



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.783**

**Enmienda 1**  
(06/2002)

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

Equipos terminales digitales – Características principales  
de los equipos múltiplex de la jerarquía digital síncrona

---

Características de los bloques funcionales del  
equipo de la jerarquía digital síncrona

**Enmienda 1**

Recomendación UIT-T G.783 (2000) – Enmienda 1

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
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
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	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
<b>Características principales de los equipos múltiplex de la jerarquía digital síncrona</b>	<b>G.780–G.789</b>
Otros equipos terminales	G.790–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE DE TRANSMISIÓN	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.7000–G.7999
REDES DIGITALES	G.8000–G.8999

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

## **Recomendación UIT-T G.783**

### **Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona**

#### **Enmienda 1**

#### **Orígenes**

La enmienda 1 a la Recomendación UIT-T G.783 (2000), preparada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 13 de junio de 2002.

## 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

	<b>Página</b>
1) Fluctuación de fase para la Opción 2, introducida por regeneradores de tipo A.....	1
2) Cambios relativos a TIM y TIMAISdis en las acciones consiguientes, las correlaciones de defectos y la supervisión de la calidad de funcionamiento .....	4
3) Cláusula 15.1.3 .....	6
4) Cláusula 15.1.3 .....	7
5) Apéndice VII .....	8
Apéndice VII – Análisis de acumulación de fluctuación de fase y modelo hipotético de referencia (HRM) de regenerador STM-64 .....	8
VII.1 Introducción.....	8
VII.2 Modelo hipotético de referencia de regenerador STM-64 .....	8
VII.3 Modelo de simulación, análisis y resultados de la acumulación de fluctuación de fase de regenerador STM-64 (tipo A).....	9



## Recomendación UIT-T G.783

### Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona

#### Enmienda 1

#### 1) Fluctuación de fase para la Opción 2, introducida por regeneradores de tipo A

##### 1.1) Cláusula 9.3.1.1

Introduzcanse los siguientes cambios:

##### 9.3.1.1 Fuente de adaptación de sección óptica STM-N a sección de regeneración OSn/RSn\_A\_So

#### Símbolo

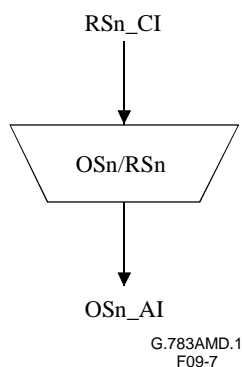


Figura 9-7/G.783 – Símbolo de OSn/RSn\_A\_So

#### Interfaces

Cuadro 9-5/G.783 – Señales de entrada y de salida OSn/RSn\_A\_So

Entradas	Salidas
RSn_CI_Data RSn_CI_Clock	OSn_AI_Data

#### Procesos

Esta función proporciona codificación de línea para señales STM-N de acuerdo con la Rec. UIT-T G.957 o la Rec. UIT-T G.691.

Esta función limita la fluctuación de fase a la salida en la información de reloj de la señal OSn\_AI\_Data a menos de 0,10 U<sub>pp</sub>, como se muestra en los cuadros 9-6 y 9-7, medida en un intervalo de 60 segundos con filtros de medición de acuerdo con el cuadro 9-6.

**Cuadro 9-6/G.783 – Filtros para la medición de la fluctuación de fase de STM-N**

Interfaz	Filtro de medición
STM-1	65 kHz a 1,3 MHz
STM-4	250 kHz a 5 MHz
STM-16	1 MHz a 20 MHz
STM-64	4 MHz a 80 MHz
STM-256 (Nota 2)	16 MHz a 320 MHz
Para STM-1 1 UI = 6,43 ns Para STM-4 1 UI = 1,61 ns Para STM-16 1 UI = 0,40 ns Para STM-64 1 UI = 0,10 ns Para STM-256 1 UI = 0,025 ns	
NOTA 1 – La fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase a frecuencias inferiores a la del filtro de medición las determina la fuente de temporización de equipo síncrono (SETS, <i>synchronous equipment timing source</i> ); véase UIT-T G.781 [9]. NOTA 2 – Los valores indicados para STM-256 son provisionales y no están presentes en UIT-T G.825 [17] en la fecha de la publicación de esta versión revisada de la presente Recomendación.	

