



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

O.172

(03/99)

SERIE O: ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE
MEDIDA

Aparatos de medida para parámetros digitales y
analógicos/digitales

**Aparato de medida de la fluctuación de fase y
de la fluctuación lenta de fase para sistemas
digitales basados en la jerarquía digital
síncrona**

Recomendación UIT-T O.172

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE O
ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE MEDIDA

Generalidades	O.1–O.9
Acceso para el mantenimiento	O.10–O.19
Sistemas de medida automáticos y semiautomáticos	O.20–O.39
Aparatos de medida para parámetros analógicos	O.40–O.129
Aparatos de medida para parámetros digitales y analógicos/digitales	O.130–O.199

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

RECOMENDACIÓN UIT-T O.172

APARATO DE MEDIDA DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE Y DE LA FLUCTUACIÓN LENTA DE FASE PARA SISTEMAS DIGITALES BASADOS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

Resumen

En esta Recomendación se especifica la instrumentación utilizada para generar y medir la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en los sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona (SDH). Los requisitos de medición de la interfaz de línea SDH y de las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH no se consideran en esta Recomendación.

Los requisitos de las características del aparato de medida de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que se describen en esta Recomendación deben satisfacerse para asegurar la coherencia de los resultados entre los equipos procedentes de distintos fabricantes.

Orígenes

La Recomendación UIT-T O.172 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 4 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 26 de marzo de 1999.

Palabras clave

Fluctuación de fase a la entrada tolerable, fluctuación de fase a la salida, fluctuación de fase de puntero, fluctuación lenta de fase a la entrada tolerable, fluctuación lenta de fase a la salida, función de transferencia de la fluctuación de fase, generación de la fluctuación de fase, generación de la fluctuación lenta de fase, generación de secuencia de puntero, medidas de la fluctuación de fase, medidas de la fluctuación lenta de fase, transferencia de ruido de la fluctuación lenta de fase, transitorios de fase.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance.....	1
2 Referencias.....	1
2.1 Referencias normativas.....	1
2.2 Referencias informativas.....	2
3 Definiciones.....	3
4 Abreviaturas.....	3
5 Convenios.....	4
6 Diagrama funcional de bloques.....	4
7 Interfaces.....	5
7.1 Interfaces ópticas.....	5
7.2 Interfaces eléctricas.....	6
7.3 Entrada de la señal de reloj de referencia externa.....	6
7.4 Sensibilidad de la interfaz de entrada.....	6
8 Función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase.....	7
8.1 Fuente de modulación.....	7
8.2 Generador de señales de reloj.....	7
8.2.1 Precisión del generador de señales de reloj.....	7
8.3 Generador de la secuencia de prueba digital.....	7
8.3.1 Secuencias de prueba digital.....	7
8.3.2 Secuencias de prueba digital para señales tributarias SDH.....	8
8.4 Generador de secuencia de puntero.....	8
8.4.1 Capacidad de generación de secuencias de prueba de puntero.....	8
8.5 Capacidad de generación mínima.....	9
8.5.1 Capacidad de generación de fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase para señales de línea SDH.....	9
8.5.2 Capacidad de generación de fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase para señales tributarias SDH.....	10
8.6 Precisión de la generación.....	11
8.6.1 Fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase intrínseca de la función de generación.....	11
9 Función de medición de la fluctuación de fase.....	12
9.1 Señal de temporización de referencia.....	12

	Página
9.2	Capacidades de medición 12
9.2.1	Gama de medición..... 12
9.2.2	Umbral seleccionable 13
9.2.3	Medida del valor eficaz (RMS) de la fluctuación de fase 13
9.2.4	Capacidad de medición para señales tributarias SDH..... 13
9.3	Anchura de banda de las mediciones..... 14
9.3.1	Respuesta en frecuencia de la función de medición de la fluctuación de fase para señales de línea SDH..... 15
9.3.2	Respuesta en frecuencia de la función de medición de la fluctuación de fase para señales tributarias SDH 15
9.4	Precisión de las mediciones..... 16
9.4.1	Precisión de los resultados de las mediciones..... 16
9.4.2	Error fijo de las mediciones de la fluctuación de fase de línea SDH 16
9.4.3	Error fijo de las mediciones de fluctuación de fase de tributarios SDH..... 17
9.4.4	Error de la respuesta en frecuencia 17
9.4.5	Error dependiente de la señal de pruebas digital..... 18
9.5	Facilidades adicionales..... 18
9.5.1	Salida analógica 18
10	Función de medición de la fluctuación lenta de fase..... 18
10.1	Señal de temporización de referencia..... 19
10.2	Medición del TIE (error de intervalo de tiempo) 19
10.2.1	Intervalo de muestreo..... 19
10.2.2	Anchura de banda de medición 19
10.2.3	Gama de medición..... 19
10.2.4	Precisión del resultado de la medición..... 19
10.3	Medición del MTIE (máximo error en el intervalo de tiempo)..... 20
10.3.1	Gamas de medición y de intervalos de observación..... 20
10.3.2	Precisión del algoritmo de cálculo 20
10.3.3	Precisión del resultado de la medición..... 21
10.4	Medición de la TDEV (desviación de tiempo)..... 21
10.4.1	Gamas de medición y de los intervalos de observación..... 21
10.4.2	Precisión del algoritmo de cálculo 22
10.4.3	Precisión del resultado de la medición..... 22
11	Ambiente de funcionamiento 22

	Página
Anexo A – Señales de prueba estructuradas para la medición de la fluctuación de fase	23
A.1 Introducción.....	23
A.1.1 Condiciones de prueba de carga neta.....	23
A.1.2 Condiciones de bytes suplementarios SDH	23
A.2 Estructura de las señales de prueba para STM -N.....	23
A.2.1 Señal STM-1	23
A.2.2 Señal STM-N ($N \geq 4$).....	24
A.2.3 Señal STM-0	24
A.3 Estructura de la señal de prueba para señales STM-N concatenadas.....	25
A.3.1 Señal STM-N ($N \geq 4$).....	25
Apéndice I – Directrices relativas a la medida de la fluctuación de fase de sistemas SDH....	25
Apéndice II – Directrices relativas a la medición de la fluctuación lenta de fase en sistemas SDH.....	25
II.1 Medidas de la fluctuación lenta de fase.....	25
II.1.1 Consideraciones generales sobre las configuraciones de las medidas de la fluctuación lenta de fase.....	25
II.1.2 Medidas sincronizadas de la fluctuación lenta de fase.....	26
II.1.3 Medidas no sincronizadas de la fluctuación lenta de fase.....	26
II.2 Medidas de la estabilidad de la señal de reloj	27
Apéndice III – Directrices relativas a la generación de las secuencias de prueba de puntero.	27
Apéndice IV – Respuesta de la función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase total.....	29
IV.1 Introducción.....	29
IV.2 Parámetros del filtro de medición	29
IV.3 Límites de la plantilla para la respuesta del filtro de medición paso alto.....	29
IV.3.1 Filtro paso alto para la medición de la fluctuación de fase de tributarios SDH.....	30
Apéndice V – Verificación de los algoritmos de cálculo del MTIE y de la TDEV.....	31
V.1 Descripción funcional de la fuente de ruido de TIE.....	31

Introducción y antecedentes

Las características de la temporización y sincronización de las redes SDH y los elementos de los equipos de redes SDH se especifican en varias Recomendaciones UIT-T mediante parámetros de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase. La presente Recomendación especifica las distintas características del aparato de medida de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase que son necesarias para cumplir los requisitos de estas Recomendaciones UIT-T y soportar otras pruebas y tareas de medición.

Esta Recomendación ha sido desarrollada para asegurar la máxima compatibilidad con los requisitos de medición del aparato y la red SDH pertinentes, pero manteniendo la compatibilidad hacia atrás con los requisitos del aparato de prueba PDH asociado de la Recomendación O.171 [17] cuando sea posible.

Si bien se especifican los requisitos funcionales y de características del equipo de medición, no se estudia su configuración, que deberá ser considerada cuidadosamente por el diseñador y el usuario. En particular, no es necesario que todas las características indicadas en esta Recomendación se encuentren en un equipo. Los usuarios pueden seleccionar las funciones que se adapten mejor a sus aplicaciones.

Recomendación O.172

APARATO DE MEDIDA DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE Y DE LA FLUCTUACIÓN LENTA DE FASE PARA SISTEMAS DIGITALES BASADOS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

(Ginebra, 1999)

1 Alcance

En esta Recomendación se especifica la instrumentación utilizada para generar y medir la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en los sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*).

La Recomendación especifica también los requisitos de medición de los tributarios SDH que operan a velocidades binarias PDH. Siempre que es posible, se hace referencia a la Recomendación O.171 [17] para el uso de tales interfaces, pero cuando existen nuevos requisitos éstos se especifican en la presente Recomendación.

La instrumentación para la medición se compone principalmente de un función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase y de una función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase. Las mediciones pueden realizarse en la capa física de los sistemas SDH. Para realizar ciertos tipos de medida puede que también sea necesario emplear un medidor de proporción de errores; éste puede formar parte de la misma instrumentación o estar separado físicamente.

La instrumentación para la generación y la medición de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en sistemas digitales basados en la jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) se especifican en la Recomendación O.171 [17].

Es conveniente consultar las Recomendaciones G.783 [5], G.812 [8], G.813 [9], G.825 [12] y G.958 [14] al aplicar esta Recomendación.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

2.1 Referencias normativas

- [1] Recomendación UIT-T G.691¹ (1998), *Interfaces ópticas para los sistemas SDH de un solo canal con amplificadores ópticos, y sistemas STM-64.*
- [2] Recomendación UIT-T G.703 (1998), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*

¹ Actualmente en estado de proyecto.

- [3] Recomendación UIT-T G.707 (1996), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- [4] Recomendación UIT-T G.772 (1993), *Puntos de supervisión protegidos en sistemas de transmisión digital.*
- [5] Recomendación UIT-T G.783 (1997), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.*
- [6] Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización.*
- [7] Recomendación UIT-T G.811 (1997), *Características de temporización de relojes de referencia primarios.*
- [8] Recomendación UIT-T G.812 (1998), *Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de nodo en redes de sincronización.*
- [9] Recomendación UIT-T G.813 (1996), *Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona.*
- [10] Recomendación UIT-T G.823 (1993), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s.*
- [11] Recomendación UIT-T G.824 (1993), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s.*
- [12] Recomendación UIT-T G.825 (1993), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona.*
- [13] Recomendación UIT-T G.957 (1995), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona.*
- [14] Recomendación UIT-T G.958 (1994), *Sistemas de línea digitales basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.*
- [15] Recomendación CCITT O.3 (1992), *Condiciones climáticas y pruebas pertinentes para los aparatos de medida.*
- [16] Recomendación UIT-T O.150 (1996), *Requisitos generales para la instrumentación de mediciones de la calidad de funcionamiento de equipos de transmisión digital.*
- [17] Recomendación UIT-T O.171 (1997), *Aparato de medida de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase de la temporización para sistemas digitales basados en la jerarquía digital plesiócrona.*
- [18] Recomendación UIT-T O.181 (1996), *Equipo de medición para determinar la característica de error en las interfaces de módulo de transporte síncrono de nivel N.*
- [19] Recomendación UIT-R F.750-3 (1997), *Arquitecturas y aspectos funcionales de los sistemas de radioenlaces para las redes basados en la jerarquía digital síncrona.*

2.2 Referencias informativas

- [20] Norma ANSI T1.105.03-1994, *Telecommunications – Synchronous Optical Network (SONET) – Jitter at Network Interfaces.*
- [21] Norma ANSI T1.105.06-1996, *Telecommunications – Synchronous Optical Network (SONET) – Physical Layer Specifications.*

3 Definiciones

A los fines de esta Recomendación se aplican las siguientes definiciones (referirse a la Recomendación G.810 [6]):

3.1 fluctuación de fase (de la temporización): Variaciones a corto plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo (a "corto plazo" significa que la frecuencia de las variaciones es de 10 Hz o más).

