

**Reemplazada por una versión más reciente**



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.803**

(06/97)

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

Sistemas de transmisión digital – Redes digitales –  
Generalidades

---

**Arquitecturas de redes de transporte basadas  
en la jerarquía digital síncrona**

Recomendación UIT-T G.803

Reemplazada por una versión más reciente

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

# Reemplazada por una versión más reciente

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>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</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 SATELITE 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>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	G.600–G.699
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</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
<b>Generalidades</b>	<b>G.800–G.809</b>
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
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

# Reemplazada por una versión más reciente

## RECOMENDACIÓN UIT-T G.803

### ARQUITECTURAS DE REDES DE TRANSPORTE BASADAS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

#### Resumen

En esta Recomendación se describe la arquitectura funcional de las redes de transportes, incluidos los principios de sincronización de redes para las redes basadas en la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*). La Recomendación utiliza la descripción de arquitecturas que aparece en la Recomendación G.805, arquitectura funcional genérica de las redes de transporte. Se incluye asimismo la aplicación de diversas correspondencias.

#### Orígenes

La Recomendación UIT-T G.803, 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 20 de junio de 1997.

# Reemplazada por una versión más reciente

## 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 1997

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.

# Reemplazada por una versión más reciente

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias.....	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Aplicación del concepto de estratificación de la Recomendación G.805.....	3
6 Supervisión de la conexión.....	7
6.1 Supervisión intrínseca.....	7
6.2 Supervisión no intrusiva .....	8
6.3 Supervisión de subcapa.....	8
7 Técnicas para mejorar la disponibilidad en la red de transporte .....	13
7.1 Protección de la sección de multiplexión SDH .....	13
7.1.1 Protección 1+1 de la sección de multiplexión SDH.....	13
7.1.2 Protección 1:N de la sección de multiplexión SDH .....	13
7.1.3 Anillos de protección compartida de la sección de multiplexión SDH.....	13
7.1.4 Anillos especializados de la sección de multiplexión SDH .....	14
7.2 Ejemplos de protección de conexión de subred de SDH.....	14
8 Arquitectura de redes de sincronización.....	14
8.1 Introducción .....	14
8.2 Aspectos de la red de sincronización.....	14
8.2.1 Métodos de sincronización .....	14
8.2.2 Arquitectura de la red de sincronización .....	15
8.2.3 Modos de sincronización.....	19
8.2.4 Cadena de referencia de la red de sincronización .....	20
8.2.5 Estrategia de sincronización .....	22
8.2.6 Evolución de la red de sincronización.....	22
8.2.7 Robustez de la red de sincronización .....	22
8.3 Fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la cabida útil.....	24
8.3.1 Modelo de red SDH para la simulación de la actividad del puntero .....	24
8.3.2 Fluctuación de fase en la frontera SDH/PDH.....	25
8.4 Consecuencias del interfuncionamiento SDH/PDH .....	26
9 Selección de una correspondencia a velocidad primaria .....	27
Apéndice I.....	27
Apéndice II – Introducción de redes de transporte basadas en la SDH.....	29

# Reemplazada por una versión más reciente

## Página

II.1	Generalidades.....	29
II.2	Tipos de señales de capa de cliente .....	29
II.2.1	Caso SDH .....	29
II.2.2	Caso PDH .....	30
II.3	Introducción inicial de equipos basados en la SDH .....	30
II.4	Interfuncionamiento de redes de transporte basadas en la SDH y en la PDH .....	31
II.4.1	Niveles de interfuncionamiento.....	31
II.4.2	Superposición SDH .....	31
II.4.3	Equipos de DXC/ADM de SDH.....	32
II.4.4	Sistemas por línea SDH.....	32
II.5	Introducción de interfaces para STM-N en conmutadores a 64 kbit/s (y DXC) .....	33

# Reemplazada por una versión más reciente

## Recomendación G.803

### ARQUITECTURAS DE REDES DE TRANSPORTE BASADAS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

(revisada en 1997)

#### 1 Alcance

En esta Recomendación se describe la arquitectura funcional de las redes de transportes, incluidos los principios de sincronización de redes para las redes basadas en la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*). La Recomendación utiliza la descripción de arquitecturas que aparece en la Recomendación G.805, Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte. Se incluye asimismo la aplicación de diversas correspondencias.

#### 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.

- Recomendación G.702 del CCITT (1988), *Velocidades binarias de la jerarquía digital*.
- Recomendación G.703 del CCITT (1991), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas*.
- Recomendación UIT-T G.704 (1995), *Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 726 kbit/s*.
- Recomendación UIT-T G.707 (1996), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona (SDH)*.
- Recomendación G.774 del CCITT (1992), *Modelo de información de gestión de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red*.
- Recomendación UIT-T G.783 (1997), *Características de los equipos de la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.805 (1995), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización*.
- Recomendación G.811 del CCITT (1988), *Requisitos de temporización en las salidas de relojes de referencia primarios adecuados para la explotación plesiócrona de enlaces digitales internacionales*.
- Recomendación G.812 del CCITT (1988), *Requisitos de temporización en la salidas de relojes subordinados adecuados para la explotación plesiócrona de enlaces digitales internacionales*.

# Reemplazada por una versión más reciente

- Recomendación UIT-T G.813 (1996), *Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona.*
- Recomendación G.822 del CCITT (1988), *Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional.*
- 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.*
- 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.*
- Recomendación UIT-T G.832 (1995), *Transporte de elementos de la jerarquía digital síncrona por redes de la jerarquía digital plesiócrona – Estructuras de trama y de multiplexión.*
- Recomendación UIT-T G.841 (1995), *Tipos y características de las arquitecturas de protección para redes de la jerarquía digital síncrona.*
- Recomendación UIT-T G.964 (1994), *Interfaces V en la central local digital – Interfaz V5.1 (basada en 2048 kbit/s) para soportar la red de acceso.*
- Recomendación UIT-T G.965 (1995), *Interfaces V en la central local digital – Interfaz V5.2 (basada en 2048 kbit/s) para soportar la red de acceso.*
- Recomendación UIT-T I.326 (1995), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono.*

## 3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se utiliza la terminología definida en las Recomendaciones G.783, G.805 y G.841; los siguientes términos son específicos de esta Recomendación. Las redes de capa definidas infra terminan y generan las taras definidas en la Recomendación G.707.

**3.1 redes de capa de trayecto de orden superior de la SDH:** Son las redes de capa con información característica de VC-3<sup>1</sup>, VC-4 o VC-4-Xc.

**3.2 redes de capa de trayecto de orden inferior de la SDH:** Son las redes de capa con información característica de VC-11, VC-12, VC-2, VC-2-Xc o VC-3<sup>1</sup>.

**3.3 capa de trayecto de la SDH:** Conjunto de transporte compuesto de la red de capa de trayecto de orden superior y la red de capa de trayecto de orden inferior, junto con las funciones de adaptación asociadas.

**3.4 capa de sección de la SDH:** Conjunto de transporte compuesto de la red de capa de sección de multiplexión de la SDH y la red de capa de sección de regenerador, junto con las funciones de adaptación asociadas.

**3.5 capa de sección de multiplexión de la SDH:** Red de capa con información característica del STM-N; por ejemplo, con una velocidad binaria de STM-N y la tara de sección multiplexión definida en la Recomendación G.707.

---

<sup>1</sup> Se considera que VC-3 es un trayecto de orden superior si está soportado directamente por un AU-3, en una red de capa de sección de multiplexión, y que es un trayecto de orden superior, si está soportado por una TU-3 en una red de capa VC-4.

# Reemplazada por una versión más reciente

**3.6 capa de sección de regenerador de la SDH:** Red de capa con información característica del STM-N, por ejemplo, con una velocidad binaria de STM-N y la tara de sección de regenerador definida en la Recomendación G.707.

## 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ADM	Múltiplex de inserción/extracción ( <i>add/drop multiplex</i> )
AIS	Señal de indicación de alarma ( <i>alarm indication signal</i> )
APS	Conmutador de protección automática ( <i>automatic protection switching</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrona ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
AUG	Grupo de unidades administrativas ( <i>administrative unit group</i> )
AU-n	Unidad administrativa (de nivel) n [ <i>administrative unit (level) n</i> ]
DXC	Transconexión digital ( <i>digital cross-connect</i> )
HOP	Trayecto de orden superior ( <i>higher-order path</i> )
HOPT	Terminación de trayecto de orden superior ( <i>higher-order path termination</i> )
HOTCA	Adaptación de la conexión en cascada de orden superior ( <i>higher-order tandem connection adaptation</i> )
HOTCT	Terminación de la conexión en cascada de orden superior ( <i>higher-order tandem connection termination</i> )
HOPM	Matriz de trayecto de orden superior ( <i>higher-order path matrix</i> )
LOP	Trayecto de orden inferior ( <i>lower-order path</i> )
MS	Sección de multiplexión ( <i>multiplex section</i> )
PDH	Jerarquía digital plesiócrona ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
PRC	Reloj de referencia primaria ( <i>primary reference clock</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada
RS	Sección de regenerador ( <i>regenerator section</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
STM-N	Módulo de transporte síncrono (de nivel) N [ <i>synchronous transport module (level) N</i> ]
TU-n	Unidad afluente de nivel n [ <i>tributary unit (level) n</i> ]
TUG-n	Grupo de unidad afluente de nivel n ( <i>tributary unit group (level) n</i> )
VC-n	Contenedor virtual (de nivel) n [ <i>virtual container (level) n</i> ]
VC-n-Xc	Concatenación de contenedores virtuales X (de nivel n) [ <i>concatenation of X virtual containers (of level n)</i> ]
VP	Trayecto virtual ATM ( <i>ATM virtual path</i> )

## 5 Aplicación del concepto de estratificación de la Recomendación G.805

La arquitectura funcional de las redes de transporte de la SDH se describe utilizando las normas genéricas definidas en la Recomendación G.805. En la presente Recomendación se exponen los

## Reemplazada por una versión más reciente

aspectos específicos relativos a la información característica, las asociaciones cliente/servidor, la topología, la supervisión de conexión y la conmutación de protección de las redes de transporte de la SDH. Esta Recomendación utiliza la terminología y la arquitectura funcional y convenciones de diagramas definidas en la Recomendación G.805.

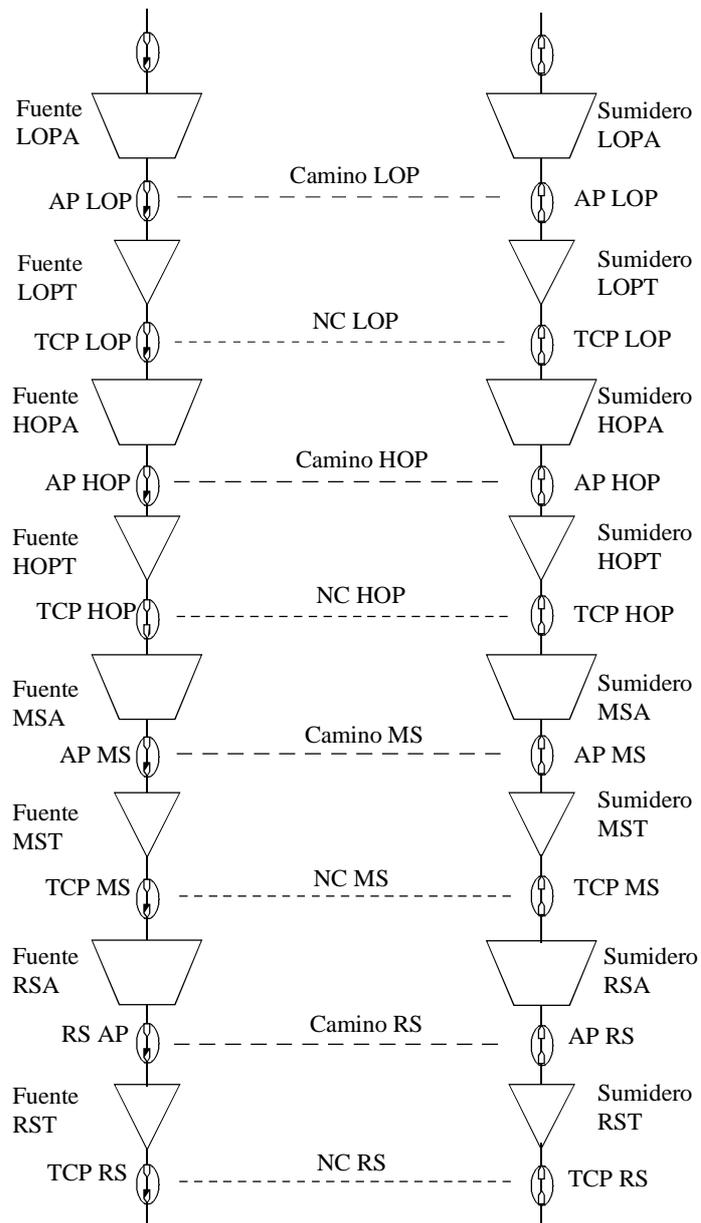
Una red de transporte basada en la jerarquía digital síncrona puede descomponerse en diversas redes de capa de transporte independientes con una asociación cliente/servidor entre las redes de capa adyacentes. Cada red de capa puede subdividirse separadamente de manera que refleje la estructura interna de esa red de capa o de la manera en que se ha de administrar. En la figura 5-1 se muestra la estructura de las redes de capa de la SDH y las funciones de adaptación. A los efectos de la descripción de la SDH, la función de adaptación entre capas se designa en relación con la red de capa de servidor. En la presente Recomendación, el conjunto de transporte mencionado en la Recomendación G.805 se denomina "capa", para mantener la continuidad de la terminología utilizada en la versión de la Recomendación G.803 de 1992. El conjunto actual de asociaciones cliente/servidor figura en el apéndice I, junto con la figura I.1, que identifica las correspondientes capas (o conjuntos de transporte) de la SDH.

En la Recomendación G.783 se ofrece una descripción detallada de cada una de estas funciones.

Cuando soporta clientes múltiples, la función de adaptación está agrupada con la red de capa del servidor. La figura 5-2 ilustra el caso de una capa de servidor de trayecto de orden superior (HOP, *higher-order path*) VC-4 que soporta las redes de capa de cliente de trayecto de orden inferior (LOP, *lower-order path*) VC-12, VC-2 y VC-3. La figura 5-2 presenta mayores detalles sobre la estructura interna de la función de adaptación HOP entre capas, para mostrar la agrupación de las tres TU-12 en un TUG-2 y siete TUG-2 en un TUG-3, a fin de reflejar la estructura de multiplexión de la SDH definida en la Recomendación G.707. Conviene observar que el TUG sólo describe una agrupación y no cambia el formato de la señal. El caso de un STM-4 que soporta clientes VC-3 y VC-4 está ilustrado en la figura 5-3, y una vez más la figura ofrece detalles adicionales sobre la estructura interna de la función de adaptación entre capas de la sección de multiplexión (MS, *multiplex section*), para mostrar la agrupación de tres AU-3 en un AUG, a fin de reflejar la estructura de multiplexión de la Recomendación G.707. Esta agrupación dentro de la estructura de multiplexión está reflejada en la Recomendación G.774, en que se utiliza la clase de objeto adaptador indirecto.

A los fines de describir las redes de transporte basadas en modo de transferencia asíncrono, la Recomendación I.326 muestra el conjunto de transporte ATM que agrupa la función de adaptación de VP a VC-4 con la red de capa del cliente. Esta diferencia en la agrupación de la función de adaptación para la descripción de las redes de transporte basadas en ATM y en SDH no tiene consecuencias en las funciones reales que cumplen estas redes. La interfaz entre el conjunto de transporte ATM y la red de capa VC-4 es el punto de acceso. Conviene observar que cuando el cliente es una red de capa VP del ATM, la red de capa de servidor VC-4 puede sólo soportar a una única red de capa de cliente.

# Reemplazada por una versión más reciente

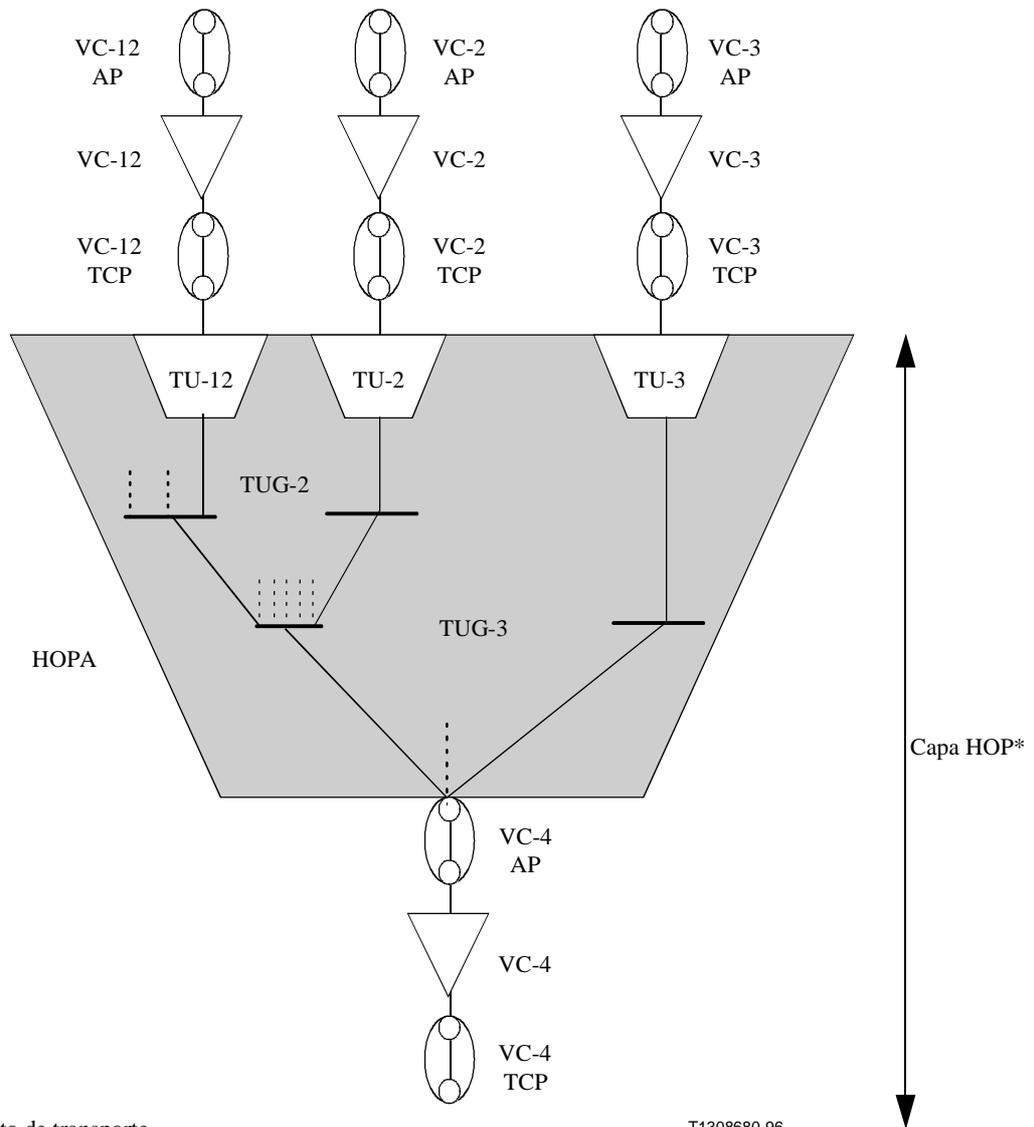


T1308670-96

- AP Punto de acceso
- HOPA Adaptación del trayecto de orden superior
- HOPT Terminación del trayecto de orden superior
- LOPA Adaptación del trayecto de orden inferior
- LOPT Terminación del trayecto de orden inferior
- MSA Adaptación de sección de multiplexión
- MST Terminación de sección de multiplexión
- NC Conexión de red
- RSA Adaptación de sección de regenerador
- RST Terminación de sección de regenerador
- TCP Punto de conexión de terminación

**Figura 5-1/G.803 – Redes de capa de la SDH y funciones de adaptación**

# Reemplazada por una versión más reciente

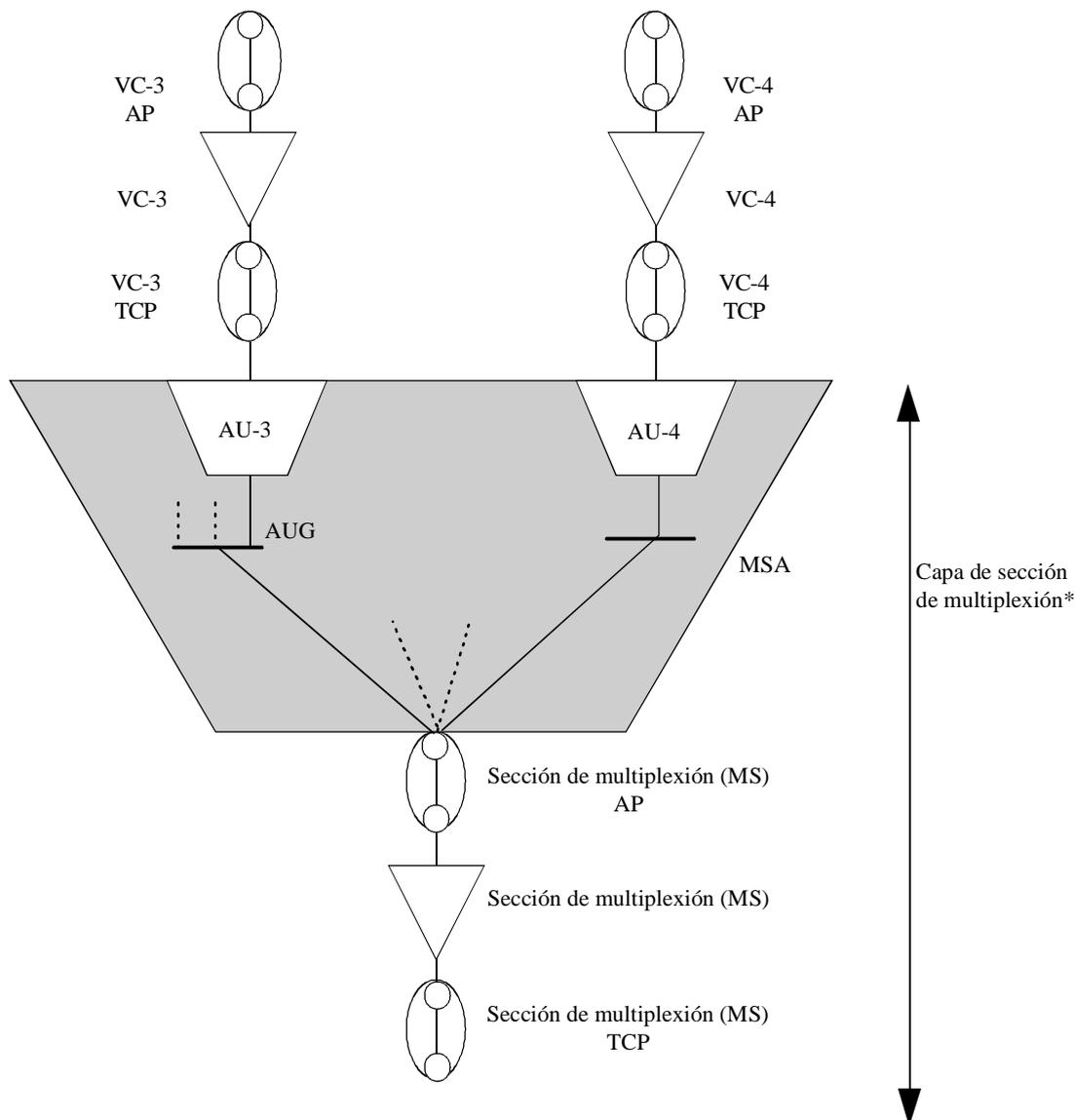


\* G.805 Conjunto de transporte

T1308680-96

Figura 5-2/G.803 – VC-4 que soporta múltiples redes de capa de cliente

## Reemplazada por una versión más reciente



\* G.805 Conjunto de transporte

T1308690-96

**Figura 5-3/G.803 – STM-16 que soporta VC-3 y VC-4**

## 6 Supervisión de la conexión

### 6.1 Supervisión intrínseca

Las conexiones de capa de trayecto pueden supervisarse de forma indirecta utilizando los datos disponibles intrínsecamente de la sección de multiplexión o las capas del servidor del trayecto de orden superior, y calculando el estado aproximado de la conexión de trayecto del cliente a partir de los datos disponibles. Por ejemplo, para un trayecto de orden superior, los defectos detectados en la adaptación de sección de multiplexión, tales como AIS AU y LOP (pérdida de puntero) AU son una indicación de defectos en las redes de capa del servidor subyacente que afectan a la conexión de capa de cliente que se está supervisando.

# Reemplazada por una versión más reciente

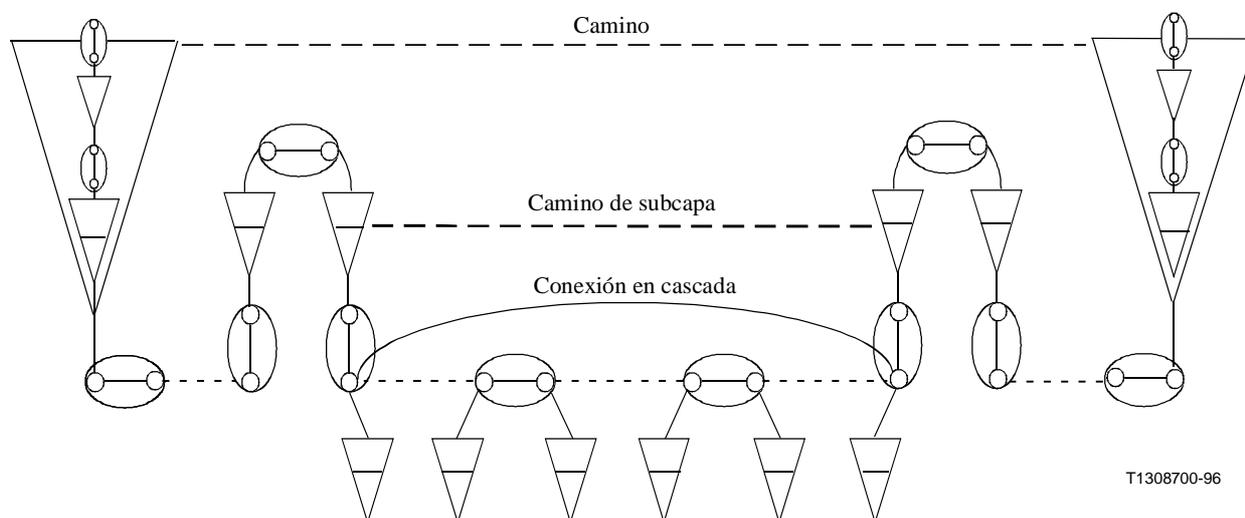
## 6.2 Supervisión no intrusiva

La conexión puede supervisarse directamente mediante la información de tara pertinente en la sección de regenerador, la sección de multiplexión, el trayecto de orden superior o el trayecto de orden inferior, calculándose a continuación el estado aproximado de la conexión a partir de la diferencia entre los estados supervisados en cada extremo de la conexión.

## 6.3 Supervisión de subcapa

Las conexiones pueden supervisarse de manera directa sobrescribiendo alguna parte de la capacidad de tara del camino original al comienzo de la conexión. En el caso de la SDH, la tara se ha definido a esos efectos en la capas de trayectos de orden superior e inferior. Cuando se aplica una conexión en cascada de la SDH, este método de supervisión se conoce como supervisión de la conexión en cascada.

En la figura 6-1 se ofrece un ejemplo general de la conexión en cascada supervisada mediante un camino de subcapa como se indica en la Recomendación G.805.

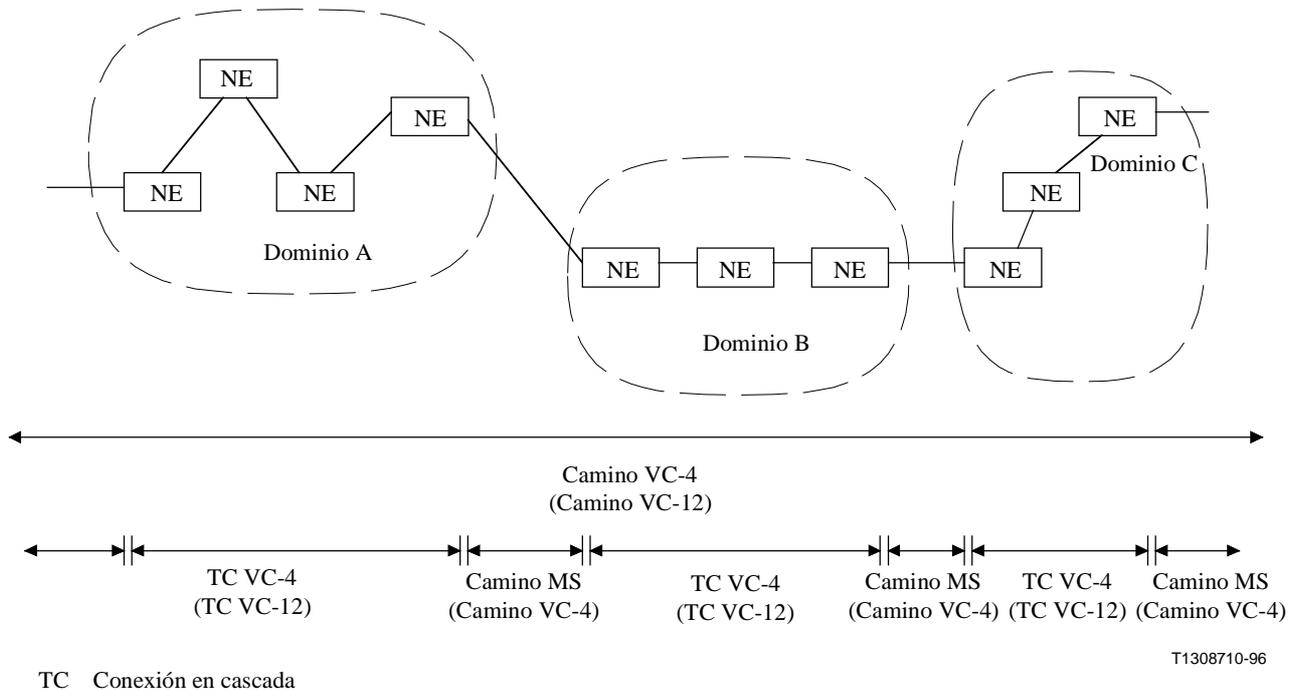


**Figura 6-1/G.803 – Supervisión de la conexión en cascada mediante un camino de subcapa**

La figura 6-2 ilustra una aplicación de red SDH de la supervisión de la conexión en cascada. En general una conexión en cascada estará contenida dentro del dominio administrativo de un operador de red. Se supone que no se necesitan conexiones en cascada entre dos dominios de operador. Este último segmento del trayecto VC-*n* puede supervisarse mediante las capacidades de capa de servidor<sup>2</sup> del trayecto VC-*n*.

<sup>2</sup> En el caso de un VC-4, la capa de servidor es la capa de sección de multiplexión, y en el caso de un VC-12, la capa de servidor es la capa VC-4.

## Reemplazada por una versión más reciente



**Figura 6-2/G.803 – Camino VC-*n* por dominios de múltiples operadores, supervisado mediante conexiones en cascada**

Las figuras 6-3 y 6-4 contienen ejemplos de disposiciones de conexiones en cascada, basadas en un camino VC-4. El camino VC-4 consta de dos terminaciones de camino (HOPT) VC-4 y la conexión de red VC-4.

La conexión en cascada (TC, *tandem connection*) puede incluir o excluir la matriz (función de conexión) dentro de un equipo. Cuando es posible, es preferible incluir las funciones de conexión en el equipo de ingreso y egreso en una conexión en cascada, y por este motivo esta posibilidad se indica en ambos ejemplos.

En la figura 6-3, la conexión de la red VC-4 está subdividida en dos conexiones de subred, una en el dominio del operador de telecomunicaciones (TO, *telecom operator*) A, y otro en el dominio del TO B. Ambas subredes están interconectadas por una conexión de enlace sustentada por una sección de multiplexión.

Las dos subredes de TO funcionan como subcapas TC (subredes supervisadas). Ello añade las funciones de adaptación TC VC-4 (HOTCA) y de terminación de camino (HOTCT) a las subredes de TO.

Las subredes de TO ulteriormente se subdividen en una serie de subredes, representadas por las matrices VC-4 (HOPM) y las conexiones de enlaces intermedios.

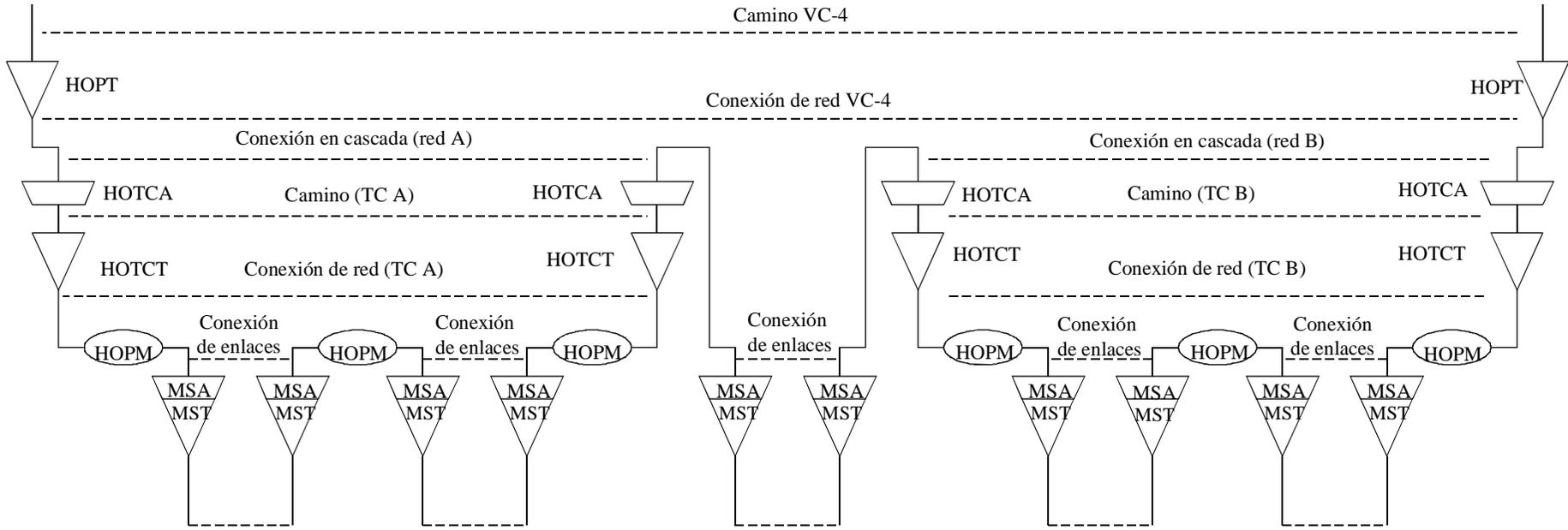
En la figura 6-4, la conexión de red VC-4 está subdividida en tres conexiones de subredes, mediante conexiones de enlaces sustentadas por secciones de multiplexión.

Una de las tres subredes funciona como subcapa TC (subredes supervisadas). Ello añade las funciones de adaptación TC VC-4 (HOTCA) y de terminación de camino (HOTCT) a la subred de TO.

A continuación la subred de TO se subdivide en una serie de subredes, representadas por las matrices VC-4 (HOPM) y las conexiones de enlaces intermedios.

## **Reemplazada por una versión más reciente**

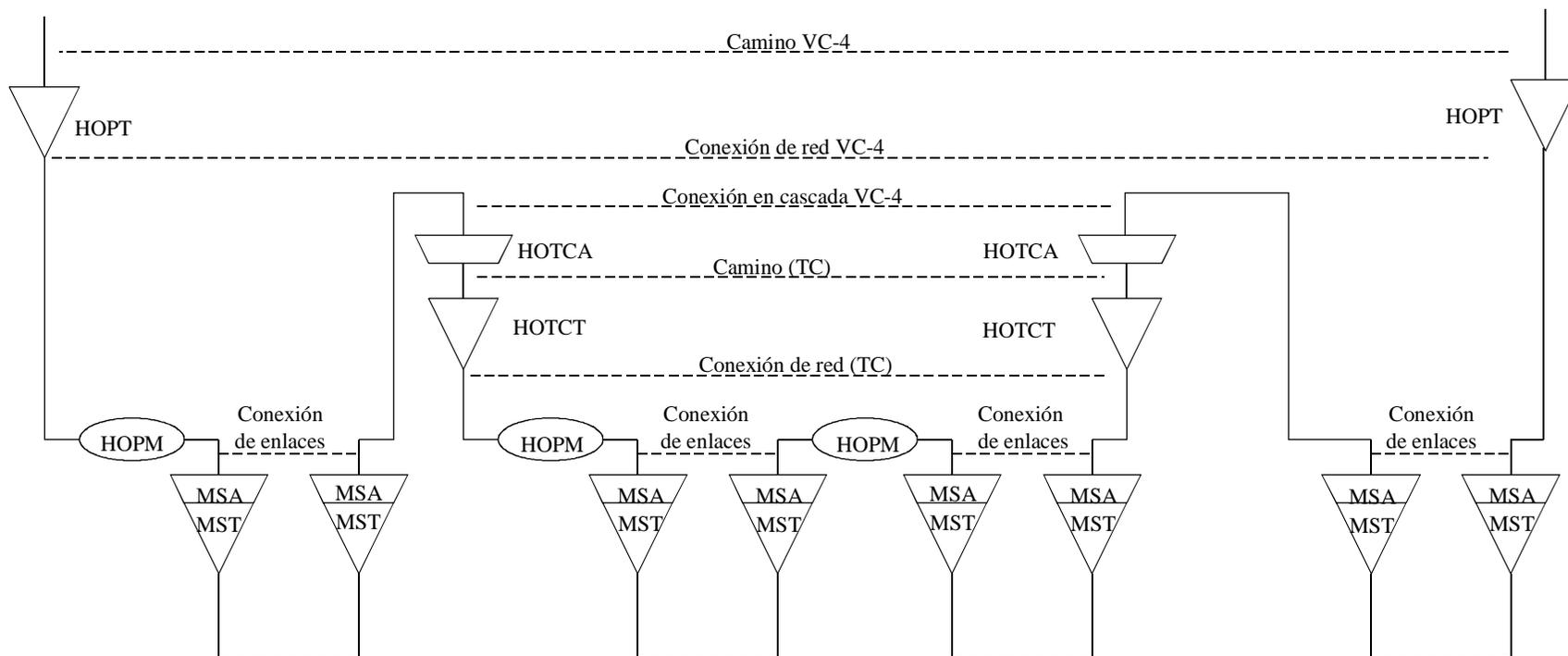
En el elemento de red en que comienza la conexión en cascada, la tara de conexión de cascada está insertada en la señal antes de que ésta se aplique a la función de conexión de capa (si está presente). Del mismo modo, la tara de conexión en cascada se retira de la señal una vez que ha pasado a través de la función de conexión de capa (si está presente) dentro del elemento de red en que termina la conexión en cascada.



T1308720-96

- |       |   |     |  |
|-------|---|-----|--|
| HOPT  | Terminación de trayecto de orden superior               | MSA | Adaptación de sección de multiplexión  |
| HOTCA | Adaptación de la conexión en cascada de orden superior  | MST | Terminación de sección de multiplexión |
| HOTCT | Terminación de la conexión en cascada de orden superior |     |  |
| HOPM  | Matriz de trayecto de orden superior                    |     |  |

Figura 6-3/G.803 – Ejemplo de un camino VC-4 que atraviesa dos dominios de operadores



HOPT Terminación de trayecto de orden superior  
 HOTCA Adaptación de la conexión en cascada de orden superior  
 HOTCT Terminación de la conexión en cascada de orden superior  
 HOPM Matriz de trayecto de orden superior

MSA Adaptación de multiplexión  
 MST Terminación de sección de multiplexión

T1308730-96

Figura 6-4/G.803 – Ejemplo de un camino VC-4 con una conexión en cascada en un dominio de operador intermedio

# Reemplazada por una versión más reciente

## 7 Técnicas para mejorar la disponibilidad en la red de transporte

En la Recomendación G.805 se ofrece una descripción de los tipos de protección genéricos. La presente Recomendación indica de qué manera estos tipos genéricos se aplican en el caso de la SDH. En las Recomendaciones G.783 y G.841 se presenta una descripción detallada de la aplicación de algunos de estos esquemas.

### 7.1 Protección de la sección de multiplexión SDH

La protección de sección de multiplexión SDH es un tipo de la protección de camino que se describe en la Recomendación G.805. Los eventos de fallos se detectan mediante la función de terminación de sección de multiplexión (MST, *multiplex section termination*) y la reconfiguración utiliza las funciones de conmutación de protección que se encuentran en la subcapa de protección de sección de multiplexión. La reconfiguración resultante puede contemplar la conmutación de protección en elementos múltiples de la red SDH. La coordinación de esta conmutación en elementos múltiples de la red SDH se realiza mediante un protocolo de conmutación de protección automática (APS, *automatic protection switching*).

#### 7.1.1 Protección 1+1 de la sección de multiplexión SDH

En el sistema de protección de la sección de multiplexión SDH 1+1, se proporcionan dos secciones de multiplexión; una cursa el tráfico, y la otra actúa como mecanismo de reserva. En la Recomendación G.783 se ofrece una descripción de la protección 1+1 de la sección de multiplexión.

#### 7.1.2 Protección 1:N de la sección de multiplexión SDH

Un sistema de protección 1:N de la sección de multiplexión SDH consta de N secciones de multiplexión que cursan tráfico y que deben recibir protección, además de una sección de multiplexión adicional que suministra la protección. Cuando no se necesita a los fines de la protección, esta capacidad de sección de multiplexión adicional puede utilizarse para soportar "tráfico adicional" de menor prioridad. Este tráfico adicional de por sí no está protegido. En la Recomendación G.783 se ofrece una descripción de la protección 1:N de la sección de multiplexión, junto con el protocolo APS.

#### 7.1.3 Anillos de protección compartida de la sección de multiplexión SDH

Los anillos de protección compartida de la sección de multiplexión se caracterizan por la división de la carga útil total de cada sección de multiplexión en partes iguales, entre la capacidad en funcionamiento y la de protección, es decir, para un anillo STM-N de dos fibras, existen N/2 grupos de unidades administrativas (AUG) disponibles para el funcionamiento y N/2 AUG disponibles para la protección, mientras que para un anillo STM-N de cuatro fibras, existen N AUG disponibles para el funcionamiento y N AUG disponibles para la protección. Puede tener acceso a la capacidad de protección del anillo cualquier sección de multiplexión de un anillo multinodo ante una condición de fallo de sección o de nodo. De este modo la capacidad de protección se comparte entre las múltiples secciones de multiplexión. La compartición de la capacidad de protección permitiría que un anillo de protección compartida de la sección de multiplexión curse más tráfico, en condiciones normales, que otros tipos de anillos. En condiciones de ausencia de fallos, la capacidad de protección puede utilizarse para sustentar "tráfico adicional" de menor prioridad. Este tráfico adicional de por sí no está protegido. En la Recomendación G.841 se presenta la descripción de los anillos de protección compartida de la sección de multiplexión, incluida la definición del protocolo APS.

# Reemplazada por una versión más reciente

## 7.1.4 Anillos especializados de la sección de multiplexión SDH

Un anillo especializado de protección de la sección de multiplexión es un esquema de protección 1:N, en el cual  $N = 1$ . El sistema consta de dos anillos que giran en sentido contrario (cada uno transmite en dirección opuesta en relación con el otro). En condiciones de fallo, todo el canal en funcionamiento se pone en bucle con el canal de protección. La Recomendación G.841 no ofrece el protocolo APS necesario para este sistema, ya que la capacidad máxima de este tipo de anillos es la suma de las capacidades de cada intervalo y, por ende, las aplicaciones de este tipo de esquema de protección son limitadas.

## 7.2 Ejemplos de protección de conexión de subred de SDH

En la Recomendación G.805 se describe la protección de la conexión de subred. Ello puede aplicarse a un trayecto de orden superior o de orden inferior de SDH. Para soportar la protección de subred se prevén dos conexiones de subred especializadas, uno que curse el tráfico y el otro que actúe como mecanismo de reserva. Este mecanismo de protección puede utilizarse en cualquier estructura física de transporte (por ejemplo, en malla, de anillos o mixtas), y sirve para proteger una conexión de red, de extremo a extremo, o una porción de una conexión de red. En la Recomendación G.841 se ofrecen más detalles sobre la aplicación de este esquema en la SDH.

## 8 Arquitectura de redes de sincronización

### 8.1 Introducción

En esta subcláusula se describen los aspectos de arquitectura de la distribución de información de temporización dentro de una red SDH. Se hace hincapié en la necesidad de que los relojes de SDH se ajusten a un reloj de referencia primario (PRC, *primary reference clock*) y posean una buena característica de estabilidad a corto plazo, a fin de ajustarse a los objetivos de tasa genérica de deslizamientos de la Recomendación G.822.

Se señala además que, siempre que el reloj de SDH cumpla la plantilla de estabilidad a corto plazo, no existen limitaciones prácticas al número de elementos de tratamiento de punteros que pueden conectarse en cascada en una red SDH, para cumplir los requisitos de fluctuación de fase de salida de la cabida útil en una frontera SDH/PDH.

Se presentan escenarios evolutivos, para señalar cómo puede integrarse la sincronización de una red SDH con la red de sincronización existente.

### 8.2 Aspectos de la red de sincronización

#### 8.2.1 Métodos de sincronización

En la Recomendación G.810 se identifican dos métodos fundamentales de sincronización de relojes nodales, a saber:

- sincronización principal-subordinado;
- sincronización mutua.

La sincronización principal-subordinado es un método adecuado para la sincronización de redes SDH; a continuación se dan algunas orientaciones sobre su empleo. La viabilidad de la sincronización mutua queda en estudio.

En la sincronización principal-subordinado se utiliza una jerarquía de relojes en la que cada nivel jerárquico está sincronizado con referencia a un nivel superior. El nivel más alto de la jerarquía es el PRC. Las señales de referencia de reloj se distribuyen entre los niveles de la jerarquía por

## Reemplazada por una versión más reciente

conducto de una red de distribución que puede utilizar las facilidades de la red de transporte. Los niveles jerárquicos son los siguientes:

- PRC Rec. G.811
- Reloj subordinado (nodo de tránsito) Rec. G.812
- Reloj subordinado (nodo local) Rec. G.812
- Reloj de elemento de red SDH Rec. G.813.

La distribución de la temporización entre relojes de nodo jerárquico debe efectuarse empleando un método que evite el procesamiento de puntero intermedio. A continuación se indican dos métodos posibles:

- 1) recuperación de la temporización a partir de una señal de STM-N recibida. Esto evita el efecto impredecible de un ajuste de puntero en el reloj subordinado situado hacia el destino. La técnica exacta que debe adoptarse queda en estudio;
- 2) obtención de la temporización a partir de un camino de sincronización no soportado por una red SDH.

El método principal-subordinado utiliza una técnica de sincronización de extremo único, en la que el reloj subordinado determina el camino de sincronización que debe utilizar como referencia propia y conmuta a un camino alternativo si falla el camino original. Se trata de un método de control unilateral.

### 8.2.2 Arquitectura de la red de sincronización

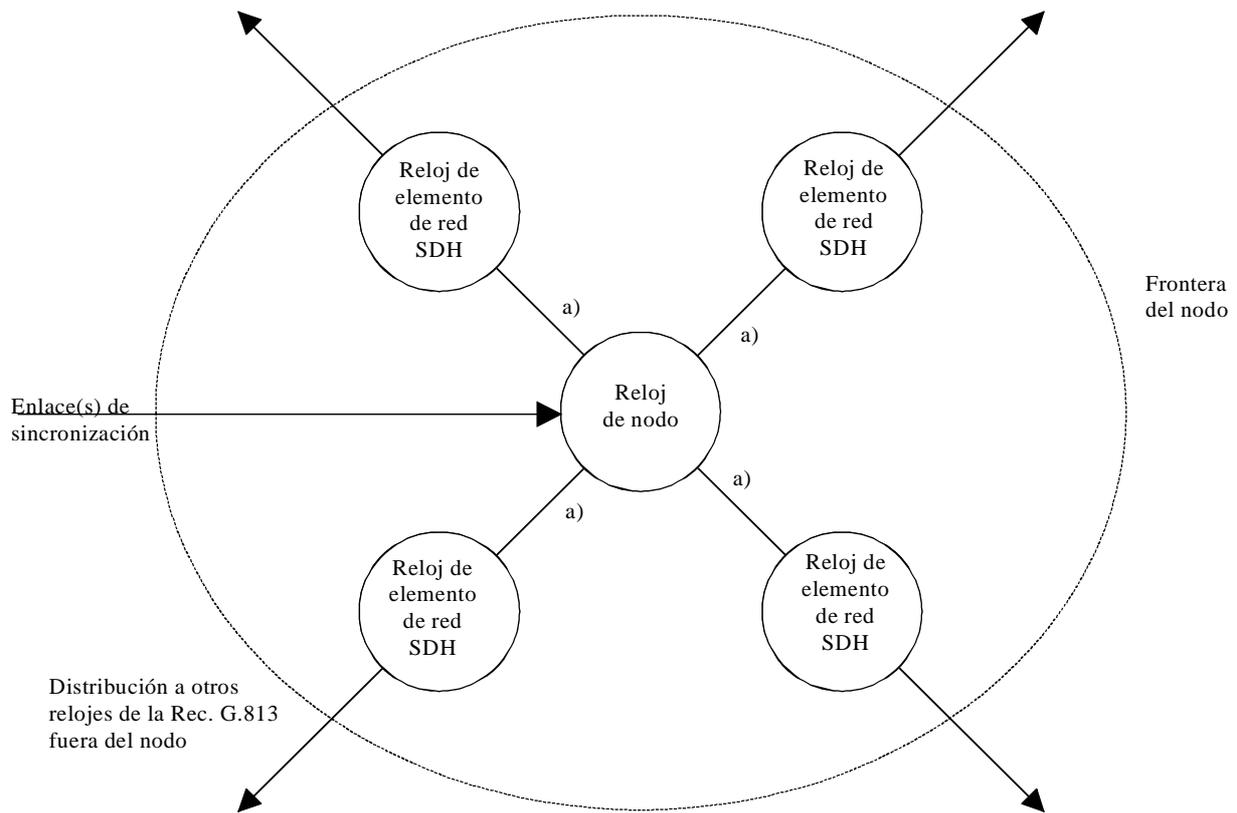
La arquitectura utilizada en una SDH requiere que la temporización de todos los relojes de los elementos de red pueda sincronizarse con un PRC que satisfaga la Recomendación G.811. A continuación se dan detalles sobre la arquitectura que se desea para la sincronización de la red SDH. En 8.2.6 se examinan los aspectos evolutivos.

La distribución de la sincronización puede clasificarse en distribución intraestación, en las estaciones que disponen de un reloj de nivel de la Recomendación G.812, y distribución entre estaciones:

- a) La distribución intraestación, en las estaciones que disponen de un reloj de nivel de la Recomendación G.812, se ajusta a una topología lógica en estrella. Todos los relojes de elemento de red de nivel inferior situados dentro de la frontera de una estación obtienen su temporización a partir de relojes de nivel jerárquico más alto. El reloj de nivel jerárquico más alto de la estación es el único que obtiene la temporización de enlaces de sincronización procedentes de otras estaciones. La temporización se distribuye desde los elementos de red situados dentro de la frontera a los elementos de red situados más allá de la misma, por conducto del medio de transmisión SDH. En la figura 8-1 se muestra la relación entre los relojes de una estación.
- b) La distribución entre estaciones se ajusta a una topología en árbol y permite la sincronización de todas las estaciones de la red SDH. En la figura 8-2 se muestra la relación jerárquica entre relojes. Con esta arquitectura es importante, a efectos del funcionamiento correcto de la red de sincronización, que los relojes de nivel jerárquico inferior acepten solamente la temporización procedente de un nivel jerárquico igual o superior y que se eviten los bucles de temporización. Para tener la seguridad de que se mantiene esta relación, debe diseñarse la red de distribución de forma tal que, incluso en condiciones de avería, sólo se presenten a los relojes jerárquicos referencias de nivel superior válidas.

Los relojes de un nivel jerárquico inferior deben poseer una gama de captura lo suficientemente ancha como para garantizar la adquisición y el enganche automáticos de la señal de temporización generada por el reloj del mismo nivel, o de nivel superior, que están utilizando como referencia.

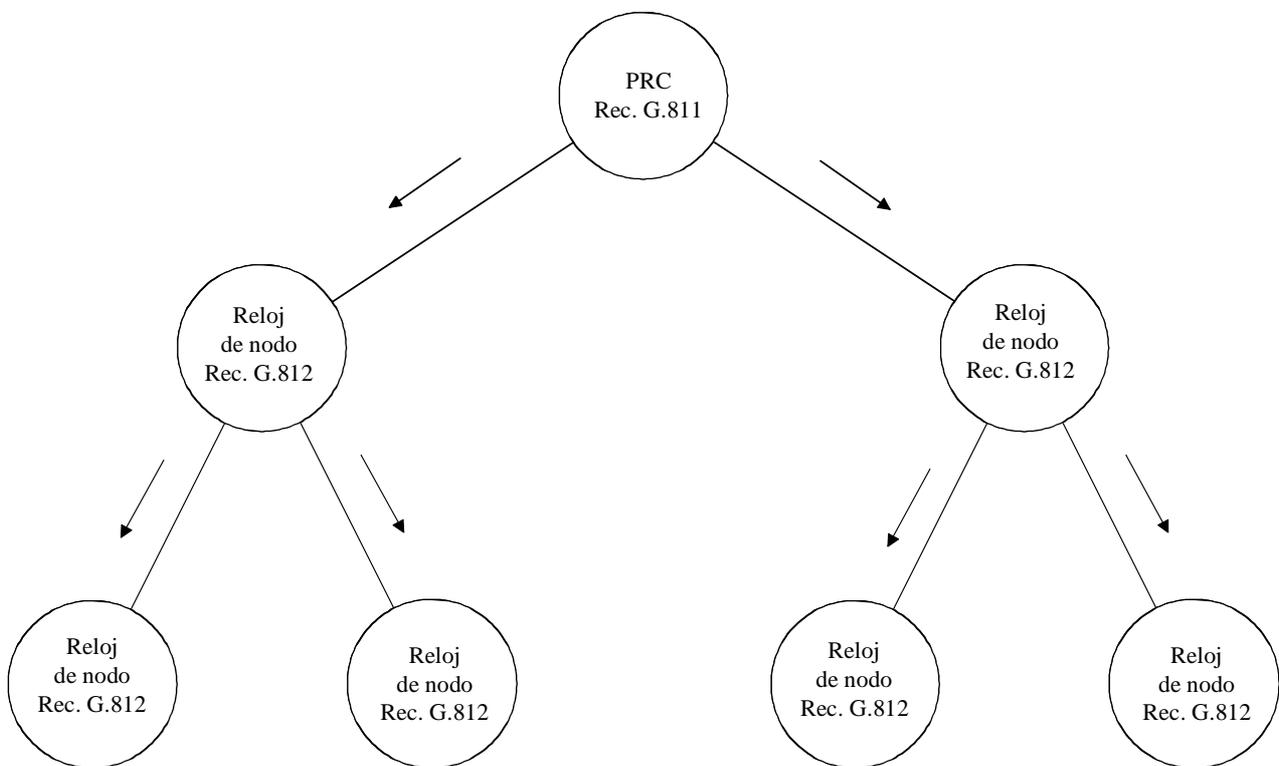
## Reemplazada por una versión más reciente



a) Temporización solamente

T1816890-92

**Figura 8-1/G.803 – Distribución intranodal en la arquitectura de la red de sincronización**



PRC Reloj de referencia primaria

T1816900-92

**Figura 8-2/G.803 – Distribución internodal en la arquitectura de la red de sincronización**

## Reemplazada por una versión más reciente

La arquitectura funcional de redes de sincronización gestiona el modelado de la transferencia de la información de temporización entre los relojes jerárquicos de sincronización. En la figura 8-3 se ofrece un ejemplo. Los tres relojes definidos en las Recomendaciones G.811, G.812 y G.813 están representados como funciones de adaptación que modifican la calidad de la información de temporización según su nivel de calidad.

Todos los relojes de sincronización se sitúan en una capa única, la capa de distribución de sincronización (SD, *synchronization distribution*). La red de capa SD proporciona los caminos para la transferencia de la información de temporización de un reloj a otro. Esta red tiene relación con la transferencia unidireccional de información, y por consiguiente, todos los puntos de acceso de la red de capa SD son unidireccionales.

La capa SD puede estar soportada por cualquier sección de multiplexión o capa de trayecto, a condición de que estas capas de servidor sean transparentes para la información de temporización. Las capas VC-*n* de SDH y las capas de trayecto PDH que son soportadas por las capas del trayecto SDH no reúnen las condiciones necesarias, porque el tratamiento de puntero tiene repercusión en la información de temporización.

La figura 8-3 muestra asimismo al cliente de la capa SD como la capa de sincronización de red (NS, *network synchronization*). La capa NS es la única encargada de proporcionar punto a multipunto a través de conexiones del PRC a todos los demás relojes de la red. En cada punto de conexión en la capa NS existe una estimación del tiempo universal coordinado (UTC, *universal time coordinated*) disponible. La calidad de la estimación del UTC depende de la configuración de la red de capa NS y la calidad de temporización de los caminos SD suministrados por la red de capa SD.

Conviene observar que en la capa SD no se muestran los relojes de regeneración del sistema de línea. Éstos están contenidos en la capa de sección que soporta la capa SD. La diferencia entre estos relojes regeneradores y los relojes de la capa SD es que los primeros son "transparentes". Los relojes regeneradores transfieren la temporización o sofocan la información de temporización. A la inversa, los relojes SD proporcionan la temporización aún en caso de fallo en el camino SD que transfiere la temporización del reloj anterior en la conexión NS.

Las matrices de conexión indicadas en la capa NS suministran la configuración de la red de sincronización. Las conexiones de enlaces entre las matrices están soportadas por caminos en la capa SD. La reconfiguración autónoma de la red de sincronización, incluida la conmutación de protección, también se ejecuta por conducto de esas matrices.

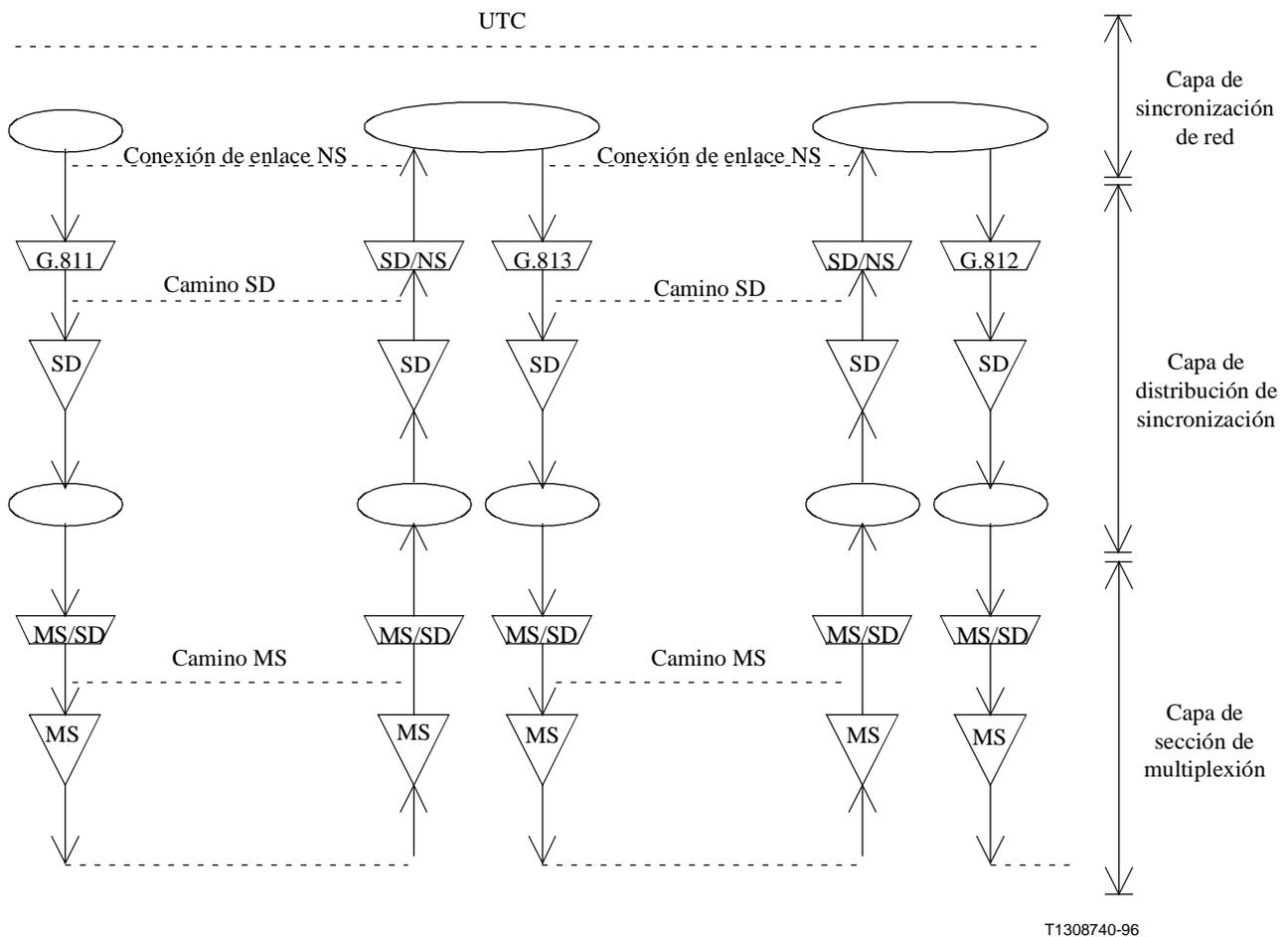
Las matrices de conexión en la capa SD están destinadas al aprovisionamiento de los caminos SD. Se utilizan para seleccionar las secciones de multiplexión o trayectos que soportan los caminos SD.

Pueden utilizarse mensajes de estado de sincronización para vehicular la información sobre la calidad de la temporización (véase 8.2.7). Esta información se inserta en la fuente de terminación del camino SD y se extrae en el sumidero de terminación de camino SD. Además, es la terminación de camino SD que informa sobre el fallo de un camino SD.

La figura 8-4 muestra un ejemplo específico de distribución de sincronización desde la red pública a través de la interfaz de red de usuario de velocidad primaria PDH a un reloj G.812 en una red privada. En este ejemplo las señales de velocidad primaria se retemporizan a partir del reloj de elemento de red SDH.

Quedan en estudio otros métodos para transmitir la sincronización a través de la interfaz de red de usuario.

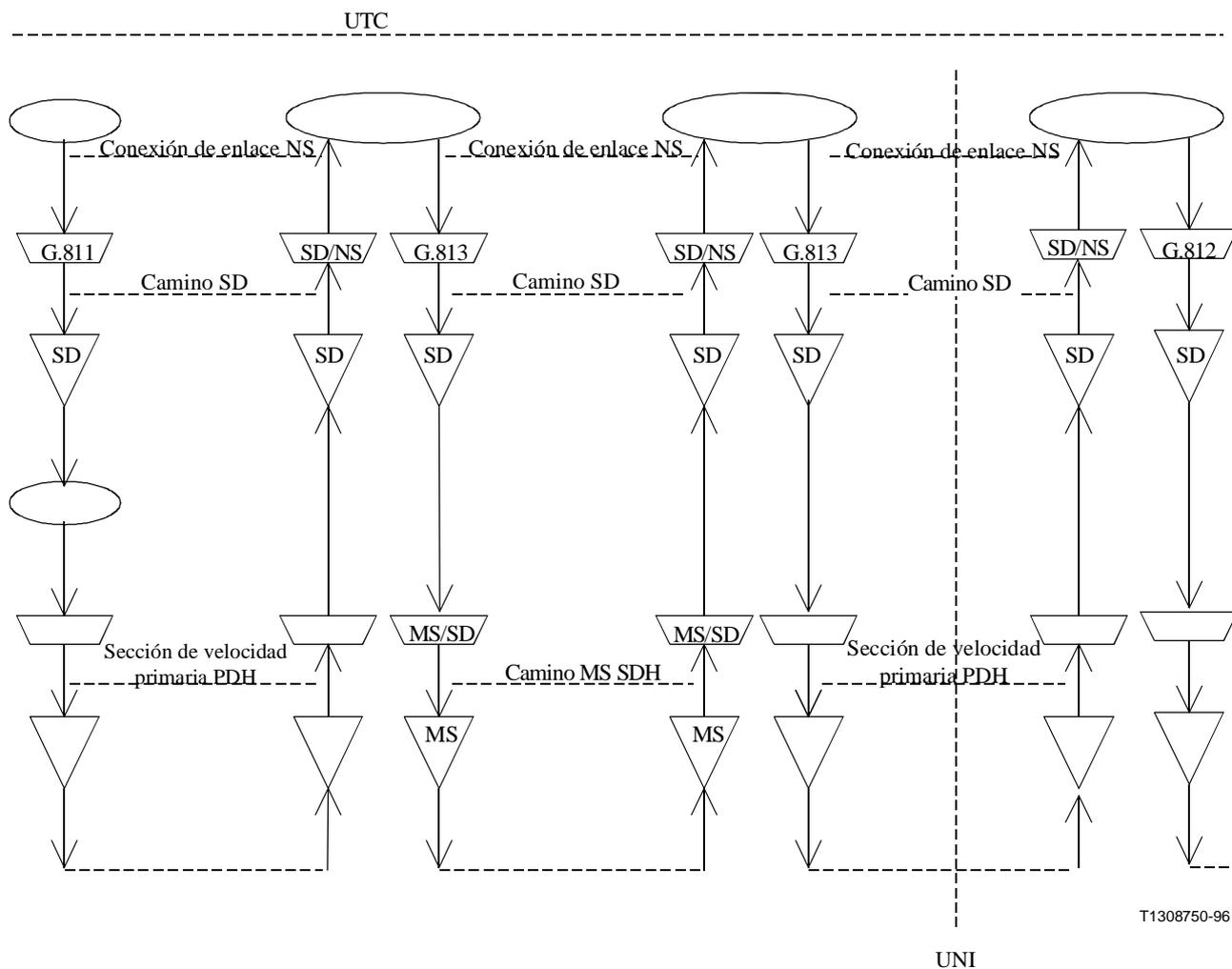
# Reemplazada por una versión más reciente



UTC	Tiempo universal coordinado	MST	Terminación de sección de multiplexión
SD	Distribución de sincronización	SD/NS	Adaptación SD a NS
NS	Sincronización de red	MS/SD	Adaptación MS a SD

**Figura 8-3/G.803 – Ejemplo de distribución de sincronización que muestra las capas de sincronización**

# Reemplazada por una versión más reciente



T1308750-96

UTC	Tiempo universal coordinado	MST	Terminación de sección de multiplexión
SD	Distribución de sincronización	SD/NS	Adaptación SD a NS
NS	Sincronización de red	MS/SD	Adaptación MS a SD

**Figura 8-4/G.803 – Ejemplo de distribución de sincronización a través de un UNI PDH**

## 8.2.3 Modos de sincronización

Se distinguen cuatro modos de sincronización, a saber:

- síncrono;
- seudosíncrono;
- plesiócrono;
- asíncrono.

En el modo asíncrono, todos los relojes de la red se ajustan al PRC de la red. Los ajustes de puntero solamente se producirán al azar. Éste es el modo normal de funcionamiento en el dominio de un mismo operador.

En el modo seudosíncrono, no todos los relojes de la red estarán sincronizados con referencia al mismo PRC. Sin embargo, cada PRC deberá cumplir lo establecido en la Recomendación G.811, por lo que se producirán ajustes de puntero en el elemento de red de frontera de sincronización. Éste es el modo normal de funcionamiento en la red internacional y entre operadores.

## Reemplazada por una versión más reciente

En el modo plesiócrono se inhabilitan el camino de sincronización y las alternativas de repliegue para uno o más relojes de la red. El reloj pasa al modo retención o de funcionamiento libre. Si se pierde la sincronización con respecto a un elemento de red SDH que efectúa la correspondencia asíncrona, el desplazamiento de frecuencia y la deriva del reloj harán que los ajustes de puntero persistan durante todo el periodo de conexión de la red SDH. Si se pierde la sincronización con respecto al último elemento de red de la conexión de red SDH (o al penúltimo elemento de red en el caso en que el último sea subordinado, es decir consista en un multiplexor con bucle temporizado) habrá que proceder también a ajustes de puntero a la salida de la red SDH. Sin embargo, si el fallo de la sincronización se produce en un elemento de red intermedio, ello no provocará un movimiento de puntero neto en el elemento de red de salida final, siempre que el elemento de red de entrada se mantenga sincronizado con el PRC. El movimiento del puntero en el elemento red intermedio será corregido por el elemento de red siguiente de la conexión, que se mantiene aún sincronizado.

El modo asíncrono se corresponde con la situación en la que se producen amplios desplazamientos de frecuencia. No es preciso que la red SDH mantenga tráfico con una precisión de reloj inferior a la especificada en la Recomendación G.813. Para el envío de las AIS se requiere una precisión de reloj de  $\pm 20$  ppm (aplicable a los regeneradores y a cualquier otro equipo SDH en los que la pérdida de todas las señales de sincronización entrantes implique la pérdida de la totalidad del tráfico).

### 8.2.4 Cadena de referencia de la red de sincronización

En la figura 8-5 se muestra la cadena de referencia de la red de sincronización. Los relojes de nodo se interconectan por medio de  $N$  elementos de red, cada uno de los cuales dispone de relojes que cumplen lo establecido en la Recomendación G.813.

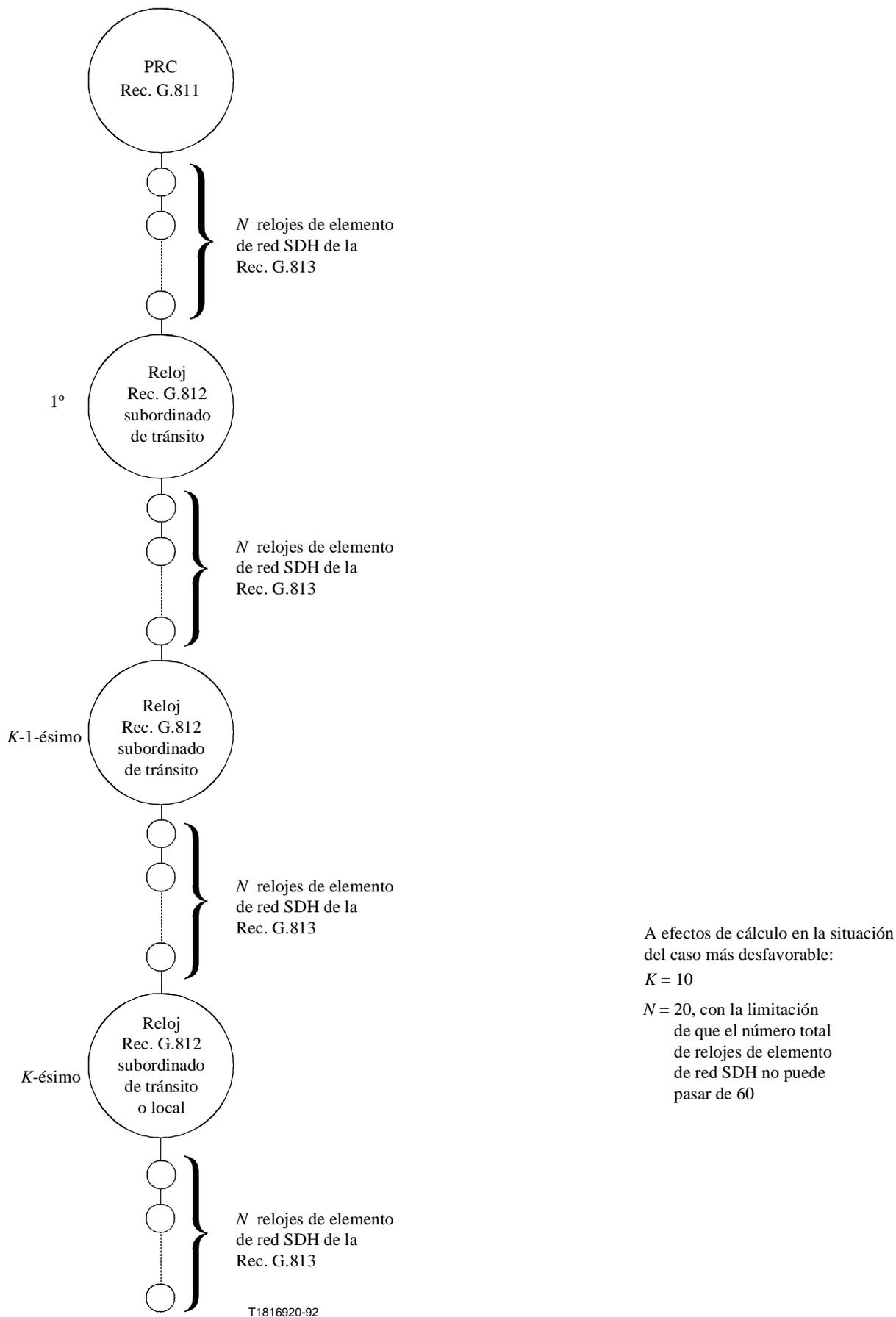
La cadena más larga no debe exceder de  $K$  relojes subordinados que cumplan la Recomendación G.812. Solamente se ha representado un tipo de reloj subordinado de la Recomendación G.812, porque la diferencia de característica de retención entre relojes locales y de tránsito no es importante para la sincronización de la red SDH, lo cual contrasta con la situación del entorno RTPC, que es sensible a la inestabilidad a largo plazo.

La calidad de la temporización se degradará a medida que aumente el número de enlaces de sincronización.

El valor de  $N$  vendrá limitado por la calidad de la sincronización requerida por el último elemento de red de la cadena. De esta manera se asegura el cumplimiento de los requisitos de estabilidad a corto plazo definidos en el apéndice a la Recomendación G.813.

Para determinar las especificaciones del reloj de sincronización, los valores de la cadena de referencia de sincronización del caso más desfavorable son:  $K = 10$  y  $N = 20$ , con un número total de relojes de elementos de red SDH limitado a 60. Estos valores son aplicables sólo a los relojes de la "opción 1" definidos en la Recomendación G.813; los valores para los relojes de la "opción 2" quedan en estudio. Los valores para la "opción 1" han sido obtenidos por cálculos teóricos y para su verificación será necesario efectuar mediciones prácticas. Conviene señalar no obstante que, en el diseño práctico de la red de sincronización, el número de elementos de red en cascada debe reducirse al mínimo por razones de fiabilidad.

# Reemplazada por una versión más reciente



**Figura 8-5/G.803 – Cadena de referencia de la red de sincronización**

# Reemplazada por una versión más reciente

## 8.2.5 Estrategia de sincronización

La estrategia de sincronización consiste en integrar la sincronización de la red SDH con la arquitectura de sincronización de la red RTPC existente, con un mínimo de perturbaciones y reconfiguraciones. Los relojes de nodo actuales son unidades aparte o integradas en las centrales. Con la implantación de la SDH, existe también la posibilidad de integrar el reloj de nodo en ciertos tipos de equipo SDH, por lo general en los grandes dispositivos de transconexión SDH. En tal caso, el reloj de elemento de red de la Recomendación G.813 es sustituido por un reloj de calidad de la Recomendación G.811 o G.812.

## 8.2.6 Evolución de la red de sincronización

La SDH se ha diseñado para que funcione en el modo seudósíncrono. Los elementos de red pueden integrarse en las jerarquías de sincronización existentes.

Cuando se pone en servicio por primera vez el equipo SDH, la temporización del elemento de red debe obtenerse a partir del PRC o de uno de los relojes subordinados. La temporización se distribuye a través de la red SDH según el método principal-subordinado. Esto puede que requiera una nueva interfaz en el reloj subordinado, para temporizar el elemento de red SDH.

Si la introducción de la red SDH genera islas de PDH, deben adoptarse medidas para que los enlaces de sincronización soportados por los caminos PDH de velocidad primaria no transiten por la red SDH. Para ello es necesario reconfigurar la arquitectura de sincronización, ya que los caminos de sección de multiplexión SDH deben soportar todos los enlaces de sincronización que transitan por la red SDH. Quizá esto exija nuevas interfaces en los relojes subordinados y en el PRC.

Cuando una red se base totalmente en la SDH, la distribución de la sincronización vendrá determinada únicamente por la cadena de referencia de la red de sincronización.

Durante la evolución de la red hacia la SDH, habrá que alterar el plan de sincronización de la red, para tener en cuenta los elementos de red SDH. Esto requiere una planificación cuidadosa, como garantía de que no se perturbe la sincronización de la red.

Los escenarios evolutivos, con múltiples islas de SDH, que soportan el transporte de una cabida útil PDH, requieren un estudio complementario.

## 8.2.7 Robustez de la red de sincronización

Es preferible que todos los relojes de nodo y de elementos de red sean capaces de recuperar la temporización a partir de, por lo menos, dos caminos de distribución de sincronización. El reloj subordinado debe reconfigurarse para que recupere la temporización a partir de un camino alternativo, si falla el camino original. Siempre que sea posible, deberán proporcionarse caminos de sincronización a través de trayectos con encaminamientos diferentes.

En caso de fallo de la distribución de sincronización, todos los elementos de red tratarán de recuperar la temporización a partir del reloj fuente del nivel jerárquico más alto posible. Para ello, tanto los relojes de la Recomendación G.812 como los relojes de la Recomendación G.813 deberán poder reconfigurarse y recuperar la temporización a partir de uno de sus caminos de distribución de sincronización alternativos. De este modo será muy poco probable que un elemento de red temporizado por el reloj del elemento de red SDH pase al modo retención o de funcionamiento libre. Sin embargo, quizá tenga que recuperar la temporización a partir de un reloj de la Recomendación G.812 que se encuentre él mismo en el modo retención, si se trata de la fuente de nivel jerárquico más alto de que dispone.

Dentro de las subredes SDH, la temporización se distribuye entre los nodos de red por conducto de cierto número de elementos de red con relojes de nivel jerárquico inferior. Se dispone de un método de marcación de la calidad de la temporización que permite la selección y confirmación del camino

## Reemplazada por una versión más reciente

de distribución de sincronización de máxima calidad (incluso en condiciones de fallo de sincronización).

El método de marcación de calidad proporciona una indicación de la calidad de la temporización mediante un procedimiento basado en mensajes de situación. El mensaje de situación se transmite en la tara de sección de multiplexión, como se describe en la Recomendación G.707. Cuando se utiliza una salida para soportar un camino de sincronización con un mensaje de situación de sincronización, este mensaje indicará la calidad y/o posibilidad de ajustarse a la referencia del reloj que generó originalmente la señal de sincronización. Conviene observar que éste no refleja toda degradación causada por la acumulación de fluctuación de fase o fluctuación de fase lenta, como resultado de la transmisión por conducto de una red de transporte.

Dentro de las subredes SDH, el mensaje de situación se transmite en la tara de sección de multiplexión como se describe en la Recomendación G.707. En los caminos de distribución PDH, es posible transmitir el mensaje de situación como se describe en la Recomendación G.704. Para caminos de distribución PDH que transportan ATM el mensaje de estado se describe en la Recomendación G.832.

Los mensajes de situación de sincronización contienen información sobre la calidad del reloj, que permite que los relojes seleccionen la referencia de sincronización más adecuada del conjunto de referencias disponibles. El propósito de estos mensajes es permitir que los relojes configuren sus referencias de sincronización autónomamente, evitando la creación de bucles de temporización. La utilización de mensajes de situación de sincronización pueden reducir al mínimo la duración del tiempo en que un reloj está en retención. Sin embargo, es fundamental estar consciente de que la utilización de los mensajes de situación de sincronización no evita de por sí sola la creación de bucles de temporización. Se necesita aun prever una planificación e ingeniería de la sincronización.

En la figura 8-6 se muestra un ejemplo de reconfiguración, en que el primer elemento de red conectado a partir del PRC pierde su camino de sincronización procedente de este reloj y debe reconfigurarse y aceptar la temporización procedente del reloj subordinado de la Recomendación G.812.

## Reemplazada por una versión más reciente

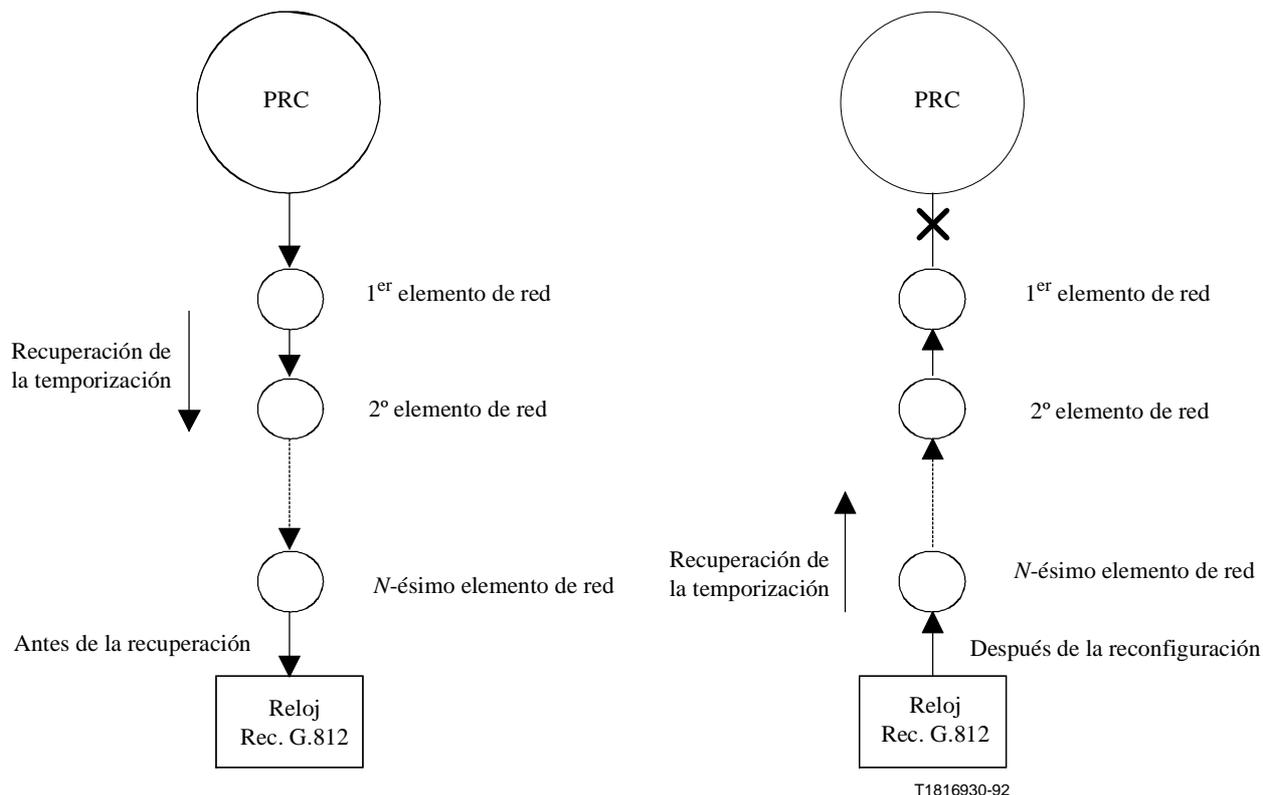


Figura 8-6/G.803 – Ejemplo de reconfiguración

### 8.3 Fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la cabida útil

En una SDH, la calidad de la información de temporización de una señal de cabida útil depende de diversos factores:

- red de sincronización;
- mecanismo de tratamiento del puntero;
- mecanismos de puesta en correspondencia de la cabida útil.

En 8.2 se define una cadena de referencia de sincronización utilizada para calcular la acumulación de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase en la red de sincronización. Los requisitos de estabilidad a corto plazo resultantes, especificados en el apéndice I/G.813, representan un límite de red para la estabilidad del reloj de la fuente de temporización contenida en un elemento de red. Esta estabilidad del reloj determina la estadística de los ajustes del puntero resultante del mecanismo de tratamiento de puntero.

La finalidad de esta subcláusula es definir las topologías de red que debe aceptar una red SDH, teniendo en cuenta los límites de red a efectos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la cabida útil establecidos en las Recomendaciones G.823 y G.824. Además, se especifican configuraciones de referencia que pueden producirse cuando se introduce una SDH en un entorno PDH existente.

#### 8.3.1 Modelo de red SDH para la simulación de la actividad del puntero

Se utiliza el modelo representado en la figura 8-7 para el transporte de señales PDH a través de una red SDH, con el fin de simular la acumulación de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase en una conexión de referencia, debida a la actividad del puntero. Se supone que el reloj que actúa en cada nodo de tratamiento de puntero tiene la estabilidad especificada en la Recomendación G.813.

## Reemplazada por una versión más reciente

Como esta especificación refleja el límite de la red, ello representa una situación de caso más desfavorable.

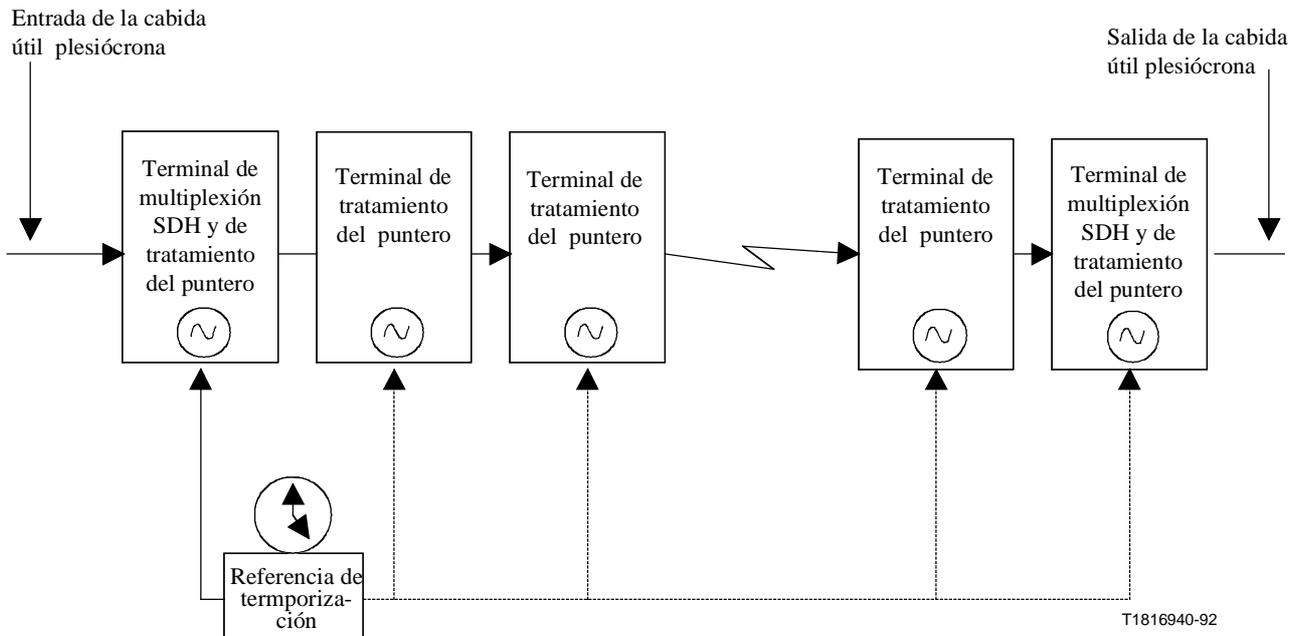
Las simulaciones han puesto de manifiesto que las estadísticas de puntero quedan delimitadas cuando aumenta el número de nodos de tratamiento. Con los valores de separación umbral de las memorias intermedias del mecanismo de tratamiento de puntero especificadas en la Recomendación G.783, los ajustes de puntero al nivel de TU-1 constituyen un caso extremadamente raro, aún cuando se hayan tenido en cuenta los tratamientos de puntero intermedios al nivel de unidad administrativa. Esto significa que el mecanismo de puntero no impone un límite superior, en la práctica, al número de nodos de tratamiento de unidades afluentes que pueden conectarse en cascada. Al nivel de unidad administrativa, se producen ajustes de puntero, incluidos algunos ajustes de puntero doble, con una saturación estadística que comienza a manifestarse a partir de unos 10 nodos aproximadamente. Esto significa que tampoco existe ninguna limitación práctica al número de nodos de tratamiento de puntero de unidad administrativa que pueden ponerse en cascada, siempre que se cumpla la plantilla de estabilidad a corto plazo en cada reloj de nodo.

### 8.3.2 Fluctuación de fase en la frontera SDH/PDH

La fluctuación de fase que aparece en una frontera SDH/PDH se compone de una fluctuación de fase del ajuste de puntero y de una fluctuación de fase del establecimiento de la correspondencia de la cabida útil. Como los ajustes de puntero se producen en pasos de 8 intervalos unitarios (24 intervalos unitarios al nivel de AU-4), se imponen requisitos estrictos al desincronizador en la frontera SDH/PDH. También se imponen al nivel de TU-1 ya que, aunque es raro que se produzcan eventos de ajuste de puntero en condiciones de funcionamiento normales (es decir, cuando todos los nodos están sincronizados), pueden ocurrir en condiciones degradadas (es decir, en modos seudosíncrono o plesiócrono) cuando el nodo de origen o de terminación pierde la sincronización. Esto exige la utilización de desincronizadores con una anchura de banda equivalente relativamente estrecha. Debe observarse que, aun con desincronizadores de banda estrecha, el efecto de las justificaciones de punteros en las señales que se utilizan para transmitir la temporización de un tercero puede ser mayor que el supuesto en el diseño de los dispositivos de sincronización contenidos en el equipo de las instalaciones del cliente. Dichos dispositivos podrían no ser capaces, por tanto, de seguir adecuadamente las variaciones de fase. El desincronizador filtrará también la fluctuación de fase de línea que puede acumularse a lo largo de una cadena de regeneración, si no ha quedado filtrada ya por efecto de las características del reloj de los equipos del elemento de red SDH. La fluctuación de fase del establecimiento de la correspondencia se genera en el nodo de origen, en la frontera SDH/PDH, pero no se acumula a través de una red SDH. Su contribución relativa a la fluctuación de fase de salida en la frontera SDH/PDH dependerá del diseño del desincronizador. Su valor máximo se especifica en la Recomendación G.783.

En consecuencia, el límite de la fluctuación de fase de salida en la frontera SDH/PDH queda determinado por la fluctuación de fase del ajuste del puntero, la cual, a su vez, depende de la estabilidad a corto plazo de los relojes de cada nodo.

## Reemplazada por una versión más reciente

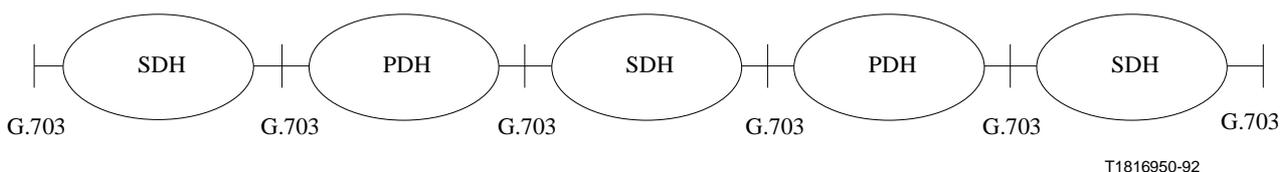


**Figura 8-7/G.803 – Modelo de red SDH para la simulación de la actividad relativa al puntero**

### 8.4 Consecuencias del interfuncionamiento SDH/PDH

En muchos escenarios evolutivos surge la necesidad de transportar una cabida útil PDH a través de múltiples islas de SDH, como se muestra en la figura 8-8. Aunque las especificaciones de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la cabida útil de la Recomendación G.783 se han establecido teniendo en cuenta esta aplicación, no hay una garantía absoluta de que toda cadena de multiplexión PDH acepte la fluctuación de fase de salida existente en la frontera SDH/PDH. Esto se debe a que no se ha especificado un límite inferior a la frecuencia de transición de la característica de transferencia del demultiplexor en PDH.

Si se conectan en cascada islas síncronas, se producirá una cierta acumulación de transitorios de fase debida a los ajustes de puntero más o menos simultáneos producidos en las múltiples islas. La estadística del puntero es de tal naturaleza que hace necesaria una limitación del número máximo de islas conectables en cascada para el transporte de señales a 34 368, 44 736 y 139 264 kbit/s, a menos que se mejore la especificación del desincronizador, de modo que sea posible atenuar convenientemente la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que aparecen a la entrada de una isla de SDH. El compromiso entre número máximo de islas, estabilidad de reloj a corto plazo y especificación del desincronizador, queda en estudio.



**Figura 8-8/G.803 – Interfuncionamiento PDH/SDH**

# Reemplazada por una versión más reciente

## 9 Selección de una correspondencia a velocidad primaria

Hay tres formas de poner en correspondencia señales a las velocidades primarias de 1544 y de 2048 kbit/s con el VC-11 y el VC-12, respectivamente, según las definiciones de la Recomendación G.707, a saber: asíncrona, síncrona en bits y síncrona en bytes. Estas correspondencias tienen distintas características y dependen de diferentes factores en lo que respecta a la red. La elección de la correspondencia depende de la aplicación.

Dadas las propiedades de las correspondencias, se recomienda lo siguiente para la construcción de redes SDH:

- a) debe utilizarse la correspondencia asíncrona para señales de tipo asíncrono/plesiócrono únicamente. Se incluyen aquí las correspondencias entre trayectos PDH y trayectos SDH (es decir, que pueden transportarse señales a 64 kbit/s en formato PDH mediante la correspondencia asíncrona);
- b) no debe utilizarse la correspondencia síncrona en bits en las interconexiones internacionales;
- c) debe utilizarse la correspondencia síncrona en bytes, en modo flotante, para señales a velocidad primaria, según la definición de la Recomendación G.704, a condición de que la velocidad binaria de la señal pueda, en condiciones de funcionamiento normales, ajustarse con arreglo a un reloj de referencia primario. Ello se aplica, por ejemplo, a la utilización de una interfaz V5.1 o V5.2, definidas en las Recomendaciones G.964 y G.965, respectivamente. En el caso de que un operador de red opte por utilizar la correspondencia asíncrona para esa señal síncrona que se pretende conectar, vía LOP SDH, a otro operador de red que utiliza la correspondencia síncrona en bytes recomendada, el primer operador es responsable por el suministro de la funcionalidad de interfuncionamiento, a menos que se convenga bilateralmente otra cosa.

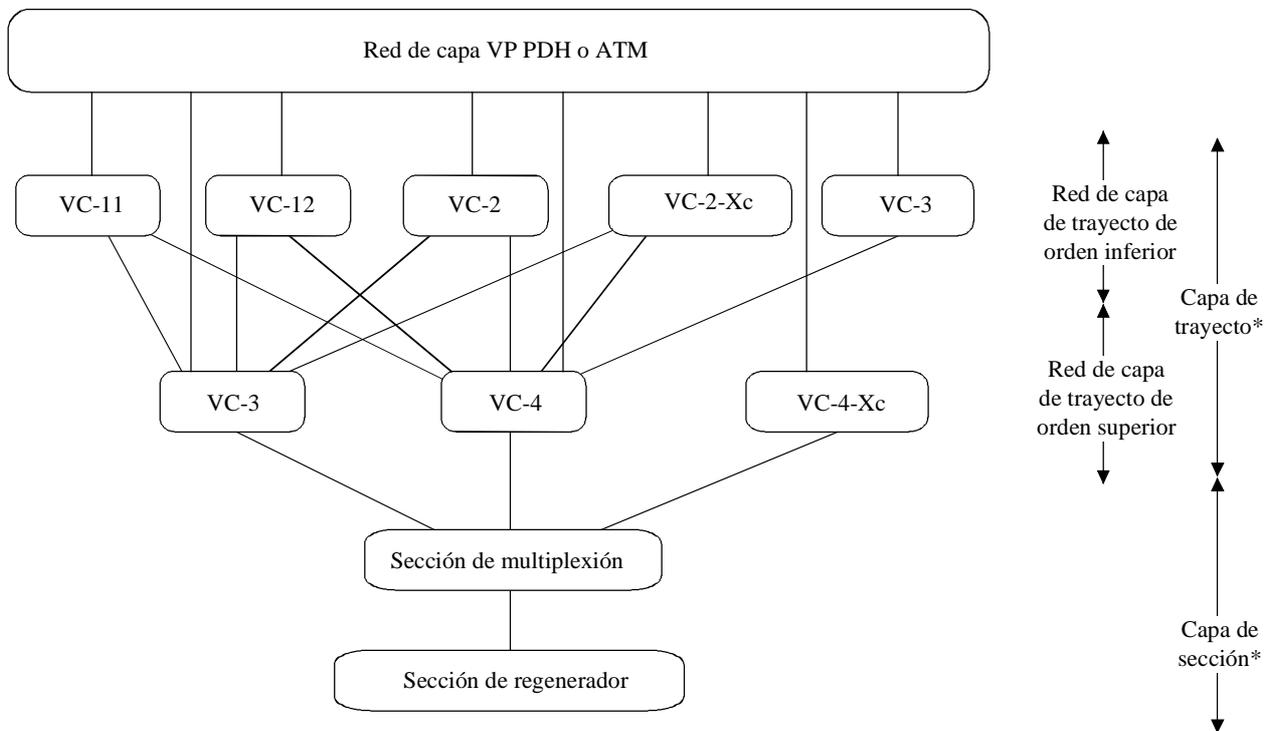
En el apéndice II se facilita más información sobre el interfuncionamiento de señales a 64 y  $N \times 64$  kbit/s entre redes de transporte basadas en la PDH y redes de transporte basadas en la SDH.

## APÉNDICE I

Capa del cliente	Capa del servidor	Información característica del cliente
asíncrona 1544 kbit/s	LOP VC-11	1544 kbit/s $\pm$ 50 ppm
síncrona en bytes 1544 kbit/s	LOP VC-11	1544 kbit/s nominal G.704 estructurado en octetos
asíncrona 2048 kbit/s	LOP VC-12	2048 kbit/s $\pm$ 50 ppm
síncrona en bytes 2048 kbit/s	LOP VC-12	2048 kbit/s nominal G.704 estructurado en octetos
asíncrona 6312 kbit/s	LOP VC-2	6312 kbit/s $\pm$ 30 ppm
asíncrona 34 368 kbit/s	HOP o LOP VC -3	34 368 kbit/s $\pm$ 20 ppm
asíncrona 44 736 kbit/s	HOP o LOP VC-3	44 736 kbit/s $\pm$ 20 ppm
asíncrona 139 264 kbit/s	HOP VC-4	139 264 kbit/s $\pm$ 15 ppm
Trayecto virtual ATM	LOP VC-11, VC-12, VC-2 o VC-3 u: HOP VC-3, VC-4 o VC-4-Xc	células de 53 octetos

# Reemplazada por una versión más reciente

Capa del cliente	Capa del servidor	Información característica del cliente
LOP VC-11	HOP VC-3 o VC-4	VC-11 + desplazamiento de cuadro
LOP VC-12	HOP VC-3 o VC-4	VC-12 + desplazamiento de cuadro
LOP VC-2	HOP VC-3 o VC-4	VC-2 + desplazamiento de cuadro
LOP VC-3	HOP VC-4	VC-3 + desplazamiento de cuadro
HOP VC-3	Sección de multiplexión STM-N	VC-3 + desplazamiento de cuadro
HOP VC-4	Sección de multiplexión STM-N	VC-4 + desplazamiento de cuadro
Sección de multiplexión STM-N	Sección de regenerador STM-N	Velocidad STM-N, N = 1, 4, 16, 64



\* G.805 Conjunto de transporte

T1308760-96

**Figura I.1/G.803 – Redes de capa SDH**

# Reemplazada por una versión más reciente

## APÉNDICE II

### Introducción de redes de transporte basadas en la SDH

#### II.1 Generalidades

En este apéndice se facilita información sobre la manera en que podría evolucionar una red de transporte hacia otra red basada en la SDH. Para la implantación de las redes de transporte basadas en la SDH, deberán adoptarse muchas decisiones. Algunas de ellas, tales como el orden temporal en el que se introduzcan los distintos tipos de equipos basados en la SDH y los tipos de correspondencias utilizadas, afectarán a las fases subsiguientes de la evolución hacia las redes de transporte basadas en la SDH y pueden plantear limitaciones relativas a la configuración de la red o al interfuncionamiento PDH/SDH. Estas decisiones, así como el nivel de desarrollo de las redes de transporte basadas en la SDH, en comparación con las redes PDH u otras redes de transporte, son competencia de cada operador de red. En el presente apéndice se tratan estos temas, examinando los pasos necesarios para la evolución hacia redes de transporte basadas totalmente en la SDH, pero el objetivo último no consiste, necesariamente, en la adopción de este tipo de redes.

Se identifican en este apéndice, en primer lugar, los tipos de señales de capa de cliente que se pueden soportar en los trayectos SDH y los tipos de señales de capa de cliente que se pueden soportar en los trayectos PDH. Se describen seguidamente los tres escenarios fundamentales de introducción de equipos basados en la SDH. Para cada tipo de señal de capa de cliente y escenario de introducción, este apéndice describe las consecuencias sobre la configuración de la red, el interfuncionamiento PDH/SDH y la evolución subsiguiente de la red de transporte.

En la figura II.1 se representan los trayectos de introducción disponibles y se ilustran las decisiones básicas. Esta figura sirve de referencia para el análisis que sigue.

#### II.2 Tipos de señales de capa de cliente

##### II.2.1 Caso SDH

En el caso de la SDH, las capas de trayecto sustentan los dos tipos siguientes de señales de capa de cliente, de acuerdo con las correspondencias definidas en la Recomendación G.707. A los efectos del interfuncionamiento, deben considerarse dos casos:

- a) señales de capa de cliente, tales como:
  - i) señales basadas en 64 kbit/s (adaptadas a las capas de trayecto SDH, utilizando correspondencias síncronas en bytes);
  - ii) señales por líneas arrendadas con velocidades binarias de la Recomendación G.702 iguales a la velocidad primaria o superiores a ella;
  - iii) otras señales (por ejemplo, células en ATM), cuyas velocidades binarias podrían optimizarse en función de la capacidad útil de los trayectos de capa SDH;
- b) señales de capa de trayecto PDH (para velocidades binarias de la Recomendación G.702 iguales a la velocidad primaria o superiores a ella) que, a su vez, sustentan:
  - i) señales de capa de cliente, como en II.2.1 a);
  - ii) señales de capa de trayecto PDH de orden inferior.

Los equipos de red de transporte basada en la SDH gestionan el control de la conectividad de los trayectos SDH, pero no el control de la conectividad de la capa de cliente. En consecuencia, en el caso b), no puede utilizarse el equipo basado en SDH para encaminar individualmente, por la red, las señales indicadas en b), i) y ii). Para facilitar esta conectividad, es necesaria la funcionalidad de multiplexión PDH a velocidad primaria y/o de orden superior. Esta restricción podría ser importante

## Reemplazada por una versión más reciente

en aquellos casos en que las redes de transporte basadas en la SDH se generalizaran. Cuando exista la probabilidad de que así ocurra, se recomienda hacer mínimo el soporte de esa señal desde el comienzo o bien que se adopten, durante las etapas subsiguientes de la evolución de la red de transporte, las medidas necesarias para que las señales redundantes de capa de trayecto PDH sean mínimas.

### II.2.2 Caso PDH

En el caso de la PDH, a los fines del interfuncionamiento deben considerarse las señales de capa de trayecto que sustentan los dos tipos siguientes de señales de capa de cliente:

- a) señales de capa de cliente, tales como:
  - i) señales basadas en 64 kbit/s (adaptadas a las capas de trayecto PDH, de conformidad con la Recomendación G.704);
  - ii) señales por líneas arrendadas con velocidades binarias de la Recomendación G.702 iguales a la velocidad primaria o superiores a ella;
  - iii) otras señales (por ejemplo, células en ATM), cuyas velocidades binarias podrían optimizarse en función de la capacidad útil de las capas PDH;
- b) señales de capa de trayecto SDH que, a su vez, sustentan las señales de capa de cliente identificadas en II.2.1 (véase la nota).

NOTA – Las correspondencias entre señales de capa de trayecto SDH y señales de capa de trayecto PDH están definidas actualmente en la Recomendación G.832. Se menciona la posibilidad en este apéndice a fin de esbozar una posible etapa de transición en la evolución de la red de transporte. A la funcionalidad necesaria para proporcionar estas correspondencias se le denomina funcionalidad "módem" puesto que es similar a la transición desde la red analógica "antigua" a la red digital "nueva", durante la cual los módems permitían que la red "antigua" sustentara señales procedentes de la red "nueva". En aquellos casos en que la funcionalidad módem permite la multiplexión de varias señales de capa de trayecto SDH en la capa de trayecto PDH, no es posible gestionar el control de la conectividad de señales de capa de trayecto SDH individuales en la red de capa de trayecto PDH.

### II.3 Introducción inicial de equipos basados en la SDH

Hay tres modos básicos de efectuar la primera introducción de los equipos basados en SDH:

- a) Superposición de una red que permita el despliegue simultáneo de sistemas por línea SDH y una funcionalidad de interconexión de VC-*n* para proporcionar una conectividad de capa de trayecto generalizada (véase la nota). Además, para aumentar la cobertura geográfica de esa red superpuesta, podrían adaptarse las conexiones de enlace de la capa de trayecto SDH para insertarlas en trayectos PDH, empleando la funcionalidad módem, como se ha indicado en II.2.2 b). Es probable que, al principio, la red superpuesta sea "fina" y podría reservarse para soportar tipos de capa de cliente particulares (por ejemplo, servicios por líneas arrendadas) pero más adelante se "espesaría", para incluir otros servicios.

NOTA – La funcionalidad de interconexión de VC-*n* se materializa en equipos de interconexión digital (DXC) de SDH y/o equipos múltiplex de inserción/extracción (ADM). En lo que sigue, se indicará esa funcionalidad mediante la abreviatura DXC/ADM.

- b) Instalación de equipos de DXC/ADM de SDH únicamente, con interfaces a las velocidades binarias de la Recomendación G.702. Por lo general consistirá en la instalación de los DXC en ubicaciones centrales, cuando la ventaja inicial deseada sea el control de la conectividad de los trayectos PDH en el emplazamiento. En cuanto a la arquitectura funcional de la red, los trayectos de VC-*n* de los DXC/ADM proporcionan conexiones de subred en la capa de trayecto PDH. En una etapa posterior podrían desplegarse sistemas por línea SDH para

## Reemplazada por una versión más reciente

proporcionar una conectividad más amplia de los VC-*n*. De modo similar, podrían utilizarse los trayectos PDH con funcionalidad módem, como se indica en el apartado a), para ampliar la conectividad de los VC-*n*.

- c) Despliegue de sistemas por línea SDH únicamente, con interfaces intracentral a las velocidades binarias de la Recomendación G.702. Estos sistemas son similares funcionalmente a los sistemas por línea PDH, puesto que sustentan conexiones de enlace en la capa de trayecto PDH. En cuanto a la arquitectura funcional de la red, los trayectos de VC-*n* de los sistemas por línea SDH proporcionan conexiones de enlace en la capa de trayecto PDH. En una etapa posterior podrían instalarse equipos de DXC/ADM de SDH, para ampliar la conectividad de los VC-*n*.

Cada opción es igualmente válida y la elección de una o más acciones viene determinada por los requisitos iniciales del operador de la red. La elección de una opción por un operador de red no tiene por qué afectar a la elección que efectúe otro operador de red. Pueden coexistir las tres opciones.

### II.4 Interfuncionamiento de redes de transporte basadas en la SDH y en la PDH

#### II.4.1 Niveles de interfuncionamiento

El interfuncionamiento entre redes de transporte basadas en la PDH y redes de transporte basadas en la SDH puede producirse a uno de los tres niveles siguientes:

- a) a nivel de cliente, para las señales identificadas en II.2.1 a) y II.2.2 a): Generalmente, este interfuncionamiento requiere la terminación de los trayectos PDH y SDH respectivos y las funciones de adaptación entre las capas de trayecto respectivas y la capa de circuito. En lo que sigue, se denomina a esta combinación de funciones transmultiplexión (TMUX, *transmultiplexing*). Este enfoque no implica, necesariamente, interfaces físicas adicionales. En el caso particular de señales de capa de cliente a 64 kbit/s, las correspondencias síncronas en bytes de la Recomendación G.707 permiten el interfuncionamiento a nivel de cliente, sin terminar necesariamente el trayecto PDH. En el caso particular de señales por líneas arrendadas, con velocidades binarias de la Recomendación G.702 o superiores a la velocidad primaria, las correspondencias asíncronas de la Recomendación G.707 permiten el interfuncionamiento a nivel de circuito. En aquellos casos en los que las señales de capa de circuito PDH y SDH tengan la misma velocidad binaria, el interfuncionamiento a nivel de cliente no requiere necesariamente el tratamiento de la señal de capa de cliente;
- b) a nivel de trayecto PDH, para las señales identificadas en II.2.1 b): Este interfuncionamiento requiere la adaptación de las señales de capa de trayecto PDH para insertarlas en las capas de trayecto SDH apropiadas, utilizando las correspondencias asíncronas definidas en la Recomendación G.707, para velocidades binarias de la Recomendación G.702;
- c) a nivel de trayecto SDH, cuando las señales de capa de trayecto descritas en II.2.2 b) se adaptan para insertarlas en trayectos PDH, utilizando la funcionalidad de módem: Este caso está descrito en la Recomendación G.832.

La elección del nivel de interfuncionamiento y del escenario de introducción del equipo SDH influirá en las etapas subsiguientes de la evolución de la red de transporte como se indica a continuación.

#### II.4.2 Superposición SDH

Se consideran los dos niveles de interfuncionamiento siguientes:

- a) Los requisitos para el interfuncionamiento a nivel de cliente se indican a continuación en II.4.1 a).

## Reemplazada por una versión más reciente

En los casos en que se utilicen trayectos PDH para proporcionar conectividad de VC-*n*, será necesaria la funcionalidad de "módem" para la adaptación a la capa de trayecto PDH.

En los casos en que se agreguen a continuación interfaces para STM-N a los elementos de red que procesan las señales de capa de cliente identificadas en II.2.1 a) (es decir, un conmutador a 64 kbit/s), no se requerirá el interfuncionamiento entre tales elementos de red y la red de transporte SDH.

- b) Los requisitos para el interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH se indican en II.4.1 b), siendo necesaria la funcionalidad de multiplexión en PDH a velocidad primaria y/o de orden superior, en la red de transporte basada en la PDH.

En los casos en que se utilicen trayectos PDH para proporcionar conectividad de VC-*n*, será necesaria la funcionalidad de "módem" para la adaptación a la capa de trayecto PDH.

En los casos en que se agreguen a continuación interfaces para STM-N a los elementos de red que procesan señales de capa de circuito identificadas en II.2.1 a), seguirá siendo necesaria la funcionalidad de multiplexión de PDH a velocidad primaria y/o de orden superior y las correspondencias asíncronas de la Recomendación G.707 para velocidades binarias de la Recomendación G.702, a fin de proporcionar la funcionalidad de interfuncionamiento entre tales elementos de red y la red de transporte SDH.

En los casos en que se desee, a continuación, el interfuncionamiento a nivel de cliente, habrá que suprimir los trayectos SDH que sustentan capas de trayecto PDH y proporcionar nuevos trayectos SDH que sustenten directamente la capa de cliente. No será necesaria la funcionalidad de multiplexión en PDH a velocidad primaria y/o de orden superior.

### II.4.3 Equipos de DXC/ADM de SDH

Se consideran los dos niveles de interfuncionamiento siguientes:

- a) Los requisitos para el interfuncionamiento a nivel de cliente se indican en II.4.1 a).

En los casos en que se necesite a continuación un interfuncionamiento de redes de capa de trayecto SDH más amplio, podrían desplegarse los sistemas por línea SDH; no es necesaria la funcionalidad de interfuncionamiento entre los equipos de DXC/ADM y los sistemas por línea SDH. Se aplican también las consideraciones de II.4.2 a).

- b) Los requisitos para el interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH se indican en II.4.1 b).

En los casos en que se necesite a continuación un interfuncionamiento de redes de capa de trayecto SDH más amplio, podrían desplegarse los sistemas por línea SDH; no es necesaria la funcionalidad de interfuncionamiento entre los equipos de DXC/ADM y los sistemas por línea SDH. Se aplican también las consideraciones de II.4.2 b).

### II.4.4 Sistemas por línea SDH

Se consideran los dos niveles de interfuncionamiento siguientes:

- a) Los requisitos de interfuncionamiento a nivel de cliente se indican en II.4.1 a).

En los casos en que se necesite a continuación un desarrollo de red de capa de trayecto SDH más amplio, podrían instalarse los equipos de DXC/ADM de SDH; no es necesaria la funcionalidad de interfuncionamiento entre los equipos de DXC/ADM y los sistemas por línea SDH. Se aplican también las consideraciones de II.4.2 a).

- b) Los requisitos de interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH se indican en II.4.1 b).

En los casos en que se necesite a continuación un desarrollo de red de capa de trayecto PDH más extenso, podrían instalarse los equipos de DXC/ADM de SDH; no es necesaria la funcionalidad de interfuncionamiento entre los equipos de DXC/ADM y los sistemas por línea SDH. Se aplican también las consideraciones de II.4.2 b).

# Reemplazada por una versión más reciente

## II.5 Introducción de interfaces para STM-N en conmutadores a 64 kbit/s (y DXC)

En el caso de redes de transporte basadas en la PDH, los conmutadores a 64 kbit/s se interconectan mediante trayectos síncronos a velocidad primaria o secundaria, estructurados según la Recomendación G.704. En cuanto a la arquitectura funcional, los trayectos de la red de capa de trayecto PDH sustentan las conexiones de enlace entre subredes en la red de capa a 64 kbit/s. La introducción de interfaces para STM-N en uno de los dos conmutadores a 64 kbit/s interconectados, exige el interfuncionamiento PDH/SDH.

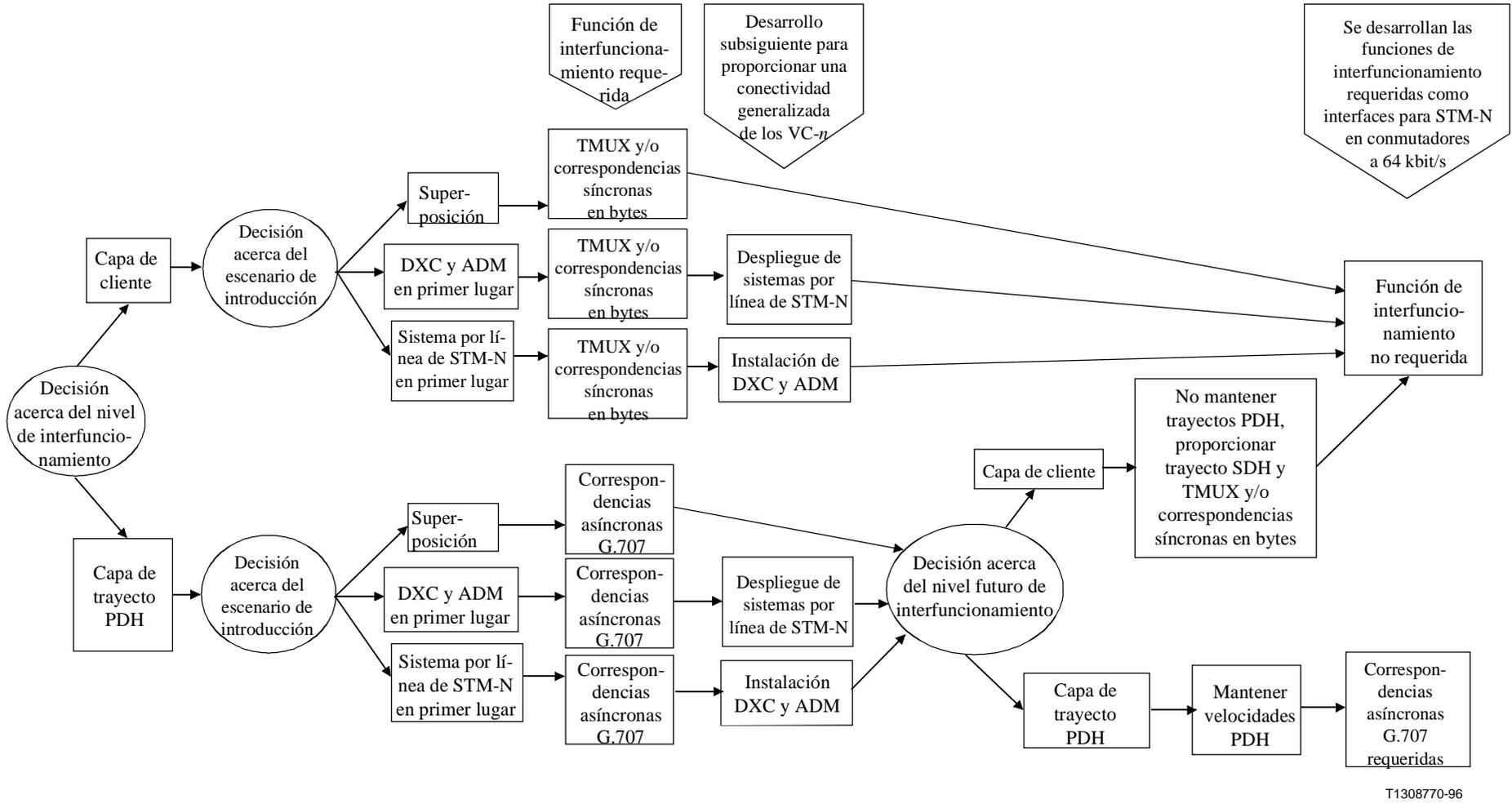
El interfuncionamiento puede producirse a nivel de 64 kbit/s o a nivel de trayecto PDH. Se consideran los dos casos siguientes:

- a) El interfuncionamiento a nivel de 64 kbit/s requiere la utilización de correspondencias síncronas en bytes, para insertar las señales de capa a 64 kbit/s en la capa de trayecto SDH (véase la nota).

NOTA – La Recomendación G.707 define correspondencias síncronas en bytes con los VC-11 y VC-12 solamente. Las Recomendaciones en vigor del UIT-T no definen correspondencias síncronas en bytes con los VC-*n* para velocidades binarias mayores.

- b) El interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH requiere la utilización de correspondencias asíncronas, para adaptar los trayectos PDH a la capa de trayecto SDH.

Cuando se introduzcan a continuación interfaces para STM-N en uno de los conmutadores a 64 kbit/s y exista la posibilidad de conectividad de capa de trayecto SDH entre los dos conmutadores, será necesaria la funcionalidad de interfuncionamiento si uno de ellos utiliza correspondencia síncrona en bytes y el otro utiliza correspondencia asíncrona. En el caso en que los dos conmutadores pertenezcan a redes de operadores diferentes, la responsabilidad de la puesta a disposición de la funcionalidad de interfuncionamiento (si se necesita) recaerá en el operador del conmutador que utilice la correspondencia asíncrona, a menos que, bilateralmente, se acuerde otra cosa.



T1308770-96

Figura II.1/ G.803 – Pasos preparatorios para la introducción de redes de transporte basadas en la SDH

# Reemplazada por una versión más reciente

## 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