*Fluctuación de fase introducida por una regeneración SDH:* Una regeneración SDH de tipo A, instalada en redes optimizadas para la jerarquía a 2048 kbit/s, no deberá presentar en su salida STM-N una fluctuación de fase de las indicadas en el cuadro 9-76.

**Cuadro 9-76/G.783 – Fluctuación de fase introducida por regeneraciones STM-N de tipo A en redes basadas en 2048 kbit/s**

Interfaz	Banda de medición (frecuencias de -3 dB) (Notas 1 y 2)		Amplitud cresta a cresta (UI) (Notas 3-2 y 43)
	Paso alto (kHz)	Paso bajo (MHz) -60 dB/década	
STM-1 óptica	0,5	1,3	0,30
	65	1,3	0,10
STM-4 óptica	1	5	0,30
	250	5	0,10
STM-16 óptica	5	20	0,30
	1000	20	0,10
STM-64 óptica	20	80	0,30
	4000	80	0,10
STM-256 óptica (Nota 54)	80 <u>En estudio</u>	320 <u>En estudio</u>	0,30 <u>En estudio</u>
	16 000	320	0,10



Interfaz	Banda de medición (frecuencias de -3 dB) (Notas 1 y 2)		Amplitud cresta a cresta (UI) (Notas 3-2 y 43)
	Paso alto (kHz)	Paso bajo (MHz) -60 dB/década	
<p>NOTA 1 – Las funciones de transferencia de los filtros de medición de paso alto y de paso bajo se definen en la cláusula 3/G.825.</p> <p>NOTA 2 – La configuración de medición se muestra en la figura 1/G.825.</p> <p>NOTA 3-2 – Para STM-1: 1 UI = 6,43 ns            Para STM-4: 1 UI = 1,61 ns            Para STM-16: 1 UI = 0,40 ns            Para STM-64: 1 UI = 0,10 ns            Para STM-256: 1 UI = 0,025 ns</p> <p>NOTA 4-3 – El tiempo de medición y los criterios de éxito/fracaso se definen en la cláusula 35/G.825.</p> <p>NOTA 5-4 – Los valores indicados para STM-256 son provisionales y no están presentes en la Rec. UIT-T G.825 en la fecha de la publicación de esta versión revisada de la presente Recomendación.</p>			

Un regenerador STM-N (N = 1, 4, 16, 64) de tipo A instalado en redes optimizadas para la jerarquía precisa de 1544 kbit/s que incluye las velocidades 1544 kbit/s, 6312 kbit/s y 44 736 kbit/s, y un regenerador SDH de tipo B, no introducirán, en su salida STM-N, una fluctuación de fase de más de 0,01 UI (valor medio cuadrático). La anchura de banda y la técnica de medición quedan en estudio superior a las indicadas en el cuadro 9-7.

**Cuadro 9-7/G.783 – Fluctuación de fase introducida por regeneraciones STM-N de tipo A en redes basadas en 1544 kbit/s**

<u>Interface</u>	<u>Banda de medición</u> (frecuencias de -3 dB)		<u>Límite</u> (Notas 1, 2, y 3)
	<u>Paso alto</u> (kHz)	<u>Paso bajo (MHz)</u> -60 dB/década	
<u>STM-1 óptica</u>	<u>12</u>	<u>1,3</u>	<u>0,1 UIpp/0,01 UIrms</u>
<u>STM-4 óptica</u>	<u>12</u>	<u>5</u>	<u>0,1 UIpp/0,01 UIrms</u>
<u>STM-16 óptica</u>	<u>12</u>	<u>20</u>	<u>0,1 UIpp/0,01 UIrms</u>
<u>STM-64 óptica</u>	<u>20</u>	<u>80</u>	<u>0,30 UIpp</u>
	<u>4000</u>	<u>80</u>	<u>0,10 UIpp</u>
<u>STM-256 óptica</u>	<u>En estudio</u>	<u>En estudio</u>	<u>En estudio</u>

NOTA 1 – Tanto los requisitos de amplitud cresta a cresta como los límites al valor cuadrático medio de la fluctuación de fase deben cumplirse simultáneamente para las velocidades STM-1, STM-4 y STM-16 (no se aplica a STM-64)

NOTA 2 – Para STM-1: 1 UI = 6,43 ns  
 Para STM-4: 1 UI = 1,61 ns  
 Para STM-16: 1 UI = 0,40 ns  
 Para STM-64: 1 UI = 0,10 ns  
 Para STM-256: 1 UI = 0,025 ns

NOTA 3 – El tiempo de medición y los criterios de éxito/fracaso se definen en la cláusula 5/G.825.

Un regenerador SDH tipo B, no introducirá una fluctuación de fase de más de 0,01 UI rms (valor medio cuadrático). La anchura de banda de medición y la técnica se encuentran en estudio.

### **Defectos**

Ninguno.

### **Acciones consiguientes**

Ninguna.

### **Correlaciones de defectos**

Ninguna.

### **Supervisión de la calidad de funcionamiento**

Ninguna.

## **2) Cambios relativos a TIM y TIMAISdis en las acciones consiguientes, las correlaciones de defectos y la supervisión de la calidad de funcionamiento**

### **2.2) Cláusula 10.2.1.2**

*Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:***

pN\_DS ← CI\_SSF o dTIM a ~~TSF~~ o dEQ

### **2.3) Cláusula 12.2.1.2**

**2.3.1) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:****

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON

cRDI ← dRDI y (no dUNEQ) y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON y RDI\_Reported

**2.3.2) Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:****

pN\_DS ← CI\_SSF o dUNEQ o dTIM a ~~TSF~~ o dEQ

### **2.4) Cláusula 12.2.2.1**

**2.4.1) Hacer la siguiente modificación en el título **Acciones consiguientes:****

aTSF ← CI\_SSF o dAIS o dUNEQ o (dTIM y no TIM AISdis) ~~dTIM~~

**2.4.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:****

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON

cRDI ← dRDI y (no dUNEQ) y (no dTIM ni TIM AISdis ~~dTIM~~) y MON y RDI\_Reported

**2.4.3) Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:****

pN\_DS ← CI\_SSF o dAIS o dUNEQ o dTIM a ~~TSF~~ o dEQ

## 2.5) Cláusula 12.2.2.2

### 2.5.1) Hacer la siguiente modificación en el título **Acciones consiguientes:**

aTSF ← CI\_SSF o dAIS o (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) o (dTIM y no TIMAISdisdTIM)

### 2.5.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y no (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

### 2.5.3) Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dAIS o (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) o dTIMaTSF o dEQ

## 2.6) Cláusula 12.2.3.2

### 2.6.1) Hacer la siguiente modificación en el título **Acciones consiguientes:**

aTSF ← CI\_SSF o (dTIM y no TIMAISdisdTIM)

### 2.6.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM o TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM o TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y (no dTIM o TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

### 2.6.3) Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dTIMaTSF o dEQ

## 2.7) Cláusula 13.2.1.2

### 2.7.1) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y (no dUNEQ) y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

### 2.7.2) Hacer la siguiente modificación en el título **Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dUNEQ o dTIMaTSF o dEQ

## 2.8) Cláusula 13.2.2.1

### 2.8.1) Hacer la siguiente modificación en el título **Acciones consiguientes:**

aTSF ← CI\_SSF o dAIS o dUNEQ o (dTIM y no TIMAISdisdTIM)

### 2.8.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título **Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y (no dUNEQ) y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

**2.8.3) Hacer la siguiente modificación en el título Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dAIS o dUNEQ o dTIMaTSP o dEQ

**2.9) Cláusula 13.2.2.2**

**2.9.1) Hacer la siguiente modificación en el título Acciones consiguientes:**

aTSP ← CI\_SSF o dAIS o (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) o (dTIM y no TIMAISdisdTIM)

**2.9.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y no (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

**2.9.3) Hacer la siguiente modificación en el título Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dAIS o (dUNEQ y (AcTI = todos "0")) o dTIMaTSP o dEQ

**2.10) Cláusula 13.2.3.2**

**2.10.1) Hacer la siguiente modificación en el título Acciones consiguientes:**

aTSP ← CI\_SSF o (dTIM y no TIMAISdisdTIM)

**2.10.2) Hacer las siguientes modificaciones en el título Correlaciones de defectos:**

cEXC ← dEXC y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cDEG ← dDEG y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON

cRDI ← dRDI y (no dTIM ni TIMAISdisdTIM) y MON y RDI\_Reported

**2.10.3) Hacer la siguiente modificación en el título Supervisión de la calidad de funcionamiento:**

pN\_DS ← CI\_SSF o dTIMaTSP o dEQ

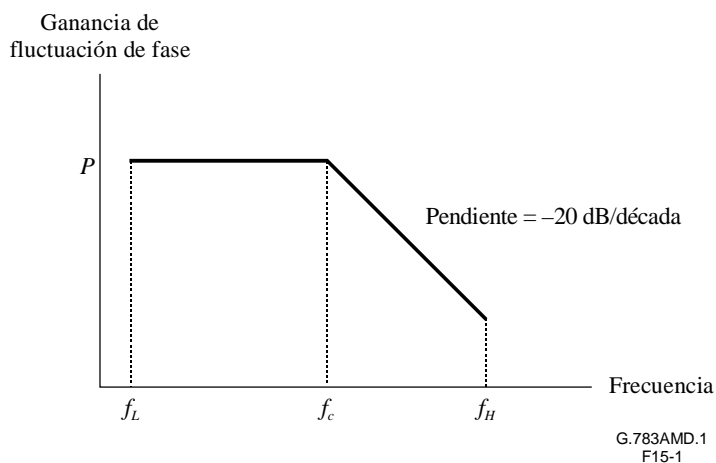
**3) Cláusula 15.1.3**

*Añádase el párrafo siguiente al final de la cláusula 15.1.3*

En la figura 15-1 y en el cuadro 15-2 se efectúa la medición de transferencia de fluctuación de fase en la gama de frecuencias entre  $f_L$  y  $f_H$ . La frecuencia inferior  $f_L$  se fija a  $f_C/100$  (donde  $f_C$  es la frecuencia de esquina), y  $f_H$  se define como la menor entre  $100 \times f_C$  o la frecuencia máxima especificada por la función de filtro paso bajo para la medición de la fluctuación de fase en cada una de las velocidades definidas (frecuencia superior de  $-3$  dB en la columna Banda de medición del cuadro 9-6 – Fluctuación de fase introducida por regeneraciones STM-N de tipo A en redes basadas en 2048 kbit/s, y en el cuadro 9-7 – Fluctuación de fase introducida por regeneraciones STM-N en redes basadas en 1544 kbit/s). Se considera insignificante la fluctuación de fase por encima de  $f_H$  con respecto a la acumulación de fluctuación de fase de regeneración, y es muy fácil confundir los bajos niveles de generación de fluctuación de fase conformes a la especificación con la medición de transferencia de fluctuación de fase fuera de la especificación, mientras se trata de medir la transferencia de fluctuación de fase con altos niveles de atenuación de entrada/salida (es decir, por debajo de  $-40$  dB). Los límites fijados para  $f_L$  en  $f_C/100$  incluirán siempre la frecuencia a la que ocurren las puntas de ganancia máximas, y el hecho de limitar las mediciones de transferencia de fluctuación de fase a frecuencias entre  $f_L$  y  $f_H$  permitirá conservar un tiempo de prueba limitado.

4) **Cláusula 15.1.3**

4.1) *Reemplácese la figura 15-1/G.783 por la siguiente:*



**Figura 15-1/G.783 – Transferencia de fluctuación de fase**

4.2) *Reemplácese el cuadro 15-2/G.783 por el siguiente:*

**Cuadro 15-2/G.783 – Parámetros de transferencia de fluctuación de fase**

Nivel STM-N (tipo)	$f_L$ (kHz)	$f_C$ (kHz)	$f_H$ (kHz)	P (dB)
STM-1 (A)	1,3	130	1 300	0,1
STM-1 (B)	0,3	30	1 300	0,1
STM-4 (A)	5	500	5 000	0,1
STM-4 (B)	0,3	30	3 000	0,1
STM-16 (A)	20	2 000	20 000	0,1
STM-16 (B)	0,3	30	3 000	0,1
STM-64 (A)	10	1 000	80 000	0,1
STM-64 (B)	por definir	por definir	por definir	por definir
STM-256 (A)	por definir	por definir	por definir	por definir
STM-256 (B)	por definir	por definir	por definir	por definir

## 5) Apéndice VII

Añádase el siguiente nuevo apéndice VII:

### Apéndice VII

#### Análisis de acumulación de fluctuación de fase y modelo hipotético de referencia (HRM) de regenerador STM-64

##### VII.1 Introducción

En este apéndice se describen los detalles del modelo hipotético de referencia (HRM, *hypothetical reference model*) y de los análisis de acumulación de fluctuación de fase que condujeron a los requisitos de generación de fluctuación de fase STM-64 (tipo A) indicados en los cuadros 9-6 y 9-7, y a los requisitos de transferencia de fluctuación de fase STM-64 (tipo A) presentados en el cuadro 15-2. Se puede concluir de estos análisis que los requisitos de generación y transferencia de fluctuación de fase y este HRM concuerdan con las especificaciones de fluctuación de fase de salida STM-64 (es decir, fluctuación de fase de interfaz de red) presentados en el cuadro 1/G.825.

En realidad, los análisis de acumulación de fluctuación de fase se efectuaron para cadenas de regeneradores OTU2 3R de la OTN (véase la Rec. UIT-T G.8251). En el apéndice IV/G.8251 se proporcionan más detalles sobre los modelos de simulación y análisis de acumulación de fluctuación de fase. Es posible aplicar los resultados para cadenas de regeneradores OTU2 3R a cadenas de regeneradores STM-64 puesto que:

- 1) las velocidades OTU2 y STM-64 son muy similares, es decir, difieren en tan sólo 7,6%, y
- 2) los anchos de banda del filtro de medición de fluctuación de fase, ancho de banda de transferencia de fluctuación de fase y punta de ganancia, otros puntos de cambio de pendiente de frecuencia en el modelo de simulación, y límites de fluctuación de fase pertinentes son los mismos en ambos casos.

Así pues, no es necesario repetir los detalles del modelo de simulación y análisis presentes en el apéndice IV/G.8251. En su lugar, se resume el modelo de simulación y se presentan los resultados pertinentes del apéndice IV/G.8251; lo que importa es la aplicación de los resultados al caso STM-64.

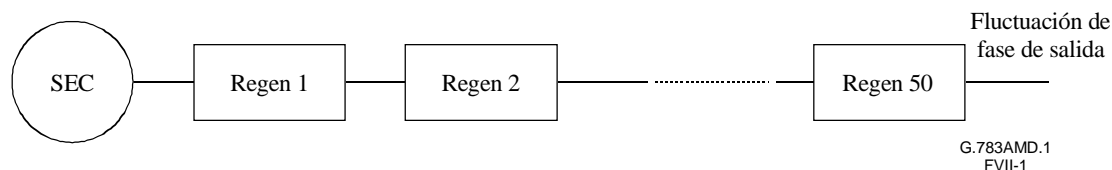
El HRM del generado STM-64 se describe en la cláusula VII.2, mientras que el modelo de simulación, los análisis y los resultados se presentan en la cláusula VII.3.

##### VII.2 Modelo hipotético de referencia de regenerador STM-64

En la figura VII.1 se presenta el modelo hipotético de referencia (HRM) para la acumulación de fluctuación de fase de regenerador STM-64 (tipo A). El HRM consta de 50 regeneradores en cascada; se supone que cada uno de ellos cumple con los requisitos de generación de fluctuación de fase de STM-64 (tipo A) indicado en los cuadros 9-6 y 9-7 (los requisitos de generación de fluctuación de fase para STM-64 (tipo A) son idénticos en ambos cuadros) y los requisitos de transferencia de fluctuación de fase de STM-64 (tipo A), indicados en el cuadro 15-2. Los 50 regeneradores vienen precedidos por un reloj de equipo SDH (SEC, véase la Rec. UIT-T G.813), que también se supone que cumple con los requisitos de generación de fluctuación de fase de los cuadros 9-6 y 9-7.

NOTA – No se especifican en la Rec. UIT-T G.813 los requisitos de generación de fluctuación de fase SEC para STM-64; la velocidad más alta para la que se especifican en la Rec. UIT-T G.813 estos requisitos es STM-16.

Siendo así, se espera que la fluctuación de fase de salida al final de la cadena de los 50 regeneradores esté entre los límites de fluctuación de fase de salida STM-64 (es decir, los límites de fluctuación de fase de red) presentados en el cuadro 1/G.825.



**Figura VII.1/G.783 – Modelo hipotético de referencia para acumulación de fluctuación de fase en regenerador STM-64 (tipo A)**

### VII.3 Modelo de simulación, análisis y resultados de la acumulación de fluctuación de fase de regenerador STM-64 (tipo A)

Los requisitos de generación de fluctuación de fase para STM-64 (tipo A) son (véanse los cuadros 9-6 y 9-7):

- 1) 0,3 UIpp medido desde 20 kHz hasta 80 MHz (banda ancha), y
- 2) 0,1 UIpp medido desde 4 MHz hasta 80 MHz (banda alta) (véase el cuadro 9-6).

Éstos son idénticos a los de generación de fluctuación de fase para los regeneradores OTU2 3R de la OTN, indicados en la Rec. UIT-T G.8251 (véase el cuadro A.2/G.8251). En la salida de interfaz de red en STM-64 los requisitos de fluctuación de fase de la Rec. UIT-T G.825 (véase el cuadro 1/G.825), son:

- 1) 1,5 UIpp medido desde 20 kHz hasta 80 MHz (banda ancha), y
- 2) 0,15 UIpp medido desde 4 MHz hasta 80 MHz (banda alta).

Éstos son idénticos a los de fluctuación de fase en la salida de la interfaz de red para OTU2 en la OTN, presentados en la Rec. UIT-T G.8251 (véase el cuadro 1/G.8251).

Las velocidades de línea STM-64 y OTU2 son muy similares: esta última supera a aquélla por un factor de  $255/237 = 1,076$  (véase el cuadro 7-1/G.709/Y.133) y, por lo tanto, la acumulación de fluctuación de fase en cadenas de regeneradores STM-64 y OTU2 3R, que poseen el mismo ancho de banda de transferencia de fluctuación de fase e idéntica punta de ganancia, será la misma (puesto que todos los otros parámetros pertinentes son también idénticos).

En el apéndice IV/G.851 se describen los análisis de acumulación de fluctuación de fase para cadenas de regeneradores 3R en la OTN que han sido efectuados hasta el momento. Estos análisis se realizaron utilizando dos modelos independientes (pero coherentes entre sí), que produjeron resultados similares y que también se describen en el apéndice IV/G.8251. Ambos modelos se basan en una cadena de bucles enganchados en fase (PLL, *phase-locked loops*). En el primero de estos dos modelos (véase la cláusula IV.2/G.8251), para el que se presentan más detalles, se considera la generación de ruido en el detector de fase (PD, *phase-detector*), en el oscilador controlado por voltaje (VCO, *voltage-controlled oscillator*), y en el receptor óptico justo antes de la entrada PLL. El ruido VCO se modela como una combinación de modulación de fase de ruido blanco (WPM, *white phase modulation*) y modulación de frecuencia de ruido blanco (WFM, *white frequency modulation*) mediante el modelo Leeson (véase la referencia [5] del apéndice IV/G.8251). Las otras fuentes de ruido se modelan como si fueran WPM. Se desarrollaron modelos tanto para la acumulación de fluctuación de fase sistemática como para la aleatoria, no obstante, la acumulación de fluctuación de fase para los regeneradores OTUk 3R en la Rec. UIT-T G.8251 (así como para los regeneradores STM-64) es aleatoria puesto que las ocupaciones de la memoria tampón en los regeneradores sucesivos no tienen correlación las unas respecto a las otras (se supone que cada regenerador contiene un circuito de recuperación de reloj de banda ancha seguido por un filtro de

banda más estrecha, y además que existe algún tipo de memoria tampón para los datos en caso de procesamiento de tara). Estos modelos se implementan en un dominio de frecuencias y, por ende, producen fluctuación de fase media cuadrática en lugar de fluctuación de fase cresta a cresta; ahora bien, se supone que la relación entre la fluctuación de fase cresta a cresta y la fluctuación de fase media cuadrática es constante. Aunque el modelo suponga una relación constante, no es necesario conocer el valor de esta constante a fin de calcular la acumulación de fluctuación de fase. Al proporcionar los requisitos la relación de fluctuación de fase de salida a la generación de fluctuación de fase ( $1,5/0,3 = 5$  para banda ancha y  $0,15/0,1 = 1,5$  para banda alta), sólo es necesario comprobar que la acumulación de fluctuación de fase no exceda este límite.

Se define la acumulación de fluctuación de fase normalizada como la relación entre la fluctuación de fase cresta a cresta de salida (o la media cuadrática, ya que se supone una relación constante de fluctuación de fase cresta a cresta con la media cuadrática), tras  $N$  regeneradores, y la fluctuación de fase cresta a cresta de salida tras un solo regenerador (esta última es la generación de fluctuación de fase, mientras que la otra es el límite de red). En la Rec. UIT-T G.8251 se indica que la acumulación de fluctuación de fase normalizada es mayor cuando haya:

- 1) ruido VCO con bajo oscilador  $Q$ , y por ende con gran componente de ruido WFM, y
- 2) ruido en WPM de receptor óptico.

Estos dos casos son similares puesto que el ruido VCO interpreta una función de transferencia de filtro paso alto con frecuencia de esquina igual al ancho de banda PLL. Si la entrada de ruido es WFM, es como si se tuviera WPM con un integrador. El integrador convierte la función de transferencia paso alto en una función de transferencia paso bajo produciendo un resultado similar al del caso de ruido de receptor óptico, es decir el caso de una WPM frente a una función de transferencia paso bajo. En este caso la acumulación de ruido es mayor que en los otros, ya que en éstos la generación de ruido se aproxima más a una WPM con función de transferencia paso alto; el ruido generado en un regenerador se filtra con efectividad gracias a las funciones de transferencia paso bajo de los regeneradores siguientes.

En las figuras IV.2-4b)/G.8251 (para el caso de un ancho de banda del regenerador de 8 MHz) y IV.2-6b)/G.8251 (para un ancho de banda de regenerador de un 1 MHz) se presentan los resultados de acumulación de fluctuación de fase para ruido VCO, cuando  $Q = 30, 100, y 535$ . En el caso de un ancho de banda de regenerador de 8 MHz, en la figura IV.2-4b) se indica que la acumulación de fluctuación de fase normalizada de 1,5 se obtiene tras aproximadamente 10 regeneradores, para  $Q = 30$ , y tras aproximadamente 15 regeneradores, para  $Q = 100$ . El modelo hipotético de referencia (HRM) OTN para la acumulación de fluctuación de fase de regenerador consta de 50 regeneradores 3R (véase el apéndice III/G.8251). La acumulación de fluctuación de fase para un ancho de banda de 8 MHz y  $Q = 30$  ó 100 entra dentro del intervalo de 1,5 a 2, tras 50 regeneradores. Por lo tanto, en el caso del HRM OTN y anchura de banda de regenerador de 8 MHz no se cumple con el límite de red de fluctuación de fase de banda alta para OTU2. Se encontró que en el caso de la OTN al escoger un ancho de banda OTU2 de 1 MHz se obtiene una acumulación aceptable de fluctuación de fase. En la figura IV.2-6b)/G.8251 se muestran estos resultados; para un ancho de banda de regenerador de 1 MHz la acumulación de fluctuación de fase normalizada es muy cercana a 1,0 tras 50 regeneradores (o lo que es lo mismo, la acumulación de fluctuación de fase normalizada es aproximadamente 1,2 después de 200 regeneradores, para  $Q = 30$ , y menor para los valores superiores de  $Q$ ). Por otra parte, en la figura IV.2-6b) se indica que la acumulación de fluctuación de fase de banda ancha normalizada es aproximadamente 3,2 tras 50 regeneradores 3R para  $Q = 30$  y 100, y aproximadamente 4,8 tras 100 regeneradores 3R, para  $Q = 30$  y 100. Siendo así, los requisitos para el límite de fluctuación de fase de red de banda ancha se cumplen también en el caso del HRM con 50 regeneradores. La fluctuación de fase de banda ancha real será un poco menor, puesto que según los resultados del apéndice IV/G.8251 se concluye que si se cumple apenas con el requisito de generación de fluctuación de fase de banda alta, la relación más desfavorable entre la generación



de fluctuación de fase de banda ancha y de banda alta (la más desfavorable entre todos los modelos de ruido que hayan sido considerados) es aproximadamente 1,25. Se permite que la generación de fluctuación de fase de banda ancha real sea 3 veces la generación de fluctuación de fase de banda alta (0,3 contra 0,1); por lo tanto, la acumulación de fluctuación de fase de banda ancha será inferior al límite de red en un factor adicional de  $1,25/3,0$ .

De acuerdo con los anteriores resultados, un ancho de banda de transferencia de fluctuación de fase de 8 MHz para regeneradores OTU2 no trae como resultado una acumulación aceptable de fluctuación de fase, mientras que una anchura de banda de 1 MHz sí lo hace. El ancho de banda de transferencia de fluctuación de fase para OTU2 (en particular, el ancho de banda ODCr para OTU2) se fijó a 1 MHz en el cuadro A.5/G.8251.

La velocidad para STM64 es muy cercana a la velocidad OTU2 (esta última es superior a aquélla en aproximadamente 7,6%, como se indicó anteriormente). Por otro lado, los requisitos de generación de fluctuación de fase para STM64 (tipo A), Opciones 1 y 2, y regeneradores OTU2 son idénticos. Asimismo, los límites de red de fluctuación de fase para el caso de STM-64 y OTU2 son iguales. Por lo tanto, si el ancho de banda de transferencia de fluctuación de fase y la punta de ganancia para regeneradores de STM-64 (tipo A) se escogen idénticas a las de los regeneradores OTU2 3R (es decir, 1 MHz y 0,1 dB respectivamente), la acumulación de fluctuación de fase en los HRM respectivos, que constan de la misma cantidad de regeneradores, será aproximadamente la misma en ambos casos. Debido a que es aceptable la acumulación de fluctuación de fase OTU2 en un HRM de 50 regeneradores con los anteriores parámetros, será también aceptable la acumulación de fluctuación de fase STM-64 (tipo A) en un HRM de 50 regeneradores con los mismos parámetros.





## 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	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