



Módulo I

Componentes Ópticos y sus Características Técnicas.

Lección N° 1

Ing. Daniel Torrabadella
formacion.dotcom@gmail.com

Módulo I.

Componentes Ópticos y sus Características Técnicas

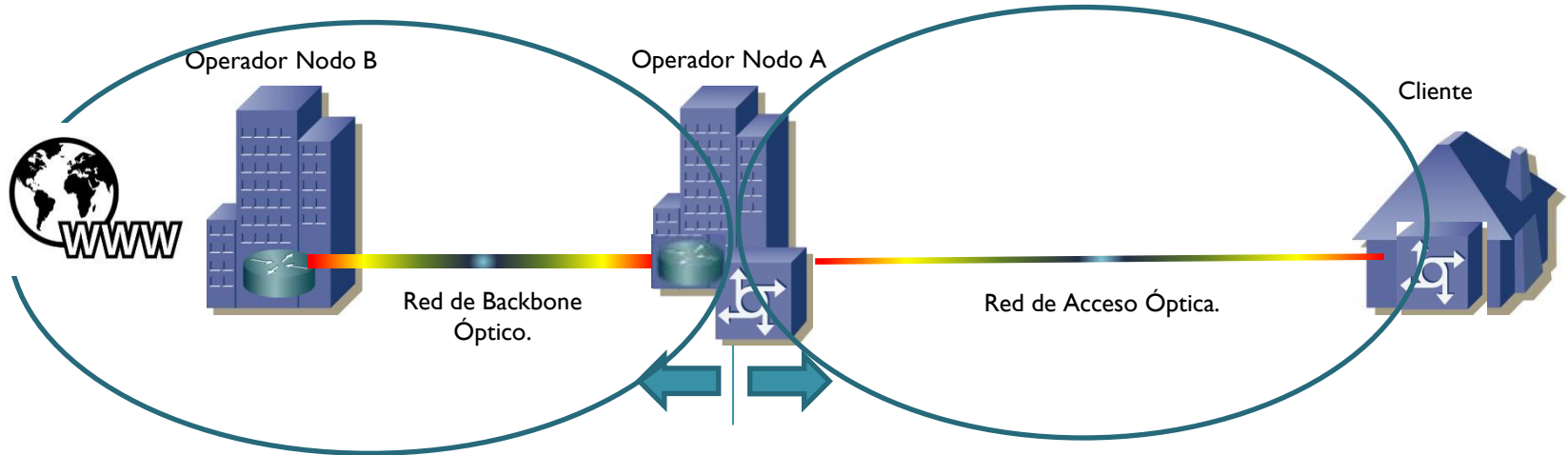
Elementos
Ópticos
Vinculantes

Fibra Óptica



DOTCOM
FORMACIÓN

Redes Ópticas.



- “Red óptica externa” o red de Acceso hacia los Clientes finales con arquitecturas punto a punto o estrella (PON).
- “Red óptica interna” también llamada Backbone o columna vertebral de la red con arquitecturas punto a punto.

Componentes de un Sistema Óptico Backbone

Equipamiento (Router / Switch / SDH)



