



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

O.173

(03/2003)

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
para sistemas digitales basados en la red óptica
de transporte**

Recomendación UIT-T O.173

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.173

Aparato de medida de la fluctuación de fase para sistemas digitales basados en la red óptica de transporte

Resumen

En esta Recomendación se especifica el instrumental que se utiliza para generar y medir la fluctuación de fase en los sistemas digitales basados en la red óptica de transporte (OTN). No se tratan los requisitos de medición para las interfaces de cliente, por ejemplo las interfaces de línea SDH.

A fin de asegurar la coherencia de los resultados que arrojen los equipos de diferentes fabricantes, se impone la observancia de los requisitos especificados en esta Recomendación para las características de los aparatos de medición de la fluctuación de fase.

Orígenes

La Recomendación UIT-T O.173, preparada por la Comisión de Estudio 4 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 29 de marzo de 2003.

Palabras clave

Fluctuación de fase de salida, función transferencia de la fluctuación de fase, generación de la fluctuación de fase, medición de la fluctuación de fase, tolerancia a la fluctuación de fase de entrada, tolerancia a la fluctuación lenta de fase a la entrada.

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 Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), 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 1 de la AMNT.

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 "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

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 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	1
4 Acrónimos	2
5 Diagrama de bloques funcionales.....	2
6 Interfaces.....	3
6.1 Interfaces ópticas	3
6.2 Interfaces eléctricas	3
6.3 Entrada del reloj de referencia externo.....	3
6.4 Sensibilidad de la interfaz de entrada.....	3
7 Función generación de la fluctuación de fase.....	4
7.1 Fuente de modulación.....	4
7.2 Generador de reloj	4
7.3 Generador de secuencias de prueba digital	4
7.4 Capacidad mínima de la generación de la fluctuación de fase.....	4
7.5 Exactitud de la generación.....	5
8 Función medición de la fluctuación de fase	6
8.1 Señal de referencia de temporización.....	6
8.2 Capacidades de medición	7
8.3 Anchos de banda para la medición.....	8
8.4 Exactitud de las mediciones	8
8.5 Salida analógica.....	10
8.6 Exactitud de las mediciones de la transferencia de la fluctuación fase.....	10
9 Entorno de funcionamiento	10

Introducción

El ritmo de determinadas características de la señal o calidad de funcionamiento de la temporización de las redes ópticas de transporte (OTN) y los elementos de equipo OTN se especifican en la Rec. UIT-T G.8251, mediante parámetros de fluctuación de fase rápida y fluctuación de fase lenta. En esta Recomendación se especifican las diferentes características de los aparatos de medición de la fluctuación de fase necesarias para cumplir los requisitos de la Rec. UIT-T G.8251 y para efectuar otras pruebas y mediciones.

Si bien se dan los requisitos de funcionamiento y las características de los equipos de medición, no se trata su configuración en una realización, asunto que diseñadores y usuarios deben estudiar con cuidado. En particular, no es necesario suministrar en un solo dispositivo todas las características descritas en esta Recomendación. Los usuarios pueden elegir las funciones que mejor correspondan a sus aplicaciones.

Recomendación UIT-T O.173

Aparato de medida de la fluctuación de fase para sistemas digitales basados en la red óptica de transporte

1 Alcance

En esta Recomendación se especifica el instrumental de prueba que se utiliza para generar y medir la fluctuación de fase en los sistemas digitales basados en la red óptica de transporte (OTN, *optical transport network*).

Los equipos de prueba constan principalmente de una función medición de la fluctuación de fase y una función generación de la fluctuación de fase. Las mediciones se hacen en la capa física de las interfaces de nodo de red (NNI, *network node interfaces*) de la OTN. Para realizar ciertos tipos de medición, puede que también sea necesario emplear una serie de pruebas de la tasa de errores en los bits, integrada en la instrumentación o en otro aparato.

