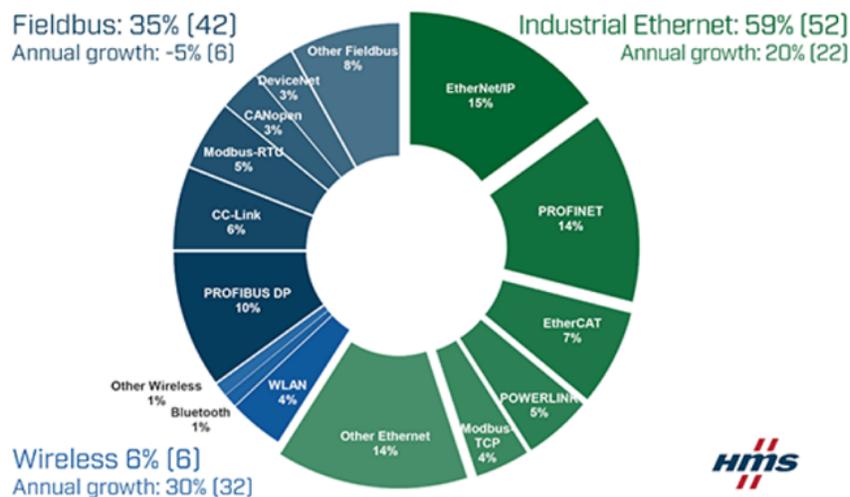


Normas de Ethernet industrial: Allorando el camino para la próxima revolución industrial

Introducción

Ethernet ha sido durante mucho tiempo el protocolo estándar que controla cómo se transmiten los datos en redes de área local (LAN) y redes de área extensa (WAN), y sus ventajas son bien entendidas en el mundo empresarial de negocios: interoperable, redundante, flexible, escalable, rápido y rentable. En las últimas décadas, Ethernet ha evolucionado significativamente y se está abriendo paso rápidamente en aplicaciones industriales.

El protocolo en capas Ethernet usado en aplicaciones de oficina basadas en TCP/IP originalmente presentaba retos en el mundo industrial debido a que sus paquetes de datos se transmitían a todos los nodos a través de rutas variables sin tiempo de destino determinado y latencia posterior, lo que impedía la transferencia de datos "en tiempo real" requerida para comunicaciones de máquina a máquina (M2M). Ahora se han desarrollado varios protocolos de Ethernet industrial que ofrecen todas las ventajas de Ethernet, pero con modificaciones que proporcionan menor latencia y determinismo. Estos incluyen protocolos como Modbus TCP/IP™, EtherCat™, EtherNet/IP™ y PROFINET™. Como resultado, el uso de Ethernet para aplicaciones de automatización industrial está en aumento y está desplazando rápidamente a los protocolos tradicionales Fieldbus que son más complejos, a menudo patentados y tienen una distancia y rendimiento limitados. De hecho, el Ethernet industrial ahora es más grande que Fieldbus tradicional y crece a una tasa anual casi cuatro veces mayor que la de los buses de campo.



2019 share of installed market by connection technology. Source: HMS Networks

Tabla de contenido

Introducción

Cómo dar sentido a las palabras de moda

Las instalaciones industriales son ambientes hostiles

Las máquinas son más sensibles a la latencia

Desarrollo de normas de Ethernet para locales industriales

Para Norteamérica: ANSI/TIA-1005-A

En el frente internacional: ISO/IEC 11801-3

Los tres grandes: IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784

Normas adicionales a tener en cuenta

¿Y ahora qué es lo que sigue?

Cómo dar sentido a las palabras de moda

Hay varias palabras de moda en el sector industrial que pueden causar confusión, desde Ethernet industrial e Internet de las cosas industrial (IIoT) hasta Industria 4,0 y fabricación inteligente. Si bien el Ethernet industrial se usa para describir cualquier protocolo de comunicación industrial basado en Ethernet, IIoT (que surgió de IoT), Industria 4,0 y la fabricación inteligente se pueden usar indistintamente, ya que todos se refieren a la tendencia que combina la producción industrial y las operaciones con tiempo de datos digitales, aprendizaje automático e inteligencia artificial. El término Industria 4,0 se refiere al hecho de que esta tendencia podría considerarse la cuarta revolución industrial, la primera es el uso de maquinaria hidráulica y de vapor a principios del siglo XIX, la segunda es la introducción de acero, electricidad y líneas de ensamblaje a principios del siglo XX, y la tercera fue la introducción de la tecnología informática en ambientes de fábrica en la década de 1960.



