CABLEADO ESTRUCTURADO

CONSIDERACIONES SOBRE FIBRA AL MIGRAR A 100G

EL PASADO HASTA 10G

«Antes las cosas eran más sencillas». ¿Cuántas veces hemos escuchado esto? Pero para aplicaciones de fibra esto es especialmente cierto. Hasta Ethernet de 10Gbps, solo se tenía que usar cualquier enlace dúplex y la aplicación trabajaría hasta la distancia especificada. ST, SC, LC o cualquiera de los conectores más exóticos funcionaría.
A continuación se muestra la tabla de soluciones de 1Gbps y 10Gbps en multimodo y monomodo.

Dúplex	OM3	OM4	OM5	OS1a	OS2
1Gbps	550m	550m	550m	2km	5km
10Gbps	300m	400m	400m	2km	10km

Los sistemas de fibra multimodo son más económicos porque los transceptores, usando una fuente de luz VCSEL (*Vertical Cavity Surface Emitting Light*), son significativamente menos costosos que los transceptores monomodo que utilizan láser. Y aunque el propio cable es menos costoso en monomodo, la suma del cable y la electrónica sigue estando a favor del multimodo. De ahí la amplia adopción de soluciones multimodo para distancias más cortas.

Y LUEGO VINO 40G

Esa gran invención llamada VCSEL trajo una solución multimodo 10G asequible hace unos 20 años, pero tiene una debilidad: la tasa de transmisión de datos limitada. Los datos en una fibra se envían generalmente como "luz" o "no luz". Piense en esto como encender y apagar una luz, solo que realmente rápido. Mientras su lámpara de luz común puede necesitar un par de segundos para hacer el cambio, un VCSEL lo hace significativamente más rápido, pero aún con un retardo. Ese retardo es el límite de la tasa de transmisión de datos que se puede enviar.

Cuando apareció Ethernet de 40G en el 2010, ese VCSEL no pudo "parpadear" lo suficientemente rápido para tal tasa de transmisión de datos. Entonces, la única solución posible era enviar 4 señales de 10G en paralelo. Sabiendo que una señal requiere 2 fibras (1 de envío y 1 de recepción), significa que 40G requiere 8 fibras. De ahí la necesidad de otro conector con múltiples fibras . Esto trajo el éxito del MPO, un conector de 12 fibras existente. A continuación se muestran ejemplos de conectores LC y MPO.

Luego apareció 100G, usando diez señales 10G y, por lo tanto, 20 fibras, lo que condujo a la creación de una versión de 24 núcleos del MPO.

Durante este tiempo, el monomodo ya era capaz de conseguir tasas de transmisión de datos mucho mayores gracias a una tecnología llamada WDM, o multiplexación por división de longitud de onda. Ésta simplemente envía múltiples señales en las mismas fibras, pero usando diferentes longitudes de onda, o colores. Puede ser costoso, pero ciertamente justificado para grandes distancias donde la necesidad de más fibras habría sido mucho más cara.

25 Y 50G

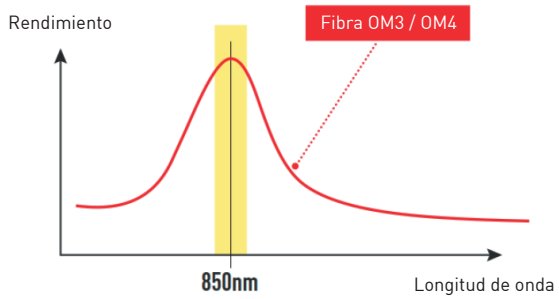
Las tecnologías evolucionan y los VCSELS fueron capaces de transmitir a 25Gbps en el 2017 y luego a 50Gbps en el 2018 usando una modulación PAM4. En términos simples, en lugar de tener solo Encendido/Apagado, también se tenían 2 niveles extra de luz parcial, para un total de 4 niveles, duplicando la cantidad de información enviada con cada "parpadeo". Esto luego permitió, en multimodo, tasas de transmisión de datos de 100, 200 y 400Gbps usando 4, 8 y 16 fibras pero para distancias mucho más cortas que el 10G anterior, que podía alcanzar 400m. La razón es que estas soluciones fueron optimizadas para cortas distancias de conexiones de servidores en centros de datos: La potencia de la luz fue reducida para optimizar el costo y, por lo tanto, limitando el alcance. A continuación se muestra una tabla de distancias alcanzadas por tasa de dar (sin WDM).