Se recomienda leer las Recomendaciones UIT-T G.8251 [1] y G.709 [5] junto con 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. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] Recomendación UIT-T G.8251 (2001), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en la red óptica de transporte*.
- [2] Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización*.
- [3] Recomendación UIT-T G.959.1 (2001), *Interfaces de capa física de red óptica de transporte*.
- [4] Recomendación UIT-T G.703 (2001), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas*.
- [5] Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces para la red óptica de transporte*.
- [6] Recomendación UIT-T O.172 (2001), *Aparato de medida de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase para sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona*.
- [7] Recomendación UIT-T O.3 (1992), *Condiciones climáticas y pruebas pertinentes para los aparatos de medida*.

3 Definiciones

Esta Recomendación define los términos siguientes (véase la Rec. UIT-T G.810 [2]).

3.1 fluctuación de fase de temporización: Variaciones breves de los instantes más significativos de la señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo ("breves" significa que las oscilaciones de la fase tienen una frecuencia igual o superior a 10 Hz).

3.2 fluctuación lenta de fase: Variaciones largas de los instantes más significativos de la señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo ("largas" significa que las oscilaciones de la fase tienen una frecuencia inferior a 10 Hz).

Cabe tener en cuenta que la Rec. UIT-T G.810 [2] ofrece otras definiciones y acrónimos, que se utilizan en las Recomendaciones relativas a la temporización y la sincronización. Asimismo, fundamenta la necesidad de limitar las variaciones de la fase y las degradaciones en los sistemas digitales.

4 Acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

OPUk	Unidad k de cabida útil de canal óptico (<i>optical channel payload unit-k</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
OTUk	Unidad k de transporte de canal óptico completamente normalizada (<i>completely standardized optical channel transport unit-k</i>)
ppm	Partes por millón
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo random binary sequence</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
UI	Intervalo unitario (<i>unit interval</i>)
UI _{pp}	Intervalo unitario cresta a cresta (<i>unit interval peak-to-peak</i>)

5 Diagrama de bloques funcionales

La figura 1 muestra la forma general del instrumental mediante un diagrama de bloques de las principales funciones que se tratan en esta Recomendación. La figura no corresponde a ninguna implementación específica.

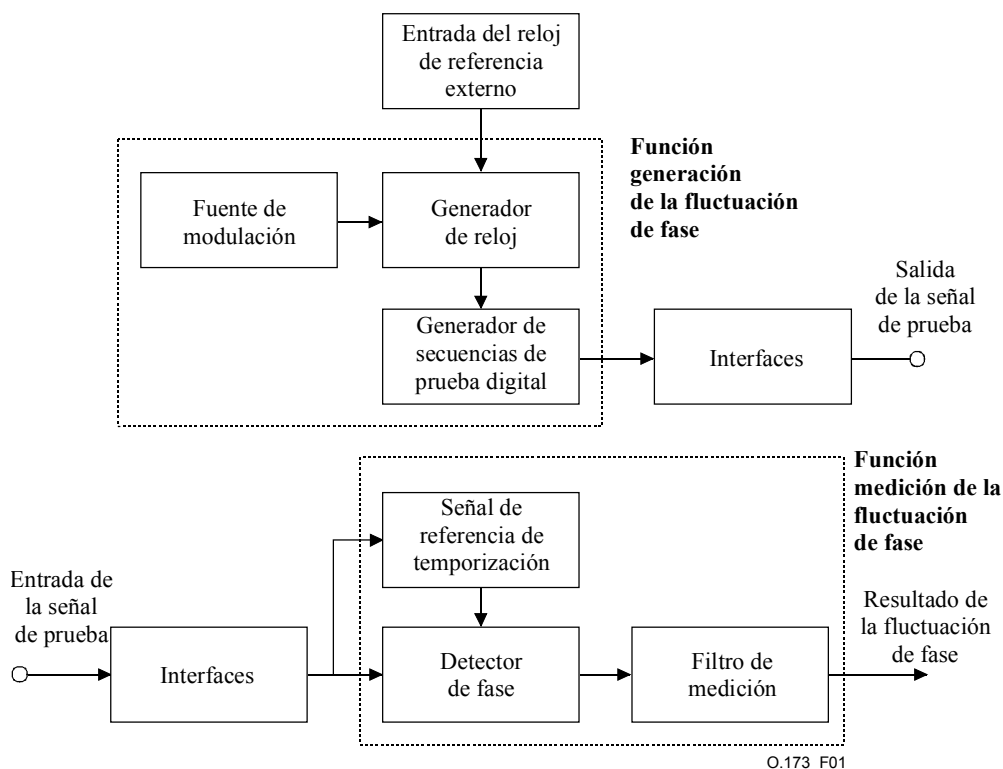


Figura 1/O.173 – Diagrama de bloques funcionales para la serie de pruebas de la fluctuación de fase

