

Una única infraestructura
de cableado de par trenzado
equilibrado para IoT
y conectividad M2M

Contenidos

Resumen ejecutivo.....	2
Las aplicaciones del IoT están abriendo las puertas a Ethernet de un solo par (SPE)	4
Los estándares de las aplicaciones en torno al cableado de un solo par están evolucionando rápidamente	5
Los estándares de cableado según las normas ISO en torno a un solo par	5
Los estándares de cableado según las normas TIA en torno a Ethernet de un solo par	6
Los estándares para suministro de energía eléctrica sobre un solo par trenzado también están progresando.....	7
¿Cuándo y dónde tendrá sentido el cableado de un solo par?	8
Conclusión.....	9

Resumen Ejecutivo

Los orígenes del cableado cobre de par trenzado se remontan a finales del siglo XIX, cuando Alexander Graham Bell lo utilizó por primera vez para transmitir tráfico de voz mientras intentaba superar las interferencias.

Hoy en día, el cableado de cobre de par trenzado continúa jugando un rol crucial en las comunicaciones. Mejorado de manera significativa desde el primer cable telefónico que transmitió la voz de Bell, el cableado de par trenzado es un componente predominante de las redes Ethernet, y soporta los equipos que comúnmente están disponibles con velocidades de transferencia de datos de hasta 10 Gbps. Los ingenieros también han podido aprovechar las capacidades del par trenzado equilibrado para suministrar alimentación DC (corriente continua), así como transferir datos, sobre el mismo cable.

En relación con el cableado de red, la mejor solución no siempre es la más veloz; es la solución que —de manera más efectiva— satisface los requerimientos de todas las aplicaciones. Con solo observar la gran cantidad de implementaciones del Internet de las Cosas (IoT) podremos comprender el significado de este desplazamiento y las oportunidades que está generando.

Los profesionales de IT de las empresas se enfrentan al desafío de conectar una amplia gama de sensores/dispositivos propulsores a sus redes de cableado estructurado. Muchos de esos componentes exigen una potencia de salida y una capacidad de alto ancho de banda que solamente el cableado de Ethernet de cuatro pares es capaz de soportar. Pero, para los dispositivos con mínimos requerimientos en materia de alimentación eléctrica y ancho de banda —tal como los sensores y los dispositivos propulsores utilizados para la automatización del edificio y los equipos de fabricación, sistemas de alarma y lectoras de RFID— el uso del cableado de Ethernet de un solo par puede proveer una solución más económica y eficiente en cuanto al aprovechamiento del espacio.

La industria está analizando las posibilidades de que Ethernet de un solo par respalde de manera eficaz estas aplicaciones. Los entes responsables de dictar los estándares han reforzado el desarrollo de pautas para una variedad de aplicaciones que involucren un solo par trenzado equilibrado, así como los componentes utilizados para su implementación. Las especificaciones de la aplicación incluyen 802.3bp 1000BASE-T1, 802.3bw 100BASE-T1, 802.3bu PoDL (0,5 watts a 50 watts) 802.3cg 10BASE-T1S (corto alcance) y 10BASE-T1L (largo alcance).

No significa que Ethernet de un solo par deba reemplazar al cableado de Ethernet tradicional de cuatro pares, sino permitir

el funcionamiento de las aplicaciones emergentes, tales como la interconexión de los dispositivos de IoT y máquina a máquina (M2M), lo que permite fortalecer los argumentos comerciales para su creciente uso. Cuando se implementa en apoyo de las aplicaciones apropiadas, Ethernet de un solo par brinda ventajas significativas en materia económica, de densidad, sustentabilidad e instalación.

Los orígenes del cableado de par trenzado se remontan a finales del siglo XIX, cuando Alexander Graham Bell lo utilizó por primera vez para transmitir el tráfico de voz mientras intentaba superar las interferencias.

