

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.698.2

(11/2009)

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

Características de los medios de transmisión y de los
sistemas ópticos – Características de los sistemas ópticos

**Aplicaciones multicanal de la multiplexación
por división en longitud de onda densa con
amplificación e interfaces ópticas monocanal**

Recomendación UIT-T G.698.2

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

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

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
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.639
Sistemas ópticos en el espacio libre	G.640–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659
Características de los componentes y los subsistemas ópticos	G.660–G.679
Características de los sistemas ópticos	G.680–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
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.698.2

Aplicaciones multicanal de la multiplexación por división en longitud de onda densa con amplificación e interfaces ópticas monocanal

Resumen

Esta Recomendación proporciona valores de parámetros ópticos para interfaces de capa física de sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM) destinados a aplicaciones en áreas metropolitanas que incluyen amplificadores ópticos. Las aplicaciones se definen utilizando parámetros de interfaz óptica en los puntos de conexión monocanal entre los transmisores ópticos y el multiplexador óptico así como entre los receptores ópticos y el demultiplexador óptico en el sistema DWDM. En esta Recomendación se utiliza una metodología que no especifica explícitamente los detalles del enlace óptico, por ejemplo la longitud máxima del enlace por fibra. Esta versión de la Recomendación incluye aplicaciones unidireccionales de DWDM a 2,5 y 10 Gbit/s con separación de frecuencia entre los canales de 100 GHz, así como aplicaciones a 10 Gbit/s con separación de frecuencia entre los canales de 50 GHz.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.698.2	2007-07-29	15	11.1002/1000/9183
2.0	ITU-T G.698.2	2009-11-13	15	11.1002/1000/10396

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2015

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	2
3.1 Términos definidos en otros documentos.....	2
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	3
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5 Clasificación de interfaces ópticas.....	3
5.1 Aplicaciones	3
5.2 Puntos de referencia	4
5.3 Nomenclatura	7
5.4 Interfaces monocanal en los puntos de referencia S_S y R_S	8
6 Compatibilidad transversal	9
7 Definiciones de los parámetros.....	9
7.1 Información general.....	10
7.2 Interfaz en el punto SS	11
7.3 Parámetros del trayecto óptico del punto S_S al R_S	13
7.4 Interfaz en el punto R_S	17
8 Valor de los parámetros	18
9 Consideraciones sobre la seguridad óptica	26
Apéndice I – Medición de la penalización de ONSR por dispersión (residual) en el transmisor y la penalización de OSNR del trayecto óptico	27
Apéndice II – Supresión del transpondedor por medio de interfaces DWDM mono-canal	29
Bibliografía	31

Recomendación UIT-T G.698.2

Aplicaciones multicanal de la multiplexación por división en longitud de onda densa con amplificación e interfaces ópticas monocanal

1 Alcance

El objetivo de la presente Recomendación es proporcionar especificaciones de interfaces ópticas para realizar sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM, *dense wavelength division multiplexing*) con compatibilidad transversal destinados primordialmente a aplicaciones en áreas metropolitanas, que incluyen amplificadores ópticos.

Esta Recomendación define y proporciona valores para parámetros de interfaces ópticas monocanal de aplicaciones DWDM físicas punto a punto y en anillo en fibras ópticas monocanal mediante el uso del "enlace negro". Los enlaces negros abarcados en esta Recomendación pueden contener amplificadores ópticos.

La utilización de dichas interfaces ópticas monocanal para sistemas DWDM permite suprimir transpondedores, que de lo contrario serían necesarios en las redes DWDM de transmisión óptica de varios fabricantes. En el Apéndice II se proporciona más información pormenorizada.

Esta Recomendación describe las interfaces monocanal con sistemas DWDM con las siguientes características:

- Espaciamiento de frecuencia entre canales: 50 GHz y más amplios (especificados en [UIT-T G.694.1]).
- Velocidad binaria de canal de señalización: hasta 10 Gbit/s.

Se prevé que las revisiones futuras de esta Recomendación incluyan códigos de aplicación de velocidades binarias de hasta 40 Gbit/s.

Las especificaciones están organizadas de acuerdo con los códigos de aplicación.

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. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T G.652] Recomendación UIT-T G.652 (2005), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo*.
- [UIT-T G.653] Recomendación UIT-T G.653 (2006), *Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada*.
- [UIT-T G.655] Recomendación UIT-T G.655 (2006), *Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula*.
- [UIT-T G.664] Recomendación UIT-T G.664 (2006), *Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte*.
- [UIT-T G.671] Recomendación UIT-T G.671 (2009), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos*.

- [UIT-T G.691] Recomendación UIT-T G.691 (2006), *Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos.*
- [UIT-T G.692] Recomendación UIT-T G.692 (1998), *Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos.*
- [UIT-T G.694.1] Recomendación UIT-T G.694.1 (2002), *Planes espectrales para aplicaciones de multiplexación por división de longitud de onda: Plan de frecuencias con multiplexación por división de longitud de onda densa.*
- [UIT-T G.709] Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces para la red óptica de transporte.*
- [UIT-T G.957] Recomendación UIT-T G.957 (2006), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.*
- [UIT-T G.959.1] Recomendación UIT-T G.959.1 (2008), *Interfaces de capa física de red óptica de transporte.*
- [CEI 60825-1] CEI 60825-1 (2007), *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements.*
- [CEI 60825-2] CEI 60825-2 (2007), *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS).*

3 Términos y definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en [UIT-T G.671]:

- multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM);
- pérdida de inserción de canal;
- reflectancia;
- rizado;
- espaciamiento de canal o separación entre canales;
- retardo de grupo diferencial;
- reflectancia.

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en [UIT-T G.691]:

- Transpondedor (óptico).

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en [UIT-T G.694.1]:

- Plan de frecuencias.

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en [UIT-T G.709]:

- OTUk completamente normalizada.

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en [UIT-T G.957]:

- ingeniería conjunta;
- compatibilidad transversal.

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en [UIT-T G.959.1]:

- señal afluente óptica;
- clase de señal afluente óptica NRZ 2,5G;
- clase de señal afluente óptica NRZ 10G.

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación no se define ningún término.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos:

APD	Fotodiodo de avalancha (<i>avalanche photodiode</i>)
ASE	Emisión espontánea amplificada (<i>amplified spontaneous emission</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
DGD	Retardo diferencial de grupo (<i>differential group delay</i>)
EX	Tasa de extinción (<i>extinction ratio</i>)
FEC	Corrección de errores hacia adelante (<i>forward error correction</i>)
NA	No aplicable (<i>not applicable</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NRZ	Sin retorno a cero (<i>non-return to zero</i>)
OA	Amplificador óptico (<i>optical amplifier</i>)
OADM	Multiplexor óptico de adición-sustracción (<i>optical add-drop multiplexer</i>)
OD	Demultiplexor óptico (<i>optical demultiplexer</i>)
OM	Multiplexor óptico (<i>optical multiplexer</i>)
ONE	Elemento óptico de red (<i>optical network element</i>)
OTU _k	Unidad k de transporte de canal óptico completamente normalizada (<i>completely standardized optical channel transport unit – k</i>)
PDL	Pérdida dependiente de la polarización (<i>polarization dependent loss</i>)
PIN	Tipo P-intrínseco-tipo n (<i>P type-intrinsic-n type</i>)
PMD	Dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion</i>)
R _s	Punto de referencia monocanal en la salida afluyente del elemento de red DWDM (<i>single channel reference point at the DWDM network element tributary output</i>)
SOP	Estado de polarización
S _s	Punto de referencia monocanal en la entrada afluyente del elemento de red DWDM (<i>single channel reference point at the DWDM network element tributary input</i>)
VOA	Atenuador óptico variable
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Clasificación de interfaces ópticas

5.1 Aplicaciones

Esta Recomendación proporciona los parámetros y valores de capa física para interfaces monocanal de sistemas ópticos multicanal DWDM en aplicaciones físicas punto a punto.

El método de especificación utilizado en esta Recomendación es el llamado "enlace negro", lo que significa que se especifican parámetros de interfaz óptica solamente para señales afluentes ópticas (monocanal). Se proporcionan otras especificaciones para los parámetros del enlace negro, tales

dispersión cromática residual, rizado y dispersión por modo de polarización. Este enfoque hace posible la compatibilidad transversal en el punto monocanal utilizando una configuración de multiplexación en longitud de onda directa, pero no permite la compatibilidad transversal en los puntos multicanal.

En la presente Recomendación se consideran aquellas aplicaciones DWDM en las que el enlace negro puede contener amplificadores ópticos.

5.2 Puntos de referencia

5.2.1 Aplicaciones unidireccionales

La figura 5-1 muestra un conjunto de puntos de referencia, para el método "enlace negro" lineal, para conexión monocanal (S_s y R_s) entre transmisores (T_x , *transmitters*) y receptores (R_x , *receivers*). Los elementos de red DWDM incluyen aquí un multiplexador óptico (OM) y un demultiplexador óptico (OD) (que se utilizan como un par con el elemento opuesto), un amplificador óptico o varios, y también pueden incluir un multiplexor óptico de incorporación/extracción (OADM) o más.

La disposición de elementos en el enlace negro que se muestra en las figuras 5-1 a 5-4 no tiene como objetivo imponer restricciones en el establecimiento del enlace negro, sino solo definir la ubicación de las interfaces monocanal.

