



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.803

(03/93)

REDES DIGITALES

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

Recomendación UIT-T G.803

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T G.803 preparada por la Comisión de Estudio XVIII (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

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

© UIT 1993

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

ÍNDICE

| | <i>Página</i> |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Introducción 1 |
| 1.1 | Alcance 1 |
| 1.2 | Abreviaturas..... 1 |
| 1.3 | Estructura de la Recomendación..... 2 |
| 2 | Vocabulario relativo a la arquitectura de red SDH 2 |
| 2.1 | Términos genéricos..... 2 |
| 2.2 | Términos específicos de la SDH..... 5 |
| 2.3 | Términos relativos a la protección..... 5 |
| 3 | Arquitectura funcional de transporte de las redes basadas en la SDH 8 |
| 3.1 | Introducción 8 |
| 3.2 | Componentes de arquitectura..... 8 |
| 3.3 | Subdivisión y estratificación..... 15 |
| 3.4 | Comprobación de la conexión en cascada (supervisión de la conexión)..... 26 |
| 4 | Aplicación de los conceptos a las topologías y estructuras de red 30 |
| 4.1 | Capas de PDH soportadas en capas de SDH 30 |
| 4.2 | Capas de célula de ATM soportadas en capas de SDH 30 |
| 5 | Técnicas para mejorar la disponibilidad de la red de transporte 30 |
| 5.1 | Introducción 30 |
| 5.2 | Restablecimiento..... 30 |
| 5.3 | Protección 30 |
| 5.4 | Ejemplos de protección de camino SDH 34 |
| 5.5 | Ejemplos de protección de conexión de subred SDH..... 37 |
| 6 | Arquitectura de redes de sincronización 41 |
| 6.1 | Introducción 41 |
| 6.2 | Aspectos de la red de sincronización..... 41 |
| 6.3 | Fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la cabida útil 49 |
| 6.4 | Consecuencias del interfuncionamiento SDH/PDH 50 |
| 7 | Elección de la correspondencia a velocidad primaria 51 |
| 7.1 | Características de las correspondencias a velocidad primaria 51 |
| 7.2 | Selección de las opciones de correspondencia..... 52 |
| | Anexo A – Introducción de redes de transporte basadas en la SDH 52 |

ARQUITECTURAS DE REDES DE TRANSPORTE BASADAS EN LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

(Helsinki 1993)

1 Introducción

1.1 Alcance

Una red de telecomunicaciones es un conjunto complejo que puede describirse de diversas formas, según cual sea la finalidad concreta de la descripción. En esta Recomendación se describe la red como una red de transporte, desde el punto de vista de su capacidad de transferencia de información en el contexto de la SDH. De forma más específica, se describen en ella las arquitecturas funcionales y estructurales de las redes de transporte basadas en la SDH. Muchos de los principios son, aplicables asimismo, a la red jerárquica digital plesiócrona (PDH). La Recomendación no aborda más cuestiones relativas a la capa de circuito que la definición de la adaptación intercapa en la frontera entre la red de capa de circuito y la red de transmisión.

NOTA – Para los fines de esta Recomendación, en 2 se facilita una definición de red de capa de circuito.

Aunque la presente Recomendación trata de la definición y el control de la conectividad en redes de capa de trayecto, en relación con la interfaz de nodo de red (NNI), que pueden explotarse en la provisión de líneas arrendadas, no tiene nada que ver con los aspectos relativos a la oferta de servicios a los usuarios ni contempla, de momento, la definición y el control de la conectividad en las capas de sección y de medios físicos.

1.2 Abreviaturas

A los efectos de esta Recomendación, se utilizan las siguientes abreviaturas:

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 switch</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>] |
| BIP-n | Paridad de entrelazado de bits (de orden) n [<i>bit interleaved parity (of order) n</i>] |
| DXC | Transconexión digital (<i>digital cross-connect</i>) |
| LTE | Equipo de terminación de línea (<i>line termination equipment</i>) |
| MST | Terminación de sección de multiplexación (<i>multiplex section termination</i>) |
| NNI | Interfaz de nodo de red (<i>network node interface</i>) |
| PDH | Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>) |
| PRC | Reloj de referencia primaria (<i>primary reference clock</i>) |
| RDSI-BA | Aspectos de banda ancha de la red digital de servicios integrados |
| RTPC | Red telefónica pública conmutada |
| 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>] |
| TCP | Punto de conexión de terminación (<i>termination connection point</i>) |
| TMN | Red de gestión de las telecomunicaciones (<i>telecommunication management network</i>) |
| TU-n | Unidad afluente de nivel n [<i>tributary unit (level) n</i>] |
| VC-n | Contenedor virtual (de nivel) n [<i>virtual container (level) n</i>] |

1.3 Estructura de la Recomendación

La cláusula 2 contiene un vocabulario de términos para la definición de la arquitectura de la red SDH. En la cláusula 3 figura la descripción detallada de la arquitectura en términos funcionales. El grado de rigor empleado es coherente con el necesario a efectos de diseño, gestión y análisis de la calidad de funcionamiento de la red. En la cláusula 4 se emplea la descripción funcional y se la aplica a topologías de redes reales, así como a estructuras y elementos de red que, probablemente, serán necesarios. En la cláusula 5 se describe la protección y el restablecimiento desde el punto de vista de la arquitectura funcional.

NOTA – Está en estudio la relación y/o armonización de la Recomendación I.311, «Aspectos generales de red de la RDSI-BA», con la Recomendación G.803 para determinar la relación entre una red de transporte de ATM y un modelo estratificado de red de transporte basada en la SDH.

La cláusula 6 se refiere a los principios de sincronización de la red SDH y a los requisitos arquitecturales correspondientes, incluidos los aspectos relativos a la evolución a partir de las arquitecturas de sincronización existentes.

La cláusula 7 contempla las aplicaciones previstas para los diversos tipos de correspondencia a velocidad primaria con los VC-11 y VC-12 definidos en la Recomendación G.709.

El Anexo A describe la introducción de redes SDH en términos de elecciones a las que debe proceder un operador y sus consecuencias en relación con la red y con el interfuncionamiento entre la PDH y la SDH.

2 Vocabulario relativo a la arquitectura de red SDH

NOTAS

1 Los términos aquí utilizados son específicos de la Recomendación G.803 y no deben confundirse con los mismos términos empleados, por ejemplo, en las Recomendaciones I.320, I.321, I.324 e I.340.

2 Cuando una definición contiene un término que también está definido, dicho término figura entre comillas.

2.1 Términos genéricos

Los términos relativos a entidades genéricas pueden calificarse ulteriormente, en referencias a capas específicas añadiendo el calificador de capa apropiado (por ejemplo, terminación de trayecto de orden superior de la SDH, conexión de sección de multiplexación, terminación de trayecto PDH a 44 736 kbit/s, conexión de trayecto virtual de ATM).

1 **red**: Todas las entidades que, conjuntamente, proporcionan servicios de comunicación (tales como equipos, instalaciones, sistemas).

2 **transporte**: Proceso funcional de transferencia de información entre puntos situados en ubicaciones diferentes.

3 **transmisión**: Proceso físico de propagación de las señales de información a través de un medio físico.

4 **red de transporte**: Recursos funcionales de la «red» que transportan información de usuario entre ubicaciones.

5 **información característica**: Señal de velocidad y formato característicos transferida dentro de «subredes» y entre ellas, y presentada a una función de «adaptación» para su «transporte» por la red de capa servidora.

6 **componente de arquitectura**: Cualquier componente necesario para describir la funcionalidad de la «red de transporte», con independencia de la tecnología de la implementación.

7 **función de tratamiento de transporte:** «Componente de arquitectura» definido por el tratamiento de la información que se realiza entre sus entradas y salidas. Esta función tiene una o varias entradas y una o varias salidas que pueden estar asociadas con entradas y salidas de otras funciones y entidades. Tales asociaciones se denominan relaciones de «vinculación».

8 **entidad de transporte:** «Componente de arquitectura» que transfiere información de forma transparente entre puntos situados en ubicaciones diferentes. La información se transfiere en la «entidad de transporte» a su entrada y fuera de la «entidad de transporte» a su salida. Las «entidades de transporte» pueden estar vinculadas entre sí o con «funciones de tratamiento de transporte». Los puntos donde se efectúa la vinculación se denominan «puntos de referencia» de la «red de transporte».

9 **componente topológica:** «Componente de arquitectura» que describe la «red de transporte» en términos de relaciones topológicas entre conjuntos de «puntos de referencia». Una descripción topológica en términos de estos componentes describe las posibilidades de encaminamiento de la red y, por consiguiente, su aptitud para soportar «entidades de transporte».

10 **punto de referencia:** «Componente de arquitectura» que describe la «vinculación» entre entradas y salidas de las «funciones de tratamiento de transporte» y las «entidades de transporte». Se caracteriza por la información que pasa a su través.

11 **capa de red de transporte (o red de capas):** «Componente topológica» relacionada únicamente con la generación y transferencia de una «información característica» determinada.

NOTAS

1 Las «redes de transporte» están constituidas por «capas de red de transporte» superpuestas. Cada «capa de red de transporte» proporciona el «transporte» a la capa situada encima de ella y utiliza el «transporte» proporcionado por la capa situada debajo de ella. La capa que proporciona el «transporte», se denomina servidora y la capa que utiliza el «transporte» se denomina cliente. Se dice que estas dos capas participan en una relación «cliente/servidor». Una «capa de red de transporte» se define al más alto nivel, por los «caminos» que soporta o es capaz de soportar, y se caracteriza por su «información característica».

2 No debe confundirse una «red de capas» con el concepto de capa utilizado en el modelo de referencia de protocolo descrito en la Recomendación I.311.

12 **subred:** «Componente topológico» utilizado para efectuar el encaminamiento y la gestión. Describe las posibilidades de efectuar «conexiones de subred» a través de la «subred». Puede subdividirse en «subredes» y «enlaces» interconectados. Cada «subred», puede subdividirse, a su vez, en «subredes» y «enlaces» más pequeños y así sucesivamente. Una «subred» puede estar contenida en un mismo nodo físico.

13 **matriz:** «Componente topológico» utilizado para efectuar el encaminamiento y la gestión. Describe la posibilidad de efectuar «conexiones de matriz» a través de la «matriz». Una «matriz» está contenida en un mismo nodo físico. La matriz, representa el límite de la subdivisión recurrente de una «subred».

14 **grupo de acceso:** Grupo de «puntos de acceso» situados en la misma ubicación, junto con sus funciones de «terminación de camino» asociadas.

15 **enlace:** «Componente topológico» que describe la relación establecida entre una «subred» y otra «subred» o «grupo de acceso».

16 **camino:** «Entidad de transporte» de una capa servidora responsable de la integridad de la transferencia de la «información característica» procedente de una o más capas de red de cliente entre los «puntos de acceso» de la capa servidora. Define la asociación entre los «puntos de acceso» de la misma «capa de red de transporte». Está constituido por la combinación de una función «terminación de camino» de extremo cercano, una función «conexión de red» y una función «terminación de camino» de extremo distante.

17 **conexión:** «Entidad de transporte» capaz de transferir información de forma transparente entre «puntos de conexión». Una «conexión» define la asociación entre los «puntos de conexión», y los «puntos de conexión» delimitan la «conexión».

18 **conexión en cascada:** Serie arbitraria de «conexiones de enlace» y «conexiones de subred».

19 **haz de conexión en cascada:** Conjunto paralelo de «conexiones en cascada» con puntos extremos situados en la misma ubicación.

20 **conexión unidireccional:** «Conexión» capaz de transferir información de forma transparente entre una entrada y una salida.

- 21 **conexión bidireccional:** «Conexión» constituida por un par de «conexiones unidireccionales» asociadas capaz de transferir información simultáneamente en sentidos opuestos, entre sus entradas y salidas respectivas.
- 22 **conexión punto a multipunto:** «Conexión» capaz de transferir información desde una sola entrada a múltiples salidas.
- 23 **conexión de red:** «Entidad de transporte» constituida por la serie de «conexiones» establecidas entre «puntos de conexión de terminación».
- 24 **conexión de subred:** «Entidad de transporte» constituida por una «conexión» establecida entre «puntos de conexión» de una «subred». Puede estar configurada como parte del «proceso de gestión de camino».
- 25 **conexión de matriz:** «Conexión de subred» que es una «conexión» a una «matriz». Puede estar configurada como parte del «proceso de gestión de camino» o puede estar fijada.
- 26 **conexión de enlace:** «Entidad de transporte» proporcionada por la asociación «cliente/servidor». Está constituida por una función «adaptación» de extremo cercano, un «camino» de servidor y una función de «adaptación» de extremo distante. Puede estar configurada como parte de un «proceso de gestión de camino» en la capa servidora asociada.
- 27 **terminación de camino:** «Función de tratamiento de transporte» que genera la «información característica» de una red de capa y que asegura la integridad de esa «información característica». La «terminación de camino» define la asociación entre el «punto de acceso» y el «punto de conexión de la terminación», delimitando esos puntos la «terminación de camino».
- 28 **fuelle de terminación de camino:** «Función de tratamiento de transporte» que acepta «información característica» adaptada de la red de capa de cliente, añade una tara de «camino» y la asigna a una «conexión de red» asociada en la misma «capa de red de transporte».
- 29 **sumidero de terminación de camino:** «Función de tratamiento de transporte» que termina un «camino», extrae la información de tara del «camino», verifica la validez y transfiere la «información característica» adaptada de la red de capa de cliente a la función «adaptación».
- 30 **adaptación:** «Función de tratamiento de transporte», que adapta una capa servidora a las necesidades de una capa cliente. La función de «adaptación» define la asociación «servidor/cliente» entre el «punto de conexión» y el «punto de acceso» y esos puntos delimitan por tanto, la función de «adaptación». Se han definido funciones de «adaptación» para numerosas interacciones «cliente/servidor».
- 31 **punto de acceso:** «Punto de referencia» donde se vincula entre la salida de una función fuente de «adaptación» con una entrada de una «fuente de terminación de camino» o la salida de un «sumidero de terminación de camino» con la entrada de una función sumidero de «adaptación». El «punto de acceso» se caracteriza por la «información característica» adaptada de la capa cliente que pasa a través de él. Un «punto de acceso» bidireccional está constituido por un par contradireccional asociado.
- 32 **punto de conexión:** «Punto de referencia» donde se vincula la salida de una «fuente de terminación de camino» o una «conexión» con la entrada de otra «conexión», o donde la salida de una «conexión» se vincula con la entrada de un «sumidero de terminación de camino» u otra «conexión». El «punto de conexión» se caracteriza por la información que pasa a través de él. Un «punto de conexión» bidireccional está constituido por la asociación de un par contradireccional.
- 33 **punto de conexión de terminación:** Caso especial de un «punto de conexión» en el que una función «terminación de camino» se vincula con una función «adaptación» o una «matriz».
- 34 **cliente/servidor:** Asociación representada por la función «adaptación» ejecutada en la periferia de una «capa de red de transporte». No existen relaciones «cliente/servidor» fuera de los elementos de red.
- 35 **vinculación:** Relación directa entre la salida de una «función de tratamiento de transporte» o «entidad de transporte» y la entrada de otras «funciones de tratamiento de transporte» o «entidad de transporte» sin puntos de interés común. Las «vinculaciones» representan la conectividad estática dentro de un elemento de red. Las relaciones de «vinculación» nunca pueden extenderse más allá de los elementos de red.
- 36 **emparejamiento:** Relación entre las «funciones de tratamiento de transporte» o «entidades de transporte» de fuente y de sumidero que han sido asociadas a efectos del transporte bidireccional.

- 37 **proceso de gestión de camino:** Configuración de recursos de red durante la operación de la red con objeto de asignar, reasignar y encaminar «caminos» para proporcionar «transporte» hacia redes cliente.
- 38 **proceso de puesta en servicio:** Configuración de recursos de red previa a la operación de la red.
- 39 **supervisión de conexión:** Proceso de verificación de la integridad de una «conexión» o «conexión en cascada» que forma parte de un «camino».

2.2 Términos específicos de la SDH

40 **red de capa de circuito:** «Red de capa» responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de circuito, como soporte directo de servicios de telecomunicación.

41 **red de capa de trayecto:** «Red de capa» responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de trayecto, como soporte de una o más «redes de capa de trayecto».

NOTA – En el caso de la SDH existen «redes de capa de trayecto» de orden superior y «redes de capa de trayecto» de orden inferior. Las «redes de capa de trayecto» de orden superior constituyen una red servidora para las «redes de capa de trayecto» de orden inferior. Las «redes de capa de trayecto» con VC-1/VC-2 pueden describirse como de «orden inferior» con respecto a los VC-3 y VC-4, en tanto que la «red de capa de trayecto» con VC-3 puede describirse como de «orden inferior» con respecto al VC-4. El término «red de capa de trayecto», sin otra precisión, puede referirse a cualquiera de las «redes de capa de trayecto» de SDH así definidas.

42 **red de capa de medios de transmisión:** «Red de capa» que puede depender del medio y que es responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de sección para soportar una o más «redes de capas de trayecto». Se divide ulteriormente en una «red de capa de sección» y una «red de capa de medios físicos».

43 **red de capa de sección:** «Red de capa» responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de sección. En el caso de la SDH, la «red de capa de sección» se divide ulteriormente en la «red de capa de sección de multiplexación» y la «red de capa de sección de regeneración».

44 **red de capa de sección de multiplexación:** «Red de capa» que puede depender del medio y que es responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de sección de multiplexación.

45 **red de capa de sección de regeneración:** «Red de capa» que depende del medio y es responsable de la transferencia de información entre «puntos de acceso» de capa de sección de regeneración.

46 **red de capa de medios físicos:** «Red de capa» que gestiona los medios reales de fibras ópticas, pares metálicos o frecuencias radioeléctricas que soportan la «red de capa de sección».

47 **circuito:** «Camino» de la «red de capa de circuito».

48 **trayecto:** «Camino» de la «red de capa de trayecto».

49 **sección:** «Camino» de la «red de capa de sección».

50 **terminación de trayecto:** «Terminación de camino» de la «red de capa de trayecto».

51 **terminación de sección:** «Terminación de camino» de la «red de capa de sección».

52 **fuelle de terminación de trayecto:** «Fuente de terminación de camino» de la «red de capa de trayecto».

53 **fuelle de terminación de sección:** «Fuente de terminación de camino» de la «red de capa de sección».

54 **sumidero de terminación de trayecto:** «Sumidero de terminación de camino» de la «red de capa de trayecto».

55 **sumidero de terminación de sección:** «Sumidero de terminación de camino» de la «red de capa de sección».

2.3 Términos relativos a la protección

56 **protección de camino:** Tipo de protección que es modelado por una subcapa que se genera por la expansión de los «puntos de acceso» del «camino».

57 **protección de conexión de subred:** Tipo de protección que es modelado por una subcapa que se genera por la expansión del «punto de conexión» de la «subred».

58 **protección especializada:** Arquitectura de protección que proporciona una capacidad destinada a la protección de la capacidad de transporte de tráfico (1+1).

59 **protección compartida:** Arquitectura de protección que utiliza m entidades de protección compartidas entre n (m:n) entidades de trabajo. Las entidades de protección también pueden utilizarse para transportar tráfico adicional cuando no se utilizan con fines de protección.

60 **operación de extremo único:** Método de operación de protección que ejecuta la conmutación sólo en el extremo afectado de la entidad protegida (por ejemplo «camino», «conexión de subred»), en el caso de un fallo unidireccional.

61 **operación de extremo doble:** Método de operación de protección que ejecuta la conmutación en ambos extremos de la entidad protegida (por ejemplo «conexión», «trayecto»), incluso en el caso de fallos unidireccionales.

Lista por orden alfabético de los términos definidos

| | |
|----|----------------------------------------|
| 30 | Adaptación |
| 16 | Camino |
| 11 | Capa de red de transporte |
| 47 | Circuito |
| 34 | Cliente/servidor |
| 6 | Componente de arquitectura |
| 9 | Componente topológico |
| 17 | Conexión |
| 18 | Conexión en cascada |
| 20 | Conexión unidireccional |
| 21 | Conexión bidireccional |
| 22 | Conexión punto a multipunto |
| 23 | Conexión de red |
| 24 | Conexión de subred |
| 25 | Conexión de matriz |
| 26 | Conexión de enlace |
| 36 | Emparejamiento |
| 15 | Enlace |
| 8 | Entidad de transporte |
| 28 | Fuente de terminación de camino |
| 52 | Fuente de terminación de trayecto |
| 53 | Fuente de terminación de sección |
| 7 | Función de procesamiento de transporte |
| 14 | Grupo de acceso |
| 19 | Haz de conexión en cascada |
| 5 | Información característica |
| 6 | Recomendación G.803 (03/93) |

| | |
|----|------------------------------------------|
| 13 | Matriz |
| 61 | Operación de extremo doble |
| 60 | Operación de extremo único |
| 38 | Proceso de puesta en servicio |
| 37 | Proceso de gestión de camino |
| 59 | Protección compartida |
| 57 | Protección de conexión de subred |
| 56 | Protección de sección de multiplexación |
| 56 | Protección de camino |
| 58 | Protección especializada |
| 31 | Punto de acceso |
| 32 | Punto de conexión |
| 33 | Punto de conexión de terminación |
| 10 | Punto de referencia |
| 1 | Red |
| 40 | Red de capa de circuito |
| 42 | Red de capa de medios de transmisión |
| 46 | Red de capa de medios físicos |
| 43 | Red de capa de sección |
| 45 | Red de capa de sección de regeneración |
| 44 | Red de capa de sección de multiplexación |
| 41 | Red de capa de trayecto |
| 4 | Red de transporte |
| 49 | Sección |
| 12 | Subred |
| 55 | Sumidero de terminación de sección |
| 29 | Sumidero de terminación de camino |
| 54 | Sumidero de terminación de trayecto |
| 39 | Supervisión de conexión |
| 51 | Terminación de sección |
| 27 | Terminación de camino |
| 50 | Terminación de trayecto |
| 3 | Transmisión |
| 2 | Transporte |
| 48 | Trayecto |
| 35 | Vinculación |

3 Arquitectura funcional de transporte de las redes basadas en la SDH

3.1 Introducción

Las diversas funciones que constituyen una red de telecomunicaciones pueden clasificarse en dos amplios grupos funcionales. Uno de ellos es el grupo funcional de transporte, que transfiere cualquier información de telecomunicaciones de uno a otro u otros puntos. El segundo es el grupo funcional de control, que ejecuta diversos servicios y operaciones auxiliares así como funciones de mantenimiento. Esta Recomendación se refiere al grupo funcional de transporte.

Una red de transporte transfiere información de usuario desde un punto a otro u otros puntos de forma bidireccional o unidireccional. Una red de transporte puede también transferir diversas clases de información de control de red, tales como la señalización e información de operaciones y mantenimiento, tanto para el grupo funcional de control como para su propia utilización.

Como la red de transporte es una red extensa y compleja, con diversos componentes, es esencial para su diseño y gestión la elaboración de un modelo de red apropiado con entidades funcionales bien definidas. La red de transporte puede describirse definiendo las asociaciones existentes entre los puntos de la red. A fin de simplificar la descripción, se utiliza un modelo de red de transporte basado en los conceptos de estratificación y subdivisión dentro de cada capa, de una forma que permita un elevado grado de recurrencia. Se recomienda el empleo de este método para la descripción de la red de transporte.

3.2 Componentes de arquitectura

Se ha analizado la red de transporte para identificar una funcionalidad genérica que sea independiente de la tecnología de la implementación. Esto ha proporcionado un método para describir la funcionalidad de la red de manera abstracta, empleando un número reducido de componentes de arquitectura. Tales componentes se definen mediante la función que ejecutan en términos de tratamiento de la información o empleando las relaciones que describen entre otros componentes de arquitectura. En general, las funciones aquí descritas actúan sobre la información presentada en una o más entradas y presentan la información procesada en una o más salidas. Se definen y caracterizan por el tratamiento de la información que se efectúa entre sus entradas y sus salidas. Los componentes de arquitectura están asociados conjuntamente de formas específicas, constituyendo los elementos de red a partir de los cuales se construyen las redes reales. Los puntos en los que se vinculan las entradas y salidas de las funciones de tratamiento y las entidades de transporte, son los puntos de referencia de la arquitectura de red de transporte.

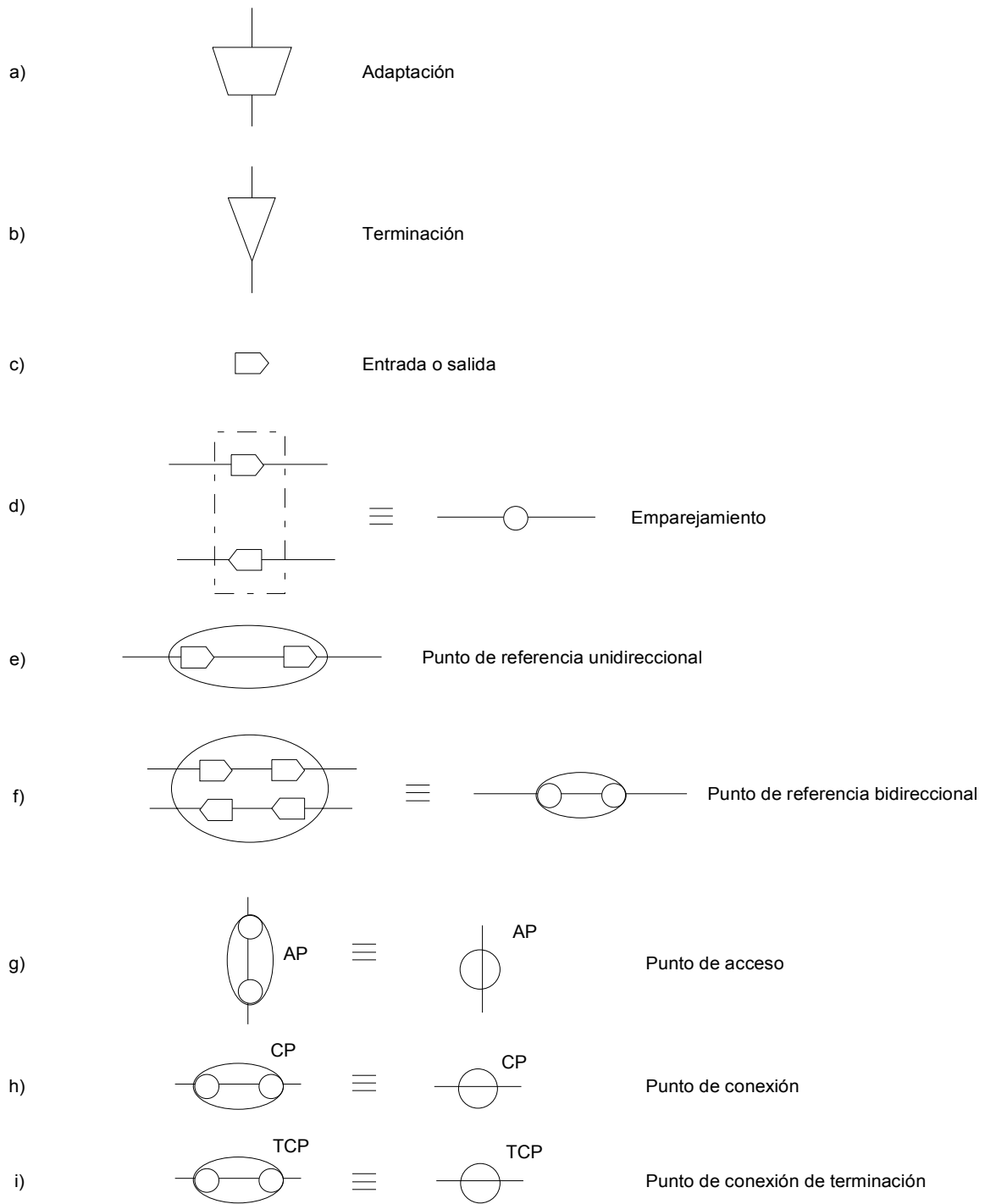
Se han elaborado varios convenios de representación, indicados en las Figuras 3-1 a 3-4, para fundamentar las descripciones que siguen.

3.2.1 Componentes topológicos

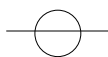
Los componentes topológicos proporcionan la descripción más abstracta de una red en términos de relaciones topológicas entre conjuntos de puntos de referencia similares. Se distinguen tres componentes topológicos que son: la red de capa, la subred y el enlace. Utilizando únicamente estos componentes, es posible describir totalmente la topología lógica de una red.

3.2.1.1 Red de capa

Una red de capa es el conjunto completo de puntos de acceso similares que pueden estar asociados a efectos de transferencia de información. La información transferida es característica de la capa y se denomina información característica. En una red de capa pueden constituirse y deshacerse asociaciones de puntos de acceso, mediante un proceso de gestión de capa que modifica de esta forma su conectividad. Para cada tipo de punto de acceso existe una red de capa lógicamente distinta y separada. Una red de capa está constituida por subredes y enlaces entre ellas. Las estructuras que aparecen en las redes de capa, y entre redes de capa, se describen mediante los componentes que se definen a continuación.



T1816650-92/d01



NOTA – Este convenio no se utiliza más en la presente Recomendación, pero puede aparecer en otro lugar.

FIGURA 3-1/G.803
**Convenios utilizados en los diagramas relativos
 a las funciones de procesamiento y puntos de referencia**

| Salida \ Entrada | Adaptación | | Terminación de camino | | Conexión |
|-----------------------|------------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | Fuente | Sumidero | Fuente | Sumidero | |
| Adaptación | Fuente | X | CP | AP | X |
| | Sumidero | CP | X | X | TCP |
| Terminación de camino | Fuente | TCP | X | X | TCP |
| | Sumidero | X | AP | X | X |
| Sumidero | CP | X | X | TCP | CP |

Vinculaciones admisibles

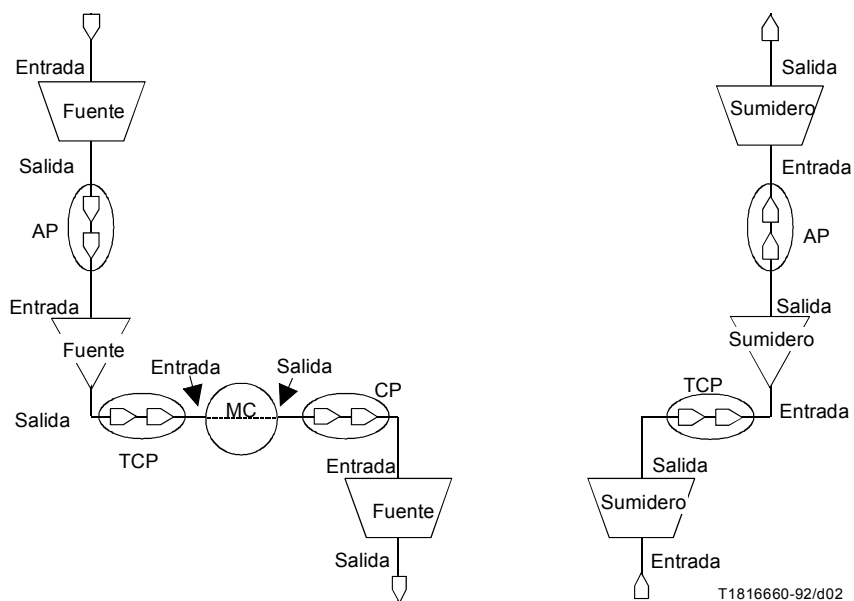
- X No permitido
- CP Punto de conexión
- TCP Punto de conexión de terminación
- AP Punto de acceso

| Punto de referencia | Punto de conexión | Punto de conexión de terminación | Punto de acceso |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Punto de conexión | Conexión de enlace/ conexión de subred ^{a)} | Conexión de subred ^{a)} | X |
| Punto de conexión de terminación | Conexión de subred ^{a)} | Conexión de red | X |
| Punto de acceso | X | X | Camino |

Tipos de conexión soportados entre puntos de referencia

X Ninguna conexión soportada

^{a)} La conexión de matriz no se muestra explícitamente porque es el límite de la recurrencia de la conexión de subred.



T1816660-92/d02

FIGURA 3-2/G.803

Vinculaciones admisibles y tipos de puntos de referencia

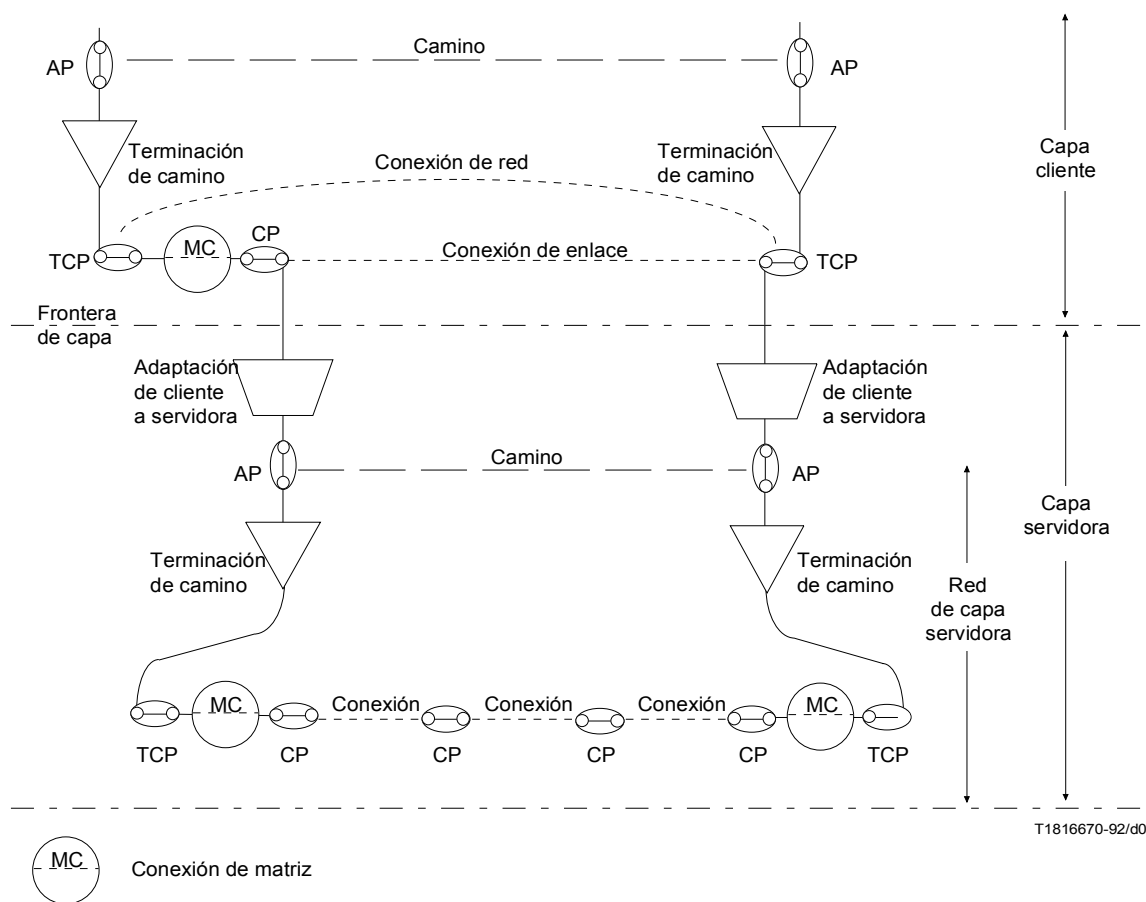


FIGURA 3-3/G.803

Ejemplo de fragmento de modelo funcional que ilustra la utilización de algunos componentes de arquitectura

3.2.1.2 Subred

Una subred es el conjunto completo de puntos de conexión similares que pueden asociarse a efectos de transferencia de información característica. En una subred, pueden constituirse y deshacerse asociaciones de puntos de conexión mediante un proceso de gestión de capa que modifica de esta forma su conectividad. Generalmente, las subredes están constituidas por subredes de nivel inferior (es decir, más pequeñas) y enlaces entre ellas. El nivel mínimo de esta recurrencia, que tiene interés a nivel de arquitectura de red, es la matriz (contenida en un elemento de red individual).

3.2.1.3 Enlace

Un enlace es el sub-conjunto de puntos de conexión de una subred que están asociados con un sub-conjunto de puntos de conexión de otra subred, a efectos de transferencia de información característica entre subredes. El proceso de gestión de la red no puede constituir ni deshacer el conjunto de asociaciones de puntos de conexión que definen el enlace. El enlace representa la relación topológica entre un par de subredes. Se utiliza, en general, para describir la asociación que existe entre los puntos de conexión contenidos en un determinado elemento de red y los de otro elemento de red. El nivel mínimo de recurrencia de un enlace (en el concepto de estratificación) representa los medios de transmisión.

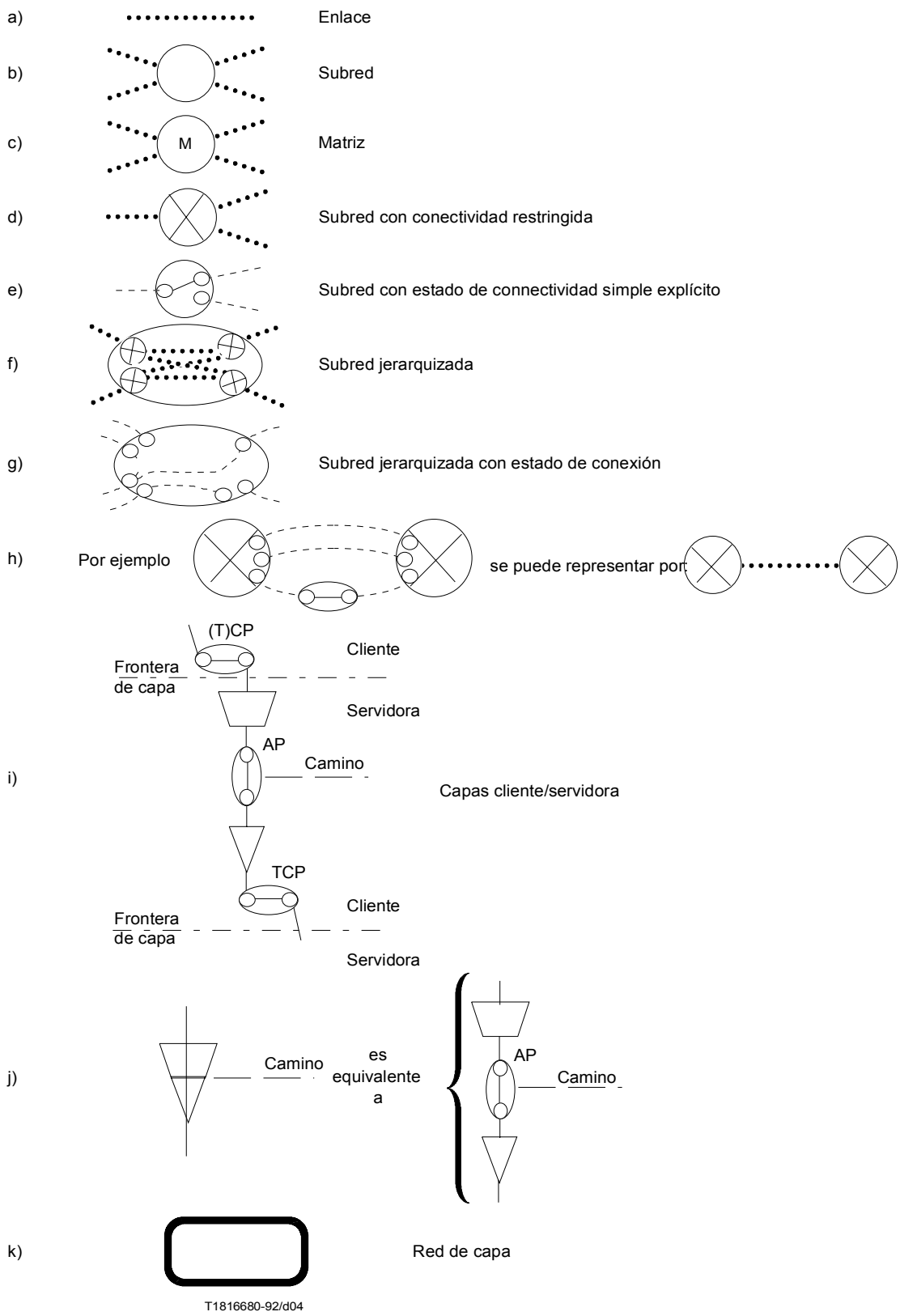


FIGURA 3-4/G.803

Otros convenios utilizados en los diagramas

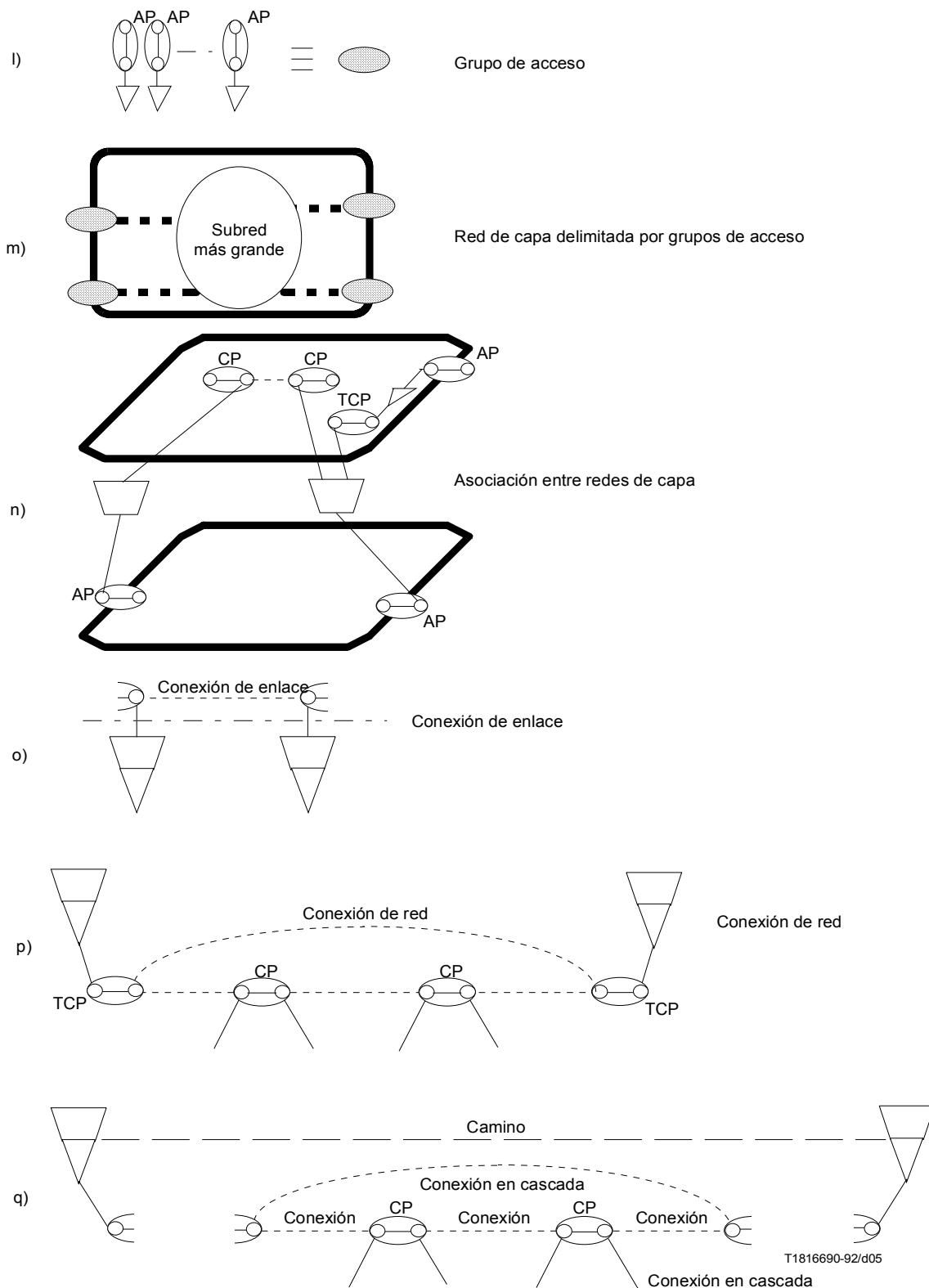


FIGURA 3-4/G.803 (fin)
Otros convenios utilizados en los diagramas

3.2.2 Entidades de transporte

Las entidades de transporte proporcionan la transferencia de información transparente entre puntos de referencia de capa de red. Es decir, no existe modificación de la información entre la entrada y la salida salvo la resultante de las degradaciones del proceso de transferencia.

Se distinguen dos entidades básicas, según que se supervise o no la integridad de la información transferida, a los que se denomina entidades conexiones y caminos. Las conexiones se dividen ulteriormente en conexiones de red, conexiones de subred y conexiones de enlace, de acuerdo con el componente topológico al que pertenezcan.

3.2.2.1 Conexión de red

Una conexión de red es capaz de transferir información de forma transparente a través de una red de capa. Está delimitada por puntos de conexión de terminación (TCP). Constituye el nivel de abstracción más elevado dentro de una capa y puede subdividirse en una concatenación de conexiones de subred y conexiones de enlace. No existe información acerca de la integridad de la información transferida, pero a menudo puede deducirse de otras fuentes información relativa a la integridad de la propia conexión.

3.2.2.2 Conexión de subred

Una conexión de subred es capaz de transferir información de forma transparente a través de una subred. Está delimitada por puntos de conexión en la frontera de la subred y representa la asociación entre puntos de conexión. Las conexiones de subred están, constituidas, en general, por una concatenación de conexiones de subred de nivel inferior y conexiones de enlace que pueden considerarse como una abstracción de esta entidad más compleja. El nivel más bajo de esta recurrencia, es decir, la conexión de matriz, representa una transconexión de una matriz individual en un elemento de red.

3.2.2.3 Conexión de enlace

Una conexión de enlace es capaz de transferir información de forma transparente a través de un enlace entre dos subredes. Está delimitada por puntos de conexión en la frontera del enlace y las subredes y representa la asociación entre tal pareja de puntos de conexión. Las conexiones de enlace se establecen mediante caminos en la red de capa servidora.

3.2.2.4 Camino

Se denomina «camino» la transferencia de información característica convalidada entre puntos de acceso. Esta noción corresponde, por tanto a la asociación entre puntos de acceso junto con la información adicional relativa a la integridad de la transferencia de información. Un camino se forma a partir de una conexión de red, incluyendo funciones de terminación de camino entre los TCP y los puntos de acceso.

3.2.3 Funciones de tratamiento de transporte

En la descripción de la arquitectura de las redes de capa se distinguen dos funciones genéricas de tratamiento: la de adaptación y la de terminación. Intervienen conjuntamente en las fronteras de capa y se definen por el tratamiento de la información efectuado entre sus entradas y sus salidas.

3.2.3.1 Función de adaptación

La función fuente de adaptación es el proceso mediante el cual se adapta la información característica de una red capa cliente a una forma adecuada para su transporte por la red de capa servidora. La función complementaria de recuperación de información adaptada es la función sumidero de adaptación. La función de adaptación específica depende de la información característica de las dos capas. Como ejemplos de procesos que pueden ocurrir de forma aislada o en combinación con funciones de adaptación intercapas pueden citarse la codificación, la modificación de la velocidad, la alineación, la justificación, y la multiplexación.

3.2.3.2 Función de terminación de camino

Las funciones de terminación de camino suministran información relacionada con la transferencia de información en un camino. Esto se consigue, por lo general, insertando información adicional en una función fuente de terminación de camino que se supervisa en la función sumidero correspondiente.

3.2.4 Puntos de referencia

Se forman puntos de referencia en la red de capa vinculando la entrada de una función de tratamiento de transporte o entidad de transporte con la salida de otra. Estas relaciones son bidireccionales si la función asociada de procesamiento para el transporte o las entradas o salidas de la entidad de transporte están emparejadas. Estas relaciones vinculantes no podrán ir nunca más allá de un elemento de red. En la Figura 3-2 se muestran las vinculaciones admisibles y los tipos de puntos de referencia específicos resultantes. En la Figura 3-2 se muestran, asimismo, los tipos de conexión admitidos por esos puntos de referencia.

3.3 Subdivisión y estratificación

3.3.1 Introducción

Una red de transporte puede descomponerse en cierto número de capas de red de transporte independientes con una asociación cliente/servidor entre capas adyacentes. Cada red de capa puede subdividirse separadamente de manera que refleje la estructura interna de esa capa. Los conceptos de subdivisión y estratificación son, por tanto, ortogonales, como se indica en la Figura 3-5.

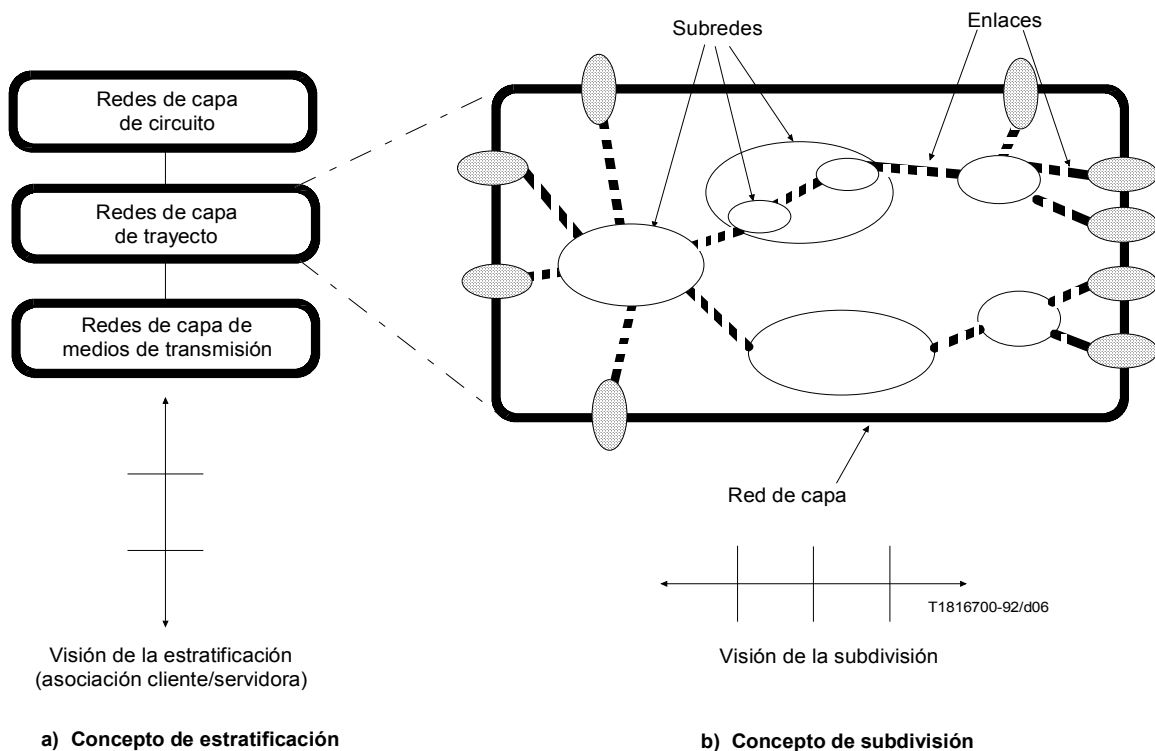


FIGURA 3-5/G.803
Visiones ortogonales de la estratificación y la subdivisión

3.3.1.1 Importancia del concepto de subdivisión

El concepto de subdivisión es importante en la medida en que permite definir:

- a) la estructura de la red dentro de una capa de red;
- b) fronteras administrativas significativas entre operadores de red que proporcionan conjuntamente trayectos de extremo a extremo dentro de una sola capa;
- c) fronteras de dominio dentro de la red de capa de un mismo operador, con miras al establecimiento de objetivos de calidad de funcionamiento para los subsistemas de los que está compuesta la red;
- d) fronteras de dominio de encaminamiento independiente, relativas al funcionamiento del proceso de gestión del trayecto.

3.3.1.2 Importancia del concepto de estratificación

El concepto de estratificación de la red de transporte se basa en las siguientes hipótesis:

- a) cada red de capa puede clasificarse en base a funciones similares;
- b) es más sencillo diseñar y operar cada capa por separado que efectuar el diseño y la operación de la red de transporte completa como una sola entidad;
- c) puede ser útil un modelo de red estratificado para definir los objetos gestionados en la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT);
- d) cada red de capa puede poseer sus propias capacidades de operaciones y mantenimiento, tales como las funciones de conmutación de seguridad y restablecimiento automático en caso de fallo, como protección frente a anomalías de funcionamiento, fallos o errores de utilización. Estas capacidades reducen al mínimo las intervenciones de operación y mantenimiento, sin repercusiones sobre las otras capas;
- e) es posible agregar o modificar una capa sin que esto afecte a otras capas desde el punto de vista de la arquitectura;
- f) cada capa de red puede definirse independientemente de las otras capas.

3.3.2 Concepto de subdivisión

El concepto de subdivisión puede dividirse en dos subconceptos conexos: la subdivisión de subredes, que describe la topología, y la subdivisión de conexiones de red, que describe la conectividad.

3.3.2.1 Subdivisión de subredes

Una subred describe simplemente la capacidad para asociar cierto número de puntos de conexión o de TCP. No describe directamente la topología de los componentes de arquitectura utilizados para constituir la subred. En general, cualquier subred puede subdividirse en un cierto número de subredes más pequeñas, interconectadas mediante enlaces. La forma según la cual se enlazan entre sí las subredes más pequeñas y los enlaces, describe la topología de la subred. Esto puede formularse como sigue:

Subred = Subredes menores + enlaces + topología.

Así pues, utilizando el concepto de subdivisión, es posible descomponer de forma recurrente cualquier red de capa hasta revelar el nivel de detalle deseado. Es probable que este nivel de detalle corresponda a los equipos individuales que implementan matrices de conexión en los elementos de red individuales, lo que confiere a la red de capa, la capacidad de conexión flexible.

Como ejemplo de subredes pueden citarse la porción internacional y las porciones nacionales de una red de capa que, a su vez, pueden dividirse, ulteriormente, en porciones de tránsito y porciones de acceso y así sucesivamente, como se muestra en la Figura 3-6.

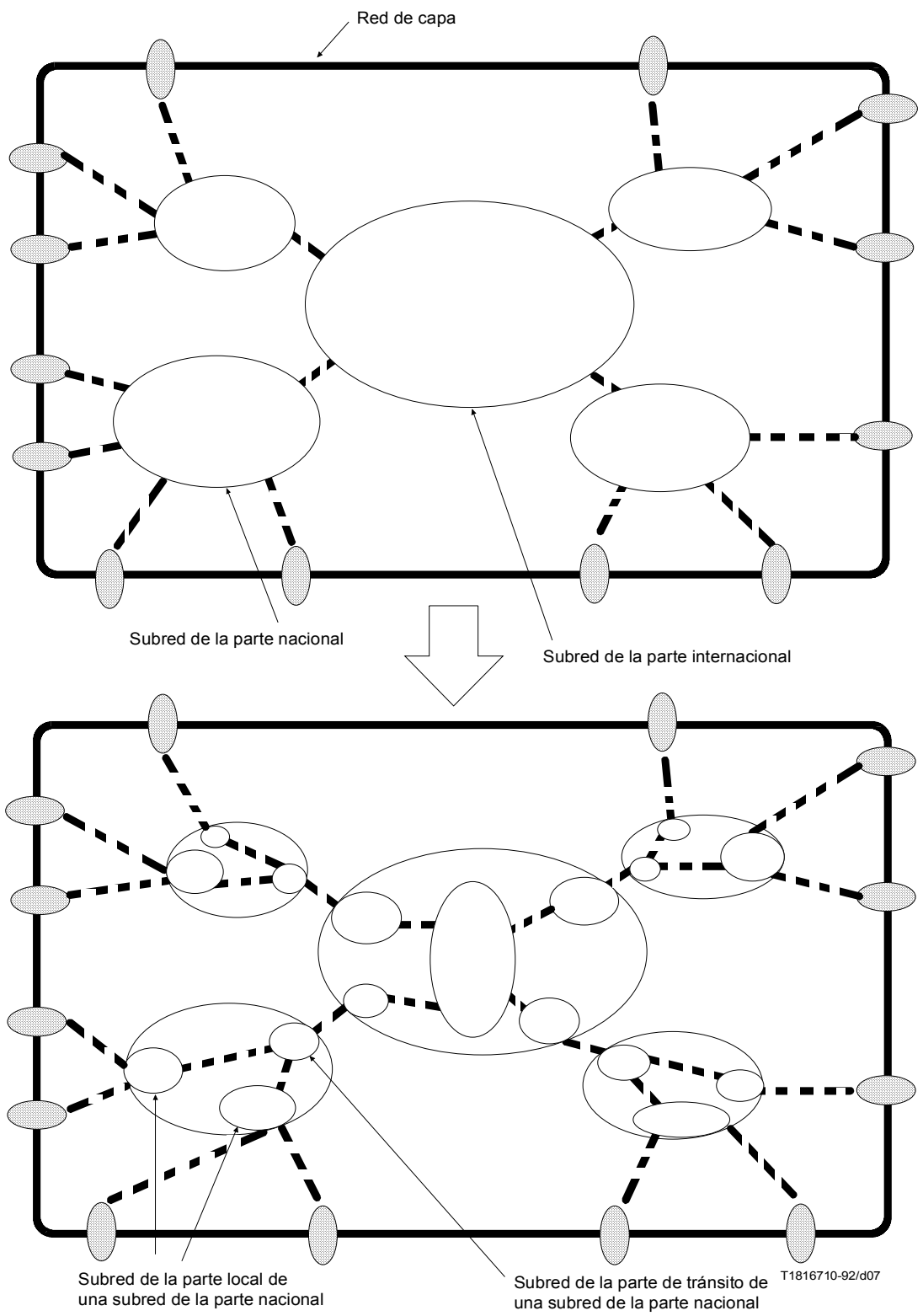


FIGURA 3-6/G.803
Subdivisión de redes y subredes de capa

3.3.2.2 Subdivisión de las conexiones de red y conexiones de subred

Un camino es una entidad de transporte formada por la vinculación de terminaciones de camino con una conexión de red, como se indica en la Figura 3-7 y constituye un caso particular de la capacidad de una red de capa. La conexión de red es un caso particular de la capacidad de la subred más amplia definible dentro de la capa de red. Del mismo modo que es posible subdividir una subred, también lo es efectuar la subdivisión de una conexión de red. En general, una conexión de red puede subdividirse por combinación secuencial de conexiones de subred y conexiones de enlace, como sigue:

Conexión de red = TCP + conexiones de subred + conexiones de enlace + TCP.

Cada una de las conexiones de subred puede dividirse, ulteriormente, en una combinación secuencial de conexiones de subred y conexiones de enlace. En este caso, la división debe comenzar y terminar con una conexión de subred, según el esquema siguiente:

Conexión de subred = punto de conexión + conexiones de subred más pequeñas + conexiones de enlace + punto de conexión.

La subdivisión de conexiones de red y conexiones de subred reflejará la subdivisión de las subredes. En este caso, el límite normal de la subdivisión recurrente sería las asociaciones de puntos de conexión individuales de las matrices básicas utilizadas para construir la red de capa.

En la Figura 3-8 se representa la forma en que la subdivisión de las conexiones de subred en conexiones de subred de nivel inferior, refleja las conexiones de enlace de las subredes.

3.3.2.3 Conexiones de enlace y concepto de estratificación

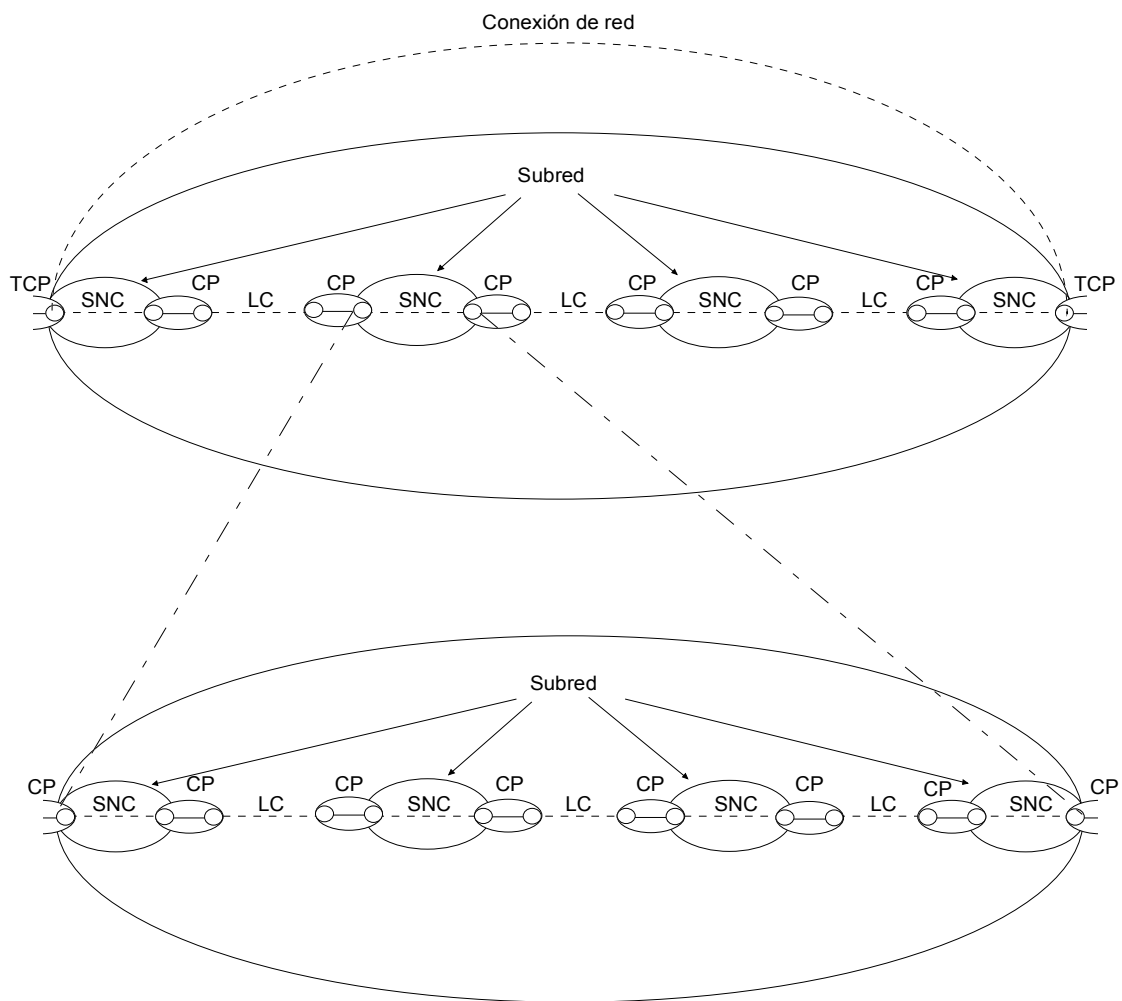
Cuando una conexión de red se ha descompuesto por completo en sus conexiones de enlace y conexiones de subred elementales, cada conexión de enlace puede considerarse como una entidad de transporte abstracta, constituida por funciones de adaptación y un camino, utilizándose el concepto de estratificación.

3.3.3 Concepto de estratificación

La asociación cliente/servidor entre redes de capa adyacentes es aquélla en la que un camino de la red de capa servidora proporciona una conexión de enlace de la red de capa cliente. En el Cuadro 1 se facilita una lista de asociaciones cliente/servidor definidas actualmente en las Recomendaciones del UIT-T relativas a las capas de la SDH.

Las redes de capa identificadas en el modelo funcional de red de transporte no deben confundirse con las capas del modelo de referencia de protocolo (PRM, *protocol reference model*) de OSI.

Se introduce el concepto de adaptación para permitir que redes de capa con una estructura de información característica diferente se soporten entre sí por la relación cliente/servidor y ésta es la fuente de la recurrencia que resulta evidente en el modelo de red de transporte. Esta es asimismo la razón por la cual el concepto de fronteras de capa contiguas no es el mismo en el modelo de red de transporte que en el modelo PRM de OSI. Todos los puntos de referencia pertenecientes a una misma red de capa pueden visualizarse situándolos en un solo plano, como se indica en la Figura 3-4 m). Desde el punto de vista funcional de la red de transporte, la función de adaptación está situada, por consiguiente, entre los planos de redes de capa. Sin embargo, se considera que, desde el punto de vista administrativo, la función pertenece al camino de la capa servidora al que está vinculada, lo que explica la frontera de capa administrativa representada en la Figura 3-4 n).



T1816720-92/d08

LC Conexión de enlace
SNC Conexión de subred

FIGURA 3-7/G.803
Subdivisión de una conexión de red en conexiones de subred

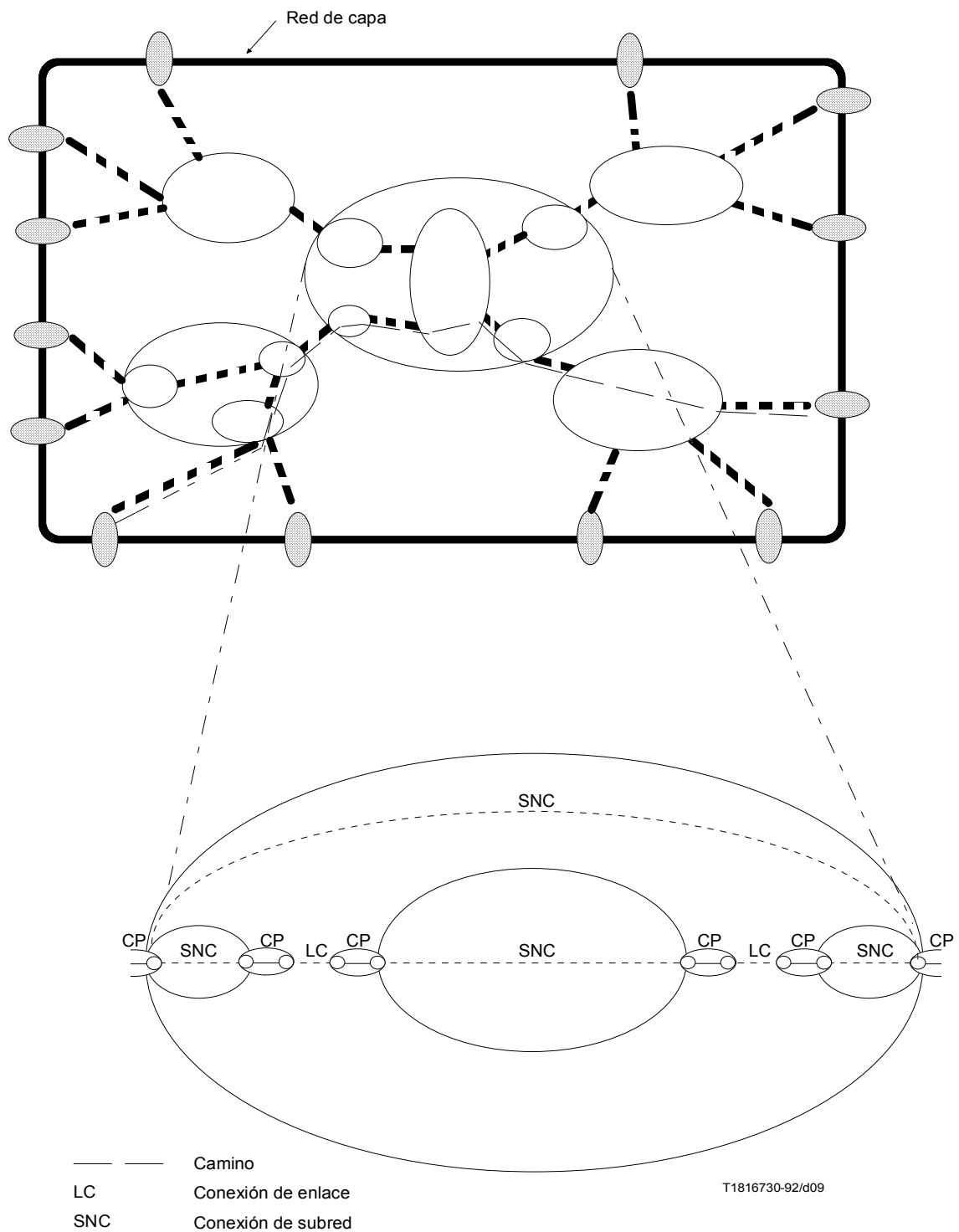


FIGURA 3-8/G.803
**Relación entre la subdivisión de subredes
 y la subdivisión de conexiones de subred**

CUADRO 1/G.803

Referencias de la función de adaptación

| Capa cliente | Capa servidora | Referencia de la adaptación | Información característica de la red cliente |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Asíncrona a 1544 kbit/s | Trayecto de VC-11 | Rec. G.709 | 1544 kbit/s \pm 50 ppm |
| Síncrona en bits 1544 kbit/s | Trayecto de VC-11 | Rec. G.709 | 1544 kbit/s nominal |
| Síncrona en bytes 1544 kbit/s | Trayecto de VC-11 | Rec. G.709 | 1544 kbit/s nominal Estructurada en octetos de la Rec. G.704 |
| Asíncrona a 2048 kbit/s | Trayecto de VC-12 | Rec. G.709 | 2048 kbit/s \pm 50 ppm |
| Síncrona en bits en 2048 kbit/s | Trayecto de VC-12 | Rec. G.709 | 2048 kbit/s nominal |
| Síncrona en bits en 2048 kbit/s | Trayecto de VC-12 | Rec. G.709 | 2048 kbit/s nominal Estructurada en octetos de la Rec. G.704 |
| Asíncrona a 6312 kbit/s | Trayecto de VC-2 | Rec. G.709 | 6312 kbit/s \pm 30 ppm |
| Asíncrona a 34 368 kbit/s | Trayecto de VC-3 | Rec. G.709 | 34 368 kbit/s \pm 20 ppm |
| Asíncrona a 44 736 kbit/s | Trayecto de VC-3 | Rec. G.709 | 44 736 kbit/s \pm 20 ppm |
| Asíncrona a 139 264 kbit/s | Trayecto de VC-4 | Rec. G.709 | 139 264 kbit/s \pm 15 ppm |
| Trayecto a virtual ATM RDSI-BA | Trayecto de VC-4 ó VC-4-4c (véase la Nota) | Rec. G.709 | Células de 53 octetos |
| Trayecto de VC-11 | Trayecto HO de VC-3 o trayecto de VC-4 | Rec. G.709 | VC-11 + desplazamiento de trama |
| Trayecto de VC-12 | Trayecto HO de VC-3 o trayecto de VC-4 | Rec. G.709 | VC-12 + desplazamiento de trama |
| Trayecto de VC-2 | Trayecto HO de VC-3 o trayecto de VC-4 | Rec. G.709 | VC-2 + desplazamiento de trama |
| Trayecto de LO VC-3 | Trayecto de VC-4 | Rec. G.709 | VC-3 + desplazamiento de trama |
| Trayecto de HO VC-3 | Sección STM-N | Rec. G.709 | VC-3 + desplazamiento de trama |
| Trayecto de VC-4 | Sección STM-N | Rec. G.709 | VC-4 + desplazamiento de trama |
| LO Orden inferior HO Orden superior PPM Partes por millón NOTA – Se están estudiando las correspondencias en otros contenedores virtuales SDH. | | | |

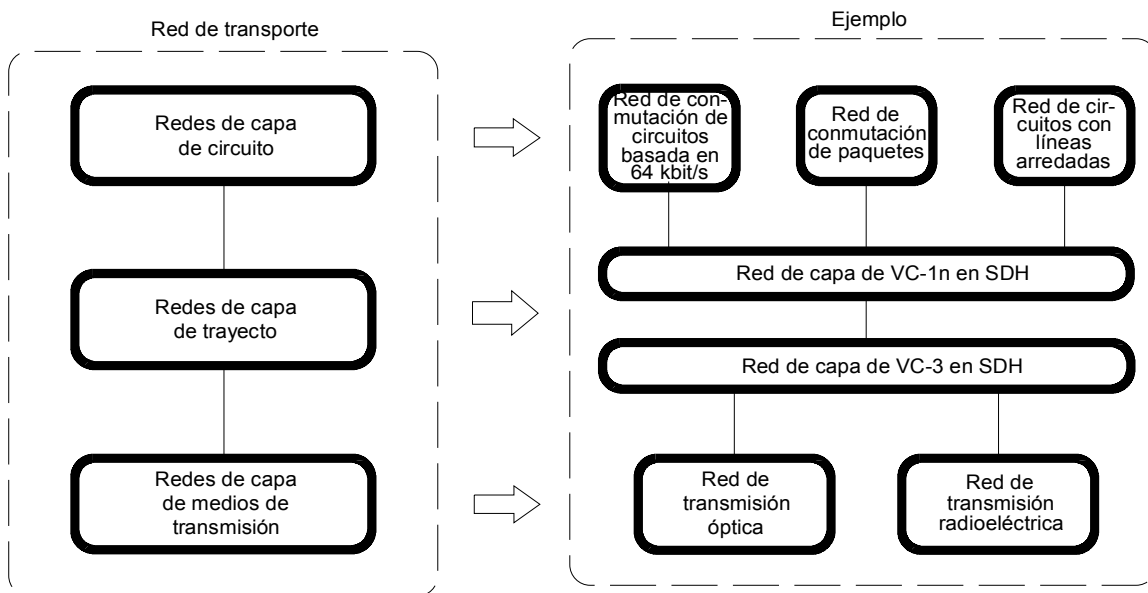
3.3.3.1 Capas de la red de transporte

En la Figura 3-9 se representa el modelo estratificado de la red de transporte. Las características del modelo estratificado son las siguientes:

- en él se distinguen, en sentido amplio, tres clases de redes de capa: redes de capa de circuito, redes de capa de trayecto y redes de capa de medios de transmisión;
- la asociación entre dos capas adyacentes cualesquiera es una asociación de tipo servidor/cliente;
- cada capa tiene su propia capacidad de operaciones y mantenimiento.

Estas tres clases de redes de capa se describen como sigue:

- redes de capa de circuito – que proporcionan a los usuarios servicios de telecomunicaciones tales como servicios con conmutación de circuitos, servicios con conmutación de paquetes y servicios por líneas arrendadas. Pueden identificarse redes de capa de circuito distintas, según los servicios proporcionados. Estas redes son independientes de las redes de capa de trayecto;
- redes de capa de trayecto – utilizadas para soportar diferentes tipos de redes de capa de circuito. En el caso de la SDH, hay dos redes de capa de trayecto: la red de capa de trayecto de orden inferior y la red de capa de trayecto de orden superior. Un aspecto básico de las redes SHD es la posibilidad de controlar la gestión de la conectividad en las redes de capa de trayecto. Las redes de capa de trayecto son independientes de las redes de capa de medios de transmisión;



T1816740-92/d10

NOTA – La posibilidad de una tercera red de capa de trayecto queda en estudio.

FIGURA 3-9/G.803

Modelo estratificado de la red de transporte

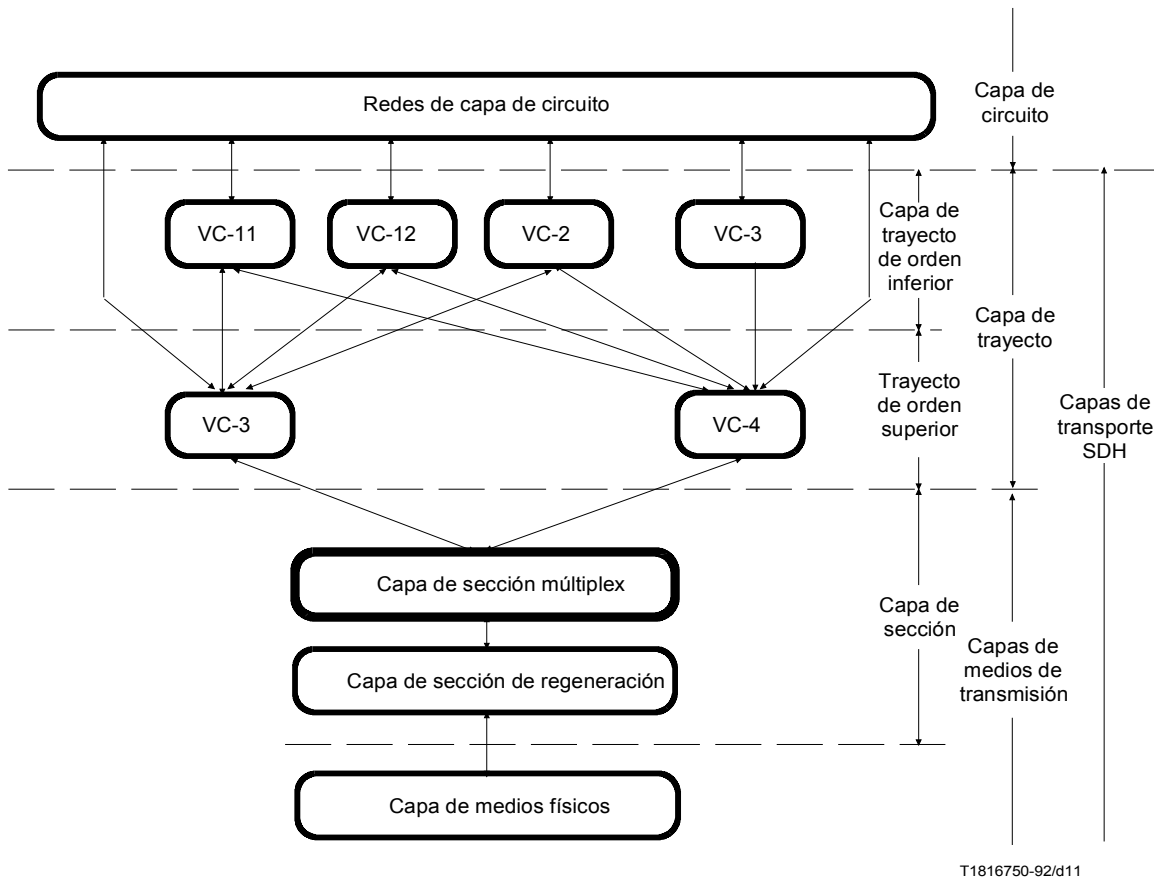
- redes de capa de medios de transmisión – dependen del medio de transmisión, que puede ser por ejemplo, la fibra óptica y los sistemas radioeléctricos. Las redes de capa de medios de transmisión se dividen en redes de capa de sección y redes de capa de medios físicos. Las redes de capa de sección abarcan todas las funciones que proporcionan la transferencia de información entre dos nodos de redes de capa de trayecto, en tanto que las redes de capa de medios físicos se refieren a los medios reales de fibra, pares metálicos o canales de frecuencias radioeléctricas que soportan una red de capa de sección. En el caso de SDH, hay dos redes de capa de sección: una red de capa de sección de multiplexación y una red de capa de sección de regeneración. La red de capa de sección de multiplexación es responsable de la transferencia de la información de extremo a extremo, entre ubicaciones que encaminan o terminan trayectos, mientras que la red de capa de sección de regeneración es responsable de la transferencia de información entre regeneradores individuales y entre regeneradores y ubicaciones que encamina o terminan trayectos.

3.3.3.2 Asociación cliente/servidor

La asociación cliente/servidor entre redes de capa adyacentes es aquella en la que un camino de la red de capa servidora proporciona una conexión de enlace de la red de capa cliente. De manera más precisa:

- un trayecto de la red de capa de trayecto proporciona una conexión de enlace en la red de capa de circuito;
- una sección de la red de capa de medios de transmisión proporciona una conexión de enlace en la red de capa de trayecto.

En la Figura 3-10, se indica la relación estratificada para la red de transporte basada en la SDH.



NOTA – La necesidad de una descripción explícita de una capa de multiplexación por división en longitud de onda de transmisión, queda en estudio.

FIGURA 3-10/G.803
Modelo estratificado de red de transporte basada en la SDH

3.3.3.3 Descomposición de las redes de capa

3.3.3.3.1 Principios generales de descomposición de capas

Es posible efectuar la descomposición de una capa expandiendo las adaptaciones, terminaciones o puntos de conexión (terminación) de la capa. En cada caso, el resultado de la descomposición es una nueva frontera de capa, como se indica en la Figura 3-11. Conviene señalar que la nueva frontera de capa será distinta en cada caso.

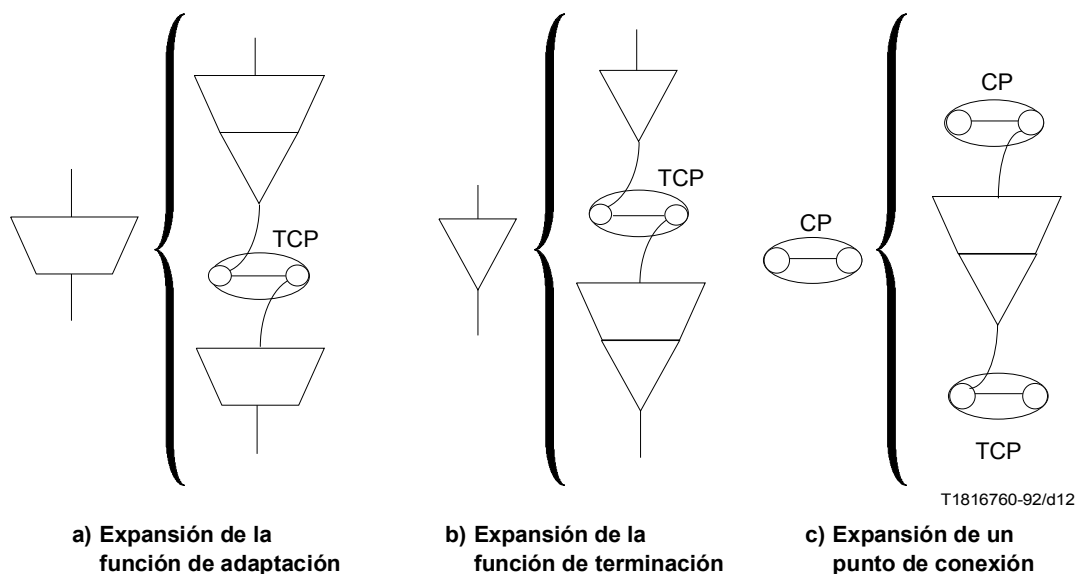


FIGURA 3-11/G.803
Generación de subcapas

3.3.3.3.2 Descomposición de la capa de trayecto en capas de trayecto administrativo

Descomponiendo la capa de trayecto, es posible identificar un conjunto de capas dentro de la capa de trayecto que, probablemente, serán administradas de forma independiente por un operador de red.

Cada capa de trayecto administrativo puede tener como clientes la capa de circuito y otras capas de trayecto administrativo y puede disponer como servidores de la capa de medios de transmisión y de otras capas de trayecto. Es probable que la selección de las capas de trayecto administrativo sea el resultado de un acuerdo internacional y cumpla los diversos requisitos de la capa de circuito. Cada capa de trayecto administrativo puede tener una topología independiente y, en general, los trayectos que atraviesen una capa de trayecto administrativo se establecerán de forma independiente a partir del establecimiento de trayectos en otras capas de trayecto administrativo. Esto se ilustra de forma genérica en la Figura 3-12.

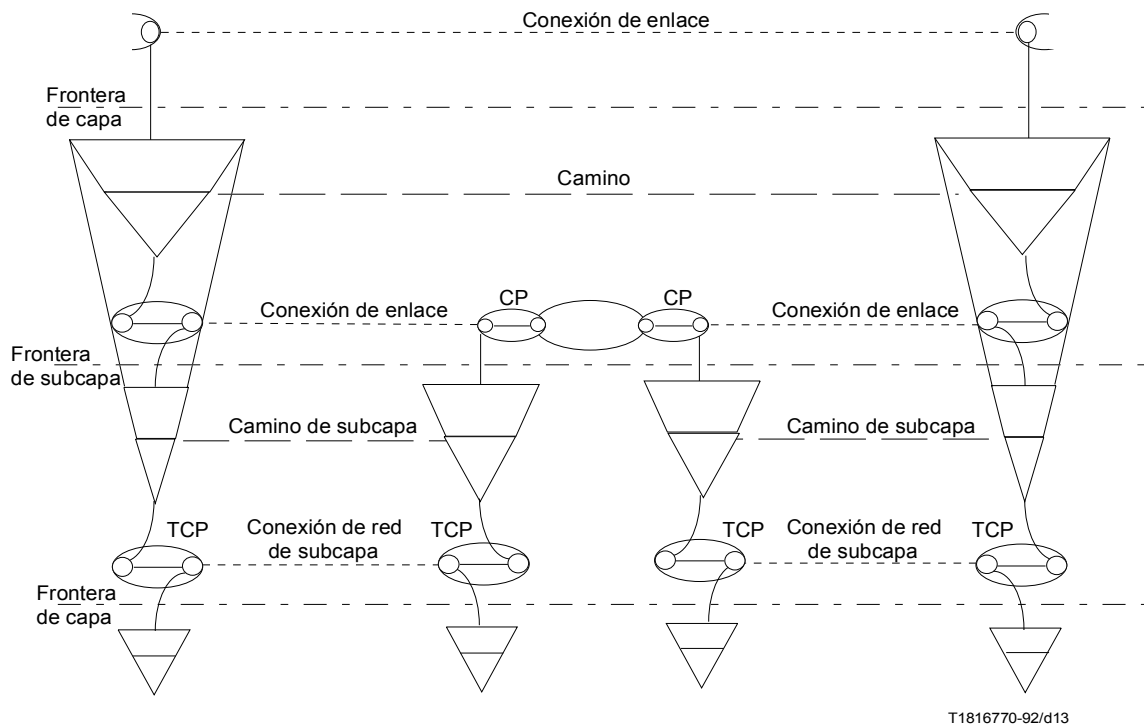


FIGURA 3-12/G.803
Concepto de subestratificación

3.3.3.3.3 Descomposición de la capa de medios de transmisión en capas de medios de transmisión administrativos

Descomponiendo la capa de medios de transmisión, es posible identificar, dentro de la misma, un conjunto de capas que, probablemente, serán administradas de forma independiente por un operador de red.

Aunque la capa de medios de transmisión depende de los medios utilizados, para algunos medios puede ser útil identificar capas de medios de transmisión administrativos. Por ejemplo, en los sistemas por fibra óptica y en los sistemas que utilizan relevadores radioeléctricos, se distingue una capa administrativa que describe caminos entre centros de tratamiento de trayectos y una capa que describe caminos entre repetidores o regeneradores.

La Figura 3-12 ilustra igualmente esta situación.

En el futuro, puede que convenga identificar otras capas que describan la multiplexación por distribución en longitud de onda y el encaminamiento por longitud de onda en los sistemas ópticos.

3.3.3.3.4 Descomposición de las capas administrativas en subcapas

Si bien las capas administrativas son las que más le interesan a un operador de red, en lo tocante a administración de la red de transporte, a menudo conviene distinguir subcapas dentro de una misma capa administrativa. Esto puede efectuarse mediante la descomposición de la capa administrativa, por ejemplo, como se indica a continuación:

- identificación de esquemas de protección de subcapa (véase 5), mediante la descomposición de la adaptación;
- identificación de una subcapa que describe un camino que supervisa una conexión en cascada a través de una subred, mediante la descomposición de la terminación;
- identificación de una subcapa que describe un camino que puede agregar un operador a una transconexión, para supervisar su integridad a través de la transconexión, mediante la descomposición del punto de conexión.

Este procedimiento se ha utilizado para elaborar modelos funcionales de protección y supervisión de la conexión en cascada.

3.4 Comprobación de la conexión en cascada (supervisión de la conexión)

El cometido previsto de las conexiones en cascada es la representación del segmento de un camino que existe dentro de una región administrativa determinada. En este cometido, la conexión en cascada debe admitir las siguientes funciones (véase la Figura 3-13):

- supervisión de la calidad de funcionamiento de la conexión en cascada (característica de error y condiciones de fallo/alarma);
- supervisión de la calidad de funcionamiento del extremo distante de la conexión en cascada (característica de error y condiciones de fallo/alarma);
- indicación de fallo entrante en la conexión en cascada (fallos antes de la conexión en cascada);
- verificación de la conectividad de la conexión en cascada (es decir, la traza entre los extremos de la conexión en cascada);
- señal de reposo de la conexión en cascada (incluida la identidad de esta señal).

Una solución propuesta se basa en la «supervisión de subcapa» (como se describe en 3.4.4). Emplea la combinación de un cómputo de errores entrantes y un enlace de datos para atender las necesidades indicadas anteriormente. Esta solución queda en estudio.

3.4.1 Supervisión intrínseca [véase la Figura 3-14 a)]

La conexión en cascada se supervisa de forma indirecta utilizando los datos disponibles intrínsecamente de las capas servidoras y evaluando el estado aproximado de la conexión en cascada del cliente a partir de los datos disponibles.

La utilización de supervisión intrínseca depende estrechamente de la utilización de una red de datos y de un tratamiento distribuido para correlacionar los eventos de fallo, determinar si pertenecen o no a la administración y notificar los resultados a las ubicaciones de gestión apropiadas (por ejemplo, a los dos extremos de la conexión en cascada).

Cuando la función de adaptación incluya multiplexación, no se dispondrá de forma individual de estadísticas de características de error para cada una de las conexiones en cascada, pero podrán deducirse de las características de error de las capas servidoras, si se supone una distribución uniforme de los errores entre los clientes.

La verificación de la conexión sólo puede basarse en la verificación de las conexiones de la capa servidora entre nodos y en la hipótesis de que cada nodo verifica internamente sus conexiones de capa cliente.

Puede conseguirse la emulación del canal de datos mediante el envío de mensajes al otro nodo a través de una red de comunicaciones de sistema abierto.

Esta técnica requiere la utilización del tratamiento distribuido, por lo que puede ser difícil de normalizar. No obstante, admite jerarquizaciones o superposiciones arbitrarias de las conexiones en cascada.

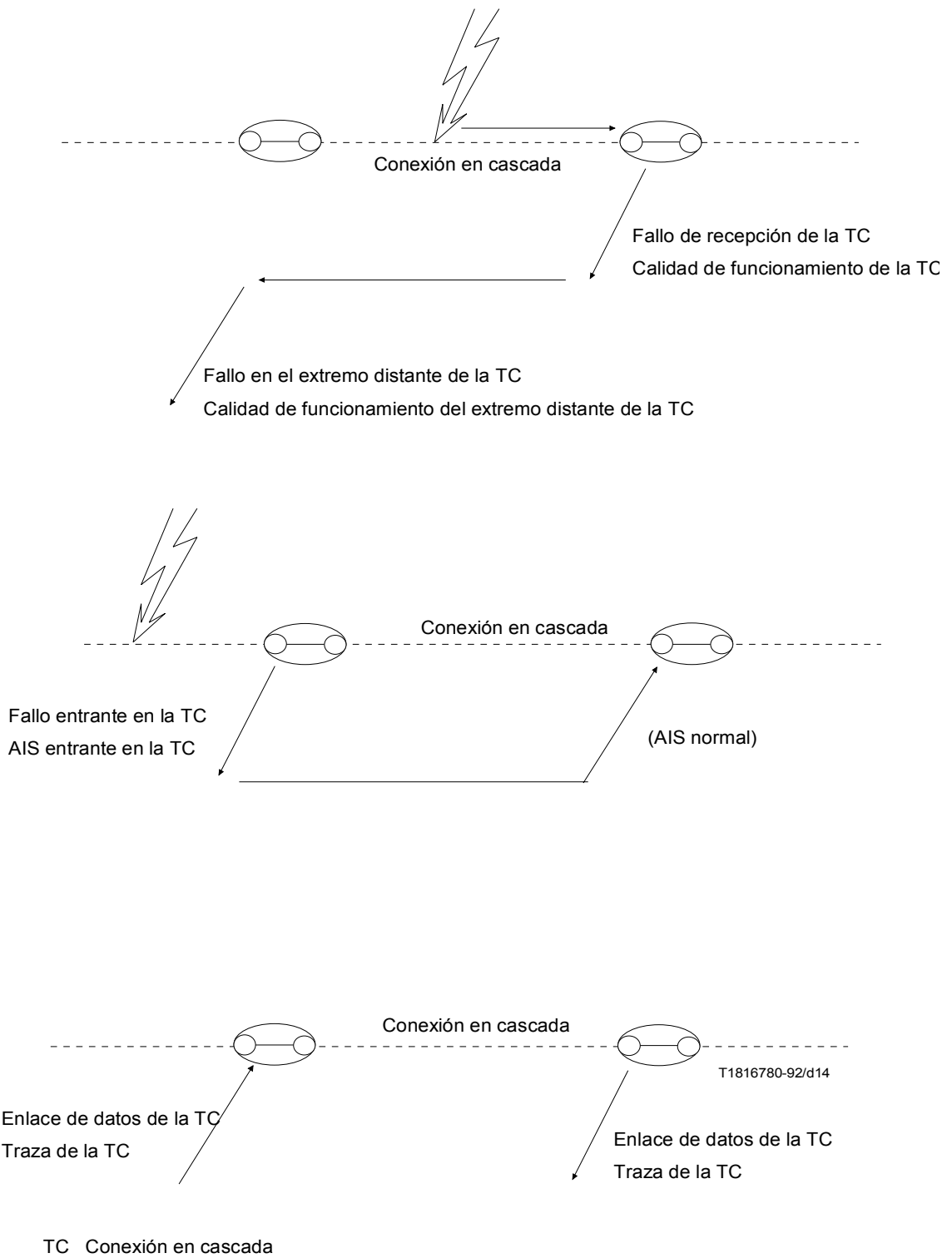


FIGURA 3-13/G.803
Explicación de los términos relativos a la conexión en cascada

3.4.2 Supervisión no intrusiva [véase la Figura 3-14 b)]

La conexión en cascada se supervisa directamente mediante el empleo de supervisión de escucha únicamente (no intrusiva) de los datos la tara originales y el cálculo subsiguiente del estado aproximado de la conexión en cascada, a partir de la diferencia entre los estados supervisados a cada extremo de la conexión en cascada.

El empleo de la supervisión no intrusiva tendrá una menor dependencia de la utilización de una red de datos y del tratamiento distribuido para correlacionar eventos de fallo, a fin de determinar si pertenecen o no a la administración y notificar los resultados a las ubicaciones de gestión apropiadas (por ejemplo, a los dos extremos de la conexión en cascada). En este caso, se dispone de la información deseada en ambos extremos y no se requiere la comunicación con los nodos en medio de la conexión en cascada.

La función de supervisión no intrusiva puede estar destinada a una sola conexión de subred o puede estar compartida entre varias conexiones de subred que exigen supervisión.

A partir de las diferencias entre los registros de características de error de los dos extremos, puede disponerse de las estadísticas de características de error de cada una de las conexiones en cascada. Los cálculos de diferencias de características de error no pueden ser perfectos, pero sí deberá ser posible obtener mediciones estadísticamente significativas.

La verificación de la conexión puede efectuarse si se ha proporcionado un identificador de traza globalmente exclusivo a la señal original (tal como el código de la Recomendación E.164). También es posible una verificación razonable de la conexión, mediante la captura de alguna forma de signatura del contenido de la señal en el extremo de cabecera y el análisis de la concordancia de esa signatura con la del extremo de cola.

Puede conseguirse la emulación del canal de datos mediante el envío de mensajes al otro nodo a través de una red de comunicaciones de sistema abierto.

Esta técnica requiere algunas comunicaciones de datos que exigen normalización. No obstante, admite jerarquizaciones o superposiciones arbitrarias de las conexiones en cascada.

3.4.3 Supervisión intrusiva [véase la Figura 3-14 c)]

La conexión en cascada se supervisa directamente mediante la ruptura del camino original y la introducción de un camino de prueba que se extiende sobre la conexión en cascada mientras dura la prueba.

De esta forma, pueden supervisarse directamente todos los parámetros, aunque el camino de usuario no está completo por lo que solamente puede efectuarse tal supervisión justamente al comienzo del establecimiento del camino o, posiblemente, de manera intermitente.

Esta técnica admite jerarquizaciones o superposiciones arbitrarias de las conexiones en cascada, pero sin comprobación simultánea.

3.4.4 Supervisión de subcapa [véase la Figura 3-14 d)]

Esta técnica, a mitad de camino entre la supervisión intrusiva y la no intrusiva, consiste en sobrescribir en una parte de la tara de camino original de manera que pueda supervisarse directamente la conexión en cascada. En este caso la conexión en cascada es la conexión de red de la subcapa supervisada. Si no se ha utilizado la tara original, esta supervisión no implica de hecho ninguna intrusión en el camino original.

Con esta técnica pueden verificarse directamente todos los parámetros, suponiendo que en la tara original puede sobrescribirse una anchura de banda suficiente. Es poco probable que este método admita superposiciones o jerarquizaciones de las conexiones en cascada.

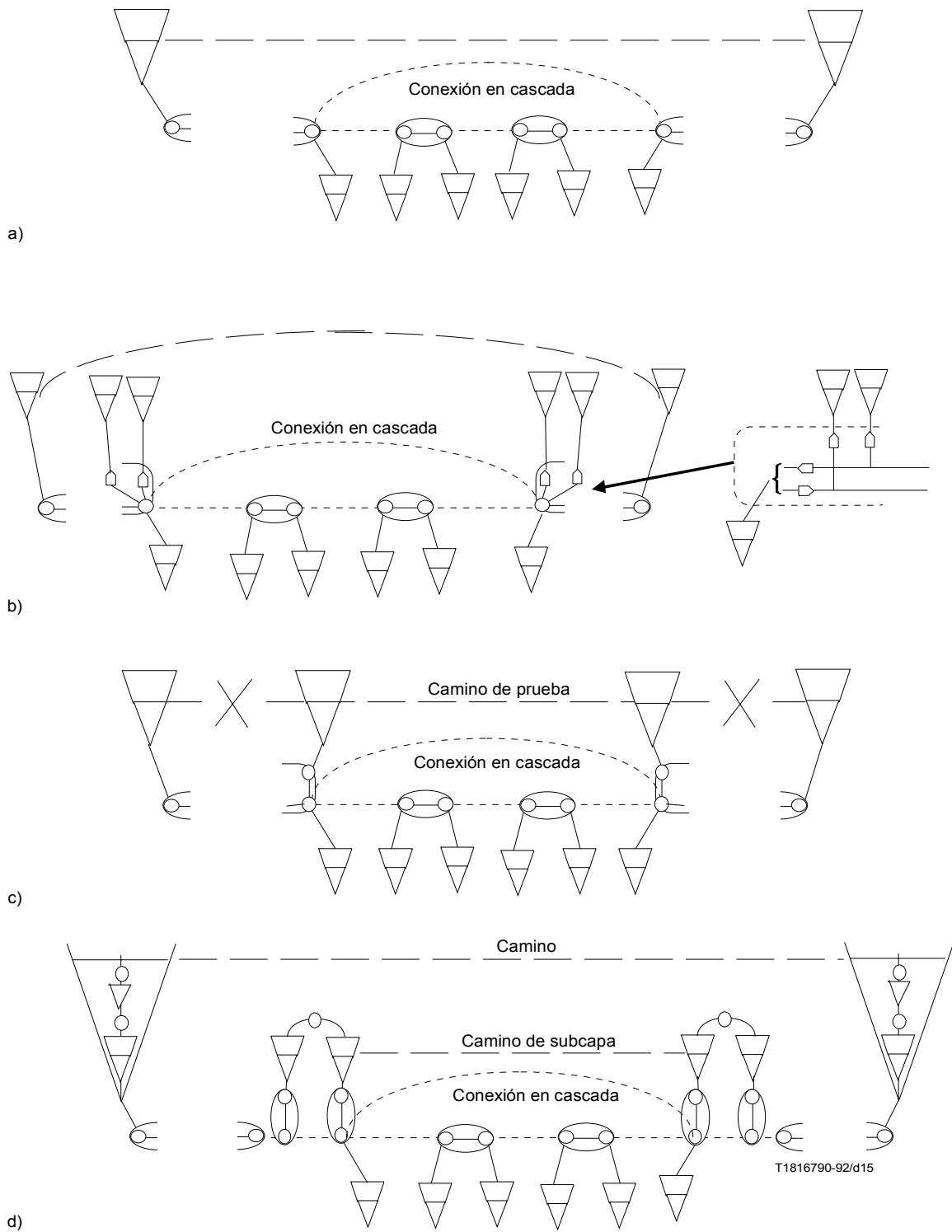


FIGURA 3-14/G.803
Supervisión de la conexión en cascada

4 Aplicación de los conceptos a las topologías y estructuras de red

4.1 Capas de PDH soportadas en capas de SDH

En la Figura 4-1 se muestra el caso en que la SDH soporta señales PDH. Se han representado cinco capas de red:

- a) capa de trayecto de Rec. G.702 de PDH (por ejemplo, 2048 kbit/s);
- b) capa de sección intracentral de Rec. G.703 de PDH;
- c) capa de trayecto de orden inferior (por ejemplo VC-12) de SDH;
- d) capa de trayecto de orden superior (por ejemplo VC-4) de SDH;
- e) capa de sección de STM-N de SDH.

En el ejemplo se muestran dos multiplexores de SDH con afluentes a las velocidades binarias de trayecto de PDH, interconectados con un dispositivo de transconexión de trayecto de orden inferior de SDH y un dispositivo de transconexión de trayecto de orden superior de SDH en ubicaciones intermedias. Todas las interfaces (salvo los afluentes a las velocidades binarias de trayecto de PDH), utilizan la capa de sección de STM-N de SDH.

4.2 Capas de célula de ATM soportadas en capas de SDH

En la Figura 4-2, se muestra el caso en que la SDH soporta células de ATM. Se han representado las siguientes tres redes de capa:

- a) capa de trayecto virtual de ATM;
- b) capa de trayecto de orden superior (por ejemplo VC-4) de SDH;
- c) capa de sección de STM-N de SDH.

En el ejemplo se muestran dos terminaciones de trayecto virtual de ATM interconectadas con un conmutador de trayecto virtual de ATM y un dispositivo de transconexión de trayecto de orden superior de SDH en ubicaciones intermedias. En todas las interfaces se utiliza la capa de sección de STM-N de SDH.

5 Técnicas para mejorar la disponibilidad de la red de transporte

5.1 Introducción

En esta subcláusula se describen las características arquitecturales de las principales estrategias que se pueden utilizar para mejorar la disponibilidad de una red de transporte. La mejora se consigue mediante la sustitución de las entidades de transporte con fallos o degradadas. La sustitución se debe normalmente a la detección de un defecto, a una degradación de la calidad de funcionamiento o a una solicitud externa (por ejemplo, para la gestión de red).

Protección – Utiliza la capacidad preasignada entre nodos. La arquitectura más sencilla posee una entidad de protección especializada para cada entidad en funcionamiento (1+1). La arquitectura más compleja tiene m entidades de protección compartidas entre n entidades en funcionamiento (m:n).

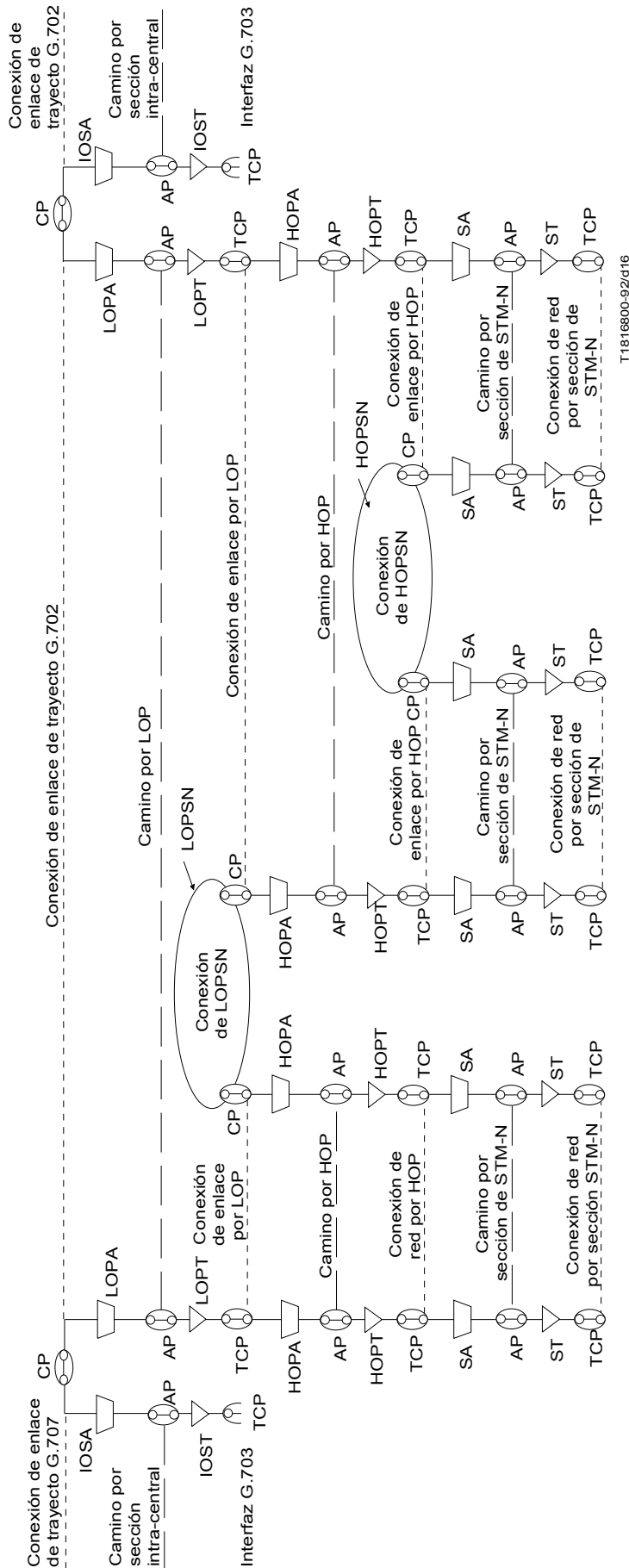
Restablecimiento – Utiliza cualquier capacidad disponible entre nodos. En general, los algoritmos utilizados para el restablecimiento exigirán reencaminamiento. Cuando se emplea restablecimiento se reserva un cierto porcentaje de la capacidad de la red de transporte para reencaminar el tráfico.

5.2 Restablecimiento

Queda en estudio.

5.3 Protección

Se han determinado dos tipos de arquitectura de protección.

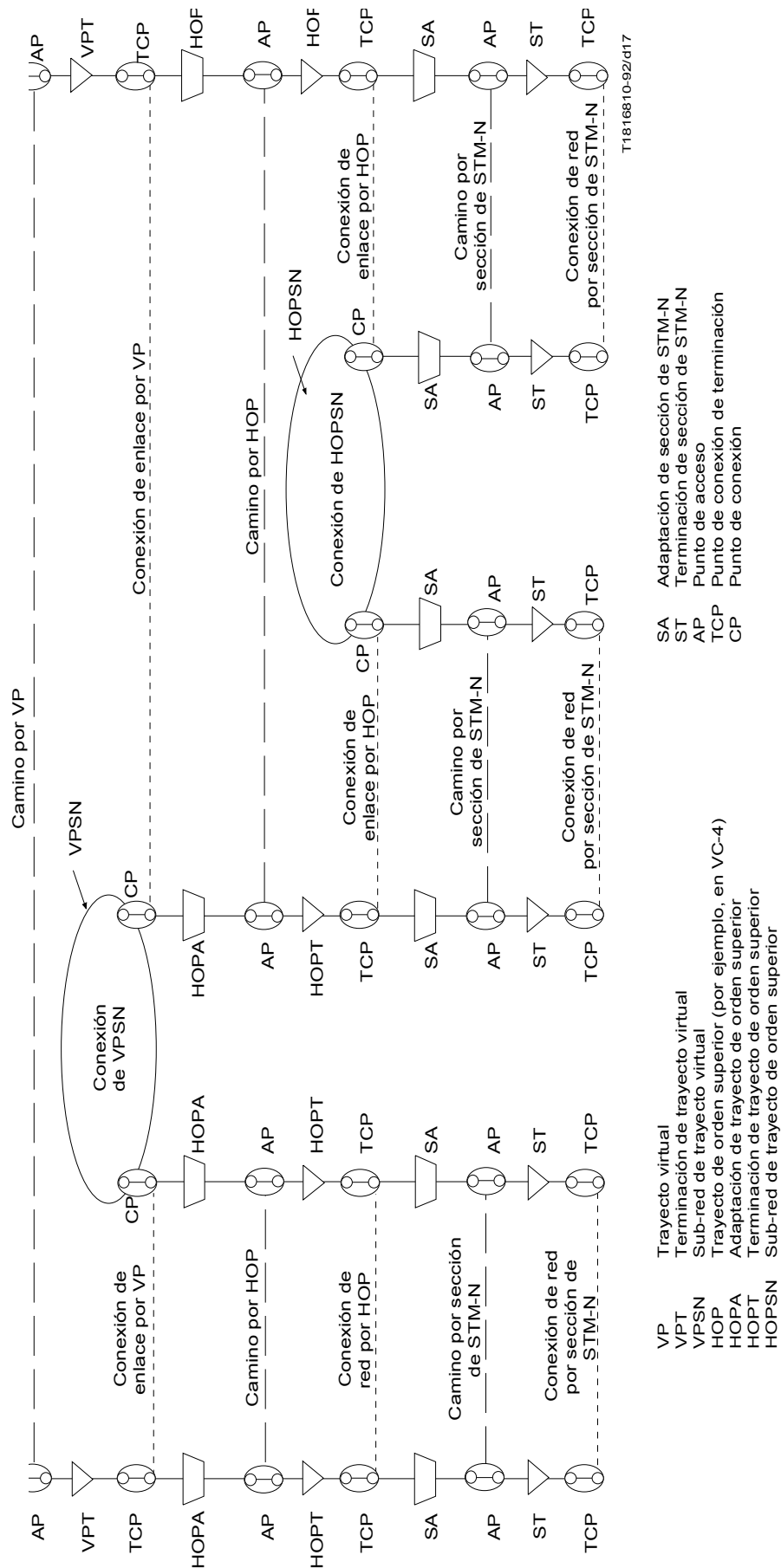


IOSA Adaptación de sección de STM-N
 IOST Terminación de sección de STM-N
 AP Punto de acceso
 TCP Punto de conexión de terminación
 CP Punto de conexión

HOP Trayecto de orden superior (por ejemplo, en VC-4)
 HOPA Adaptación de trayecto de orden superior
 HOPT Terminación de trayecto de orden superior
 HOPPSN Sub-red de trayecto de orden superior

IOST Terminación de sección intra-central
 IOSA Adaptación de sección intra-central
 LOP Trayecto de orden inferior (por ejemplo, en VC-12)
 LOPA Adaptación de trayecto de orden inferior
 LOPT Terminación de trayecto de orden inferior
 LOPSN Sub-red de trayecto de orden inferior

FIGURA 4-1/G.803
 Aplicación de la arquitectura funcional al caso de PDH soportada por la SDH

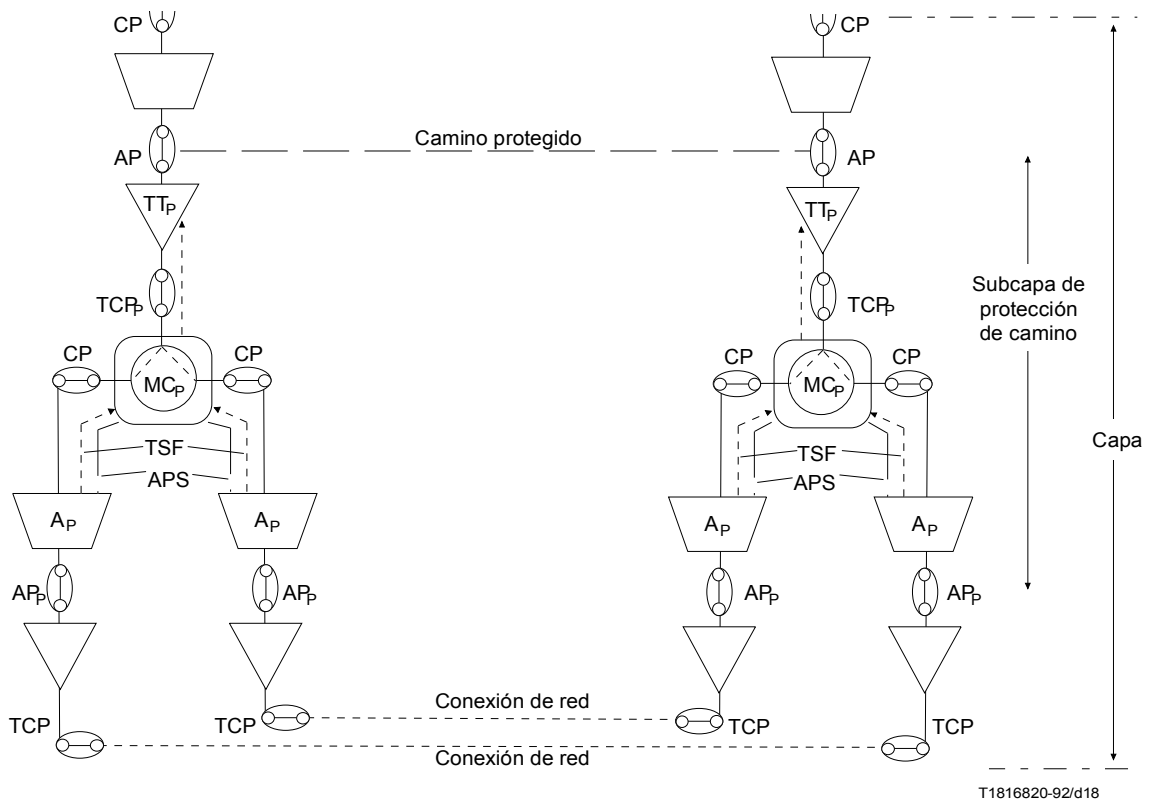


T1816810-92/d17

FIGURA 4-2/G.803
 Aplicación de la arquitectura funcional al caso de ATM soportado por la SDH

5.3.1 Protección de camino

Si el camino en funcionamiento presenta fallos, o su calidad de funcionamiento cae por debajo del nivel exigido, se reemplazará por un camino de protección. Esto se modela mediante la introducción de una subcapa de protección, como se muestra en la Figura 5-1. El punto de acceso de capa se expande, de conformidad con las reglas indicadas en la Figura 3-11, en la función adaptación de protección y en la función de terminación de camino de protección para proporcionar la subcapa de protección. Se utiliza una matriz de protección para modelar la conmutación entre las conexiones de protección y en funcionamiento. La situación de los caminos en la subcapa de protección se comunica a la matriz de protección (fallo de la señal de camino en la Figura 5-1). La función de adaptación de protección permite el acceso a un canal del conmutador de protección automática (APS). De esta manera es posible la comunicación entre las funciones de control de las matrices de protección. La terminación de camino da la situación del camino servidor, y la terminación de camino de protección proporciona la situación del camino protegido.



- TSF Fallo de la señal de camino
- APS Canal del conmutador de protección automática
- TT_p Terminación del camino de protección
- A_p Adaptación de protección
- MC_p Conexión de la matriz de protección
- TCP_p TCP de protección
- AP_p Punto de acceso de protección

FIGURA 5-1/G.803

Modelo genérico de la protección de camino (protección 1+1)

5.3.2 Protección de la conexión de subred

Si la conexión de subred en funcionamiento presenta fallos o su calidad de funcionamiento cae por debajo del nivel exigido, se la reemplazará por una conexión de subred de protección.

Debe observarse que la protección de conexión de subred se puede aplicar en cualquier capa de una red de capa, y que la conexión de subred protegida puede estar constituida por una concatenación de conexiones de subred de nivel inferior y conexiones de enlace.

Algunos operadores de red han indicado que en ciertas aplicaciones sería deseable efectuar intervenciones de extremo doble. La necesidad de este método de funcionamiento y su implementación quedan en estudio.

Las conexiones de subred no tienen capacidad de supervisión intrínseca, por lo que los esquemas de protección de subred se pueden caracterizar también por el método utilizado para supervisar la conexión de subred. Esto se modela mediante una subcapa de protección, como se indica en la Figura 5-2. Los puntos de conexión de subred están expandidos conforme a las reglas señaladas en la Figura 3-11. En la Figura 5-3 se ilustra el caso general en el que se utilizan funciones de terminación de camino de protección y de adaptación. La situación de los caminos en la capa servidora se comunica a la matriz (fallo de la señal de servidor en la Figura 5-3). Las funciones de protección se pueden llevar a cabo utilizando uno de los esquemas de supervisión de conexión identificados en 3.4:

Supervisión intrínseca – La información obtenida por la capa servidora, descrita en 3.4.1, se utiliza para iniciar la conmutación de protección. Esto se ilustra en la Figura 5-4.

Supervisión no intrusiva – La conexión de subred se supervisa empleando una función de terminación de camino conectada en puente con la conexión de subred, como se ilustra en la Figura 5-5.

Supervisión intrusiva – No se recomienda el empleo de este tipo de supervisión como parte de un esquema de protección.

Supervisión de subcapa – La introducción de una subcapa de supervisión permite el uso de la protección de camino.

5.4 Ejemplos de protección de camino SDH

Se indican a continuación algunos tipos concretos de esquemas de protección de sección de multiplexación utilizados en la jerarquía digital síncrona. Se caracterizan por la detección de eventos de fallos por medio de la función de terminación de sección de multiplexación (MST) y por que la reconfiguración resultante utiliza funciones de conmutación de protección que se encuentran en la subcapa de protección de sección de multiplexación.

La reconfiguración resultante puede suponer la conmutación de protección en múltiples elementos de red SDH. Un protocolo de conmutador de protección automática (APS) efectúa la coordinación de esta conmutación en múltiples elementos de red SDH.

5.4.1 Protección 1+1 de la sección de multiplexación SDH (véase la Figura 5-1)

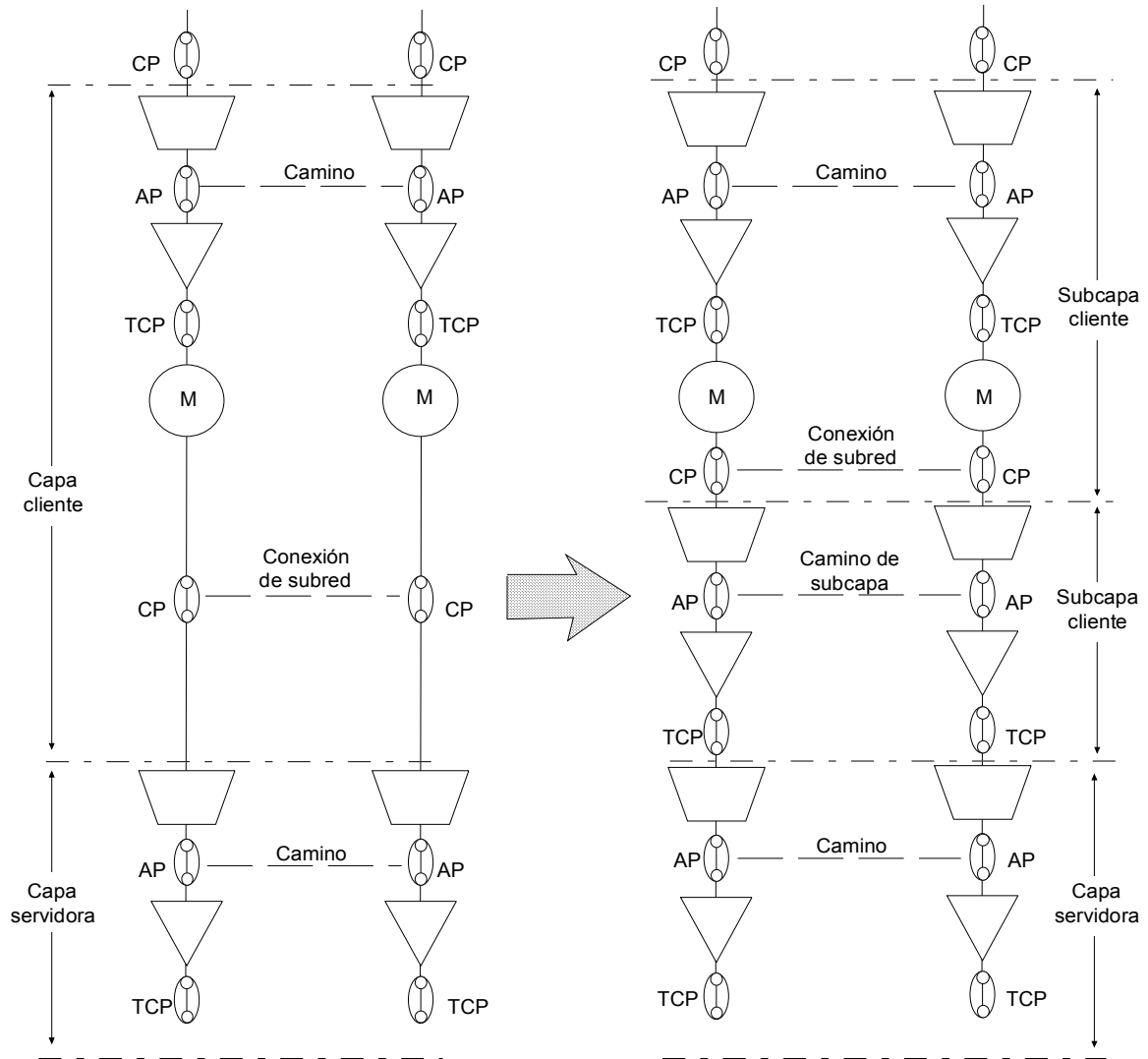
La protección 1+1 de la sección de multiplexación SDH se caracteriza por el empleo de dos secciones de multiplexación en paralelo, cada una de las cuales tiene la capacidad necesaria para soportar la capacidad máxima de los trayectos de orden superior.

En la Recomendación G.783 figura el protocolo APS para la protección 1+1 de la sección de multiplexación.

5.4.2 Protección 1:N de la sección de multiplexación SDH

La protección 1:N de la sección de multiplexación SDH se caracteriza por la existencia de una sección de multiplexación más de las realmente necesarias para soportar la capacidad de trayecto de orden superior que debe protegerse. Cuando no sea necesaria para soportar trayectos de orden superior protegidos, esta capacidad de sección de multiplexación adicional podrá utilizarse para cursar «tráfico adicional», que no queda protegido.

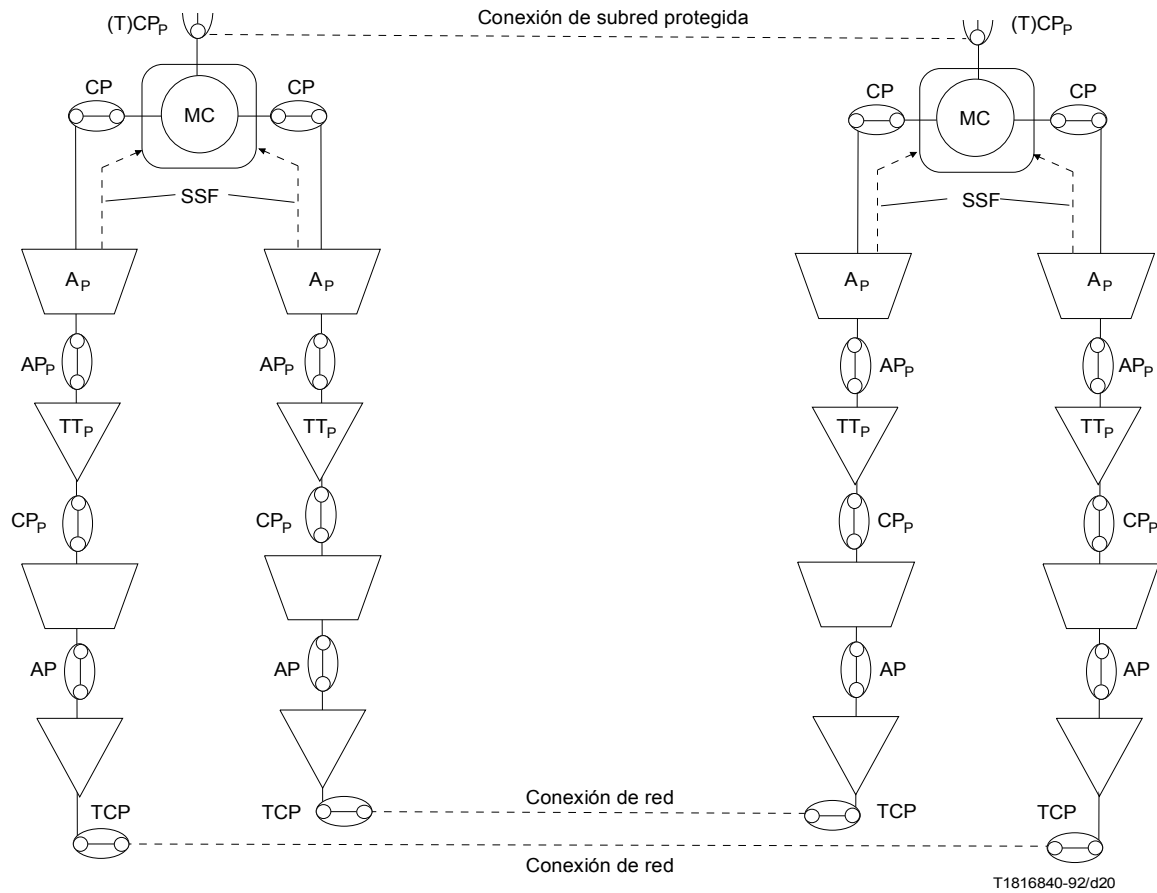
En la Recomendación G.783 figura el protocolo APS para la protección 1:N de la sección de multiplexación.



T1816830-92/d19

FIGURA 5-2/G.803

Desarrollo de los puntos de conexión para suministrar protección de subcapa



- SSF Fallo de la señal de la capa servidora
- TT_p Terminación del camino de protección
- A_p Adaptación de protección
- MC Conexión de matriz
- TCP_p TCP de protección
- AP_p Punto de acceso de protección
- CP_p Punto de conexión de protección

T1816840-92/d20

FIGURA 5-3/G.803

Modelo genérico de la protección de conexión de subred

5.4.3 Anillos de protección compartida de la sección de multiplexación SDH (véase la Figura 5-6)

Los anillos de protección compartida de la sección de multiplexación se caracterizan por la división de la cabida útil total de cada sección de multiplexación en partes iguales entre la capacidad en funcionamiento y la de protección. Por ejemplo, para un anillo STM-N de dos fibras hay N/2 grupos de unidades administrativas (AUG) disponibles para el funcionamiento y N/2 AUG disponibles para la protección, mientras que en un anillo STM-N de cuatro fibras hay N AUG disponibles para el funcionamiento y N AUG disponibles para la protección. La notación de la compartición refleja el hecho de que la capacidad de protección del anillo puede ser compartida por cualquier sección de multiplexación de un anillo multinodo ante una condición de fallo de nodo o de sección. La compartición de la capacidad de protección puede mejorar el transporte del tráfico en condiciones normales, en comparación con otros tipos de anillo.

La protección de anillo de sección de multiplexación se basa en la detección de los fallos por parte de la función de sección de multiplexación en ambos extremos de la porción afectada del anillo, efectuándose la reconfiguración en la capa cliente de conmutación de protección.

En condiciones de ausencia de fallos, puede utilizarse la capacidad de protección para soportar tráfico de prioridad inferior.

El protocolo APS de los anillos de protección compartida de la sección de multiplexación se basará en una mejora del protocolo de byte K para el APS 1:N definido actualmente en la Recomendación G.783. El funcionamiento de este tipo de anillo es siempre de extremo doble.

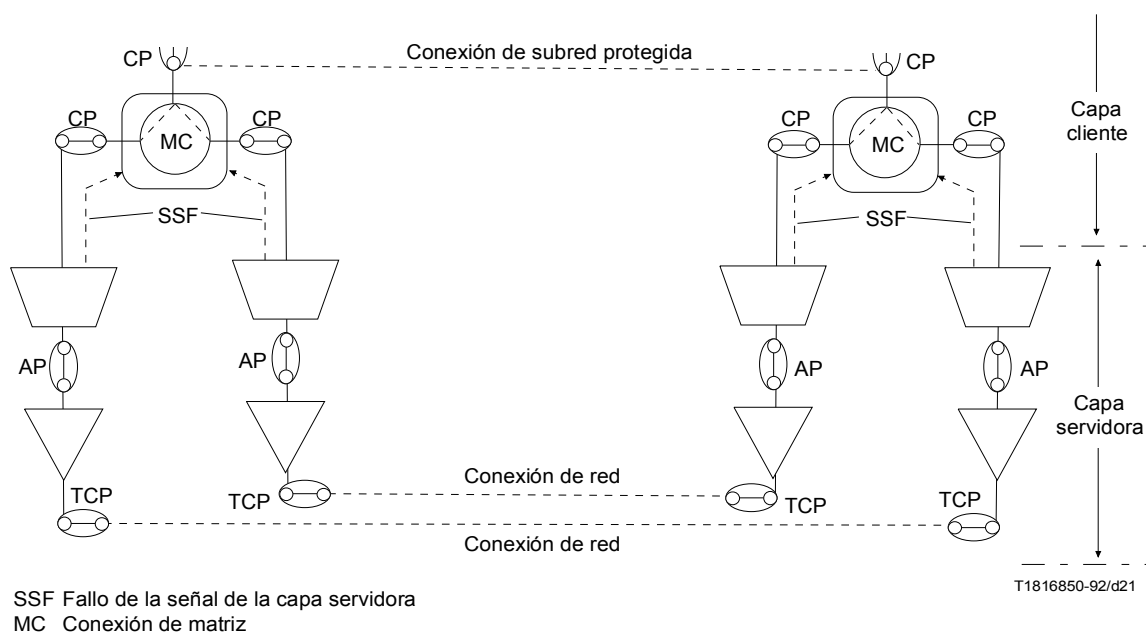


FIGURA 5-4/G.803

Protección de conexión de subred con supervisión utilizando el fallo de la señal de la capa servidora

5.4.4 Anillos especializados de la sección de multiplexación SDH (véase la Figura 5-7)

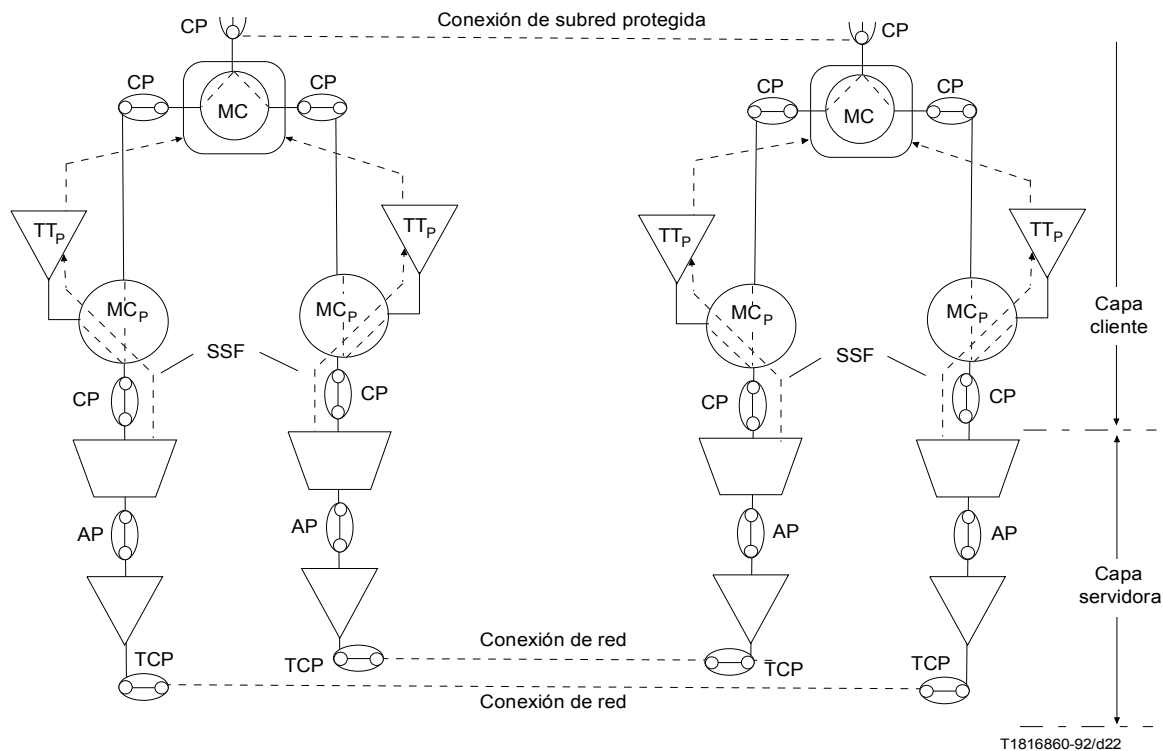
La protección mediante anillo especializado de la sección de multiplexación se caracteriza por un método de protección del tipo 1:1. El método se basa en el funcionamiento unidireccional.

En condiciones de fallo, el AUG completo se pone en bucle con el canal de protección. La protección del anillo especializado de la sección de multiplexación, se basa en la detección de fallos por las funciones de MST en los elementos de la red SDH. El funcionamiento de este tipo de anillo es siempre de extremo doble.

El protocolo APS de los anillos de protección especializados de la sección de multiplexación se basará en una mejora del protocolo de byte K para el APS 1:1, definido actualmente en la Recomendación G.783.

5.5 Ejemplos de protección de conexión de subred SDH

A continuación se indican algunos ejemplos de aplicaciones de anillos de capa de trayecto de orden superior y de capa de trayecto de orden inferior de SDH.



SSF Fallo de la señal de la capa servidora
 MC Conexión de matriz
 MC_p Conexión de matriz de protección
 TT_p Terminación del camino de protección

FIGURA 5-5/G.803

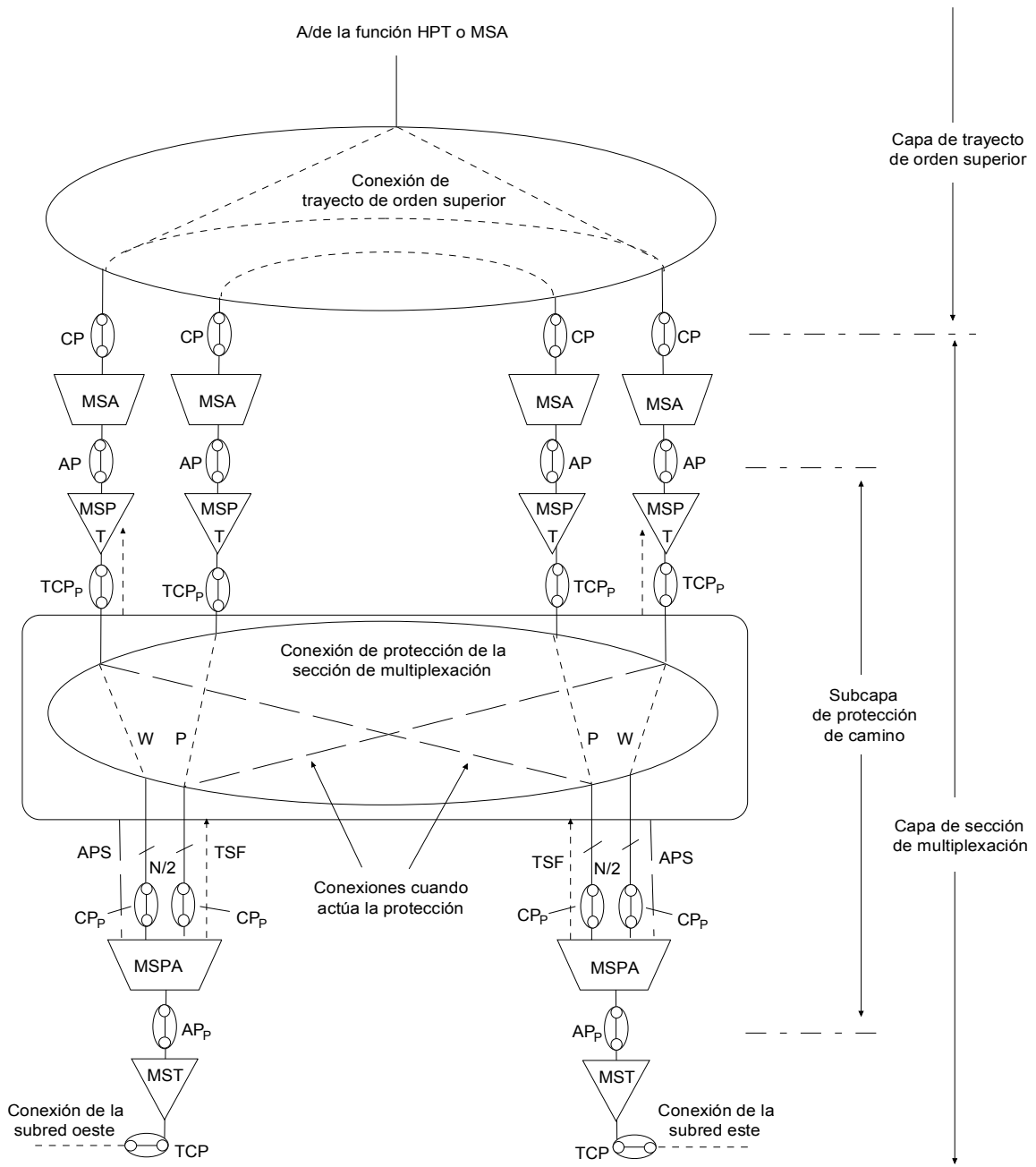
Protección de conexión de subred con supervisión no intrusiva

5.5.1 Protección de anillo de orden superior de SDH

La protección de anillo de orden superior, también conocida como «protección de anillo conmutado de trayecto de orden superior», se caracteriza por la transmisión de la información característica de trayecto de orden superior en ambos sentidos alrededor del anillo (empleando una función de conmutación de protección de trayecto de orden superior en el elemento de red en el cual el trayecto de orden superior entra en el anillo). En el elemento de red en el cual el trayecto de orden superior sale del anillo, se selecciona una de las señales. Los trayectos de orden superior se conmutan de forma individual y en un solo sentido, en base a la información puramente local del elemento de red en el cual el trayecto de orden superior sale del anillo. Es posible, por tanto, implementar una protección de anillo de orden superior sin ningún protocolo APS.

Empleo de supervisión intrínseca – La detección de los eventos de fallo «pérdida de punteros de unidad administrativa» o «AIS de unidad administrativa» (o fallos detectados en la MST local que producen AIS en todas las unidades administrativas) en el elemento de red de salida del anillo produce la reconfiguración de las funciones de conmutación de protección de trayecto de orden superior. Este método no detecta (ni protege contra) las degradaciones que afectan solamente a los trayectos supervisados de orden superior y no afectan, por tanto, a la sección de multiplexación que termina en ese punto (por ejemplo, los errores introducidos en una sección de multiplexación anterior).

Empleo de supervisión no intrusiva – Se implementa agregando una función de terminación de protección de trayecto de orden superior, como se indica en la Figura 5-5. De esta manera es posible detectar fallos o degradaciones en cada trayecto.

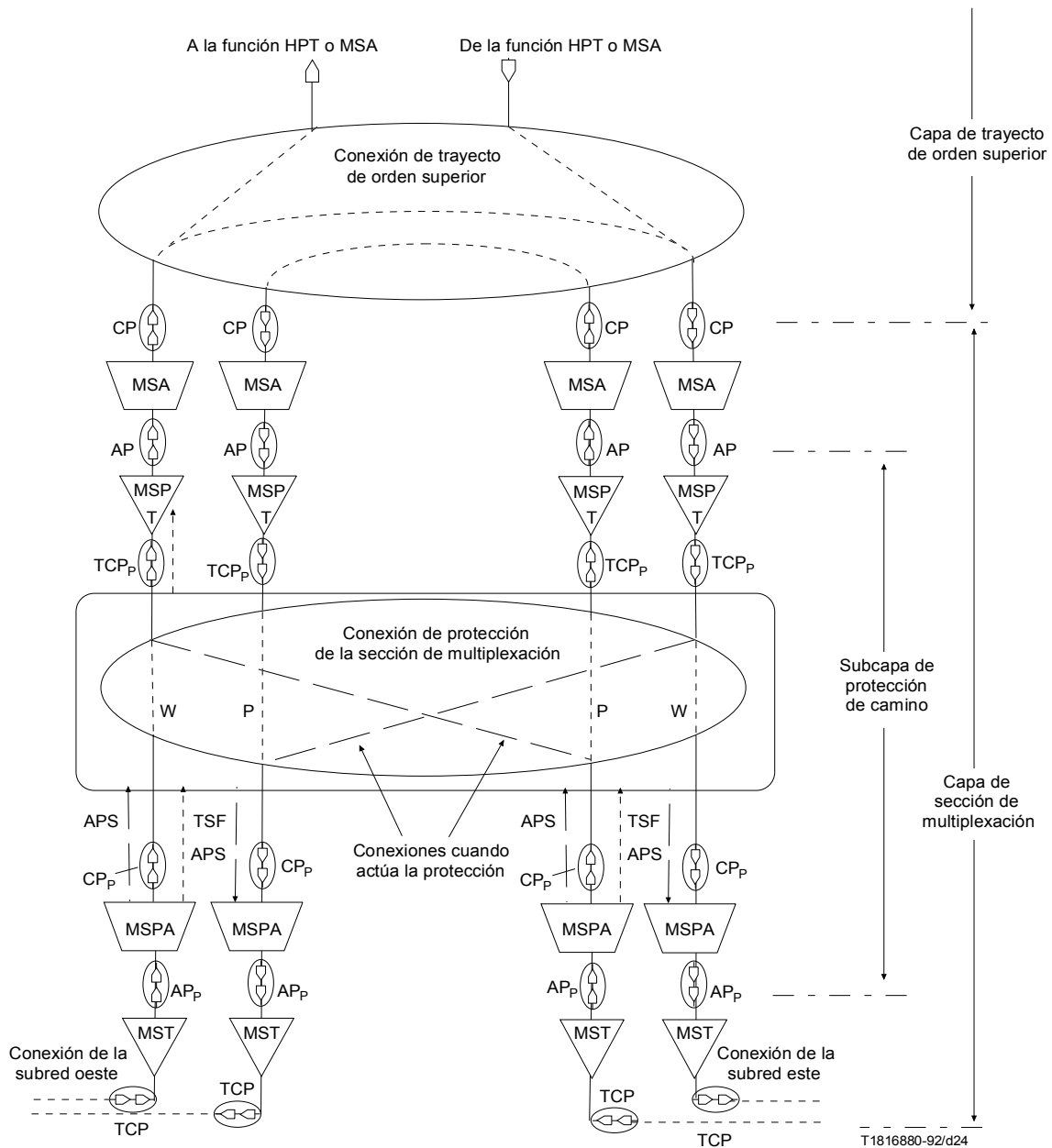


T1816870-92/d23

- TSF Fallo de la señal de camino
- APS Canal del conmutador de protección automática
- HPT Terminación del trayecto de orden superior
- MSPT Terminación de protección de la sección de multiplexación
- MSPA Adaptación de protección de la sección de multiplexación
- MSA Adaptación de la sección de multiplexación
- MST Terminación de la sección de multiplexación
- TCP_P TCP de protección
- AP_P Punto de acceso de protección
- CP_P Punto de conexión de protección

FIGURA 5-6/G.803

Anillo de protección compartida de la sección de multiplexación



T1816880-92/d24

- TSF Fallo de la señal de camino
- APS Canal del conmutador de protección automática
- HPT Terminación del trayecto de orden superior
- MSPT Terminación de protección de la sección de multiplexación
- MSPA Adaptación de protección de la sección de multiplexación
- MSA Adaptación de la sección de multiplexación
- MST Terminación de la sección de multiplexación
- TCP_p TCP de protección
- AP_p Punto de acceso de protección
- CP_p Punto de conexión de protección

FIGURA 5-7/G.803

Anillo de protección especializada de la sección de multiplexación

5.5.2 Protección de anillo de orden inferior de SDH

La protección de anillo de orden inferior de SDH es similar, en principio, a la protección de anillo de orden superior, como se muestra genéricamente en la Figura 5-3.

La protección de anillo de orden inferior se caracteriza por la transmisión de la información característica del trayecto de orden inferior en ambos sentidos alrededor del anillo (empleando una función de conmutación de protección de trayecto de orden inferior en el elemento de red en el cual el trayecto de orden inferior entra en el anillo). En el elemento de red en el cual el trayecto de orden inferior sale del anillo, se selecciona una de las señales. Los trayectos de orden inferior se conmutan de forma individual y en un solo sentido, en base a la información puramente local del elemento de red en el cual el trayecto de orden inferior sale del anillo. Es posible, por tanto, implementar una protección de anillo de orden inferior sin ningún protocolo APS.

Supervisión intrínseca – La detección de los eventos de fallo «pérdida de punteros de unidad afluente» o «AIS de unidad afluente» (o fallos detectados en la MST local o en la terminación de trayecto de orden superior que producen AIS en todas las unidades afluentes) en el elemento de red de salida del anillo produce la reconfiguración de las funciones de conmutación de protección de trayecto de orden inferior. Este método no detecta (ni protege contra) las degradaciones que afectan solamente a los trayectos supervisados de orden inferior y no afectan, por tanto, al trayecto de orden superior que termina en ese punto (por ejemplo, los errores introducidos en un trayecto de orden superior anterior).

Empleo de supervisión no intrusiva – Se implementa agregando una función de terminación de protección de trayecto de orden inferior, como se indica en la Figura 5-5. De esta manera es posible detectar fallos o degradaciones en cada trayecto.

6 Arquitectura de redes de sincronización

6.1 Introducción

En este punto 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) y posean una buena característica de estabilidad a corto plazo.

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.

6.2 Aspectos de la red de sincronización

6.2.1 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 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 Véase la Nota.

NOTA – Se está elaborando una nueva Recomendación en la que se especificará el nivel de calidad de los relojes destinados a funcionar en equipos SDH.

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.

6.2.2 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 6.2.6 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 Rec. G.812, y distribución entre estaciones:

- a) La distribución intraestación, en las estaciones que disponen de un reloj de nivel de la Rec. 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 6-1 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 6-2 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.

En la Figura 6-3 se representa la estructura de la red de distribución, utilizando los convenios esquemáticos de 3. La información de referencia de fase se transfiere entre los nodos de sincronización mediante un camino de sincronización. Cuando el camino queda desactivado, el controlador de nodo tiene que seleccionar otra referencia de un conjunto de alternativas válidas. Si no existe ninguna, el reloj pasa al modo retención.

El camino de distribución se establece mediante una o más conexiones de enlace de sincronización, cada una de las cuales está soportada por un camino PDH de velocidad primaria o secundaria sincronizada o un camino de sección de multiplexación SDH. Si la red de distribución está basada en una SDH, se recomienda que una o más de las conexiones de enlace, cada una de ellas soportada por un camino de sección de multiplexación, se ajusten a los requisitos de 6.2.1. Las conexiones (los conmutadores) de subred del camino de sincronización deberán disponerse de manera que sólo se mantengan relaciones jerárquicas válidas entre los relojes. Los algoritmos necesarios para conseguir este objetivo en las redes de distribución de referencia SDH quedan en estudio.

La Figura 6-3 indica que un enlace de sincronización que distribuye la temporización proveniente de la red pública mediante una interfaz usuario-red, debe temporizarse con el reloj del elemento de red SDH. Las características relativas a calidad de funcionamiento de este método y las de otras técnicas, tales como la de obtención de la temporización a partir de las TU-1x en las que se transporta la señal de datos, están en estudio.

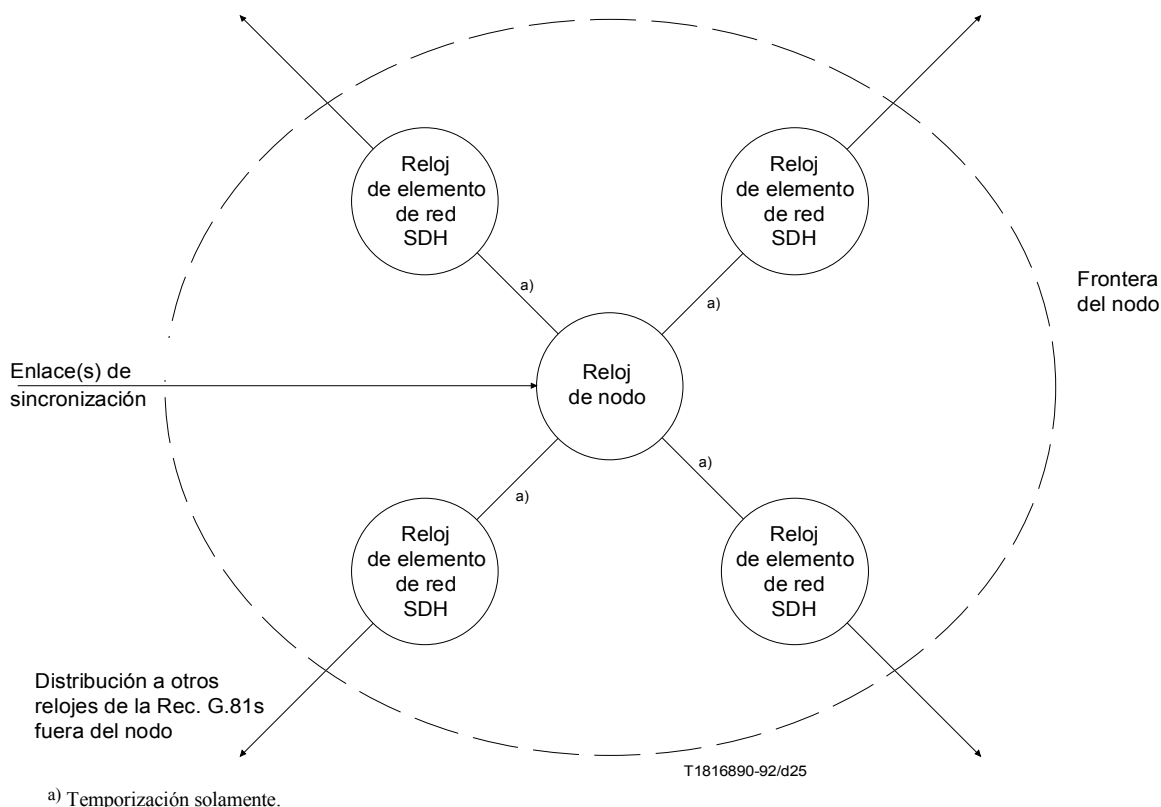


FIGURA 6-1/G.803

Distribución intranodal en la arquitectura de la red de sincronización

6.2.3 Modos de sincronización

Se distinguen cuatro modos de sincronización, a saber:

- síncrono;
- seudosíncrono (se describe más abajo);
- plesiócrono;
- asíncrono.

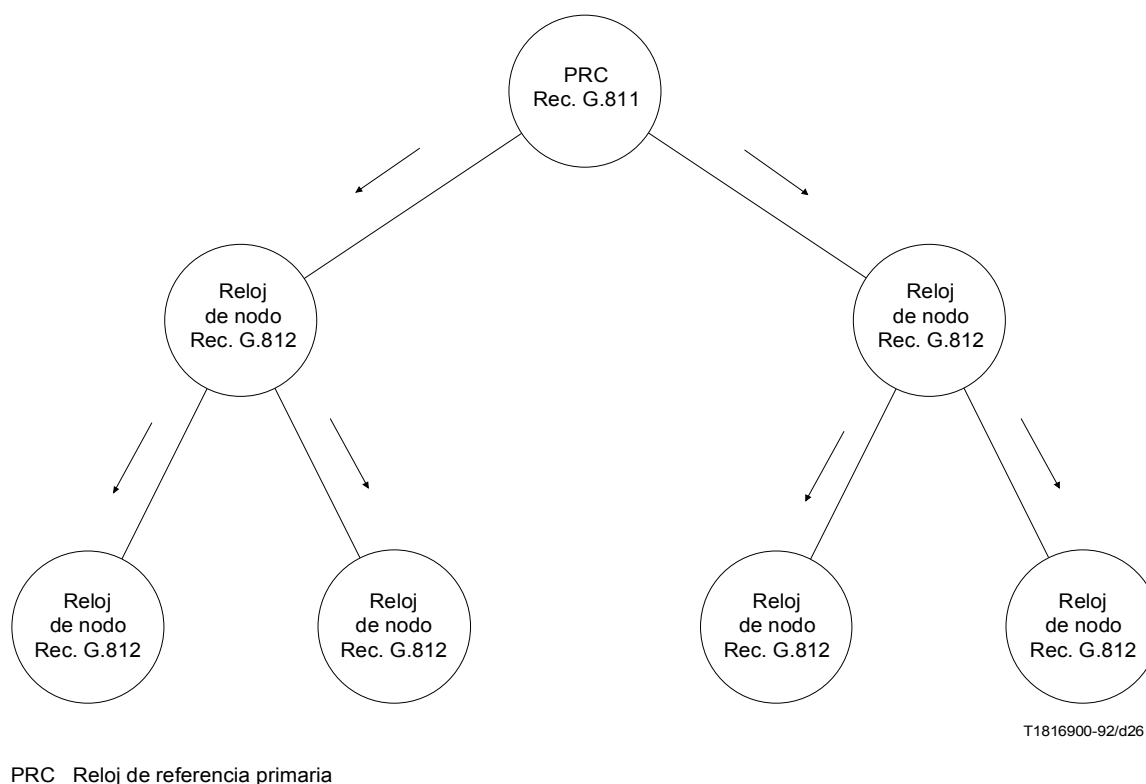


FIGURA 6-2/G.803

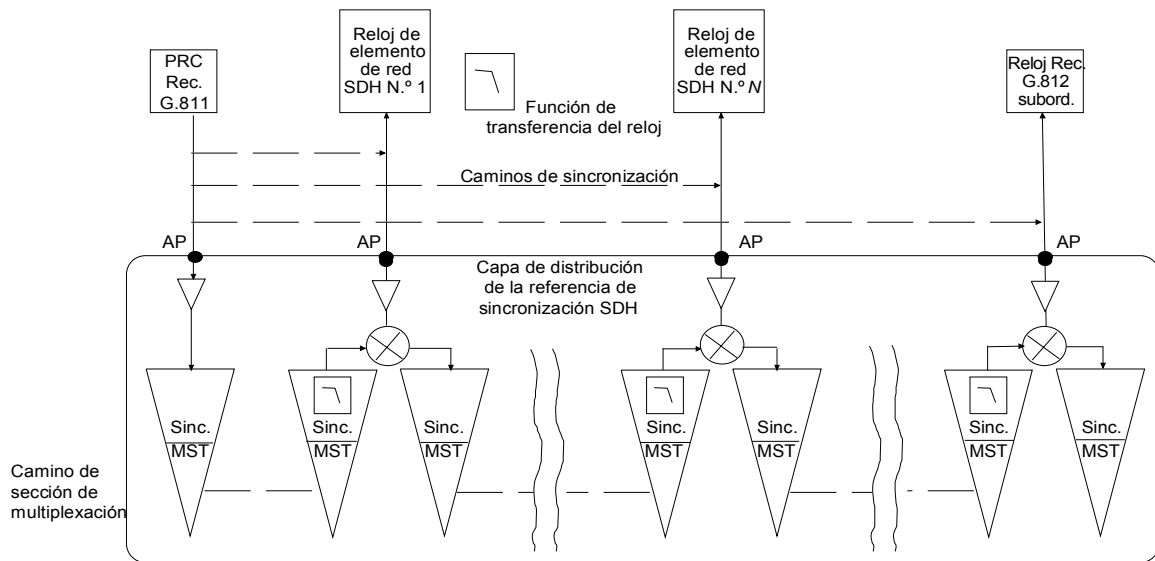
Distribución internodal en la arquitectura de la red de sincronización

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. Este es el modo normal de funcionamiento en el dominio de un mismo operador.

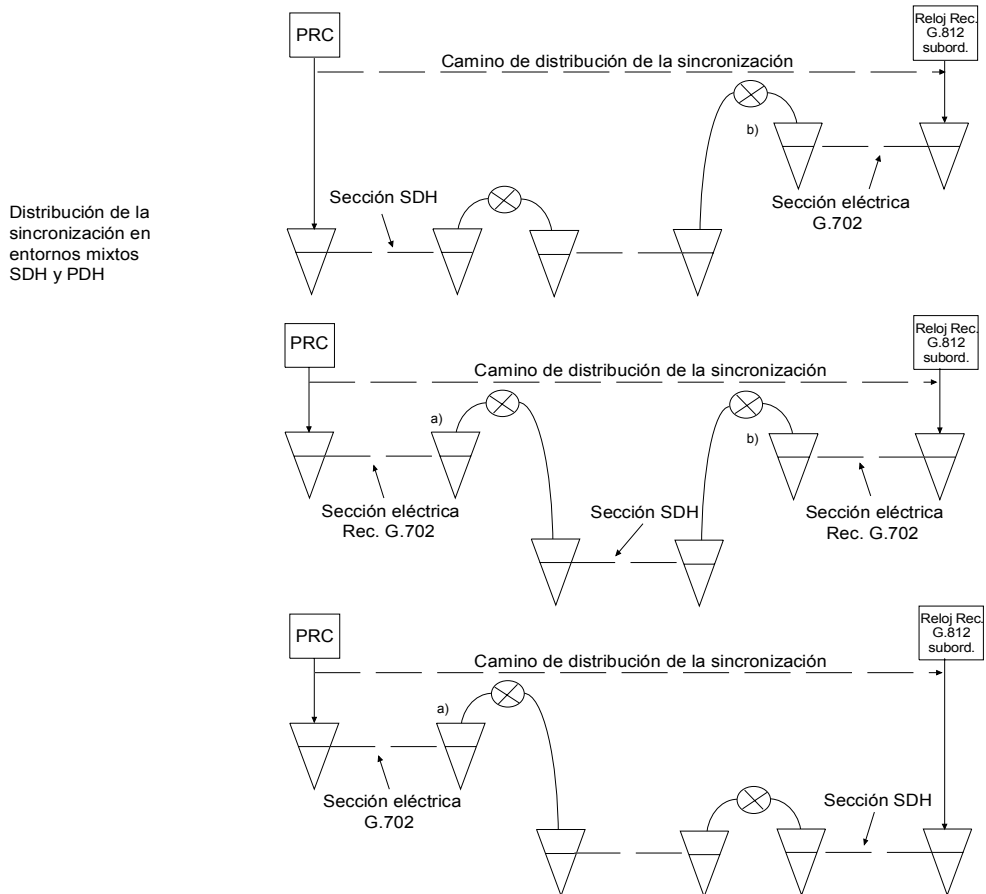
En el modo seudosíncrono, no todos los relojes de la red estarán sincronizados con referencia al mismo PRC. Sin embargo, cada PRC deberá cumplir lo establecido en la Recomendación G.811, por lo que se producirán ajustes de puntero en el elemento de red de frontera de sincronización. Este es el modo normal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

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 pasarela 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 pasarela de salida final, siempre que el elemento de red pasarela 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 una futura Recomendación sobre relojes de elementos de red SDH. Para el envío de las AIS se requiere una precisión de reloj de ± 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).



Distribución de la sincronización en una red SDH



a) Elemento de red SDH sincronizado con una entrada de afluentes de Rec. G.702.

b) Salida de afluentes de Rec. G.702 retemporizada desde un elemento de red SDH.

T1816910-92/d27

FIGURA 6-3/G.803
Distribución de la sincronización

6.2.4 Cadena de referencia de la red de sincronización

En la Figura 6-4 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 una futura Recomendación sobre relojes de elementos de red SDH.

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 PDH, 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 la plantilla de estabilidad a corto plazo de la Recomendación G.783.

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. Esos valores 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.

6.2.5 Estrategia de sincronización

La estrategia de sincronización consiste en integrar la sincronización de la red SDH con la arquitectura de sincronización de la red PDH 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 es posible que no haya un reloj de elemento de red SDH identificable.

6.2.6 Evolución de la red de sincronización

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

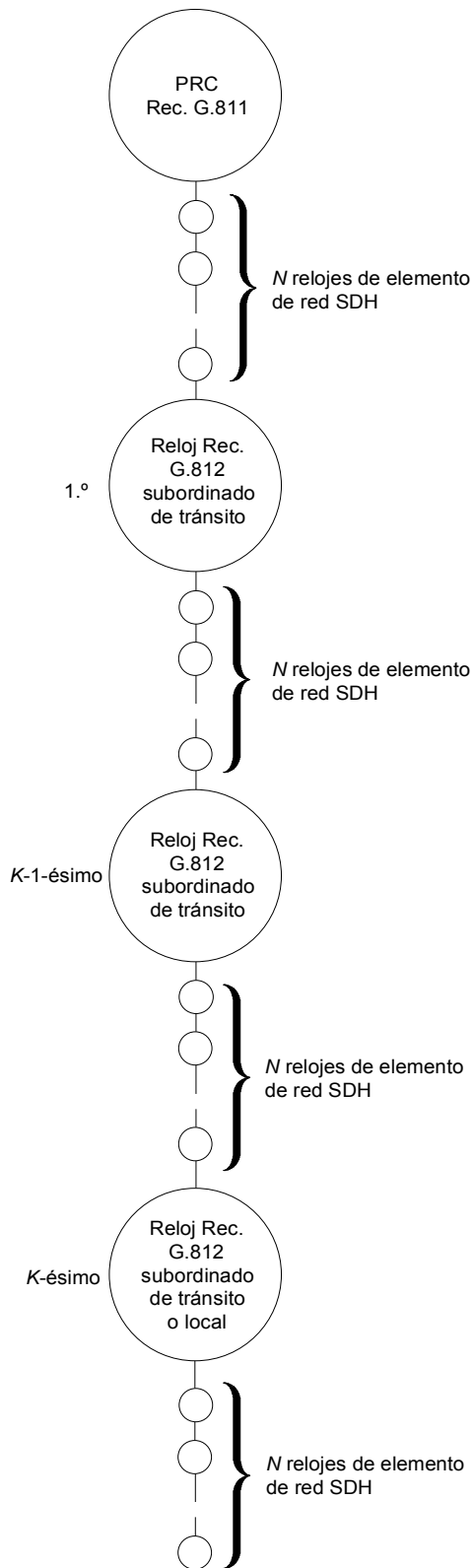
Cuando se pone en servicio por primera vez el equipo SDH, la temporización del elemento de red pasarela debe obtenerse a partir del PRC o de uno de los relojes subordinados. La temporización se distribuye a través de la red SDH según el método principal-subordinado. Esto puede que requiera una nueva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



T1816920-92/d28

A efectos de cálculo en la situación del caso más desfavorable:

$K = 10$

$N = 20$, con la limitación de que el número total de relojes de elemento de red SDH no puede pasar de 60

FIGURA 6-4/G.803
Cadena de referencia de la red de sincronización

6.2.7 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 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 los elementos de red SDH, deberán poder reconfigurarse y recuperar la temporización a partir de uno de sus caminos 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 Rec. 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 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, como se describe en la Recomendación G.708.

En la Figura 6-5 se muestra un ejemplo de reconfiguración en el 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 Rec. G.812.

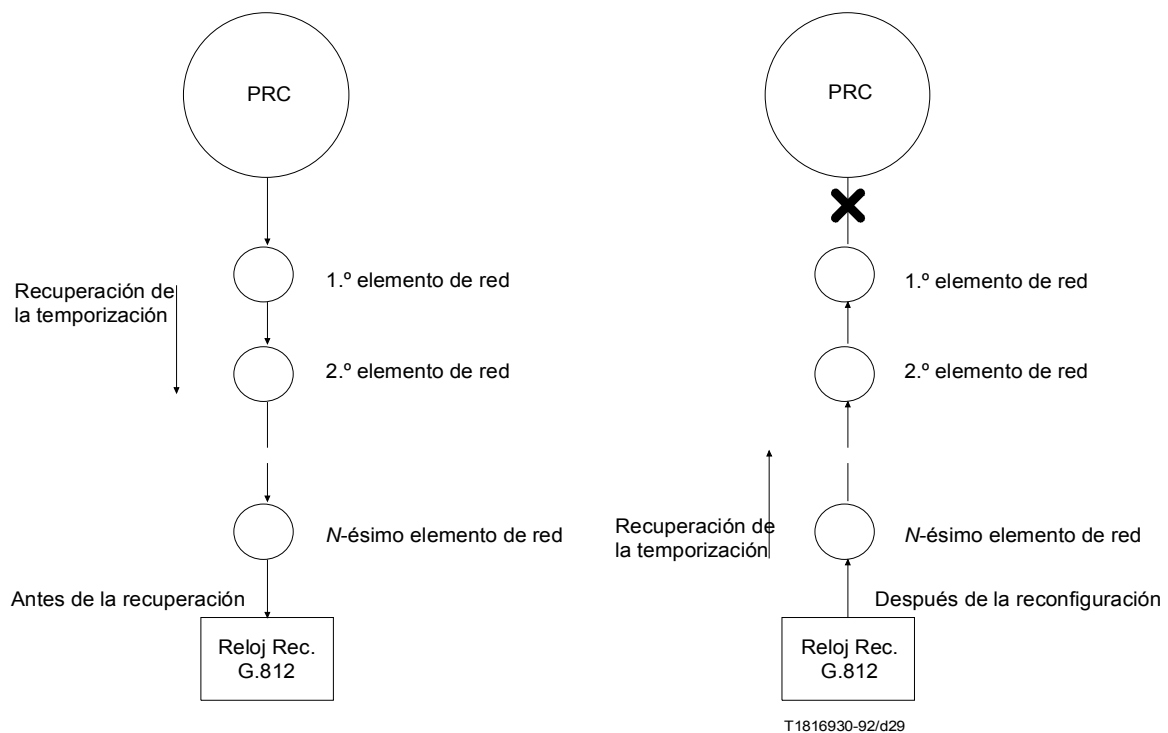


FIGURA 6-5/G.803

Ejemplo de reconfiguración

6.3 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 6.2 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. La plantilla de estabilidad a corto plazo resultante, especificada en la Recomendación G.783, representa 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 este punto 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.

6.3.1 Modelo de red SDH para la simulación de la actividad del puntero

Se utiliza el modelo representado en la Figura 6-6 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.783. 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.

6.3.2 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 seudósincrono 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 sincronizador. 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.

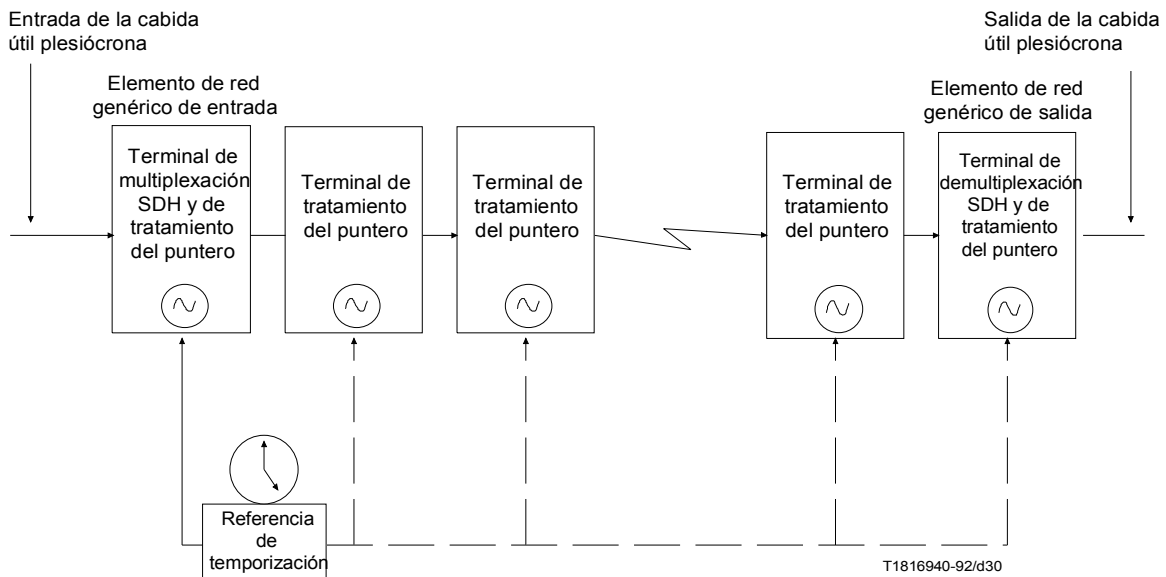


FIGURA 6-6/G.803

Modelo de red SDH para la simulación de la actividad relativa al puntero

6.4 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 6-7. 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 multiplexación 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, 45 y 140 Mbits/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.

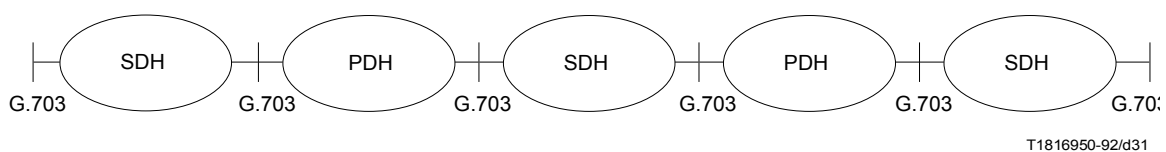


FIGURA 6-7/G.803

Interfuncionamiento PDH/SDH

7 Elección de la correspondencia a velocidad primaria

7.1 Características de las correspondencias 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.709, 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. A continuación se describen las características de los tres tipos de correspondencia.

7.1.1 Correspondencia asíncrona

Esta correspondencia tiene las siguientes propiedades:

- a) soporta la señal a velocidad primaria, con independencia de la secuencia de bits, sin establecer ninguna hipótesis sobre su estructura (la señal puede estar entramada, según se define en la Recomendación G.704, o carecer de estructura);
- b) no permite la visibilidad directa en los VC- n de ninguna de las señales a 64 o $N \times 64$ kbit/s contenidas en la señal a velocidad primaria. Para el acceso a cualquiera de las señales a 64 o $N \times 64$ kbit/s, debe reconstruirse la señal a velocidad primaria;
- c) incluye un proceso de justificación, que puede acomodar una señal a velocidad primaria, con una tolerancia de temporización de ### 50 ppm;
- d) potencialmente, es aplicable de forma global, si bien, en los casos en que los conmutadores a 64 kbit/s o las DXC tengan interfaces para STM-N, la falta de visibilidad directa de las señales constituyentes a 64 o $N \times 64$ kbit/s puede ser un inconveniente importante (véase también el Anexo A).

7.1.2 Correspondencia síncrona en bits

Esta correspondencia tiene las siguientes propiedades:

- a) soporta la señal a velocidad primaria con independencia de la secuencia de bits, y sin establecer ninguna hipótesis sobre su estructura (la señal puede estar entramada, según se define en la Recomendación G.704, o carecer de estructura);
- b) no permite la visibilidad directa en los VC- n de ninguna de las señales a 64 o $N \times 64$ kbit/s contenidas en la señal a velocidad primaria. Para el acceso a cualquiera de las señales a 64 o $N \times 64$ kbit/s, debe reconstruirse la señal a velocidad primaria;
- c) no incluye ningún proceso de justificación, por lo que la señal a velocidad primaria debe estar sincronizada con los VC- n ;
- d) no se ha previsto su utilización en las interconexiones internacionales.

7.1.3 Correspondencia síncrona en bytes

Esta correspondencia tiene las siguientes propiedades:

- a) requiere que la señal a velocidad primaria esté entramada, de conformidad con la Recomendación G.704;
- b) permite la visibilidad directa en los VC- n de las señales a 64 o $N \times 64$ kbit/s, cuando la información útil de la señal de velocidad primaria está estructurada en octetos. En este caso, no es necesaria la reconstrucción de la señal a velocidad primaria para el acceso a las señales a 64 kbit/s o $N \times 64$ kbit/s, puesto que los octetos de la señal a velocidad primaria (incluida la información de alineación de trama de la señal a velocidad primaria) se ponen en correspondencia con posiciones definidas de los VC- n ;
- c) no incluye ningún proceso de justificación, por lo que la señal a velocidad primaria debe estar sincronizada con los VC- n ;
- d) existe en dos versiones:
 - i) *modo flotante* – en este modo, los VC-1x pueden «flotar» en frecuencia y fase los unos respecto a los otros dentro del VC- n de orden superior. Su ubicación en el VC- n de orden superior se identifica utilizando el mecanismo de puntero, que permite también la conmutación de los VC-1x de modo independiente en una DXC o en un ADM de VC-1x con retardo mínimo;

- ii) *modo encadenado* – en este modo, los VC-1x están enclavados en frecuencia y fase los unos con respecto a los otros y con respecto al VC-*n* de orden superior. Los VC-1x carecen de puntero, por lo que no pueden conmutarse de modo independiente en una DXC o un ADM de VC-1x sin una penalización de retardo significativa. El modo encadenado consiste, básicamente, en la puesta en correspondencia directa de señales a 64 kbit/s o $N \times 64$ kbit/s con el VC-*n* de orden superior;
- e) cuando la trama está estructurada en octetos, la correspondencia puede efectuarse en los conmutadores a 64 kbit/s y las DXC a 64 kbit/s con interfaces para STM-N.

7.2 Selección de las opciones de correspondencia

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. La señal debe estar entramada y la información útil puede estar estructurada en octetos (64 kbit/s y $N \times 64$ kbit/s) o no estarlo;
- d) puede utilizarse la correspondencia síncrona en bytes, en modo enclavado, como solución alternativa al caso c) anterior, para señales a velocidad primaria con información útil estructurada en octetos (señales a 64 kbit/s y $N \times 64$ kbit/s), pero únicamente en aquellos casos en que no se utilicen ni esté previsto utilizar DXC o ADM de VC-1x.

En el Anexo A 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.

Anexo A

(a la Recomendación G.803)

Introducción de redes de transporte basadas en la SDH

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A.1 Generalidades

En este anexo 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 anexo 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 primer lugar, los tipos de señales de capa de circuito que se pueden soportar en los trayectos SDH y los tipos de señales de capa de circuito 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 circuito y escenario de introducción, el anexo 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 A.1 se representan los trayectos de introducción disponibles y se ilustran las decisiones básicas. Esta figura sirve de referencia para el análisis que sigue.

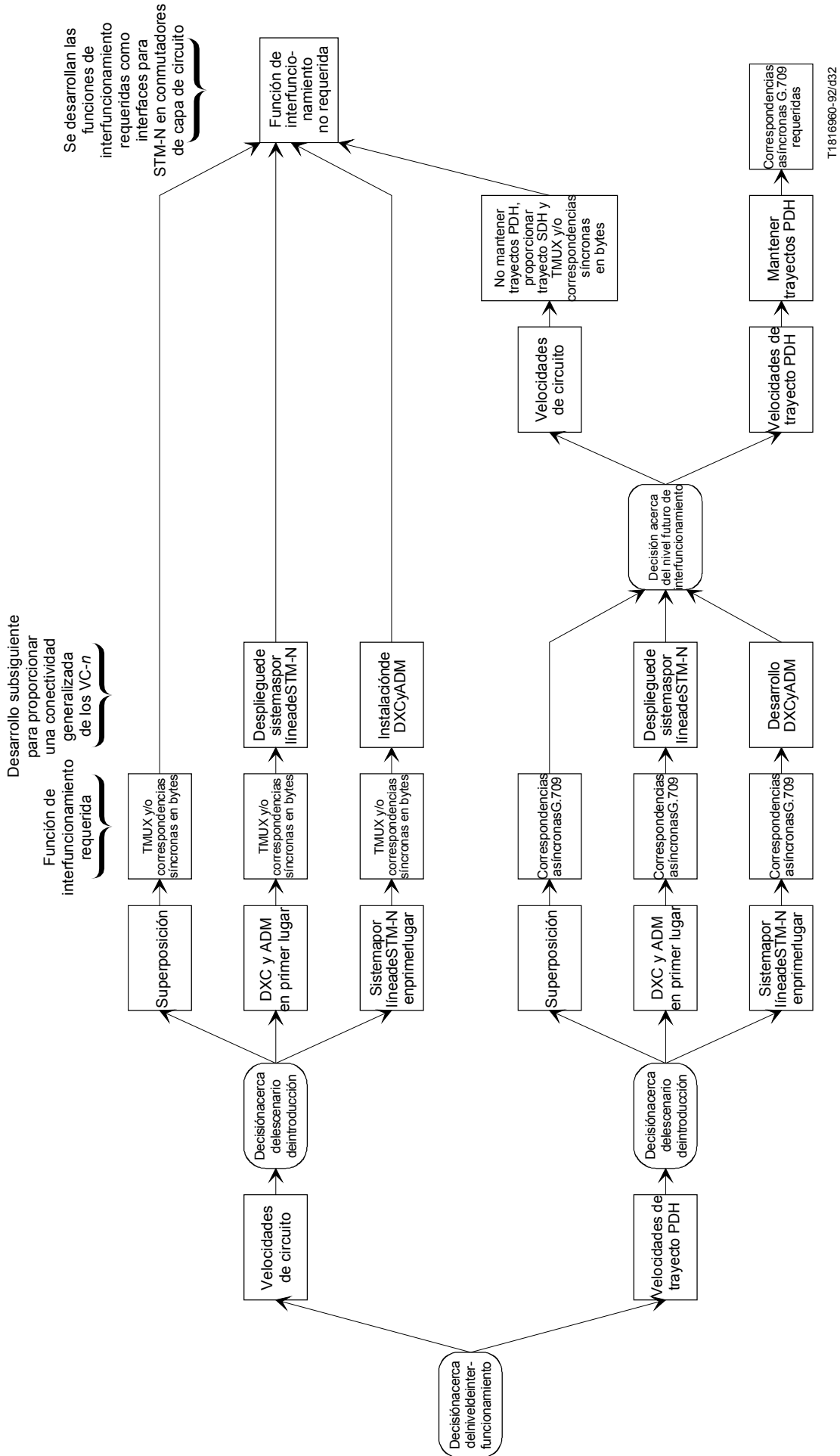


FIGURA A.1/G.803 Pasos preparatorios para la introducción de redes de transporte basadas en la SDH

A.2 Tipos de señales de capa de circuito

A.2.1 Caso SDH

En el caso de la SDH, las capas de trayecto sustentan los dos tipos siguientes de señales de capa de circuito, de acuerdo con las correspondencias definidas en la Recomendación G.709:

- a) señales de capa de circuito que sustentan directamente servicios de telecomunicaciones. Estas señales de capa de circuito comprenden:
 - 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 circuito, como en A.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 circuito. 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 multiplexación PDH a velocidad primaria y/o de orden superior. Esta restricción podría ser importante 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.

A.2.2 Caso PDH

En el caso de la PDH, las señales de capa de trayecto sustentan los dos tipos siguientes de señales de capa de circuito:

- a) señales de capa de circuito que sustentan directamente servicios de telecomunicaciones. Estas señales de capa de circuito comprenden:
 - 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 circuito identificadas en A.2.1 (véase la Nota).

NOTA – Las correspondencias entre señales de capa de trayecto SDH y señales de capa de trayecto PDH no están definidas actualmente en las Recomendaciones del UIT-T. Se menciona la posibilidad en este anexo 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 modems permitían que la red «antigua» sustentara señales procedentes de la red «nueva». En aquellos casos en que la funcionalidad módem permite la multiplexación 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.

A.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 A.2.2 b). Es probable que, al principio, la red superpuesta sea «fina» y podría reservarse para soportar tipos de capa de circuito particulares (por ejemplo, capas de circuito que sustentan 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 multiplex 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 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.

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

A.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 circuito, para las señales identificadas en A.2.1 a) y A.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 transmultiplexación (TMUX). Este enfoque no implica, necesariamente, interfaces físicas adicionales. En el caso particular de señales de capa de circuito a 64 kbit/s, las correspondencias sincronas en bytes de la Recomendación G.709 permiten el interfuncionamiento a nivel de circuito, 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.709 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 circuito no requiere necesariamente el tratamiento de la señal de capa de circuito;
- b) a nivel de trayecto PDH, para las señales identificadas en A.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.709, para velocidades binarias de la Recomendación G.702;
- c) a nivel de trayecto SDH, cuando las señales de capa de trayecto descritas en A.2.2 b) se adaptan para insertarlas en trayectos PDH, utilizando la funcionalidad de módem. Este caso queda en estudio.

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.

A.4.2 Superposición SDH

Se consideran los dos niveles de interfuncionamiento siguientes:

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

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 circuito (por ejemplo, conmutadores de capa de circuito), 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 A.4.1 b), siendo necesaria la funcionalidad de multiplexación 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 se agreguen a continuación interfaces para STM-N a los elementos de red que procesan señales de capa de circuito, seguirá siendo necesaria la funcionalidad de multiplexación de PDH a velocidad primaria y/o de orden superior y las correspondencias asíncronas de la Recomendación G.709 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 circuito, habrá que suprimir los trayectos SDH que sustentan capas de trayecto PDH y proporcionar nuevos trayectos SDH que sustenten directamente la capa de circuito. No será necesaria la funcionalidad de multiplexación en PDH a velocidad primaria y/o de orden superior.

A.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 circuito se indican en A.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 A.4.2 a).

- b) Los requisitos para el interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH se indican en A.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 A.4.2 b).

A.4.4 Sistemas por línea SDH

Se consideran los dos niveles de interfuncionamiento siguientes:

- a) Los requisitos de interfuncionamiento a nivel de circuito se indican en A.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 A.4.2 a).

- b) Los requisitos de interfuncionamiento a nivel de trayecto PDH se indican en A.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 A.4.2 b).

A.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 capa de circuito 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 en el circuito a 64 kbit/s o a nivel de trayecto PDH. Se consideran los dos casos siguientes:

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

NOTA – La Recomendación G.709 define correspondencias síncronas en bytes con los VC-11 y VC-12 solamente. Las Recomendaciones 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.