Entre los ejemplos de casos de uso de un solo par en edificios se incluyen:

1. Sistema de automatización de edificios
2. Sistemas de iluminación
3. Sistemas de control de ascensores y escaleras mecánicas
4. Sistemas de control de acceso
5. Sistema de seguridad y alarma contra incendios

Entre los casos de uso para la industria se incluyen:

1. Automatización industrial
2. Control de procesos
3. Robótica
4. Gabinetes de servidores y conexiones de switch
5. Cerramientos industriales

Las aplicaciones del IoT están abriendo las puertas a Ethernet de un solo par (SPE)

Se espera que los sensores y dispositivos conectados al IoT superen a los teléfonos móviles como la categoría más amplia de dispositivos conectados¹. Hacia el año 2020, habrá aproximadamente 200 mil millones de dispositivos conectados en uso alrededor del mundo² —o 26 aparatos por cada habitante. Consultar la Figura 1 para conocer las proyecciones del mercado

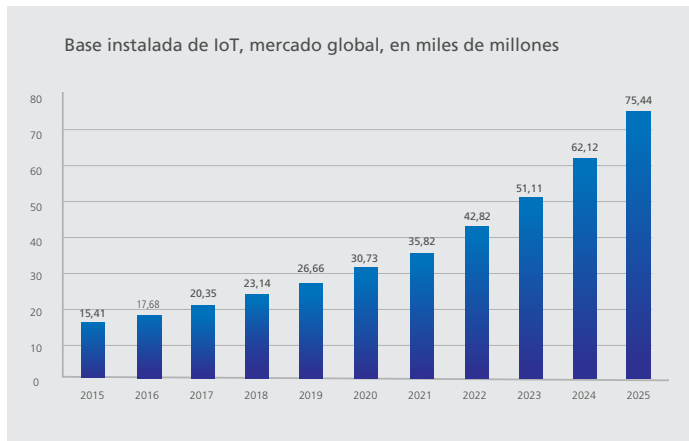


Figura 1: El mercado del IoT se volverá masivo

del IoT.

Si bien las aplicaciones centradas en el consumidor —accesorios portátiles, automatización del hogar y sistemas telemáticos para automóviles— atraen una gran atención de los medios en general, palidecen frente al IoT industrial (IIoT). Hacia el año 2025, el valor total global de la tecnología de IoT podría llegar a USD 6,2 trillones, con USD 4,8 trillones provenientes del área de la salud (USD 2,5 trillones) y fabricaciones (USD 2,3 trillones) como los segmentos de mercado más amplios³. La mayor parte del crecimiento se generará a través de las conexiones M2M (máquina a máquina) necesarias para impulsar los procesos de fabricación, distribución, agricultura, procesamiento industrial, salud y otros servicios profesionales.

Los ingenieros de las redes corporativas deben determinar cómo conectar una amplia gama de sensores, propulsores, controladores, cámaras y otros dispositivos de una forma que tenga sentido, sea fácil de expandir y económico. La mayoría de estos dispositivos conectados —especialmente aquellos que se utilizan en las operaciones industriales— se implementan en el borde (*edge*) de la red. Muchos requieren una conexión de datos mediante red cableada; de esos, algunos son alimentados por una batería, pero la mayoría depende de una fuente de alimentación DC confiable.

Tradicionalmente, dichas conexiones basadas en el borde se han realizado utilizando enlaces que no son de Ethernet mediante un protocolo de red del tipo Fieldbus. Debido a la naturaleza altamente fragmentaria y patentada del sector de Fieldbus, existen

múltiples implementaciones que a menudo no son capaces de interoperar. La tecnología específica utilizada —tal como Ethernet/IP, PROFINET, FF HSE, ModbusTCP y HART-IP— depende del fabricante de Fieldbus.

Integrar y coordinar los dispositivos dentro de la red plantea desafíos. Los problemas incluyen la complejidad de la instalación, la falta de mano de obra lo suficientemente capacitada, problemas de interoperatividad y la variedad de procedimientos de mantenimiento. Como resultado de ello, ha ido creciendo en forma constante la demanda de protocolos de red del tipo “Ethernet industrial” de extremo a extremo basada en los estándares de la industria, y actualmente el foco más importante se concentra en las aplicaciones de un solo par. En junio de 2016, el Grupo de Trabajo de Ethernet IEEE 802.3 emitió una convocatoria para manifestaciones de interés (CFI: call for interest) para debatir los estándares en desarrollo en torno al Ethernet industrial. La iniciativa —PHY (Capa Física) de Ethernet de un solo Par Trenzado de Alcance Extendido a 10 Mbps— concibe una red unificada basada en Ethernet de un solo par como una alternativa para el panorama ampliamente fragmentario de Fieldbus. Existen varias razones por las cuales el Grupo de Trabajo de Ethernet IEEE 802.3 se ha estado organizando en torno al cableado de un solo par:

- Mayores capacidades en relación con los datos y la alimentación: Las tecnologías y los estándares en desarrollo confirman que Ethernet de un solo par puede soportar velocidades superiores a los 10 Gbps. Además, el cableado de un solo par puede soportar hasta 50 watts de alimentación de DC, lo que permite cubrir una amplia gama de dispositivos que necesitan tanto alimentación eléctrica como datos.
- Uso eficiente del espacio y del presupuesto: Por aproximadamente el 25 por ciento del volumen y el peso de Ethernet tradicional de cuatro pares, el cableado de un solo par puede ayudar a aliviar la creciente congestión en los canales de cables y habilitar mayor cantidad de opciones de enrutamiento —y más flexibles—. Esto incluye conectar los dispositivos de alta densidad más pequeños.
- Seguridad de los datos: El principal desafío en la implementación del IoT a gran escala es asegurar la protección de la red. Las aplicaciones de IEEE 802.3 cuentan con características de seguridad incorporadas que permiten comunicaciones confiables.

En su presentación de la CFI, el grupo de Trabajo de Ethernet 802.3 entiende que el uso del cableado de un solo par es “esencial” debido en parte a su peso, su costo y sus beneficios mecánicos —así como la facilidad de instalación y mantenimiento, combinado con el bagaje existente de conocimientos acerca de Ethernet⁴.

Estándar IEEE 802.3cg 10BASE-T1

El proyecto de Ethernet de un solo par IEEE 802.3 de 10 Mbps ha completado la etapa final de votación y el Consejo de Estándares de IEEE-SA aprobó la norma IEEE 802.3cg-2019 para su publicación. Los objetivos del proyecto cubren casos de uso de automatización industrial, del sector automotriz y de edificio, con dos capas físicas (PHYs) capaces de soportar las siguientes aplicaciones:

- IEEE 10BASE-T1S con un alcance de hasta 15 metros, con capacidad de multiderivación (*multidrop*) opcional de 25 metros
- IEEE 10BASE-T1L con un alcance de hasta 1.000 metros

La PHY IEEE 10BASE-T1S incluye PLCA (*Physical Layer Collision Avoidance*: Prevención de Colisiones en la Capa Física) para mejorar el rendimiento en caso de colisiones para implementaciones del tipo *multidrop*. Para soportar el mayor alcance de 10BASE-T1L, se han modificado las especificaciones de PoDL (*Power over Data Lines*: Alimentación a través de Líneas de Datos) para incluir varias clases de alimentación eléctrica adicionales que pueden brindar hasta 7 watts de potencia en una distancia de 1000 metros utilizando una fuente de alimentación nominal de 57 voltios. Consultar la Tabla 2 para ver estas clases adicionales.

Los estándares de cableado según las normas ISO en torno a un solo par

Los entes internacionales encargados de dictar los estándares — ISO, IEC y CENELEC — también están modificando los estándares de cableado existentes para abordar el creciente uso de Ethernet de un solo par. En septiembre de 2016, ISO/IEC/JTC 1/SC 25/WG 3 iniciaron varios proyectos para abordar el tema del cableado de un solo par, entre los que se incluyen:

1. La norma ISO 11801-1, enmienda 1, que contiene requerimientos genéricos para el cableado de un solo par.
2. La norma ISO 11801-3, enmienda 1, que contiene requerimientos adicionales para el cableado de un solo par para entornos industriales, tales como automatización en fábricas y control de procesos.
3. La norma ISO 11801-6, enmienda 1, que contiene pautas adicionales para el cableado de un solo par, en respaldo de servicios distribuidos tales como sistemas de automatización de edificios, alarmas y control de acceso.

Estos proyectos están avanzando con documentos en el proceso de votación del borrador del comité (CD: committee draft) y es probable que alcancen la aprobación para su publicación hacia fines de 2020.



Figura 2: Ejemplo de cableado blindado de tipo IEC 61156-11

Estándares de cableado equilibrado de un solo par IEC SC46C

IEC SC46C comenzó con los siguientes proyectos, en coordinación con ISO/IEC/JTC 1/SC 25/WG 3, para respaldar las aplicaciones de Ethernet de un solo par (SPE) IEEE 802.3:

1. Cables horizontales IEC 61156-11 especificados hasta 600 MHz
2. Cables de bajada (*drop cables*) IEC 61156-12 especificados hasta 600 MHz
3. Cables horizontales IEC 61156-13 especificados hasta 20 MHz
4. Cables de bajada (*drop cables*) IEC 61156-14 especificados hasta 20 MHz

Los primeros dos proyectos típicamente utilizan conductores de 26 AWG a 22 AWG, mientras que el tercer y el cuarto proyecto utilizan mayores tamaños de conductores, que van de 20 AWG a 16 AWG. Estos proyectos están avanzando con documentos en varias etapas de votación, y se espera que su publicación se apruebe hacia fines del año 2020. La Figura 2 muestra una composición típica de un cable de un solo par.

Estándares para conectores de un solo par IEC SC48B

Actualmente, IEC SC48B cuenta con seis proyectos de conectores de un solo par en marcha dentro de la familia de IEC 63171; entre estos están el conector de cobre de estilo LC IEC 63171-1 de CommScope —que ha sido incorporado en IEEE 802.3, ISO/IEC/SC 25/WG 3, IEC SC 48B y TIA TR42.7— y el conector industrial IEC 63171-6 de Harting. IEEE 802.3cg hace referencia a estos dos conectores como conectores MDI opcionales para sus equipos de 10BASE-T1S y 10BASE-T1L. La Figura 3 muestra la versión de la terminal macho (*plug*) y la terminal hembra (*socket*) de tipo MDI del conector de cobre estilo LC IEC 63171-1.

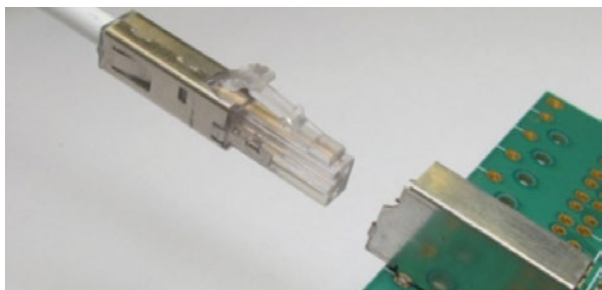
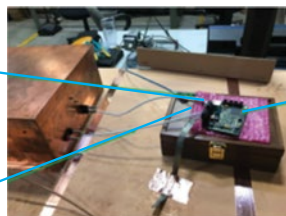


Figura 3: Terminal macho (*plug*) y conector de tipo MDI según IEC 63171-1

El conector de cobre del tipo LC IEC 63171-1 ha sido probado para verificar la interoperatividad entre varias combinaciones de terminales macho (plugs) y clavijas (jacks) de CommScope y Panduit. Las pruebas se realizaron en dos etapas. La primera etapa tuvo lugar en septiembre de 2018, cuando las pruebas realizadas por el proveedor externo Intertek confirmaron los parámetros de transmisión clave para interoperatividad mecánica y eléctrica. En la segunda etapa, que tuvo lugar en septiembre de 2019, los ingenieros de CommScope y de Panduit sometieron las conexiones IEC 63171-1 a prueba para verificar el desempeño de CEM (compatibilidad electromagnética) utilizando un equipo prototípico 10BASE-T1L según IEEE 802.3cg en vigencia. Un canal de 1000 metros de largo, que incluye varios conectores IEC 63171-1, superó los requerimientos en cuanto a interferencia CEM conducida de IEC 61000-4-6, con niveles de ruido de valor cuadrático medio (RMS) de 10 voltios. Esto clasifica al conector IEC 63171-1 como un conector de tipo E3 con capacidad industrial, tal como se define en IEEE 802.3cg. La Figura 4 muestra los cables y la interface MDI según IEC 63171-1 que se conectan con un equipo prototípico activo 10BASE-T1L durante las pruebas de inmunidad a las interferencias electromagnéticas IEC 6 1000-4-6.

MDI IEC 63171-1 – Terminal macho (*plug*) blindada y conector de CommScope



Transceptor 10 BASE-T1L

Cable de suministro de energía

Figura 4: Detalle de cables que conectan la red de Acoplamiento-Desacoplamiento (CDN: *Coupling De-Coupling*) a los transceptores

Los estándares de cableado según las normas TIA en torno a Ethernet de un solo par

TIA TR42.1: En su asamblea de junio de 2017, la TIA TR42 aprobó un anexo para agregar los casos de uso para un solo par trenzado equilibrado, sumado a la topología y arquitectura del estándar de cableado genérico ANSI/TIA-568.0-D. Este anexo ofrece las pautas para la implementación del cableado de un solo par en edificios. Esta enmienda de la norma también brinda las pautas para cableado de un solo par trenzado equilibrado según ANSI/TIA-568.5, lo que permite cubrir las aplicaciones emergentes de IoT y M2M que exigen mayor densidad, menor tamaño y más flexibilidad. TR42 también aprobó un segundo proyecto para agregar un anexo con cableado de un solo par a la norma ANSI/TIA-862-B —el estándar para sistemas en edificios inteligentes.

TR42.7: Desde junio de 2017, la TIA TR42.7 ha estado trabajando en la norma ANSI/TIA-568.5, que contiene los requerimientos detallados en cuando a componentes, enlaces y canales. Este proyecto se concentra en el cableado para respaldar las aplicaciones IEEE 100BASE-T1L utilizando cableado de 23 AWG hasta distancias de 400 metros y cableado de 18 AWG entre distancias de 400 y 1000 metros.

TIA TR42.9: Dos anexos en desarrollo podrían expandir el alcance de ANSI/TIA-1005-A, que especifica el cableado de telecomunicaciones para soportar aplicaciones industriales. El primer anexo provee especificaciones en cuanto a cables, conectores, enlaces y canales que usan conectividad de un par para aplicaciones 10BASE-T1L en redes de telecomunicaciones a nivel industrial. Se concentra en los requisitos de rendimiento, procedimientos de prueba y pautas sobre confiabilidad para cableado y componentes en entornos MICE2 y MICE3.

El segundo anexo define los requisitos ambientales y de transmisión para componentes y cableado industrial en respaldo de 1000BASE-T1 implementado sobre segmentos de enlaces del tipo B de un solo par, hasta una distancia de 40 metros en entornos MICE2 y MICE3. También define los componentes para cumplir con los requisitos ambientales y de transmisión para esta aplicación.

Los estándares para suministro de energía eléctrica sobre un solo par trenzado también están progresando

La justificación del cableado de un solo par como conductor capaz de proveer alimentación eléctrica se ha ido afianzando entre los entes encargados de dictar los estándares. En 2016, IEEE aprobó 802.3bu-2016 —el Estándar para Capa Física y Parámetros de Gestión para Alimentación a través de Líneas de Datos (PoDL) de Ethernet de un solo Par Trenzado Equilibrado. La norma respalda a 100BASE-T1 y a 1000BASE-T1, las más modernas soluciones de Ethernet de un solo par trenzado equilibrado para el uso de cableado de par trenzado equilibrado. 802.3bu-2016 define un protocolo de suministro de energía que es compatible con múltiples clases de suministro energético a lo largo de un amplio rango de tensiones. La norma incluye protección segura de fallas y capacidades de detección para identificar firmas de dispositivos alimentados, así como para comunicarse directamente con los dispositivos alimentados a fin de determinar un suministro de energía eléctrica preciso y seguro.

La Tabla 1 muestra las clasificaciones de energía eléctrica en el dispositivo alimentado mediante PoDL:

Clase	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tensión	5.5-18	5.5-18	14-18	14-18	12-36	12-36	26-36	26-36	48-60	48-60
Amperaje de corriente	0,1	0,22	0,25	0,47	0,10	0,34	0,21	0,46	0,73	1,3
Energía PD (watts)	0,5	1	3	5	1	3	5	10	30	50

Tabla 1: Energía disponible en el dispositivo alimentado mediante PoDL

Actualmente, IEEE está próximo a publicar una norma relacionada, IEEE 802.3cg, que incluye seis clases adicionales de dispositivos alimentados mediante PoDL a aquellas enumeradas en la Tabla 1, para cubrir otros casos de uso. Consultar la Tabla 2 para ver estas nuevas clases de PoDL.

Clase	10	11	12	13	14	15
Tensión	20-30	20-30	20-30	50-58	50-58	50-58
Amperaje de corriente	0,092	0,240	0,632	0,231	0,600	1,579
Energía PD (watts)	1,32	3,2	8,4	7,7	20	52

Tabla 2: Clases de PoDL ampliadas de 10 a 15

Cuando se implementa con 100BASE-T1 o 1000BASE-T1, Ethernet de un solo par habilitada para PoDL ofrece alimentación eléctrica confiable y transmisión de datos en una distancia de hasta 15 metros sobre un único par trenzado de calibre 24⁶. La tecnología PoDL es lo suficientemente genérica como para funcionar con velocidades y alcances de enlaces futuros. A medida que esta capacidad de alimentación eléctrica continúe creciendo (que actualmente llega al límite de 50 watts), se podrá extender para lograr alcances más largos sobre conductores de calibre más grueso y soportar las PHYs futuras que operen a diferentes velocidades.

Mucho del entusiasmo detrás de 802.3bu tiene que ver con el interés de la industria automotriz, que se ha estado inclinando hacia los estándares de Ethernet de un solo par para el cableado en los automóviles. Con el respaldo de las iniciativas de la industria, tales como *One-Pair EtherNet (OPEN) Alliance* y *Open DeviceNet Vendors Association (ODVA)*, las aplicaciones industriales y del sector automotriz que usan Ethernet de un solo par están ganando terreno en estos segmentos de mercado. Además, 802.3bu sostiene la promesa de más aplicaciones a lo largo de un amplio rango de entornos y dentro de un ecosistema del IoT (Internet de las Cosas) en rápido crecimiento⁷.

¿Cuándo y dónde tendrá sentido el cableado de un solo par?

Dado el importante nivel de expectativa que genera Ethernet de un solo par, es esencial tener en cuenta que la tecnología no constituye una panacea. Tiene limitaciones en cuanto a velocidad de transferencia de datos y capacidad de potencia admisible que restringen el segmento máximo y el alcance de los enlaces. Estas variables se deben tener en cuenta cuando se decide cómo y dónde implementar Ethernet de un solo par; las aplicaciones como la iluminación LED, por ejemplo, exigen mayor potencia, pero velocidad de transferencia de datos más baja. En contraste, las aplicaciones como los puntos de acceso inalámbricos multi-banda y multi-antena implican un intenso tráfico de datos y requieren alta potencia.

Las investigaciones también indican que las capacidades de transmisión de datos de Ethernet de un solo par son más que suficientes para satisfacer las necesidades de la mayoría de los dispositivos conectados —o, al menos, de aquellos que se conocen hoy en día. De acuerdo con James Brehm & Associates (la firma de consultoría de IoT), el 86 % de los dispositivos conectados al IoT consumen menos de 3 MB por mes.

Un foco significativo orientado al desarrollo de la automatización de pequeños edificios y procesos se ha concentrado en reducir los requisitos de potencia de los dispositivos conectados. Esto no solo permite mayores ahorros en OpEx, sino que también habilita el uso de redes de cableado estructurado de bajo voltaje. Como resultado de ello, los requisitos en cuanto a alimentación DC para muchos de los dispositivos conectados que se utilizarán en los próximos años se pueden satisfacer con el tope máximo de 50 watts establecido por los estándares actuales de PoDL. De manera alternativa, la Figura 5 muestra un ejemplo de cableado de un solo par que conecta los dispositivos del IoT/M2M de borde con la misma topología centralizada (*home run*) del tipo “estrella” (*star*) que el cableado de cuatro pares que conecta los equipos de terminales de datos (DTE).

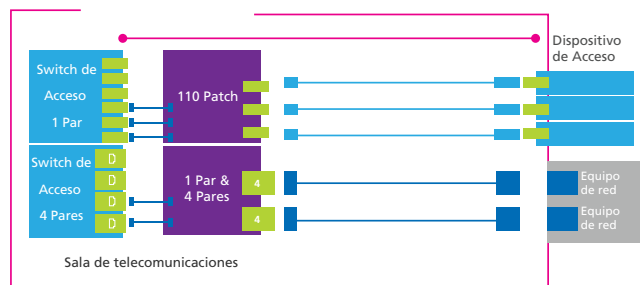


Figura 5: Un par que conecta los dispositivos de IoT/MTM de borde con el cableado de cuatro pares que conecta el equipo de terminales de datos (DTE) desde la misma ubicación

Esto no significa que el debate entre cuatro pares o un solo par requiera una decisión del tipo “esto o aquello”. Las dos opciones de cableado no son necesariamente excluyentes entre sí; en muchos casos, pueden coexistir en respaldo de la misma aplicación. Ethernet de un solo par se puede usar para conectar el dispositivo al punto de consolidación del servicio más cercano (SCP) y el de cuatro pares puede enlazar el punto de consolidación del servicio y la sala de equipos. Ambos tipos de cableado se adaptan bien a los modelos de diseño de redes existentes, tal como la [red de conectividad universal de CommScope](#). Consulte la Figura 6 para ver un ejemplo de cableado de cuatro pares al SCP, con cables de bajada de un solo par a los dispositivos BAS (*Building Automation System*: Sistema de Automatización del Edificio) dentro de las instalaciones. El punto de NC (conversión de red) representa el equipo activo que convierte el cableado de cuatro pares de alto ancho de banda a múltiples cables de bajada de un solo par de bajo ancho de banda.

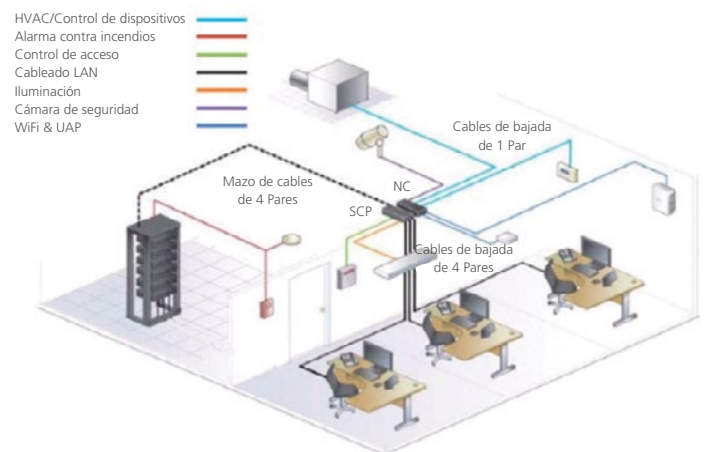


Figura 6: Ejemplo de topología con cableado de cuatro pares y cables de bajada de un par desde el punto de consolidación del servicio (SCP)

Conclusión

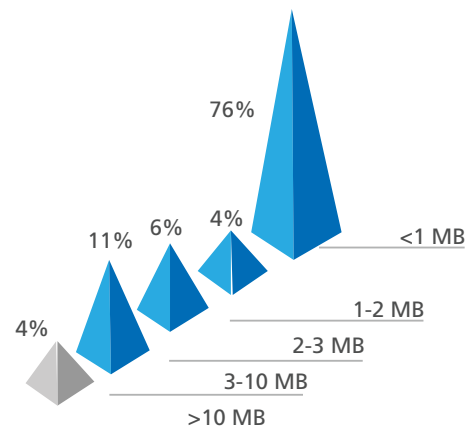
Quizás ninguna otra tendencia o tecnología se haya anticipado con tanto entusiasmo o ansiedad como el Internet de las Cosas (IoT). En ningún lugar tendrá un impacto más significativo que en el avance hacia la automatización de los edificios y las ciudades inteligentes. No existe forma de prevenir cómo se verá el panorama de los dispositivos conectados de aquí a 15 años; ni siquiera, en cinco. Lo que sí sabemos es que empresas de todo tipo confían en sus equipos de IT, gestión de las instalaciones y tecnología operativa (OT) para que resuelvan cómo conectar y brindar soporte a miles de millones de sensores, controladores y otros dispositivos que serán necesarios.

La respuesta no es una única tecnología o plataforma, sino un conjunto de soluciones de infraestructura altamente eficientes que se puedan combinar y coordinar dependiendo de los requerimientos de la empresa y las aplicaciones.

Sí, es cierto que el cableado de Ethernet tradicional de cuatro pares juega un rol importante, pero también la gama de componentes de conectividad de un solo par que lo complementan.

Por lo tanto, los ingenieros de redes deberían considerar un cableado de par trenzado único equilibrado. Durante los últimos años, Ethernet de un solo par ha ganado el apoyo de los OEMs (fabricantes de equipos originales), proveedores de cableado y entes encargados de dictar los estándares, que la ven como una solución eficiente cuando se utiliza para las aplicaciones correctas.

Ethernet de un solo par es robusta, óptima y está creciendo en popularidad a causa de la variedad de velocidades de transmisión de datos existentes (10, 100 y 1,000 Mbps) y las emergentes velocidades de transmisión de datos más altas (10 Gbps, y más allá de 10 Gbps). Ligero y delgado, provee una forma sumamente eficiente de conectar los dispositivos de baja potencia y baja tasa de transferencia de datos que componen gran parte del IoT — precisamente el tipo de solución inteligente y bien orientada que los ingenieros de redes deben tener a su disposición para superar los desafíos que asoman en el horizonte.



Fuente: John Brehm & Associates, 2015

86%
de los Dispositivos
M2M/IoT consumen
menos de 3Mb/Mes

¹ Ericsson Mobility Report; Ericsson; junho de 2016.

² Um guia para a Internet das Coisas; infografia da Intel; IDC dezembro, Intel, Nações Unidas.

³ Serviço de consultoria sobre Estratégias da M2M de Strategy Analytics, McKinsey Global Institute, NYTimes.com.

⁴ Convocatória para manifestações de interesse sobre PHY (Camada Física) de Ethernet de Par Único Trançado de Alcance Estendido a 10Mb/s; Grupo de Trabalho IEEE 802.3 Ethernet; maio de 2016.

⁵ Agenda e Informação Geral; Grupo de Estudo de Ethernet de único par IEEE 802.3 10 Mbps; 17 de setembro de 2016.

⁶ Tutorial sobre Energia sobre de Linhas de Dados (PoDL) IEEE P802.3bu; IEEE 802.3, apresentação plenária; novembro de 2015.

⁷ IEEE publica IEEE 802.3bu™ para Provisionamento de Alimentação Elétrica através de Linhas de Dados (PoDL) da Ethernet de Par Único Trançado Balanceado; Business Wire; 15 de março de 2017.

CommScope traspasa los límites de la tecnología en comunicaciones con ideas realmente innovadoras y descubrimientos revolucionarios que dan origen a logros humanos significativos. Colaboramos con nuestros clientes y partners para diseñar, crear y construir las redes más avanzadas del mundo. Es nuestra pasión y nuestro compromiso identificar la siguiente oportunidad y hacer realidad un futuro mejor.

Descubra más en [commscope.com](https://www.commscope.com).

COMMSCOPE®

[commscope.com](https://www.commscope.com)

Visite nuestro sitio web o contáctese con su representante local de CommScope para obtener más información.

© 2019 CommScope, Inc. Todos los derechos reservados.

Salvo que se indique lo contrario, todas las marcas comerciales identificadas con ® o ™ son marcas comerciales registradas, respectivamente, de CommScope, Inc. El presente documento se utilizará únicamente a efectos de planificación y no es su propósito modificar ni complementar ninguna especificación o garantía relativas a los productos o servicios de CommScope. CommScope se ha comprometido a alcanzar los más altos estándares en materia de integridad de negocios y sustentabilidad ambiental, con varias sedes de CommScope alrededor del mundo que han sido certificadas de acuerdo con las normas internacionales, entre las que se incluyen las normas ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001.

Para obtener más información en relación con el compromiso de CommScope, visite: www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability.

WP-1118211-ES.MX