

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.666

(07/2005)

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

Características de los medios de transmisión –
Características de los componentes y los subsistemas
ópticos

**Características de los compensadores
de dispersión por modo de polarización
y de los receptores con compensación
de dispersión por modo de polarización**

Recomendación UIT-T G.666

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 SATELITE 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	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.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659
Características de los componentes y los subsistemas ópticos	G.660–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 – 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 AL PROTOCOLO ETHERNET 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.666

Características de los compensadores de dispersión por modo de polarización y de los receptores con compensación de dispersión por modo de polarización

Resumen

Esta Recomendación contiene los parámetros y definiciones de los dispositivos de compensación de dispersión por modo de polarización (PMD) necesarios para la transmisión y detección de señales ópticas en un sistema con altos niveles de PMD, que, de no compensarse, causarían fallos del sistema hasta niveles inaceptables. Se describen en esta Recomendación los compensadores de PMD de línea monocal y multicanal, así como los receptores con compensación de PMD monocal y multicanal. En los apéndices informativos puede encontrarse información sobre las configuraciones de prueba y las opciones de implementación práctica.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.666 fue aprobada el 14 de julio de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

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.

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.

© UIT 2006

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
2.1 Referencias normativas	1
2.2 Referencias informativas	2
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos.....	3
5 Configuraciones de referencia	3
5.1 PMDC de línea	4
5.2 Receptores PMDC	4
6 Parámetros de los PMDC	5
Apéndice I – Medición de los parámetros de los PMDC.....	10
I.1 Medición de los parámetros de los receptores PMDC	10
I.2 Medición de los parámetros de los PMDC de línea	12
Apéndice II – Implementación de los receptores PMDC monocanal y multicanal.....	12
II.1 Implementación del receptor PMDC monocanal	12
II.2 Implementación de receptor PMDC multicanal	13

Recomendación UIT-T G.666

Características de los compensadores de dispersión por modo de polarización y de los receptores con compensación de dispersión por modo de polarización

1 Alcance

La presente Recomendación contiene los parámetros y definiciones de los dispositivos de compensación de dispersión por modo de polarización (PMD, *polarization mode dispersion*) necesarios para la transmisión y detección de señales ópticas en un sistema con altos niveles de PMD. Los dispositivos de compensación de PMD descritos se aplican tanto a configuraciones monocanal como multicanal. En esta Recomendación se definen los requisitos y principales parámetros de los compensadores de PMD de primer orden y orden superior (PMDC) y se incluyen las características de PMD dinámicas. En el marco de esta Recomendación se hace una distinción entre los PMDC de línea y los receptores PMDC, que pueden contar, asimismo, con formas eléctricas y ópticas de compensación de PMD.

2 Referencias

2.1 Referencias normativas

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.

- Recomendación UIT-T G.650.2 (2005), *Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.652 (2005), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.653 (2003), *Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada.*
- Recomendación UIT-T G.654 (2004), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con corte desplazado.*
- Recomendación UIT-T G.655 (2003), *Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula.*
- Recomendación UIT-T G.656 (2004), *Características de las fibras y cables con dispersión no nula para el transporte de servicios de banda ancha.*
- Recomendación UIT-T G.661 (1998), *Definición y métodos de prueba de los parámetros genéricos pertinentes de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.*
- Recomendación UIT-T G.662 (2005), *Características genéricas de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.*
- Recomendación UIT-T G.665 (2005), *Características generales de los amplificadores Raman y de los subsistemas con amplificación Raman.*

- Recomendación UIT-T G.671 (2005), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.694.1 (2002), *Planes espectrales para las aplicaciones de multiplexación por división de longitud de onda: Plan de frecuencias con multiplexación por división de longitud de onda densa*.

2.2 Referencias informativas

- Recomendaciones de la serie G del UIT-T – Suplemento 39 (2003), *Consideraciones sobre diseño e ingeniería de sistemas ópticos*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 vector DGD de primer orden: El vector DGD de primer orden, $\vec{\Omega}(\omega)$ se define como $\vec{\Omega}(\omega) = \tau \vec{q}$ con un retardo diferencial de grupo (DGD, *differential group delay*) τ y el principal estado del vector de polarización \vec{q} en el espacio Stokes, es un vector unidad.

3.2 velocidad de cambio de DGD: La "velocidad de cambio de DGD" se define como la derivada del DGD con respecto al tiempo, es decir, $\left| \frac{\partial \tau}{\partial t} \right|$ y se mide en ps/ms.

3.3 velocidad de rotación de polarización: La "velocidad de rotación de polarización" (PRS, *polarization rotation speed*) es el valor absoluto del cambio temporal del vector Stokes \vec{S} es decir, $PRS = \left| \frac{\partial \vec{S}}{\partial t} \right|$ y se mide en rad/ms.