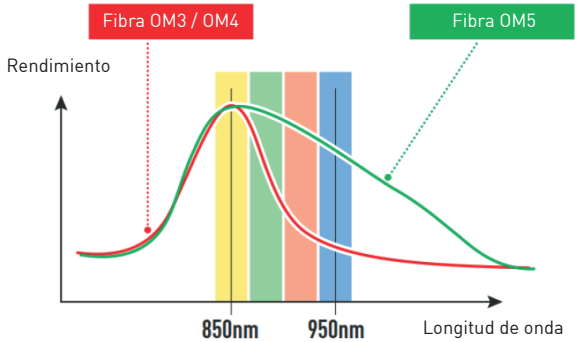
	Fibras	OM3	OM4
25Gbps	2	70m	100m
50Gbps	2	70m	100m
100Gbps	4	70m	100m
200Gbps	8	70m	100m
400Gbps	16	70m	100m

Monomodo, nuevamente, podía ofrecer las mismas tasas de transmisión de datos para distancias mucho mayores usando WDM y nuevamente por un costo significativamente mayor. Pero esto dejó un vacío en las soluciones: O bien alcances muy cortos en multimodo usando conectores MPO, o monomodo muy costoso para todo lo demás.

OM5

Se encontró una primera solución usando la tecnología WDM en multimodo para usar solo 2 fibras. El tema es que las fibras OM3 y OM4 están optimizadas para 850nm, mientras que WDM requiere enviar 4 señales entre 850 y 950nm. Esto condujo al desarrollo de la fibra OM5, que ofrece el mismo rendimiento que la OM4, pero con capacidades adicionales con longitudes de onda mayores.





En la actualidad, existen aplicaciones de hasta 100Gbps para enlaces dúplex usando WDM en multimodo y, por lo tanto, optimizadas en fibras OM5. Estas ya se utilizan también combinadas con óptica paralela para proporcionar hasta 400Gbps en 8 fibras. Mañana, como las tecnologías evolucionan, OM5 seguirá permitiendo tasas de transmisión de datos para distancias más largas que OM4 gracias a WDM.

LA SOLUCIÓN BASE-DR

Si bien OM5 permite altas tasas de transmisión de datos hasta 150m, todavía no cubre una necesidad del mercado de una solución razonablemente económica que alcance los 500m. Aquí es donde aparece el Base-DR. Esta es una familia de aplicaciones recientes para monomodo, que permite hasta 400Gbps, pero con un costo mucho menor que los transceptores diseñados para largas distancias. Los requerimientos impusieron 2 restricciones:

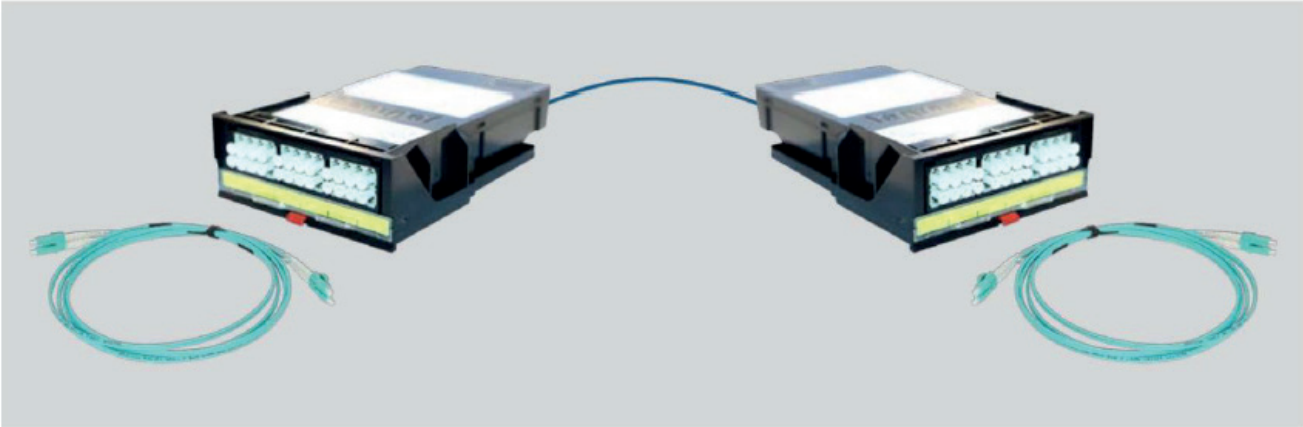
- Menor potencia de señal para alcanzar solo 500m, lo que significa menores presupuestos de pérdidas de inserción en el cableado. Esto significa que se necesitan conectores de mejor rendimiento.
- Imposibilidad de usar WDM por su complejidad y, por lo tanto, la adopción de óptica paralela.

Las aplicaciones Base DR permiten 100G, 200G y 400Gbps hasta 500m, usando de 2 a 8 fibras. Esta es la primera vez que se utiliza la óptica paralela (más de 2 fibras) para monomodo. Y el resultado es precio extremadamente competitivo, muy cercano a las opciones multimodo, pero para distancias mayores.

EL MODO BREAKOUT

Si bien la óptica paralela condujo a la adopción del MPO en el cableado estructurado, el conector se usó también por otras razones: permitió la creación de troncales pre terminadas, que luego podían conectarse en cassettes separando las fibras a conectores tradicionales LC de una fibra. Esto proporcionó una solución plug and play para señales dúplex, muy necesaria en centros de datos.

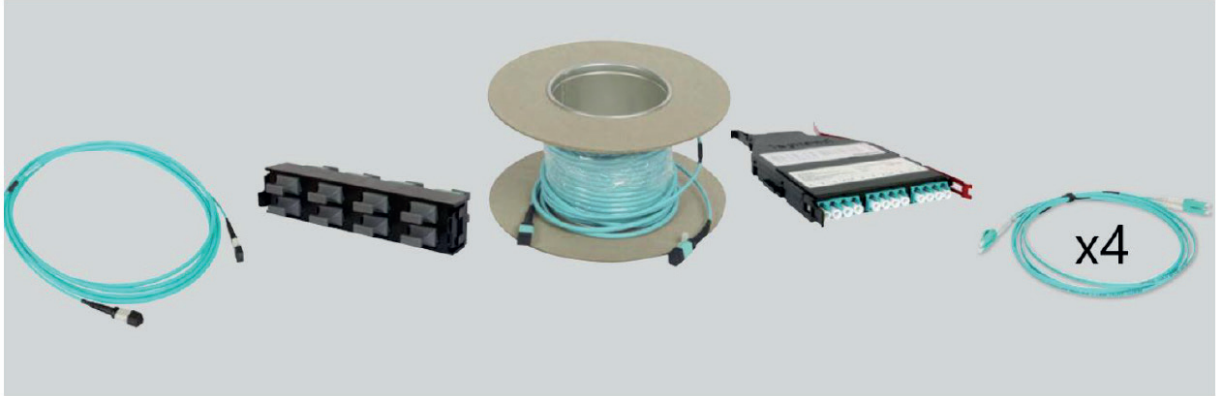
A continuación se muestra el diagrama de una conexión dúplex tradicional que utiliza conectores LC en cassettes de empalme:



