

# TIC HOY

LA REVISTA COMERCIAL OFICIAL DE BICSI

Noviembre/Diciembre 2015

Volumen 36, Número 6

## COBRE O FIBRA ÓPTICA



**Bicsi**<sup>®</sup>

# COBRE O FIBRA ÓPTICA



**En el entorno del centro de datos, coexisten el cableado de cobre y el de fibra óptica de modo similar a la red de instalaciones; cobre en horizontales (o periféricas) que admiten conexiones de conmutador a servidor y fibra óptica en el backbone (o eje central) de más alta velocidad que admite conexiones conmutador a conmutador.**

Durante años, ninguna discusión sobre el concepto de las redes empresariales planificadas para el futuro estaba completa sin reflexionar sobre la pregunta de cuándo quedaría obsoleto el cableado de cobre. Hoy, es prácticamente imposible debatir la superioridad general de la fibra óptica frente al cableado de cobre dado que ambos tienen ventajas únicas y distintivas cuando se observan las redes como un todo; desde el dispositivo hasta el centro de datos.

Hace dos décadas, muchos promotores de la fibra óptica declararon que el cable de par trenzado balanceado categoría 6 sería el límite para el cableado de cobre. Sin embargo, los avances que nos han llevado desde entonces a las categorías 6A y 7<sub>A</sub> (y pronto nos traerán la categoría 8), han hecho más que simplemente demostrar que esa mentalidad estaba errada. De hecho, han pavimentado el camino para que el cableado de cobre siga siendo el medio de facto al dispositivo del escritorio y del edificio durante décadas por venir. Además los avances que ocurren ahora con la tecnología de cableado de cobre dentro de las entidades normativas consolidarán la posición a largo plazo del cableado de cobre de par trenzado balanceado a la vanguardia de los centros de datos compatibles con conexiones conmutador a servidor.

No obstante, es probable que el cableado de fibra óptica siga siendo la norma para las aplicaciones que consumen mucho ancho de banda como el cableado de backbone, la red central de los centros de datos y la comunicación de plantas externas. Las nuevas tecnologías y normas de fibra óptica están haciendo más fácil, económico y menos complejo que nunca desplegar enlaces de alta velocidad en estas áreas donde hay necesidad de mover grandes cantidades de datos rápida y eficientemente a través de largas distancias. La fibra óptica también está encontrando un nuevo lugar en algunos entornos de instalaciones donde tiene sentido instalar redes ópticas pasivas.

La Ethernet Alliance pronostica que Ethernet podría tener hasta seis nuevas velocidades en los próximos cinco años, 12 nuevas velocidades en el año 2020 y velocidades de más de un terabit por segundo (Tb/s) pasado 2020. Dado que está ocurriendo una revolución tecnológica tan drástica de la fibra óptica y el cobre (vea la Figura 1 en la página 8), hay necesidad de entender los beneficios que puede ofrecer cada tipo de medio en entornos de centros de datos, campus



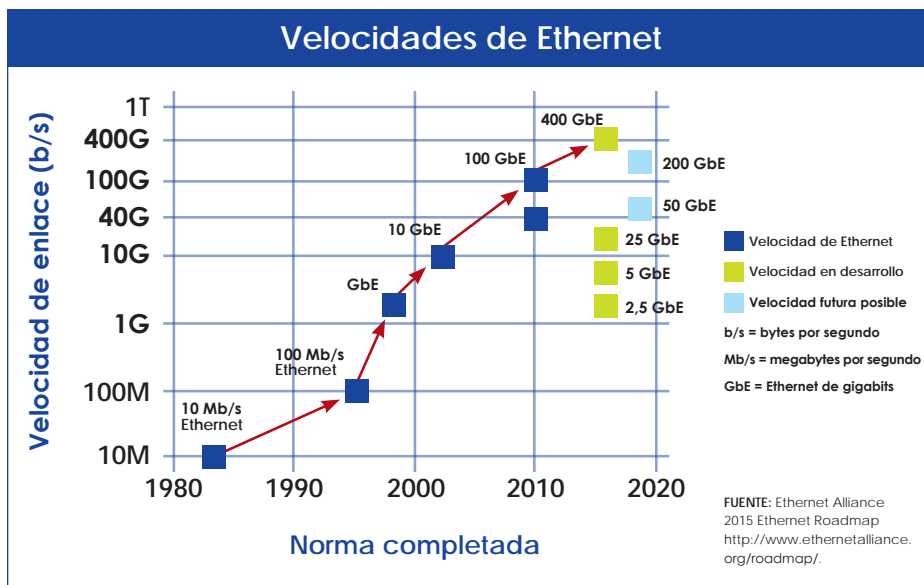


FIGURA 1: Compuesto de fibra óptica multimodo y monomodo, de par trenzado balanceado pasado, presente y futuro, además de velocidades Ethernet twinaxial de conexión directa.

