



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.953

**SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DE LÍNEA
DIGITALES**

**SISTEMAS DE LÍNEA DIGITAL BASADOS
EN LA JERARQUÍA DE 1544 kbit/s
EN CABLES DE PARES COAXIALES**

Recomendación UIT-T G.953

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T G.953 se publicó en el fascículo III.5 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.

© UIT 1988, 1993

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

Recomendación G.953

SISTEMAS DE LÍNEA DIGITAL BASADOS EN LA JERARQUÍA DE 1544 kbit/s EN CABLES DE PARES COAXIALES

(Málaga-Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988)

1 Consideraciones generales

Esta Recomendación trata de los sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s para la transmisión de señales por cables de pares simétricos, e incluye los sistemas que funcionan a las siguientes velocidades binarias:

44 736 kbit/s

97 728 kbit/s.

2 Medios de transmisión

El sistema puede funcionar por cables de pares coaxiales, como se indica en las Recomendaciones de la serie G.620, de conformidad con el cuadro 1/G.953.

CUADRO 1/G.953

Medios de transmisión

Sistema (kbit/s)	Recomendación sobre cables
44 736	G.623
97 728	G.623

3 Características generales de diseño

3.1 Disponibilidad

El objetivo de disponibilidad del sistema deberá obtenerse teniendo en cuenta el requisito de disponibilidad de la sección digital ficticia de referencia indicada en el proyecto de Recomendación G.801.

3.2 Fiabilidad

Deberán especificarse valores de tiempo medio entre fallos para el sistema de línea en su conjunto teniendo en cuenta los requisitos de disponibilidad.

3.3 Margen de ruido de los repetidores

El margen de ruido de los repetidores se define en el anexo A junto con las técnicas de medición sugeridas. El margen de ruido cuantifica la calidad de funcionamiento de los regeneradores digitales de pares coaxiales. Es una función dependiente de la TEB y de la atenuación de separación entre repetidores A_0 (a la velocidad mitad en baudios del sistema de línea).

Para una $TEB = 10^{-7}$, y en una gama de atenuación del sistema $A_1 \leq A_0 \leq A_2$, el margen de ruido debe satisfacer la siguiente especificación:

$$\text{margen de ruido } (M) \geq B + C(A_2 - A_0)$$

No ha sido posible recomendar valores específicos de los parámetros A_1 , A_2 , B y C .

Nota – El efecto degradante de la fluctuación de fase de la señal de temporización sobre el margen de ruido debe medirse por superposición de la fluctuación de fase apropiada en la señal de prueba.

3.4 Característica de error

El objetivo de diseño de la tasa de errores de cada repetidor debe tener en cuenta los objetivos de calidad de funcionamiento de la red, indicados en la Recomendación G.821.

4 Características específicas de diseño

4.1 Tipo de alimentación de energía

Si bien el CCITT no recomienda el empleo de un sistema de telealimentación específico para este sistema de línea de pares simétricos, en la práctica sólo se utiliza la alimentación en corriente continua de intensidad constante a través del circuito fantasma de los pares simétricos del sistema.

Este sistema de cable de pares simétricos puede estar sometido a tensiones y corrientes inducidas causadas por rayos, líneas de transporte de energía, ferrocarriles, etc.

Deben tomarse precauciones para proteger al personal contra todo posible riesgo procedente de las tensiones normales de explotación y las corrientes de telealimentación, así como de las tensiones y corrientes inducidas.

Muchas Administraciones nacionales han publicado disposiciones y reglamentos detallados para la protección del personal, que en la mayoría de los casos son de aplicación obligatoria. Además, las Directrices [1] del CCITT proporcionan orientación sobre estos problemas.

También hay que tomar precauciones para proteger los equipos contra las tensiones y corrientes inducidas. Por consiguiente, el equipo debe diseñarse de modo que pueda responder satisfactoriamente a las pruebas especificadas en la Recomendación K.17 [2].

