



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

Serie G

Suplemento 29
(11/1988)

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

**OBJETIVOS PARA LA CADENA MIXTA
ANALÓGICO/DIGITAL DE CIRCUITOS A
CUATRO HILOS**

Reedición de la Recomendación Suplemento 29 de la
serie G del CCITT publicada en el Libro Azul,
Fascículo III.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación Suplemento 29 de la Serie G del CCITT se publicó en el fascículo III.1 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (véase a continuación).

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

OBJETIVOS PARA LA CADENA MIXTA ANALÓGICO/DIGITAL DE CIRCUITOS A CUATRO HILOS

Proyecto de Recomendación G.136

(Se propone seguir estudiando este suplemento durante el presente periodo de estudios a fin de convertirlo en una Recomendación.)

1 Generalidades

En el periodo de transición entre una red completamente analógica y una red completamente digital, en las redes nacionales e internacionales habrá cadenas de circuitos telefónicos a cuatro hilos (véase la Recomendación G.101, § 4.2) de tipo mixto en los que algunas secciones pueden estar formadas por sistemas de transmisión analógicos o digitales.

Teniendo en cuenta que ese periodo de transición puede ser bastante prolongado y que es necesario garantizar una cierta calidad de transmisión en las cadenas de circuitos de tipo mixto, el CCITT recomienda que al constituir circuitos mixtos se observen los principios que se exponen a continuación y los objetivos relativos a sus parámetros.

El principio esencial para la normalización de los circuitos mixtos estriba en conservar las normas adoptadas para los circuitos MDF, lo que permitiría mantener la calidad de transmisión en las cadenas a cuatro hilos constituidas por circuitos internacionales y circuitos de prolongación nacionales.

Esto puede conseguirse para algunos parámetros pero, en lo relativo a otros parámetros, debido a las conversiones analógico/digital y a los errores que se producen en las secciones digitales, se observan discrepancias considerables en las normas y métodos de medición.

En algunas Recomendaciones de las series G, Q y M se indican objetivos para determinados parámetros de los circuitos mixtos, pero esos objetivos no tienen debidamente en cuenta las leyes de adición de las distorsiones debidas a la gran diversidad de estructuras de los circuitos mixtos a las características específicas de los métodos de medición.

Considerando la importancia que cobra el mantenimiento de la calidad de transmisión durante el periodo de transición, y la que reviste la normalización de los circuitos mixtos analógico/digitales, de los que existen ya numerosísimos tipos que utilizan diversas clases de conversiones analógico/digital, el CCITT estima conveniente establecer una Recomendación específica sobre los objetivos de los circuitos mixtos analógico/digitales y de las cadenas a cuatro hilos que incluyen circuitos tanto analógicos como digitales.

La presente Recomendación trata de las cadenas de circuitos a cuatro hilos mixtos, y las conexiones mixtas analógico/digitales que se mencionan son las que tienen aparatos telefónicos analógicos en ambos extremos.

Esta Recomendación está basada en las Recomendaciones existentes siguientes: G.232 para los equipos de canales MDF, G.712 para los equipos de canales MIC, Q.45 y Q.45 *bis* para los centros de conmutación analógicos, y Q.551 y Q.554 para los centros de conmutación digitales, y tiene también en cuenta otras Recomendaciones existentes de las series G y M.

Más adelante, y de conformidad con los resultados del estudio de la Cuestión 26/XII, la presente Recomendación deberá complementarse con objetivos para cadenas mixtas de circuitos constituidas por diversos métodos de conversión analógico-digital, como los transmultiplexores (Recomendaciones G.793 y G.794), módems (Recomendaciones G.941 y V.37), transcodificadores (Recomendación G.761), codecs de grupo (Recomendación G.795), EMCD, así como conexiones con un teléfono digital en un extremo y un teléfono analógico en el otro.

2 Estructura de un circuito de frecuencias vocales mixto analógico/digital constituido por una cadena a cuatro hilos

Los parámetros de una cadena a cuatro hilos mixta dependen esencialmente del número de secciones analógicas y del número de conversiones analógico/digitales de la cadena.

Según se establece en la Recomendación G.103, el número total de circuitos a cuatro hilos en una cadena a cuatro hilos de longitud máxima es 12 en casos excepcionales (véase el cuadro 2/G.101), por lo que se puede suponer que el número de circuitos no excederá de 12. Las situaciones más desfavorables en términos de distorsión se presentan en los casos siguientes:

- cuando todos los centros de conmutación son digitales y las secciones de circuito desde los centros y a éstos se establecen en sistemas de transmisión analógicos. El número de conversiones analógico/digital es entonces 11, y el número de secciones analógicas es 12;
- cuando todos los centros de conmutación son analógicos y las secciones de circuito desde los centros y a éstos se establecen en sistemas digitales. El número de conversiones analógico/digital es en este caso 12, y el número de secciones digitales es 12.