Módulo Óptico



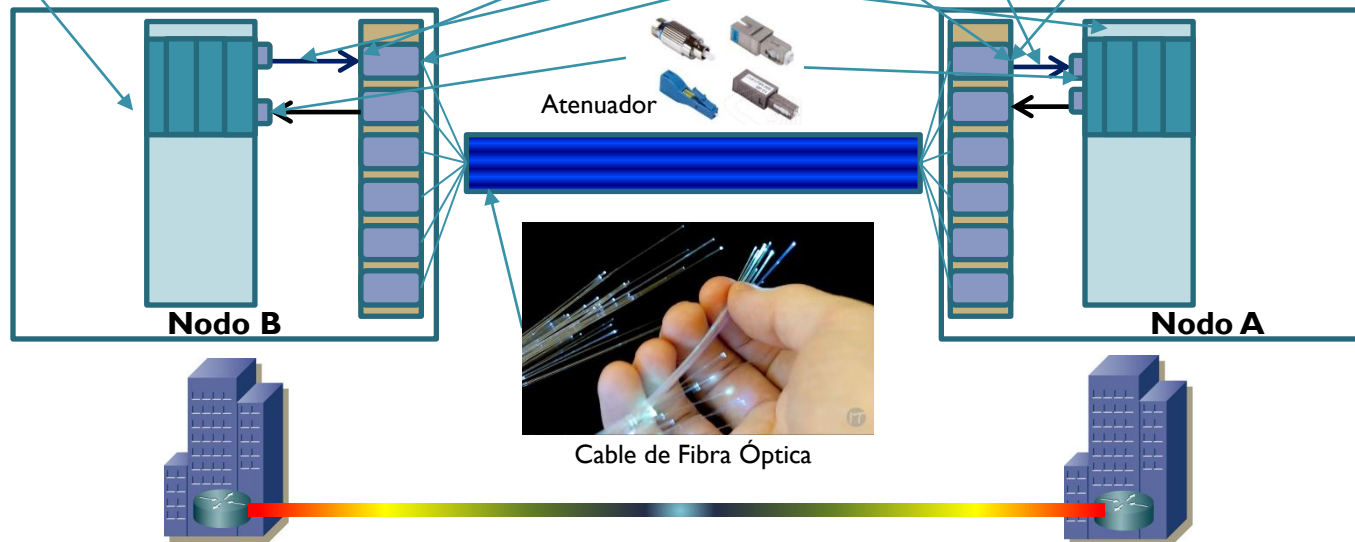
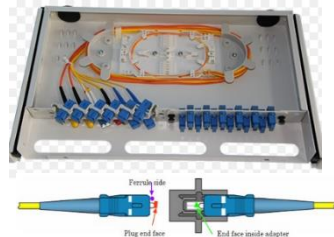
Conector de fibra óptica



Patchcord

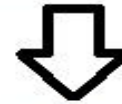


Distribuidor de fibra óptica

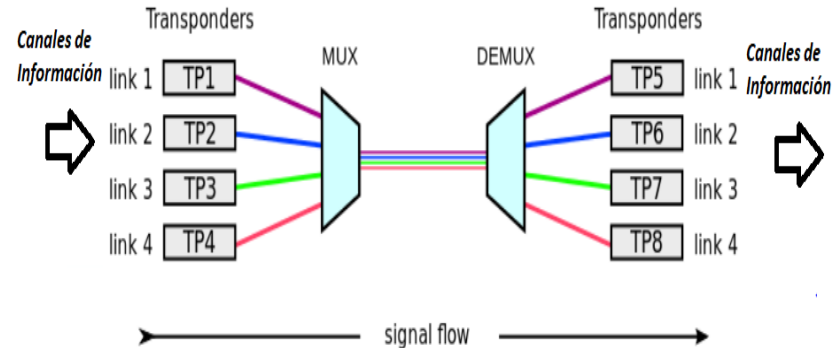


Canal de información óptico digital

- Los equipamientos Routers, Switches, SDH normalmente presentan “un canal de información” por interfaz óptica en un par de pelos de fibra. A estas interfaces se las conoce como grises o blanco y negro.
- Los equipamiento WDM normalmente presentan VARIOS CANALES de Información por interfaz óptica en un par de pelos de fibra. A estas interfaces se las conoce como coloreadas.



Canales de Información



Módulo Transceptor Óptico Gris.

MSA (Multi-Source Agreement) estandariza módulos extraíbles

- Interfaces de mayor velocidad.
- Reducción de consumo.
- Miniaturización.



SFP



SFP+



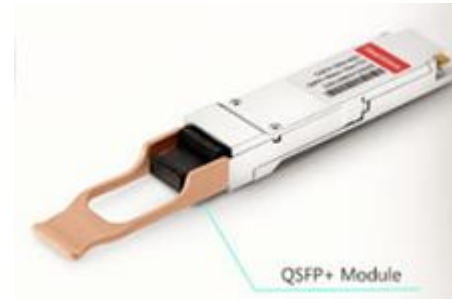
CFP



CFP2



CFP4



QSFP+ Module



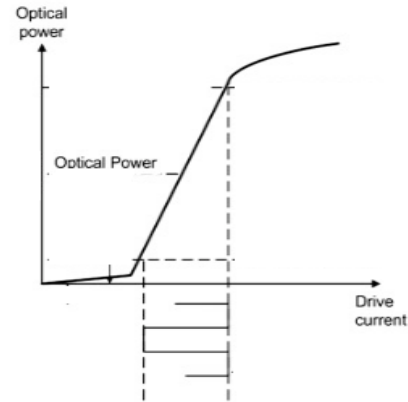
QSFP28 Module



QSFP-DD

Transceptor Óptico.

