



# ***Módulo I***

## ***Partes componentes de un sistema óptico.***

### ***Lección N° 2***

Ing. Daniel Torradella  
formacion.dotcom@gmail.com

# Módulo I

Repasando  
Conceptos

Componentes  
Ópticos

Transceptor  
Óptico

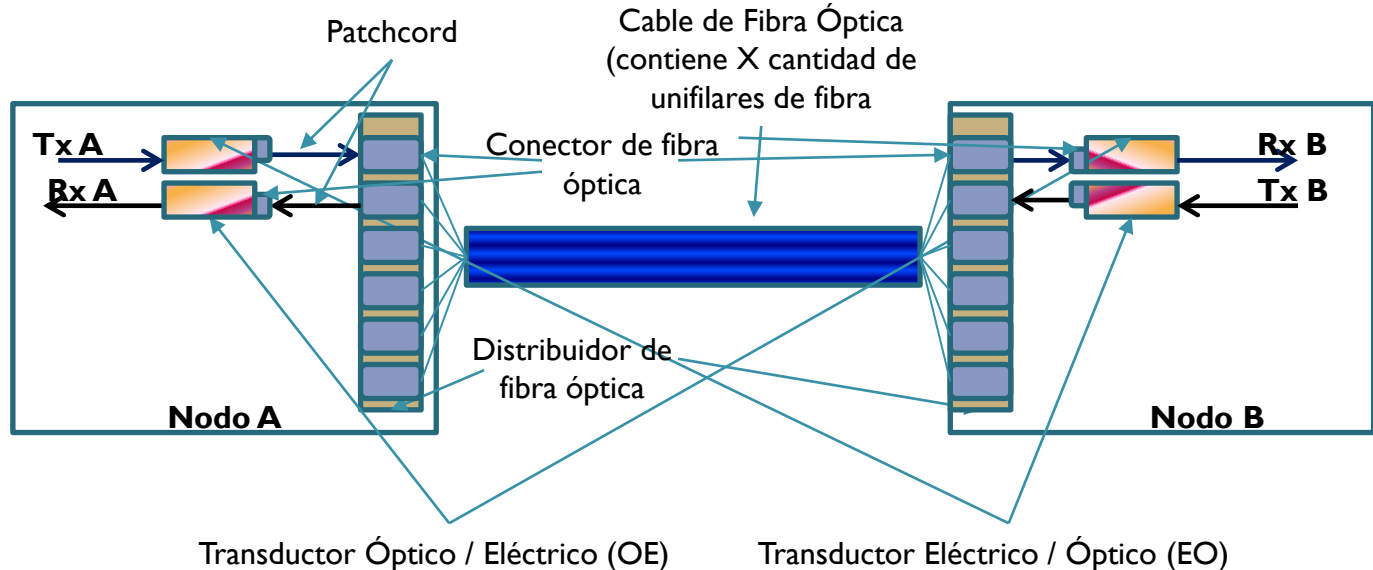
Cables de Fibra

Conectores  
Ópticos

Repartidores,  
Atenuadores y  
Cables Ópticos

# Componentes de un sistema óptico

- Para hablar de un sistema de transporte óptico, en primer lugar, esquematizaremos en los distintos componentes como se detalla en la figura de abajo.



# Elementos Tx y Rx

- **Nodo A / B:** Edificios que se pretender vincular con un sistema óptico.
- **Transductor Eléctrica / Óptico:** Elemento activo cuya función es convertir una señal eléctrica en una señal óptica a una dada frecuencia para su transporte por fibra óptica entre los nodos A y B.
- **Transductor Óptico / Eléctrico:** Elemento activo cuya función es reconvertir la señal óptica recibida a una dada frecuencia en un nodo a través de la fibra óptica en una señal eléctrica.
- **Cable de Fibra Óptica:** Elemento pasivo constituido con X cantidad de unifilares de fibra óptica que presenta características constructivas que permiten su fácil manipulación.