6 Interfaces

6.1 Interfaces ópticas

El aparato funcionará a una o más de las siguientes velocidades binarias OTUk, con las correspondientes características de interfaz óptica definidas en la Rec. UIT-T G.959.1 [3].

- OTU1 255/238 * 2 488 320 kbit/s ≈ 2 666 057,143 kbit/s
- OTU2 255/237 * 9 953 280 kbit/s ≈ 10 709 225,316 kbit/s
- OTU3 255/236 * 39 813 120 kbit/s ≈ 43 018 413,559 kbit/s

6.2 Interfaces eléctricas

Como opción y si el aparato digital tiene ese acceso, la función medición de la fluctuación de fase puede medir la fluctuación de fase en el puerto de salida de la señal del reloj eléctrico.

6.3 Entrada del reloj de referencia externo

El aparato de medición aceptará señales de referencia de datos a velocidades binarias de 1544 kbit/s o 2048 kbit/s. Si acepta la velocidad de 2 048 kbit/s, también aceptará la señal de referencia de 2048 kHz. Las características de señal de reloj se ajustarán a la Rec. UIT-T G.703 [4].

6.4 Sensibilidad de la interfaz de entrada

La función medición de la fluctuación de fase es obligatoria para el funcionamiento satisfactorio con las condiciones de entrada especificadas en la Rec. UIT-T G.959.1 [3].

7 Función generación de la fluctuación de fase

Las pruebas de los equipos OTN se pueden hacer con una señal digital que tenga o no fluctuación de fase, lo que exige un generador de secuencias de prueba digital, un generador de reloj y una fuente de modulación, como se indica en la figura 1.

7.1 Fuente de modulación

La fuente de modulación, obligatoria para realizar las pruebas ajustándose a las Recomendaciones pertinentes, puede estar integrada en el generador de reloj y/o el generador de secuencias de prueba digital o en otro aparato. En esta Recomendación, la fuente de modulación es sinusoidal.

7.2 Generador de reloj

Con la señal proporcionada por la fuente de modulación se podrá modular en fase el generador de reloj e indicar la desviación de fase cresta a cresta de la señal modulada.

La fluctuación de fase cresta a cresta generada y las frecuencias de modulación cumplirán los requisitos mínimos del cuadro 1 y la figura 1.

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

7.2.1 Precisión del generador de reloj

La desviación de frecuencia de la señal del reloj interno con respecto a su valor nominal será inferior a:

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

Como opción, el generador de reloj puede proporcionar una desviación de frecuencia ajustable, de magnitud suficiente como para facilitar la prueba en toda la gama de tolerancias del reloj del equipo en prueba, por ejemplo, de ± 10 ppm a ± 100 ppm.

La función generación se podrá enganchar en fase con un reloj de referencia externo de precisión arbitraria, véase también 7.3.

7.3 Generador de secuencias de prueba digital

El generador de secuencias de prueba digital proporcionará señales OTUk con la estructura de trama y la cabida útil para las correspondencias NULL y señal de prueba PRBS, de conformidad con las subcláusulas 17.4.1 y 17.4.2 de la Rec. UIT-T G.709/Y.1331 [5].

7.4 Capacidad mínima de la generación de la fluctuación de fase

La característica de amplitud/frecuencia de la fluctuación de fase de la función generación cumplirá los requisitos mínimos de la figura 2 y el cuadro 1.