Estos casos son muy raros. Se considera más representativa aquella situación en la cual el número de conversiones analógico/digital constituye la mitad del número máximo (Recomendación G.103, anexo B), es decir, seis, y existen islas digitales. La estructura de dicha cadena a cuatro hilos se muestra en la figura 1. El número de secciones analógicas es de seis, al igual que el de secciones digitales. A esta panorámica vienen también a añadirse otras estructuras de cadenas a cuatro hilos mixtas cuando la conexión de las secciones carece de equipo de conmutación. Dichas estructuras se analizan en la Recomendación M.562 (§ 3.2). El peor caso de circuito de 12 secciones sin centros de conmutación se presenta cuando las secciones digitales y analógicas aparecen alternadas (véase la figura 2), existiendo seis conversiones analógico/digital y siendo el número de secciones digitales y de secciones analógicas igual a seis.

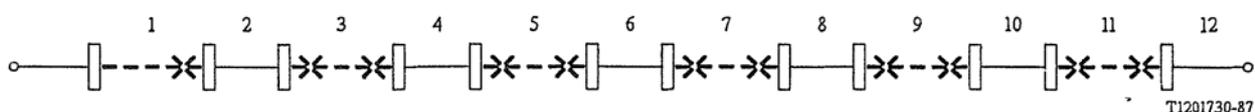


FIGURA 1

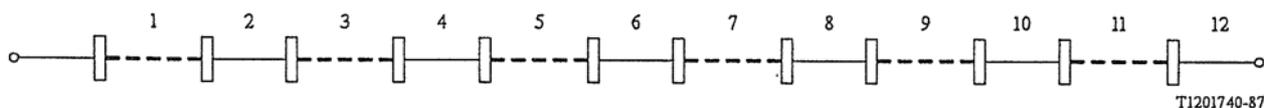


FIGURA 2

Por tanto, el examen de diversas estructuras de una cadena de circuitos de frecuencias vocales mixtos analógico/digitales revela que, para una cadena a cuatro hilos de longitud máxima que conste de 12 secciones, es recomendable establecer los objetivos de distorsión correspondiente a seis conversiones analógico/digital, seis secciones analógicas y seis secciones digitales.

Las variantes intermedias de las combinaciones de secciones analógicas y digital y de conversiones analógico/digitales serán las siguientes:

$$11 \text{ secciones analógicas} + 1 \text{ conversión a/d} \\ (1 \text{ sección digital}) = 12$$

.....

$$6 \text{ secciones analógicas} + 6 \text{ conversiones a/d} \\ (6 \text{ secciones digitales}) = 12$$

Conviene en la mayoría de los casos tener presente que las cadenas pueden contener menos de 12 secciones. La parte de distorsión atribuible a los centros de conmutación que no contienen conversiones analógico/digital es desdeñable.

3 Objetivos aplicables a los parámetros de los circuitos mixtos analógico/digitales

3.1 El valor nominal de la impedancia de entrada/salida de las secciones analógica y digital y de los equipos de conmutación deberá ser de 600 ohmios.

3.2 La pérdida de retorno de la impedancia de entrada/salida referida al valor nominal de la sección analógica y digital y de los equipos de conmutación debe ser preferentemente no menos de 20 dB en la banda 300-3400 Hz.

Nota – Para los centros de conmutación y equipos MDF de canal resulta admisible un valor de 15 dB en la banda 300-600 Hz (véanse el § 6.3 de la Recomendación Q.45 y el § 7 de la Recomendación G.232).

3.3 *Pérdida por disimetría con respecto a tierra*

En las Recomendaciones existentes sobre centros de conmutación (Q.45, Q.553) y equipos MDF de canal (G.712) se establecen diferentes normalizaciones para la pérdida por disimetría con respecto a tierra. También los métodos de medición presentan diferencias. En la Recomendación sobre equipos de canal MDF (G.232) no se especifica ese parámetro. La normalización y los métodos de medición de dicho parámetro en los circuitos mixtos está en estudio.

En espera de que se establezcan objetivos y métodos de medición unificados, convendría referirse a la Recomendación K.10, sobre pérdida de los equipos de comunicaciones por disimetría, en las directrices generales para las cadenas mixtas de circuitos a cuatro hilos.

3.4 *Nivel relativo nominal*

El nivel relativo nominal en el lado transmisión de cada sección (analógica y digital) es de -14 (-16) dBr. El nivel relativo nominal en el lado recepción de cada sección (analógica y digital) es de +4 (+7) dBr. (Véanse los § 11 de la Recomendación G.232, 14 de la Recomendación G.712, 3 de la Recomendación Q.45 y 2.2 de la Recomendación Q.553.)

El nivel relativo nominal en el extremo virtual analógico es:

- en emisión: -3,5 dBr
- en recepción: -4,0 dBr para analógico
-3,5 dBr para digital

(Véase el § 5.2 de la Recomendación G.101.)

En un circuito mixto, el nivel relativo nominal se establece para una frecuencia que no es ninguno de los subarmónicos de la frecuencia de muestreo. El valor provisional recomendado de la frecuencia es de 1020 Hz.

3.5 *Variaciones de la pérdida de transmisión en función del tiempo*

La desviación cuadrática media de la pérdida de transmisión no debe exceder de 1 dB.

La diferencia entre el valor medio y el valor nominal de la pérdida de transmisión no debe exceder de 0,5 dB.

Nota – Los valores indicados están definidos en el § 3 de la Recomendación G.151 para un circuito completamente analógico, siempre y cuando los canales formen parte de un sólo grupo equipado con regulación automática.

En el caso de las cadenas mixtas, si bien por una parte las condiciones de estabilidad son mejores debido a que las secciones digitales poseen mayor estabilidad que las analógicas, por otra parte, en los circuitos mixtos no hay ninguna posibilidad de ejercer una regulación automática en tránsito de las secciones analógicas, con lo que se deteriora la estabilidad global. Por esa razón los valores indicados deben considerarse provisionales y deberán confirmarse.

3.6 *Distorsión de atenuación/frecuencia*

La distorsión de atenuación/frecuencia en toda la cadena a cuatro hilos no debe exceder de los valores indicados en la figura 1/G.132.

En el caso de las cadenas mixtas (prescindiendo de las distorsiones debidas al centro de conmutación), la ley de acumulación de las distorsiones de atenuación/frecuencia viene expresada por la fórmula siguiente:

$$\Delta a = n_1 \bar{a}_{\text{MDF}} + \sum_{i=1}^{n_2} a_{i\text{MIC}} \pm K_1 \sqrt{\sigma_{\text{MDF}}^2 \cdot n_1} \quad (1)$$

donde:

- n_1 : número de secciones analógicas;
- n_2 : número de conversiones analógico/digital;
- \bar{a}_{MDF} : valor medio (componente determinado) de las distorsiones de atenuación/frecuencia de las secciones analógicas;
- σ_{MDF} : desviación cuadrática media de las distorsiones de atenuación/frecuencia de las secciones analógicas;
- a_{MIC} : características de atenuación/frecuencia del equipo analógico/digital;

$K = 1, 2, 3$: factor que define la probabilidad de alcanzar el valor máximo/mínimo de las distorsiones de atenuación/frecuencia.

Por lo general, se suele tomar $K = 3$. Las razones a que responde la elección de $K = 3$ en función de una probabilidad dada se encontrarán en [1, 2].

Nota 1 – Las características de atenuación/frecuencia de un equipo analógico/digital del mismo tipo son similares. Por esa razón, si en una cadena mixta de circuitos se utiliza un equipo analógico/digital del mismo tipo, en la fórmula (1) podrá sustituirse la sumatoria

$$\sum_{i=1}^{n_2} a_{iMIC}$$

por el producto $n_2 a_{MIC}$.

Nota 2 – Los límites de distorsión de los equipos analógico/digitales recomendados en la Recomendación G.712 (§ 1, figura 1) y los límites de distorsión de los equipos de canal MDF propuestos en la Recomendación G.232 (§ 1, figura 1) satisfacen los límites indicados en la Recomendación G.132 para circuitos mixtos cuyo número de secciones no excede de cuatro.

Para establecer cadenas mixtas con un número mayor de secciones es recomendable utilizar equipos de canal modernos cuya distorsión de atenuación/frecuencia sea considerablemente menor que las indicadas en las Recomendaciones G.232 y G.712.

Nota 3 – Las distorsiones de atenuación/frecuencia se miden con referencia a la frecuencia de referencia de 1020 (1000) Hz.

