

Beneficios del uso de fibra óptica OM5

Introducción

La fibra óptica multimodo "laser optimized", comúnmente conocida como OM3 y OM4, permite el uso de electrónica de bajo coste, haciendo que el coste total del sistema sea inferior a un sistema monomodo. Los sistemas multimodo están disponibles para aplicaciones ya reconocidas por los organismos de estandarización y otros en desarrollo o no definidos por los estándares de la industria.

La fibra óptica multimodo ha sido inicialmente diseñada para aplicaciones en el centro de datos y, debido a la relación entre velocidad, distancia soportada y coste, las soluciones MMF (fibra multimodo) se han optimizado para distancias cortas, pudiendo llegar a los 1100m a velocidades Gigabit Ethernet, 550m a velocidades de 10Gigabits Ethernet y hasta 150 metros a velocidades de 40G y 100Gigabit Ethernet.

Los avances en la tecnología han hecho que ahora sea posible la transmisión de 40G y 100G hasta 300 metros, a través de la aplicación indicada por el sufijo "-eSR4" (extended short reach using 4 parallel fibers in each direction); aunque esto no es un estándar oficial, -eSR4 permite extender las distancias comúnmente alcanzadas por las aplicaciones que se ejecutan en primera ventana con fibra óptica multimodo.

Las tecnologías actuales para MMF OM3 y OM4 para alcanzar velocidades de 40G y 100G se basan en la óptica paralela y la conectividad tipo MPO/MTP, siendo la velocidad máxima alcanzable por cada par de fibras de 25G, de esta forma las aplicaciones de 4 canales ópticos paralelos pueden llegar a 40G mediante la agregación de 4 canales de 10G o de 100G mediante la agregación de 4 canales de 25G.

Los recientes progresos en las tecnologías que afectan a los sistemas de transmisión óptica han conducido al desarrollo de la fibra multimodo de banda ancha (WBMMF), nombrada por ISO/IEC como OM5 en octubre de 2016. La fibra óptica OM5 permite optimizar la transmisión mediante Short Wavelength Division Multiplexing (SWDM), logrando transmitir 40G y 100G utilizando solo dos fibras multimodo OM5 (transmisión serie, una fibra en cada dirección). Con SWDM4 es posible transmitir la señal en cuatro longitudes de onda diferentes, cada una de las cuales tiene un cuarto de los datos agregados a través de una sola fibra, lo que reduce la cantidad total de fibras utilizadas en un factor de cuatro.

SWDM4 es la apuesta de futuro de los principales fabricantes de interfaces ópticos sobre fibra óptica multimodo: Finisar (<https://www.finisar.com/>) y Lumentum (<https://www.lumentum.com/>) demostraron su interoperabilidad durante el evento ECOC (<http://www.ecocexhibition.com/>) en el mes de setiembre de 2016 para la aplicación 100G-SWDM4, mientras tanto Finisar ha comenzado la primera producción y distribución de las interfaces de 40G-SWDM4.

Utilizando fibra OM5, la aplicación 40G-SWDM4 puede alcanzar hasta 400 metros, lo que la convierte en un sistema muy interesante para las troncales de grandes edificios y pequeños campus, así como enlaces de alta velocidad en entornos de Centros de Datos.

La fibra OM5 soporta 100G-SWDM4 hasta por lo menos 150 metros. También se contempla la posibilidad que ofrece la tecnología para transmitir 50G en una sola longitud de onda lo que permitiría extender la solución SWDM4 hasta los 200G en los próximos dos o tres años. Sobre esta base, el uso de fibras OM5 en sistemas con transmisión en paralelo de cuatro pares de fibras (8 fibras), daría lugar a una capacidad total del sistema de 800G. Esto surge en comparación con la necesidad de utilizar 16 pares de fibras para soportar la aplicación emergente 400GBASE-SR16.

En la actualidad hay productores que afirman que las variantes propietarias de OM4 (el llamado OM4+) son aproximadamente equivalentes a OM5 para soportar tecnologías como BiDi y SWDM4. Argumentan que OM4+ puede soportar aplicaciones existentes de 850 nm en distancias más largas que OM4 u OM5. Estas afirmaciones se basan en un ancho de banda modal efectivo calculado, supuestamente más alto (EMBc) o en los supuestos efectos de la compensación de la dispersión cromática.

En apariencia, tales afirmaciones pueden sugerir que OM4+ es igual o, en algunos casos, superior a OM5. Sin embargo, ese análisis se basa en mediciones no estándar y declaraciones de prestaciones. Una comparación precisa de las dos

tecnologías puede ser difícil y confusa.

Este documento analizará las diferencias de prestaciones establecidas entre OM4, OM4+ y OM5 y evaluará las declaraciones de prestaciones. Específicamente, consideraremos el diseño de transmisión óptica, la interferencia entre símbolos y el concepto de compensación de dispersión cromática, ya que se relacionan con el soporte de mayores velocidades de datos en aplicaciones de Centros de Datos.

Especificaciones ópticas OM4 / OM4+ / OM5

Durante los últimos 30 años más o menos, la evolución del cableado de fibra óptica multimodo para el Centro de Datos ha seguido un proceso bastante metódico. Las organizaciones de estándares, con representación de expertos en diseño y fabricación, desarrollan el diseño inicial del producto y la prueba de concepto, y finalmente elaboran y adoptan estándares industriales que definen sistemas interoperables. Alternativamente, un grupo de fabricantes puede trabajar para definir acuerdos propietarios de múltiples fuentes (MSA) que establezcan requisitos de prestaciones y distancias admitidas para componentes específicos, como los transceptores ópticos.

Para garantizar que los operadores de los Centros de Datos y los fabricantes de componentes funcionen a partir del mismo conjunto de especificaciones y definiciones de prestaciones de fibra aceptadas por la industria, el proceso de verificación de la estandarización es muy beneficioso. Los transceptores ópticos están diseñados y especificados para funcionar con varias fibras ópticas estandarizadas. Cuando se siguen estos estándares, los operadores del Centro de Datos pueden estar seguros de que la aplicación funcionará como se espera. Como tecnología propietaria, OM4+ no puede proporcionar dicha garantía porque sus especificaciones no son reconocidas por ningún organismo de estándares de aplicaciones como IEEE 802.3 para Ethernet e INCITS/T11 para Fiber Channel. Como resultado, OM4+ no cuenta con el mismo respaldo de los proveedores de equipos activos que OM5 estandarizado.

Por el contrario, OM5 ha ganado reconocimiento en estándares emergentes para Ethernet a 50 Gbps, 100 Gbps, 200 Gbps y 400 Gbps, y el emergente 64G Fiber Channel. En la Tabla 1 se muestra una comparación de las métricas de prestaciones clave. Observe las métricas de OM5 a 953 nm que no están especificadas para OM4.

Parámetro	OM4	OM5
Ancho de banda modal efectivo a 850 nm, min (MHz*km)	4700	4700
Ancho de banda modal efectivo a 953 nm, min (MHz*km)	No especificado	2470
Dispersión cromática a 840 nm, max (ps/nm*km)	108.4	103
Dispersión cromática a 953 nm, max (ps/nm*km)	65	61.7
Atenuación a 953 nm por 568.3-D, max (dB/km)	Not specified	2.3

Tabla 1: Comparación de las métricas clave de prestaciones entre OM4 y OM5

Quizás una medida más significativa al comparar OM4, OM4+ y OM5 es la capacidad de admitir aplicaciones que involucren múltiples longitudes de onda. Aquí, OM5, que fue diseñado para soportar un alcance más largo para aplicaciones de múltiples longitudes de onda, tiene una ventaja importante y categórica. Como se ven en la Tabla 2, OM5 proporciona un EMB mínimo de 2470 MHz/Km para 953 nm, mientras que para OM4 no ofrecen información sobre el ancho de banda de 953 nm.

A medida que los operadores del Centro de Datos continúen migrando a tecnologías de múltiples longitudes de onda de mayor ancho de banda como 40G-BiDi, 40G-SWDM4 y 100G-SWDM4, la capacidad de mantener un EMB alto para múltiples longitudes de onda crecerá más. Por ejemplo, el 100G-SWDM4 MSA admite distancias de hasta 150 metros cuando se opera sobre OM5, habiendo unas distancias meramente estimativas para OM4 ya que no especifica ancho de banda ni atenuación máxima más allá de 850nm, el MSA no reconoce OM4+.

Fiber type	EMB @ 850 nm	EMB @ 953 nm
OM4	4700 (MHz-Km)	Not specified
OM5	4700 (MHz-Km)	2470 (MHz-Km)
OM4+	5000 (MHz-Km)	1950 (MHz-Km)

Tabla 2: Métricas de ancho de banda claves de algunas fibras multimodo optimizadas para laser

Evolución tecnológica futura

En marzo de 2018 se formó un nuevo grupo de trabajo con el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) sobre el proyecto 802.3cm para cumplir dos nuevos objetivos multimodales para el funcionamiento de Ethernet a 400 Gb/s:

- 400GBASE-SR8 - una solución multimodo de 8 canales y 1 longitud de onda que soporta alcances de 70/100/100 m sobre OM3/4/5
- 400GBASE-SR4.2 - una solución multimodo de 4 canales y 2 longitudes de onda que soporta alcances de 150 m sobre OM5

400GBASE-SR8 es la primera interfaz de fibra IEEE que utiliza ocho canales. Su interfaz de fibra de 8 pares tendrá dos variantes. Una utilizará el MPO de 24 fibras, configurado como dos filas de 12 fibras como se muestra en la Figura 1. La segunda variante de la interfaz utilizará un MPO-16 de una sola fila como se muestra en la Figura 2.

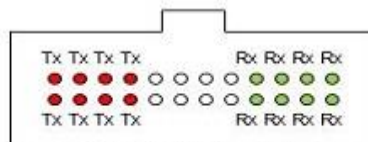


Figure 1 – 400GBASE-SR8 fiber interface variant 1

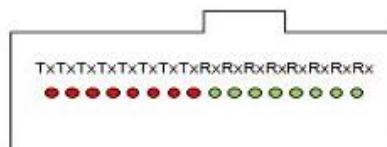


Figure 2 – 400GBASE-SR8 fiber interface variant 2

En comparación, 400GBASE-SR4.2 es la primera instancia de una solución IEEE 802.3 que emplea tanto múltiples pares de fibras como múltiples longitudes de onda. Funcionará con el mismo tipo de cableado utilizado para soportar 40GBASE-SR4, 100GBASE-SR4 y 200GBASE-SR4. También es el primer estándar Ethernet que utiliza dos longitudes de onda cortas para permitir la duplicación de la capacidad de la fibra multimodo de 50 Gb/s a 100 Gb/s por fibra. Lo hará utilizando la propagación bidireccional en cada fibra, con cada longitud de onda viajando en direcciones opuestas. Como tal, cada posición activa en el transceptor es tanto un transmisor como un receptor.

La disposición de los canales ópticos se muestra en la Figura 3. Las cuatro posiciones más a la izquierda están etiquetadas como TR porque transmiten la longitud de onda λ_1 y reciben la longitud de onda λ_2 . Por el contrario, las cuatro posiciones más a la derecha están etiquetadas como RT porque reciben la longitud de onda λ_1 y transmiten la longitud de onda λ_2 . La longitud de onda λ_1 es la tradicional nominalmente fijada a 850 nm. La segunda longitud de onda, λ_2 , está nominalmente fijada a 910 nm, y puede ser soportada a través de la fibra multimodo OM5, que fue diseñada para optimizar la multiplexación de longitudes de onda cortas

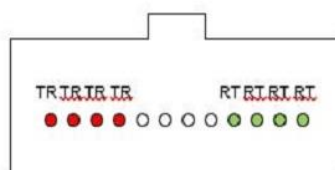


Figure 3 – 400GBASE-SR4.2 fiber interface

Las especificaciones ópticas para 400GBASE-SR4.2 están alineadas con 100G-BiDi, la solución introducida a principios de

2018 por Cisco como continuación de su solución 40G-BiDi. Como tal, se anticipa que cada par de fibra de la interfaz paralela de 400GBASE-SR4.2 puede romperse para conectarse a los puertos 100G-BiDi siempre que los códigos de corrección de errores de avance sean los mismos.

400GBASE-SR4.2 se une a otros cuatro tipos de transceptores existentes que también usan multiplexación de longitud de onda corta. Dos de ellos son las soluciones BiDi ya mencionadas. Dos más son los acuerdos multifuente 40G-SWDM4 y 100G-SWDM4 (MSAs) que emplean cuatro longitudes de onda. Todos ellos soportados sobre OM5, debido a la optimización de SWDM de OM5 que asegura esencialmente un rendimiento igual para todas las longitudes de onda de 850 nm a 953 nm.

La multiplexación por división de longitudes de onda ha sido durante mucho tiempo un elemento básico de la transmisión monomodal, que continúa hasta hoy. Ahora el uso de la multiplexación por longitud de onda corta se ha convertido en una adición importante para añadir capacidad a la fibra multimodo que se está empleando para reducir el número de pares de fibras. Y mientras que el uso de dos longitudes de onda pronto servirá para reducir el número de pares a la mitad entre 400GBASE-SR8 y 400GBASE-SR4.2, el uso de dos longitudes de onda más abre posibilidades para el funcionamiento de un solo par a 200 Gb/s y para el funcionamiento de cuatro pares a 800 Gb/s, todo ello sin necesidad de aumentar la velocidad de las vías o reducir el alcance. Al igual que con las actuales soluciones multiplexadas de longitudes de onda, OM5 seguirá ofreciendo un mejor soporte a medida que se desarrolle este futuro.

Conclusiones

La fibra óptica OM5 provee significativas ventajas sobre la fibra óptica OM4 tal y como se resume a continuación:

- Mantiene el soporte de aplicaciones heredadas de OM4
- Aumenta la capacidad a > 100 Gb/s por canal de dos fibras
- Reducir el número de fibras necesarias en un factor de 4
- Da acceso a los desarrollos Ethernet multicanal: 100G-SR, 400G-SR4, 1600G-SR16
- Da acceso a los desarrollos Ethernet multicanal WDM: 40G-SWDM4, 100G-SWDM4 y 400GBASE-SR.2
- Aumenta el alcance de la fibra óptica multimodo
- Da acceso a los futuros desarrollos de 200Gb/s y 800Gb/s sin necesidad de incrementar la infraestructura.