Cuadro 1/O.173 – Valor mínimo de la amplitud de la fluctuación de fase generada ajustable en función de su frecuencia para señales OTUk

Señal	Amplitud mínima cresta a cresta de la fluctuación de fase (UIpp)			Frecuencias (Hz) de detección de la fluctuación de fase				
	A ₁	A ₂	A ₃	f ₀	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄
OTU1	20	2	0,2	500	5 k	100 k	1 M	20 M
OTU2	20	2	0,2	2 k	20 k	400 k	4 M	80 M
OTU3	20	8	0,2	8 k	20 k	400 k	16 M	320 M

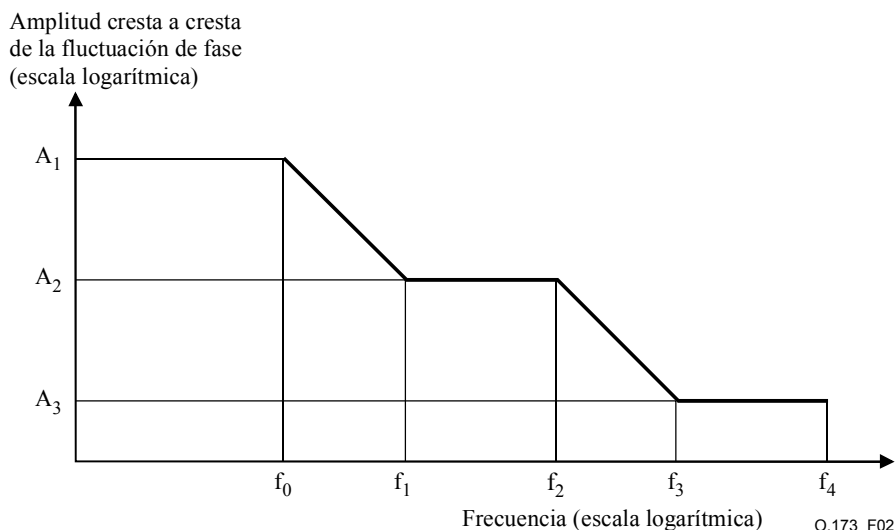


Figura 2/O.173 – Amplitud de la fluctuación de fase generada en función de su frecuencia

7.5 Exactitud de la generación

La fuente de las señales de prueba será compatible con la función medición de la fluctuación de fase, de manera que la exactitud global de la medición no se deteriore sustancialmente. Para aumentar la exactitud de la generación hay que medir la fluctuación de fase aplicada a la unidad sometida a prueba mediante el dispositivo de medición de la fluctuación de fase apropiado.

La exactitud de la generación de la función generación de la fluctuación de fase depende de varios factores: el error intrínseco, la resolución fijada, la distorsión y el error de respuesta en frecuencia. Además, la lectura del valor fijado ocasiona un error.

7.5.1 Error de amplitud de la fase

El error de la amplitud de la generación de la fluctuación de fase sinusoidal será inferior a:

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

donde Q es un error variable especificado en el cuadro 2.

NOTA – Esta Recomendación excluye todo componente intrínseco de la fluctuación de fase de banda ancha/fluctuación lenta de fase.

Cuadro 2/O.173 – Error variable (Q) de la generación de la fluctuación de fase OTUk

Señal	Error, Q	Gama de frecuencias
OTU1	±10%	500 Hz a 5 kHz
	±8%	> 5 kHz a 500 kHz
	±12%	> 500 kHz a 2 MHz
	±15%	> 2 MHz a 20 MHz
OTU2	±10%	2 kHz a 20 kHz
	±8%	> 20 kHz a 500 kHz
	±12%	> 500 kHz a 2 MHz
	±15%	> 2 MHz a 80 MHz
OTU3	FFS	FFS
NOTA – FFS = En estudio.		

7.5.2 Error de pendiente de la fase

El error de pendiente de la fase cresta a cresta y en bandas limitadas expresado en UI/s será inferior a:

$$\frac{(\pm 2,5 \cdot Q\% \text{ del valor fijado } \pm 0,05 \text{ UIpp}) \cdot 2\pi f_m}{\sqrt{1 + (f_m/f_{3dB})^2}}$$

para los valores comprendidos entre:

$$10 \text{ Hz} \leq f_m \leq 2 f_3$$

donde f_m es la frecuencia de modulación, $f_{3dB} = 2 \cdot f_3 \pm 10\%$ es el ancho de banda del filtro paso bajo, f_3 se define en el cuadro 1, y Q es un error variable especificado en el cuadro 2.