4.2 Separación nominal entre repetidores

No se recomienda una separación específica entre repetidores, pero en la práctica, la mayoría de las Administraciones utilizan los valores nominales indicados en el cuadro 2/G.953.

CUADRO 2/G.953

Separación nominal entre repetidores

	Separación nominal entre repetidores (km)
Sistema (kbit/s)	Recomendación sobre cables ^{a)} G.623
44 736	–
97 728	4,5

a) Recomendación G.623 trata de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm.

4.3 Estrategia de mantenimiento

4.3.1 Tipo de supervisión y localización de averías

Puede utilizarse supervisión en servicio o localización de averías fuera del servicio.

4.3.2 Condiciones de avería y acciones consiguientes

Las condiciones de avería y acciones consiguientes de esta sección deberán ser complementarias de las recomendadas para las secciones de línea digital:

ANEXO A

(a la Recomendación G.953)

Definición y medición del margen de ruido de los repetidores

A.1 Definiciones

El margen de ruido m_n :

$$m_n = SNR / SNR_{ER} \quad (A-1)$$

donde

$$SNR = SNR_{th} \cdot F(t, ER) \quad (A-2)$$

El producto $SNR_{th} \cdot F(t, ER)$ se puede considerar como la relación real señal/ruido SNR , que sirve de medida al rendimiento del generador.

SNR_{th} es la relación teórica señal/ruido determinada por parámetros del sistema tales como el impulso de salida, la atenuación de sección, el factor del ruido del amplificador de entrada del regenerador, etc.

$F(t, ER)$ es el factor de reducción debido a un desplazamiento del instante de temporización óptimo (incluida la fluctuación de fase) en conjunción con el impulso realizado $S(t)$, la interferencia entre símbolos $I(t)$ y cualquier otra perturbación que degrade la señal de información (I_c).

Nota – La interferencia entre símbolos y otras perturbaciones son procesos fluctuantes de distribución limitada. El factor de reducción media depende del ER y para una señal ternaria viene dado por:

$$F(t, ER) = \frac{S(t)}{S(0)} - 2 \left\{ \frac{I(t)}{S(0)} - \frac{I_c}{S(0)} \right\} \quad (A-3)$$

donde $S(0)$ es el impulso realizado en $t = 0$ que da la amplitud máxima.

SNR_{ER} es la relación señal/ruido requerida para una proporción de errores igual a ER . Para una señal ternaria la relación entre ER y SNR_{ER} viene dada por la conocida distribución gaussiana.

$$ER = \frac{4}{3} P[E] = \frac{4}{3\sqrt{2\pi}} \int_{SNR_{ER}}^{\infty} e^{-x^{1/2}} dx \quad (A-4)$$

A.2 Definiciones derivadas

El margen de ruido se puede medir aplicando una señal perturbadora exterior. Con este objeto se han derivado algunas definiciones más prácticas.

A.2.1 La SNR_{ER} (que da una proporción de errores ER) se puede conseguir inyectando suficiente ruido blanco a la entrada del regenerador:

$$SNR_{ER} = \left\{ \frac{N_T}{N_T + N_E} \right\} \cdot SNR \quad (A-5)$$

donde

N_T = ruido térmico que aparece en el punto de decisión durante el funcionamiento normal;

N_E = potencia media del ruido externo que aparece en el punto de decisión para inducir una proporción de errores ER .

Combinando las ecuaciones (A-1) y (A-5) se obtiene el margen de ruido M :

$$M = 20 \log m_n = 10 \log \left(1 + \frac{N_E}{N_T} \right) \quad (A-6)$$

$$N_E = N_0 \int_0^{\infty} |E(f)|^2 df \quad (A-7)$$

$$N_T = kT \int_0^{\infty} |E(f)|^2 F(f) df \quad (A-8)$$

N_0 = densidad de potencia del ruido externo que se superpone a la señal;

$E(f)$ = función de transferencia del igualador del regenerador;

k, T = constante de Boltzmann y temperatura absoluta;

$F(f)$ = factor de ruido del amplificador igualador del regenerador.

