



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.983.3

(03/2001)

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
capacidad de servicio incrementada mediante la
asignación de longitudes de onda**

Recomendación UIT-T G.983.3

(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
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

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

Recomendación UIT-T G.983.3

Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitudes de onda

Resumen

La presente Recomendación define nuevas asignaciones de longitudes de onda para distribuir señales ATM-PON y señales de servicios adicionales de manera simultánea. Nuevas bandas de longitud de onda se ponen a disposición de servicios adicionales limitando la longitud de onda en el sentido hacia el destino de la ATM-PON de que se trate a una porción del espectro óptico hacia el destino especificado originalmente en UIT-T G.983.1. Con las bandas nuevas es posible prestar servicios unidireccionales y bidireccionales. Las atribuciones de anchura de banda definidas en esta Recomendación permiten la distribución de servicios de radiodifusión de señales de vídeo o servicios de datos, teniendo en cuenta las características ópticas generales de dichos servicios. No obstante, las especificaciones detalladas de los mismos, por ejemplo el esquema de modulación, el formato de las señales, etc., quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.983.3, 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 15 de marzo de 2001.

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 2001

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	Abreviaturas.....	2
4	Definiciones.....	4
5	Arquitectura de la red de acceso óptico	5
5.1	Arquitectura de red	5
5.1.1	Escenario FTTCab/C/B	6
5.1.2	Escenario FTTH	6
5.2	Configuración de referencia.....	6
5.2.1	Interfaz de nodo de servicio.....	9
5.2.2	Interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S.....	9
5.3	Bloques funcionales.....	9
5.4	Bloque funcional ONU	10
5.4.1	Interfaz de red de distribución óptica	10
5.4.2	Multiplexación.....	10
5.4.3	Puerto de usuario	10
5.4.4	Alimentación de la ONU en energía.....	10
5.5	Bloque funcional de terminación de línea óptica.....	11
5.6	Bloque funcional de red de distribución óptica	11
6	Servicios.....	12
7	Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio.....	12
8	Requisitos de la red óptica	13
8.1	Estructura de red óptica dividida en capas.....	13
8.2	Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la atribución de longitud de onda.....	13
8.3	Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la ATM-PON	15
8.3.1	Velocidad binaria nominal de la señal digital	15
8.3.2	Medio físico y método de transmisión	20
8.3.3	Velocidad binaria.....	21
8.3.4	Código de línea.....	21
8.3.5	Longitud de onda operativa	21
8.3.6	Transmisor en O_{ld} y O_{ru}	21
8.3.7	Trayecto óptico entre O_{ld}/O_{ru} y O_{rd}/O_{lu}	21
8.3.8	Receptor en O_{rd} y O_{lu}	22
8.4	Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la banda de mejora	23

	Página
9	Funcionalidad de operaciones, administración y mantenimiento (OAM)..... 23
10	Calidad de funcionamiento 23
11	Condiciones ambientales 23
12	Seguridad 24
	Apéndice I – Ejemplos de parámetros de interfaz óptica para ODN 24
I.1	Introducción 24
I.2	Ejemplos 24
	Apéndice II – Escenarios de instalación 25
II.1	Introducción 25
II.2	Ejemplos de configuración 26
II.2.1	Caso 1: Recepción de banda básica solamente..... 26
II.2.2	Caso 2: Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU separadas 27
II.2.3	Caso 3: Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU integradas 27
II.2.4	Caso 4: Configuración de multiplexaciones por división de longitud de onda (WDM) para reducir al mínimo la pérdida de trayecto en el sentido hacia el origen..... 28
II.2.5	Caso 5: Redes de distribución óptica (ODN) con gama de atenuación reducida para banda de mejora 29
II.2.6	Ejemplo en caso de insuficiencia de presupuesto de pérdidas entre E-ONU y E-OLT 29
	Apéndice III – Aislamiento entre la banda básica y la banda de mejora 30
III.1	Introducción 30
III.2	Ejemplo de aislamiento requerido en el receptor de banda básica con respecto a la señal de la banda de mejora 32
III.2.1	Servicios de vídeo..... 32
III.2.2	Servicios con DWDM 35
III.3	Ejemplo de clases de aislamiento 37
III.4	Ejemplos de instalación 37
III.4.1	Modelo que se ha de considerar 38
III.4.2	En caso de 64 QAM..... 40
III.4.3	Características de filtro 42
	Apéndice IV – Efecto de pérdida de retorno óptica de ODN 43
IV.1	Introducción 43
IV.2	Efecto de pérdida de retorno óptica de ODN en la banda básica 44
IV.2.1	Modelo de reflectancia que se ha de considerar 44
IV.2.2	Influencia de la reflectancia en el receptor ONU 45

	Página
IV.2.3 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de la señal).....	46
IV.2.4 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de ausencia de señal).....	48
IV.2.5 Resumen de los efectos de pérdida de retorno óptica de ODN en la banda básica	48
IV.3 Influencia de la reflectancia de la banda de mejora en la banda básica.....	50
IV.3.1 Influencia de la reflectancia en el receptor OLT de la banda de mejora	50
Apéndice V – Parámetros ópticos para los puntos de referencia (c) y (e) y dos ejemplos de caso de instalación	53
V.1 Introducción	53
V.2 Ejemplos de diagrama de nivel óptico	53
V.2.1 Caso 1: Parámetros ópticos observados desde el centro de la ODN	53
V.2.2 Caso 2: Parámetros ópticos observados desde el centro del equipo	54

NOTA – En esta Recomendación se utiliza el término "ONU" para referirse a las ONT como a las ONU. Cualquier referencia a las ONU a lo largo de la presente Recomendación incluye asimismo a las ONT.

Recomendación UIT-T G.983.3

Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitudes de onda

1 Alcance

La presente Recomendación describe algunas funciones ampliadas para el sistema red óptica pasiva basada en ATM (ATM-PON), que se define en UIT-T G.983.1.

Esta Recomendación describe el sistema de red óptica pasiva de banda ancha (BPON, *broadband passive optical network*) que utiliza técnicas de multiplexación por división de longitud de onda (WDM, *wavelength division multiplexing*). Dichas técnicas permiten a los operadores prestar servicios adicionales sin perturbar el sistema ATM-PON básico.

Esta Recomendación define nuevas asignaciones de longitudes de onda para distribuir señales de la ATM-PON y señales de servicios adicionales de manera simultánea. Nuevas bandas de longitud de onda se ponen a disposición de servicios adicionales limitando la longitud de onda en el sentido hacia destino de la ATM-PON de que se trate a una porción del espectro óptico hacia el destino especificado originalmente en UIT-T G.983.1. Con las bandas nuevas es posible prestar servicios unidireccionales y bidireccionales. Las asignaciones de longitudes de onda definidas en esta Recomendación permiten la distribución de servicios de radiodifusión de señales de vídeo o servicios de datos, teniendo en cuenta las características ópticas de dichos servicios. No obstante, las especificaciones detalladas de los mismos, por ejemplo el esquema de modulación, el formato de las señales, etc., quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.

Esta Recomendación define nuevos puntos de referencia y parámetros de interfaz óptica debido a la nueva WDM y/o nuevas funciones de división y/o combinación de potencia óptica que se necesitan en los sitios OLT y/o ONU.

Sin embargo, los puntos de referencia y la red de acceso óptico (OAN, *optical access network*) que se describen en esta Recomendación seguirán siendo compatibles con UIT-T existentes G.982 y G.983.1.

La presente Recomendación describe además las nuevas condiciones ambientales requeridas para los equipos de ONU. Dichas condiciones se precisan en aplicaciones de planta externa del sistema ATM-PON.

Esta Recomendación describe las diferencias pertinentes con respecto a UIT-T G.983.1. No obstante, no se incluyen en ellas las cláusulas que especifican la capa de convergencia de transmisión (TC) porque no son de interés a efectos de mejoras WDM. Las especificaciones de la capa TC se dan en otras Recomendaciones, por ejemplo UIT-T G.983.1.

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. Las referencias citadas en UIT-T G.983.1 son también de aplicación a la presente Recomendación pero no se reproducen para evitar redundancias.

- [1] UIT-T G.692 (1998), *Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos*.
- [2] UIT-T G.983.1 (1998), *Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas, más Corrigendum 1* (1999).
- [3] 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*.
- [4] Recomendación UIT-T G.959.1 (2001), *Interfaces de capa física de red de transporte óptica*.

3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AF	Función de adaptación (<i>adaptation function</i>)
AM-VSB	Modulación de amplitud-Banda lateral residual (<i>amplitude modulation-vestigial side band</i>)
APS	Conmutación automática de protección (<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>)
BPON	Red óptica pasiva de banda ancha (<i>broadband passive optical networks</i>)
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CID	Dígitos idénticos consecutivos (<i>consecutive identical digit</i>)
CNR	Relación portadora/ruido (<i>carrier-to-noise ratio</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>)
DWDM	Multiplexación por división de longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplexing</i>)
E-OLT	Terminación de línea óptica-Banda de mejora (<i>enhancement band-optical line termination</i>)
E-ONU	Unidad de red óptica-Banda de mejora (<i>enhancement band-optical network unit</i>)
E/O	Eléctrico/óptico (<i>electrical/optical</i>)
FP-LD	Diodo láser Fabry-Perot (<i>Fabry-Perot laser diode</i>)
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>)
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 de control 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 medio (<i>media access control</i>)
MLM	Modo multilongitudinal (<i>multi-longitudinal mode</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
NRZ	No retorno a cero (<i>non return to zero</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
O/E	Óptico/eléctrico (<i>optical/electrical</i>)
OAM	Operación, administración y mantenimiento (<i>operation, 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>)
ORL	Pérdida de retorno óptica (<i>optical return loss</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>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (<i>quadrature phase shift keying</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
RIN	Ruido de intensidad relativa (<i>relative intensity noise</i>)
RMS	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
RXCF	Campo de control de receptor (<i>receiver control field</i>)
SCM	Multiplexación de subportadora (<i>sub-carrier multiplexing</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SLM	Modo monolongitudinal (<i>single-longitudinal mode</i>)
SN	Número de serie (<i>serial number</i>)
SNI	Interfaz de nodo de servicio (<i>service node interface</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>)
VC	Canal virtual (<i>virtual channel</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>)
WF1	Multiplexación por división de longitud de onda y/o funciones de combinación óptica 1 (<i>wavelength division multiplexing and/or optical combining functions 1</i>)
WF2	Multiplexación por división de longitud de onda y/o funciones de división óptica 2 (<i>wavelength division multiplexing and/or optical splitting functions 2</i>)

4 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

4.1 funcionamiento dúplex: Comunicación bidireccional que utiliza una longitud de onda diferente para cada sentido de transmisión por una misma fibra.

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

4.3 alcance lógico: El alcance lógico se define como la longitud máxima que puede obtenerse para un determinado sistema de transmisión independiente del presupuesto de potencia óptica.

4.4 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 concatenadas a la misma OLT.

4.5 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.

4.6 terminal 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.

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

4.8 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.

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

4.10 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.

4.11 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 y multiplexación que utilizan diferentes longitudes de onda para señales de banda básica, de banda de mejora y de banda futura.

4.12 banda básica: Región de longitudes de onda atribuida a las capacidades en sentido hacia el destino de la ATM-PON.

4.13 banda de mejora: Región de longitudes de onda atribuida a nuevas capacidades de servicios adicionales, entre los que figuran por lo menos los servicios de señal de vídeo y los servicios de multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM).

4.14 banda futura: Región de longitudes de onda reservada para uso futuro.

4.15 E-OLT: OLT que proporciona capacidades de servicios adicionales incluidos los servicios de señal de vídeo y los servicios de DWDM en banda de mejora.

4.16 E-ONU: ONU que proporciona capacidades de servicios adicionales incluidos los servicios de señal del vídeo y los servicios con DWDM en banda de mejora.

4.17 WF1: WDM y/o funciones de combinación/división óptica que separan/combinan longitudes de onda y/o dividen/combinan potencia óptica para el servicio de transporte de ATM-PON y servicios adicionales. Están situadas entre una ODN y la OLT.

4.18 WF2: WDM y/o funciones de combinación/división óptica que separan/combinan longitudes de onda y/o dividen/combinan potencia óptica para el servicio de transporte de ATM-PON y servicios adicionales. Están situadas entre una ODN y la ONU.

4.19 WDM-L: WDM que separa/combinan una región de 1,3 μm y una región de 1,5 μm , y está situada en el lado OLT.

4.20 WDM-N: WDM que separa/combinan una región de 1,3 μm y una región de 1,5 μm , y está situada en el lado ONU.

4.21 Red óptica pasiva de banda ancha (BPON, *broadband passive optical network*): Las BPON son sistemas de transmisión óptica de banda ancha de uno a n. Pueden transportar de manera transparente cualquier tipo de datos, por ejemplo voz, vídeo, datos IP, etc. Una BPON puede llevar datos con independencia del tipo de trama de enlace de datos (es decir, no sólo ATM nativo sino también trama Ethernet de la HDL y de otro tipo).

5 Arquitectura de la red de acceso óptico

5.1 Arquitectura de red

La sección óptica de un sistema de red de acceso local puede tener una arquitectura punto a punto o una arquitectura punto a multipunto pasiva o activa. La figura 1 muestra las arquitecturas consideradas, que van de la fibra a la vivienda (FTTH, *fibre to the home*), pasando por la fibra al edificio/la acometida (FTTB/C, *fibre to the building/curb*), a la fibra hasta el armario (FTTCab, *fibre to the cabinet*). La red de acceso óptico (OAN) es común a todas las arquitecturas presentadas en la figura 1, por lo que el hecho de que este sistema disponga de elementos comunes tiene la virtud de generar grandes volúmenes a escala mundial. Las opciones de red FTTB/C y FTTCab se suelen diferenciar únicamente en lo relativo a la implementación, y por lo tanto pueden tratarse como equivalentes en esta Recomendación.

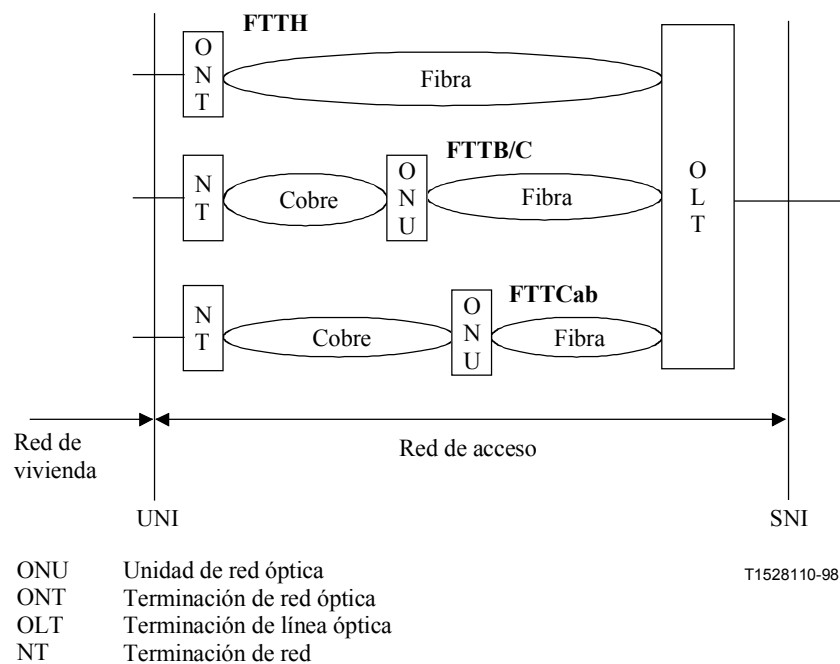


Figura 1/G.983.3 – Arquitectura de red

5.1.1 Escenario FTTCab/C/B

Véase 5.1.1/G.983.1.

5.1.2 Escenario FTTH

Las categorías de servicio consideradas para el escenario fibra a la vivienda (FTTH) son similares a las de los escenarios precedentes y se caracterizan por lo siguiente:

- Pueden considerarse ONU interiores, por lo que se obtienen condiciones ambientales más favorables.
- No es necesario modificar la ONU intermedia para perfeccionar las capacidades de la red de acceso a fin de acomodar una futura evolución de los servicios de banda ancha y multimedios.
- El mantenimiento es fácil, porque sólo se requiere para sistemas de fibra, y se considera que todos los sistemas de fibra son más fiables que los sistemas mixtos de fibra y metal.
- FTTH es un método que fomenta el desarrollo de tecnologías optoelectrónicas avanzadas. El mayor volumen de producción de los módulos ópticos repercutirá en una reducción del costo.

Cuando estos factores se exploten plenamente, podrán contrapesar un costo por línea algo más elevado. En tal situación, el escenario FTTH puede considerarse económicamente viable incluso a corto plazo.

5.2 Configuración de referencia

En la figura 2a se muestra la configuración de referencia general de UIT-T G.983.1.

La configuración de referencia específica de esta Recomendación se muestra en la figura 2b, en la que se hace una aclaración de la nueva especificación basada en la atribución de onda revisada.

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 S y R en una determinada ventana de longitudes de onda. Los dos sentidos de transmisión óptica en la ODN se identifican como sigue:

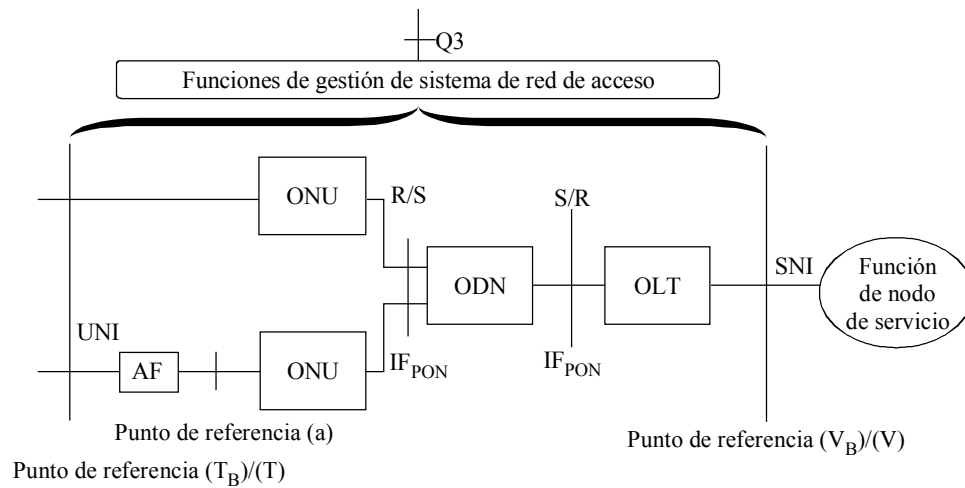
- sentido hacia el destino en el caso de las señales transmitidas de la OLT a la(s) ONU;
- sentido hacia el origen en el caso de las señales transmitidas de la(s) ONU a la OLT.

En esta cláusula se describe la arquitectura de referencia para el soporte de la transmisión de banda ancha a través de una PON. El sistema consiste en una terminación de línea óptica (OLT, *optical line termination*), una unidad de red óptica (ONU, *optical network unit*), la multiplexación por división de longitud de onda y/o las funciones de combinación/división óptica (WF1 y WF2) para el nuevo plan de asignación de longitudes de onda definido en la presente Recomendación y un cable de fibra que tiene configuración de red óptica pasiva (PON, *passive optical network*) con un divisor óptico pasivo.

Una fibra se divide de forma pasiva entre múltiples ONU que comparten la capacidad de la fibra. Debido a la división pasiva, es necesario tomar medidas especiales con respecto a la confidencialidad y la seguridad. Además, en el sentido de transmisión hacia el origen se requiere un protocolo TDMA.

Los filtros WF1 y WF2 se utilizan para separar/combinar longitudes de onda y/o combinar/dividir potencia óptica para el servicio de transporte de la ATM-PON y servicios adicionales, tales como el de radiodifusión de señal de vídeo. Pueden estar integradas en, o proporcionadas como partes de, componentes ópticos externos conectados a la OLT y la ONU. Por consiguiente, WF1 y WF2 podrían considerarse como parte de la OLT y la ONU. En caso de integración en la OLT o la ONU, los puntos de referencia (c) y (e) de la figura 2b se consideran puntos de referencia internos de la OLT y la ONU respectivamente.

Las funcionalidades requeridas para los filtros WF1 y WF2 variarán dependiendo de la configuración del sistema de que se trate, sus reglamentos, la estrategia de los servicios y las condiciones geográficas de cada operador de telecomunicaciones. En el apéndice II se describen esas configuraciones, basadas en los escenarios de los operadores.

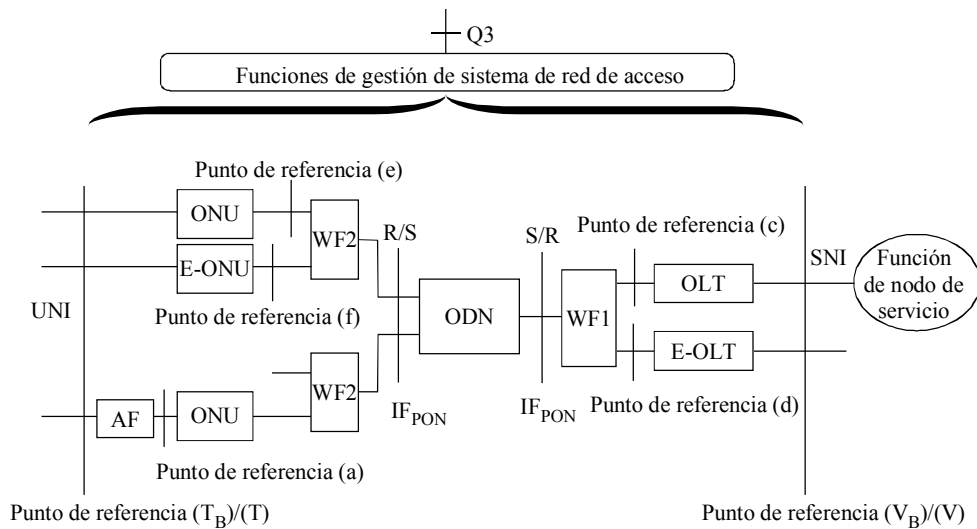


- ONU Unidad de red óptica
- ODN Red de distribución óptica
- OLT Terminación de línea óptica
- AF Función de adaptación
- S Punto en la fibra óptica situado inmediatamente después del punto de conexión óptica OLT[hacia el destino]/ONU[hacia el origen] (es decir, un conector óptico o empalme óptico)
- R Punto en la fibra óptica situado inmediatamente antes del punto de conexión óptica ONU[hacia el destino]/OLT[hacia el origen] (es decir, un conector óptico o empalme óptico)

Punto de referencia (a) – Este punto de referencia se añade para diferenciar la AF, de la ONU.

T1528120-98

Figura 2a/G.983.3 – Configuración de referencia para una PON basada en ATM



- ONU Unidad de red óptica (que puede incluir las WF2 y/o E-ONU)
- E-ONU Unidad de red óptica para utilización de banda de mejora (que puede estar integrada en la ONU)
- ODN Red de distribución óptica
- OLT Terminación de línea óptica (que puede incluir las WF1 y/o E-OLT).
- E-OLT Terminación de línea óptica para utilización de banda de mejora (que puede estar integrada en la OLT)
- AF Función de adaptación
- WF1 Multiplexación por división de longitud de onda y/o funciones de división/combinación de potencia óptica en el lado OLT.
- WF2 Multiplexación por división de longitud de onda y/o funciones de división/combinación de potencia óptica en el lado ONU.
- S Punto de la fibra óptica situado inmediatamente después del punto de conexión óptica OLT[hacia el destino]/ONU[hacia el origen] (es decir, un conector o empalme óptico), suponiendo que los filtros WF1 y WF2 están incluidos en la OLT y la ONU respectivamente
- R Punto de la fibra óptica situado inmediatamente antes del punto de conexión óptica ONU[hacia el destino]/OLT[hacia el origen] (es decir, un conector o empalme óptico), suponiendo que los filtros WF1 y WF2 están incluidos en la OLT y la ONU respectivamente
- Punto de referencia (a) – Este punto de referencia se añade para diferenciar la AF de la ONU.
- Punto de referencia (b) – Este punto de referencia no se utiliza, de manera expresa, para evitar la confusión con el índice de banda ancha.
- Punto de referencia (c) – Este punto de referencia se añade para diferenciar el filtro WF1 de la OLT.
- Punto de referencia (d) – Este punto de referencia se añade para diferenciar el filtro WF1 de la E-OLT.
- Punto de referencia (e) – Este punto de referencia se añade para diferenciar el filtro WF2 de la ONU.
- Punto de referencia (f) – Este punto de referencia se añade para diferenciar el filtro WF2 de la E-ONU.

T1543820-01

Figura 2b/G.983.3 – Configuración de referencia para una PON de banda ancha

5.2.1 Interfaz de nodo de servicio

Véase UIT-T G.902.

5.2.2 Interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S

Esta interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S se define como IF_{PON}. Se trata de una interfaz específica de la PON que soporta todos los elementos de protocolo necesarios para hacer posible la transmisión entre la OLT y las ONU.

5.3 Bloques funcionales

Véase 5.3/G.983.1.

5.4 Bloque funcional ONU

Como un ejemplo, la terminación de red óptica (ONT) en la técnica de fibra a la vivienda (FTTH) está activa y desacopla el mecanismo de entrega de red de acceso, de la distribución interior. El núcleo de la ONT consiste en la interfaz ODN, puerto de usuario, servicios de transmisión y funciones de multiplexación (MUX, *multiplexing*)/demultiplexación de clientes, así como la alimentación en energía; véase la figura 3.

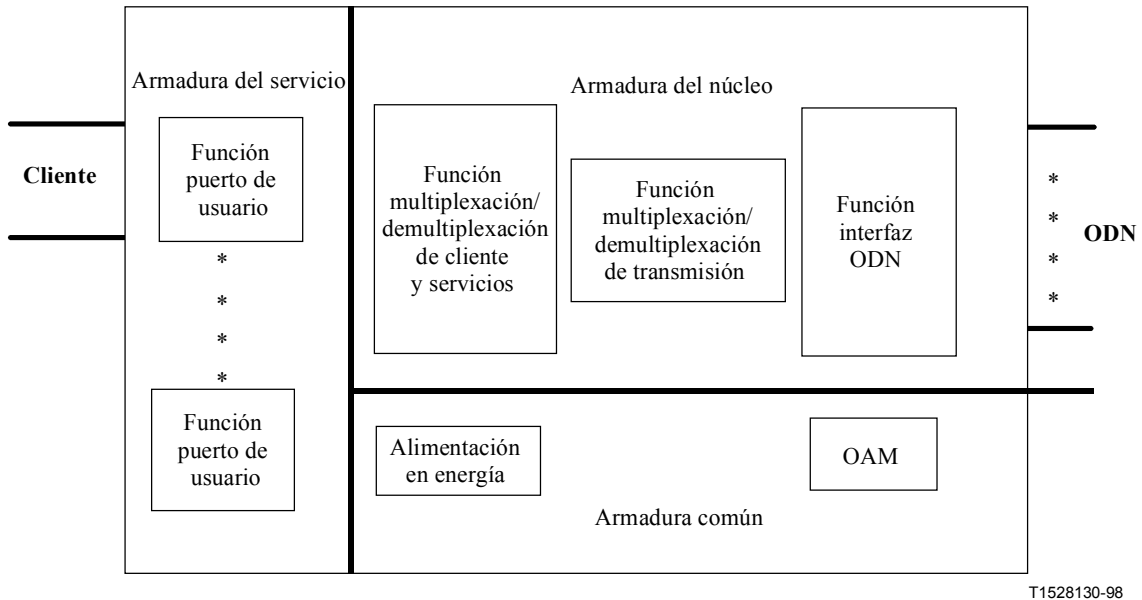


Figura 3/G.983.3 – Ejemplo de bloques funcionales ONT

5.4.1 Interfaz de red de distribución óptica

La interfaz ODN trata el proceso de conversión optoelectrónica. La interfaz ODN extrae células ATM de la cabida útil de PON en sentido hacia el destino e inserta células ATM en la cabida útil de PON en el sentido hacia el origen, sobre la base de la sincronización adquirida de la temporización de la trama en el sentido hacia el destino.

La interfaz ODN puede tratar la separación/combinación de longitudes de onda designadas y/o el divisor/combinador óptico.

5.4.2 Multiplexación

El multiplexor (MUX, *multiplexer*) multiplexa interfaces de servicio hacia una interfaz ODN. Sólo las células ATM válidas pueden pasar a través del MUX, por lo que numerosos VP pueden compartir de manera eficaz la anchura de banda atribuida hacia el origen.

5.4.3 Puerto de usuario

El puerto de usuario hace interfaz con un terminal a través de la UNI. El puerto de usuario puede tratar la inserción de células ATM en la cabida útil en sentido hacia el origen y la extracción de células ATM de la cabida útil en sentido hacia el destino. Además, el puerto de usuario puede interconectar para la entrega de servicios de vídeo y/o servicios adicionales de la OLT a los clientes.

5.4.4 Alimentación de la ONU en energía

La alimentación de la ONU en energía dependerá de la implementación.

5.5 Bloque funcional de terminación de línea óptica

La OLT se conecta a las redes conmutadas a través de interfaces normalizadas (VB5.x, V5.x, NNI). En el lado de distribución, presenta accesos ópticos de acuerdo con los requisitos convenidos, en términos de velocidad binaria, presupuesto de potencia, etc.

La OLT consta de tres partes: la función de puerto de servicio, la interfaz ODN y el MUX para acondicionamiento de VP (véase la figura 4). La combinación representada en esta figura no tiene por objeto excluir la función de capa de canal virtual (VC, *virtual channel*) en la OLT. La función de capa VC queda en estudio.

1) *Función de puerto de servicio*

Esta función interconecta con nodos de servicio. La función de puerto de servicio puede tratar la inserción de células ATM en la cabida útil SDH hacia el origen y la extracción de células ATM de la cabida útil SDH hacia el destino. La función puede ser duplicada, por lo que puede ser necesaria la función de protección.

2) *MUX*

El multiplexor/demultiplexor (MUX) proporciona conexiones de VP entre la función de puerto de servicio y la interfaz ODN, y diferentes VP se asignan a diferentes servicios en IF_{PON}. Diversas informaciones tales como contenidos principales, señalización y flujos OAM se intercambian utilizando VC del VP.

3) *Interfaz ODN*

La interfaz ODN trata el proceso de conversión optoelectrónica. Se ocupa de la inserción de células ATM en la cabida útil de la PON hacia el destino y de la extracción de células ATM de la cabida útil de la PON hacia el origen. Además, la interfaz ODN puede tratar la separación/combinación de longitudes de onda designadas y/o el divisor/combinador óptico.

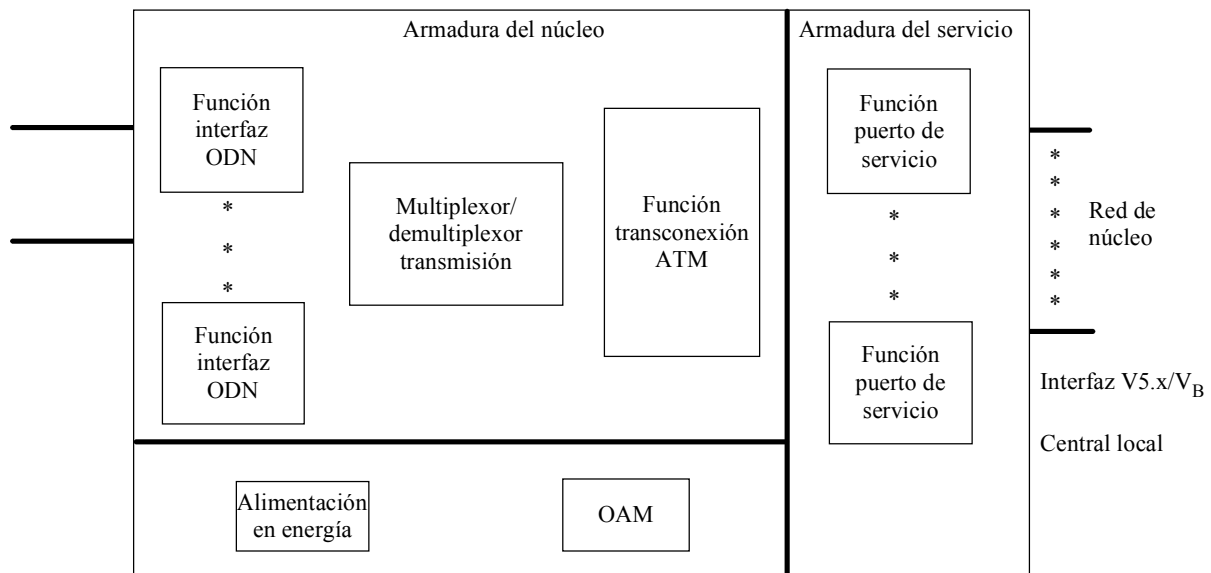


Figura 4/G.983.3 – Ejemplo de bloques funcionales OLT

5.6 Bloque funcional de red de distribución óptica

Véase 5.6/G.983.1.

6 Servicios

Tal sistema de acceso de alta velocidad podría proporcionar la gama completa de todos los servicios conocidos hasta el presente, e incluso nuevos servicios que se están examinando para los abonados residenciales y comerciales. En esta materia debe tenerse en cuenta la independencia del servicio con respecto al sistema de transmisión.

Estos servicios abarcan una amplia gama de requisitos de red como son la velocidad binaria, la simetría/asimetría o el retardo, y comprenden desde la distribución de vídeo, con diversos grados de interactividad, hasta la transferencia electrónica de datos, la interconexión LAN, trayectos virtuales transparentes, etc.

Los servicios concretos que habrán de proporcionarse son percibidos de una manera más clara por algunos operadores que por otros y dependen en gran medida de las condiciones particulares de reglamentación de los mercados de los distintos operadores, así como de las posibilidades de los propios mercados. La manera de hacer llegar estos servicios a los usuarios de una manera eficaz con respecto al costo depende no solamente de condiciones de tipo jurídico, sino también de factores que incluyen la infraestructura existente de telecomunicaciones, la distribución de las viviendas y la proporción en que estén presentes los abonados residenciales y los comerciales.

Pese a esta diversidad en la estructuración de los mercados, existen algunas características que han sido percibidas como comunes por todas las partes y que pueden resumirse como sigue:

- algunos servicios requieren velocidades binarias mayores que las soportadas por la RTPC y la RDSI básica. La mejor forma de proporcionar estas velocidades a los usuarios es mediante redes de fibras ópticas o redes mixtas de fibras ópticas y conductores metálicos;
- puesto que los servicios evolucionan y se introducen nuevos servicios, las exigencias de anchura de banda y de gestión serán mayores. Esto requiere que la red de acceso sea flexible y fácil de mejorar;
- servicios adicionales, tales como el de distribución de vídeo por la ATM-PON, pueden prestarse convenientemente utilizando el esquema WDM donde sea necesario. La elección del tipo de modulación de vídeo repercutirá en los requisitos del sistema, pero eso es algo que queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

7 Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio

La ubicación de las interfaces UNI y SNI se indica de manera preliminar en la configuración de referencia (véase el cuadro 1). Otros tipos de servicios, tales como el de radiodifusión de la señal de vídeo, quedan en estudio.

Cuadro 1/G.983.3 – UNI y SNI

Tipo de servicio	Norma de la UNI	Norma de la SNI
Definido en UIT-T G.982	UIT-T G.902	UIT-T G.902
– Sistema de vídeo digital de banda ancha		UIT-T G.967.1
– Servicios multimedia	UIT-T I.432	UIT-T G.967.2
– Línea arrendada VP	IEEE 802.3	
– ATM SVC		

8 Requisitos de la red óptica

8.1 Estructura de red óptica dividida en capas

Véase 8.1/G.983.1.

8.2 Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la atribución de longitud de onda

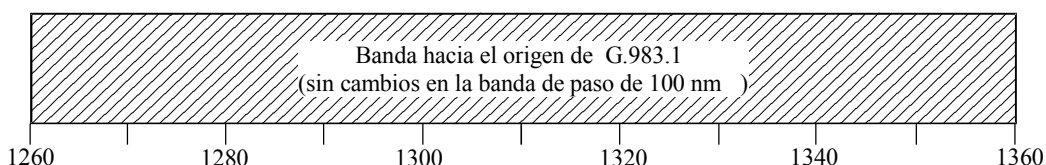
En UIT-T G.983.1, la longitud de onda de la señal hacia el destino de la ATM-PON (sistema de fibra individual) está en la banda de 1,5 μm y la de la señal hacia el origen de la ATM-PON en la banda de 1,3 μm . La presente Recomendación define una nueva asignación de longitudes de onda para hacer posibles nuevos servicios adicionales que utilicen la banda de longitudes de onda definida en UIT-T G.983.1. La banda de longitudes de onda hacia el destino de la ATM-PON estará comprimida dentro de la banda de 1,5 μm original y las nuevas bandas de longitudes de onda se asignarán a los nuevos servicios adicionales.

La figura 5 y el cuadro 2 definen la nueva asignación de longitudes de onda. De esta manera se reduce la atribución hacia el destino de la ATM-PON definida actualmente en UIT-T G.983.1 a una porción del espectro óptico disponible hacia el destino. A esta porción de la ATM-PON se hará referencia como la "banda básica". A continuación se pondrá a disposición una banda de longitudes de onda adicional, a la que se denominará "banda de mejora". Entre las utilizaciones de la banda de mejora figuran por lo menos los servicios de vídeo y los servicios con multiplexación por división de longitud de onda (WDM). Una banda de guarda separa la banda básica de la banda de mejora. La interferencia entre las señales de esas dos bandas provoca la degradación mutua de ambas, que se habrá de mantener a un nivel irrelevante. El aislamiento requerido entre estas bandas depende del nivel de potencia óptica, del esquema de modulación, etc. En el apéndice III se describe un ejemplo de filtros WDM.

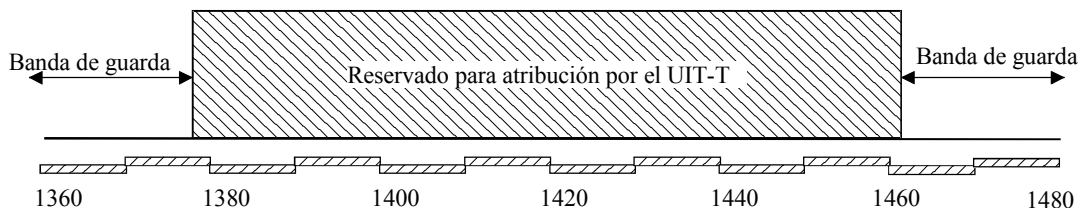
La especificación de la banda L futura en la banda de 1,5 μm y la banda "reservada para atribución por el UIT-T" en la región intermedia quedan en estudio.

NOTA – Las longitudes de onda de la banda de mejora se pueden utilizar no sólo para la transmisión de señales hacia el destino sino también hacia el origen en el esquema WDM.