e instalaciones (es decir todo cableado en edificios excluido el centro de datos). Este artículo examinará los diferenciadores de rendimiento entre medios, consideraciones clave para seleccionar el tipo de cable de cobre y fibra óptica y la conectividad, además de algunas de las normas en desarrollo que seguirán afectando la selección de medios.

## El cobre representa la potencia en las instalaciones

En aplicaciones dentro de instalaciones, comúnmente se despliega el cableado de fibra óptica para la infraestructura de backbone donde a menudo se requieren distancias más largas que las admitidas por el cableado de cobre. A medida que aumentan las velocidades de dispositivos y la producción de datos del área y del edificio, un backbone de fibra óptica también ofrece la capacidad de ancho de banda creciente que se requiere para agrupar, planificar el futuro y transmitir cantidades crecientes

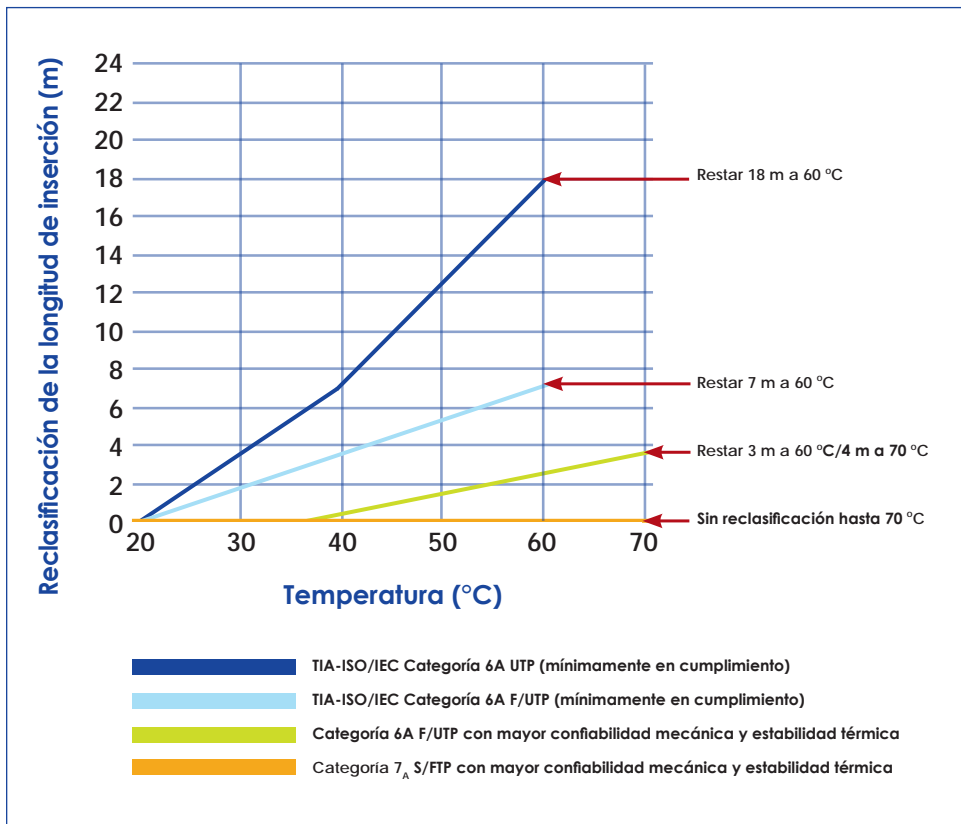
de datos a una velocidad más rápida.

Desde la sala de telecomunicaciones (TR) al dispositivo (es decir, cableado horizontal de las instalaciones), el cobre de par trenzado balanceado sigue siendo un medio de cableado primario debido a su bajo costo, la disponibilidad de equipo, facilidad de instalar y flexibilidad, además de la popularidad de la interfaz de red RJ45. Las velocidades requeridas para el cableado horizontal en instalaciones también ha permanecido dentro de las capacidades del cobre con necesidad limitada de velocidades mayores de 10 gigabits por segundo (Gb/s) al escritorio o al dispositivo del edificio. Sin embargo, existe otra razón por la cual se prefiere el cableado de cobre en este entorno: la potencia.

En menos de una década, la tecnología de alimentación remota ha revolucionado el aspecto y la sensación del mundo de la tecnología de información y comunicaciones (TIC). A diferencia de la fibra óptica, el cableado de cobre de par trenzado balanceado tiene la

capacidad de brindar alimentación de corriente continua (cc) a dispositivos habilitados con protocolo Internet (IP) como cámaras de vigilancia, puntos de acceso inalámbrico (wireless access points, WAP), luces LED, lectores de identificación de radiofrecuencia (radio frequency identification, RFID), pantallas digitales, teléfonos IP y una lista cada vez más larga de nuevos dispositivos. La popularidad de esta tecnología es impresionante; se envían cada año más de 100 millones de puertos habilitados con alimentación a través de Ethernet (power over Ethernet, PoE). Además de Ethernet, está creciendo drásticamente la presencia de HDBaseT admitida por cableado de cobre desplegado en el mercado AV profesional mundial y se pronostica que superará 21 millones de puertos el próximo año. Asimismo, la tecnología publicada de alimentación a través de HDBaseT (power over HDBaseT, PoH) puede habilitar cualquier televisión que cumpla con Energy Star™ 6.1 (comúnmente hasta 60 pulgadas inclusive) que consume menos de 100 vatios (W), abriendo de par en par las puertas para oportunidades AV avanzadas admitidas por las redes en las instalaciones.

También siguen avanzando las aplicaciones de alimentación remota. El Grupo de trabajo de Alimentación DTE a través de 4 pares de la IEEE P802.3bt está desarrollando actualmente normas para utilizar los cuatro pares en un cable de cobre de par trenzado para brindar mayores niveles de alimentación remota que lo disponible anteriormente en tecnologías existentes de PoE Tipo 1 y Tipo 2 que usan solo dos pares trenzados balanceados. Estos proyectos PoE de cuatro pares aumentarán las capacidades del equipo de fuentes de alimentación existentes (power sourcing equipment, PSE) y las especificaciones de dispositivos



**FIGURA 2:** La reclasificación de longitud del cable horizontal cable frente a la temperatura para velocidades de aplicación hasta 10GBASE-T demuestra que los cables blindados de categoría 6A y 7<sub>A</sub> con mejor confiabilidad mecánica y estabilidad térmica requieren menos reducción de longitud para satisfacer los requisitos de pérdida de inserción.

alimentados (powered device, PD) con requisitos Tipo 3 ( $\leq 60$  W en el PSE) y Tipo 4 ( $\leq 100$  W en el PSE).

Aunque el cobre comúnmente le gana a la fibra óptica en aplicaciones de cableado de instalaciones horizontales debido a sus capacidades de alimentación remota, hay otros factores que considerar. La alimentación remota produce aumento de temperatura en los atados de cables y el potencial de arcos eléctricos que pueden dañar los contactos de conectores. En ambientes extremos, el aumento de temperatura y los arcos de contacto pueden causar un daño irreversible a cables y conectores. El borrador más reciente de TSB-184-A, *Guidelines for Supporting Power Delivery Over Balanced Twisted-Pair Cabling*, recomienda elegir

hardware conector que tenga el rendimiento exigido para conectar y desconectar bajo los niveles pertinentes de alimentación eléctrica e identifica a IEC 6051299001 como ejemplo de calendario de pruebas de rendimiento. Elegir sistemas de cableado de mayor calidad y blindado especialmente calificado categoría 6A y categoría 7<sub>A</sub> además de hardware de conexión que sea certificado independientemente en cuanto a su cumplimiento de IEC 60512-99-001 asegura una estabilidad térmica óptima y conexiones confiables para aplicaciones de alimentación remota.

Superar la gama de temperatura operativa del cableado de cobre, especificada en -20 grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$  [4 grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ )] a  $60^{\circ}\text{C}$  ( $140^{\circ}\text{F}$ ) por TIA e ISO/IEC, también puede tener un efecto

irreversible en el rendimiento de transmisión. Dado que el despliegue de ciertas aplicaciones de alimentación remota puede causar un aumento de temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  ( $50^{\circ}\text{F}$ ) o más dentro de cables en atados, la regla general típica es no instalar cables en entornos sobre  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ). Esta restricción puede ser problemática en regiones como el suroeste estadounidense, el Medio Oriente y las áreas del norte de Australia donde las temperaturas dentro de espacios cerrados en cielos rasos, cámaras y tubos de cable vertical pueden superar fácilmente estas temperaturas. Los diseñadores pueden superar este obstáculo usando cables blindados de mayor calidad categoría 6A y 7<sub>A</sub> calificados para confiabilidad mecánica hasta  $75^{\circ}\text{C}$  ( $167^{\circ}\text{F}$ ).

Es importante tener presente la cantidad de acumulación de calor dentro del atado de cables debido a la alimentación remota porque la pérdida de inserción de cable (es decir la atenuación de señal) es directamente proporcional a la temperatura; la pérdida de inserción aumenta a medida que sube la temperatura. Por consiguiente, tanto la TIA como ISO/IEC especifican un factor de reclasificación por pérdida de inserción para usar al determinar la longitud máxima de canal a temperaturas sobre  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ ). La dependencia de la temperatura es diferente para cables con o sin blindaje; de hecho, el coeficiente de reclasificación para el cable sin blindaje es realmente tres veces mayor que el cable blindado sobre  $40^{\circ}\text{C}$  ( $104^{\circ}\text{F}$ ).<sup>1</sup>

Tal como se muestra en la Figura 2, a 60 °C (140 °F), la reducción de longitud especificada por las normas para cables horizontales de par trenzado sin blindaje (unshielded twisted-pair, UTP) categoría 6A es de 18 metros (m [60 pies]). En este caso, la longitud máxima de enlace permanente debe reducirse de 90 m (295 pies) a 72 m (236 pies) para compensar por la pérdida de inserción mayor debido a la temperatura. Para cables horizontales categoría 6A F/UTP mínimamente en cumplimiento, la reducción de longitud es solo de 7 m (23 pies) a 60 °C (140 °F). En términos simples, el rendimiento superior inherente del cableado blindado a temperaturas elevadas se traduce en menor necesidad de reducción en la longitud general de canal a temperaturas mayores de 20°C (68°F).

Además, los cables diseñados específicamente para tener una confiabilidad mecánica superior y rendimiento de pérdida de inserción estable pueden admitir longitudes de canal mayores que las especificadas por las normas a temperaturas elevadas. Por ejemplo, algunos cables categoría 7A totalmente blindados para confiabilidad mecánica hasta 75 °C (167 °F) no requieren reclasificación de ninguna longitud para admitir corrientes de alimentación remota hasta 600 miliamperios (mA) aplicadas a los cuatro pares en entornos hasta 70 °C (150°F). La flexibilidad para admitir longitudes de canal más largas aporta a los diseñadores la oportunidad de alcanzar el mayor número de dispositivos de PoE en entornos de instalaciones. Ahora que se vislumbra en el horizonte la mayor potencia emergente de PoE Tipo 3 y Tipo 4 de cuatro pares, la capacidad del cableado para admitir de manera

confiable la alimentación remota pasará a ser más crucial.

Además, todavía pueden hallarse múltiples aplicaciones de bajo recuento de pares, de baja velocidad, en muchos entornos densos de instalaciones, tales como los que respaldan centros de llamadas, aplicaciones de automatización e industriales, donde resulta prohibitivo el costo de brindar una red de fibra óptica. Aunque estos sistemas no requieren cableado de ancho de banda alto, muchos de los cables categoría 7<sub>A</sub> y ofertas de conectores de la actualidad pueden admitir múltiples aplicaciones de 1 y 2 pares, de baja velocidad y alta densidad mediante un cable de 4 pares. Esta estrategia aprobada por las normas se denomina compartir cables y puede liberar valioso espacio de vías, reducir el número de cables y pares sin usar, aportar ahorro de costos, además de que puede aprovecharse junto con otras prácticas que reducen el desperdicio de material y energía para lograr créditos por rendimiento ecológico.