El Ethernet industrial es en realidad uno de los impulsores clave detrás de la Industria 4,0 y el IIoT, ya que permite un nivel completamente nuevo de interconectividad y comunicación entre personas y máquinas en relación con la fabricación, al tiempo que proporciona acceso a información en tiempo real que finalmente permitirá mejor control y visibilidad en toda la cadena de suministro, mantenimiento automatizado y simplificado, y una mejor colaboración y productividad, en otras palabras, fabricación inteligente. Debido a que el protocolo Ethernet se usa para transmitir datos en la LAN y WAN, el Ethernet industrial también allana el camino para un mejor intercambio de información entre la fábrica y la sede. El soporte también se vuelve más fácil, aprovechando la vasta población de técnicos y herramientas de TI con conocimientos de Ethernet.

Las instalaciones industriales son ambientes hostiles

El Ethernet tradicional generalmente se instala en ambientes relativamente limpios y cómodos, como edificios de oficinas, escuelas y hospitales. Todo lo contrario se aplica en el caso del Ethernet industrial. El Ethernet industrial se usa en fábricas e incluso en el exterior en transportadores largos y en minas. Estos ambientes ejercen una gran tensión en los cables. Los elementos de estrés mecánicos incluyen golpes, movimientos constantes (brazos de robot y plataformas giratorias) y vibraciones. Las situaciones de ingreso brindan oportunidades en las que la humedad y los productos químicos pueden entrar en un cable, mientras que algunos sectores como la de alimentos y bebidas lavan sus equipos (incluidos los cables) con mangueras diariamente. El estrés climático resulta de los cambios de temperatura en ambientes calientes (horneado, fabricación de acero) y fríos. El ruido electromagnético de los variadores de velocidad variable (VFD), motores, contactores y otros equipos pueden entrar en los cables y dispositivos Ethernet. Estos factores estresantes "MICE" pueden ser una causa importante de fallas en los cables de Ethernet industrial, y las fallas pueden ser intermitentes y difíciles de diagnosticar.

Las máquinas son más sensibles a la latencia

La mayoría de las personas usan Ethernet para conectarse a la web, un punto de acceso inalámbrico, un servidor, teléfono, correo electrónico o impresora. Ethernet fue diseñado para trasladar paquetes de datos, también llamados tramas, entre una persona y un dispositivo como una impresora. La transferencia de un paquete generalmente toma menos de un milisegundo. Si, por alguna razón, los paquetes no llegan la primera vez, el Ethernet seguirá intentando hasta que los paquetes lleguen. Esto podría ocasionar un retraso de 2 segundos al imprimir un documento de 2 páginas, y nadie se daría cuenta ni le importaría.

El Ethernet industrial conecta máquinas a otras máquinas que ejecutan tareas importantes, urgentes y a veces peligrosas. Considere una máquina controlada por Ethernet industrial que mueve un vehículo pesado parcialmente ensamblado a la siguiente estación de ensamblaje. Como puede imaginar, los movimientos incorrectos pueden dañar el equipo o a las personas o afectar la calidad o las tasas de producción. A diferencia del ejemplo de la impresora, si algunos paquetes de Ethernet se retrasan incluso menos de un segundo, la máquina debe detenerse para evitar un posible problema de seguridad. Puede durar horas volver a poner todo en un estado seguro y reiniciar la máquina, todo a causa de algunos paquetes perdidos o retrasados.

Además de todas las ventajas de Ethernet, se crearon normas para instalaciones industriales para hacer que las aplicaciones sensibles al tiempo que se ejecutan en ambientes industriales adversos funcionen de manera fiable.

Desarrollo de normas de Ethernet para locales industriales

Con las LAN y WAN basadas en Ethernet en el mundo empresarial de negocios, el desarrollo de una red según las normas de cableado del sector garantiza la interoperabilidad y la compatibilidad de proveedores cruzados, como la compatibilidad para aplicaciones futuras y el aprovechamiento de métodos de instalación, verificación y mantenimiento probados que en última instancia garantizan la calidad y la fiabilidad sobre vida útil de la red. Las redes industriales no son una excepción, pero como se señaló anteriormente, son mucho más sensibles a los errores de transmisión de datos.