Nota 4 – Para tener en cuenta las distorsiones del equipo de conmutación, consúltense las Recomendaciones Q.45 (§ 3.4) y Q.553.

3.7 Distorsiones de retardo de grupo

Las distorsiones de retardo de grupo no deben exceder de los valores indicados en la Recomendación G.133 para las cadenas a cuatro hilos.

La ley de composición de las distorsiones de retardo de grupo viene expresada por la siguiente fórmula:

$$\Delta\tau = n_1 \tau_{MDF} + \sum_{i=1}^{n_2} \tau_{iMIC} \quad (2)$$

donde:

n_1 : número de secciones analógicas,

n_2 : número de conversiones analógico/digital.

Nota 1 – Si en una cadena mixta se utiliza equipo analógico/digital del mismo tipo, la suma

$$\sum_{i=1}^{n_2} \tau_{iMIC}$$

quedará sustituida por el producto $n_2 \tau_{MIC}$.

Nota 2 – Se estima que la distorsión de retardo de grupo en las cadenas mixtas sea, para cualquier combinación de secciones analógicas y digitales, menor que en el caso de un enlace íntegramente analógico. No obstante, el carácter de las distorsiones (simetría) puede variar considerablemente. Cuando se transmitan datos por circuitos mixtos, habrá que tener en cuenta esta consideración y aplicar ecualizadores de retardo de grupo.

Nota 3 – Las distorsiones de retardo de grupo se miden tomando como referencia una frecuencia situada en el extremo más bajo de la banda del canal analógico: es decir, entre 190 y 200 Hz.

Nota 4 – Las distorsiones debidas a los centros de conmutación son insignificantes y pueden despreciarse.

3.8 *Diafonía inteligible*

Las relaciones de valor de señal paradiafónica y telediafónica/valor inteligible entre circuitos y entre los sentidos emisión y recepción deben cumplir lo estipulado en la Recomendación G.151 (§ 4).

Nota 1 – Se estima que los valores indicados en la Recomendación G.151 para las cadenas mixtas se mantengan o incluso se mejoren sea cual sea la combinación de secciones analógicas y digitales, puesto que los valores obtenidos en el equipo de conversión analógico/digital son superiores.

Nota 2 – La medición de la relación señal/diafonía entre circuitos puede efectuarse sin necesidad de enviar una señal auxiliar por el canal afectado por la diafonía (al contrario de lo que se indica en la nota al § 11 de la Recomendación G.712). Ello se explica por el hecho de que en un circuito mixto suele aparecer ruido de circuito analógico a la entrada de los convertidores analógico/digital de una cadena mixta.

3.9 *Distorsiones no lineales*

En las Recomendaciones existentes sobre circuitos analógicos (M.1020, § 2.11) y sobre equipos de conmutación (Q.45, § 6.1), así como en la Recomendación G.712 sobre equipos analógico/digitales, se establecen especificaciones diferentes para las distorsiones no lineales, los métodos de medición de éstas son también diferentes. Las Recomendaciones sobre centros digitales (Q.551 a Q.554) no contienen especificaciones de las distorsiones no lineales.

En la actualidad no es posible recomendar unos valores admisibles de distorsión no lineal, ni un método de medición en cadenas mixtas de circuitos. Este tema debe ser estudiado.

3.10 *Ruido (distorsiones totales)*

En las cadenas mixtas de circuitos, la noción de ruido, debido a las conversiones analógico/digital que producen distorsiones de cuantificación que acompañan a la señal, ha perdido su significado inicial y, por consiguiente, en lugar de «ruido» se habla muy a menudo en este caso de «distorsiones totales». Esta última expresión refleja el hecho de que la medición de las distorsiones de cuantificación (Recomendación Q.132) incluye parte de las distorsiones no lineales y de las interferencias en una sola frecuencia.

Desde este punto de vista, las distorsiones totales de las cadenas mixtas incluyen el ruido de la sección analógica, que dependen de la longitud de las secciones en el caso de los sistemas de transmisión terrenales y de las distorsiones de cuantificación que quedan determinadas por el número y el tipo de conversiones analógico/digital.