3.4 PMD de segundo orden: La PMD de segundo orden (SOPMD, *second-order PMD*) se define como $SOPMD = \vec{\Omega}_\omega = \tau_\omega \vec{q} + \tau \vec{q}_\omega$. Se trata de la derivada del vector DGD de primer orden con respecto a la frecuencia óptica ω . La SOPMD está formada por dos términos, es decir, $\tau_\omega \vec{q}$ y $\tau \vec{q}_\omega$. El primer término, $\tau_\omega \vec{q}$, representa la dispersión cromática dependiente de la polarización (PCD, *polarization-dependent chromatic dispersion*), mientras que $\tau \vec{q}_\omega$ es la denominada despolarización, que describe la rotación del vector unidad PSP con respecto a la frecuencia (en la frecuencia central de la señal). Las correspondientes magnitudes de esas cantidades son las siguientes: Magnitud de SOPMD = $|\vec{\Omega}_\omega|$, magnitud de la de polarización = $|\tau \vec{q}_\omega|$, magnitud de la PCD = $|\tau_\omega|$.

3.5 penalización de la OSNR debida al DGD: Para conseguir una BER = 10^{-12} , una señal óptica sometida al DGD requiere una OSNR mayor, en el receptor, que una señal óptica que no haya sido afectada por el DGD (o sea, con DGD = 0), suponiendo en ambos casos la misma potencia de entrada en el receptor. Esta diferencia de OSNR se denomina penalización de la OSNR debida al DGD.

3.6 sensibilidad del receptor PMDC: Es el valor de la potencia recibida media en el punto MPI-R para alcanzar una BER concreta. Este valor ha de cumplirse en todos los estados de polarización de entrada con el transmisor más desfavorable, pero no ha de cumplirse en caso de degradaciones del trayecto óptico distintas de la PMD.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
DEMUX	Demultiplexor (<i>demultiplexer</i>)
DGD	Retardo de grupo diferencial (<i>differential group delay</i>)
LPMDC	Compensador de dispersión por modo de polarización de línea (<i>line polarization mode dispersion compensator</i>)
M-LPMDC	Compensador de dispersión por modo de polarización de línea multicanal (<i>multichannel line polarization mode dispersion compensator</i>)
M-PMDC-Rx	Receptor con compensación de dispersión por modo de polarización multicanal (<i>multichannel polarization mode dispersion compensating receiver</i>)
MPI	Interfaz del trayecto principal (<i>main path interface</i>)
MUX	Multiplexor (<i>multiplexer</i>)
NRZ	No retorno a cero (<i>non-return to zero</i>)
OA	Amplificador óptico (<i>optical amplifier</i>)
O-E-O	(Conversión) Óptico-eléctrico-óptico (<i>optical-electrical-optical (conversion)</i>)
OSNR	Relación señal óptica/ruido (<i>optical signal-to-noise ratio</i>)
PCD	Dispersión cromática dependiente de la polarización (<i>polarization-dependent chromatic dispersion</i>)
PDL	Pérdida dependiente de la polarización (<i>polarization-dependent loss</i>)
PMD	Dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion</i>)
PMDC	Compensador de dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion compensator</i>)
PMDC-Rx	Receptor con compensación de dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion compensating receiver</i>)
RZ	Retorno a cero (<i>return to zero</i>)
S-LPMDC	Compensador de dispersión por modo de polarización de línea monocanal (<i>single channel line polarization mode dispersion compensator</i>)
S-PMDC-Rx	Receptor con compensación de dispersión por modo de polarización monocanal (<i>single channel polarization mode dispersion compensating receiver</i>)
SOPMD	PMD de segundo orden (<i>second order PMD</i>)
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Configuraciones de referencia

Se prevé que los PMDC se utilicen en los sistemas de transmisión óptica para reducir las degradaciones de la señal inducidas por la dispersión por modo de polarización. Por consiguiente, han de considerarse, al menos en parte, las características de los PMDC en el marco de todo el sistema de transmisión.

En la figura 5-1 se muestra una configuración genérica de un sistema de transmisión con uno o varios PMDC, formada por un terminal transmisor, un terminal receptor y un enlace de transmisión entre ellos con uno o varios PMDC de línea facultativos. Un sistema monocanal contiene un transmisor monocanal y un terminal receptor, mientras que en un sistema multicanal se utilizará un transmisor multicanal y un terminal receptor. El terminal receptor puede también contener opcionalmente funcionalidades PMDC y, en ese caso, se denominará "receptor PMDC". En las siguientes cláusulas se distinguen los PMDC de línea óptica (LPMDC) de los receptores PMDC. Se utiliza un sistema de caja negra en los PMDC y receptores PMDC, que también desempeña funciones de supervisión y control (en su caso).

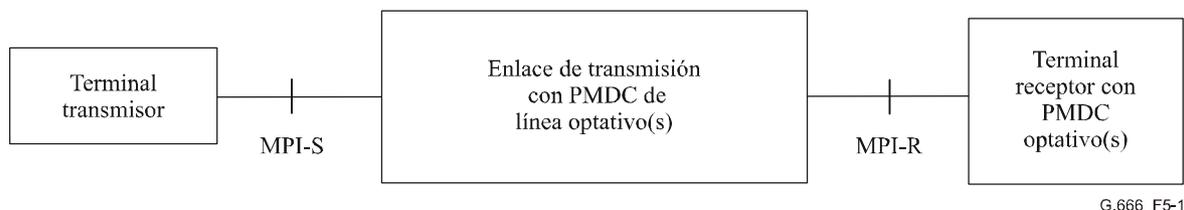


Figura 5-1/G.666 – Configuración genérica de un sistema de transmisión con PMDC

5.1 PMDC de línea

Los PMDC de línea tienen un puerto óptico de entrada y un puerto óptico de salida y no se realiza en su interior ningún tipo de conversión óptico-eléctrico-óptico (O-E-O, *optical-electrical-optical*). Los PMDC de línea monocanal (S-LPMDC) pueden tratar una señal óptica monocanal, mientras que un PMDC de línea multicanal (M-LPMDC) está concebido para una señal óptica multicanal. En las figuras 5-2 y 5-3 siguientes se muestran esquemáticamente estos dos tipos.



Figura 5-2/G.666 – Configuración de referencia de un PMDC de línea monocanal (S-LPMDC)



Figura 5-3/G.666 – Configuración de referencia de un PMDC de línea multicanal (M-LPMDC)

5.2 Receptores PMDC

En el caso de los receptores PMDC (PMDC-Rx) la funcionalidad PMDC está incorporada en el terminal receptor. Hay diversas opciones de configuración de los receptores PMDC. Cabe distinguir los receptores PMDC monocanal de los receptores PMDC multicanal.

En la figura 5-4 se muestra un diagrama esquemático de un receptor PMDC monocanal (S-PMDC-Rx). La señal óptica monocanal entra en el terminal receptor en el punto de referencia MPI-R. Es ahí donde se lleva a cabo la funcionalidad PMDC y se detecta la señal. Pueden encontrarse en el apéndice II los detalles de implementación de los receptores PMDC monocanal (por ejemplo, compensación óptica por oposición a eléctrica).



Figura 5-4/G.666 – Configuración de referencia de un receptor PMDC monocanal

En la figura 5-5 se muestra de manera esquemática un receptor PMDC multicanal. La señal óptica multicanal entra en el terminal receptor en el punto de referencia MPI-R y a continuación atraviesa un PMDC antes de pasar a un demultiplexor (DEMUX) y a los receptores, Rx, de los distintos canales ópticos o bien pasa directamente a través del demultiplexor en el caso de que todos los receptores sean PMDC-Rx. Pueden encontrarse en la cláusula II.2 más detalles sobre la implementación.

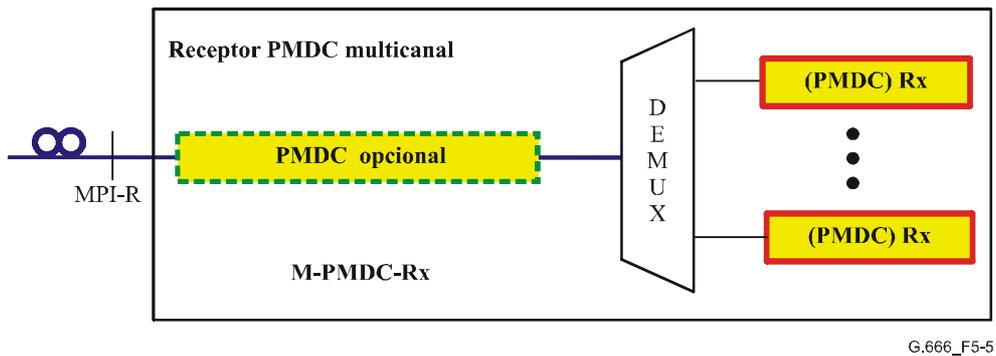


Figura 5-5/G.666 – Configuración de referencia de un receptor PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)

6 Parámetros de los PMDC

En esta cláusula se presentan los parámetros de los PMDC. Algunos de ellos se aplican a todos los tipos de PMDC y se recogen en el cuadro 6-1. En los cuadros 6-2 a 6-5 pueden encontrarse parámetros adicionales que se aplican a tipos concretos de PMDC.

Cuadro 6-1/G.666 – Parámetros comunes que se aplican a todos los tipos de PMDC

Parámetros	Puntos de referencia	Unidad	Ejemplos (que ilustran algunas aplicaciones concretas)
Tipo de fibra			
Tipo de fibra de línea	MPI-S → R _S o MPI-S → R _M o MPI-S → MPI-R	–	G.652.D, G.653, G.654, G.655, G.656
Parámetros relacionados con la potencia óptica			
Potencia de entrada total mínima	R _S o R _M o MPI-R	dBm	
Potencia de entrada total máxima	R _S o R _M o MPI-R	dBm	
Reflectancia máxima en el puerto de entrada	R _S o R _M o MPI-R	dB	
Reflectancia dependiente de la polarización en el puerto de entrada	R _S o R _M o MPI-R	dB	
Características de la señal óptica			
Velocidad binaria mínima	R _S o R _M o MPI-R	Gbit/s	
Velocidad binaria máxima	R _S o R _M o MPI-R	Gbit/s	
Formato de modulación (o "formato de señal")	R _S o R _M o MPI-R	–	"Cualquier formato", "sólo NRZ", "NRZ y RZ"
Parámetros independientes de la polarización del trayecto óptico precedente			
Cantidad mínima de dispersión cromática acumulada	MPI-S → R _S o MPI-S → R _M o MPI-S → MPI-R	ps/nm	
Cantidad máxima de dispersión cromática acumulada	MPI-S → R _S o MPI-S → R _M o MPI-S → MPI-R	ps/nm	
Parámetros de polarización en el puerto de entrada			
Máximo DGD medio de entrada	R _S o R _M o MPI-R	ps	
Máximo DGD instantáneo de entrada	R _S o R _M o MPI-R	ps	
Velocidad de rotación de polarización máxima	R _S o R _M o MPI-R	rad/ms	
Velocidad de cambio de DGD máxima	R _S o R _M o MPI-R	ps/ms	
Magnitud máxima de PCD	R _S o R _M o MPI-R	ps ²	
Magnitud máxima de despolarización	R _S o R _M o MPI-R	ps ²	

**Cuadro 6-2/G.666 – Parámetros que se aplican a los PMDC
de línea monocanal (S-LPMCD)**

Parámetros	Puntos de referencia	Unidad	Ejemplos (que ilustran algunas aplicaciones concretas)
Parámetros ópticos generales de la configuración monocanal			
Frecuencia óptica central nominal	R_S	THz	
Desviación máxima de la frecuencia central	R_S	GHz	
Parámetros relacionados con la potencia óptica			
Pérdida de inserción mínima (incluida la unidad OA opcional)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
Pérdida de inserción máxima (incluida la unidad OA opcional)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
Desviación de pérdida de inserción máxima	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
Factor de ruido (si se utiliza una unidad OA)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
Pérdida dependiente de la polarización (PDL, <i>polarization dependent loss</i>)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
Parámetros de polarización relacionados con el puerto de salida (nota 1)			
Máximo DGD medio de salida (nota 2)	S_S	ps	
Máximo DGD instantáneo de salida (nota 2)	S_S	ps	
Magnitud máxima de SOPMD (nota 2)	S_S	ps ²	
<p>NOTA 1 – Para garantizar la compatibilidad transversal entre los PMCD de línea y los receptores ópticos, pueden necesitarse parámetros adicionales.</p> <p>NOTA 2 – Estos parámetros han de cumplirse para la PMD de entrada dentro de los límites indicados en "parámetros de polarización en el puerto de entrada" del cuadro 6-1.</p>			

Cuadro 6-3/G.666 – Parámetros que se aplican a los PMDC de línea multicanal (M-LPMDC)

Parámetros	Puntos de referencia	Unidad	Ejemplos (que ilustran algunas aplicaciones concretas)
Parámetros ópticos generales de la configuración multicanal			
Número máximo de canales	R_M	–	
Frecuencias centrales del canal nominal	R_M	THz	191,9 + 0,2 m, m = 0 a 19
Espaciamiento de canales	R_M	GHz	200
Desviación máxima de la frecuencia central	R_M	GHz	
Parámetros relacionados con la potencia óptica			
Potencia de entrada mínima del canal	R_M	dBm	
Potencia de entrada máxima del canal	R_M	dBm	
Pérdida de inserción mínima del canal (incluida la unidad OA opcional)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
Pérdida de inserción máxima de canal (incluida la unidad OA opcional)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
Desviación máxima por pérdida de inserción del canal	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
Factor de ruido (si se utiliza una unidad OA)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
Pérdida dependiente de la polarización (PDL)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
Parámetros de polarización aplicados a cada canal en relación con el puerto de salida (nota 1)			
Máximo DGD medio de salida (nota 2)	S_M	ps	
Máximo DGD instantáneo de salida (nota 2)	S_M	ps	
Magnitud máxima de SOPMD (nota 2)	S_M	ps ²	
<p>NOTA 1 – Para garantizar la compatibilidad transversal entre los PMDC de línea y los receptores ópticos, pueden necesitarse parámetros adicionales.</p> <p>NOTA 2 – Estos parámetros han de cumplirse para la PMD de entrada dentro de los límites indicados en "parámetros de polarización en el puerto de entrada" del cuadro 6-1.</p>			

Cuadro 6-4/G.666 – Parámetros aplicables a un receptor PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)

Parámetros	Unidad	Ejemplos (que ilustran algunas aplicaciones concretas)
Parámetros ópticos generales para la configuración monocanal		
Frecuencia óptica central nominal	THz	
Desviación máxima de la frecuencia central	GHz	
Parámetros del sistema de transmisión monocanal		
Máxima penalización de la OSNR debida al DGD	dB	
Mínima sensibilidad del receptor PMDC	dBm	

Cuadro 6-5/G.666 – Parámetros aplicables al receptor PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)

Parámetros	Unidad	Ejemplos (que ilustran algunas aplicaciones concretas)
Parámetros ópticos generales para la configuración multicanal		
Número máximo de canales	–	
Frecuencia central de canal nominal	THz	191,9 + 0,2 m, m = 0 a 19
Espaciamiento de canales	GHz	200
Desviación máxima de la frecuencia central	GHz	
Parámetros relacionados con la potencia óptica		
Potencia de entrada mínima del canal	dBm	
Potencia de entrada máxima del canal	dBm	
Parámetros del sistema de transmisión multicanal aplicados a cada canal		
Máxima penalización de la OSNR debida al DGD	dB	
Mínima sensibilidad del receptor PMDC	dBm	

Apéndice I

Medición de los parámetros de los PMDC

En este apéndice se presentan los distintos métodos de medición de los parámetros de los PMDC. Cualquier configuración de prueba debe contener un enlace de transmisión con capacidades de sintonización de PMD (incluida así la fibra de transmisión y un emulador de PMD) seguida de un PMDC y de instrumentos de prueba para medir las características de los PMDC.

Hay dos categorías diferentes de PMDC, a saber: los receptores PMDC y los PMDC de línea. Los receptores PMDC incluyen los S-PMDC-Rxs y los M-PMDC-Rxs. Los PMDC de línea incluyen los S-LPMDC y los M-LPMDC. A continuación se presenta un método genérico para medir los parámetros de estos PMDC.

I.1 Medición de los parámetros de los receptores PMDC

En la figura I.1 se muestra la configuración de prueba genérica para la medición de los parámetros de los receptores PMDC. En aras de la simplicidad, se supone la existencia de un transmisor monocanal y un terminal receptor. La señal óptica monocanal pasa por un enlace de transmisión que contiene un emulador PMD ajustable y una fuente de ruido óptico. Los demás componentes ópticos adicionales (que no se muestran) se utilizan para garantizar una potencia de entrada óptica constante en el punto de referencia MPI-R frente al receptor PMDC.

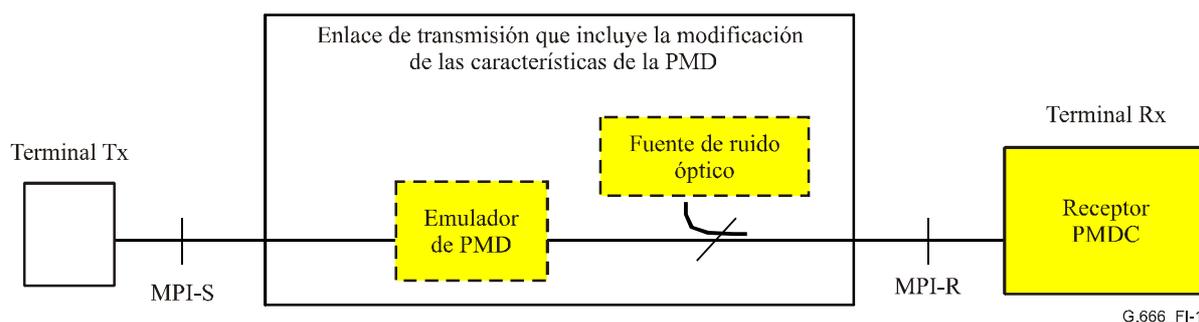


Figura I.1/G.666 – Configuración genérica para medir los parámetros de los receptores PMDC

Para medir la penalización de la OSNR con respecto al DGD, se ajusta un emulador de PMD de primer orden a los valores de DGD en el intervalo de DGD $0 \leq \tau \leq \tau_{\text{máx}}$. Aquí, τ indica el retardo diferencial de grupo (DGD) y $\tau_{\text{máx}}$ es el límite de la PMD de primer orden que se requiere que tolere el receptor.

La BER se mide con respecto a la OSNR (mientras se mantiene una potencia de entrada óptica constante, P_{in} , en el punto MPI-R). La curva de BER con un valor $\tau > 0$ puede corresponderse con la curva de BER a un nivel de DGD cero (es decir, $\tau = 0$). En la figura I.2 se muestra esquemáticamente este comportamiento. La penalización inducida por la PMD cuando la $\text{BER} = 10^{-12}$ entre un estado de polarización con DGD τ y un estado de DGD cero ($\tau = 0$) se denomina $\Delta(\tau)$.

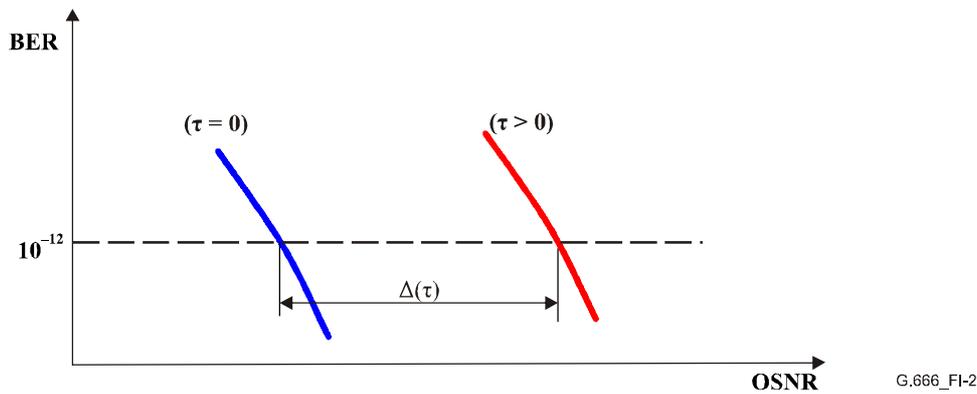


Figura I.2/G.666 – Esquema de BER con respecto a la OSNR con DGD τ cero y no cero

La configuración de medición que se muestra en la figura I.1 también puede utilizarse para medir la penalización de la OSNR con respecto tanto al DGD como a la SOPMD. En este caso, se utiliza un emulador de PMD de segundo orden. Este emulador de PMD puede ajustarse a cualquier par de valores (τ, Ω') en el intervalo de DGD $0 \leq \tau \leq \tau_{\text{máx}}$ y en el intervalo de SOPMD $0 \leq \Omega' \leq \Omega'_{\text{máx}}$. Aquí, τ denota el retardo diferencial de grupo (DGD), $\Omega' = |\vec{\Omega}'_0|$, e indica la cantidad de SOPMD, y, por tanto, $\vec{\Omega}'_0$ es la derivada del vector de DGD de primer orden, $\vec{\Omega}'_0$, y $\tau_{\text{máx}}$ y $\Omega'_{\text{máx}}$ son los límites de la PMD de primer y segundo orden que el receptor debe tolerar.

Se aplica el mismo principio, como se muestra en la figura I.2. No obstante, las curvas de BER se miden como una función de dos parámetros de PMD, es decir, el DGD y la SOPMD. En la figura I.3 se muestra esquemáticamente este comportamiento.

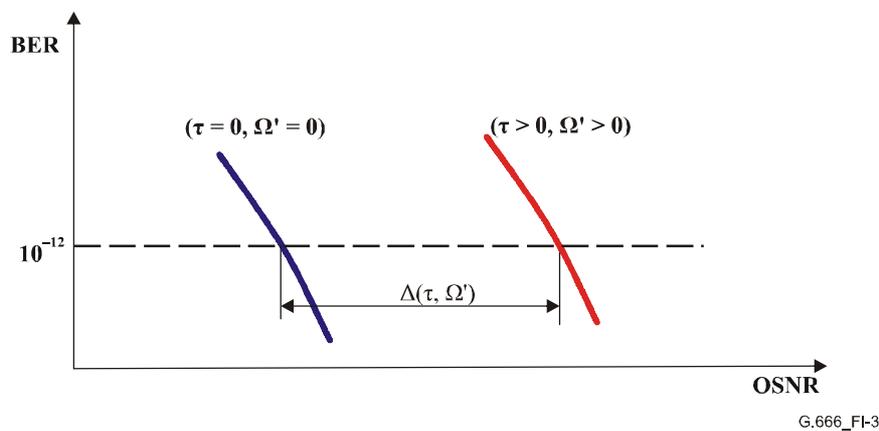


Figura I.3/G.666 – Esquema de BER con respecto a la OSNR con DGD, τ , cero y no cero y SOPMD, Ω'

La BER se mide con respecto a la OSNR (en vez de con respecto a la potencia de entrada óptica) en el punto de referencia MPI-R por el siguiente motivo: generalmente, la PMD plantea problemas cuando las velocidades de datos son muy altas (10 Gbit/s y superiores) y la longitud del enlace ópticamente transparente es larga. En otras palabras, la PMD suele resultar un problema para los sistemas de transmisión multitramo que, por definición, incluyen amplificadores ópticos (OA, *optical amplifiers*). La OSNR es una limitación fundamental de estos sistemas multitramo debido a la acumulación de ruido de los OA. La OSNR mínima que un sistema puede tolerar viene

dada por la OSNR mínima en ausencia de cualquier distorsión causada por la PMD, más la penalización adicional, $\Delta(\tau, \Omega')$, debida a la repercusión del DGD y la SOPMD. La penalización adicional, $\Delta(\tau, \Omega')$, en dB, está representada por la cantidad en que debe mejorarse la OSNR en presencia de PMD para mantener la BER en los límites requeridos.

I.2 Medición de los parámetros de los PMDC de línea

En la figura I.4 se muestra una configuración de prueba genérica para la medición de parámetros de PMDC de línea.

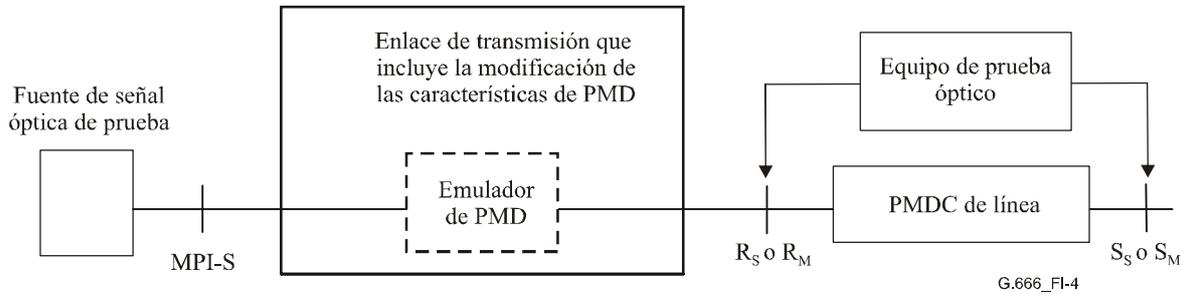


Figura I.4/G.666 – Configuración genérica para la medición de los parámetros de los PMDC de línea

En los PMDC de línea sólo se miden los parámetros ópticos en los puertos de entrada y salida, pero no se mide la BER.

Apéndice II

Implementación de los receptores PMDC monocanal y multicanal

II.1 Implementación del receptor PMDC monocanal

Los receptores PMDC monocanal (como se muestra genéricamente en la figura 5-4) pueden realizar distintos esquemas de implementación. Una de las opciones es un PMDC de línea monocanal (S-LPMD) como el que se presenta en la figura II.1, junto con un receptor convencional. La señal óptica después del punto de referencia MPI-R atraviesa un PMDC óptico antes de llegar al receptor. El bucle de realimentación opcional, indicado con la línea discontinua en la figura II.1, permite que el PMDC funcione en régimen optimizado.

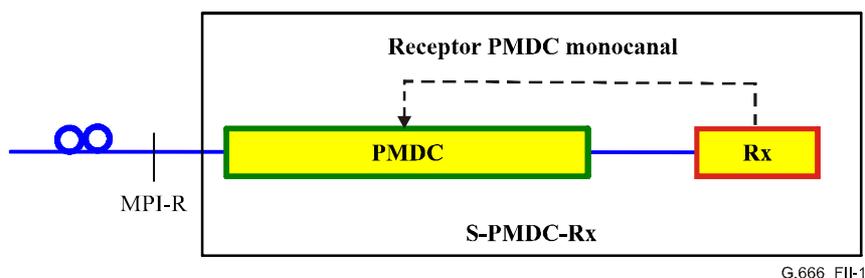


Figura II.1/G.666 – Opción de implementación A de un receptor PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)

Una implementación alternativa es utilizar un receptor que incluya PMDC eléctrica, como se muestra en la figura II.2. No se utilizará ningún otro dispositivo óptico para la compensación de la PMD, sino que esta función se realizará dentro del receptor por medios eléctricos.



Figura II.2/G.666 – Opción de implementación B de un receptor PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)

También es posible, como se muestra en la figura II.3, una combinación de las dos implementaciones anteriores.

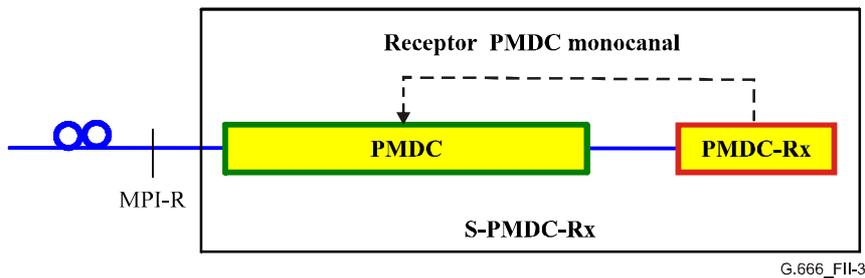


Figura II.3/G.666 – Opción de implementación C de un receptor PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)

II.2 Implementación de receptor PMDC multicanal

Al igual que la cláusula II.1, hay tres opciones de implementación para los receptores PMDC multicanal, que se muestran en las figuras II.4 a II.6. La opción A incluye un PMDC óptico antes del demultiplexor con receptores convencionales. La opción B utiliza únicamente receptores PMDC y la opción C utiliza una combinación de un PMDC óptico antes del demultiplexor y receptores PMDC.

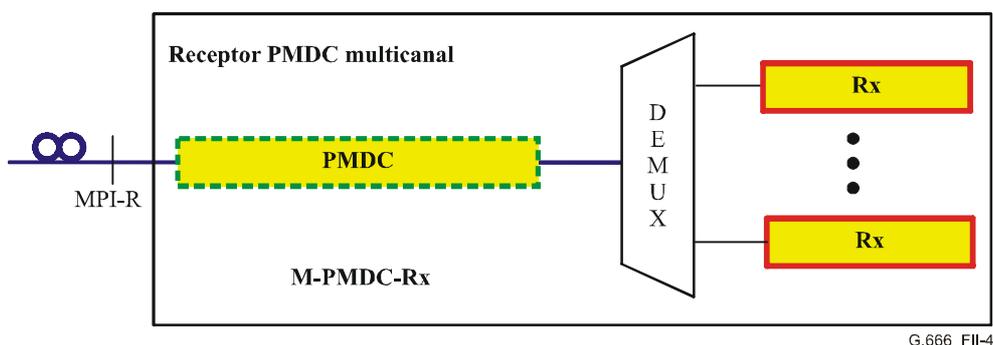


Figura II.4/G.666 – Opción de implementación A de un receptor PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)

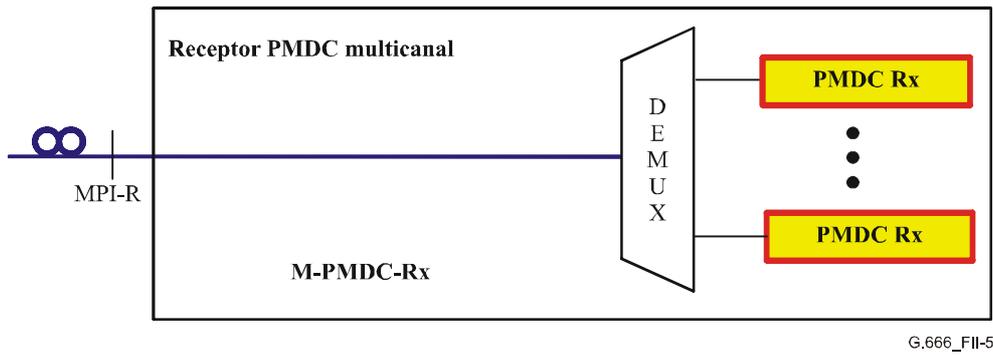


Figura II.5/G.666 – Opción de implementación B de un receptor PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)

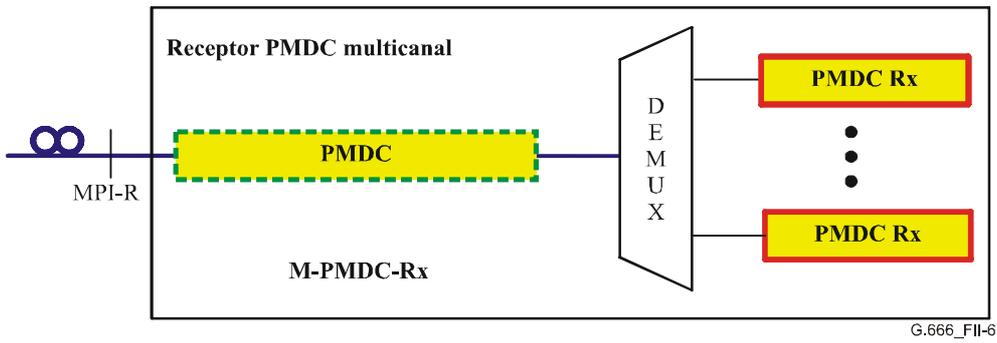


Figura II.6/G.666 – Opción de implementación C de un receptor PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)

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 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	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	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, 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