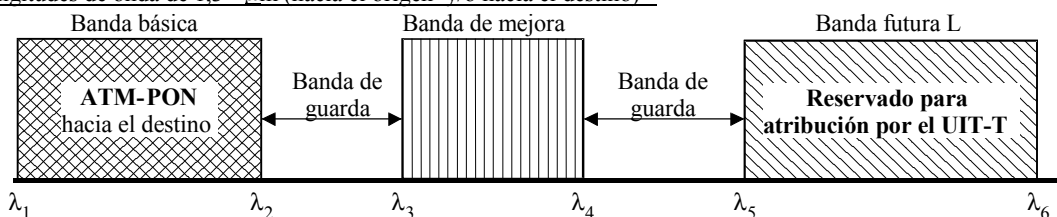
Banda de longitudes de onda de 1,3 μm (hacia el origen)



Banda de longitudes de onda intermedia (hacia el origen y/o hacia el destino)



Banda de longitudes de onda de 1,3 μm (hacia el origen y/o hacia el destino)



- Ventana hacia el origen (sin cambios)
- Banda básica (banda APON constreñida)
- Banda de mejora (otros usos)
- Para utilización futura

λ_1 - λ_6 Definido en el cuadro 2

T1543830-01

Figura 5/G.983.3 – Asignación de longitudes de onda

Cuadro 2/G.983.3 – Parámetros para la asignación de longitudes de onda en la figura 5

Elementos	Notación	Unidad	Valor nominal	Ejemplos de aplicación
Banda de longitudes de onda de 1,3 μm				Para uso en el sentido hacia el origen de la ATM-PON
Límite inferior	–	nm	1260	
Límite superior	–	nm	1360	
Banda de longitudes de onda intermedia				Para uso futuro – Banda reservada que incluye bandas de guarda para atribución por el UIT-T
Límite inferior	–	nm	1360	
Límite superior	λ_1	nm	1480	
Banda básica				Para uso en el sentido hacia el destino de la ATM-PON
Límite inferior	λ_1	nm	1480	
Límite superior	λ_2	nm	1500	
Banda de mejora (Opción 1)				Para uso en servicio digital adicional
Límite inferior	λ_3	nm	1539	
Límite superior	λ_4	nm	1565	
Banda de mejora (Opción 2)				Para servicio de distribución de vídeo
Límite inferior	λ_3	nm	1550	
Límite superior	λ_4	nm	1560	

Cuadro 2/G.983.3 – Parámetros para la asignación de longitudes de onda en la figura 5 (fin)

Elementos	Notación	Unidad	Valor nominal	Ejemplos de aplicación
Banda L futura				Para uso futuro
Límite inferior	λ_5	nm	En estudio	– Banda reservada para atribución por el UIT-T
Límite superior	λ_6	nm		
<p>NOTA 1 – Las frecuencias centrales de la banda de mejora para aplicaciones DWDM deberán basarse en la rejilla de frecuencias que se da en UIT-T G.959.1 y G.692.</p> <p>NOTA 2 – El valor del aislamiento entre la señal de la banda básica y las señales de la banda de mejora no se decide de forma única, porque la configuración del sistema varía de acuerdo con los reglamentos, la estrategia de servicio y las condiciones geográficas así como los servicios ofrecidos en la banda de mejora. El aislamiento deberá interpretarse aquí como la relación entre la señal de banda básica residual de fuga y E-ONU o E-OLT de la señal de banda básica y la relación entre la señal de banda de mejora residual de fuga y ONU o OLT de la señal de banda de mejora en WF1 o WF2. Ambos tipos de aislamiento deberán definirse por separado.</p> <p>Se prevé la utilización común de filtros WDM para la reducción de costos mediante una producción a gran escala. En el apéndice III se describen ejemplos del aislamiento requerido en casos típicos.</p> <p>NOTA 3 – El valor del aislamiento recomendado entre la señal de banda básica y las señales de banda de mejora (opción 1) queda en estudio.</p> <p>NOTA 4 – El valor del aislamiento recomendado entre la señal de banda básica y las señales de banda de mejora (opción 2) queda en estudio.</p> <p>NOTA 5 – El filtro aplicado tiene las características de pérdida apropiadas para conseguir el aislamiento requerido. Las características de pérdida fuera de la gama 1480-1580 nm (por ejemplo en la banda L futura), no obstante, quedan en estudio.</p>				

8.3 Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la ATM-PON

8.3.1 Velocidad binaria nominal de la señal digital

La velocidad en la línea de transmisión debe ser un múltiplo de 8 kHz. El sistema normalizado deseado tendrá las siguientes velocidades de línea nominales:

- Opción 1: Simétrica, 155,52 Mbits/s para FTTCab/C/B/H.
- Opción 2: Asimétrica, 155,52 Mbits/s hacia el origen/622,08 Mbits/s hacia el destino para FTTCab/C/B.

Los parámetros que habrán de definirse se dividirán en parámetros hacia el destino y parámetros hacia el origen, con las velocidades binarias nominales indicadas en el cuadro 3.

Cuadro 3/G.983.3 – Relación entre las categorías de parámetros y los cuadros

Sentido de transmisión	Velocidad binaria nominal	Cuadro
Hacia el destino	155,52 Mbit/s	Cuadro 4b (hacia el destino, 155 Mbit/s)
	622,08 Mbit/s	Cuadro 4c (hacia el destino, 622 Mbit/s)
Hacia el origen	155,52 Mbit/s	Cuadro 4d (hacia el origen, 155 Mbit/s)

Todos los parámetros se especifican como sigue y serán conformes con el cuadro 4a (ODN), el cuadro 4b (hacia destino, 155 Mbit/s), cuadro 4c (hacia el destino, 622 Mbit/s) y cuadro 4d (hacia el origen, 155 Mbit/s). Estos cuadros se denominan en forma general cuadro 4 en esta Recomendación, sin que ello cree confusión. Hay 6 tipos de ONU, que se distinguen por sus velocidades binarias

de 155,52 Mbit/s y 622,08 Mbit/s, y por la pérdida de trayecto óptico clase A, clase B y clase C (definidas en UIT-T G.982). Algunos de los parámetros del cuadro 4 se describen en el apéndice I como ejemplos a efectos de implementación.

La especificación del cuadro 4 no incluye la reflectancia máxima del equipo medida a la longitud de onda del receptor para la E-ONU y la E-OLT. La reflexión precedente de la E-ONU y la E-OLT puede provocar la degradación de la señal en la transmisión de la ATM-PON. Las especificaciones de las reflectancias de E-ONU y E-OLT en las longitudes de onda en el sentido hacia el destino a 1,3 μm y en el sentido hacia el origen de la banda básica quedan en estudio.

Todos los valores de parámetros especificados son valores de caso más desfavorable, que se suponen satisfechos en la gama de condiciones operativas estándar (es decir, gamas de temperatura y humedad), e incluyen los efectos de envejecimiento. Los parámetros se especifican con relación a un objetivo de diseño de sección óptica con una tasa de errores de bit (BER) no peor que 1×10^{-10} para el caso extremo de condiciones de atenuación y de dispersión del trayecto óptico

Todos los parámetros se especifican para IF_{PON} , y los parámetros ópticos pertinentes para los puntos de referencia (c) y (e) de la figura 2b se describen en el apéndice V.

La gama de atenuación en la ODN se puede reducir para algunas áreas de aplicación, tales como campos recién construidos o zonas limitadas. En este caso, los parámetros ópticos requeridos se aplicarán de manera menos estricta y se mejorará la aplicabilidad de los módulos ópticos conformes a UIT-T G.983.1. En el apéndice V se describe además un caso, a título de ejemplo, de reducción de la gama de atenuación de la ODN.

Cuadro 4a/G.983.3 – Parámetros de la capa dependiente del medio físico de la ODN

Elementos	Unidad	Especificaciones
Tipo de fibra	–	UIT-T G.652
Gama de atenuación (UIT-T G.982)	dB	Clase A: 5-20 Clase B: 10-25 Clase C: 15-30
Pérdida de trayecto óptico diferencial	dB	15
Máxima penalización de trayecto óptico	dB	1
Máximo alcance lógico diferencial	km	20
Máxima distancia de fibra entre puntos S/R y R/S	km	20
Mínima relación de división soportada	–	Restringida por la pérdida del trayecto y por los límites de direccionamiento de la ONU PON con divisores pasivos (división en forma 16 o en forma 32)
Transmisión bidireccional	–	WDM con una fibra (el sistema con 2 fibras está fuera de alcance de esta Recomendación)
Longitud de onda de mantenimiento	nm	Se definirá

Cuadro 4b/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica (continuación)

Elementos	Unidad	Especificaciones		
Transmisor OLT (interfaz óptica O_{ld})				
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	155,52		
Longitud de onda operativa	nm	1480-1500		
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado		
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Véase la figura 6/G.983.1		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA		
Mínima ORL de ODN en O _{ld} y O _{lu} (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia media inyectada MÁX	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor	dBm	NA		
Relación de extinción	dB	mayor que 10		
Tolerancia a la potencia luminosa incidente en el transmisor	dB	mayor que –15		
Si láser MLM – Máxima anchura cuadrática media	nm	1,8		
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de –20 dB (Nota 3)	nm	1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		
Receptor ONU (interfaz óptica O_{rd})				
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que –20		
Tasa de errores de bit	–	menor que 10 ^{–10}		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Sobrecarga mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Inmunidad de dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	–	Véase la figura 9/G.983.1		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		

Cuadro 4b/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica (fin)

<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" debe ser mayor que 20 dB en casos facultativos que se describen en el apéndice I/G.983.1.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU cuando el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" es de 20 dB se describen en el apéndice IV.</p> <p>NOTA 3 – En UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y relación mínima de supresión de modelo lateral.</p> <p>NOTA 4 – En el apéndice I se describen parámetros tentativos.</p>

Cuadro 4c/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 622 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica

Elemento	Unidad	Especificaciones		
Transmisor OLT (interfaz óptica O_{ld})				
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	622,08		
Longitud de onda operativa	Nm	1480-1500		
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado		
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Véase la figura 6/G.983.1		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA		
Mínima ORL de ODN en O_{lu} y O_{ld} (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia media inyectada MÁX	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor	dBm	NA		
Relación de extinción	dB	mayor que 10		
Tolerancia a la potencia luminosa incidente en el transmisor	dB	mayor que -15		
Si láser MLM – Máxima anchura cuadrática media	nm	NA		
SI láser SLM – Máxima anchura entre puntos de -20 dB (Nota 3)	nm	1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		

Cuadro 4c/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 622 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica (*fin*)

Elemento	Unidad	Especificaciones		
Receptor ONU (interfaz óptica O_{rd})				
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que -20		
Tasas de errores de bit	–	menor que 10 ⁻¹⁰		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Sobrecarga mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	–	Véase la figura 9/G.983.1		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" debe ser mayor que 20 dB en casos facultativos que se describen en el apéndice I/G.983.1.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU cuando el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" es de 20 dB se describen en el apéndice IV.</p> <p>NOTA 3 – En UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y relación mínima de supresión de modo lateral.</p> <p>NOTA 4 – En el apéndice I se describen parámetros tentativos.</p>				

Cuadro 4d/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s en el sentido hacia el origen

Elementos	Unidad	Especificaciones		
Transmisor ONU (interfaz óptica O_{ru})				
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	155,52		
Longitud de onda operativa	nm	1260-1360		
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado		
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Véase la figura 7/G.983.1		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	menor que -6		
Mínima ORL de ODN en O _{ru} y O _{rd} (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia media inyectada MÁX	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor	dBm	Menor que la sensibilidad Mín -10		
Relación de extinción	dB	mayor que 10		
Tolerancia a la potencia luminosa incidente en el transmisor	dB	mayor que -15		

**Cuadro 4d/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s
en el sentido hacia el origen (*fin*)**

Elementos	Unidad	Especificaciones		
Transmisor ONU (interfaz óptica O_{ru})				
Si láser MLM – Máxima anchura cuadrática media	nm	5,8		
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de -20 dB (Nota 3)	nm	1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		
Transferencia a la fluctuación de fase	–	Véase la figura 8/G.983.1		
Generación de fluctuación de fase en anchura de banda 0,5 kHz a 1,3 MHz	UI p-p	0,2		
Receptor OLT (interfaz óptica O_{lu})				
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que -20		
Tasa de errores de bit	–	menor que 10 ⁻¹⁰		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Sobrecarga mínima	dBm	Nota 4	Nota 4	Nota 4
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	–	NA		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" debe ser mayor que 20 dB en casos facultativos que se describen en el apéndice I/G.983.1.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU cuando el valor "ORL mínima de ODN en los puntos O_{ru} y O_{rd}, y O_{lu} y O_{ld}" de 20 dB se describen en el apéndice IV.</p> <p>NOTA 3 – En UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y relación mínima de supresión de modo lateral.</p> <p>NOTA 4 – En el apéndice I se describen parámetros tentativos.</p>				

8.3.2 Medio físico y método de transmisión

8.3.2.1 Medio de transmisión

Esta especificación se basa en la fibra descrita en UIT-T G.652.

8.3.2.2 Sentido de transmisión

La señal se transmite en ambos sentidos, hacia el origen y hacia el destino, a través del medio de transmisión.

8.3.2.3 Metodología de transmisión

Para la transmisión bidireccional se utiliza la técnica de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) con longitudes de onda en la región de 1310 nm y en la región de la banda básica (1480-1500 nm), en una sola fibra.

8.3.3 Velocidad binaria

Véase 8.2.3/G.983.1.

8.3.4 Código de línea

Véase 8.2.4/G.983.1.

8.3.5 Longitud de onda operativa

8.3.5.1 Transmisión hacia el destino

La gama de longitudes de onda operativas para el sentido de transmisión hacia el destino en sistemas de una sola fibra será 1480-1500 nm.

8.3.5.2 Transmisión hacia el origen

La gama de longitudes de onda operativa para el sentido de transmisión hacia el origen será 1260-1360 nm.

8.3.6 Transmisor en O_{ld} y O_{ru}

Los parámetros se especifican como sigue, y deberán ser conformes al cuadro 4.

Para cada elemento, véase la cláusula UIT-T G.983.1 que se indica a continuación:

- 8.2.6.1 para tipo de fuente,
- 8.2.6.2 para características espectrales,
- 8.2.6.3 para potencia media inyectada,
- 8.2.6.3.1 para potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor,
- 8.2.6.4 para mínima relación de extinción,
- 8.2.6.6 para máscara del diagrama de ojo del transmisor,
- 8.2.6.6.1 para transmisor OLT, y
- 8.2.6.6.2 para transmisor ONU.

8.3.6.1 Reflectancia máxima del equipo, medida a la longitud de onda del transmisor

La potencia óptica que se refleja en el equipo (ONU/OLT) que retorna a la planta de cable se especifica por la reflectancia máxima admisible del equipo medida en O_{ld}/O_{ru} . Deberá ser conforme al cuadro 4.

8.3.6.2 Tolerancia a la potencia óptica reflejada

La calidad de funcionamiento especificada del transmisor debe satisfacerse en presencia, en el punto S, del nivel de reflexión óptica especificada en el cuadro 4.

8.3.7 Trayecto óptico entre O_{ld}/O_{ru} y O_{rd}/O_{lu}

Para cada elemento, véase la cláusula UIT-T G.983.1 que se indica a continuación:

- 8.2.7.2 para pérdida de retorno óptica mínima de la planta de cable en los puntos R/S incluido todo conector, y

8.2.7.3 para reflectancia discreta máxima entre puntos S y R.

8.3.7.1 Gama de atenuación

Se especifican tres clases de gamas de atenuación, definidas en UIT-T G.982:

- Clase A: 5-20 dB;
- Clase B: 10-25 dB;
- Clase C: 15-30 dB.

Para las especificaciones de atenuación se han supuesto valores de casos más desfavorable, incluyendo pérdidas debidas a los empalmes, conectores, atenuadores ópticos (si se utilizan) u otros dispositivos ópticos pasivos, y todo margen adicional relativo al cable para tener en cuenta:

- 1) futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes adicionales, largos de cable mayores, etc.);
- 2) variaciones de la calidad de funcionamiento del cable de fibras debidas a factores ambientales; y
- 3) degradación de cualquier conector, atenuadores ópticos (si se utilizan) u otros dispositivos ópticos pasivos entre los puntos S y R, cuando se empleen.

8.3.7.2 Dispersión

Los sistemas que se consideran limitados por la dispersión tienen los valores máximos de dispersión (ps/nm) especificados en el cuadro 4. Estos valores son coherentes con las máximas penalizaciones de trayecto ópticos especificadas. Tienen en cuenta el tipo de transmisor especificado, y el coeficiente de dispersión de fibra en la gama de longitudes de ondas operativas.

Los sistemas que consideran limitados por la atenuación no tienen valores de dispersión máxima especificados y se indican en el cuadro 4 con la inscripción "NA" (no aplicable).

8.3.8 Receptor en O_{rd} y O_{lu}

Los parámetros se especifican como sigue, y deberán ser conformes al cuadro 4.

Para cada elemento, véase la cláusula UIT-T G.983.1 que se indica a continuación:

- 8.2.8.1 para sensibilidad mínima,
- 8.2.8.2 para sobrecarga mínima,
- 8.2.8.3 para máxima penalización de trayecto óptico,
- 8.2.8.5 para pérdida de trayecto óptico diferencial,
- 8.2.8.6 para capacidad de extracción del reloj,
- 8.2.8.7 para característica de fluctuación de fase,
- 8.2.8.7.1 para transferencia de la fluctuación de fase,
- 8.2.8.7.2 para tolerancia de la fluctuación de fase,
- 8.2.8.7.3 para generación de la fluctuación de fase,
- 8.2.8.8 para inmunidad a dígitos idénticos consecutivos (CID),
- 8.2.8.9 para tolerancia a la potencia reflejada, y
- 8.2.8.10 para calidad de transmisión y característica de error.

8.3.8.1 Máxima reflectancia del equipo receptor, medida a la longitud de onda del receptor

La potencia óptica reflejada en el equipo (ONU/OLT) que retorna a la planta de cable se especifica por la reflectancia máxima admisible del equipo medida en O_{rd} y O_{lu} . Deberá ser conforme al cuadro 4.

8.4 Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la banda de mejora

Los parámetros ópticos, el código de línea, el esquema de modulación, etc., para la banda de mejora quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.

No obstante, la reflexión procedente de las ONU y OLT puede provocar la degradación de la señal en los servicios de banda de mejora. Por ello, la reflectancia máxima del equipo medida a la longitud de onda del transmisor y la reflectancia máxima del equipo medida a la longitud de onda del receptor para la ONU y la OLT deben ser especificadas en la longitud de onda de la banda de mejora. La especificación de la reflectancia de la ONU y la OLT quedan en estudio.

9 Funcionalidad de operaciones, administración y mantenimiento (OAM)

Véase la cláusula 9/G.983.1.

10 Calidad de funcionamiento

Véase la cláusula 10/G.983.1.

11 Condiciones ambientales

Para OLT y ONU de interiores se recomiendan las condiciones de CEI 60721-3-3. Para ONU de exteriores, se recomiendan las condiciones de CEI 60721-3-4, con la gama ambiental ampliada (4.1E) especificada en ETS 300 019-1-4.

Se recomienda atenerse a las condiciones de las normas CEI 60801-2 y 60801-3 sobre compatibilidad electromagnética.

En el cuadro 5 se presentan ejemplos de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa para OLT y ONU. Las demás condiciones ambientales, tales como los agentes contaminantes y los agentes químicos, quedan en estudio.

Cuadro 5/G.983.3 – Ejemplos de condiciones ambientales

Ejemplo aplicado	Temperatura (C)		Humedad relativa (%)		Observaciones
	Normal	Corto plazo	Normal	Corto plazo	
OLT	5 a 40	0 a 50 (Nota 1)	5 a 85	5 a 90 (Nota 1)	CEI 60721-3-3 clase 3k3
ONU interior	-5 a 45	-	5 a 95	-	CEI 60721-3-3 clase 3k5
ONU exterior (Nota 2)	-45 a 45 (Nota 3)	-	8 a 100	-	ETS 300 019-1-4 clase 4.1E

Cuadro 5/G.983.3 – Ejemplos de condiciones ambientales (*fin*)

NOTA 1 – Opción 1: por corto plazo se entiende un periodo de no más de 72 horas consecutivas y un total de no más de 15 días en un año.

Opción 2: por corto plazo se entiende un periodo de no más de 12 horas consecutivas y un total de no más de cuatro días en un año.

NOTA 2 – Las condiciones ambientales para la ONU son las condiciones fuera del recinto de dicha unidad, y se supone que la ONU (incluido su alojamiento/armario) la proporciona un solo suministrador y está situada en una configuración convencional de interior o exterior. Las condiciones ambientales para las ONU situadas en otras configuraciones (por ejemplo, dentro de un armario proporcionado por el operador o en un entorno de interior no condicionado, tal como un ático o un garaje) quedan en estudio.

NOTA 3 – En muchos casos, los operadores de red están deseosos de aligerar el requisito de baja temperatura a -40 grados.

12 Seguridad

La seguridad se define en UIT-T G.983.1.

APÉNDICE I

Ejemplos de parámetros de interfaz óptica para ODN

I.1 Introducción

A continuación se describen parámetros ópticos tentativos para ODN (véase el cuadro 4) y se dan, en el presente apéndice I ejemplos de implementación de los mismos. Si se aprueban e introducen en el cuadro 4 los parámetros apropiados, este apéndice será eliminado.

I.2 Ejemplos

Los valores numéricos especificados en el cuadro que siguen indican valores tentativos de los elementos descritos en el cuadro 4.

Cuadro I.1/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica

Elemento	Unidad	Especificaciones		
Transmisor OLT (interfaz óptica O_{ld})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-7,5	-2,5	-0,5
Potencia media inyectada MÁX	dBm	-3	+2	+4
Receptor ONU (interfaz óptica O_{rd})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	-28,5	-28,5	-31,5
Sobrecarga mínima	dBm	-8	-8	-11

Cuadro I.2/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 622 Mbit/s en el sentido hacia el destino para la banda básica

Elementos	Unidad	Especificaciones		
Transmisor OLT (interfaz óptica O_{ld})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-5,5	-0,5	-0,5
Potencia media inyectada MÁX	dBm	-1	+4	+4
Receptor ONU (interfaz óptica O_{rd})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	-26,5	-26,5	-31,5
Sobrecarga mínima	dBm	-6	-6	-11

Cuadro I.3/G.983.3 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s en el sentido hacia el origen

Elementos	Unidad	Especificaciones		
Transmisor ONU (interfaz óptica O_{ru})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C (Nota)
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-7,5	-5,5	-3,5
Potencia media inyectada MÁX	dBm	0	+2	+4
Receptor OLT (interfaz óptica O_{lu})				
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C (Nota)
Sensibilidad mínima	dBm	-28,5	-31,5	-34,5
Sobrecarga mínima	dBm	-5	-8	-11
NOTA – Los valores propuestos para la clase C en el sentido hacia el origen son estimaciones óptimas. Pueden ser objeto, por tanto, de cambios en el futuro.				

APÉNDICE II

Escenarios de instalación

II.1 Introducción

Se supone que los operadores de telecomunicaciones introducirán diversas configuraciones de sistemas o escenarios. Dichas configuraciones de sistemas o escenarios se ven influidos por los reglamentos, la estrategia de los servicios, y las condiciones geográficas de cada operador de telecomunicaciones. Las configuraciones incluyen superposiciones estrictas basadas en la WDM y superposiciones que dependen de técnicas basadas en la modulación por emisión de frecuencia (FDM, *frequency division multiplexing*) para separar las señales de banda básica y las de banda de mejora.

A continuación se describen ejemplos de configuración.

II.2 Ejemplos de configuración

II.2.1 Caso 1: Recepción de banda básica solamente

Si los clientes no requieren servicios adicionales, por ejemplo el de vídeo, por la banda de mejora con la asignación de longitudes de onda de la figura 5, dos configuraciones de sistema podrían ser tal como se muestra en las figuras II.1 y II.2. En el caso de la figura II.1, quizás se necesite el filtro de bloqueo WDM para evitar que la señal de la banda de mejora alcance la ONU. En el caso de la figura II.2, un procedimiento basado en la FDM, se requieren unidades de red óptica (ONU) de una versión más reciente equipadas con filtro de división de banda eléctrico.

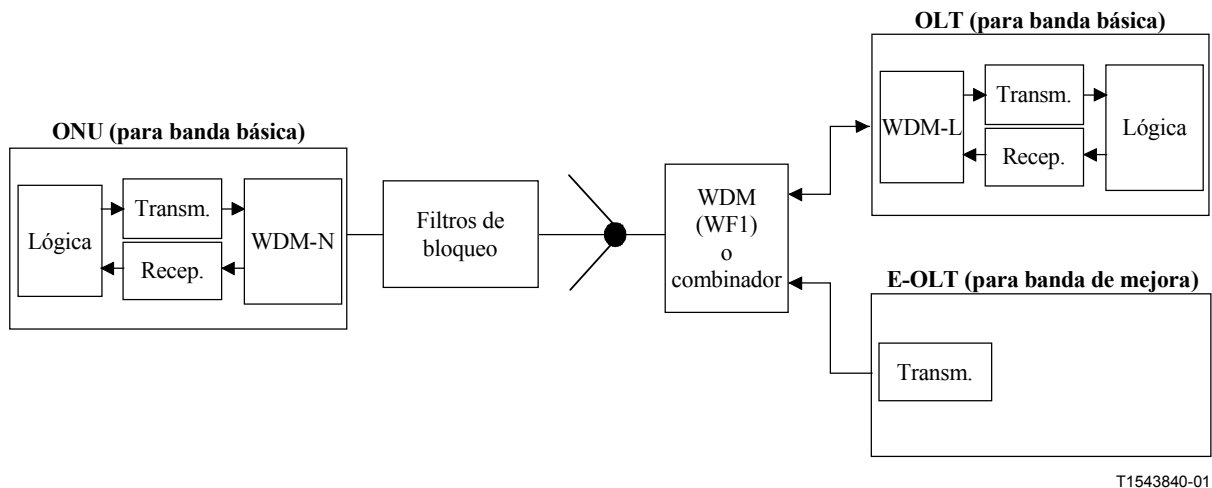


Figura II.1/G.983.3 – Recepción de banda básica solamente por filtro de bloqueo

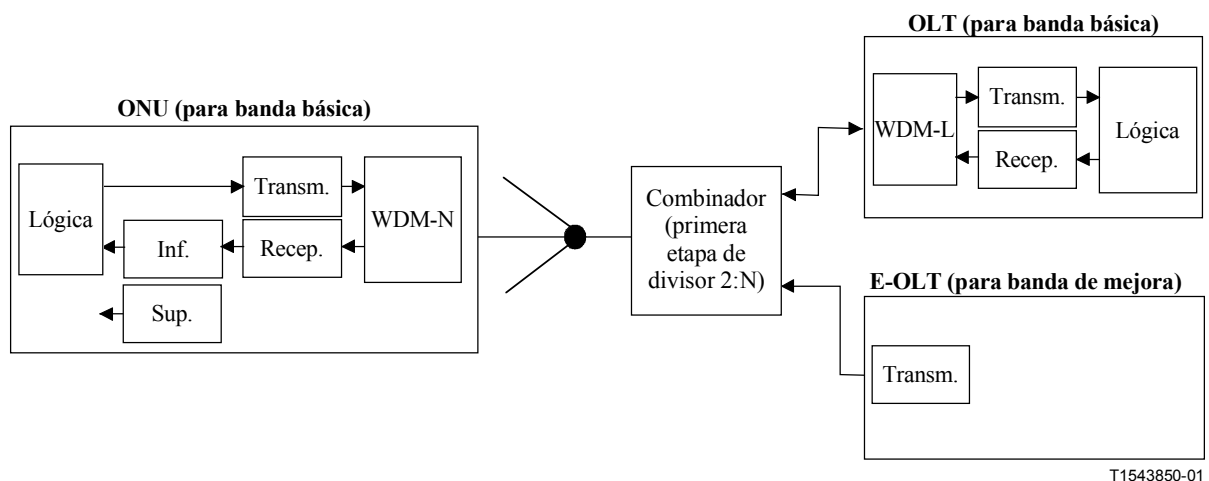


Figura II.2/G.983.3 – Recepción de banda básica solamente por un procedimiento basado en FDM

II.2.2 Caso 2: Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU separadas

Si los operadores proporcionan tanto servicios de ATM-PON como servicios adicionales, por ejemplo el de vídeo, en módulos de equipos separados, la configuración de los sistemas basados en WDM sería tal como se muestra en la figura II.3.

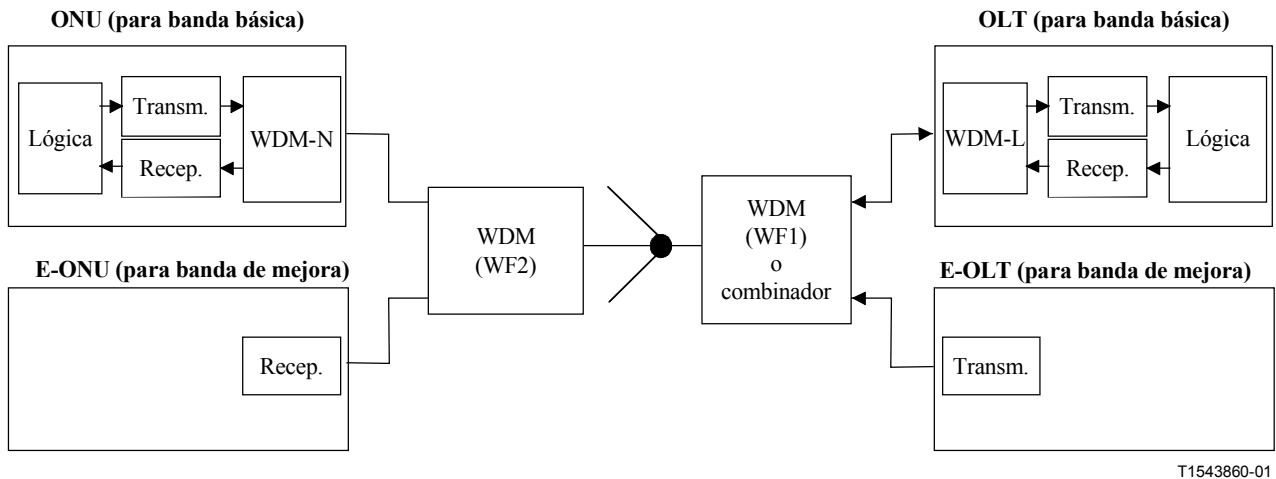


Figura II.3/G.983.3 – Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU separadas

II.2.3 Caso 3: Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU integradas

Si los operadores proporcionan tanto servicios de ATM-PON como servicios adicionales, por ejemplo de vídeo, en el mismo equipo, dos configuraciones de sistemas podrían ser tal como se muestra en las figuras II.4 y II.5. La figura II.4 muestra un procedimiento basado en la WDM. Las ONU de este tipo disponen de filtro WDM. La figura II.5 muestra un procedimiento basado en la FDM. Las ONU de este tipo disponen de filtro divisor de banda eléctrico.

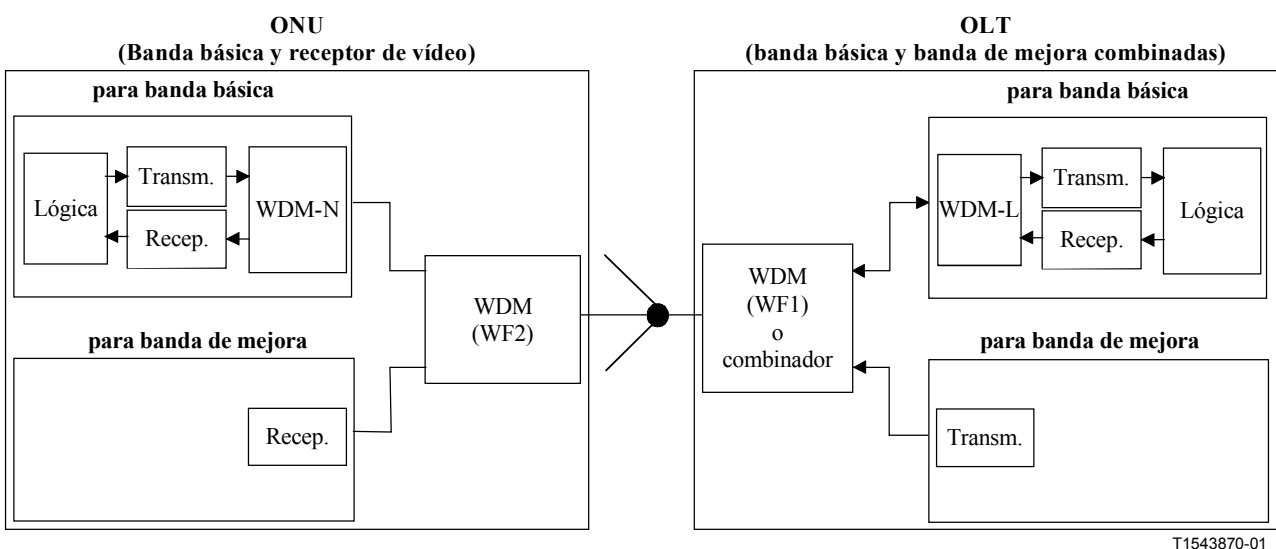


Figura II.4/G.983.3 – Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU integradas (procedimiento basado en la WDM)

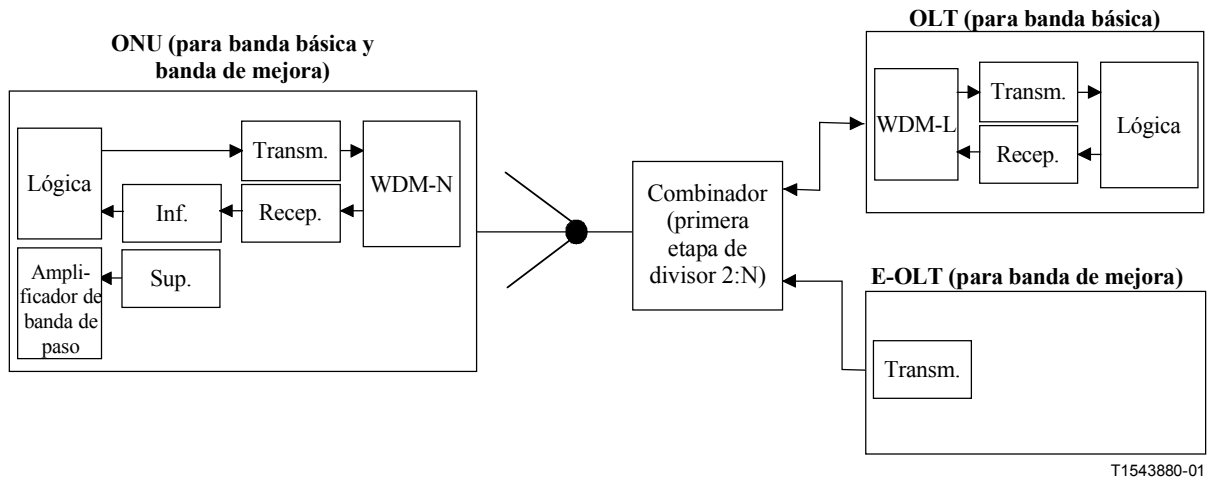


Figura II.5/G.983.3 – Recepción de señales de banda básica y banda de mejora por ONU integradas (procedimiento basado en la FDM)

II.2.4 Caso 4: Configuración de multiplexaciones por división de longitud de onda (WDM) para reducir al mínimo la pérdida de trayecto en el sentido hacia el origen

Esta configuración tiene por objeto reducir al mínimo la pérdida de trayecto en sentido hacia el origen (a 1300 nm) cuando se añade una banda de mejora. En tal caso, WDM-L y WDM-N separan las bandas de 1300 nm y 1500 nm y los filtros WF1 y WF2 separan la banda de 1500 nm. Esto permite utilizar receptores y transmisores existentes en el sentido hacia el origen sin cambiar la pérdida de extremo a extremo. El comportamiento de los filtros WF1 y WF2 sólo ha de ser especificado en la banda de 1500 nm ya que las señales a 1300 nm son eliminadas. Así se evita el problema de la paradiafonía cuando la banda de mejora lleva un servicio sólo en el sentido hacia el destino. Los problemas de las reflexiones en la banda básica dejan de efectuar, de esta manera, el funcionamiento de los receptores de banda de mejora. Este procedimiento tiene la desventaja de que no se puede utilizar con los módulos optoelectrónicos de banda básica que incorporan WDM, de la Recomendación G.983.1.

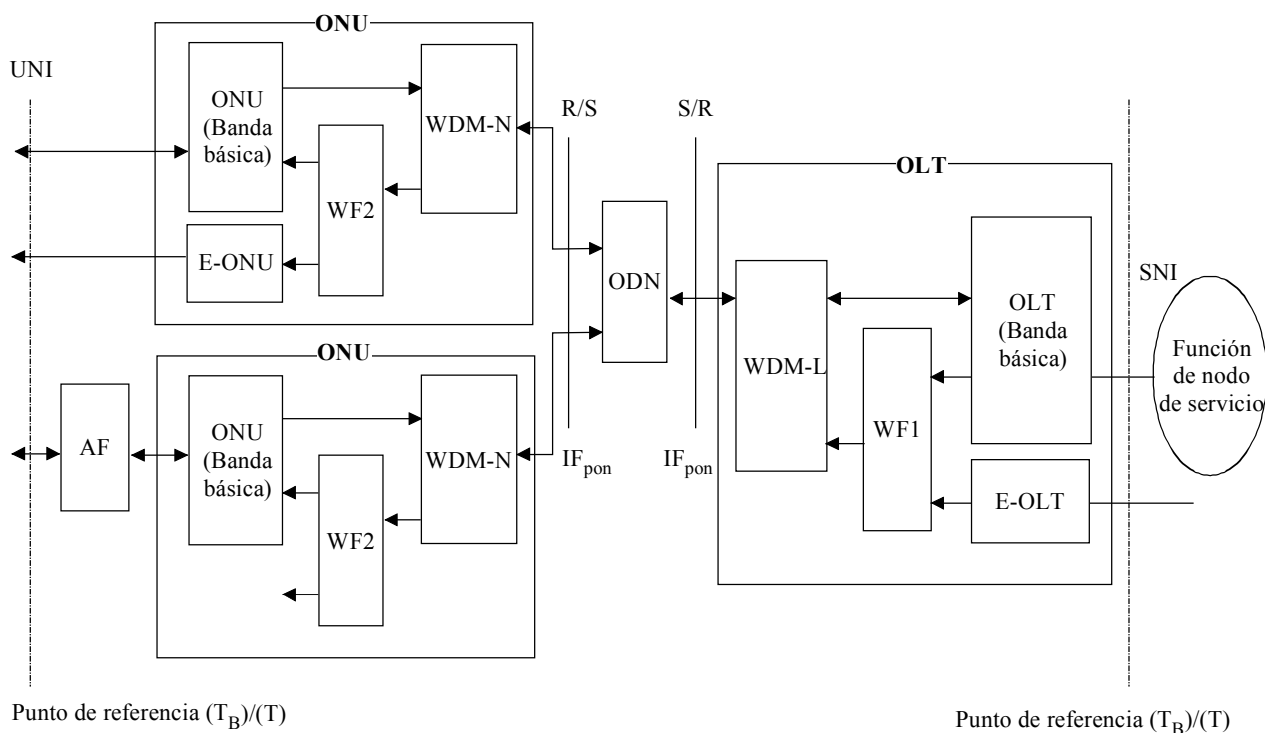


Figura II.6/G.983.3 – Configuración de WDM para reducir al mínimo la pérdida de trayecto en el sentido hacia el origen

II.2.5 Caso 5: Redes de distribución óptica (ODN) con gama de atenuación reducida para banda de mejora

Algunos operadores tienen problemas cuando se despliega una ODN de clase C existente. Dicha ODN tiene, según las especificaciones pertinentes, una pérdida de trayecto de 30 dB en las ventanas de 1300 y 1500 nm. Los transceptores de banda básica presentes no dispondrán de presupuesto de potencia suficiente cuando se añadan externamente componentes de WDM.

El caso 4 podría evitar este problema en el trayecto en sentido hacia el origen si se dispusiera de transmisores y receptores hacia el origen y hacia el destino en módulos separados.

El trayecto en sentido hacia el destino tendrá unas pérdidas adicionales imputables a las WDM en la banda de 1500 nm que podrían ser de hasta 1,5 dB en cada extremo. Esto significa que los transmisores y receptores a 1500 nm necesitan un presupuesto de potencia adicional de 3 dB. Una manera de compensar esos 3 dB consiste en aplicar una clase C modificada, que tenga en cuenta las pérdidas diferenciales de la fibra en la ventanas de 1300 y 1500 nm. La pérdida máxima a 1300 nm es de 30 dB y la pérdida máxima a 1500 nm es de 27 dB. Muchas ODN de clase C existentes y todas las de clase C con gama de atenuación reducida podrían cumplir la especificación de tener una pérdida de menos de 27 dB en la banda de 1480-1580 nm y de menos de 30 dB en la banda de 1260-1360 nm.

II.2.6 Ejemplo en caso de insuficiencia de presupuesto de pérdidas entre E-ONU y E-OLT

En caso de insuficiencia de presupuesto de pérdidas entre E-ONU y E-OLT, es posible acortar la distancia entre la E-ONU y la E-OLT. La figura II.7 muestra un ejemplo al respecto. En este caso, la salida de la E-OLT se introduce en la segunda etapa del divisor.

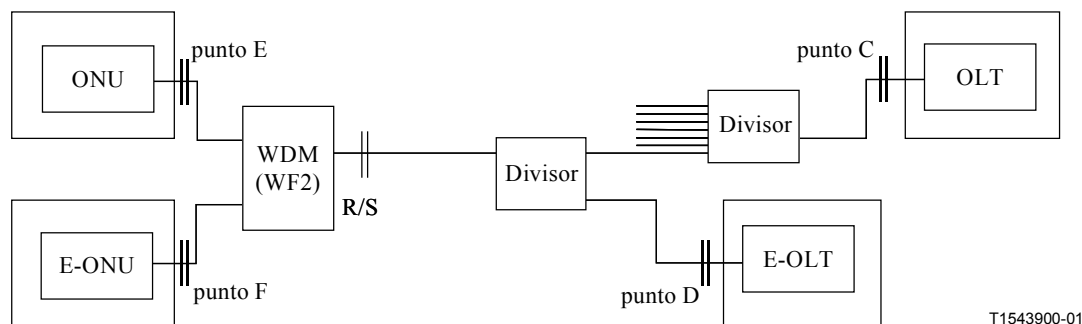


Figura II.7/G.983.3 – Configuración en caso de insuficiencia de presupuesto de pérdidas entre E-ONU y E-OLT

APÉNDICE III

Aislamiento entre la banda básica y la banda de mejora

III.1 Introducción

La banda de mejora se puede utilizar para numerosos y diferentes tipos de servicios, tales como el de distribución de vídeo y los servicios digitales de alta velocidad binaria.

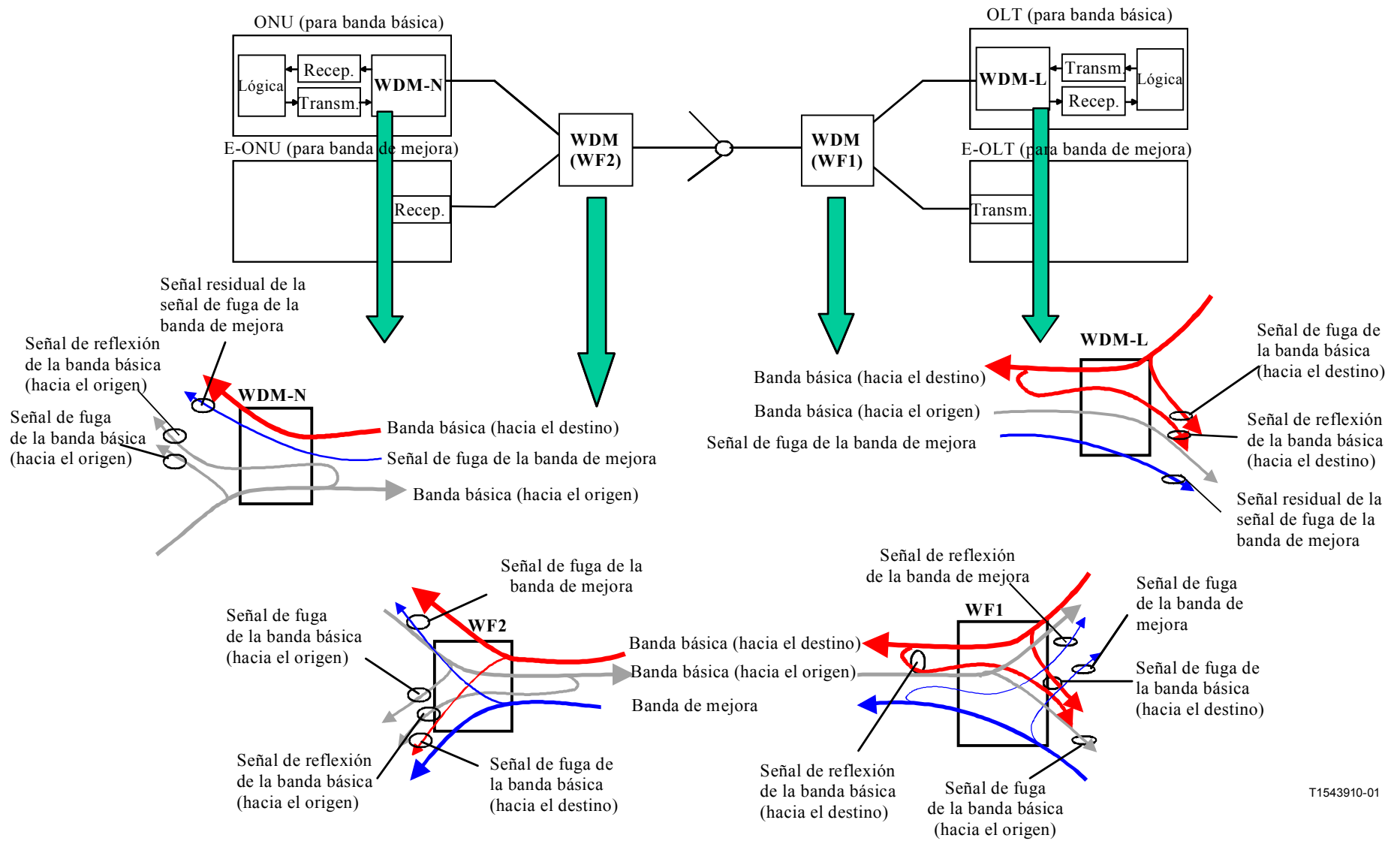
Cada servicio (caracterizado por su formato de modulación o velocidad binaria, la cantidad de portadoras o el número de longitudes de ondas) necesitará su propia sensibilidad de receptor de banda de mejora y un margen de diafonía admisible con respecto a la señal de banda básica.

Estos parámetros, junto con la potencia óptica total de la banda de mejora, determinarán a su vez el valor del aislamiento necesario en el receptor de banda de mejora con respecto a la señal de banda básica, y el valor del aislamiento necesario en el receptor de banda básica con respecto a la señal de banda de mejora.

El "aislamiento", se define por lo general, como la diferencia de pérdidas entre dos longitudes de onda medidas en el mismo puerto. El aislamiento requerido para un filtro WDM, por ejemplo WF1 y WF2, deberá estimarse considerando las reflexiones del equipo y/o la ODN. El efecto de las reflexiones se describe en el apéndice IV.

El presente apéndice contiene algunos cálculos iniciales de las características ópticas de los servicios de banda de mejora. Se utilizan para encontrar ejemplos de valores de aislamiento de la banda básica con respecto a la banda de mejora. Tales ejemplos pueden ser de utilidad para los fabricantes, como guía en sus esfuerzos innovadores. No obstante, los requisitos exactos de los valores de aislamiento, y el aislamiento que precisan las señales de mejora con respecto a la banda básica, dependen de muchos factores, que quedan fuera del alcance de la presente Recomendación. Cualquier diseño de sistema habrá de tener plenamente en cuenta todos esos factores para llegar a una especificación de aislamiento óptico completa.

En la figura III.1 se muestra esquemáticamente el aislamiento que se ha de considerar.



T1543910-01

Figura III.1/G.983.3 – Aislamiento WDM-L, WDM-N, WF1 y WF2

El tipo de servicio y sus características determinarán el comportamiento en materia de aislamiento de los filtros WF1 y WF2. Puesto que la potencia óptica de la señal de la banda básica variará con la clase de sistema de la PON (A, B, C), los valores de aislamiento serán también diferentes para las diferentes clases de ODN.

A partir de los numerosos y diferentes escenarios y clases de servicio pueden definirse varias clases de aislamiento.

Los cuadros que siguen ilustran diversos escenarios de servicio. Los escenarios han de ser analizados para cada clase de PON. En el presente apéndice se utilizan las notaciones siguientes:

L_{ODN-BB}	Pérdida óptica de banda básica en la ODN
L_{ODN-EB}	Pérdida óptica de banda de mejora en la ODN
P_{BB}	Potencia óptica de señal de banda básica a la entrada de la ONU
P_{EB}	Potencia óptica de señal de banda mejora a la entrada de las E-ONU
E.e.	En estudio.

En los ejemplos se establecen las hipótesis siguientes:

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- La diafonía admisible en el receptor de banda básica [en los puntos de referencia (c) y (e)] debida a la señal de la banda de mejora se supone que es por lo menos 10 dB inferior a la señal de banda básica más baja.

NOTA – Esta hipótesis debería ser modificada asumiendo un valor algo superior al de 10 dB, por ejemplo 13 dB, porque el ruido óptico total en el receptor está formado por múltiples reflexiones y consta de potencia óptica de fuga. El ruido total admisible puede ser 10 dB inferior al nivel de la señal más baja; la potencia de ruido admisible de cada componente del ruido queda para un estudio ulterior. La descripción que sigue se hace por tanto de manera tentativa, en la hipótesis de que cada componente del ruido está por lo menos 10 dB por debajo de la señal.

- Se suponen las siguientes pérdidas de inserción de WF1 y WF2: 0 dB – 1,5 dB.

III.2 Ejemplo de aislamiento requerido en el receptor de banda básica con respecto a la señal de la banda de mejora

III.2.1 Servicios de vídeo

El aislamiento requerido depende de la potencia mínima requerida por el receptor para producir una señal utilizable más la tolerancia total del sistema (variaciones de pérdidas del transmisor, la fibra y los componentes ópticos). En el caso de sistemas de vídeo con subportadora multiplexada, la relación portadora/ruido (CNR) viene dada por la ecuación (III-1).

$$CNR = \frac{1}{2B} \cdot \frac{m^2}{RIN + \frac{2e}{i} + \frac{4kT}{i^2 R}} \quad (III-1)$$

donde B es la anchura de banda del canal, m es el índice de modulación por canal, RIN es el ruido de intensidad relativa del transmisor, e es la carga de los electrones, i es la corriente fotoeléctrica detectada, kT es el factor de Boltzman y R es la impedancia del receptor. Los valores supuestos para todos estos parámetros vienen dados por la relación siguiente:

RIN (dB/Hz)	-150,0
Temperatura del receptor (K)	300,0
Impedancia del receptor (Ω)	75,0
Responsividad del receptor (A/W)	0,85
OMI (valor cuadrático medio)	25%

La relación señal/ruido (SNR, *signal to noise ratio*) depende del formato de la señal que se considera. Los valores supuestos vienen dados por la relación siguiente:

Formato del canal	(dB)
QPSK	16
16-QAM	22
64-QAM	28
256-QAM	34
AM-VSB	44 (Nota)
NOTA – El valor dado para AM-VSB es la CNR.	

El valor cuadrático medio del índice de modulación óptica (*OMI, optical modulation index*), junto con el número de canales, N , se pueden utilizar para calcular m aplicando la ecuación (III-2). La responsividad se utiliza para convertir la corriente fotoeléctrica en potencia óptica.

$$m = OMI \sqrt{\frac{2}{N}} \quad (\text{III-2})$$

La ecuación (III-1) se puede reconfigurar para que quede tal como muestra la ecuación (III-3). El resultado es una ecuación de segundo grado de la corriente fotoeléctrica, cuya solución se puede convertir a continuación en la potencia óptica requerida, P_{EB} , en el punto entre la E-ONU y WF2, que muestra el cuadro III.1

$$\left(RIN - \frac{m^2}{2B \cdot CNR} \right) i^2 + 2ei + \frac{4kT}{R} = 0 \quad (\text{III-3})$$

Cuadro III.1/G.983.3 – P_{EB} , potencia mínima de señal de banda de mejora a la entrada de la E-ONU

Sistema de transmisión	Formato de portadora	Número de portadoras	Anchura de banda de portadora (MHz)	Potencia requerida (dBm)
SCM	AM-VSB	40	4,5	-7,7
			6,5	-6,7
	QPSK	60	18	-18,3
	64-QAM	110	5,2	-13,6
			7,0	-13,0
	256-QAM	110	5,2	-10,5
7,0			-9,8	
Conversión por FM	AM-VSB	40	4,5	-14,1
			6,5	-11,5
	64-QAM	110	5,2	-16,7
			7,0	-14,3
	256-QAM	110	5,2	-13,3
			7,0	-10,1

Los valores de aislamiento en WF2 (la relación entre la señal de banda de mejora residual de fuga y ONU de la señal de banda de mejora en el puerto común de WF2) se obtienen de:

$$\text{Aislamiento de WF2} = P_{EB \text{ req}} + R_{x\Delta} + T_{x\Delta} - P_{BB \text{ mín}} + 13 \text{ dB},$$

donde $R_{x\Delta}$ y $T_{x\Delta}$ son las tolerancias de gama dinámica del receptor y el transmisor. Se suponen los siguientes valores: $R_{x\Delta} = 2 \text{ dB}$ y $T_{x\Delta} = 1 \text{ dB}$.

Por ejemplo, si la potencia de mejora requerida mínima en el receptor E-ONU es $P_{EB \text{ req}} = -10 \text{ dBm}$ y $P_{BB \text{ mín}} = -30 \text{ dBm}$, el aislamiento requerido es de 36 dB.

El aislamiento resultante en WF2 se especifica en el cuadro III.2. Se supone en él que $P_{BB \text{ mín}} = -30 \text{ dBm}$, lo cual es cierto para equipos de la clase B. Se señala que en el cálculo anterior se supone que las señales de mejora y de banda básica experimentan la misma pérdida de inserción a través del filtro WF2.

Cuadro III.2/G.983.3 – Requisitos de aislamiento en el receptor de banda básica con respecto a la banda de mejora

Sistema de transmisión	Formato de portadora	Número de portadoras	Anchura de banda de portadora (MHz)	Aislamiento requerido (dB)
SCM	AM-VSB	40	4,5	38,3
			6,5	39,3
	QPSK	60	18	27,7
	64-QAM	110	5,2	32,4
			7,0	33,0
	256-QAM	110	5,2	35,5
7,0			36,2	
Conversión por FM	AM-VSB	40	4,5	31,9
			6,5	34,5
	64-QAM	110	5,2	29,3
			7,0	31,7
	256-QAM	110	5,2	32,7
			7,0	35,9

El aislamiento requerido en WF1 viene impuesto por las reflexiones en las PON, que pueden ser de -32 dB o -20 dB. Lo más probable es que el transmisor de vídeo funcione cerca del límite de esparcimiento Brillouin estimulado (SBS, *stimulated Brillouin scattering*) de la fibra, lo que implica una potencia inyectada máxima de $+17$ dBm. Con una pérdida de reflexión de -20 dB, la reflexión puede ser de hasta -3 dBm. Si la señal ha de ser 13 dB superior a la interferencia, el aislamiento combinado del filtro WF1 y el diplexor debe ser de 40 dB. Suponiendo una reflectancia de la PON de -32 dB, el aislamiento de WF1 y el diplexor ha de ser de 28 dB.

Se señala que en los aislamientos anteriores se supone que las señales de vídeo y de banda básica se superponen a la frecuencia eléctrica. Esto no es del todo exacto, y en algunos casos notables, tales como el del vídeo QPSK, la señal de vídeo está totalmente fuera de banda. En tales casos, la señal de vídeo sólo afecta negativamente a la señal de banda básica a causa del mayor ruido de granalla y de intensidad relativa. De ello puede derivarse una reducción importante del aislamiento requerido en algunos casos, e incluso la no necesidad de aislamiento óptico.

III.2.2 Servicios con DWDM

La prestación de servicios con DWDM por la PON impondrá también requisitos respecto al aislamiento de los filtros WF1 y WF2. El punto de partida es, de nuevo, la sensibilidad de los receptores que habrán de ser utilizados para la mejora de la DWDM. El cuadro III.3 da los valores típicos para receptores ópticos, y también para los filtros requeridos para demultiplexar cada uno de los canales.

Cuadro III.3/G.983.3 – Valores típicos para filtros y receptores ópticos

Cuadro A – Velocidad de datos	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
Sobrecarga máxima (fotodiodo PIN) (dBm)	-8	-7	-6	-4
Sensibilidad mínima (fotodiodo PIN) (dBm)	-36	-31	-25	-20
Sobrecarga máxima (APD) (dBm)	NA	-10	-9	-9
Sobrecarga mínima (APD) (dBm)	NA	-38	-33	-29

Cuadro B – Número de canales	1	8	16	32
Pérdida máxima de filtro a 200 GHz (dB)	2	3,5	5	NA
Pérdida máxima de filtro a 100 GHz (dB)	2,5	4,5	6,5	8,5
Pérdida máxima de filtro básico/de mejora (dB)	1	NA	NA	NA

Elaborando presupuestos de pérdidas hipotéticos con los números anteriores, se pueden obtener las potencias inyectadas máximas (por canal) en ambos extremos de la PON. El resultado depende de la velocidad y el número de canales, como se muestra en el cuadro III.4. Se señala que las potencias inyectadas en el sentido hacia el origen son superiores a las potencias en el sentido hacia el destino porque los canales hacia el origen deben pasar a través del demultiplexador WDM multicanal con pérdidas, mientras que los canales hacia el destino sólo pasan a través de un filtro WDM simple.

Cuadro III.4/G.983.3 – Potencia de transmisión máxima de la señal de la banda de mejora en IF_{PON}

a – inmediatamente después de WF1 en el sentido hacia el destino

Canales	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	-4,5	0,5	-1,5	2,5
8	-4,5	0,5	-1,5	2,5
16	-4,0	1,0	-1,0	3,0

b – inmediatamente después de WF2 en el sentido hacia el origen

Canales	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	-2,0	3,0	1,0	4,8
8	-1,5	3,5	1,5	5,0
16	2,0	7,0	5,0	6,8

Los valores de aislamiento se obtienen calculando primero la potencia de banda de mejora máxima que entra en WF1 o WF2. Las dos fuentes de esta potencia son la potencia del trayecto hacia adelante (hacia el origen en el caso de WF1) y la potencia del trayecto de reflexión (hacia el destino en el caso de WF1). Estas potencias se suman aritméticamente, incluyendo el multiplicador del número de canales que intervienen, y se obtiene la potencia interferente. El caso más desfavorable de esta potencia interferente se compara a continuación con el caso más desfavorable de la potencia de banda básica. Su diferencia más 13 dB es, entonces, el aislamiento requerido. Los aislamientos para

los filtros WF1 y WF2 se especifican en el cuadro III.5 suponiendo una PON clase B. Se señala que el aislamiento establecido para WF1 incluye además cualquier aislamiento que proporcione el diplexor dentro de la OLT, por lo que el aislamiento de WF1 requerido realmente es inferior en la práctica.

Cuadro III.5/G.983.3 – Requisitos de aislamiento en el receptor de banda básica con respecto a la banda de mejora

a – para WF1

Canales	PIN (dB)		APD (dB)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	37,3	42,3	40,3	44,0
8	40,7	45,7	43,7	47,3
16	47,1	52,1	50,1	52,0

b – para WF2

Canales	PIN (dB)		APD (dB)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	20,8	25,8	23,8	27,8
8	24,0	29,0	27,0	30,8
16	28,6	33,6	31,6	34,6

III.3 Ejemplo de clases de aislamiento

En el cuadro III.6 se muestran posibles clases de aislamiento para el filtro WF2 de una ONU. Según parece, 30 dB es suficiente para casi todos los perfeccionamientos de DWDM, y algunos de los perfeccionamientos de vídeo. Por ello, podría definirse éste como la primera clase de aislamiento. En casos excepcionales de perfeccionamiento de DWDM, o para numerosos perfeccionamientos de vídeo, se requiere un aislamiento de 40 dB. Este aislamiento podría definirse como la segunda clase de aislamiento.

Cuadro III.6/G.983.3 – Clases de aislamiento

		Aislamiento garantizado	
		en banda de mejora con respecto a banda básica (dB)	en banda básica con respecto a banda de mejora (dB)
Clase de aislamiento	Caso 1	En estudio	30
	Caso 2	En estudio	40
	Caso 3	En estudio	En estudio

III.4 Ejemplos de instalación

La presente cláusula muestra ejemplos de características de filtros WDM, tales como la pérdida de potencia y el aislamiento al instalar este sistema.

III.4.1 Modelo que se ha de considerar

La figura III.2 muestra un ejemplo de modelo.

Para calcular el valor del aislamiento, habrá que considerar la relación señal/ruido de tres receptores, por ejemplo OLT-Rx, ONU-Rx y E-Rx. A tal fin, se deberán tener en cuenta cada uno de los valores de la potencia óptica interferente y la potencia de la señal.

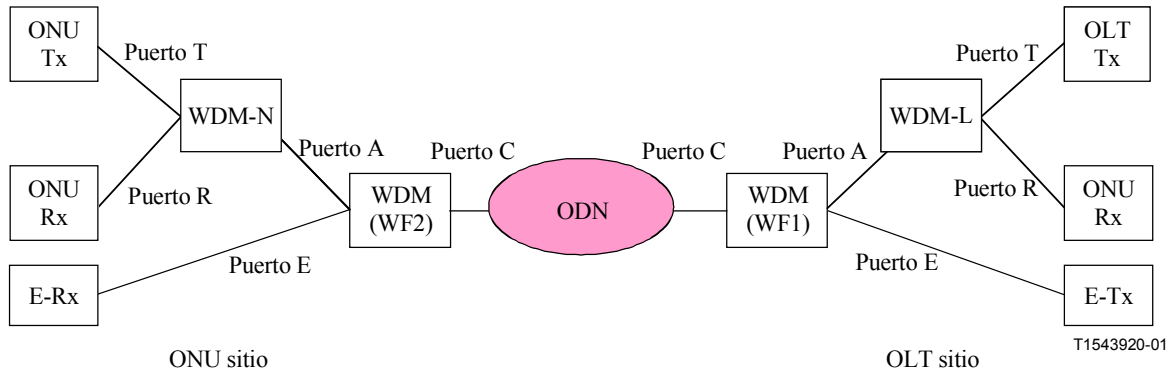
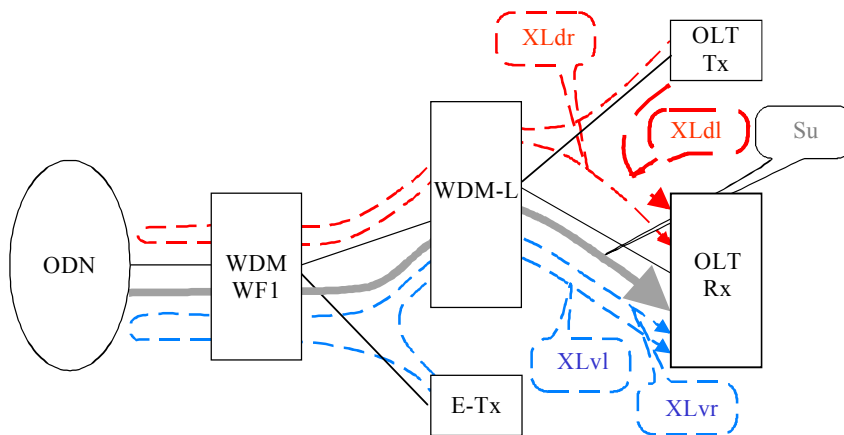


Figura III.2/G.983.3 – Modelo para el cálculo

III.4.1.1 SNR de OLT-Rx

La figura III.3 muestra las señales de ruido recibidas en el receptor OLT-Rx.



- | | |
|------|--|
| Su | Señal de banda básica (sentido hacia el origen) |
| XL | Valor de la potencia óptica de interferencia para el receptor OLT-Rx |
| XLdl | Señal de fuga del sentido hacia el destino |
| XLdr | Señal de reflexión del sentido hacia el destino |
| XLvl | Señal de fuga de video |
| XLvr | Señal de reflexión de video |

T1543930-01

Figura III.3/G.983.3 – Señales de ruido en OLT-Rx

El valor de la potencia óptica de interferencia viene dado, entonces, por la ecuación (III-4)

$$XL[\text{dBm}] = 10 \times \log(XL[\text{mW}]) \quad (\text{III-4})$$

donde:

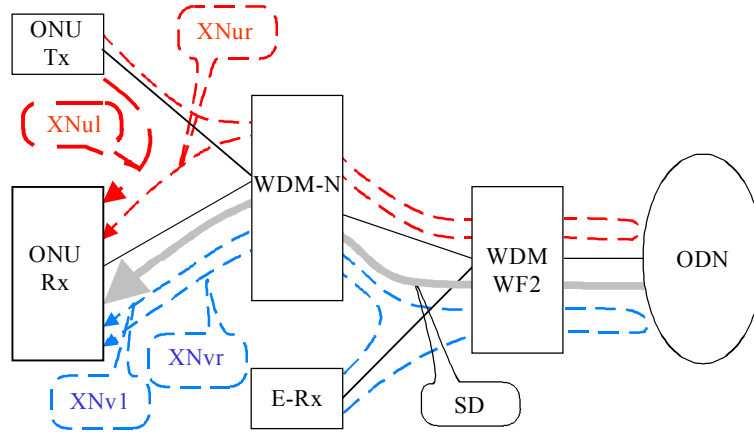
$$XL[\text{mW}] = XLdl[\text{mW}] + XLdr[\text{mW}] + XLvl[\text{mW}] + XLvr[\text{mW}]$$

Así pues, si la potencia óptica reflejada es por lo menos 10 dB inferior a la potencia de la señal, se satisface la ecuación (III-5):

$$S_u[\text{dBm}] - X_L[\text{dBm}] \geq 10[\text{dB}] \quad (\text{III-5})$$

III.4.1.2 SNR of ONU-Rx

La figura III.4 muestra las señales de ruido recibidas en el receptor ONU-Rx.



T1543940-01

Sd	Banda básica (hacia el destino)
XN	Valor de la potencia óptica de interferencia para el receptor ONU-Rx
XNul	Señal de fuga del sentido hacia el origen
XNur	Señal de reflexión del sentido hacia el origen
XNvl	Señal de fuga de vídeo
XNvr	Señal de reflexión de vídeo

Figura III.4/G.983.3 – Señales de ruido en ONU-Rx

El valor de la potencia de interferencia viene dado, entonces, por la ecuación (III-6).

$$XN[\text{dBm}] = 10 \times \log(XN[\text{mW}]) \quad (\text{III-6})$$

donde:

$$XN[\text{mW}] = XNul[\text{mW}] + XNur[\text{mW}] + XNvl[\text{mW}] + XNvr[\text{mW}]$$

Así pues, si la potencia óptica reflejada es por lo menos 10 dB inferior a la de la potencia de la señal, se satisface la ecuación (III-7)

$$S_d[\text{dBm}] - XN[\text{dBm}] \geq 10[\text{dB}] \quad (\text{III-7})$$

III.4.1.3 SNR de E-Rx

La figura III.5 muestra las señales de ruido recibidas en el receptor E-Rx.

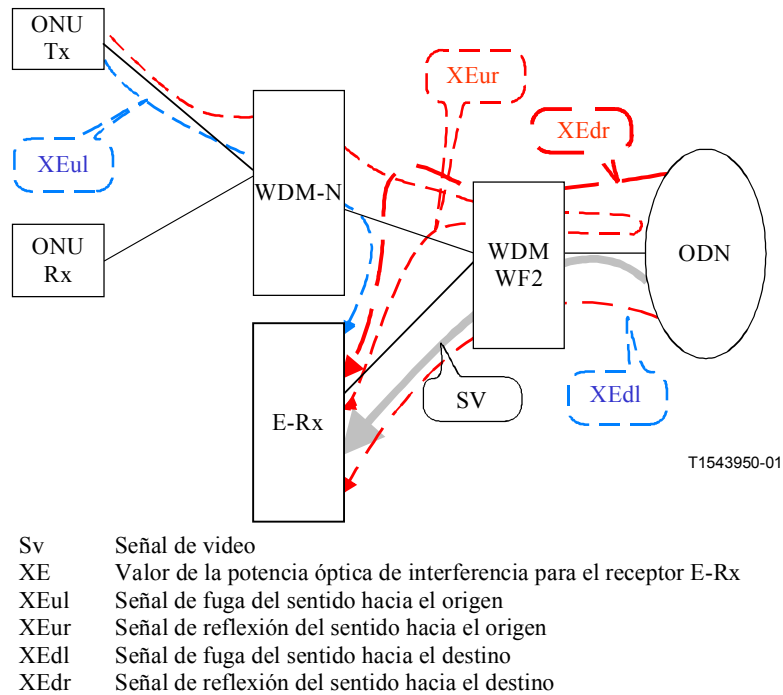


Figura III.5/G.983.3 – Señales de ruido en E-Rx

El valor de la potencia de interferencia (XE) viene dado, entonces, por la ecuación (III-8)

$$XE[\text{dBm}] = 10 \times \log(XE[\text{mW}]) \quad (\text{III-8})$$

donde:

$$XE[\text{mW}] = XEul[\text{mW}] + XEur[\text{mW}] + XEdl[\text{mW}] + XEdr[\text{mW}]$$

Así pues, se satisface la ecuación (III-9).

$$Sv[\text{dBm}] - XE[\text{dBm}] \geq (*)[\text{dB}] \quad (\text{III-9})$$

(*) Depende de la especificación de la señal de vídeo. Véase III.4.2.3.

III.4.2 En caso de 64 QAM

– Hipótesis de la señal de banda básica

- Clase B a 155 Mbit/s

$$P_{\text{out}}(\text{ATM-OLT}) = -2,5 \text{ a } +2 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{in}}(\text{ATM-OLT}) = -8 \text{ a } -31,5 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{out}}(\text{ATM-ONU}) = -5,5 \text{ a } +2 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{in}}(\text{ATM-ONU}) = -8 \text{ a } -28,5 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

- Toda la pérdida de inserción WDM a través del puerto para todas las longitudes de onda es de 0 a 1,5 dB.
- La ORL del ODN es de 32 dB, la ORL del equipo a la longitud de onda del receptor es de 20 dB.

- Hipótesis de la señal de 64-QAM
 - Modulación 64-QAM y 40 portadoras para vídeo (se requiere una SNR de 27,4 dB).
 $P_{out}(\text{vídeo}) = +7 \text{ a } +10 \text{ [dBm] @ODN I/F}$
 $P_{in}(\text{vídeo}) = 0 \text{ a } -18 \text{ [dBm] @ODN I/F}$
 - Gama de frecuencias : 54 MHz ~ 750 MHz
 - Separación entre portadoras : 6 MHz
 - SNR requerida: 28 dB

III.4.2.1 Cálculo de OLT-Rx

$$S_u \text{ [dBm]} = -31,5 \text{ [dBm]} - 1,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldl} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LLTRd \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldr} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LLARd \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvl} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - LWF1EAv \text{ [dB]} - LLARv \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvr} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - LWF1CAv \text{ [dB]} - LLARv \text{ [dB]}$$

De las ecuaciones III-4 y III-5 se obtiene el ejemplo de características WDM que sigue:

$LLTRd = 50 \text{ [dB]}$ (pérdida del sentido hacia el destino en WDM-L del puerto T al puerto R)

$LLARd = 20 \text{ [dB]}$ (pérdida del sentido hacia el destino en WDM-L del puerto A al puerto R)

$LWF1EAv = 50 \text{ [dB]}$ (pérdida de vídeo en WDM-WF1 del puerto E al puerto A)

$LLARv = 20 \text{ [dB]}$ (pérdida de vídeo en WDM-L del puerto A al puerto R)

$LWF1CAv = 20 \text{ [dB]}$ (pérdida de vídeo en WDM-WF1 del puerto C al puerto A)

III.4.2.2 Cálculo de ONU-Rx

$$S_d \text{ [dBm]} = -28,5 \text{ [dBm]} - 1,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nul} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LNTRu \text{ [dB]}$$

$$X_{Nur} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LNARu \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvl} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - LWF2CAv \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvr} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - 0 \text{ [dB]} - 20 \text{ [dB]} - LWF2EAv \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$3 \text{ [dB]} = +10 \text{ [dBm]} - (+7 \text{ [dBm]})$$

De las ecuaciones III-6 y III-7 se obtiene el ejemplo de características WDM que sigue:

$LNTRu = 50 \text{ [dB]}$ (pérdida del sentido hacia el origen en WDM-N del puerto T al puerto R)

$LNARu = 20 \text{ [dB]}$ (pérdida del sentido hacia el origen en WDM-N del puerto A al puerto R)

$LWF2CAv = 29 \text{ [dB]}$ (pérdida de vídeo en WDM-WF2 del puerto C al puerto A)

$LWF2EAv = 20 \text{ [dB]}$ (pérdida de vídeo en WDM-WF2 del puerto E al puerto A)

III.4.2.3 Cálculo de E-Rx

S/X de receptor de vídeo requiere 27,4 dB para transmitir 40 portadoras con una potencia recibida de -18 dBm. Así pues, se satisface la ecuación (III-9 bis).

$$S_v[\text{dBm}] - X_E[\text{dBm}] \geq 27,4 \text{ dB} \quad (\text{III-9 bis})$$

$$S_v [\text{dBm}] = -18 [\text{dBm}] - 1,5 [\text{dB}]$$

$$X_{Eul} [\text{dBm}] = +2 [\text{dBm}] - LWF2AEu [\text{dB}]$$

$$X_{Eur} [\text{dBm}] = +2 [\text{dBm}] - 32 [\text{dB}] - LWF2CEu [\text{dB}]$$

$$X_{Edl} [\text{dBm}] = (-27,5 [\text{dBm}] + 4,5 [\text{dB}]) - LWF2CED [\text{dB}]$$

$$X_{Edr} [\text{dBm}] = (-27,5 [\text{dBm}] + 4,5 [\text{dB}]) - 0 [\text{dB}] - 20 [\text{dB}] - LWF2AEd [\text{dB}]$$

$$4,5 [\text{dB}] = +2 [\text{dBm}] - (-2,5 [\text{dBm}])$$

De las ecuaciones (III-8) y (III-9 bis), se obtiene el ejemplo de características WDM que sigue:

LWF2AEu = 50 [dB] (pérdida del sentido hacia el origen en WDM-WF2 del puerto A al puerto E)

LWF2CEu = 31,5 [dB] (pérdida del sentido hacia el origen en WDM-WF2 del puerto C al puerto E)

LWF2CED = 31,5 [dB] (pérdida del sentido hacia el destino en WDM-WF2 del puerto C al puerto E)

LWF2AEd = 20 [dB] (pérdida del sentido hacia el destino en WDM-WF2 del puerto A al puerto E)

III.4.3 Características de filtro

Los cuadros III.7 y III.8 muestran las características de filtro requeridas según la estimación de III.4.2.1, III.4.2.2 y III.4.2.3.

Cuadro III.7/G.983.3 – Características de filtro requeridas (lado OLT)

WF1					WDM-L				
	Puerto	Longitud de onda	Mínimo	Máximo		Puerto	Longitud de onda	Mínimo	Máximo
LWF1AcD	A→C	Hacia el destino	0	1,5	LLTAd	T→A	Hacia el destino	0	1,5
LWF1CAu	C→A	Hacia el origen	0	1,5	LLARu	A→R	Hacia el origen	–	1,5
LWF1CEv	C→E	Vídeo	0	1,5	LLATv	A→T	Vídeo	–	–
LWF1CEd	C→E	Hacia el destino	–	–	LLARd	A→R	Hacia el destino	20	–
LWF1CEu	C→E	Hacia el origen	–	–	LLATu	A→T	Hacia el origen	–	–
LWF1CAv	C→A	Vídeo	20	–	LLARv	A→R	Vídeo	20	–
LWF1AEd	A→E	Hacia el destino	–	–	LLTRd	T→R	Hacia el destino	50	–
LWF1AEu	A→E	Hacia el origen	–	–	LLRTu	R→T	Hacia el origen	–	–
LWF1EA v	E→A	Vídeo	50	–	LLTRv	T→R	Vídeo	–	–

Cuadro III.8/G.983.3 – Características de filtro requeridas (lado ONU)

WF2					WDM-N				
	Puerto	Longitud de onda	Mínimo	Máximo		Puerto	Longitud de onda	Mínimo	Máximo
LWF2Acu	A→C	Hacia el origen	0	1,5	LNTAu	T→A	Hacia el origen	0	1,5
LWF2CAAd	C→A	Hacia el destino	0	1,5	LNARd	A→R	Hacia el destino	–	1,5
LWF2CEv	C→E	Vídeo	0	1,5	LNARv	A→T	Vídeo	0	–
LWF2CEu	C→E	Hacia el origen	31,5	–	LNARu	A→R	Hacia el origen	20	–
LWF2CEd	C→E	Hacia el destino	31,5	–	LNATd	A→T	Hacia el destino	–	–
LWF2CAv	C→A	Vídeo	29	–	LNATv	A→R	Vídeo	–	–
LWF2AEu	A→E	Hacia el origen	50	–	LNTRu	T→R	Hacia el origen	50	–
LWF2AEd	A→E	Hacia el destino	20	–	LNRTd	R→T	Hacia el destino	–	–
LWF2EAv	E→A	Vídeo	20	–	LNTTv	T→R	Vídeo	–	–

El aislamiento se define como la diferencia de pérdidas entre dos longitudes de onda medidas en el mismo puerto. El "aislamiento" se puede calcular por tanto, utilizando los cuadros III.7 y III.8.

Aislamiento en WDM-WF1: Aislar la señal hacia el origen de la banda básica con respecto a la señal de la banda de mejora.

$$LWF1CAv(\text{mín}) [\text{dB}] - LWF1CAu(\text{máx}) [\text{dB}] = 20 [\text{dB}] - 1,5 [\text{dB}] = \mathbf{18,5 [\text{dB}]}$$

Aislamiento en WDM-WF2: Aislar la señal de la banda de mejora con respecto a la señal hacia el origen de la banda básica.

$$LWF2CEu(\text{mín}) [\text{dB}] - LWF2CEv(\text{máx}) [\text{dB}] = 31,5 [\text{dB}] - 1,5 [\text{dB}] = \mathbf{30 [\text{dB}]}$$

Aislamiento en WDM-WF2: Aislar la señal de la banda de mejora con respecto a la señal hacia el destino de la banda básica.

$$LWF2CEd(\text{mín}) [\text{dB}] - LWF2CEv(\text{máx}) [\text{dB}] = 31,5 [\text{dB}] - 1,5 [\text{dB}] = \mathbf{30 [\text{dB}]}$$

Aislamiento en WDM-WF2: Aislar la señal hacia el destino de la banda básica con respecto a la señal de la banda de mejora.

$$LWF2CAv(\text{mín}) [\text{dB}] - LWF2CAAd(\text{máx}) [\text{dB}] = 29 [\text{dB}] - 1,5 [\text{dB}] = \mathbf{27,5 [\text{dB}]}$$

APÉNDICE IV

Efecto de pérdida de retorno óptica de ODN

IV.1 Introducción

Cada modelo de red tiene su propia pérdida de retorno óptica (ORL, *optical return loss*) de ODN y la BPON es sensible a la ORL de la ODN. En este apéndice se describe la relación entre algunos tipos de reflectancia que deben considerarse, el aislamiento WDM de una ONU y OLT, y la reflectancia del equipo ONU para transmisor y receptor cuando la ORL de la ODN sea de 32 dB y 20 dB.

La consideración fundamental ya se ha expuesto en el apéndice II/G.983.1. Una consideración similar se aplica y se amplía en el caso de ODN de BPON, incluyendo los efectos debidos a la banda de mejora, la E-ONU y la E-OLT.

En el cálculo de los parámetros ópticos se supone que la reflectancia del equipo ONU y E-ONU para receptor es -20 dB y la reflectancia del equipo OLT y E-OLT para receptor es -20 dB. En el presente apéndice se exponen las ecuaciones de las condiciones y los resultados de los cálculos de la reflectancia, que restringen los parámetros.

NOTA – El ruido total admisible en el receptor, formado por múltiples reflexiones así como por la potencia óptica residual de fuga, puede ser 10 dB inferior al nivel de señal más bajo. Puesto que la potencia de ruido admisible de cada componente del ruido queda en estudio, la exposición de las cláusulas IV.2 y IV.3 que siguen se hace de manera tentativa, en el supuesto de que cada componente del ruido es por lo menos 10 dB inferior a la señal. Esta hipótesis debería ser modificada e interpretada asumiendo un valor algo superior al de 10 dB, por ejemplo 13 dB, de acuerdo con la potencia de ruido admisible asignada a cada componente del ruido, tal como, las reflexiones y la potencia residual de fuga.

IV.2 Efecto de pérdida de retorno óptica de ODN en la banda básica

IV.2.1 Modelo de reflectancia que se ha de considerar

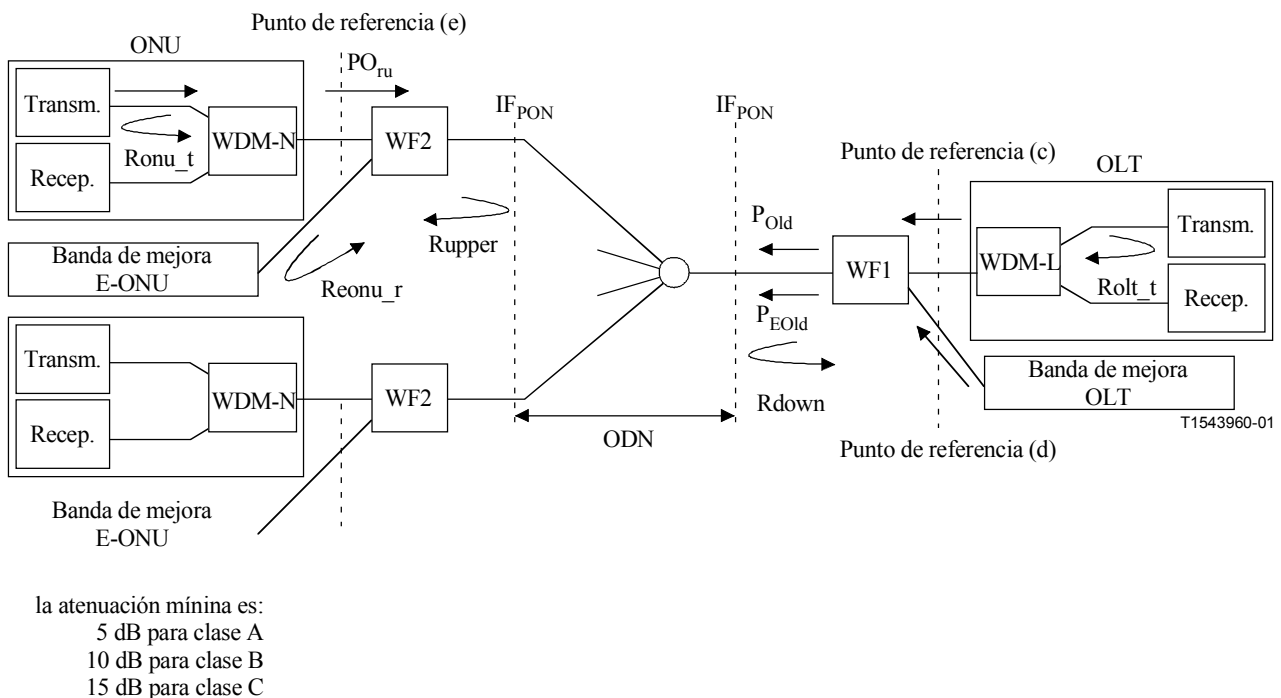


Figura IV.1/G.983.3 – Modelo de reflectancia que se ha de considerar

En este apéndice se emplea la notación siguiente:

- P_{Oru_n} Potencia de salida óptica de transmisor ONU #n en O_{ru}
- P_{Old} Potencia salida óptica de transmisor OLT en O_{ld}
- P_{EOld} Potencia de salida óptica de trasmisor E-OLT en O_{ld}
- R_{onu_t} Reflectancia de equipo transmisor ONU
- R_{olt_t} Reflectancia de equipo transmisor OLT
- R_{onu_r} Reflectancia de equipo receptor E-ONU

Rupper	ORL de ODN en O_{ru} y O_{rd}
Rdown	ORL de ODN en O_{ld} y O_{lu}
L_{ODN-BB}	Pérdida óptica de banda básica en la ODN
L_{ODN-EB}	Pérdida óptica de banda de mejora en la ODN
L_{WF1}	Pérdida de inserción de WF1
L_{WF2}	Pérdida de inserción de WF2
Iolt_t	Aislamiento WDM para transmisor OLT
Iolt_r	Aislamiento WDM para receptor OLT
Ionu_r	Aislamiento WDM para receptor ONU
I_{WF1}	Aislamiento WF1 para banda básica
I_{WF2}	Aislamiento WF2 para banda básica

Estos valores se tratan como positivos en el presente apéndice.

En los ejemplos se establecen las hipótesis siguientes:

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- La pérdida de inserción mínima para WF1 y WF2 es igual a 0 dB.
- La pérdida de inserción entre el puerto del punto de referencia (c) y el puerto del lado IF_{PON} de WF1 es idéntica para longitudes de onda de banda básica de 1,3 μm en el sentido hacia el origen/hacia destino y de 1,5 μm en el sentido hacia el origen/hacia el destino.
- La pérdida de inserción entre el puerto del punto de referencia (e) y el puerto del lado IF_{PON} de WF2 es idéntica para longitudes de onda de banda básica de 1,3 μm en el sentido hacia el origen/hacia el destino y de 1,5 μm en el sentido hacia el origen/hacia el destino.

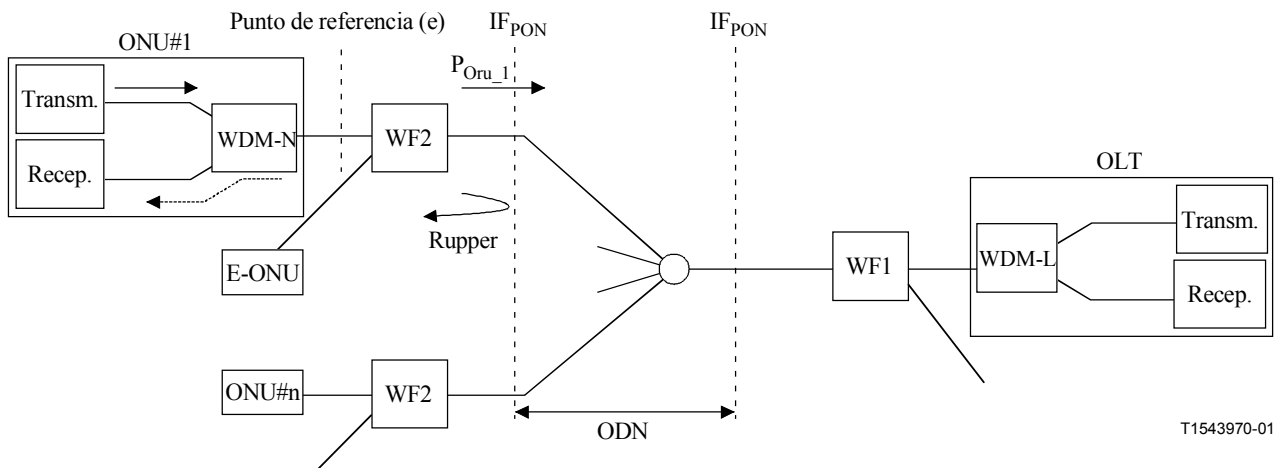
IV.2.2 Influencia de la reflectancia en el receptor ONU

La figura IV.2 muestra el trayecto de la señal reflejada que se ha de considerar. Debe cumplirse la ecuación (IV-1):

$$P_{Oru_1} - Rupper - Ionu_r < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (IV-1)$$

Suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a (sensibilidad mínima –10 dB), potencia óptica interferente admisible = $P_{\text{mín}(A,B,C)} - 10$ dB. $P_{\text{mín}(A,B,C)}$ significa sensibilidad mínima en el punto de referencia (e) para las clases A, B y C que se describen en el cuadro V.1.

En el cuadro IV.1 se estima y se resume $Ionu_r$.



T1543970-01

Figura IV.2/G.983.3 – Modelo para incidencia en receptor ONU

IV.2.3 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de la señal)

La influencia de la reflectancia en el receptor OLT se analiza suponiendo dos condiciones, a saber, que la señal reflejada se superpone a la región de la señal en ráfaga hacia el origen y que la señal reflejada se halla en la ventana de medición del retardo en donde no haya señal.

En la región de la señal se han de considerar los tres casos siguientes.

IV.2.3.1 Caso 1

La figura IV.3 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Debe cumplirse la ecuación (IV-2):

$$\begin{aligned}
 & (\text{diferencia máxima de niveles ópticos de señales en ráfagas}) - R_{upper} - 2L_{WF2} - R_{ONU_t} \\
 & < (\text{relación de potencias ópticas interferentes admisibles}) \quad (IV-2)
 \end{aligned}$$

Suponiendo que la relación de potencias ópticas interferentes admisibles es -10 dB, se obtienen los resultados (véase el cuadro IV.1). Para estimar el caso más desfavorable, se supone aquí que la pérdida de L_{WF2} es 0 dB.

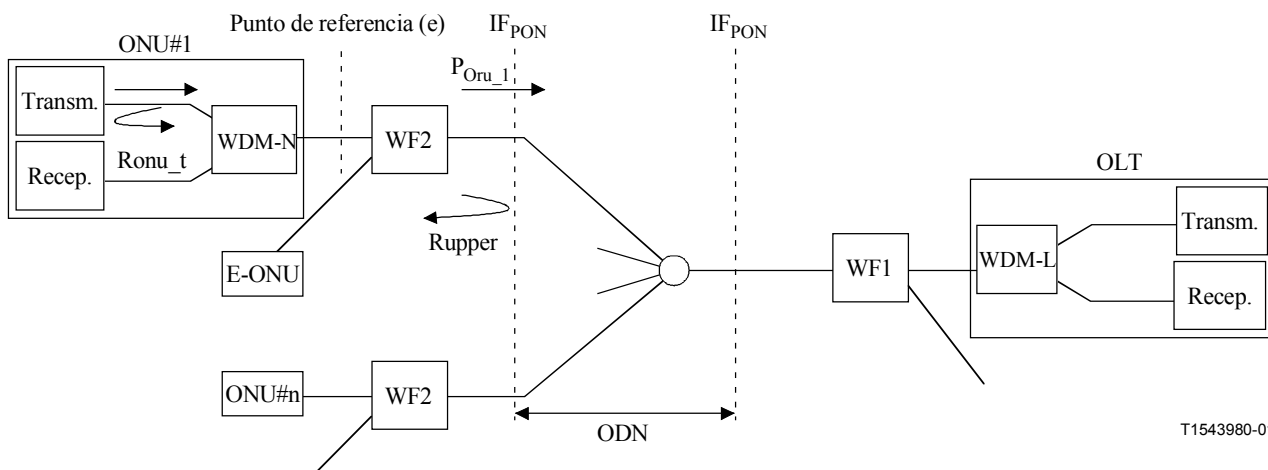


Figura IV.3/G.983.3 – Modelo 1 para incidencia en receptor OLT

IV.2.3.2 Caso 2

La figura IV.4 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Debe cumplirse la ecuación (IV-3):

(diferencia máxima de niveles ópticos de señales en ráfagas)

$$-R_{olt_t} - R_{down} - 2L_{WF1} - 2I_{olt_t} < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (IV-3)$$

Suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a -10 dB, se obtiene el resultado (véase el cuadro IV.1). Para estimar el caso más desfavorable de I_{olt_t} , se supone que la pérdida de L_{WF1} es 0 dB.

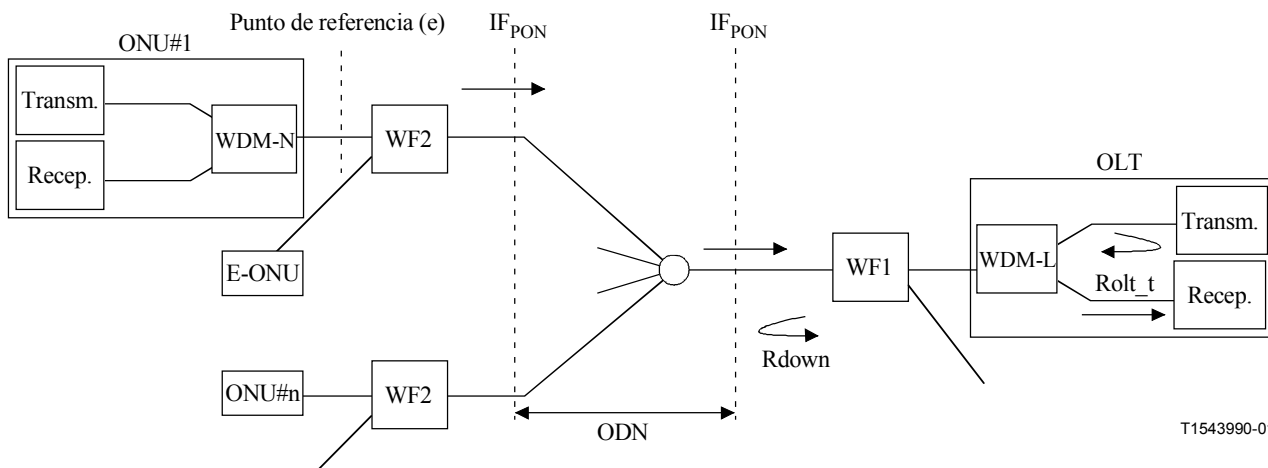


Figura IV.4/G.983.3 – Modelo 2 para incidencia en receptor OLT

IV.2.3.3 Caso 3

La figura IV.5 muestra el trayecto de señales de referencia. Debe cumplirse la ecuación (IV-4):

$$P_{old} - R_{down} - I_{olt_r} < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (IV-4)$$

Suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a la sensibilidad mínima -10 dB, se obtienen los resultados (véase el cuadro IV.1).

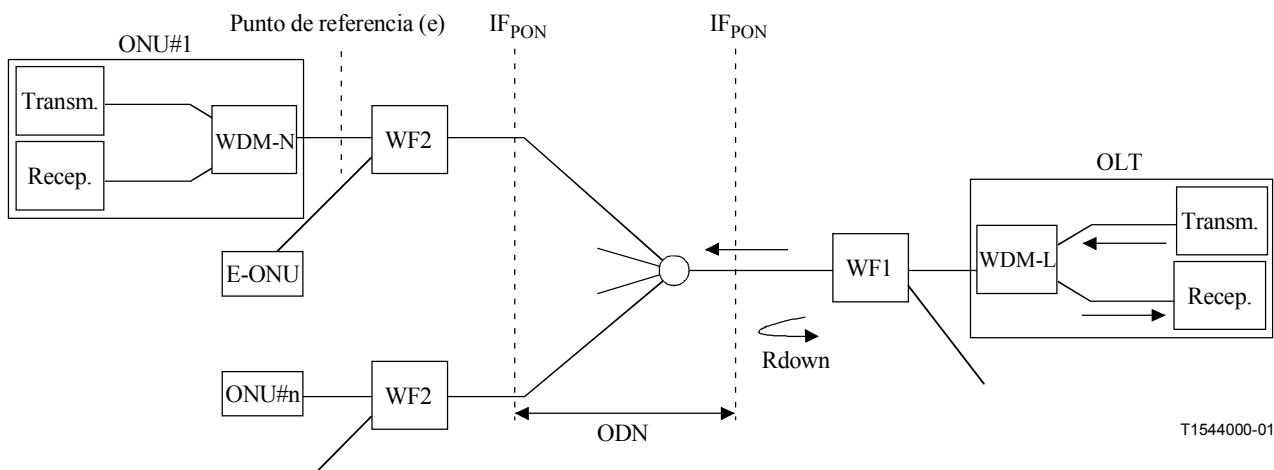


Figura IV.5/G.983.3 – Modelo 3 para incidencia en receptor OLT

IV.2.4 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de ausencia de señal)

En la región de ausencia de señal, los principales casos de reflectancia que deben considerarse son los dos siguientes.

IV.2.4.1 Caso 1

La figura IV.3 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Debe cumplirse la ecuación (IV-5):

$$P_{Oru_n} - R_{upper} - 2L_{WF2} - R_{onu_t} - (\text{mínima atenuación de trayecto óptico}) < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (IV-5)$$

Suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima -10 dB, se obtiene el resultado (véase el cuadro IV.1). Para estimar el caso más desfavorable de R_{onu_t} , se supone que la pérdida de L_{WF2} es 0 dB.

IV.2.4.1 Caso 2

La figura IV.5 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Debe cumplirse la ecuación (IV-6):

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt_r} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (IV-6)$$

Suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima -10 dB, se obtiene los resultados (véase el cuadro IV.1).

IV.2.5 Resumen de los efectos de pérdida de retorno óptica de ODN en la banda básica

El método de cálculo antes mencionado es aplicable al caso en que la reflectancia ODN es -20 dB. El cuadro IV.1 indica las características que deben satisfacer los parámetros ópticos cuando la ORL mínima de una ODN es 32 dB y 20 dB.

El parámetro aislamiento WDM depende de la implementación, y los valores indicados en el cuadro IV.1 para los parámetros de aislamiento WDM sólo tienen carácter informativo. Este apéndice incluye la reflectancia de equipos ONU y OLT. Considerando la característica de la WDM, R_{onu_t} es igual a la reflectancia de una ONU medida a la longitud de onda del transmisor.

Cuando la ORL de una ODN es 32 dB, la reflectancia del equipo transmisor ONU tiene que ser inferior a la potencia óptica incidente. Será de 6 dB, lo cual puede obtenerse en un módulo FP-LD ordinario.

Cuando la ORL de una ODN es de 20 dB, la reflectancia del equipo transmisor ONU tiene que ser inferior a $13,5$ dB.

Como se ha dicho más arriba, la máxima reflectancia de equipo transmisor ONU es sensible al valor de ORL de la ODN, que depende de la red construida por la empresa pública de telecomunicaciones. Cuando la ORL de una ODN es 32 dB y 20 dB, son aplicables los valores de reflectancia de equipo para transmisor ONU indicados en el cuadro IV.1. En cualquier otro caso, el valor apropiado se obtiene por el método de cálculo antes mencionado.

Cuadro IV.1/G.983.3 – Valores de la reflectancia de equipo para transmisor ONU

Mín. ORL de ODN	Clase	Parámetros ópticos	Características requeridas					
			A ^{a)}	B ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}	E ^{a)}	F ^{a)}
32 dB	A	Aislamiento WDM para receptor ONU	6,5					
		Aislamiento WDM para transmisor ONU						
		Aislamiento WDM para receptor OLT				3,5		3,5
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			NA			
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		0,5			1,5	
	B	Aislamiento WDM para receptor ONU	8,5					
		Aislamiento WDM para transmisor ONU						
		Aislamiento WDM para receptor OLT				11,5		11,5
		Aislamiento WDM para receptor OLT			NA			
	C	Reflectancia de equipo para transmisor ONU		0,5			1,5	
		Aislamiento WDM para receptor ONU	13,5					
		Aislamiento WDM para transmisor ONU						
Aislamiento WDM para receptor OLT					16,5		16,5	
Aislamiento WDM para receptor OLT				NA				
Reflectancia de equipo para transmisor ONU			0,5			1,5		
20 dB	A	Aislamiento WDM para receptor ONU	18,5					
		Aislamiento WDM para transmisor ONU						
		Aislamiento WDM para receptor OLT				15,5		15,5
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			3,3			
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		12,5			13,5	
	B	Aislamiento WDM para receptor ONU	20,5					
		Aislamiento WDM para transmisor ONU						
		Aislamiento WDM para receptor OLT				23,5		23,5
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			3,3			
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		12,5			13,5	
		Aislamiento WDM para receptor ONU	25,5					

Cuadro IV.1/G.983.3 – Valores de la reflectancia de equipo para transmisor ONU (*fin*)

Mín. ORL de ODN	Clase	Parámetros ópticos	Características requeridas					
			A ^{a)}	B ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}	E ^{a)}	F ^{a)}
	C	Aislamiento WDM para transmisor ONU						
		Aislamiento WDM para receptor OLT				28,5		28,5
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			3.3			
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		12,5			13,5	

^{a)} A, B, C, D, E y F representan ecuación (IV-1), ecuación (IV-2), ecuación (IV-3), ecuación (IV-4), ecuación (IV-5) y ecuación (IV-6), respectivamente.

IV.3 Influencia de la reflectancia de la banda de mejora en la banda básica

IV.3.1 Influencia de la reflectancia en el receptor OLT de la banda de mejora

Los servicios que utilizan señales de la banda de mejora pueden degradar la calidad del servicio de la banda básica (ATM-PON) y viceversa. Se consideran tres tipos de reflexión de señales de la banda de mejora. Uno de ellos es la reflexión procedente de la ODN y los otros dos son los de la E-ONU y el filtro de bloqueo.

IV.3.1.1 Caso 1

La figura IV.6 muestra el trayecto de señales de reflectancia procedentes de la ODN. Debe cumplirse la ecuación (IV-7):

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (IV-7)$$

Suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima -10 dB, se obtiene la condición para I_{WF1} . En el cuadro IV.2 se muestra un ejemplo del aislamiento requerido de I_{WF1} . Para las condiciones del ejemplo, véanse los cuadros IV.1 y V.1.

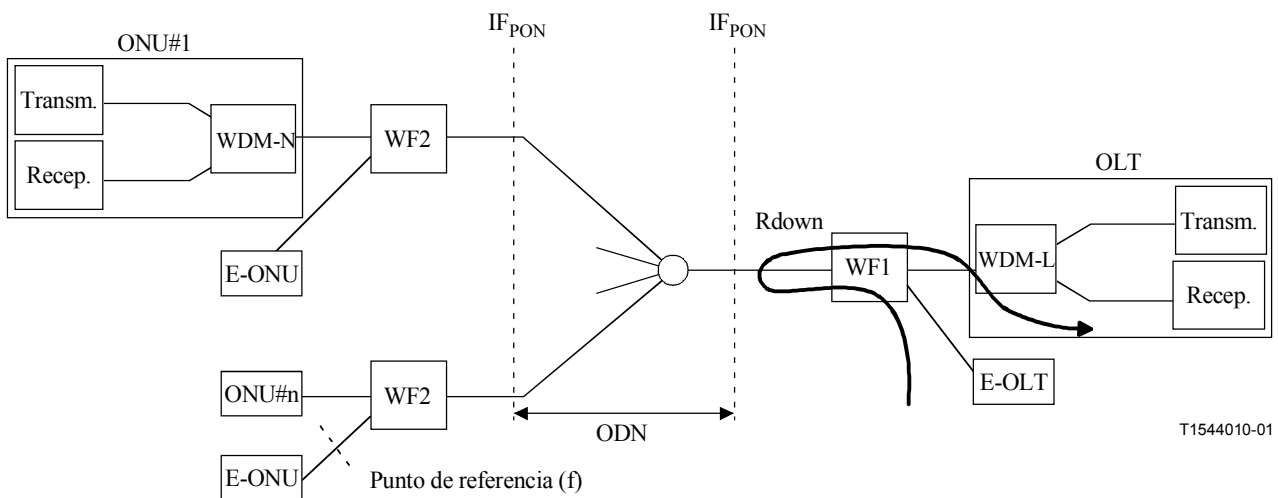


Figura IV.6/G.983.3 – Modelo 4 para incidencia en receptor OLT

Cuadro IV.2/G.983.3 – ORL frente al aislamiento en WF1

Mín. ORL de ODN	Clase	Condiciones de ejemplo			I _{WF1} requerido (dB)
		P _{EOld} (dBm)	I _{olt_r} (dB)	P _{mín} (dBm)	
32 dB	A	+16	3,5	-28,5	19
	B		11,5	-31,5	14
	C		16,5	-34,5	12
20 dB	A		15,5	-28,5	19
	B		23,5	-31,5	14
	C		28,5	-34,5	12

IV.3.1.2 Caso 2

La figura IV.7 muestra el trayecto de señales de reflectancia procedentes de la E-ONU. Debe cumplirse la ecuación (IV-8):

$$\Sigma (P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r) - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \tag{IV-8}$$

El primer Σ (sumatorio) denota aquí reflexión procedente de todas las E-ONU conectadas. En otras palabras,

$$P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r + 10 \times \text{Log}N - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}).$$

N representa el número de E-ONU conectadas.

Suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima -10 dB, se obtiene la condición para I_{WF1}. En el cuadro IV.3 se muestra un ejemplo de aislamiento requerido de I_{WF1}. Se supone pérdida mínima de ODN y un número apropiado de N. Para las condiciones del ejemplo, véanse los cuadros IV.1 y V.1.

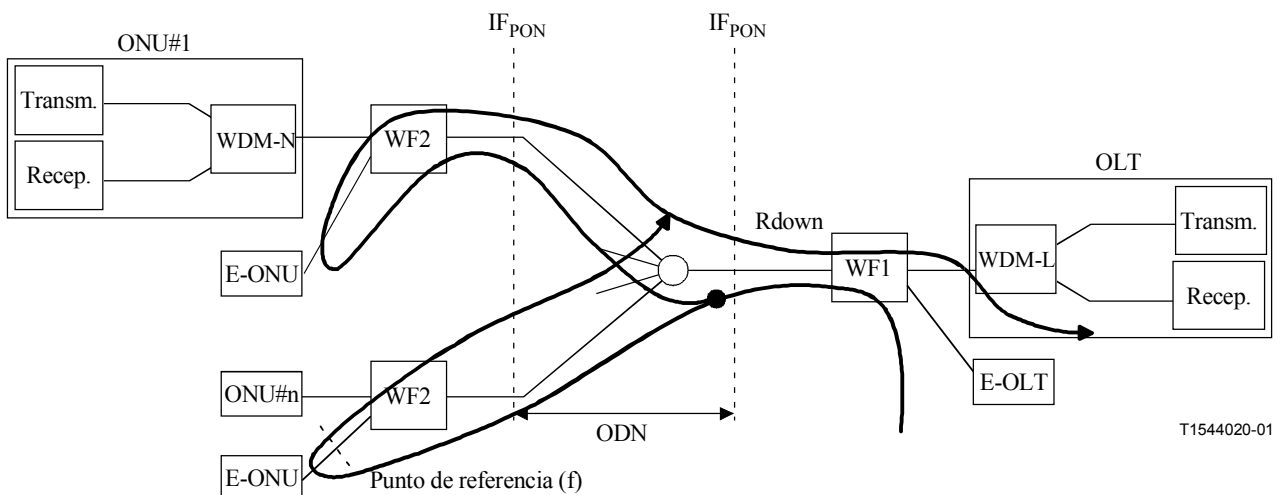


Figura IV.7/G.983.3 – Modelo 5 para incidencia en receptor OLT

Cuadro IV.3/G.983.3 – ORL frente a aislamiento en WF1

Mín. ORL de ODN	Condiciones supuestas							I _{WF1} requerido (dB)
	Clase de ODN	Pérdida de ODN (dB)	N.º de E-ONU N	P _{Eold} (dBm)	I _{olt_r} (dB)	P _{mín} (dBm)	Reonu_r (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3,5	-28,5	20	24
	B	10	8		11,5	-31,5		15
	C	15	32		16,5	-34,5		9
20 dB	A	5	2		15,5	-28,5		12
	B	10	8		23,5	-31,5		3
	C	15	32		28,5	-34,5		NA

IV.3.1.3 Caso 3

Los escenarios de despliegue descritos en el apéndice II muestran un ejemplo de configuración en la que se combinan ONU servidas por la banda básica solamente y ONU servidas tanto por la banda básica como por la banda de mejora. En este caso, los filtros de bloqueo para banda básica sólo pueden ser aplicados para ONU servidas por la banda básica. Algunos tipos de filtro de bloqueo pueden provocar reflexiones que degraden la calidad de la señal.

La figura IV-8 muestra el trayecto de señales de reflexión procedentes de los filtros de bloqueo. Debe cumplirse la ecuación (IV-9):

$$\Sigma (P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r}) - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (IV-9)$$

R_{WF2_r} significa la reflectancia del filtro de bloqueo y el primer Σ (sumatorio) denota aquí reflexión procedente de todos los filtros de bloqueo conectados. En otras palabras,

$$P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r} + 10 \times \text{Log}N - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}).$$

N representa el número de filtros de bloqueo conectados.

Suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a las sensibilidad mínima -10 dB, se obtiene la condición para R_{WF2_r}. En el cuadro IV.4 se muestra un ejemplo de reflectancia requerida de R_{WF2_r}. Se supone pérdida mínima de ODN y un número apropiado de N. Se supone que I_{WF1} es el valor mayor de entre los de los cuadros IV.2 y IV.3. Para las condiciones del ejemplo, véanse los cuadros IV.1 y V.1.

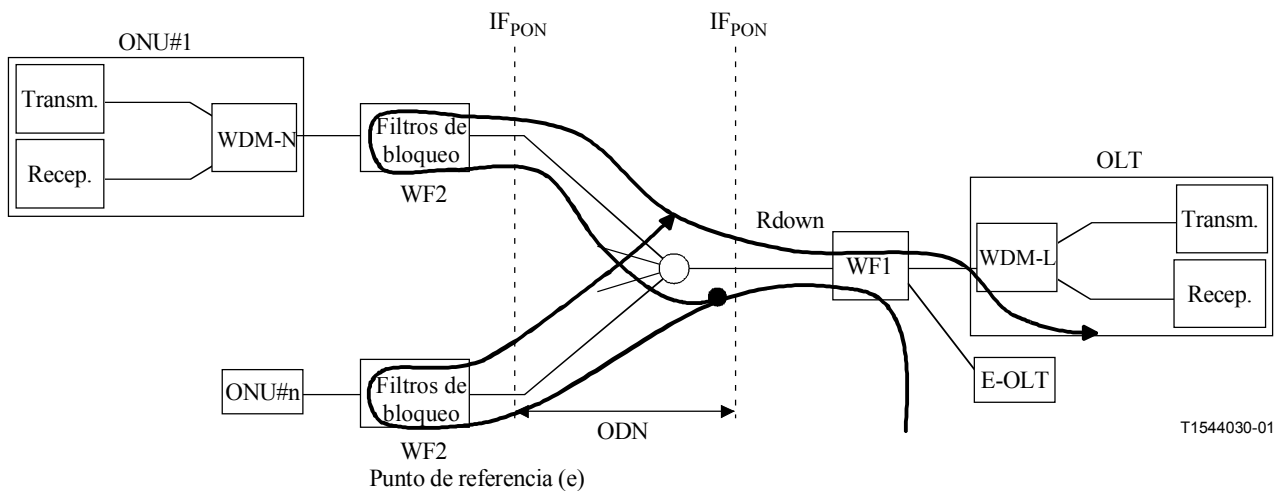


Figura IV.8/G.983.3 – Modelo 6 para incidencia en receptor OLT

Cuadro IV.4/G.983.3 – ORL frente a aislamiento en WF1

Mín. ORL de ODN	Condiciones supuestas							R _{WF2_r} requerido (dB)
	Clase de ODN	Pérdida de ODN (dB)	N.º de E-ONU N	P _{Eold} (dBm)	I _{olt_r} (dB)	P _{min} (dBm)	I _{WF1} (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3,5	-28,5	24	20
	B	10	8		11,5	-31,5	15	20
	C	15	32		16,5	-34,5	12	17
20 dB	A	5	2		15,5	-28,5	19	13
	B	10	8		23,5	-31,5	14	9
	C	15	32		28,5	-34,5	12	5

APÉNDICE V

Parámetros ópticos para los puntos de referencia (c) y (e) y dos ejemplos de caso de instalación

V.1 Introducción

Los parámetros de potencia óptica de los puntos de referencia (c) y (e) que aquí se indican se dan a título orientativo a efectos de la implementación.

V.2 Ejemplos de diagrama de nivel óptico

V.2.1 Caso 1: Parámetros ópticos observados desde el centro de la ODN

Se supone que los ejemplos de parámetros ópticos para IF_{PON} son los mismos que los que se describen en el apéndice I y que la gama de atenuación de la ODN se atiene a lo prescrito en UIT-T G.982.

En estas condiciones, ejemplo de diagrama de nivel de potencia óptica es como se muestra a continuación.

Pérdida de WDM de WF1 = 0 dB a 1,5 dB, pérdida de WDM de WF2 = 0 dB a 1,5 dB.

Se incluye una penalización de trayecto óptico de 1 dB en los puntos de referencia R/S y S/R en IF_{PON} .

Cuadro V.1/G.983.3 – Diagrama de nivel de potencia óptica (ejemplo)

	Punto de referencia (e)		IF_{PON} (O_{ru} , O_{rd})		Pérdida de ODN		IF_{PON} (O_{lu} , O_{ld})		Punto de referencia (c)	
Unidad	dBm		dBm		dB		dBm		dBm	
Gama	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Sentido hacia el destino										
Clase A y 155 Mbit/s	-30	-8	-28,5	-8	5	20	-7,5	-3	-6	-3
Clase B y 155 Mbit/s	-30	-8	-28,5	-8	10	25	-2,5	2	-1	2
Clase C y 155 Mbit/s	-33	-11	-31,5	-11	15	30	-0,5	4	1	4
Clase A y 622 Mbit/s	-28	-6	-26,5	-6	5	20	-5,5	-1	-4	-1
Clase B y 622 Mbit/s	-28	-6	-26,5	-6	10	25	-0,5	4	1	4
Clase C y 622 Mbit/s	-33	-11	-31,5	-11	15	30	-0,5	4	1	4
Sentido hacia el origen										
Clase A y 155 Mbit/s	-6	0	-7,5	0	5	20	-28,5	-5	-30	-5
Clase B y 155 Mbit/s	-4	2	-5,5	2	10	25	-31,5	-8	-33	-8
Clase C y 155 Mbit/s	-2	4	-3,5	4	15	30	-34,5	-11	-36	-11

V.2.2 Caso 2: Parámetros ópticos observados desde el centro del equipo

Los parámetros ópticos para los puntos de referencia (c) y (e) son los mismos que los especificados en UIT-T G.983.1 y la gama de atenuación de la ODN es más reducida que la de UIT-T G.982.

Esta cláusula tiene por objeto analizar la aplicabilidad de una BPON de módulos ópticos que se atengan a lo prescrito en UIT-T G.983.1. La variación máxima de la gama de atenuación de la ODN se reduce para compensar la gama dinámica adicional inducida por WF1 y WF2. En el cuadro V.2 se muestran los parámetros ODN aplicados.

Con respecto a la clase A de ODN, se señala que en UIT-T G.983.1 no se especifican parámetros ópticos, por lo que el caso de clase A no se describe.

Cuadro V.2/G.983.3 – Parámetros de la capa dependiente del medio físico de la ODN

Elementos	Unidad	Especificación
Tipo de fibra	–	UIT-T G.652
Gama de atenuación	dB	Clase B reducida con gama de atenuación: 10-22 Clase C reducida con gama de atenuación: 15-27
Pérdida de trayecto óptico diferencial	dB	12
Máxima penalización de trayecto óptico	dB	1
Máximo alcance lógico diferencial	km	20
Máxima distancia de fibra entre puntos S/R y R/S	km	20
Mínima relación de división soportada	–	Restringida por la pérdida del trayecto y por los límites de direccionamiento de la ONU. PON con divisores pasivos (división en forma 16 o en forma 32)
Transmisión bidireccional	–	WDM con 1 fibra (el sistema con 2 fibras está fuera del alcance de esta Recomendación)
Longitud de onda de mantenimiento	nm	Se definirá

En estas condiciones, el ejemplo de diagrama de nivel de potencia óptica es como se muestra a continuación.

Pérdida de WDM de WF1 = 0 dB a 1,5 dB, pérdida de WDM de WF2 = 0 dB a 1,5 dB.

Se incluye la penalización de trayecto óptico de 1 dB en los puntos de referencia de R/S y S/R en IF_{PON} .

Cuadro V.3/G.983.3 – Diagrama de nivel de potencia óptica (ejemplo)

	Punto de referencia (e)		IF_{PON} (O_{ru} , O_{rd})		Pérdida de ODN		IF_{PON} (O_{lu} , O_{ld})		Punto de referencia (c)	
Unidad	dBm		dBm		dB		DBm		dBm	
Gama	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Sentido hacia el destino										
Clase B reducida y 155 Mbit/s	-30	-8	-28,5	-8	10	22	-5,5	2	-4	2
Clase C reducida y 155 Mbit/s	-33	-11	-31,5	-11	15	27	-3,5	4	-2	4
Clase B reducida y 622 Mbit/s	-28	-6	-26,5	-6	10	22	-3,5	4	-2	4
Clase C reducida y 622 Mbit/s	-33	-11	-31,5	-11	15	27	-3,5	4	-2	4
Sentido hacia el origen										
Clase B reducida y 155 Mbit/s	-4	2	-5,5	2	10	22	-28,5	-8	-30	-8
Clase C reducida y 155 Mbit/s	-2	4	-3,5	4	15	27	-31,5	-11	-33	-11

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