A continuación se muestra el diagrama de una aplicación de óptica paralela conectada a través de troncales y cordones MPO:

Y usando la tecnología MPO con cassettes condujo al siguiente diagrama de troncales MPO con cassettes para aplicaciones dúplex con conectores LC:

Pero entonces, ¿por qué no usar esta tecnología de cassette para usar menos puertos en un switch?. Si tenemos 4 dispositivos, cada uno conectando a 25Gbps a través de una conexión LC dúplex, ¿por qué no usar un cassette para cambiar a un conector MPO y conectarse a un puerto 100G en un switch usando 8 fibras? Este es el modo breakout . Está representado en el siguiente diagrama:



Tiene los siguientes beneficios:
• Se necesitan menos puertos en el switch
• Posibilidad de usar menos switches en una arquitectura reemplazando los switches de borde con cassettes pasivos.

El modo breakout está disponible con la mayoría de aplicaciones usando el conector MPO y Todas las aplicaciones nuevas de este tipo están diseñadas para el modo breakout. Por ejemplo, 400GBase DR4 se divide en 4x 100GBase DR.

ENTONCES, ¿QUÉ SIGUE?

Los próximos pasos lógicos en tasas de transmisión de datos son 100Gbps en enlaces dúplex, multimodo y monomodo y el uso de este rendimiento para crear 400Gbps a 1.6Tbps usando óptica paralela o WDM. El IEEE está trabajando actualmente en lo siguiente:
• 100Gbps, 200Gbps, 400Gbps, 800Gbps en multimodo usando 2 a 16 fibras.
• 800Gbps en monomodo usando 1 a 16 fibras.

A continuación se muestra un resumen de las aplicaciones actuales (en negro) y futuras (en rojo) en función del tipo y número de fibras:

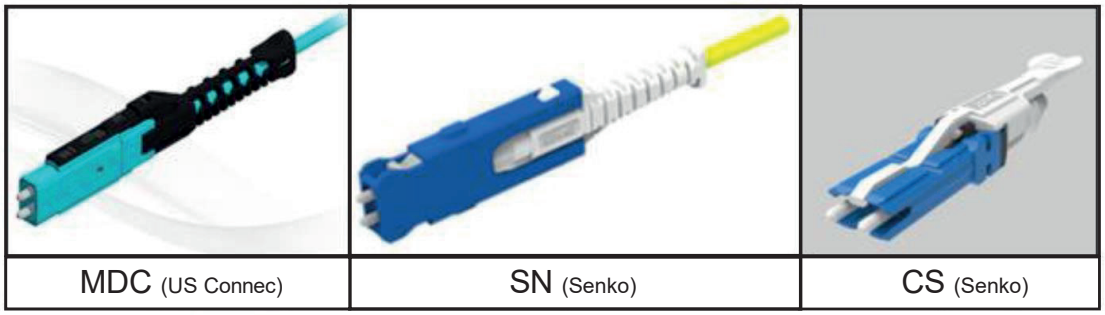
Dúplex	OM3	OM4	OM5	OS1a	OS2
2-núcleos	1Gbps : 550m 10Gbps : 300m 25 Gbps : 70m 50Gbps : 70m	1Gbps : 550m 10Gbps : 400m 25Gbps : 100m 50Gbps : 100m 100Gbps : 100m	1Gbps : 550m 10Gbps : 400m 25Gbps : 100m 50Gbps : 100m 100Gbps : 100m	1Gbps a 400Gbps : 2km	1Gbps :5km 10Gbps a 400Gbps : 10km
4-núcleos	100Gbps : 70m	100Gbps : 100m 200Gbps : 100m	100Gbps : 100m 200Gbps : 100m	100Gbps : 500m	100Gbps : 500m
8-núcleos	40Gbps : 100m 100Gbps : 70m 200Gbps : 70m 400Gbps : 100m	40Gbps : 150m 100Gbps : 100m 200Gbps : 100m 400Gbps : 100m	40Gbps : 150m 100Gbps : 100m 200Gbps : 100m 400Gbps : 150m	200Gbps : 500m 400Gbps : 500m 800Gbps : 500m	200Gbps : 500m 400Gbps : 500m 800Gbps : 2km
16-núcleos	400Gbps : 100m 800Gbps : 70m	400Gbps : 100m 800Gbps : 100m	400Gbps : 100m 800Gbps : 100m	800Gbps : 100m 1.6Tbps : 500m	800Gbps : 2km 1.6Tbps : 2km

Ya estamos viendo algunas tendencias que tendrán un impacto significativo en los productos de cableado estructurado necesarios en el futuro:

• Se están reduciendo los presupuestos ópticos para optimizar el costo de los equipos activos. Esto impone presupuestos de pérdida de inserción más estrictos en los conectores de fibra y conduce a la necesidad de componentes con un mejor rendimiento.
• Las aplicaciones paralelas están basadas mayormente en 4 y 8 fibras, pero nunca en 12 o 24 para las que fue diseñado el MPO. Esto impone fibras desperdiciadas o arneses complejos para usar todas las fibras.
• El conector MPO ha sido un gran éxito, pero tiene un rendimiento extremadamente limitado que no se puede mejorar debido al diseño de los componentes. No puede alcanzar la pérdida ultra baja de los conectores LC tradicionales y, por lo tanto, puede necesitar un sucesor.
• El modo breakout es cada vez más común gracias a los importantes ahorros que proporciona, esto tendrá implicaciones en los diseños.
• Los cassettes usados para breakout sufren doble penalización de pérdida de inserción ya que tienen 2 conectores: un MPO en la parte trasera y LC en la parte delantera. Esto tiene un impacto negativo significativo en el presupuesto del canal y es posible que se necesiten soluciones alternativas.
• Los conectores LC tienen un gran rendimiento y son extremadamente pequeños, pero no lo suficientemente pequeños. Debido a que siempre necesitamos una mayor densidad, necesitarán un sucesor.

Ya hay tres contendientes disponibles para reemplazar al LC:

- El CS, que permite mejoras de tamaño sobre el LC
- El SN es incluso más pequeño que el CS y permite su uso para el modo breakout
- El MDC, aún más pequeño y que también permite el breakout así como la simple inversión de polaridad en campo.



Y debido a que tanto SN como MDC permiten el modo breakout , esto significa que el MPO ya no es el único conector que brinda este servicio y ahora está listo para ser reemplazado con soluciones de mejor rendimiento. El ejemplo que se muestra divide un enlace troncal de 8 fibras en cuatro conectores MDC. Esto proporciona una densidad muy alta con posibilidades de breakout y una conversión con una sola conexión en lugar de 2 con los cassettes.

Podemos esperar algunos cambios significativos en nuestros componentes y arquitecturas de fibra en un futuro cercano. Mantenga los ojos abiertos para no perderse de nada.

Gautier Humbert
Coordinador de Normas
Infraestructura Digital

Legrand Perú
Av. Jose Pardo 819, Miraflores - Lima
Telf: +51 1 613 1800 / +51 1 446 9402
WhatsApp: +51 923 490 545
www.legrand.com.pe

Legrand es el especialista mundial en infraestructuras eléctricas y digitales para edificios. Su oferta integral de soluciones para los mercados comercial, industrial y residencial lo convierte en un referente para clientes a nivel mundial. El Grupo aprovecha las tendencias tecnológicas y sociales con impactos duraderos en los edificios con el propósito de mejorar la vida mediante la transformación de los espacios donde las personas viven, trabajan y se reúnen con infraestructuras eléctricas, digitales y soluciones conectadas que son simples, innovadoras y sostenibles.