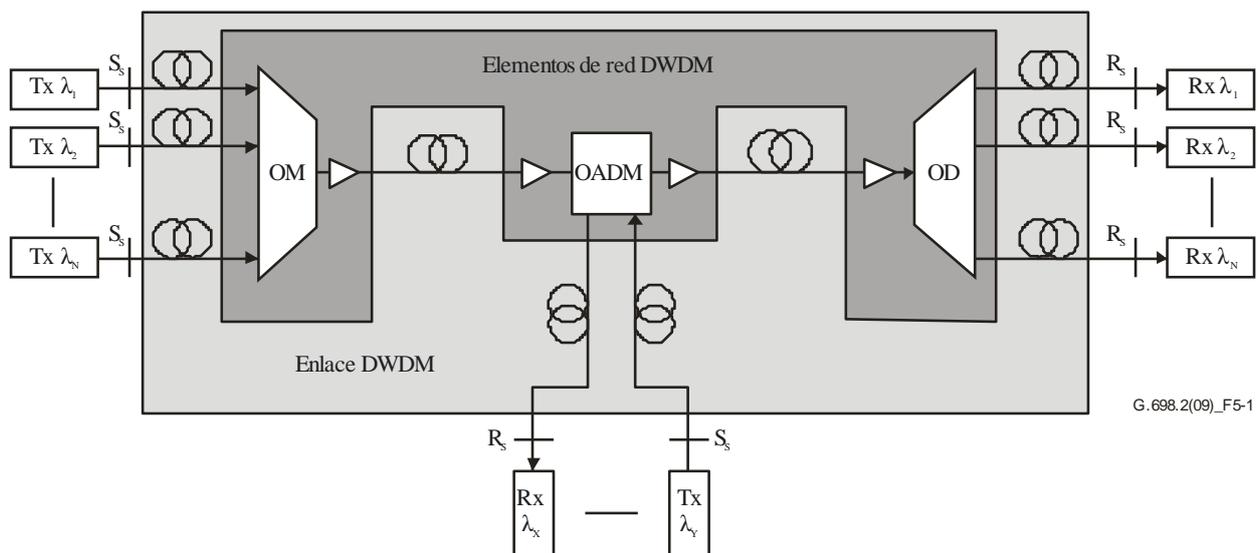


Figura 5-1 – Método "enlace negro" lineal

Como se muestra en la figura 5-1, cuando el transmisor o el receptor están a cierta distancia del OM, el OD o el OADM, la fibra entre el punto S_s o R_s y el elemento de red DWDM se considera parte del enlace negro.

En la figura 5-2 se muestra el conjunto de puntos de referencia correspondiente al método "enlace negro" en anillo para la conexión monocanal (S_s y R_s) entre transmisores (T_x) y receptores (R_x). Los elementos de red DWDM incluyen un amplificador, o varios, y dos o más OADM conectados en un anillo.

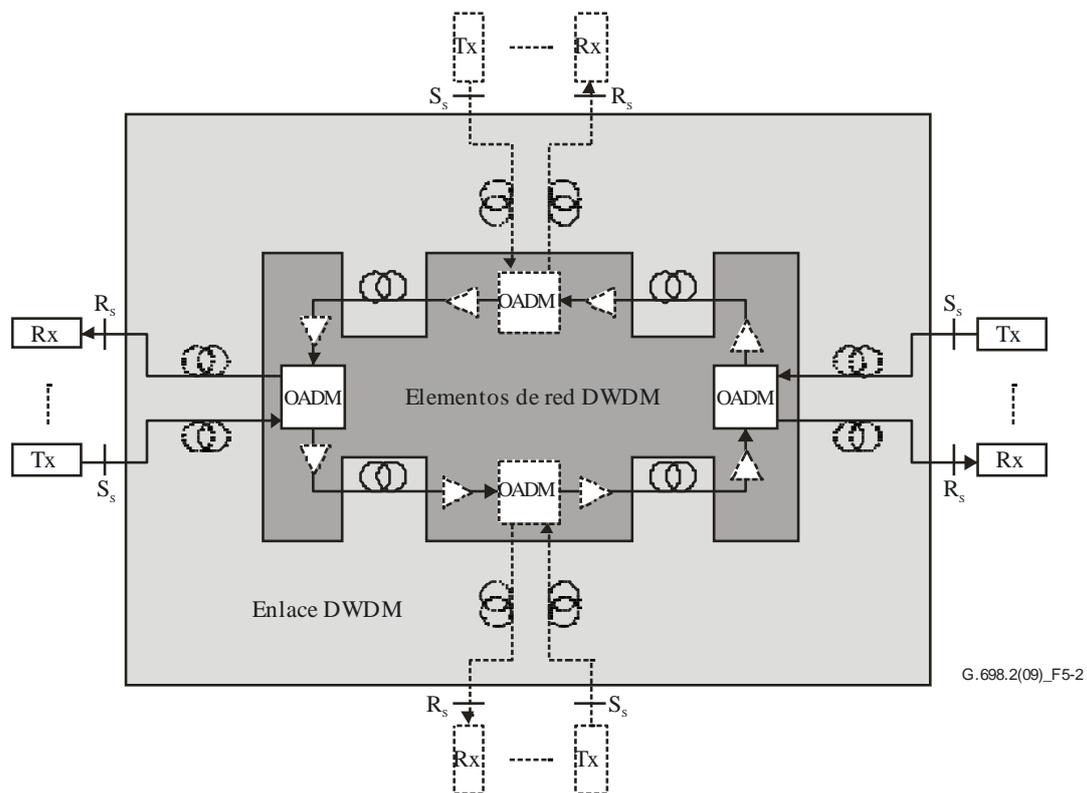


Figura 5-2 – Método "enlace negro" en anillo

Los puntos de referencia de las figuras 5-1 y 5-2 se definen del modo siguiente:

- S_s es un punto de referencia monocanal en la entrada afluyente del elemento de red DWDM;
- R_s es un punto de referencia monocanal en la salida afluyente del elemento de red DWDM.

Los puntos de referencia monocanal S_s y R_s se aplican, con el método "enlace negro" (lineal o en anillo), a sistemas donde todos los trayectos entre S_s y su correspondiente R_s deben ajustarse a los valores de parámetro del código de aplicación.

5.2.2 Aplicaciones bidireccionales

Aunque esta Recomendación no contiene aplicaciones bidireccionales, cabe esperar que se añadirán en una futura revisión. En la figura 5-3 se muestra un conjunto de puntos de referencia del método "enlace negro" lineal bidireccional monofibra para conexión monocanal (S_s y R_s) entre transmisores (Tx) y receptores (Rx). En este caso, el elemento de red DWDM incluye un OM/OD (que se utiliza como un par con el elemento opuesto), un amplificador óptico, o varios, y también pueden incluir uno o más OADM.

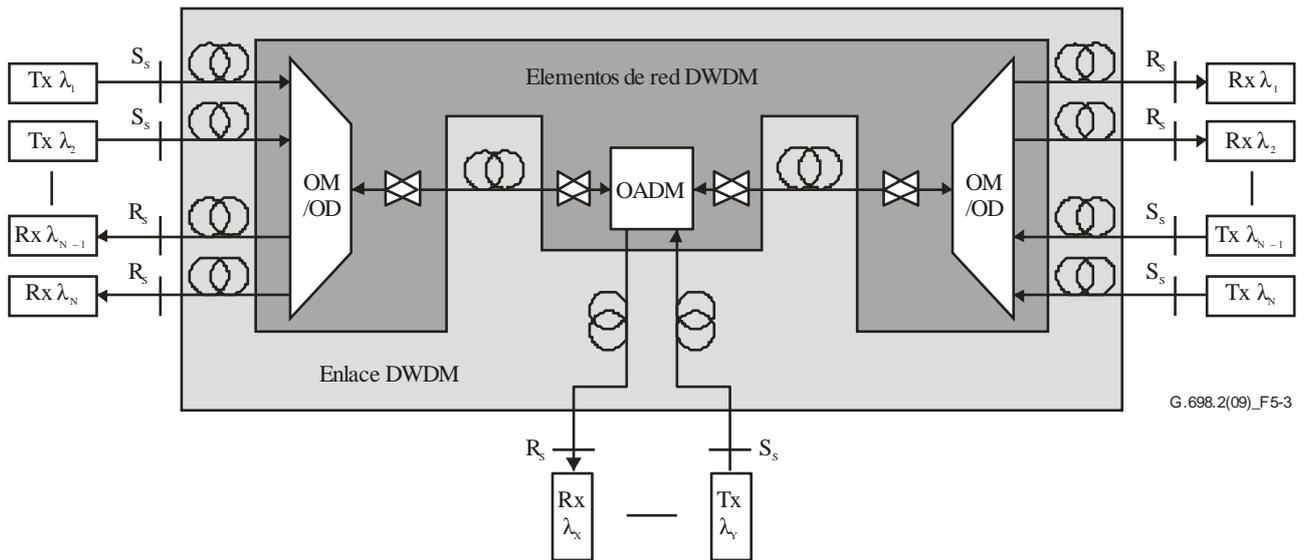


Figura 5-3 – Método "enlace negro" lineal para aplicaciones bidireccionales

En la figura 5-4 se muestra el conjunto de puntos de referencia correspondiente al método "enlace negro" en anillo bidireccional monofibra para la conexión monocanal (S_s y R_s) entre transmisores (Tx) y receptores (Rx). Los elementos de red DWDM incluyen un amplificador, o varios, y dos o más OADM conectados en un anillo.

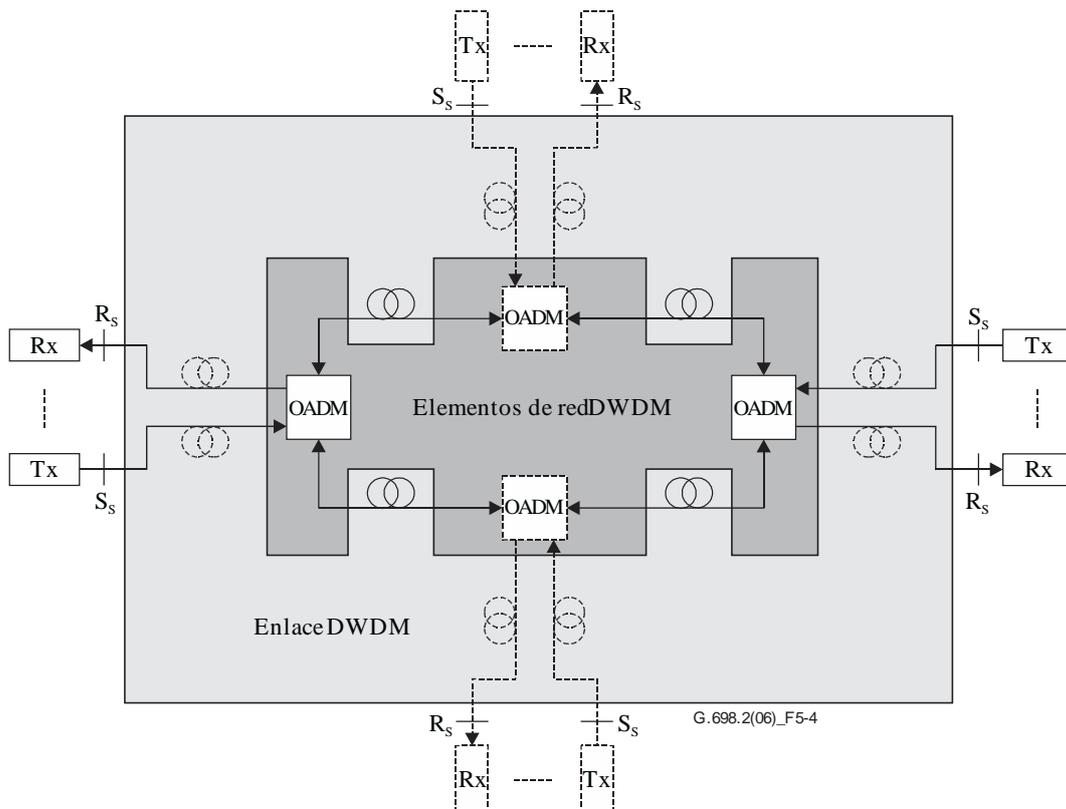


Figura 5-4 – Método "enlace negro" en anillo para aplicaciones bidireccionales

Los puntos de referencia de las figuras 5-3 y 5-4 se definen en 5.2.1.