Transmisor



Digital (binary) Laser

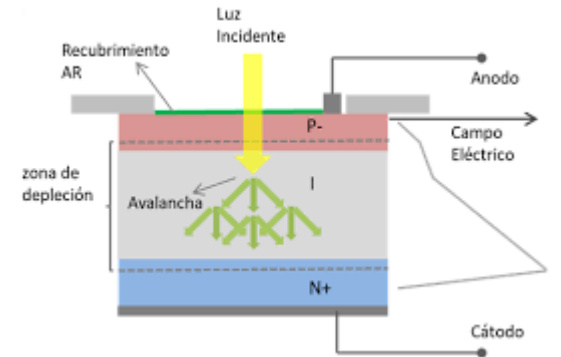
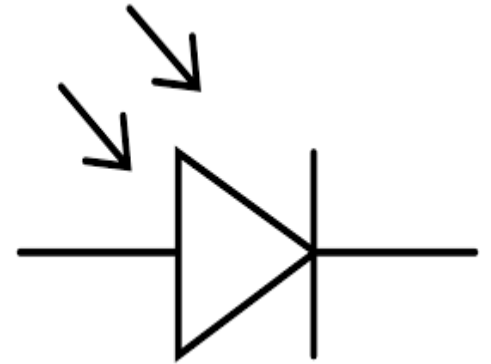


Espectro emitido por un LED



Espectro emitido por un LASER

Receptor



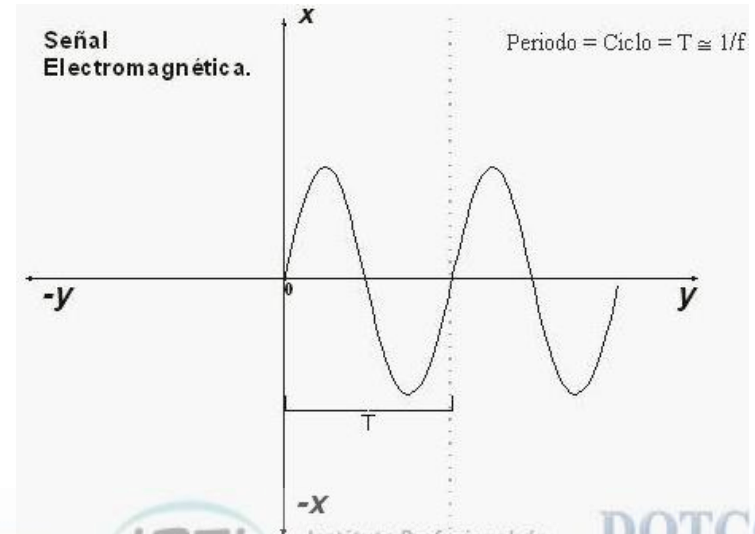
FRECUENCIA / PERIODO DE UNA SEÑAL ÓPTICA

- La frecuencia de una señal óptica es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso **periódico**. En este caso particular, es la sucesión periódica de una señal electromagnética y presentan la siguiente relación.

$$\text{Periodo} = T$$

$$\text{Frecuencia} = F$$

$$F[\text{Hz}] = \frac{1}{T[\text{seg}]}$$



VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE UNA SEÑAL ÓPTICA

- La velocidad de propagación es la velocidad con que se desplaza una señal electromagnética a través de un medio. El Índice de refracción [η] de un medio nos da la relación entre la velocidad de propagación en ese medio respecto al vacío (referencia).
- Para el caso de la fibra óptica:

$$Veloc_{prop_medio} = \frac{Veloc_{vacío}(V_v)}{\eta} [m/s] \qquad Veloc_{prop_fo} = \frac{Veloc_{vacío}(V_v)}{\eta_{fo}} [m/s]$$

- Siendo:

$$Veloc_{vacío}(V_v) \cong 3 \times 10^8 [m/s] \qquad \eta_{fo} \approx 1.54 \qquad Veloc_{fo}(V_{fo}) \approx 2 \times 10^8 [m/s]$$

LONGITUD DE ONDA DE UNA SEÑAL ÓPTICA

- La longitud de onda de una señal óptica es la relación entre la velocidad de propagación en un medio de propagación y su frecuencia y su unidad de medida es el metro.

$$\lambda(\text{long_onda})[m] = \frac{\text{Veloc}_{\text{prop_medio}}[m/s]}{\text{Frec}[1/s]}$$

- Llevado al medio de propagación de fibra óptica, quedaría así:

$$\lambda(\text{long_onda})_{f_0}[m] = \frac{\text{Veloc}_{\text{prop_vacio}}[m/s]}{\eta_{f_0} \times \text{Frec}[1/s]}$$

La longitud de onda de los transceptores óptico siempre se referencian al índice de refracción del vacío

Potencia Óptica de Transceptor

- Es la unidad de energía entregada por unidad de tiempo lumínica de un diodo emisor o recibida por un diodo detector, cuya unidad de medida absoluta es el Watts.
- Normalmente en los sistemas ópticos se utilizan potencias del orden del miliwatts (mW).
- La forma mas común de expresar la potencia es una unidad de medida relativa a un 1 miliwatts y cuya unidad de medida es el **dBm**

$$P_{\text{entrada / salida}}[\text{dBm}] = 10 \times \log\left(\frac{P}{1\text{mW}}\right) = 10 \times [\log(P)[\text{mW}] - \log(1\text{mW})]$$

Potencia Óptica de Transceptor

- Las potencia absolutas (mW) tienen siempre un valor positivo, mientras que las potencias relativas (dBm) pueden tomar valores positivos (mayor de 1 mW), cero (1 mW) o negativas (menor de 1 mW).
- Analizando la función logarítmica...
 - Crecer al doble de potencia absoluta significa crecer 3db en potencia relativa.
 - Disminuir a la mitad la potencia absoluta significa reducir 3dB la potencia relativa.

Potencia Óptica de Transceptor

- Si se tiene una Potencia P1 expresado en [mw] y la potencia P2 expresado en [mw] cuyo valor es del doble de P1.

$$P1[dBm] = 10 \times \log\left(\frac{P1[mw]}{1[mw]}\right)$$

$$P2[dBm] = 10 \times \log\left(\frac{P2[mw]}{1[mw]}\right)$$

- Multiplicando y dividiendo con P2 y P1 respectivamente ...

$$P1[dBm] = 10 \times \log\left(\frac{P1[mw] \times P2[mw]}{1[mw] \times P2[mw]}\right)$$

$$P2[dBm] = 10 \times \log\left(\frac{P2[mw] \times P1[mw]}{1[mw] \times P1[mw]}\right)$$

Potencia Óptica de Transceptor

- Reordenando y reemplazando $P2 = 2xP1$.

$$P1[dBm] = 10 \times \left[\log \left(\frac{P2[mw]}{1[mw]} \right) + \log \left(\frac{P1[mw]}{2xP1[mw]} \right) \right] \quad P2[dBm] = 10 \times \left[\log \left(\frac{P1[mw]}{1[mw]} \right) + \log \left(\frac{2xP1[mw]}{P1[mw]} \right) \right]$$

- Reemplazando.....

$$P1[dBm] = P2[dBm] - 3db$$



$$P1[mw] = P2[mw] \div 2$$

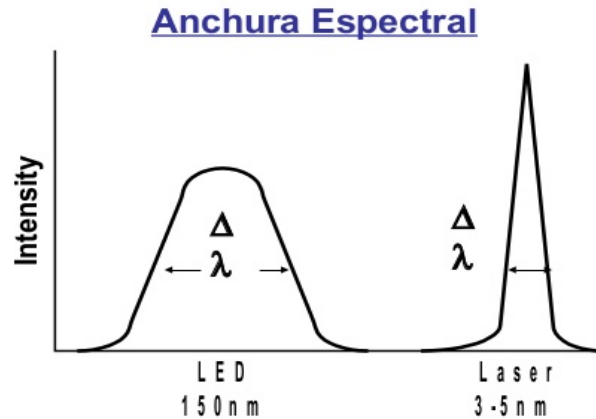
$$P2[dBm] = P1[dBm] + 3db$$



$$P2[mw] = P1[mw] \times 2$$

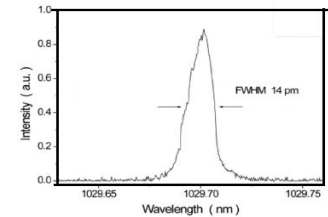
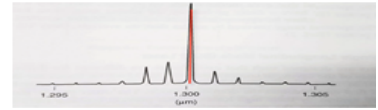
Ancho Espectral de Diodos.

- Los transmisores utilizados para el transporte de un canal de información se distinguen principalmente si son diodos Led ó Laser, según el uso (alcance del enlace) y su costo.



Ancho Espectral de Diodos.

- Tecnológicamente los diodos laser pueden ser:
 - MLM o láser Fabry-Perot (Multi Longitudinal Mode)
 - SLM (Single Longitudinal Mode)
 - DFB (SLM con láser de retroalimentación distribuida)
 - DFB con modulador externo
 - VCSEL (Láser de emisión de superficie de cavidad vertical)
- Los receptores por el otro lado, existen dos tecnologías a saber:
 - PIN (P-type-Intrinsic-N-type).
 - APD (Avalanche Photodiode).





BREAK !!!

Conector Óptico

- Existen tres características básicas que diferencian a los conectores:
 - *Tipo de Fibra que se conectará (monomodo / multimodo)*
 - *Factor de Forma del Conector (figura)*
 - *Tipo de Contacto Físico que presenta el conector*

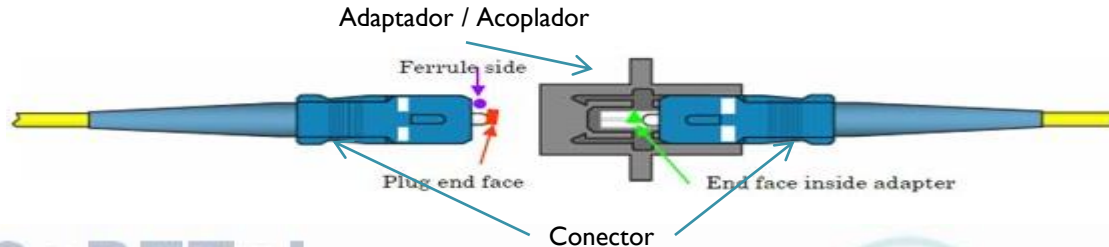
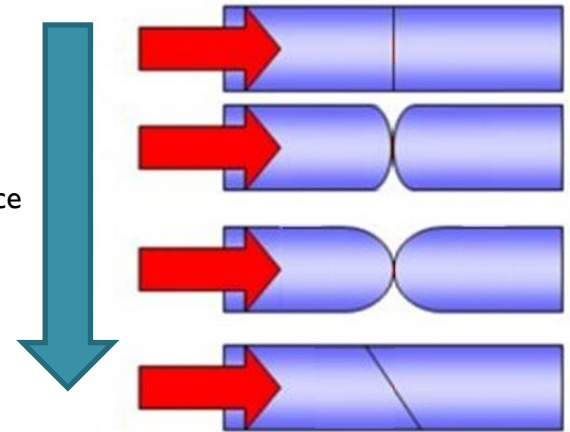


Conector Óptico - Pulido

Tipo Contacto Físico

- PC: Physical Contact.
- SPC: Super Physical Contact.
- UPC: Ultra Physical Contact.
- APC: Angular Physical Contact.

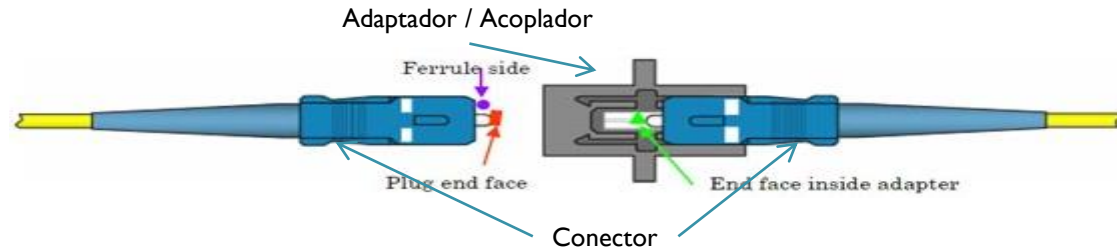
Costo
Performance



Conector Óptico - Performance

Performance de Contacto Físico

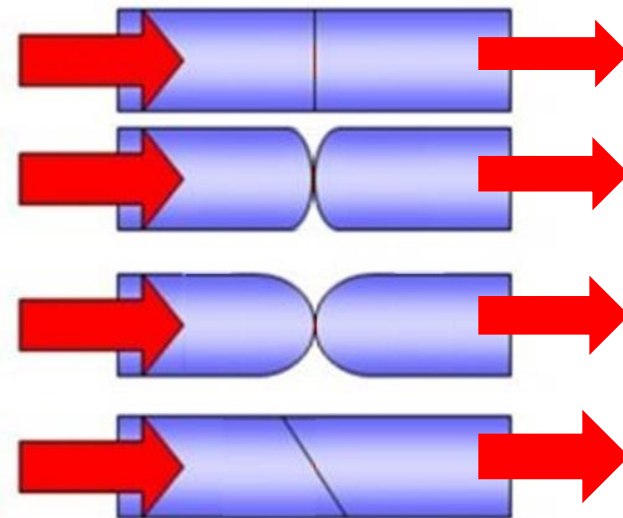
- Perdidas de Inserción (Atenuación).
- Perdidas de Retorno (Reflexión).



Conector Óptico - Performance

Pérdidas de Inserción.

- Los fabricantes entregan como característica de este parámetro de pérdidas de Inserción dos valores expresada en [**dB**]:
 - *Atenuación Media*
 - *Atenuación Máxima*
- Como puede observarse en la figura, para un determinado factor de forma, El APC presenta la mejor performance y el PC la peor.



Conector Óptico - Performance

Pérdidas de Inserción.

- La atenuación o pérdida de inserción es la relación entre la potencia de entrada y la potencia de salida expresada en [mW] y la unidad es adimensional.

$$Pp = Att = \left(\frac{P_{entrada[mW]}}{P_{salida[mW]}} \right)$$

- Sin embargo, su forma mas natural es expresarla en [**dB**] como la resta entre ambas potencias expresadas en [**dBm**].

$$Pp[dB] = Att[dB] = 10 \times \log \left(\frac{P_{entrada[mW]}}{P_{salida[mW]}} \right)$$

Conector Óptico - Performance

- Multiplicando y dividiendo por 1mW y reordenando...

$$Pp[dB] = Att[dB] = 10 \times \log\left(\frac{Pentrada[mW]}{Psalida[mW]}\right) = 10 \times \log\left(\frac{Pentrada[mW] \times 1mW}{Psalida[mW] \times 1mW}\right)$$

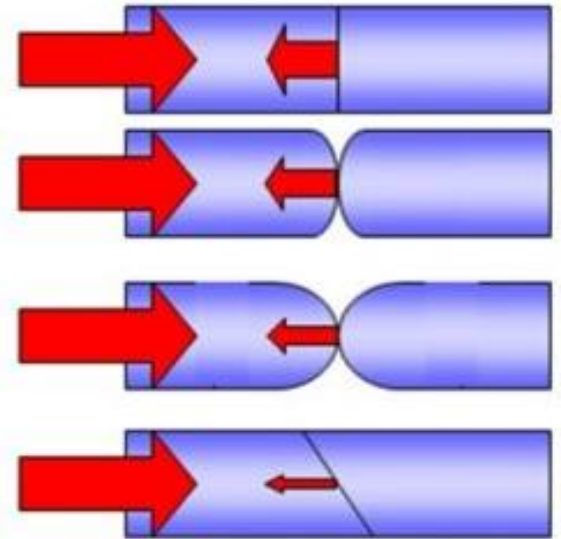
$$Pp[dB] = Att[dB] = 10 \times \log\left(\frac{Pentrada[mW]}{1mW}\right) - 10 \times \log\left(\frac{Psalida[mW]}{1mW}\right)$$

$$Pp[dB] = Att[dB] = Pentrada[dBm] - Psalida[dBm]$$

Conector óptico - Performance

Pérdidas de Retorno.

- Los fabricantes entregan como característica de este parámetro de pérdidas de retorno mínima expresada en [dB]:
- Como puede observarse en la figura, para un determinado factor de forma, El APC presenta la mejor performance y el PC la peor.



Conector Óptico - Performance

Pérdidas de Retorno.

- Es la potencia que pierde en un punto de su trayectoria debido a la reflexión de una parte de la potencia original.
- Es la relación entre la potencia directa de entrada y la potencia reflejada expresada en [mW] y la unidad es adimensional.

$$Pr = \left(\frac{P_{incendente[mW]}}{P_{reflejada[mW]}} \right)$$

- Sin embargo, su forma mas natural es expresarla en [**dB**] como la resta entre ambas potencias expresadas en [**dBm**].

$$Pr[dB] = 10 \times \log \left(\frac{P_{incendente[mW]}}{P_{reflejada[mW]}} \right)$$

Conector Óptico - Performance

- Multiplicando y dividiendo por 1mW y reordenando...

$$\text{Pr}[dB] = 10 \times \log\left(\frac{P_{\text{incidente}}[mW]}{P_{\text{reflejada}}[mW]}\right) = 10 \times \log\left(\frac{P_{\text{incidente}}[mW] \times 1mW}{P_{\text{reflejada}}[mW] \times 1mW}\right)$$

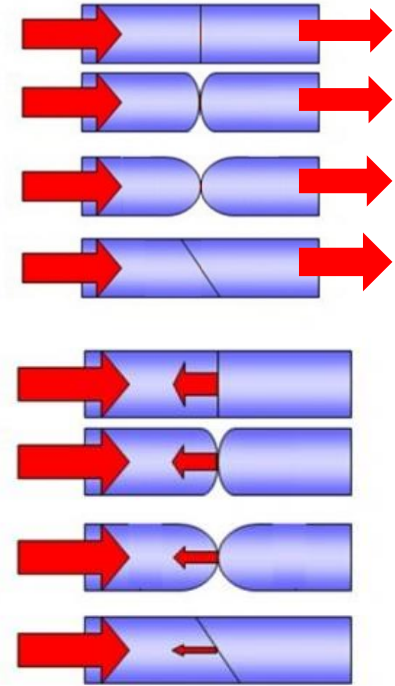
$$\text{Pr}[dB] = 10 \times \log\left(\frac{P_{\text{incidente}}[mW]}{1mW}\right) - 10 \times \log\left(\frac{P_{\text{reflejada}}[mW]}{1mW}\right)$$

$$\text{Pr}[dB] = P_{\text{incidente}}[dBm] - P_{\text{reflejada}}[dBm]$$

Conector óptico - Performance

Como afectan estos parámetros en los sistemas ópticos.

- Las pérdidas de inserción afectan tanto a los sistemas ópticos de un canal de comunicaciones (interfaces grises) como a los de varios canales de comunicaciones (interfaces coloreadas).
- Las pérdidas de retorno toman vital importancia cuando la energía (potencia) que entra en juego en estos dispositivos es elevada como lo son los sistemas de múltiples canales de información (WDM).



Repartidores Ópticos

- Es un elemento mecánico que se utiliza en los edificios con el fin de alojar la terminación de un cable de fibra óptica ya sea que arribe de las afueras del edificio o entre distintas pisos o salas de un mismo edificio.
- Presenta tres partes componentes elementales:

- ❖ Fusión de «manguillo ó patch» con el cable de fibra proveniente del exterior.
- ❖ Conector de Fibra óptica.
- ❖ Acoplador / adaptador de fibra óptica.



Cable de interconexión o Patchcord Óptico

- Es un cable unifilar de fibra con dos conectores ópticos en sus extremos que permite la interconexión del transceptor óptico con el repartidor de fibra o entre repartidores en un mismo edificio permitiendo la «adaptación» de distintos tipos de acopladores que existen en transceptores y ODF o entre ODFs.
- Un punto mas que importante a la hora de utilizar un pachcord, es el “pulido” en los conectores de sus extremos. Estos deben ser del mismo tipo que el conector que se encuentra tras el acoplador existente para tener una adecuada performance.



CePETel

Sindicato de los Profesionales
de las Telecomunicaciones

SECRETARÍA TÉCNICA

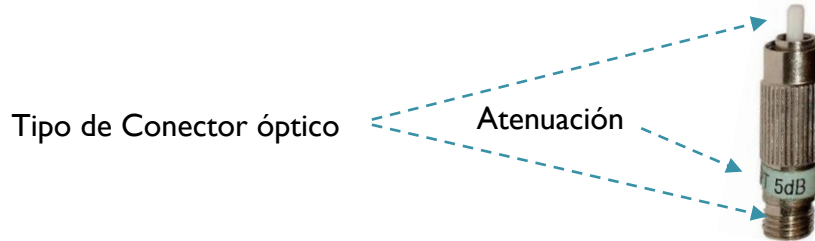


Instituto Profesional de
Estudios e Investigación

DOTCOM
FORMACIÓN

Atenuadores Fijos Pasivos

- Tienen conectores y acopladores en sus extremos, por lo cual se tiene que especificar el factor de forma a utilizar.
- Al ser de atenuación fija, no puede ajustarse (se debe tener un atenuador para cada atenuación deseada).



- Para el ejemplo de la figura; atenuador de 5db FC.



Fin Lección N°1

Ing. Daniel Torradella
Formacion.dotcom@gmail.com