3.2 fluctuación lenta de fase: Variaciones a largo plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo (a "largo plazo" significa que la frecuencia de las variaciones es de 10 Hz o menos).

3.3 error en el intervalo de tiempo (función): Diferencia entre la medida de un intervalo de tiempo proporcionada por un reloj y la medida del mismo intervalo de tiempo proporcionada por un reloj de referencia.

Cabe señalar que en la Recomendación G.810 [6] aparecen definiciones y abreviaturas adicionales utilizadas en las Recomendaciones sobre temporización y sincronización. Dicha Recomendación también proporciona información básica sobre la necesidad de limitar las variaciones de fase y las degradaciones en los sistemas digitales.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AU-n	Unidad administrativa, nivel n (<i>administrative unit, level n</i>)
CMI	Inversión de marca codificada (<i>coded mark inversion</i>)
MTIE	Máximo error en el intervalo de tiempo (<i>maximum time interval error</i>)
NRZ	Sin retorno a cero (<i>non return to zero</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PJE	Evento de justificación de puntero (<i>pointer justification event</i>)
PLL	Bucle de enganche de fase (<i>phase-locked loop</i>)
ppm	partes por millón
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo random binary sequence</i>)
RMS	Valor eficaz, valor cuadrático medio (<i>root-mean-square</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
STM-N	Módulo de transporte síncrono, nivel N (<i>synchronous transport module, level N</i>)
TDEV	Desviación de tiempo (<i>time deviation</i>)
TIE	Error de intervalo de tiempo (<i>time interval error</i>)
TSS	Estructura de la señal de prueba (<i>test signal structure</i>)
TU-m	Unidad afluyente, nivel m (<i>tributary unit, level m</i>)
UI	Intervalo unitario (<i>unit interval</i>)
UIpp	Intervalo unitario, cresta a cresta (<i>unit interval, peak-to-peak</i>)

5 Convenios

A los fines de esta Recomendación, se han adoptado los siguientes convenios:

- a) Las señales de interfaz particulares utilizadas se indican mediante sus formatos de señal normalizados, por ejemplo, STM-1, o por su velocidad binaria, por ejemplo, 139 264 kbit/s. Se considera que el formato físico por defecto de las interfaces SDH es óptico y que el formato físico por defecto de las interfaces PDH es eléctrico.
- b) Cuando en esta Recomendación se utiliza específicamente la forma eléctrica de una interfaz SDH, la interfaz se designa por "e", por ejemplo, STM-1e (referirse también a la cláusula 7).
- c) Las señales de interfaz particulares utilizadas se pueden agrupar por categorías como interfaces de línea SDH, o como interfaces tributarias SDH. En la presente Recomendación, las interfaces de línea SDH se refieren a aquellas que soportan señales STM-N, mientras que las interfaces tributarias SDH se refieren a las que soportan señales que operan a velocidades binarias PDH.

6 Diagrama funcional de bloques

En la figura 1 aparece el diagrama de bloques del aparato en su forma general, identificando las principales funciones que se tratan en esta Recomendación. La figura no representa una implementación concreta.

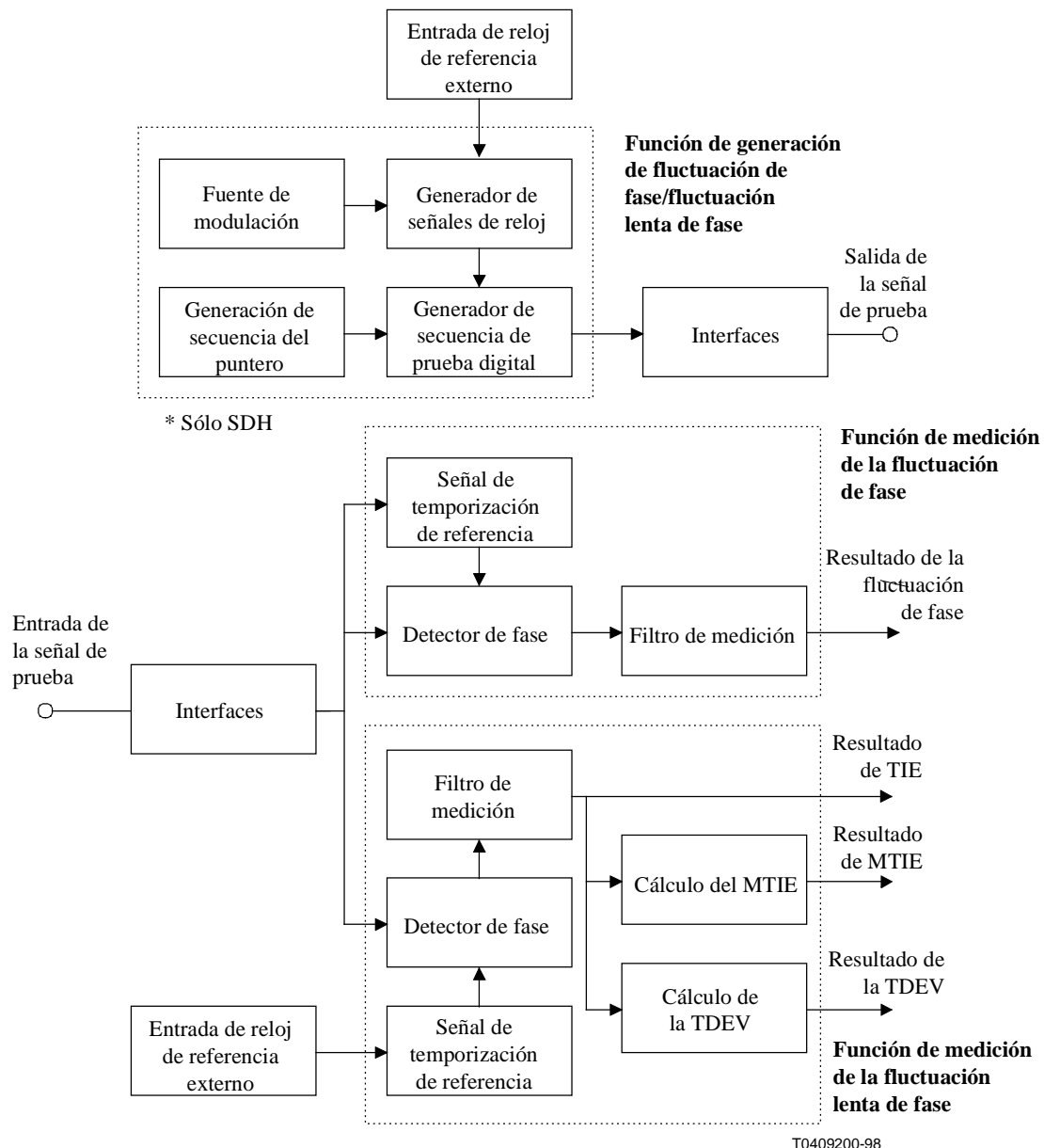


Figura 1/O.172 – Diagrama funcional de bloques para el conjunto de prueba de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase

7 Interfaces

7.1 Interfaces ópticas

El instrumento deberá ser capaz de funcionar a una o más de las siguientes velocidades binarias y con las correspondientes características de interfaz óptica, como se define en las cláusulas apropiadas de las Recomendaciones G.957 [13] y G.691 [1], así como en ANSI T1.105.06 [21] (para interfaces a 51 840 kbit/s).

- STM-0 51 840 kbit/s
- STM-1 155 520 kbit/s
- STM-4 622 080 kbit/s

- STM-16 2 488 320 kbit/s
- STM-64 9 953 280 kbit/s

7.2 Interfaces eléctricas

El instrumento deberá ser capaz de funcionar a una o más de las siguientes velocidades binarias y con las correspondientes características de interfaz eléctrica, como se define en las cláusulas apropiadas de la Recomendación G.703 [2] así como en la Recomendación F.750-3 [19] (para interfaces eléctricas a 51 840 kbit/s). Sin embargo, para todas las velocidades binarias, la señal aplicada a la entrada del circuito de medida de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase deberá ser un impulso rectangular nominal. Si se utilizan otras formas de señal puede aparecer interferencia entre símbolos que no puede corregirse mediante simple equalización de línea, resultando afectada la precisión de la medida.

- 1544 kbit/s
- 2048 kbit/s
- 6312 kbit/s
- 34 368 kbit/s
- 44 736 kbit/s
- 51 840 kbit/s, STM-0e
- 139 264 kbit/s
- 155 520 kbit/s, STM-1e

Los puertos de entrada de la función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase y de salida de la función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase deberán tener la atenuación de retorno especificada en las cláusulas apropiadas de la Recomendación G.703 [2].

Como opción, la función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase deberá ser capaz de medir la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase en el terminal de salida de la señal de reloj, cuando el equipo digital presenta dicho acceso.

7.3 Entrada de la señal de reloj de referencia externa

El equipo de medida deberá aceptar como referencia señales de datos a velocidades binarias de 1544 kbit/s o 2048 kbit/s. Si puede aceptarse 2048 kbit/s, el equipo deberá aceptar también una señal de 2048 kHz como referencia. Las características de las señales de reloj estarán de acuerdo con la Recomendación G.703 [2].

7.4 Sensibilidad de la interfaz de entrada

La función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase es necesaria para operar satisfactoriamente en las condiciones de entrada siguientes:

- a) la especificación de las interfaces ópticas del equipo definidas en las Recomendaciones G.957 [13] y G.691 [1];
- b) la especificación de las interfaces eléctricas del equipo definidas en la Recomendación G.703 [2];
- c) los puntos de supervisión están protegidos como se define en la Recomendación G.772 [4].

8 Función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase

Las pruebas de equipos digitales pueden efectuarse con una señal digital con o sin fluctuación de fase o una señal digital con o sin fluctuación lenta de fase. Para ello hará falta utilizar el generador de secuencias de prueba, el generador de señales de reloj y la fuente de modulación mostrados en la figura 1.

8.1 Fuente de modulación

La fuente de modulación necesaria para realizar las pruebas relativas a las Recomendaciones pertinentes, puede ir incluida en el generador de señales de reloj y/o en el generador de secuencias de prueba digitales, o por separado. En la presente Recomendación la fuente de modulación se define como sinusoidal. Sin embargo, para algunas pruebas puede que sea necesario utilizar otros estímulos.

8.2 Generador de señales de reloj

Deberá ser posible modular en fase el generador de señales de reloj con la señal proporcionada por la fuente de modulación, e indicar la desviación de fase cresta a cresta de la señal modulada.

La fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase cresta a cresta generada y las frecuencias de modulación deberán cumplir los requisitos mínimos del cuadro 3 y la figura 3.

Si se proporcionan las interfaces a la salida para la señal de reloj modulada y/o la señal de referencia de temporización externa, el valor mínimo de la amplitud será de 1 voltio cresta a cresta en 75 Ω , ó 0,25 voltios cresta a cresta en 50 Ω .

8.2.1 Precisión del generador de señales de reloj

La desviación de frecuencia de la señal de reloj interna con respecto a su valor nominal deberá ser inferior a:

$$\pm 4,6 \text{ ppm}$$

Como opción, el generador de señales de reloj puede proporcionar una desviación de frecuencias de suficiente magnitud como para facilitar la prueba en toda la gama de tolerancias del reloj del equipo sometido a prueba, por ejemplo de ± 10 ppm a ± 100 ppm, como se define para las diversas velocidades binarias que figuran en la Recomendación G.703 [2] y G.813 [9].

Deberá ser posible realizar el enganche de fase de la función generación con una fuente de reloj de referencia externa de precisión arbitraria; hay que referirse también a 7.3.

8.3 Generador de la secuencia de prueba digital

La función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase se utilizará normalmente junto con un generador de secuencia de prueba digital adecuado que proporcione las siguientes facilidades.

8.3.1 Secuencias de prueba digital

El generación de secuencias de prueba digital deberá ser capaz de proporcionar una o más de las siguientes señales, para su utilización a velocidades binarias STM-N:

- a) señales SDH entramadas de conformidad con la Recomendación G.707 [3];
- b) señales de prueba estructuradas de conformidad con la Recomendación O.181 [18], dependiendo del tipo de elemento de red que se prueba;
- c) señales de prueba estructuradas definidas en el anexo A.

8.3.2 Secuencias de prueba digital para señales tributarias SDH

Las secuencias de prueba digital apropiadas para los interfaces tributarias SDH de prueba que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 7.3.1/O.171 [17].

8.4 Generador de secuencia de puntero

Con el fin de probar el efecto de los eventos de justificación de puntero (PJE, *pointer justification event*) en el equipo desincronizador SDH, el generador de secuencias de prueba digital deberá ser capaz de generar secuencias de prueba completas de justificaciones de puntero de conformidad con las cláusulas apropiadas de la Recomendación G.783 [5].

De manera opcional, el equipo puede proporcionar funciones de control PJE adicionales que facilitan pruebas de la fluctuación de fase de puntero.

En el apéndice III se da más información relativa a la capacidad y la configuración del sistema de prueba para la comprobación mediante el uso de secuencias de puntero.

8.4.1 Capacidad de generación de secuencias de prueba de puntero

El equipo deberá proporcionar un conjunto mínimo de secuencias de prueba de puntero aplicable en velocidades binarias tributarias SDH particulares, designadas por "X" en el cuadro 1, de conformidad con la cláusula 10/G.783 [5].

Con velocidades binarias tributarias SDH particulares, los ajustes de puntero deberán aplicarse al puntero de AU-n o al puntero de TU-m, como se muestra en el cuadro 1. La dirección o polaridad de la señal de prueba de puntero será seleccionable entre valores de puntero incrementados o decrementados.

Deberá seguirse el procedimiento de prueba especificado en la cláusula 10/G.783 [5].

Cuadro 1/O.172 – Descripción de la secuencia de prueba de puntero de G.783

Secuencia de prueba de puntero G.783		Velocidad binaria (kbit/s) de los tributarios SDH y contenedor SDH					
		1544 TU-11	2048 TU-12	6312 TU-2	34 368 TU-3	44 736 AU-3	139 264 AU-4
ID	Descripción						
a	Alternativa simple		X		X		X
b	Regular + doble		X		X		X
c	Regular + faltante		X		X		X
d	Alternativa doble				X		X
e	Simple	X		X		X	
f	Ráfaga	X		X		X	
g1	Periódica 87-3					X	X
g2	Periódica 87-3 con Add					X	X
g3	Periódica 87-3 con Cancel					X	X
h1	Periódica	X		X		X	
h2	Periódica con Add	X		X		X	
h3	Periódica con Cancel	X		X		X	

Cuadro 3/O.172 – Valor mínimo de la amplitud de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase generada ajustable en función de su frecuencia

Señal	Mínima cresta a cresta amplitud de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase (UIpp)					Frecuencias (Hz) de detección de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase									
	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	f ₀	f ₁₂	f ₁₁	f ₁₀	f ₉	f ₈	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄
STM-0e, STM-0	*	*	20	2	0,2	*	*	*	*	10	30	300	2 k	20 k	400 k
STM-1e	3 600	400	50	2	0,1	12 μ	178 μ	1,6 m	15,6 m	125 m	19,3	500	3,25 k	65 k	1,3 M
STM-1	3 600	400	50	2	0,2	12 μ	178 μ	1,6 m	15,6 m	125 m	19,3	500	6,5 k	65 k	1,3 M
STM-4	14 400	1 600	200	2	0,2	12 μ	178 μ	1,6 m	15,6 m	125 m	9,65	1 k	25 k	250 k	5 M
STM-16	57 600	6 400	800	2	0,2	12 μ	178 μ	1,6 m	15,6 m	125 m	12,1	5 k	100 k	1 M	20 M
STM-64	230 400	25 600	3 200	2	0,2	12 μ	178 μ	1,6 m	15,6 m	125 m	6,05	10 k	400 k	4 M	80 M

NOTA 1 – Los valores señalados con "*" no están definidos.

NOTA 2 – Los valores están basados en los requisitos del cuadro 2/G.825 [12] y de la figura 2/G.825 [12].

NOTA 3 – Los valores para STM-0 se basan en los requisitos de ANSI T1.105.03 [20].

NOTA 4 – Los valores para STM-64 se considerarán provisionales, ya que aún no se han definido los requisitos de red en la Recomendación G.825 [12].

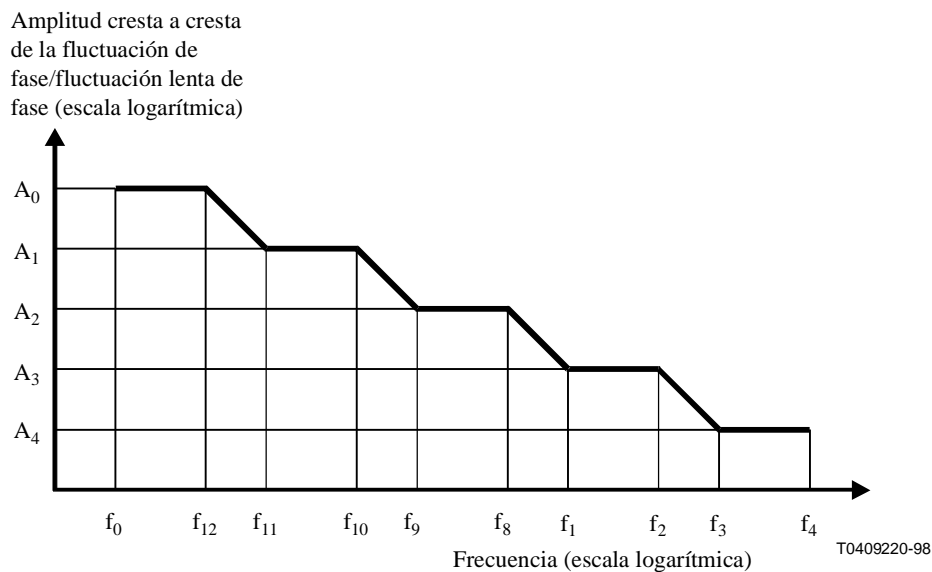


Figura 3/O.172 – Amplitud de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase generada en función de su frecuencia

8.5.2 Capacidad de generación de fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase para señales tributarias SDH

Los requisitos relativos a las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 7.2/O.171 [17].

8.6 Precisión de la generación

La fuente de las señales de prueba ha de ser compatible con la función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase, de manera que la precisión global de la medición no se deteriore substancialmente. La precisión de la generación puede aumentarse midiendo la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase aplicada a la unidad sometida a prueba mediante el correspondiente dispositivo de medida de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase.

La precisión de generación de la función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase depende de varios factores como el error intrínseco fijo, la resolución fijada y el error de la respuesta de frecuencia. Existe además un error que es función del valor fijado real.

El error de amplitud de la generación de fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase sinusoidal deberá ser inferior a:

$$\pm Q \% \text{ del valor fijado } \pm 0,02 \text{ UIpp}$$

donde Q es un error variable especificado en el cuadro 4, y las frecuencias f_0 , f_1 , f_4 y f_9 utilizadas en el cuadro 4 están definidas en el cuadro 3.

NOTA – Esta especificación excluye cualquier componente intrínseco de fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase de banda ancha.

Cuadro 4/O.172 – Error variable (Q) de la generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase de línea SDH

Señal	Error, Q	Gama de frecuencias
STM-0e, STM-0	FFS	f_9-f_1
	$\pm 8\%$	f_1-f_4
STM-1e, STM-1	FFS	f_0-f_1
	$\pm 8\%$	$f_1-500 \text{ kHz}$
	$\pm 12\%$	$500 \text{ kHz}-f_4$
STM-4, STM-16, STM-64	FFS	f_0-f_1
	$\pm 8\%$	$f_1-500 \text{ kHz}$
	$\pm 12\%$	$500 \text{ kHz}-2 \text{ MHz}$
	$\pm 15\%$	$2 \text{ MHz}-f_4$
NOTA 1 – FFS (<i>for further study</i>) indica que el valor queda en estudio.		
NOTA 2 – Los valores de STM-64 se consideran provisionales, ya que aún no se han definido los requisitos de red en la Recomendación G.825 [12].		

8.6.1 Fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase intrínseca de la función de generación

La fluctuación de fase intrínseca de la función de generación de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase medida en una anchura de banda f_1-f_4 con la amplitud puesta a cero deberá ser menor que:

0,04 UIpp para una señal de salida que tenga la estructura definida en el anexo A; o

0,02 UIpp para una señal de reloj.

La especificación de la fluctuación lenta de fase intrínseca máxima admisible queda en estudio.

9 Función de medición de la fluctuación de fase

9.1 Señal de temporización de referencia

Se precisa una señal de temporización de referencia para el detector de fase. Para las mediciones de extremo a extremo de la fluctuación de fase, esta señal se puede derivar de la función de medición de la fluctuación de fase a partir de la secuencia de prueba digital. Para las mediciones en bucle se puede derivar de un fuente de reloj adecuada.

9.2 Capacidades de medición

9.2.1 Gama de medición

La función de medición de la fluctuación de fase deberá poder medir la fluctuación de fase cresta a cresta. Las gamas de medición que deben preverse son facultativas, pero por razones de compatibilidad, la característica de la amplitud de la fluctuación de fase con su frecuencia en la función de medición de la fluctuación de fase deberá cumplir las condiciones mínimas especificadas en el cuadro 5 y en la figura 4. Las frecuencias f_6 a f_4 definen la gama de frecuencias de la fluctuación de fase que se ha de medir; la capacidad de medir en la gama de frecuencias por debajo de f_1 es opcional.

NOTA – La operación de la función de medición de la fluctuación de fase en toda una gama de frecuencias continua de f_6 a f_4 , es facultativa.

Cuadro 5/O.172 – Valor mínimo de la amplitud de la fluctuación de fase en función de su frecuencia

Señal	Mínimo cresta a cresta amplitud de la fluctuación de fase (UIpp)			Frecuencias (Hz) de detección de la fluctuación de fase					
	A ₂	A ₃	A ₄	f ₆	f ₇	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄
STM-0e, STM-0	20	2	0,2	10	30	300	2 k	20 k	400 k
STM-1e	50	2	0,1	10	19,3	500	3,25 k	65 k	1,3 M
STM-1	50	2	0,2	10	19,3	500	6,5 k	65 k	1,3 M
STM-4	200	2	0,2	*	10	1 k	25 k	250 k	5 M
STM-16	800	2	0,2	10	12,1	5 k	100 k	1 M	20 M
STM-64	2000	2	0,2	*	10	10 k	400 k	4 M	80 M

NOTA 1 – Los valores señalados con "*" no están definidos.

NOTA 2 – La precisión del instrumento se especifica entre las frecuencias f_1 y f_4 .

NOTA 3 – Los valores para STM-0 se basan en los requisitos de ANSI T1.105.03 [20].

NOTA 4 – Los valores para STM-64 se considerarán preliminares, ya que aún no se han definido los requisitos en la Recomendación G.825 [12].

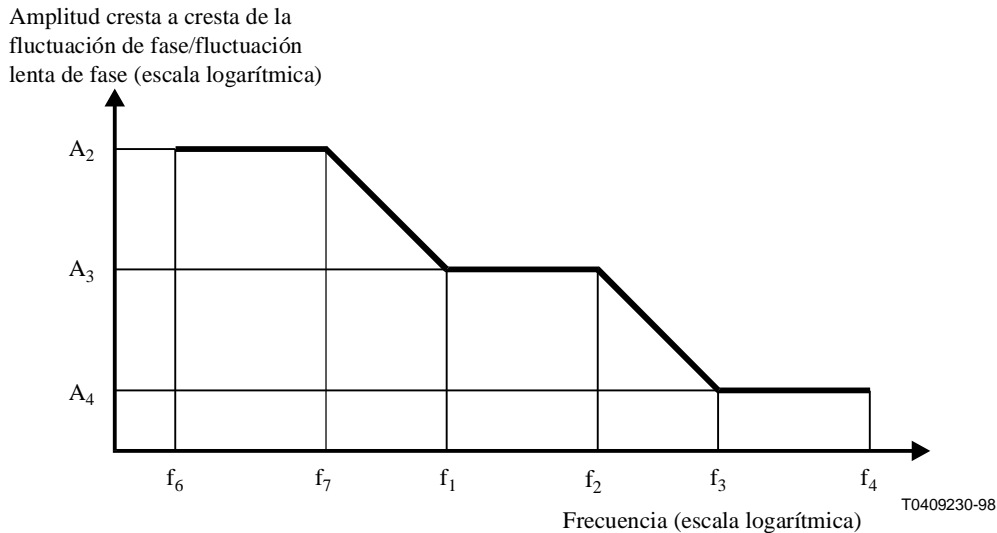


Figura 4/O.172 – Amplitud de la fluctuación de fase generada en función de su frecuencia

9.2.2 Umbral seleccionable

Al medir la fluctuación de fase cresta a cresta, deberá ser posible determinar el número de veces y el periodo de tiempo durante el cual se rebasa un determinado valor umbral de fluctuación de fase seleccionable. Deberán registrarse estos sucesos mediante un contador externo o un contador interno facultativamente.

Se podrá dar al umbral cualquier valor seleccionado dentro de la gama de medida de la función de medición de la fluctuación de fase.

9.2.3 Medida del valor eficaz (RMS) de la fluctuación de fase

La medida del valor eficaz (RMS, *root-mean-square*) de la fluctuación de fase puede realizarse internamente en el instrumento, o externamente utilizando la salida analógica mencionada en 9.5.1.

9.2.4 Capacidad de medición para señales tributarias SDH

Los requisitos relativos a las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 8.2/O.171 [17].

Además, se aplican las siguientes condiciones:

El aparato de prueba deberá tolerar una variación de fase sinusoidal de entrada a velocidades binarias tributarias particulares, de conformidad con las siguientes especificaciones frecuencia/amplitud del cuadro 6. Estos valores frecuencia/amplitud representan las secuencias pertinentes de prueba del puntero definidas en la Recomendación G.783 [5].

Cuadro 6/O.172 – Tolerancia de fase a la entrada del aparato de pruebas cuando se mide la fluctuación de fase tributaria SDH

Velocidad binaria (kbit/s)	Variación de fase a la entrada	
	Amplitud (UIpp)	Frecuencia (Hz)
1 544	FFS	FFS
2 048	30	0,5
6 312	FFS	FFS
34 368	22	5,0
44 736	FFS	FFS
139 264	75	1,5
NOTA – FFS significa que el valor queda en estudio.		

En este contexto, tolerar significa que el aparato de pruebas realizará las mediciones con la precisión especificada en la presente Recomendación, considerando que la variación de fase a la entrada puede haberse atenuado por los filtros de medición aplicados.

9.3 Anchura de banda de las mediciones

La anchura de banda de la medición deberá limitarse para que se midan los espectros de fluctuación de fase especificados en las Recomendaciones pertinentes, y para otros usos. Las anchuras de banda f_1 - f_4 o f_3 - f_4 de la función de medición de la fluctuación de fase deberá estar conforme con el cuadro 7.

Cuadro 7/O.172 – Anchura de banda de la función de medición de la fluctuación de fase

Señal	Anchura de banda de la función de medición de la fluctuación de fase (frecuencias de corte a -3 dB)		
	f_1 (Hz) paso alto	f_3 (Hz) paso alto	f_4 (Hz) paso bajo
STM-0e, STM-0	100	20 k	400 k
STM-1e, STM-1	500	65 k	1,3 M
STM-4	1 k	250 k	5 M
STM-16	5 k	1 M	20 M
STM-64	10 k	4 M	80 M
NOTA 1 – Los valores para STM-0 se basan en los requisitos de ANSI T1.105.03 [20].			
NOTA 2 – Los valores para STM-64 se considerarán provisionales, ya que aún no se han definido los requisitos de red en la Recomendación G.825 [12].			

9.3.1 Respuesta en frecuencia de la función de medición de la fluctuación de fase para señales de línea SDH

La respuesta de todos los filtros dentro de la banda de paso deberá ser tal que se cumplan los requisitos de precisión de la función de medición de la fluctuación de fase (referirse a 9.4).

Para todas las velocidades binarias de línea SDH, se aplican los siguientes requisitos a la función de medición de la fluctuación de fase cuando se utilizan filtros de medición en frecuencias f_1 , f_3 y f_4 :

- a) Los filtros de medición paso alto con frecuencias de corte f_1 y f_3 tienen una característica de orden único y un régimen de caída de 20 dB/década.
- b) Las frecuencias de corte nominales f_1 y f_3 para cada velocidad binaria se especifican en el cuadro 7, y el punto de -3 dB de los filtros de medición deberá encontrarse en las frecuencias $f_1 \pm 10\%$ y $f_3 \pm 10\%$, respectivamente.
- c) El filtro de medición paso bajo con frecuencia de corte f_4 tiene una característica de Butterworth extremadamente plana y un régimen de caída de -60 dB/década.
- d) La frecuencia de corte nominal f_4 para cada velocidad binaria se especifica en el cuadro 7, y el punto de -3 dB del filtro de medición se encontrará en la frecuencia $f_4 \pm 10\%$.
- e) La atenuación máxima de los filtros de medición será al menos de 60 dB.

Estos requisitos funcionales de la medición de la fluctuación de fase son compatibles con la Recomendación G.825 [12].

9.3.2 Respuesta en frecuencia de la función de medición de la fluctuación de fase para señales tributarias SDH

Los requisitos relativos a las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 8.3/O.171 [17].

Además, para todas las velocidades binarias tributarias SDH, se aplican los siguientes requisitos a la función de medición de la fluctuación de fase cuando se utiliza el filtro de medición en la frecuencia f_1 :

- a) Los filtros de medición paso alto con frecuencias de corte f_1 , tienen una característica de primer orden y un régimen de caída de 20 dB/década.
- b) La frecuencia de corte nominal f_1 para cada una de las velocidades binarias se especifica en el cuadro 4/O.171 [17], y el punto de -3 dB de los filtros de medición se encontrará en la frecuencia $f_1 \pm 10\%$.
- c) El error de la respuesta en frecuencia de los filtros de medición por debajo de f_1 deberá ser tal como se define en el cuadro 6/O.171 para la frecuencia f_1 . Además, la precisión de la ganancia de $\pm 5\%$ definida en 8.4.1/O.171 [17] se aplicará a frecuencias inferiores a f_1 .
- d) Se admite un segundo polo del filtro, en una frecuencia inferior a 0,1 Hz, en el cual la característica de caída puede aumentar a 40 dB/década.
- e) La atenuación máxima de los filtros de medición será al menos de 60 dB.

Estos requisitos funcionales de la medición de la fluctuación de fase son compatibles con la Recomendación G.783 [5].

En el apéndice IV se ilustra el modo en que se pueden combinar, dentro de una respuesta en frecuencia de la medición de la fluctuación de fase total, estos requisitos de los filtros y las especificaciones de las subcláusulas que se dan a continuación.

9.4 Precisión de las mediciones

Cuando no se especifica en las subcláusulas a continuación, los requisitos de precisión de la medición de la fluctuación de fase relativos a las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 8.4/O.171 [17].

9.4.1 Precisión de los resultados de las mediciones

La precisión de la medición de la función de medición de la fluctuación de fase es dependiente de varios factores tales como el error intrínseco fijo, la respuesta en frecuencia y los errores dependientes de la secuencia de pruebas digital que introducen los circuitos internos de temporización de referencia. Existe, además, un error de lectura del resultado de la medida.

La precisión de la medición de la fluctuación de fase no deberá verse afectada por el desplazamiento de frecuencia de la señal de entrada que se encuentra dentro de los límites definidos en las Recomendaciones G.703 [2], G.813 [9] y G.958 [14] para las distintas velocidades binarias.

La precisión de la medición se especifica mediante una señal de entrada que tiene la estructura definida en el anexo A y con una u otra de las características físicas siguiente:

- a) una señal eléctrica conforme con la Recomendación G.703 [2] con el nivel de señal terminada nominal y sin atenuación adicional dependiente de la frecuencia; o
- b) una señal óptica conforme con la Recomendación G.957 [13] o G.691 [1], y con un valor nominal de potencia en la gama de -10 dBm a -12 dBm.

El error total en la frecuencia de fluctuación de fase de 100 kHz (excluido el error de la respuesta en frecuencia especificado en 9.4.4) deberá ser menor que:

$$\pm 5\% \text{ de lectura } \pm W$$

donde W es el error fijo del cuadro 8 o del cuadro 9, que incluye alguna contribución procedente de la función de extracción de temporización interna.

NOTA – El término error fijo $\pm W$ utilizado en la presente Recomendación es equivalente a la combinación de los términos de error fijo $\pm X$ y $\pm Y$ que se emplean en la Recomendación O.171 [17].

9.4.2 Error fijo de las mediciones de la fluctuación de fase de línea SDH

Para las velocidades binarias STM-N y para las señales digitales indicadas, el error fijo de la función de medición de la fluctuación de fase deberá ser el que se especifica en el cuadro 8 dentro de las gamas de frecuencias f_1 - f_4 y f_3 - f_4 indicadas. Las frecuencias f_1 , f_3 y f_4 utilizadas en el cuadro 8 se definen en el cuadro 7.

Cuadro 8/O.172 – Error fijo (W) de las mediciones de la fluctuación de fase de línea SDH

Señal	Error de fluctuación de fase cresta a cresta máximo (UIpp) para señales digitales dadas			
	Señal estructurada		Señal de reloj	
	f ₁ -f ₄	f ₃ -f ₄	f ₁ -f ₄	f ₃ -f ₄
STM-0e	FFS	FFS	FFS	FFS
STM-0	0,07	0,05	0,05	0,03
STM-1e	0,07	0,025	0,05	0,02
STM-1	0,07	0,05	0,05	0,03
STM-4	0,1	0,05	0,05	0,03
STM-16	0,1	0,05	0,05	0,03
STM-64	FFS	FFS	FFS	FFS

NOTA 1 – FFS significa que el valor queda en estudio.
 NOTA 2 – Las señales digitales estructuradas se definen en el anexo A.
 NOTA 3 – Las interfaces de reloj son opcionales.

9.4.3 Error fijo de las mediciones de fluctuación de fase de tributarios SDH

Para las velocidades binarias tributarias y para las señales digitales indicadas, el error fijo de la función de medición de la fluctuación de fase deberá ser el especificado en el cuadro 9 dentro de las gamas de frecuencias f₁-f₄ y f₃-f₄ indicadas. Las frecuencias f₁, f₃ y f₄ empleadas en el cuadro 9 se definen en el cuadro 3/O.171 [17].

Cuadro 9/O.172 – Error fijo (W) de las mediciones de fluctuación de fase de tributarios SDH

Velocidad binaria (kbit/s)	Error de fluctuación de fase cresta a cresta máximo (UIpp) para señales digitales dadas			
	Señal pseudoaleatoria		Señal de reloj	
	f ₁ -f ₄	f ₃ -f ₄	f ₁ -f ₄	f ₃ -f ₄
1 544	0,04	0,025	0,015	0,01
2 048	0,04	0,025	0,015	0,01
6 312	0,04	0,025	0,015	0,01
34 368	0,04	0,025	0,03	0,02
44 736	0,04	0,025	0,03	0,02
139 264	0,04	0,025	0,03	0,02

NOTA 1 – Las señales digitales pseudoaleatorias se definen en 8.3.1.
 NOTA 2 – Las interfaces de reloj son opcionales.

9.4.4 Error de la respuesta en frecuencia

En las frecuencias de fluctuación de fase situadas entre f₁ y f₄ distintas de 100 kHz, el error adicional al especificado en 9.3.1 y 9.4.1 anteriores, deberá ser el especificado en el cuadro 10. Las frecuencias f₁ y f₄ empleadas en el cuadro 10 se definen en el cuadro 7.

Los requisitos relativos a las interfaces tributarias SDH que operan a velocidades binarias PDH de 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 34 368 kbit/s, 44 736 kbit/s y 139 264 kbit/s se definen en 8.4.3/O.171 [17].

Cuadro 10/O.172 – Error de la respuesta en frecuencia

Señal	Error adicional	Gama de frecuencias
STM-0e, STM-0	FFS	f_1 - f_4
STM-1e, STM-1	±2%	f_1 -300 kHz
	±3%	300 kHz-1 MHz
	±5%	1 MHz- f_4
STM-4	±2%	f_1 -300 kHz
	±3%	300 kHz-1 MHz
	±5%	1 MHz-3 MHz
	±10%	3 MHz- f_4
STM-16, STM-64	±2%	f_1 -300 kHz
	±3%	300 kHz-1 MHz
	±5%	1 MHz-3 MHz
	±10%	3 MHz-10 MHz
	±15%	10 MHz- f_4
NOTA 1 – FFS significa que el valor queda en estudio.		
NOTA 2 – Los valores para STM-64 se considerarán provisionales, ya que aún no se han definido los requisitos de red en la Recomendación G.825 [12].		

9.4.5 Error dependiente de la señal de pruebas digital

Los requisitos de precisión indicados en las subcláusulas anteriores deberán satisfacerse cuando en las medidas de fluctuación de fase se utilizan las señales de prueba digitales definidas en el anexo A. Si se emplean otras señales estructuradas, señales pseudoaleatorias o señales aleatorias, cabe esperar valores mayores en los errores de las medidas. Considerando las anchuras de banda especificadas anteriormente, las señales con un mayor contenido de "ceros" o de "unos" (es decir, pocas transiciones de señales) pueden incluso violar el teorema de muestreo, lo cual, por razones teóricas, hace imposible que se satisfagan los requisitos de precisión.

9.5 Facilidades adicionales

9.5.1 Salida analógica

La función de medición de la fluctuación de fase puede proporcionar una señal de salida analógica para posibilitar la realización de las mediciones externamente a la función de medición de la fluctuación de fase, por ejemplo, mediante el uso de un osciloscopio o medidor de valores eficaces (RMS).

10 Función de medición de la fluctuación lenta de fase

En el apéndice II se recoge información concerniente a las configuraciones de prueba para la medición de la fluctuación lenta de fase.

10.1 Señal de temporización de referencia

Para la realización de la comprobación de la fluctuación lenta de fase deberá ser posible efectuar el enganche de fase de la función de medición a una fuente de señales de reloj de referencia externa de precisión arbitraria; referirse también a 7.3.

10.2 Medición del TIE (error de intervalo de tiempo)

El aparato deberá ser capaz de medir el error de intervalo de tiempo (TIE, *time interval error*) tal como se define en la Recomendación G.810 [6]. El TIE es la función básica por medio de la cual se pueden calcular muchos parámetros de estabilidad diferentes (tales como el máximo error en el intervalo de tiempo (MTIE, *maximum time interval error*) y la desviación de tiempo (TDEV, *time deviation*).

TIE puede interpretarse como la diferencia de tiempo entre la señal que se mide y el reloj de referencia. Se mide generalmente en nanosegundos, y se pone a cero en el arranque del periodo de medición. Por consiguiente, el TIE proporciona el cambio de temporización desde el momento en que se inició la medición.

10.2.1 Intervalo de muestreo

Para calcular y estimar los distintos parámetros de la fluctuación lenta de fase especificados en las subcláusulas a continuación, se trata el TIE como un parámetro muestreado, puesto que no se puede conseguir en la práctica un conocimiento continuo del error de intervalo de tiempo (referirse a la Recomendación G.810 [6]).

El tiempo máximo de muestreo, τ_0 , del TIE será:

$$1/30 \text{ s}$$

de conformidad con las Recomendaciones G.813 [9] y G.812 [8].

10.2.2 Anchura de banda de medición

La fluctuación lenta de fase deberá medirse a través de un filtro de medición paso bajo, de primer orden, equivalente a 10 Hz, de conformidad con las Recomendaciones G.813 [9] y G.812 [8], y con las siguientes características:

- a) El filtro de medición paso bajo tiene una característica de orden único y un régimen de caída de -20 dB/década. El punto de -3 dB del filtro de medición deberá encontrarse en una frecuencia de $10 \text{ Hz} \pm 10\%$.
- b) La amplitud del rizado de la banda de paso en la gama de 1 a 10 Hz será inferior a $\pm 0,2$ dB (con relación a la ganancia a 0,1 Hz), y la atenuación máxima del filtro de medición será como mínimo de 30 dB.

10.2.3 Gama de medición

La gama dinámica de la medición del TIE deberá ser como mínimo de:

$$\pm 1 \times 10^9 \text{ ns}$$

(correspondiente, por ejemplo, al desplazamiento de frecuencia de $\pm 4,6$ ppm para 200 000 segundos o a lo largo de 55 horas).

10.2.4 Precisión del resultado de la medición

La precisión de la medición de la función de medición de la fluctuación lenta de fase depende de varios factores tales como la magnitud de la lectura, el error intrínseco fijo, la respuesta en frecuencia y el intervalo de muestreo del TIE.

Para cada medición del TIE en un intervalo de observación τ , el error de medición TIE deberá ser inferior a:

$$\pm 5\% \text{ del valor de TIE medido } \pm Z_0(\tau)$$

donde $Z_0(\tau)$ se basa en los requisitos de medición de la Recomendación G.811 [7] y es especificado en el cuadro 11.

Cuadro 11/O.172 – Error fijo (Z_0) de la medición del TIE

$Z_0(\tau)$ (ns)	Intervalo de observación, τ (s)
$2,5 + 0,0275 \tau$	$0,05 \leq \tau \leq 1000$
$29 + 0,001 \tau$	$\tau > 1000$
NOTA – Existe un término adicional de error dependiente de la frecuencia por encima de 1 Hz debido a la respuesta del filtro de medición (referirse a 10.2.2).	

10.3 Medición del MTIE (máximo error en el intervalo de tiempo)

Puede proporcionarse la capacidad de medición del máximo error en el intervalo de tiempo (MTIE) tal como se define en la Recomendación G.810 [6].

El MTIE es una medida de la fluctuación lenta de fase que caracteriza a los desplazamientos de frecuencia y a los transitorios de fase. Es función de un parámetro τ denominado intervalo de observación. El $MTIE(\tau)$ puede definirse como el valor más largo del TIE cresta a cresta en cualquier intervalo de observación de longitud τ .

10.3.1 Gamas de medición y de intervalos de observación

A fin de soportar las especificaciones de MTIE de las distintas Recomendaciones UIT-T, deberá ser posible medir el MTIE en una gama de intervalos de observación, como mínimo:

de 0,05 s a 10 000 s

La gama máxima de los resultados del MTIE calculados deberá ser por lo menos de:

50 000 ns

(que corresponde a 10 veces la especificación máxima definida en la Recomendación G.813 [9], por ejemplo).

NOTA – El periodo máximo de medición T para $MTIE(\tau)$ es el intervalo de observación (es decir, $T = \tau$).

10.3.2 Precisión del algoritmo de cálculo

A veces, el algoritmo de cálculo del MTIE puede separarse funcionalmente de la medición del TIE, en cuyo caso se aplicarán al algoritmo autónomo los siguientes requisitos de precisión.

Cuando se aplica al cálculo del MTIE un algoritmo dotado de un conjunto de datos de medición de TIE determinado, el error de sus resultados deberá encontrarse dentro de un cierto valor con respecto a los valores calculados con arreglo a las fórmulas del estimador estándar que se dan en II.5/G.810 [6].

El error total de cálculo del MTIE deberá ser menor que:

$$\pm 2\% \text{ del valor de MTIE } \pm Z_1(\tau)$$

donde $Z_1(\tau)$ es el especificado en el cuadro 12 y τ es el intervalo de observación.

Cuadro 12/O.172 – Error fijo (Z_1) del algoritmo de cálculo de MTIE

$Z_1(\tau)$ (ns)	Intervalo de observación, τ (s)
$0,5 + 0,0055 \tau$	$0,05 \leq \tau \leq 1000$
$5,8 + 0,0002 \tau$	$\tau > 1000$
NOTA – Estos requisitos están basados en una consideración de la Recomendación G.811 [7].	

Para verificar la precisión de un algoritmo de cálculo de MTIE autónomo, puede utilizarse la fuente de ruido de TIE que se describe en el apéndice V.

10.3.3 Precisión del resultado de la medición

El error total de la medición (es decir, incluidos el error de la medición del TIE y el error del algoritmo de cálculo de MTIE) deberá ser menor que:

$$\pm 7\% \text{ del valor de MTIE } \pm Z_3(\tau)$$

donde $Z_3(\tau)$ es el especificado en el cuadro 13 y τ el intervalo de observación.

Cuadro 13/O.172 – Error fijo (Z_3) del resultado de la medición del MTIE

$Z_3(\tau)$ (ns)	Intervalo de observación, τ (s)
$3 + 0,033 \tau$	$0,05 \leq \tau \leq 1000$
$35 + 0,0012 \tau$	$\tau > 1000$
NOTA – Estos requisitos están basados en una consideración de la Recomendación G.811 [7].	

10.4 Medición de la TDEV (desviación de tiempo)

Puede facilitarse la capacidad de medición de la desviación de tiempo (TDEV) definida en la Recomendación G.810 [6].

TDEV es una medida de la fluctuación lenta de fase que caracteriza su contenido espectral. Es una función de un parámetro τ denominado intervalo de observación. $TDEV(\tau)$ se puede definir como el valor eficaz (RMS) del TIE filtrado, donde un filtro paso banda está centrado en una frecuencia de $0,42/\tau$.

10.4.1 Gamas de medición y de los intervalos de observación

A fin de soportar las especificaciones de TDEV de las distintas Recomendaciones UIT-T, deberá ser posible medir la TDEV en una gama de intervalos de observación, de:

$$\text{de } 0,05 \text{ s a } 10\,000 \text{ s}$$

La gama máxima de los resultados calculados de la TDEV deberá ser por lo menos de:

$$10\,000 \text{ ns}$$

(que corresponde a 10 veces la especificación máxima definida en la Recomendación G.813 [9], por ejemplo).

NOTA – El periodo máximo de medición, T , para $TDEV(\tau)$ es doce veces el intervalo de observación (es decir, $T = 12\tau$), de conformidad con las Recomendaciones G.813 [9], G.812 [8] y G.811 [7].

10.4.2 Precisión del algoritmo de cálculo

A veces, el algoritmo de cálculo de la TDEV puede separarse funcionalmente de la medición del TIE, en cuyo caso se aplicarán al algoritmo autónomo los siguientes requisitos de precisión.

Cuando se aplica al cálculo de la TDEV un algoritmo dotado de un conjunto de datos de medición de TIE determinado, el error de sus resultados deberá encontrarse dentro de un cierto valor con respecto a los valores calculados con arreglo a las fórmulas del estimador estándar que se dan en II.3/G.810 [6].

El error total de cálculo de la TDEV deberá ser menor que:

$$\pm 2\% \text{ del valor de TDEV } \pm Z_2(\tau)$$

donde $Z_2(\tau)$ es el especificado en el cuadro 14 y τ el intervalo de observación.

Cuadro 14/O.172 – Error fijo (Z_2) del algoritmo de cálculo de TDEV

$Z_2(\tau)$ (ns)	Intervalo de observación, τ (s)
0,06	$0,05 \leq \tau \leq 100$
$0,0006 \tau$	$100 < \tau \leq 1000$
0,6	$1000 < \tau \leq 10\ 000$
NOTA – Estos requisitos están basados en una consideración de la Recomendación G.811 [7].	

Para verificar la precisión de un algoritmo de cálculo de TDEV autónomo, puede utilizarse la fuente de ruido de TIE que se describe en el apéndice V.

10.4.3 Precisión del resultado de la medición

El error total de la medición (es decir, incluidos el error de la medición del TIE y el error del algoritmo de cálculo de TDEV) deberá ser menor que:

$$\pm 7\% \text{ del valor de TDEV } \pm Z_4(\tau)$$

donde $Z_4(\tau)$ es el especificado en el cuadro 15 y τ el intervalo de observación.

Cuadro 15/O.172 – Error fijo (Z_4) del resultado de la medición de TDEV

$Z_4(\tau)$ (ns)	Intervalo de observación, τ (s)
0,36	$0,05 \leq \tau \leq 100$
$0,0036 \tau$	$100 < \tau \leq 1000$
3,6	$1000 < \tau \leq 10\ 000$
NOTA – Estos requisitos están basados en una consideración de la Recomendación G.811 [7].	

11 Ambiente de funcionamiento

Se deberán cumplir los requisitos de calidad de funcionamiento cuando los aparatos de medida funcionen en las condiciones climáticas especificadas en 2.1/O.3 [15].

ANEXO A

Señales de prueba estructuradas para la medición de la fluctuación de fase

A.1 Introducción

Es importante definir las señales de prueba que han de utilizarse al probar la fluctuación de fase. Resulta de especial importancia cuando se prueban sistemas ópticos SDH, puesto que el sistema de aleatorización no limita la longitud de las pasadas de ceros/unos que pueden existir en la señal de línea, es decir el periodo de tiempo máximo sin ninguna transición de datos en la señal aleatorizada. La Recomendación G.707 [3] contiene información adicional sobre la estructura de la señal SDH y la aleatorización de la carga neta.

Por ejemplo, si el tráfico en una señal STM-N simula el esquema de aleatorización, aparecerán muchos bytes de todos ceros/unos en la señal de línea codificada. Puesto que los casos extremos se darán raras veces, y como resultará muy difícil que un aparato de medida de la fluctuación de fase continúe la realización de mediciones precisas en estas condiciones, es importante que se defina una señal representativa del caso más desfavorable a los efectos de especificación del aparato de pruebas.

A.1.1 Condiciones de prueba de carga neta

Las cargas netas concatenadas proporcionan el escenario del caso más desfavorable para las señales de prueba STM-N. Para señales concatenadas de relleno masivo con una PRBS de $2^{23} - 1$ que rellena el contenedor, el resultado de aleatorizar estos datos es una ejecución del caso más desfavorable de 30 cero/unos idénticos consecutivos (es decir, se tratará de 30 periodos de reloj sin transiciones en la señal de línea). Para las cargas netas no concatenadas generadas por aparatos de prueba SDH, el intercalado de bytes de los contenedores VC-4 reduce la longitud máxima de las pasadas producidas.

A.1.2 Condiciones de bytes suplementarios SDH

Al seleccionar el contenido binario de los bytes J0 y Z0 y de los bytes reservados para uso nacional que están excluidos del proceso de aleatorización de la señal STM-N, ha de prestarse atención para que no se produzcan secuencias largas de "1" ó "0".

El contenido de estos bytes suplementarios se fijará al esquema "10101010" (AA_H).

A.2 Estructura de las señales de prueba para STM -N

A.2.1 Señal STM-1

La estructura de la señal de prueba STM-1 que se ilustra en la figura A.1, se compone de una secuencia de prueba PRBS de una longitud de $2^{23} - 1$ bits de conformidad con la Recomendación O.150 [16], que se aplica a todos los bytes del contenedor C-4.

NOTA – Esto es equivalente a la estructura 1 de señal de prueba (TSS1, *test signal structure 1*) definida en el anexo C/O.181 [18].

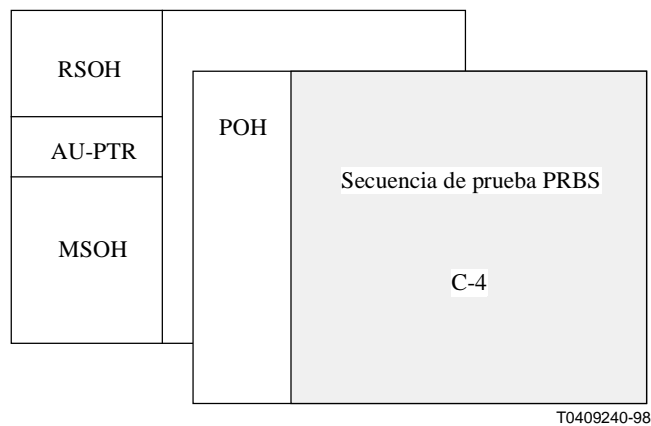


Figura A.1/O.172 – Estructura de la señal de prueba para la comprobación de la fluctuación de fase de la interfaz STM-1

A.2.2 Señal STM-N ($N \geq 4$)

Deberá utilizarse la señal de prueba TSS1 descrita en A.2.1.

Los (N-1) contenedores de carga neta C-4 que no tienen la señal de prueba deberán contener un esquema de bytes fijo de todos "0" o todos "1", o pueden contener un VC-4 no equipado definido en la Recomendación G.783 [5].

A.2.3 Señal STM-0

La estructura de la señal de prueba STM-0 que se ilustra en la figura A.2, consiste en una secuencia de pruebas PRBS de $2^{23} - 1$ bits de longitud conforme con la Recomendación O.150 [16], que se aplica a todos los bytes del contenedor C-3.

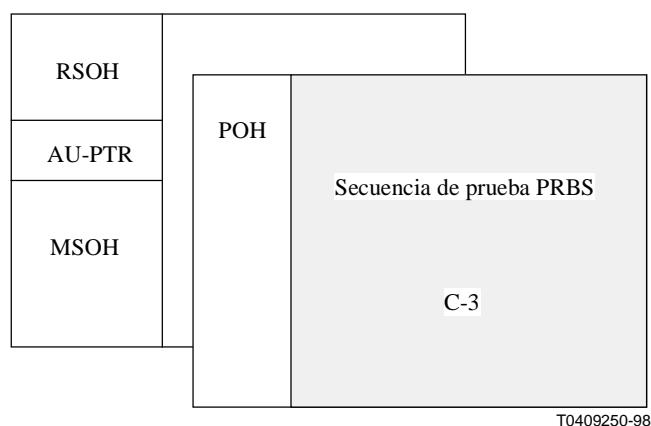


Figura A.2/O.172 – Estructura de la señal de prueba para la comprobación de la fluctuación de fase de la interfaz STM-0

A.3 Estructura de la señal de prueba para señales STM-N concatenadas

A.3.1 Señal STM-N ($N \geq 4$)

La estructura de la señal de prueba STM-N que se ilustra en la figura A.3, consiste en una secuencia de pruebas PRBS de $2^{23} - 1$ bits de longitud conforme con la Recomendación O.150 [16], que se aplica a todos los bytes del contenedor concatenado C-4-nc.

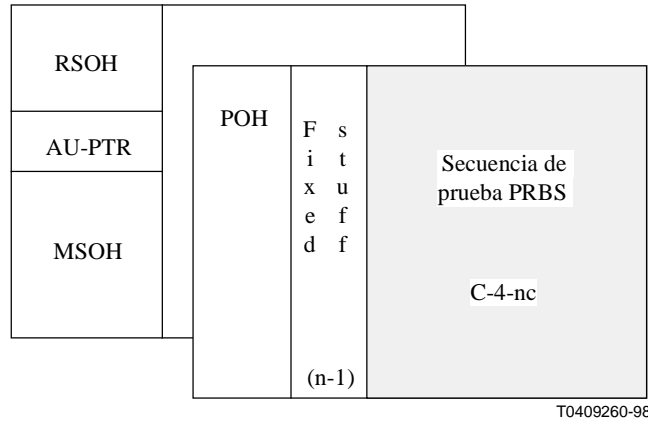


Figura A.3/O.172 – Estructura de la señal de prueba para la comprobación de la fluctuación de fase de la interfaz STM-N concatenada

APÉNDICE I

Directrices relativas a la medida de la fluctuación de fase de sistemas SDH

El apéndice I/O.171 [17], "Directrices relativas a la medida de la fluctuación de fase", si bien se refiere a los sistemas PDH, puede también consultarse en lo que se refiere a las directrices sobre los principios generales de medición de la fluctuación de fase en los sistemas SDH.

APÉNDICE II

Directrices relativas a la medición de la fluctuación lenta de fase en sistemas SDH

II.1 Medidas de la fluctuación lenta de fase

II.1.1 Consideraciones generales sobre las configuraciones de las medidas de la fluctuación lenta de fase

Debido a la baja frecuencia de las variaciones de fase que van a evaluarse (referirse a la definición en la cláusula 3), la fluctuación lenta de fase es una magnitud que exige una configuración de prueba especial. Cuando se llevan a cabo medidas de la fluctuación de fase, la señal de temporización de referencia necesaria normalmente se produce de manera local – utilizando un bucle de enganche de fase (PLL, *phase-locked loop*) en el aparato de prueba, se obtiene a partir del valor medio de la fase de la señal que va a medirse. Para las medidas de fluctuación lenta de fase no puede disponerse de un bucle de enganche de fase de estas características.

Por consiguiente, estas medidas exigen siempre una señal de reloj de referencia externa con la estabilidad adecuada.

En II.1.2 y II.1.3 aparece información sobre configuraciones de prueba para realizar medidas de fluctuación lenta de fase, de acuerdo con la Recomendación G.810 [6].

II.1.2 Medidas sincronizadas de la fluctuación lenta de fase

La figura II.1 muestra en forma general el diagrama funcional de bloques necesario para llevar a cabo medidas sincronizadas de la fluctuación lenta de fase.

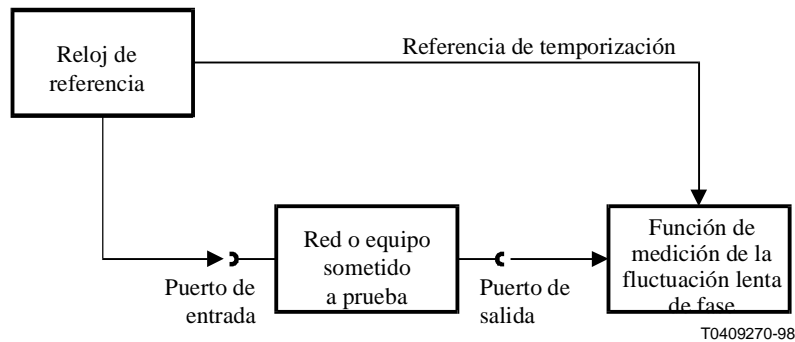


Figura II.1/O.172 – Configuración para la medición sincronizada de la fluctuación lenta de fase

Esta configuración puede aplicarse si las señales de temporización necesarias para realizar la medida pueden obtenerse de un reloj de referencia común. Ello significa que de esta forma sólo pueden realizarse las medidas en bucle, donde los puertos de entrada y salida de la unidad sometida a prueba son accesibles en el mismo punto. En esta disposición, el resultado de la medida no viene afectado por las variaciones de fase del reloj de referencia. Por consiguiente, los requisitos relativos a la estabilidad del reloj de referencia no son muy estrictos y pueden ser satisfechos por los instrumentos de prueba portátiles.

II.1.3 Medidas no sincronizadas de la fluctuación lenta de fase

En la figura II.2 se representa el diagrama de bloques para las medidas no sincronizadas de la fluctuación lenta de fase.

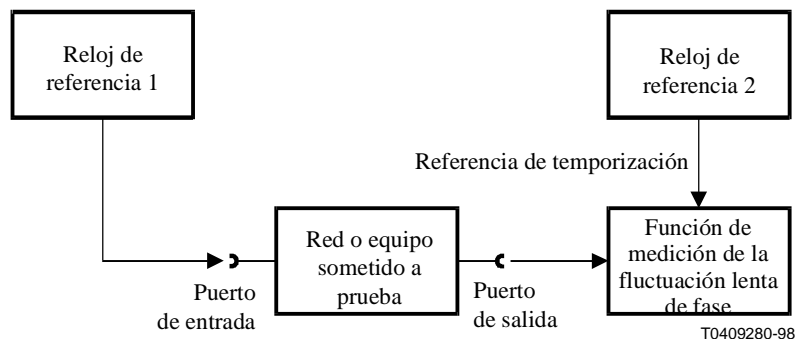


Figura II.2/O.172 – Configuración para la medida no sincronizada de la fluctuación lenta de fase

Esta configuración es aplicable a las medidas de la fluctuación lenta de fase cuando los puertos de entrada y salida de la red o el equipo sometido a prueba no se encuentran disponibles en el mismo punto (medidas de extremo a extremo). En este montaje, el resultado de una medida se ve afectado por cualquier deriva de frecuencia/fase de los dos relojes que intervienen en la medida. Ello significa que la estabilidad de los dos relojes debe ser al menos un orden de magnitud mejor que la cantidad que va a medirse. Tales relojes de referencia no pueden ir incorporados en un instrumento de prueba portátil, puesto que en este caso se requiere sincronización con una referencia externa.

II.2 Medidas de la estabilidad de la señal de reloj

Si va a medirse la estabilidad de una señal de reloj, el montaje de medida es similar al descrito en II.1.3. Se ilustra en la figura II.3.

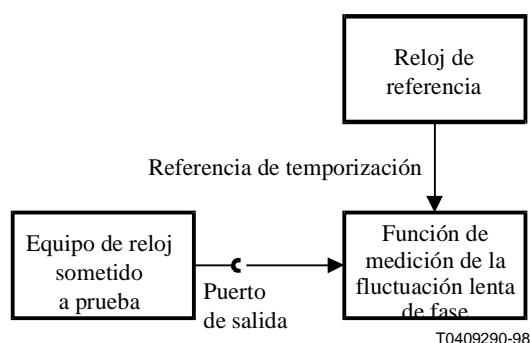


Figura II.3/O.172 – Configuración de medida de la estabilidad de la señal de reloj

También en esta configuración, el resultado de la medición viene afectado por cualquier deriva de la frecuencia o fase de la señal de reloj de referencia utilizado en la medida. En este caso deben hacerse las mismas consideraciones descritas en II.1.3.

APÉNDICE III

Directrices relativas a la generación de las secuencias de prueba de puntero

El siguiente texto y el diagrama funcional de bloques de la figura III.1 trazan las líneas generales de un método de generación de las secuencias de pruebas de puntero definidas en la Recomendación G.783 [5] y descrito en 8.4.1. La figura no describe una implementación concreta.

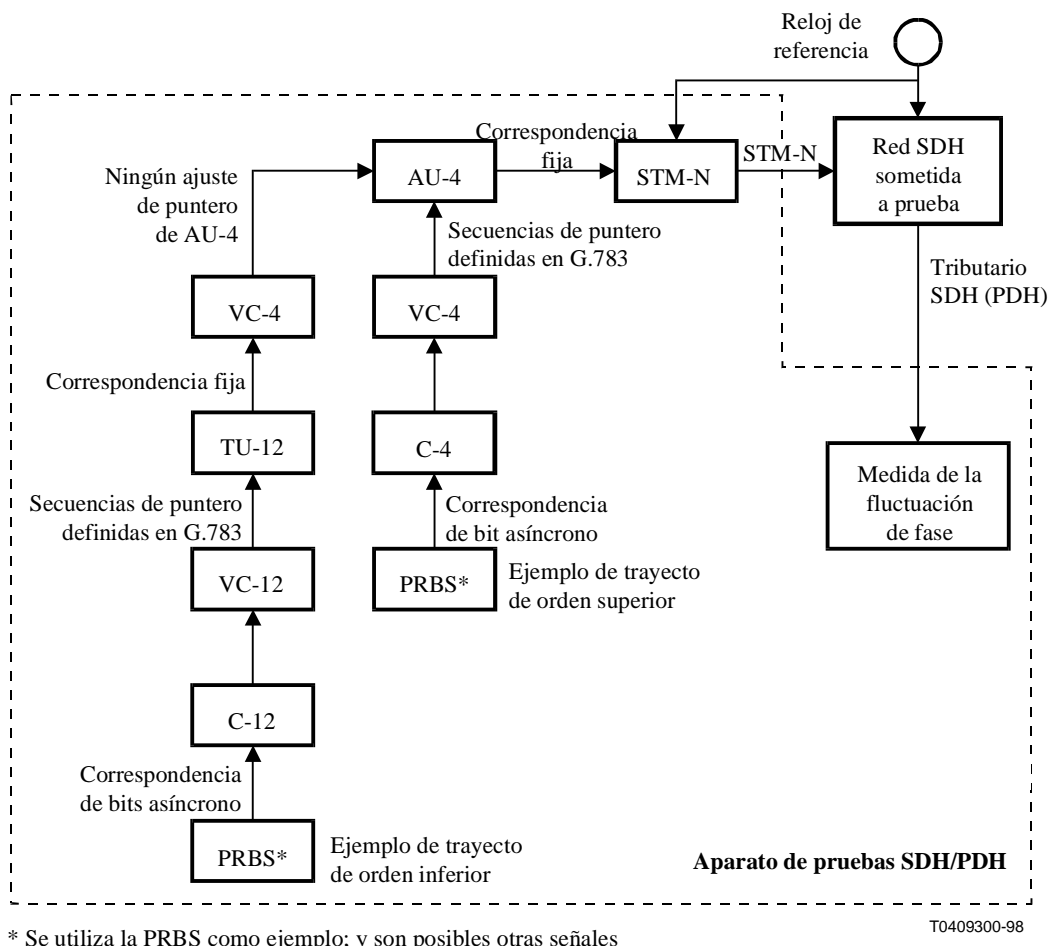


Figura III.1/O.172 – Diagrama funcional de bloques de la generación de secuencias de pruebas de puntero

Para generar una secuencia de pruebas de puntero de la Recomendación G.783 [5], las capacidades del aparato de pruebas, la configuración de la prueba y el usuario del aparato de pruebas han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se deben sincronizar el elemento de red y el aparato de pruebas SDH/PDH a partir del mismo reloj de referencia, con objeto de eliminar los eventos de justificación de puntero no controlados que interferirían con los resultados.
- En la medición la fluctuación de fase correspondida y de puntero combinada, debe ser posible establecer la frecuencia de la secuencia de binaria pseudoaleatoria (PRBS, *pseudo random binary sequence*) PDH dentro de las gamas de desviación PDH definidas en la Recomendación G.703 [2].
- En la medición de la fluctuación de fase correspondida solamente, debe ser posible suprimir las acciones de justificación del puntero.
- Para generar la secuencia de relleno de bits para la correspondencia de bits asíncronos, debe poderse generar las justificaciones de una sola polaridad a intervalos regulares.
- Para crear secuencias de pruebas de puntero TU-m de orden inferior, se debe fijar el puntero de AU-n de orden superior.
- Las "secuencias de puntero" y las funciones "correspondencia de bits" conllevan desplazamientos de frecuencia entre los relojes que temporizan los diversos bloques funcionales.

APÉNDICE IV

Respuesta de la función de medición de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase total

IV.1 Introducción

En 9.3.2 se especifican los filtros para la medición de la fluctuación de fase de tributarios SDH. Estas especificaciones se formulan en términos de límites de los parámetros de filtro individuales tales como la frecuencia de corte a -3 dB, la tolerancia de frecuencia, la ondulación de la banda de paso, etc.

Estos parámetros hacen suponer que existen algunos límites equivalentes en las respuestas en frecuencia totales de la función de medición de la fluctuación de fase. En este apéndice se ilustra el modo en que pueden combinarse los parámetros de filtro individuales dentro de una respuesta en frecuencia única cuyas características están acotadas por límites de la plantilla.

IV.2 Parámetros del filtro de medición

En el cuadro IV.1 se resumen los parámetros del filtro de medición y sus definiciones. Si en las descripciones siguientes de los límites de la plantilla no se especifica el valor de un parámetro concreto, deberá utilizarse el valor por defecto dado en el cuadro IV.1.

Cuadro IV.1/O.172 – Resumen de los parámetros de la especificación del filtro de medición

Parámetro del filtro de medición	Definición del parámetro
n	Orden del filtro (n = 1 significa primer orden; n = 3, tercer orden).
f_x	Frecuencia nominal de corte a -3 dB, o anchura de banda.
a	Tolerancia de la frecuencia de corte fraccional (\pm). Valor por defecto: no se especifica.
f_p	Frecuencia del segundo polo del filtro. Valor por defecto: 0 para paso alto; (infinito) para paso bajo.
g	Tolerancia de ganancia plana fraccional de 9.3.2 (c).
r	Ondulación de la banda de paso (\pm) en dB. Valor por defecto: 0.
c	Mínima atenuación máxima en dB. Valor por defecto: no se especifica.

IV.3 Límites de la plantilla para la respuesta del filtro de medición paso alto

Los límites superior e inferior de la plantilla para la respuesta en frecuencia son los $Upper(f)$ y $Lower(f)$ que se definen a continuación. Estas plantillas se aplican a la gama de frecuencias $f < 10 f_x$.

$$Upper(f) = \begin{cases} U(f) + r, & f > f_x \\ -c, & U(f) < -c \\ U(f), & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

donde:

$$U(f) = 20 \log \left[\frac{((1+g)f)^n}{\sqrt{f^{2n} + ((1-a)f_x)^{2n}}} \right] \quad [IV-1]$$

$$Lower(f) = \begin{cases} L(f) - r, & f > f_x \\ -\infty, & L(f) < -c \\ L(f), & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

donde:

$$L(f) = 20 \log \left[\frac{((1+g)f)^n}{\sqrt{f^{2n} + ((1-a)f_x)^{2n}}} \frac{f}{\sqrt{f^2 + f_p^2}} \right] \quad [IV-2]$$

IV.3.1 Filtro paso alto para la medición de la fluctuación de fase de tributarios SDH

A título de ejemplo, el filtro de medición de la fluctuación de fase de tributarios SDH especificado para 2048 kbit/s tiene los parámetros $n = 1$, $f_x = 20$ Hz, $a = 0,1$, $f_p = 0,1$ Hz, $g = 0,07$, $r = 0$ y $c = 60$ dB. Los límites superior e inferior de la plantilla para la respuesta en frecuencia de la función de medición de la fluctuación de fase son entonces los que se ilustran en la figura IV.1.

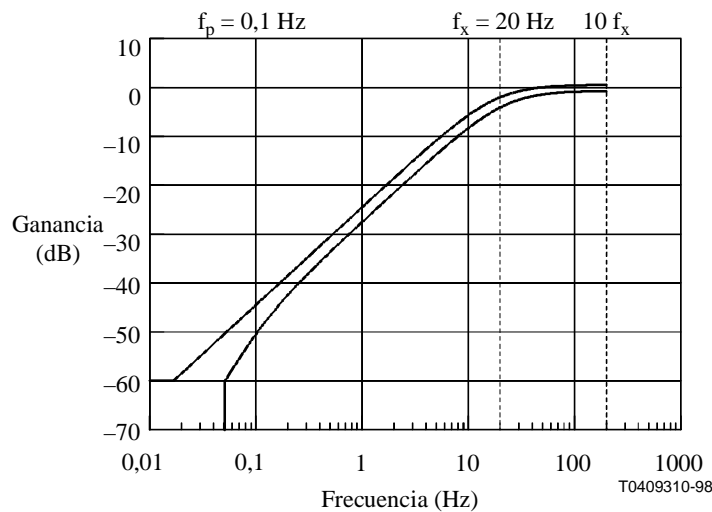


Figura IV.1/O.172 – Límites de la plantilla del filtro paso alto en 20 Hz para la medición de la fluctuación de fase a 2048 kbit/s

APÉNDICE V

Verificación de los algoritmos de cálculo del MTIE y de la TDEV

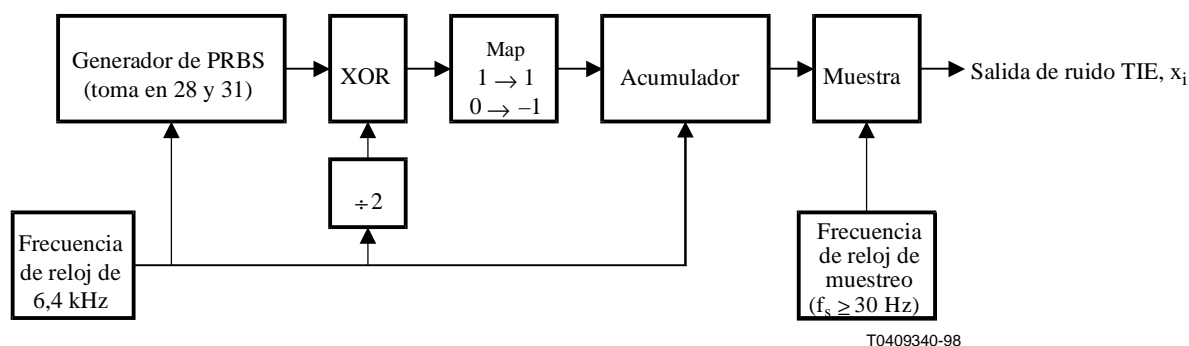
V.1 Descripción funcional de la fuente de ruido de TIE

Para verificar la precisión de los algoritmos de cálculo de MTIE y TDEV autónomos (véanse 10.3.2 y 10.4.2) se puede utilizar una fuente de ruido TIE definida.

Las especificaciones de la precisión de los algoritmos de cálculo de MTIE y TDEV (véanse 10.3.2 y 10.4.2) se aplican a todas las posibles formas de onda de TIE a partir de las cuales se calculan el MTIE y la TDEV. Ya que no resulta práctico probar muchas formas de onda, el generador de secuencia de TIE que aquí se describe puede utilizarse para verificar la precisión del algoritmo. Genera un ruido de fase "recorrido incremental aleatorio" que es característico de la fluctuación lenta de fase que aparece en una red SDH. En la figura V.1 se presenta un diagrama funcional de bloques.

El generador de TIE se basa en generador de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS) de 31 etapas. La salida del generador PRBS es una secuencia pseudoaleatoria de unos y ceros. La salida del generador de TIE es una serie de números x_i a una velocidad f_s , donde los números representan nanosegundos (ns) y f_s no es inferior a 30 Hz.

La forma de onda TIE resultante tiene una densidad espectral de potencia de $1/f^2$ y una distribución normal (es decir, gaussiana) de $2,5\sigma$, donde σ es la desviación típica. Hay que señalar que, aunque la frecuencia del reloj del sistema es 6,4 kHz, los números x_i son generados a una velocidad inferior a f_s mediante submuestreo. Como esta fuente produce una señal de ruido TIE que repite después de 671 000 segundos, resulta válida para aplicar los algoritmos de TDEV a intervalos de observación, τ , de hasta 56 000 segundos.



T0409340-98

Figura V.1/O.172 – Fuente de ruido TIE utilizada para verificar los algoritmos de cálculo de MTIE y TDEV

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
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación