



Módulo III

Transmisores y Receptores Ópticos (Transceptores)

Lección N°2

Ing. Daniel Torrabadella
formacion.dotcom@gmail.com

Módulo III

Conceptos
Generales

Información de
Aplicación

Transmisor Óptico

Receptor Óptico

Conjunto
Transmisor -
Receptor

Especificaciones
de organismos
Internacionales

- **Rango de longitud de onda:**

Este parámetro se entrega solo para interfaces **Single Channel** y especifica que el diodo transmisor emitirá su longitud de onda dentro de este rango de operación.

Es decir que en una interfaz Single Channel, la frecuencia ó longitud de onda del laser emisor estará dentro del **rango especificado** pero no se establece una frecuencia fija particular.

La unidad de medida es en nanometros (nm)

El rango de longitudes de onda en general es la banda del espectro definido por el ITU-T que por lo general es una de indicadas:

- 2ª ventana, banda O, longitud de onda central del rango 1310nm
- 3ª ventana, banda C, longitud de onda central del rango 1550 nm)

- **Frecuencia Central:**

Este parámetro se entrega en interfaces **Multi Channel** y establece las ***frecuencias específicas*** de cada uno de los canales que conforman la interfaz.

Existen algunas interfaces *Single Channel* que pueden tener frecuencia específica, pero ellas son para soluciones WDM fuera del alcance de este curso.

Al hablar de frecuencias específicas en una interfaz física, este parámetro es para aplicaciones de fibras monomodo.

La unidad en que se define este parámetros en *TeraHerz* (THz) y la forma de indicarse puede ser en valores: relativos ó absolutos

- Relativos: $229.0 + 0.8 * m$, con $m=0$ a 3, siendo m cada uno de los canales

- Absolutos: 229.0 , 229.8 , 230.6 , 231.4

- **Espaciamiento de canales:**

Este parámetro se entrega en interfaces **Multi Channel** y establece la separación en frecuencia (GHz) de los canales que conforman la interfaz.

Esta relacionado con el parámetro Frecuencia Central dado que es la separación entre las frecuencias centrales de la interfaz (para el caso expresado anteriormente es el factor 0.8 THz que equivale a 800 GHz).

Al igual que el anterior parámetro, también esta asociado a aplicaciones dirigidas a fibras monomodo.

Transmisor óptico – Tipo de lasers

- Ancho Espectral
- Supresión Modo Lateral
- Relación de Extinción

- **Tipo de Lasers:**

La temática de fuentes de emisión es un tema que de por si llevaría un curso dedicado para tal fin. Es por esto que este punto será mas informativo que formativo.

Se brindará una información mínima al solo efecto de poder entender las diferencias entre siglas que se brindan en las hojas de datos y poder distinguir la mejora de una y otra tecnología que se traducirá en alcances de un enlace.

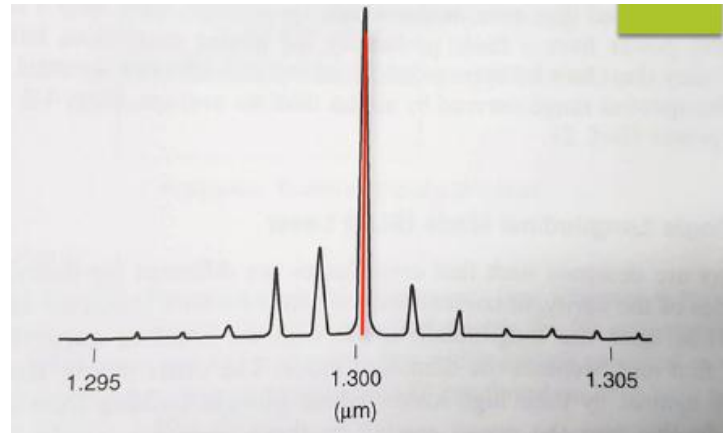
Como habíamos comentado en módulos anteriores, cuando los requisitos del sistema no son críticos en aspectos de velocidad y alcance, el LED es la fuente de luz aceptable para transportarse por una fibra multimodo.

Pero para los enlaces de media distancia, se requieren diodos láser.

Transmisor óptico – Tipo de lasers

- Ancho Espectral
- Supresión Modo Lateral
- Relación de Extinción

Como emisor de luz, lo ideal es que el diodo emita una sola longitud de onda (una portadora pura) pero la realidad es que emiten una gama de frecuencias alrededor de su frecuencia central (donde se transmite el mayor porcentaje de energía).



Esta gama de frecuencias emitidas serán alteradas por todos los efectos de dispersión que se vieron hasta ahora en la fibra óptica con lo cual afectarán la tolerancia a la dispersión cromática que veremos mas adelante

Transmisor óptico – Tipo de lasers

- Ancho Espectral
- Supresión Modo Lateral
- Relación de Extinción

Dependiendo de la distribución de la gama de frecuencias, los parámetros de ancho espectral y supresión de modo lateral caracterizan el desempeño del laser en lo que respecta a la dispersión de frecuencia de la fuente de emisión que tiene cada tecnología.

Otro factor que afecta, es la transición entre unos y ceros en una dada tecnología del laser y esto esta dado por la “relación de extinción” del láseres.

Este parámetro nos da idea del desempeño para la transmisión en altas velocidades.

Transmisor óptico – Tipo de lasers

- Ancho Espectral
- Supresión Modo Lateral
- Relación de Extinción

Tecnológicamente los diodos laser pueden ser:









- Modo multi-longitudinal:
 - a) MLM o láser Fabry-Perot
- Modo single longitudinal:
 - b) SLM
 - c) DFB (SLM con láser de retroalimentación distribuida)
 - d) DFB con modulador externo
 - e) VCSEL (Láser de emisión de superficie de cavidad vertical)

En la tabla a continuación damos un resumen de cada una de estas tecnologías de diodos laser en como aporta cada uno de estos parámetros y en mas afecta para un enlace dado.

Transmisor óptico – Tipo de lasers

- Ancho Espectral
- Supresión Modo Lateral
- Relación de Extinción

Resumiendo:

Efecto	Afecta	MLM / Fabry-Perot	SML	SML DFB	DFB Mod Ext
Ancho espectral RMS máximo	Dispersión Cromática		NA	NA	NA
Relación de supresión de modo lateral	Dispersión Cromática	NA			
Minima relación de extinción.	Ancho de Banda información				

NA: No Aplica

- **Potencia de salida**

Las especificaciones relativas a la potencia de transmisión debemos separarlas en dos tipos de interfaces:

- a) Single Channel
- b) Multi Channel

La unidad que se utiliza en ambos casos es el **dBm**

En el modulo siguiente veremos como se trabaja con estos valores para calcular la performance del sistema.

a) Potencia de salida en interfaces **Single Channel**

En estas interfaces se entregan dos valores de potencia que podrá tener el único canal de la interfaz:

- *Potencia de salida mínima (PT_{xmin})*
- *Potencia de salida máxima (PT_{xmax})*

b) Potencia de salida en interfaces **Multi Channel**

En este tipo de interfaces se entregan dos tipos de potencias referido a cada uno de los canales transmitidos.

- *Potencia de salida por canal mínima ($PT_{xmin_channel}$)*
- *Potencia de salida por canal máxima ($PT_{xmax_channel}$)*

Se suele entregar también la potencia de salida media total (incluye todos los canales) de la interfaz, cuyo valor también puede calcularse a partir de la “Potencia de salida por canal máxima” de la siguiente manera:

$$PTx_{\max_tot} = PTx_{\max_channel} + 10 \log N$$

Siendo N la cantidad de canales de la interfaz Multi channel.

Como se verá mas adelante, para los cálculos de budget óptico solo se utilizará el parámetro “Potencia de salida por canal máxima”.

Módulo III

Conceptos
Generales

Información de
Aplicación

Transmisor Óptico

Receptor Óptico

Conjunto
Transmisor -
Receptor

Especificaciones
de organismos
Internacionales

Receptor Óptico

Al igual que los transmisores ópticos, los receptor presentan distintas tecnologías que permiten mejoras de performance en la recepción de las señales ópticas.

Los receptores ópticos para este tipo de señales moduladas por intensidad (IM) son receptores de banda ancha y detección directa.

Transforman todo el espectro que “ven” ópticamente en eléctrico.

Es por este motivo que en las interfaces multi channel (ver al comienzo de este módulo), necesitan de un filtro pasa-banda (optical demultiplexer) que discrimine la frecuencia que necesitan convertir en señal eléctrica.

En las interfaces single channel, si bien un transmisor monomodo tiene un rango de operación (2° ó 3° ventana), los receptores de esa misma aplicación pueden convertir señales en cualquiera de las dos bandas.

Receptor Óptico

Mas allá de esto, las especificaciones recepción de las interfaces single channel que veremos en este punto siempre están “aseguradas” los valores para la banda de operación del transmisor.

Volviendo al tema tecnológico hay dos tipos de diodos detectores:

- PIN (P-type-Intrinsic-N-type).
- APD (Avalanche Photodiode).

Mas allá de los aspectos tecnológicos, la diferencia entre ambos radica básicamente en los parámetros de “Potencia Máxima de entrada” y en la “Mínima Sensibilidad” que pueden recibir, las cuales se describen a continuación.

- **Potencia Máxima de entrada.**

Este parámetro indica el valor asegurado de la máxima potencia que puede soportar la interfaz del receptor en el punto “R” ó “Rm” sin saturar el receptor y cumpliendo:

- La tasa de bit errados (BER) definida en la información general del transceptor
- No provocar un daño permanente en el receptor.

La unidad que se utiliza en este parámetro es el **dBm**

La tecnología PIN soporta un mayor valor de potencia de entrada respecto a la tecnología APD (típicamente unos 6 a 7 db).

Dependiendo si las interfaces son Single Channel ó Multi Channel, el valor especificado cambia en cada interfaz:

- A) Interfaces Single Channel:

Como la interfaz tiene un solo canal, se especifica en cada interfaz definida por la aplicación de la siguiente forma:

- *Potencia Máxima de Entrada (PR_{xmax})*

B) Interfaces Multi Channel:

En una interfaz Multi channel al tener mas de un canal, se especifica para cada canal definida por la aplicación de la siguiente forma

- *Potencia Máxima de Entrada por canal ($PR_{xmax_channel}$)*

Se suele entregar también la “Potencia Máxima de entrada media total (PRx_{max_total}) de la interfaz (incluye todos los canales) cuyo valor también puede calcularse a partir de la potencia de entrada máxima por canal de la siguiente manera:

$$PRx_{max_total} = PRx_{max_channel} + 10 \log N$$

Siendo N la cantidad de canales de la interfaz.

Como se verá mas adelante, para los cálculos de budget óptico, solo se utilizará la “Potencia Máxima de Entrada por canal”.

- **Mínima Sensibilidad**

Este parámetro indica el valor asegurado de la mínima potencia (sensibilidad) que debe soportar la interfaz del receptor en el punto “R” ó “Rm” cumpliendo:

- La tasa de bit errados (BER) definida en la información general del transceptor.
- Sin producir alarmas de la interfaz.

La unidad que se utiliza en este parámetro es el **dBm**

Este valor de sensibilidad es asegurado eliminando todo efecto de dispersión que pueda introducir la fibra.

La tecnología APD tiene mayor sensibilidad que la PIN es decir que tiene un menor valor de sensibilidad (típicamente unos 3 a 4 db).

Dependiendo si las interfaces son Single Channel ó Multi Channel, el valor especificado cambia en cada aplicación:

- A) Interfaces Single Channel:

Como la interfaz tiene un solo canal, se especifica como:

- *Minima Sensibilidad (PRxmin).*

- B) Interfaces Multi Channel:

En una interfaz Multi channel se especifica para cada uno de los canales que la conforman:

- *Potencia Minima de Entrada por canal» (PRxmin_channel)*



Fin Módulo III

Lección N°2

Ing. Daniel Torradella
formacion.dotcom@gmail.com