## La fibra óptica ofrece también beneficios en instalaciones

A pesar de que el cableado de cobre admite PoE y otras aplicaciones de alimentación remota, hay todavía algunas situaciones de redes de instalaciones horizontales que requieren aplicaciones de fibra al escritorio (fiber-to-the-desk, FTTD). Además de algunas aplicaciones y dispositivos especializados que exigen conectividad de fibra óptica, las redes altamente seguras pueden verse favorecidas con la fibra óptica gracias a que su inmunidad a cualquier interferencia electromagnética (electromagnetic interference, EMI) e interferencia

de radiofrecuencia (radio frequency interference, RFI) reduce considerablemente el riesgo de que los hackers accedan a los datos.

EL cableado de fibra óptica de las instalaciones también puede ser beneficioso en sedes históricas, grandes almacenes, hoteles u otras sedes donde no siempre es factible o asequible contar con TR para mantener la limitación de distancia de 100 m (328 pies) del cobre. Una opción que puede tener sentido en estos entornos de cableado horizontal es una red óptica pasiva (passive optical network, PON). Las PON han surgido recientemente como alternativa a las redes conmutadas de cobre, siendo capaces de distribuir voz, video y datos al escritorio mediante una fibra óptica monomodo. En una PON, pasa una fibra óptica monomodo desde un terminal de línea óptica (optical line terminal, OLT) a un divisor óptico pasivo donde se separa en múltiples fibras ópticas. Luego conecta con los terminales de red óptica (optical network terminals, ONT) en áreas de trabajo que convierten la señal óptica para transmisión mediante cableado de par trenzado de cobre. Las PON ofrecen la ventaja de distancias de transmisión que superan con creces 100 m (328 pies), así como la facilidad de desplegar y menores requisitos de espacio de conductos y vías gracias al tamaño más pequeño de un cable monomodo.

No obstante, hay otras consideraciones al desplegar las PON. Aunque estos sistemas a menudo usan conexiones directas de equipo o cableado “punto a punto” que no están en cumplimiento con las normas y pueden limitar la flexibilidad, puede mejorar la facilidad de gestión implementando conexiones cruzadas de cableado estructurado o interconexiones

<sup>1</sup>Anexo G en ANSI/TIA-568-C.2 y Tabla 21 en ISO/IEC 11801, 2da edición.

Aplicación	Distancia (m)	Pérdida máxima de canal/Pérdida de conector	Atenuación de fibra (3,0 dB/km)	Número de puntos de conexión de MTO	
				Pérdida estándar (0,4 dB)	Baja pérdida (0,2 dB)
40/100 GbE OM3 a 850 nm	100	1,9 dB/1,5 dB	0,3 dB	2	8
40/100 GbE OM4 a 850 nm	150	1,5 dB/1,0 dB	0,4 dB	2	5

**FIGURA 3:** Los conectores MPO de baja pérdida de 0,2 decibelios (dB) pueden admitir MPO considerablemente más conexiones emparejadas que los conectores MPO de pérdida estándar de 0,4 dB en canales Ethernet de fibra óptica multimodo de 40/100 Gb/s OM3 y OM4.

entre el OLT y el divisor y entre el divisor y los ONT. Esto permite que se asignen fácilmente los puertos OLT a cualquier divisor, y asignar fácilmente los puertos de divisores a cualquier ONT. Además, desplegar dos fibras ópticas monomodo a cada ONT aporta una vía de actualización que admite equipo Ethernet.

Para que una PON admita PoE, debe desplegarse un ONT actualizado en el área de trabajo. A la fecha, los ONT de PON solo admite la inyección de alimentación PoE Tipo 1 (máxima salida de 15,4 W desde la fuente de alimentación). Esto puede limitar la capacidad de admitir IEEE 802.11ac Wi-Fi emergente y otras tecnologías que requieren PoE Tipo 2 (máxima salida de 30 W desde la fuente de alimentación). Una manera de mejorar las PON y asegurar compatibilidad con aplicaciones emergentes de PoE es incluir la adición de una toma de cobre en el área de trabajo. Esto también aporta el segundo enlace permanente en el área de trabajo como topología mínima conforme a las normas de construcciones comerciales.

## Integrantes del equipo del centro de datos

En el entorno del centro de datos, coexisten el cableado de cobre y el de fibra óptica de modo similar a la red de instalaciones; cobre en horizontales (o periféricas) que admiten conexiones de conmutador a servidor y fibra óptica en el backbone (o eje central)

de más alta velocidad que admite conexiones conmutador a conmutador.

La capacidad del cableado de cobre de par trenzado balanceado para admitir velocidades de 10 Gb/s lo hace el preferido para las conexiones de conmutador a servidor en el centro de datos de hoy. Con longitudes de canal de cableado admitidas hasta 100 m (328 pies) y costos de transceptor todavía muy por debajo del de la fibra óptica, el cableado de cobre categoría 6A y mayor se adapta actualmente bien para aceptar una variedad de arquitecturas para conexiones de conmutador a servidor, como encima del bastidor, en mitad de la fila (middle of the row, MoR) y al final de la fila (end of row, EoR).

Sin embargo, ahora que las velocidades de conexión conmutador a servidor están pasando de 10 Gb/s, los grupos de desarrollo normativo de cableado de TIA e ISO/IEC ya han iniciado su labor en cuanto a cableado categoría 8 para admitir Ethernet de 40 gigabits (es decir, 40GBASE-T) mediante cableado de cobre de par trenzado balanceado. En julio 2015, el Grupo de trabajo de IEEE 802.3 Ethernet también aprobó formalmente fusionar la iniciativa para desarrollar requisitos de aplicación 25GBASE-T con el proyecto IEEE P802.3bq para desarrollar 40GBASE-T. La oportunidad para 25GBASE-T radica en la zona de alcance de 30 m (98 pies) como paso de costo optimizado en la ruta de migración

de velocidad hacia 40GBASE-T. Como 40GBASE-T, 25GBASE-T tendrá el alcance para aceptar una gama mucho más amplia de arquitecturas para facilitar todo tipo de conexiones conmutador a servidor de gabinete a gabinete y en filas.

25GBASE-T está destinada a operar mediante los mismos canales de dos conectores ISO/IEC clase I/clase II y TIA categoría 8 planificados para 40GBASE-T, es técnicamente factible, basándose en la tecnología existente y bien establecida de la tecnología 10GBASE-T que está evolucionando para admitir 40GBASE-T mediante cobre. Dado que comparte especificaciones abiertas y comunes, asegura la interoperabilidad y la retrocompatibilidad, además de ofrecer el alcance para admitir una gama amplia de arquitecturas de conmutador a servidor, 25GBASE-T encajará positivamente dentro del ecosistema exitoso de Ethernet de cobre. Es probable que el desarrollo de estas dos nuevas aplicaciones preserve el lugar del cobre en el centro de datos por varios años en el futuro.

Aunque la posición del cableado de cobre es estable en redes de instalaciones horizontales y en la periferia del centro de datos, los despliegues de centros de datos conmutador a conmutador de eje central backbone para trabajo en red y redes de área de almacenamiento (storage area networks, SAN) requieren fibra óptica. Las distancias en estos





**FIGURA 4:** Los cables de conversión de equipo 40/100 Gb/s que hacen la transición de dos conectores MTP de 12 fibras de baja pérdida desde el backbone a tres conectores MTP de 8 fibras de baja pérdida para equipo ofrecen 100 % de utilización de la fibra óptica en aplicaciones de 40 y 100 Gb/s.

entornos pueden extenderse más allá del alcance admitido por el cobre y las velocidades de transmisión aquí han evolucionado a 40 y 100 Gb/s para redes basadas en Ethernet y a 16 y 32 Gb/s para las SAN basadas en Fibre Channel. Aunque la fibra óptica es realmente la única opción en estos entornos, existen consideraciones.

Es esencial mantenerse dentro de los presupuestos de pérdida de inserción óptica para asegurar la transmisión correcta de las señales de datos entre conmutadores. La longitud y el número de conexiones dentro de un canal son factores que contribuyen a la pérdida de enlace, y las mayores velocidades tienen requisitos de pérdida más estrictos. Las arquitecturas planas de hoy, con menos niveles de conmutadores también producen longitudes más largas entre conmutadores y la necesidad de puntos de distribución o conexiones cruzadas para mantener la flexibilidad, facilitar actualizaciones y limitar el acceso a conmutadores críticos. Esto añade más conexiones y pérdida de enlaces dentro del canal.