En el anexo B/O.172 [6] se define el error de pendiente de la fase cresta a cresta y en bandas limitadas.

NOTA – Esta Recomendación incluye armónicos de modulación (dentro del ancho de banda del filtro paso bajo) debidos a la distorsión, pero excluye todo componente intrínseco de la fluctuación de fase de banda ancha.

7.5.3 Fluctuación de fase intrínseca de la función generación

Las fluctuaciones de fase intrínsecas de la función generación de la fluctuación de fase medidas en los anchos de banda f_1 - f_4 , definidos en el cuadro 1 y con la amplitud puesta a cero, será inferior a:

0,04 UIpp para una señal OTUk de salida, con la estructura de trama definida en 7.3.

0,02 UIpp para una señal de reloj.

8 Función medición de la fluctuación de fase

8.1 Señal de referencia de temporización

La señal de referencia de temporización es obligatoria para el detector de fase. Para las mediciones de extremo a extremo de la fluctuación de fase, esta señal se obtiene de la función medición de la fluctuación de fase a partir de las secuencias de prueba digital a la entrada. Para las mediciones en bucle, se obtiene de una fuente de reloj adecuada.

8.2 Capacidades de medición

8.2.1 Gama de medición

La función medición de la fluctuación de fase medirá la fluctuación de fase cresta a cresta. Las gamas de medición que hay que suministrar son opcionales, pero por razones de compatibilidad, la característica amplitud/frecuencia de la fluctuación de fase de la función medición de la fluctuación de fase cumplirá los requisitos mínimos especificados en la figura 3 y el cuadro 3. Las frecuencias f_0 a f_4 definen la gama de frecuencias de fluctuación de fase que hay que medir; como opción, se puede ofrecer la capacidad de medición en la gama de frecuencias por debajo de f_1 .

NOTA – El uso de la función medición de la fluctuación de fase en una gama de frecuencias continua de f_0 a f_4 es opcional.

Cuadro 3/O.173 – Valor mínimo de la amplitud medida de la fluctuación de fase en función de su frecuencia para señales OTUK

Señal	Amplitud mínima cresta a cresta de la fluctuación de fase (UIpp)			Frecuencias (Hz) de detección de la fluctuación de fase				
	A_1	A_2	A_3	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4
OTU1	20	2	0,2	500	5 k	100 k	1 M	20 M
OTU2	20	2	0,2	2 k	20 k	400 k	4 M	80 M
OTU3	20	8	0,2	8 k	20 k	400 k	16 M	320 M

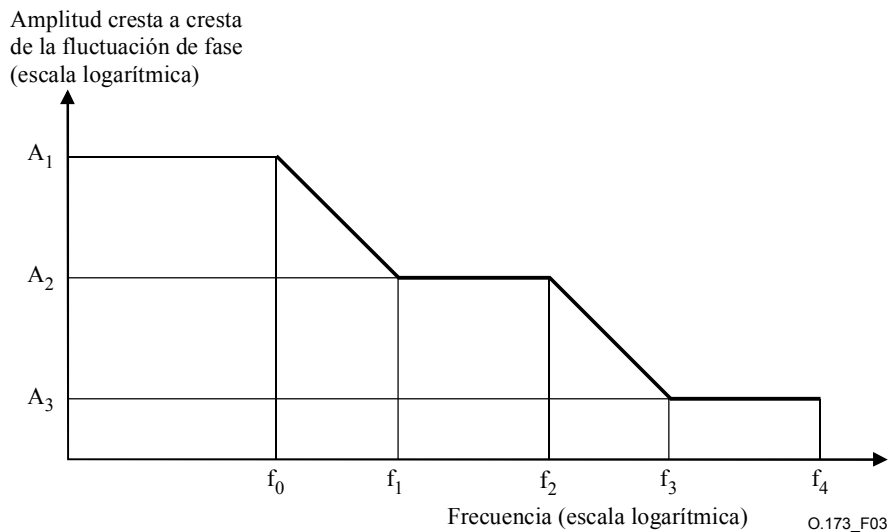


Figura 3/O.173 – Amplitud medida de la fluctuación de fase en función de su frecuencia

8.2.2 Umbral seleccionable

Al medir la fluctuación de fase cresta a cresta, se contarán el número de veces y el periodo de tiempo durante los que se rebasa un valor umbral de fluctuación de fase, que es seleccionable. Como opción, estos datos se pueden tomar con un contador externo o un contador interno.

El umbral se fijará a cualquier valor seleccionado dentro de la gama de medición de la función medición de la fluctuación de fase.

8.3 Anchos de banda para la medición

Hay que limitar los anchos de banda para la medición a fin de medir los espectros de fluctuación de fase especificados en la Rec. UIT-T G.8251. Los anchos de banda f_1 - f_4 o f_3 - f_4 de la función medición de la fluctuación de fase cumplirán el cuadro 4.

Cuadro 4/O.173 – Anchos de banda para la función medición de la fluctuación de fase para señales OTUk

Señal	Ancho de banda de la función 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
OTU1	5 k	1 M	20 M
OTU2	20 k	4 M	80 M
OTU3	20 k	16 M	320 M

8.3.1 Respuesta en frecuencia de la función medición de la fluctuación de fase

La respuesta de todos los filtros dentro de la banda de paso será la que permita cumplir los requisitos de exactitud de la función medición de la fluctuación de fase (véase 8.4).

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

- Los filtros de medición paso alto con frecuencias de corte f_1 y f_3 tienen una característica de primer orden y un régimen de caída de 20 dB/década.
- Las frecuencias de corte nominales f_1 y f_3 para cada velocidad binaria se especifican en el cuadro 4, y el punto nominal de -3 dB de los filtros de medición está en las frecuencias $f_1 \pm 10\%$ y $f_3 \pm 10\%$, respectivamente.
- 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.
- La frecuencia de corte nominal f_4 para cada velocidad binaria se especifica en el cuadro 4, y el punto de -3 dB del filtro de medición está en la frecuencia $f_4 \pm 10\%$.
- La atenuación máxima de los filtros de medición será de al menos 60 dB.

Estos requisitos funcionales para la medición de la fluctuación de fase son compatibles con la Rec. UIT-T G.8251 [1].

8.4 Exactitud de las mediciones

8.4.1 Exactitud de los resultados de las mediciones

La exactitud de las mediciones de la función medición de la fluctuación de fase depende de varios factores: el error intrínseco fijo, el error de respuesta en frecuencia y los errores dependientes de las secuencias de prueba digital que introducen los circuitos internos de referencia de temporización. Además, la lectura del valor fijado ocasiona un error.

Es necesario que el desplazamiento de frecuencia de la señal de entrada, que se ajusta a los límites definidos en la Rec. UIT-T G.8251 [1] para las velocidades binarias OTUk, no afecte la exactitud de las mediciones de la fluctuación de fase.

La exactitud de las mediciones se especifica mediante una señal óptica, de conformidad con la Rec. UIT-T G.959.1 [3], que tiene un valor de potencia nominal en la gama -10 dBm a -12 dBm, y la estructura de señal definida en 7.3.

El error de medición total tiene será inferior a:

$$\pm R\% \text{ de la lectura} \pm W$$

donde R es el error variable especificado en el cuadro 6, y W es el error fijo del cuadro 5, e incluyen toda contribución aportada por la función extracción de temporización interna.

8.4.2 Error fijo

Para las velocidades binarias OTUK y las señales digitales indicadas, el error fijo de la función medición de la fluctuación de fase será el especificado en el cuadro 5 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 5 se definen en el cuadro 4.

Cuadro 5/O.173 – Error fijo (W) de las mediciones de la fluctuación de fase OTUK

Señal	Error máximo de la fluctuación de fase cresta a cresta (UIpp) para señales digitales dadas			
	Señal OTUK		Señal de reloj	
	f_1 - f_4	f_3 - f_4	f_1 - f_4	f_3 - f_4
OTU1	0,1	0,05	0,05	0,03
OTU2	0,15	0,05	0,05	0,03
OTU3	0,2	0,05	0,05	0,03

8.4.3 Error variable

En las frecuencias de fluctuación de fase situadas entre f_1 y f_4 , el error variable R adicional al especificado en 8.3.1 será el indicado en el cuadro 6. En el cuadro 4 se definen las frecuencias f_1 y f_4 utilizadas en el cuadro 6.

Cuadro 6/O.173 – Error variable (R) de las mediciones de la fluctuación de fase OTUK

Señal	Error, R	Gama de frecuencias
OTU1	$\pm 7\%$	$5 \text{ kHz} \leq f \leq 300 \text{ kHz}$
	$\pm 8\%$	$300 \text{ kHz} < f \leq 1 \text{ MHz}$
	$\pm 10\%$	$1 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ MHz}$
	$\pm 15\%$	$3 \text{ MHz} < f \leq 10 \text{ MHz}$
	$\pm 20\%$	$10 \text{ MHz} < f \leq 20 \text{ MHz}$
OTU2	$\pm 7\%$	$20 \text{ kHz} \leq f \leq 300 \text{ kHz}$
	$\pm 8\%$	$300 \text{ kHz} < f \leq 1 \text{ MHz}$
	$\pm 10\%$	$1 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ MHz}$
	$\pm 15\%$	$3 \text{ MHz} < f \leq 10 \text{ MHz}$
	$\pm 20\%$	$10 \text{ MHz} < f \leq 80 \text{ MHz}$
OTU3	FFS	FFS
NOTA – FFS = En estudio.		

8.5 Salida analógica

La función medición de la fluctuación de fase puede proporcionar una señal de salida analógica que permite hacer las mediciones con otro aparato, por ejemplo un osciloscopio o un analizador de espectro.

8.6 Exactitud de las mediciones de la transferencia de la fluctuación de fase

En la Rec. UIT-T G.8251 [1] se utiliza una curva de ganancia en función de la frecuencia para especificar las características de la transferencia de la fluctuación de fase en el equipo OTN, a fin de limitar la ganancia de transferencia máxima (P) y el ancho de banda de transferencia máximo (f_C). Esta curva se especifica en la gama de frecuencias de f_L a f_H . La exactitud de las mediciones de la transferencia de la fluctuación de fase depende de varios factores: la repetibilidad del comportamiento del generador de fluctuación de fase, la linealidad y la repetibilidad de comportamiento de los equipos de medición de la fluctuación de fase, y el ruido de fondo de la medición. Cuando la frecuencia de fluctuación de fase f_m es inferior a f_C , la exactitud de la medición dificulta la determinación de si se ha cumplido o no el requisito del límite de ganancia P. Cuando la frecuencia de fluctuación de fase f_m es superior a f_C , la exactitud de la medición dificulta la determinación de si se excede o no la curva de limitación de ancho de banda por encima de f_C .

El error total de medición en las gamas de frecuencias de fluctuación de fase $f_L = 0,01 = f_C$ y $f_H = 100 \cdot f_C$ o en f_4 , si f_4 es inferior a $100 \cdot f_C$, cuando se utiliza una amplitud de la fluctuación de fase a la entrada igual a la curva de tolerancia a la fluctuación de fase aplicable, será inferior a:

$$\pm 0,05 \text{ dB} \pm 0,12 \cdot g$$

donde g es la ganancia de la transferencia de la fluctuación de fase medida en la frecuencia de la fluctuación de fase f_m , en dB. Este error de medición es válido para g igual o superior a -45 dB. Cuando g es inferior a este valor, no se especifica la exactitud.

9 Entorno de funcionamiento

Cuando se trabaja en las condiciones meteorológicas descritas en 2.1/O.3 [7], es obligatorio cumplir los requisitos de funcionamiento.

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	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación