



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.872

(02/99)

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

Sistemas de transmisión digital – Redes digitales –
Redes ópticas de transporte

Arquitectura de las redes de transporte ópticas

Recomendación UIT-T G.872

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
Características de las redes con jerarquía digital síncrona	G.840–G.849
Gestión de red de transporte	G.850–G.859
Integración de los sistemas de satélite y radioeléctricos con jerarquía digital síncrona	G.860–G.869
Redes ópticas de transporte	G.870–G.879
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TRANSPORTE ÓPTICAS

Resumen

Esta Recomendación describe la arquitectura funcional de las redes de transporte ópticas que utilizan la metodología de modelado descrita en la Recomendación G.805. La funcionalidad de la red de transporte óptica se describe desde el punto de vista de nivel de red, teniendo en cuenta la estructura por capas de las redes ópticas, información característica del cliente, asociaciones de capa cliente/servidor, topología de interconexión de redes, y funcionalidad de la capa de red que proporciona transmisión de señales ópticas, multiplexación, encaminamiento, supervisión, evaluación de calidad de funcionamiento, y capacidad de supervivencia de la red.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.872 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 26 de febrero de 1999.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance.....	1
2 Referencias.....	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Arquitectura funcional de transporte de las redes ópticas.....	5
5.1 Principios generales.....	5
5.2 Estructura por capas de la red de transporte óptica.....	5
5.3 Red de capa de canal óptico.....	7
5.3.1 Terminación de camino de canal óptico.....	8
5.3.2 Entidades de transporte de OCh.....	9
5.4 Red de capa de sección múltiplex óptica.....	9
5.4.1 Terminación de camino de sección múltiplex óptica.....	10
5.4.2 Entidades de transporte de OMS.....	10
5.5 Red de capa de sección de transmisión óptica.....	10
5.5.1 Terminación de camino de sección de transmisión óptica.....	11
5.5.2 Entidades de transporte de OTS.....	12
5.6 Asociaciones cliente/servidor.....	12
5.6.1 Adaptación OCh/cliente.....	12
5.6.2 Adaptación OMS/OCh.....	13
5.6.3 Adaptación OTS/OMS.....	13
5.7 Topología de la red óptica.....	14
5.7.1 Conexiones y caminos unidireccionales y bidireccionales.....	14
5.7.2 Conexiones y caminos punto a multipunto.....	14
6 Gestión de la red óptica.....	15
6.1 Requisitos genéricos.....	15
6.1.1 Gestión genérica de averías, de configuración y de calidad de funcionamiento.....	15
6.1.2 Comunicaciones de gestión genérica.....	16
6.1.3 Gestión genérica de interacción cliente/servidor.....	16
6.2 Requisitos de gestión de red de capa óptica.....	16
6.2.1 Supervisión de la conexión.....	17
6.2.2 Supervisión de calidad de la señal.....	19
6.2.3 Gestión de adaptación.....	20
6.2.4 Control de protección.....	20

	Página
6.2.5 Comunicaciones de gestión.....	20
6.2.6 Otras necesidades de comunicación.....	21
6.3 Técnicas y aplicaciones de supervisión de la conexión.....	21
6.3.1 Monitorización intrínseca	21
6.3.2 Monitorización no intrusiva	21
6.3.3 Monitorización intrusiva	22
6.3.4 Monitorización de subcapa	22
6.3.5 Monitorización de conexiones no utilizadas	22
6.3.6 Monitorización de conexiones en cascada	22
7 Técnicas de capacidad de supervivencia de la red óptica.....	23
7.1 Protección.....	23
7.2 Restablecimiento de la red	25
8 Interconexión e interfuncionamiento entre diferentes dominios administrativos	25
Anexo A – Reducción de la degradación y regeneración.....	29
Apéndice I – Ejemplos de funcionalidad de la red óptica	31
I.1 Conversión de longitud de onda.....	31
I.2 Transconexión	31
I.3 Regeneración.....	31

Recomendación G.872

ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TRANSPORTE ÓPTICAS

(Ginebra, 1999)

1 Alcance

Esta Recomendación se limita a la descripción funcional de las redes de transporte ópticas que soportan señales digitales. El soporte de señales analógicas o mixtas digitales/analógicas cae fuera del alcance actual.

Se reconoce que el diseño de redes ópticas está sujeto a limitaciones impuestas por la acumulación de degradaciones introducidas por el número de elementos de red y su topología de red. Sin embargo, muchas de estas degradaciones y la magnitud de sus efectos van asociadas a determinadas implementaciones tecnológicas de la arquitectura descritas en esta Recomendación, por lo que están sujetas a cambios derivados del avance de la tecnología. Por consiguiente, la descripción de estos efectos cae fuera del alcance de esta Recomendación.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T G.652 (1997), *Características de un cable de fibra óptica monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.653 (1997), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada.*
- Recomendación UIT-T G.655 (1996), *Características de un cable de fibra óptica monomodo con dispersión no nula.*
- Recomendación UIT-T G.681 (1996), *Características funcionales de los sistemas de línea intercentrales y de larga distancia que utilizan amplificadores ópticos, incluida la multiplexación óptica.*
- Recomendación UIT-T G.707 (1996), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- Recomendación UIT-T G.803 (1997), *Arquitecturas de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona.*
- Recomendación UIT-T G.805 (1995), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte.*
- Recomendación UIT-T G.957 (1995), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona.*

- Recomendación UIT-T I.326 (1995), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono*.

3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 gestión de adaptación: Conjunto de procesos para gestionar la adaptación de la red de capa de cliente a/desde la red de capa de servidor.

3.2 supervisión de la conexión: Conjunto de procesos para monitorizar la integridad de una conexión que es parte de un camino. Este conjunto consta de los procesos asociados con la supervisión de conectividad y de continuidad.

3.3 supervisión de conectividad: Conjunto de procesos para monitorizar la integridad del encaminamiento de la conexión entre las terminaciones de camino fuente y sumidero.

3.4 supervisión de continuidad: Conjunto de procesos para monitorizar la integridad de la continuidad de un camino.

3.5 interfaz interdominios (IrDI, *inter-domain interface*): Interfaz física que constituye la frontera entre dos dominios administrativos.

3.6 interfaz intradominio (IaDI, *intra-domain interface*): Interfaz física dentro de un dominio administrativo.

3.7 indicación de mantenimiento: Conjunto de procesos para indicar defectos en una conexión que forma parte de un camino en los sentidos descendente y ascendente.

3.8 comunicaciones de gestión: Conjunto de procesos que proporcionan comunicaciones para fines de gestión.

3.9 interfaz conforme con el módulo de transporte óptico: Interfaz para la red de transporte óptica basada en la arquitectura definida en esta Recomendación (G.872).

3.10 interfaz no conforme con el módulo de transporte óptico: Interfaz que no cumple las Recomendaciones sobre la interfaz que se definirán para la red de transporte óptica basadas en la arquitectura definida en esta Recomendación (G.872).

3.11 información de tara: Se definen seis tipos de información de tara:

- 1) Información de tara de terminación de camino, que es la información generada por la fuente de terminación de camino y extraída por el sumidero de terminación de camino para monitorizar el camino. Esta información de tara es específica para una red de capa y es independiente de cualquier relación cliente/servidor entre capas de red.
- 2) Información de tara específica del cliente, que está asociada a una determinada relación cliente/servidor, por lo que es procesada por una determinada función de adaptación.
- 3) Información de tara de canal auxiliar, que es información que puede ser transferida por una capa de red óptica, pero que no ha de estar necesariamente asociada a una conexión determinada. Ejemplo de dicho canal auxiliar es un canal de comunicaciones de datos cuyo fin es transferir datos de gestión entre entidades de gestión.

NOTA – Estas entidades de gestión no son funciones de terminación ni de adaptación de camino.

- 4) Información de tara reservada, para uso nacional.
- 5) Información de tara no asignada. Esta tara puede ser de los tipos 1, 2, 3 ó 4 antes definidos.

6) Información de tara específica del operador de red, que puede ser utilizada por un operador para soportar sus necesidades específicas de interconexión de redes ópticas y/o para la diferenciación de servicios. El contenido no está normalizado.

3.12 red de transporte óptica: Red de transporte limitada por puntos de acceso de canal óptico.

3.13 canal de supervisión óptico (OSC, *optical supervisory channel*): Portador óptico que transfiere información de tara entre entidades de transporte de sección de transmisión óptica. El canal de supervisión óptico soporta más de un tipo de información de tara y alguna de esta información de tara puede ser utilizada por una o más capas de la red de transporte.

3.14 control de protección: Información y conjunto de procesos para proporcionar control de conmutación de protección a un camino o a una conexión de subred.

3.15 supervisión de la calidad de las señales: Conjunto de procesos para monitorizar la calidad de funcionamiento de una conexión que está soportando un camino.

3.16 supervisión de conexión de subred: Conjunto de procesos que proporcionan supervisión de conectividad y/o supervisión de continuidad y/o supervisión de calidad de la señal en una conexión de subred que está soportando un camino.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AP	Punto de acceso (<i>access point</i>) (véase la Recomendación G.805)
APS	Conmutación de protección automática (<i>automatic protection switching</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>) (véase la Recomendación I.326)
BDI	Indicación de defecto hacia atrás (<i>backward defect indication</i>)
CP	Punto de conexión (<i>connection point</i>) (véase la Recomendación G.805)
FDI	Indicación de defecto hacia adelante (<i>forward defect indication</i>)
IaDI	Interfaz intradominio (<i>intra-domain interface</i>)
IrDI	Interfaz interdominios (<i>inter-domain interface</i>)
LOC	Pérdida de continuidad (<i>loss of continuity</i>)
MPCP	Punto de conexión multipunto (<i>multipoint connection point</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NRZ	No retorno a cero (<i>non return to zero</i>)
OCh	Canal óptico (<i>optical channel</i>)
OCh/Client_A	Adaptación canal óptico/cliente (<i>optical channel/client adaptation</i>)
OCh_LC	Conexión de enlace de canal óptico (<i>optical channel link connection</i>)
OCh_NC	Conexión de red de canal óptico (<i>optical channel network connection</i>)
OCh_SN	Subred de canal óptico (<i>optical channel subnetwork</i>)
OCh_SNC	Conexión de subred de canal óptico (<i>optical channel subnetwork connection</i>)
OCh_TT	Terminación de camino de canal óptico (<i>optical channel trail termination</i>)
OMS	Sección múltiplex óptica (<i>optical multiplex section</i>)

OMSn	Sección múltiplex óptica de orden n (<i>optical multiplex section of order n</i>)
OMS/OCh_A	Adaptación sección múltiplex óptica/canal óptico (<i>optical multiplex section/optical channel adaptation</i>)
OMS_LC	Conexión de enlace de sección múltiplex óptica (<i>optical multiplex section link connection</i>)
OMS_NC	Conexión de red de sección múltiplex óptica (<i>optical multiplex section network connection</i>)
OMS_TT	Terminación de camino de sección múltiplex óptica (<i>optical multiplex section trail termination</i>)
OSC	Canal de supervisión óptico (<i>optical supervisory channel</i>)
OTM	Módulo de transporte óptico (<i>optical transport module</i>)
OTMn	Módulo de transporte óptico de orden n (<i>optical transport module of order n</i>)
OTN	Red de transporte óptica (<i>optical transport network</i>)
OTS	Sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section</i>)
OTSn	Sección de transmisión óptica de orden n (<i>optical transmission section of order n</i>)
OTS/OMS_A	Adaptación sección de transmisión óptica/sección múltiplex óptica (<i>optical transmission section/optical multiplex section adaptation</i>)
OTS_LC	Conexión de enlace de sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section link connection</i>)
OTS_NC	Conexión de red de sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section network connection</i>)
OTS_SN	Subred de sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section subnetwork</i>)
OTS_SNC	Conexión de subred de sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section subnetwork connection</i>)
OTS_TT	Terminación de camino de sección de transmisión óptica (<i>optical transmission section trail termination</i>)
OTU	Unidad de transporte óptica (<i>optical transport unit</i>)
OTUGn	Grupo de unidades de transporte ópticas de orden n (<i>optical transport unit group of order n</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PTI	Identificador de tipo de carga útil (<i>payload type identifier</i>)
RS	Sección de regeneración (<i>regenerator section</i>) (véase la Recomendación G.803)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>) (véase la Recomendación G.707)
SNC	Conexión de subred (<i>subnetwork connection</i>) (véase la Recomendación G.805)
SNC/I	Protección de conexión de subred con monitorización inherente (<i>subnetwork connection protection with inherent monitoring</i>)
SNC/N	Protección de conexión de subred con monitorización no intrusiva (<i>subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring</i>)

STM-N	Módulo de transporte síncrono de nivel N (<i>synchronous transport module level N</i>) (véase la Recomendación G.707)
TCP	Punto de conexión de terminación (<i>termination connection point</i>) (véase la Recomendación G.805)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Arquitectura funcional de transporte de las redes ópticas

5.1 Principios generales

Las redes ópticas están dotadas de funcionalidad que proporciona transporte, multiplexación, encaminamiento, supervisión y capacidad de supervivencia de señales de cliente que son procesadas predominantemente en el dominio fotónico. Esta funcionalidad de las redes ópticas se describe desde el punto de vista de la red utilizando los principios genéricos definidos en la Recomendación G.805. En la presente Recomendación se tratan los aspectos específicos relativos a la red de transporte óptica tales como la estructura por capas, información característica, asociaciones de capas cliente/servidor, topología de la red, y funcionalidad de la red de capas. Esta Recomendación utiliza la terminología, la arquitectura funcional y los convenios diagramáticos definidos en la Recomendación G.805.

De conformidad con la Recomendación G.805, la red de transporte óptica se descompone en redes de capas de transporte independientes en la que cada red de capa puede ser dividida por separado de manera que refleje la estructura interna de esa red de capa.

En la descripción funcional que sigue, las señales ópticas se caracterizan por la longitud de onda (o frecuencia central) y pueden procesarse por longitud de onda o como un grupo de longitudes de onda multiplexado por división de longitud de onda. La descripción funcional de otras técnicas de multiplexación óptica (por ejemplo, multiplexación por división de códigos ópticos) en redes ópticas queda en estudio.

5.2 Estructura por capas de la red de transporte óptica

La estructura por capas de la red de transporte óptica está compuesta por redes de capas de canal óptico, de sección múltiple óptica, y de sección de transmisión óptica, como se ilustra en la figura 1. El fundamento de esta estructura en tres capas es el siguiente:

Red de capa de canal óptico: Esta red de capa proporciona interconexión de redes extremo a extremo de canales ópticos para transportar transparentemente información de cliente de formato variado (por ejemplo, STM-N de la SDH, 565 Mbit/s de la PDH, ATM basado en células, etc.). La descripción de las redes de capa de cliente soportadas cae fuera del alcance de esta Recomendación. Para proporcionar interconexión de redes de extremo a extremo, se incluyen en la red de capa las capacidades siguientes:

- reorganización de las conexiones de canales ópticos para un encaminamiento de red flexible;
- procesos de tara de canal óptico para asegurar la integridad de la información adaptada al canal óptico;
- funciones de supervisión de canal óptico para hacer posibles funciones de operaciones y de gestión a nivel de red, tales como provisionamiento de conexiones, intercambio de parámetros de calidad de servicio y capacidad de supervivencia de la red.

Red de capa de sección múltiplex óptica: Esta red de capa proporciona funcionalidad para la interconexión de redes de una señal óptica multilongitud de onda. Adviértase que una señal "multilongitud de onda" sólo incluye el caso de un único canal óptico. Entre las capacidades de esta red de capa se hallan:

- procesos de tara de sección múltiplex óptica para asegurar la integridad de la información adaptada a la sección múltiplex óptica multilongitud de onda;
- funciones de supervisión de sección múltiplex óptica para hacer posibles funciones de operaciones y de gestión a nivel de sección, tales como capacidad de supervivencia de sección múltiplex.

Estas capacidades de interconexión de redes efectuadas para señales ópticas multilongitud de onda permiten soportar la operación y la gestión de redes ópticas.

Red de capa de sección de transmisión óptica: Esta red de capa proporciona funcionalidad para la transmisión de señales ópticas por medios ópticos de diversos tipos (por ejemplo, fibras G.652, G.653 y G.655).

Entre las capacidades de esta red de capa se hallan:

- procesamiento de tara de sección de transmisión óptica para asegurar la integridad de la información adaptada a la sección de transmisión óptica;
- funciones de supervisión de sección de transmisión óptica para hacer posibles funciones de operaciones y de gestión a nivel de sección, tales como capacidad de supervivencia de sección de transmisión.

Red de capa de medios físicos: La red de capa de medios físicos para una red óptica es un tipo de fibra óptica definido. Esta red de capa de medios físicos es el servidor de la sección de transmisión óptica. La descripción detallada de esta capa cae fuera del alcance de esta Recomendación.

La descripción funcional detallada de las redes de capa ópticas figura en las subcláusulas siguientes.

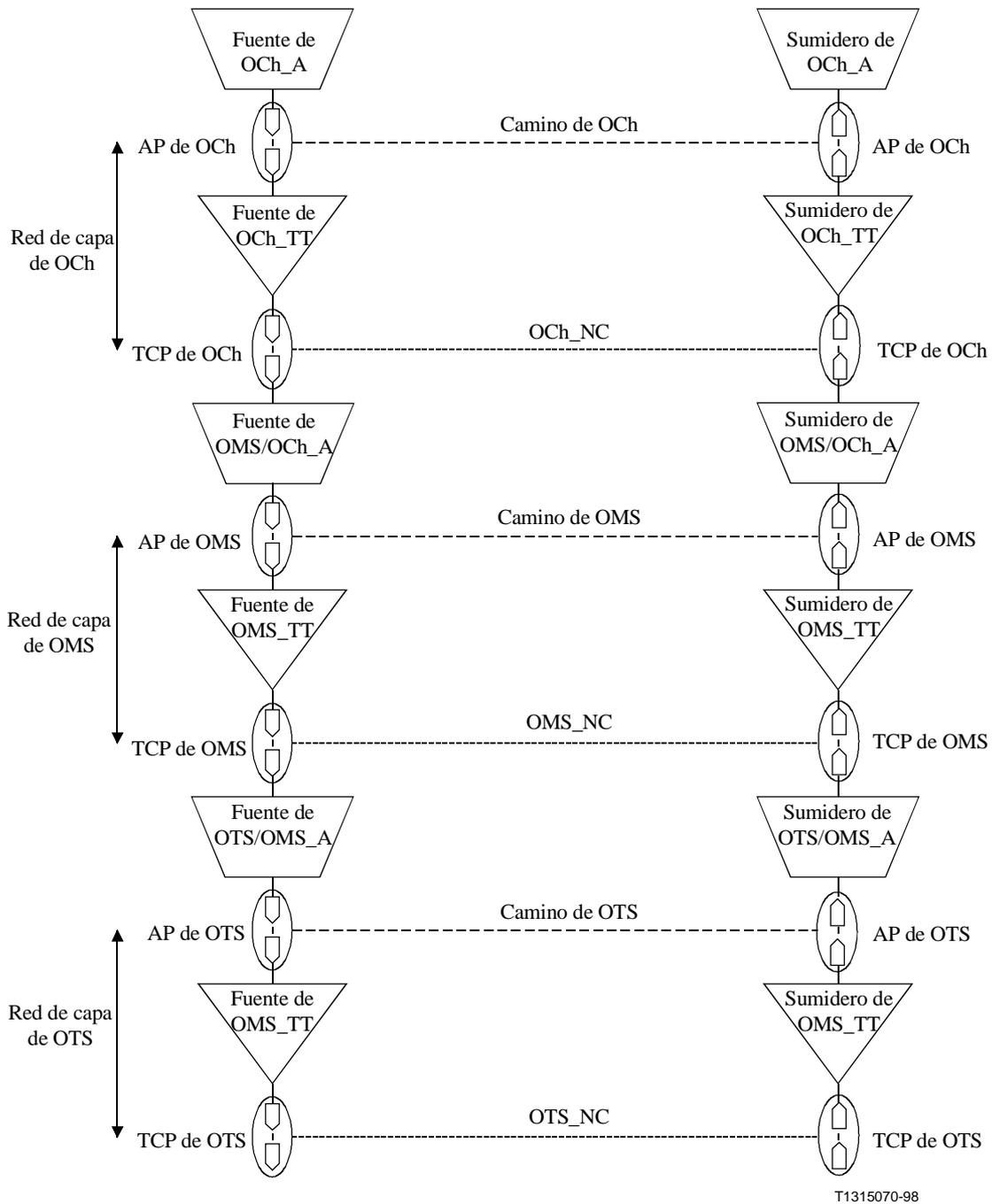


Figura 1/G.872 – Asociaciones cliente/servidor en una red de transporte óptica

5.3 Red de capa de canal óptico

La red de capa de canal óptico permite el transporte de señales de cliente digitales mediante un camino de canal óptico entre puntos de acceso. La información característica de una red de capa de canal óptico se compone de dos señales lógicas separadas y distintas:

- un tren de datos que constituye la información adaptada de una red de capa de cliente;
- un tren de datos que constituye una tara de terminación de camino de canal óptico.

La información característica es una unidad de transporte óptica (OTU, *optical transport unit*). La red de capa de canal óptico contiene las funciones de transporte y entidades de transporte siguientes (véase la figura 2):

- camino de canal óptico;
- fuente de terminación de camino de canal óptico (OCh_TT_Source, *optical channel trail termination source*);
- sumidero de terminación de camino de canal óptico (OCh_TT_Sink, *optical channel trail termination sink*);
- conexión de red de canal óptico (OCh_NC, *optical channel network connection*);
- conexión de enlace de canal óptico (OCh_LC, *optical channel link connection*);
- subred de canal óptico (OCh_SN, *optical channel subnetwork*);
- conexión de subred de canal óptico (OCh_SNC, *optical channel subnetwork network connection*).

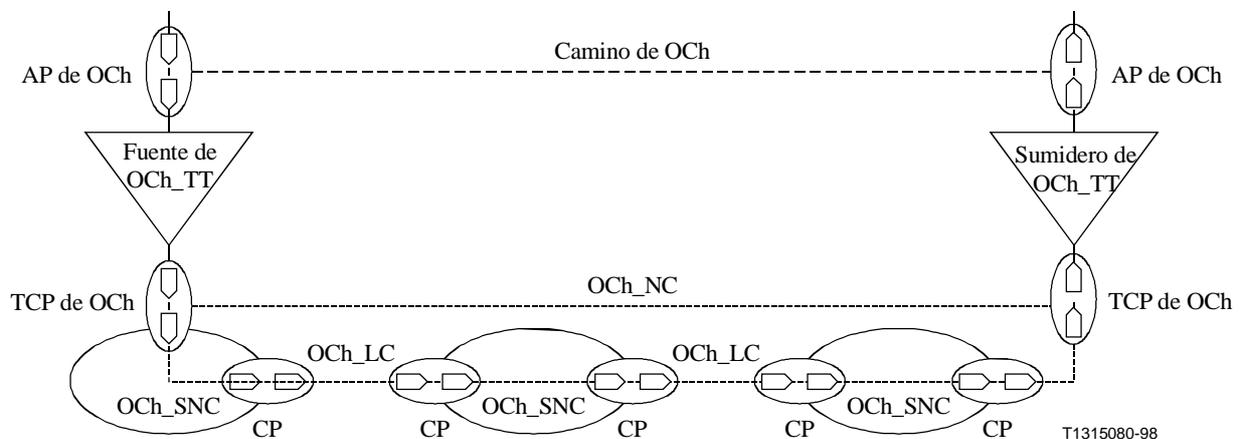


Figura 2/G.872 – Ejemplo de red de capa de OCh

5.3.1 Terminación de camino de canal óptico

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino de canal óptico:

- validación de la integridad de conectividad;
- evaluación de la calidad de transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en 6.2.

Hay tres tipos de terminación de camino de canal óptico:

- Terminación de camino bidireccional de canal óptico: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino de canal óptico.
- Fuente de terminación de camino de canal óptico: acepta a su entrada información adaptada de una red de capa de cliente, inserta la tara de terminación de camino de canal óptico como tren de datos lógicos separado y distinto y presenta a su salida la información característica de la red de capa de canal óptico.

- Sumidero de terminación de camino de canal óptico: acepta a su entrada la información característica de la red de capa de canal óptico, extrae el tren de datos lógicos separado y distinto que contiene la tara de terminación de camino de canal óptico y presenta a su salida la información adaptada.

5.3.2 Entidades de transporte de OCh

Las conexiones de red, las conexiones de enlace y los caminos se describen en la Recomendación G.805.

La subred de OCh, OCh_SN, proporciona flexibilidad dentro de la capa de canal óptico. La información característica es encaminada entre los puntos de conexión (de terminación) de entrada [(T)CPs] y los puntos de conexión (de terminación) de salida [(T)CPs]. La función de conexión puede ser utilizada por el operador de red para proporcionar encaminamiento, adecuación, protección y restablecimiento.

5.4 Red de capa de sección múltiplex óptica

La red de capa de sección de múltiplex óptica proporciona el transporte de canales ópticos a través de un camino de sección múltiplex óptica entre puntos de acceso. La información característica de una red de capa de sección múltiplex óptica se compone de dos señales lógicas separadas y distintas:

- un tren de datos que constituye la información adaptada de la capa de canal óptico. El tren de datos contiene un conjunto de n canales ópticos que considerados colectivamente tienen una determinada anchura de banda óptica conjunta;
- un tren de datos que constituye la tara de terminación de camino de sección múltiplex óptica.

Cada canal tienen una longitud de onda (frecuencia) portadora y una anchura de banda óptica (la anchura de banda de canal óptico soportada más la estabilidad de la fuente). Los canales ópticos individuales dentro de un múltiplex óptico pueden ser canales en servicio o fuera de servicio. Los canales fuera de servicio están encendidos o no encendidos.

La información característica de la sección múltiplex óptica es un grupo de unidades de transporte ópticas de orden n (OTUG n , *optical transport unit groups of order n*).

La capa de red de sección múltiplex óptica contiene las funciones de transporte y entidades de transporte siguientes (véase la figura 3):

- camino de OMS;
- fuente de terminación de camino de OMS (OMS_TT_Source, *OMS trail termination source*);
- sumidero de terminación de camino de OMS (OMS_TT_Sink, *OMS trail termination sink*);
- conexión de red de OMS (OMS_NC, *OMS network connection*);
- conexión de enlace de OMS (OMS_LC, *OMS link connection*).

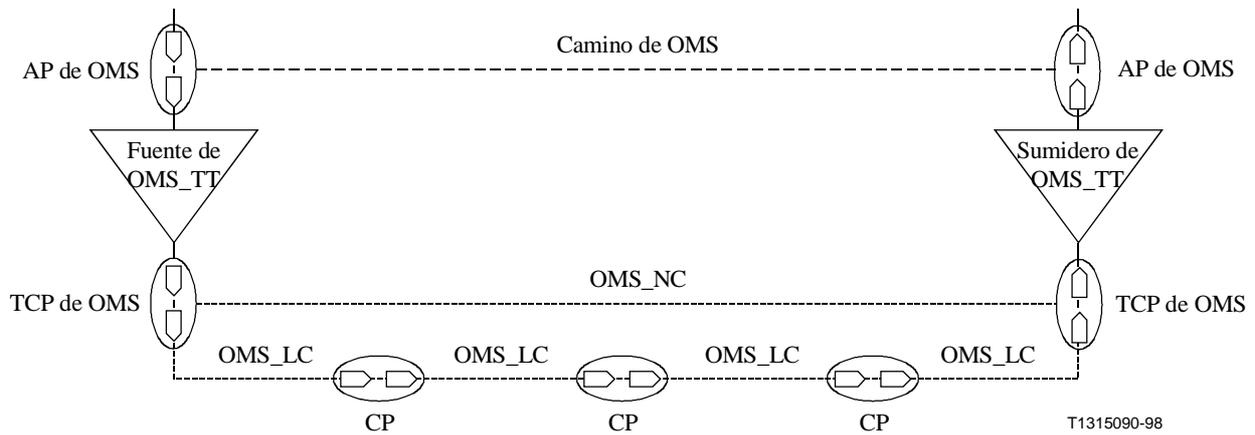


Figura 3/G.872 – Ejemplo de red de capa de OMS

5.4.1 Terminación de camino de sección múltiplex óptica

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino de sección múltiplex óptica:

- evaluación de la calidad de transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en 6.2.

Hay tres tipos de terminación de camino de sección múltiplex óptica:

- Terminación de camino bidireccional de OMS: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino de sección múltiplex óptica.
- Fuente de terminación de camino de OMS: acepta a su entrada información adaptada de la red de capa de canal óptico, inserta la tara de terminación de camino de OMS y presenta a su salida la información característica de la red de capa de OMS.
- Sumidero de terminación de camino de OMS: acepta a su entrada la información característica de la red de capa de OMS, extrae la tara de OMS y presenta a su salida la información adaptada.

5.4.2 Entidades de transporte de OMS

Las conexiones de red, las conexiones de enlace y los caminos se describen en la Recomendación G.805. No hay ninguna subred de OMS definida, al no haber ninguna flexibilidad en esta red de capa.

5.5 Red de capa de sección de transmisión óptica

La red de capa de sección de transmisión óptica proporciona el transporte de una sección múltiplex óptica a través de un camino de sección de transmisión óptica entre puntos de acceso. Una sección de transmisión óptica de orden n soporta un solo ejemplar de una sección múltiplex óptica del mismo orden. Hay una correspondencia biunívoca entre las dos capas. La OTS define una interfaz física, con parámetros tales como frecuencia, nivel de potencia y relación señal/ruido. La información característica de la OTS se compone de dos señales separadas y distintas:

- la información adaptada de la capa de OMS;
- la tara de gestión/mantenimiento específica de la terminación de camino de OTS.

Físicamente consta de lo siguiente:

- un múltiplex óptico de orden n ;
- un canal de supervisión óptico.

La información característica es un módulo de transporte óptico de orden n (OTM n , *optical transport module of order n*).

NOTA – En el caso de una OTS-1 en un sistema sin terminaciones de OTS adosadas, o en el caso de una OTS-1 utilizada como una OTN_IrDI (véase la cláusula 8), las alternativas a un OSC para transportar información de tara quedan en estudio.

La red de capa OTS contiene las siguientes funciones de transporte y entidades de transporte (véase la figura 4):

- camino de OTS;
- fuente de terminación de camino de OTS (OTS_TT_Source, *OTS trail termination source*);
- sumidero de terminación de camino de OTS (OTS_TT_Sink, *OTS trail termination sink*);
- conexión de red de OTS (OTS_NC, *OTS network connection*);
- conexión de enlace de OTS (OTS_LC, *OTS link connection*);
- subred de OTS (OTS_SN, *OTS subnetwork*);
- conexión de subred de OTS (OTS_SNC, *OTS subnetwork connection*).

NOTA – OTS_SN y OTS_SNC sólo existen en el caso de protección de NC OTS 1+1.

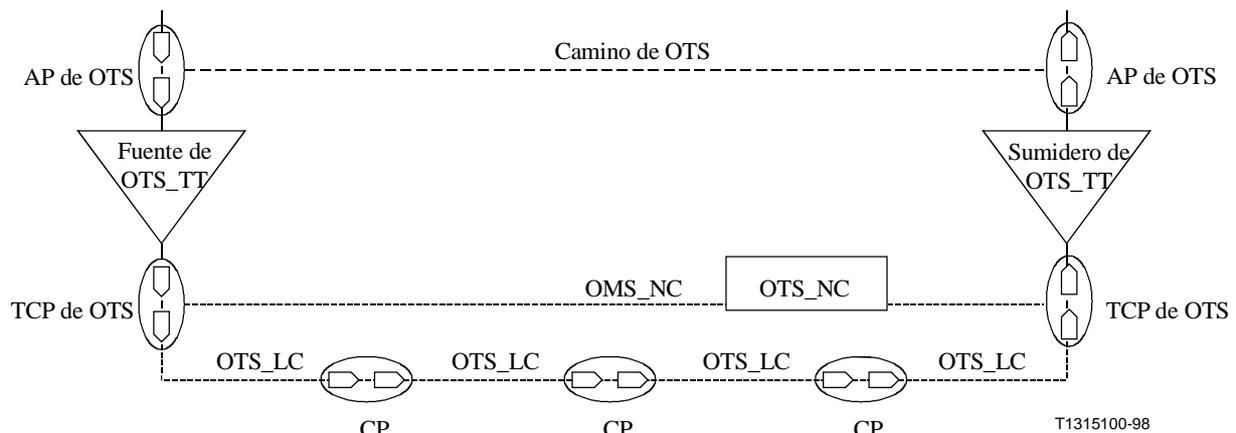


Figura 4/G.872 – Ejemplo de red de capa de OTS

5.5.1 Terminación de camino de sección de transmisión óptica

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino de sección de transmisión óptica:

- validación de la conectividad;
- evaluación de la calidad de transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en 6.2.

Hay tres tipos de terminación de camino de sección de transmisión óptica:

- Terminación de camino bidireccional de OTS: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino de sección de transmisión óptica.
- Fuente de terminación de camino de OTS: acepta a su entrada información adaptada de una red de capa de cliente, añade la tara de terminación de camino de OTS y genera el canal de supervisión óptico, y añade el canal de supervisión óptico a la señal principal. La función de terminación de camino condiciona la información para su transmisión por el medio físico y asegura que la señal óptica cumple los requisitos de la interfaz física. La salida de la fuente de terminación de camino de OTS es la información característica de la red de capa de sección de transmisión óptica. Esta información característica se denomina módulo de transporte óptico (OTM, *optical transport module*).
- Sumidero de terminación de camino de OTS: acepta a su entrada la información característica de la red de capa de sección de transmisión, reacondiciona la información para compensar la degradación de señal resultante de la transmisión por el medio físico, extrae de la señal óptica principal el canal de supervisión óptico, procesa la tara de terminación de camino OTS contenida en el canal de supervisión óptico y presenta a su entrada la información adaptada.

5.5.2 Entidades de transporte de OTS

Las conexiones de red, las conexiones de enlace y los caminos se describen en la Recomendación G.805.

La subred de OTS, OTS_SN, proporciona protección de NC dentro de la capa de sección de transmisión óptica. La información característica es encaminada entre los puntos de conexión (de terminación) de entrada [(T)CPs] y los puntos de conexión (de terminación) de salida [(T)CPs].

5.6 Asociaciones cliente/servidor

Una característica principal de las redes de transporte ópticas es la posibilidad de soportar una amplia variedad de redes de capa de cliente. Ejemplos de estas redes de capa de cliente son un STM-N de la SDH, y un tren de células ATM contiguo. Quedan en estudio las restricciones o reglas que limitan la capacidad de un canal óptico de transferir una determinada red de capa de cliente.

La estructura de las redes de capa óptica y las funciones de adaptación se muestran en la figura 1. Para los fines de la descripción de la red de transporte óptica, la adaptación intercapas se denomina utilizando la relación servidor cliente.

5.6.1 Adaptación OCh/cliente

La adaptación OCh/cliente (OCh/Client_A) se considera que consta de dos tipos de procesos: específicos del cliente y específicos del servidor. La descripción de los procesos específicos del cliente cae fuera del alcance de esta Recomendación.

La función de adaptación OCh/cliente (OCh/Client_A, *optical channel/client adaptation*) bidireccional es efectuada por un par coubicado de funciones de adaptación OCh/cliente fuente y sumidero.

La fuente de adaptación OCh/Cliente (OCh/Client_A_So, *optical channel/client adaptation source*) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- todo el procesamiento requerido para generar un tren de datos continuo con el que puede modularse una portadora de frecuencia óptica. Los procesos requeridos son dependientes de la relación cliente/servidor considerada y pueden ser nulos. Para un cliente digital, la adaptación puede incluir procesamiento tal como aleatorización y codificación de canal (por

ejemplo NRZ). Para una correspondencia digital, la información adaptada es un tren de datos continuo de velocidad binaria y esquema de codificación definidos;

- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

El sumidero de adaptación OCh/cliente (OCh/Client_A_Sk, *optical channel/client adaptation sink*) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- recuperación de la señal de cliente del tren de datos continuo. Los procesos son dependientes de la relación cliente/servidor considerada y pueden ser nulos. Para un cliente digital, la adaptación puede incluir procesos tales como recuperación de la temporización, decodificación y desaleatorización;
- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

5.6.2 Adaptación OMS/OCh

La función de adaptación OMS/OCh (OMS/OCh_A, *optical multiplex section/optical channel adaptation*) bidireccional es efectuada por un par coubicado de funciones de adaptación OMS/OCh fuente y sumidero.

La fuente de adaptación OMS/OCh (OMS/OCh_A_So, *optical multiplex section/optical channel adaptation source*) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- modulación de una portadora óptica por la señal de la unidad de transporte óptica por medio de un esquema de modulación definido;
- longitud de onda (o frecuencia) y asignación de potencia a la portadora óptica;
- multiplexación de canal óptico para formar un múltiplex óptico;
- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

NOTA – La función de adaptación se considera que tiene asociados con ella dos trenes de datos, el primero relativo a la cabida útil óptica principal y el segundo asociado a la parte de la tara que no es procesada por la OMS_TT. Así ocurre también con la función de adaptación sumidero.

El sumidero de adaptación OMS/OCh (OMS/OCh_A_Sk, *optical multiplex section/optical channel adaptation sink*) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- demultiplexación del canal óptico según la longitud de onda (o frecuencia) portadora;
- terminación de la portadora óptica y recuperación de la unidad de transporte óptica;
- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

5.6.3 Adaptación OTS/OMS

La función de adaptación OTS/OMS (OTS/OMS_A, *optical transmission section/optical multiplex section adaptation*) bidireccional es efectuada por un par coubicado de funciones de adaptación OTS/OMS fuente y sumidero.

La fuente de adaptación OTS/OMS (OTS/OMS_A_So, *optical transmission section/optical multiplex section adaptation source*) ejecuta el siguiente proceso entre su entrada y su salida:

- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

NOTA – La función de adaptación se considera que tiene asociados con ella dos trenes de datos, el primero relativo a la cabida útil óptica principal y el segundo asociado a la parte de la tara que no es procesada por la OTS_TT. Así ocurre también con la función de adaptación sumidero.

El sumidero de adaptación OTS/OMS (OTS/OMS_A_Sk, *optical transmission section/optical multiplex section adaptation sink*) ejecuta el siguiente proceso entre su entrada y su salida:

- generación y terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en 6.2.

5.7 Topología de la red óptica

Las capas de red óptica pueden soportar conexiones punto a punto unidireccionales y bidireccionales, y conexiones punto a multipunto unidireccionales.

5.7.1 Conexiones y caminos unidireccionales y bidireccionales

Una conexión bidireccional en una red de capa de servidor puede soportar conexiones de red de capa de cliente bidireccionales o unidireccionales, pero una red de capa de servidor unidireccional sólo puede soportar clientes unidireccionales.

Una conexión de red de capa de sección de transmisión óptica bidireccional puede ser soportada por una fibra óptica en ambos sentidos (funcionamiento unifibra) o cada sentido de la conexión puede ser soportado por fibras diferentes.

La operación, administración y mantenimiento y la transferencia de tara en funcionamiento unifibra no se consideran actualmente en esta Recomendación y quedan en estudio.

5.7.2 Conexiones y caminos punto a multipunto

Una conexión punto a multipunto unidireccional difunde el tráfico desde la fuente a cierto número de sumideros, lo cual se ilustra en la figura 5, en la que una conexión punto a multipunto en la capa de canal óptico se obtiene por medio de un punto de conexión multipunto (MPCP, *multipoint connection point*). El MPCP es un punto de referencia que vincula un puerto a un conjunto de conexiones. Constituye la raíz de una conexión multipunto. La función de difusión proporcionada por la vinculación por MPCP se limita a la subred en la que existe. Puede formar parte de una función de multidifusión (difusión selectiva) dentro de una subred más grande (continente). La conexión multipunto se restringe a una conexión multipunto de difusión unidireccional en las redes de transporte ópticas. Este tipo de conexión puede aplicarse en la red de capa de canal óptico.

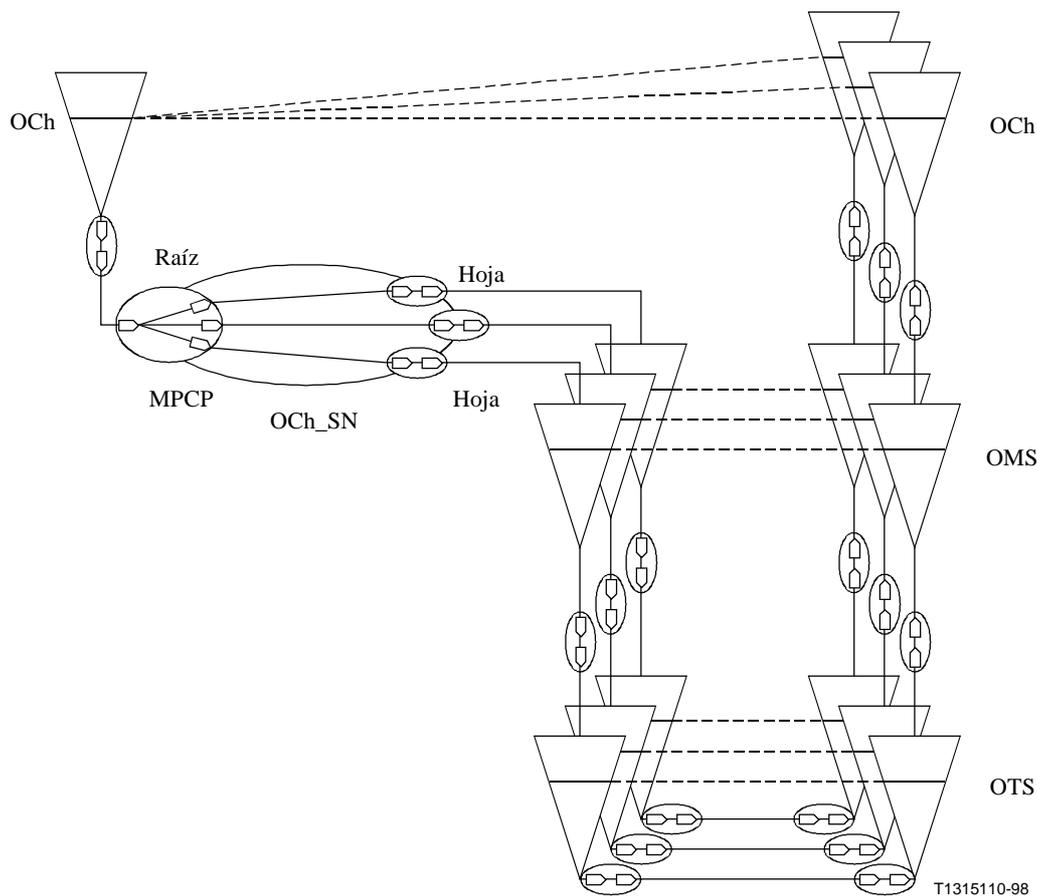


Figura 5/G.872 – Conexión de canal óptico punto a multipunto

6 Gestión de la red óptica

Esta cláusula describe la gestión de red para la red de transporte óptica. En particular, describe los requisitos genéricos para la gestión de averías, de calidad de funcionamiento y de configuración. Los procesos de gestión requeridos en cada una de las redes de capa se exponen en 6.2 y se resumen en el cuadro 1. Esta cláusula describe también técnicas para la supervisión de la conexión.

6.1 Requisitos genéricos

6.1.1 Gestión genérica de averías, de configuración y de calidad de funcionamiento

La red de transporte óptica soportará la gestión de averías, de configuración y de calidad de funcionamiento de extremo a extremo y también dentro de y entre fronteras administrativas.

Proporcionará un medio de detección y notificación en caso de conexión incorrecta.

La red de transporte óptica proporcionará facilidades para:

- asegurar la conexión de entidades de red de transporte que tengan información adaptada a característica compatible;
- detectar averías, aislar averías e iniciar acciones de restablecimiento cuando sea factible. La red de transporte óptica proporcionará facilidades para mantenimiento desde un solo extremo.

En caso de que se interrumpa una señal dentro de la capa de servidor, se notificará a las entidades de red en sentido ascendente y descendente en la capa de servidor.

La red de transporte óptica deberá poder detectar degradaciones de calidad de funcionamiento para evitar fallos y verificar la calidad de servicio.

6.1.2 Comunicaciones de gestión genérica

La red de transporte óptica soportará comunicaciones:

- entre personal en ubicaciones distantes;
- entre sistemas operativos y NE distantes;
- terminales embarcados y NE locales o distantes.

Estas formas de comunicación pueden también ser soportadas exteriormente a la red de transporte óptica.

6.1.3 Gestión genérica de interacción cliente/servidor

La red de transporte óptica detectará e indicará cuando una señal no está presente en una capa de cliente, dentro de la OTN, también en el caso de que la capa de servidor esté funcionando normalmente.

A fin de evitar acciones de supervivencia innecesarias, ineficaces o contrapuestas (por ejemplo, introducción de tiempos de espera y métodos de supresión de alarmas) se requieren estrategias de escalada:

- dentro de una capa;
- entre la capa de servidor y la capa de cliente.

6.2 Requisitos de gestión de red de capa óptica

En esta subcláusula se identifican los requisitos de capacidades de gestión de las redes de capa de canal óptico, de sección múltiple óptica y de sección de transmisión óptica. El cuadro 1 contiene un resumen de los requisitos de gestión de red de capa óptica, que se tratan en detalle a continuación.

Cuadro 1/G.872 – Red de transporte óptica – Requisitos de gestión a nivel de red

Capacidad de gestión	Proceso	Función	Red de capa			Comentarios
			OCh	OMS	OTS	
Supervisión de continuidad	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de pérdida de continuidad 	TT	R	R	R	Véase 6.2.1
Supervisión de conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de traza de camino 	TT	R ^{a)}	NR	R	Véase 6.2.1
Información de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Indicación de defecto hacia adelante 	TT	R	R	R	Véase 6.2.1
	<ul style="list-style-type: none"> • Indicación de defecto hacia atrás 	TT	R	R	R	
	<ul style="list-style-type: none"> • Indicación de calidad hacia atrás 	TT	FFS	FFS	FFS	
Supervisión de calidad de la señal	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización de calidad de funcionamiento (los parámetros quedan en estudio) 	TT	R	FFS	R	Véase 6.2.2

Cuadro 1/G.872 – Red de transporte óptica – Requisitos de gestión a nivel de red (*fin*)

Capacidad de gestión	Proceso	Función	Red de capa			Comentarios
			OCh	OMS	OTS	
Gestión de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> Indicación de tipo de cabida útil 	A	R	FFS	NA	Véase 6.2.3
Control de protección	<ul style="list-style-type: none"> Protocolo de conmutación de protección automática 	A/T	FFS	FFS	NR	Véase 6.2.4
Supervisión de la conexión de subred/en cascada/no utilizada	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión de la conexión 	A/T	FFS	FFS	FFS	Véase 6.3
Comunicaciones de gestión	<ul style="list-style-type: none"> Canal de mensajes Canal auxiliar 	A	NR	FFS	R	Véase 6.2.5
		A	NR	NR	O	
Otras necesidades de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> Específicas del operador Uso nacional 	A	NR	NR	R	Véase 6.2.6
		A	NR	NR	FFS	

<p>R Requerido</p> <p>A Función de adaptación</p> <p>FFS En estudio (<i>for further study</i>)</p> <p>TT Función de terminación de camino</p> <p>NA No aplicable</p> <p>A/T El proceso puede asignarse a una o ambas funciones; queda en estudio la asignación</p> <p>NR No requerido</p> <p>O Opcional</p> <p>a) La única excepción a este requisito se indica en 6.2.1</p>

6.2.1 Supervisión de la conexión

Es un requisito de gestión proporcionar supervisión de la integridad de las conexiones de red que soportan los caminos en cualquier red de capa. Una conexión de enlace soportada por una capa de red de servidor es supervisada mediante supervisión de continuidad. Las conexiones de subred que resultan de la asociación flexible de los puntos de conexión a través de la subred se supervisan mediante supervisión de conectividad. En el caso particular de que no exista posibilidad de reorganizar las conexiones de red entre un grupo de terminaciones de camino fuente de OCh y sumidero de OCh, no se requiere supervisión de conectividad.

Supervisión de continuidad

La supervisión de continuidad designa el conjunto de procesos para monitorizar la integridad de la continuidad de un camino.

Se identifica el siguiente proceso para la supervisión de continuidad:

- Detección de pérdida de continuidad (LOC, *detection of loss of continuity*).

En general, el fallo de una conexión de enlace en una capa de servidor será indicado a una capa de cliente mediante alguna forma de indicación de fallo de señal de servidor. La capa de OTS, que es la capa más baja de la OTN, es un caso especial ya que sus conexiones de red son soportadas directamente por la capa de medios físicos ópticos. Como esta última no contiene componentes

activas, el sumidero de terminación de camino de OTS no recibirá indicaciones de fallo de servidor – como ocurre en las terminaciones de camino de las capas superiores – y tiene que detectar por sí misma los fallos en la capa de medios físicos ópticos.

Entre los fallos de la red óptica se hallan las interrupciones de la fibra y los fallos del equipo. Los fallos del equipo en sí serán detectados y comunicados por capacidades de monitorización de equipo.

El caso de interrupción de fibra es el escenario de fallo más importante a considerar desde el punto de vista de una red. Tras la interrupción de fibra, puede observarse pérdida de la señal conjunta en el primer sumidero de terminación de OTS descendente. La señal conjunta consta de las longitudes de onda multiplexadas que transportan los canales ópticos y de la anchura de banda que transporta el canal de supervisión óptico. La pérdida de la señal conjunta produce por tanto una pérdida de continuidad de las longitudes de onda multiplexadas y una pérdida de continuidad del canal de supervisión óptico. Posteriormente, la detección de la pérdida de la señal conjunta se indicará hacia la capa de cliente. Adviértase que la pérdida de continuidad del canal de supervisión óptico no iniciará por sí misma acciones consiguientes en la señal de cliente. En general, debe adoptarse la misma filosofía en cualquier red de capa, en la que la cabida útil y la tara tengan mecanismos de fallo independientes.

En la capa de OTS, el fallo de un componente óptico puede producir la pérdida de canales ópticos, pero no puede conducir a la pérdida del canal de supervisión óptico. Esto generará una indicación a la capa OMS de fallo de señal de servidor y una indicación de defecto hacia adelante dentro de la capa de OTS, las mismas acciones consiguientes que en el caso de la interrupción de fibra.

El fallo de una señal de servidor detectado por el sumidero de terminación de camino OMS producirá a su vez el fallo de una señal de servidor hacia la capa de OCh. En la fuente de adaptación de OMS, el fallo de la señal de servidor producirá una indicación de defecto hacia adelante de los canales ópticos afectados. Es presumible que el sumidero de terminación de camino de OMS detectará una pérdida de continuidad del camino de OMS sin que se detecte una pérdida de continuidad en el camino de OTS. Las acciones consiguientes son las mismas que en el caso de fallo de la señal de servidor.

El fallo de una señal de servidor detectado por el sumidero de terminación de camino OCh producirá a su vez al fallo de una señal de servidor hacia la capa de cliente. El procesamiento en la fuente de adaptación de OCh del fallo de la señal de servidor es específico del cliente. Es presumible que el sumidero de terminación de camino de OCh detectará una pérdida de continuidad del camino de OCh sin que se detecte una pérdida de continuidad en el camino OTS u OMS. Las acciones consiguientes son las mismas que en el caso de fallo de señal de servidor.

Adviértase que las condiciones de fallo dentro de las conexiones de OTN y/o de capa de canal óptico no utilizadas (no encendidas) pueden producir pérdida de cabida útil óptica para caminos de capa de servidor descendentes (por ejemplo, la interrupción de fibra a la entrada de un amplificador óptico produce la pérdida de canales a la salida del amplificador de línea óptica). Esto no producirá pérdida de continuidad en ese camino (por ejemplo, pérdida de canales en las terminaciones de camino de OTS siguientes en el ejemplo anterior). Se utilizará señalización de mantenimiento apropiada para evitarlo.

Supervisión de conectividad

La supervisión de conectividad designa el conjunto de procesos para monitorizar la integridad del encaminamiento de la conexión entre las terminaciones de camino fuente y sumidero.

La supervisión de conectividad es necesaria para confirmar el adecuado encaminamiento de una conexión entre la fuente y el sumidero de terminación de camino durante el proceso de establecimiento de la conexión. Además, la supervisión de conectividad es necesaria para asegurar que la conectividad se mantenga mientras la conexión esté activa.

Se identifica el siguiente proceso para la supervisión de conectividad:

- *Identificación de traza de camino*

La identificación de traza de camino es necesaria para asegurar que la señal recibida por un sumidero de terminación de camino procede de la fuente de terminación de camino deseada. Se identifican los siguientes requisitos:

- Es necesaria identificación de traza de camino en la capa de OTS para asegurar una conexión de cable adecuada.
- No es necesaria identificación de traza de camino en la capa de OMS porque existe una relación biunívoca entre las capas de OTS y de OMS, es decir la conectividad en la capa de OMS es fija; por tanto, la conexión de OMS ya está cubierta por la identificación de traza de camino de OTS. No está prevista la conectividad flexible en la capa de OMS.
- La identificación de traza de camino en la capa de OCh sólo es necesaria cuando existe una posibilidad de reorganización de canales entre las terminaciones de camino fuente/sumidero de OCh.

La detección de defectos de conectividad producirá las mismas acciones consiguientes antes descritas para la detección de pérdida de continuidad de la información característica.

Indicación de mantenimiento

La indicación de mantenimiento designa el conjunto de procesos para indicar defectos en una conexión, que forma parte de un camino. Las indicaciones de defecto se dan en los sentidos descendente y ascendente de un camino bidireccional.

Se identifican dos procesos de indicación de mantenimiento:

- Indicación de defecto hacia adelante (FDI, *forward defect indication*).
- Indicación de defecto hacia atrás (BDI, *backward defect indication*).

Estos procesos hacen posible la localización de defectos y el mantenimiento desde un solo extremo.

FDI se utiliza para indicar en sentido descendente que se ha detectado una conexión de defecto en sentido ascendente. Esto permite la supresión de informes de fallo superfluos debidos al defecto.

BDI señala hacia atrás el estado del camino en el enlace de terminación de camino al sumidero de terminación de camino distante, lo cual ayuda en el mantenimiento de interfaces interdominios (véase la cláusula 8). Además, BDI soporta los requisito en tiempo real de la monitorización de calidad de funcionamiento bidireccional.

En general, FDI y BDI están asociadas con la activación de fallo de señal de servidor. Los requisitos detallados de las distintas capas quedan en estudio.

FDI y BDI son aplicables a las capas de OCh, OMS y OTS.

NOTA – La terminología de FDI y BDI se utiliza en lugar de la tradicional terminología AIS y RDI a fin de no prejuzgar las indicaciones de mantenimiento de averías y la funcionalidad requerida por la OTN.

6.2.2 Supervisión de calidad de la señal

La supervisión de calidad de la señal designa el conjunto de procesos para monitorizar la calidad de funcionamiento de una conexión, que está soportando un camino.

La supervisión de la calidad de la señal es necesaria para determinar la calidad de funcionamiento de las conexiones. Entre los procesos genéricos se hallan la medición, recogida, filtrado y procesamiento de parámetros. En términos de gestión a nivel de red, se necesita supervisión de calidad de la señal para gestionar canales y canales multiplexados. Por tanto, se requiere supervisión de parámetros de calidad de funcionamiento en las capas de OCh y OTS. La identificación de los

parámetros concretos que es necesario monitorizar para determinar la calidad de las conexiones de OCh y OTS queda en estudio.

El requisito de indicación de calidad hacia atrás queda en estudio.

El requisito de monitorizar parámetros en la capa de OMS queda en estudio.

6.2.3 Gestión de adaptación

La gestión de adaptación designa el conjunto de procesos para gestionar la adaptación de la red de capa de cliente a/de red de capa de servidor.

Se identifica el siguiente proceso para la gestión de adaptación en la OTN:

- Identificador de tipo de cabida útil (PTI, *payload type identifier*).

Este proceso es necesario para asegurar que la capa de cliente se asigne al establecerse la conexión a las adaptaciones OCh/cliente fuente y sumidero apropiadas. Una no coincidencia de identificador de tipo de cabida útil detectada en las adaptaciones fuente o sumidero indicaría una adaptación de capa de servidor cliente-OCh incorrectamente provisionada o alterada.

La aplicación del proceso PTI en la capa OMS queda en estudio.

El proceso del PTI no es aplicable a la capa de OTS. Un cliente de la OTN es transparente en esta capa.

La adaptación OCh/cliente puede contener procesos de supervisión específicos del cliente. La definición de estos procesos cae fuera del alcance de esta Recomendación.

6.2.4 Control de protección

El control de protección designa la información y el conjunto de procesos para proporcionar control de la conmutación de protección para un camino o conexión de subred. La conmutación de protección es controlada con arreglo a criterios locales generados por la supervisión de camino o de conexión de subred y por la RGT o el sistema operativo. Además, es posible el control desde el elemento de red distante utilizando un protocolo de conmutación de protección automática (APS, *automatic protection swiching*) según la arquitectura de conmutación de protección.

En 7.1 se describen sólo las arquitecturas de protección que son controladas por información local del NE. No se requiere un protocolo de conmutación de protección automática (APS) para estas arquitecturas de protección. La necesidad de un protocolo APS que soporte arquitecturas de protección adicionales queda en estudio.

6.2.5 Comunicaciones de gestión

Se identifican dos tipos de procesos de comunicaciones de gestión:

- canal de mensajes para soportar una red de comunicaciones de datos;
- canal auxiliar para soportar comunicaciones de voz personales y de datos en banda vocal.

Se requiere un canal de mensajes en la capa de OTS para soportar comunicaciones de datos relacionadas con la OTN para, por ejemplo, la gestión de amplificadores ópticos de línea. Queda en estudio la necesidad de un canal adicional en la capa de OMS para soportar, por ejemplo, el intercambio de información de gestión de capa de OMS. No se requiere un canal de mensajes en la capa de OCh.

Es opcional la necesidad de un canal auxiliar en la capa de OTS que soporte, por ejemplo, un hilo de órdenes de ingeniería. No se prevén canales auxiliares adicionales en las capas de OMS y OCh.

6.2.6 Otras necesidades de comunicación

Necesidades de capacidad que han de quedar disponibles para otros canales de comunicación, por ejemplo, para tara específica del operador y/o uso nacional.

6.3 Técnicas y aplicaciones de supervisión de la conexión

La supervisión de la conexión es el proceso de monitorizar la integridad de una determinada conexión en las redes de capa de sección de transmisión óptica, de sección múltiplex óptica o de canal óptico. La integridad puede verificarse mediante la detección y la comunicación de defectos de conectividad y de calidad de transmisión para una conexión determinada. La Recomendación G.805 define cuatro tipos de técnicas de monitorización para las conexiones.

El proceso de supervisión de la conexión puede aplicarse a conexiones de red y a segmentos de red, definiendo estos últimos como una serie arbitraria de conexiones de subred y conexiones de enlace.

6.3.1 Monitorización intrínseca

Las conexiones pueden monitorizarse indirectamente utilizando los datos intrínsecamente disponibles de las capas de servidor y calculando el estado aproximado de la conexión de cliente a partir de los datos disponibles.

Las conexiones de capa de canal óptico pueden monitorizarse indirectamente utilizando los datos intrínsecamente disponibles de la sección múltiplex óptica y calculando el estado aproximado de la conexión de canal óptico a partir de los datos disponibles.

Las conexiones de capa de sección múltiplex óptica pueden monitorizarse indirectamente utilizando los datos intrínsecamente disponibles de la sección de transmisión óptica y calculando el estado aproximado de la conexión de sección múltiplex óptica a partir de los datos disponibles.

La monitorización intrínseca no es aplicable en la sección de transmisión óptica ya que la capa de servidor está en los medios físicos y no proporciona datos.

6.3.2 Monitorización no intrusiva

La conexión es directamente monitorizada mediante el empleo de monitorización de escucha únicamente (no intrusiva) de los datos originales y de la tara. El estado aproximado de la conexión puede ser determinado por la información proporcionada en cada uno de los puntos de monitorización.

La monitorización no intrusiva de la información característica transportada por una conexión es una aplicación que puede utilizarse para la localización de averías. Si una función sumidero de terminación de camino detecta una perturbación, puede no ser inmediatamente evidente dónde se originó primero esta perturbación. La función sumidero de terminación de camino indica por tanto que hay una perturbación de un cierto tipo, pero no dónde se halla. A fin de localizar dicha perturbación, el camino se considera como una serie de conexiones de enlace. Al final de cada conexión de enlace puede utilizarse una función sumidero de terminación de monitorización (TTm) no intrusiva para monitorizar la información característica en ese punto. La TTm no proporciona como salida ninguna información adaptada. En la figura 6 se ilustra un ejemplo de la aplicación de monitorización no intrusiva. Atravesando desde la función sumidero de terminación de camino y yendo hacia la fuente de terminación de camino, se localiza la avería entre esas dos funciones sumidero de terminación de las cuales la función de sentido ascendente comunica la calidad de funcionamiento sin perturbaciones, mientras que la otra comunica la condición de perturbación.

Las conexiones pueden ser monitorizadas directamente por medio de la información de tara pertinente en la sección múltiplex óptica y en las capas de canal óptico y calculando a continuación el estado aproximado de la conexión a partir de la diferencia entre los estados monitorizados en cada extremo de la conexión. No se requiere monitorización no intrusiva en la OTS, a menos que la conexión de red a nivel de OTS se emplee en sistemas sin amplificadores de línea.

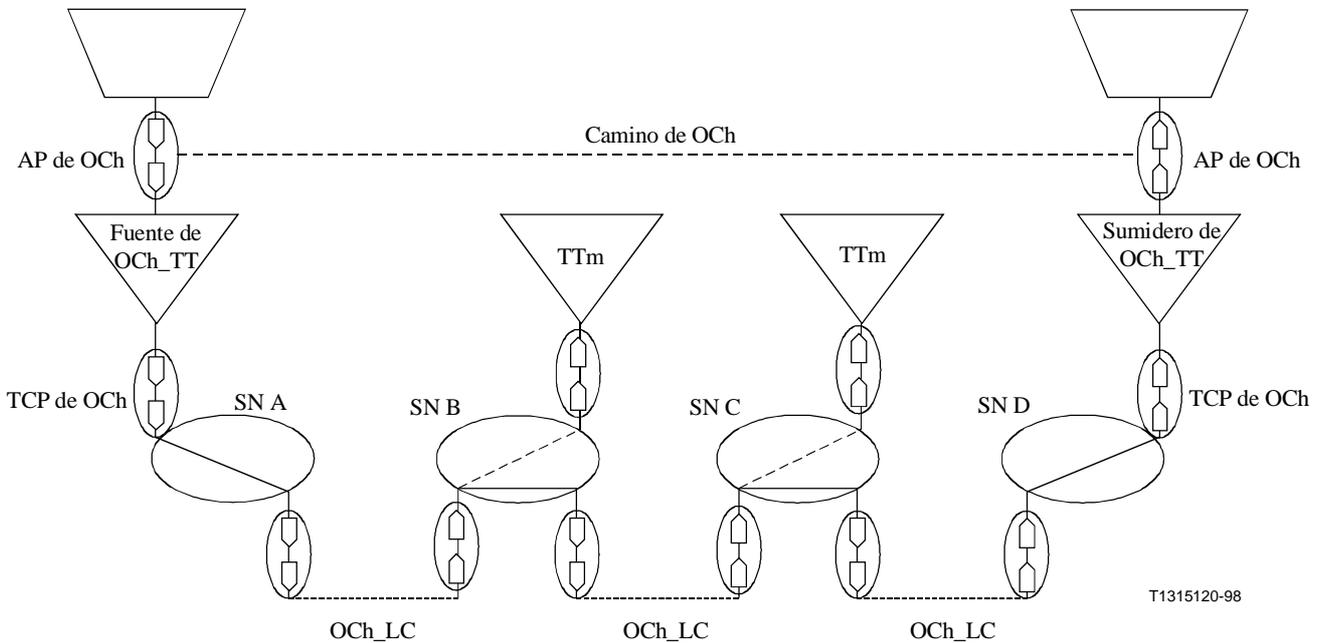


Figura 6/G.872 – Ejemplo de supervisión de conexión de subred utilizando monitorización no intrusiva

6.3.3 Monitorización intrusiva

Una conexión es directamente monitorizada interrumpiendo el camino original e introduciendo un camino de prueba que se extiende a lo largo de la conexión mientras dure la prueba, lo cual permite que se monitoricen directamente todos los parámetros. Sin embargo, el camino de usuario no está completo y esta técnica se limita por tanto al comienzo del establecimiento de camino, o a prueba intermitente.

La monitorización intrusiva puede utilizarse para probar la continuidad de la fibra y para la localización de averías.

6.3.4 Monitorización de subcapa

Queda en estudio la aplicación de esta técnica a las capas de la red de transporte óptica.

6.3.5 Monitorización de conexiones no utilizadas

Queda en estudio la monitorización de la integridad de conexiones no utilizadas en las capas de la red de transporte óptica.

6.3.6 Monitorización de conexiones en cascada

El objetivo previsto de las conexiones en cascada es representar la porción de un camino que existe dentro de una determinada región administrativa. Queda en estudio la monitorización de conexiones en cascada en las capas de la red de transporte óptica.

7 Técnicas de capacidad de supervivencia de la red óptica

Esta cláusula describe las características arquitecturales de las estrategias de red que pueden aplicarse para potenciar la capacidad de supervivencia de las redes de transporte ópticas ante las degradaciones de los enlaces y nodos de la red. Las técnicas de capacidad de supervivencia consideradas para las redes de transporte ópticas comprenden las capacidades de protección y de restablecimiento de la red.

7.1 Protección

Una aplicación de protección utiliza la capacidad preasignada entre nodos. La arquitectura más sencilla tiene una capacidad de 1 en funcionamiento y 1 de protección (1+1), y la arquitectura más compleja tiene capacidades de n en funcionamiento y m de protección (m:n).

La protección unidireccional se define como un método de conmutación de protección que conmuta sólo el sentido de tráfico afectado en caso de fallo unidireccional. La protección bidireccional conmuta ambos sentidos de tráfico en caso de fallo unidireccional.

Se consideran dos tipos de arquitectura de protección: protección de camino y protección de conexión de subred.

Protección de camino: La protección de camino es un mecanismo de protección de extremo a extremo dedicado que puede utilizarse en cualquier estructura física (en malla, en anillo o mixta). Puede aplicarse a las dos capas de OCh y OMS. No se recomienda el uso de la protección de camino en la capa de OTS. Un camino en funcionamiento es sustituido por un camino de protección si falla el camino de funcionamiento o si la calidad de funcionamiento cae por debajo del nivel requerido. La protección de camino puede operar de manera unidireccional o bidireccional.

La protección de camino puede también ser 1+1, en la que el camino de protección dedicado sólo se utiliza para fines de protección, o 1:1 en la que puede soportarse tráfico extra.

Puede utilizarse el siguiente tipo de protección de camino en las capas de transporte ópticas:

Protección de camino unidireccional 1+1

En esta arquitectura se utiliza un puente permanente en el extremo transmisión. En el extremo recepción del camino se efectúa una conmutación de protección seleccionando una de las señales sobre la base de información puramente local. Esta arquitectura puede aplicarse en las capas de OMS u OCh. Esta arquitectura se ilustra en la figura 7. Puede utilizarse sin un protocolo de conmutación de protección automática.

Quedan en estudio todos los demás tipos de protección de camino, incluida la protección de camino de OMS y OCh.

Protección de conexión de subred: La protección de conexión de subred es un mecanismo de protección de extremo a extremo dedicado que puede utilizarse en cualquier estructura física (en malla, en anillo o mixta). Puede utilizarse para proteger parte o la totalidad de una conexión de red. La protección de conexión de subred con monitorización inherente (SNC/I, *subnetwork connection protection with inherent monitoring*) protege contra fallos en la capa de servidor. El proceso de conmutación y el proceso de detección de defectos es efectuado por dos capas adyacentes, donde la capa de servidor proporciona el proceso de detección de defectos y la capa de cliente recibe fallo de la señal de servidor (SSF, *server signal fail*), generado por la capa de servidor. La protección de conexión de subred con monitorización no intrusiva (SNC/N, *subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring*) utiliza información de capa de cliente para proteger contra fallos en la capa de servidor y fallos y degradaciones en la capa de cliente.

Se han identificado las siguientes arquitecturas de protección de SNC para redes ópticas:

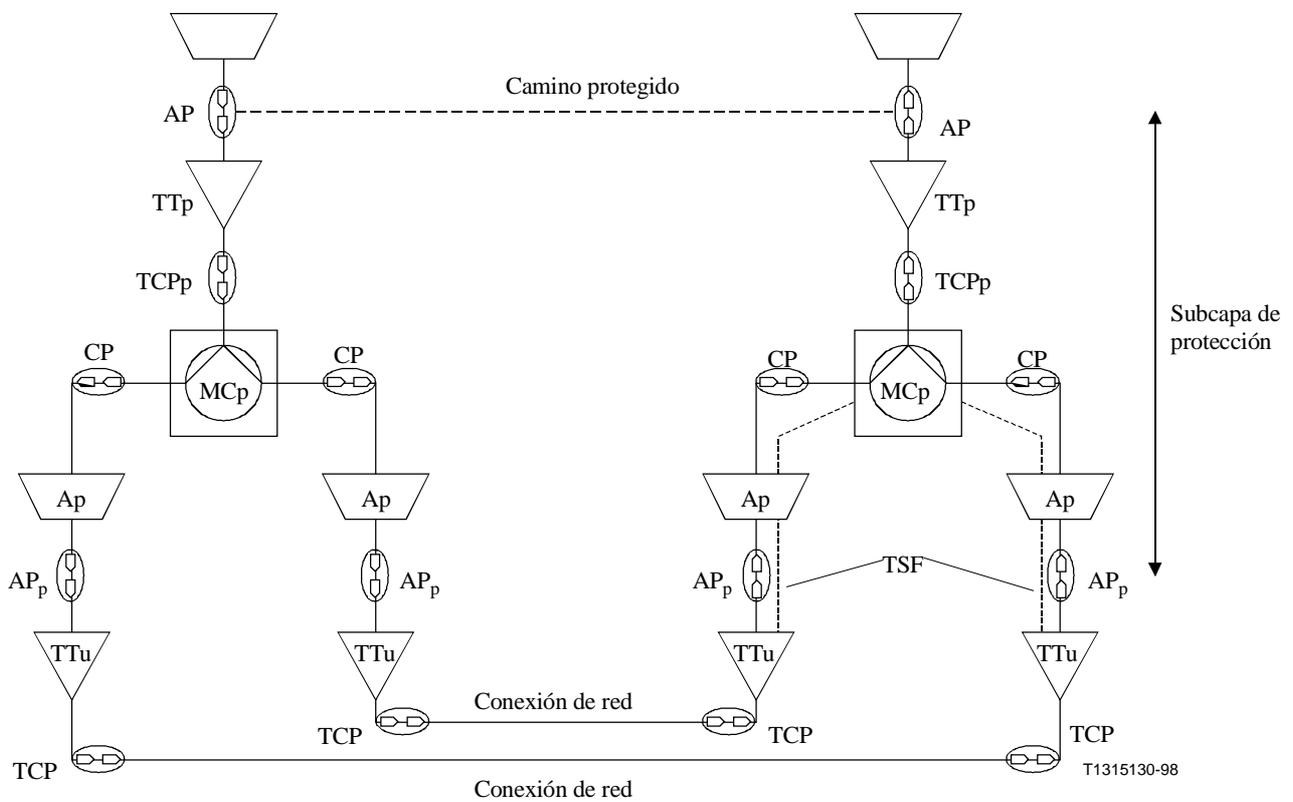
SNC/N unidireccional 1+1

En esta arquitectura se utiliza un puente permanente en el extremo transmisión. En el extremo recepción se efectúa una conmutación de protección seleccionando una de las señales sobre la base de información puramente local. Esta arquitectura puede aplicarse en las capas de OCh y OTS. En el segundo caso su aplicación se limita a protección de conexiones de red y no a protección de conexiones de subred, por lo que es adecuada para sistemas de línea óptica de corto alcance sin amplificadores en línea. Esta arquitectura se ilustra en la figura 8. Puede utilizarse sin un protocolo de conmutación de protección automática.

SNC/I unidireccional 1+1

Esta arquitectura puede aplicarse en la red de capa de canal óptico.

Quedan en estudio otras arquitecturas.



- TSF Fallo de señal de camino (*trail signal fail*)
- TTp Terminación de camino protegido (*protected trail termination*)
- TTu Terminación de camino no protegido (*unprotected trail termination*)
- Ap Adaptación de protección (*protection adaptation*)
- MCp Conexión de matriz con protección (*protection matrix connection*)
- TCPp TCP de protección (*protection TCP*)
- AP_p Punto de acceso de protección (*protection access point*)

Figura 7/G.872 – Protección de camino unidireccional 1+1

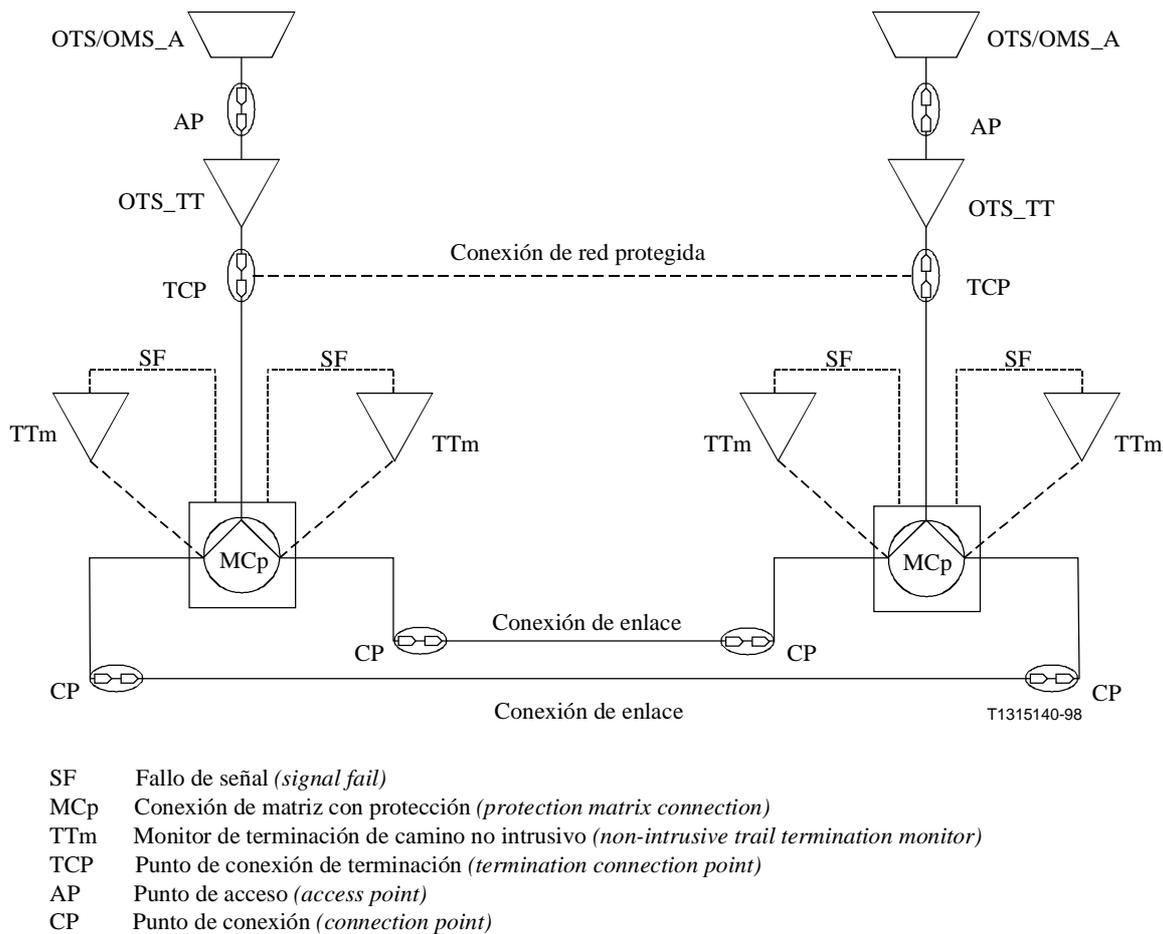


Figura 8/G.872 – Protección de conexión de red con monitorización no intrusiva en la red de capa de sección de transmisión óptica

7.2 Restablecimiento de la red

Las técnicas de restablecimiento de la red óptica se basan en la transconexión de canales ópticos. En general, los algoritmos utilizados para el restablecimiento exigen reencaminamiento. Para restablecer una conexión degradada pueden elegirse facilidades alternativas entre la capacidad disponible de la red de capa óptica.

Quedan en estudio las técnicas de restablecimiento de la red de transporte óptica.

8 Interconexión e interfuncionamiento entre diferentes dominios administrativos

A medida que evoluciona la tecnología de interconexión de redes ópticas, lo harán los métodos por los que tiene lugar la interconexión y la interfuncionamiento de redes entre diferentes dominios administrativos. En este contexto, nos referimos a la interconexión para describir una interfaz física entre dos dominios administrativos. El interfuncionamiento se refiere al nivel convenido de interfuncionamiento de redes entre dominios y se describe en términos de la información característica que se transfiere transparentemente a través de los dominios. Se prevén los siguientes escenarios:

- a) Inicialmente, a medida que se introduzcan sistemas de línea punto a punto con WDM y elementos de red óptica más complejos, se harán funcionar como islas de OTN contenidas en dominios administrativos. La interconexión con redes de transporte existentes (por ejemplo,

redes PDH y SDH) puede tener lugar en una de las interfaces físicas que han sido normalizadas para estas redes. Dicha interconexión exige generalmente modificar las características físicas de la señal que se transmite por una interfaz interdominios, tal como una señal óptica G.957 para redes de transporte basadas en las SDH, por lo que la información adaptada de la señal cumple con la OTN. Este método de interconexión se ilustra en la figura 9 con una interfaz interdominios de no OTN (non-OTN_IrDI) entre los dominios administrativos A y B. El dominio B contiene una OTN, en tanto que el dominio A puede o no contenerla. También se muestra en la figura 9 una interfaz intradominio de OTN (OTN_IaDI). Para aplicaciones intradominio no se prevé actualmente ninguna necesidad de normalización de interfaces compatibles totalmente transversas.

El interfuncionamiento tiene lugar en alguna capa de cliente convenida y su supervisión se basa en señales de mantenimiento específicas del cliente.

- b) Como segundo paso, a medida que aumenta la capacidad de interconexión, los sistemas conformes con la OTN pueden aplicarse para interconectar dominios administrativos, lo cual se representa en la figura 10. El punto de interconexión se designa con el nombre interfaz interdominios de OTN (OTN_IrDI). Esta interfaz puede ser de un solo canal o multicanal.

En esta aplicación, la normalización de una interfaz de corta distancia compatible transversa (por ejemplo <40 km) tiene la primera prioridad. La segunda prioridad debe concederse a las interfaces compatibles transversas que abarcan distancias más largas.

Evidentemente, dichas OTN_IrDI pueden también aplicarse a aplicaciones intradominio (OTN_IaDI).

En este paso puede aplicarse tara de canal óptico limitada. El interfuncionamiento seguirá teniendo lugar en alguna capa de cliente convenida como en el caso a).

- c) Por último, cuando estén introducidas e implementadas las normas para la tara, será posible dar continuidad al OCh en el punto de interconexión entre diferentes dominios administrativos, como se muestra en la figura 11. La OTN_IrDI está destinada a ser utilizada a tal fin. Esta utilización de una interfaz conforme con la OTN está justificada por la necesidad de proporcionar continuidad al OCh. Por tanto, la IrDI puede ser una interfaz unicanal o multicanal.

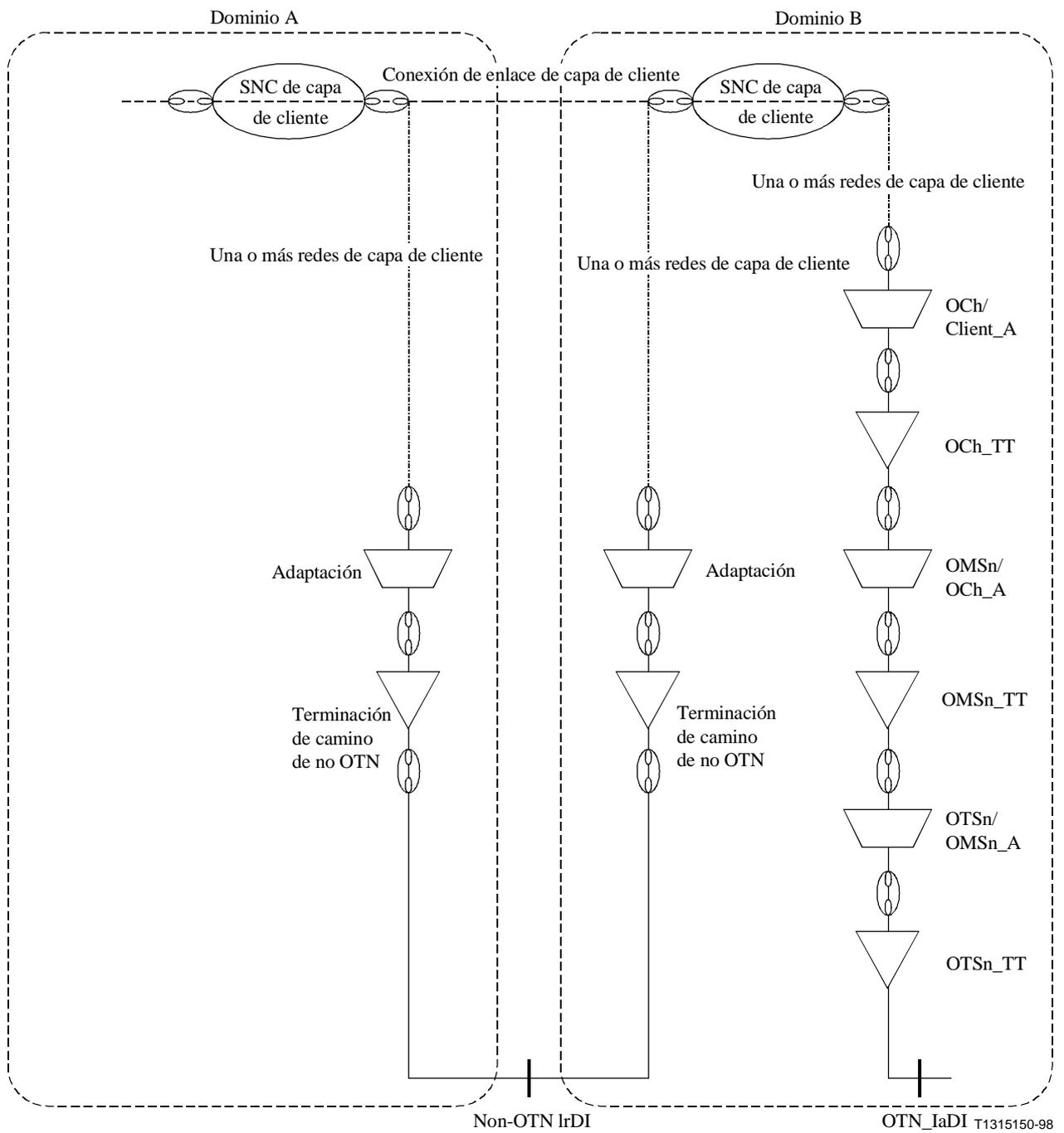


Figura 9/G.872 – Escenario 1: Interconexión de diferentes dominios administrativos mediante una interfaz de no OTN

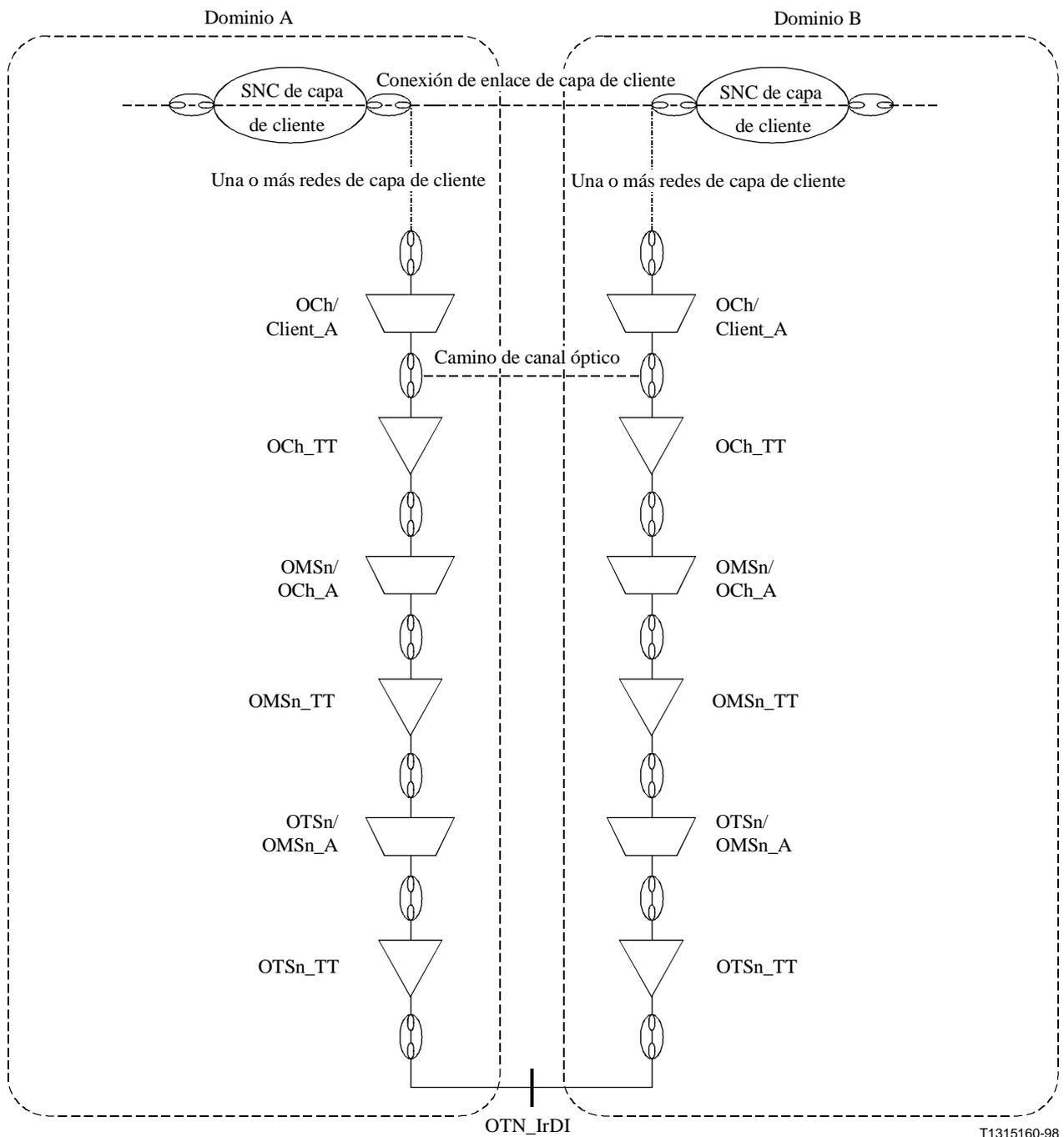


Figura 10/G.872 – Escenario 2: Interconexión de diferentes dominios administrativos mediante una isla óptica con una interfaz interdominios de OTN

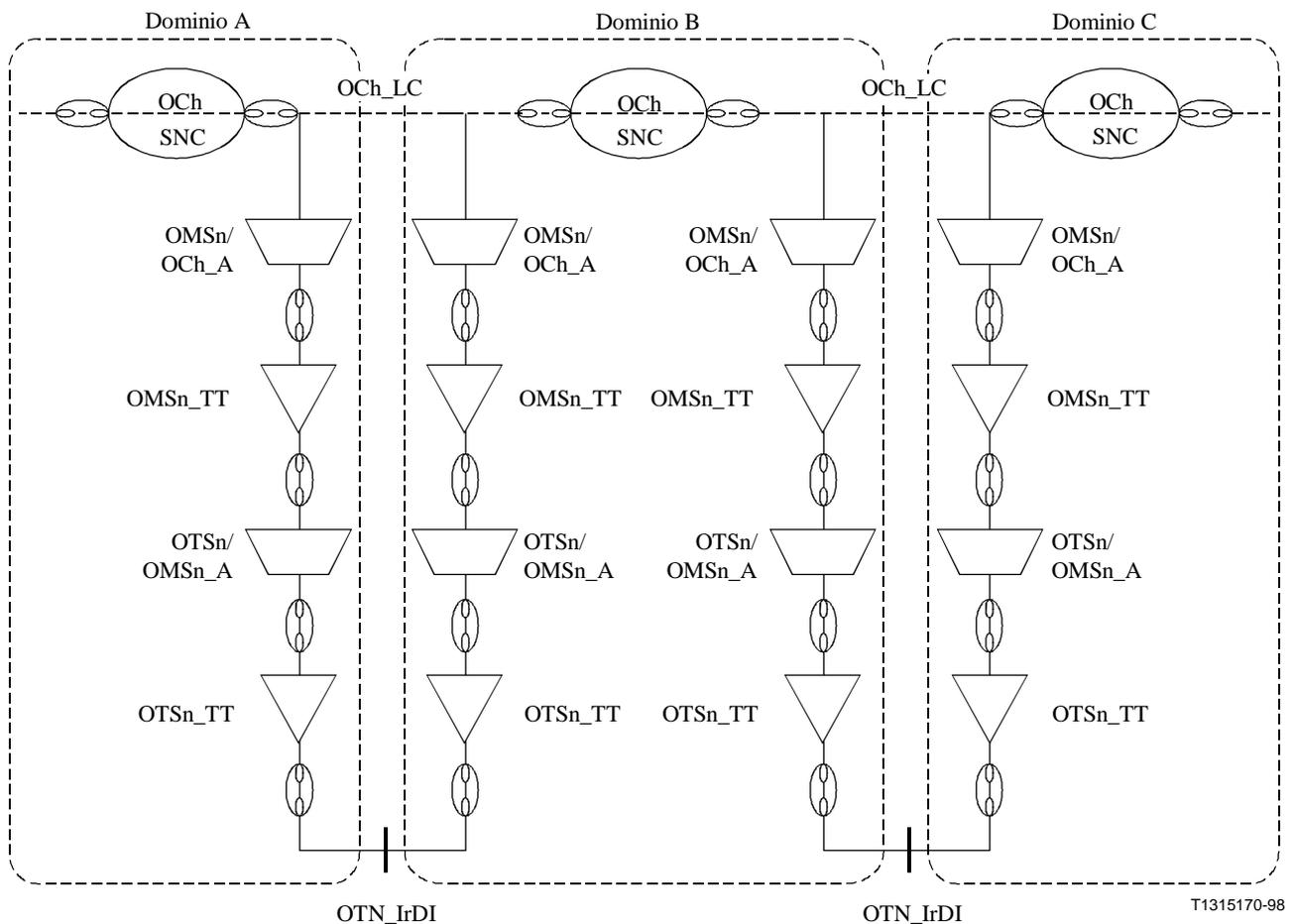


Figura 11/G.872 – Escenario 3: Interconexión de subredes de OTN en diferentes dominios administrativos mediante una interfaz interdominios de OTN que soporta interfuncionamiento de OCh

ANEXO A

Reducción de la degradación y regeneración

La transmisión de información por una red óptica se ve dificultada por la acumulación de degradaciones que es necesario reducir para mantener la calidad de la señal. Desde el punto de vista del modelado se reconoce que estas compensaciones no necesitan describirse en forma de procesos. Reviste particular interés la descripción de los procesos que intervienen en la denominada regeneración 1R, 2R y 3R. Una función de transporte debe describirse en términos de los procesos asociados con las funciones de adaptación y de terminación pertinentes en cada capa, y es suficiente una simple declaración de regeneración 1R, 2R o 3R. Sin embargo, como regeneración 1R, 2R y 3R son términos comúnmente utilizados, se proporciona la siguiente clasificación como ayuda para entenderlos.

Estas formas de regeneración se componen de una combinación de los procesos siguientes:

- a) Amplificación igual de todas las frecuencias de la anchura de banda de amplificación. No existe ninguna restricción en las capas de cliente.
- b) Amplificación con diferente ganancia para frecuencias de la anchura de banda de amplificación. Podría aplicarse a los sistemas unicanal y multicanal.
- c) Compensación de la dispersión (distorsión de fase). Este proceso analógico puede aplicarse a los sistemas unicanal o multicanal.
- d) Supresión de ruido.
- e) Reconformación digital (función desencadenante de Schmitt) sin recuperación de reloj. Es aplicable a canales individuales y puede utilizarse para velocidades binarias diferentes, pero no es transparente a la codificación de línea.
- f) Regeneración completa de la forma del impulso, incluidas recuperación de reloj y retemporización dentro de los límites de fluctuación de fase requeridos.

Como puede apreciarse en la figura A.1, la regeneración 1R se describe como cualquier combinación de procesos a) a c). La regeneración 2R se considera que es la regeneración 1R junto con los procesos d) y e), mientras que la regeneración 3R se considera que es la regeneración 2R junto con el proceso f).

Una descripción informal de la regeneración 1R es que dicha regeneración se basa en técnicas analógicas; 2R exige procesamiento digital de los niveles de señal, mientras que la regeneración 3R también exige procesamiento digital de la información de temporización de la señal.

1R		2R		3R
Amplificación Ecuación - Frecuencia - Dispersión		1R		2R
		+		
		Reconformación digital Supresión de ruido		
				+
				Regeneración de impulsos digitales (forma y temporización de los impulsos)

T1315180-98

Figura A.1/G.872 – Clasificación de la regeneración

APÉNDICE I

Ejemplos de funcionalidad de la red óptica

Este apéndice presenta ejemplos de agrupamientos funcionales que pueden aplicarse a la red óptica.

I.1 Conversión de longitud de onda

La figura I.1 muestra el modelo funcional de conversión de longitud de onda unicanal. Los caminos de OTS y OMS están terminados y la conversión de longitud de onda es efectuada por la función de adaptación OMS/OCh. En la capa de OCh la longitud de onda no está definida. La OMS/OCh_A fuente asigna una longitud específica al canal óptico.

I.2 Transconexión

La figura I.2 muestra el modelo funcional de una transconexión y dos amplificadores ópticos, el primero unicanal y el segundo multicanal. Las señales de capa de OCh pueden transconectarse entre interfaces de OTN o a interfaces de capa de cliente apropiadas. La transconexión puede también incluir conversión de longitud de onda/frecuencia.

I.3 Regeneración

Los procesos que intervienen en la regeneración 1R, 2R y 3R que se detallan en el anexo A y su asignación a la función de red de transporte óptica apropiada quedan en estudio.

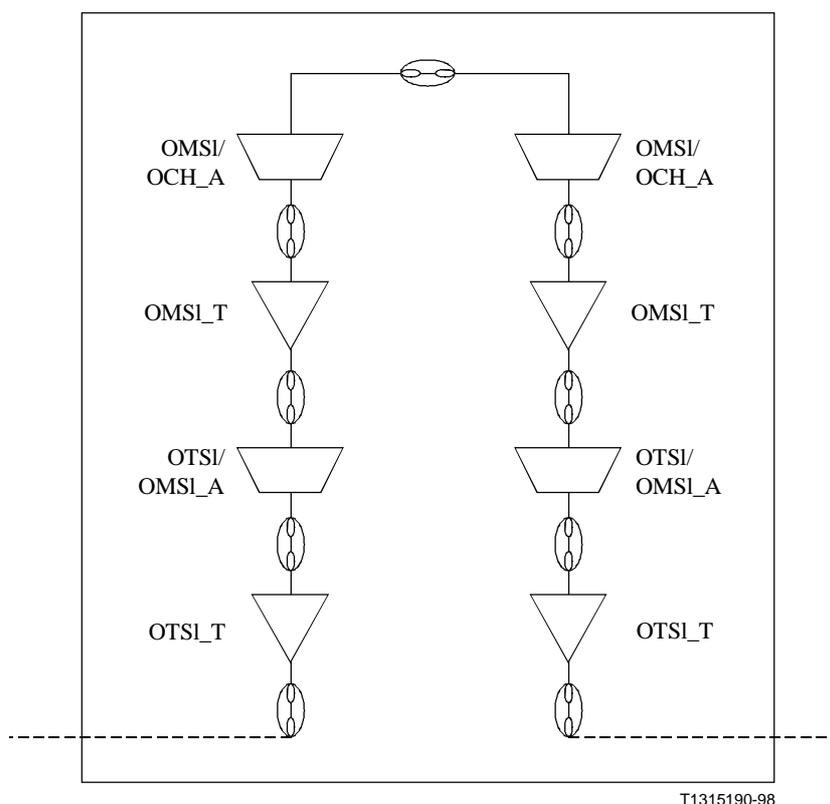
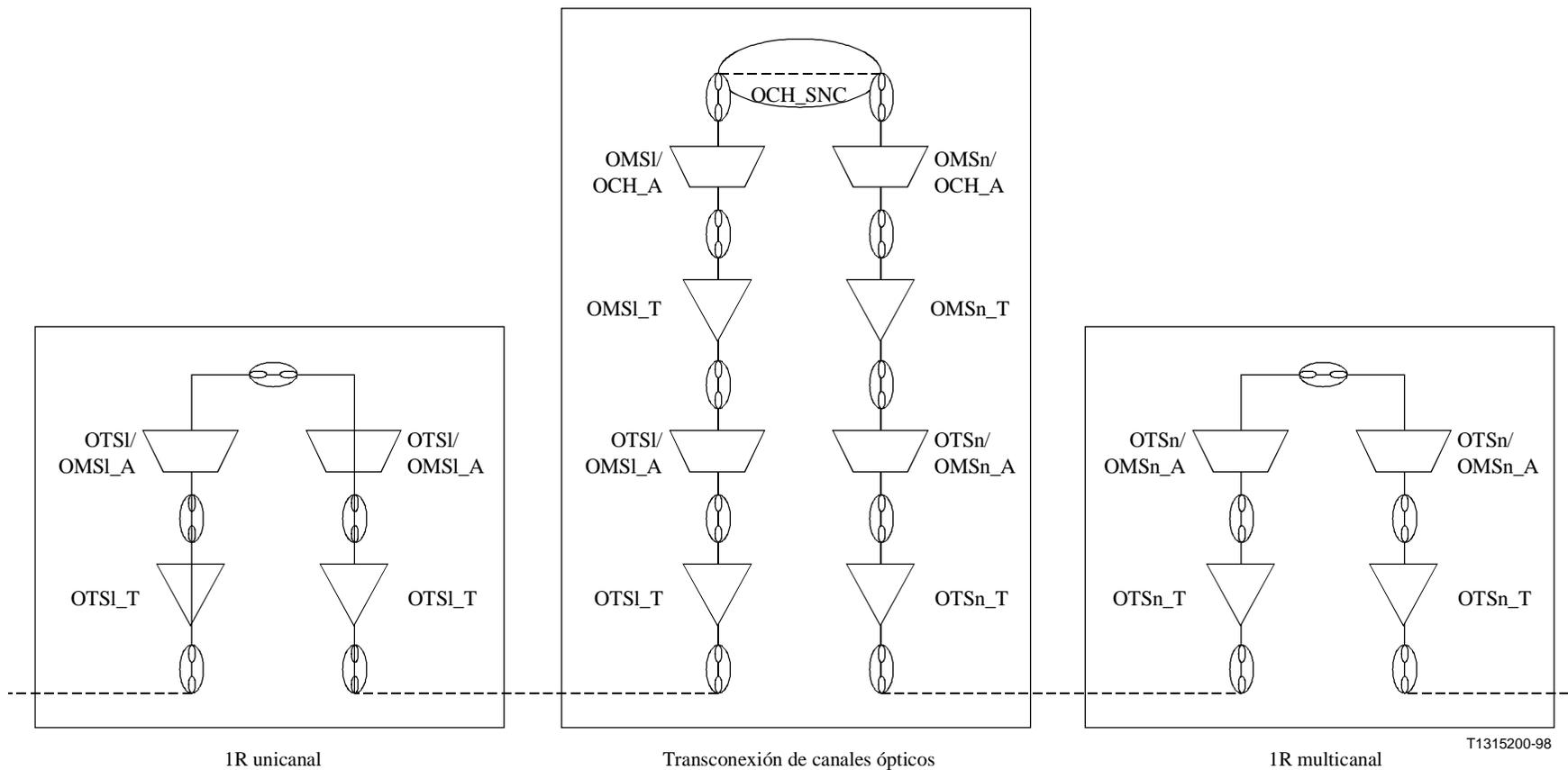


Figura I.1/G.872 – Ejemplo de conversión de longitud de onda óptica



NOTA – Por razones de simplificación no se muestran los terminales de línea ni los caminos.

Figura I.2/G.872 – Aplicación de la arquitectura funcional a casos de regeneración 1R unicanal y multicanal (amplificación) y de transconexión de canales

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes de programación