Por lo tanto, se está tornando esencial el uso de conectores MPO de baja pérdida, especialmente calificados, desplegados para conexiones de conmutador a conmutador en el centro de datos. Estas interfaces admiten mejor las conexiones emparejadas múltiples para ofrecer flexibilidad

en una amplia gama de distancias y configuraciones manteniéndose dentro del presupuesto de pérdida. Tal como se muestra en la Figura 3, los conectores MPO de pérdida estándar con valor de pérdida de inserción típico de 0.4 decibelios (dB) solo pueden admitir dos conexiones emparejadas en un canal Ethernet de fibra óptica multimodo de 40/100 Gb/s OM4. Alternativamente, los conectores MPO de baja pérdida que ofrecen un nivel de pérdida de 0,2 dB pueden admitir cinco conexiones emparejadas.

Otra consideración en las aplicaciones backbone de centros de datos es la capacidad de migrar fácilmente a velocidades de transmisión más altas. Los componentes modulares que pueden intercambiarse para actualizar de las interfaces LC usadas para aplicaciones de 10 Gb/s a interfaces MTP usadas para aplicaciones de 40 y 100 Gb/s facilitan esta migración.

También debe considerarse maximizar la utilización de fibra óptica para aplicaciones de alta velocidad. La transmisión de 40 Gb/s se basa en ocho fibras ópticas: cuatro transmiten y cuatro reciben a 10 Gb/s cada una. Publicada como IEEE 802.3bm™ a principios de este año, la norma 100GBASE-SR4 más reciente para 100 Gb/s también usa ocho fibras ópticas: cuatro transmiten y cuatro

reciben a 25 Gb/s cada una. Dado que las MTP tienen un conector de 12 fibras pero solo requieren ocho para transmisión, el 33 % de la fibra óptica queda sin usar. Una manera ideal para que los gerentes de centros de datos aseguren un 100 % de la utilización de la fibra óptica en aplicaciones tanto de 40 como de 100 Gb/s es usar cables o módulos de conversión que efectúen la transición de dos MTP de 12 fibras desde cableado de backbone a tres MTP de 8 fibras para conectar a equipo de 40 y 100 Gb/s (Figura 4).

## Más por venir

Aunque las posiciones de cobre y fibra óptica son estables en las instalaciones y entornos de centros de datos, existen avances de tecnología emergente y normas en desarrollo que siguen afectando las opciones de los medios de cableado.

En el entorno de instalaciones, las aplicaciones Wi-Fi de la próxima generación tienen a numerosos diseñadores considerando el tipo de cableado de cobre a elegir para nuevos despliegues y actualizaciones. Las diversas implementaciones de WAP empresariales más recientes de IEEE 802.11ac™-2013 pueden operar a 1,3 Gb/s, 2,6 Gb/s, 3,5 Gb/s e incluso velocidades máximas de producción teóricamente más altas. Por lo tanto, existe la oportunidad de lograr velocidades de Ethernet optimizadas entre 1 Gb/s y 10 Gb/s para admitir conexiones de enlace ascendente de par trenzado balanceado a estos dispositivos. En respuesta, se encuentra actualmente en desarrollo la norma IEEE 802.3bz Standard for Ethernet Amendment: *Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 2.5 Gb/s and 5 Gb/s Operation* y se prevé su publicación en agosto de 2017.



Aunque se aspira a que 2.5GBASE-T opere mediante cableado existente categoría 5e y 5GBASE-T se destina a operar mediante cableado categoría 5e y cableado categoría 6, es probable que parte de la base instalada de sistemas de cableado no vaya a admitir velocidades de 2.5 Gb/s y 5 Gb/s. Se están desplegando esfuerzos por parte de TIA y ISO/IEC para abordar la calificación de cableado categoría 5e y 6, lo cual incluirá probar frecuencias ampliadas, para asegurar la compatibilidad con 2.5GBASE-T y 5GBASE-T. Para nuevos despliegues, se recomiendan dos canales categoría 6A o mayor para admitir cada nueva conexión de enlace ascendente 802.11ac WAP, aun cuando se prevea que se desplegará equipo 2.5GBASE-T o 5GBASE-T. Además, se entiende bien que se necesita PoE Tipo 2 para admitir la generación más reciente de WAP 802.11ac y PoE de cuatro pares de mayor potencia para WAP 802.11ac de la próxima generación. Esto nos retrotrae al problema de mayor aumento de temperatura dentro de los atados de cables y el hecho de que el cableado de cobre blindado avanzado tiene mejor capacidad para aceptar alimentación remota con menos reclasificación de longitud.

En el centro de datos, es probable que las normas en desarrollo antes mencionadas de 25GBASE-T y 40GBASE-T impulsen la adopción del cableado categoría 8 futuro en conexiones de conmutador a servidor en los centros de datos. En cuanto a la fibra óptica, el Grupo de trabajo de IEEE P802.3bs Ethernet de 400 Gb/s también está esforzándose por determinar especificaciones de capa física para aplicaciones de fibra de 400 Gb/s. Se aprobaron objetivos

este año y se prevé que la norma se publique a principios de 2017. Aunque todavía es temprano en el proceso de desarrollo, se espera que 400GBASE-DR4 utilice ocho fibras ópticas monomodo (cuatro que transmiten y cuatro que reciben a 100 Gb/s) para admitir 400 Gb/s a través de 500 m (1640 pies) y se prevé que 400GBASE-SR16 vaya a utilizar 32 fibras ópticas multimodo (16 que transmiten y 16 que reciben a 25 Gb/s) para admitir 400 Gb/s a través de 100 m (328 pies). También se encuentran en desarrollo las aplicaciones Ethernet de 400 Gb/s admitidas por fibra óptica monomodo para operar a través de 2 kilómetros (km [1,2 millas (mi)]) y 10 km (6,2 mi) para entornos de planta externa y campus.

Además, actualmente se lleva a cabo trabajo dentro de las entidades normativas para especificar fibra multimodo de banda ancha (wideband multimode fiber, WBMMF), la cual usa multiplexación por división de longitud de onda para admitir la transmisión de cuatro longitudes de onda mediante una fibra óptica y permite el potencial para que un cable de fibra óptica multimodo dúplex admita 100 Gb/s en vez de las ocho fibras ópticas que se utilizan hoy. Dependiendo de los resultados, estas normas tendrán un impacto futuro considerable sobre la cantidad y el tipo de fibra óptica seleccionada para conexiones backbone de conmutador a conmutador en centros de datos.

## Conclusión

A diferencia de la fibra óptica, el cobre tiene la capacidad de admitir requisitos de alimentación remota en redes de instalaciones horizontales. Además con el cableado de par

trenzado categoría 8 posicionado para admitir aplicaciones económicas 25GBASE-T y 40GBASE-T en conexiones de periferia conmutador a servidor en centros de datos, el cobre no caerá en desuso. Al mismo tiempo, la fibra óptica es el único medio de cableado que puede aceptar canales de mayor distancia de 40 y 100 Gb/s en el centro de datos, así como aplicaciones futuras de 400 Gb/s y TB/s.

Aunque existen muchas consideraciones cuando se trata de seleccionar medios; desde la capacidad de manejar adecuadamente PoE de cuatro pares emergente y admitir enlaces seguros de mayor distancia en redes de instalaciones, hasta asegurar conexiones de fibra óptica flexibles y escalables con baja pérdida en el centro de dato, tanto el cobre de par trenzado balanceado como la fibra óptica tienen su lugar en estos entornos y van a coexistir durante muchos años a futuro. En otras palabras, es hora de dejar de preguntarse cuándo va a quedar obsoleto el cableado de cobre. ◀

**BIOGRAFÍAS DE LOS AUTORES: Valerie Maguire, BSEE**, es Directora de Normas y Tecnología en Siemon. Se desempeña como nexo designado de TIA TR-42 ante IEEE 802.3, revisora de cláusulas del Grupo de trabajo P802.3bq 40GBASE/40GBASE-T y ha tenido cargos en el Comité de ingeniería de sistemas de cableado de telecomunicaciones TIA TR-42.7 y el Subcomité de cableado de cobre TIA-TR42.7.

**Betsy Conroy** es gerente de comunicaciones de mercadeo mundial en Siemon, donde es responsable de coordinar y ejecutar actividades de mercadeo, comunicaciones, relaciones públicas y contenido. Posee amplios conocimientos de las prácticas óptimas de TIC, sus aplicaciones y normas industriales, desempeñándose previamente como redactora y consultora de mercadeo en la industria durante 15 años.