



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# CCITT

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

# G.810

(11/1988)

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

Redes digitales, secciones digitales y sistemas de línea  
digitales – Objetivos de diseño para las redes digitales

---

**Consideraciones sobre aspectos de  
temporización y sincronización**

Reedición de la Recomendación G.810 del CCITT  
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.5 (1989)

---

## NOTAS

1 La Recomendación G.810 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.

## Recomendación G.810

### CONSIDERACIONES SOBRE ASPECTOS DE TEMPORIZACIÓN Y SINCRONIZACIÓN

(Melbourne, 1988)

#### 1 Generalidades

La presente Recomendación da información y orientación sobre las diversas Recomendaciones relativas a temporización y sincronización, así como un panorama de los aspectos fundamentales correspondientes.

#### 2 Definiciones

##### **reloj de referencia primario**

Reloj de referencia que proporciona una señal de temporización con una desviación de frecuencia a largo plazo mantenida en un valor de  $1 \cdot 10^{-11}$  o mejor con verificación con respecto al tiempo universal coordinado (UTC). Los requisitos para los relojes de referencia primarios se detallan en la Recomendación G.811.

*Nota 1* – El reloj de referencia primario puede generar una señal de temporización completamente autónoma u otras referencias. El reloj de referencia primario también puede no ser completamente autónomo, en cuyo caso puede emplear control directo desde fuentes normalizadas de frecuencia y tiempo derivadas del UTC.

*Nota 2* – Este reloj se denomina a veces reloj de estrato 1 (es decir, el reloj de mejor calidad de la red).

##### **nodo de red síncrona**

Punto geográfico en el que están interconectados uno o más equipos digitales síncronos.

##### **nodo de tránsito**

Nodo de red síncrona que enlaza con otros nodos y no directamente con el equipo de usuario.

##### **nodo local**

Nodo de red síncrona que enlaza el interfaz directamente con el equipo de usuario.

##### **reloj subordinado**

Reloj cuya salida de temporización está enganchada en fase a la señal de temporización recibida de un reloj de calidad superior. Los requisitos para los relojes subordinados se detallan en la Recomendación G.812.

*Nota* – El reloj subordinado de mejor calidad se denomina a veces reloj de nodo de tránsito, o reloj de estrato 2. El reloj de segunda mejor calidad se denomina a veces reloj de nodo local, o reloj de estrato 3.

##### **fluctuación de fase**

Variaciones a corto plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones de referencia en el tiempo.

##### **fluctuación de fase de 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 inferior a 10 Hz).

### **fluctuación de fase de alineación**

Diferencias a corto plazo entre los instantes de muestreo óptimo de una señal digital y un reloj de muestreo derivado de la misma.

### **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 inferior a 10 Hz).

*Nota* – Para los fines de esta Recomendación y las siguientes, esta definición de fluctuación lenta de fase no incluye la desviación de frecuencia integrada.

### **desviación de frecuencia**

Desplazamiento subyacente en la frecuencia a largo plazo de una señal de temporización con respecto a su frecuencia ideal.

### **deslizamiento**

Repetición o supresión de un bloque de bits en un tren de bits síncrono o plesiócrono debido a una discrepancia en las velocidades de lectura y de escritura en una memoria intermedia.

## **3 Descripción de las componentes de variación de fase**

La variación de fase se divide normalmente en tres componentes: fluctuación de fase, fluctuación lenta de fase y desviación de frecuencia integrada. Además, las discontinuidades de fase debidas a perturbaciones transitorias tales como reencaminamiento de la red, conmutación automática de protección, etc., pueden también constituir una fuente de variación de fase.

## **4 Degradaciones causadas por la variación de fase**

### *4.1 Tipo de degradaciones*

#### *4.1.1 Errores*

Los errores pueden producirse en puntos de regeneración de la señal a consecuencia del desplazamiento de las señales de temporización con respecto a sus posiciones óptimas en el tiempo.

#### *4.1.2 Degradación de la información analógica digitalmente codificada*

La degradación de la información analógica digitalmente codificada puede producirse a consecuencia de la variación de fase de las muestras reconstituidas en el dispositivo de conversión digital-analógica al final de la conexión. Puede tener una influencia considerable en las señales de vídeo digitalmente codificadas.

#### *4.1.3 Deslizamientos*

Los deslizamientos se producen a consecuencia de la incapacidad de un almacenamiento intermedio del equipo (y/u otros mecanismos) para acomodar diferencias entre las fases y/o frecuencias de las señales entrante y saliente en casos en que la temporización de la señal saliente no se obtiene de la temporización de la señal entrante. Los deslizamientos pueden ser controlados o incontrolados según la estrategia de control de los deslizamientos.

### *4.2 Control de las degradaciones*

#### *4.2.1 Errores*

El objeto de las especificaciones de fluctuación de fase de la red y del equipo es asegurar que la fluctuación de fase no repercuta en la característica de error de la red.

#### *4.2.2 Degradación de las señales analógicas digitalmente codificadas*

El objeto de las especificaciones de fluctuación de fase es proporcionar suficiente información para permitir a los diseñadores de equipo acomodar los niveles esperados de fluctuación de fase sin provocar degradaciones inaceptables.

### 4.2.3 *Deslizamientos*

Los deslizamientos pueden producirse en multiplex asíncronos y diversos equipos síncronos. Dados los niveles especificados de variación de fase, la aparición de deslizamientos pueden reducirse al mínimo en los mûdex asíncronos mediante la elección apropiadas de justificación y capacidad de memoria intermedia en los propios mûldex. En los equipos síncronos, la aparición de deslizamientos puede reducirse al mínimo mediante la elección apropiada de capacidad de memoria intermedia y especificación rigurosa de las prestaciones del reloj.

Debe señalarse que es imposible eliminar los deslizamientos cuando existe una diferencia de frecuencia entre las señales de temporización entrante y saliente. Los objetivos de características de deslizamientos controlados de una conexión internacional se indican en la Recomendación G.822.

Pueden utilizarse diversas formas de equipo de alineación para reducir al mínimo la influencia de los deslizamientos. Son adecuadas para la terminación de señales digitales las dos formas de equipo de alineación siguientes:

- alineador de trama;
- alineador de intervalo de tiempo.

4.2.3.1 Cuando se utiliza un alineador de trama, un deslizamiento consistirá en la inserción o supresión de un conjunto de dígitos consecutivos equivalente a una trama. En el caso de las estructuras de trama definidas en la Recomendación G.704, el deslizamiento puede consistir en una trama completa. Es importante que los retardos máximo y medio introducidos por el alineador de trama sean lo más pequeños posible para reducir al mínimo el retardo. Es también importante que, después de que el alineador de trama produzca un deslizamiento, sea capaz de absorber nuevos cambios sustanciales en el tiempo de llegada de las señales de alineación de trama antes de que sea necesario otro deslizamiento.

4.2.3.2 Cuando se utiliza un alineador de intervalo de tiempo, un deslizamiento consistirá en la inserción o supresión de ocho posiciones de dígito consecutivas de un intervalo de tiempo de canal en uno o más canales a 64 kbit/s. Como los deslizamientos pueden producirse en diferentes canales en diferentes tiempos, se necesitarán disposiciones de control especiales en los conmutadores si ha de mantenerse la integridad de la secuencia de octetos de los servicios de multiplex intervalos de tiempo.

## 5 **Objeto de las especificaciones de variación de fase**

### 5.1 *Fluctuación de fase*

Los requisitos de fluctuación de fase indicados en las Recomendaciones G.823 y G.824 pertenecen a dos categorías básicas:

- especificación de la máxima fluctuación de fase admisible a la salida de los interfaces jerárquicos;
- especificaciones de prueba de resistencia a la fluctuación de fase sinusoidal para asegurar que los puertos de salida puedan acomodar los niveles esperados de fluctuación de fase de la red.

Pueden verse requisitos adicionales de fluctuación de fase en las Recomendaciones apropiadas relativas a los equipos.

### 5.2 *Fluctuación lenta de fase y desviación de frecuencia a largo plazo*

Los requisitos correspondientes de fluctuación lenta de fase pertenecen a las categorías siguientes:

- i) máxima fluctuación lenta de fase admisible a la salida de nodos de red síncrona;
- ii) pruebas de resistencia para asegurar que los puertos de entrada de equipo síncrono puedan acomodar los niveles esperados de fluctuación lenta de fase;
- iii) las especificaciones de fluctuación lenta de fase para relojes de referencia primarios y subordinados pueden incluir:
  - a) fluctuación lenta de fase intrínseca de salida en condiciones de funcionamiento ideal;
  - b) fluctuación lenta de fase intrínseca de salida en condiciones de funcionamiento en régimen libre;
  - c) fluctuación lenta de fase de salida en condiciones de prueba en régimen forzado;
  - d) característica de transferencia de fluctuación lenta de fase.

El objeto de estas Recomendaciones es no sólo especificar límites de acumulación de fluctuación lenta de fase admisible en los trayectos de transmisión, sino también de acumulación de fluctuación lenta de fase en los trayectos de distribución de sincronización producida por relojes en cascada.

## **6 Estructura de las redes de sincronización**

### **6.1 *Modos de sincronización***

Las redes internacionales trabajan normalmente entre sí en modo plesiócrono.

En materia de sincronización, las redes nacionales pueden ser de los siguientes tipos:

- totalmente sincronizadas, controladas por uno o varios relojes de referencia primarios;
- totalmente plesiócronas;
- mixtas, en las cuales las subredes sincronizadas son controladas por uno o varios relojes de referencia primarios que funcionan plesiócronamente entre sí.

### **6.2 *Redes de sincronización***

Hay dos métodos fundamentales de sincronización de los relojes nodales:

- sincronización director (o maestro)-subordinado;
- sincronización mutua.

El sistema de sincronización directo-subordinado tiene un solo reloj de referencia primario al que están enganchados en fase todos los demás relojes. La sincronización se obtiene transmitiendo la señal de temporización de un reloj al siguiente. Pueden establecerse jerarquías de relojes subordinando algunos relojes a relojes de orden superior, que a su vez hacen de relojes maestros con otros de orden inferior.

En un sistema de sincronización mutua todos los relojes están interconectados; no hay ninguna estructura jerárquica subyacente ni reloj de referencia primario único.

Algunas estrategias de sincronización prácticas combinan las técnicas de sincronización director-subordinado y de sincronización mutua.



## **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 Y        | Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet                                                               |
| Serie Z        | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación                                                        |