estudio IV indican que este objetivo es próximo al fijado (1,1 dB es la desviación típica de los datos obtenidos, y la proporción de grupos primarios internacionales no regulados disminuye en forma significativa).

c) La correlación entre las variaciones de la atenuación en los dos sentidos de transmisión es completa.

d) La desviación del valor medio de la atenuación con relación al valor nominal es nula. Hasta ahora se dispone de pocas informaciones sobre los circuitos internacionales mantenidos entre terminales a cuatro hilos.

e) No se han tenido en cuenta las variaciones ni las distorsiones introducidas por las centrales nacionales e internacionales.

f) La variación de la atenuación de los circuitos a frecuencias distintas de la frecuencia de medida es la misma que a la frecuencia de medida.

g) No se ha tenido en cuenta la distorsión de atenuación. Esto se justifica por el hecho de que en los extremos de la banda transmitida se obtienen valores reducidos de atenuación de equilibrado, que se asocian a los valores de atenuación más elevados.

h) Todas las distribuciones son gausianas.

Habida cuenta de estas hipótesis, se puede llegar a la conclusión de que las Recomendaciones del CCITT constituyen un todo lógico, y que si se respetan éstas y se alcanza la norma de mantenimiento fijada para la variación de la atenuación de los circuitos, no deberían presentarse problemas de inestabilidad en el plan de transmisión. Es también evidente que las redes que no presenten una atenuación de equilibrado mejor que 3 dB (valor medio), con una desviación típica de 1,5 dB, tienen pocas probabilidades de comprometer seriamente la estabilidad de las conexiones internacionales en lo que respecta a las oscilaciones. Sin embargo, esta situación no es satisfactoria, ya que la distorsión puede alcanzar un punto próximo al de cebado, con los consiguientes efectos de eco.

El detalle de los cálculos figura en [1].

2 **Limitación de los ecos** (antigua parte B)

Los circuitos principales de una red telefónica moderna destinada a comunicaciones internacionales son circuitos por portadoras, de gran velocidad de transmisión en pares simétricos o coaxiales, o en sistemas de radioenlaces; normalmente, en estos circuitos no se utilizan dispositivos de protección contra el eco tales como supresores de eco y compensadores de eco a menos que se trate de conexiones que requieran circuitos internacionales muy largos. Por lo general es muy raro que en las redes nacionales se necesiten dispositivos de protección contra el eco, aunque pueden necesitarse incluso en el servicio interior, en los países de gran extensión. También pueden requerirse dispositivos de protección contra el eco, en circuitos de cables cargados (circuitos de baja velocidad de transmisión) utilizados para comunicaciones internacionales.

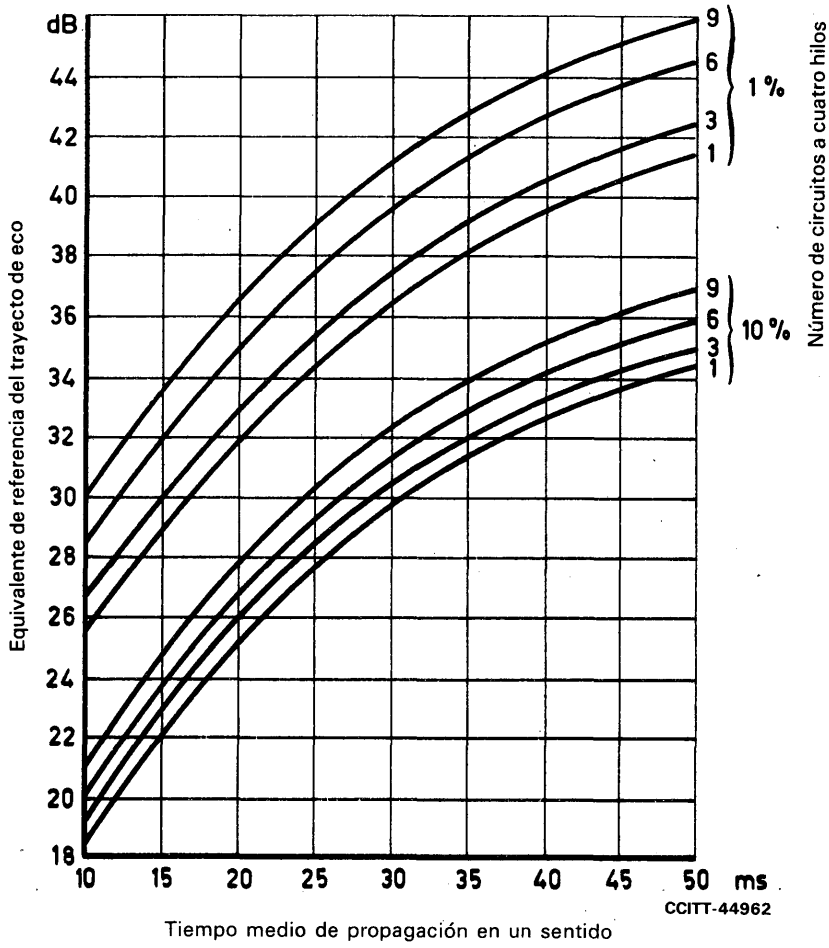
Los ecos pueden limitarse de dos maneras: ajustando el equivalente de la cadena de circuitos a cuatro hilos de tal modo que las corrientes de eco queden suficientemente atenuadas (lo que supone implícitamente un valor determinado e invariable de la pérdida de retorno para el eco), o instalando un dispositivo de protección contra el eco.

2.1 *Ajuste del equivalente*

Las curvas de la figura 2/G.131 indican el valor mínimo del equivalente nominal de referencia [1)] que hay que introducir en el trayecto de eco para no tener que recurrir a un supresor de eco. El equivalente de referencia se indica en función del tiempo medio de propagación en un sentido. En el suplemento N.º 2, al final del presente fascículo, se explica la forma en que se ha obtenido esta curva, y en el anexo A a la presente Recomendación se da un ejemplo de su aplicación.

---

1) La figura 2/G.131, si bien se basa en valores nominales de atenuación de circuitos locales y de circuitos interurbanos, se refiere a los valores mínimos del ERE (equivalente de referencia en la emisión) y del ERR (equivalente de referencia en la recepción) de sistemas de abonado. Véase también el § I.7 del apéndice I a la sección 1 a las Recomendaciones de la serie G.



Observación 1 – Los porcentajes se refieren a la probabilidad de que se produzcan ecos perjudiciales.

Observación 2 – El equivalente de referencia del trayecto de eco se define aquí como la suma de:

- los valores de la atenuación en los dos sentidos de transmisión entre el extremo a dos hilos de la línea del abonado que habla, en la central local terminal, y el terminal a dos hilos del equipo de terminación a cuatro hilos/dos hilos en el extremo del abonado que escucha;
- el valor de la atenuación de equilibrado para el eco en el extremo de la persona que escucha, y
- los equivalentes de referencia mínimos simultáneos en la emisión y en la recepción de los aparatos telefónicos y de las líneas de los abonados en la central local de la persona que habla.

FIGURA 2/G.131

Curvas de tolerancia para el eco

Las curvas se aplican a una cadena de circuitos de gran longitud, interconectados a cuatro hilos. También pueden emplearse para circuitos interconectados a dos hilos si se han tomado las precauciones requeridas para asegurar una buena pérdida de retorno en los puntos de interconexión a dos hilos, por ejemplo, un valor medio de 27 dB, con una desviación típica de 3 dB.

Cuando un circuito internacional se utiliza para conexiones internacionales relativamente cortas y sencillas, su atenuación nominal entre extremos virtuales puede aumentarse proporcionalmente a la longitud, como se indica a continuación, si con ello se consigue evitar el empleo de supresores de eco.

- hasta 500 km de distancia: 0,5 dB
- entre 500 y 1000 km de distancia: 1,0 dB
- por cada 500 km adicionales o fracción de 500 km: 0,5 dB.

Sin embargo, este circuito no puede incorporarse a una cadena de varios circuitos a menos que su atenuación nominal se reduzca a 0,5 dB.

2.2 *Dispositivos de protección contra el eco*

El tipo preferido de supresor de eco es un semisupresor de eco diferencial terminal accionado a distancia. En la red internacional se emplean varios tipos de semisupresores de eco: uno, que sólo conviene para las conexiones en las que el tiempo medio de propagación en un sentido no excede de 50 ms (supresor de eco para tiempos de propagación cortos), y otros apropiados para conexiones con tiempos de propagación medios cualesquiera en un sentido, en particular, si son netamente superiores a 50 ms (supresor de eco para tiempos de propagación elevados, como los utilizados en los circuitos establecidos por medio de sistemas por satélite). Las características de los supresores de eco para tiempos de propagación cortos se indican en la Recomendación citada en [2]. Las características de supresores de eco que pueden utilizarse en conexiones con tiempos de propagación largos o cortos se indican en la Recomendación citada en [3]. En la Recomendación G.164 se describen supresores de eco con nuevas funciones. Otro tipo de protección contra el eco puede obtenerse utilizando compensadores de eco. Sus características se indican en la Recomendación G.165. Las reglas para el uso de compensadores de eco están en estudio. Hasta tanto no se conozcan los resultados de este estudio deberán aplicarse las reglas indicadas en los § 2.3 y 2.4

2.3 *Reglas que rigen la limitación de los ecos*

Sólo se tratará aquí el caso de la telefonía. En la transmisión de datos y en todas las formas de transmisión telegráfica, el supresor de eco presenta muchos inconvenientes. Para la transmisión de datos se recomienda el empleo de supresores de eco que puedan neutralizarse por medio de un tono. (Véase la Recomendación citada en [4].) La Recomendación Q.115 [5] asegura la compatibilidad con sistemas de señalización para el servicio telefónico con conmutación.

2.3.1 *Reglas ideales*

Las condiciones técnicas fundamentales a que debe responder una *configuración ideal* son las que se indican en las reglas A a D siguientes:

2.3.1.1 *Regla A*

Para una conexión entre un par cualquiera de centrales locales situadas en diferentes países, la probabilidad de que se la califique de «insatisfactoria» a causa del eco para la persona que habla, será inferior al 1%, suponiendo que los equivalentes de referencia en la emisión y en la recepción del aparato telefónico y de la línea de la persona que habla tienen los valores mínimos prácticos.

Observación – Las comunicaciones entre un par determinado de centrales locales pueden pasar por diferentes números de circuitos a cuatro hilos, según el método de encaminamiento y la hora del día. La figura 2/G.131 permite determinar si se respeta esta regla en el caso de las partes del tráfico total que pasan por 1, 2, 3 ... 9 circuitos a cuatro hilos aplicando ciertas hipótesis convencionales (véase el suplemento N.º 2 al final de este fascículo).

2.3.1.2 *Regla B*

Ninguna conexión que necesite un supresor de eco podrá nunca comprender más de lo que corresponde a un supresor completo, es decir, dos semisupresores. Cuando hay más de un supresor de eco completo, existe el riesgo de que se mutile e incluso de que se bloquee la conversación.

2.3.1.3 *Regla C*

No conviene insertar un supresor de eco en las conexiones que no lo necesiten, pues su presencia aumenta las posibilidades de avería y complica el mantenimiento.

2.3.1.4 *Regla D*

Es conveniente asociar los semisupresores de eco a los equipos de terminación de la cadena a cuatro hilos de la conexión completa, pues así se reducen las probabilidades de que los supresores mutilen la palabra, ya que el tiempo de bloqueo puede ser muy corto.

2.3.2 *Reglas prácticas*

Sabido es que ninguna realización práctica puede responder a reglas tan estrictas como las reglas ideales A a D mendiconadas. Se sugieren, pues, algunas reglas prácticas E a L, esperando que su aplicación simplificará los problemas de conmutación y de señalización, sin olvidar el punto de vista económico. Claro es, sólo convendrá aplicarlas cuando no sea razonablemente posible responder a las reglas A a D.

2.3.2.1 *Regla E*

Para las conexiones entre dos países en las que intervengan sus más largas prolongaciones nacionales a cuatro hilos, las Administraciones interesadas pueden ponerse de acuerdo para admitir una probabilidad de incurrir en una opinión «insatisfactoria» debido al eco del 10%, en lugar del 1% de la Regla A. Esta regla E [2] únicamente es válida cuando se necesite emplear (según la regla A [2]) un supresor de eco sólo para esas conexiones, y no para las conexiones entre las regiones próximas a los dos centros internacionales interesados.

2.3.2.2 *Regla F*

Cuando se considere que no puede aplicarse la regla D, puede instalarse el supresor de eco en el centro internacional o en un centro de tránsito nacional adecuado. Sin embargo, cada semisupresor de eco debe estar colocado lo bastante cerca de los abonados respectivos para que los retardos en los extremos no excedan del valor máximo indicado en la Recomendación citada en [6]. Para los países de extensión media, esto significará normalmente que los semisupresores de eco de los extremos de salida y de llegada se hallarán en los países de origen y de destino de la comunicación.

2.3.2.3 *Regla G*

En ciertos casos especiales, puede montarse un supresor de eco completo para tiempos de propagación cortos en el extremo de salida de un circuito de tránsito (en lugar de dos semisupresores en los centros terminales), siempre que ninguno de los dos tiempos de bloqueo exceda de 70 ms. La aplicación de esta regla más flexible puede reducir el número de supresores de eco necesarios y simplificar las disposiciones de señalización y de conmutación. Se subraya que no deben utilizarse supresores de eco completos sin discernimiento; la mejor solución consiste en disponer dos semisupresores de eco lo más cerca posible de los equipos de terminación. De emplearse un supresor de eco completo, deberá instalarse lo más cerca posible del punto «medio» de la cadena desde el punto de vista del tiempo de propagación, lo que implica una disminución del tiempo de bloqueo necesario.

Se estudia la posibilidad de utilizar en este caso un supresor de eco completo para tiempos de propagación elevados.

2.3.2.4 *Regla H*

En esos casos excepcionales, tales como averías graves, puede ser necesario recurrir a una ruta de emergencia. No es necesario equipar con supresores de eco esta ruta si los circuitos pueden utilizarse sin supresores de eco durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, de emplearse la ruta de emergencia durante varias horas, conviene instalar supresores de eco ajustándose a las reglas A o E precedentes.

2.3.2.5 *Regla J*

En una conexión que no necesite supresores de eco se admite, aun no siendo necesaria, la presencia de uno o dos semisupresores o de un supresor completo. (En realidad, es bien difícil detectar la presencia de un supresor de eco bien ajustado en un circuito de tiempo de propagación moderado.)

Cuando un centro internacional de llegada sea accesible desde un centro internacional de salida por más de una ruta, y

1) una ruta como mínimo requiera supresores de eco y al menos una ruta no los requiera y, además,

2) el centro de salida no pueda determinar qué ruta se utilizará,

se conectarán supresores de eco en todos los casos.

2.3.2.6 *Regla K*

En una conexión que necesite la supresión del eco, puede admitirse la equivalencia de dos supresores completos como máximo (por ejemplo, tres semisupresores o dos semisupresores y un supresor completo). Es conveniente evitar por todos los medios el tener que recurrir a esta tolerancia, pues la presencia en una conexión de dos o más supresores de eco completos con tiempos de bloqueo largos puede recortar seriamente la conversación y aumentar considerablemente los riesgos de bloqueo de la conferencia.

---

[2] La Recomendación Q.115 [5] contiene un estudio sobre la aplicación de las reglas A y E en las relaciones entre el Reino Unido y Europa.

2.3.2.7 *Regla L*

En general, no es conveniente desconectar (o neutralizar) los supresores de eco intermedios cuando se conecte un circuito con supresores de eco para tiempos de propagación elevados a un circuito con supresores de eco para tiempos de propagación cortos. No obstante, sería conveniente desconectar (o neutralizar) los supresores de eco intermedios si, en la parte de la conexión comprendida entre los semisupresores de eco terminales, el tiempo medio de propagación en un solo sentido no excede de 50 ms, por ser probablemente compatibles los diferentes tipos.

2.4 *Introducción de supresores de eco en una conexión*

Se han considerado los siguientes procedimientos:

1) Prever un conjunto de supresores para varios haces de circuitos, asociándose un supresor cualquiera de este conjunto a todo circuito que necesite un supresor (véase la Recomendación Q.115 [5]).
2) Montar supresores permanentes en los circuitos, con posibilidad de eliminarlos por conmutación (o neutralizarlos) cuando sea inútil su presencia (véase [7]).
3) Dividir los circuitos de una ruta internacional en dos haces, uno de ellos provisto de supresores de eco y el otro no; para una conexión determinada se utiliza un circuito de uno u otro haz, según sea necesario. No debe olvidarse, sin embargo, el hecho reconocido de que la utilización de los circuitos puede no ser eficaz cuando están divididos en haces separados.
4) Idear esquemas de división del país de origen y del país de destino en zonas que correspondan a distancias radiales medias crecientes a partir del centro internacional. En este caso, examinando las primeras cifras del distintivo y los circuitos de origen, es posible determinar las longitudes nominales de las prolongaciones nacionales.

Sea cual fuere el método utilizado, se tendrá debidamente en cuenta el último párrafo del § 2.1. El CCITT está estudiando los métodos necesarios para la reducción requerida de la atenuación del circuito. La clase y el volumen de tráfico cursado por una conexión determinada son igualmente factores económicos que influyen en definitiva en la elección del método que ha de adoptarse.

El CCITT estudia actualmente las recomendaciones que debe formular para garantizar que la inserción de supresores de eco en las conexiones internacionales se ajuste, en conjunto, a las reglas prácticas enunciadas en el § 2.3.2.

Conviene observar que no es necesario utilizar en todos los continentes el mismo método. La necesidad de realizar conexiones intercontinentales exige cierta compatibilidad, pero no parece que haya grandes dificultades para lograrla.

ANEXO A

(a la Recomendación G.131)

Aplicación de lo estipulado en el § 2 de la Recomendación G.131

La regla A del § 2.3.1.1 de la Recomendación G.131, requiere, para cada par de países, evaluar las condiciones de eco correspondientes a cada par posible de centrales locales a fin de determinar si el punto correspondiente al equivalente de referencia del trayecto de eco en función del tiempo medio de propagación en un sentido, para dicho par de centrales, está por encima o por debajo de la curva apropiada de 1% de la figura 2/G.131.

Las variables del problema se indican en el cuadro A-1/G.131 y se ilustran en la figura A-1/G.131.

Para un par dado de centrales, se conocen o pueden estimarse los valores de los ocho factores de la lista, y en la figura 2/G.131 puede determinarse el punto correspondiente al equivalente de referencia [1) + 2) + 3) + 4) del cuadro A-1/G.131] en función del tiempo medio de propagación en un sentido [5) + 6) + 7) del cuadro A-1/G.131] y para determinado número de circuitos en la cadena a cuatro hilos, con relación a la curva de 1%.

CUADRO A-1/G.131

Lista de los factores necesarios para evaluar las condiciones de eco

Equivalente de referencia del trayecto de eco, constituido por la suma de:

1) la suma mínima de los valores de los equivalentes de referencia en la emisión y en la recepción del sistema local del país A (extremo de la persona que habla);
2) la atenuación nominal desde y hasta los extremos virtuales (a_A y b_A) de la cadena de circuitos nacionales en el país A entre la central local y la central internacional;
3) la atenuación nominal en cada sentido de transmisión de la cadena internacional;
4) la atenuación para el eco (a_B-b_B) del sistema nacional del país B (extremo de la persona que escucha).

Tiempo medio de propagación en un solo sentido, constituido por la semisuma de los tiempos de propagación de:

5) los trayectos desde el aparato telefónico en el país A hasta y desde los extremos virtuales a_A y b_A;
6) los dos sentidos de transmisión de la cadena internacional;
7) el trayecto a_B-b_B del país B.

También es necesario conocer:

8) el número de circuitos de la cadena a cuatro hilos (véase la figura 3/G.101).

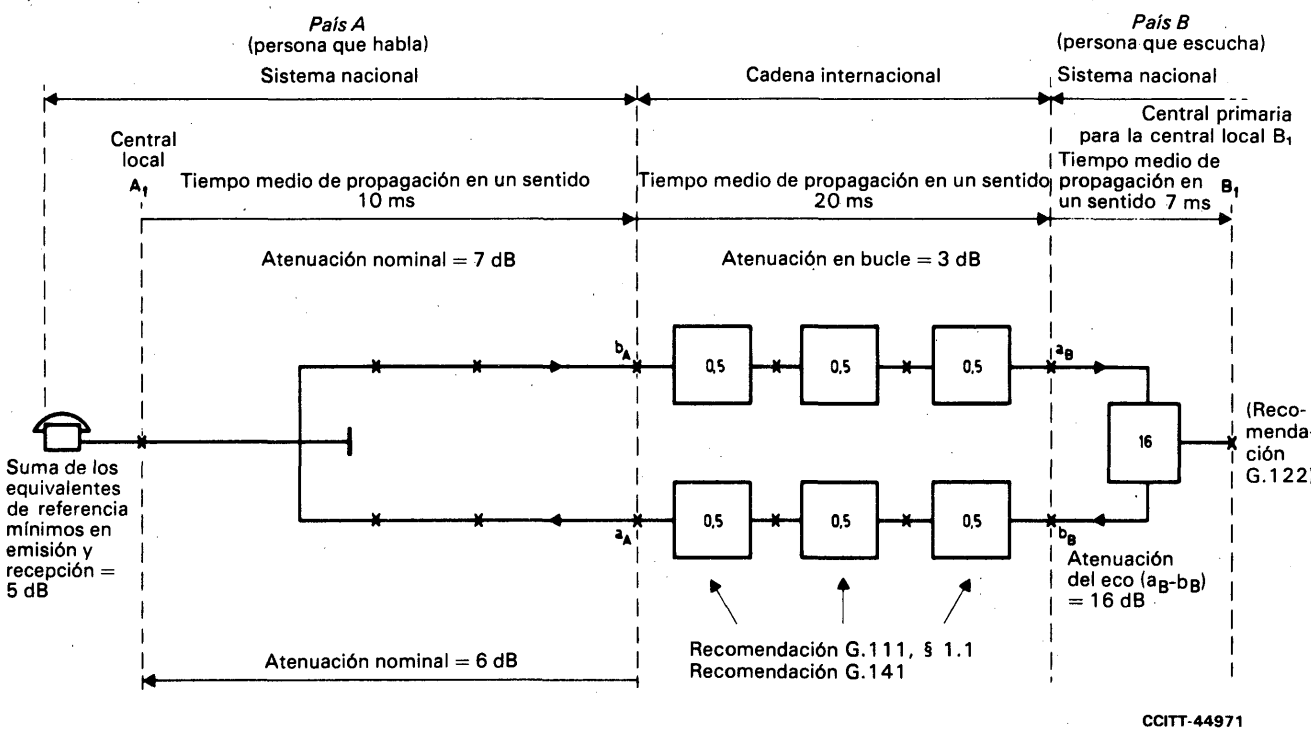


FIGURA A-1/G. 131

Ejemplo de aplicación de la figura 2/G.131

A los fines de la presente Recomendación, puede suponerse que la principal reflexión en el extremo de la persona que escucha tiene lugar en el equipo de terminación a cuatro hilos/dos hilos, y que éste está situado en la central primaria asociada a la central local de dicha persona. Los componentes del factor 4) del cuadro A-1/G.131 son, en consecuencia, las atenuaciones *a-t* y *t-b*, más la atenuación de equilibrado para el eco en el terminal a dos hilos del equipo de terminación. Esta atenuación de equilibrado será la media para todas las condiciones de «descolgado» de línea de abonado que pueda presentar simultáneamente la central local de la persona que escucha al terminal a dos hilos del equipo de terminación. (La figura 2/G.131 supone una desviación típica de la atenuación de equilibrado de 3 dB.) Si no se conoce el valor medio, puede suponerse que el factor 4) del cuadro A-1/G.131 se ajusta al § 2 de la Recomendación G.122, o sea que el valor medio es de (15 + *n*) dB, donde *n* es el número de circuitos comprendidos en la cadena nacional a cuatro hilos de la persona que escucha.

Para un par determinado de centrales locales, las sucesivas conexiones pueden pasar por diferentes números de circuitos a cuatro hilos, y el tráfico total puede considerarse constituido por cierto número de bloques de diversas proporciones, desde uno hasta nueve circuitos a cuatro hilos. Puede evaluarse cada «bloque» por medio de la figura 2/G.131, y combinarse los resultados para determinar si se respeta la regla A para la totalidad del tráfico.

La figura A-1/G.131 ilustra, a título de ejemplo, una aplicación del § 2 de la Recomendación G.131, suponiendo que el trayecto *a-t-b* de la persona que escucha se ajusta al § 2 de la Recomendación G.122. Para simplificar, se supone que el 100% del tráfico encuentra las condiciones indicadas. Los valores asociados a este ejemplo son los siguientes:

País A (persona que habla)

Distancia desde la central local A_1 hasta la central internacional	1600 km
Tiempo medio de propagación en un sentido desde la central local A_1 hasta la central internacional	10 ms [4]
Equivalentes de referencia mínimos simultáneos en la emisión y en la recepción (suma) del sistema local	5 dB
Atenuación desde la central local hasta la central internacional (b_A)	7 dB
Atenuación desde la central internacional hasta la central local (a_A)	6 dB
Número de circuitos a cuatro hilos	2

Cadena internacional de A a B

Número de circuitos	3 [3]
Distancia	3200 km
Tiempo medio de propagación en un sentido	20 ms [4]
Atenuación en bucle 2 × 3 × 0,5 dB	3 dB

País B (persona que escucha)

Atenuación media para el eco ($a_B - b_B$) (15 + 1) dB	16 dB (Rec. G.122)
Distancia desde la central internacional hasta la *central primaria* asociada a la central local B_1 (esto es, hasta el punto de reflexión principal)	1120 km
Tiempo medio de propagación en un sentido correspondiente a esa distancia	7 ms [4]
Número de circuitos a cuatro hilos	1

Número total de circuitos a cuatro hilos: 2 + 3 + 1 = 6

Tiempo medio total de propagación en un sentido: 10 + 20 + 7 = 37 ms . . . . . (A-1)

Equivalente de referencia total del trayecto de eco: 5 + 7 + 6 + 3 + 16 = 37 dB . . . . . (A-2)

---

[3] Número inusitadamente elevado, elegido únicamente para ilustrar el principio de la adición de la atenuación.

[4] Suponiendo una velocidad de propagación de 160 km/ms.

Si se llevan (A-1) y (A-2) a la figura 2/G.131, el punto se encuentra por debajo de la curva de 1% en el caso de seis circuitos a cuatro hilos, lo que indica una probabilidad superior al 1% de obtener una opinión «insatisfactoria». Esta conclusión vale también para otras posibles cantidades de circuitos a cuatro hilos.

Conclusión

a) Debe usarse un supresor de eco en la conexión,

o bien,

b) debe aumentarse la atenuación del trayecto de eco (pero observando las limitaciones de la Recomendación G.121).

Referencias

[1] *Cálculo de la estabilidad de las comunicaciones internacionales establecidas de conformidad con el plan de transmisión y conmutación*, Libro Verde, Tomo III, suplemento N.º 1, UIT, Ginebra, 1973.

[2] Recomendación del CCITT *Definiciones relativas a los supresores de eco y características de un semisupresor de eco diferencial accionado a distancia*, Libro Azul, Tomo III, Rec. G.161, parte B, UIT, Ginebra, 1964.

[3] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.161, partes B y C, UIT, Ginebra, 1977.

[4] *Ibid.*, parte C.

[5] Recomendación del CCITT *Control de los supresores de eco*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.115.

[6] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.161, § B.b), UIT, Ginebra, 1977.

[7] CCITT – *Inserción y neutralización de los supresores de eco*, Libro Azul, Tomo VI, Cuestión 2/XI, anexo 3, UIT, Ginebra, 1966.

Recomendación G.132

DISTORSIÓN DE ATENUACIÓN

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968 y Ginebra, 1972)

La figura 1/G.132 representa los objetivos de calidad de funcionamiento de la red en cuanto a los límites admisibles de la variación, en función de la frecuencia, del equivalente en servicio terminal de una cadena mundial de 12 circuitos a cuatro hilos (internacionales y nacionales de prolongación), establecidos en un solo enlace en grupo primario, suponiendo que no se utilicen circuitos radioeléctricos por ondas decamétricas o equipos de 3 kHz.

Observación 1 – Los objetivos de diseño estipulados en la Recomendación citada en [1] para los equipos terminales de portadoras son tales que en una cadena de seis circuitos en cascada (circuitos internacionales y prolongaciones nacionales), en la que cada circuito esté provisto de un solo par de equipos de modulación de canal, la distorsión de atenuación será en la mayoría de los casos inferior a 9 dB entre 300 y 3400 Hz. En cuanto a los 12 circuitos en cascada, cabe esperar que en la mayoría de los casos la distorsión de atenuación no sea superior a 9 dB entre unos 400 y 3000 Hz. En lo que respecta a la cadena internacional, véase el § 1 de la Recomendación G.141.

Observación 2 – Sólo en una pequeña proporción de conexiones internacionales constará realmente la cadena a cuatro hilos de 12 circuitos.

Observación 3 – La evaluación mediante pruebas subjetivas de la calidad de transmisión de las conexiones que comprenden largas y complejas cadenas de circuitos se estudia en el marco de la Cuestión 2/XII [2].

Observación 4 – Las Comisiones de Estudio IV y XVI efectúan estudios sobre el logro en la práctica de este objetivo, sobre las posibilidades de que se siga logrando en el futuro (habida cuenta de la observación 2) y sobre modificaciones que tal vez sea necesario introducir en las Recomendaciones relativas a los equipos.

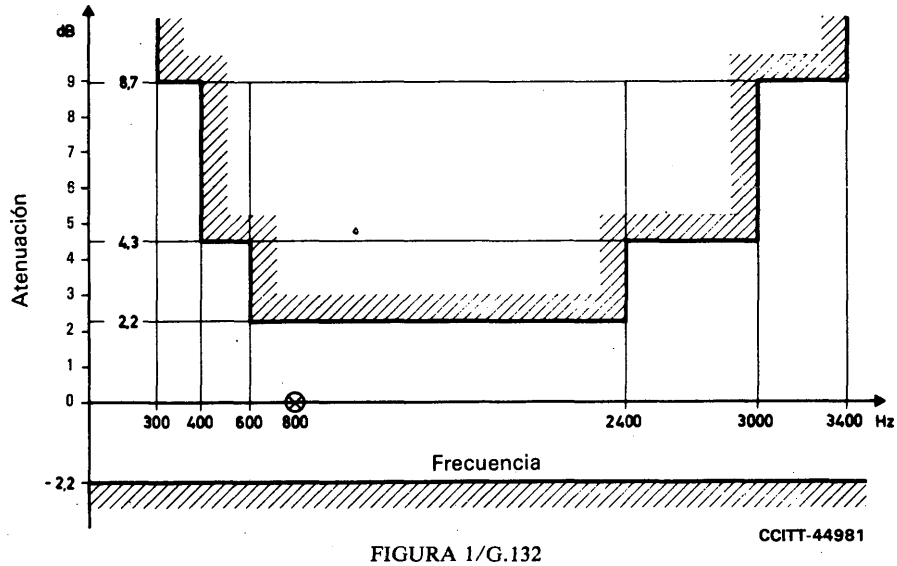


FIGURA 1/G.132

Variación admisible de la atenuación con relación a su valor a 800 Hz (objetivo para la cadena mundial a cuatro hilos de 12 circuitos en servicio terminal)

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 1.

[2] CCITT – Cuestión 2/XII, contribución COM XII-N.° 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Recomendación G.133

DISTORSIÓN POR RETARDO DE GRUPO

(Ginebra, 1964; modificada en Ginebra, 1980)

En el cuadro 1/G.133 se indican los objetivos de calidad de funcionamiento para redes en cuanto a las diferencias admisibles, en una cadena mundial de 12 circuitos establecidos cada uno en un solo enlace en grupo primario, entre el valor mínimo del retardo de grupo en toda la banda de frecuencias transmitida y el retardo de grupo en los límites inferior y superior de esta banda de frecuencias.

La distorsión por retardo de grupo es importante en una banda de frecuencias en que la atenuación es inferior a 10 dB con relación a su valor a 800 Hz. Esto ocurrirá normalmente en el caso de frecuencias superiores a unos 260 ó 320 Hz e inferiores a unos 3150 ó 3400 Hz, respectivamente, tomadas como límites inferior y superior de la banda de frecuencias indicada en el cuadro 1/G.133.

CUADRO 1/G.133

	Límite inferior de la banda de frecuencias (ms)	Límite superior de la banda de frecuencias (ms)
Cadena internacional	30	15
Cada una de las cadenas nacionales a cuatro hilos	15	7,5
Conjunto de la cadena a cuatro hilos	60	30

DIAFONÍA LINEAL [1]

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968)

1 Diafonía lineal entre diferentes cadenas de circuitos a cuatro hilos (antigua parte A)

Como objetivo de calidad de funcionamiento para redes, la relación señal/diafonía entre dos cadenas de circuitos a cuatro hilos que comprendan circuitos nacionales e internacionales se limita en las Recomendaciones G.151, § 4.1 y Q.45 [1], en lo que se refiere a los circuitos y a los centros internacionales, respectivamente.

2 Diafonía lineal entre los canales de ida y de retorno de una cadena de circuitos a cuatro hilos (antigua parte B)

Como objetivo de calidad de funcionamiento para redes, la relación señal/diafonía entre los dos sentidos de transmisión de una cadena de circuitos a cuatro hilos se limita en las Recomendaciones G.151, § 4.2 y Q.45 [1], en lo que se refiere a los circuitos y a los centros internacionales, respectivamente.

ANEXO A

(a la Recomendación G.134)

Métodos de medida de la diafonía en las centrales, en los circuitos telefónicos internacionales y en una cadena de circuitos telefónicos internacionales

A.1 El método a seguir para medir la diafonía depende de la naturaleza de ésta. Por lo general, se dará una u otra de las dos situaciones siguientes:

a) Diafonía en una central, proveniente esencialmente de una sola fuente o de varias fuentes vecinas.

b) Diafonía medida en el extremo de un circuito o de una cadena de circuitos, resultante de los efectos de numerosas fuentes repartidas a lo largo del circuito o de la cadena de circuitos. La diafonía total depende de las fases relativas de las diversas contribuciones y puede, por consiguiente, variar con la frecuencia. En los circuitos o cadenas de circuitos de gran longitud, puede tropezarse con dificultades al medir la diafonía a una sola frecuencia, como consecuencia de pequeñas variaciones durante las mediciones, de la frecuencia de los osciladores maestros que alimentan a los equipos de modulación situados en diversos puntos a lo largo de estos circuitos o cadena de circuitos.

A.2 Los métodos de que se dispone para medir la diafonía son los siguientes [2]:

a) Mediciones a una sola frecuencia (por ejemplo 800 ó 1000 Hz).

b) Mediciones a varias frecuencias (por ejemplo, 500, 1000 y 2000 Hz), tomando la media de las corrientes o tensiones medidas.

c) Mediciones hechas con un ruido aleatorio de espectro uniforme o con una señal constituida por una serie de armónicos próximos, cuya forma sea la de una curva de densidad de potencia vocal; estas mediciones deberán efectuarse conforme a lo dispuesto en la Recomendación citada en [3].

d) Mediciones con la voz y el oído, en las que la fuente perturbadora está constituida por corrientes vocales y la diafonía se mide de oído, comparando su nivel con el de una fuente de referencia cuyo nivel puede ajustarse por medio de una red de atenuación calibrada.

A.3 Hasta nuevo aviso, se recomienda aplicar provisionalmente los métodos siguientes en las «pruebas tipo» y en las «pruebas de aceptación» que impliquen mediciones de diafonía:

---

[1] Los métodos recomendados para medir la diafonía se describen en el anexo A.

[2] Se trata aquí de la frecuencia o frecuencias de medida que se han de emplear: la medición de la diafonía a una frecuencia dada se describe en [2].

A.3.1 *Diafonía en las centrales*

La diafonía debe medirse a la frecuencia de 1100 Hz, lo que equivale, según la experiencia de diversas Administraciones, a una medición hecha con un generador convencional de señales telefónicas (Recomendación G.227 [4]) y un sofómetro.

A.3.2 *Diafonía en un circuito telefónico internacional o en una cadena de circuitos telefónicos internacionales*

La diafonía debe medirse utilizando un ruido aleatorio de espectro uniforme, o una señal constituida por una serie de armónicos próximos cuya forma sea la de la curva de densidad de potencia vocal indicada en la Recomendación G.227 [4]; las mediciones deberán efectuarse conforme a lo dispuesto en la Recomendación citada en [3].

Observación 1 – De ser difícil hacer las mediciones según los métodos de los apartados a) o b) del § A.2, se recomienda que se hagan pruebas con la voz y el oído.

Observación 2 – En el caso de circuitos telefónicos utilizados para telegrafía armónica, deberá medirse la relación paradiafónica entre los dos sentidos de transmisión, a cada una de las frecuencias portadoras de los canales de telegrafía armónica, es decir, a cada múltiplo impar de 60 Hz, entre 420 y 3180 Hz, ambos inclusive. No obstante, en la práctica pueden existir dificultades, a causa del fenómeno mencionado en el apartado b) del § A.1.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Características de retransmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[2] *Medición de la diafonía*, Libro Verde, Tomo IV.2, suplemento N.º 2.4, UIT, Ginebra, 1973.

[3] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 9.2.

[4] Recomendación del CCITT *Señal telefónica convencional*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.227.

Recomendación G.135

ERROR EN LA FRECUENCIA RESTITUIDA

(Mar del Plata, 1968)

Como los canales de cualquier circuito telefónico internacional han de poder utilizarse para la telegrafía armónica, el objetivo de calidad de funcionamiento para redes en cuanto a la precisión de las frecuencias portadoras virtuales debe ser tal que entre una frecuencia vocal aplicada en el origen de un circuito y la que le corresponda en el otro extremo, haya una diferencia máxima de 2 Hz cualquiera que sea la constitución del circuito, es decir, haya o no modulaciones y demodulaciones intermedias.

Para lograr este objetivo, el CCITT recomienda que las frecuencias portadoras de los canales y de las diversas clases de grupos tengan las precisiones indicadas en los puntos pertinentes de la Recomendación G.225 [1].

La experiencia ha demostrado que si se controla debidamente el funcionamiento de los osciladores concebidos según estas cláusulas, la diferencia entre la frecuencia aplicada en el origen de un canal telefónico y la frecuencia restituida en el otro extremo no es prácticamente jamás superior a 2 Hz, si el canal tiene la constitución del circuito ficticio de referencia de 2500 km para el sistema considerado.

Los cálculos indican que si se respetan estas cláusulas en el caso de la cadena a cuatro hilos que intervenga en la conexión ficticia de referencia definida en la figura 1/G.103 [1], hay una probabilidad de aproximadamente el 1% de que la diferencia de frecuencia entre el origen y el extremo de la conexión exceda de 3 Hz, y una probabilidad inferior al 0,1% de que exceda de 4 Hz.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Recomendaciones relativas a la precisión de las frecuencias portadoras*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.225.

[2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 16 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.235.

[3] Informe del CCIR *Influencia de los desplazamientos de frecuencia debidos al efecto Doppler y de las discontinuidades por conmutación en el servicio fijo por satélite*, Vol. IV, Informe 214-3, UIT, Ginebra, 1978.

[1] En realidad la cadena considerada en estos cálculos comprendía 16 pares de equipo de modulación y demodulación de canal (en lugar de 12) para tener en cuenta la presencia de cables submarinos con equipos ajustados a la Recomendación G.235 [2]. No obstante, no se ha tenido en cuenta la deriva de frecuencia por efecto Doppler que ocasionaría la presencia de un satélite no estacionario; en el Informe 214-3 del CCIR [3], se indican valores de esta deriva.

1.4 Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales; tránsito internacional

Recomendación G.141

ATENUACIONES, NIVELES RELATIVOS Y DISTORSIÓN DE ATENUACIÓN

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968 y Ginebra, 1972 y 1980)

Las partes A y B de las anteriores versiones de esta Recomendación tratan de los «Convenios y definiciones» y la «Interconexión de circuitos internacionales en un centro de tránsito», respectivamente. Esta última información ha sido modificada y forma ahora parte del § 5 de la Recomendación G.101.

1 Distorsión de atenuación (antigua parte C)

1.1 *Condiciones totalmente analógicas*

Según los objetivos de diseño recomendados para los equipos terminales de portadoras en la Recomendación citada en [1] para una cadena de seis circuitos, equipado cada uno de ellos con un solo par de moduladores de canal conformes a dicha Recomendación, el objetivo de calidad de funcionamiento de la red para la distorsión de atenuación indicado en la figura 1/G.132 se alcanzará en la mayor parte de los casos. Se incluye la distorsión introducida por los seis centros internacionales.

Observación – Para evaluar la distorsión de atenuación de la cadena internacional, no deben sumarse los límites indicados para los circuitos internacionales en el § 1 de la Recomendación G.151, y los fijados para los centros internacionales en la Recomendación Q.45 [2]. En efecto, por una parte, algunos equipos de las centrales se contarían dos veces si se procediera a esta adición y, por otra, los límites especificados en la Recomendación Q.45 [2] se aplican a la peor conexión a través de una central internacional, y los límites del § 1 de la Recomendación G.151, al peor circuito internacional. De hecho, las especificaciones de los diversos equipos son tales que la calidad de funcionamiento media será bastante mejor que la que podría estimarse mediante dicha adición.

1.2 *Condiciones mixtas analógico/digitales*

Se espera que, en el periodo mixto analógico/digital, las características de atenuación en función de la frecuencia de los equipos terminales analógicos de portadoras que habrán de utilizarse en las conexiones telefónicas internacionales continuarán ajustándose a las actuales Recomendaciones pertinentes para este tipo de equipo.

Cuando deban incluirse en las conexiones telefónicas internacionales procesos digitales MIC no integrados, se recomienda que la característica de atenuación en función de la frecuencia de los filtros paso banda asociados a estos procesos se ajusten a la versión más estricta de la figura 1/G.712 [3]. Esta última Recomendación se aplica específicamente a los casos en que existen procesos digitales MIC no integrados asociados con circuitos locales (circuitos que conectan una central local con una central urbana), circuitos interurbanos (que interconectan dos centrales de dos redes locales diferentes) y circuitos internacionales.

Con respecto a la incorporación de procesos digitales MIC no integrados en redes telefónicas locales, la característica requerida de atenuación en función de la frecuencia de los filtros paso banda utilizados se encuentra aún en estudio.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 1.

[2] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[3] Recomendación del CCITT *Características de calidad de los canales MIC a frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.712, figura 1/G.712.

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DE LAS CENTRALES

(Ginebra, 1980)

Esta Recomendación consta de dos partes. La primera trata de las características de transmisión a frecuencias vocales de las centrales analógicas internacionales. La información pertinente figura en la Recomendación Q.45 [1], cuyo texto se reproduce a continuación. La segunda parte, el § 2, contiene consideraciones sobre la transmisión a frecuencias vocales y debe tenerse en cuenta en el diseño de las centrales digitales y su incorporación en la red. Las centrales digitales a que se hace referencia comprenden centrales locales y de tránsito (nacionales e internacionales). Las consideraciones sobre la transmisión se refieren principalmente a las propiedades que deben poseer las centrales digitales para poder funcionar en condiciones de red diferentes y cambiantes en lo que respecta al contenido de equipo analógico, mixto analógico/digital y totalmente digital.

1 Central analógica internacional

Los requisitos de transmisión que deberá satisfacer una central analógica internacional para la puesta en servicio inicial se indican en la Recomendación Q.45 [1].

2 Centrales digitales

2.1 *Procesos digitales – efecto sobre la transmisión*

Las centrales digitales (MDT) deben incluir, en mayor o menor grado, procesos digitales tales como los efectuados por codificadores analógico/digital, decodificadores digital/analógico y procesos de registro digital, ejemplo de los cuales son los convertidores de ley de compresión-expansión y los atenuadores digitales. La medida en que estos procesos podrían incluirse en una central digital está determinada por el ambiente de red dentro del cual ha de funcionar la central (es decir, un ambiente totalmente analógico, mixto analógico/digital, o totalmente digital).

Procesos digitales de la naturaleza de los mencionados acarrean penalizaciones de transmisión. Estas penalizaciones pueden expresarse en términos de «unidades de degradación de la transmisión».

Se ha fijado un límite a la acumulación admisible de unidades de degradación de la transmisión en una conexión telefónica internacional. En los § 4 de la Recomendación G.101 y 5 de la G.113, se dan detalles sobre la regla de planificación que se deriva de este límite y las penalizaciones introducidas por los distintos procesos digitales.

De acuerdo con el § 3 de la Recomendación G.113, se recomienda provisionalmente que en una conexión internacional no se permita una acumulación superior a 14 unidades de degradación de la transmisión. De estas 14 unidades, cada una de las prolongaciones nacionales podría introducir un máximo de cinco y la parte internacional un máximo de cuatro unidades. Como un par codec (codificador y decodificador) MIC de 8 bits introduce una unidad de degradación de la transmisión, es evidente que no debe permitirse que los procesos digitales MIC no integrados que implican conversiones analógico/digital (por ejemplo codecs), o los procesos digitales que implican el registro de información (por ejemplo, atenuadores digitales) proliferen de manera no controlada. La figura 1/G.142 ilustra algunos de los trayectos de transmisión que pudieran establecerse a través de una central digital y las «unidades de degradación de la transmisión» atribuibles a los procesos digitales en estos trayectos.

2.2 *Pérdida de transmisión a través de una central digital*

La función de conmutación digital a 4 hilos en una central digital debe introducir una pérdida de transmisión nominal de 0 dB. Así, en la figura 1/G.142 (caso 1), si se aplica una señal de prueba sinusoidal de 0 dBm0 a los terminales analógicos de un codificador ideal conectado a la entrada de un conmutador digital, una secuencia de referencia digital (SRD) deberá transmitirse sin cambio alguno a través del conmutador y producir una señal sinusoidal de 0 dBm0 en los terminales analógicos de un decodificador conectado a la salida del conmutador digital.

Con excepción de la pérdida de transmisión considerada más arriba (y quizá la posible pérdida debida al cableado de la central), todas las pérdidas de transmisión que deba introducir una central digital, sea en forma digital o en forma analógica, serán determinadas por el plan de transmisión aplicable (véase el § 2.4).

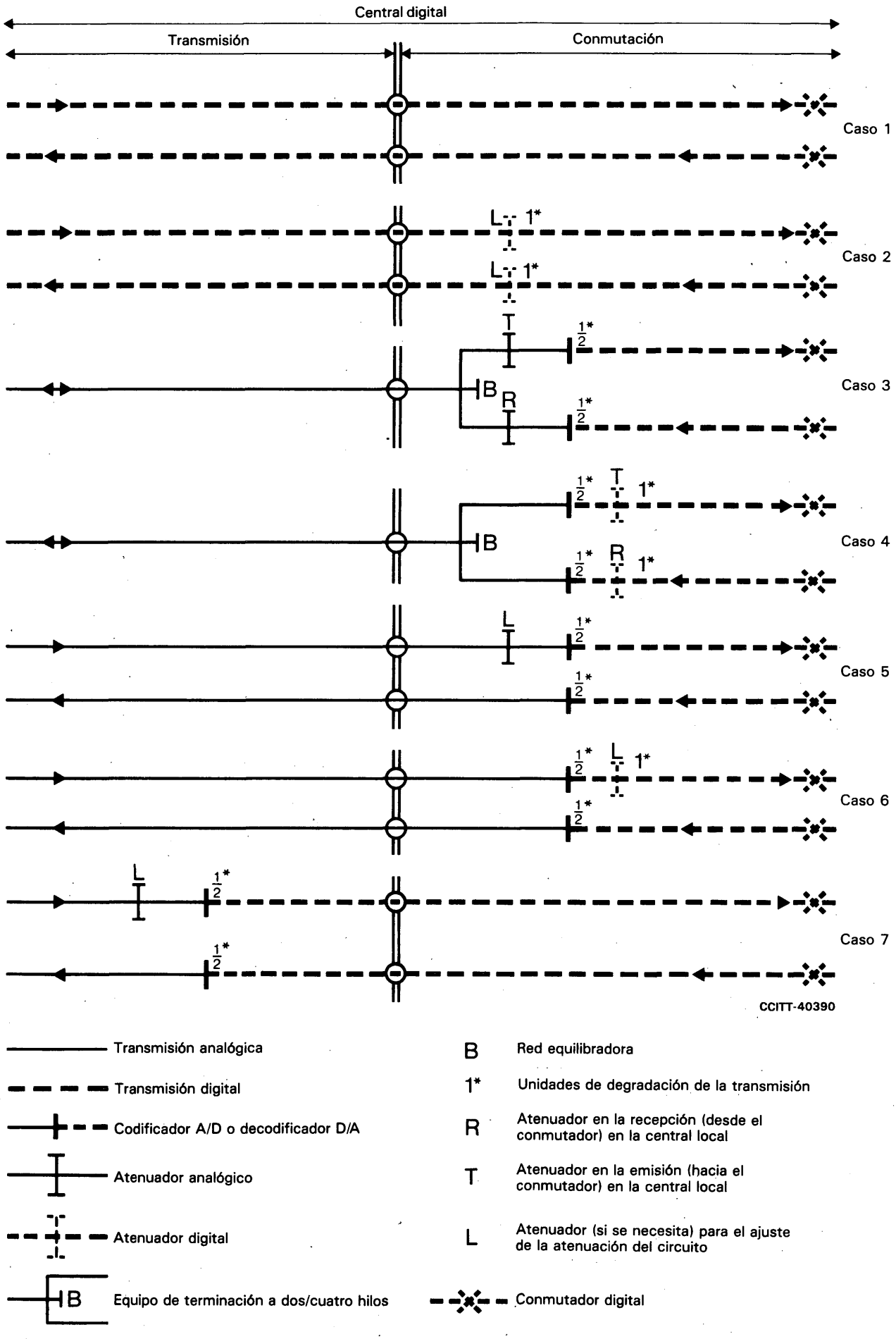


FIGURA 1/G.142

Trayectos de transmisión en centrales digitales

2.3 *Niveles relativos*

En trayectos digitales de una red totalmente digital, los niveles relativos no tienen sentido real, ni aplicación alguna. Sin embargo, mientras una parte considerable de la red telefónica mundial sea de naturaleza analógica, será necesario y útil asignar niveles relativos a las centrales digitales.

Los niveles relativos asignados a una central digital son aplicables en los extremos virtuales analógicos de la central. Los extremos virtuales analógicos son puntos teóricos, como se ha explicado en el § 5.1 de la Recomendación G.101. El concepto en que se inspira la aplicación de niveles relativos en los extremos virtuales analógicos de una central digital se trata en los § 4.2 y 5.2 de la Recomendación G.101.

De conformidad con el § 5.2 de la Recomendación G.101, el nivel relativo en la emisión de una central digital internacional debe ser de −3,5 dBr. En el caso de centrales digitales en prolongaciones nacionales, los niveles relativos en la emisión deben regirse por el plan de transmisión nacional aplicable.

A propósito del nivel relativo en la recepción de una central digital, este nivel está relacionado con la pérdida de transmisión de los circuitos que terminan en la central. En el caso de una central digital internacional sería conveniente que el nivel relativo en la recepción fuera de −3,5 dBr, para no tener que introducir atenuadores digitales. No obstante, véanse excepciones en la observación general del § 4.2 de la Recomendación G.101. En el caso de prolongaciones nacionales, los niveles relativos en la recepción, al igual que en el caso de los niveles relativos en la emisión, se determinarán sobre la base del plan nacional de transmisión aplicable.

2.4 *Control de la estabilidad y el eco*

Los requisitos para el control de la estabilidad y el eco en las conexiones internacionales en condiciones de redes totalmente digitales o mixtas analógico/digitales se estipulan en la Recomendación G.122. De acuerdo con la mencionada Recomendación, el ejercicio de este control es responsabilidad principal de las prolongaciones nacionales. Las disposiciones para ejercer este control se indican en el § 6 de la Recomendación G.121.

El § 6 de la Recomendación G.121 proporciona la estructura dentro de la cual los distintos planes de transmisión nacionales preverán las características necesarias para ejercer el control requerido. En el caso de una prolongación nacional digital a cuatro hilos (es decir, totalmente digital hasta la central local, pero con líneas de abonado análogicas a dos hilos), el control puede efectuarse enteramente en la central local. Cuando la prolongación nacional sea de naturaleza mixta analógico/digital, el control podrá estar distribuido, en algunos planes nacionales de transmisión, entre las diferentes partes de la prolongación nacional, pero la responsabilidad principal recaerá, en general, también en este caso, en la central local. La figura 1/G.142 contiene ejemplos de algunas de las diferentes configuraciones que pudieran encontrarse en una central digital.

La configuración del caso 1 de la figura 1/G.142 ilustra la terminación de un circuito digital en lo que pudiera ser una central digital nacional o internacional. En este caso particular, el circuito debe explotarse sin introducir una pérdida adicional en la central.

La configuración del caso 2 de la figura 1/G.142 ilustra también la terminación de un circuito digital en una central digital nacional o internacional, pero en este caso el plan de transmisión pertinente exige que se asocie al circuito una pérdida en la central por medio de atenuadores digitales. Véase el § 2.6 sobre la utilización de los atenuadores digitales.

La configuración del caso 3 de la figura 1/G.142 ilustra la terminación de una línea de abonado a dos hilos en una central local digital. Los símbolos de atenuadores R y T sólo tienen por objeto representar una atenuación o un ajuste de nivel efectuado en la parte analógica. En el § 6 de la Recomendación G.121, se indican valores adecuados para R y T.

La configuración del caso 4 de la figura 1/G.142 es similar a la del caso 3 de la que sólo se diferencia en que las atenuaciones R y T son proporcionadas en la parte digital. Véase el § 2.6 sobre la utilización de los atenuadores digitales.

Las configuraciones de los casos 5, 6 y 7 de la figura 1/G.142 ilustran la terminación de circuitos analógicos en una central digital nacional o internacional. En el caso 5 se utiliza un atenuador analógico (L) para introducir la pérdida de circuito necesaria de conformidad con el plan de transmisión aplicable. El caso 6 es similar al caso 5 pero para introducir la pérdida necesaria de circuito se utiliza un atenuador digital (L). El caso 7 es también similar al caso 5 del que se diferencia en que el atenuador analógico (L), así como el codificador A/D y el decodificador D/A, se han previsto como parte del equipo de transmisión asociado al circuito y no mediante un equipo incorporado como parte del sistema de conmutación. Aunque no se muestran en la figura 1/G.142, los codificadores A/D, decodificadores D/A, equipos de terminación a dos/cuatro hilos y atenuadores presentes en los casos 2, 3 y 4 pueden también preverse como parte del equipo de transmisión en el lado transmisión de la central y no como un equipo incorporado como parte del sistema de conmutación.

2.5 *Transmisión local*

En comunicaciones locales entre abonados atendidos por la misma central local digital, la conmutación de líneas de abonado a dos hilos como las indicadas en la figura 1/G.142, caso 3, da por resultado una configuración de equipos que tiene la apariencia de un repetidor para frecuencias vocales (véase la figura 2/G.142). Como se sabe, tal configuración debe tener una atenuación suficiente a todo lo largo del bucle para asegurar un margen adecuado de estabilidad. Con el fin de proporcionar esta atenuación puede admitirse en ciertos casos cierta atenuación dos hilos/dos hilos. La atenuación pudiera proporcionarla el plan nacional de transmisión, pues en él se prevé la distribución adecuada del equivalente de referencia corregido para las comunicaciones locales. Sin embargo, en los casos en que la atenuación dos hilos/dos hilos deba ser comparable con la que existe generalmente en una central analógica, es decir, aproximadamente 0 dB, habrá que prever atenuaciones de equilibrado adecuadas en los enlaces dos hilos/cuatro hilos. Esto podría acarrear un aumento de los valores existentes de la atenuación de equilibrado en estos puntos. La Comisión de Estudio XII estudia actualmente métodos para efectuar esto.

El aumento de las atenuaciones de equilibrado mencionadas anteriormente debe ejercer también un efecto favorable para el control del eco y la estabilidad en las conexiones nacionales, más allá de la central local, así como en las conexiones internacionales.

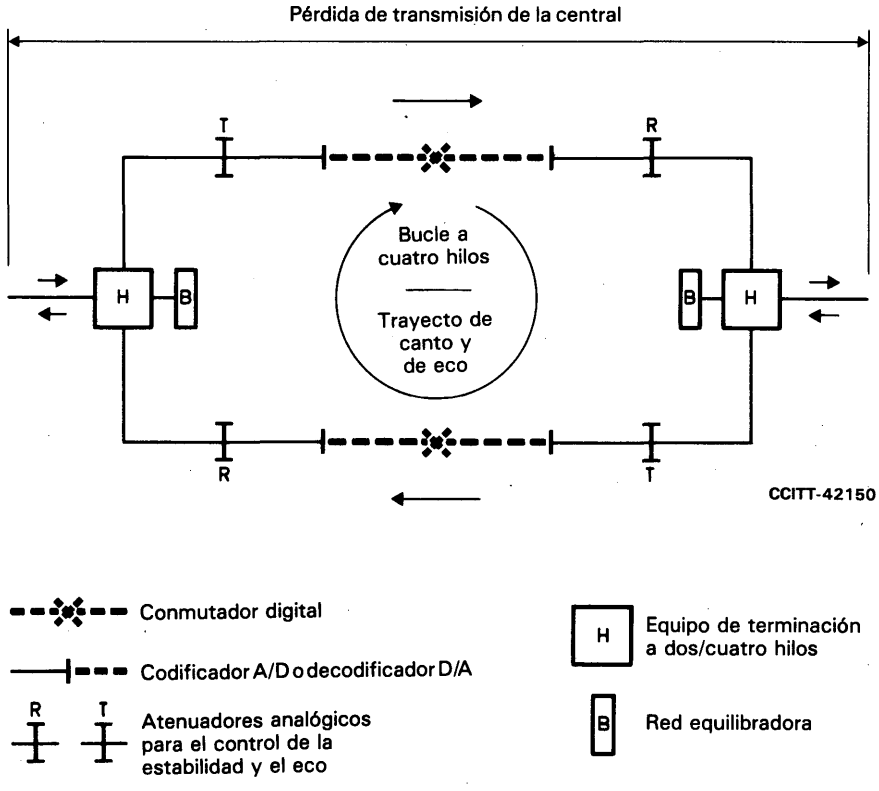


FIGURA 2/G.142

Configuración de una central local digital en conexiones dos hilos/dos hilos

2.6 *Atenuadores digitales*

La utilización de un atenuador digital para introducir la pérdida de transmisión requerida en un trayecto digital acarrea una penalización de transmisión. Esta penalización tiene que deducirse del margen de «unidades de degradación de la transmisión» atribuido a las partes nacional e internacional de las conexiones internacionales (véase el § 3 de la Recomendación G.113.) Además, como los atenuadores digitales implican la utilización de procesos de registro digital, su empleo en trayectos en que es necesario preservar la integridad de los bits no es nada atractivo. Esta es una importante consideración que deberá tenerse presente cuando se contemple la creación de redes polivalentes. En consecuencia, si hay que introducir atenuadores digitales, se deben tomar disposiciones para desconectarlos o saltarlos.

2.7 *Retardo de transmisión*

Los retardos de transmisión a través de las centrales digitales podrían ser apreciables. Por ejemplo, estos retardos podrían tener por consecuencia una disminución de la longitud de las conexiones en que deban aplicarse dispositivos de protección contra el eco (por ejemplo, supresores de eco o compensadores de eco). Los retardos de transmisión en centrales locales digitales (o en centrales privadas digitales conectadas a la red pública) (PBX digitales) pudieran afectar en ciertos casos al equilibrio de impedancia entre las líneas de abonado y la central (o PBX) de una manera que pudiera influir adversamente en el efecto local para los abonados. Por tanto, los retardos de transmisión a través de las centrales digitales deben reducirse al mínimo. Para los detalles del retardo introducido por los diversos elementos de los equipos y sistemas digitales, véase el § 2 de la Recomendación G.114.

Como información para fines de planificación de la transmisión, se indican a continuación los retardos de transmisión que pudieran encontrarse en las centrales digitales:

2.7.1 *Para una central digital (nacional o internacional)* (véase el cuadro 1/G.142)

CUADRO 1/G.142

Retardos de transmisión en ambos sentidos

Interconexión	Valor medio	Valor no rebasado con una probabilidad del 95%
Digital-digital	$\leqslant$ 900 μs	1500 μs
Digital-analógica	$\leqslant$ 1500 μs	2100 μs
Analógica-analógica	$\leqslant$ 2100 μs	2700 μs

2.7.2 *Para una central local digital*

Se encuentran en estudio los retardos de transmisión que pudieran encontrarse en una central local digital.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

Recomendación G.143

RUIDO DE CIRCUITO Y UTILIZACIÓN DE COMPANSORES (COMPRESORES-EXPANSORES)

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968, y Ginebra, 1972 y 1980)

1 **Objetivo de ruido para la telefonía** (antigua parte A)

1.1 *Principios*

Habida cuenta de los objetivos de calidad de funcionamiento para redes en cuanto al ruido admitido en las redes nacionales (Recomendación G.123), es conveniente que el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la potencia sofométrica media del ruido total generado durante una hora cualquiera por una cadena de seis circuitos internacionales, algunos de los cuales puede tener más de 2500 km de longitud, en una conexión utilizada para conferencias telefónicas internacionales, no exceda de 50 000 picovatios con relación al punto de nivel relativo cero del primer circuito de la cadena (nivel de −43 dBm0p).

Por supuesto, se espera que el valor de ruido total sea inferior si la cadena internacional comprende sólo un pequeño número de circuitos internacionales, de longitud no superior a 2500 km, conformes con las disposiciones de la Recomendación G.152 (en particular, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido de dichos circuitos consiste en que la potencia sofométrica media en una hora cualquiera no exceda de 10 000 pW en un punto de nivel cero del circuito, nivel de −50 dBm0p).

Como han de establecerse, sin embargo, conexiones de más de 25 000 km, el CCITT recomienda como objetivo que en las secciones de longitud superior a 2500 km se prevean equipos de línea con un objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido no muy superior a *L* picovatios en un circuito de *L* kilómetros utilizado para el tráfico internacional [1]. Por otro lado, sólo pueden derivarse ventajas de la adopción del mismo objetivo para secciones más cortas, siempre que sea posible.

Observación 1 – La Recomendación M.580 [2] trata de los objetivos de ruido para el mantenimiento. El cuadro 4/M.580 de dicha Recomendación se reproduce a continuación.

CUADRO 4/M.580

Objetivos de ruido para el mantenimiento de circuitos del servicio telefónico público

Distancia (km)	< 320	321 a 640	641 a 1600	1601 a 2500	2501 a 5000	5001 a 10 000	10 001 a 20 000
Ruido (dBm0p)	−55	−53	−51	−49	−46	−43	−40

Observación 2 – En términos estrictos, el objetivo de ruido para los sistemas de comunicación por satélite (véase el § 3 de la Recomendación G.153) no puede expresarse en picovatios por kilómetro. (Véase asimismo la observación de la Recomendación M.580 [2].)

1.2 *Ruido producido por los equipos*

Se puede evaluar el objetivo de diseño para equipos en cuanto al ruido producido por los equipos de modulación de la cadena más larga (véase la figura 1/G.103) de circuitos internacionales de la conexión ficticia de referencia suponiendo que comprenden:

- 6 pares de modulación de canal, o de 8 a 10 pares si se utilizan equipos de 3 kHz en rutas transoceánicas;
- de 12 a 14 pares de modulación de grupo primario;
- de 18 a 24 pares de modulación de grupo secundario,

para el conjunto de los cuales es más que suficiente prever un objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la potencia sofométrica combinada total de 5000 a 7000 pW0p (en el punto de nivel relativo cero del primer circuito de la cadena a cuatro hilos).

El objetivo de diseño para equipos, de −67 dBm0p en cuanto a la potencia sofométrica horaria media en cada punto de conmutación internacional (Recomendación Q.45 [3]), equivale a unos 2000 pW0p en el punto de nivel relativo cero del primer circuito de la cadena a cuatro hilos.

Se observa, pues, que el objetivo de diseño para equipos en cuanto al ruido producido por los equipos no contribuye en gran medida al objetivo de calidad de funcionamiento para redes en cuanto al ruido total generado por la cadena internacional.

1.3 *División del objetivo global de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido*

En principio, las secciones terrestres de la cadena internacional establecidas mediante sistemas de portadoras, que utilizan cable o radioenlaces, deben proporcionar circuitos de la calidad definida anteriormente. En la práctica, y previo acuerdo entre las Administraciones, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido puede dividirse entre los sistemas submarinos y los sistemas terrestres de forma que los sistemas por cable submarino contribuyan con un ruido algo menor por unidad de longitud, por ejemplo, 1 pW/km, y los sistemas terrestres con un ruido algo mayor por unidad de longitud, por ejemplo, 2 pW/km como máximo. Puede llegarse a este resultado estableciendo sistemas especiales o eligiendo adecuadamente los canales de sistemas construidos con arreglo al objetivo de 3 pW/km.

Observación – En ciertos países se han establecido sistemas terrestres que constituyen una parte importante de un circuito de longitud muy superior a 2500 km (por ejemplo 5000 km o más) con el mismo objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido que para el sistema por cable submarino, por ejemplo, 1 pW/km.

1.4 *Circuitos explotados con concentradores de comunicaciones* [1]

Sería conveniente que todos los circuitos que compongan un haz cuya explotación deba hacerse con un concentrador de comunicaciones tengan aproximadamente el mismo nivel de potencia de ruido, en condiciones de funcionamiento.

2 Empleo de compansores (compresores-expansores) silábicos [2] (antigua parte B)

Durante tiempo todavía seguirán estableciéndose circuitos internacionales (y nacionales) en sistemas de transmisión existentes concebidos en función de normas diferentes, por ejemplo, 4 pW/km, como se indica en la Recomendación G.152. Además, el ruido de circuito producido por sistemas de transmisión puede rebasar los valores obtenidos en un principio, a causa del envejecimiento del sistema y de variaciones de la carga. Es necesario, por tanto, poder aplicar un criterio sencillo a efectos de planificación, para determinar si, en lo que respecta a la potencia de ruido, un circuito internacional es apropiado para establecer conexiones telefónicas mundiales de varios circuitos, o si puede ser utilizado con este fin dotándole de compansores silábicos [2].

En la actualidad, se recomienda que se limite el empleo sistemático de compansores conformes con la Remendación G.162 en la red nacional e internacional de larga distancia.

Hay que subrayar que la acción de un compansor duplica el efecto de las variaciones del equivalente que se originan en la parte del circuito comprendida entre el compresor y el expansor y que, por consiguiente, de ser necesarios, los compansores deberán montarse en los extremos de secciones de circuito establecidas en sistemas de transmisión en línea intrínsecamente estables, tales como los sistemas por cable submarino.

El CCITT recomienda a título de orientación la siguiente regla de planificación para determinar si un circuito internacional exige un compansor:

Si el nivel de la potencia sofométrica media horaria del ruido del circuito en un circuito internacional de longitud muy superior a 2500 km (por ejemplo, 5000 km o más) es inferior a −44 dBm0p (en un punto de nivel relativo cero de ese circuito), no se necesita ningún compansor.

Si el nivel de potencia del ruido del circuito es de −44 dBm0p (40 000 pW0p) o superior, conviene instalar un compansor.

Queda entendido, claro es, que los circuitos de longitud igual o inferior a 2500 km deben cumplir en todos los casos los objetivos generales de ruido de la Recomendación G.222 [4], sin necesidad de compansores.

Observación 1 – Se ha preparado esta regla para permitir la planificación de la red telefónica internacional utilizando los circuitos actualmente disponibles. No debe interpretarse en ningún caso como una reducción de los objetivos recomendados en § 1 de la presente Recomendación para los proyectos de construcción. Tampoco debe aplicarse al mantenimiento (véase la observación 1 del § 1.1).

Observación 2 – Los compansores utilizados deberán respetar los límites estipulados en la Recomendación G.162.

Observación 3 – De acuerdo con la Recomendación citada en [5], se retirarán del servicio los circuitos con un nivel de potencia de ruido de −37 dBm0p o más.

3 Límites de ruido para la telegrafía (antigua parte C)

Los límites de ruido para la telegrafía son los indicados en la Recomendación H.22 [6].

4 Límites de ruido para la transmisión de datos (antigua parte D)

En transmisión de datos, y a velocidades binarias que no excedan de 1200 bit/s, se aceptan los objetivos siguientes. Se espera que los valores reales encontrados en muchos circuitos y conexiones sean mejores que los límites siguientes.

4.1 *Circuitos arrendados para transmisión de datos*

Suponiendo que se eviten circuitos sujetos a perturbaciones por ruidos impulsivos, y que se aplique una velocidad de modulación lo más elevada posible sin que se produzca una tasa de errores crítica, el valor de −40 dBm0p parece constituir un límite razonable para el ruido aleatorio de espectro uniforme en los circuitos *arrendados* para transmisión de datos.

---

[1] Por ejemplo, TASI (Time Assignment Speech Interpolation) o CELTIC (Concentrateur exploitant les temps d'inoccupation des circuits); véase la Recomendación G.163.

[2] Los compansores instantáneos asociados a ciertos sistemas de transmisión se consideran parte integrante de esos sistemas.

4.2 *Conexiones establecidas por conmutación*

En este caso, puede admitirse un límite para los proyectos de construcción de circuitos intercontinentales (si hay que prever el empleo de compansores) de −36 dBm0p sin compansores.

Referencias

[1] *Libro Rojo* del CCITT, Tomo V *bis*, anexos B y C, edición en francés y en inglés, UIT, Ginebra, 1965.

[2] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580.

[3] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[4] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.

[5] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580, § 6.

[6] Recomendación del CCITT *Condiciones impuestas a los enlaces internacionales de telegrafía armónica (a 50, 100 ó 200 baudios)*, Tomo III, fascículo III.4, Rec. H.22.

1.5 Características de los circuitos telefónicos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación

Recomendación G.151

OBJETIVOS GENERALES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO APLICABLES A TODOS LOS CIRCUITOS MODERNOS INTERNACIONALES Y NACIONALES DE PROLONGACIÓN

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968, y Ginebra, 1972 y 1980)

1 **Distorsión de atenuación** (antigua parte A)

Los objetivos de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la distorsión de atenuación de los circuitos internacionales y de los circuitos nacionales de prolongación deben, cada uno de ellos, permitir que se cumplan los objetivos de calidad de funcionamiento de la red estipulados en la Recomendación G.132. En la Recomendación G.232 [1] se especifican los objetivos de diseño de los equipos terminales de modulación de canal por portadoras con una separación de 4 kHz que permiten alcanzar este objetivo.

De las Recomendaciones citadas se desprende que la banda de frecuencias efectivamente transmitida por un circuito telefónico, según la definición adoptada por el CCITT (es decir, la banda en que la distorsión de atenuación no excede de 9 dB, con relación al valor a 800 Hz), será algo más ancha que la banda de 300 a 3400 Hz; para un solo par de equipos de modulación y de demodulación de canal de este tipo, la distorsión de atenuación a 300 y a 3400 Hz no excederá jamás de 3 dB, y su valor medio en un gran número de equipos no excederá de 1,7 dB (véanse los gráficos A y B de la figura 1/G.232 [2]). Incluso los circuitos de constitución más compleja y los que utilizan equipos terminales con una separación entre canales de 3 kHz conformes con la Recomendación G.235 [3], deben ajustarse a los límites de la figura 1/G.151; para respetar estos límites, de ser necesario, se insertarán igualadores al establecer los circuitos (véase la Recomendación M.580 [4]).

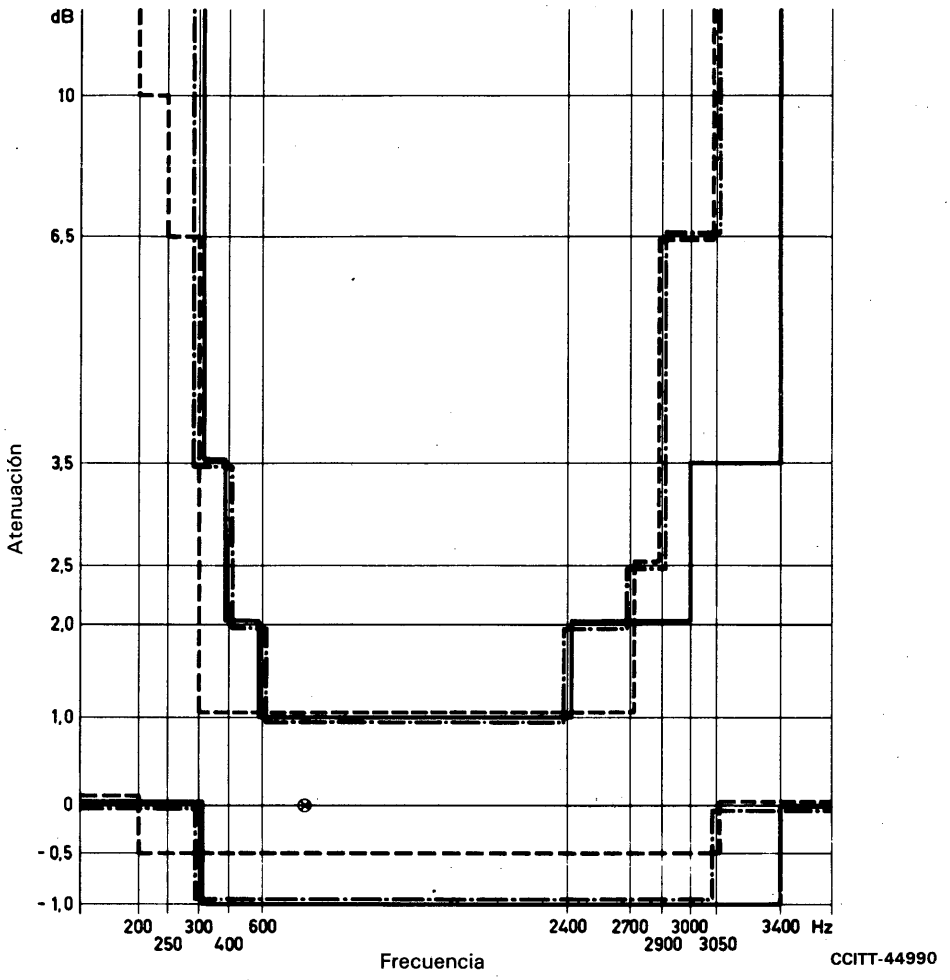


FIGURA 1/G.151

Límites de ajuste de circuitos provistos de equipos de canal de 3 kHz y de 4 kHz

Observación 1 – El CCITT ha estudiado la posibilidad de recomendar de manera precisa una frecuencia inferior a 300 Hz como límite inferior de la banda de frecuencias efectivamente transmitida, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Los resultados de las pruebas subjetivas realizadas por ciertas Administraciones indican que se puede mejorar la calidad de transmisión si el límite inferior de la banda de frecuencias transmitida pasa de 300 Hz a 200 Hz. Esas pruebas indican una notable mejora de la sonoridad de las señales vocales recibidas y de la calidad de transmisión, juzgada a base de pruebas de opinión; en cambio la mejora de la nitidez es muy pequeña.

2) En cambio, esta ampliación presentaría probablemente las siguientes desventajas:

   a) aumentaría ligeramente el precio de coste de los equipos;

   b) originaría algunas dificultades en lo que respecta al equilibrado de los equipos de terminación de la cadena a cuatro hilos, si se quieren explotar los circuitos a cuatro hilos sin rebasar las atenuaciones nominales recomendadas en el nuevo plan de transmisión;

   c) aumentaría la eventual sensibilidad a las interferencias, se trate de ruido subjetivo, o de perturbaciones que introduzcan interferencias en el equipo de portadoras (véase la Recomendación citada en [5]) o que modifiquen la ganancia del compansor;

d) la energía adicional, transmitida como consecuencia de la ampliación de la banda, podría sobrecargar los sistemas de portadoras;

e) esta ampliación impediría utilizar los sistemas de señalización fuera de banda reconocidos por el CCITT.

Habida cuenta de estas consideraciones, el CCITT ha formulado las anteriores Recomendaciones, relativas a las señales transmitidas a frecuencias comprendidas entre 300 y 3400 Hz.

Observación 2 – Al mismo tiempo que aplican las Recomendaciones del CCITT, las Administraciones pueden ponerse en acuerdo para transmitir señales por circuitos internacionales en frecuencias inferiores a 300 Hz. Como es natural, cada Administración puede decidir la transmisión de señales a frecuencias inferiores a 300 Hz por sus circuitos nacionales de prolongación, siempre que de este modo esté en condiciones de aplicar el plan de transmisión del CCITT a las comunicaciones internacionales.

2 **Retardo de grupo** (antigua parte B)

Los objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al retardo de grupo de circuitos internacionales y de circuitos nacionales de prolongación deberán permitir que se satisfagan los objetivos de calidad de funcionamiento para redes indicados en las Recomendaciones G.114 y G.133.

3 **Variación de la atenuación en función del tiempo** (antigua parte C)

El CCITT recomienda los siguientes objetivos de calidad de funcionamiento para circuitos [se ha empleado el objetivo a) para evaluar la estabilidad de las conexiones internacionales; véase el § 1 de la Recomendación G.131]:

a) La desviación típica de la variación de atenuación de un circuito no debe exceder de 1 dB. Este objetivo puede lograrse ya en los circuitos establecidos en un solo enlace en grupo primario provisto de reguladores automáticos, y debe alcanzarse en cada circuito nacional, esté o no provisto de reguladores. La desviación típica no debe exceder de 1,5 dB en los demás circuitos internacionales.

b) La diferencia entre el valor medio y el valor nominal de atenuación en cada circuito no debe exceder de 0,5 dB.

4 **Diafonía lineal** [1] (antigua parte D)

4.1 *Entre circuitos*

El objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la relación paradiafónica o telediafónica (correspondiente sólo a la diafonía inteligible), medida en audiofrecuencia en la central interurbana entre dos circuitos completos, en posición de servicio terminal, no debe ser inferior a 65 dB.

Observación 1 – Cuando en un sistema está siempre presente un nivel mínimo de ruido de por lo menos 4000 pW0p (como puede suceder en el caso de sistemas por satélite, por ejemplo), es aceptable una relación diafónica reducida de 58 dB entre circuitos.

Observación 2 – Los cables de pares coaxiales que se ajusten a las Recomendaciones G.622 [6] y G.623 [7] permiten satisfacer ya esta condición si se supone que la diafonía debida al cable y la diafonía debida al equipo no se introducen en la misma banda de frecuencias. Por otra parte, los sistemas MDF por cables de pares simétricos no siempre permiten que se satisfaga un límite más estricto que 58 dB.

Observación 3 – En los casos en que la longitud de una sección homogénea de un sistema de transmisión real exceda considerablemente de la longitud de una sección homogénea del circuito ficticio de referencia, el límite de 65 dB pudiera no ser satisfecho en todos los casos para todos los canales del sistema.

4.2 *Entre los canales de ida y de retorno de un circuito a cuatro hilos*

4.2.1 *Circuitos telefónicos ordinarios* (véase más adelante la observación 1)

Dado que todos los circuitos telefónicos ordinarios pueden también utilizarse como soportes de telegrafía armónica, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la relación paradiafónica entre los dos sentidos de transmisión debe ser como mínimo igual a 43 dB.

---

[1] Los métodos recomendados para medir la diafonía se describen en el anexo A a la Recomendación G.134.

4.2.2 *Circuitos utilizados con un concentrador de comunicaciones*

En los circuitos o secciones de circuito utilizados para interconectar equipos terminales provistos de concentradores de comunicaciones, la paradiafonía entre dos canales aparacerá como diafonía entre circuitos; el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la relación paradiafónica total entre los concentradores de comunicaciones no debe ser, en consecuencia, inferior a 58 dB (véanse las observaciones 2 y 4).

4.2.3 *Circuitos utilizados con supresores de eco modernos, por ejemplo, circuitos por satélite de gran altitud*

El objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la relación paradiafónica de cualquier circuito provisto de semisupresores de eco terminales, de construcción moderna, controlados desde el extremo alejado, no debe ser inferior a 55 dB. Esta cláusula tiene por objeto impedir la anulación del efecto de bloqueo producido por supresores de eco modernos (véanse las observaciones 2, 3 y 4).

Observación 1 – El § 4.2.1 precedente se refiere a circuitos telefónicos sin supresores de eco modernos concebidos para tiempos de propagación elevados (o que no impliquen la utilización de dichos supresores de eco). Los circuitos que pueden formar parte de conexiones por conmutación con tiempos de propagación elevados y, por lo tanto, comprendidos entre semisupresores de eco terminales de construcción moderna, deben ajustarse en lo posible a las normas más elevadas del presente § 4.2.3.

Observación 2 – El equipo de modulación de canal constituye el principal trayecto diafónico entre los canales de ida y de retorno, en los circuitos o secciones de circuito establecidos en sistemas de portadoras provistos de equipos modernos de modulación y de transmisión en línea (a este respecto, véase la observación 4). Se observará que los trayectos de diafonía entre la entrada y la salida de alta frecuencia, e igualmente entre la entrada y la salida de frecuencias vocales de los equipos de modulación de canal, contribuyen a la relación señal/diafonía entre los canales de ida y de retorno de los circuitos o secciones de circuito. Es conveniente tener en cuenta estos dos trayectos cuando se estudian circuitos o secciones de circuito utilizados entre equipos terminales con concentradores de comunicaciones o entre supresores de eco modernos. Pueden presentarse los siguientes casos:

Concentradores de comunicaciones

Los trayectos de alta frecuencia y de baja frecuencia contribuyen a la relación señal/diafonía.

Supresores de eco

1) Circuito que comprende una sección de circuito entre semisupresores de eco controlados desde el extremo distante: predomina el trayecto de alta frecuencia.

2) Circuito que comprende más de una sección de circuito entre los supresores: en los puntos en que los equipos de modulación de canal se interconectan a frecuencias vocales, el trayecto de diafonía a frecuencias vocales de uno de los equipos es paralelo al trayecto de diafonía en alta frecuencia del otro, por lo que conviene tener en cuenta ambos trayectos.

3) Más de un circuito entre los supresores: se presenta esta situación cuando los semisupresores de eco adyacentes intermedios se desconectan (o neutralizan) por conmutación; en este caso, la diafonía entre los canales de ida y de retorno se produce de la misma forma que en el anterior caso 2), reemplazando los circuitos de las secciones de circuito.

Observación 3 – Si se utilizan equipos de modulación de canal que responden apenas a lo dispuesto en la Recomendación citada en [8] para un circuito compuesto de tres secciones de circuito, y admitiendo que las contribuciones de los trayectos de diafonía se suman en valores eficaces, la relación señal/diafonía tendrá en esas condiciones un valor de unos 60 dB.

Observación 4 – Si se utilizan equipos de modulación de canal para un circuito compuesto de tres secciones de circuito que responden apenas a lo dispuesto en la Recomendación citada en [9] y admitiendo que las contribuciones de los distintos trayectos de diafonía se suman en valores eficaces, la relación señal/diafonía más reducida entre los canales de ida y de retorno tendría un valor de unos 56 dB, esto es, 2 dB inferior al valor especificado para los concentradores de comunicaciones en el § 4.2.2. Sin embargo, estas hipótesis son exageradamente desfavorables y es poco probable que se presenten dificultades en la práctica. También se satisface el límite indicado para los supresores de eco en el § 4.2.3.

Observación 5 – Algunos sistemas de transmisión en línea de pares simétricos dan lugar, en circuitos derivados, a valores particularmente bajos de la relación señal/diafonía entre los canales de ida y de retorno. En lo posible, debe evitarse el empleo de estos sistemas para establecer circuitos o secciones de circuito que hayan de utilizarse con concentradores de comunicaciones o con supresores de eco modernos.

Observación 6 – Debe vigilarse en cierta forma la asimetría de las etapas de audiofrecuencia de equipos de modulación de canal MDF, si se desea que el valor de 65 dB, estipulado para la diafonía, no resulte disminuido por la diafonía introducida en el cableado de la estación como consecuencia de la asimetría del equipo de terminación del cable.

5 **Distorsión no lineal** (antigua parte E)

La experiencia demuestra que los circuitos telefónicos establecidos en sistemas objeto de Recomendaciones del CCITT y cuyos elementos, considerados independientemente, reunen las condiciones de no linealidad correspondientes, son adecuados, en lo que concierne a la distorsión no lineal, para las transmisiones telefónicas y para las de telegrafía armónica.

Observación – En los circuitos telefónicos por portadoras puede despreciarse la distorsión no lineal producida por los amplificadores de línea y por las etapas de modulación distintas de las de los equipos de modulación y demodulación de canal. Por ello, el texto que precede se aplica a circuitos de cualquier longitud.

6 **Error en la restitución de las frecuencias** (antigua parte F)

Véase la Recomendación G.135.

7 **Interferencias debidas a armónicos de la corriente de alimentación y otras bajas frecuencias** (antigua parte G)

En los sistemas de transmisión, las señales son a veces moduladas por señales interferentes debidas a la frecuencia de la fuente de alimentación, a tensiones inducidas causadas por la alimentación de ferrocarriles electrificados y a otras fuentes. Esta modulación no deseada puede adoptar la forma de modulación de amplitud o de fase, o una combinación de ambas. La interferencia puede caracterizarse por el nivel de la componente lateral no deseada más intensa cuando se aplica una señal sinusoidal de 1 mW en un punto de nivel relativo cero (0 dBm0) de un circuito telefónico. El objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al nivel máximo admisible de las componentes laterales no deseadas en un circuito telefónico completo no debe exceder entonces de −45 dBm0 (es decir, que la atenuación mínima de la componente lateral debe ser de 45 dB). Este objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos debería aplicarse a todas las señales interferentes de baja frecuencia hasta unos 400 Hz.

Observación 1 – Se ha estimado aceptable este nivel para circuitos de telegrafía armónica con modulación de amplitud o modulación de frecuencia, facsímil, telefonía, señalización telefónica y transmisión de datos.

Observación 2 – Véase la Recomendación citada en [10] para los límites aplicables a circuitos radiofónicos.

Observación 3 – Las principales fuentes de interferencia debidas a la red son:

a) el zumbido residual en los terminales de las baterías de acumuladores, que es transmitido directamente a los equipos por los circuitos de alimentación;

b) la corriente alterna de telealimentación de ciertos sistemas, que actúa por intermedio de los filtros de encaminamiento de la alimentación o de las cintas de acero de los pares coaxiales;

c) las tensiones alternas inducidas en el circuito de telealimentación en corriente continua de ciertos sistemas;

d) las modulaciones no deseadas de amplitud y de fase de las distintas portadoras, debidas a la causa a), y agravadas en los pasos multiplicadores de frecuencia de los generadores de portadoras.

Observación 4 – Los efectos de modulación hacen que una señal de entrada de f Hz origine, por ejemplo, señales correspondientes de salida de frecuencias f, $f \pm 50$, $f \pm 100$, $f \pm 150$ Hz, etc.

8 **Interferencia a una sola frecuencia en circuitos telefónicos**

El nivel de interferencia a una sola frecuencia en un circuito telefónico no debe ser superior a −73 dBm0p (valor provisional, pendiente de los resultados de los estudios de la Comisión de Estudio XII). La ponderación sofométrica sólo se tendrá en cuenta cuando la frecuencia de la interferencia esté bien definida.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232.

[2] *Ibíd.*, figura 1/G.232.

[3] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 16 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.235.

[4] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580.

[5] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 6.

[6] Recomendación del CCITT *Características de los cables de pares coaxiales del tipo 1,2/4,4 mm*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.622.

[7] Recomendación del CCITT *Características de los cables de pares coaxiales del tipo 2,6/9,5 mm*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.623.

[8] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, § 9.1.

[9] *Ibíd.*, § 9.3.

[10] Recomendación del CCITT *Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos del tipo de 15 kHz*, Tomo III, fascículo III.4, Rec. J.21, § 3.1.7.

Recomendación G.152

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS CIRCUITOS DE LARGA DISTANCIA DE LONGITUD NO SUPERIOR A 2500 km

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968, y Ginebra, 1972 y 1980)

La presente Recomendación se aplica a todos los circuitos internacionales modernos cuya longitud no exceda de 2500 km, así como a los circuitos interurbanos nacionales de un país de extensión media que puedan formar parte de la cadena a cuatro hilos de una conexión internacional.

Se entiende que si en un país de gran extensión se utiliza un circuito de prolongación de más de 2500 km, éste deberá cumplir todas las recomendaciones aplicables a un circuito internacional de igual longitud.

1 Circuitos establecidos en cable terrestre o submarino, o en sistemas de radioenlaces con visibilidad directa (antigua parte A)

Los circuitos considerados están establecidos en sistemas que cumplen los objetivos de ruido de la Recomendación G.222 [1] para un circuito cuya constitución sea similar a la de un circuito ficticio de referencia de 2500 km.

En consecuencia, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto a la potencia sofométrica media de ruido en una hora cualquiera, en un circuito de L kilómetros ($L \leqslant 2500$), debe ser 4 L picovatios, aproximadamente, excluidos los circuitos muy cortos y los de constitución muy compleja; estos últimos se tratan en la Recomendación G.226 [2].

2 Circuitos establecidos en sistemas de radioenlaces transhorizonte (antigua parte B)

El CCIR ha definido un circuito ficticio de referencia y ha fijado objetivos de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido en sus Recomendaciones 396-1 [3] y 397-3 [4], respectivamente.

3 Circuitos establecidos en líneas aéreas de hilo o desnudo (antigua parte C)

En la Recomendación citada en [5] se indican los objetivos de ruido.

Observación – La Recomendación M.580 [6] trata de los objetivos de ruido para el mantenimiento (véase la observación 1 del § 1.1 de la Recomendación G.143).

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.

[2] Recomendación del CCITT *Ruido de un enlace real*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.226.

[3] Recomendación del CCIR *Circuito ficticio de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte de telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia*, Vol. IX, Rec. 396-1, UIT, Ginebra, 1978.

[4] Recomendación del CCIR *Potencia de ruido admisible en el circuito ficticio de referencia de sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte para transmisión de telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia*, Vol. IX, Rec. 397-3, UIT, Ginebra, 1978.

[5] Recomendación del CCITT *Características generales de los sistemas que proporcionan 12 circuitos telefónicos de portadoras en un par de hilo desnudo*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.311, § 8.

[6] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580.

Recomendación G.153

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS CIRCUITOS INTERNACIONALES DE LONGITUD SUPERIOR A 2500 km

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968, y Ginebra, 1972 y 1980)

Estos circuitos deben ajustarse a las cláusulas generales de la Recomendación G.151 y, además, según el tipo de sistema en que estén establecidos, a las cláusulas particulares de los § 1, 2, 3 y 4 de la presente Recomendación.

Observación 1 – Sin embargo, ciertos circuitos que no se ajustan a los objetivos de ruido de la presente Recomendación pueden utilizarse para la telefonía (si se les dota de compansores), para la telegrafía o para la transmisión de datos (véanse los § 2, 3 y 4 de la Recomendación G.143; en el cuadro 1/G.153 se resumen estas recomendaciones).

Observación 2 – La Recomendación M.580 [1] trata de los objetivos de ruido para el mantenimiento (véase la observación 1 del § 1.1 de la Recomendación G.143).

CUADRO 1/G.153

Límites u objetivos de ruido [a] para circuitos de gran longitud que efectúen diversos servicios [b]

Potencia sofométrica		Naturaleza del objetivo o límite	
pW0p	dBm0p	Para una comunicación, una cadena de circuitos o un circuito arrendado	Para un circuito que pueda formar parte de una comunicación con conmutación
40 000	−44		Límite para un circuito telefónico utilizado sin compansor (véase el § 2 de la Recomendación G.143, § 2)
50 000	−43	Objetivo para una cadena de seis circuitos internacionales, obtenido en la práctica mediante una combinación de circuitos con objetivos de calidad de funcionamiento para circuitos de 1, 2 ó 4 pW/km (véase el § 1 de la Recomendación G.143, § 1)	
80 000	−41	Límite para telegrafía armónica con modulación de frecuencia, según normas del CCITT (véase la Recomendación H.22 [2])	
100 000	−40	Límite para transmisión de datos por un circuito arrendado (véase el § 4.1 de la Recomendación G.143)	
250 000	−36		Aceptable para la transmisión de datos por la red con conmutación (véase el § 4.2 de la Recomendación G.143). Un circuito que rebase este límite sin compansor no puede utilizarse en una cadena de seis circuitos telefónicos, aun si se le dota de un compansor (véase el § 2 de la Recomendación G.143)
10^6	−30	Tolerable para cierto sistema de telegrafía sincrónica (véase la Recomendación H.22 [2])	

[a] Sólo se ha indicado la potencia sofométrica media durante una hora, referida al punto de nivel relativo cero del circuito internacional o del primer circuito de la cadena.

[b] Los límites de ruido se determinan de acuerdo con las exigencias mínimas de calidad de funcionamiento de cada servicio. Los objetivos de ruido constituyen objetivos de puesta en servicio para distintos sistemas de transmisión.

1 Circuitos de más de 2500 km en cable o radioenlace que no incluyan una sección submarina de gran longitud (antigua parte A)

En muchos casos los circuitos de este tipo, cuya longitud esté comprendida entre 2500 y 25 000 km aproximadamente, estarán constituidos en la mayor parte de su recorrido por sistemas de cables terrestres o de radioenlaces con visibilidad directa, utilizados ya para obtener circuitos internacionales de longitud no superior a 2500 km, y cuyos proyectos de construcción se han establecido a base de los objetivos preconizados y en la Recomendación G.222 [3].

Por otro lado, es poco agradable que el número de demodulaciones de canal sea superior al previsto en la parte correspondiente de la conexión internacional más larga considerada en la Recomendación G.103. Habrá también casos en que será posible establecer tales circuitos en sistemas concebidos a base de circuitos ficticios de referencia nacionales del tipo indicado en la Recomendación citada en [4]. En vista de ello, el CCITT formula las siguientes recomendaciones:

1.1 *Variación de la atenuación en función del tiempo*

Se recomienda el empleo de una regulación automática de nivel en cada uno de los enlaces en grupo primario con los que se haya establecido el circuito. Además, deben adoptarse todas las medidas apropiadas para reducir las variaciones de la atenuación en función del tiempo.

1.2 *Objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al ruido de circuito*

Se recomienda provisionalmente que los proyectos de construcción de los sistemas que proporcionen tales circuitos internacionales, de longitud no superior a 25 000 km, se establezcan a base de los objetivos de ruido actualmente recomendados para circuitos ficticios de referencia de 2500 km.

Siempre que sea posible, debe tenderse a utilizar objetivos de ruido más reducidos, y se reconoce que, en algunos países de gran extensión, se construyen sistemas que forman parte de un circuito de más de 2500 km (por ejemplo, 5000 km) de acuerdo con los principios indicados en la Recomendación citada en [4]. Otra solución consiste en obtener valores de ruido inferiores eligiendo adecuadamente los canales telefónicos que componen los circuitos. Los objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al ruido durante breves periodos de tiempo para circuitos de esta clase de hasta unos 7500 km de longitud son, provisionalmente, los siguientes:

La potencia sofométrica media durante un minuto no deberá exceder de 50 000 pW (−43 dBm0p) durante más del 0,3% de un mes cualquiera, y la potencia no ponderada de ruido, medida o calculada con un tiempo de integración de 5 ms, no deberá exceder de 10^6 pW (−30 dBm0) durante más del 0,03% de cualquier mes. Estos objetivos se derivan de los fijados para los circuitos de 2500 km de longitud (Recomendación G.222 [3]); para longitudes comprendidas entre 2500 y 7500 km, se tomarán valores intermedios proporcionales.

El CCITT no está aún en condiciones de recomendar objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al ruido durante cortos periodos de tiempo para los circuitos de este tipo, de longitud superior a 7500 km.

2 Circuitos de más de 2500 km con una larga sección de cable submarino (antigua parte B)

2.1 *Distorsión de atenuación*

Por razones económicas, un circuito de esta clase puede comprender equipos terminales con portadoras separadas por 3 kHz, conformes con la Recomendación G.235 [5].

Si se utilizan equipos terminales con frecuencias portadoras separadas por 4 kHz, éstos deberán ajustarse por lo menos a la Recomendación G.232 [6]. Algunos países emplean equipos terminales mejorados para los circuitos destinados permanentemente a la explotación intercontinental.

2.2 *Objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al ruido de circuito en la sección de cable submarino*

2.2.1 *Sin compansor*

En un sistema de cable submarino de gran longitud, que pueda explotarse sin compansores y sin limitación alguna para telefonía, telegrafía armónica y transmisión de datos, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al ruido medio por hora no excederá de 3 pW/km en el canal más desfavorable. Para cada sentido de transmisión, el objetivo de calidad de funcionamiento para circuitos en cuanto al valor medio de ruido en el conjunto de los canales utilizados para los circuitos más largos no deberá exceder de 1 pW/km.

Observación – Es conveniente, sin embargo, que todos los circuitos de cualquier grupo que deba explotarse con un concentrador de comunicaciones [1] presenten aproximadamente el mismo nivel de ruido.

2.2.2 *Con compansor*

El CCITT no se propone estudiar por ahora sistemas con objetivos de ruido muy diferentes de los fijados en el § 2.2.1, basados en el uso *sistemático* de compansores.

2.3 *Objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto al ruido de circuito en las demás secciones*

Las demás secciones del circuito deben ajustarse a lo dicho en el § 1 de la presente Recomendación.

3 Circuitos establecidos en sistemas de comunicación por satélite (antigua parte C)

El CCIR y el CCITT están estudiando la medida en que pueden incorporarse a la red mundial los circuitos establecidos en sistemas de comunicación por satélite; en la Recomendación Q.13 [7] se mencionan ciertas restricciones para el empleo de tales circuitos.

En lo que respecta al ruido, el CCIR ha definido un circuito ficticio de referencia y ha fijado la potencia de ruido admisible en sus Recomendaciones 352-3 [8] y 353-3 [9] respectivamente.

4 Circuitos de más de 2500 km en líneas aéreas de hilo desnudo

El texto de este punto no se publica en el presente Libro, pero figura en la parte D de la Recomendación G.153 del *Libro Naranja*, UIT, Ginebra, 1977.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Establecimiento y ajuste de un circuito telefónico internacional del servicio público*, Tomo IV, fascículo IV.1, Rec. M.580.

[2] Recomendación del CCITT *Condiciones impuestas a los enlaces internacionales de telegrafía armónica (a 50, 100 ó 200 baudios)*, Tomo III, fascículo III.4, Rec. H.22.

[3] Recomendación del CCITT *Objetivos de ruido para los proyectos de construcción de sistemas de portadoras de 2500 km*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.222.

[4] *Ibíd.*, § 3.

[5] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 16 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.235.

[6] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232.

[7] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.13.

[8] Recomendación del CCIR *Circuito ficticio de referencia para telefonía y televisión en el servicio fijo por satélite*, Vol. IV, Rec. 352-3, UIT, Ginebra, 1978.

[9] Recomendación del CCIR *Potencia de ruido admisible en el circuito ficticio de referencia para la telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia en el servicio fijo por satélite*, Vol. IV, Rec. 353-3, UIT, Ginebra, 1978.

1.6 Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de gran longitud

Recomendación G.161

SUPRESORES DE ECO PARA CIRCUITOS CON CORTOS O LARGOS TIEMPOS DE PROPAGACIÓN

(Véase el Tomo III del *Libro Naranja*, UIT, Ginebra, 1977.)

[1] Véase la nota [2] de pie de página al § 2 de la Recomendación G.143.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPANSORES (COMPRESORES-EXPANSORES) PARA LA TELEFONÍA

(Ginebra, 1964; modificada en Mar del Plata, 1968)

Estas características se aplican a los compansores de construcción moderna, utilizables en circuitos internacionales de gran longitud, o en circuitos nacionales e internacionales de longitud moderada.

En algunas de las cláusulas que siguen se especifican las características conjugadas de un compresor y de un expansor en el mismo sentido de transmisión de un circuito a cuatro hilos. Las características especificadas de esta forma pueden lograrse muy fácilmente si los compresores y los expansores son de construcción análoga; en ciertos casos, puede ser necesaria una estrecha colaboración entre las Administraciones interesadas.

Debe hacerse observar que el material fabricado hasta el presente con destino a los circuitos de longitud moderada, aún siendo completamente satisfactorio para estos circuitos, puede no responder completamente a las cláusulas de esta Recomendación.

1 Definición y valor del nivel invariable

Se entiende por *nivel invariable* el nivel absoluto, en un punto de nivel relativo cero de la línea situada entre el compresor y el expansor, de una señal de 800 Hz que permanece invariable independientemente de que la explotación del circuito se haga con el compresor o sin él. El nivel invariable se define así con objeto de no imponer valores de nivel relativo a la entrada del compresor o a la salida del expansor.

El nivel invariable debe ser en principio igual a 0 dBm0. Sin embargo, para tener en cuenta el aumento de la potencia media introducido por el compresor, y para evitar el eventual aumento del ruido de intermodulación y la sobrecarga, en ciertos casos podrá reducirse este nivel invariable en un valor de hasta 5 dB. Esta reducción del nivel invariable entraña, no obstante, una disminución de la mejora de la relación señal/ruido proporcionada por el compansor. Esta posible reducción deberá hacerse por acuerdo directo entre las Administraciones interesadas. Por regla general, no es necesaria ninguna reducción para los sistemas de menos de 60 canales.

Observación – El aumento de la potencia media en la banda transmitida determinado por el compresor en el canal telefónico, depende del valor del nivel invariable, de los tiempos de establecimiento y de retorno al reposo, de la distribución de las intensidades vocales y de la potencia media de las señales vocales transmitidas. Cuando se adopta para el nivel invariable el valor de 0 dBm0 parece ser que el aumento efectivo de la potencia media es del orden de 2 ó 3 dB.

2 Relación de compresión y de expansión

2.1 *Definición y valor preferido de la* **relación de compresión**

La relación de compresión de un compresor se define mediante la fórmula:

$$\alpha = \frac{n_e - n_{e0}}{n_s - n_{s0}}$$

donde

n_e es el nivel a la entrada,
n_{e0} es el nivel a la entrada que corresponde a 0 dBm0,
n_s es el nivel a la salida, y
n_{s0} es el nivel a la salida correspondiente a un nivel a la entrada n_{e0}.

El valor preferido de α es 2, pero pueden admitirse valores inferiores, a condición de que se obtenga una mejora suficiente del ruido. Este valor no excederá de 2,5 cualquiera sea el nivel de la señal de entrada, en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C.

2.2 *Definición y valor preferido de la* **relación de expansión**

La relación de expansión de un expansor se define mediante la fórmula:

$$\beta = \frac{n'_s - n'_{s0}}{n'_e - n'_{e0}}$$

donde

n'_e es el nivel a la entrada,
n'_{e0} es el nivel a la entrada que corresponde a 0 dBm0,

n'_s es el nivel a la salida, y
n'_{s0} es el nivel a la salida correspondiente a un nivel a la entrada n'_{e0}.

El valor preferido de β es 2, pero pueden admitirse valores inferiores a condición de que se obtenga una mejora suficiente del ruido. Este valor no excederá de 2,5 cualquiera sea el nivel de la señal de entrada en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C.

2.3 *Intervalo de variación de nivel*

El intervalo de variación de nivel en el que deben respetarse los valores de α y de β adoptados, debe extenderse por lo menos:

de +5 a −45 dBm0 para el nivel de entrada del compresor,
de +5 a −50 dBm0 para el nivel nominal de salida del expansor.

2.4 *Variación de la ganancia del compresor*

El nivel a la salida del compresor, medido a 800 Hz para un nivel de entrada de 0 dBm0, no deberá variar más de ± 0,5 dB con relación a su valor nominal para temperaturas comprendidas entre +10 °C y 40 °C y una variación de tensión de alimentación de ± 5% con relación al valor nominal.

2.5 *Variación de la ganancia del expansor*

El nivel a la salida del expansor, medido a 800 Hz para un nivel de entrada de 0 dBm0, no deberá variar más de ± 1 dB con relación a su valor nominal para temperaturas comprendidas entre +10 °C y 40 °C y una variación de la tensión de alimentación de ± 5% con relación al valor nominal.

Observación – Es conveniente, sobre todo en los compansores destinados a los circuitos de gran longitud, imponer límites más rigurosos que los valores de ± 0,5 dB y ± 1 dB que figuran en los § 2.4 y 2.5; son preferibles los valores de +0,25 dB y +0,5 dB, respectivamente.

2.6 *Condiciones de estabilidad*

La inserción de un compansor no debe reducir de modo apreciable el margen de estabilidad. Para tener la seguridad de que se cumple esta condición en una combinación del expansor y del compresor de un mismo circuito a cuatro hilos y en una determinada estación, el error del nivel de salida del compresor, con relación a cualquier nivel de entrada en el expansor, no deberá ser superior a +0,5 dB. Este error está referido al nivel que se obtiene a la salida del compresor para un nivel a la entrada del expansor de 0 dBm0. Debe respetarse este límite en cualquier frecuencia comprendida entre 200 y 4000 Hz, así como en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C. No se fija ningún límite negativo para el error. En esta prueba se insertará entre el expansor y el compresor un atenuador cuyo ajuste se determinará según las indicaciones que se dan en la observación 1.

Observación 1 – Esta cláusula concierne a la influencia que puede ejercer un compansor en la ganancia en bucle de un circuito a cuatro hilos, y en la estabilidad.

Para examinar este problema, se considerará un enlace constituido por tres circuitos a cuatro hilos *AB*, *BC* y *CD*, que conecten las estaciones terminales *A* y *D* (en las que se hallan los equipos de terminación), a través de las estaciones intermedias *B* y *C*. Se supone que el circuito *BC* está dotado de un compansor. Se desean establecer tolerancias para la ganancia del conjunto del expansor y del compresor que se hallan en *C*, a fin de limitar la reducción de la estabilidad originada por su inserción. Para simplificar el examen de esta cuestión, se supone que la salida del expansor y la entrada del compresor se hallan normalmente en dos puntos que tienen el mismo nivel relativo.

Se obtiene entonces la siguiente expresión para la atenuación entre la salida del expansor en C y la entrada del compresor en *C*:

$$a_s = a_0 + a_r + a_x + a_y$$

donde

a_0 es la atenuación nominal de la cadena de circuitos entre los terminales a dos hilos en *A* y en *D*;
a_r es la atenuación de equilibrado en el equipo de terminación de *D*;
a_x es la diferencia de atenuación del canal *CD* con relación a su valor nominal;
a_y es la diferencia de atenuación del canal *DC* con relación a su valor nominal.

Estas dos últimas magnitudes pueden ser positivas o negativas.

Se puede llegar a la conclusión de que para que la medición de la ganancia del conjunto de un expansor y de un compresor situados en la misma estación permita determinar de manera satisfactoria la influencia global en la estabilidad, deben cumplirse las condiciones siguientes:

El expansor irá seguido del compresor a través de un atenuador cuyo ajuste deberá tener en cuenta toda la gama de valores de a_s que se encuentra en la práctica cuando hay riesgo de inestabilidad. Para incluir todas las condiciones prácticas, es probable que deba considerarse una gama muy amplia.

No obstante, si sólo se considera el caso importante de un compansor terminal y de una atenuación de equilibrado igual a cero, entonces $a_s = a_0$, valor recomendado en general para el ajuste del atenuador colocado entre el expansor y el compresor en esta prueba.

Sin embargo, en los casos particulares en que es posible determinar con precisión los valores de a_r, a_x y a_y correspondientes a la condición más probable de inestabilidad, puede especificarse el valor exacto de a_s.

Se supone que la salida del expansor y la entrada del compresor se hallan normalmente en puntos de igual nivel relativo. De no ser así, y si el nivel relativo a la salida del expansor es a_c dB superior al nivel relativo a la entrada del compresor, el valor de ajuste del atenuador debe aumentarse a_c dB (que puede ser positivo o negativo).

Observación 2 – Las conexiones cruzadas entre los circuitos de control del expansor y del compresor pueden ofrecer ventajas en lo que se refiere a los ecos en el circuito; por ello, debería permitirse su empleo. Ahora bien, su uso, que presenta inconvenientes desde el punto de vista de la señalización y de la conversación en ambos sentidos, debiera sin duda limitarse a casos excepcionales. Por consiguiente, no parece justificado formular recomendaciones especiales a este respecto.

2.7 *Tolerancias en los niveles de salida del conjunto compresor y expansor en el mismo sentido de transmisión de un circuito a cuatro hilos*

El compresor y el expansor se conectan en tándem. Entre la salida del compresor y la entrada del expansor se introduce una atenuación (o una ganancia) igual a la atenuación (o a la ganancia) nominal entre esos puntos en el circuito real en que se utilizarán. La figura 1/G.162 indica, en función del nivel de la señal de 800 Hz aplicada a la entrada del compresor, los límites admisibles de la diferencia entre el nivel a la salida del expansor y el nivel a la entrada del compresor. (Los valores positivos indican que el nivel a la salida del expansor rebasa el nivel a la entrada del compresor.)

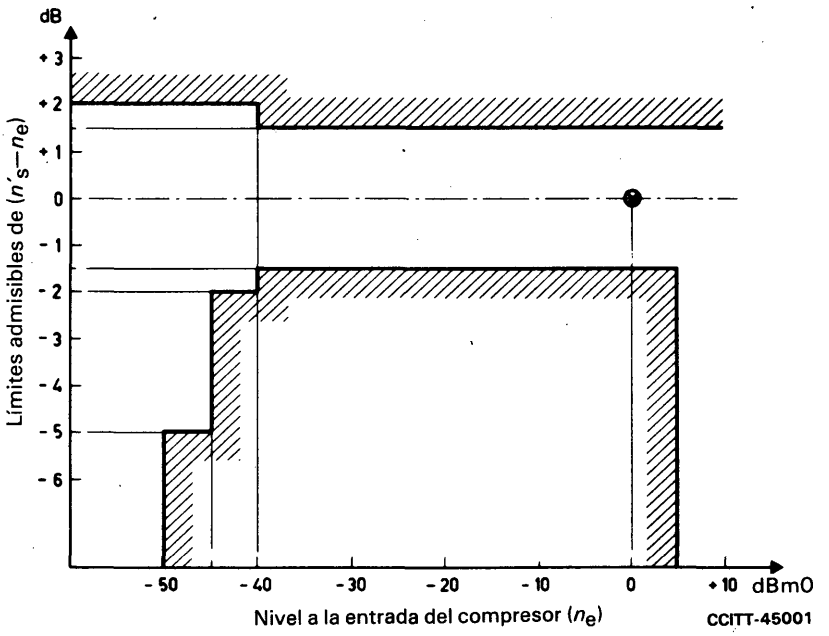


FIGURA 1/G.162

Estos límites deben respetarse para todas las combinaciones de temperatura del compresor y del expansor comprendidas entre +10 °C y +40 °C. Se respetarán igualmente si la prueba se efectúa cuando la atenuación (o la ganancia) entre el compresor y el expansor aumenta o disminuye 2 dB.

Observación – Esta variación de ganancia (o de atenuación) de 2 dB mencionada en el § 2.7 es igual al doble de la desviación típica de la atenuación preconizada en el § 3 de la Recomendación G.151, como objetivo para los circuitos internacionales establecidos en un solo enlace de grupo primario.

3 Impedancias y pérdidas de retorno

El valor nominal de las impedancias de entrada y de salida del compresor y del expansor debe ser de 600 ohmios (valor resistivo puro).

La pérdida de retorno, con relación a la impedancia nominal, a la entrada y a la salida del compresor y del expansor, no debiera ser inferior a 14 dB entre 300 y 3400 Hz, para un nivel cualquiera de medida comprendido entre +5 y −45 dBm0 a la entrada del compresor o a la salida del expansor.

4 Características de funcionamiento a diferentes frecuencias

4.1 *Características de funcionamento con el circuito de control bloqueado*

Se considera bloqueado al circuito de control cuando la corriente (o tensión) de control obtenida rectificando la señal se sustituye por una corriente (o tensión) continua proveniente de una fuente externa. Para la aplicación de esta cláusula, el valor de esta corriente (o tensión) debe ser igual al valor de la corriente o tensión de control que se obtiene cuando el nivel de la señal de entrada es de 0 dBm0 a 800 Hz.

Para el compresor y el expansor considerados separadamente, las variaciones de equivalente en función de la frecuencia deben estar comprendidas en los límites de un contorno que puede deducirse de la figura 1/G.132, dividiendo por 8 las tolerancias indicadas; la medición se realiza con una señal de nivel de entrada constante correspondiente al nivel 0 dBm0.

Deben respetarse estos límites en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C.

4.2 *Características de funcionamiento trabajando normalmente el circuito de control*

El compresor debe respetar los límites indicados en el § 4.1 cuando el circuito de control funcione normalmente; la medición debe hacerse con un nivel de entrada constante correspondiente al nivel 0 dBm0.

Para el expansor, en las mismas condiciones de medida, se aplicará un patrón que puede deducirse de la figura 1/G.132, dividiendo por 4 las tolerancias indicadas.

Deben respetarse estos límites en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C.

5 Distorsión no lineal

5.1 *Distorsión armónica*

El coeficiente de distorsión armónica, medido con una onda sinusoidal de 800 Hz y un nivel de 0 dBm0 debe ser inferior o igual a un 4% para el compresor y el expansor considerados por separado.

Observación – En un compresor, aun perfecto, la señal de salida presenta valores de cresta elevados cuando el nivel de la señal aumenta bruscamente. El caso más crítico parece ser el de la señalización a frecuencias vocales, si bien este mismo fenómeno puede también producirse durante la transmisión de la palabra. Puede ser conveniente, en casos excepcionales, asociar un limitador de amplitud al compresor, con objeto de evitar las perturbaciones producidas por las respuestas transitorias provocadas por impulsos de señalización a frecuencias vocales.

5.2 *Mediciones de intermodulación*

Es indispensable agregar a la medición de la distorsión armónica una medición de intermodulación cada vez que los compansores estén destinados a circuitos internacionales (sea cual fuere el sistema de señalización utilizado), así como cuando se destinen a circuitos nacionales en los que se prevea el uso de la señalización multifrecuencia o la transmisión de datos empleando tipos de señales similares.

Los productos de intermodulación de interés para el funcionamiento de los receptores de señales multifrecuencia son los de tercer orden de los tipos $(2f_1 - f_2)$ y $(2f_2 - f_1)$, en donde f_1 y f_2 son dos frecuencias de señalización.

Para las mediciones se recomienda que las frecuencias f_1 y f_2 sean 900 Hz y 1020 Hz.

Conviene prever dos condiciones de medida: la primera con un nivel de −5 dBm0 para cada una de las dos frecuencias de medida f_1 y f_2, y la segunda con un nivel de −15 dBm0, también para cada una de las dos frecuencias de medida. Los niveles mencionados corresponden a la entrada del compresor o a la salida del expansor (niveles no comprimidos).

Los límites para los productos de intermodulación se definen como la diferencia entre el nivel de cada una de las dos señales de medida, a las frecuencias f_1 o f_2, y el nivel de cada uno de los productos de intermodulación, a las frecuencias $(2f_1 - f_2)$ o $(2f_2 - f_1)$.

El valor de esta diferencia, que parece suficiente para las exigencias de la señalización multifrecuencia (incluida la señalización de extremo a extremo por tres circuitos interconectados, provisto cada uno de ellos de un compansor), es de 26 dB para el compresor y para el expansor considerados separadamente.

Observación 1 – Estos valores parecen adecuados para el sistema de señalización N.º 5 que va a utilizarse en algunos circuitos internacionales de gran longitud.

Observación 2 – No parecen aconsejables las mediciones efectuadas en el conjunto de un compresor y de un expansor en tándem. En efecto, se puede dar el caso de que un compresor y un expansor den individualmente niveles de intermodulación bastante elevados, pero den mucha menor intermodulación en las mediciones en cascada por complementarse bien las características de ambos. La compensación que se encuentra en las mediciones con compresor y expansor en cascada puede, en efecto, no producirse en la práctica, a causa de la posible distorsión de fase de la línea, o porque el compresor y el expansor en los dos extremos de la línea tengan características menos complementarias que las del compresor y del expansor medidos en tándem.

Por consiguiente, la medición deberá efectuarse por separado en el compresor y en el expansor. Las dos señales de frecuencias f_1 y f_2 deben aplicarse al mismo tiempo y los niveles deben medirse a la salida del compresor y del expansor con un aparato selectivo.

6 Tensiones de ruido

El valor eficaz de la suma de todas las tensiones de ruido, medido en un punto de nivel relativo cero, terminando la entrada y la salida en resistencias de 600 ohmios, deberá ser igual o inferior a los siguientes valores:

- a la salida del compresor: (10 mV no ponderado −38 dBm0);
  (7 mV ponderado −41 dBm0p);
- a la salida del expansor: (0,5 mV ponderado −84 dBm0p).

Se ha creído inútil especificar un valor de tensión de ruido no ponderado para el expansor.

7 Respuesta transitoria

La respuesta transitoria global del conjunto de un compresor y un expansor que deban utilizarse en el mismo sentido de transmisión en un circuito a cuatro hilos provisto de compansores debe comprobarse como sigue:

El compresor y el expansor se conectan en cascada, insertándose entre ellos, como se indica en el § 2.7, la atenuación (o ganancia) apropiada.

A la entrada del compresor se aplica una señal en escalón de 12 dB, a la frecuencia de 2000 Hz; de hecho, se produce una variación de −16 a −4 dBm0 en el tiempo de establecimiento y de −4 a −16 dBm0 para el retorno al reposo. A la salida del expansor se observa la envolvente de la señal. La sobreoscilación (positiva o negativa) después de la aplicación de un escalón ascendente de 12 dB, expresada en porcentaje de la tensión final en régimen permanente, da la medida de la distorsión transitoria global del conjunto del compresor y del expansor para el tiempo de establecimiento. La sobreoscilación (positiva o negativa) después de la aplicación de un escalón descendente de 12 dB, expresada en porcentaje de la tensión final en régimen permanente, da la medida de la distorsión transitoria global del conjunto del compresor y del expansor para el tiempo de retorno al reposo. Los límites admisibles para estos dos valores son ± 20%. Estos límites deben respetarse para las mismas condiciones de temperatura y de variación de la atenuación (o de la ganancia) entre el compresor y el expansor que para la medición a que se refiere el § 2.7.

Además, los tiempos de establecimiento y de retorno al reposo del compresor únicamente, deberán medirse como sigue:

Utilizando, respectivamente, para el tiempo de establecimento o para el tiempo de retorno al reposo los mismos escalones de 12 dB que anteriormente, el tiempo de establecimiento se define como el tiempo comprendido entre el instante en que se aplica la variación brusca y aquel en que la envolvente de la tensión de salida alcanza un valor igual a 1,5 veces su valor en régimen permanente. El tiempo de retorno al reposo se define como el tiempo comprendido entre el instante en que se aplica la variación brusca y aquel en que la envolvente de la tensión de salida alcanza un valor igual a 0,75 veces su valor en régimen permanente.

Los valores propuestos son los siguientes:

- el tiempo de establecimiento no debe ser superior a 5 ms;
- el tiempo de retorno al reposo no debe ser superior a 22,5 ms.

Para verificar la influencia del compansor en ciertos sistemas de señalización que pueden ser sensibles a la distorsión de envolvente que sigue inmediatamente a la aplicación brusca de una señal sinusoidal, se propone la medición adicional siguiente:

La respuesta transitoria global de la combinación de un compresor y de un expansor que deban utilizarse en el mismo sentido de transmisión de un circuito a cuatro hilos, se mide con un escalón ascendente «infinito», es decir, con una señal aplicada después de un periodo en que no se aplica a la entrada ninguna señal.

El nivel de la señal sinusoidal que ha de aplicarse es de -5 dBm0.

Siempre que la medición se efectúe con un intervalo entre impulsos por lo menos igual a 50 ms, deben respetarse, para la sobreoscilación de la tensión final V_1, los límites representados por la línea de trazo continuo de la figura 2/G.162; en la mayoría de los casos deben respetarse en lo posible los límites más estrictos indicados por la línea de trazo interrumpido de la misma figura.

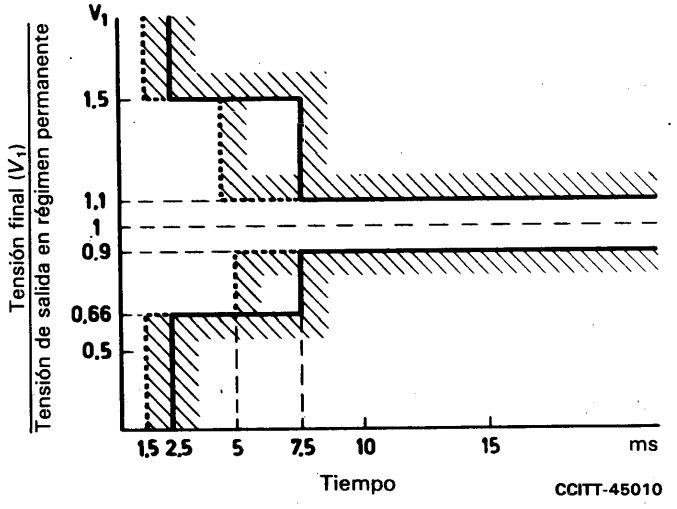


FIGURA 2/G.162

Estos límites deben respetarse en las mismas condiciones de temperatura y de atenuación (o de ganancia) entre el compresor y el expansor especificadas para las mediciones hechas con escalones de 12 dB.

Observación 1 – Las mediciones de distorsión transitoria descritas implican medir la sobreoscilación (positiva o negativa) de la envolvente de la señal sinusoidal aplicada. Puede ocurrir que, debido a pequeños desequilibrios en el dispositivo de atenuación variable, aparezcan a la salida componentes de muy baja frecuencia de la corriente de control. No se trata de una modulación de la frecuencia de la señal, pero da lugar a una forma de onda disimétrica y a dificultades para determinar la sobreoscilación (positiva o negativa) de la envolvente. Si bien no conviene que estas componentes de baja frecuencia adquieran un valor tal que aumenten de manera considerable el peligro de sobrecarga de los equipos de línea, no tienen ninguna importancia en lo que concierne a la transmisión de las corrientes vocales, ni afectan en modo alguno a los receptores de señales sintonizados. No obstante, conviene determinar si estas componentes pueden afectar a los circuitos de guarda de ciertos receptores de señales. Si así fuere, podría ser necesario especificar un valor máximo para estas componentes e incorporar a la presente Recomendación una medición apropiada.

Para simplificar la medición de la verdadera amplitud de la envolvente en presencia de estas componentes asimétricas, es posible y fácil insertar a la entrada del oscilógrafo de medida un filtro paso alto con una frecuencia de corte de unos 300 Hz. Ahora bien, un filtro que suprima eficazmente las componentes asimétricas puede a su vez introducir una distorsión transitoria suplementaria en la envolvente de la señal. Para obviar esta dificultad, puede adoptarse el siguiente método de cálculo, con el que no se requiere ningún filtro.

Si en un instante cualquiera, $+E_1$ es la amplitud de la envolvente en el sentido positivo y $-E_2$ su amplitud en el sentido negativo, la verdadera amplitud de la envolvente será entonces

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1) - (-E_2)\right] \equiv \frac{1}{2}\left[|E_1| + |E_2|\right]$$

y la componente asimétrica será

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1) + (-E_2)\right] \equiv \frac{1}{2}\left[|E_1| - |E_2|\right]$$

Este método es sencillo y permite resolver el problema de la distorsión transitoria que se plantea cuando se utiliza un filtro; además, proporciona informaciones directas sobre la asimetría que, como se ha indicado anteriormente, puede ser importante.

Observación 2 – En principio, las constantes de tiempo del circuito de control del expansor deben ser iguales a las del circuito de control del compresor, con el fin de evitar toda sobreoscilación (positiva o negativa) en la respuesta transitoria.

Observación 3 – Las Administraciones que prefieran recurrir a un método de medida directa de los tiempos de establecimiento y de retorno al reposo del expansor podrán emplear el siguiente:

Para definir los tiempos de establecimiento y de retorno al reposo del expansor, se propone aplicar a su entrada una variación brusca de nivel de −8 a −2 dBm0 para la medición del tiempo de establecimiento, y de −2 a −8 dBm0 para la del tiempo de retorno al reposo. El tiempo de establecimiento está representado por el comprendido entre el instante en que se aplica la variación brusca y aquel en que la tensión de salida alcanza un valor igual a x veces al valor final. El tiempo de retorno al reposo está representado por el comprendido entre el instante en que se aplica la variación brusca y aquel en que la tensión de salida alcanza un valor igual a y veces el valor final (los tiempos medidos por este procedimiento deben estar dentro de los límites indicados para el compresor). Teniendo en cuenta las diferencias de construcción de los distintos compansores utilizados en la actualidad, no es posible dar valores precisos para x e y; cada Administración elegirá, pues, los valores de x e y en relación con el tipo de compansor adoptado.

Los valores de x e y para un expansor ideal son, respectivamente, 0,57 y 1,51; a título de ejemplo, la Administración italiana ha encontrado para x el valor 0,65 y para y el valor 1,35 para un determinado tipo de expansor.

Algunas Administraciones han señalado que quizás fuera preferible especificar valores fijos de x e y para todos los tipos de expansor, dejando sin embargo a las Administraciones libertad para elegir los valores límite de los tiempos de establecimiento y de retorno al reposo, según los distintos tipos de expansor. Para este método de medida se aconsejan para x e y los valores 0,75 y 1,5, respectivamente.

Observación 4 – Las mediciones de la respuesta transitoria al escalón «infinito» se aplican al conjunto de un compresor y de un expansor conectados en cascada; varias Administraciones han verificado, por otra parte, la posibilidad de responder a los límites de la figura 2/G.162, incluso con una cadena de tres compansores en cascada, haciendo intervenir también en el enlace los equipos de modulación y de demodulación de canal. Estos equipos de modulación y de demodulación pueden ocasionar un fenómeno transitorio indeseable en la señal en escalón a la salida del expansor; este fenómeno y la intermodulación de tercer orden a él asociada, pueden tener consecuencias en la señalización multifrecuencia.

Recomendación G.163

SISTEMAS DE CONCENTRACIÓN DE COMUNICACIONES

(Mar del Plata, 1968)

1 Características

En las referencias [1] y [2] se indican las características del sistema TASI empleado actualmente en sistemas por cable submarino.

Las características del sistema CELTIC se exponen en la referencia [3].

El ATIC (asignación en el tiempo con interpolación de muestras) es un sistema de asignación en el tiempo para la transmisión con modulación por impulsos codificados. Su principio de funcionamiento se describe en la referencia [4] y en la [5] se cita otro artículo relativo a su eficacia estadística.

Observación – El empleo de estos sistemas de concentración entraña diversas restricciones; por ejemplo, puede obligar a utilizar un sistema especial de señalización e incrementar la carga del sistema (véase la Recomendación citada en [6]).

2 Posibilidad de interconexión

Si se quiere obtener una calidad satisfactoria en la transmisión de la palabra cuando se hacen funcionar en cascada varios sistemas de concentración de comunicaciones del tipo TASI, es necesario que cada uno de los concentradores introduzca sólo una ligerísima degradación de las señales vocales en la cresta de la hora cargada. Los sistemas TASI actualmente utilizados se concibieron de acuerdo con lo siguiente: el valor medio de la pérdida de señales vocales en la cresta de la hora cargada es de 0,5% aproximadamente. Además, el proceso de interpolación puesto en práctica en el sistema TASI se ha concebido de modo que sea muy reducida la probabilidad de que la pérdida de señales vocales en la transmisión de la palabra rebase la duración de una sílaba media (aproximadamente 250 ms). Se han hecho pruebas subjetivas [7] en cierto número de sistemas TASI en explotación; las encuestas realizadas entre los usuarios demuestran que la reducción de calidad imputable a un TASI convenientemente cargado, sujeto a un mantenimiento adecuado, es prácticamente imperceptible para el usuario. No se han hecho pruebas con concentradores en cascada.

Habida cuenta de los problemas de carácter subjetivo que se plantean, es necesario aplicar un método cualitativo – sin pruebas subjetivas – para estimar la reducción de calidad de la palabra introducida por sistemas concentradores que funcionen en cascada. Aun en un sistema con tres concentradores en cascada en el que la hora cargada sea la misma para los tres, puede hacerse que la probabilidad de mutilación excesiva se mantenga en un valor satisfactorio; para ello, es preciso que la reducción de calidad introducida por cada concentrador sea escasa, como ocurre con el actual sistema TASI. Si los concentradores en cascada pertenecen a husos horarios diferentes o a zonas cuyas horas cargadas no coincidan, los concentradores menos cargados introducirán una reducción adicional de calidad que será despreciable.

En el supuesto de que los concentradores actuales y futuros funcionen y se diseñen de modo que satisfagan la condición relativa a la reducción mínima de calidad en la cresta de la hora cargada, se recomienda que de momento no se impongan restricciones al funcionamiento en cascada de los concentradores. Además, se recomienda que no se efectúen pruebas sobre el modo de funcionamiento en cascada mientras éste no se utilice corrientemente en la práctica. Cuando el funcionamiento en cascada sea práctica corriente, podrán hacerse pruebas en condiciones reales de explotación a fin de determinar la influencia en la transmisión de la palabra de los concentradores en cascada y de decidir si procede ajustar la relación: número de conferencias simultáneas/número de canales, para reducir la mutilización de la palabra a un valor despreciable.

En [8] se hace una estimación de la probabilidad de que la señal de intervención (sistema de señalización N.° 5 del CCITT) experimente una mutilación de cierta duración en uno, dos o tres sistemas TASI que funcionen en cascada.

Referencias

[1] FRASER (J. M.), BULLOCK (D. B.) y LONG (N. G.): Overall Characteristics of a TASI System, *B.S.T.J.*, Vol. XLI, N.° 4, julio de 1962.

[2] MIDEMA (H.) y SCHACHTMAN (M. G.): TASI Quality-Effect of Speech Detectors and Interpolation, *B.S.T.J.*, mismo número.

[3] DAYONNET (F. D.) JOUSSET (A.) y PROFIT (A.): Le CELTIC: Concentrateur exploitant les temps d'inactivité des circuits, *L'Onde Électrique*, Vol. XLII, N.° 426, pp. 675-687, septiembre de 1962.

[4] LYGHOUNIS (E.): Il sistema A.T.I.C., *Telecommunicazioni*, N.° 26, pp. 21-29, marzo de 1968.

[5] BONATTI (M.) y MOTOLESE (F.): Probabilità di attività delle giunzioni di un doppio fascio telefonico, *Telecommunicazioni*, N.° 23, pp. 24-28, junio de 1967.

[6] Recomendación del CCITT *Sistemas MDF de portadoras en cable submarino*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.371, § 3.

[7] HELDER (G. K.): Customer Evaluation of Telephone Circuits with Delay, *B.S.T.J.*, Vol. XLV, N.° 7, septiembre de 1966.

[8] *Características de los equipos TASI que afectan a la señalización*, Libro Verde, Tomo VI-4, suplemento N.° 2, Ginebra, 1973.

SUPRESORES DE ECO

(Ginebra, 1980)

1 Consideraciones generales

1.1 *Aplicación*

Esta Recomendación es aplicable al diseño de los supresores de eco utilizados en conexiones telefónicas internacionales que tengan:

1.1.1 Tiempos medios de propagación en un solo sentido entre abonados hasta el valor máximo considerado como aceptable en la Recomendación G.114. (El diseño del supresor de eco no debe imponer ningún límite inferior de retardo en su utilización.)

1.1.2 Un nivel de ruido de circuito en los terminales de entrada del lado emisión ($E_{em.}$) o en los del lado recepción ($E_{rec.}$) de hasta −40 dBm0p.

1.1.3 Un tiempo de propagación de ida y retorno entre los terminales de salida del lado recepción ($S_{rec.}$) y los terminales de entrada del lado emisión ($E_{em.}$) del supresor de eco de hasta 24 ms (incluida toda la planta de transmisión y conmutación).

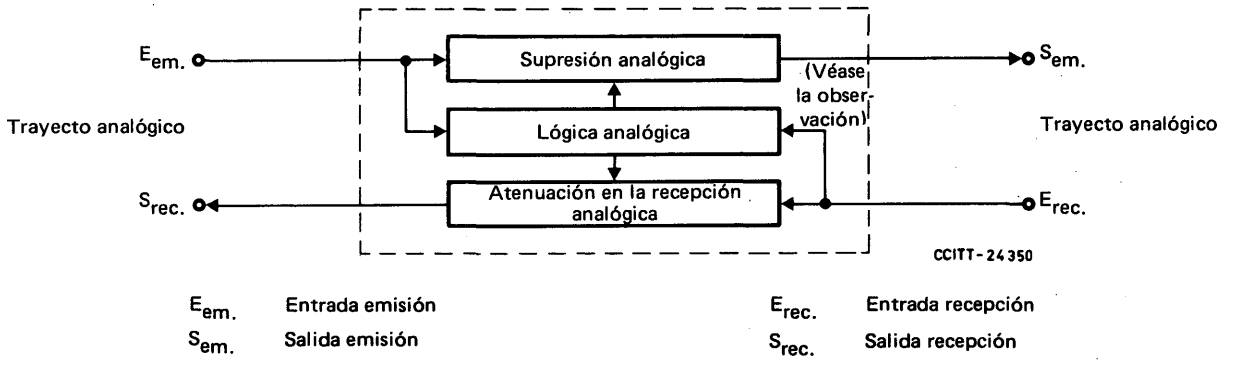
Observación – En la Recomendación G.161 se hace referencia a 25 ms. En esta Recomendación se emplea el valor de 24 ms, múltiplo de 2, por ser más aplicable al diseño de supresores de eco digitales.

1.1.4 Una atenuación del trayecto de eco en dB (véase la Recomendación citada en [2]) probablemente de tal magnitud que la atenuación mínima desde los terminales $S_{rec.}$ hasta los $E_{em.}$ del supresor de eco será igual a la diferencia entre los niveles relativos en dichos terminales, más 6 dB.

Los supresores de eco han de diseñarse de modo que cumplan de una manera satisfactoria cualquiera de las condiciones descritas anteriormente.

1.2 *Características de diseño*

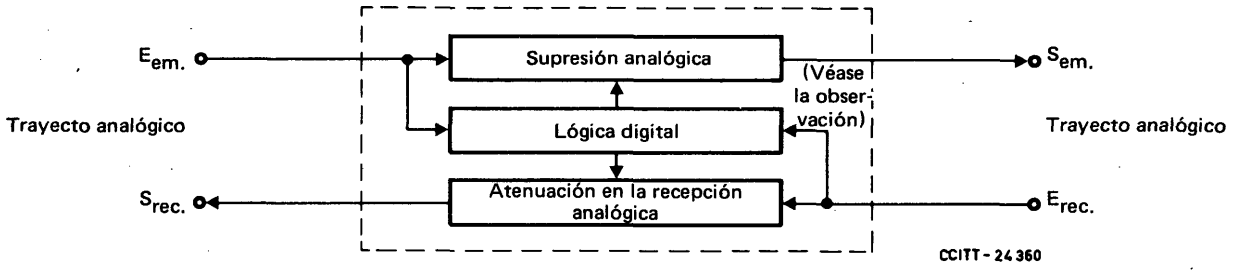
Los supresores de eco conformes a las características indicadas en la presente Recomendación son semisupresores de eco terminales con operación diferencial y un algoritmo de intervención que comprende un estado de intervención parcial. Pueden caracterizarse además según que los trayectos de transmisión, las funciones lógicas y el tratamiento de la palabra (atenuación para la supresión y atenuación en la recepción) empleen técnicas analógicas o digitales. En las figuras 1/G.164, 2/G.164, 3/G.164 y 4/G.164 se muestran, como tipos A, B, C y D, las combinaciones prácticas más probables a que se refiere particularmente esta Recomendación. Todos los requisitos de la presente Recomendación se aplican por igual a los tipos A, B, C y D, salvo indicación en contrario. Las mismas características de diseño se aplican a las variantes de supresores de eco adaptativos a que se hace referencia en el § 1.5.2.



Observación – Esta entrada puede estar conectada a cualquier lado del bloque "atenuación en la recepción" según la forma del cableado de los circuitos lógicos.

FIGURA 1/G.164

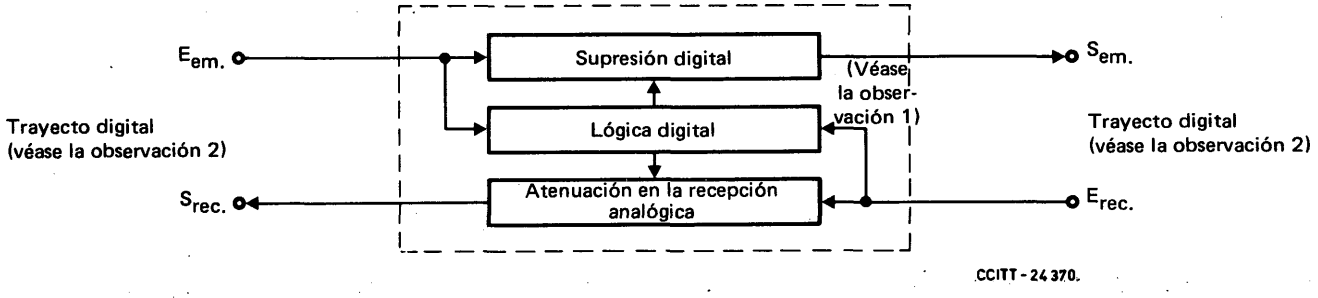
Supresor de eco tipo A



Observación – Esta entrada puede estar conectada a cualquier lado del bloque "atenuación en la recepción" según la forma del cableado de los circuitos lógicos.

FIGURA 2/G.164

Supresor de eco tipo B

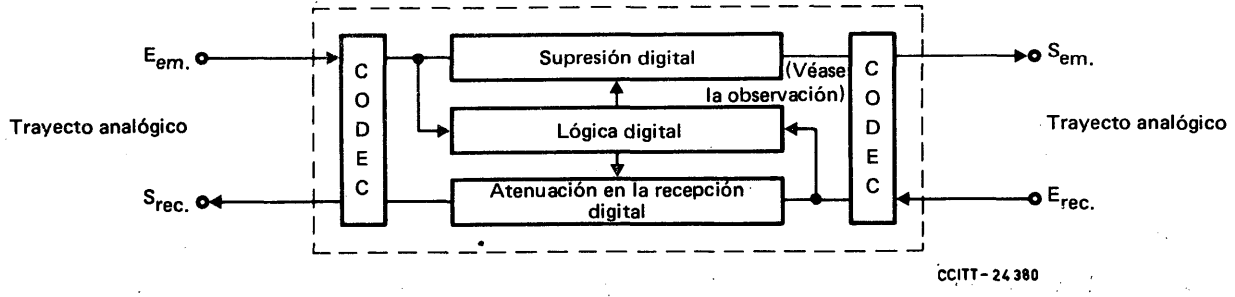


Observación 1 – Esta entrada puede estar conectada a cualquier lado del bloque "atenuación en la recepción" según la forma del cableado de los circuitos lógicos.

Observación 2 – El trayecto digital puede estar en cualquier interfaz digital, es decir, a 64 kbit/s, 1544 kbit/s, 2048 kbit/s o en un interfaz de orden superior.

FIGURA 3/G.164

Supresor de eco tipo C



Observación – Esta entrada puede estar conectada a cualquier lado del bloque "atenuación en la recepción" según la forma del cableado de los circuitos lógicos.

FIGURA 4/G.164

Supresor de eco tipo D

1.3 *Compatibilidad*

Es necesario que todos los dispositivos de control de eco utilizados en conexiones internacionales sean compatibles entre sí. Los supresores de eco diseñados con arreglo a la presente Recomendación serán compatibles entre sí, con los supresores de eco conformes a la Recomendación G.161 [1] y con los compensadores de eco de la Recomendación G.165. La compatibilidad se define como sigue:

Dado:

1) que se haya diseñado un determinado tipo de supresor de eco (tipo I) para que funcione satisfactoriamente en cualquier conexión de uno o varios enlaces enteramente equipados de uno o varios pares de tales dispositivos, y

2) que se haya diseñado de manera análoga otro tipo de supresor de eco (tipo II),

se dice que el supresor del tipo II es compatible con el del tipo I si se pueden sustituir uno o varios de los dispositivos de control de eco de un tipo en un punto cualquiera del enlace por los del otro tipo, sin que por ello disminuya la calidad de la conexión hasta un nivel insatisfactorio.

En este sentido, la compatibilidad no implica que hayan de utilizarse necesariamente los mismos aparatos o métodos de prueba para los dispositivos de control de eco de tipo I y tipo II.

1.4 *Necesidad de métodos de prueba*

Los métodos de prueba objetivos son muy importantes para la medición de las características esenciales de funcionamiento de los supresores de eco. Por tanto, en el § 5 de la presente Recomendación se describen los métodos de prueba adecuados.

1.5 *Variantes*

1.5.1 La Recomendación G.161 [1] sigue siendo aplicable para el diseño de supresores de eco analógicos. Esos supresores han de conformarse a la presente Recomendación o a la Recomendación G.161 [1].

1.5.2 En el anexo A se describen los supresores de eco con función de intervención adaptativa. Se están estudiando las características de esos supresores.

1.6 *Activación/neutralización*

Cada supresor de eco debe ir provisto de:

a) Una facilidad que prevea la activación o neutralización por una puesta a tierra exterior, derivada del circuito interurbano. El activador tendría por misión permitir o impedir, según el caso, el funcionamiento normal del supresor de eco. Determinados supresores de eco tipo C pueden ser directamente neutralizados mediante una señal digital.

b) Un dispositivo de neutralización (neutralizador) por tono que tenga por efecto evitar la aplicación de la atenuación para la supresión y de la atenuación en la recepción cuando se transmitan a través de los supresores, señales de determinados tonos de neutralización. Así pues, el neutralizador debería ser neutralizado para ciertos tonos especificados, pero no para las frecuencias vocales (véase el § 4).

1.7 *Notas explicativas*

1.7.1 Cuando un supresor de eco está en el modo de supresión, introduce una atenuación importante en el trayecto de retorno; esta atenuación no sólo suprime el eco, sino que impide que las palabras pronunciadas por uno de los interlocutores lleguen al otro cuando ambos hablan simultáneamente (lo que se designa por «doble conversación»). Para evitar que la conversación sea entrecortada, como puede ocurrir si los dos interlocutores hablan al mismo tiempo, el supresor de eco debe poder funcionar de otro modo. De acuerdo con la terminología normalmente utilizada, el segundo interlocutor debe poder «intervenir» o neutralizar la supresión cuando al hablar, el segundo interlocutor interrumpe al primero.

1.7.2 La intervención tiene pues, como resultado el transformar un circuito que permite la transmisión de la palabra en un solo sentido en un circuito que permita la transmisión simultánea de la palabra en dos sentidos y una consecuencia necesaria de esta acción es el dejar que el eco vuelva sin suprimirlo. Para reducir el volumen del

eco devuelto durante la intervención, se aumenta la atenuación en el trayecto de recepción, lo que atenúa, como es natural, la palabra recibida. Si la intervención se regula de forma que disminuye el eco al hablar simultáneamente, las palabras de uno o de ambos interlocutores resultarán entrecortadas en cierto grado cuando el control del supresor de eco pase de uno a otro. Por ello, el diseño de un supresor de eco debe satisfacer dos condiciones fundamentales:

1) proporcionar una supresión suficiente del eco cuando sólo habla uno de los interlocutores;

2) proporcionar una intervención flexible y directa cuando hablan simultáneamente ambos interlocutores.

La segunda condición implica dos funciones que se excluyen mutuamente:

a) evitar el corte de las palabras cuando los dos interlocutores hablan simultáneamente;

b) suprimir el eco mientras los dos interlocutores hablan simultáneamente, e inmediatamente después de esto.

1.7.3 Se emplea un circuito diferencial para reconocer la condición en la que debe haber intervención. El nivel de las corrientes vocales del trayecto de emisión se compara con el del trayecto de recepción para determinar si se trata del eco de las palabras pronunciadas por un interlocutor, o de las palabras pronunciadas por el otro. El nivel del eco es reducido por la atenuación del trayecto de eco, retardándose el propio eco en un tiempo igual al doble del tiempo de propagación entre supresor de eco y el punto de reflexión. (El tiempo de propagación de ida y de retorno en el trayecto de eco se llama «retardo en los extremos».) Para realizar el circuito diferencial, hay que tener en cuenta la atenuación mínima del trayecto de eco y el retardo máximo en los extremos. Si el nivel de las corrientes vocales en el trayecto de emisión es inferior al del eco previsto (en las condiciones más desfavorables de atenuación del trayecto de eco y de retardo en los extremos), se mantiene la supresión. Si, por el contrario, este nivel rebasa el del eco previsto, se produce una intervención y se anula la acción de supresión.

1.7.4 Existen varios tipos posibles de algoritmos de decisión para la intervención. Todos ellos tienen como objetivo permitir una intervención segura cuando dos interlocutores hablan simultáneamente, con protección contra las intervenciones intempestivas causadas por el eco o por ruido impulsivo. Se recomienda un procedimiento en dos etapas:

a) En la fase inicial se pasa al estado de intervención parcial. Este estado se caracteriza por cortos tiempos de bloqueo para la intervención. Puede o no insertarse la atenuación en la recepción, pero si se inserta, el tiempo de bloqueo para la intervención deberá ser igualmente corto.

b) Cuando las condiciones de señalización que producen la intervención hayan durado cierto tiempo, se pasa al estado de intervención completa. Debe insertarse la atenuación en la recepción y aplicarse tiempos de bloqueo para la intervención más largos.

2 Definiciones relativas a los supresores de eco

2.1 supresor de eco

E: echo suppressor

F: suppresseur d'écho

Dispositivo accionado por la voz, instalado en la parte a cuatro hilos de un circuito y que tiene por función la introducción de una atenuación en el trayecto de transmisión a fin de suprimir el eco. El trayecto sobre el que actúa el dispositivo puede ser el trayecto de un circuito individual o el de transmisión de una señal multiplexada.

2.2 supresor de eco completo

E: full echo suppressor

F: suppresseur d'écho complet

Supresor de eco en el que las señales vocales transmitidas por cualquier trayecto gobiernan la atenuación para la supresión en el otro trayecto.

2.3 semisupresor de eco

E: half-echo suppressor

F: demi-suppresseur d'écho

Supresor de eco en que las señales vocales transmitidas por uno de los dos trayectos gobiernan la atenuación para la supresión en el otro trayecto, sin que esta acción sea recíproca.

2.4 **supresor de eco diferencial**

E: differential echo suppressor

F: suppresseur d'écho différentiel

Supresor de eco cuyo funcionamiento está determinado por la diferencia entre los niveles de las señales transmitidas por los dos trayectos de las señales vocales.

2.5 **supresor de eco con intervención parcial**

E: partial break-in echo suppressor

F: suppresseur d'écho à intervention partielle

Supresor de eco que influye las funciones de intervención parcial e intervención total.

2.6 **supresor de eco con intervención adaptativa** (véase el anexo A)

E: adaptive break-in echo suppressor

F: suppresseur d'écho à intervention adaptable

Supresor de eco en el cual la sensibilidad para la intervención se ajusta automáticamente de acuerdo con la atenuación del trayecto de eco.

2.7 **atenuación para la supresión**

E: suppression loss

F: affaiblissement de blocage

Valor mínimo especificado de la atenuación que introduce un supresor de eco en el trayecto de emisión (del supresor de eco) para reducir el efecto de las corrientes de eco.

2.8 **atenuación en la recepción**

E: receive loss

F: affaiblissement à la réception

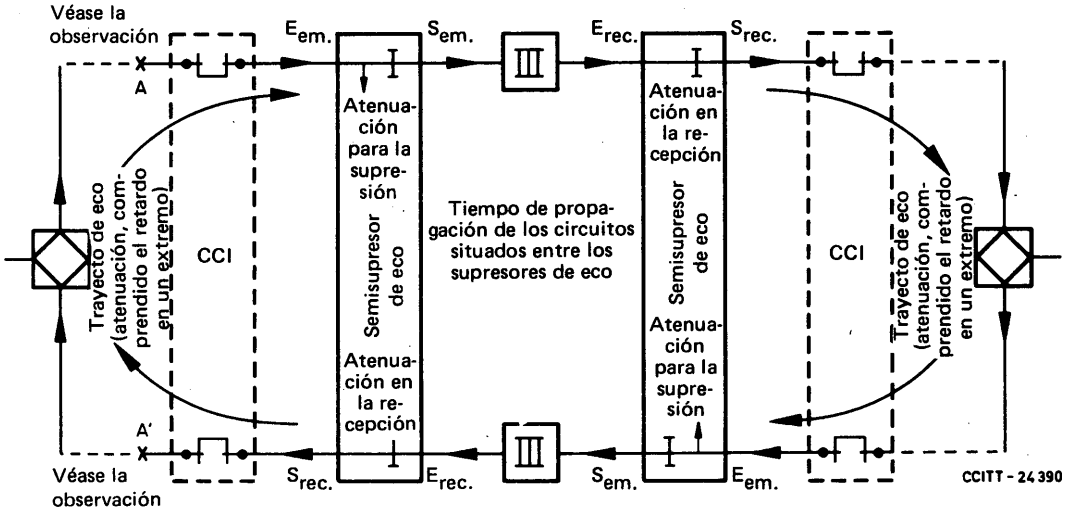
Valor especificado de la atenuación que introduce un supresor de eco en el trayecto de recepción (del supresor de eco) para reducir el efecto de las corrientes de eco durante la intervención.

2.9 **supresor de eco terminal** (véase la figura 5/G.164)

E: terminal echo suppresor

F: suppresseur d'écho terminal

Supresor de eco concebido para funcionar en uno o en ambos extremos de un circuito.



CCI Centro de conmutación internacional

Observación – En ciertas aplicaciones, el supresor de eco se inserta entre los puntos A y A'.

FIGURA 5/G.164

2.10 **tiempo de funcionamiento para la supresión**

E: suppression operate time

F: temps de fonctionnement pour le blocage

Periodo que transcurre entre el momento en que se modifican de una manera determinada señales de prueba definidas, aplicadas a los terminales de entrada en el lado emisión y/o recepción, y el momento en que se introduce la atenuación para la supresión en el trayecto de emisión del supresor de eco.

2.11 **tiempo de bloqueo para la supresión**

E: suppression hangover time

F: temps de maintien pour le blocage

Periodo que transcurre entre el momento en que se modifican de una manera determinada señales de prueba definidas, aplicadas a los terminales de entrada en el lado emisión y/o recepción, y el momento en que desaparece la atenuación para la supresión en el trayecto de emisión.

2.12 **intervención parcial**

E: partial break-in

F: intervention partielle

Estado temporal de intervención que se produce al comienzo de la intervención. Este estado se caracteriza por un corto tiempo de bloqueo para la intervención. La atenuación en la recepción puede insertarse durante la intervención parcial, a condición de que el tiempo de bloqueo para la intervención sea también corto.

2.13 **tiempo de funcionamiento para la intervención parcial**

E: partial break-in operate time

F: temps de fonctionnement pour l'intervention partielle

Periodo que transcurre entre el momento en que, para eliminar la supresión, se modifican de una manera determinada señales de prueba definidas, aplicadas a los terminales de emisión y/o recepción, y el momento en que desaparece la supresión. La inserción de atenuación en el trayecto de recepción puede producirse al mismo tiempo o poco después del momento en que desaparece la supresión.

2.14 **intervención total**

E: full break-in

F: intervention totale

Estado estable de intervención que puede seguir al estado de intervención parcial, una vez que se ha determinado, con una elevada probabilidad que la señal que causa la intervención es una señal vocal. Este estado se caracteriza por la inserción de atenuación en la recepción y mayores tiempos de bloqueo para la intervención.

2.15 **tiempo de funcionamiento para la intervención total**

E: full break-in operate time

F: temps de fonctionnement pour l'intervention totale

Periodo que transcurre entre el momento en que, para eliminar la supresión y ampliar el tiempo de bloqueo, se modifican de una manera determinada señales de prueba definidas, aplicadas a los terminales de emisión y/o recepción, y el momento en que se aplica el tiempo de bloqueo ampliado. La supresión desaparece en el mismo momento que en la intervención parcial. La inserción de la atenuación en el trayecto de recepción puede producirse al mismo tiempo o poco después del momento que desaparece la supresión.

2.16 **tiempo de bloqueo para la intervención**

E: break-in hangover time

F: temps de maintien pour l'intervention

Periodo que transcurre entre el momento en que, para restablecer la supresión, se modifican de una manera determinada, señales de prueba definidas, aplicadas a los terminales de emisión y/o recepción, y el momento en que se restablece la supresión. El tiempo de bloqueo para suprimir la atenuación en el trayecto de recepción puede ser mayor que el necesario para restablecer la supresión.

2.17 **sensibilidad diferencial**

E: differential sensitivity

F: sensibilité différentielle

Diferencia, en decibelios, entre el nivel relativo de las señales de prueba aplicadas al trayecto de emisión y al trayecto de recepción, en el momento en que se produce la intervención.

3 Características de los supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación

3.1 *Calidad de transmisión*

Salvo indicación en contrario, las características de calidad de funcionamiento son aplicables cuando a los trayectos de emisión y de recepción se aplican por separado señales en régimen permanente.

Los límites relativos a las características de transmisión especificadas a continuación deben respetarse en la gama de temperaturas comprendidas entre +10 °C y +40 °C y con las variaciones en el suministro de energía autorizadas por cada una de las Administraciones.

Los supresores de eco tipos A, B y D se colocan en la parte de frecuencias vocales de un circuito a cuatro hilos que tenga una impedancia nominal de 600 ohmios. Los trayectos de emisión (central a línea) y de recepción (línea a central) tienen niveles relativos distintos según las diferentes redes nacionales, por ejemplo:

1) emisión: −16 dBr; recepción: +7 dBr;
2) emisión: −4 dBr; recepción: +4 dBr.

Las frecuencias de tono de prueba son 800 Hz o 1000 Hz, valor nominal. Para evitar los submúltiplos de la frecuencia de muestreo 8000 Hz, las frecuencias del tono de prueba deben estar comprendidas en las gamas de 804 a 860 Hz y de 1004 a 1020 Hz respectivamente.

3.1.1 *Supresores de eco tipos A y B*

3.1.1.1 *Pérdida de inserción*

La pérdida de inserción a 800 Hz (o a 1000 Hz) de un supresor de eco que no esté funcionando debe ser de 0 ± 0,3 dB, para un nivel del tono de prueba < 0 dBm0.

3.1.1.2 *Distorsión de atenuación*

La distorsión de atenuación debe ser tal que si la atenuación a 800 Hz (o a 1000 Hz) es Q dB, la atenuación a una frecuencia cualquiera de la banda de 300 a 3400 Hz esté comprendida entre (Q + 0,3) dB y (Q − 0,2) dB, y a 200 Hz, entre (Q + 1,0) dB y (Q − 0,2) dB.

3.1.1.3 *Distorsión por retardo*

La distorsión por retardo, medida entre dos frecuencias cualesquiera de la banda de 1000 a 2400 Hz, no debe exceder de 30 μs, ni de 60 μs en la banda de 500 a 3000 Hz.

3.1.1.4 *Impedancia*

Los valores de impedancia y de pérdida de retorno deben aplicarse en todas las condiciones de funcionamiento de los supresores de eco.

1) El valor nominal de las impedancias de entrada y de salida (no reactivas) debe ser de 600 ohmios.
2) La pérdida de retorno con relación a la impedancia nominal no debe ser inferior a 20 dB en la banda de 300 a 600 Hz, ni inferior a 25 dB en la banda de 600 a 3400 Hz.
3) El desequilibrio de impedancia de cada terminal con relación a tierra no será inferior a 50 dB en la banda de frecuencias de 300 a 3400 Hz.

3.1.1.5 *Sobrecarga*

La pérdida de inserción a 800 Hz (o a 1000 Hz) no debe aumentar más de 0,2 dB para niveles de la señal de prueba comprendidos entre 0 y +5,0 dBm0.

3.1.1.6 *Distorsión armónica*

La potencia total de distorsión armónica, para una onda sinusoidal pura de 800 Hz (o de 1000 Hz) con un nivel de 0 dBm0 no debe exceder de −34 dBm0.

3.1.1.7 *Intermodulación*

Para frecuencias f_1 = 900 Hz y f_2 = 1020 Hz, aplicadas simultáneamente cada una con un nivel de −5 dBm0, la diferencia entre los niveles de salida correspondientes a las frecuencias f_1 o f_2 y el nivel de cualquiera de los productos de intermodulación $(2f_1 - f_2)$ o $(2f_2 - f_1)$ será por lo menos de 45 dB. Cuando se utilicen compresores de señales vocales para asegurar la atenuación durante la intervención, este requisito se reduce a 26 dB, en el trayecto de recepción (trayecto de recepción en estado W).

3.1.1.8 *Respuesta transitoria*

Si los dispositivos de atenuación insertados en el trayecto de recepción funcionan a velocidad silábica, su respuesta transitoria deberá ajustarse a lo dispuesto en la Recomendación G.162, que trata de la respuesta transitoria global de los compansores.

3.1.1.9 *Ruido*

La potencia sofométrica media introducida por un supresor de eco no debe exceder de −70 dBm0p. La potencia media no ponderada de ruido introducida por un supresor de eco en la banda de 300 a 3400 Hz no debe exceder de −50 dBm0.

3.1.1.10 *Diafonía*

Cuando se instale un supresor de eco en un circuito en servicio, la atenuación diafónica entre el trayecto de emisión y el trayecto de recepción (y viceversa) será tal que la potencia de la señal en el trayecto perturbado por la diafonía producida por el trayecto perturbador no deberá exceder de −65 dBm0 para cualquier señal sinusoidal en el trayecto perturbador con una potencia de +5 dBm0 o menos, en la banda de 300 a 3400 Hz.

3.1.1.11 *Señales parásitas debidas a los supresores de eco*

Las diversas condiciones de funcionamiento de un supresor de eco no deben motivar la aparición de señales parásitas apreciables, tales como impulsos formados en el supresor y resultantes de estados transitorios. En especial, estas señales no deben tener una amplitud tal que puedan provocar el funcionamiento intempestivo o la intervención intempestiva de otro supresor de eco presente en la conexión. A este respecto, hay que tener en cuenta las conexiones multienlace con varios pares de supresores de eco en cascada.

Para evitar todo funcionamiento intempestivo de los demás supresores de eco presentes en una conexión, la tensión (medida desde cero hasta el valor de cresta) de las señales transitorias producidas en los trayectos de recepción o de transmisión (terminados en 600 ohmios), debidas al funcionamiento de supresores de eco como consecuencia de señales en el trayecto opuesto, no debe exceder de 20 mV en un punto de nivel relativo cero (−34 dBV0) después del filtrado de la señal parásita en la banda de 500 a 3000 Hz. Además, la duración de estas señales transitorias debe ser tal que no sean audibles con niveles normales de ruido (por ejemplo, −50 dBm0p).

3.1.2 *Supresor de eco tipo C*

3.1.2.1 *Consideraciones generales*

La inserción de un supresor de eco tipo C insertado en un trayecto de transmisión digital entre codecs que reúnan las características de calidad de funcionamiento especificadas en la Recomendación G.712 [3] no deberá modificar dichas características.

3.1.2.2 *Retardo de grupo*

El retardo de grupo a través del supresor de eco no deberá ser superior a 0,25 ms.

3.1.2.3 *Efecto de los atenuadores digitales*

Los atenuadores digitales introducidos en el trayecto de recepción durante el modo de intervención pueden aumentar la distorsión de cuantificación. Los supresores de eco tipo C que mantienen la integridad de los bits de señalización para la señalización asociada al canal en sistemas conformes a la Recomendación G.733 [4], saltando el bit menos significativo probablemente presenten un mayor aumento de la distorsión de cuantificación durante el modo de intervención que los supresores de eco tipo C utilizados en sistemas de señalización por canal común. Se están estudiando los límites admisibles.

3.1.2.4 *Efecto de los compresores digitales instantáneos*

(Los valores indicados a continuación son provisionales.)

Cuando se utiliza un compresor instantáneo en el trayecto de recepción del supresor durante la intervención, no producirá una distorsión que rebase los siguientes valores:

a) *Distorsión armónica*

Con una señal sinusoidal de entrada de 0 dBm0, a cualquier frecuencia comprendida entre 300 Hz y 1 kHz, la distorsión del tercer armónico producida no debe rebasar −30 dBm0.

b) *Distorsión de intermodulación*

Con una señal de entrada compuesta de dos sinusoides de la misma amplitud y frecuencias f_1 = 900 y f_2 = 1020 Hz, con niveles de −3 a −35 dBm0, los productos de la distorsión $(2f_1 - f_2)$ y $(2f_2 - f_1)$ no deben rebasar un nivel de −16 dB con relación al nivel de salida de cada señal. Para niveles de entrada inferiores a −35 dBm0, esta relación debe ser de −20 dB, como mínimo.

3.1.3 *Supresores de eco tipo D*

3.1.3.1 *Consideraciones generales*

Las características de calidad de la Recomendación G.712 [3] se aplican a los codecs.

3.1.3.2 *Retardo de grupo*

El retardo de grupo no excederá del de los codecs por separado en más de 0,25 ms.

3.1.3.3 *Efecto de los atenuadores digitales*

Los atenuadores digitales insertados en el trayecto de recepción durante el modo de intervención pueden aumentar la distorsión de cuantificación por encima de los límites especificados en la Recomendación G.712 [3]. Se están estudiando los límites admisibles.

3.1.3.4 *Efecto de compresores digitales instantáneos*

Véase el § 3.1.2.4.

3.2 *Características con señales de entrada en régimen permanente aplicadas por separado a los trayectos de emisión y recepción*

3.2.1 Seguidamente se explica, por medio del diagrama de funcionamiento teórico de la figura 6/G.164 la acción de un supresor de eco que presente las características generales descritas en el § 1. Las combinaciones significativas de señales de entrada se representan por las zonas X, Y, Z, W y V.

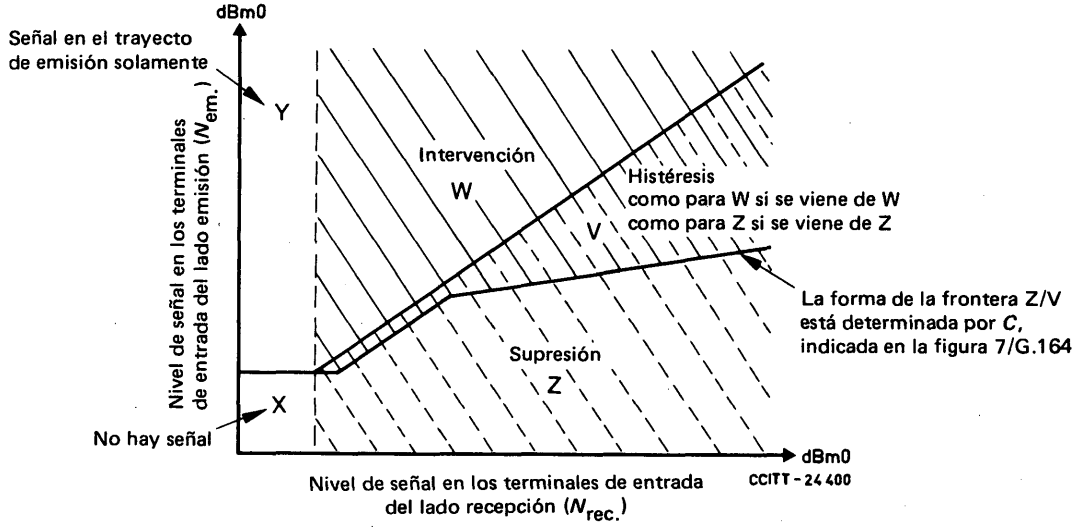


FIGURA 6/G.164

Diagrama de principio que explica el funcionamiento de los supresores de eco en condiciones ideales

3.2.2 La zona X corresponde a la ausencia de señales apreciables en el trayecto de emisión o en el de recepción. La zona Y corresponde a la presencia de señales en el trayecto de emisión únicamente. La zona Z representa las combinaciones de niveles de señales para las que el supresor de eco ha de proporcionar la supresión en el trayecto de emisión. La zona W corresponde a la intervención cuando la supresión debe estar ausente. La zona V corresponde a la histéresis destinada a asegurar el mantenimiento de la condición de intervención si la señal en trayecto de emisión desciende ligeramente por debajo del nivel mínimo en el que deba producirse la intervención. Por ello, la zona V representa una condición biestable. El cuadro 1/G.164 indica los valores de la atenuación que conviene introducir en los dos trayectos cuando cada una de las cinco zonas X, Y, Z, W y V está ocupada continuamente. La figura 7/G.164 indica los valores límite de la atenuación en la recepción, *C*, que conviene introducir en el trayecto de recepción durante la intervención. Las indicaciones contenidas en las figuras 6/G.164 y 7/G.164 y en el cuadro 1/G.164 son válidas para señales en régimen permanente, y en los casos en que las fronteras entre las zonas se franquean muy lentamente.

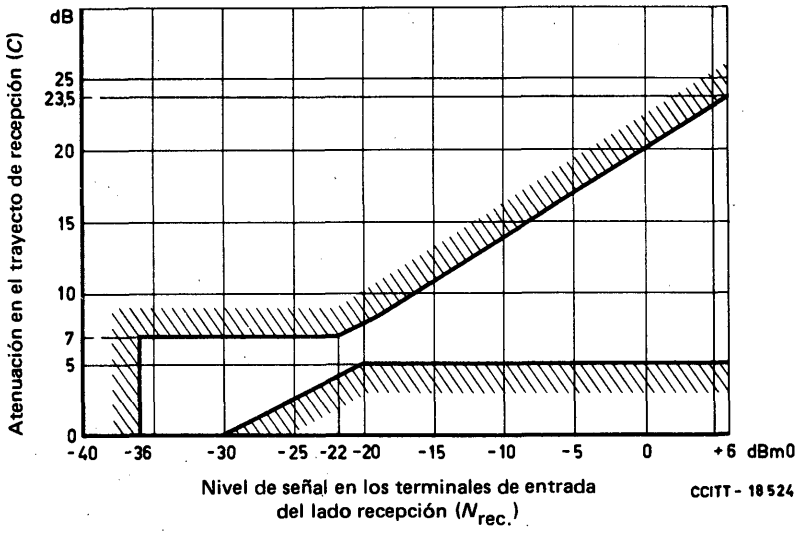
CUADRO 1/G.164

Explicaciones relativas al diagrama de funcionamiento de la figura 6/G.164

Zona	Atenuación en el trayecto de emisión (dB)	Atenuación en el trayecto de recepción (dB)
X	0	0
Y	0	0 b)
W	0	En los límites indicados para *C* en la figura 7/G.164
Z	50 mínimo a)	0
V	Como para W si se viene de W Como para Z si se viene de Z	

a) Cuando se utilizan supresores de eco tipo C en circuitos digitales largos, la supresión del ruido del extremo distante pudiera ser objetable debido al contraste de ruido. Esto está en estudio.

b) Cuando la atenuación en el trayecto de recepción la proporciona un compresor de señales vocales, su valor deberá ser cero para señales en recepción con niveles ≤ -36 dBm0.



Observación – Los valores recomendados son los comprendidos en la zona no sombreada.

FIGURA 7/G.164

Valores recomendados para la atenuación *C* que ha de introducirse en el trayecto de recepción durante la intervención

3.2.3 Los elementos indicados en la figura 6/G.164 conciernen sólo a las características que se pueden determinar sin necesidad de conocer los circuitos internos del supresor de eco ni de tener acceso a ellos, sino simplemente aplicando señales de prueba a los terminales externos del supresor de eco y comprobando su estado por mediciones externas. En el § 5 se describen los métodos de prueba que han de emplearse para verificar si se cumplen las especificaciones.

3.2.4 En el cuadro 2/G.164 se indican los niveles de señal que definen los diversos umbrales.

CUADRO 2/G.164

Niveles umbral entre las zonas

Frontera	Símbolo del umbral	A 1000 Hz (observación 1) dBm0 a 20 ± 5°C	A 1000 Hz (observación 1) dBm0 entre 10 y 40°C	Variación con la frecuencia
Supresión				
X a Z	Txz	$-33 \leqslant Txz \leqslant -29$ para $N_{em.} = -40$	$T'xz = Txz \pm 1$	
Z a X	$Tzx_{máx.}$ $Tzx_{mín.}$	$Txz - 0$ dB $Txz - 3$ dB	$T'xz - 0$ dB $T'xz - 3$ dB	Figura 8/G.164
Intervención				
V a W (procedente de Z)	Tvw	$N_{rec.} - 3 \leqslant N_{em.} \leqslant N_{rec.}$ (observaciones 3, 4 y 5) $(-26{,}5 \leqslant N_{rec.} \leqslant +3)$		$T'vw = Tvw \pm 1{,}5$ dB entre 500 y 3000 Hz (véase la observación 2)
V a Z (procedente de W)	$Tvz_{máx.}$ $Tvz_{mín.}$	$Tvw - C + 2$ dB (observaciones 3, 4 y 5) $Tvw - C - 3$ dB (observación 1) $(-26{,}5 \leqslant N_{rec.} \leqslant +3)$		$T'vz = Tvz \pm 1{,}5$ dB entre 500 y 3000 Hz (véase la observación 2)

$N_{em.}$ Nivel, en dBm0, en los terminales de entrada del lado emisión.

$N_{rec.}$ Nivel, en dBm0, en los terminales de entrada del lado recepción.

C Atenuación introducida en el trayecto de recepción durante la intervención. Esta característica debe ajustarse a los límites indicados en la figura 7/G.164.

Observación 1 – La frecuencia de prueba estará comprendida entre 1004 y 1020 Hz para evitar submúltiplos de 8000 Hz, que es la frecuencia de muestreo.

Observación 2 – Hay que tener en cuenta las tolerancias de las características de atenuación en función de la frecuencia de los dos filtros del detector para la intervención, pero es conveniente que el umbral de intervención sea lo más independiente posible de la frecuencia; debe preverse una tolerancia de ± 1,5 dB si $N_{em.}$ y $N_{rec.}$ hacen variar conjuntamente en la banda de frecuencias de 500 a 3000 Hz.

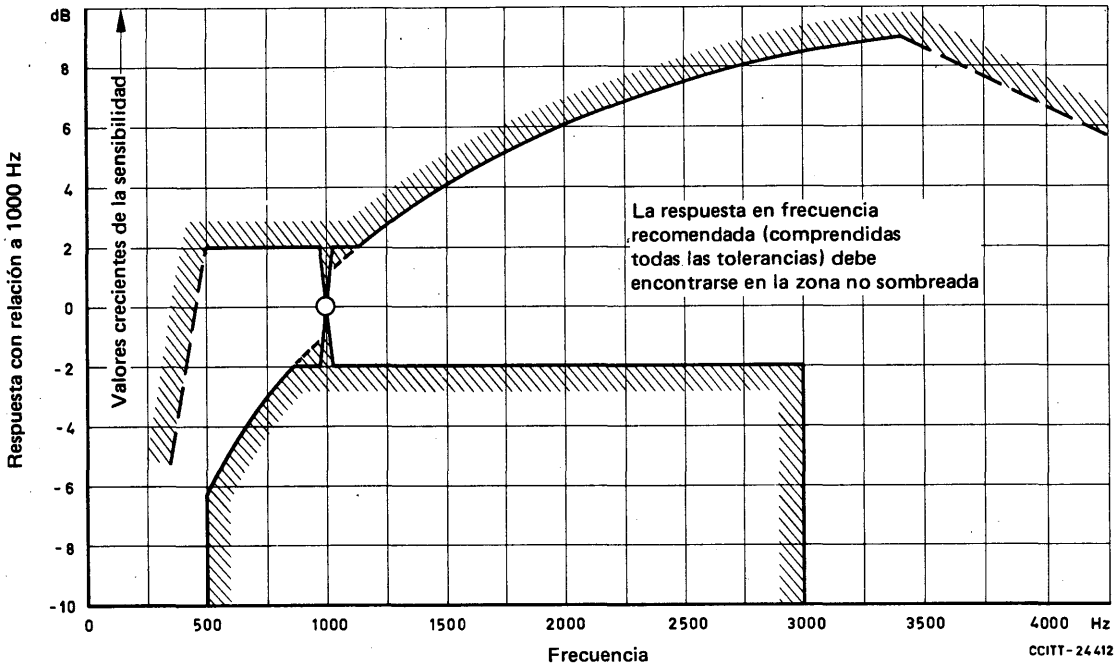
Observación 3 – Esto excluye las tolerancias debidas a los codecs (± 0,5 dB en la Recomendación G.712 [3]).

Observación 4 – Los límites de tolerancia Tvw y Tvz pueden rebasarse ocasionalmente hasta 1 dB en la gama $-26{,}5 \leqslant N_{rec.} \leqslant +3$ dBm0 debido a los efectos de la cuantificación. En teoría, esto puede producir una falsa retención de la intervención cuando se utilizan señales de prueba en régimen permanente (véase la prueba 8). Esto no sucede con las señales vocales.

Observación 5 – Los valores límite de los umbrales Tvw y Tvz combinados con pequeños valores de atenuación del trayecto de eco y pequeños valores de C pueden, en teoría, producir oscilación entre la supresión y la intervención en pruebas en que se utilicen señales de bajo nivel en régimen permanente. Esto no se ha observado en los supresores de eco existentes y no sucede con las señales vocales.

3.2.4.1 El umbral nominal de supresión es de −31 dBm0 cuando no hay esencialmente señales vocales en el trayecto de emisión. El nivel nominal para el abandono del estado de supresión es también de −31 dBm0, pero puede situarse en un nivel de hasta 3 dB por debajo del umbral de supresión. Este requisito tiene por objeto que, cuando haya señales de nivel superior al del umbral tanto en el trayecto de emisión como en el de recepción, el supresor de eco permanezca en el estado de supresión (Z) si $N_{rec.} > N_{em.}$, pase al estado de intervención (W), cuando $N_{em.} > N_{rec.}$, y retorne al estado de supresión cuando $N_{rec.} > N_{em.} + C$. Se prevén tolerancias para tener en cuenta variaciones en los filtros, la alimentación en energía y la temperatura.

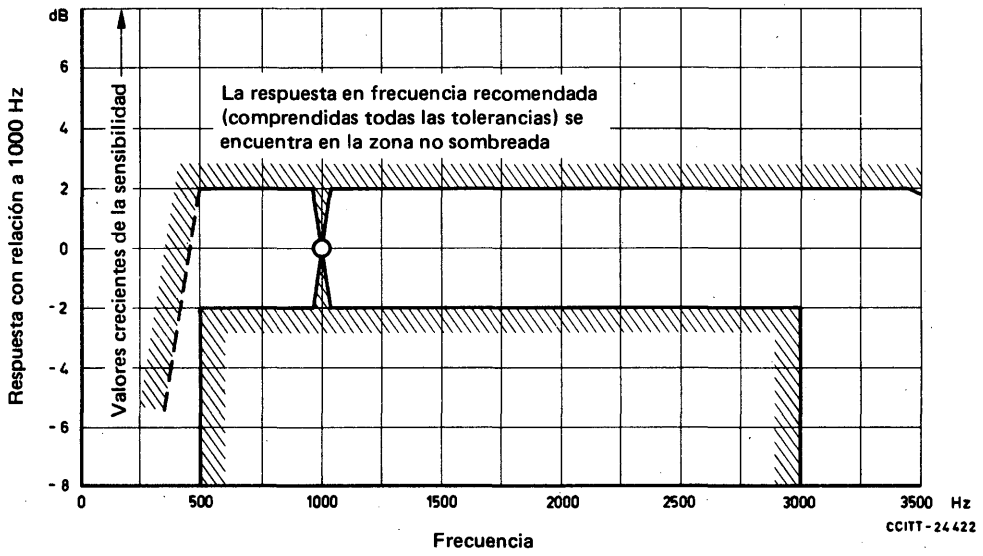
3.2.4.2 Los límites de respuesta en frecuencia del trayecto de control de supresión se indican en la figura 8/G.164. Los límites de respuesta en frecuencia del trayecto de control de intervención se indican en la figura 9/G.164. Conviene efectuar ese filtrado en el supresor de eco. Sin embargo, es difícil realizarlo en el caso de los tipos C y D. Por consiguiente, para estos tipos, dicho filtrado puede omitirse cuando las Administraciones puedan garantizar que el nivel de todas las señales interferentes es tan bajo que no afectan adversamente al funcionamiento de los supresores de eco.



Observación – La disminución de la sensibilidad por debajo de 500 Hz y por encima de 3400 Hz debe tener un valor de, por lo menos, 12 dB/octava.

FIGURA 8/G.164

Respuesta en frecuencia recomendada para el trayecto de control de la supresión del supresor de eco



Observación – La disminución de la sensibilidad por debajo de 500 Hz y por encima de 3400 Hz debe tener un valor nominal de, por lo menos, 12 dB/octava.

FIGURA 9/G.164

Respuesta en frecuencia recomendada para cada trayecto de control del detector de intervención del supresor de eco

3.3 *Características dinámicas cuando se aplican, suprimen o modifican independientemente señales en los trayectos de emisión y de recepción*

3.3.1 Las características dinámicas pueden especificarse indicando el tiempo que transcurre, cuando los valores de las señales pasan de un punto situado en una zona a un punto situado en otra, antes de que se establezca el estado propio de la segunda zona (figura 6/G.164 y figura 11/G.164). Si se pasa de X a Z, este periodo se denomina tiempo de funcionamiento para la supresión; en sentido inverso, se denomina tiempo de bloqueo para la supresión. Si se pasa de Z a través de V a W o a Y, este periodo se denomina tiempo de funcionamiento para la intervención; en sentido inverso, se denomina tiempo de bloqueo para la intervención. En la práctica, las fronteras V/W y V/Z pueden franquearse con cualquier ángulo. Las condiciones indicadas en el cuadro 3/G.164 conciernen a los pasos verticales u horizontales.

3.3.2 El tiempo de funcionamiento para la supresión (X/Z) debe ser casi constante cuando se aplica repentinamente, en el trayecto de recepción, una señal de nivel superior al del umbral (−31 dBm0) en ausencia de señales de magnitud apreciable en el trayecto de emisión. En forma similar, para transiciones del estado de supresión al de intervención con $N_{rec.}$ constante (Z/V/W), los tiempos de funcionamiento indicados en el cuadro 3/G.164 se aplicarán en general para toda la gama posible de pares de señales ($N_{rec.}$ y $N_{em.}$), y no sólo para los dos pares mostrados en el cuadro 3/G.164.

3.3.3 Los tiempos de bloqueo indicados en el cuadro 4/G.164 se aplicarán en general cada vez que se pase al estado de supresión o de intervención, independientemente de los niveles de las señales que provoquen el paso.

3.3.4 Cuando se varían bruscamente los niveles de las señales sinusoidales de prueba de frecuencia 1000 Hz, son válidos los tiempos de funcionamiento indicados en el cuadro 3/G.164, así como los valores recomendados para los tiempos de bloqueo, indicados en el cuadro 4/G.164. En cada uno de estos cuadros, la parte derecha se refiere a las pruebas expuestas en el § 5.

3.3.5 Los tiempos de funcionamiento del atenuador en la recepción, en la transición Y/W no se ha expuesto ni probado independientemente, pero debieran situarse en los límites admitidos para el tiempo de funcionamiento para la supresión.

3.4 *Funcionamiento con una baja atenuación del trayecto de eco cuando pueda haber retardo en los extremos*

Las cláusulas que preceden son válidas cuando el supresor de eco se prueba en condiciones tales que las señales en los trayectos de emisión y de recepción sean independientes. En la práctica, debe conseguirse también un funcionamiento satisfactorio cuando el trayecto de emisión esté conectado al trayecto de recepción por un trayecto de eco que presente un retardo en los extremos y poca atenuación. En estas condiciones hay que controlar tres características del funcionamiento dinámico. En el § 5 se describen los dispositivos de prueba apropiados para la medición de estas características, descritas a continuación.

3.4.1 El eco (fuga a través del trayecto de eco) no debe provocar la aparición intempestiva de la condición de intervención cuando la atenuación del trayecto de eco sea poco importante y el retardo en los extremos nulo. Este inconveniente podría deberse a una desacertada elección de las constantes de tiempo del trayecto de control; se manifestaría entonces como una aparición temporal intempestiva del estado de intervención, que se produciría solamente durante el tiempo de bloqueo para la intervención, cuando se aplicara bruscamente una señal a los terminales de entrada del lado recepción (véase la prueba N.° 7).

3.4.2 Si la protección del supresor de eco contra el retardo en los extremos es insuficiente, el circuito de intervención puede funcionar sobre el borde posterior del eco. Este fenómeno puede producirse si se interrumpe bruscamente una señal en los terminales de entrada del lado recepción cuando la atenuación del trayecto de eco es reducida y el retardo en los extremos importante (véase la prueba N.° 7).

3.4.3 En ciertos modelos, puede ocurrir que la histérisis representada por la zona biestable V (véase la figura 3/G.164) sea demasiado importante con relación a la atenuación introducida en el trayecto de recepción. Esto puede provocar el mantenimiento intempestivo de la intervención por el eco en las siguientes condiciones: una señal en régimen permanente presente en los terminales de entrada del lado recepción es acoplada a los terminales de entrada del lado emisión a través del trayecto de eco. Se aplica entonces a los terminales de entrada del lado emisión una señal de amplitud y duración suficientes para provocar la intervención. Al interrumpirse esta señal, el eco de la señal mantiene indebidamente el estado de intervención (véase la prueba N.° 8).

CUADRO 3/G.164

Tiempos de funcionamiento

Frontera	Señal inicial (véase la observación)		Señal final (véase la observación)		Valor recomendado (ms)	Prueba N.º	Excursión (véase la figura 11/G.164)	Circuito utilizado para las pruebas (número de la figura)	Traza en el osciloscopio (número de la figura)
	Emisión $N_{em.}$ (dBm0)	Recepción $N_{rec.}$ (dBm0)	Emisión $N_{em.}$ (dBm0)	Recepción $N_{rec.}$ (dBm0)					
Supresión X/Z	−40 −40	−40 −40	−40 −40	−25 −11	⩽ 1	4	a → b a → d	13/G.164	14/G.164
Intervención Z/V/W $N_{em.}$ constante	−15 −15 −15	−10 − 5 0	−15 −15 −15	−25 −25 −25	de 24 a 36	5	h → i g → i f → i	13/G.164	15/G.164
Intervención Z/V/W $N_{rec.}$ constante	−40 −40	−25 −15	−19 − 9	−25 −15	Parcial: ⩽ 2 Total: de 6 a 10	6	b → k c → j	16/G.164	17/G.164

Observación – Véase también el § 3.3.2.

CUADRO 4/G.164

Tiempos de bloqueo

Frontera	Señal inicial		Señal final		Valor recomendado (ms)	Prueba N.º	Excursión (véase la figura 11/G.164)	Circuito utilizado para las pruebas (número de la figura)	Traza en el osciloscopio (número de la figura)
	Emisión $N_{em.}$(dBm0)	Recepción $N_{rec.}$ (dBm0)	Emisión $N_{em.}$ (dBm0)	Recepción $N_{rec.}$ (dBm0)					
Supresión Z/X	−40 −40	−25 −11	−40 −40	−40 −40	de 24 a 36	4	b → a d → a	13/G.164	14/G.164
Intervención W/V/Z $N_{rec.}$ constante	−19 − 9	−25 −15	−40 −40	−25 −15	Parcial: ⩽ 26 Total: de 48 a 66 (véase la observación)	6	k → b j → c	16/G.164	17/G.164

Observación – El tiempo de bloqueo de la atenuación en la recepción debe tener el valor indicado (de 48 a 66 ms). Se están estudiando las posibles ventajas de un mayor tiempo de bloqueo de la atenuación en la recepción para circuitos con tiempos de propagación muy largos.

4 Características de los dispositivos de neutralización de los supresores de eco

4.1 *Consideraciones generales*

Tódo supresor de eco debiera estar provisto de un dispositivo de neutralización (neutralizador) por tono que tenga por efecto evitar la aplicación de la atenuación para la supresión y de la atenuación en la recepción cuando este supresor sea atravesado por señales de datos o por otros tonos determinados. El dispositivo de neutralización debería, pues, ser accionado por ciertos tonos específicos, pero no por las frecuencias vocales.

4.2 *Características de neutralización* (véase la figura 10/G.164)

El tono de neutralización transmitido es de 2100 Hz ± 15 Hz; su nivel es de −12 ± 6 dBm0. La frecuencia del tono aplicado al dispositivo de neutralización es de 2100 Hz ± 21 Hz (véase la Recomendación V.21 [5]). La banda del canal de neutralización debe ser suficientemente ancha para englobar este tono, así como posiblemente todos los demás tonos de neutralización utilizados en redes nacionales; además, debe ser tal que, bajo el efecto conjugado de la acción de guarda y la temporización, se disponga de una protección suficiente contra el accionamiento intempestivo del neutralizador por las corrientes vocales. La sensibilidad del canal de neutralización (nivel umbral) debe ser tal que el dispositivo de neutralización funcione con el nivel mínimo del tono de neutralización esperado. Las características de la banda representadas en la figura 10/G.164 hacen posible la neutralización por la frecuencia de 2100 Hz y por otras frecuencias utilizadas en América del Norte. La figura indica que en la banda de frecuencias de 2079 a 2121 Hz *debe* ser posible la neutralización, mientras que en la banda de 1900 a 2350 Hz *puede* ser posible.

A condición de que sólo se utilice en el plano internacional el tono de neutralización recomendado, es decir, 2100 Hz, no se interferirá a los equipos de señalización. Se considera que la neutralización intempestiva de un supresor de eco por un tono de señalización no es perjudicial, puesto que el supresor de eco no desempeña papel alguno durante los periodos en que los tonos de señalización se encuentran en el circuito.

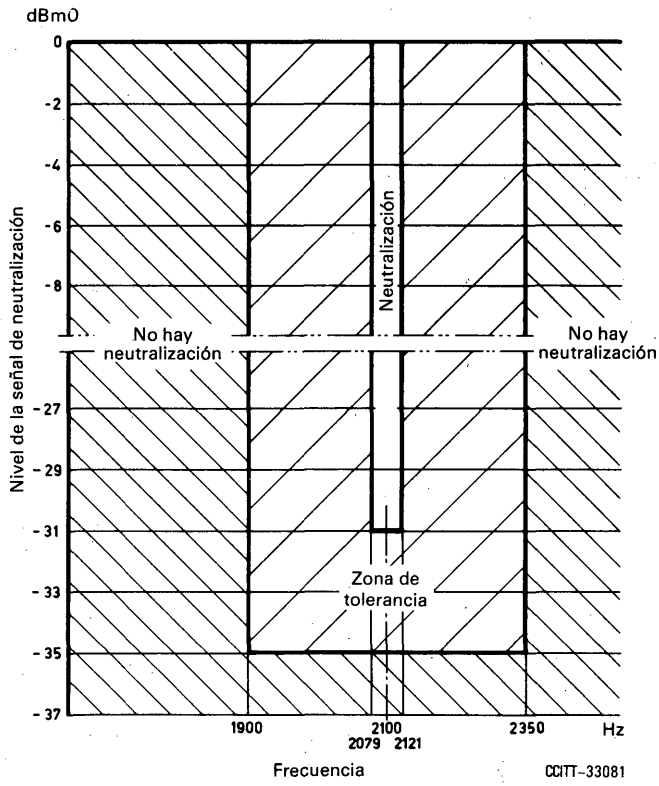


FIGURA 10/G.164

Características requeridas en la banda de neutralización

4.3 *Características de la banda de guarda*

La energía contenida en la banda de frecuencias vocales fuera de la banda de neutralización debe utilizarse para oponerse a la función de neutralización, de forma que las señales vocales no provoquen el funcionamiento intempestivo del neutralizador por tono. La banda de guarda debe ser lo suficientemente ancha, y la sensibilidad lo bastante elevada para que pueda aprovecharse la energía de la banda de frecuencias vocales exterior a la banda de neutralización. La sensibilidad y la forma de la banda de guarda no deben ser tales que el nivel máximo de ruido de circuito (en reposo u ocupado) impida la neutralización. A continuación se supone que se emplea un ruido blanco para simular las señales vocales y el ruido de circuito. De ello se desprende lo siguiente:

El ruido blanco (banda aproximada: de 300 a 3400 Hz) se aplica al neutralizador por tono, al mismo tiempo que una señal de 2100 Hz. Esta última se aplica con un nivel 3 dB superior al nivel umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda. La energía del ruido blanco necesaria para impedir la neutralización no debe ser superior a la de la señal de 2100 Hz, ni inferior en más de 5 dB. Como el nivel de la señal de 2100 Hz aumenta progresivamente hasta 30 dB por encima del nivel umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda, el nivel de energía del ruido blanco necesario para impedir la neutralización debe ser inferior al de la señal de 2100 Hz.

4.4 *Características de la banda de mantenimiento de la neutralización*

Después de la neutralización, el neutralizador por tono deberá mantenerse en el estado de neutralización para tonos de una determinada gama de frecuencias. La anchura de esta banda debe englobar todas las frecuencias actuales o previstas de transmisión de datos. La sensibilidad a los efectos de la liberación debe permitir que subsista la neutralización para las señales de datos del más bajo nivel previsto, pero ha de ser tal que el dispositivo de neutralización se libere con el nivel máximo de ruido de circuito (en reposo u ocupado). De ahí la condición siguiente:

El neutralizador por tono deberá mantenerse en el estado de neutralización para cualquier señal sinusoidal de una sola frecuencia en la banda de 390 a 700 Hz con un nivel de −27 dBm0 o superior y de la banda de 700 a 3000 Hz con un nivel de −31 dBm0 o superior. El neutralizador por tono deberá liberarse con cualquier señal de la banda de 200 a 3400 Hz, con un nivel de −36 dBm0 o inferior.

4.5 *Tiempo de funcionamiento*

Este tiempo debe ser suficientemente largo para asegurar una protección contra los periodos de silencio, pero inferior al límite de 400 ms recomendado por el CCITT. La condición que ha de fijarse es, pues, que el neutralizador por tono funcione dentro de los límites de 300 ± 100 ms después de la recepción de una señal continua de neutralización de nivel comprendido entre 0 dBm0 y el umbral del neutralizador para la frecuencia central de la banda más 3 dB.

4.6 *Funcionamiento intempestivo motivado por corrientes vocales*

Es conveniente evitar que el neutralizador por tono sea accionado intempestivamente por las corrientes vocales. A este fin, un objetivo razonable para un supresor de eco instalado en un circuito en servicio es que las señales vocales normales no causen por término medio más de 10 maniobras intempestivas por cada 100 horas de conversación. La protección contra los periodos de silencio puede asegurarse con la anchura de banda del canal de neutralización, la banda de guarda y el tiempo de funcionamiento, pero se la obtiene también con un nuevo ciclo de temporización. En otros términos, si la señal vocal que simula la señal de neutralización queda interrumpida a causa de los periodos que separan las sílabas, antes de que tenga lugar la neutralización, el mecanismo de temporización debe volver a cero. Sin embargo, la ausencia o el cambio momentáneos de nivel de una señal de neutralización verdadera no debe poner a cero el mecanismo de temporización.

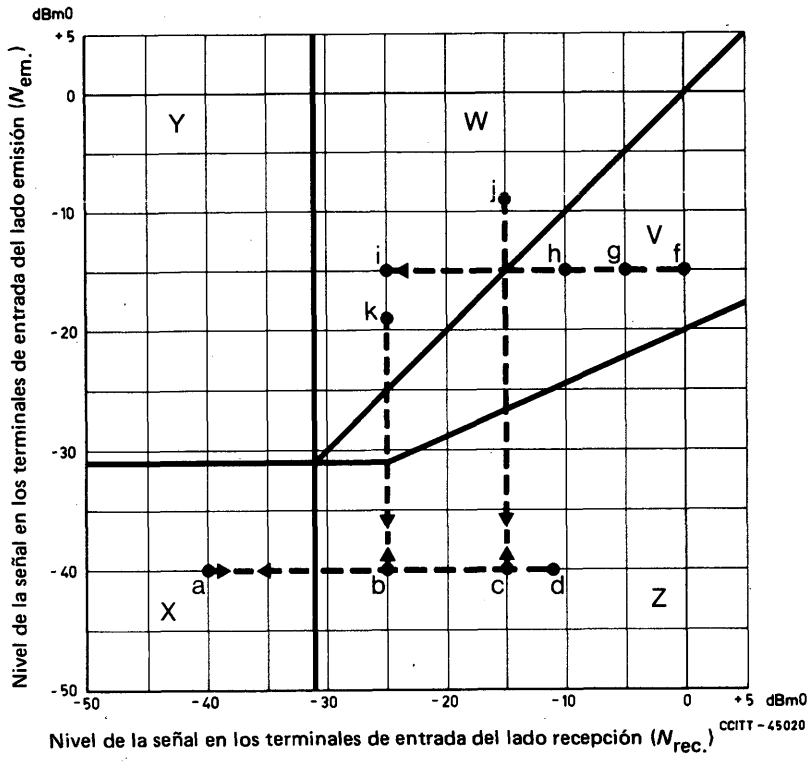
4.7 *Tiempo de liberación*

El neutralizador no debe liberarse en caso de interrupciones de la señal, de duración inferior al valor recomendado por el CCITT, es decir, 100 ms. Debe liberarse en un plazo de 250 ± 150 ms después de que el nivel de una señal situada en la banda de mantenimiento de la neutralización caiga por lo menos 3 dB por debajo de la sensibilidad máxima de mantenimiento, o de modo que sólo se produzca un mínimo de degradación en caso de neutralización accidental por las corrientes vocales.

5 Métodos de prueba que han de utilizarse para medir las principales características de funcionamiento de los supresores de eco

5.1 *Consideraciones generales*

5.1.1 Un supresor de eco a cuyos terminales de entrada emisión y recepción se apliquen señales sinusoidales se encontrará en un estado que dependerá de los niveles relativos de estas dos señales. Cualquier combinación de los niveles de estas dos señales de entrada puede representarse por un punto en un diagrama típico de funcionamiento (figura 11/G.164). Cada zona de ese diagrama corresponde, en régimen permanente, a un estado particular caracterizado por las atenuaciones en los dos trayectos de conversación y por la organización interna de su lógica.



Observación – Las fronteras indicadas son típicas. La frontera inferior de la zona V se indica para la atenuación *C* máxima admitida en la figura 7/G.164.

FIGURA 11/G.164

Diagrama de funcionamiento representativo de los niveles utilizados en pruebas dinámicas (véanse los cuadros 3/G.164 y 4/G.164)

5.1.2 En las pruebas descritas aquí se supone la utilización de señales de prueba analógicas. En el caso de supresores de eco tipo C, será necesario utilizar codecs conformes a la Recomendación G.712 [3], para hacer el interfaz entre el supresor y el equipo de prueba analógico. Cuando las pruebas se realizan con supresores de eco tipos C y D, debe tenerse en cuenta el mayor tiempo de propagación debido a los codecs al medir los tiempos de funcionamiento mediante la observación de señales de salida. Además, en las mediciones de nivel han de tenerse en cuenta las tolerancias de los codecs. Las frecuencias submúltiplos de la frecuencia de muestreo pueden dar lugar a resultados erróneos, y deben evitarse en estas pruebas. Debe señalarse que, cuando se requiere el filtrado externo para atender los requisitos del § 3.2.4.2, debe incluirse al realizar las pruebas.

5.1.3 Se especifican las características *estáticas* de un supresor de eco indicando los límites entre las zonas, así como las atenuaciones en los dos canales de conversación cuando las señales pasan lentamente de un punto situado en una zona a un punto situado en otra.

Se especifican las características *dinámicas* precisando el tiempo que transcurre, en el caso de una señal que pasa bruscamente de un punto situado en una zona a un punto situado en otra, antes de que se establezca el estado correspondiente a esta segunda zona.

Las diversas pruebas descritas en este § 5 se resumen en el cuadro 5/G.164.

5.1.4 La descripción de los circuitos de prueba expuestos aquí sirve para indicar un posible método de aplicación de las señales de prueba apropiadas. También pueden utilizarse otras técnicas para producir estas señales (por ejemplo, el uso de generadores de señales sinusoidales separados para la emisión y la recepción). Aunque la frecuencia de prueba es nominalmente de 1000 Hz, debe elegirse una frecuencia comprendida en la gama de 104 a 1020 Hz, para evitar un submúltiplo de la frecuencia de muestreo.

CUADRO 5/G.164

Pruebas recomendadas para los supresores de eco

Prueba	Característica medida	Diagrama de bloques (figura)	Traza en el osciloscopio (figura)
1	Umbral de supresión y atenuación para la supresión	12/G.164	–
2	Umbral Y/X y atenuación en la recepción	12/G.164	–
3	Sensibilidad diferencial para la intervención	12/G.164	–
4	Tiempos de funcionamiento y de bloqueo para la supresión	13/G.164	14/G.164
5	Intervención, $N_{em.}$ constante	13/G.164	15/G.164
6	Intervención parcial y total, $N_{rec.}$ constante	16/G.164	17/G.164
7	Protección contra una intervención intempestiva	18/G.164	–
8	Prueba de histéresis excesiva	19/G.164	20/G.164

5.2 *Medición de las características estáticas*

Las características estáticas que se miden son las atenuaciones en los trayectos de emisión y de recepción, así como los niveles umbral entre zonas (cuadros 1/G.164 y 2/G.164). El equipo necesario es el siguiente:

– un oscilador con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios,
– dos atenuadores simétricos de 600 ohmios,
– un circuito mezclador de 600 ohmios,
– dos hipsómetros con una impedancia de entrada simétrica de 600 ohmios.

El diagrama de conexiones se muestra en la figura 12/G.164.

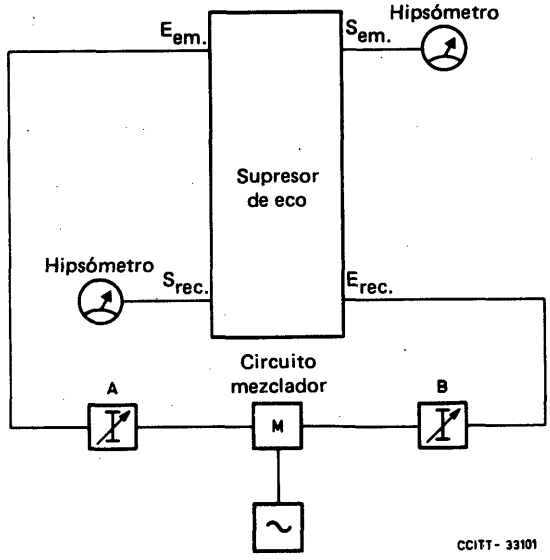


FIGURA 12/G.164

Circuito para la medición de características estáticas (pruebas 1, 2 y 3)

5.2.1 *Prueba N.º 1 – Umbral de supresión y atenuación para la supresión*

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).
2) Ajústese A de manera que $N_{em.} = -40$ dBm0.
3) Ajústese B de manera que $N_{rec.} = -40$ dBm0.
4) Auméntese $N_{rec.}$ hasta que se produzca la supresión; anótese el valor de $N_{rec.}$ y la atenuación para la supresión. Requisito: $-33 \leqslant (N_{rec.} = T_{xz}) \leqslant -29$ dBm0 (véase el cuadro 2/G.164).
5) Disminúyase $N_{rec.}$ hasta que desaparezca la supresión; anótese el valor de $N_{rec.}$. Requisito: $T_{xz} - 3 \leqslant N_{rec.} \leqslant T_{xz}$ (véase el cuadro 2/G.164).
6) Sintonícese el oscilador a las frecuencias adecuadas para verificar si se respetan los límites indicados en la figura 8/G.164 y repítanse las operaciones 2 a 5.

5.2.2 *Prueba N.º 2 – Umbral Y/X y atenuación en la recepción en el estado de intervención*

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).
2) Ajústese A de manera que $N_{em.} = +3$ dBm0.
3) Ajústese B de manera que $N_{rec.}$ varíe dentro de la gama -40 dBm0 $\leqslant N_{rec.} \leqslant N_{em.}$. Se observa el funcionamiento dentro de las fronteras de la figura 7/G.164 supervisando la diferencia $N_{Erec.} - N_{Srec.}$, que es igual a la atenuación C. El umbral Y/W se produce cuando $C > 0$ dB.

   Observación – Regístrense los valores de C en función de $N_{rec.}$ para utilización en la prueba N.º 3, paso 5.

5.2.3 *Prueba N.º 3 – Sensibilidad diferencial para la intervención*

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).
2) Ajústese A de manera que $N_{em.} = -40$ dBm0.
3) Ajústese B de manera que $N_{rec.} = -26{,}5$ dBm0.
4) Auméntese $N_{em.}$ hasta que desaparezca la supresión y se introduzca la atenuación en el trayecto de recepción; anótese el valor de $N_{em.}$. Requisito: véase T_{vw}, cuadro 2/G.164.
5) Disminúyase $N_{em.}$ hasta que se produzca la supresión y se suprima la atenuación en el trayecto de recepción; anótese el valor de $N_{em.}$. Requisito: véase T_{vz}, cuadro 2/G.164.
6) Auméntese $N_{rec.}$ por saltos apropiados hasta $+3$ dBm0, y repítanse los pasos 4 y 5.
7) Sintonícese el oscilador a las frecuencias adecuadas para verificar si se respetan los límites indicados en la figura 9/G.164, y repítanse los pasos 2 a 6.

5.3 *Medición de las características dinámicas cuando $N_{rec.}$ y $N_{em.}$ se aplican independientemente*

Las características dinámicas que se miden son los tiempos de funcionamiento y de bloqueo para la supresión y para la intervención (cuadros 3/G.164 y 4/G.164). El equipo necesario es el siguiente:

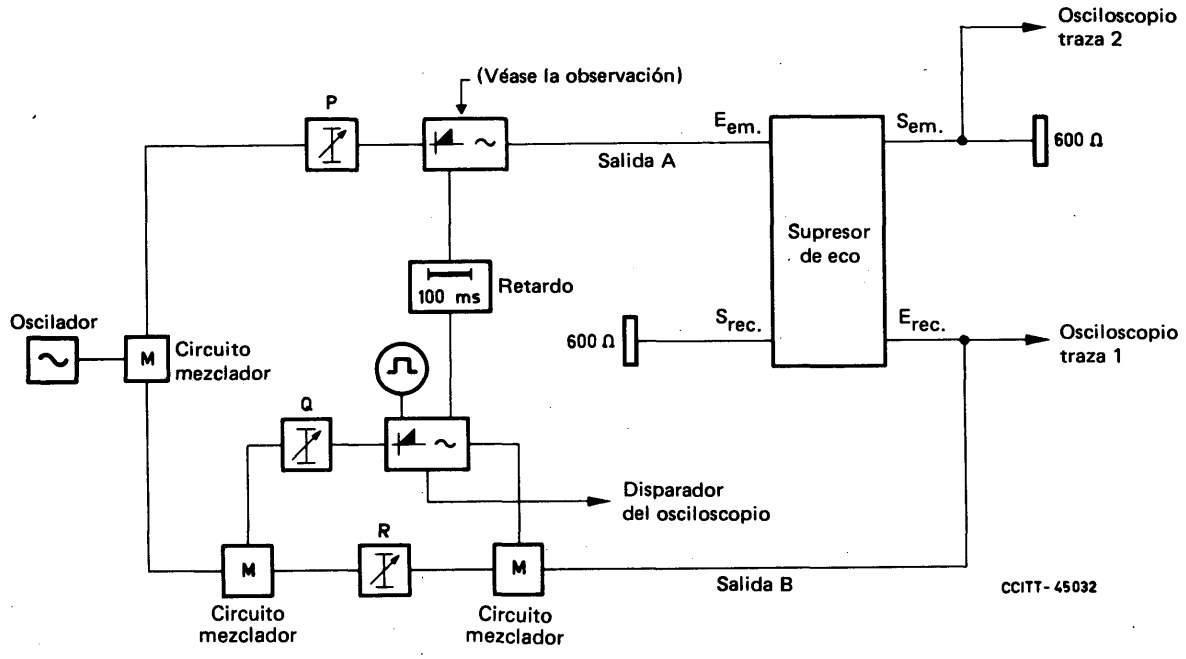
- un oscilador con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios, ajustado a 1000 Hz;
- tres atenuadores simétricos de 600 ohmios;
- tres circuitos mezcladores de 600 ohmios;
- dos generadores de ráfagas de tonos en los que la duración de los estados ABIERTO y CERRADO variará independientemente de cero a 200 ms, y que puedan ajustarse manualmente en los dos estados. Las impedancias de entrada y de salida en ambos estados han de ser de 600 ohmios. Un generador de ráfagas de tonos es excitado por el otro y tiene 100 ms de retardo, de modo que pasa al estado CERRADO 100 ms después que el otro pasa al estado CERRADO;
- dos resistencias de terminación de 600 ohmios;
- un osciloscopio de doble haz, de preferencia con pantalla de larga persistencia.

Observación – Si los periodos de los estados CERRADO o ABIERTO de los impulsos de tono no se indican, debe suponerse un tiempo de 200 ms para cada uno. Véanse en los cuadros 3/G.164 y 4/G.164 los requisitos adecuados de calidad de funcionamiento para las pruebas N.os 4, 5 y 6.

5.3.1 *Pruebas en las que el nivel en emisión ($N_{em.}$) se mantiene constante*

5.3.1.1 *Prueba N.º 4 – Tiempo de funcionamiento y de bloqueo para la supresión*

1) Ajústense los atenuadores P, Q y R (figura 13/G.164) de manera que se obtengan los valores de $N_{rec.}$ y $N_{em.}$ indicados en los cuadros 3/G.164 y 4/G.164.
2) Léanse los tiempos como se indica en la figura 14/G.164.



Observación – Para los tiempos de funcionamiento y de bloqueo para la supresión, este modulador se mantiene en el estado de conducción.

FIGURA 13/G.164

Circuito de prueba para la medición de características dinámicas con $N_{em.}$ constante [supresión (prueba N.º 4) e intervención (prueba N.º 5)]

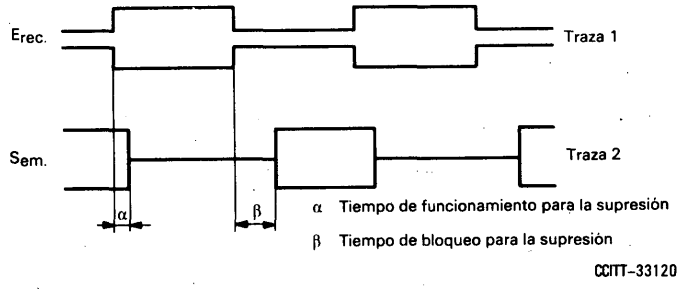


FIGURA 14/G.164

Oscilograma de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo para la supresión

5.3.1.2 *Prueba N.º 5 – Tiempo de funcionamiento para $N_{em.}$ constante*

En esta prueba se hace disminuir $N_{rec.}$, mientras se mantiene constante $N_{em.}$, y se mide el tiempo de funcionamiento para la intervención. Como es difícil medir el tiempo de bloqueo para la intervención con $N_{em.}$ constante (debido a la dificultad de asegurar el retorno al estado Z), no es posible distinguir entre intervención parcial y total. Esto no se considera importante para la intervención con $N_{em.}$ constante.

1) Ajústense los atenuadores P, Q y R indicados en la figura 13/G.164 a fin de que produzcan los valores $N_{rec.}$ y $N_{em.}$ del cuadro 3/G.164.

2) Léanse los tiempos como se indica en la figura 15/G.164.

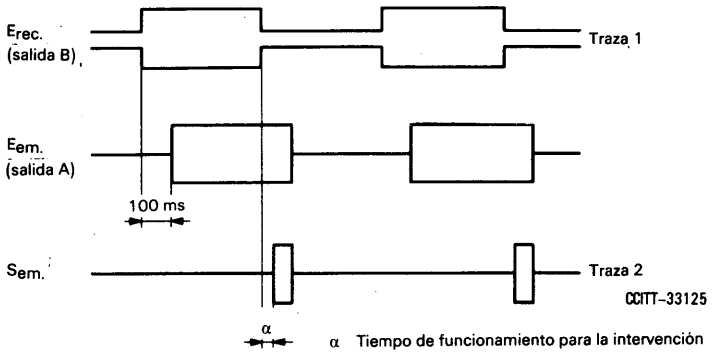


FIGURA 15/G.164

Oscilograma del tiempo de funcionamiento para la intervención con $N_{em.}$ constante

5.3.2 *Prueba en que $N_{rec.}$ se mantiene constante*

5.3.2.1 *Prueba N.º 6 – Tiempo de funcionamiento y de bloqueo para la intervención parcial y total, $N_{rec.}$ constante*

El equipo requerido es el mismo que para las pruebas N.os 4 y 5. Dispóngase el equipo con arreglo a la figura 16/G.164. En esta prueba, $N_{rec.}$ se mantiene constante. Se hace aumentar, $N_{em.}$ y se mide el tiempo de funcionamiento y de bloqueo para la intervención, es preciso hacer variar el tiempo durante el cual el nivel $N_{em.}$ tiene un valor correspondiente al estado CERRADO.

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese el atenuador P de la figura 16/G.164, para obtener $N_{rec.} = -25$ dBm0.

3) Ajústense los atenuadores Q y R de la figura 16/G.164 para obtener $N_{em.} = -40$ dBm0 en el estado ABIERTO y $N_{em.} = -19$ dBm0 en el estado CERRADO.

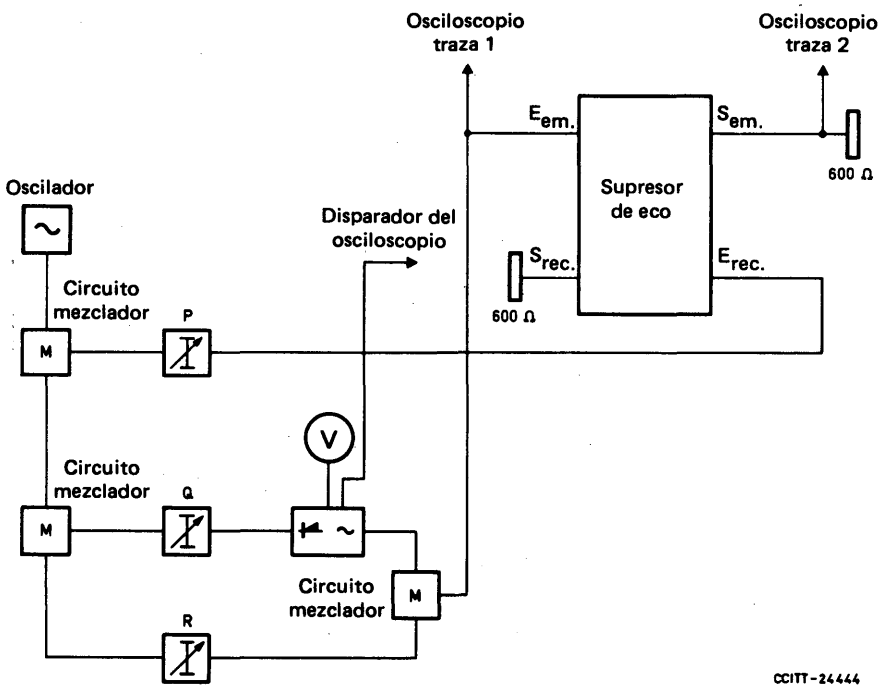
4) Comenzando con una duración de 0 ms en el estado CERRADO para $N_{em.}$, se aumenta la duración del estado CERRADO hasta que se produce una intervención parcial. La intervención parcial se caracteriza por los reducidos tiempos de funcionamiento y de bloqueo indicados en los cuadros 3/G.164 y 4/G.164. Para definir los tiempos, obsérvense los oscilogramas en la parte a) de la figura 17/G.164.

5) Sígase aumentando la duración de $N_{em.}$ en estado CERRADO hasta que se produzca la intervención total, caracterizada por el incremento de los tiempos de funcionamiento y de bloqueo de los cuadros 3/G.164 y 4/G.164. Para las definiciones de los tiempos, obsérvense los oscilogramas de la parte b) de la figura 17/G.164.

6) Para otros pares de niveles indicados en los cuadros 3/G.164 y 4/G.164, repítanse los pasos 3 a 5. Obsérvese que para todos los valores de $N_{rec.} > -26{,}5$ dBm0, y cuando aumenta $N_{em.}$ desde valores inferiores al umbral a un valor $> N_{rec.}$, se debe producir la intervención parcial y la total.

5.4 *Medición del funcionamiento del supresor de eco cuando los terminales de entrada del lado emisión ($E_{em.}$) están conectados a los terminales de salida del lado recepción ($S_{rec.}$) a través de un trayecto de eco que puede introducir un retardo y una atenuación*

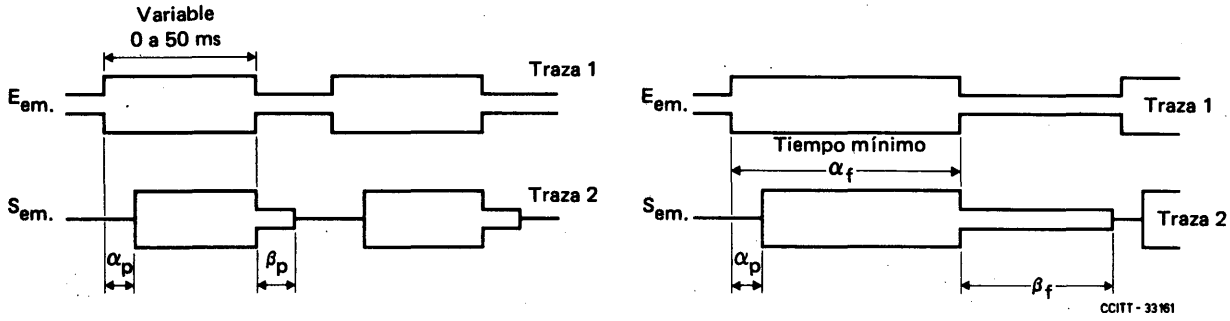
El objeto de esta medición es estudiar el comportamiento del supresor de eco desde el punto de vista de una intervención intempestiva provocada por el retorno del eco.



Observación – El elemento variable V permite variar separadamente de cero a 100 ms la duración de los estados CERRADO y ABIERTO del generador de ráfagas de tonos.

FIGURA 16/G.164

Circuito de prueba para la medición de características dinámicas con $N_{rec.}$ constante [intervención, Z/V/W (prueba N.º 6)]



α_p Tiempo de funcionamiento para la intervención parcial

β_p Tiempo de bloqueo para la intervención parcial

a) *Intervención parcial*

α_f Tiempo de funcionamiento para la intervención total. Este tiempo es la duración mínima de $N_{em.} > N_{rec.}$ justa necesaria para ampliar el tiempo de bloqueo β_f característico de la intervención total.

β_f Tiempo de bloqueo para la intervención total.

b) *Intervención total*

FIGURA 17/G.164

Oscilogramas del tiempo de funcionamiento de bloqueo para la intervención parcial y total con $N_{rec.}$ constante

5.4.1 *Prueba N.º 7 – Intervención intempestiva*

El montaje es el de la figura 18/G.164 y el equipo necesario es el siguiente:

- un oscilador con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios;
- tres atenuadores simétricos de 600 ohmios;
- una resistencia de terminación de 600 ohmios;
- dos circuitos mezcladores de 600 ohmios;
- un generador de ráfagas de tonos;
- un dispositivo de retardo en audiofrecuencias que puede hacerse variar en la gama de 0 a 24 ms;
- un osciloscopio de doble haz.

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz, y el elemento de retardo a un retardo nulo (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese X de manera que la atenuación total del trayecto de eco (*a-t-b*) sea igual a la diferencia entre los niveles de prueba en los trayectos de emisión y recepción, más 6 dB.

3) Ajústese Y de manera que la señal ABIERTO sea de −26 dBm0.

4) Ajústese Z de manera que la señal CERRADO sea de −20 dBm0.

5) Mientras se aplica la señal de impulsos a los terminales $E_{rec.}$, compruébese la ausencia de señal en la traza 2 del osciloscopio, lo que indicará que la operación es correcta.

6) Redúzcase X, hasta que se produzca la intervención intempestiva, y obsérvese que la disminución de la atenuación del trayecto de eco no es inferior a 2 dB.

7) Repítanse los pasos 4, 5 y 6, aplicando a la $E_{rec.}$ señales de −10 y 0 dBm0, cuando el generador de impulsos se encuentra en el estado CERRADO.

8) Repítanse los pasos 2 y 4 a 7, aplicando a la $E_{rec.}$ señales de −40 dBm0, cuando el generador de impulsos se encuentra en el estado ABIERTO.

9) Repítanse los pasos 2 a 8, ajustándose el retardo a 24 ms.

Obsérvese que la intervención intempestiva no debe producirse en *ningún* par de impulsos de niveles de señal en la $E_{rec.}$, con el retardo ajustado a 24 ms, y una atenuación del trayecto de eco de 6 dB como mínimo.

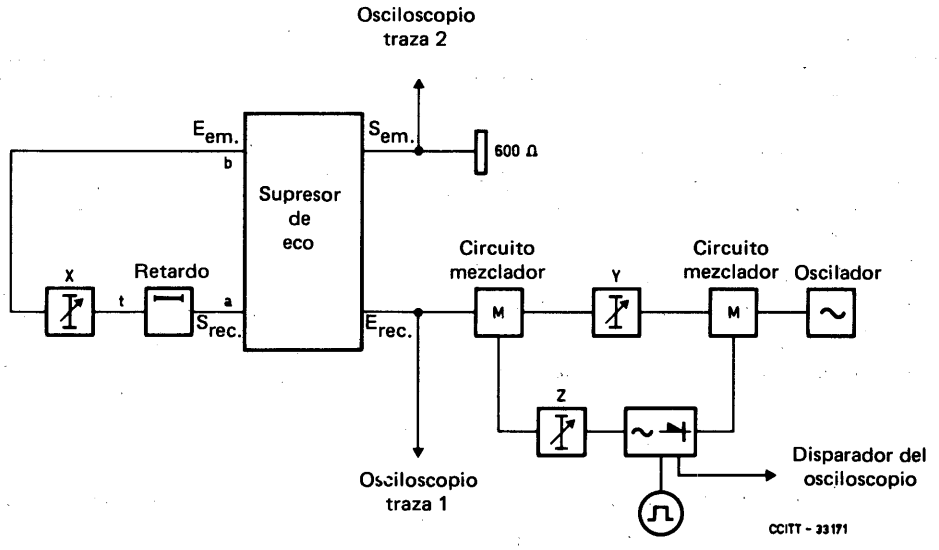


FIGURA 18/G.164

Circuito de prueba de intervención intempestiva

5.4.2 *Prueba N.º 8 – Bloqueo intempestivo de la intervención debido a un exceso de histéresis*

El montaje es el de la figura 19/G.164 y el equipo necesario es el siguiente:

- un oscilador con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios;
- tres atenuadores simétricos de 600 ohmios;
- dos circuitos mezcladores de 600 ohmios;
- una resistencia de terminación de 600 ohmios;
- un generador de ráfagas de tonos;
- un amplificador, que sirva de separador;
- un osciloscopio de doble haz.

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese Q de manera que la atenuación del trayecto entre $S_{rec.}$ y $E_{em.}$ sea igual a la diferencia entre los niveles relativos en estos puntos, más 6 dB.

3) Ajústese R de manera que $N_{rec.} = -28$ dBm0.

4) Ajústese P de manera que $N_{rec.} = (N_{rec.} + 3)$ dBm0.

5) Verifíquese si la señal de la traza 2 del osciloscopio (véase la figura 20/G.164) es adecuada, lo que demostrará la ausencia de toda retención indebida de la intervención.

6) Repítanse los pasos 3 a 5 para $N_{rec.} = -16$ dBm0 y $N_{rec.} = 0$ dBm0.

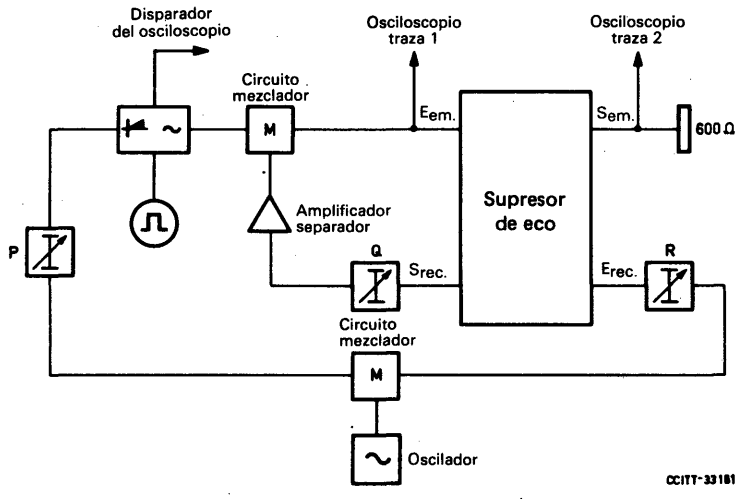


FIGURA 19/G.164

Circuito de prueba para estudiar la retención indebida de la intervención como consecuencia de un exceso de histéresis

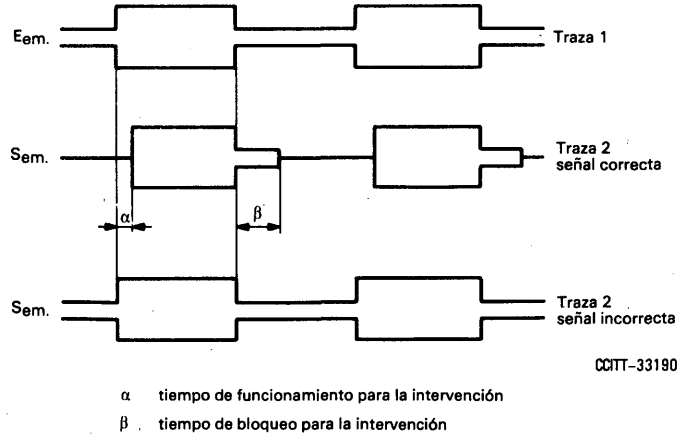


FIGURA 20/G.164

Oscilogramas obtenidos en caso de retención indebida de la intervención como consecuencia de un exceso de histéresis

ANEXO A

(a la Recomendación G.164)

Supresores de eco con intervención adaptativa

La siguiente información ha sido proporcionada por las Administraciones francesa y alemana y por KDD (Japón).

La función adaptativa del supresor de eco definida en el § 2.6 de la Recomendación G.164, puede proporcionar cierta mejora. El principio de intervención de este supresor de eco se basa en el hecho de que, en la mayoría de los casos, el valor medio de las atenuaciones del trayecto de eco es superior al valor mínimo de 6 dB. Un ajuste fijo de la sensibilidad para la intervención al valor mínimo tiene por consecuencia un bajo umbral de sensibilidad para la activación de funciones de intervención. En este caso, un locutor de bajo nivel de voz puede experimentar dificultades al intervenir. Mediante el ajuste adaptativo del umbral de sensibilidad para la intervención sobre la atenuación real del trayecto de eco se obtiene una mejora en el funcionamiento de la intervención.

El ajuste adaptativo se considera facultativo para los nuevos diseños de supresores de eco. Se recomiendan, con carácter provisional, las siguientes adiciones al texto de la Recomendación G.164 con relación a los supresores de eco adaptativos (véase la Cuestión 10/XV [6]):

A.1 *Definición:* **atenuación adaptativa**

Atenuación controlada a_x en el trayecto de control en la recepción de los circuitos lógicos para efectuar la función de intervención, adaptada automáticamente a la atenuación del trayecto de eco.

A.2 *Mejora proporcionada por la función adaptativa*

Un ajuste fijo del supresor de eco de acuerdo con la atenuación mínima posible del trayecto de eco puede tener por consecuencia un bajo umbral de sensibilidad para la activación de la función de intervención. Mediante un ajuste adaptativo a la atenuación real del trayecto de eco, esta sensibilidad puede resultar mejorada, lo que se traduce en menos mutilación de la palabra durante la intervención.

A.3 *Definición de nivel umbral entre zonas Tv_iw_i*

Para un supresor de eco adaptativo, el umbral Tv_iw_i en cada instante, i, viene dado por la siguiente fórmula:

$$N_{\text{rec.}} - a_x - 3 \leqslant N_{\text{em.}} \leqslant N_{\text{rec.}} - a_x$$

$$0 \leqslant a_x \leqslant a_E - 6 \text{ dB}$$

donde

a_E es la atenuación real del trayecto de eco.

La fórmula se reduce a:

$$N_{\text{rec.}} - 3 \leqslant N_{\text{em.}} \leqslant N_{\text{rec.}} \text{ cuando } a_x = 0$$

A.4 *Características de la atenuación adaptativa, a_x* (véase el cuadro A-1/G.164)

Para la definición de las fronteras de zona, véase la figura A-1/G.164.

A.5 *Método de prueba* (para los parámetros de los supresores de eco afectados por la adición de las funciones adaptativas)

El montaje es el de la figura A-2/G.164, y el equipo necesario es el siguiente:

- un oscilador con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios;
- tres atenuadores simétricos de 600 ohmios;
- tres circuitos mezcladores de 600 ohmios;
- un amplificador, que sirva de separador;
- un osciloscopio de doble haz;
- un hipsómetro con una impedancia de salida simétrica de 600 ohmios;
- un generador de ráfagas de tonos con periodo variable de hasta 10 s.

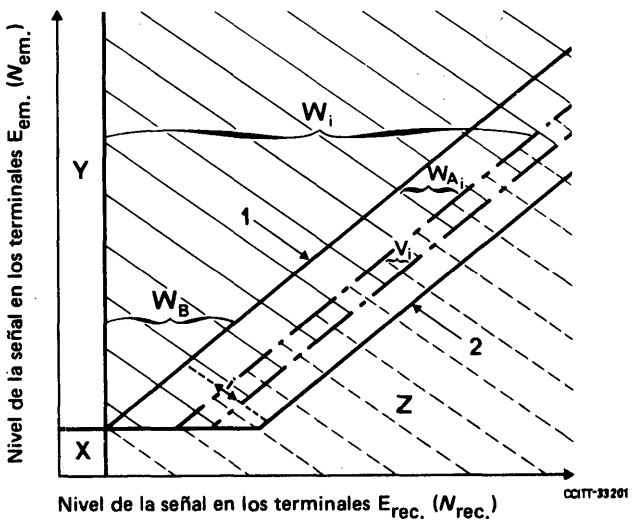
CUADRO A-1/G.164

Zona de funcionamiento (véase la figura A-1/G.164)	Características de la atenuación adaptativa a_x	Condiciones de tiempo
Z	Aumento hasta el valor máximo posible de a_E – 6 dB	6 dB en t_1 < 1,5 s[a)]
Y	Se memoriza el último valor	
W_{A_i}	Disminución hasta el valor mínimo posible de 0 dB	6 dB en t_2 < 1,5 s[a)]
W_B	Se memoriza el último valor[b)]	
X	Disminución hasta el valor mínimo posible de 0 dB	6 dB en t_3 < 1,5 s[a)]
V_i		Como W_i, si se viene de W Como Z, si se viene de Z

a) Se están estudiando los valores óptimos para t_1, t_2, t_3.

b) Una Administración prefiere utilizar el mismo procedimiento que en la zona W_A. Se necesita más experiencia práctica en la utilización de ambos métodos.

Observación – La gama mínima de la atenuación adaptativa a_x debe ser de 20 dB.



Observación 1 – Se cumple que $W_i = W_B + W_{A_i}$, y W_{A_i} varía en cada instante i.

Observación 2 – La línea i ($N_{em.} = N_{rec.} - a_x$) puede variar entre la línea 1 ($N_{em.} = N_{rec.}$) y la línea 2 ($N_{em.} = N_{rec.} - a_E + 3$).

FIGURA A-1/G.164

Fronteras de zona para supresores de eco adaptativos

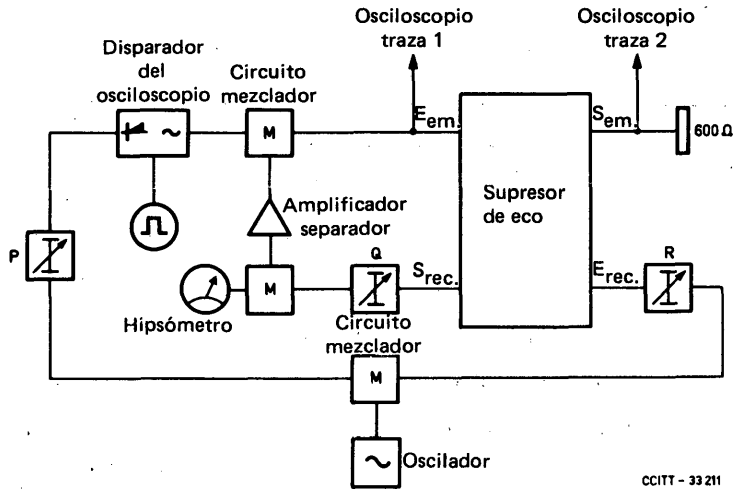


FIGURA A-2/G.164

Circuito de prueba de la sensibilidad diferencial para la intervención adaptativa y la atenuación en la recepción

A.5.1 *Características estáticas* (zona de intervención adaptativa)

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese Q de manera que la atenuación a_E entre $S_{rec.}$ y $E_{em.}$ sea igual a la diferencia entre los niveles relativos en estos puntos, más 6 dB.

3) Ajústese R de manera que $N_{rec.} = -15$ dBm0.

4) Utilizando P, auméntese $N_{em.}$ hasta que cese la supresión y se inserte la atenuación en el trayecto de recepción. Compruébese en la traza 2 del osciloscopio (véase la figura A-3/G.164) que T_{vw} es tal que:

$$N_{rec.} - a_E + 3 \leqslant N_{em.} \leqslant N_{rec.} - a_E + 6$$

5) Utilizando P, disminúyase $N_{em.}$ hasta que se inserte la supresión y se suprima la atenuación del trayecto de recepción. Compruébese en la traza 2 del osciloscopio que T_{vz} es igual a $T_{vw} - C$.

6) Repítanse en el procedimiento de prueba los pasos 2 a 5 para $M_R = -8$ dBm0 y 0 dBm0.

7) Repítanse en el procedimiento de prueba los pasos 2 a 6, para $a_E = 15$ dB y para $a_E = 24$ dB.

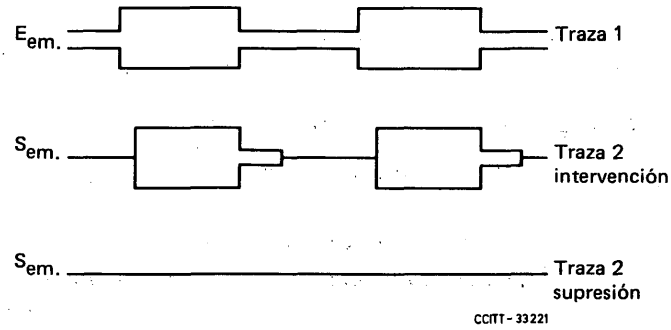


FIGURA A-3/G.164

Oscilogramas de la sensibilidad diferencial para la intervención adaptativa (características estáticas)

A.5.2 *Características estáticas* (zona de intervención no adaptativa)

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese Q de manera que $a_E = 15$ dB.

3) Ajústese R de manera que $N_{rec.} = -26{,}5$ dB.

4) Utilizando P, auméntese $N_{em.}$ hasta que cese la supresión y se inserte atenuación en el trayecto de recepción. Compruébese en la traza 2 del osciloscopio (véase la figura A-3/G.164) que T_{vw} es tal que $-29{,}5 \leqslant N_{em.} \leqslant -26{,}5$ dB.

5) Utilizando P, disminúyase hasta que se produzca la supresión y se suprima la atenuación en el trayecto de recepción. Compruébese en la traza 2 del osciloscopio (véase la figura A-3/G.164) que T_{vz} es igual a $T_{vw} - C$.

A.5.3 *Características dinámicas*

1) Ajústese el oscilador a 1000 Hz (para las tolerancias, véase el § 5.1.4).

2) Ajústese Q de manera que $a_E = 20 \pm 2$ dB.

3) Ajústese R de manera que $N_{rec.} = 0 \pm 2$ dBm0.

4) Ajústese P de manera que $N_{em.} = -14 \pm 2$ dBm0.

5) Ajústese t'_1 en la traza 1 (véase la parte a) de la figura A-4/G.164) del osciloscopio, al valor de 3,5 s (véase la observación 1). Verifíquese que la intervención desaparece después de T_1 (véase la observación 2) en la traza 2.

6) Ajústese t'_2 en la traza 1 (véase la parte b) de la figura A-4/G.164) del osciloscopio, a un valor de, por lo menos, 4 s. Verifíquese que T_2 en la traza 2 es inferior a 3,5 s (véase la observación 1).

Observación 1 – El valor de 3,5 s se obtiene de la fórmula:

$$\frac{a_E - 6}{6} \times t_{j\,\text{máx.}}$$

donde

$a_E = 20$ dB

$t_{j\,\text{máx.}} = 1{,}5$ s

$j = 1$ ó 2

Observación 2 – La intervención finaliza cuando a_x ha caído hasta el nivel umbral de forma que:

$$N_{rec.} - C - N_{em.} - 3 \leqslant a_x \leqslant N_{rec.} - C - N'_{em.}$$

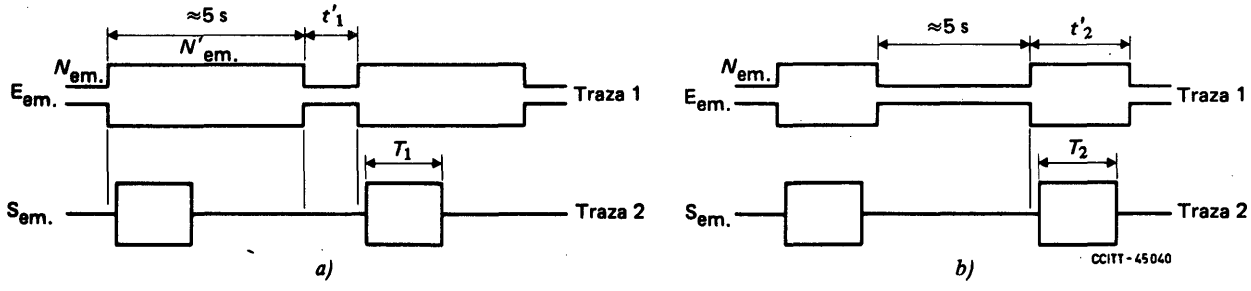


FIGURA A-4/G.164

Oscilogramas para características dinámicas de los supresores de eco

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.161, UIT, Ginebra, 1977.

[2] Recomendación del CCITT *Influencia de las redes nacionales en la estabilidad y el eco en las comunicaciones internacionales*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.122, parte B, b), UIT, Ginebra, 1977.

[3] Recomendación del CCITT *Características de calidad de los canales MIC a frecuencias vocales*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. G.172.

[4] Recomendación del CCITT *Características de los equipos múltiplex MIC primarios que funcionan a 1544 kbit/s*, Tomo III, fascículo III.3, Rec. 733.

[5] Recomendación del CCITT *Modem dúplex a 300 bit/s normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación*, Tomo VIII, fascículo VIII.1, Rec. V.21.

[6] CCITT – Cuestión 10/XV, Contribución COM XV-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

Recomendación G.165

COMPENSADORES DE ECO

(Ginebra, 1980)

1 Consideraciones generales

1.1 Los compensadores de eco son dispositivos activados por la voz, instalados en la parte a cuatro hilos de un circuito (por el que puede transmitirse una señal simple o multiplexada) y que tienen por función reducir el eco del circuito, para lo cual se sustrae de éste un eco de un valor estimado. Pueden caracterizarse atendiendo al hecho de que el trayecto de transmisión, las funciones de control y la estimación del eco sean analógicos o digitales (véanse las figuras 1/G.165, 2/G.165, 3/G.165 y 4/G.165).

1.2 Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco en que se empleen técnicas analógicas o digitales. Los compensadores de eco diseñados conforme a esta Recomendación serán compatibles los unos con los otros, así como también con los supresores de eco diseñados de conformidad con las Recomendaciones G.161 [1] y G.164. La compatibilidad está definida en el § 1.3 de la Recomendación G.164. Los detalles de diseño no comprendidos en los requisitos quedan a la disposición del proyectista.

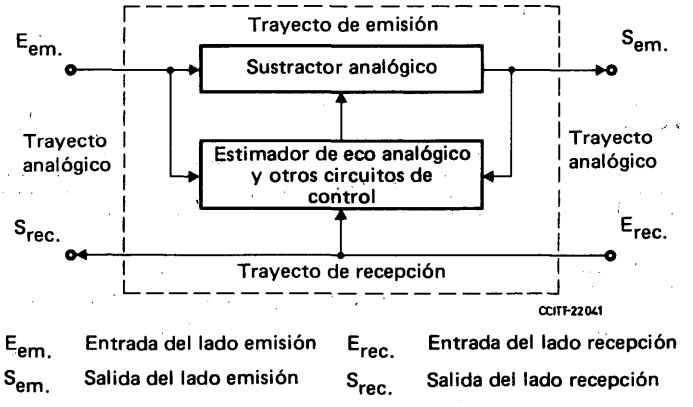


FIGURA 1/G.165
Compensador de eco tipo A

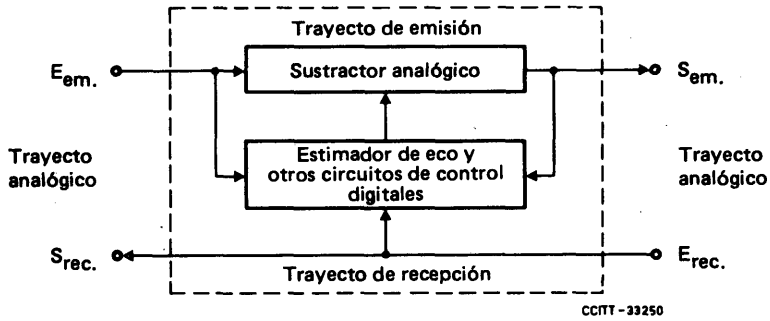
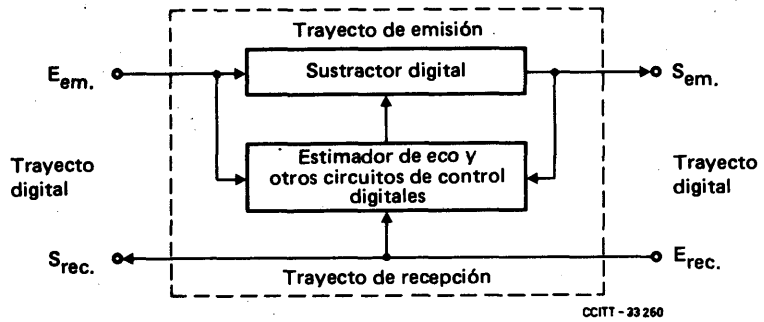


FIGURA 2/G.165

Compensador de eco tipo B



Observación – El trayecto digital puede estar en cualquier interfaz digital, es decir, en un interfaz a 64 kbit/s, 1544 ó 2048 kbit/s, o de orden superior.

FIGURA 3/G.165

Compensador de eco tipo C

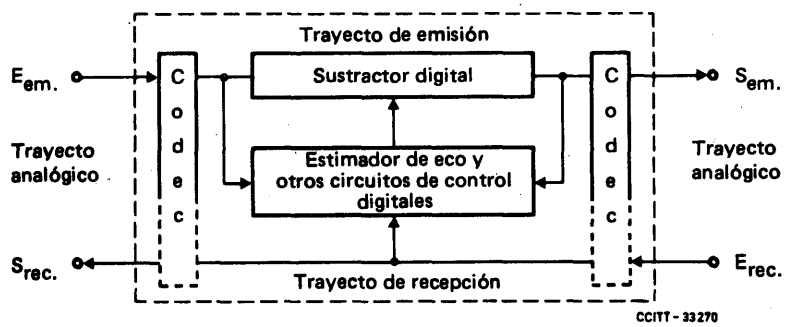


FIGURA 4/G.165

Compensador de eco tipo D

2 Definiciones relativas a los compensadores de eco [1)]

En las definiciones y el texto, N denotará el nivel relativo de potencia de una señal expresado en dBm0 y A denotará la atenuación o pérdida en el trayecto de una señal, expresada en dB.

2.1 compensador de eco (véase la figura 5/G.165)

E: echo canceller

F: compensateur d'écho

Dispositivo activado por la voz, instalado en la parte a cuatro hilos de un circuito (por el que puede transmitirse una señal simple o multiplexada) y que tiene por función reducir el eco de circuito para lo cual se sustrae de éste un eco de un valor estimado. (Véase el § 2.2 de la Recomendación G.122.)

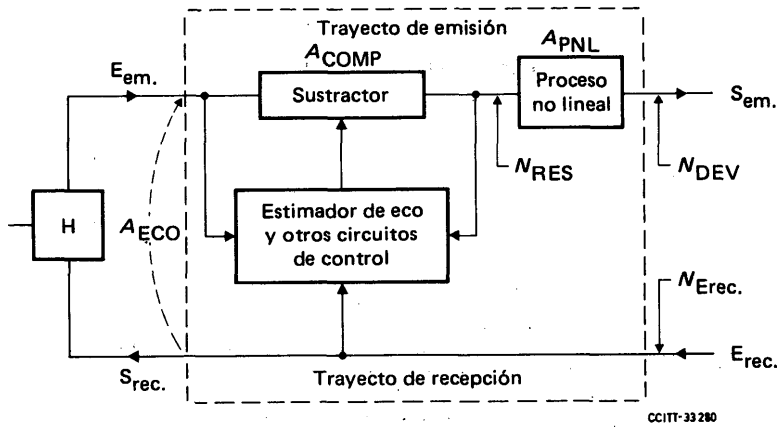


FIGURA 5/G.165

2.2 atenuación del eco (A_{ECO})

E: echo loss (A_{ECHO})

F: affaiblissement d'écho (A_{ECHO})

Atenuación de una señal desde los terminales de salida del lado recepción hasta los terminales de entrada del lado emisión ($E_{em.}$) de un compensador de eco, debido a la atenuación en la transmisión y en el transformador diferencial, es decir, la atenuación en el trayecto del eco.

2.3 compensación (A_{COMP})

E: cancellation (A_{CANC})

F: compensation (A_{COMP})

Atenuación de la señal de eco al pasar por el trayecto de emisión de un compensador de eco. Esta definición excluye específicamente todo tratamiento no lineal de salida del compensador para proporcionar una atenuación mayor.

2.4 nivel de eco residual (N_{RES})

E: residual echo level (L_{RES})

F: niveau d'écho résiduel (N_{RES})

---

1) Al formular estas definiciones se ha partido del supuesto de que los trayectos de emisión y de recepción no dan lugar, a menos que se indique lo contrario, a procesos alineales tales como la limitación de amplitud en el centro de las señales, y que la única señal presente a los terminales de entrada del lado emisión ($E_{em.}$) es la debida al eco.

Nivel de la señal de eco que subsiste en los terminales de salida del lado emisión ($E_{em.}$) de un compensador de eco en funcionamiento después de una compensación imperfecta del eco de circuito. Estará relacionado con la señal de entrada del lado recepción $N_{Erec.}$ de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$N_{RES} = N_{Erec.} - A_{ECO} - A_{COMP}$$

No se incluye ningún tratamiento no lineal.

2.5 **atenuación por procesos no lineales** (A_{PNL})

E: nonlinear processing loss (A_{NLP})

F: affaiblissement par traitement non linéaire (A_{TNL})

Atenuación adicional del nivel del eco residual mediante un dispositivo no lineal (por ejemplo un limitador de amplitud en el centro de las señales) situado en el trayecto de emisión de un compensador de eco.

En teoría, la atenuación causada por un proceso no lineal no puede expresarse en dB. No obstante, con fines de ilustración y discusión del funcionamiento del compensador de eco, el empleo cuidadoso de A_{PNL} resulta útil.

2.6 **nivel del eco devuelto** (N_{DEV})

E: returned echo level (L_{RET})

F: niveau de retour d'écho (N_{RET})

Nivel de la señal en los terminales de salida del lado emisión de un compensador de eco en funcionamiento que recibirá devuelta la persona que habla. Se incluye la atenuación causada por un procesador no lineal, si está normalmente presente. N_{DEV} está relacionado con $N_{Erec.}$ por la fórmula:

$$N_{DEV} = N_{Erec.} - (A_{ECO} + A_{COMP} + A_{PNL})$$

En ausencia de un proceso no lineal, obsérvese que $N_{RES} = N_{DEV}$.

2.7 **atenuación combinada** (A_{COMB})

E: combined loss (A_{COM})

F: affaiblissement combiné (A_{COM})

La suma de la atenuación del eco, la atenuación por compensación y la atenuación por tratamiento no lineal (si existiera). Esta atenuación permite establecer la siguiente relación entre $N_{Erec.}$ y N_{DEV}

$$N_{DEV} = N_{Erec.} - A_{COMB}, \text{ donde } A_{COMB} = A_{ECO} + A_{COMP} + A_{PNL}$$

2.8 **limitación de amplitud en el centro de las señales**

E: centre clipping

F: écrêtage du centre

Proceso no lineal empleado para aumentar la atenuación combinada efectiva llevando todas las señales que no exceden de un umbral determinado a un nivel mínimo.

2.9 **convergencia**

E: convergence

F: convergence

Proceso de elaboración de un modelo del trayecto de eco que se utilizará en el estimador de eco para obtener la estimación del eco de circuito.

2.10 **tiempo de convergencia**

E: convergence time

F: temps de convergence

Para un determinado trayecto de eco, el intervalo entre el instante en que una señal de prueba definida se aplica a los terminales de entrada del lado recepción ($E_{rec.}$) de un compensador de eco con un modelo de trayecto de eco que inicialmente tiene el valor 0 y el instante en que el nivel de eco devuelto en los terminales de salida del lado emisión, ($S_{em.}$) alcanza un nivel determinado.

2.11 **tiempo de fuga**

E: leak time

F: temps de fuite

Intervalo entre el instante en que deja de aplicarse una señal de prueba a los terminales de entrada del lado recepción de un compensador de eco que ha alcanzado la plena convergencia y el instante en que el modelo de trayecto de eco en el compensador de eco cambia, de modo que, cuando se aplica una señal de prueba a los terminales de entrada del lado recepción con los circuitos de convergencia desactivados, el eco devuelto alcanza un nivel determinado.

Esta definición se refiere a compensadores de eco que emplean, por ejemplo, integradores con fugas en los circuitos de convergencia.

3 Características de los compensadores de eco

3.1 *Generalidades*

Esta Recomendación es aplicable al diseño de compensadores de eco. Se supone que los compensadores de eco son «semicompensadores de eco», es decir, que la compensación sólo se produce en el trayecto de emisión como consecuencia de señales presentes en el trayecto de recepción.

3.2 *Finalidad, funcionamiento y campo de aplicación*

En un circuito telefónico cualquiera a dos hilos, o mixto a dos hilos y cuatro hilos, el eco es causado por desequilibrios de impendancia. Puede emplearse un compensador de eco para reducir el eco a niveles admisibles.

El eco presente en los terminales de entrada del lado emisión de un compensador de eco es una reproducción deformada de la señal vocal procedente del extremo distante, es decir, el eco es la señal vocal entrante modificada por el trayecto del eco. El trayecto de eco se describe corrientemente por su respuesta impulsional (véase la figura 6/G.165). Esta respuesta de un trayecto de eco típico muestra la señal afectada por un retardo puro debido a los retardos propios de los medios de transmisión que forman el trayecto de eco, y una dispersión debida a la limitación de la banda de frecuencias y a las múltiples reflexiones. Los valores del retardo y la dispersión variarán dependiendo de las propiedades de los trayectos de eco, es decir, pueden ser diferentes en las distintas redes nacionales. Se supone que los trayectos de eco son lineales y no varían en función del tiempo [2]. Probablemente, la atenuación del trayecto de eco en dB (véase el § 2.2 de la Recomendación G.122) tendrá un valor tal que la atenuación mínima desde los terminales de salida del lado recepción ($S_{rec.}$) a los terminales de entrada del lado emisión del supresor de eco será igual a la diferencia entre los niveles relativos de estos dos terminales más 6 dB.

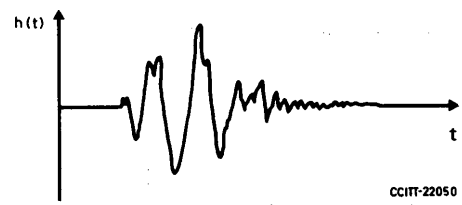


FIGURA 6/G.165

Ejemplo de respuesta impulsional de un trayecto de eco

Un compensador de eco deberá poder sintetizar una reproducción de la respuesta impulsional del trayecto de eco. Muchos compensadores de eco modelan el trayecto de eco mediante datos tomados por muestreo a la velocidad de Nyquist (8000 Hz). Para que este compensador de eco pueda funcionar debidamente deberá tener una memoria con capacidad suficiente para almacenar el número requerido de muestras [3]. La cuestión típica es la siguiente: si el número de elementos de almacenamiento es insuficiente, no será posible obtener una síntesis

---

[2] Es posible que los compensadores de eco construidos específicamente para trayectos de eco alineales y/o dependientes del tiempo sean mucho más complejos. Se estima que la información disponible es insuficiente para incluir tales compensadores de eco en esta Recomendación.

[3] Se han efectuado con éxito demostraciones de compensadores de eco con una capacidad de memoria de 16 ms a 40 ms. El número máximo de muestras y el retardo admisibles en la red en que se empleará el compensador de eco determinarán la capacidad de memoria necesaria.

correcta de todos los trayectos de eco; si, por el contrario, el número de elementos de almacenamiento es demasiado elevado, se producirá un ruido adicional no deseado, como consecuencia de los elementos no utilizados que, debido al ruido introducido por el proceso de estimación, generalmente no tienen valor cero. Debe señalarse que un compensador de eco introduce un trayecto de eco paralelo adicional. Si la diferencia entre las respuestas impulsionales del modelo de trayecto de eco y del trayecto de eco propiamente dicho alcanza cierta magnitud, el eco total devuelto puede ser mayor que el introducido por el trayecto de eco solamente.

Los trayectos de eco cambian cuando el compensador de eco se utiliza en conexiones sucesivas. Cuando la señal vocal llega por primera vez a los terminales de entrada del lado recepción ($E_{rec.}$), el compensador de eco deberá adaptarse o converger al nuevo trayecto de eco, y es conveniente que esto se efectúe en un intervalo relativamente corto, por ejemplo de aproximadamente medio segundo; este intervalo normalmente está determinado por la constante de ganancia, K, del trayecto de realimentación. Asimismo, el eco residual deberá ser pequeño, independientemente del nivel de la señal vocal en recepción y de las características del trayecto de eco. Algunas Administraciones consideran que puede admitirse un nivel de eco residual ligeramente superior, siempre que sea objeto de una reducción adicional, mediante un tratamiento no lineal de poca magnitud, v.g. una limitación de la amplitud en el centro de la señal (véase el § 5).

Cuando el abonado local comienza a hablar al tiempo que recibe aún señales vocales («doble conversación»), el compensador de eco puede interpretar la señal en emisión como un nuevo eco y tratar de adaptarse al mismo. Esto puede degradar considerablemente la calidad subjetiva de la conexión. No sólo se reduce la compensación del eco, sino que puede producirse la distorsión de las señales vocales en doble conversación al tratar el compensador de eco de adaptarse dinámicamente. Para resolver esta situación se suelen emplear dos métodos. El primero consiste en reducir la constante de ganancia del bucle de realimentación, K, a fin de aumentar el tiempo efectivo de promediación. El segundo procedimiento se basa en el empleo de un detector de doble conversación, similar al utilizado en los supresores de eco. Sin embargo, el detector de doble conversación del compensador de eco, deberá, en general, favorecer la intervención incluso a riesgo de que se produzca un funcionamiento intempestivo como consecuencia de la recepción de un eco. En esto difiere del detector de doble conversación en un supresor de eco.

Por tanto, los compensadores de eco habrán de satisfacer los siguientes requisitos fundamentales:

1) converger rápidamente;
2) tener un bajo nivel de eco devuelto cuando esté hablando uno solo de los locutores («conversación simple»);
3) divergir muy poco cuando estén hablando simultáneamente ambos locutores («doble conversación»).

3.3 *Pruebas y requisitos de funcionamiento con señales de entrada aplicadas a los trayectos de emisión y de recepción*

3.3.1 *Calidad de transmisión*

Salvo en lo que seguidamente se indica, se aplicarán a los compensadores de eco las disposiciones apropiadas sobre calidad de transmisión de la Recomendación G.164.

3.3.1.1 *Distorsión por retardo — tipos A y B (provisional)*

La distorsión por retardo con respecto al retardo mínimo no excederá de los valores que se indican en el cuadro 1/G.165.

CUADRO 1/G.165

Banda de frecuencias (Hz)	Distorsión por retardo (μs)
500 a 600	300
600 a 1000	150
1000 a 2600	50
2600 a 3000	250

3.3.1.2 *Distorsión de atenuación — tipos A y B (provisional)*

La distorsión de atenuación será tal que, si Q dB es la atenuación a 800 Hz (o 1000 Hz) la atenuación a cualquier frecuencia de la banda de 300 a 3400 Hz esté comprendida entre (Q + 0,5) dB y (Q − 0,2) dB, y a 200 Hz, esté comprendida entre (Q + 1,0) dB y (Q − 0,2) dB.

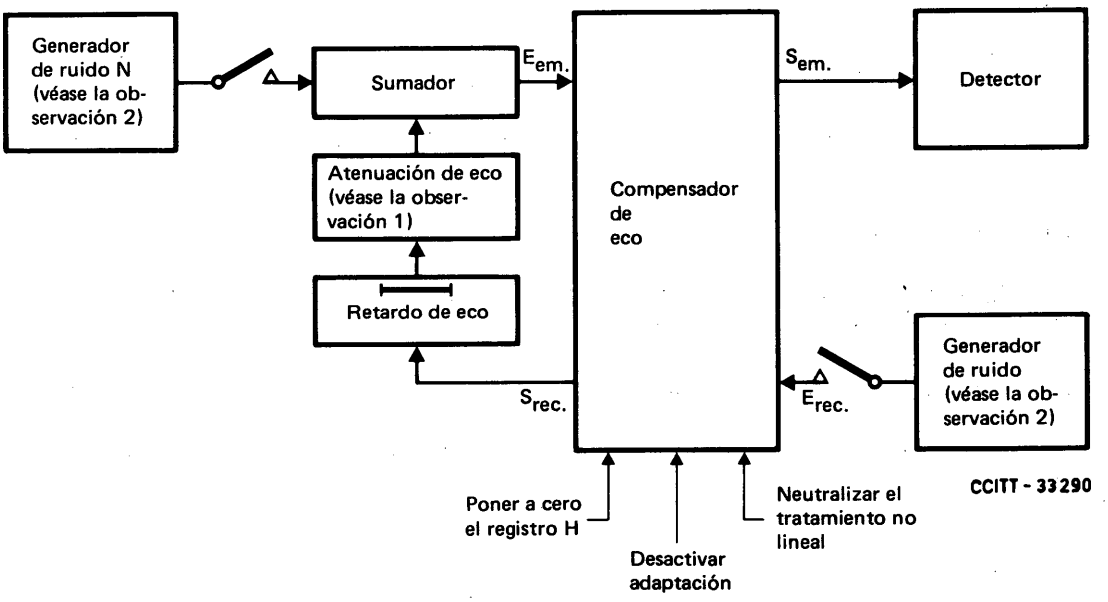
3.3.1.3 *Retardo de grupo — tipos C y D (provisional)*

El retardo de grupo del tratamiento de las señales en el trayecto de emisión no excederá de 0,375 ms.

3.3.2 *Calidad de funcionamiento del compensador de eco (provisional)* [4)]

Se han comunicado los resultados experimentales obtenidos empleando dos tipos de compensadores de eco. En un tipo se emplea el tratamiento no lineal, es decir, la limitación de amplitud en el centro de las señales, a fin de reducir el nivel de eco residual (véase la referencia [2]), mientras que el segundo tipo puede proporcionar una compensación suficiente y es innecesario emplear el tratamiento no lineal (véase la referencia [3]). Según se informa en las referencias [4] y [5], se ha comprobado que la calidad de funcionamiento de estos compensadores es considerablemente superior a la de los supresores de eco en circuitos con largo tiempo de propagación. Según que se emplee o no el tratamiento no lineal en el trayecto de emisión, las medidas objetivas de calidad de funcionamiento serán diferentes. En los requisitos relativos a las pruebas se tiene en cuenta esta diferencia, según se indica al tratar de las distintas pruebas. En éstas se ha supuesto que el dispositivo para el almacenamiento de la respuesta impulsional del trayecto de eco (registro H) puede ponerse a cero y que se puede desactivar la adaptación.

Los requisitos se han descrito sobre la base de pruebas efectuadas aplicando señales a los terminales $E_{rec.}$ y $E_{em.}$ de un compensador de eco y midiendo la señal en los terminales $S_{em.}$ El montaje de medición se muestra en la figura 7/G.165. Se supone que los terminales son puntos de igual nivel relativo. Como señal de prueba en la entrada recepción se empleó ruido blanco limitado en banda (300 a 3400 Hz) (véase la observación 2 a la figura 7/G.165).



Observación 1 — Hay que especificar la respuesta impulsional del trayecto de eco utilizado en estas pruebas. Este punto se encuentra en estudio.

Observación 2 — Debe especificarse la ponderación de frecuencia aplicada a los generadores de ruido. El ruido blanco limitado en banda y el ruido de forma de onda conforme a la Recomendación G.227 [6] son dos posibilidades. Este punto se encuentra en estudio.

FIGURA 7/G.165

4) Debe señalarse que si bien los valores especificados son provisionales, se basan en mediciones efectuadas utilizando señales de prueba de ruido blanco limitado en banda, en compensadores de eco que han dado resultados satisfactorios en condiciones reales de funcionamiento (véase la observación 2 a la figura 7/G.165).

3.3.2.1 *Prueba N.º 1 — Prueba de los niveles del eco residual y del eco devuelto en régimen permanente*

Esta prueba tiene por objeto verificar que la compensación en régimen permanente (A_{COMP}) es suficiente para:

a) producir un nivel de eco residual suficientemente bajo para que no se necesite un tratamiento ulterior, o bien;

b) producir un nivel de eco residual suficientemente bajo para permitir la aplicación de un tratamiento no lineal sin depender excesivamente de éste.

Después de liberar inicialmente el registro H, se aplica una señal a recepción durante un tiempo suficiente para que el compensador converja y produzca un nivel de eco residual en régimen permanente.

Requisito (provisional)

Con el registro H inicialmente puesto a 0 y el procesador no lineal neutralizado, para todo valor del nivel de la señal en la entrada recepción tal que -30 dBm0 $\leqslant N_{Erec.} \leqslant -10$ dBm0 y para todos los valores de atenuación de eco $\geqslant$ 10 dB y de retardo uniforme de eco $\leqslant \Delta$ms [5], el nivel de eco residual debe ser (véase la observación 1):

a) $\leqslant N_{Erec.} -$ K dB (véase la observación 2) si no se utiliza un tratamiento no lineal en el modo de funcionamiento normal, o

b) $\leqslant -40$ dBm0, si se utiliza un tratamiento no lineal en el modo de funcionamiento normal. Cuando el procesador no lineal está desactivado, *el nivel del eco devuelto* será inferior a -65 dBm0.

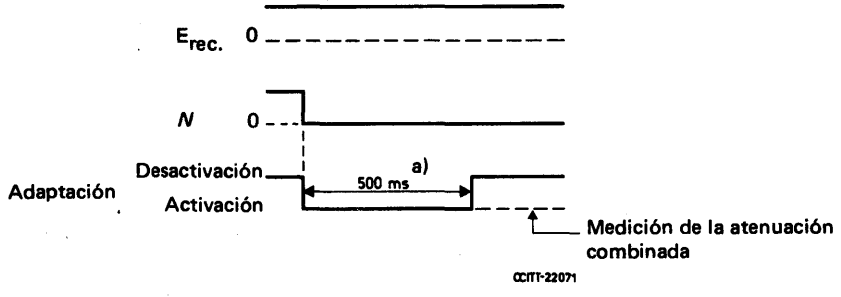
Observación 1 — Para $N_{Erec.} < -30$ dBm0, el nivel del eco residual para el caso a) debe ser $\leqslant -65$ dBm0; el nivel del eco devuelto para el caso b) debe ser $\leqslant -65$ dBm0. Se encuentran en estudio los requisitos para $N_{Erec.} > -10$ dBm0.

Observación 2 — Teniendo en cuenta la Recomendación G.111 [7] e informaciones recibidas en el periodo de estudios 1977-1980, se ha sugerido un valor provisional, K = 40. Ulteriores estudios han revelado que es necesario un valor diferente de K.

3.3.2.2 *Prueba N.º 2 — Prueba de convergencia*

Esta prueba tiene por objeto verificar que el compensador de eco converge rápidamente para todas las combinaciones de niveles de la señal de entrada y trayectos de eco, y que el nivel del eco devuelto es suficientemente bajo. Inicialmente, se libera el registro H y se desactiva la adaptación. El detector de doble conversación, si existe, se pone en el modo de funcionamento «doble conversación», para lo cual se aplican señales a los terminales $E_{em.}$ y $E_{rec.}$. Se quita entonces la señal de $E_{em.}$ y simultáneamente se activa la adaptación. El grado de adaptación, medido por el nivel del eco devuelto, depende de las características de convergencia del compensador de eco y del tiempo de bloqueo para la detección de la doble conversación.

El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y desactivar la adaptación. Se aplica la señal N con un nivel de -10 dBm0 a los terminales $E_{rec.}$. Se suprime la señal N y, simultáneamente, se activa la adaptación (véase la figura 8/G.165). Transcurrido un intervalo de 500 ms, se desactiva la adaptación y se mide el nivel del eco devuelto. Si durante el funcionamiento normal se utiliza un procesador no lineal, éste debe estar activado.



a) Este valor es provisional. Se están estudiando los límites superior e inferior del tiempo de convergencia.

FIGURA 8/G.165

[5] Se pueden construir diferentes compensadores de eco a fin de que funcionen satisfactoriamente con diferentes retardos del trayecto de eco, según las distintas redes en que se aplique. Así pues, en el contexto de esta Recomendación, Δ representa el retardo del trayecto de eco para el que ha sido construido el compensador de eco.

Requisito (provisional)

Con el registro H puesto inicialmente a cero, para todos los valores de la gama -30 dBm0 $\leqslant N_{Erec.} \leqslant -10$ dBm0 aplicados durante 500 ms, y para todos los niveles de atenuación del eco $\geqslant$ 10 dB y un retardo uniforme de eco $\leqslant \Delta$ ms la atenuación combinada ($A_{COMB} = A_{ECO} + A_{COMP} + A_{PNL}$) deberá ser $\geqslant$ 27 dB.

3.3.2.3 *Prueba N.º 3 – Funcionamiento en caso de doble conversación (provisional)*

Las dos partes de esta prueba tienen por finalidad verificar la idoneidad del método elegido para asegurar un funcionamiento del compensador en distintas condiciones de doble conversación. En estas pruebas se ha partido del supuesto de que, una vez detectada la doble conversación, se toman medidas para impedir la adaptación o reducir su velocidad a fin de evitar una reducción excesiva de la compensación.

3.3.2.3.1 La prueba N.º 3a tiene por objeto verificar que la sensibilidad de la detección de doble conversación no sea tan alta que el eco y una señal vocal de bajo nivel procedente del extremo cercano provoquen un funcionamiento indebido del detector de doble conversación hasta el punto de que no se produzca la adaptación. El procedimiento de prueba consiste en liberar el registro H y aplicar a los terminales $E_{rec.}$ una señal, para cierto valor de retardo de eco y de atenuación del eco. Simultáneamente (véase la figura 9/G.165), se aplica a los terminales $E_{em.}$ una señal interferente de nivel suficientemente bajo para no afectar considerablemente la capacidad del compensador de eco para converger. Esta señal no debe poner en funcionamiento el detector de doble conversación, y deben producirse la adaptación y la compensación. Transcurrido un intervalo de 1 s, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual. Si durante el funcionamiento normal se utiliza un tratamiento no lineal, deberá *desactivarse.*

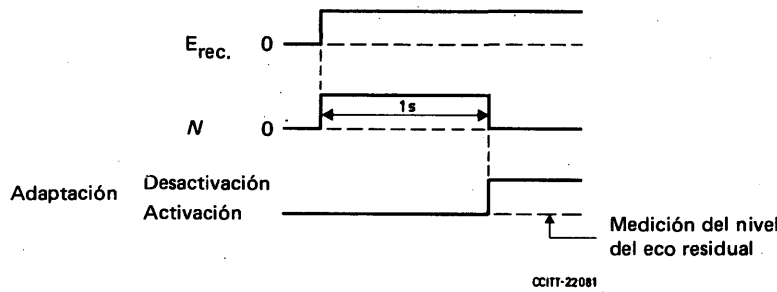


FIGURA 9/G.165

Requisito (provisional)

Con el registro H puesto inicialmente a cero para todos los valores de la gama -25 dBm0 $\leqslant N_{Erec.} \leqslant -10$ dBm0, $N = N_{Erec.} - 15$ dB, $A_{ECO} > 6$ dB y un retardo uniforme de eco $\leqslant \Delta$ ms, la convergencia debe producirse dentro de 1,0 s y N_{RES} ha de ser $\leqslant N$.

3.3.2.3.2 La prueba N.º 3b tiene por objeto asegurarse de que el detector de doble conversación es lo suficientemente sensible y funciona con la suficiente rapidez para que no se produzca una gran divergencia durante la doble conversación.

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar la plena convergencia al compensador de eco para un trayecto de eco determinado. Se aplica entonces una señal a los terminales $E_{rec.}$. Simultáneamente (véase la figura 10/G.165), se aplica a los terminales $E_{em.}$ una señal N de nivel por lo menos igual al de la señal en los terminales $E_{rec.}$. Esto hará que funcione el detector de doble conversación. Transcurrido cierto tiempo, $\delta t > 0$, se desactiva la adaptación y se mide el eco residual. Si durante el funcionamiento normal se utiliza un tratamiento no lineal, deberá *desactivarse.*

Requisito (provisional)

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de la gama -10 dBm0 $\geqslant N_{Erec.} \geqslant -30$ dBm0, y para todos los valores de $N \geqslant N_{Erec.}$, y el nivel del eco residual, después de la aplicación simultánea de $N_{Erec.}$ y N durante cualquier periodo de tiempo no deberá exceder en más de 10 dB los requisitos de la prueba 1 para el régimen permanente.

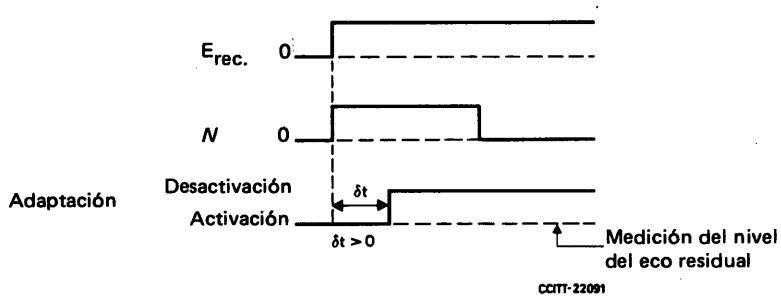


FIGURA 10/G.165

3.3.2.4 *Prueba N.º 4 – Prueba del tiempo de fuga*

Esta prueba tiene por objeto asegurarse de que el tiempo de fuga no es demasiado corto, es decir, que el paso del contenido del registro H al valor cero no es demasiado rápido.

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar la plena convergencia al compensador de eco para un trayecto de eco determinado y suprimir seguidamente todas las señales aplicadas al compensador de eco. Transcurridos dos minutos se fija el contenido del registro H y se mide el eco residual (véase la figura 11/G.165). Si durante el funcionamiento normal se utiliza un proceso no lineal, deberá *desactivarse.*

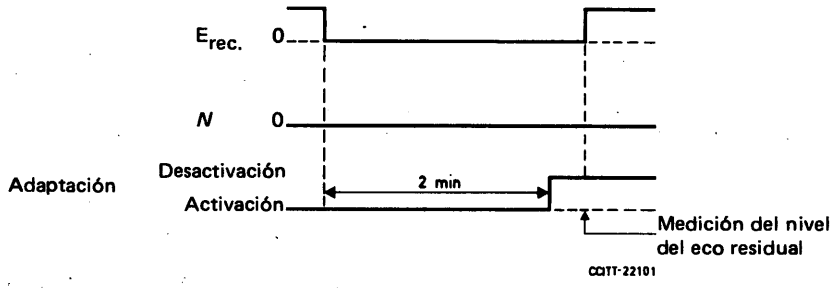


FIGURA 11/G.165

Requisito (provisional)

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de $N_{Erec.}$ tales que -30 dBm0 $\leqslant N_{Erec.} \leqslant -10$ dBm0, dos minutos después de haberse suprimido la señal $E_{rec.}$, el nivel del eco residual no deberá exceder en más de 10 dB los requisitos de la prueba N.º 1 para el régimen permanente.

3.3.2.5 *Prueba N.º 5 – Prueba de convergencia con pérdida de retorno infinita*

Esta prueba está destinada a verificar que el compensador de eco cuenta con medios para impedir la producción indeseada de eco. Esto puede producirse cuando el registro H contiene un modelo de trayecto de eco, correspondiente a una conexión anterior o a la conexión en curso, y se interrumpe el trayecto del eco (desaparece el eco de circuito) y mientras está presente una señal en los terminales $E_{rec.}$.

El procedimiento de prueba consiste en hacer alcanzar al compensador de eco la plena convergencia para un trayecto de eco determinado. Seguidamente se interrumpe el trayecto del eco mientras se aplica una señal a los terminales $E_{rec.}$. Transcurridos 500 ms después de interrumpido el trayecto de eco, se mide la señal de eco devuelto en $S_{em.}$ (véase la figura 12/G.165). Si durante el funcionamiento normal se utiliza un proceso no lineal deberá *desactivarse.*

Observación – Este valor es provisional. Se están estudiando los límites superior e inferior del tiempo de convergencia.

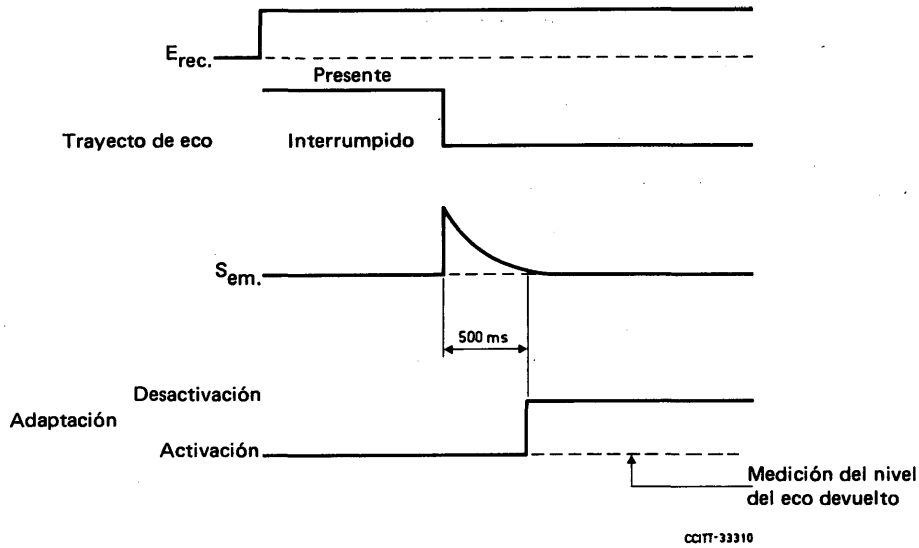


FIGURA 12/G.165

Requisito (provisional)

Con el compensador de eco en el estado inicial de convergencia plena, para todos los valores de atenuación de eco $\geqslant$ 10 dB, y para todos los valores de $N_{\text{Erec.}}$ tales que -30 dBm0 $\leqslant N_{\text{Erec.}} \leqslant -10$ dBm0, el nivel del eco devuelto a $S_{\text{em.}}$, transcurridos 500 ms después de interrumpido el trayecto de eco, debe ser $\leqslant -40$ dBm0.

3.4 *Activación y neutralización externas*

El compensador de eco debiera ofrecer las posibilidades de ser activado o neutralizado por una puesta a tierra exterior, derivada del circuito interurbano. Este elemento tendría por misión permitir o impedir, según el caso, el funcionamiento normal del compensador de eco. Ciertos compensadores de eco tipo C pueden ser neutralizados directamente por una señal digital.

4 Características de los dispositivos de neutralización por tono de los compensadores de eco

Si se emplea un dispositivo de neutralización (neutralizador) por tono a fin de desactivar un compensador de eco para la transmisión de datos en la banda, tal dispositivo deberá ajustarse al § 4 de la Recomendación G.164.

5 Características de los procesadores no lineales

(En estudio.)

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Supresores de eco para circuitos con cortos o largos tiempos de propagación*, Libro Naranja, Tomo III-1, Rec. G.161, UIT, Ginebra, 1977.

[2] HORNA (O. A.): Echo Canceller with Adaptative Transversal Filter Utilizing Pseudo-Logarithmic Coding, *COMSAT Technical Review*, Vol. 7, N.° 2, 1977.

[3] DUTTWEILER (D. L.) y CHEN (Y. S.): A Single-Chip VLSI. Echo Canceller, *Bell System Technical Journal*, Vol. 59, N.° 2, 1980.

[4] CANADA: BELL-NORTHERN RESEARCH/CANADIAN TELECOMMUNICATIONS CARRIERS ASSOCIATION: Subjective Performance Evaluations of Echo Control Devices on Terrestrial and Satellite Circuits, CCITT COM XV-N.° 306, COM XII-N.° 154, COM XVI-N.° 105 1977-1980.

[5] AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH: Satellite User Reaction Tests – A Subjective Evaluation of Echo Control Methods, CCITT COM XII-N.° 165, XVI-N.° 112, 1977-1980. Se publicará como un artículo del *Bell System Technical Journal.*

[6] Recomendación del CCITT *Señal técnica convencional*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.227.

[7] Recomendación del CCITT *Equivalentes de referencia en una comunicación internacional*, Libro Naranja, Tomo III, Rec. G.111, UIT, Ginebra 1977.

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DE CIRCUITOS ARRENDADOS QUE FORMAN PARTE DE UNA RED TELEFÓNICA PRIVADA

(Ginebra, 1980)

1 Consideraciones generales

Esta Recomendación concierne primordialmente a las redes telefónicas privadas con conmutación. En ciertas circunstancias, estas redes pueden también ser adecuadas para la transmisión de señales de datos analógicos codificados, pero no se han tomado disposiciones especiales para asegurar una calidad de funcionamiento satisfactoria a este respecto.

Debe señalarse que no todas las Administraciones ofrecen esta facilidad. Otras permiten la interconexión entre redes telefónicas privadas y la red telefónica pública. En este último caso, no siempre puede garantizarse que se ofrecerá una calidad de transmisión conforme a las normas del CCITT.

No se pretende que esta Recomendación impida acuerdos bilaterales sobre configuraciones especiales de red. Se sugiere que, en estas circunstancias, los planes de red aquí indicados sirvan de orientación sobre las diversas disposiciones que puedan utilizarse.

2 Configuración de la red

Se formulan aquí recomendaciones sobre las redes con conmutación a dos hilos y a cuatro hilos. A fin de mantener la atenuación y la distorsión dentro de límites razonables, las redes importantes (por ejemplo, las que estén constituidas por más de tres circuitos conmutados conectados en cascada; véase la observación 3 del § 4) deberán utilizar centros de conmutación a cuatro hilos interconectados en cascada por circuitos a cuatro hilos. Sin embargo, podrán utilizarse nodos de conmutación a dos hilos en una red con conmutación predominantemente a cuatro hilos (sin que por ello se experimenten efectos adversos indebidos), a condición de que sólo sean utilizados para la conmutación del tráfico de origen o de destino. El plan de conmutación a cuatro hilos sólo permite un máximo de siete circuitos analógicos conectados en cascada. Se recomienda provisionalmente que este margen se divida en tres circuitos internacionales y dos circuitos nacionales para cada prolongación nacional.

3 Pérdida de transmisión (atenuación) nominal de los circuitos internacionales

3.1 *Circuitos a cuatro hilos*

La Recomendación G.111 es aplicable a este tipo de circuitos y, por tanto, la pérdida de transmisión nominal a la frecuencia de referencia (800 Hz) entre los extremos virtuales analógicos será de 0,5 dB para circuitos que emplean la transmisión analógica. La mencionada Recomendación G.111 indica la situación de los extremos virtuales analógicos y, por una cuestión de concepto, dichos extremos se encontrarán en la central privada en que termina el circuito. Los circuitos a cuatro hilos no deben contener secciones de circuito a dos hilos.

3.2 *Circuitos presentados a dos hilos*

Por tales ha de entenderse los circuitos que no están disponibles con un interfaz a cuatro hilos (por ejemplo, circuitos entre dos nodos de conmutación a dos hilos).

A los efectos de esta Recomendación puede considerarse que los extremos virtuales analógicos para este tipo de circuito son adyacentes a la unidad de terminación a dos/cuatro hilos (lado cuatro hilos), por lo que puede tratarse de la misma forma que un circuito a cuatro hilos.

Observaciones relativas al § 3

Observación 1 – La atenuación real del circuito entre dos extremos reales, a la frecuencia de referencia, no se puede especificar con exactitud sin conocer previamente los niveles de conmutación.

Observación 2 – La atenuación real del circuito puede ser diferente en los dos sentidos de transmisión. En los anexos a la Recomendación G.121 se da una información bastante detallada a este respecto.

Observación 3 – Circuito es, por definición, el trayecto completo de transmisión entre los puntos de conmutación de las dos centrales privadas en cuestión.

4 Pérdida de transmisión nominal de circuitos nacionales

4.1 *Circuitos a cuatro hilos*

La atenuación nominal a la frecuencia de referencia (800 Hz) debe ser de 0 dB.

4.2 *Circuitos presentados a dos hilos*

Por tales ha de entenderse los circuitos que no están disponibles con un interfaz a cuatro hilos (por ejemplo, circuitos entre dos nodos de conmutación a dos hilos).

La atenuación nominal a la frecuencia de referencia (800 Hz) no debe ser superior a 7 dB, y, de preferencia, debe ser más baja, por ejemplo de 3 ó 4 dB.

Observaciones relativas al § 4

Observación 1 – Puede haber ciertas configuraciones nacionales que requieran que la atenuación nominal de los circuitos analógicos a cuatro hilos sea de 0,5 dB a la frecuencia de referencia.

Observación 2 – Como los circuitos arrendados pueden contener secciones de circuito encaminadas por pares en cables de distribución locales no cargados, será necesario asegurar que la estabilidad sea adecuada, habida cuenta de la ganancia relativa introducida por los pares en cables no cargados.

Observación 3 – El equivalente nominal de los circuitos que constituyen la conexión con conmutación, cualquiera que sea la forma en que estén combinados, no debe ser superior a 15 dB. En el caso de redes con conmutación a dos hilos, esto permitirá, o bien un máximo de dos circuitos internacionales en cascada, o un circuito internacional y dos circuitos nacionales en cascada, a condición de que la atenuación de cada circuito nacional no sea superior a 4 dB. En caso de que uno de estos dos circuitos nacionales tenga, a la frecuencia de referencia, una atenuación nominal dos hilos/dos hilos superior a 4 dB (lo que pudiera requerirse por razones de estabilidad o en algunas prácticas nacionales), la red estará limitada a un máximo de dos circuitos en cascada.

5 Estabilidad

5.1 *Circuitos nacionales presentados a dos hilos*

Provisionalmente, la atenuación nominal en el bucle a cuatro hilos no debe ser inferior a 6 dB a cualquier frecuencia de la banda de 0 a 4 kHz, para todas las condiciones terminales propias de la explotación normal (por ejemplo, la fase de establecimiento de la conexión).

5.2 *Sistemas de terminación para circuitos internacionales*

Los sistemas nacionales de terminación que permitan la interconexión con circuitos internacionales deben satisfacer las condiciones de estabilidad de la Recomendación G.122. En el caso de circuitos internacionales presentados a dos hilos, puede considerarse que los extremos virtuales analógicos son adyacentes a la unidad de terminación a dos/cuatro hilos (lado cuatro hilos).

Observaciones relativas al § 5

Observación 1 – La observación del § 1.1 de la Recomendación G.122 da una orientación general sobre la atenuación para la estabilidad a frecuencias superiores e inferiores a la banda de 300 a 3400 Hz.

Observación 2 – A fin de obtener el valor recomendado de estabilidad en los circuitos de baja atenuación (por ejemplo 3 dB) presentados a dos hilos será necesario que las unidades de terminación a dos/cuatro hilos estén situadas en las centrales privadas. Esto pudiera ser innecesario en el caso de circuitos de mayor atenuación nominal. En el manual del CCITT, citado en [1], se ofrece información sobre esta materia.

6 Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de los circuitos de prolongación

6.1 *Carga*

Las Administraciones garantizarán que las disposiciones técnicas que autoricen con respecto a los niveles operativos, las sensibilidades, etc. para redes privadas no estén en pugna con los criterios seguidos para el diseño del sistema de transmisión internacional. Se llama la atención sobre el § 3 de la Recomendación G.121, que especifica un valor nominal mínimo de 4 dB para el ERC en la emisión (equivalente de referencia en la emisión de 6 dB) con relación al extremo virtual de conmutación analógico.

6.2 *ERC en la emisión*

El ERC en la emisión máximo del circuito telefónico de prolongación a dos hilos (parte análoga al circuito telefónico local en la red pública) no debe ser superior a 15,5 dB (equivalente de referencia en la emisión de 12 dB). Este valor concuerda con el ejemplo de circuito telefónico local de longitud máxima ilustrado en la figura 1/G.103. En la práctica cabe esperar que la mayoría de los valores del equivalente de referencia en la emisión serán considerablemente inferiores a este límite.

Al adoptar valores, las Administraciones deberán tratar de que éstos satisfagan el objetivo a largo plazo preferido, estipulado en el § 1 de la Recomendación G.121 (valor referido al extremo virtual analógico).

6.3 *ERC en la recepción*

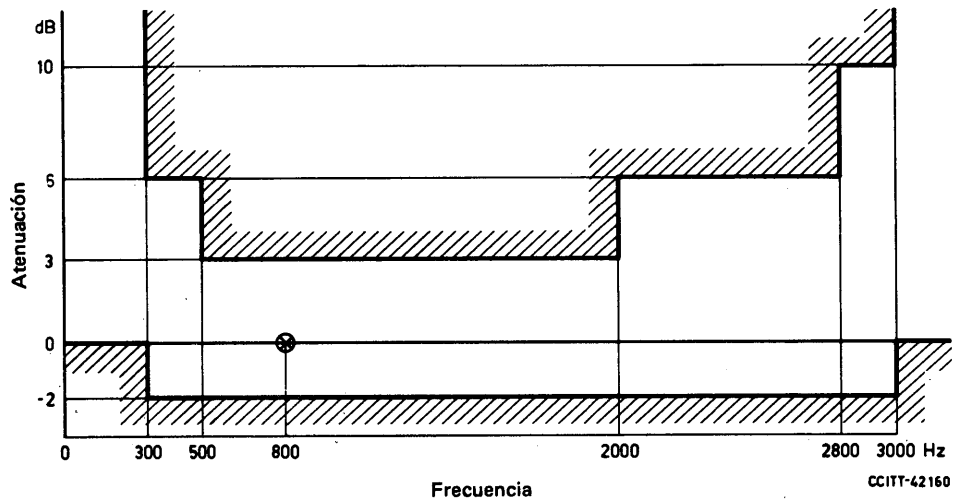
El ERC en la recepción máximo del circuito telefónico de prolongación a dos hilos (parte análoga al circuito telefónico local en la red pública) no debe ser superior a 4 dB (equivalente de referencia en la recepción de 3 dB). Este valor concuerda con el ejemplo de circuito telefónico local de longitud máxima ilustrado en la figura 1/G.103. En la práctica cabe esperar que la mayoría de los valores del equivalente de referencia en la recepción serán considerablemente inferiores a este límite, si bien deberá tenerse debidamente en cuenta la necesidad de prever márgenes adecuados para garantizar que el ruido, la diafonía y el efecto local no alcancen valores excesivos.

Al adoptar valores, las Administraciones deberán tratar de que éstos satisfagan el objetivo a largo plazo preferido, estipulado en el § 1 de la Recomendación G.121 (con relación al extremo virtual analógico).

7 Distorsión de atenuación en función de la frecuencia

7.1 *Circuitos a cuatro hilos*

La distorsión de atenuación en función de la frecuencia de cada circuito presentado a dos hilos no debe ser superior a los límites indicados en la figura 1/G.171. Estos límites son también aplicables a la parte a cuatro hilos del circuito si, excepcionalmente, ésta está terminada por un nodo de conmutación a dos hilos (véase el § 2).



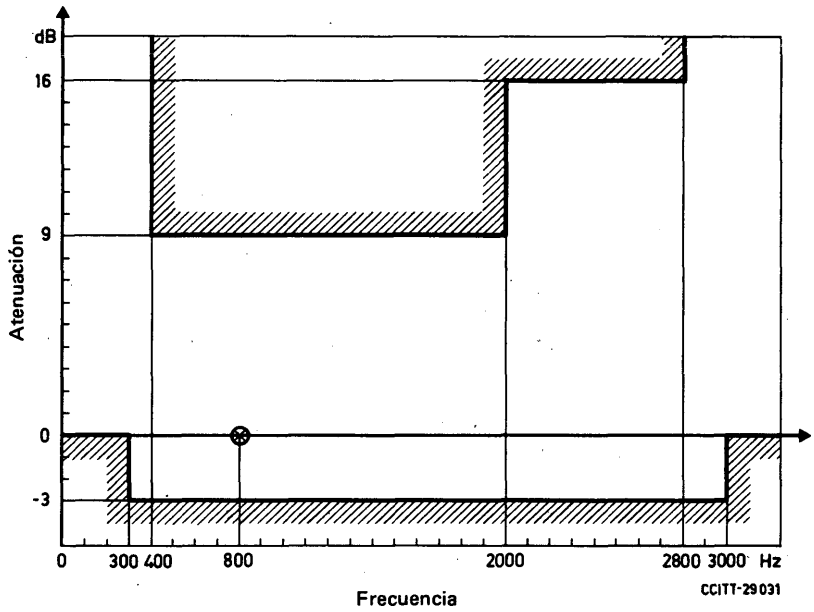
Observación **– Los valores de 300 Hz y 3 kHz para la limitación de la ganancia en el borde de la banda son provisionales, ya que la Recomendación G.232 [2] permite una gama mayor de frecuencias para los equipos terminales MDF.**

FIGURA 1/G.171

Límites del equivalente del circuito con relación al equivalente a 800 Hz para circuitos a cuatro hilos

7.2 *Circuitos presentados a dos hilos*

La distorsión de atenuación en función de la frecuencia de cada circuito presentado a dos hilos no debe rebasar los límites indicados en la figura 2/G.171.



Observación – **Los valores de 300 Hz y 3 kHz para la limitación de la ganancia en el borde de la banda son provisionales, ya que la Recomendación G.232 [2] permite una gama más amplia de frecuencias para los equipos terminales MDF.**

FIGURA 2/G.171

Límites del equivalente del circuito con relación al equivalente a 800 Hz para circuitos presentados a dos hilos

8 Ruido

Cada una de las secciones de circuito deberá satisfacer las condiciones estipuladas respecto al ruido en las Recomendaciones pertinentes; en la Recomendación G.123 y en el § 1 de la Recomendación G.143 se da cierta información general sobre las características de ruido del sistema. El nivel nominal de la potencia de ruido aleatorio en la central privada dependerá de la constitución real del circuito, pero no deberá ser superior a −38 dBm0p (límite provisional de mantenimiento para circuitos de longitud superior a 10 000 kilómetros). En la práctica, los circuitos de menor longitud presentarán niveles de ruido aleatorio considerablemente más bajos. La figura 3/G.171 da una orientación sobre la calidad de funcionamiento que cabe esperar.

9 Protección contra el eco

9.1 Las disposiciones del § 2 de la Recomendación G.122 y del § 2 de la Recomendación G.131 sobre protección contra el eco deben observarse en la medida en que sean aplicables.

9.2 Se recomienda que cuando se necesiten dispositivos de protección contra el eco (v.g. supresores de eco o compensadores de eco), se inserten en las centrales privadas y no en el centro terminal internacional. De esta manera se evitan problemas de retardo en los extremos.

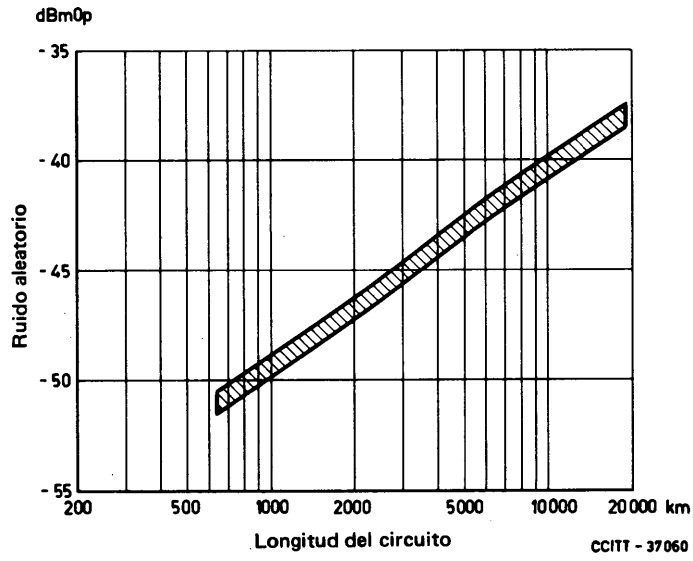


FIGURA 3/G.171

Características de ruido aleatorio de los circuitos

Referencias

[1] Manual del CCITT *Planificación de la transmisión en las redes telefónicas con conmutación*, UIT, Ginebra, 1976.

[2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232.

APÉNDICE I A LA SECCIÓN 1 DEL TOMO III

Justificación de los valores de ERC que figuran en las Recomendaciones G.111 y G.121

I.1 *Principios*

En la nueva redacción de las Recomendaciones G.111 y G.121, basada en los equivalentes de referencia corregidos (ERC), se han observado los dos principios siguientes:

a) las Administraciones que emplean métodos de planificación fundados en las anteriores Recomendaciones no deben experimentar grandes dificultades para aplicar las nuevas Recomendaciones;

b) la calidad de transmisión ofrecida a los abonados no debe reducirse.

A continuación se indica la forma en que se han aplicado estos principios para obtener los valores de ERC, que figuran ahora en estas Recomendaciones, a partir de los valores de equivalente de referencia indicados en el *Libro Naranja.*

I.2 *Valores preferidos* (§ 3.2 de la Recomendación G.111)

La antigua Recomendación indicaba que la «gama preferida para los equivalentes de referencia globales», q_c, era de aproximadamente 6 a 18 dB, con un valor preferido de unos 9 dB. En efecto, considerando por ejemplo las pruebas efectuadas en el Reino Unido, descritas en [1], se admite que:

$$q_c = q_s + q_r + x$$

donde

$q_s = +7$ dB y $q_r = -2$ dB son los equivalentes de referencia (en la emisión y en la recepción) de los sistemas locales, y x la atenuación entre esos dos sistemas.

Como no se han insertado filtros en estas pruebas, de acuerdo con el cuadro A-2/G.111 se tiene que $D = -3{,}9$ dB, y según la fórmula (A-1) del anexo A a la Recomendación G.111, $y_s = 8{,}9$, $y_r = -1{,}8$; aplicando lo anterior a la fórmula (A-2) de dicho anexo, $Y_c = 8{,}9 + x - 1{,}8 - 3{,}9 \approx q_c - 2$ dB.

El valor preferido $Y_1 = 9 - 2 = 7$ dB es igual al ERC mínimo del sistema emisor (véase el § I.5), y, por consiguiente, el límite inferior $Y_0 = 4$ dB parece ser de poco interés práctico para la planificación.

El límite superior $Y_2 = 18 - 2 = 16$ dB es importante por los motivos que se indican a continuación.

Observación — Se ha empleado el símbolo Y para designar el ERC de conexiones o sistemas nacionales; el empleo de y está limitado a los valores aplicables a sistemas locales, deducidos de valores de equivalente de referencia mediante la fórmula (A-1).

I.3 *Valores nominales máximos para los sistemas nacionales* (§ 2.1 de la Recomendación G.121)

Consideremos sistemas nacionales que satisfacen estrictamente los límites de la antigua Recomendación G.121 para los valores de planificación de equivalente de referencia (ER) en el cuadro I-1. El caso 1 corresponde a una distribución típica de los ER y atenuaciones en el antiguo plan de transmisión; los casos 2 y 3 corresponden aproximadamente a distribuciones extremas que pueden encontrarse en la práctica.

CUADRO I-1

Cálculo de los ERC de un sistema nacional (en dB)

Parte del sistema	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	ER	ERC	ER	ERC	ER	ERC
Sistema emisor local (*a*)	10	12,8	17,5	23,1	5	6,4
Circuito local no cargado (*b*)	3,5	4	0	0	7	8
Circuito local con baja distorsión + circuitos de larga distancia + centrales y unidad de terminación (*c*)	Atenuación 7,5	7,5	3,5	3,5	9	9
Total en emisión ($a + b + c$)	21	24,3	21	26,6	21	23,4
Sistema receptor local (*d*)	1	1,6	8,5	10,8	– 4	– 4,0
Total en recepción ($b + c + d$)	12	13,1	12	14,3	12	13,0

Se han calculado los valores correspondientes de y para los sistemas locales (*a* y *d*) mediante la fórmula (A-1) del anexo A a la Recomendación G.111 y para el circuito local (*b*) de acuerdo con el anexo C a la Recomendación G.121, con K = 1,15.

Se observa que los valores globales para el ERC varían en aproximadamente 3 dB en la emisión y 1 dB en la recepción, según los casos. Para cumplir la condición a) del § I.1, la solución fácil consistiría en recomendar los valores más altos, pero se correría el riesgo de no cumplir la condición b).

Por otra parte, los valores para (*a*) se aplican al caso de un micrófono lineal; estos valores deben disminuirse en 1,5 dB para los micrófonos de carbón, que eran los que se utilizaban realmente en el pasado para determinar los límites antiguos, pero se debe fijar un solo límite (independiente del tipo de micrófono) para mantener la misma calidad de transmisión.

Se ha juzgado conveniente recomendar como límite $Y_3 = 25$ dB en la emisión e $Y_4 = 14$ dB en la recepción. La observación 1 del § 2, a las figuras 1/G.121 y 2/G.121 de la Recomendación G.121 revisada señala los problemas que pueden presentarse cuando se aplican estos valores.

I.4 *Medias ponderadas en función del tráfico* (§ 2 de la Recomendación G.111 y § 1 de la Recomendación 121)

I.4.1 El valor máximo del equivalente de referencia para el *objetivo a largo plazo* ($q_c = 18$ dB) era el valor máximo de la gama preferida. El valor correspondiente de Y_c es 16 dB. Si se acepta que la distorsión de atenuación en este caso corresponde a $D = -1{,}5$ dB, se puede descomponer este objetivo en $Y_5 = 13$ dB en la emisión, $Y_6 = 4$ dB en la recepción y 0,5 dB para un circuito internacional.

El valor mínimo corresponde a lo que se considera factible. Con las notaciones del cuadro I-1 se puede tener para q la distribución típica del cuadro I-2 y deducir de la misma los valores de ERC.

CUADRO I-2

Distribución típica del objetivo mínimo

	Emisión		Recepción	
	q	ERC	q	ERC
a	5	$y = 6{,}4$		
b	0	0		
c	5	5		
Total en emisión $a + b + c$	10	$Y_7 = 11{,}4$		
d			−2,5	$y = -2{,}4$
Total en recepción $b + c + d$			2,5	$Y_8 = 2{,}6$

Para la conexión se tendrá $Y_9 = 11{,}4 + 2{,}6 + 0{,}5 - 1{,}5 = 13$ dB.

I.4.2 Para el *objetivo a corto plazo*, el valor mínimo es el mismo. Los valores máximos de los equivalentes de referencia ($q_s = 16$, $q_r = 6{,}5$) se han deducido de una ley de distribución típica; estos valores son inferiores en 5 dB y 5,5 dB a los valores para el 97% recomendado anteriormente. La dispersión de los valores de Y debe ser un poco mayor, aproximadamente $5 \times 1{,}2$ ó $5{,}5 \times 1{,}2$, es decir de 6 a 6,5 dB, de donde:

$Y_{10} = 25 - 6 = 19$ dB en la emisión,

$Y_{11} = 14 - 6{,}5 = 7{,}5$ dB en la recepción.

El valor para una conexión (que comprende un solo circuito internacional) es

$Y_{12} = 19 + 7{,}5 + 0{,}5 - 1{,}5 = 25{,}5$ dB.

I.5 *Equivalente de referencia corregido mínimo para el sistema emisor nacional* (§ 3 de la Recomendación G.121)

Un valor de $q = 6$ dB, con las notaciones del cuadro I-1 podría corresponder, por ejemplo,

a $a = 2{,}5$ $b = 0$ $c = 3{,}5$ de donde $Y = 3{,}4 + 3{,}5 = 6{,}9$
o $a = 4$ $b = 0$ $c = 2$ de donde $Y = 5{,}2 + 2 = 7{,}2$

Se puede tomar como mínimo $Y_{13} = 7$ dB.

I.6 *Equivalente de referencia del efecto local* (§ 5 de la Recomendación G.121)

Mientras no se disponga de una respuesta completa a la Cuestión 9/XII [2], debería mantenerse el método de la Recomendación P.73 [3] y expresarse el valor actual como equivalente de referencia.

I.7 *Otros valores*

Se encuentran en diversas Recomendaciones «equivalentes de referencia del trayecto de eco» (G.131), «equivalentes de referencia para la diafonía» (G.116), que seguramente se calcularon por adiciones que no son exactas. Debería insertarse una observación a este respecto, sin cambiar las actuales denominaciones y revisarse estos textos en el curso del próximo periodo de estudios

Referencias

[1] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by Speech, *Butterworths*, pp. 279-281, 1973.

[2] CCITT – Cuestión 9/XII, Contribución COM XII-N.º 1 del periodo de estudios 1981-1984, Ginebra, 1981.

[3] Recomendación del CCITT *Medición del equivalente de referencia del efecto local*, Tomo V, Rec. P.73.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTE II

SUPLEMENTOS A LA SECCIÓN 1
DE LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE G

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ECO PARA EL ABONADO QUE HABLA EN LAS CONEXIONES INTERNACIONALES

(Ginebra, 1964; modificado en Mar del Plata, 1968 y Ginebra, 1976 y 1980; citado en el § 2 de la Recomendación G.131)

Las curvas de la figura 2/G.131 permiten determinar si es necesario o no emplear un supresor de eco en una conexión internacional determinada. También pueden emplearse para determinar el valor de la atenuación global que conviene adoptar en la cadena a cuatro hilos de una conexión completa para poder prescindir de un supresor de eco. Antes de utilizar estas curvas, conviene decidir la proporción de comunicaciones en las que puede aceptarse un eco perturbador. El § 2 de la Recomendación G.131 proporciona algunas indicaciones al respecto.

Las coordenadas de la figura representan dos de los parámetros de una conexión telefónica que determinan el eco, es decir, el equivalente de referencia del trayecto de eco y el tiempo medio de propagación en un sentido. Aplicando ciertas hipótesis que se exponen más adelante, pueden convertirse estos dos parámetros en los parámetros principales.

Cada curva divide el plano en dos semiplanos, y la presencia del punto representativo de la cadena de circuitos en uno u otro de estos semiplanos determina la necesidad de emplear o no un supresor de eco en función del porcentaje de comunicaciones en la que puede admitirse un eco perturbador.

Factores determinantes del eco

Los principales factores que deben tenerse en cuenta para determinar si se necesita un supresor de eco en una conexión determinada son los siguientes:

a) el número de trayectos de eco;

b) el tiempo que emplean las corrientes de eco en recorrer dichos trayectos;

c) el equivalente de referencia de los trayectos de eco, incluidas las líneas de abonado;

d) la tolerancia de los abonados a los fenómenos de eco.

Examinaremos seguidamente estos distintos factores.

Cuando se trata de circuitos interconectados a cuatro hilos, sólo existe un trayecto de eco (suponiendo despreciable la paradiafonía). Prácticamente, lo mismo sucede cuando se interconectan los circuitos a dos hilos y es apropiado el valor de la pérdida de retorno para el eco en el punto de conexión, pues las principales corrientes de eco se deben a las pérdidas de retorno para el eco, relativamente mediocres, en los extremos de los dos circuitos a cuatro hilos terminales, donde la conexión se prolonga a dos hilos.

El tiempo que emplean las corrientes de eco para recorrer el trayecto de eco sólo depende en la práctica de la longitud de la cadena a cuatro hilos, pues los circuitos principales de las redes nacionales e internacionales actuales son circuitos de elevada velocidad de transmisión.

El equivalente de referencia del trayecto de eco de la persona que habla, en el caso de una conexión simétrica, viene dado aproximadamente por la suma de:

- dos veces la atenuación de la conexión entre el punto a dos hilos en la central local terminal de la persona que habla y el lado a dos hilos del equipo de terminación a dos hilos/cuatro hilos en el extremo de la persona que escucha;
- la pérdida de retorno para el eco en el extremo de la persona que escucha, y
- la suma de los equivalentes de referencia en la transmisión y en la recepción del aparato telefónico y la línea de abonado de la persona que habla.

En general, debieran emplearse valores de equivalente de referencia correspondientes a líneas de abonado con pequeña atenuación.

El eco experimentado por los usuarios en líneas con una atenuación más elevada sufrirá una atenuación mayor; en consecuencia, esta hipótesis no implica riesgos.

Se admite que la pérdida de retorno para el eco posee un valor medio de 11 dB como mínimo, con una desviación típica de 3 dB, expresada como valor medio ponderado de la relación de potencia en toda la banda entre 500 y 2500 Hz. El valor medio de la atenuación de cada circuito a cuatro hilos se considera uniforme en toda esta banda y se supone que la correlación entre las variaciones de atenuación en ambos sentidos de transmisión es la unidad.

Los datos que figuran en el cuadro 1, sobre la tolerancia de los abonados a los fenómenos de eco, proceden de la American Telephone and Telegraph Co. y están basados en una serie de pruebas realizadas en 1971. Estas pruebas han proporcionado información sobre el equivalente de referencia del trayecto de eco que, en función del tiempo de propagación de ese trayecto, da un eco apenas perceptible. También se han obtenido apreciaciones de la calidad según una escala de cinco notas: excelente, buena, bastante buena, mediocre e insatisfactoria. En el cuadro se indica la atenuación media del trayecto de eco para el umbral de perceptibilidad y para apreciaciones de calidad «insatisfactoria». Estos valores medios son los equivalentes de referencia del trayecto de eco para una perceptibilidad de 50%, y para apreciaciones de calidad «insatisfactoria» de 50%. También se indica la desviación típica.

CUADRO 1

Resultados de las pruebas de tolerancia al eco

Tiempo de propagación en un sentido (ms)	Equivalente de referencia del trayecto de eco			
	Umbral		Insatisfactoria	
	Valor medio (dB)	Desviación típica (dB)	Valor medio (dB)	Desviación típica (dB)
10	26	≃ 4	9	≃ 6
20	35	≃ 4	16	≃ 6
30	40	≃ 4	20	≃ 6
40	45	≃ 4	23	≃ 6
50	50	≃ 4	25	≃ 6

Construcción de la figura 2/G.131

El valor medio del margen en previsión de condiciones de eco mediocres o insatisfactorias viene dado por:

$$M \doteq 2\,T + B - E + ERE + ERR$$

donde

T es el valor medio de la atenuación de la conexión entre el punto a dos hilos de la central terminal local del abonado que habla y el lado a dos hilos de la unidad de terminación a cuatro/dos hilos del extremo del abonado que escucha. Se ha supuesto que la atenuación es la misma en ambos sentidos de transmisión;

B es el valor medio de la atenuación de equilibrado para el eco en el extremo receptor;

E es el valor medio del equivalente de referencia del trayecto de eco que da lugar a una opinión «insatisfactoria» [1];

[1] Este valor corresponde al equivalente de referencia del trayecto de eco para el cual el 50% de las notas de opinión son «insatisfactorias».

ERE es el equivalente de referencia en emisión en el punto a dos hilos de la central local de origen, en el caso de líneas de abonado cortas;

ERR es el equivalente de referencia en recepción en el punto a dos hilos de la central local de origen, en el caso de líneas de abonado cortas.

La desviación típica del margen está dada por:

$$m^2 = n(t^2_1 + 2rt_1t_2 + t^2_2) + b^2 + e^2$$

donde

m es la desviación típica del margen;

t_1, t_2 son las desviaciones típicas de las variaciones de atenuación, en ambos sentidos de transmisión, para un circuito a cuatro hilos, nacional o internacional;

b es la desviación típica de las atenuaciones de equilibrado para el eco;

e es la desviación típica de la distribución de los equivalentes de referencia del trayecto de eco que dan lugar a notas de opinión «insatisfactoria»;

r es el coeficiente de correlación entre t_1 y t_2;

n es el número de circuitos a cuatro hilos existentes en la cadena a cuatro hilos.

Haciendo $t_1 = t_2 = 1$ dB; $r = 1$; $b = 3$ dB; $e = 6$ dB, se obtiene: $m^2 = 4\,n + 45$

En el § 2.3 de la Recomendación G.131, las reglas A y E se refieren a probabilidades de 1% y de 10% de que se presenten condiciones de eco insatisfactorias, y en dichos casos se consideran nueve circuitos a cuatro hilos (tres nacionales + tres internacionales + tres nacionales). Por consiguiente, tanto para las curvas de 1% como de 10%, $m = 9{,}0$ dB.

Para la probabilidad de 10%, el margen puede reducirse a 1,28 veces la desviación típica. En el caso de la probabilidad de 1%, este factor es 2,33. Los valores correspondientes de M son:

$M = 1{,}28 \times 9{,}0$ dB $= 11{,}5$ dB para una probabilidad de 10%
$M = 2{,}33 \times 9{,}0$ dB $= 21$ dB para una probabilidad de 1%.

Sustituyendo estos valores en la ecuación $M = 2\,T + B - E + ERE + ERR$ se obtienen los siguientes valores de atenuación del eco para el abonado que habla:

$2\,T + B + ERE + ERR = 11{,}5$ dB $+ E$ para una probabilidad de 10%
$2\,T + B + ERE + ERR = 21$ dB $+ E$ para una probabilidad de 1%.

Los valores del cuadro 2 se han calculado (y redondeado al número entero más cercano) mediante estas ecuaciones. Los valores que figuran en la columna «Longitud de la conexión» se han calculado suponiendo una velocidad de propagación de 160 km/ms.

CUADRO 2

Tiempo medio de propagación en un solo sentido (ms)	Longitud de la conexión (km)	Equivalente de referencia del trayecto medio de eco $2T + B + ERE + ERR$ (dB)	
		10% Insatisfactoria	1% Insatisfactoria
10	1600	21	30
20	3200	28	37
30	4800	32	41
40	6400	35	44
50	8000	37	46

La figura 2/G.131 se ha trazado utilizando estos valores y valores similares calculados para otros valores de n.

POSIBLES COMBINACIONES DE DEGRADACIONES BÁSICAS DE TRANSMISIÓN EN LAS CONEXIONES FICTICIAS DE REFERENCIA

(Ginebra, 1980; citado en la Recomendación G.103)

CUADRO 1

Conexión		Figura 1/G.103		Figura 2/G.103		Figura 3/G.103	
Plan de transmisión		a)	b)	a)	b)	a)	b)
ERC – máx.	em. = 15,4 dB rec. = 4,0 dB	41,6 dB		37,6 dB	35,6 dB	26,9 dB	24,9 dB
– medio	em. = 8,9 dB rec. = 0,5 dB	25,6 dB		22,0 dB	20,0 dB	14,5 dB	12,5 dB
– mín.	em. = 8,9 dB rec. = –4,0 dB	15,6 dB		10,7 dB	8,7 dB	10,0 dB	8,0 dB
ER – máx.	em. = 12 dB rec. = 3 dB	36 dB		33,5 dB	31,5 dB	24 dB	21 dB
– medio	em. = 7 dB rec. = 0 dB	23 dB		20,5 dB	18,5 dB	16 dB	13 dB
– mín.	em. = 7 dB rec. = –4 dB	15 dB		12,5 dB	10,5 dB	12 dB	9 dB
RC – máx.	r′ = 3 dB	3 690 pWp	3 840 pWp	820 pWp	1 030 pWp	3 320 pWp	4 630 pWp
	r′ = 0 dB	7 360 pWp	7 680 pWp	1 640 pWp	2 060 pWp	6 650 pWp	9 260 pWp
	r′ = –4 dB	18 490 pWp	19 190 pWp	4 110 pWp	5 150 pWp	16 620 pWp	23 160 pWp
– medio	r′ = 0 dB	3 100 pWp	3 220 pWp	730 pWp	870 pWp	3 320 pWp	4 630 pWp
RC – máx.	r′ = 3 dB	–54,3 dBmp	–54,1 dBmp	–60,8 dBmp	–59,9 dBmp	–54,8 dBmp	–53,3 dBmp
	r′ = 0 dB	–51,3 dBmp	–51,1 dBmp	–57,8 dBmp	–56,9 dBmp	–51,8 dBmp	–50,3 dBmp
	r′ = –4 dB	–47,3 dBmp	–47,1 dBmp	–53,8 dBmp	–52,9 dBmp	–47,8 dBmp	–46,3 dBmp
– medio	r′ = 0 dB	–55,1 dBmp	–54,9 dBmp	–61,4 dBmp	–60,6 dBmp	–54,8 dBmp	–53,3 dBmp
DA – máx. (véase la observación 1)		14 aadu (4 + 6 + 4)		5 aadu (2 + 1 + 2)		4 aadu (0 + 4 + 0)	
– medio		5 aadu (2 + 1 + 2)		5 aadu* (2 + 1 + 2)*		1 aadu* (0 + 1 + 0)*	
– mín.		3 aadu (1 + 1 + 1)		3 aadu (1 + 1 + 1)		1 aadu (0 + 1 + 0)	

Observación 1 – caso a): Plan de transmisión basado en la regla de $(3,5 + 0 \times n)$ dB.
caso b): Plan de transmisión basado en la regla de $(2 + 0,5 \times n)$ dB.

Observación 2 – DA significa distorsión de atenuación en unidades de distorsión de atenuación analógica (aadu) en una cadena hipotética de circuitos a cuatro hilos entre dos centrales locales.

Observación 3 – Un * significa una entrada hipotética.

Observación 4 – r′ significa equivalente de referencia en recepción (ERR).

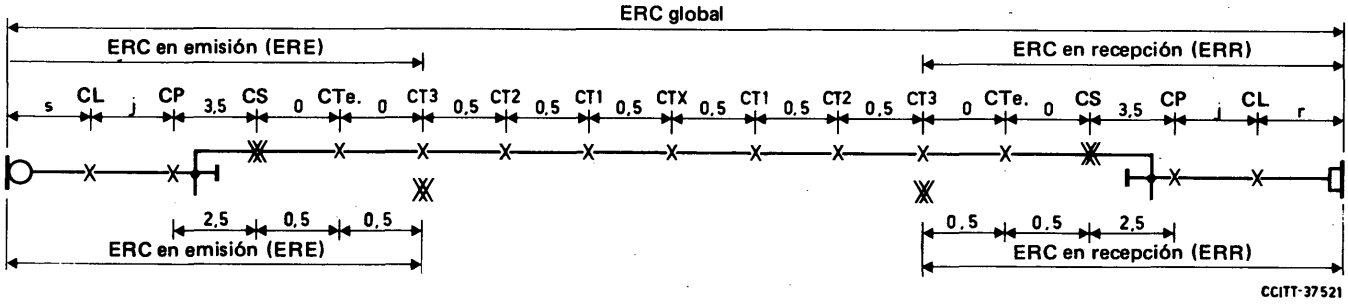


FIGURA 1

Conexión internacional más larga prevista de conformidad con las Recomendaciones del CCITT [conexión ficticia de referencia (CFR) modificada basada en la de la figura 1/G.103]

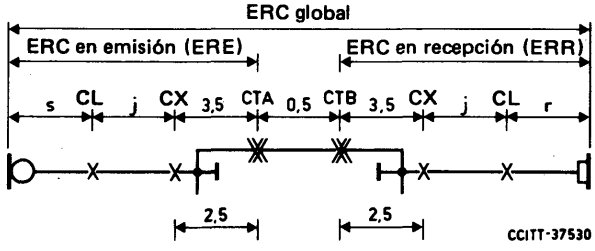


FIGURA 2

Conexión internacional de longitud moderada que comprende el número más frecuente de circuitos internacionales y nacionales (CFR modificada basada en la de la figura 2/G.103)

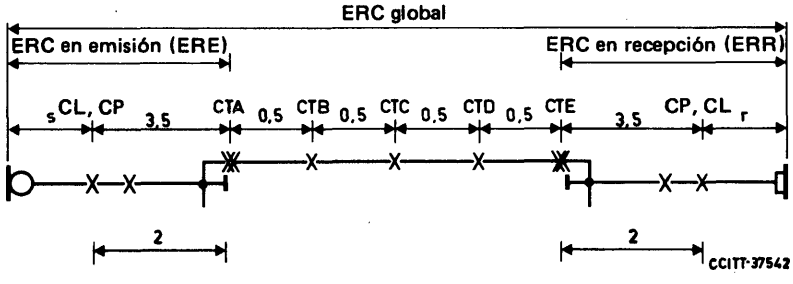


FIGURA 3

Conexión internacional que comprende prácticamente el número máximo de circuitos internacionales y el mínimo de circuitos nacionales (CFR modificada basada en la de la figura 3/G.103)

CUADRO 2

Equivalente de referencia corregido, ERC

	ER (dB)		Atenuación (dB)	ERC (dB)	Figura 1, a) y b)			Figura 2, a)			Figura 2, b)			Figura 3, a)			Figura 3, b)		
	em.	rec.	j		ERC emisión	ERC recepción	ERC global	ERC emisión	ERC recepción	ERC global	ERC emisión	ERC recepción	ERC global	ERC emisión	ERC recepción	ERC global	ERC emisión	ERC recepción	ERC global
Máximo	12	3	5,5	6,1	25,0	13,6	41,6	25,0	13,6	37,6	24,0	12,6	35,6	18,9	7,5	26,9	17,9	6,5	24,9
Medio	7	0	3	3,3	15,7	7,3	25,6	15,7	7,3	22,0	14,7	6,3	20,0	12,4	4,0	14,5	11,4	3,0	12,5
Mínimo	7	–4	1	1,1	13,5	0,6	15,6	13,5	0,6	10,7	12,5	–0,4	8,7	12,4	–0,5	10,0	11,4	–1,5	8,0

Observación – Se supone que el circuito que interconecta la central local con el centro primario (CL-CP) está constituido por cables no cargados.

CUADRO 3

Equivalente de referencia, ER

	ER (dB)			Figura 1, a) y b)			Figura 2, a)			Figura 2, b)			Figura 3, a)			Figura 3, b)		
	em.	rec.	j	ERE	ERR	ERG	ERE	ERR	ERG	ERE	ERR	ERG	ERE	ERR	ERG	ERE	ERR	ERG
Máximo	12	3	5,5	21	12	36	21	12	33,5	20	11	31,5	15,5	6,5	24	14	5	21
Medio	7	0	3	13,5	6,5	23	13,5	6,5	20,5	12,5	5,5	18,5	10,5	3,5	16	9	2	13
Mínimo	7	–4	1	11,5	0,5	15	11,5	0,5	12,5	10,5	–0,5	10,5	10,5	–0,5	12	9	–2	9

CUADRO 4

Ruido de circuito, RC (j = 3 dB)

	Central (2 hilos, 4 hilos)	CL-CP (250 km)	CP-CS, CT (500 km)	CS-CTe. (250 km)	CTe.-CT (250 km)	CT3-CT2, CT2-CT1 (2500 km)	CT-CT (1000 km)	CT1-CTx, CT1 (7500 km)
RC – Máximo	200	1000	2000	1000	1000	10 000	4000	22 500
(pW0p) Medio	100	500	500	500	500	5 000	2000	7500

CUADRO 5

Distorsión de atenuación, DA (dB)

	Central (CL, 2 hilos)	Unidad de terminación (2/4 hilos)	Central (4 hilos) Rec. Q.45 [1]	Circuito (4 hilos) Gráfico A de la figura 1/G.232 [2]	Circuito (4 hilos) Gráfico B de la figura 1/G.232 [2]
– Máximo	No especificado	No especificado	0,5	1,7	3,0
– Medio			0,15	0,65	1,05
– Mínimo			–0,2	–0,4	–0,9

Observación – Los valores en dB corresponden a la pérdida de inserción a 300 Hz que es la misma que a 3400 Hz.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Características de transmisión de una central internacional*, Tomo VI, fascículo VI.1, Rec. Q.45.

[2] Recomendación del CCITT *Equipos terminales de 12 canales*, Tomo III, fascículo III.2, Rec. G.232, figura 1/G.232.

Suplemento N.° 21

UTILIZACIÓN DE UNIDADES DE DISTORSIÓN DE CUANTIFICACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN DE CONEXIONES INTERNACIONALES (CONTRIBUCIÓN DE BELL-NORTHERN RESEARCH)

(Ginebra, 1980; citado en la Recomendación G.113)

Introducción

Este suplemento proporciona información de base sobre la asociación de unidades de distorsión de cuantificación a dispositivos de proceso de señales digitales. Este concepto puede utilizarse en la planificación de conexiones internacionales que comprenden varios procesos MIC no integrados para asegurar que la distorsión de cuantificación global respeta los límites que deben respetarse. Se discuten las bases para la utilización de unidades de distorsión de cuantificación (udc), se atribuyen valores a varios procesos digitales usuales y se muestra cómo este concepto puede utilizarse en una red mixta analógico/digital y en una red totalmente digital. Se incluyen también cálculos exactos para la red totalmente digital.

1 Principios fundamentales para la asignación de unidades de distorsión de cuantificación

Se asignan udc a un proceso digital en virtud de un principio básico: la potencia de distorsión de cuantificación no está correlacionada con la distorsión producida por otros procesos y, por lo tanto, las udc correspondientes a procesos individuales pueden sumarse algebraicamente para obtener la distorsión global de una conexión completa.

Conviene utilizar como referencia básica la distorsión de cuantificación introducida por un solo proceso MIC de 8 bits (esto es, un codificador y un decodificador, ley A o ley μ), al que se le atribuye un valor de una unidad. Con esta referencia, un solo proceso MIC de 7 bits que, como se sabe, introduce una distorsión de cuantificación de 6 dB (esto es, una potencia 4 veces mayor), se asignarían 4 udc. Se puede hacer una subdivisión y asignar a un codificador o a un decodificador 8 bits 0,5 unidades y, de manera similar, a un codificador o decodificador de 8 bits 0,5 unidades y, de manera similar, a un codificador o decodificador 7 bits 2 unidades. A otros procesos pueden asignarse también valores equivalentes en udc.

A una conexión internacional se ha asignado un límite global de 14 udc de las cuales corresponden 5 a cada prolongación nacional y 4 a la parte internacional. Esto significa que la distorsión es 14 veces mayor que la producida por un solo proceso MIC de 8 bits, o que equivale a una reducción de 11,5 dB (es decir, $10 \log_{10} 14$) de la relación señal/distorsión (RSD). Como un codec real de 8 bits pudiera tener una RSD de unos 36 dB (para una señal de entrada gausiana, y distorsión con ponderación uniforme en la banda de 300 a 3400 Hz), 14 udc representan por tanto una RSD global de unos 24,5 dB. Esto concuerda con las estimaciones publicadas anteriormente (unos 24 dB) [1] del límite subjetivo para la relación global señal/distorsión.

2 Valores en unidades de distorsión de cuantificación para otros dispositivos de proceso digital

Para calcular un valor en unidades de distorsión de cuantificación (udc) para otros dispositivos de proceso digital es necesario comenzar por estimar el incremento de la distorsión de cuantificación que introduce ese proceso con relación a un solo proceso MIC de 8 bits. Esto puede hacerse convenientemente comparando los cálculos de la relación señal/distorsión (RSD) para el proceso de que se trata con la correspondiente a un solo proceso MIC de 8 bits. las figuras 1, 2 y 3 ilustran ejemplos de estos cálculos de la RSD (para una señal de entrada gausiana y distorsión con ponderación uniforme en la banda de 300 a 3400 Hz) para diversos procesos. Para cada uno de estos procesos, la reducción de la RSD en comparación con la introducida por una sola codificación de 8 bits puede convertirse en el valor equivalente expresado en udc. Por ejemplo, si la reducción en RSD es de x dB, el valor expresado en udc será de $10^{x/10}$.

En algunos procesos, sin embargo, la reducción de la RSD no es constante con respecto al nivel de la señal de entrada. En estos casos, se ha utilizado la reducción de la RSD para un nivel medio de la señal de entrada de −20 dBm0.

Hay poca diferencia en la práctica entre la utilización de la codificación según la ley A o la ley μ, a menos que entren en juego atenuadores digitales. Tanto los atenuadores de ley A como los de ley μ causan una reducción de la RSD que varía de acuerdo con el valor específico del atenuador, pero que es de aproximadamente 3 dB en la gama normal de niveles de entrada, como muestran las figuras 2 y 3. La excepción la constituye el caso especial de un atenuador de 6 dB, ley A, el cual, debido a la naturaleza binaria única de los niveles de decisión de la codificación según la ley A, introduce una degradación despreciable para niveles de señal de sólo unos −30 dBm0, correspondiendo así a 0 udc. En el cuadro 1 se enumeran las udc asociadas a diversos procesos digitales.

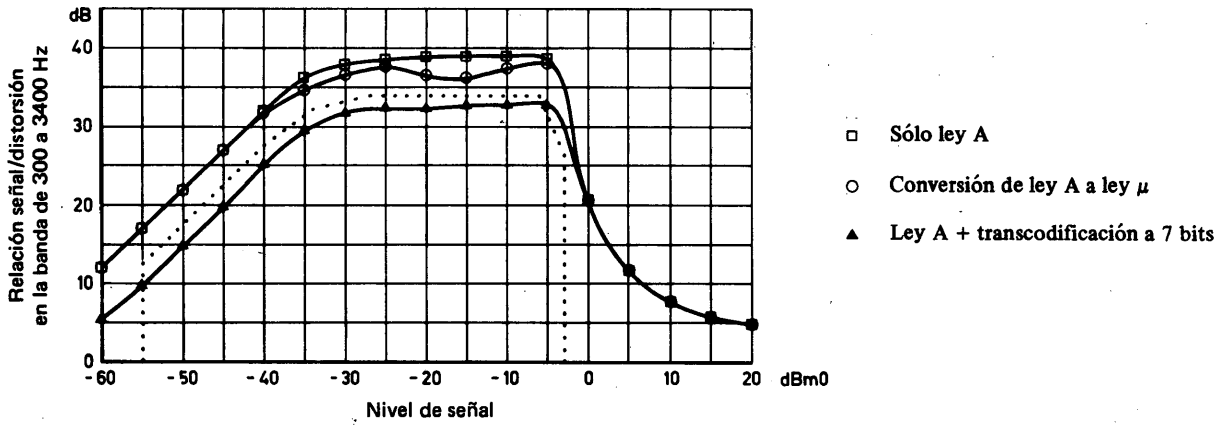
3 Ejemplos de la utilización de unidades de distorsión de cuantificación

Es importante distinguir entre dos aplicaciones de las unidades de distorsión de cuantificación (udc).

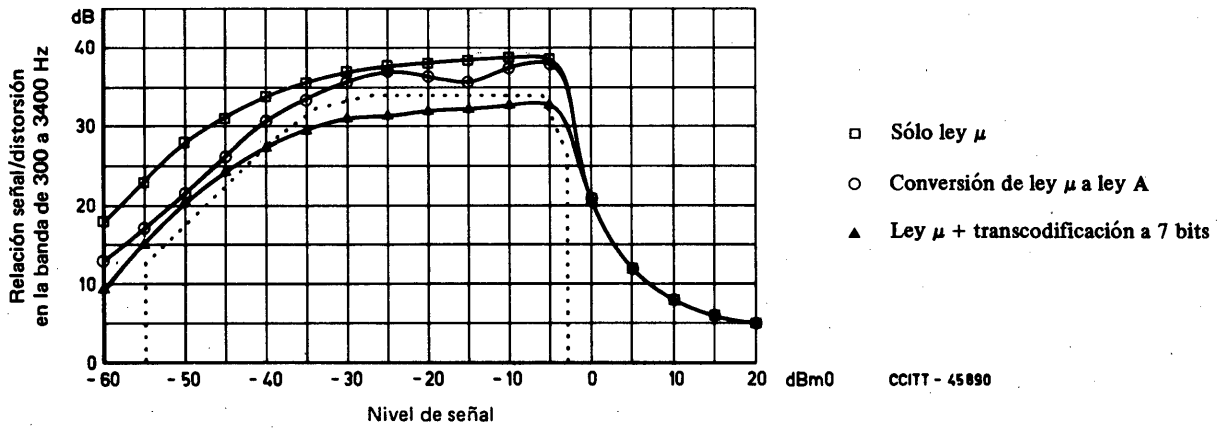
3.1 *Utilización en una red mixta analógico/digital*

Para una conexión en cascada a frecuencias vocales, de procesos MIC no integrados es de esperar que la distorsión total se sume según una ley de potencias, pues las potencias de distorsión de cada proceso no estarán correlacionadas. Como la distorsión de cada proceso se representa por su valor en udc, la suma de todos los valores, expresados en estas unidades, de todos los procesos, dará la distorsión global.

Por ejemplo, una conexión como la representada en la figura 4 tendría un índice global de 7 unidades, o una reducción de 8,5 dB en la relación señal/ruido en comparación con un enlace que tenga sólo codificador de 8 bits. Obsérvese que este resultado es válido para ambos sentidos de transmisión, y es independiente del orden en que los procesos están conectados en cascada.



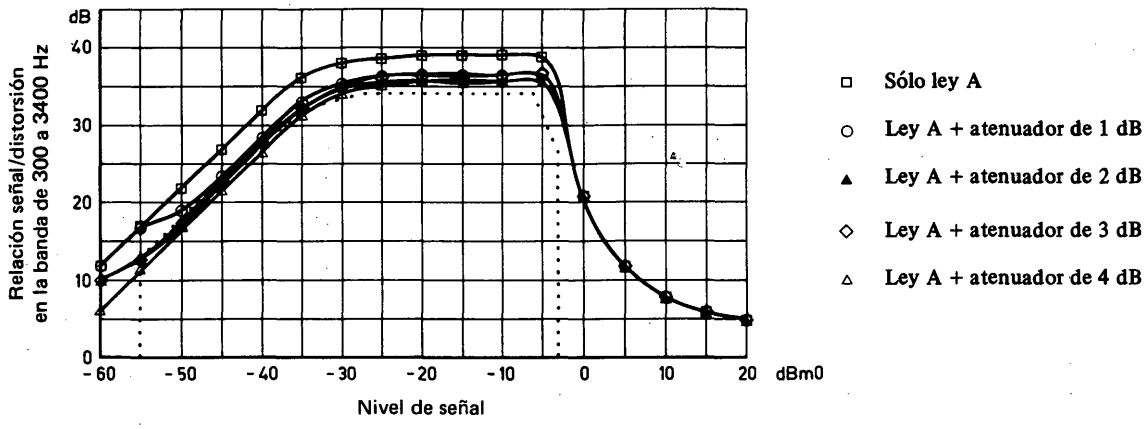
a) *MIC de ley A*



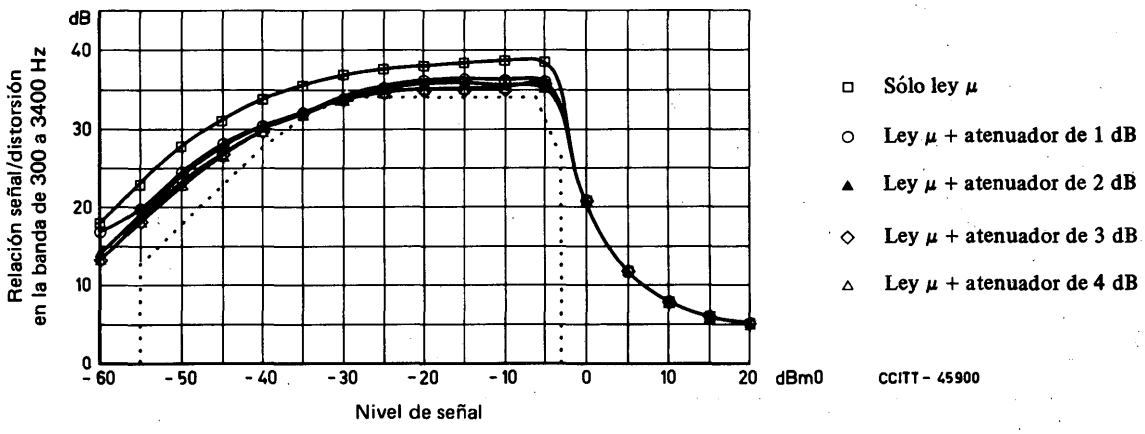
b) *MIC de ley μ*

FIGURA 1

Efecto de los diferentes dispositivos en los MIC ideales de 8 bits y ley A o ley μ



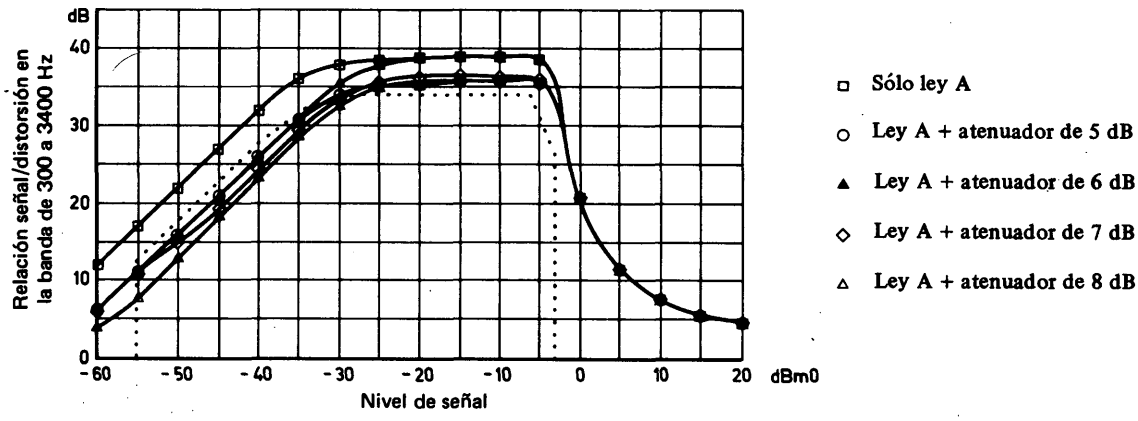
a) *MIC de ley A*



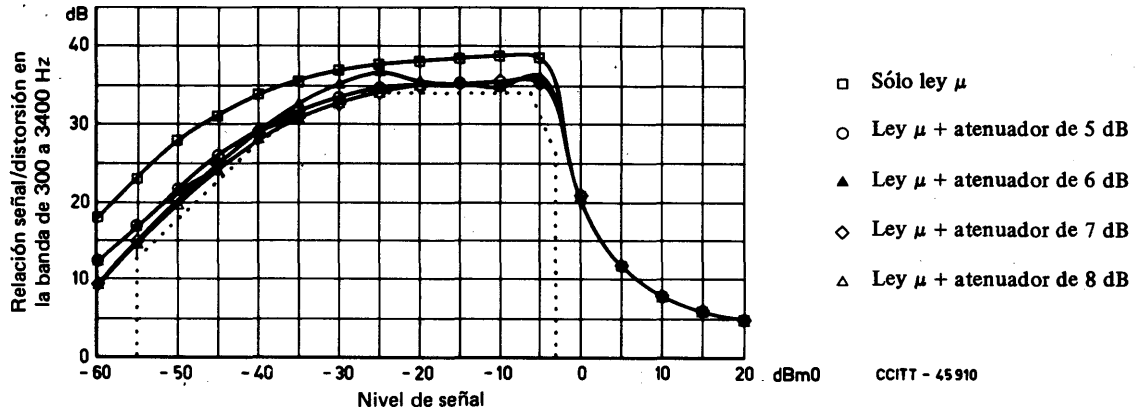
b) *MIC de ley μ*

FIGURA 2

Efecto de atenuadores digitales en los MIC ideales de 8 bits y ley A o ley μ



a) *MIC de ley A*



b) *MIC de ley μ*

FIGURA 3

Efecto de los atenuadores digitales en los MIC ideales de 8 bits y ley A o ley μ

CUADRO 1

Unidades de distorsión de cuantificación (udc) introducidas por diversos dispositivos de proceso de señales digitales, incluido el efecto del codec

Configuración	Reducción de la RSD	Valor en udc
Un solo proceso MIC de 8 bits	0 dB	1
Un solo proceso MIC de 7 bits	6 dB	4
Transcodificación 8 bits / 7 bits / 8 bits a)	6 dB	4
8 bits + atenuador digital b)	3 dB	2
8 bits + conversión de código ley A/μ	3 dB	2
Transmultiplexor	c)	0,5

a) Podría utilizarse en un esquema de interpolación digital de la palabra.

b) Véanse las observaciones al § 2.

c) Equivalente supuesto para un solo proceso de codificación o decodificación de 8 bits.

Unidades de distorsión de cuantificación (udc):	2,0	1,0	4,0	*Total* 7,0

FIGURA 4

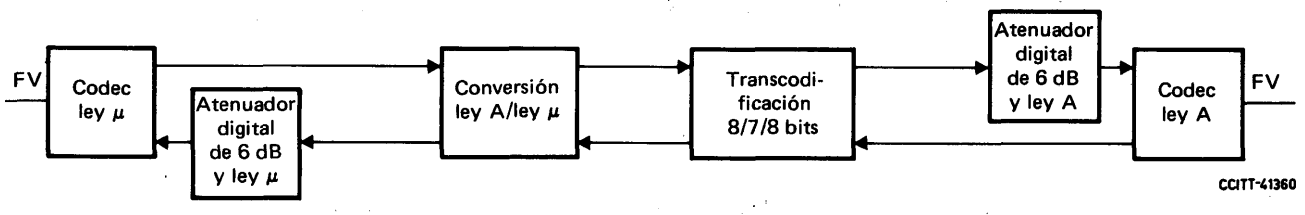
Conexión mixta analógico/digital

3.2 *Utilización en una red totalmente digital*

En una red totalmente digital no es ya correcto suponer que las potencias de distorsión de cada proceso no están correlacionadas. Esto significa que, en general, no es posible sumar simplemente los valores en udc atribuidos a cada proceso para obtener la distorsión total. Esto implica también que la distorsión global puede no ser la misma para cada sentido de transmisión. En consecuencia, la distorsión global producida en una conexión totalmente digital que comprende diversos dispositivos de proceso de señales sólo puede calcularse con exactitud utilizando un modelo, construido por computador, de la totalidad del proceso, y no, atribuyendo valores en udc a cada uno de los diversos procesos.

Por ejemplo, la figura 5 representa una conexión internacional que comprende una conversión ley A/μ, una transcodificación 8 bits/7 bits/8 bits (como la que pudiera utilizarse en un esquema digital de interpolación de la palabra), y un atenuador digital de 6 dB. La suma de los valores en udc dan una distorsión total superior en 5 unidades o 7 dB a la introducida por un solo proceso de 8 bits, para el sentido μ a A. Para el sentido A a μ, la distorsión es superior en 6 unidades o 7,8 dB. Esta ligera diferencia entre ambos sentidos de transmisión se debe a la diferencia en valores en udc entre un atenuador de 6 dB de ley A y otro de ley μ.

El cálculo exacto, empleando un modelo, construido por computador, de la conexión completa, arroja un incremento de la distorsión de 6,0 dB en el sentido μ a A y de 6,1 dB en el sentido A a μ.



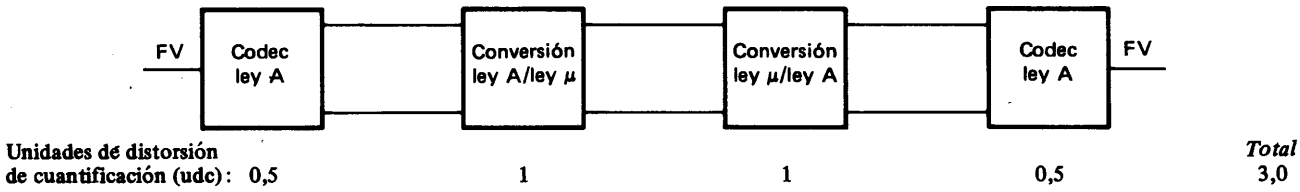
udc:	0,5	–	1,0	3,0	0	0,5	*Total* 5,0
	0,5	1,0	1,0	3,0	–	0,5	6,0

FIGURA 5

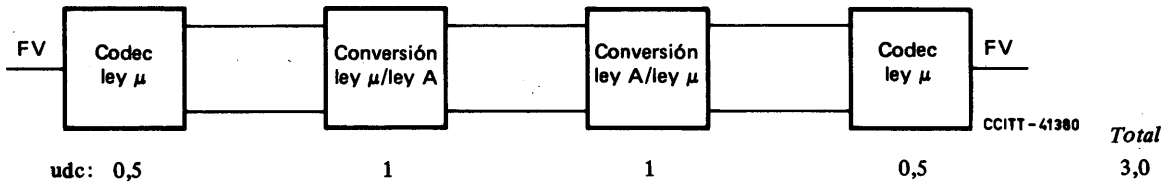
Conexión internacional totalmente digital

Otro ejemplo se muestra en la parte a) de la figura 6, que representa una conversión A a μ en serie con otra conversión μ a A. En este caso, el valor total en udc es 3, lo que corresponde a una reducción de 4,8 dB en la relación señal/distorsión con respecto a un MIC de 8 bits. Un cálculo exacto (véase también la parte a) de la figura 7) muestra, por tanto, una reducción de aproximadamente 10 dB en la RSD (similar a la introducida por una sola conversión A a μ). La parte b) de la figura 6 muestra la configuración correspondiente de una conversión μ a A en serie con otra conversión A a μ. En esta configuración, el valor total en udc es el mismo que para la parte a) de la figura 6, pero un cálculo exacto (véase también la parte b) de la figura 7) muestra una reducción despreciable (inferior a 0,1 dB) de la relación señal/distorsión con respecto a un MIC de 8 bits.

En estos dos últimos ejemplos hay una correlación entre la distorsión producida en cada uno de los dos procesos de conversión, por lo que la simple suma directa de los valores en udc da la respuesta correcta.



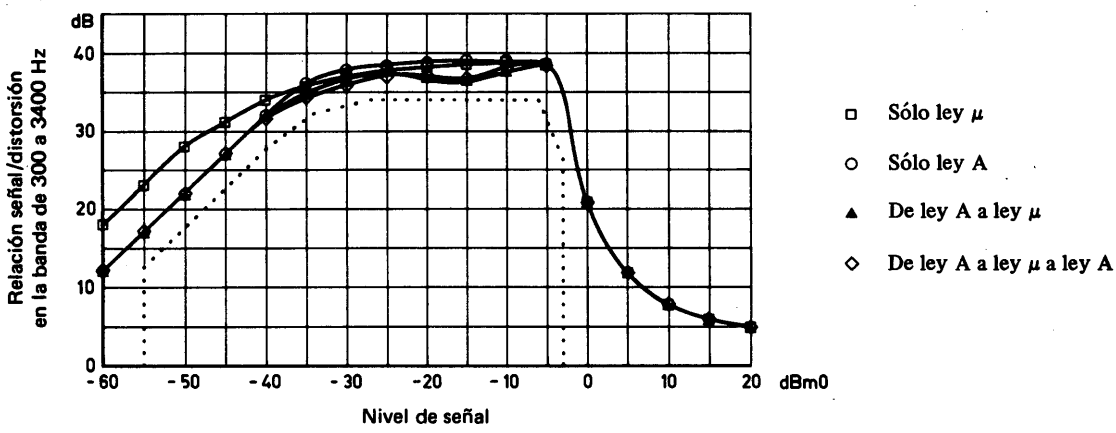
a) *Conversiones en cascada ley A/ley, μ/ley A*



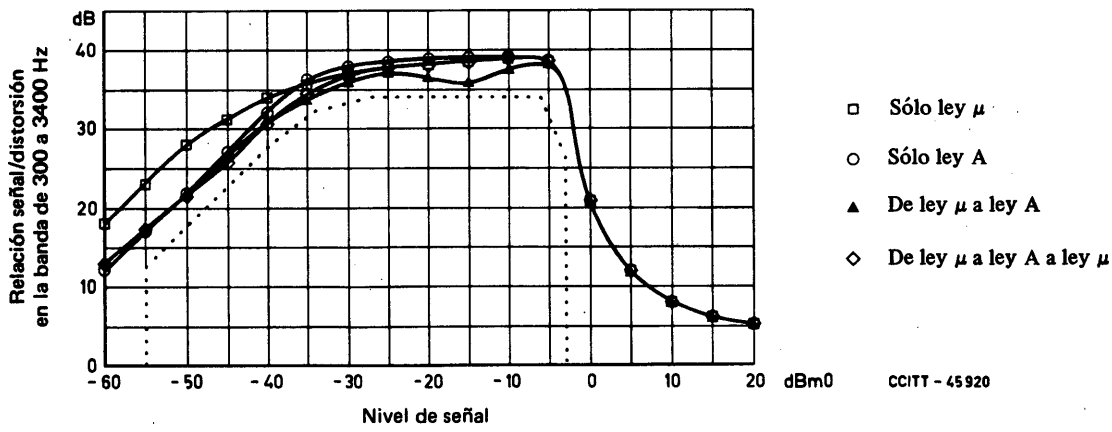
b) *Conversiones en cascada ley μ/ley A/ley μ*

FIGURA 6

Conversiones en serie



a) *De ley A a ley μ*



b) *De ley μ a ley A*

FIGURA 7

Efecto de las conversiones de código en cascada

4 Resumen

En este suplemento se ha analizado la utilización de las udc en la planificación de conexiones telefónicas que comprenden diferentes dispositivos de proceso de señales digitales. Se ha descrito el método que ha de emplearse para la asignación, a un proceso digital, de un valor expresado en udc, y se han indicado valores para algunos procesos usuales.

Se muestra que es adecuado emplear las udc en una red mixta analógico/digital que comprenda procesos MIC no integrados. Para una red totalmente digital, las udc no proporcionan necesariamente una respuesta correcta; no obstante, pudiera convenir utilizarlas para obtener un resultado aproximado.

Referencias

[1] Manual del CCITT *Aspectos económicos y técnicos de la elección de sistemas de transmisión*, capítulo B.I, § 3.2.2, UIT, Ginebra, 1976.

Impreso en Suiza — ISBN 92-61-00933-8