



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.983.5

(01/2002)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y
redes locales

**Sistema de acceso óptico de banda ancha con
mayor capacidad de supervivencia**

Recomendación UIT-T G.983.5

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.989
Redes de acceso	G.990–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE DE TRANSMISIÓN	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.7000–G.7999
REDES DIGITALES	G.8000–G.8999

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

Recomendación UIT-T G.983.5

Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia

Resumen

En esta Recomendación se describen redes de acceso flexibles que utilizan tecnología de fibra óptica basada en la Rec. UIT-T G.983.1. Concretamente, se describen las funciones que amplían la Rec. UIT-T G.983.1 para mejorar la capacidad de supervivencia-protección en el suministro de servicios de alta fiabilidad. Se describen arquitecturas de supervivencia de las redes ópticas pasivas de banda ancha, criterios de calidad de funcionamiento en cuanto a la protección y criterios y protocolos de conmutación de protección.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.983.5, preparada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 6 de enero de 2002.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT 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 2002

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance.....	1
2 Referencias.....	1
3 Abreviaturas.....	2
4 Definiciones.....	4
5 Arquitectura y requisitos para redes de acceso ópticas protegidas.....	6
5.1 Arquitectura y requisitos.....	6
5.1.1 Categorías de servicio.....	6
5.1.2 Antecedentes y requisitos.....	6
5.2 Configuración de referencia.....	9
5.3 Bloques funcionales.....	9
5.4 Bloque funcional ONU.....	9
5.4.1 Interfaz de la red de distribución óptica (ODN).....	10
5.4.2 Multiplexación.....	10
5.4.3 Puerto de usuario.....	10
5.4.4 Alimentación de la ONU.....	10
5.4.5 Conmutador de interfaz ODN.....	10
5.5 Bloque funcional OLT.....	10
5.6 Bloque funcional red de distribución óptica (ODN).....	12
5.6.1 Elementos ópticos pasivos.....	12
5.6.2 Interfaces ópticas.....	12
6 Servicios.....	14
7 Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio.....	14
8 Requisitos relativos a la capacidad de supervivencia de la red óptica.....	14
8.1 Estructura estratificada de la red óptica robusta B-PON.....	14
8.2 Requisitos de la capa dependientes del medio físico para la B-PON.....	16
8.3 Requisitos de la capa TC adicional para la capacidad de supervivencia de B-PON.....	16
8.3.1 Identificación del enlace PON dúplex.....	16
8.3.2 Mensajes adicionales en el canal PLOAM con miras a la capacidad de supervivencia.....	17
8.3.3 Formato de los mensajes.....	17
8.4 Método de determinación de distancia.....	18
8.5 Conmutación de protección.....	18
8.5.1 Función protección de PON.....	18
8.5.2 Protocolos.....	20
8.5.3 Criterios de conmutación.....	20

	Página
8.5.4 Calidad de funcionamiento.....	21
9 Funcionalidad operaciones, administración y mantenimiento (OAM)	23
10 Calidad de funcionamiento.....	23
11 Condiciones ambientales.....	23
12 Seguridad.....	23
Anexo A – Protocolo de conmutación rápida para la red de acceso B-PON	23
A.1 Arquitectura de supervivencia.....	23
A.1.1 Arquitectura 1:1 (obligatoria).....	23
A.1.2 Arquitectura 1+1 (facultativa).....	24
A.2 Octetos MSP.....	25
A.2.1 Octeto K1	25
A.2.2 Reglas de generación del octeto K1	25
A.2.3 Modo reversible/irreversible	26
A.2.4 Octeto K2	26
A.2.5 Control del conmutador hacia el origen en la ONU y del conmutador hacia el destino en la OLT	26
A.2.6 Transmisión y aceptación de los octetos MSP	26
A.3 Instrucciones MSP.....	26
A.4 Secuencia de conmutación	26
A.4.1 Funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible.....	27
A.4.2 Funcionamiento bidireccional 1:1 en modo reversible	44
A.4.3 Funcionamiento bidireccional 1+1 en modo irreversible.....	47
A.4.4 Funcionamiento bidireccional 1+1 en modo reversible	50

Recomendación UIT-T G.983.5

Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia

1 Alcance

En esta Recomendación se describen las funciones ampliadas para los sistemas de redes ópticas pasivas de banda ancha definidos en la Rec. UIT-T G.983.1 para habilitar funciones de protección. Se basa en el apéndice IV/G.983.1. Concretamente, se centra en los tipos B y C de configuración de protección descritos en dicho apéndice.

Se describe una serie de posibles características y funciones de protección y se proporcionan las especificaciones necesarias de la capa PON para su implementación. En particular, se dan directrices sobre los objetivos de calidad de funcionamiento (por ejemplo, tiempo de conmutación y de detección), funcionalidad de aplicación (por ejemplo, modo reversible, modo irreversible, soporte de tráfico adicional, conmutación automática y conmutación forzada), criterios de conmutación y protocolos de conmutación (mecanismos 1+1, 1:1, 1:N, bidireccionales y unidireccionales).

En esta Recomendación se examinan mejoras de protección para el suministro de servicios de alta fiabilidad aplicables a diversas situaciones de red B-PON, en particular fibra al armario (FTTCab) y fibra a la oficina (FTTO).

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.

- [1] Recomendación UIT-T G.652 (2000), *Características de un cable de fibra óptica monomodo.*
- [2] Recomendación UIT-T G.671 (2001), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos.*
- [3] Recomendación UIT-T G.783 (2000), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.*
- [4] Recomendación UIT-T G.841 (1998), *Tipos y características de las arquitecturas de protección para redes de la jerarquía digital síncrona.*
- [5] Recomendación UIT-T G.902 (1995), *Recomendación marco sobre redes de acceso funcional – Arquitectura y funciones, tipos de accesos, gestión y aspectos del nodo de servicio.*
- [6] Recomendación UIT-T G.957 (1999), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.*
- [7] Recomendación UIT-T G.958 (1994), *Sistemas de línea digitales basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.*

- [8] Recomendación UIT-T G.982 (1996), *Redes de acceso óptico para el soporte de servicios que funcionan con velocidades binarias de hasta la velocidad primaria de la red digital de servicios integrados (RDSI) o velocidades binarias equivalentes.*
- [9] Recomendación UIT-T G.983.1 (1998), *Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas.*
- [10] Recomendación UIT-T G.983.2 (2000), *Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas con modo de transferencia asíncrono.*
- [11] Recomendación UIT-T I.321 (1991), *Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación.*
- [12] Recomendación UIT-T I.326 (1995), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono.*
- [13] Recomendación UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [14] Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [15] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales.*
- [16] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA.*
- [17] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo transferencia asíncrono.*

3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AF	Función de adaptación (<i>adaptation function</i>)
APS	Conmutación de protección automática (<i>automatic protection switching</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
BIP	Paridad de entrelazado de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
B-PON	Red óptica pasiva de banda ancha (<i>broadband passive optical network</i>)
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CID	Dígito idéntico consecutivo (<i>consecutive identical digit</i>)
CPE	Error de fase de célula (<i>cell phase error</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
E/O	eléctrico/óptico
FTTB/C	Fibra al edificio/a la acometida (<i>fibre to the building/curb</i>)
FTTCab	Fibra al armario (<i>fibre to the cabinet</i>)

FTTH	Fibra a la vivienda (<i>fibre to the home</i>)
FTTO	Fibra a la oficina (<i>fibre to the office</i>)
HEC	Control de errores del encabezamiento (<i>header error control</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LCD	Pérdida de delimitación de célula (<i>loss of cell delineation</i>)
LCF	Campo control de láser (<i>laser control field</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
LT	Terminal de línea (<i>line terminal</i>)
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MSP	Protección de sección múltiplex (<i>multiplex section protection</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OAN	Red de acceso óptico (<i>optical access network</i>)
ODF	Repartidor óptico (<i>optical distribution frame</i>)
ODN	Red de distribución óptica (<i>optical distribution network</i>)
OLT	Terminación de línea óptica (<i>optical line termination</i>)
ONT	Terminación de red óptica (<i>optical network termination</i>)
ONU	Unidad de red óptica (<i>optical network unit</i>)
OpS	Sistema de operaciones (<i>operations system</i>)
PLOAM	OAM de capa física (<i>physical layer OAM</i>)
PON	Red óptica pasiva (<i>passive optical network</i>)
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PST	Traza de sección de PON (<i>PON section trace</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RAU	Unidad de acceso de petición (<i>request access unit</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RMS	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SD	Degradación de la señal (<i>signal degrade</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SF	Fallo de la señal (<i>signal fail</i>)
SN	Número de serie (<i>serial number</i>)
SNI	Interfaz de nodo de servicio (<i>service node interface</i>)
SPC	Función de puerto de servicio (<i>service port function</i>)

TC	Convergencia de transmisión (<i>transmission convergence</i>)
TDMA	Acceso múltiple por división en el tiempo (<i>time division multiple access</i>)
UI	Intervalo unitario (<i>unit interval</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user network interface</i>)
UPC	Control de parámetro de utilización (<i>usage parameter control</i>)
UPF	Función puerto de usuario (<i>user port function</i>)
VC	Canal virtual (<i>virtual channel</i>)
VoD	Vídeo a la carta (<i>video on demand</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)
VPI	Identificador de trayecto virtual (<i>virtual path identifier</i>)
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

4 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

4.1 protección 1:1: Un sistema con configuración de protección 1:1 es aquél en el que el equipo de trabajo cursa el tráfico mientras que el equipo de protección está en reserva sin cursar tráfico. Se trata de un caso especial de la mucho más general protección 1:N, en la que hay un equipo de protección para N equipos de trabajo.

4.2 protección 1+1: Un sistema con configuración de protección 1+1 es aquél en el que el equipo de trabajo y el de protección cursan el mismo tráfico.

4.3 arquitectura de protección X:N: Un sistema con arquitectura de protección X:N es aquél que dispone de X redes PON de protección para N redes PON de trabajo, y en el que algunas o todas de las ONU protegidas de las PON de trabajo pueden conectarse a cualquiera de las X redes PON de protección.

4.4 protección bidireccional: Tras detectar un fallo en su equipo de trabajo, un sistema con configuración de protección bidireccional necesita el acuse del equipo de protección en el extremo distante antes de conmutar al equipo de protección.

4.5 protección unidireccional: Un sistema con configuración de protección unidireccional puede conmutar al equipo de protección tras detectar un fallo en su equipo de trabajo.

4.6 mezclado: Esta función puede aplicarse a los datos de usuario transmitidos en el sentido hacia el destino desde una OLT a sus ONU. El mezclado proporciona la necesaria función de aleatorización de datos y ofrece un bajo nivel de protección de la confidencialidad de los datos. Se instala en la capa TC del sistema B-PON y puede ser activada para conexiones hacia el destino punto a punto.

4.7 funcionamiento dúplex: Comunicación bidireccional que utiliza la misma longitud de onda para los dos sentidos de transmisión en una misma fibra.

4.8 tráfico adicional: Tráfico de prioridad inferior al que lleva la entidad de trabajo. Lo lleva la entidad de protección mientras la entidad de trabajo está activa. El tráfico adicional no está protegido, es decir que, cuando se pide a la entidad de protección que proteja el tráfico que está llevando la entidad de trabajo (debido a un fallo o a una operación de conmutación forzada/conmutación manual en esta última entidad), el tráfico adicional queda relegado.

4.9 concesión: Breve mensaje transmitido hacia el destino, por el que se da permiso a una determinada ONU para que transmita una célula hacia el origen. La OLT controla la distribución de

concesiones a las ONU y asegura el buen uso del canal en sentido hacia el origen sin colisiones de datos.

4.10 retardo medio de transferencia de la señal: Los valores medios en transmisión hacia el origen y hacia el destino entre puntos de referencia "V" y "T"; un valor dado se determina midiendo el retardo de ida y retorno y dividiendo por dos el valor obtenido.

4.11 no reversible: Una configuración de protección es no reversible si el sistema no vuelve a su configuración inicial.

4.12 red de acceso óptico (OAN, *optical access network*): El conjunto de enlaces de acceso que comparten las mismas interfaces del lado red y están soportados por sistemas de transmisión de acceso óptico. La OAN puede incluir varias ODN conectadas a la misma OLT.

4.13 red de distribución óptica (ODN, *optical distribution network*): Una ODN proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hasta los usuarios, y viceversa. Utiliza componentes ópticos pasivos.

4.14 terminación de línea óptica (OLT, *optical line termination*): Una OLT proporciona la interfaz lado red de la OAN, y está conectada a una o varias ODN.

4.15 terminación de red óptica (ONT, *optical network termination*): Una ONU utilizada para FTTH y que incluye la función de puerto de usuario.