A.2.2 Inyectando una señal perturbadora sinusoidal se puede derivar una segunda definición de m_n :

Esta perturbación produce una $F(t, ER)$ decreciente que puede definirse por:

$$F_d(t, ER) = SNR_{ER} / SNR_{th}$$

a continuación [de acuerdo con (A-1) y (A-2)]

$$F(t, ER) = m_n \cdot SNR_{ER} / SNR_{th}$$

Restando se obtiene:

$$F(t, ER) - F_d(t, ER) = 2 \frac{I_s}{S(0)} - (m_n - 1) SNR_{ER} / SNR_{th}$$

donde $I_s S(0)$ es la señal perturbadora normalizada en el punto de decisión.

La sustitución de $SNR_{th} = S(0) / 2\sqrt{N_T R_0}$ y algunas simplificaciones dan como resultado el margen de ruido:

$$M = 20 \log 1 \cdot \left(\frac{I_s}{SNR_{ER} \cdot \sqrt{N_T R_0}} \right) \quad (A-9)$$

$$I_s = S_d \cdot |E(f_d)| \cdot a_c \quad (A-10)$$

S_d = magnitud de la señal perturbadora a la entrada del regenerador,

f_d = frecuencia de la señal perturbadora,

a_c = factor de corrección que tiene en cuenta el efecto de la perturbación sobre el detector de cresta del igualador automático,

R_0 = parte real de la impedancia característica del cable.

A.3 Medición

El método A se basa en la definición directamente relacionada con el margen de ruido (A-6), por lo que es el método de prueba de referencia. Los métodos B y C son métodos de prueba alternativos.

Método A (figura A-1/G.953)

Los valores de N_E y N_T se miden directamente en el punto de decisión. El valor de N_T se mide en ausencia tanto de señal como de ruido externamente aplicado. En estas condiciones el control automático de ganancia (CAG) del igualador debe controlarse externamente a un nivel apropiado a la correspondiente atenuación del cable. Con la señal restablecida, el nivel de ruido externamente aplicado se ajusta para obtener la TEB deseada. El nivel de ruido ($N_T + N_E$) se mide ahora con la señal eliminada y con el CAG puesto al mismo valor que en la medición de N_T .

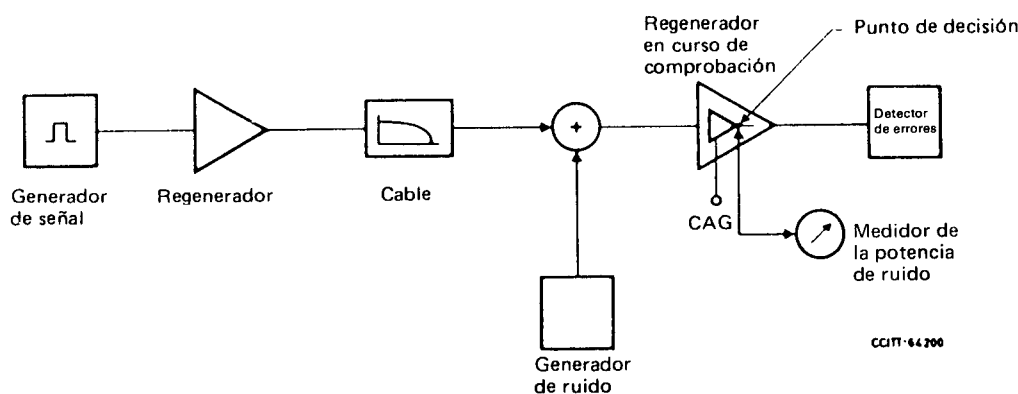


FIGURA A-1/G.953
Medición del margen de ruido (método A)

Método B (figura A-2/G.953)

Este método permite la medición sin necesidad de acceso al punto de decisión. El ruido aplicado a la entrada, para causar una TEB dada, se mide directamente. El valor correspondiente en el punto de decisión y también el ruido térmico (N_T) se evalúan por medio de la función de transferencia y el factor de ruido del amplificador igualador.

Nota – La función de transferencia y el factor de ruido del amplificador igualador necesitan calcularse y medirse en una muestra de repetidores antes de que pueda aplicarse este método a un determinado diseño de repetidor.

Método C (figura A-2/G.953)

Este método es semejante al método B anterior, pero en este caso la perturbación aplicada es una señal sinusoidal. Esta señal aplicada en la entrada para dar una proporción de errores determinada se mide también directamente. La perturbación correspondiente en el punto de decisión (I_s) así como la tensión del ruido térmico ($\sqrt{N_T R_0}$) se calculan por medio de la función de transferencia, el factor de ruido del igualador y el factor de corrección a_c que es preciso determinar.

Nota 1 – De (A-8) y (A-9) se desprende que:

$$M = 20 \log (1 + S_d \cdot X / SNR_{ER})$$

$$\text{donde } X = |E(f_d)| \cdot a_c / \sqrt{N_T R_0}$$

es un factor desconocido que es preciso determinar sobre la base de las mediciones realizadas en una muestra de regeneradores típicos antes de aplicar este método a regeneradores de un diseño particular.

Por esta razón el margen de ruido de los regeneradores típicos deberá ser medido de conformidad con el método de prueba de referencia (A).

Nota 2 – Este método admite la presencia de una red LBO en la entrada del regenerador. A diferencia del método B no es necesario insertar un filtro complementario en el trayecto de inyección.

Nota 3 – Para obtener la medición más exacta, la frecuencia perturbadora debe ser próxima a la frecuencia de Nyquist.

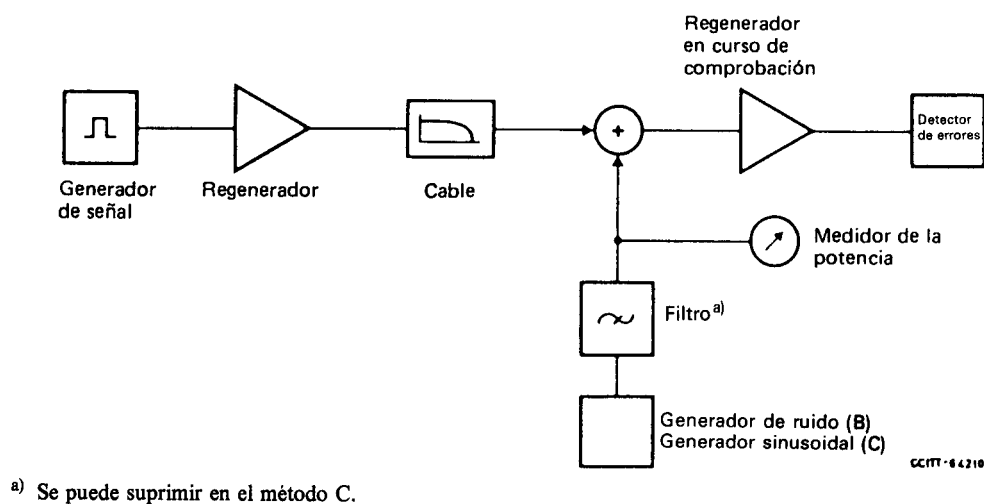


FIGURA A-2/G.953
Medición del margen de ruido (métodos B y C)

Referencias

- [1] Manual del CCITT *Directrices relativas a la protección de las líneas de telecomunicación contra los efectos perjudiciales de las líneas de energía eléctrica y de las líneas ferroviarias electrificadas*, UIT, Ginebra, 1988.
- [2] Recomendación del CCITT *Pruebas de los repetidores telealimentados equipados de dispositivos de estado sólido para verificar la eficacia de las medidas de protección contra las perturbaciones exteriores*, Tomo IX, Rec. K.17.