



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.811**

(09/97)

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

Sistemas de transmisión digital – Redes digitales –  
Objetivos de diseño para las redes digitales

---

**Características de temporización de los relojes  
de referencia primarios**

Recomendación UIT-T G.811

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES DE LA SERIE G DEL UIT-T

**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
<b><i>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</i></b>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
<b><i>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</i></b>	
<b><i>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</i></b>	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
Generalidades	G.700–G.709
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.710–G.719
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.720–G.729
Características principales de los equipos múltiplex primarios	G.730–G.739
Características principales de los equipos múltiplex de segundo orden	G.740–G.749
Características principales de los equipos múltiplex de orden superior	G.750–G.759
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.760–G.769
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.770–G.779
Características principales de los equipos múltiplex de la jerarquía digital síncrona	G.780–G.789
Otros equipos terminales	G.790–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
<b>Objetivos de diseño para las redes digitales</b>	<b>G.810–G.819</b>
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
Características de las redes con jerarquía digital síncrona	G.840–G.849
Red de gestión de las telecomunicaciones	G.850–G.859
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.999

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

## **RECOMENDACIÓN UIT-T G.811**

### **CARACTERÍSTICAS DE TEMPORIZACIÓN DE LOS RELOJES DE REFERENCIA PRIMARIOS**

#### **Resumen**

Esta Recomendación presenta los requisitos mínimos de los dispositivos de temporización utilizados como relojes de referencia primarios en las redes de sincronización. Dichas redes son las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y las redes de la jerarquía digital síncrona (SDH).

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.811 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 19 de septiembre de 1997.

#### **Palabras clave**

Calidad de funcionamiento en cuanto a fluctuación de fase, calidad de funcionamiento en cuanto a fluctuación lenta de fase, objetivos de calidad de funcionamiento de reloj, parámetros de calidad de funcionamiento de reloj, reloj.

## 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 "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 ha recibido/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 1998

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

	<i>Página</i>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Definiciones .....	2
4 Abreviaturas .....	2
5 Precisión de la frecuencia.....	2
6 Generación de ruido .....	2
6.1 Fluctuación lenta de fase .....	2
6.2 Fluctuación de fase .....	4
7 Discontinuidad de fase .....	4
8 Degradación de la calidad de funcionamiento de un PRC .....	4
9 Interfaces.....	4



## **CARACTERÍSTICAS DE TEMPORIZACIÓN DE LOS RELOJES DE REFERENCIA PRIMARIOS**

*(revisada en 1997)*

### **1 Alcance**

Esta Recomendación presenta los requisitos que deben cumplir los relojes de referencia primarios (PRC) para aportar sincronización a las redes digitales. Estos requisitos son aplicables en las condiciones ambientales normales especificadas para equipos digitales.

Un PRC típico proporciona la señal de referencia para la temporización o sincronización de otros relojes dentro de una red o sección de red. En concreto, el PRC puede proporcionar también la señal de referencia al reloj subordinado especificado en la Recomendación G.812 dentro de los nodos de red en que está situado el PRC. La presente Recomendación define la salida de un PRC, pero no es aplicable a la salida de un reloj subordinado alimentado directamente por un PRC. La precisión a largo plazo del PRC deberá mantenerse en una parte en  $10^{11}$ , verificada con el tiempo universal coordinado (UTC). Puede considerarse que un PRC es un reloj autónomo que funciona con independencia de otras fuentes. De manera alternativa, cabría pensar que el PRC es un reloj no autónomo disciplinado por señales de precisión derivadas del UTC, recibidas de un sistema radioeléctrico o de satélite. En cualquier caso, son aplicables los requisitos de precisión a largo plazo y estabilidad a corto plazo especificados en la presente Recomendación.

La precisión a largo plazo de una parte en  $10^{11}$  o mejor es adecuada cuando un solo PRC proporciona la señal de sincronización de referencia a todos los demás relojes de una red (modo de funcionamiento síncrono). En el modo seudosíncrono, es decir, cuando no todos los relojes de la red tienen su temporización vinculada al mismo PRC, la precisión a largo plazo depende del número de PRC de la red.

Si en una red se utiliza más de un PRC, es preciso aplicar un procedimiento estadístico para determinar la precisión de cada uno de ellos en esa red.

### **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.

- [1] Recomendación G.703 del CCITT (1991), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*
- [2] Recomendación UIT-T G.783 (1997), *Características de los equipos de la jerarquía digital síncrona.*
- [3] Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización.*
- [4] Recomendación G.812 del CCITT (1988), *Requisitos de temporización en las salidas de relojes subordinados adecuados para la explotación plesiócrona de enlaces digitales internacionales .*
- [5] Recomendación G.822 del CCITT (1988), *Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional.*
- [6] 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.*
- [7] 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.*
- [8] 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.*

### 3 Definiciones

Los términos y las definiciones utilizados en esta Recomendación figuran en la Recomendación G.810.

### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas:

CMI	Inversión de marcas codificada ( <i>coded mark inversion</i> )
FPM	Modulación de centelleo de fase ( <i>flicker phase modulation</i> )
MTIE	Máximo error en el intervalo de tiempo ( <i>maximum time interval error</i> )
NE	Elemento de red ( <i>network element</i> )
OAM	Operaciones y mantenimiento ( <i>operations and maintenance</i> )
PLL	Bucle de enganche de fase ( <i>phase locked loop</i> )
PRC	Reloj de referencia primario ( <i>primary reference clock</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SEC	Reloj de equipo de SDH ( <i>SDH equipment clock</i> )
SSMB	Octeto de mensaje de estado de sincronización ( <i>synchronization status message byte</i> )
STM	Módulo de transporte síncrono ( <i>synchronous transport module</i> )
TDEV	Desviación de tiempo ( <i>time deviation</i> )
UI	Intervalo unitario ( <i>unit interval</i> )
UTC	Tiempo universal coordinado ( <i>coordinated universal time</i> )
WFM	Modulación de frecuencia por ruido blanco ( <i>white frequency modulation</i> )

### 5 Precisión de la frecuencia

La desviación de frecuencia máxima permitida en periodos de observación superiores a una semana es de 1 parte en  $10^{11}$ , cualesquiera que sean las condiciones operativas aplicables.

### 6 Generación de ruido

La generación de ruido de un PRC representa la cantidad de ruido de fase producida a su salida. Una referencia adecuada, a efectos de comprobación práctica, implica un nivel de calidad de funcionamiento cuya estabilidad sea superior a la de los requisitos de salida. La capacidad del reloj de limitar este ruido viene dada por su estabilidad de frecuencia. Las medidas MTIE y desviación de tiempo (TDEV) sirven para caracterizar la calidad de funcionamiento por lo que se refiere a generación de ruido.

MTIE y TDVE se miden a través de un filtro de medición de paso bajo y primer orden equivalente a 10 Hz, con un tiempo máximo de muestreo  $\tau_0$  de 1/30 segundos. El periodo de medida mínimo de la TDEV es 12 veces el periodo de integración ( $T = 12\tau$ ). Para medidas con periodos de observación más largos, quizás se requiera otra anchura de banda del filtro y otro tiempo de muestreo, por consideraciones de tipo práctico.

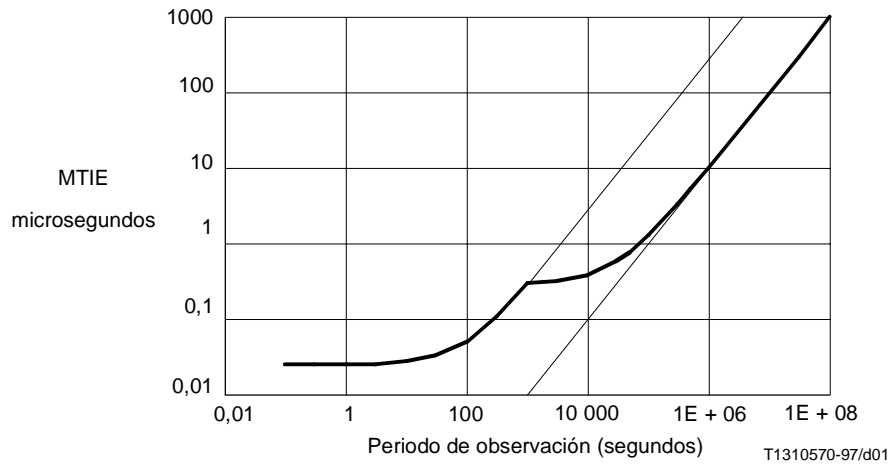
#### 6.1 Fluctuación lenta de fase

La fluctuación lenta de fase, expresada en MTIE y medida utilizando la configuración de reloj independiente definida en la figura 2a/G.810, deberá tener los siguientes límites:

$$\begin{array}{llll} \text{MTIE:} & 0,275 \times 10^{-3}\tau + 0,025 \mu\text{s} & \text{para} & 0,1 < \tau \leq 1000 \text{ s} \\ & 10^{-5}\tau + 0,29 \mu\text{s} & \text{para} & \tau > 1000 \text{ s} \end{array}$$



En la figura 1 se muestra la característica de requisitos resultante.

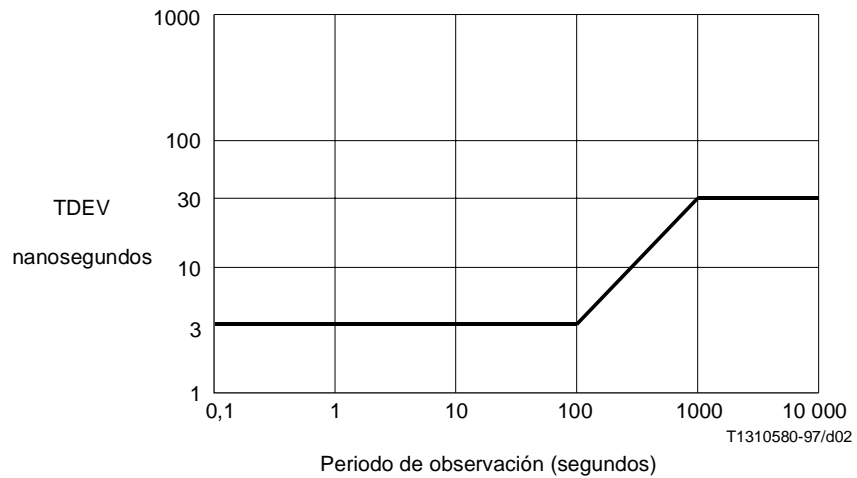


**Figura 1/G.811 – MTIE en función del periodo de observación (integración) τ**

La fluctuación lenta de fase, expresada en TDEV y medida utilizando la configuración de reloj independiente definida en la figura 2a/G.810, deberá tener los siguientes límites:

<b>TDEV:</b>	3 ns	para	$0,1 < \tau \leq 100 \text{ s}$
	$0,03 \tau \text{ ns}$	para	$100 < \tau \leq 1000 \text{ s}$
	30 ns	para	$1000 < \tau < 10\,000 \text{ s}$

En la figura 2 se muestra la característica de requisitos resultante.



**Figura 2/G.811 – TDEV en función del periodo de observación (integración) τ**

## 6.2 Fluctuación de fase

Si bien la mayoría de las características especificadas en esta Recomendación son independientes de la interfaz de salida en la que se miden, no ocurre lo mismo en el caso de la producción de fluctuación de fase; las especificaciones relativas a la generación de fluctuación de fase deben utilizar las especificaciones existentes, establecidas en la actualidad de manera diferente para diferentes velocidades de interfaz. Los requisitos se formulan de distinta manera para las interfaces a las que se refiere la cláusula 8. Por coherencia con otros requisitos de fluctuación de fase, las especificaciones se indican en UIpp, donde el UI es la inversa de la velocidad binaria de la interfaz.

La fluctuación de fase intrínseca en interfaces cuya salida es de 2048 kHz y 2048 kbit/s, medida durante un intervalo de 60 segundos, no deberá exceder de 0,05 UIpp cuando la medición se efectúe a través de un filtro de paso de banda unipolar con frecuencias de extremo a 20 Hz y 100 kHz.

La fluctuación de fase intrínseca en interfaces cuya salida es de 1544 kbit/s, medida durante un intervalo de 60 segundos, no deberá exceder de 0,015 UIpp cuando la medición se efectúe a través de un filtro de paso de banda unipolar con frecuencias de extremo a 10 Hz y 40 kHz.

## 7 Discontinuidad de fase

Los relojes de referencia primarios necesitan una fiabilidad muy alta y es probable que incluyan equipo repetido, a fin de asegurar la continuidad de salida. Sin embargo, toda discontinuidad de fase debida a operaciones internas en el reloj, no deberá producir más que un alargamiento o acortamiento de la anchura del intervalo de la señal de temporización y no provocar, en la salida del reloj, una discontinuidad de fase superior a 1/8 de UI a la salida del reloj. (Esto se refiere a las señales de salida a 1544 kbit/s, 2048 kbit/s o 2048 kHz.)

## 8 Degradación de la calidad de funcionamiento de un PRC

Si se aplica redundancia y la frecuencia de un reloj se aparta considerablemente de su valor nominal, deberá detectarse esta desviación y, a continuación, conmutar a un oscilador no degradado. La conmutación deberá llevarse a cabo antes de que se supere el requisito especificado en materia de MTIE o TDEV.

## 9 Interfaces

Los requisitos de la presente Recomendación están referidos a puntos de referencia que pueden ser puntos internos del equipo o del NE en el que está incorporado el PRC y, por ello, no necesariamente accesibles a efectos de medición o análisis por parte del usuario. La calidad de funcionamiento del PRC no se especifica, por tanto, en esos puntos de referencia internos sino más bien en la interfaz externa del equipo. Las interfaces de salida especificadas para el equipo en el que puede estar contenido el PRC son:

- interfaces a 2048 kHz de acuerdo con la cláusula 10/G.703 con los requisitos adicionales de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase que aquí se especifican;
- interfaces a 1544 kbit/s de acuerdo con la cláusula 2/G.703 con los requisitos adicionales de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase que aquí se especifican;
- interfaces a 2048 kbit/s de acuerdo con la cláusula 6/G.703 con los requisitos adicionales de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase que aquí se especifican;
- otras interfaces (tales como las de 8 kHz a 5 MHz de ondas sinusoidales) quedan en estudio.

Se señala que no todas las interfaces anteriores pueden ser implementadas en todos los equipos.

## **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
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
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 Z	Lenguajes de programación