5.3 Nomenclatura

La notación del código de la aplicación se construye como sigue:

DScW-ytz(v)

donde:

D es el indicador de las aplicaciones DWDM.

S indica las opciones de la desviación espectral máxima, de modo que:

- **N** indica desviación espectral restringida.
- **W** indica desviación espectral amplia.

c es el espaciamiento de canal en GHz.

W indica el régimen de compensación de dispersión del enlace negro de la forma siguiente:

- **C** indica que los valores de dispersión cromática son adecuados para un enlace negro con compensación de la dispersión.
- **U** indica que los valores de dispersión cromática son adecuados para un enlace negro sin compensación de la dispersión.

NOTA 1 – Esta letra se utiliza para indicar la tolerancia de dispersión de los transmisores y receptores y no para imponer restricciones en el establecimiento del enlace negro. Si bien los códigos de aplicación que incluyen "C" tienen transmisores y receptores con tolerancia de dispersión adecuada para enlaces DWDM con compensación de dispersión, pueden utilizarse con enlaces negros que no contienen compensadores de dispersión, siempre y cuando se cumplan los parámetros del código de aplicación. De forma análoga, si bien los códigos de aplicación que incluyen "U" tienen transmisores y receptores con tolerancia de dispersión adecuada para enlaces DWDM sin compensación de dispersión, pueden utilizarse con enlaces negros que contienen compensadores de dispersión siempre y cuando se cumplan los parámetros del código de aplicación.

y indica la clase más alta de señal afluente óptica soportada:

- **1** indica NRZ 2,5G.
- **2** indica NRZ 10G.

t es una letra que indica la configuración soportada por el código de aplicación. En la presente versión de la Recomendación, el único valor que se emplea es:

- **A** significa que el "enlace negro" puede contener amplificadores ópticos.

z indica el tipo de fibra, como sigue:

- **2** indica fibra UIT-T G.652.
- **3** indica fibra UIT-T G.653.
- **5** indica fibra UIT-T G.655.

v indica la gama operativa de longitudes de onda en bandas espectrales (véase [b-UIT-T G-Sup.39]):

V	Descriptor	Longitud de onda nominal (nm)
S	Longitud de onda corta	1460 a 1530
C	Convencional	1530 a 1565
L	Longitud de onda larga	1565 a 1625

Si se utiliza más de una banda espectral, **v** pasa a ser las letras de la banda separadas por "+", por ejemplo, para una aplicación que requiera la utilización de las bandas C y L, **v** sería "C+L".

NOTA 2 – Las gamas de longitud de onda nominal se indican a efectos de clasificación y no de especificación. La longitud de onda real mínima y máxima para cada aplicación se debería calcular a partir de las frecuencias de canal máxima y mínima para esa aplicación.

Un sistema bidireccional se indica mediante la adición de la letra **B** al principio del código de aplicación. Para los códigos de aplicación DWDM será el siguiente:

B-DScW-ytz(v)

Para algunos códigos de aplicación, se añade un sufijo al final del código. El único sufijo que se ha definido hasta la fecha es:

- **F** para indicar que para transmitir esta aplicación se necesitan bytes FEC como se especifica en [UIT-T G.709].

5.4 Interfaces monocanal en los puntos de referencia Ss y Rs

Las interfaces monocanal descritas en esta Recomendación tienen por objeto permitir la compatibilidad transversal en las interfaces monocanal en cualquiera de los puntos extremos del enlace negro DWDM, como se muestran en las figuras 5-1 a 5-4.

En la cláusula 6 figuran otros requisitos relacionados con la compatibilidad transversal.

El cuadro 5-1 resume los códigos de aplicación monocanal, estructurados de acuerdo con la nomenclatura de 5.3.

Cuadro 5-1 – Clasificación de aplicaciones

	Con compensación de la dispersión	Sin compensación de la dispersión
Clase de señal afluyente óptica NRZ 2,5G	DN100C-1A2(C) DW100C-1A2(C) DN100C-1A3(L) DW100C-1A3(L) DN100C-1A5(C) DW100C-1A5(C)	DN100U-1A2(C) DN100U-1A3(L) DN100U-1A5(C)
OTU1 con FEC habilitada	DW100C-1A2(C)F DW100C-1A3(L)F DW100C-1A5(C)F	
Clase de señal afluyente óptica NRZ 10G	DN100C-2A2(C) DW100C-2A2(C) DN100C-2A3(L) DW100C-2A3(L) DN100C-2A5(C) DW100C-2A5(C) DN50C-2A2(C) DN50C-2A3(L) DN50C-2A5(C)	
OTU2 con FEC habilitada	DN100C-2A2(C)F DW100C-2A2(C)F DN100C-2A3(L)F DW100C-2A3(L)F DN100C-2A5(C)F DW100C-2A5(C)F DN50C-2A2(C)F DN50C-2A3(L)F DN50C-2A5(C)F	DN100U-2A2(C)F DN100U-2A3(L)F DN100U-2A5(C)F DN50U-2A2(C)F DN50U-2A3(L)F DN50U-2A5(C)F

En esta Recomendación, los sistemas multicanal amplificados con interfaces monocanal se especifican en los cuadros 8-1 a 8-6.

6 Compatibilidad transversal

Esta Recomendación especifica los parámetros que permiten la compatibilidad transversal (es decir, de múltiples fabricantes) en los puntos de referencia monocanal S_s y R_s de los NE DWDM con "enlace negro".

Los puntos de referencia monocanal S_s y R_s están previstos para hacer compatibles transversalmente múltiples interfaces afluentes de los elementos de red DWDM. En este caso, múltiples transmisores ($T_x \lambda_j$) y receptores ($R_x \lambda_j$) de señales afluentes pueden proceder de diferentes fabricantes.

La compatibilidad transversal (de múltiples fabricantes) se habilita para todos los puntos de referencia monocanal S_s y R_s del "enlace negro" de los NE DWDM que tengan exactamente el mismo código de aplicación.

La coexistencia de interfaces de afluentes con códigos de aplicación diferentes en el mismo enlace negro es una cuestión de ingeniería conjunta. Hay que prestar una atención particular a los parámetros críticos que deben ser coherentes, por ejemplo, la potencia de salida en el punto S_s y la potencia de entrada en el punto R_s , la velocidad binaria/codificación de línea de S_s , la velocidad binaria/codificación de línea de R_s , etc.

En cuanto al elemento del código de aplicación, que hace referencia a la desviación espectral máxima (indicador **S** en el código de aplicación; véase 5.3), la discordancia entre el indicador del transmisor y el del enlace causará la incompatibilidad cuando el transmisor tenga un código que contiene **W** (desviación espectral amplia) y el enlace contiene **N** (desviación espectral restringida). El resto de las combinaciones son compatibles transversalmente.

7 Definiciones de los parámetros

Los parámetros del cuadro 7-1 se definen en los puntos de interfaz y las definiciones figuran en las cláusulas que siguen.

Cuadro 7-1 – Parámetros para aplicaciones DWDM que utilizan el enfoque de "enlace negro" con amplificadores

Parámetro	Unidades	Definido en
Información general		
Separación mínima entre canales	GHz	7.1.1
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	7.1.2
Tasa máxima de errores en los bits	–	7.1.3
Tipo de fibra	–	7.1.4
Interfaz en el punto S_s		
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	7.2.1
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	7.2.1
Frecuencia central mínima	THz	7.2.2
Frecuencia central máxima	THz	7.2.2
Desviación espectral máxima	GHz	7.2.3
Relación de supresión en modo lateral mínima	dB	7.2.4
Tasa de extinción de canal mínima	dB	7.2.5
Plantilla del diagrama en ojo	–	7.2.6

Cuadro 7-1 – Parámetros para aplicaciones DWDM que utilizan el enfoque de "enlace negro" con amplificadores

Parámetro	Unidades	Definido en
Penalización de OSNR máxima de la dispersión (residual) del transmisor	dB	7.2.7
Trayecto óptico del punto S_s al R_s		
Rizado máximo	dB	7.3.1
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	7.3.2
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	7.3.2
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	7.3.3
Reflectancia discreta máxima entre S _s y R _s	dB	7.3.4
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	7.3.5
Pérdidas dependientes de la polarización máximas	dB	7.3.6
Diafonía intercanal máxima en R _s	dB	7.3.7
Diafonía interferométrica máxima en R _s	dB	7.3.8
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	7.3.9
Interfaz en el punto R_s		
Potencia media máxima a la entrada	dBm	7.4.1
Potencia media mínima a la entrada	dBm	7.4.1
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	7.4.2
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	7.4.3
Reflectancia máxima del receptor	dB	7.4.4

7.1 Información general

7.1.1 Separación mínima entre canales

Es la diferencia de frecuencia nominal mínima entre dos canales adyacentes. Las posibles tolerancias de frecuencias reales se consideran en 7.2.3.

7.1.2 Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluente ópticas

La clase de señal afluente óptica NRZ 2,5G se aplica a señales digitales continuas con codificación de línea sin retorno a cero de 622 Mbit/s nominales a 2,67 Gbit/s nominales. La clase de señal afluente óptica NRZ 10G se aplica a señales digitales continuas con codificación de línea sin retorno a cero de 2,4 Gbit/s nominales a 10,71 Gbit/s nominales.

En el caso de las aplicaciones sin sufijo **F**, los valores de parámetro son los mismos para todas las velocidades binarias en el ámbito de la clase de señal afluente óptica aplicable. En consecuencia, si un sistema óptico utiliza uno de esos códigos, es necesario especificar el código de aplicación y la velocidad binaria exacta del sistema. Es decir, no es necesario que los equipos conformes a uno de esos códigos operen en el rango completo de velocidades binarias especificadas para esa clase de señal afluente óptica.

7.1.3 Tasa de errores en los bits máxima

Los parámetros se especifican con relación a un objetivo de diseño de sección óptica de una tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*), que no sea más desfavorable que el valor especificado por

el código de aplicación. Este valor se aplica a cada canal óptico en el caso extremo de condiciones de atenuación y dispersión del trayecto óptico en cada aplicación. En el caso de códigos de aplicación que requieran la transmisión de bytes FEC (es decir, que tienen un código con el sufijo **F**), se requiere satisfacer la BER solamente después de la corrección (si se utiliza ésta). Para los demás códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER sin utilizar la FEC.

7.1.4 Tipo de fibra

Los tipos de fibra óptica monomodo se eligen entre los definidos en [UIT-T G.652], [UIT-T G.653], y [UIT-T G.655].

7.2 Interfaz en el punto S_s

7.2.1 Potencia media de salida de canal máxima y mínima

La potencia media de cada canal óptico inyectada en el punto de referencia S_s es la potencia media de una secuencia de datos pseudoaleatoria acoplada al enlace DWDM. Se indica como una gama (máxima y mínima) para optimizar los costos en cierta medida y cubrir márgenes de explotación en condiciones de funcionamiento, degradaciones de los conectores, tolerancias de medición y efectos de envejecimiento normales.

Cabe reseñar que no es necesario en ninguna implementación proporcionar una potencia de canal media a la salida tan elevada como la potencia de canal media máxima a la salida o tan reducida como la potencia de canal media mínima a la salida. Por otro lado, la potencia de canal media real a la salida de un dispositivo de interfaz determinado no ha de superar los límites definidos para la potencia de canal media máxima y mínima a la salida, pero puede estar comprendida entre esos límites.

7.2.2 Frecuencia central mínima y máxima

La frecuencia central es la frecuencia monocanal nominal a la que es modulada la información codificada digitalmente del canal óptico considerado, utilizando el código de línea NRZ.

Las frecuencias centrales de todos los canales dentro de una aplicación se basan en el plan de frecuencias para la separación mínima entre canales de la aplicación indicado en [UIT-T G.694.1].

Si bien las frecuencias centrales específicas utilizadas dentro de cada aplicación no se indican en esta Recomendación, las frecuencias centrales nominales de todos los canales dentro de una aplicación deberán ser superiores o iguales a la frecuencia central mínima, e inferiores o iguales a la frecuencia central máxima.

Hay que señalar que el valor de "c" (velocidad de la luz en el vacío) que debe ser utilizado para la conversión entre frecuencia y longitud de onda es $2,99792458 \times 10^8$ m/s.

7.2.3 Desviación espectral máxima

Es la diferencia admisible máxima entre la frecuencia central nominal del canal y los puntos -15 dB del espectro del transmisor que más se aparta de la frecuencia central nominal medida en el punto S_s. Véase la figura 7-1.

NOTA – La medida de los puntos -15 dB del espectro del transmisor deberá llevarse a cabo con una anchura de banda de resolución nominal de 0,01 nm.

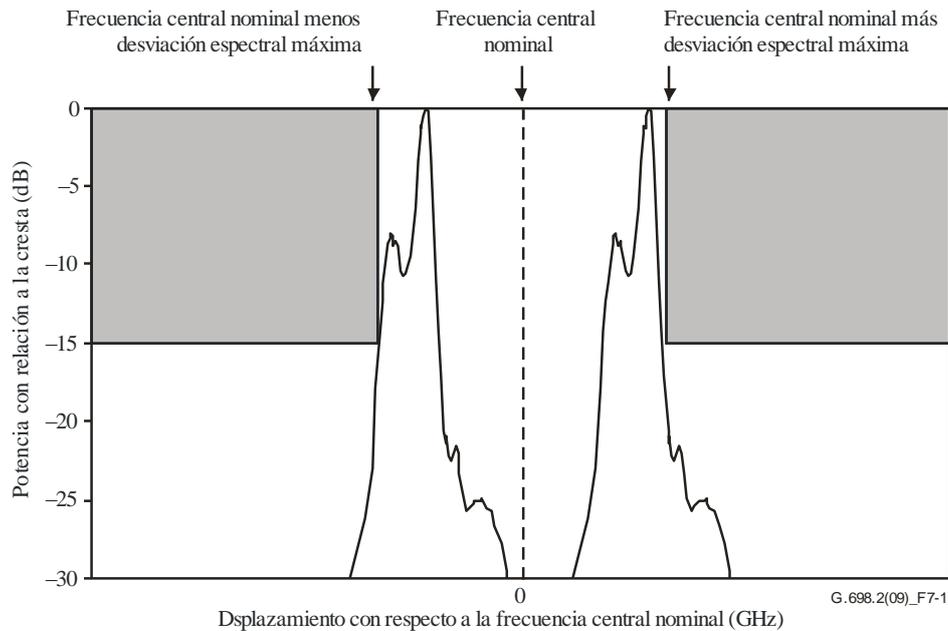


Figura 7-1 – Ilustración de desviación espectral máxima

Este parámetro también define la gama de frecuencias en la que se han de cumplir las especificaciones de rizado.

7.2.4 Relación de supresión en modo lateral mínima

La relación de supresión en modo lateral mínima es el valor mínimo de la relación entre la mayor cresta del espectro total del transmisor y la segunda cresta mayor. La resolución espectral de la medición será mejor que la anchura espectral máxima de la cresta, que se define en [UIT-T G.691]. La segunda cresta mayor puede estar próxima a la cresta principal o muy alejada de ella.

NOTA – En esta definición las crestas espectrales que están separadas de la cresta mayor por la frecuencia de reloj no se consideran modos laterales.

7.2.5 Relación de extinción de canal mínima

La relación de extinción (EX) viene dada por:

$$EX = 10\log_{10}(A/B)$$

En la anterior definición de EX, A es el nivel de potencia óptica media en el centro del "1" lógico y B es el nivel de potencia óptica media en el centro del "0" lógico. El convenio adoptado para los niveles lógicos ópticos es:

- emisión de luz para el "1" lógico;
- ausencia de emisión para el "0" lógico.

No es necesario cumplir el requisito de relación de extinción de canal mínima con un filtro Bessel-Thomson de cuarto orden

7.2.6 Plantilla del diagrama en ojo

La definición y límites de este parámetro figuran en [UIT-T G.959.1].

7.2.7 Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor

La penalización de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor viene dada por:

El menor valor de OSNR en S_s en el caso de dispersión (residual) más desfavorable – Menor valor de OSNR en S_s sin dispersión, siendo:

- El menor valor de OSNR en S_s sin dispersión, la menor OSNR que satisface la BER máxima de la aplicación de un receptor de referencia definida en la cláusula B.3 de [ITU-T G.959.1] en el punto S_s .
- El menor valor de OSNR en S_s en el caso de dispersión (residual) más desfavorable, la menor OSNR que cumple la BER máxima de la aplicación de un receptor de referencia definida en la cláusula B.3 de [ITU-T G.959.1] en el punto S_s con aplicación de dispersión cromática (en el rango especificado para el código de aplicación) que da lugar a la máxima penalización de OSNR.

NOTA – La medición de la penalización de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor requiere, en consecuencia, que se añada a la señal ruido ASE filtrado en el punto S_s . En el Apéndice I se proporciona información adicional al respecto.

Esa penalización no se incluye en el balance del sistema de forma directa (dado que forma parte de la penalización de OSNR del trayecto óptico definida en la cláusula 7.3.9) sino que proporciona un límite superior en la penalización de OSNR por dispersión únicamente, lo cual garantiza que se disponga parcialmente de la penalización de OSNR del trayecto óptico para subsanar el resto de degradaciones citadas.

7.3 Parámetros del trayecto óptico del punto S_s al R_s

7.3.1 Rizado máximo

El rizado (de un dispositivo DWDM) se define en [UIT-T G.671]. En esta Recomendación, se aplica a todo el enlace negro desde el punto de referencia S_s hasta el correspondiente R_s . Para cualquier canal óptico, el rizado es la diferencia cresta a cresta de pérdida de inserción entre los puertos de entrada y de salida del enlace negro para el canal en la gama de la frecuencia central del canal \pm la desviación espectral máxima. Véase la figura 7-2.

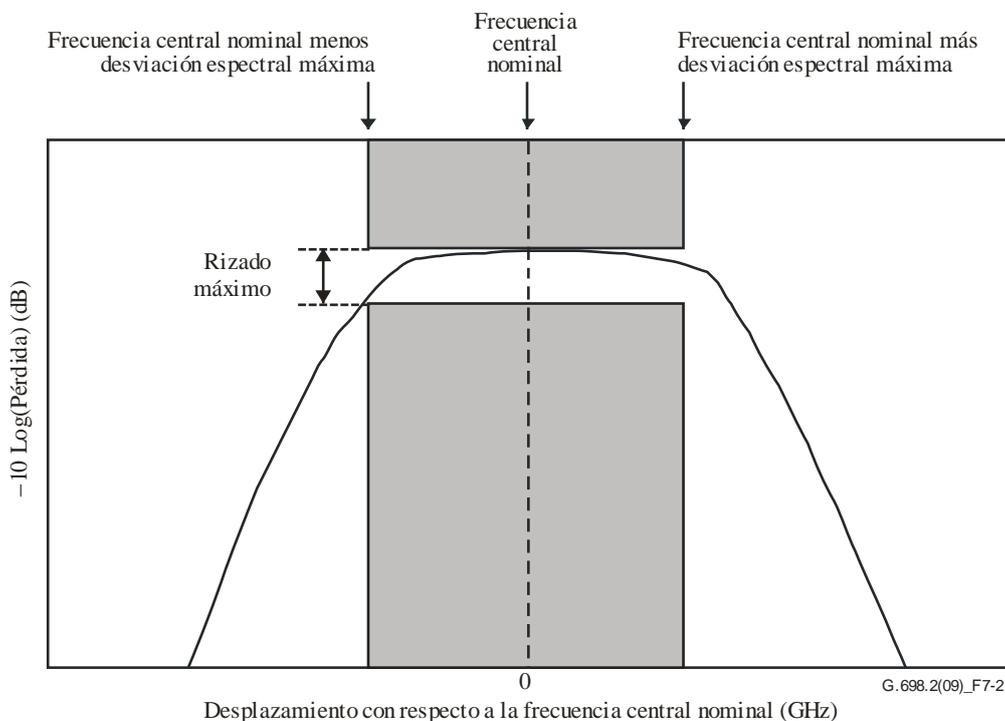


Figura 7-2 – Ilustración del máximo rizado

7.3.2 Dispersión cromática (residual) máxima y mínima

Estos parámetros definen los valores máximo y mínimo de la dispersión cromática del trayecto óptico de extremo a extremo que el sistema será capaz de admitir. Son los valores de dispersión en el caso más desfavorable. Valores del trayecto óptico desde el punto S_s al punto de referencia R_s del receptor correspondiente. Si el enlace negro incluye compensación de dispersión entre esos dos puntos, su efecto es tenido en cuenta.

Estos parámetros contienen el término "residual" entre paréntesis porque, en el caso de los enlaces que incluyan compensadores de dispersión, dichos parámetros constituirán la dispersión cromática residual máxima y mínima, y en el caso de los enlaces que no incluyan compensadores de dispersión, esos parámetros serán sencillamente la dispersión cromática máxima y mínima.

7.3.3 Pérdida de retorno óptica mínima en S_s

Las reflexiones son causadas por discontinuidades del índice de refracción a lo largo del trayecto óptico. Si no se controlan, pueden degradar la calidad de funcionamiento del sistema por su efecto perturbador en el funcionamiento de la fuente óptica o por múltiples reflexiones que producen ruido interferométrico en el receptor. Las reflexiones en el trayecto óptico se controlan especificando:

- la pérdida de retorno óptica mínima de la planta de cable en el punto de referencia de origen (S_s), incluidos los eventuales conectores; y
- la reflectancia discreta máxima entre el punto de referencia de origen (S_s) y el punto de referencia de recepción (R_s).

La reflectancia representa la reflexión en cualquier punto reflector discreto, mientras que la pérdida de retorno óptica es la relación entre la potencia óptica incidente y la potencia óptica total devuelta en toda la fibra, incluidas las reflexiones discretas y la retrodispersión distribuida, tal como la dispersión de Rayleigh.

En el apéndice I de [UIT-T G.957] se describen los métodos de medición de las reflexiones. Para medir la reflectancia y las pérdidas de retorno, se supone que los puntos S_s y R_s coinciden con la cara externa de cada enchufe de conector. Se reconoce que esto no incluye la característica de reflexión real de los respectivos conectores en el sistema operacional. Se supone que estas reflexiones tienen el valor nominal de la reflexión para el tipo específico de conectores utilizado.

7.3.4 Reflectancia discreta máxima entre S_s y R_s

La reflectancia óptica se define como la relación entre la potencia óptica reflejada existente en un punto y la potencia óptica incidente en dicho punto. El control de las reflexiones se trata detalladamente en [UIT-T G.957]. El número máximo de conectores u otros puntos de reflexión discreta que pueden estar incluidos en el trayecto óptico (por ejemplo, en los repartidores u otros componentes WDM) debe ser tal que permita obtener la atenuación de retorno óptica total especificada. Si no puede hacerse utilizando conectores que satisfagan las reflexiones discretas máximas citadas en los cuadros de la cláusula 8, deben emplearse conectores que tengan mejor característica de reflexión. Como otra posibilidad, debe reducirse el número de conectores. También puede ser necesario limitar el número de conectores o utilizar conectores con característica de reflectancia mejorada a fin de evitar degradaciones inaceptables producidas por múltiples reflexiones.

En los cuadros de la cláusula 8, el valor de reflectancia discreta máxima entre puntos de referencia de origen y puntos de referencia de recepción está destinado a reducir al mínimo los efectos de múltiples reflexiones (por ejemplo, el ruido interferométrico). El valor de reflectancia máxima del receptor se elige de manera que se obtengan penalizaciones aceptables producidas por múltiples reflexiones con todas las configuraciones posibles de sistema que incluyan múltiples conectores, etc. Los sistemas que emplean menos conectores o conectores de rendimiento superior producen menos reflexiones múltiples y por consiguiente son capaces de tolerar receptores con una reflectancia superior.

7.3.5 Retardo diferencial de grupo máximo

El retardo diferencial de grupo (DGD, *differential group delay*) es la diferencia de tiempo entre las fracciones de un impulso transmitidos en los dos estados de polarización principales de una señal óptica. Para distancias superiores a varios kilómetros, y suponiendo acoplamiento de modo de polarización (fuerte) aleatoria, el DGD en una fibra puede modelarse estadísticamente de manera que tenga una distribución de Maxwell.

En esta Recomendación, el máximo retardo diferencial de grupo es por definición el valor de DGD que el sistema debe tolerar con una penalización de OSNR máxima de 2 dB.

Debido a la naturaleza estadística de la dispersión por modo de polarización (PMD, *polarization mode dispersion*), la relación entre el DGD máximo y el DGD medio sólo puede definirse probabilísticamente. La probabilidad de que el DGD instantáneo supere cualquier valor dado puede deducirse de sus estadísticas de Maxwell. Por tanto, si conocemos el DGD máximo que el sistema puede tolerar, podemos obtener el DGD medio equivalente dividiendo por la relación máximo/medio que corresponde a una probabilidad aceptable. El cuadro 7-2 da algunos ejemplos de relaciones.

Cuadro 7-2 – Medias y probabilidades de DGD

Relación máximo/medio	Probabilidad de superar el máximo
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

7.3.6 Pérdidas máximas dependientes de la polarización

Las pérdidas que dependen de la polarización (PDL) son la diferencia (en dB) entre los valores máximo y mínimo de la pérdida (o ganancia) de inserción de canal del enlace negro del punto S_S al R_S por la variación del estado de polarización (SOP) para todos los SOP.

NOTA – En esta definición no se tiene en cuenta la velocidad de rotación de polarización. Una versión modificada en la que sí se hace se estudiará en un futuro.

7.3.7 Diafonía intercanal máxima

Este parámetro impone un requisito al aislamiento de un enlace conforme al criterio de "enlace negro" en el sentido de que, en condiciones de funcionamiento del caso más desfavorable, la diafonía intercanal en cualquier punto de referencia R_S ha de ser inferior al valor de diafonía intercanal máxima.

La diafonía intercanal se define como la relación entre la potencia total de todos los canales perturbadores y la del canal deseado, cuando los canales deseado y perturbadores tienen distintas longitudes de onda.

De manera específica, el aislamiento del enlace deberá ser superior al valor requerido para asegurar que, cuando cualquier canal esté funcionando a la potencia de salida media mínima en el punto S_S y todos los demás estén a la potencia de salida media máxima, la diafonía intercanal en el punto R_S correspondiente sea menor que el valor de diafonía intercanal máxima.

7.3.8 Diafonía interferométrica máxima

Este parámetro impone un requisito al aislamiento de un enlace conforme al criterio de "enlace negro" en el sentido de que, en condiciones de funcionamiento del caso más desfavorable, la diafonía interferométrica en cualquier punto de referencia R_S ha de ser inferior al valor de diafonía interferométrica máxima.

La diafonía interferométrica se define como la relación entre la potencia perturbadora y la potencia deseada en un único canal, cuando la potencia perturbadora es la potencia (excluida la ASE) que permanecería en el canal óptico si se eliminase del enlace la señal deseada y se mantuviesen todas las demás condiciones del enlace.

De manera específica, el aislamiento del enlace deberá ser superior al valor requerido para asegurar que cuando cualquier canal esté funcionando a la potencia de salida media mínima en el punto S_s y todos los demás estén a la potencia de salida media máxima, la diafonía interferométrica en el punto R_s correspondiente sea menor que el valor de diafonía interferométrica máxima.

7.3.9 Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico

La penalización de OSNR en el trayecto óptico se define como:

$$\text{Menor valor de OSNR en } R_s - \text{Menor valor de OSNR en } S_s,$$

siendo:

- el menor valor de OSNR en S_s es la menor OSNR que satisface la BER máxima de la aplicación de un receptor de referencia definida en la cláusula B.3 de [ITU-T G.959.1] en el punto S_s , es decir, *antes* de la transmisión a través del enlace negro;
- el menor valor de OSNR en R_s es la menor OSNR que satisface la BER máxima de la aplicación de un receptor de referencia definida en la cláusula B.3 de [ITU-T G.959.1] en el punto S_s , es decir, *después* de la transmisión a través del enlace negro.

NOTA – La medición de la penalización de OSNR del trayecto óptico requiere, en consecuencia, que se añada a la señal ruido ASE filtrado en los puntos S_s y R_s . En el Apéndice I se proporciona información adicional al respecto.

En el futuro, se podrán introducir sistemas que empleen técnicas de acomodación de la dispersión basadas en la distorsión previa de la señal en el transmisor. En este caso, la penalización en el trayecto en el sentido anterior sólo puede ser definida entre puntos con señales no distorsionadas. Esos puntos, sin embargo, no coinciden con las interfaces del trayecto principal y por ello pueden incluso no ser accesibles. La definición de penalización en el trayecto en este caso requiere estudio ulterior.

Entre los factores que influyen en la penalización de OSNR del trayecto óptico cabe destacar:

- la penalización por dispersión (residual) del transmisor;
- los efectos no lineales en el enlace negro;
- la diafonía entre canales;
- la diafonía interferométrica;
- las reflexiones en el trayecto óptico;
- pérdidas dependientes de la polarización.

El valor medio de las penalizaciones de dispersión aleatoria debidas a la PMD se incluye en la penalización permitida del trayecto. A este respecto, se requiere que la combinación transmisor/receptor tolere un DGD real de 0,3 periodos de bit con una penalización máxima de OSNR del trayecto óptico de 2 dB (con 50% de potencia óptica en cada estado principal de polarización). En un receptor bien diseñado, esto corresponde a una penalización de OSNR de 0,2-0,4 dB para un DGD de 0,1 periodo de bit. El DGD real que puede encontrarse en funcionamiento es una propiedad de la fibra/cable aleatoriamente variable y no puede especificarse en esta Recomendación. Este tema se trata más detenidamente en el apéndice I de [UIT-T G.691].

7.4 Interfaz en el punto Rs

7.4.1 Potencia media máxima y mínima a la entrada

Valores máximo y mínimo de la potencia media recibida en el punto Rs.

Para todos los niveles de potencia óptica en el punto Rs comprendidos entre esos dos valores y siempre y cuando el resto de parámetros no superen sus valores límite, es necesario que el receptor alcance la BER máxima especificada en el código de aplicación.

Ello conlleva que el receptor ha de satisfacer la BER máxima especificada para un transmisor con los valores en el caso más desfavorable para:

- la plantilla del diagrama en el ojo del transmisor;
- la relación de extinción;
- la pérdida de retorno óptica en el punto S_s;

y un enlace con valores en el caso más desfavorable para:

- la dispersión (residual);
- la OSNR;
- la penalización de OSNR en el trayecto óptico;

Los efectos del envejecimiento no se especifican aparte. Se detallan los valores en el caso más desfavorable para el final de la vida útil.

Para este parámetro (y los valores máximo y mínimo de la potencia media de canal a la salida) también es necesario establecer un requisito sobre la pérdida (o ganancia) máxima o mínima de inserción de canal en el enlace negro.

Dicho requisito consiste en que, aunque la potencia media de canal a la salida en el punto S_s no supere los límites específicos, la pérdida (o ganancia) de inserción de canal en el enlace negro para ese canal deberá tener un valor que haga que el nivel de potencia en el punto R_s esté comprendido entre los límites de potencia máximo y mínimo a la entrada.

La pérdida de inserción de canal se define en [ITU-T G.671]. Para un canal óptico determinado, es la reducción (o ganancia) mínima (o máxima) de la potencia óptica entre los puertos de entrada y de salida del enlace negro para ese canal en la gama de frecuencias de la frecuencia central del canal +/- la desviación espectral máxima.

Se realiza la hipótesis de que los valores de las especificaciones de pérdida de inserción corresponden al caso más desfavorable, en particular las pérdidas relativas al par OM/OD, los empalmes, los conectores, los amplificadores y atenuadores ópticos (en su caso) u otros dispositivos ópticos y el margen adicional para tener en cuenta las tolerancias para:

- futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes adicionales, mayores longitudes de cable, etc.);
- variaciones de la calidad del funcionamiento debido a factores ambientales; y
- degradación de los conectores, amplificadores y atenuadores ópticos u otros dispositivos ópticos entre los puntos S_s y R_s, en su caso.

7.4.2 Relación señal a ruido óptica mínima (OSNR)

La relación señal óptica/ruido mínima es el valor mínimo de la relación entre la potencia de la señal en el canal deseado y la densidad de potencia de ruido más alta (referida a 0,1 nm) en la gama de la frecuencia central más y menos la máxima desviación espectral. A los efectos de esta definición, el ruido se define como el que existiría si la señal en el canal deseado se suprimiera del enlace negro siempre y cuando el resto de condiciones del enlace negro se mantienen invariables (por ejemplo, la ganancia y el factor de ruido de todos los amplificadores).

Este parámetro requiere, en relación con las "características del enlace negro", que la OSNR en cualquier punto de referencia R_S sea superior a la OSNR mínima.

7.4.3 Relación señal a ruido óptica mínima (OSNR)

La tolerancia de OSNR del receptor se define como el valor mínimo de la OSNR en el punto R_S que puede aceptarse si se mantiene la BER máxima de la aplicación. Ello debe cumplirse para todos los valores de potencia comprendidos entre la potencia media máxima y media a la entrada con un transmisor de valores en el caso más desfavorable para la plantilla del diagrama en ojo del transmisor, la relación de extinción, la pérdida de retorno óptica en el punto S_S , las degradaciones del conector del receptor y las tolerancias de medición. La tolerancia de OSNR del receptor no tiene que satisfacerse en caso de dispersión cromática, efectos no lineales, reflexiones del trayecto óptico, PMD, PDL o diafonía óptica; estos efectos se especifican aparte en la asignación de la penalización máxima de OSNR del trayecto óptico.

NOTA 1 – La tolerancia de OSNR del receptor equivale a la OSNR mínima en el punto R_S menos la penalización máxima de OSNR del trayecto óptico.

NOTA 2 – La tolerancia de OSNR del receptor no tiene que satisfacerse si existe fluctuación de fase del transmisor que rebase el límite apropiado de generación de fluctuación de fase (por ejemplo, [b-UIT-T G.8251] para señales afluentes ópticas OTN).

NOTA 3 – Si, mediante ingeniería conjunta, se deduce que los valores del transmisor en el caso más desfavorable de la plantilla del diagrama en ojo del transmisor o la relación de extinción se mejoran con respecto a las especificaciones de un código de aplicación, la tolerancia de OSNR del receptor deberá mejorarse con respecto al valor proporcionado para ese código de aplicación.

Los efectos de envejecimiento no se especifican aparte. Se detallan los valores en el caso más desfavorable para el final de la vida útil.

7.4.4 Reflectancia del receptor máxima

Las reflexiones del receptor que vuelven al enlace DWDM son especificadas por la máxima reflectancia admisible del receptor medida en el punto de referencia en R_S . La reflectancia óptica se define en [UIT-T G.671].

8 Valor de los parámetros

Los parámetros y valores de la capa física se indican en los cuadros 8-1 a 8-6.

Cuadro 8-1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz sin FEC, de la clase NRZ 2,5G

Parámetro	Unidades	DN100C-1A2(C)	DW100C-1A2(C)	DN100U-1A2(C)
		DN100C-1A3(L)	DW100C-1A3(L)	DN100U-1A3(L)
		DN100C-1A5(C)	DW100C-1A5(C)	DN100U-1A5(C)
Información general				
Separación mínima entre canales	GHz	100	100	100
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G
Tasa de errores en los bits máxima	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655

Cuadro 8-1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz sin FEC, de la clase NRZ 2,5G

Parámetro	Unidades	DN100C-1A2(C)	DN100C-1A3(L)	DN100C-1A5(C)	DW100C-1A2(C)	DW100C-1A3(L)	DW100C-1A5(C)	DN100U-1A2(C)	DN100U-1A3(L)	DN100U-1A5(C)
Interfaz en el punto S_s										
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6						+6		
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	-3						-3		
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)						191,5 para (C) 186,0 para (L)		
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)						196,2 para (C) 191,5 para (L)		
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5			±20			±12,5		
Relación de supresión en modo lateral mínima	dB	30						30		
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2						8,2		
Plantilla del diagrama en ojo	-	NRZ 2,5G según UIT-T G.959.1						NRZ 2,5G según UIT-T G.959.1		
Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor	dB	2						2		
Trayecto óptico del punto S_s al R_s										
Rizado máximo	dB	2						2		
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+2200						+9600		
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	-600						0		
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24						24		
Reflectancia máxima discreta entre S _s y R _s	dB	-27						-27		
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	120						120		
Pérdida máxima dependiente de la polarización	dB	ffs						ffs		
Diafonía intercanal máxima	dB	-16						-16		
Diafonía interferométrica máxima	dB	-40						-40		
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5						5		
Interfaz en el punto R_s										
Potencia media de entrada máxima	dBm	-9						-9		
Potencia media mínima de entrada	dBm	-24						-24		
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	21			23				21	
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	16			18				16	
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27						-27		

Cuadro 8-2 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz con FEC habilitada, de la clase NRZ 2,5G

Parámetro	Unidades	DW100C-1A2(C)F DW100C-1A3(L)F DW100C-1A5(C)F
Información general		
Separación mínima entre canales	GHz	100
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ OTU1 FEC habilitada
Tasa de errores en los bits máxima	–	10 ⁻¹² (Nota)
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655
Interfaz en el punto S_s		
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	–3
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)
Desviación espectral máxima	GHz	±20
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 2,5G para G.959.1
Penalización de OSNR máxima por dispersión (residual) del transmisor	dB	2
Trayecto óptico del punto S_s al R_s		
Rizado máximo	dB	2
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+2200
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	–600
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24
Reflectancia máxima discreta entre S _s y R _s	dB	–27
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	120
Pérdida máxima dependiente de la polarización	dB	ffs
Diafonía intercanal máxima	dB	–16
Diafonía interferométrica máxima	dB	–40
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5
Interfaz en el punto R_s		
Potencia media de entrada máxima	dBm	–9
Potencia media mínima de entrada	dBm	–26
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	15

Cuadro 8-2 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz con FEC habilitada, de la clase NRZ 2,5G

Parámetro	Unidades	DW100C-1A2(C)F DW100C-1A3(L)F DW100C-1A5(C)F
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	10
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27
NOTA – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta); por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10^{-12} .		

Cuadro 8-3– Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN100C-2A2(C) DN100C-2A3(L) DN100C-2A5(C)	DW100C-2A2(C) DW100C-2A3(L) DW100C-2A5(C)
Información general			
Separación mínima entre canales	GHz	100	
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 10G	
Tasa de errores en los bits máxima	–	10^{-12}	
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655	
Interfaz en el punto S_s			
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6	
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	-3	
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)	
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)	
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5 ±20	
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30	
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2	
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1	
Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor	dB	2	

Cuadro 8-3– Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 100 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN100C-2A2(C)	DN100C-2A3(L)	DN100C-2A5(C)	DW100C-2A2(C)	DW100C-2A3(L)	DW100C-2A5(C)
Trayecto óptico del punto S_s al R_s							
Rizado máximo	dB	2					
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+800					
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	-300					
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24					
Reflectancia máxima discreta entre S _s y R _s	dB	-27					
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30					
Pérdida máxima dependiente de la polarización	dB	ffs					
Diafonía intercanal máxima	dB	-16					
Diafonía interferométrica máxima	dB	-40					
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5					
Interfaz en el punto R_s							
Potencia media de entrada máxima	dBm	0			-8		
Potencia media de entrada mínima	dBm	-11			-17		
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	27					
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	22					
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27					

Cuadro 8-4 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN100C-2A2(C)F	DN100C-2A3(L)F	DN100C-2A5(C)F	DW100C-2A2(C)F	DW100C-2A3(L)F	DW100C-2A5(C)F	DN100U-2A2(C)F	DN100U-2A3(L)F	DN100U-2A5(C)F
Información general										
Separación mínima entre canales	GHz	100						100		
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	-	NRZ OTU2 FEC habilitada						NRZ OTU2 FEC habilitada		
Tasa de errores en los bits máxima	-	10 ⁻¹² (Nota)						10 ⁻¹² (Note)		
Tipo de fibra	-	G.652, G.653, G.655						G.652, G.653, G.655		

Cuadro 8-4 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN100C-2A2(C)F	DN100C-2A3(L)F	DN100C-2A5(C)F	DW100C-2A2(C)F	DW100C-2A3(L)F	DW100C-2A5(C)F	DN100U-2A2(C)F	DN100U-2A3(L)F	DN100U-2A5(C)F
Interfaz en el punto S_s										
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6						+6		
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	-3						-3		
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)						191,5 para (C) 186,0 para (L)		
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)						196,2 para (C) 191,5 para (L)		
Desviación espectral máxima	GHz	±12.5			±20			±12,5		
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30						30		
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2						8.2		
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1						NRZ 10G amplificada según G.959.1		
Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor	dB	2						2		
Trayecto óptico del punto S_s al R_s										
Rizado máximo	dB	2						2		
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+800						+3200		
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	-300						0		
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24						24		
Reflectancia discreta máxima entre S _s y R _s	dB	-27						-27		
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30						30		
Pérdidas máximas dependientes de la polarización	dB	ffs						ffs		
Diafonía intercanal máxima	dB	-16						-16		
Diafonía interferométrica máxima	dB	-40						-40		
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5						5		
Interfaz en el punto R_s										
Potencia media máxima a la entrada	dBm	0			-8			0		
Potencia media mínima a la entrada	dBm	-14			-20			-14		
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	21						21		
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	16						16		
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27						-27		
NOTA – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta), por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10 ⁻¹² .										

Cuadro 8-5– Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 50 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN50C-2A2(C) DN50C-2A3(L) DN50C-2A5(C)
Información general		
Separación mínima entre canales	GHz	50
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluente ópticas	–	NRZ 10G
Tasa de errores en los bits máxima	–	10 ⁻¹²
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655
Interfaz en el punto S_s		
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	–3
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)
Desviación espectral máxima	GHz	±11 (±12,5 Nota 1)
Relación de supresión en modo lateral mínima	dB	30
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G nm región de 1550 según G.959.1
Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor	dB	2
Trayecto óptico del punto S_s al R_s		
Rizado máximo	dB	2
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+800
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	–300
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24
Reflectancia discreta máxima entre S _s y R _s	dB	–27
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30
Pérdidas máximas dependientes de la polarización	dB	ffs
Diafonía intercanal máxima	dB	–16
Diafonía interferométrica máxima	dB	–40
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5
Interfaz en el punto R_s		
Potencia media máxima a la entrada	dBm	0 (Nota 2) –8 (Nota 3)
Potencia media mínima a la entrada	dBm	–11 (Nota 2) –17 (Nota 3)
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	27

Cuadro 8-5– Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 50 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	Unidades	DN50C-2A2(C) DN50C-2A3(L) DN50C-2A5(C)
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	22
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27
<p>NOTA 1 – Si la especificación de rizado del enlace negro se cumple en una anchura de $\pm 12,5$ GHz por lo menos, el transmisor puede tener una desviación espectral máxima de ± 12, GHz.</p> <p>NOTA 2 – Estos niveles de potencia son adecuados para receptores PIN Tipo "p" – intrínseco – "tipo n". Como alternativa, pueden utilizarse los niveles de potencia adecuados para fotodiodos de avalancha (APD).</p> <p>NOTA 3 – Estos niveles de potencia son adecuados para receptores APD. Como alternativa, pueden utilizarse los niveles de potencia adecuados para receptores PIN.</p>		

Cuadro 8-6 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 50 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	unidades	DN50C-2A2(C)F DN50C-2A3(L)F DN50C-2A5(C)F	DN50U-2A2(C)F DN50U-2A3(L)F DN50U-2A5(C)F
Información general			
Separación mínima entre canales	GHz	50	50
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ OTU2 FEC habilitada	NRZ OTU2 FEC habilitada
Tasa de errores en los bits máxima	–	10^{-12} (Nota 1)	10^{-12} (Nota 1)
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
Interfaz en el punto S_s			
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6	+6
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	-3	-3
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)	191,5 para (C) 186,0 para (L)
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)	196,2 para (C) 191,5 para (L)
Desviación espectral máxima	GHz	± 11 ($\pm 12,5$ Nota 2)	± 11 ($\pm 12,5$ Note 2)
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30	30
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2	8.2
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1	NRZ 10G amplificada según G.959.1

Cuadro 8-6 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones con una separación de 50 GHz sin FEC, de la clase NRZ 10G

Parámetro	unidades	DN50C-2A2(C)/F DN50C-2A3(L)/F DN50C-2A5(C)/F		DN50U-2A2(C)/F DN50U-2A3(L)/F DN50U-2A5(C)/F	
Penalización máxima de OSNR por dispersión (residual) en el transmisor	dB	2		2	
Trayecto óptico del punto S_s al R_s					
Rizado máximo	dB	2		2	
Dispersión cromática (residual) máxima	ps/nm	+800		+3200	
Dispersión cromática (residual) mínima	ps/nm	-300		0	
Pérdida de retorno óptica mínima en S _s	dB	24		24	
Reflectancia máxima discreta entre S _s y R _s	dB	-27		-27	
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30		30	
Pérdida máxima dependiente de la polarización	dB	ffs		ffs	
Diafonía intercanal máxima	dB	-16		-16	
Diafonía interferométrica máxima	dB	-40		-40	
Penalización máxima de OSNR del trayecto óptico	dB	5		5	
Interfaz en el punto S_s					
Potencia media máxima a la entrada	dBm	0 (Nota 3)	-8 (Nota 4)	0 (Nota 3)	-8 (Nota 4)
Potencia media mínima a la entrada	dBm	-14 (Nota 3)	-20 (Nota 4)	-14 (Nota 3)	-20 (Nota 4)
OSNR mínima	dB (0,1 nm)	21		21	
Tolerancia de OSNR del receptor	dB (0,1 nm)	16		16	
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27		-27	
<p>NOTA 1 – La BER para estos códigos de aplicación ha de cumplirse únicamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta). Por consiguiente, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10⁻¹².</p> <p>NOTA 2 – Si la especificación de rizado del enlace negro se cumple en una anchura de ±12,5 GHz por lo menos, el transmisor puede tener una desviación espectral máxima de ±12,5 GHz.</p> <p>NOTA 2 – Estos niveles de potencia son adecuados para receptores PIN Tipo "p" – intrínseco – "tipo n". Como alternativa, pueden utilizarse los niveles de potencia adecuados para fotodiodos de avalancha (APD).</p> <p>NOTA 3 – Estos niveles de potencia son adecuados para receptores PIN. Como alternativa, pueden utilizarse los niveles de potencia adecuados para receptores APD.</p> <p>NOTA 4 – Estos niveles de potencia son adecuados para receptores APD. Como alternativa, pueden utilizarse los niveles de potencia adecuados para receptores PIN.</p>					

9 Consideraciones sobre la seguridad óptica

Para las consideraciones sobre la seguridad óptica, véanse [UIT-T G.664], [CEI 60825-1] y [CEI 60825-2].

Apéndice I

Medición de la penalización de ONSR por dispersión (residual) en el transmisor y la penalización de ONSR del trayecto óptico

(Este apéndice no forma parte de esta Recomendación.)

Dado que las aplicaciones de esta Recomendación utilizan el enfoque de "enlace negro", pueden utilizarse puntos de referencia mono-canal (S_S y R_S) para acceder a las señales específicas de medición de la penalización de ONSR. En las figuras I.1 a I.3 se muestra la forma de realizar tres mediciones de penalización de ONSR.

Para la medición 1, la ONSR más baja para alcanzar la BER de referencia en S_S sin dispersión se establece variando la cantidad de ruido ASE añadido a la señal mediante una configuración similar a la mostrada en la figura I.1.

Para la medición 2, la ONSR más baja para alcanzar la BER de referencia en S_S en el caso más desfavorable de dispersión (residual) se establece mediante una configuración similar a la mostrada en la figura I.2.

Para la configuración 3, la ONSR más baja para alcanzar la BER de referencia en R_S tras la transmisión a través del enlace negro se establece mediante una configuración similar a la mostrada en la figura I.3.

En el caso de la penalización de ONSR por dispersión (residual) en el transmisor, las mediciones 1 y 2 se llevan a cabo como se ha especificado anteriormente, y:

La penalización de ONSR por dispersión (residual) máxima en el transmisor = ONSR de la medición 2 – ONSR de la medición 1.

En el caso de la penalización de ONSR por dispersión en el trayecto óptico, las mediciones 1 y 3 se llevan a cabo como se ha especificado anteriormente, y:

La penalización máxima de ONSR en el trayecto óptico = ONSR de la medición 3 – ONSR de la medición 1

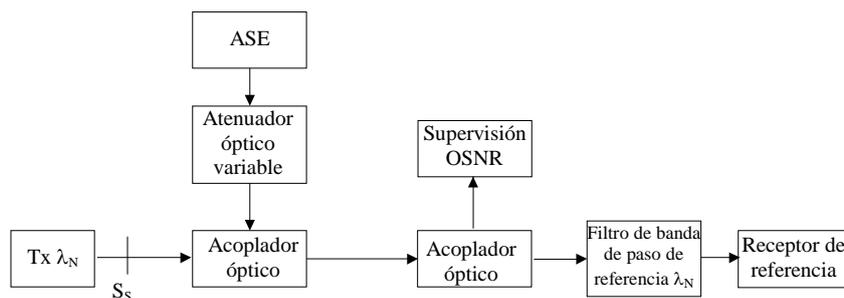


Figura I.1 – Configuración de la medición 1 (en S_S)

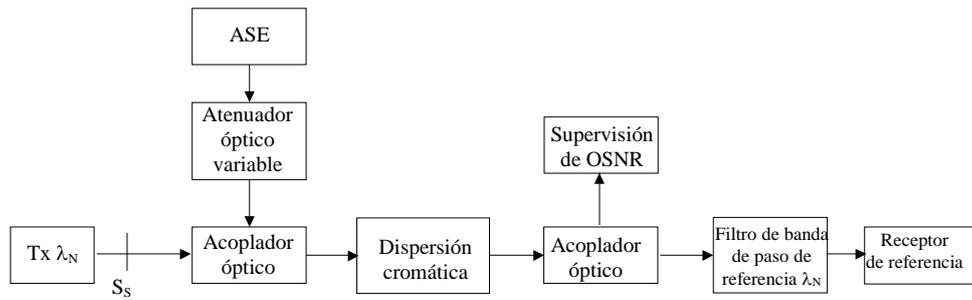


Figura I.2 – Configuración de la medición 2 (en S_S)

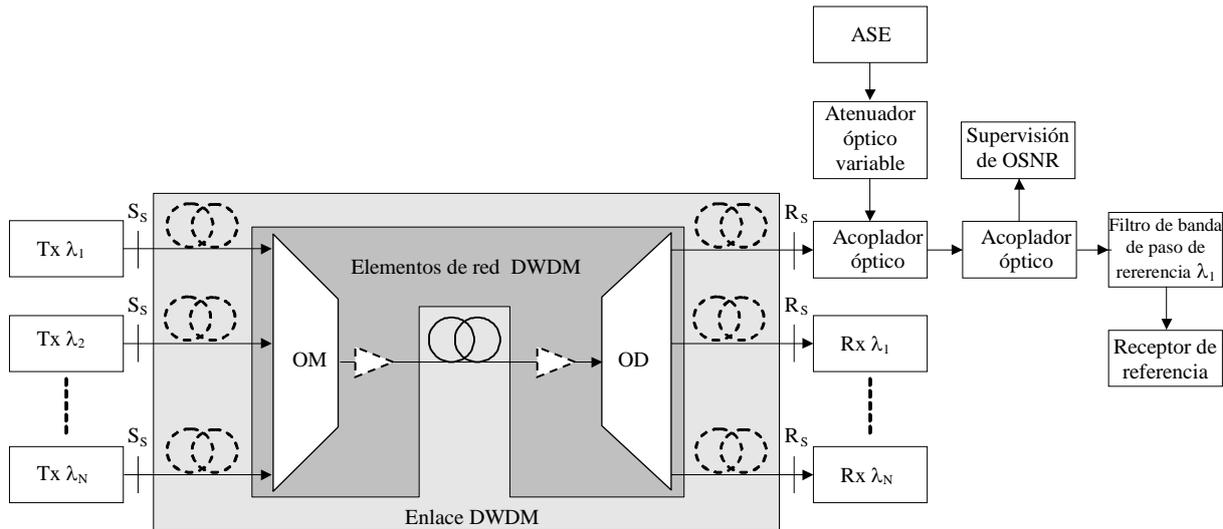


Figura I.3 – Configuración de la medición 3 (en R_S)

Cabe señalar que:

- El filtro de banda de paso de referencia se define en la cláusula B.2 de [UIT-T G.959.1].
- El receptor de referencia se define en la cláusula B.3 de [UIT-T G.959.1].
- Los medios utilizados para introducir la dispersión cromática en la medición 2 no deberían dar lugar a efectos no lineales. Todos los amplificadores ópticos utilizados para compensar la pérdida de este elemento dispersivo deberían introducirse antes del punto de supervisión de la OSNR.
- La cantidad de ruido ASE añadido a la señal en S_S o R_S (y por consiguiente la OSNR) se controla ajustando el atenuador óptico variable (VOA). El punto de supervisión de la OSNR debería situarse tras el último amplificador óptico, por ejemplo antes del filtro de banda de paso de referencia.
- Si existe una configuración de ruido significativa antes del punto de supervisión, por ejemplo en el punto R_S debido a filtrado OD o OADM en el enlace negro, hay que tener especial precaución al utilizar una técnica de supervisión OSNR que ofrezca resultados precisos. En el Apéndice III de [b-ITU-T G.697] se proporciona información adicional al respecto.
- Puede utilizarse un amplificador óptico o un atenuador óptico si la potencia de entrada del receptor de referencia no es adecuada; sin embargo, todos los amplificadores ópticos añadidos deberán situarse antes del punto de supervisión de la OSNR.

Apéndice II

Supresión del transpondedor por medio de interfaces DWDM mono-canal

(Este apéndice no forma parte de esta Recomendación.)

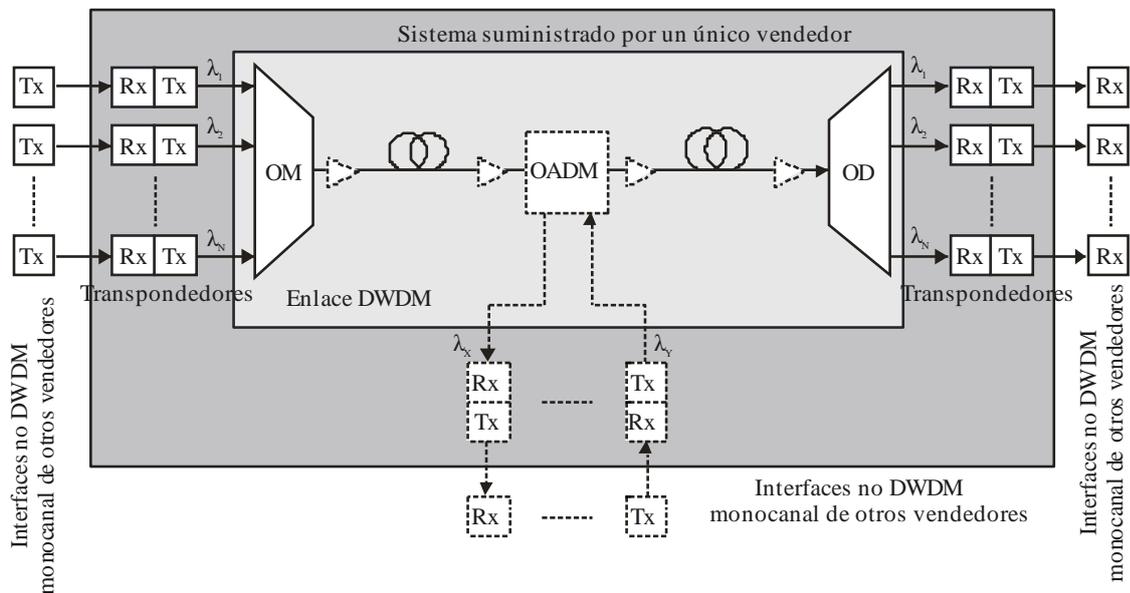
La red de transporte de la mayoría de operadores se basa en la utilización de equipos de diversos vendedores.

Anteriormente, para aquellas partes de la red utilizadas en la transmisión óptica DWDM, ello se lograba utilizando transpondedores ópticos, según se muestra en la figura II.1. Las interfaces ópticas designadas "interfaces no DWDM mono-canal de otros vendedores" e "interfaces no DWDM mono-canal para/otros vendedores" pueden utilizarse para cualquier interfaz óptica normalizada de corto alcance soportado por ambos vendedores, como los que figuran en [ITU-T G.957], [ITU-T G.691], [ITU-T G.693], [ITU-T G.959.1], etc. Esta disposición permite la conexión directa de una gran variedad de equipos al sistema de la línea DWDM, por ejemplo:

- una transconexión digital con varias interfaces ópticas, suministrada por un vendedor que difiera del relativo al sistema de línea;
- varios dispositivos de cliente ópticos, cada uno de ellos de un vendedor distinto, para proporcionar cada canal;
- una combinación de los casos anteriores.

Sin embargo, mediante la utilización de las interfaces DWDM mono canal que figuran en esta Recomendación, esta interconexión también puede realizarse sin necesidad de disponer de un par transmisor-receptor de corto alcance por canal (suprimiendo los transpondedores), lo cual redundaría en un ahorro considerable de costos conexos

Ello se muestra en la figura II.2.



G.698.2(09)_FII-1

Figura II.1 – Sistema de línea DWDM de varios vendedores con transpondedores

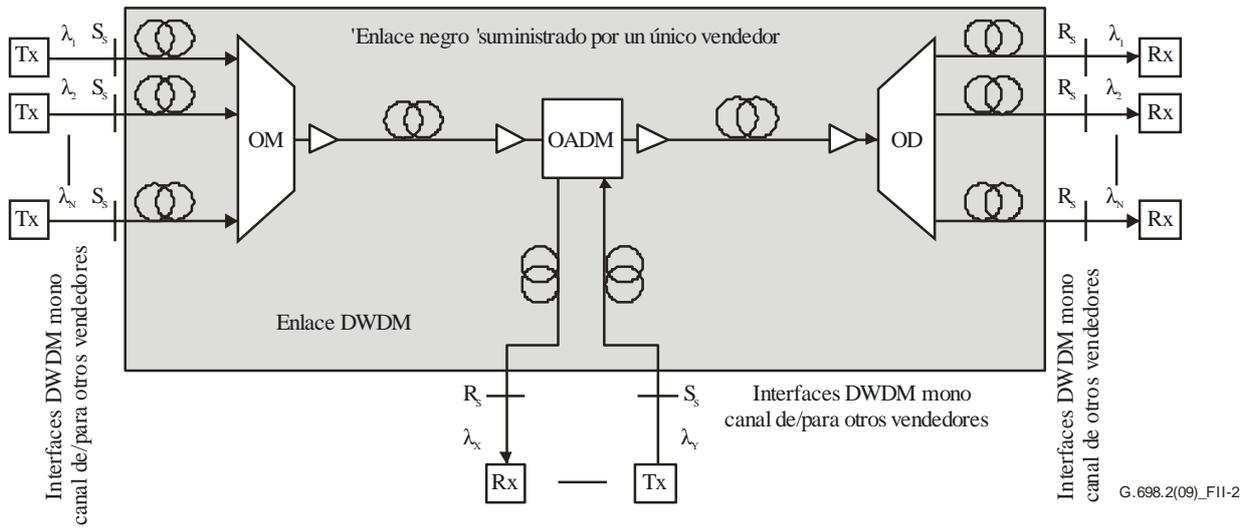


Figura II.2 – Sistema de línea DWDM de varios vendedores con transpondedores suprimidos

Bibliografía

- [b-ITU-T G.697] Recomendación UIT-T G.697 (2009), *Supervisión óptica para sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa.*
- [b-ITU-T G.8251] Recomendación UIT-T G.8251 (2001), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en la red óptica de transporte (OTN).*
- [b-UIT-T G-Sup.39] Recomendaciones UIT-T de la serie G – Suplemento 39 (2006), *Consideraciones sobre diseño e ingeniería de sistemas ópticos.*

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Terminales y métodos de evaluación subjetivos y objetivos
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación