



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

O.151

(11/1988)

SERIE O: ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS
DE MEDIDA

Aparatos de medida para parámetros digitales y
analógico/digitales

**APARATO DE MEDIDA DE LA
CARACTERÍSTICA DE ERROR EN SISTEMAS
DIGITALES CON UNA VELOCIDAD PRIMARIA Y
SUPERIOR**

Reedición de la Recomendación O.151 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo IV.4 (1988)

NOTAS

- 1 La Recomendación O.151 del CCITT se publicó en el Fascículo IV.4 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.

Recomendación O.151

APARATO DE MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA DE ERROR EN SISTEMAS DIGITALES CON UNA VELOCIDAD PRIMARIA Y SUPERIOR¹

(Ginebra, 1976; modificada en Ginebra, 1980,
Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

La compatibilidad entre equipos que cumplen las normas del CCITT, aunque sean de diferentes fabricantes, exige que se respeten las condiciones relativas a las características de un aparato de medida de la característica de error en los bits indicadas a continuación.

1 Condiciones generales

Este aparato está diseñado para medir la característica de error en los bits de sistemas de transmisión digital, por comparación directa de una secuencia de prueba pseudoaleatoria con una secuencia de prueba idéntica generada localmente. Podrá también medir los intervalos de tiempo con errores.

2 Secuencias de prueba

2.1 Secuencia pseudoaleatoria para sistemas que emplean una secuencia de $2^{15} - 1$ bits de longitud

Esta secuencia se generará mediante un registro de desplazamiento con bucles de realimentación apropiados (véase la figura 1/O.151 y el cuadro 1/O.151):

| | |
|--|---|
| Número de pasos del registro de desplazamiento | 15 |
| Longitud de la secuencia | $2^{15} - 1 = 32\ 767$ bits |
| Realimentación | las salidas de los pasos 14. ^o y 15. ^o se aplican al primer paso a través de un circuito puerta O exclusivo |
| Secuencia máxima de ceros consecutivos | 15 (señal invertida) |

2.2 Secuencia pseudoaleatoria para sistemas que emplean una secuencia de $2^{23} - 1$ bits de longitud

Esta secuencia se generará mediante un registro de desplazamiento con bucles de realimentación apropiados (véase la figura 2/O.151):

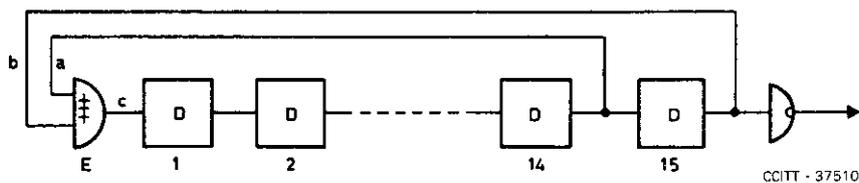
| | |
|--|---|
| Número de pasos del registro de desplazamiento | 23 |
| Longitud de la secuencia | $2^{23} - 1 = 8\ 388\ 607$ bits |
| Realimentación | las salidas de los pasos 18. ^o y 23. ^o se aplican al primer paso a través de un circuito puerta O exclusivo |
| Secuencia máxima de ceros consecutivos | 23 (señal invertida) |

¹ Esta Recomendación incumbe conjuntamente a las Comisiones de Estudio IV, XVII y XVIII.

CUADRO 1/O.151

Estado de los pasos del registro de desplazamiento durante la transmisión de los 47 primeros bits

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| ⋮ | | | | | | | | | | | | | | | | ⋮ |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ⋮ | | | | | | | | | | | | | | | | ⋮ |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 31 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 32 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ⋮ | | | | | | | | | | | | | | | | ⋮ |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 44 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 46 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 47 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ⋮ |



Nota — No se representa el punto de conexión de los impulsos de reloj.

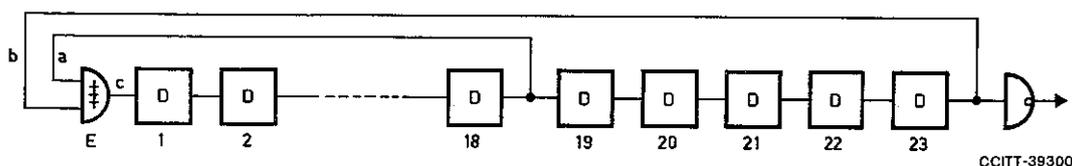
| a | b | c |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabla de verdad para el circuito puerta O exclusivo (E):

a y b: entradas
c: salida

FIGURA 1/O.151

Ejemplo de circuito para un registro de desplazamiento de 15 pasos con básculas D y un circuito puerta O exclusivo



Nota - No se representa el punto de conexión de los impulsos de reloj.

| a | b | c |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabla de verdad para el circuito puerta O exclusivo (E):

a y b: entradas
c: salida

FIGURA 2/O.151

Ejemplo de circuito para un registro de desplazamiento de 23 pasos con básculas D y un circuito puerta O exclusivo

2.3 *Secuencias pseudoaleatorias para sistemas que emplean una longitud de una secuencia de $2^{20} - 1$ bits*

Esta secuencia puede generarse con un registro de desplazamiento de 20 pasos con bucle de realimentación con salidas de los pasos 17 y 20. La señal de salida proviene del paso 20 y se obliga a un bit de salida a ser «uno» cada vez que los 14 bits siguientes sean «cero».

La secuencia cuasialeatoria cumple lo siguiente:

$$Q_{n+1}(k+1) = Q_n(k), n = 1, 2, \dots, 19,$$

$$Q_1(k+1) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ y}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) + \overline{Q_6(k)} + \dots + \overline{Q_{19}(k)}$$

donde

$Q_n(k)$ = estado presente para el paso n

$Q_n(k+1)$ = próximo estado para el paso n

$RD(k)$ = valor presente de la salida

+

\oplus = operación lógica EXCLUSIVO O

$\overline{(\quad)}$ = operación lógica NEGACIÓN.

2.4 *Secuencias fijas (facultativas)*

Pueden preverse secuencias fijas de todos unos y de unos y ceros alternados.

3 Velocidad binaria

La velocidad binaria se ajustará a las Recomendaciones indicadas en el cuadro 2/O.151.

CUADRO 2/O.151

Velocidades binarias, Recomendaciones pertinentes y secuencias pseudoaleatorias de prueba

| Velocidad binaria (kbit/s) | Recomendación del sistema múltiplex | Recomendación para la sección de línea digital o para el sistema de línea digital | Tolerancia para la velocidad binaria | Secuencia de prueba |
|----------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 554 | G.733 [1] | G.911 [8], G.951 [9], G.955 [10] | $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1, 2^{20} - 1$ |
| 2 048 | G.732 [2] | G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13] | $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1$ |
| 6 312 | G.743 [3] | G.912 [14], G.951 [9], G.955 [10] | $\pm 30 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1, 2^{20} - 1$ |
| 8 448 | G.742 [4], G.745 [5] | G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13] | $\pm 30 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1$ |
| 32 064 | G.752 [6] | G.913 [15], G.953 [16], G.955 [10] | $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1, 2^{20} - 1$ |
| 34 368 | G.751 [7] | G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13] | $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ | $2^{23} - 1$ |
| 44 736 | G.752 [6] | G.914 [18], G.953 [16], G.955 [10] | $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15} - 1, 2^{20} - 1$ |
| 139 264 | G.751 [7] | G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13] | $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ | $2^{23} - 1$ |

Nota – Por lo general, en un aparato dado sólo se prevé la combinación adecuada de velocidades binarias, es decir, 2048 kbit/s, 8448 kbit/s, etc. o 1544 kbit/s, 6312 kbit/s, etc.

4 Interfaces

Las características de los interfaces (impedancias, niveles, códigos, etc.) deben ajustarse a las disposiciones de la Recomendación G.703 [19].

El aparato, además de efectuar medidas en terminación, podrá supervisar puntos de prueba protegidos en equipo digital. Por este motivo, pudiera preverse una alta impedancia y/o una ganancia suplementaria a fin de compensar las pérdidas de los puntos de supervisión ya previstos en algunos equipos.

5 Gama de medida de la tasa de error

La parte receptora del aparato de medida ha de ser apta para medir tasas de error en los bits comprendidas entre $1 \cdot 10^{-3}$ y $1 \cdot 10^{-8}$. Además, debiera ser posible medir tasas de error de $1 \cdot 10^{-9}$ y $1 \cdot 10^{-10}$, lo cual puede realizarse previendo la posibilidad de contar los errores acumulativos.

6 Modo de funcionamiento

El modo de funcionamiento ha de preverse de manera que la señal de prueba se convierta primeramente en una señal (binaria) unipolar en el aparato de medida; acto seguido, se procederá a la comparación de los bits con una señal de referencia, también en forma binaria.

Facultativamente, pueden preverse medios que permitan comparar directamente la señal de línea (por ejemplo, en código AMI o HDB-3) con señales de referencia en su código correspondiente. En estas medidas, conviene que se identifiquen las polaridades, a fin de que puedan determinarse separadamente los errores debidos a la inserción o supresión de impulsos positivos o negativos.

7 Medida de los intervalos de tiempo con errores

El aparato será capaz de detectar los segundos con errores y otros intervalos de tiempo con errores o sin errores como se define en el § 1.4 de la Recomendación G.821 [20] y de obtener la característica de error a 64 kbit/s, de acuerdo con el anexo D a la Recomendación G.821 [20]². Se contarán y visualizarán el número de intervalos de tiempo con errores o el de intervalos de tiempo sin errores durante un periodo de observación seleccionable entre un minuto y 24 horas, o de manera continua.

Para esta medida, los circuitos de detección de errores del aparato serán controlados por un temporizador interno que fijará intervalos de igual longitud y funcionará con independencia de la aparición de errores.

8 Condiciones ambientales de funcionamiento

Deberán cumplirse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.733.
- [2] Recomendación del CCITT *Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.732.
- [3] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 6312 kbit/s y utiliza justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.743.
- [4] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.742.
- [5] Recomendación del CCITT *Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva/nula/negativa*, Tomo III, Rec. G.745.
- [6] Recomendación del CCITT *Características de los equipos multiplex digitales basados en la velocidad binaria de segundo orden de 6312 kbit/s, con justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.752.
- [7] Recomendación del CCITT *Equipos multiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y emplean justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.751.
- [8] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 1544 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.911, UIT, Ginebra 1984.
- [9] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de pares simétricos*, Tomo III, Rec. G.951.
- [10] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de fibras ópticas*, Tomo III, Rec. G.955.
- [11] Recomendación del CCITT *Secciones digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.921.
- [12] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de pares simétricos*, Tomo III, Rec. G.952.
- [13] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de fibras ópticas*, Tomo III, Rec. G.956.
- [14] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 6312 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.912, UIT, Ginebra, 1984.
- [15] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 32 064 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.913, UIT, Ginebra, 1984.
- [16] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 1544 kbit/s en cables de pares coaxiales*, Tomo III, Rec. G.953.
- [17] Recomendación del CCITT *Sistemas de línea digital basados en la jerarquía de 2048 kbit/s en cables de pares coaxiales*, Tomo III, Rec. G.954.

² Está en estudio la evaluación de la característica de error a velocidades binarias diferentes de 64 kbit/s.

- [18] Recomendación del CCITT *Secciones de línea digital a 44 736 kbit/s*, Libro Rojo, Tomo III, Rec. G.914, UIT, Ginebra, 1984.
- [19] Recomendación del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos*, Tomo III, Rec. G.703.
- [20] Recomendación del CCITT *Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.

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 multimedia |
| Serie I | Red digital de servicios integrados |
| Serie J | Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedia |
| 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, facsimil 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 |