4.16 unidad de red óptica (ONU, *optical network unit*): Una ONU proporciona (directamente o a distancia) la interfaz lado usuario de la OAN, y está conectada a la ODN. En cuanto a las funciones de protección se refiere, la ONU y la ONT tienen la misma funcionalidad. En aras de la claridad, en esta Recomendación sólo se hace referencia a la ONU.

4.17 determinación de distancia; determinación de alcance: En un sistema dado, es necesario transmitir una célula hacia el origen sin que entre en colisión con ninguna otra en este sistema. La determinación de distancia es una función que mide la distancia lógica entre cada ONU y la OLT y decide la temporización de la transmisión cuando cada ONU recibe una concesión.

4.18 reversible: Se dice que una configuración de protección es reversible cuando el sistema conmuta automáticamente en retorno al equipo de trabajo una vez que éste ha sido reparado o restablecido de una situación de fallo. Por tanto, en una configuración de protección reversible el sistema tiene un equipo de trabajo fijo. El equipo de protección sólo se utiliza cuando el equipo de trabajo no está en servicio.

4.19 función de puerto de servicio (SPF, *service port function*): La función de puerto de servicio adapta los requisitos definidos para una interfaz de nodo de servicio (SNI) al tratamiento de los portadores comunes y selecciona la información pertinente que deberá ser tratada en la función de gestión de sistema de red de acceso (AN).

4.20 acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*): Técnica de transmisión mediante la cual muchos intervalos de tiempo son multiplexados para formar una misma cabida útil de tiempo.

4.21 función de puerto de usuario (UPF, *user port function*): La función de puerto de usuario adapta los requisitos específicos de la UNI a las funciones de núcleo y de gestión. La AN puede soportar un número de accesos e interfaces usuario-red diferentes que requieren funciones concretas de acuerdo con la correspondiente especificación de interfaz y los requisitos de capacidad portadora de acceso, es decir, portadores para transferencia de información y protocolos.

4.22 verificación: Un usuario malicioso podría hacerse pasar por otra ONU y utilizar la red como si el usuario supiera que la ONU no está alimentada en energía. La función de verificación se utiliza para determinar si un usuario malicioso está haciéndose pasar por una ONU conectada.

4.23 multiplexación por división de longitud de onda (WDM, *wavelength division multiplexing*): Multiplexación bidireccional que emplea diferentes longitudes de onda para las señales dirigidas hacia el origen o hacia el destino.

5 Arquitectura y requisitos para redes de acceso ópticas protegidas

5.1 Arquitectura y requisitos

5.1.1 Categorías de servicio

Se han examinado las siguientes categorías de servicio:

- Servicios asimétricos de banda ancha (por ejemplo, servicios de radiodifusión digital, VoD, Internet, enseñanza a distancia, telemedicina, etc.).
- Servicios simétricos de banda ancha (por ejemplo, servicios de telecomunicaciones para pequeñas empresas, teleconsulta, etc.).
- RTPC y RDSI. La red de acceso podrá proporcionar de manera flexible servicios telefónicos de banda estrecha.
- Servicios fiables. La red de acceso podrá proporcionar protección al tráfico de usuario que exige un gran nivel de fiabilidad contra fallos en el equipo o en las instalaciones de la red.

5.1.2 Antecedentes y requisitos

La configuración de red queda fundamentalmente satisfecha con las configuraciones tipo B y C descritas en la Rec. UIT-T G.983.1. Los siguientes puntos son necesarios para disponer de arquitectura de capacidad de supervivencia de la B-PON:

- Configuración de protección tipo B. En este tipo de configuración (véase la figura 1) las ONU no disponen de equipo redundante. La OLT con capacidad de protección realiza una conmutación si se produce un fallo en la interfaz PON de trabajo o se rompe una fibra directamente conectada. Las ONU conformes con la Rec. UIT-T G.983.1 satisfacen la configuración de protección tipo B sin necesidad de ninguna modificación.
- Configuración de protección tipo C. En este tipo de configuración (véanse las figuras 2 y 3) hay redundancia de equipos en la OLT y en las ONU. La OLT con capacidad de protección realiza una conmutación si se produce un fallo en cualquier interfaz PON de la OLT o de las ONU o si se rompe una fibra en la ODN. En esta Recomendación se tratan las modificaciones que es necesario introducir en la Rec. UIT-T G.983.1 para el soporte de la configuración de protección tipo C.
- Configuración de tipo C con una combinación de ONU protegidas y no protegidas. Las funciones de protección deberán permitir la combinación de ONU protegidas y no protegidas. En ciertos tipos de fallos las ONU no protegidas pueden sufrir interrupción del servicio mientras se recuperan las ONU protegidas.
- Configuración de protección tipo C con variante X:N. En esta variante de configuración tipo C (véase la figura 3) se dota a la OLT con redundancia de equipos [en algunos o en todos los terminales de línea (LT, *line terminals*)] y en algunas o en todas las ONU. Esta variante permite la conexión de las ONU protegidas con cualquiera de los LT de protección, independientemente del LT de trabajo al que pertenezcan. Esta variante es facultativa.
- Configuración tipo C con tráfico adicional. Las entidades de protección deberían poder servir tráfico adicional mientras que la entidad de trabajo está activa. El tráfico adicional no estará protegido. Esta opción hace posible la utilización eficaz del ancho de banda en las entidades de protección. El operador debe tener la posibilidad de no activar esta opción de tráfico adicional.

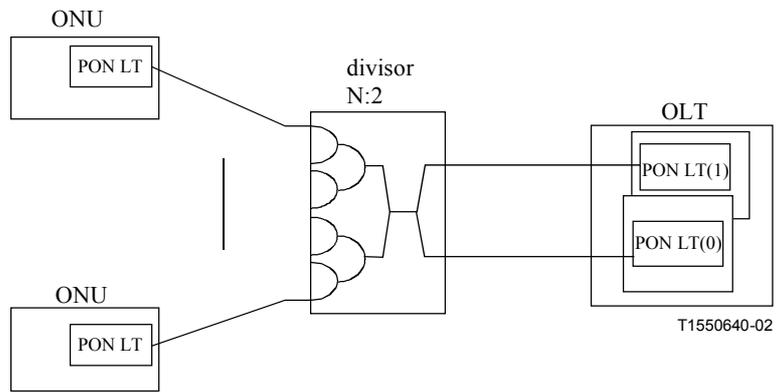


Figura 1/G.983.5 – Tipo B: Sistema con protección en la OLT únicamente

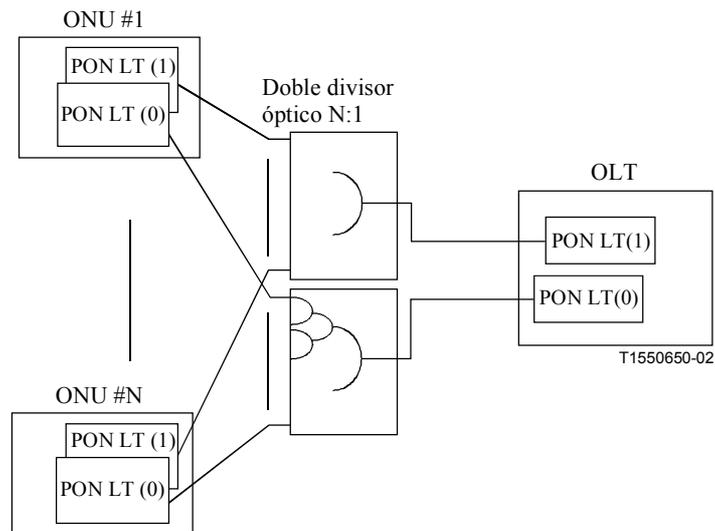


Figura 2/G.983.5 – Tipo C: Sistema con protección completa, 1:1 y 1+1

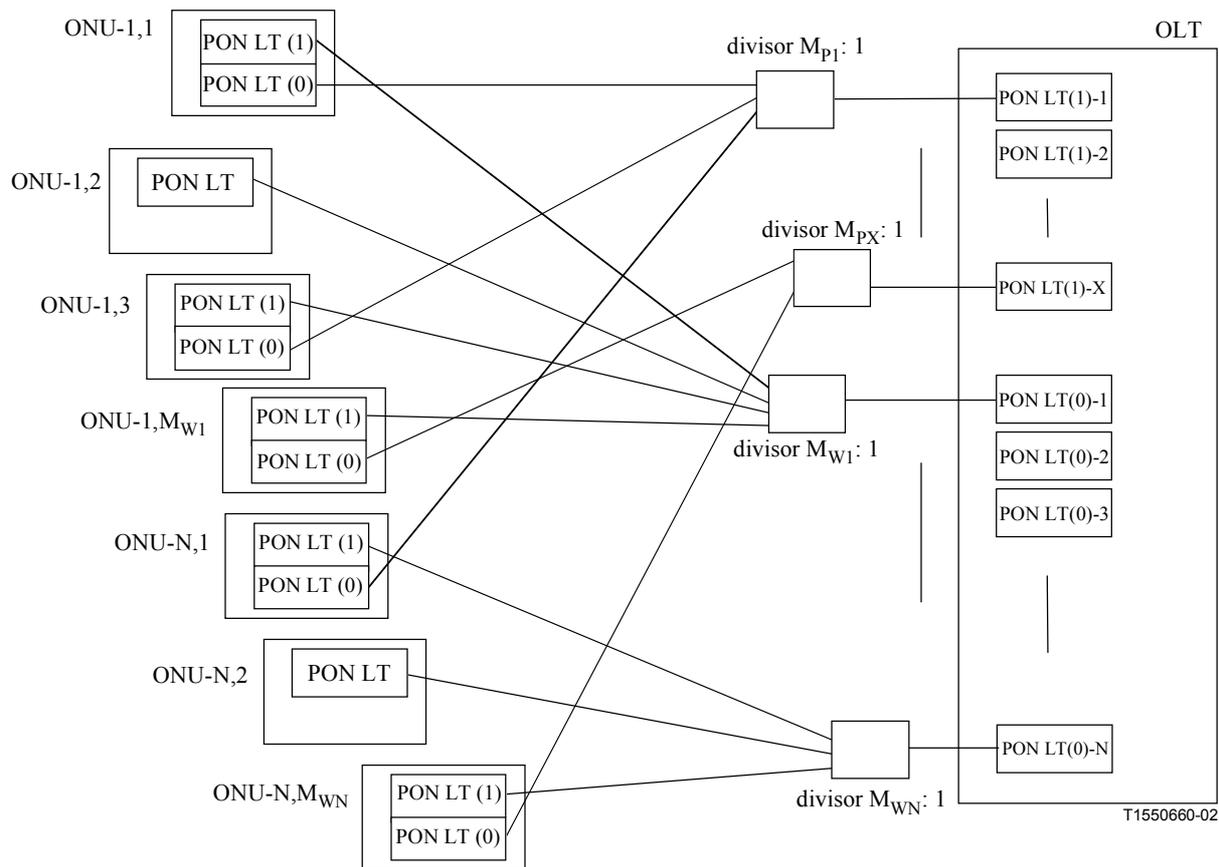


Figura 3/G.983.5 – Tipo C: Sistema con protección X:N

Los sistemas redundantes B-PON deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- Debería ser posible disponer de configuraciones de protecciones tipo B y tipo C en una misma OLT:
 - Debería ser posible duplicar la interfaz OLT-PON y las fibras entre la OLT y el divisor, y duplicar todo el trayecto de fibra entre la OLT y la ONU para un conjunto de ONU.
 - Las dos configuraciones deberían estar disponibles en la misma OLT, pero no en la misma interfaz ODN.
- Debería ser posible la interoperabilidad entre OLT y ONU adquiridas de múltiples proveedores.
- En la configuración de tipo C debería ser posible disponer de una combinación de ONU protegidas y no protegidas en una misma interfaz B-PON.
- Añadir o suprimir una ONU protegida de una PON no debería afectar a las demás ONU de la misma PON.
- Debería ser posible la conmutación automática, que podría activarse al detectar un fallo como pérdida de la señal, pérdida de la delimitación de la célula, degradación de la señal (por ejemplo, que la tasa de errores de bit (BER) supere un valor de umbral predeterminado), etc.
- Debería ser posible la conmutación forzada, la cual se activaría con propósitos administrativos tales como el reencaminamiento de fibras, la sustitución de fibras, etc.
- Es necesario evitar conmutaciones innecesarias. Debido a que la conmutación inestable afecta a la calidad del servicio, no debería producirse conmutación de protección innecesaria ni conmutación de protección reversible innecesaria.

- Debería ser posible llevar a cabo la conmutación sin perder la conexión en el caso de conexiones ATM.
- El operador debería poder elegir entre el modo de conmutación reversible e irreversible.
- Si no se utiliza la opción de tráfico adicional la duración de la interrupción del servicio debería ser inferior a 50 ms.
- Los eventos o situaciones que provocan la conmutación automática deberían elegirse de entre los parámetros OAM G.983.1.
- Los protocolos y mecanismos elegidos deberán aplicarse a la capa de sección B-PON.
- La configuración de tipo C debería ser capaz de soportar el tráfico adicional:
 - El tráfico adicional deberían servirlo las entidades de protección mientras que la entidad de trabajo está activa y no estaría protegido. Esta capacidad proporcionará la utilización eficaz del ancho de banda en las entidades de protección.
 - Este requisito se aplica únicamente a la configuración de tipo C.
 - El operador deberá tener la posibilidad de no activar la opción de tráfico adicional (por ejemplo, para lograr un menor tiempo de interrupción del servicio).

5.2 Configuración de referencia

La configuración de referencia es la misma que la mostrada en la figura 2/G.983.1.

5.3 Bloques funcionales

Los bloques funcionales son los mismos que los descritos en 5.3/G.983.1.

5.4 Bloque funcional ONU

En la figura 4 se muestra un ejemplo de una ONT protegida (ONU con función puerto de usuario). La ONT está activa y desacopla el mecanismo de entrega de la red de acceso con respecto a la distribución en el interior del local. El núcleo ONT consiste en interfaces ODN redundantes, conmutador de interfaz ODN, puerto de usuario, funciones de multiplexación (MUX, multiplexing)/demultiplexación de transmisión, de servicios y clientes, y alimentación en energía.

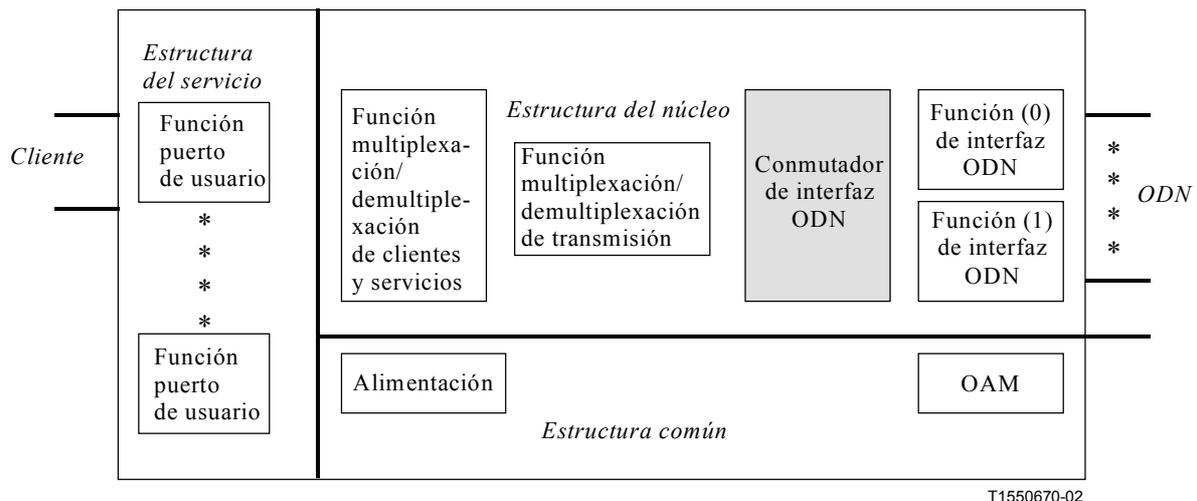


Figura 4/G.983.5 – Bloques funcionales ONU

5.4.1 Interfaz de la red de distribución óptica (ODN)

La interfaz ODN realiza la conversión optoelectrónica. La interfaz ODN extrae células ATM de la cabida útil PON hacia el destino e inserta células ATM en la cabida útil PON hacia el origen, con la sincronización adquirida de la temporización de la trama hacia el destino. Hay dos interfaces ODN en una ONT/ONU protegida.

5.4.2 Multiplexación

El multiplexor (MUX) realiza la multiplexación de interfaces de servicio en la interfaz ODN. Únicamente las células ATM válidas pueden pasar a través del MUX, por lo que muchos trayectos virtuales (VP) pueden compartir eficazmente el ancho de banda hacia el origen asignado.

5.4.3 Puerto de usuario

El puerto de usuario interconecta a través de la UNI con el terminal de usuario. El puerto de usuario realiza funciones tales como insertar células ATM en la cabida útil hacia el origen y extraer células ATM de la cabida útil hacia el destino.

5.4.4 Alimentación de la ONU

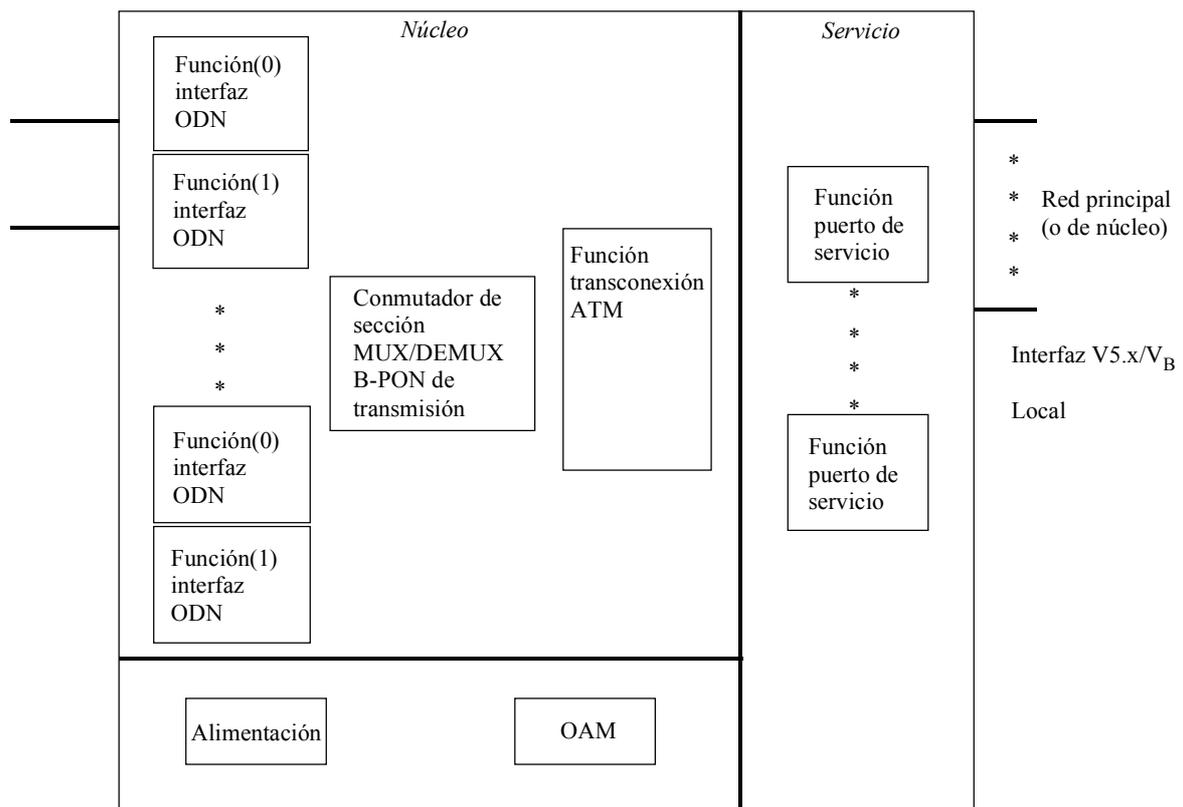
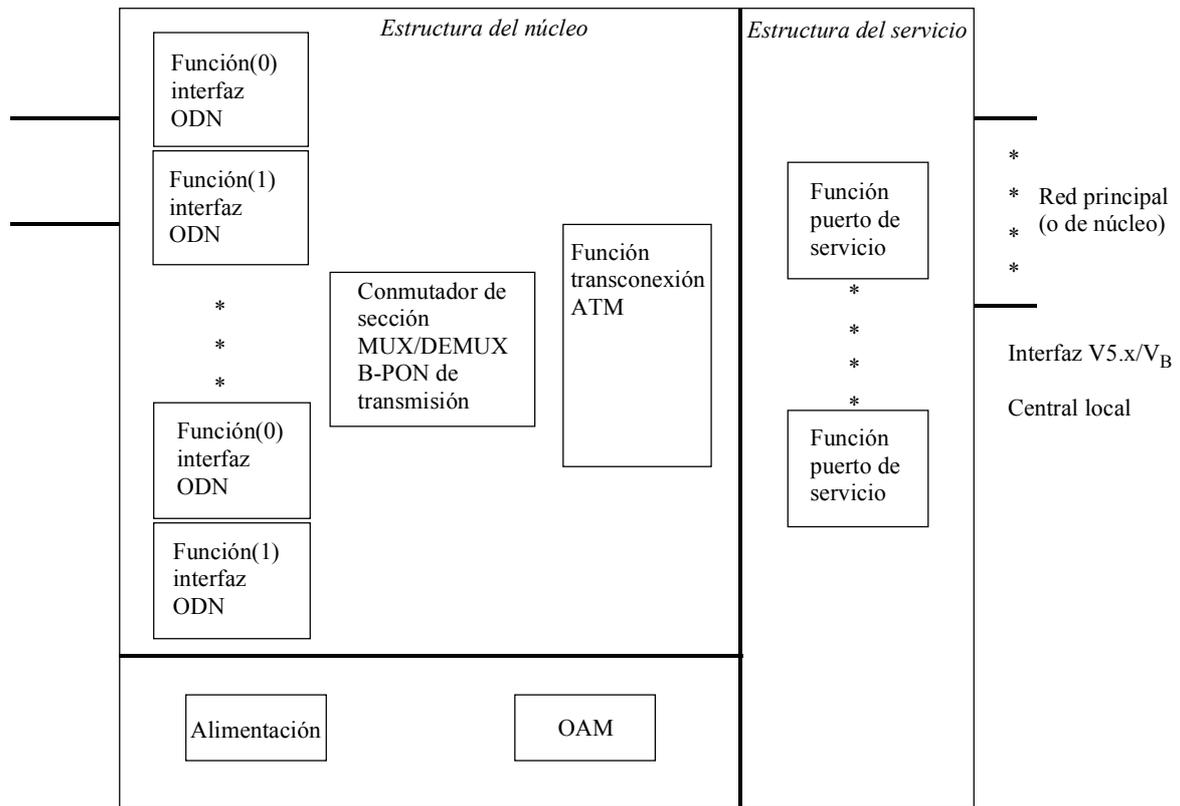
La alimentación de la ONU puede depender de la implementación.

5.4.5 Conmutador de interfaz ODN

El conmutador de la interfaz ODN selecciona la interfaz ODN "en servicio".

5.5 Bloque funcional OLT

La OLT se conecta a las redes conmutadas mediante interfaces normalizadas (VB5.x, V5.x, NNI). En el lado distribución presenta el acceso óptico de acuerdo con los requisitos acordados, en cuanto a la velocidad binaria, presupuesto de potencia, etc.



T1550680-02

Figura 5/G.983.5 – Bloques funcionales OLT

La OLT comprende tres partes: la función puerto de servicio, la interfaz ODN y el conmutador de sección MUX/DEMUX/B-PON de transmisión para el acondicionamiento de VP (véase la figura 5). (Esta combinación no pretende excluir la función capa de canal virtual (VC) en la OLT. Como se dijo en la Rec. UIT-T G.983.1 esta función queda en estudio.)

- 1) *Función puerto de servicio*
La misma que en el apartado 1) de 5.5.1/G.983.1.
- 2) *Conmutador de sección MUX/DEMUX/B-PON de transmisión*
Proporciona conexiones VP entre la función puerto de servicio y la interfaz ODN. Se asignan distintos VP a distintos servicios en el flujo de información IF_{PON} . Se intercambian diversos flujos de información tales como contenido principal de datos, señalización y células OAM utilizando conexiones virtuales (VC) del trayecto virtual (VP). El conmutador de sección MUX/DEMUX/B-PON de transmisión selecciona cada sección B-PON tomándola de las interfaces ODN redundantes.
- 3) *Interfaz ODN*
El terminal de línea (LT) PON realiza la conversión optoelectrónica. La interfaz ODN se ocupa de funciones tales como insertar células ATM en la cabida útil PON hacia el destino y extraer células ATM de la cabida útil PON hacia el origen. La interfaz ODN es redundante.

5.6 Bloque funcional red de distribución óptica (ODN)

El bloque funcional ODN es el mismo de 5.6/G.983.1.

5.6.1 Elementos ópticos pasivos

Los elementos ópticos pasivos son los mismos de 5.6.1/G.983.1.

5.6.2 Interfaces ópticas

En el contexto de la configuración de referencia, la figura 6 muestra la configuración física genérica de una ODN.

Los dos sentidos de transmisión óptica en la ODN se determinan del modo siguiente:

- sentido hacia el destino en el caso de señales transmitidas de la OLT a las ONU;
- sentido hacia el origen en el caso de señales transmitidas de las ONU a la OLT.

La transmisión en el sentido hacia el destino y la transmisión en el sentido hacia el origen pueden realizarse por la misma fibra y los mismos componentes (modo dúplex/díplex) o por fibras y componentes distintos (modo símplex).

Si se necesitan conectores adicionales u otros dispositivos pasivos para la reorganización de la ODN se deberán situar entre los puntos S y R y sus pérdidas deberán tenerse en cuenta en todo cálculo de la pérdida óptica.

La ODN ofrece uno o más trayectos ópticos entre una OLT y una o más ONU. Cada trayecto óptico se define entre puntos de referencia en un determinado intervalo de longitudes de onda.

En la figura 6 se definen las interfaces ópticas siguientes:

O_{ru} , O_{rd} : interfaces ópticas en el punto de referencia R/S entre la ONU y la ODN para los sentidos hacia el origen y hacia el destino, respectivamente.

O_{lu} , O_{ld} : interfaces ópticas en el punto de referencia S/R entre la OLT y la ODN para los sentidos hacia el origen y hacia el destino, respectivamente.

En la capa física, las interfaces necesitan entonces como mínimo dos fibras para las ONU y las OLT protegidas, y pueden necesitar más de dos fibras, por ejemplo para separar los sentidos de transmisión o en el caso de distintos tipos de señales/servicios.

Las interfaces ópticas (O_{ru} , O_{rd} , O_{lu} , O_{ld}) se definen en la cláusula 8.

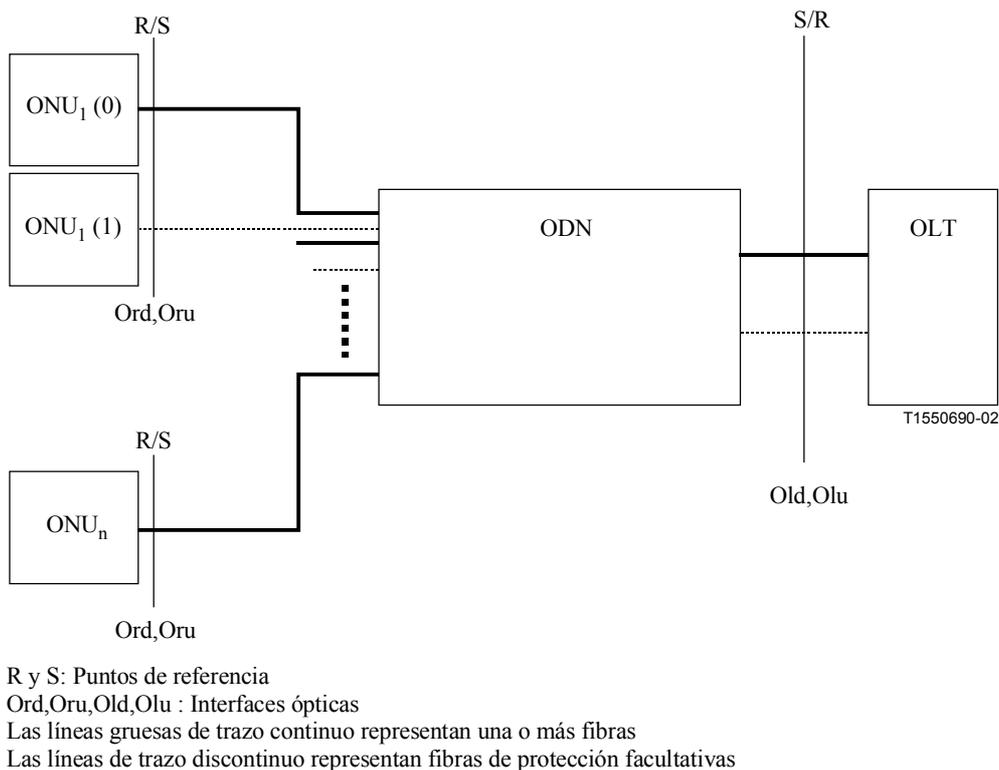


Figura 6/G.983.5 – Configuración física genérica de la red de distribución óptica

Las propiedades ópticas de la ODN deberán permitir la prestación de cualquier servicio actualmente previsible, sin tener que introducir grandes modificaciones en la propia ODN. Este requisito influye en las propiedades que han de tener los componentes ópticos pasivos que constituyen la ODN. A continuación se enumera un conjunto de requisitos esenciales que influyen directamente en las propiedades ópticas de la ODN:

- transparencia óptica a la longitud de onda: los dispositivos tales como los bifurcadores ópticos, que no están previstos para realizar ninguna función selectiva de longitud de onda, podrán soportar la transmisión de señales de cualquier longitud de onda en las regiones de 1310 nm y 1550 nm;
- reciprocidad: la inversión de los puertos de entrada y salida no producirá cambios apreciables en la pérdida óptica a través de los dispositivos;
- compatibilidad con la fibra: todos los componentes ópticos serán compatibles con la fibra monomodo especificada en la Rec. UIT-T G.652.

En la configuración ODN tipo B, la interfaz óptica para la interfaz OLT activa/de trabajo (O_{ld}) es la misma que la especificada en la Rec. UIT-T G.983.1. La interfaz O_{ld} para la OLT LT inactiva/de reserva no debería estar "encendida" (es decir, el diodo láser no debería estar activo) a fin de evitar interferencias en el sentido hacia el destino.

En la configuración ODN tipo C, las interfaces ópticas en la OLT y la ONU son las mismas que las especificadas en la Rec. UIT-T G.983.1.

5.6.2.1 Cálculo de pérdidas en el modelo de red de distribución óptica

Véase la Rec. UIT-T G.982.

5.6.2.2 Métodos de cálculo de pérdidas en el modelo de red de distribución óptica

Véase la Rec. UIT-T G.982.

6 Servicios

Las redes de acceso de banda ancha con funciones de protección pueden transportar servicios de gran fiabilidad, por ejemplo líneas dedicadas o VPN de gran fiabilidad. También pueden transmitir los servicios de banda ancha definidos en la Rec. UIT-T G.983.1 y/o una combinación de servicios protegidos y no protegidos. Además, pueden transmitir servicios económicos y de poca fiabilidad como los llamados "servicios de tráfico adicional" los cuales quedan relegados por servicios de gran fiabilidad cuando se produce un fallo.

7 Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio

Las interfaces UNI y SNI son las mismas que en la cláusula 7/G.983.1.

8 Requisitos relativos a la capacidad de supervivencia de la red óptica

8.1 Estructura estratificada de la red óptica robusta B-PON

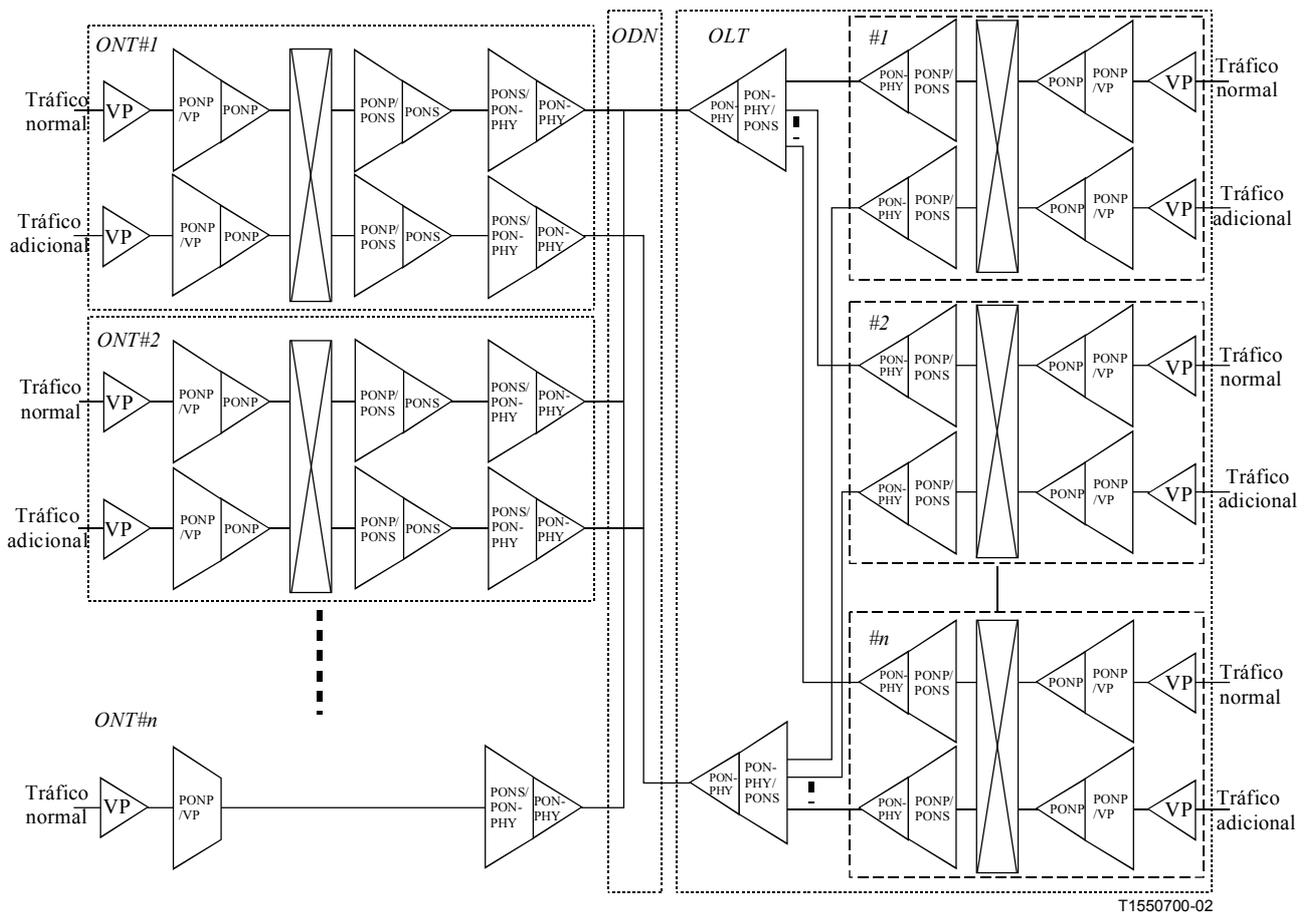
La estructura estratificada (organizada en capas) de la red óptica y los requisitos de capa dependientes del medio físico son los mismos que en las cláusulas 8.1 y 8.2/G.983.1.

Arquitectura estratificada de la conmutación tipo C

En esta cláusula se describe la arquitectura estratificada (organizada en capas) para la protección B-PON. Para proteger cada línea de rama y dar cabida a una combinación de ONU protegidas y ONU no protegidas, la capacidad de supervivencia (o robustez) del sistema B-PON se consigue conmutando el tráfico de cada ONU. En la figura 7 se muestra la arquitectura estratificada de la protección B-PON, la cual se basa en la descripción presentada en la Rec. UIT-T G.805. La figura 8 representa la estructura de multiplexación de las capas de sección/trayecto entre la OLT y la ONU con la función de protección.

Una sección B-PON se define como el grupo de VP entre la OLT y una ONU. Si hay "n" ONU conectadas a una OLT, habrá "n" secciones B-PON. Estas secciones se supervisan utilizando células PLOAM para la función de capa TC.

La función protección de la capa de sección B-PON no está en la capa ATM, sino que se crea en la capa TC entre una ONU y una sección OLT que incluye todos los trayectos VPI en la ONU, y se realiza de manera independiente para cada fallo de línea de rama. Para ello, la sección B-PON se puede comprobar utilizando la función OAM de capa TC. Con esta protección de la capa de sección B-PON se consigue mayor fiabilidad y flexibilidad en la red de conmutación de protección ODN.



T1550700-02

- PONS Sección de red óptica pasiva
- PONP Protección de red óptica pasiva
- PON-PHY Física de red óptica pasiva
- VP Trayecto virtual

Figura 7/G.983.5 – Ejemplo de arquitectura estratificada en B-PON

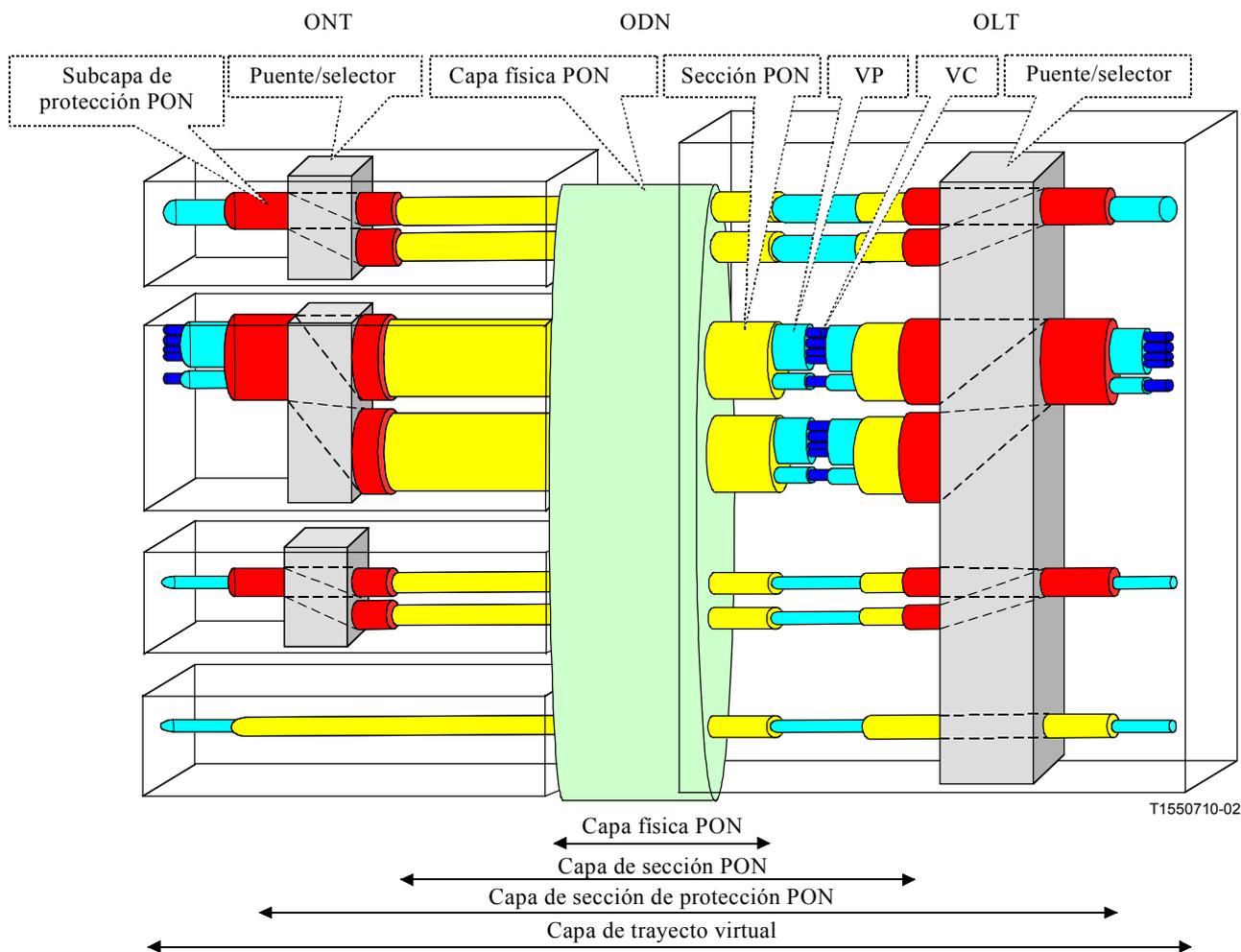


Figura 8/G.983.5 – Imagen de la capa en B-PON

8.2 Requisitos de la capa dependientes del medio físico para la B-PON

Los mismos que en la Rec. UIT-T G.983.1.

8.3 Requisitos de la capa TC adicional para la capacidad de supervivencia de B-PON

Para los requisitos de la capa dependientes del medio físico se hace referencia a las Recomendaciones UIT-T G.983.1 y G.983.3. Además de las funciones de capa TC ya especificadas en la Rec. UIT-T G.983.1, se añaden las siguientes funciones de capa TC para la aplicación de la capacidad de supervivencia.

8.3.1 Identificación del enlace PON dúplex

En los sistemas protegidos donde una PON redundante protege la PON activa, la conmutación de protección se activará utilizando mensajes especificados en células PLOAM o en determinados protocolos PON. Esta secuencia requiere que los números de línea de la OLT concuerden exactamente con los de la ONU. El identificador de línea se asigna al transmisor atendiendo al esquema de interconexión entre las OLT y las ONU. El identificador de línea se envía periódicamente a la OLT y la ONU para comprobar si el identificador de línea recibido es el mismo que el identificador propio del equipo. Se define en el mensaje de traza de sección PON (PST, *PON section trace*). Luego, cada equipo puede comprobar su conexión continua con el transmisor deseado. Si el número de línea recibido es diferente del número de línea del equipo, el equipo genera la alarma de discordancia de enlace (MIS, *link mismatching*). En el caso de un sistema no protegido, la alarma de discordancia de enlace es facultativa.

8.3.2 Mensajes adicionales en el canal PLOAM con miras a la capacidad de supervivencia

Los mensajes PLOAM se describen en 8.3.8.1/G.983.1. Atendiendo a la capacidad de supervivencia de B-PON, se ha redefinido el mensaje PST para que incluya un mensaje PLOAM adicional. La definición de este mensaje se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1/G.983.5 – Definición del mensaje PST

	Nombre del mensaje	Función	Sentido de transmisión	Activador	Número de veces que se envía	Efecto al recibirse
15	Mensaje PST (mensaje difundido) (La OLT puede enviar este mensaje si necesita enviar el mismo mensaje a todas las ONU.)	Para comprobar la conectividad OLT-ONU en una configuración redundante y para efectuar APS. El nivel de prioridad es 1.	OLT → ONU	Se envía cuando se debe enviar simultáneamente un mensaje común a todas las ONU.	Cada vez que se cumple la condición de activación.	El mismo efecto que el del mensaje individual. (véase nota)
	Mensaje PST (mensaje individual)	Para efectuar APS. El nivel de prioridad es 1.		Se envía a una cierta cadencia o cuando la OLT detecta el activador APS para cambiar los octetos K1/K2.	Una vez por segundo o cuando se deban cambiar los octetos K1/K2.	La ONU comprueba los octetos K1/K2 y efectúa APS. (véase nota)
28	Mensaje PST	Para comprobar la conectividad OLT-ONU en una configuración redundante y para efectuar APS. El nivel de prioridad es 1.	OLT ← ONU	Se envía a una cierta cadencia o cuando la OLT detecta el activador APS para cambiar los octetos K1/K2.	Una vez por segundo o cuando se deban cambiar los octetos K1/K2.	La OLT compara el número de enlace con su propio número de enlace y genera una alarma de discordancia de enlace (MIS) si son diferentes o la OLT comprueba los octetos K1/K2 y efectúa APS.
NOTA – La ONU compara el número de enlace con su propio número de enlace y genera una alarma de discordancia de enlace (MIS) si son diferentes. Esto se comprueba enviando mensajes individuales o difundidos.						

8.3.3 Formato de los mensajes

En esta cláusula se define el contenido de los mensajes descritos en la sección anterior.

8.3.3.1 Formato de los mensajes en el sentido hacia el destino

El formato de los mensajes en el sentido hacia el destino se describe en la Rec. UIT-T G.983.1. En el cuadro 2 se muestra el mensaje PST añadido para incluir la capacidad de supervivencia.

Cuadro 2/G.983.5 – Formato de los mensajes hacia el destino

Mensaje PST		
Octeto	Contenido	Descripción
35	01000000 o PON_ID	Mensaje difundido a todas las ONU o mensaje individual para una determinada ONU
36	10000000	Identificación del mensaje "PST"
37	Linenumber	Puede ser 0 o el identificador de línea
38	Control	Es el octeto K1 especificado en la Rec. UIT-T G.783
39	Control	Es el octeto K2 especificado en la Rec. UIT-T G.783
40..46	No especificados	

8.3.3.2 Formatos de los mensajes en el sentido hacia el origen

El formato de los mensajes en el sentido hacia el origen se describe en la Rec. UIT-T G.983.1. En el cuadro 3 se muestra el mensaje PST añadido para incluir la capacidad de supervivencia.

Cuadro 3/G.983.5 – Formato de los mensajes hacia el origen

Mensaje PST		
Octeto	Contenido	Descripción
2	PON_ID	Indica la ONU que generó el mensaje
3	10000010	Identificador del mensaje "PST"
4	Linenumber	Puede ser 0 o el identificador de línea
5	Control	Es el octeto K1 especificado en la Rec. UIT-T G.783
6	Control	Es el octeto K2 especificado en la Rec. UIT-T G.783
7..13	No especificados	

8.4 Método de determinación de distancia

El mismo que en la Rec. UIT-T G.983.1.

8.5 Conmutación de protección

8.5.1 Función protección de PON

Arquitectura de conmutación tipo B

No se prevén requisitos concretos para las ONU con configuración tipo B.

Para las OLT se necesitan dos nuevas funciones: una función de selección para elegir el PON-IF y una función de apagado para el PON-IF de reserva.

Arquitectura de conmutación tipo C

En la configuración de tipo C se necesita protección de la sección B-PON. Cada sección B-PON corresponde a una conexión entre una OLT y una ONU, y puede contener varios TCONT y trayectos VPI. La protección de la sección B-PON se realiza de manera independiente para cada fallo de línea de rama. De este modo se consigue disponer de una mixta de ONU protegidas y no protegidas, lo que proporciona mayor fiabilidad y flexibilidad en la red conmutada ODN.

Arquitecturas 1:1 y 1+1

Hay dos tipos de arquitectura de protección:

i) *Arquitectura 1:1*

En el sentido hacia el origen es normalmente la entidad de trabajo la que cursa el tráfico. Si se produce un fallo en la entidad de trabajo o se realiza una conmutación forzada/manual el tráfico lo cursa la entidad de protección.

ii) *Arquitectura 1+1*

En el sentido hacia el origen la señal se transmite a través de la entidad de trabajo y de la entidad de protección. En el sentido hacia el destino se selecciona una de las dos señales (que debe tener una buena calidad de transmisión).

NOTA – Solamente la arquitectura 1:1 puede soportar tráfico adicional.

En las figuras 9 y 10 se muestran, respectivamente, las arquitecturas de conmutación 1:1 y 1+1.

Arquitectura X:N

En esta arquitectura se dispone de X redes PON de protección para N redes PON de trabajo (el valor de X está comprendido entre 1 y N). Las N redes PON de trabajo pueden disponer de una combinación de ONU protegidas y no protegidas. Las ONU protegidas pueden conectarse a cualquiera de las X redes PON de protección, de manera que las ONU protegidas pertenecientes a la misma PON de trabajo se pueden conectar a distintas PON de protección, y que las ONU protegidas pertenecientes a distintas PON de trabajo se pueden conectar a la misma PON de protección.

Esta arquitectura es compatible con las implementaciones de conmutación 1:1 y 1+1, y es independiente del protocolo. Proporciona protección contra múltiples fallos en diferentes PON de trabajo con menos de N redes PON de protección.

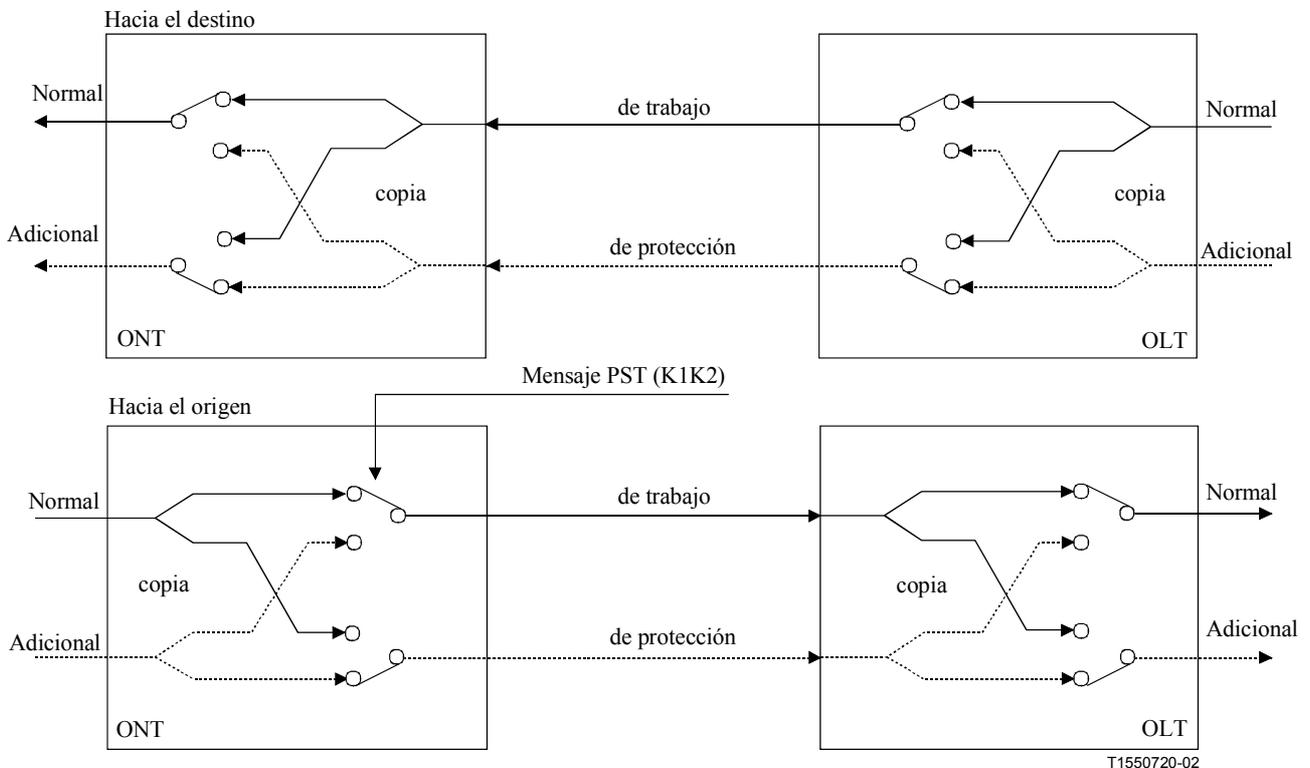


Figura 9/G.983.5 – Arquitectura de conmutación 1:1

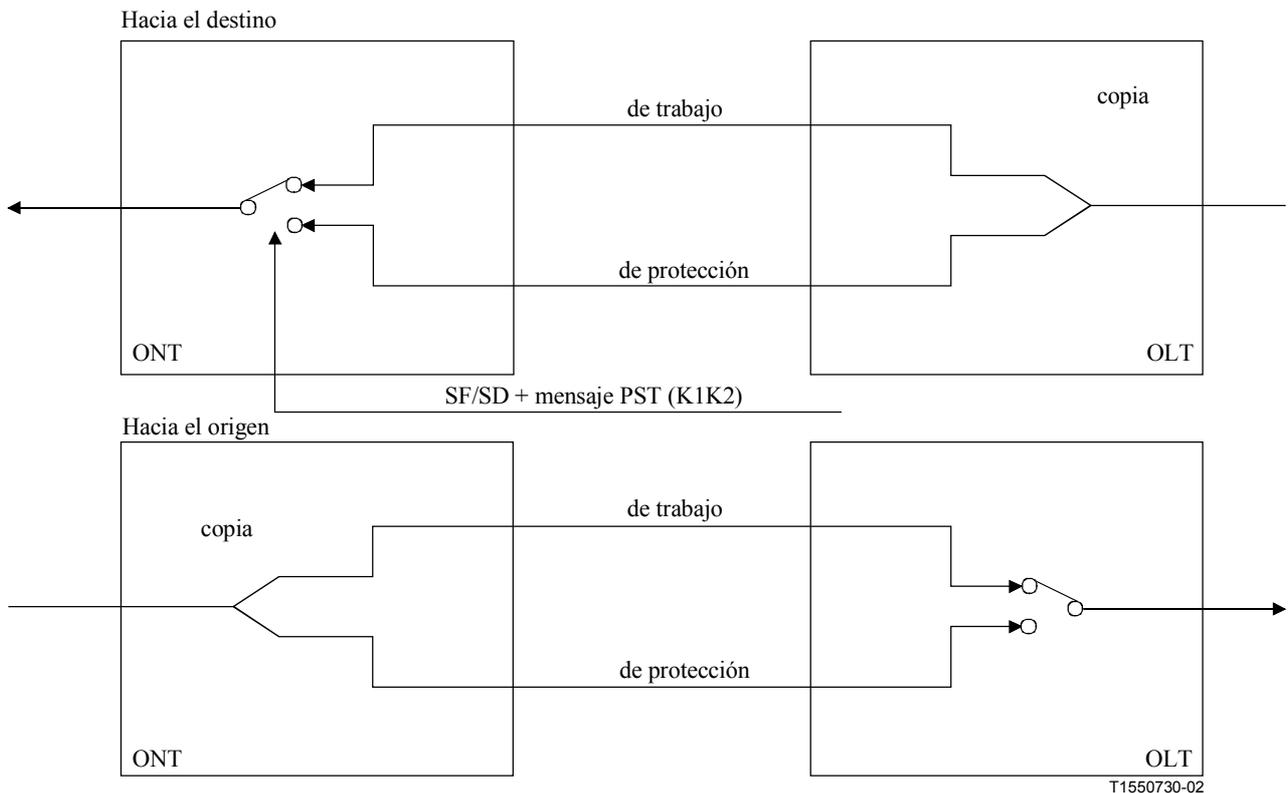


Figura 10/G.983.5 – Arquitectura de conmutación 1+1

8.5.2 Protocolos

Para satisfacer los requisitos descritos en 5.1.2 se recomienda el protocolo de conmutación rápida descrito en el anexo A.

8.5.3 Criterios de conmutación

Esencialmente la conmutación tipo B no necesita conmutación alguna entre la OLT y las ONU, y las conmutaciones forzada y automática se realizan únicamente en el lado OLT. El activador para la conmutación automática debería ser el mismo que para el tipo C.

A continuación se describen las instrucciones de conmutación de tipo C.

- 1) *Instrucciones iniciadas externamente*
Las instrucciones iniciadas externamente (por ejemplo operaciones de conmutación forzada/manual) siempre provienen del lado OLT.
- 2) *Instrucciones iniciadas automáticamente*
La conmutación de protección automática se basa en la situación de fallo de las secciones B-PON de trabajo y de protección. Las instrucciones fallo de la señal (SF) y degradación de la señal (SD) las proporcionan la OLT y la ONU.

A continuación se enumeran los activadores de conmutación previstos (fallo de la señal o degradación de la señal).

a) *Activador de SF en la OLT*

La OLT reconoce una situación SF cuando detecta las alarmas siguientes:

- LOSi, LCDi, CPEi, OAMLi, SUFi, LOAi, PEEi, DFi, TF, y
- fallo del equipo o supresión de PON LT (0/1).

b) *Activador de SC en la OLT*

La OLT reconoce una situación SD cuando detecta la alarma siguiente:

- SD.

c) *Activador de SF en la ONU*

La ONU reconoce una situación SF cuando detecta las alarmas siguientes:

- OAML, FRML, LCD, LOS, PEE, DIS, TF, y
- fallo del equipo o supresión de PON LT (0/1).

d) *Activador de SD en la ONU*

La ONU reconoce una situación SD cuando detecta la alarma siguiente:

- SD.

Los activadores de conmutación detectados por la ONU se transfieren a la OLT en el octeto K1 del mensaje PST.

Las alarmas de la capa TC se detectan tanto en el lado de trabajo como en el de protección.

8.5.4 Calidad de funcionamiento

El tiempo de detección depende de la frecuencia con la que se transmiten las células de datos/PLOAM. En particular, el tiempo de detección de SD puede resultar largo en los servicios de menor velocidad. El tiempo de detección de SF debería ser inferior a 10 ms para velocidades de transmisión de datos superiores a 1,5 Mbit/s.

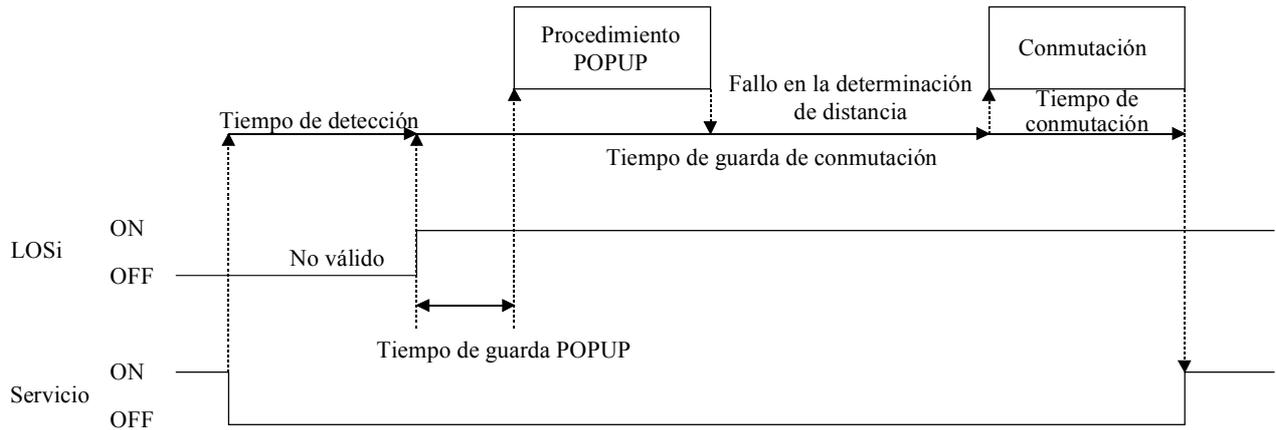
Las definiciones de tiempo de detección, tiempo de guarda de la conmutación y tiempo de conmutación se muestran en las figuras 11 y 12. En la figura 11 se muestra la relación entre el tiempo de conmutación y el tiempo de detección cuando se utiliza el procedimiento POPUP facultativo. (El procedimiento POPUP es el protocolo de determinación de distancia que se utiliza cuando la ONT está en el estado POPUP (O10) definido en la Rec. UIT-T G.983.1.) En estas figuras se indica que la conmutación puede realizarse cuando el procedimiento POPUP no haya logrado dar al sistema la posibilidad de recuperar el tráfico de trabajo y, por lo tanto, no haya podido evitar una conmutación innecesaria. Cuando un sistema no utiliza el procedimiento POPUP, el tiempo de guarda de conmutación puede ser muy breve. En la figura 12 se explica la relación entre el tiempo de conmutación y el de detección cuando no se utiliza el procedimiento POPUP.

Si una PON no cursa tráfico adicional, el tiempo de interrupción de servicio (*service_halt_time*) debería ser inferior a 50 ms en el caso de 32 ONU, en el que el *service_halt_time* se define del siguiente modo:

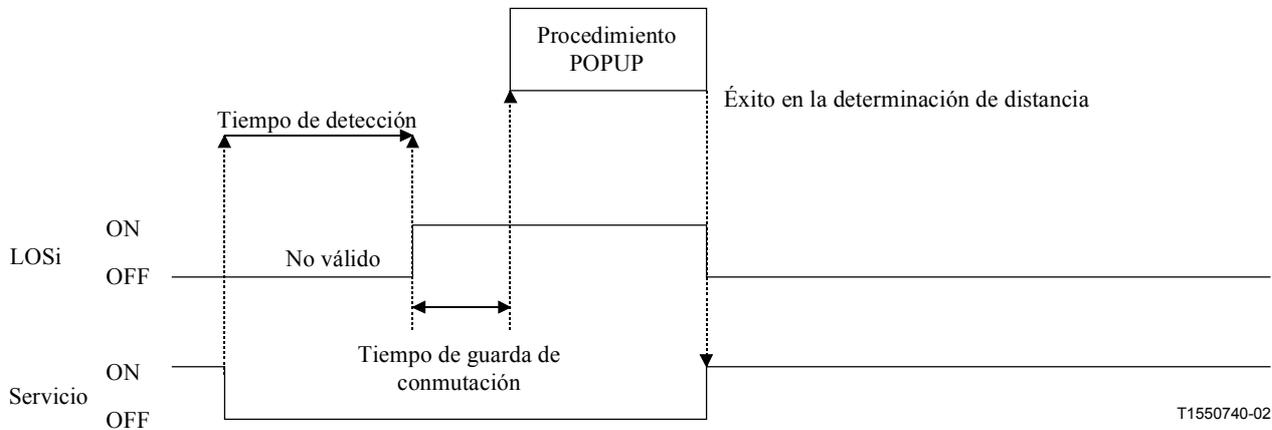
$$\text{service_halt_time (tiempo de interrupción del servicio)} = \text{detection_time (tiempo de detección)} + \\ \text{switching_guard_time (tiempo de guarda de conmutación)} + \\ \text{switching_time (tiempo de conmutación)}$$

El tiempo de guarda de conmutación y el tiempo de guarda de POPUP están establecidos en los sistemas utilizados en condiciones reales. La prioridad para volver a determinar la distancia y para la conmutación se establece de conformidad con estos tiempos de guarda.

i) Ejemplo de fallo en la determinación de la distancia de POPUP (se produce conmutación)

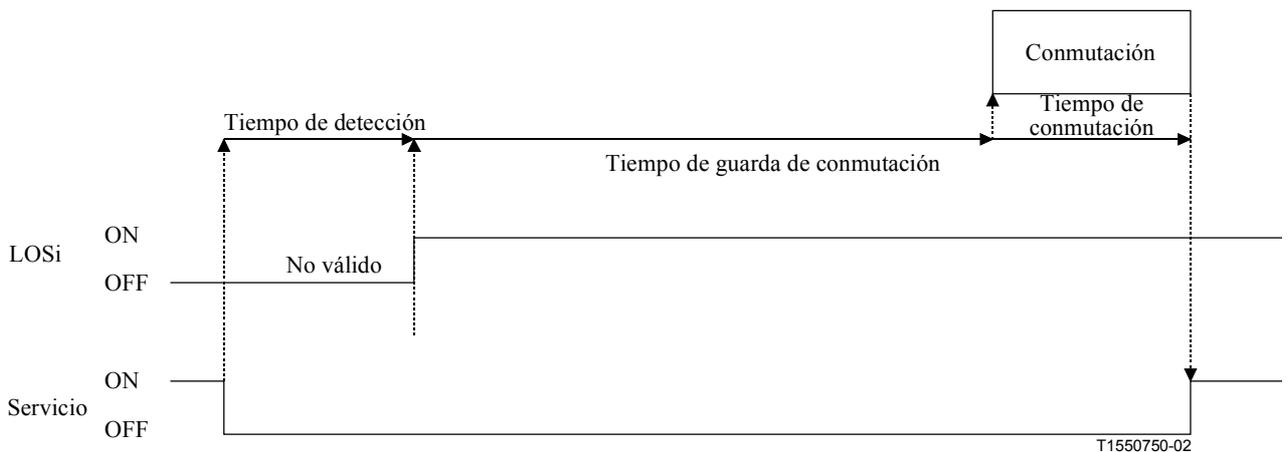


ii) Ejemplo de éxito en la determinación de distancia POPUP (no se produce conmutación)



T1550740-02

Figura 11/G.983.5 – Modelo característico de conmutación de protección (con procedimiento POPUP)



T1550750-02

Figura 12/G.983.5 – Modelo característico de conmutación de protección (sin procedimiento POPUP)

9 Funcionalidad operaciones, administración y mantenimiento (OAM)

Igual que en la Rec. UIT-T G.983.1.

10 Calidad de funcionamiento

Igual que en la Rec. UIT-T G.983.1.

11 Condiciones ambientales

Igual que en la Rec. UIT-T G.983.1.

12 Seguridad

Igual que en la Rec. UIT-T G.983.1.

Anexo A

Protocolo de conmutación rápida para la red de acceso B-PON

En este anexo se describe la arquitectura de supervivencia para B-PON y el método para utilizar octetos e instrucciones MSP.

A.1 Arquitectura de supervivencia

A.1.1 Arquitectura 1:1 (obligatoria)

La arquitectura 1:1 es obligatoria y se muestra en la figura A.1.

En el sentido hacia el destino, tanto el tráfico normal como el adicional se difunden a los selectores que eligen el tipo de tráfico (normal o adicional) que se transmite por la ODN. En la ONU hay una función sencilla que selecciona el flujo de tráfico adecuado procedente de la OLT.

En el sentido hacia el origen, el mecanismo de supervivencia es esencialmente el mismo (que hacia el destino). Los tráficos normal y adicional se envían a los selectores de la ONU, los cuales encaminan el flujo de tráfico adecuado a la OLT, donde una función de selección sencilla elige el flujo de tráfico.

En cualquiera de los dos sentidos si no se soporta tráfico adicional el selector en el lado receptor puede reemplazarse por un simple fusionador.

Cada uno de los selectores debe seleccionar la señal opuesta a la elegida por el otro selector; por ejemplo, si un selector en la OLT selecciona tráfico normal, el otro selector debe seleccionar tráfico adicional. En la ONU se necesita seleccionar lo mismo que en la OLT.

La conmutación en el extremo de transmisión se lleva a cabo mediante selectores, los cuales se establecen atendiendo a los mensajes PST procedentes de la OLT. En caso de que se produzca un fallo que afecte únicamente al tráfico hacia el destino, la ONU debe notificar el fallo a la OLT a fin de que se inicie la conmutación. En ese caso, la ONU dejará de enviar células en respuesta a concesiones en la PON de trabajo. Esto provocará una LOSi en la OLT y se iniciará la conmutación.

La conmutación entre las PON de trabajo y de protección sólo es posible si las alarmas de capa TC de reserva no están activas y la transmisión del mensaje PST es válida.

Para hacer posible la conmutación rápida los valores VPI/VCI del tráfico normal y del tráfico adicional deberán ser diferentes.

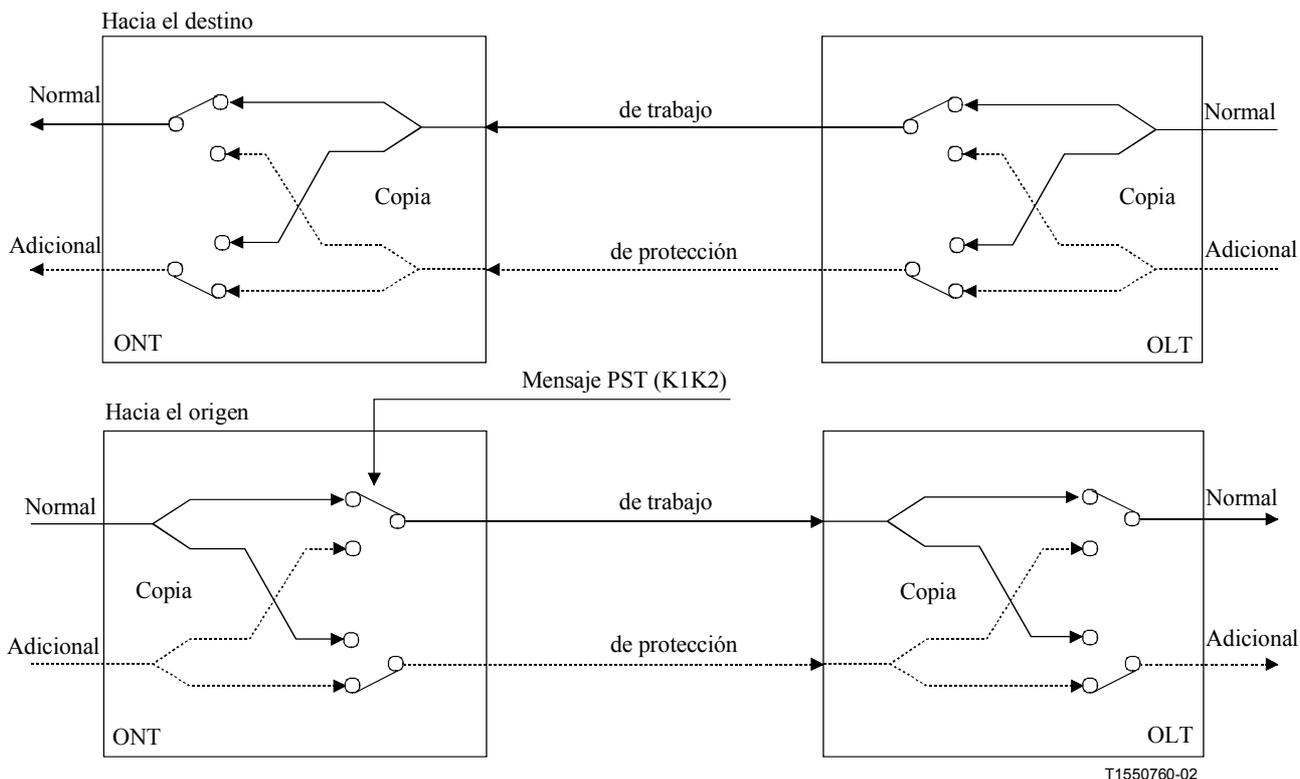


Figura A.1/G.983.5 – Arquitectura 1:1

A.1.2 Arquitectura 1+1 (facultativa)

Esta arquitectura es facultativa y se muestra en la figura A.2.

En el sentido hacia el destino el tráfico se transmite por las PON de trabajo y de protección. En la ONU, el tráfico se selecciona atendiendo a la calidad de la señal y/o los mensajes PST.

En el sentido hacia el origen existe la misma funcionalidad. El tráfico se transmite por las PON de trabajo y de protección y en el lado receptor se selecciona el tráfico utilizando un mecanismo de selección basado en la calidad y el suministro de la señal.

La conmutación se inicia en el receptor que primero detecta un fallo. Si se produce un fallo que afecta únicamente al tráfico hacia el destino, la ONU debe notificar el fallo a la OLT a fin de completar el evento de conmutación. En este caso, la ONU dejará de enviar células en respuesta a concesiones recibidas en la PON de trabajo, lo que provocará una LOSi en la OLT y la conclusión de la conmutación.

Esta arquitectura no soporta tráfico adicional.

La conmutación entre las PON de trabajo y de protección puede realizarse únicamente si el tráfico hacia el destino es válido.

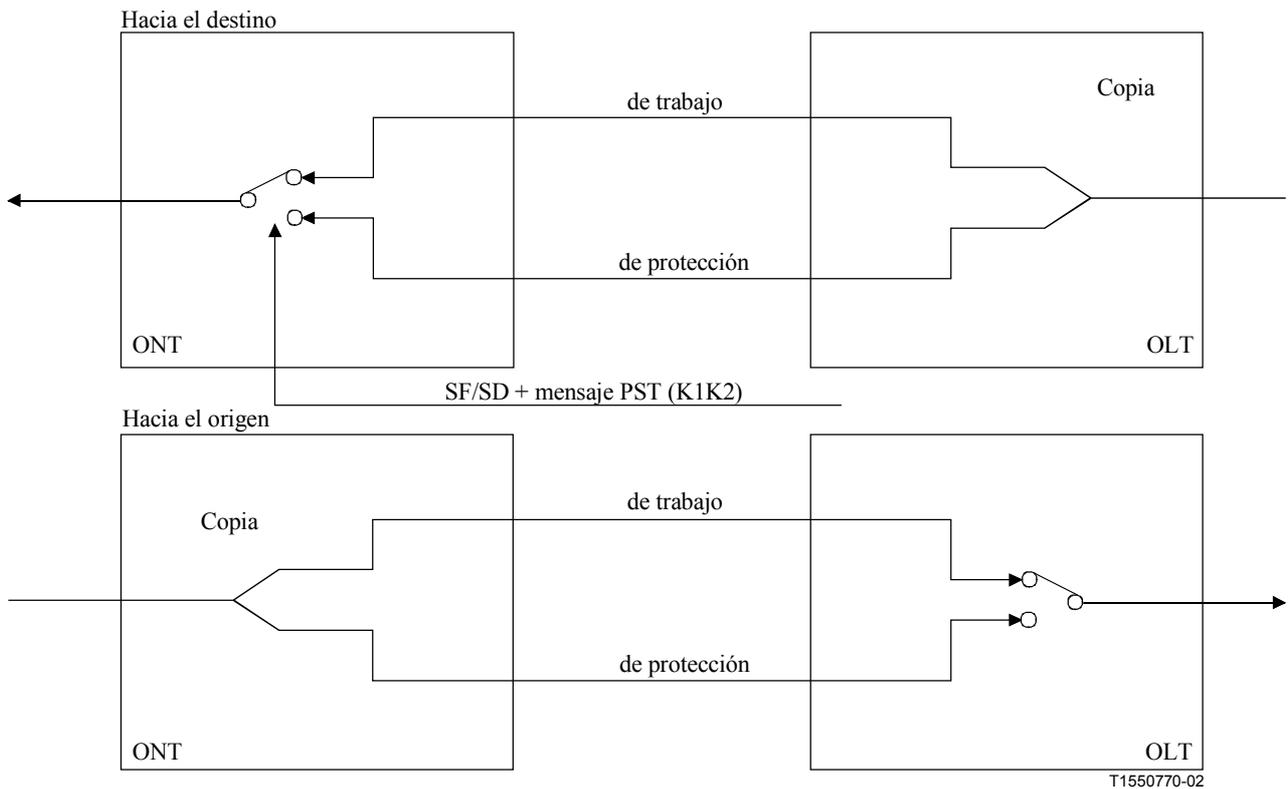


Figura A.2/G.983.5 – Arquitectura 1+1

A.2 Octetos MSP

Este protocolo de conmutación utiliza una parte de los octetos K1/K2 definidos en el anexo A/G.783 para controlar el selector y el puente en la ONU. A continuación se definen las asignaciones de bit para estos octetos y el protocolo a nivel de bit.

A.2.1 Octeto K1

Como la OLT es el director de la conmutación, utiliza las siguientes peticiones en el octeto K1 enviado:

Exclusión de la protección, conmutación forzada, baja prioridad por fallo de la señal, baja prioridad por degradación de la señal, conmutación manual, espera hasta el restablecimiento, no invertir y ninguna petición.

En respuesta a las peticiones procedentes de la OLT, la ONU utiliza las siguientes peticiones en el octeto K1 enviado:

Petición de inversión y ninguna petición.

A.2.2 Reglas de generación del octeto K1

Consúltese A.1.2/G.783.

A.2.2.1 Funcionamiento bidireccional

El sistema B-PON sólo soporta el funcionamiento bidireccional.

En la OLT, la petición local se envía en el octeto K1.

En la ONU se enviarán dos respuestas a la petición OLT.

Se enviará la petición de invertir cuando la ONU pueda realizar la conmutación hacia el origen.

Se enviará "ninguna petición" cuando la ONU libera el conmutador o no realiza la conmutación hacia el origen.

A.2.3 Modo reversible/irreversible

Consúltese A.1.3/G.783.

El modo de funcionamiento irreversible también es aplicable a la arquitectura 1:1.

A.2.4 Octeto K2

Consúltese A.1.4/G.783.

Como el sistema ATM-PON no utiliza los bits 6 a 8 para indicar MS-AIS y MS-RDI, se pueden utilizar estos bits para indicar el modo de conmutación (es decir, bidireccional, utilizando el código 101).

A.2.5 Control del conmutador hacia el origen en la ONU y del conmutador hacia el destino en la OLT

En la OLT, la petición local es el activador del conmutador hacia el destino.

En la ONU la petición local o la petición distante es el activador del conmutador hacia el origen.

Si la sección de protección se encuentra en la situación SF, se liberan los conmutadores en la OLT y en la ONU.

A.2.6 Transmisión y aceptación de los octetos MSP

Consúltese A.1.8/G.783.

Como el mensaje MSP forma parte de la célula PLOAM, está protegido por el código CRC-8 y por lo tanto se puede aceptar como válido cuando el código CRC-8 no detecta error alguno.

A.3 Instrucciones MSP

En A.2/G.783 se definen cinco instrucciones de conmutación y dos instrucciones de control.

Como la instrucción de exclusión del canal de trabajo no puede transmitirse a la ONU mediante los octetos MSP, la ONU no detiene el conmutador hacia el origen si se detecta SF o SD hacia el destino, aun cuando se deseara realizar la exclusión del canal de trabajo. Por tanto, puede utilizarse la instrucción de exclusión de protección con miras a la instrucción de exclusión del canal de trabajo.

La instrucción de ejercicio no está permitida con el fin de evitar conmutaciones innecesarias.

Por consiguiente las siguientes instrucciones se especifican en interés de la capacidad de supervivencia de la B-PON.

- Liberación;
- Exclusión de protección;
- Conmutación forzada;
- Conmutación manual.

A.4 Secuencia de conmutación

Para la transmisión del mensaje PST sólo se utiliza el mensaje PST procedente del lado de protección. Si el mensaje PST se recibe con un código CRC no válido o se produce un fallo en ambas líneas, la OLT y la ONU deberían seleccionar el lado de trabajo.

A.4.1 Funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Cuando no se está utilizando la sección de protección se indica canal nulo en los dos octetos K1 y K2 enviados. El canal de trabajo debería puentearse y conmutarse a la sección de trabajo de la sección de cabecera. El canal nulo se puentea y conmuta a la sección de protección en el extremo de cabecera.

Cuando se detecta un fallo en la ONU, el octeto K1 en la sección de protección informa a la OLT acerca de la prioridad. La acción de puenteo y conmutación también se realiza en la ONU. El octeto K2 indica el nuevo estado del puente.

El octeto K1 recibido se compara con la petición local en la OLT. La prioridad más alta se elige como el orden del octeto K1 con el número de canal. La acción de puenteo y conmutación también se realiza en la OLT. El octeto K2 indica el nuevo estado del puente.

Si se produce un solo fallo en la ONU se realiza la operación de conmutación.

Cuando se detecta un fallo en la OLT, el octeto K1 en la sección de protección indica la prioridad a la ONU. La acción de puenteo y conmutación también se realiza en la OLT. El octeto K2 indica el nuevo estado de la conmutación.

El octeto K1 recibido se compara con la petición local en la ONU. El orden de conmutación se realiza en función de la prioridad más alta. El octeto K1 procedente de la ONU indica a la OLT la prioridad más alta en la ONU. El octeto K2 indica también el estado de conmutación en la ONU.

La OLT confirma el estado de conmutación en la ONU con el octeto K2 recibido. Si se produce un solo fallo en la OLT, se realiza la operación de conmutación.

Si la ONU detecta un fallo de la señal, detiene la señal hacia el origen. Esto forma parte del diagrama de estados de la determinación de distancia. Sirve también de ayuda para la notificación rápida de fallo a la OLT. Tras recuperarse del fallo, la OLT y la ONU comunican al lado opuesto la notificación "espera hasta el restablecimiento" en el octeto K1. Tras la expiración del tiempo de espera hasta el restablecimiento (WTR, *wait to restore*), la OLT envía "no invertir" o "ninguna petición" y la ONU envía petición de inversión o ninguna petición según el estado del puente. En el caso del modo irreversible no es necesario utilizar el temporizador WTR. En ese caso se envía "no revertir" (DNR, *do not reverse*) tras recuperarse del fallo.

En el cuadro A.1 se presenta un ejemplo.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 1 SF hacia el origen y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se suprime SF en la OLT. Modo irreversible.		01100001/00011101		
			00010001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
			00100001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 2 SD hacia el origen y recuperación en la sección trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de la OLT.		10100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se suprime SD. Modo irreversible.		01100001/00011101		
			00010001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 3 SF hacia el origen y recuperación en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Se detecta SF en la sección de protección de la OLT.		11000000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		00100001/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
	Se suprime SF. Modo irreversible.		01100000/00001101		
			00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
			00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 4 SD hacia el origen y recuperación en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Se detecta SD en la sección de protección de la OLT.		10100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
	Se suprime SD. Modo irreversible.		01100000/00001101		
			00000000 00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
			00000000/00001101		

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 5 SF hacia el destino y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000 00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU.	11000001/00011101		Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo de la ONU. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00011101		Detectar LOSi. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	Se suprime SF en la OLT y en la ONU.	01100001/00011101	01100001/00011101	Recuperar la señal hacia el origen tras determinar la distancia.	
			00010001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
			00100001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 6 SD hacia el destino y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de una ONU.	10100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
			00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	Se suprime SD en la ONU.	01100001/00011101			
				00010001/00011101	
			00100001/00011101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 7 SF hacia el destino y recuperación en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001 00011101	00010001/00011101		
	Se detecta SF en la sección de protección de una ONU.	11000000/00001101		Detener la señal hacia el origen en la sección de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
			11000000/00001101		Detectar LOSi. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
	Se suprime SF.	01100000/00001101	01100000/00001101		
			00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
			00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 8	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Se detecta SD en la sección de protección de una ONU.	10100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
			00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
	Se suprime SD en la ONU.	01100000/00001101			
		00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.	
				00000000/00001101	
N.º 9 SF hacia el origen en la sección de trabajo y en la de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de protección de la OLT. Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 10 SD hacia el origen en la sección de trabajo y en la de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detectan SD en las secciones de trabajo y de protección de la OLT.		10100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
N.º 11 SF hacia el origen en la sección de trabajo y SD hacia el origen en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en el canal de trabajo de la OLT. También se detecta SD en el canal de protección de la OLT.		11000001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 12 SF hacia el destino en la sección de trabajo y en la de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de protección de la ONU. También se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU.	1000000/00001101		Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo y en la de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
			11000000/00001101		Detectar LOSi en las secciones de trabajo y de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 13 SF hacia el destino en la sección de trabajo y SD hacia el destino en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU. También se detecta SD en la sección de protección de la ONU.	11000001/00011101		Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
			11000001/00011101		Detectar LOSi. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
N.º 14 SD hacia el destino en las secciones de trabajo y de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detectan SD en las secciones de trabajo y de protección	10100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
			00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 15 SF hacia el origen en la sección de protección y SF hacia el destino en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU. Se detecta SF en la sección de protección de la OLT.	11000001/00011101	11000000/00001101	Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		11000001/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
N.º 16 SF hacia el origen en la sección de protección y SD hacia el destino en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de protección de la OLT. Se detecta SD en la sección de trabajo de la ONU.	10100001/00011101	11000000/00001101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		11010001/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 17 SD hacia el origen en la sección de protección y SF hacia el destino en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de protección de la OLT. Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU.	11000001/00011101	10100000/00001101	Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
			11000001/00011101		Detectar LOSi en la sección de trabajo. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
N.º 18 SD hacia el origen en la sección de protección y SD hacia el destino en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de protección de la OLT. Se detecta SD en la sección de trabajo de la ONU.	10100001/00011101	10100000/00001101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		10100001/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 19 SF hacia el origen en la sección de trabajo y SF hacia el destino en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT. Se detecta SF en la sección de protección de la ONU.	11000000/00001101	11000001/00011101	Detener la señal hacia el origen en la sección de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU.		11000000/00001101		Se detecta LOSi en la sección de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
N.º 20 SD hacia el origen en la sección de trabajo y SF hacia el destino en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de la OLT. Se detecta SF en la sección de protección de la ONU.	11000000/00001101	10100001/00011101	Detener la señal hacia el origen en la sección de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	También se detecta SF en la sección de protección de la OLT.		11000000/00001101		Detectar LOSi en la sección de protección. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 21 SF hacia el origen en la sección de trabajo y SD hacia el destino en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT. Se detecta SD en la sección de protección de la ONU.	10100000/00001101	11000001/00011101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		10100000/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
N.º 22 SD hacia el origen en la sección de trabajo y SD hacia el destino en la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de la OLT. Se detecta SD en la sección de protección de la ONU.	10100000/00001101	10100001/00011101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
			10100001/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
N.º 23 Conmutación forzada a la sección de protección.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Orden de conmutación forzada.		11100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	

Cuadro A.1/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 24 Conmutación forzada a la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Orden de conmutación forzada.		11100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
		00100000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
			00000000/00001101		
			00000000/00001101		
N.º 25 Conmutación manual y SD hacia el destino en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de protección.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de la ONU. Orden de conmutación manual.	10100001/00011101	10000000/00001101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	SD es de prioridad más alta que la conmutación manual.	10100001/00011101	10000000/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección tras recibir la respuesta de la ONU.
	Se produce un fallo en la conmutación manual.	10100001/00011101	00010001/00011101		

A.4.2 Funcionamiento bidireccional 1:1 en modo reversible

La diferencia entre el modo reversible y el irreversible está en el comportamiento tras recuperarse de una situación SF o SD en la sección de trabajo.

En el cuadro A.2 se presenta un ejemplo.

Cuadro A.2/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo reversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 1 Recuperación SF hacia el origen en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se suprime SF en la OLT. Modo reversible.		01100001/00011101		
			00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
			00000000/00001101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

Cuadro A.2/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1:1 en modo reversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 2 SD hacia el destino y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de una ONU.	10100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
			00100001/00011101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	Se suprime SD en la ONU.	01100001/00011101			
		00000000/00001101		Expiró la espera hasta el restablecimiento. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
				00000000/00001101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

A.4.3 Funcionamiento bidireccional 1+1 en modo irreversible

La diferencia entre el funcionamiento bidireccional 1+1 en modo irreversible y el funcionamiento bidireccional 1:1 en modo irreversible está en el código del octeto K2. El comportamiento es el mismo en ambos casos.

En el cuadro A.3 se presenta un ejemplo.

Cuadro A.3/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1+1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 1 SF hacia el origen y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se suprime SF en la OLT. Modo irreversible.		01100001/00010101		
			00010001/00010101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.
		00100001/00010101		Expiró la espera hasta el restablecimiento.	

Cuadro A.3/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1+1 en modo irreversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 2 SF hacia el destino y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la ONU.	11000001/00010101		Detener la señal hacia el origen en la sección de trabajo de la ONU. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00010101		Detectar LOSi . Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
			01100001/00010101		
	Se suprime SF en la OLT y en la ONU.	01100001/00010101	01100001/00010101	Recuperar la señal hacia el origen tras determinar la distancia.	

A.4.4 Funcionamiento bidireccional 1+1 en modo reversible

La diferencia entre el funcionamiento bidireccional 1+1 y en modo reversible y el funcionamiento bidireccional 1:1 en modo reversible está en el código del octeto K2. El comportamiento es el mismo en ambos casos.

En el cuadro A.4 se presenta un ejemplo.

Cuadro A.4/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1+1 en modo reversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 1 Recuperación tras SF hacia el origen en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Se detecta SF en la sección de trabajo de la OLT.		11000001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
		00100001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
	Se suprime SF en la OLT. Modo reversible.		01100001/00010101		
			00000000/00000101		Expiró la espera hasta el restablecimiento. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.
			00000000/00000101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

Cuadro A.4/G.983.5 – Ejemplo de funcionamiento bidireccional 1+1 en modo reversible

Escenario	Situación o estado de fallo	Octetos K1/K2		Acción	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
N.º 2 SD hacia el destino y recuperación en la sección de trabajo.	Ningún fallo. El tráfico está en la sección de trabajo.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Se detecta SD en la sección de trabajo de una ONU.	10100001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.	
			00100001/00010101		Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de protección.
	Se suprime SD en la ONU.	01100001/00010101			
		00000000/00000101		Expiró la espera hasta el restablecimiento. Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.	
				00000000/00000101	Puentear y conmutar el canal de trabajo a la sección de trabajo.

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	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación