



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.811

(11/1988)

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

Objetivos de diseño para las redes digitales

**Requisitos de temporización en las salidas de
relojes de referencia primarios adecuados para
la explotación plesiócrona de enlaces digitales
internacionales**

Reedición de la Recomendación G.811 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.5 (1989)

NOTAS

1 La Recomendación G.811 del CCITT se publicó en el fascículo III.5 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

REQUISITOS DE TEMPORIZACIÓN EN LAS SALIDAS DE RELOJES DE REFERENCIA PRIMARIOS ADECUADOS PARA LA EXPLOTACIÓN PLESIÓCRONA DE ENLACES DIGITALES INTERNACIONALES

(Melbourne, 1988)

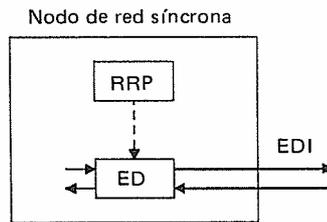
1 Generalidades

1.1 *Conexiones internacionales y consideraciones sobre la sincronización de la red*

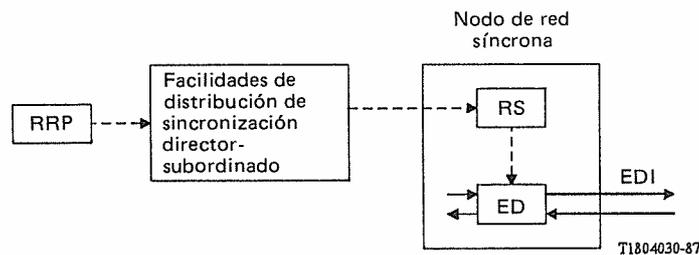
Las redes digitales nacionales, que pueden tener diversos tipos de organización de la sincronización interna, estarán normalmente conectadas mediante enlaces internacionales de funcionamiento plesiócrono. Los centros de conmutación internacionales (CCI) se interconectarán directa o indirectamente a través de uno o más CCI intermedios, como se indica en la conexión ficticia de referencia (XFR) representada en la figura 1/G.801.

Las conexiones internacionales terminan en nodos de red síncrona que pueden estar situados en el mismo emplazamiento que un reloj de referencia primario. Estos nodos de red pueden incluir relojes subordinados. Por tanto, las especificaciones de los relojes de nodos de red síncrona son esenciales para asegurar una explotación satisfactoria de los enlaces digitales internacionales plesiócronicos.

La figura 1/G.811 ilustra las dos conexiones internacionales alternativas antes descritas.



a) Caso 1 – Nodo de red síncrona que incluye un reloj de referencia primario



b) Caso 2 – Nodo de red síncrona que incluye un reloj de referencia primario

- RRP Reloj de referencia primario
- RS Reloj subordinado
- ED Equipo digital, tal como central digital o múldex digital
- EDI Enlace digital internacional

Nota – Deben estudiarse otros casos.

FIGURA 1/G/811

Conexiones internacionales que terminan en nodos de red síncrona

1.2 Objeto de la presente Recomendación

El objeto de esta Recomendación es especificar los requisitos de los relojes de referencia primarios, favorecer la comprensión de los correspondientes requisitos de temporización para la explotación plesiócrona de los enlaces digitales internacionales, y esclarecer la relación de los requisitos de los nodos de red síncrona, los relojes constitutivos y el empleo de sistemas de satélite.

Las Administraciones, pueden aplicar esta Recomendación, según su propio criterio a relojes de referencia primarios distintos de los utilizados en relación con los enlaces digitales internacionales.

1.3 Interacción entre explotación internacional plesiócrona y síncrona

Es importante que las Recomendaciones relativas a la explotación plesiócrona no excluyan la posibilidad de introducir más adelante la sincronización internacional.

Cuando coexistan la explotación plesiócrona y la síncrona dentro de la red internacional, los nodos tendrán que admitir ambos tipos de funcionamiento. Por esta razón, es importante que las señales de control de la sincronización no provoquen desviaciones a corto plazo en las exactitudes de los relojes, que son inadmisibles en la explotación plesiócrona. Las magnitudes de las desviaciones a corto plazo deberán ajustarse a las especificaciones del § 2.2.

1.4 Máximo error en el intervalo de tiempo y su relación con la desviación de frecuencia

El máximo error en el intervalo de tiempo (MEIT) es la máxima variación entre crestas del retardo temporal de una señal de temporización dada, con respecto a una señal de temporización ideal comprendida en un periodo de tiempo ideal (figura 2/G.811); por ejemplo, $MEIT(S) = \max x(t) - \min x(t)$ para todo t del intervalo S .

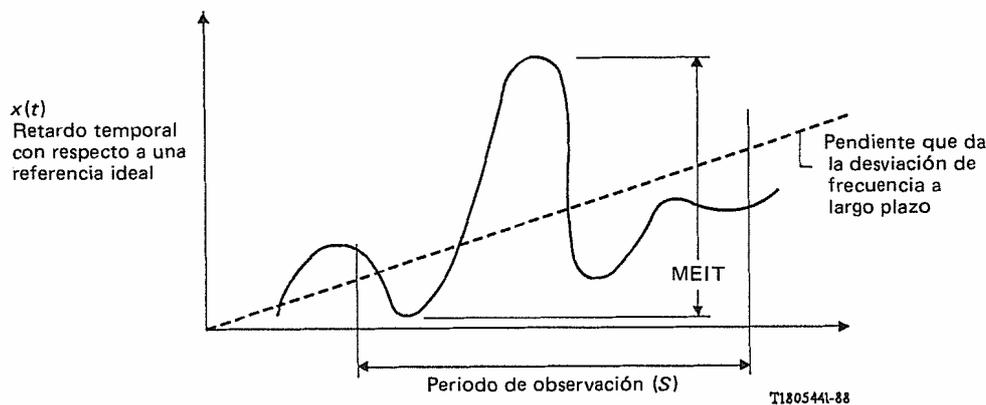


FIGURA 2/G.811

Definición de máximo error de intervalo de tiempo

La desviación de frecuencia a largo plazo ($\Delta f/f$) viene determinada por el cociente entre el MEIT y el intervalo de observación S , cuando S aumenta.

Nota – La definición rigurosa y la medición de la desviación de frecuencia a largo plazo en los relojes debe ser objeto de ulterior estudio.

2 Desviación de frecuencia a largo plazo y estabilidad de fase de los relojes de referencia primarios

Un reloj de referencia primario controla la sincronización de toda la red. Es necesario especificar la desviación de frecuencia a largo plazo y la estabilidad de fase del reloj de referencia primario, y formular directrices sobre los aspectos asociados a las características de degradación e indisponibilidad. La definición de reloj primario de referencia figura en la Recomendación G.810.

2.1 Desviación de frecuencia a largo plazo

Todos los relojes de referencia primarios deben ser diseñados para una desviación de frecuencia a largo plazo no superior a 10^{-11} . La desviación de frecuencia a largo plazo de 1×10^{-11} es unos dos órdenes de magnitud mayor que la incertidumbre del Tiempo Universal Coordinado (UTC). Por tanto, el UTC debe ser la referencia para la desviación de frecuencia a largo plazo. (Véase el Informe 898 del CCIR.)

La tasa media teórica a largo plazo de aparición de deslizamientos de trama o de octetos controlados (es decir, la tasa de deslizamientos de diseño, basada en condiciones ideales, sin perturbaciones) en cualquier canal a 64 kbit/s no será, en consecuencia, superior a uno cada 70 días por cada enlace internacional digital (véase la Recomendación G.822).

Nota 1 – Algunas Administraciones, basándose en la actual tecnología de los relojes primarios de referencia, son partidarias de que la desviación de frecuencia de un reloj de referencia primario no sea superior a 7×10^{-12} .

Nota 2 – La tecnología del haz de cesio permite obtener relojes de referencia primarios que cumplen esta especificación.

2.2 *Estabilidad de fase*

La estabilidad de fase de un reloj puede describirse por sus variaciones de fase, que a su vez pueden dividirse en un cierto número de componentes:

- discontinuidades de fase debidas a perturbaciones transitorias;
- variaciones de fase a largo plazo (fluctuación lenta de fase y desviación integrada de frecuencia);
- variaciones de fase a corto plazo (fluctuación de fase).

En el anexo A a esta Recomendación se describe un modelo de estabilidad de fase para relojes de referencia primarios.

2.2.1 *Discontinuidades de fase*

Los relojes de referencia primarios necesitan una fiabilidad muy alta y es probable que incluyan equipo duplicado, 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 causará una discontinuidad superior a 1/8 de intervalo unitario a la salida del reloj. (Esto se refiere a las señales de salida a 1544 kbit/s o 2048 kHz del § 4. La especificación de otros interfaces está en estudio.)

2.2.2 *Variaciones de fase a largo plazo*

La máxima variación de fase a largo plazo admisible de la salida de un reloj de referencia primario (sinusoidal o por impulsos), cuya salida se expresa mediante el MEIT.

El MEIT en un periodo de S segundos no excederá los siguientes límites:

- a) $100 S$ ns durante el intervalo $0,05 < S \leq 5$
- b) $(5 S + 500)$ ns durante el intervalo $5 < S \leq 500$
- c) $(0,01 S + X)$ ns para valores de $S > 500$.

La asíntota designada por 10^{-11} se refiere a la desviación de frecuencia a largo plazo especificada en el § 2.1.

El valor de X está en estudio. Se recomienda de forma provisional que $X = 3000$ ns. Ciertas Administraciones respaldan un valor de 1000 ns.

Nota 1 – Para la medición de las variaciones de fase a largo plazo, se sugiere la utilización de un filtro paso bajo de 10 Hz.

Nota 2 – La Recomendación sobre el MEIT requiere ulterior estudio.

Nota 3 – La especificación global se muestra en la figura 3/G.811.

2.2.3 *Variaciones de fase a corto plazo*

Existen hoy en día realizaciones prácticas de relojes que pueden presentar algunas componentes de inestabilidad de alta frecuencia. Está en estudio la especificación de la máxima variación de fase admisible a corto plazo de un reloj de referencia primario debida a la fluctuación de fase.

3 **Degradación del comportamiento de un reloj de referencia primario**

Para conseguir la alta fiabilidad requerida, un reloj de referencia primario está dotado de redundancia, por ejemplo, con la incorporación de varios osciladores de haz de cesio, utilizándose en un momento dado la salida de uno solo de ellos. Si la frecuencia se desvía considerablemente del valor nominal, debe detectarse esta desviación y efectuarse la conmutación a un oscilador no degradado lo antes posible. Esta conmutación debe realizarse antes de excederse la especificación de MEIT.

Con la actual tecnología, la precisión de un reloj de referencia primario está estadísticamente muy por debajo de la especificación del MEIT de la figura 3/G.811.

4 Interfaces

El interfaz preferido para la señal de temporización cumple la Recomendación G.703, § 10, es decir, un interfaz a 2048 kHz. Por acuerdo entre las entidades de explotación o los fabricantes de equipo, la señal de temporización puede entregarse igualmente en otros interfaces físicos diferentes (por ejemplo, señal de velocidad primaria 1544 kbit/s, 1 MHz, 5 MHz o 10 MHz).

5 Utilización de sistemas de satélite en una red digital plesiócrona internacional

Se recomienda que el enlace se haga funcionar en un modo plesiócrono utilizando una fuente de gran exactitud (1×10^{-11}) para la temporización AMDT por satélite. Los enlaces por satélite internacionales terminarán en nodos de red cuya temporización cumpla las Recomendaciones G.823 y G.824.

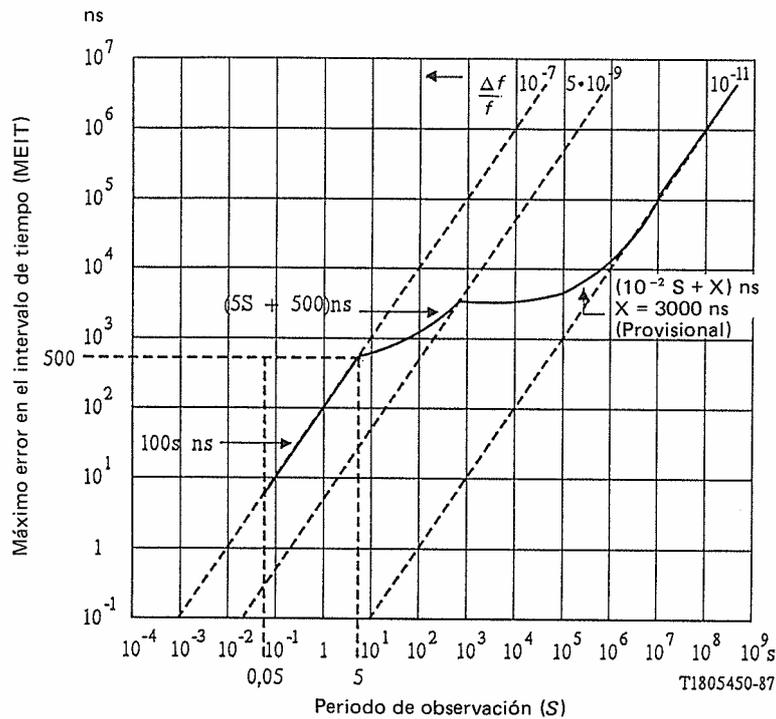


FIGURA 3/G.811

Máximo error en el intervalo de tiempo (MEIT) admisible debido a las variaciones de fase a largo plazo en función del periodo de observación S para un reloj de referencia primario

6 Directrices para medir la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase

La verificación del cumplimiento de las especificaciones de fase y de fluctuación de fase requiere metodologías de medición normalizadas para eliminar ambigüedades en las mediciones y en la interpretación y comparación de sus resultados. El suplemento N.º 3.8 (serie 0) y el suplemento N.º 35 que figura al final del presente fascículo dan directrices para medir la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase.

ANEXO A

(a la Recomendación G.811)

Caracterización de la estabilidad de fase de reloj primario de referencia

Puede emplearse el siguiente modelo de estabilidad de fase para caracterizar los relojes de referencia primarios. Supóngase que $x(t)$ representa el error de intervalo de tiempo de un reloj sincronizado a $t = 0$, y en funcionamiento libre en el UTC siguiente. $x(t)$ puede definirse como

$$x(t) = y_0 + \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + e(t)$$

donde

D es la deriva de frecuencia lineal normalizada por unidad de tiempo (envejecimiento),

y_0 es la desviación de frecuencia inicial con respecto al UTC, y

$e(t)$ es la componente de error aleatoria.

Puede obtenerse la estimación de la desviación típica de $x(t)$, y utilizarse para caracterizar la inestabilidad de fase.

$$\sigma_x(t) = \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + t\sqrt{\sigma_{y_0}^2 + \sigma_y^2(\tau=t)}$$

donde

σ_y^2 es la varianza bimuestral de la desviación de frecuencia inicial, y,

$\sigma_y^2(\tau)$ es la varianza Allan bimuestral que describe la inestabilidad de frecuencia aleatoria del reloj.

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