La ley de adición de las distorsiones totales se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$P = 10 \log_{10} \left\{ 10^{-9} \cdot W_{\text{MDF}} + 10^{0,1} \left[S - ((S/N) - 10 \log \eta_2 \text{ udc}) \right] \right\} \quad (3)$$

donde,

- W_{MDF} es la potencia de ruido de las secciones analógicas (pWp0)
- $W_{\text{MDF}} = W_0 \frac{P_{\text{Wp0}}}{\text{km}} L \text{ km}$

(para una sección por satélite, la longitud terrenal se considera igual a 2500 km.);

- S/N es la relación señal/distorsión de cuantificación de una conversión analógico/digital;
- $\eta_2 \text{ udc}$ es el número total de unidades de distorsión de cuantificación (udc) de las conversiones analógico/digital.

Para la determinación de S/N y del número total de unidades de distorsión de cuantificación, se remite a la Recomendación G.113.

- S es el nivel de señal con el que se miden las distorsiones generales.

Para eliminar todo efecto de distorsión no lineal, el valor de S no debería exceder de -10 dBm0.

El valor admisible de P se determinará en el marco de los trabajos de la Comisión de Estudio XII.

Puede indicarse, como valor preliminar, el valor de -36 dBm0 (con $S = -10 \text{ dBm0}$), es decir, una relación señal/distorsiones totales de 26 dB.

El ruido de un canal en reposo debería ajustarse a las Recomendaciones G.123 y G.153 (§ 1).

Nota 1 – Las distorsiones totales incluyen también una componente determinada por los errores de las secciones digitales. Se supone que si la TEB de cada sección digital es 10^{-6} (con una velocidad binaria de 64 kbit/s), pueden omitirse las componentes respectivas.

Nota 2 – En los cuadros 5/M.580 y 6/M.580 del anexo A a la presente Recomendación se indican los valores de las distorsiones totales para diversas longitudes de las secciones analógicas y distintos números de unidades de distorsión de cuantificación en cadenas mixtas.

3.11 *Interferencia a una sola frecuencia*

El nivel de las señales interferentes a una sola frecuencia no deberá exceder en ningún caso de -73 dBm0 (véase el § 8 de la Recomendación G.151). Ese valor no es aplicable a la señal interferente, a la frecuencia de muestreo.

El nivel de interferencia a la frecuencia de muestreo no debería exceder de $-50 + 10 \log n_2$, donde n_2 es el número de conversiones analógico/digital en un circuito mixto. El valor indicado es provisional y deberá ser confirmado por los resultados de los estudios de la Comisión de Estudio XII.

3.12 *Productos de modulación no deseada*

Los niveles de productos de modulación no deseada que tengan como origen fuentes de suministro eléctrico no deben exceder de -45 dB (véase el § 7 de la Recomendación G.151).

3.13 *Ruido impulsivo*

El ruido impulsivo está especificado para los circuitos analógicos empleados para la transmisión de datos (Recomendaciones M.1020 y M.1025), y para los equipos de conmutación (Recomendaciones Q.45, § 5.2 y Q.553). En los circuitos de frecuencias vocales en sistemas de transmisión MIC, el ruido impulsivo no está especificado, ya que se supone que no debería estar presente. Sin embargo, en la práctica, se ha observado que, debido a la acumulación de errores, puede aparecer en un circuito de frecuencias vocales un ruido impulsivo que ocasione interferencias en la transmisión de las señales de datos. (Los resultados preliminares sobre el efecto de los errores de los enlaces digitales sobre el ruido impulsivo en canales de frecuencias vocales MIC en reposo, figuran en [4].)

Se está estudiando el efecto del ruido impulsivo que aparece en las secciones digitales sobre el valor global de la interferencia en una cadena mixta a cuatro hilos.

3.14 *Interrupciones breves, fluctuación de fase, saltos de amplitud y saltos de fase*

Estos parámetros tienen una gran influencia en las transmisiones de datos. Para el caso de los circuitos analógicos, se encuentran especificados en las Recomendaciones M.1020, M.1060 y M.910. Para los circuitos de frecuencias vocales establecidos en sistemas MIC no hay objetivos establecidos. Puede suponerse provisionalmente que en las cadenas mixtas de circuitos la presencia de secciones digitales no ejerce efectos considerables. No obstante, es un tema que debe estudiarse.

3.15 *Característica de error*

Para ulterior estudio.

Referencias

- [1] MOSKVITIN (V.D.): Opredeleñije trebovanij k chastotnym kharakteristikam zvenjev sostavnykh kanalov i traktov. (Especificación de los requisitos de atenuación en función de la frecuencia de las secciones de circuitos y enlaces mixtos), *Elektrosviaz*, N.º 11, 1969.
- [2] MOSKVITIN (V.D.): Nozmirovanije chastotnykh kharakteristik ostatochnogo zatuhanija kanalov. (Objetivos de distorsión de frecuencia para la pérdida de transmisión), *Elektrosviaz*, N.º 1, 1970.
- [3] COM XII-19 [periodo 1985-1988] – URSS – Distorsiones de atenuación en función de la frecuencia y distorsiones de retardo de grupo de los circuitos mixtos analógico/digitales de audiofrecuencia.
- [4] COM XII-188 [periodo 1985-1988] – URSS – Interrelación entre los errores en un enlace digital y el ruido impulsivo en canales de frecuencias vocales de un sistema MIC.

ANEXO A

(al proyecto de Recomendación G.136)

CUADRO 5/M.580

Relación señal/distorsión total para el mantenimiento de circuitos telefónicos públicos, con una señal de prueba de -10 dBm0

| Tipo de circuito | Número de udc (Nota 1) | Unidad | Distancia de transmisión analógica (Nota 3) (km) | | | | | | |
|--------------------|------------------------|--------|---|-----------|------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|
| | | | < 320 | 321 à 640 | 641 à 1600 | 1601 à 2500 | 2501 à 5000 | 5001 à 10 000 | 10 001 à 20 000 |
| Analógico | 0 (Nota 2) | dB | 45 | 43 | 41 | 39 | 36 | 33 | 30 |
| Circuito compuesto | 0,5 | dB | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 31 | 29 |
| | 1 | dB | 33 | 33 | 32 | 32 | 31 | 30 | 28 |
| | 2 | dB | 30 | 30 | 30 | 29 | 29 | 28 | 27 |
| | 3 | dB | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 26 |
| | 3,5 | dB | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 |
| | 4 | dB | 27 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 |

Nota 1 – En el cuadro 1/G.113 [8] se indica el número de udc introducidas por diversos procesos digitales.

Nota 2 – Los valores corresponden al ruido de un circuito en reposo, terminado con una impedancia de 600 Ω.

Nota 3 – La sección del circuito establecida por satélite (entre estaciones terrenas), que emplea técnicas MDF, introduce un ruido de aproximadamente 10 000 pWp (-50 dBm0p). Por tanto, para determinar los límites de distorsión total de los circuitos telefónicos públicos internacionales, puede considerarse que la longitud de esta sección, de acuerdo con el cuadro 4/M.580, es equivalente a 2500 km.

CUADRO 6/M.580

Relación señal/distorsión total para el mantenimiento de circuitos telefónicos públicos, con una señal de prueba de -25 dBm0

| Tipo de circuito | Número de udc (Nota 1) | Unidad | Distancia de transmisión analógica (Nota 3) (km) | | | | | | |
|-------------------|------------------------|--------|---|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | < 320 | 321 à 640 | 641 à 1600 | 1601 à 2500 | 2501 à 5000 | 5001 à 10 000 | 10 001 à 20 000 |
| Analógico | 0 (Nota 2) | dB | 30 | 28 | 26 | 24 | 21 | 18 | 15 |
| Círculo compuesto | 0,5 | dB | 29 | 27 | 26 | 24 | 21 | 18 | 15 |
| | 1 | dB | 28 | 27 | 25 | 23 | 21 | 18 | 15 |
| | 2 | dB | 27 | 26 | 25 | 23 | 20 | 18 | 15 |
| | 3 | dB | 26 | 25 | 24 | 23 | 20 | 18 | 15 |
| | 3,5 | dB | 26 | 25 | 24 | 22 | 20 | 18 | 15 |
| | 4 | dB | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 | 17 | 15 |

Nota 1 – En el cuadro 1/G.113 [8] se indica el número de udc introducidas por diversos procesos digitales.

Nota 2 – Los valores corresponden al ruido de un circuito en reposo, terminado con una impedancia de 600 Ω.

Nota 3 – La sección del circuito establecida por satélite (entre estaciones terrenas), que emplea técnicas MDF, introduce un ruido de aproximadamente 10 000 pWp (-50 dBm0p). Por tanto, para determinar los límites de distorsión total de los circuitos telefónicos públicos internacionales, puede considerarse que la longitud de esta sección, de acuerdo con el cuadro 4/M.580, es equivalente a 2500 km.

ANEXO B

(al proyecto de Recomendación G.136)

ORIGEN: ADMINISTRACIÓN DE TELECOMUNICACIONES DE LA URSS

TÍTULO: RELACIÓN ENTRE LOS ERRORES DE UN CIRCUITO DIGITAL Y EL RUIDO IMPULSIVO DE LOS CANALES DE FRECUENCIAS VOCALES DE UN SISTEMA MIC

B.1 *Introducción*

Los canales de frecuencias vocales de un sistema MIC, así como los sistemas MDF, deben poder transmitir diversos tipos de señales. Es bien conocido que la calidad de transmisión de una señal discreta en canales de frecuencias vocales es afectada por el ruido impulsivo. Actualmente, la Recomendación G.712 no impone requisitos en lo que se refiere al ruido impulsivo en canales MIC de frecuencias vocales. Sin embargo, en condiciones reales, en un canal MIC de frecuencias vocales el ruido impulsivo contribuye al porcentaje de errores en los enlaces digitales. En esta contribución se presentan los resultados de las investigaciones sobre ruido impulsivo en canales MIC de frecuencias vocales.

B.2 *Influencia de los errores de los circuitos digitales en el ruido impulsivo de un canal MIC de frecuencias vocales en reposo*

Se ha realizado experimentalmente la evaluación de la influencia de los errores en enlaces digitales sobre el valor de ruido impulsivo en canales de frecuencia vocales utilizando un equipo (que satisface la Recomendación G.712) de un sistema de transmisión MIC (2048 kbit/s). Con la ayuda de un simulador de errores se introdujeron errores en uno o varios bits correspondientes a un canal en reposo de frecuencias vocales de un enlace digital (véase la figura B-1). Con la ayuda de un osciloscopio fue posible observar el ruido impulsivo en el canal de frecuencias vocales. En la figura B-2 se presenta la forma de la respuesta impulsiva del canal de frecuencias vocales.

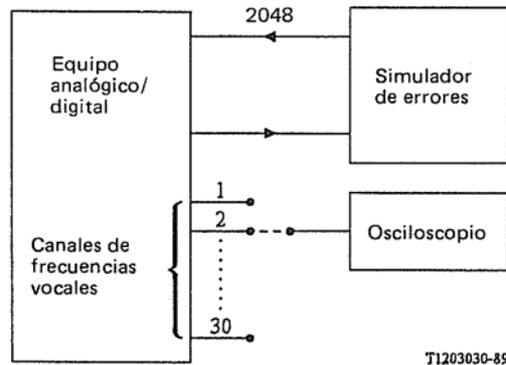


FIGURA B-1

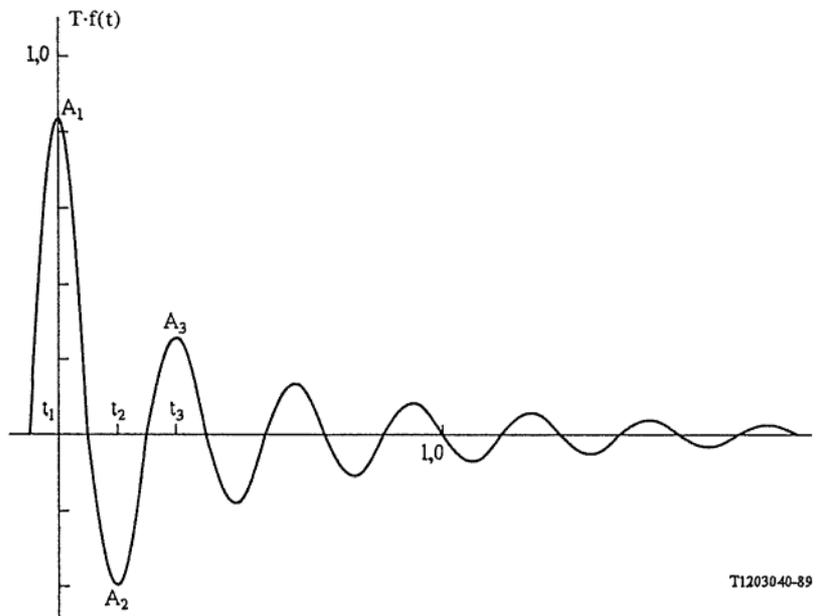


FIGURA B-2

En el cuadro B-1 se indican los parámetros de la respuesta impulsiva (los valores elegidos son los del punto de nivel relativo cero sobre una resistencia de 600 ohmios). Estos resultados permiten formular las siguientes conclusiones:

- La amplitud del impulso de respuesta depende del número de bits erróneos; los errores en los bits más significativos causan una respuesta de mayor amplitud.
- En el caso de errores aislados, el valor máximo de la cresta del impulso A_1 (en caso de un error en el segundo bit) es $-22,1$ dBm0.

- Con errores por ráfagas y con un incremento del número de bits erróneos en la palabra de código del enlace digital principal (2048 kbit/s), los valores de la respuesta de amplitud A_1 , A_2 , A_3 , . . . crecen pero su duración, determinada por la respuesta del filtro de recepción de baja frecuencia del canal, permanece inalterada. Esto se aplica a los casos en los que en un enlace digital principal las ráfagas de errores afectan al flujo digital durante no más de un periodo de cuantificación, por ejemplo, el número de errores en una ráfaga no excede de 256. Con errores en las palabras de código cada 125 μ s, se produce una superposición de las respuestas como resultado de la reacción del filtro de recepción a los pulsos con error en cada uno de los periodos de cuantificación sucesivos.

CUADRO B-1

| Bits erróneos en una trama de multiplex primaria | Amplitud de la respuesta impulsiva | | | Duración de la respuesta impulsiva | | |
|--|------------------------------------|-------|-------|------------------------------------|---------|---------|
| | A_1 | A_2 | A_3 | t_1 | t_2 | t_3 |
| | dBm0 | dBm0 | dBm0 | μ s | μ s | μ s |
| 2 | -22,1 | -28,2 | -33,8 | 320 | 160 | 130 |
| 3 | -34,1 | -40,2 | -45,8 | 320 | 160 | 130 |
| 2 et 3 | -10,1 | -16,2 | -21,8 | 320 | 160 | 130 |
| 2 y 3 y 4 de 2 a 8, | -4,1 | -10,2 | -15,8 | 320 | 160 | 130 |
| 2 periodos de cuantificación de 2 a 8, | -4,3 | -6,7 | -14,8 | 440 | 180 | 100 |
| 3 periodos de cuantificación de 2 a 8, | -4,3 | -4,9 | -14,8 | 600 | 200 | 100 |
| 4 periodos de cuantificación de 2 a 8, | -4,3 | -4,7 | -14,8 | 680 | 180 | 120 |
| 5 periodos de cuantificación de 2 a 8, | -4,3 | -6,7 | -14,8 | 840 | 200 | 120 |
| 6 periodos de cuantificación de 2 a 8, | -3,8 | -4,3 | -14,8 | 930 | 200 | 100 |
| 7 periodos de cuantificación | -5,25 | -8,7 | -14,8 | 1100 | 180 | 140 |

De este modo, cuando los errores en un enlace digital a 2048 kbit/s crecen en ráfagas de 2 o más errores, existe una cierta probabilidad de que el valor de ruido impulsivo de un canal MIC de frecuencias vocales exceda el valor de -21 dBm0 dado en la Recomendación M.1020, § 2.6.

Con ráfagas de errores de 256 y más bits, el ruido impulsivo antes mencionado está siempre presente.

Actualmente se está estudiando la relación cuantitativa entre el número de ráfagas, el número de errores en las mismas dentro de un intervalo de tiempo determinado y el número de interferencias de ruido impulsivo y la TEB en un canal de frecuencias vocales.

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES

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

SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS

| | |
|---|-------------|
| Definiciones y consideraciones generales | G.210–G.219 |
| Recomendaciones generales | G.220–G.229 |
| Equipos de modulación comunes a los diversos sistemas de transmisión por portadoras | G.230–G.239 |
| Empleo de grupos primarios, secundarios, etc. | G.240–G.299 |

CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS

| | |
|---|-------------|
| Sistemas de portadoras en cable de pares simétricos no cargados que proporcionan grupos primarios o secundarios | G.320–G.329 |
| Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm | G.330–G.339 |
| Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 1,2/4,4 mm | G.340–G.349 |
| Recomendaciones complementarias relativas a los sistemas en cable | G.350–G.399 |

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS

| | |
|--|-------------|
| Recomendaciones generales | G.400–G.419 |
| Interconexión de radioenlaces con sistemas de portadoras en líneas metálicas | G.420–G.429 |
| Circuitos ficticios de referencia | G.430–G.439 |
| Ruido de circuito | G.440–G.449 |

COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Circuitos radiotelefónicos | G.450–G.469 |
| Enlaces con estaciones móviles | G.470–G.499 |

EQUIPOS DE PRUEBAS

CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Generalidades | G.600–G.609 |
| Cables de pares simétricos | G.610–G.619 |
| Cables terrestres de pares coaxiales | G.620–G.629 |
| Cables submarinos | G.630–G.649 |
| Cables de fibra óptica | G.650–G.659 |

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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