# Elementos Tx y Rx

- **Conectores de Fibra óptica:** Elemento pasivo que permite la interconexión física de cada unifilar de fibra óptica.
- **Repartidor de Fibra Óptica:** Elemento mecánico que permite alojar los conectores de fibra óptica permitiendo tener un punto de fácil acceso al operador para la conexiones internas en un edificio.
- **Patchcord ó Cable de Conexión Óptico:** Elemento pasivo que, en general tiene un simple unifilar de fibra recubierto que permite la interconexión interna en un edificio entre el repartidor óptico y los transductores

# Módulo I

Repasando  
Conceptos

Componentes  
Ópticos

Transceptor  
Óptico

Cables de Fibra

Conectores  
Ópticos

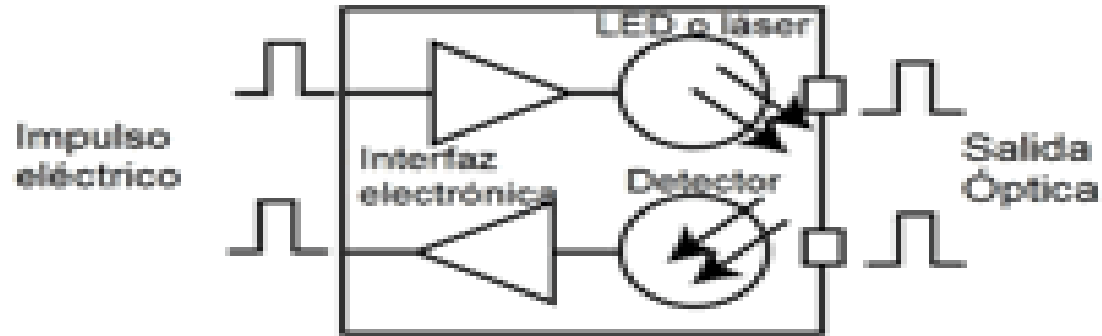
Repartidores,  
Atenuadores y  
Cables Ópticos

# Elementos Tx y Rx

- En primer lugar, cuando hablamos de las señales transmitidas (Tx) y recibidas (Rx) son señales digitales binarias eléctricas proviene de cualquier equipo de telecomunicaciones como Router L3, Switches L2, SDH L1, etc.
- Si bien el módulo EO y OE se lo ha puesto por separado, estos mismos forman parte físicamente del mismo equipo de telecomunicaciones.
- El elemento transductor EO convierte señal eléctrica en señal lumínica basado en un **diodo** y, como se verá mas adelante, tecnológicamente podrá ser **LED** (mas económico y usado para enlaces dentro de un edificio) ó **Laser** (mas caro y usados para enlaces largos).

# Elementos Tx y Rx

- El elemento transductor OE convierte señales lumínicas en eléctricas y es conocido tecnológicamente como **fotodiodo**.
- Todos estos elementos serán desarrollados mas en detalle en capítulos posteriores.



# Transceptor óptico - Integrado

- El transceptor óptico es el conjunto de transductor EO y OE y tiene dos variantes de desarrollo:
  - **Integrado a la placa del equipo.**
    - En este caso la placa del equipo tendrá dos conectores directamente sobre el frente para conectar a los Patchcord.
    - El uso de esta forma se da en general cuando son nuevos desarrollos que la industria todavía no puede masificar con módulos externos ó también se puede ver en equipamiento antiguo.

# Transceptor óptico - Integrado

- Distintas variantes de láseres implica distintas numero de partes del equipo.
- Esto encarece los costos de fabricación, motivo por el cual la industria, en la medida de lo posible, trata de utilizar transceptores modulares.



# Transceptor óptico - Modular

- **Modulo externo intercambiable (Plug-in).**
  - La industria estandariza, a través del MSA (Multi-Source Agreement) módulos extraíbles con el objeto de conseguir masa crítica de fabricación y así reducción de costos de las interfaces.
  - El MSA estandariza módulos con interfaces ópticas y eléctrica hacia el medio de enlace. En el curso nos abocaremos a los módulos mas populares y solo de interfaces ópticas.
  - Si bien es un estándar, internamente los fabricantes de equipos de transporte homologa cada fabricante de módulos para verificar la correcta interoperabilidad

# Transceptor óptico - Modular

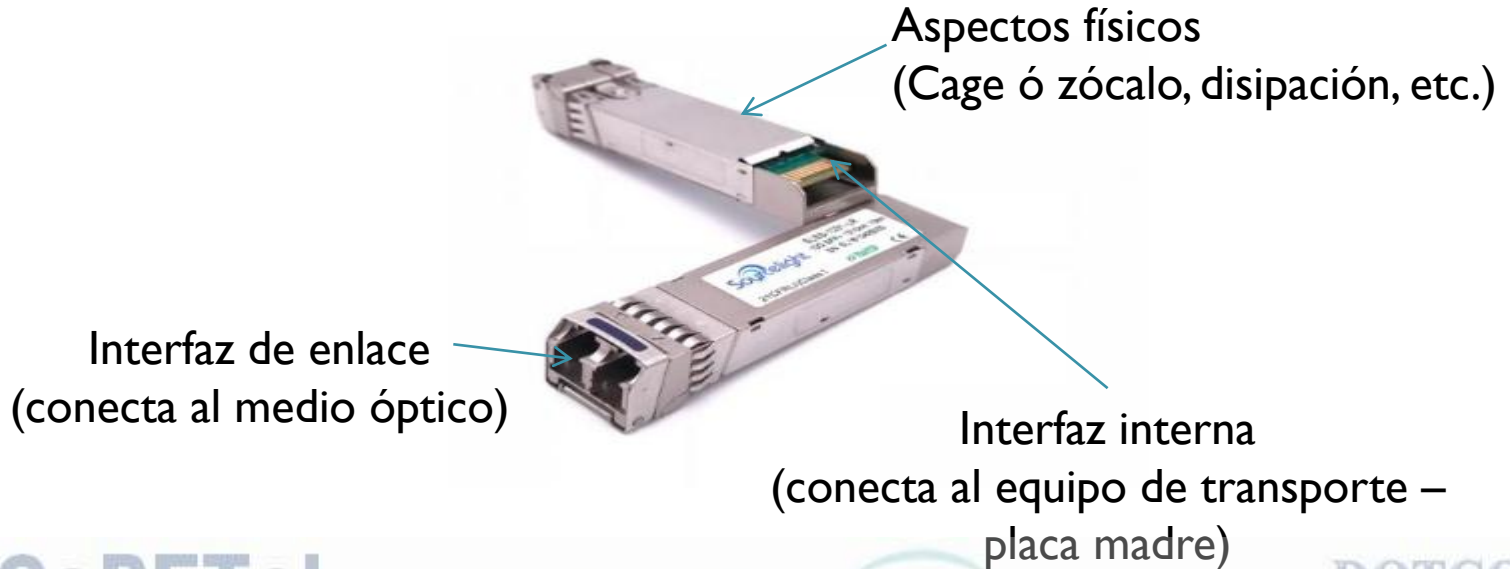
- El MSA a lo largo del tiempo y con el avance de la tecnología fue creando distintos módulos (mas adelante se detallan).
- Con cada uno de estos módulos, se cubren todo el abanico de aplicaciones ópticas que esa tecnología permite, con distintos número de partes, haciendo una combinatoria de los parámetros que se listan a continuación:
  - Tipo de Fibra a utilizar
  - Tipo de diodo (led, laser)
  - Rangos de potencias de Tx y Rx
  - Ventanas de operación.
  - Tolerancia de dispersión.
  - Velocidad de interfaz de enlace (STM-1, STM-4, 1 GE, etc).

# Transceptor óptico - Modular

- Los distintos módulos surgen, junto al avance tecnológico a través del tiempo, con las siguientes necesidades:
  - Aumento de la velocidad de la interfaz.
  - Reducción de consumo.
  - Miniaturización.
  - Sintonización de Longitud de Onda / Frecuencia (WDM)

# Transceptor óptico - Modular

- MSA estandariza básicamente tres conceptos:



# Transceptor óptico - Modular

- **Interfaces hacia el medio de enlace**
  - Como se enunció anteriormente, con cada módulo que se estandariza, se necesita cubrir distintos tipos de aplicaciones para cubrir el espectro de soluciones necesarias, (rangos de potencias, ventanas de operación, tolerancia a la dispersión etc).
  - Todas estas características están definidas en los organismos de estandarización como ITU-T y el IEEE como se verá mas adelante.

# Transceptor óptico - Modular

- **Aspectos físicos:**

- Cada modelo de módulo extraíble, se distinguen por las siguientes aspectos físicos:
  - Cage ó zócalo físico. Define las dimensiones físicas del módulo.
  - Disipación máxima.
  - Condiciones ambientales (rangos de temperatura y electromagnéticas de operación), etc.

# Transceptor óptico - Modular

- **Interfaz y protocolos hacia el equipo.**

El MSA estandariza la interfaz y los protocolos de comunicaciones a fin de lograr un canal de comunicaciones interno entre el módulo y la tarjeta madre a fin de lograr:

- Establecer las condición de funcionamiento del laser como ser prendido / apagado del diodo emisor, y en algunos tipos, fijar la frecuencia de operación (sintonía) de un laser emisor (usado en técnicas WDM).
- Mediante la función DDM (Digital Diagnostic funtions) permite leer el estado de operación del dispositivo (temperatura, Potencia de Tx, Rx), así como características constructivas del fabricante (código de parte, N° de serie, fecha de fabricación, etc.).

# Módulo Transceptor óptico

- El avance tecnológico procura reducción de tamaño, reducción de consumo y mayores velocidades, por lo cual con el tiempo se producen nuevos desarrollos que apuntan a estos tres factores.
- Los estándares de MSA mas difundidos que serán repasados en este módulo son: SFP, SFP +, XFP, QSFP+, QSFP-28, CFP.



SFP+



SFP



XFP

# Módulo Transceptor óptico - SFP

- **Transceptor “Small form-factor pluggable” – SFP:**
  - Primer módulo que permitió desarrollar distintas interfaces (Eth, SDH, FC) hasta una velocidad hasta 4,25 Gb/s.
  - Distintos numero de parte de este módulo presenta soluciones para distintos tipo de fibras ópticas (monomodo, multimodo) y características de Rx y Tx.



SFP



SFP+

# Módulo Transceptor óptico – SFP+

- **Transceptor “Enhanced Small form-factor pluggable” - SFP+:**
  - Avance tecnológico respecto al anterior que permite desarrollar distintas interfaces (Eth, SDH, OTN, FC) con velocidad hasta 16Gb/s con el mismo factor de forma.
  - Distintos numero de parte de este módulo presenta soluciones para distintos tipo de fibras ópticas (monomodo, multimodo) y características de Rx y Tx.
  - Si bien presentan el mismo factor de forma, la utilización de SFP y/ó SFP+ depende del desarrollo la placa madre que aloja los módulos.

# Módulo Transceptor óptico - XFP

- **Transceptor “ 10G Small form-factor pluggable ” - XFP:**
  - Es un estándar tecnológico surgido entre SFP y SFP+ que permitió desarrollar los primeros 10Gb/s (Eth, OTN, SDH). De ahí “X” (10 en números romanos).
  - Presenta un factor de forma mas grande respecto a los SFP.
  - Si bien los SFP+ son mas pequeño y con menor consumo , estos dejan algunas funciones a desarrollarse en la tarjeta madre como la modulación de la señal y recuperación del reloj de la señal recibida.

# Módulo Transceptor óptico - XFP

- Una de los principales atributos de este módulo, es la posibilidad de sintonizar vía Software la frecuencia / Longitud de onda dentro de una banda de trabajo, lo que lo hace muy ventajoso en aplicaciones WDM.



# Módulo Transceptor óptico – QSFP+

- **Transceptor “Enhanced Quad Small form-factor pluggable ” – QSFP+:**
  - Este desarrollo del MSA permite «cuadruplicar» la velocidad del SFP+ si bien su factor de forma es algo mayor (Q = Quad).
  - También logra una mayor densidad de puertos de 10 Gb/s ya que con esta tecnología se logran poner en una interfaz 4 señales de 10 Gb/s.
  - ¿De que manera 4 señales en un mismo conector de fibra?. Surge así el concepto de canal en una interfaz.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP+

- Hasta aquí, hablábamos de una señal óptica por interfaz (en un mismo conector óptico). A estas interfaces se las conoce como «Single Channel».
- A partir del QSFP+ las interfaces pueden ser «Multi Channel».
- Para esta tecnología la cantidad de canales serán de hasta 4 x 10Gb/s (Multi Channel) ó un canal 40 Gb/s (single Channel).
- En el modulo III se desarrollará mas en detalle este concepto de multi channel.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP+

- Interfaz Multi Channel.
  - Fibras Multimodo: Debido a las limitaciones de esta fibra, cada canal de 10Gb/s se volcará en un unifilar de fibra óptica. De esta forma el conector físico de la interfaz integrará 4 fibras de Tx y 4 de Rx.
  - Fibras Monomodo: En este caso, los 4 canales de 10 Gb/s se multiplexarán (WDM) en 4 frecuencias diferentes preestablecidas (fijas) en una misma fibra. De esta forma el conector físico de la interfaz se compondrá de 1 fibra de Tx y 1 de Rx como en los anteriores módulos vistos.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP+

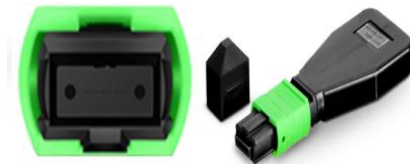
- Interfaz Single Channel.
  - En esta tecnología se logra velocidades de hasta 40Gb/s en un solo canal.
  - Como se expresó anteriormente, solo en fibra monomodo se logra desplegar esa velocidad en un solo canal.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP+

- El aspecto de un módulo QSFP+ es el siguiente:



QSFP+ Monomodo Conector LC



QSFP+ Multimodo Conector MPO

# Módulo Transceptor óptico - CFP

- **Transceptor “100G Small form-factor pluggable ” - CFP:**
  - Es un estándar tecnológico surgido en los últimos tiempos que permitió desarrollar los primeros 100Gb/s (Eth, OTN). De ahí “C” (100 en números romanos).
  - Presenta un factor de forma mas grande respecto a los vistos anteriormente
  - Con el avance tecnológico, se lanzaron diversos factores de forma. La primer versión fue el CFP. Versiones posteriores CFP2 y CFP4 presentan un factor de forma de la mitad de volumen respecto al anterior con similares performance y reducción de consumo.

# Módulo Transceptor óptico - CFP

- Fibras Monomodo:

A esta velocidad ya se presentan límites físicos en la transmisión de señales ópticas a una distancia razonable en un solo canal (single channel) como si ocurría a 40Gb/s.

Por este motivo, en esta fibra, la Interfaz es multi channel de 4 canales de 25Gb/s en distintas frecuencia preestablecidas (fijas) en una misma fibra.

# Módulo Transceptor óptico - CFP

- Multimodo:

Interfaz multi channel con las siguientes variante:

- Transporte de 4 señales de 25Gb/s en 4 fibras distintas
- Transporte de 10 señales de 10Gb/s en 10 fibras distintas.



CFP



CFP2



CFP4



CFP Multimodo

CFP / 2 / 4 Monomodo conector LC

# Módulo Transceptor óptico – QSFP28

- **Transceptor “100G Quad Small form-factor pluggable ” – QSFP28:**
  - Es el estándar tecnológico mas nuevo para transportar 100Gb/s (Eth, OTN).
  - Al igual que su predecesor, el QSFP+, presenta el mismo factor de forma.
  - Las principales diferencias entre el QSFP28 y el CFP son:
    - El QSFP28 logra una mayor densidad debido a su reducido tamaño y consumo (4W contra 20W en promedio).
    - El CFP se presenta como solución equivalente a XFP de ser transceptores sintonizable para tecnologías WDM.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP28

- Al igual que el CFP, la interfaz óptica presenta distintas soluciones físicas si se realiza en una interfaz monomodo ó multimodo como resultado del tipo de fibra a utilizar:
  - Monomodo:
    - la interfaz se desarrolla con un multi channel de 4 canales de 25Gb/s en distintas frecuencia preestablecidas en una misma fibra.
  - Multimodo:
    - Transporte de 4 señales de 25Gb/s en 4 fibras distintas
    - Transporte de 10 señales de 10Gb/s en 10 fibras distintas.

# Módulo Transceptor óptico – QSFP28

- Se muestran a continuación en escala, la relación de factor de forma entre las variantes CFP y QSFP28



100G CFP -

100G CFP2 -

100G CFP4 -

100G QSFP28 |

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

SECRETARÍA TÉCNICA



Instituto Profesional de  
Estudios e Investigación

**DOTCOM**  
FORMACIÓN



# ***Fin Lección N° 2***

Ing. Daniel Torradella  
Formacion.dotcom@gmail.com