Cuando se trata de normas de cableado para redes industriales, la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association, TIA) desarrolla normas para Norteamérica, mientras que la Organización Internacional de Estandarización (International Organization for

Standardization, ISO)/Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC) desarrolla normas internacionales. Dentro de TIA, el Comité de ingeniería TR-42 es responsable de desarrollar y mantener normas para la infraestructura de telecomunicaciones local, y debido a la necesidad de que los proveedores puedan producir soluciones de conectividad que cumplan con las normas tanto a nivel nacional como internacional, existe una participación internacional sólida en este Comité de ingeniería. De hecho, el Grupo de trabajo ISO/IEC WG3 y los Subcomités TIA TR-42 comparten varios de los mismos participantes activos. En general, las normas de TIA están bien alineadas con las normas ISO/IEC con algunas diferencias de terminología. El subcomité de infraestructura de telecomunicaciones industriales TR-42.9 se ocupa de las normas de cableado para ambientes industriales.

Cuando se trata de cableado de automatización industrial, toda la estandarización de Ethernet industrial a nivel internacional se lleva a cabo dentro del Subcomité SC65C de IEC. Un Grupo de trabajo conjunto (Joint Working Group, JWG) entre ISO e IEC, el Subcomité 65C/JWG-10 se formó específicamente para definir el cableado de Ethernet en un ambiente industrial y para coordinar dominios superpuestos de cableado estructurado local. Este grupo también es responsable de desarrollar y mantener las especificaciones de instalación de Fieldbus dentro del marco de trabajo estándares Fieldbus.

Además de TIA, ISO e IEC, existen otros grupos de normas de cableado regionales como CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization), JSA/JSI (Japanese Standards Association), y CSA (Canadian Standards Association) que desarrollan especificaciones para su área geográfica o país. Estos grupos de normas regionales contribuyen activamente a los comités de asesoramiento técnico de ISO y el contenido de sus normas suele estar muy en armonía con los requisitos de TIA e ISO/IEC. Además de las normas de cableado, CENELEC también cuenta con normas equivalentes de bus de campo que están bien armonizadas con la versión IEC.

Ahora que conoce qué comités están trabajando, veamos cómo se relacionan con las redes industriales las normas específicas que desarrollan.

Para Norteamérica: ANSI/TIA-1005-A

Publicada en mayo de 2012, la norma de infraestructura de telecomunicaciones ANSI/TIA-1005-A para locales industriales proporciona infraestructura, distancia, configuración de salida/conector de telecomunicaciones y requisitos de topología para el cableado implementado en ambientes industriales. TIA-1005-A hace referencia a la familia de normas ANSI/TIA-568 que definen la estructura, las topologías y las distancias, la instalación, el rendimiento y los requisitos de comprobación para el cableado genérico de telecomunicaciones, pero incluye específicamente recomendaciones de cableado estructurado para ambientes industriales que generalmente están sujetos a condiciones más hostiles e incluyen áreas especializadas como islas de automatización y áreas de dispositivos industriales.

Un aspecto clave de la norma TIA-1005-A es el uso del método MICE (Mecánico, Ingreso, Climático y Electromagnético) para clasificar los ambientes necesarios para seleccionar componentes para desarrollar una red industrial. Esto incluye las siguientes características:

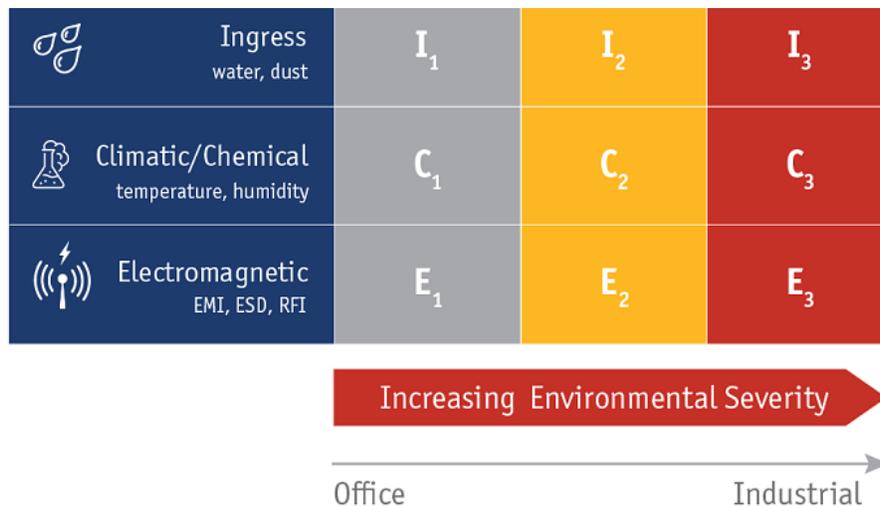
- Mecánico: choque, vibración de impacto, doblado y flexión y aplastamiento
- Ingreso: tamaño de partículas, humedad e inmersión
- Climático/químico: temperatura, choque térmico, humedad, UV (radiación solar) y contaminación química
- Electromagnético: ESD, RF, EFT, potencial de tierra transitorio, campo magnético

Las clasificaciones MICE segmentan los ambientes industriales en tres niveles, según su grado de gravedad:

- MICE nivel 1: ambiente de oficina comercial
- MICE nivel 2: industria ligera, como áreas de ensamblaje, procesamiento de alimentos, atención médica o lavado
- MICE nivel 3: industria pesada como petroquímica, fundición, fabricación automotriz o mecanizado

MICE Environmental Classifications





Es importante tener en cuenta que el nivel (1, 2 o 3) puede no ser el mismo para todas las características de MICE, y de hecho, un ambiente industrial único rara vez es exclusivo de una clasificación. Por ejemplo, mientras que los ambientes M3I3C3E3 requieren componentes de infraestructura de red capaces de admitir los niveles más altos de vibración, choque, fuerza de tensión, impacto y flexión, una clasificación más común podría ser M1I3C3E1, donde las características mecánicas y electromagnéticas no son diferentes a un ambiente comercial de Nivel 1, pero la presencia de líquidos y químicos hace que el ingreso y la clasificación climática/química esté en un Nivel 3. La clave para usar la clasificación MICE para determinar los componentes es siempre diseñar para el peor de los casos.

En el frente internacional: ISO/IEC 11801-3

Tecnología de la información ISO/IEC 11801-3 -- Cableado genérico para locales del cliente -- Parte 3: Industrial especifica el cableado genérico, que es crítico para proporcionar servicios robustos a las islas de automatización en locales industriales, o espacios industriales dentro de otros tipos de edificios. Esta norma reemplaza ISO/IEC 24702, que se publicó en 2006 y especificó sistemas de cableado destinados a locales industriales o áreas industriales dentro de otros tipos de locales. Con la retirada de ISO/IEC 24702, la clasificación ambiental de MICE que también vemos en TIA-1005-A ahora reside en ISO/IEC 11801-1 Cableado genérico para locales de clientes - Parte 1: Requisitos generales.

En general, las normas ISO/IEC 11801 cubren los sistemas de cableado que se usan típicamente para redes locales de área, incluido el cableado de cobre y fibra óptica de par trenzado balanceado de 4 pares. Además de ISO/IEC 11801-3, esto incluye espacios de oficina (cubiertos en ISO/IEC 11801-2) y espacios de centros de datos (cubiertos en ISO/IEC 11801-5). Al igual que la serie de normas TIA-568, la familia de normas ISO/IEC 11801 especifica los medios físicos y el rendimiento de transmisión para admitir varias velocidades de Ethernet.

Debe tenerse en cuenta que si bien ISO/IEC 11801-3 cubre el cableado a la isla de automatización, no aborda la automatización crítica, control de procesos y la monitorización de aplicaciones dentro de la propia isla de automatización: la información para este cableado específico de la aplicación se proporciona en las series de normas IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784.

Los tres grandes: IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784

Cuando se trata de Ethernet industrial y abordar aplicaciones dentro de la isla de automatización, las tres normas de cableado más críticas incluyen Redes de comunicaciones industriales IEC 61918, Instalación de redes de comunicaciones en locales industriales, Red de comunicaciones industriales IEC 61784-5: perfiles y Redes de comunicación industrial IEC 61158: especificaciones de bus de campo, todas las cuales están controladas por el Subcomité 65C (SC65C) de IEC.

IEC 61918 estandariza elementos comunes en todos los buses de campo, incluidos los que están basados en Ethernet. IEC 61784, que consta de 36 documentos, define un juego de perfiles de comunicación específicos de protocolo que se usarán en el diseño de dispositivos para la automatización y el control de procesos. IEC 61158, que consta de 83 documentos, proporciona ayuda y especificaciones sobre redes de comunicación industrial, incluida la definición del nivel físico, de enlace de datos y de aplicación para las redes basadas en Ethernet y Fieldbus. También explica la estructura de la serie IEC 61784 y cómo usar las normas en combinación entre sí.

IEC 61784-5 cubre varias Familias de perfiles de comunicación (Communication Profile Families, CPF), que especifican uno o más perfiles de comunicación. Dividido en subpartes para cada CPF, la norma especifica qué requisitos de IEC 61918 se aplican a cada perfil y, si es necesario, complementa, modifica o reemplaza los requisitos. Algunos de los perfiles populares de Ethernet industrial cubiertos en IEC 61784-5 incluyen EtherCat, Profinet, Modbus TCP/IP y EtherNet/IP como se muestra en la Tabla 1 a continuación.

61784-5 CPF	Nombre comercial
1	Bus de campo de fundación HSE
2	Ethernet/IP
3	PROFINet
4	P-NET
10	VNET/IP
11	TCnet
12	EtherCAT
13	Ethernet Powerlink
14	EPA
15	Modbus-RTPS
16	Sercos III

Tabla 1. Perfiles compatibles con Ethernet industrial.

Estos tres documentos clave son grandes y bastante caros, y realmente solo necesita los documentos relacionados con la red que está desplegando. Afortunadamente, IEC incluye los documentos IEC 61158, IEC 61918 y 61784 pertinentes al CPF que está utilizando.

Normas adicionales a tener en cuenta

Además de las normas de cableado de Ethernet industrial mencionadas anteriormente, a continuación encontrará algunas normas adicionales para tener en cuenta.

- ISO/IEC 14763-2 Implementación y operación del cableado de las instalaciones del cliente - Parte 2: Planificación e instalación específica la planificación, instalación y operación de las infraestructuras en soporte del cableado genérico, incluida la premisa industrial. Cubre temas como garantía de calidad, especificación de la instalación, planificación de la instalación, práctica de instalación, documentación, gestión, comprobación, inspección, operación, mantenimiento y reparación.
- ISO/IEC 14763-3 Implementación y operación del cableado de las instalaciones del cliente - Parte 3: La comprobación del cableado de fibra óptica describe los procedimientos de comprobación que se usarán para garantizar que el cableado de fibra óptica, diseñado de acuerdo con ISO/IEC 11801 e instalado de acuerdo con las recomendaciones de ISO/IEC 14763-2, pueda entregar el nivel de rendimiento de transmisión especificado en ISO/IEC 11801. Este documento cubre las condiciones de lanzamiento multimodo, comprobación bidireccional de OTDR, el método de comprobación de tres puentes, la inspección y los criterios de la terminación de fibra y el uso de conectores de referencia.

- IEC 61935-1 Especificación para la comprobación de cableado de tecnología de información equilibrado y coaxial - Parte 1: El cableado equilibrado instalado según lo especificado en ISO/IEC 11801 y la norma relacionada específica comprobaciones exhaustivas para el cableado instalado para garantizar que el cableado admitirá aplicaciones de telecomunicaciones diseñadas para operar en el sistema de cableado genérico.

¿Y ahora qué es lo que sigue?

A medida que IIoT/Industria 4,0 continúen evolucionando y las aplicaciones industriales avancen hacia un ambiente estandarizado cada vez más integrado basado en Ethernet, veremos desarrollos de normas adicionales y esfuerzos continuos entre los organismos de normas para armonizar, coordinar y racionalizar las especificaciones. Actualmente, tanto TIA como ISO/IEC están en proceso de desarrollar normas para aplicaciones Ethernet industriales de un solo par dirigidas a comunicaciones M2M de baja complejidad y baja velocidad (es decir, 10 Mb/s). Ethernet de un solo par está posicionado para reducir significativamente los costos al eliminar los pares no usados de un sistema de cableado tradicional de cuatro pares y permitir el uso de cables y conectores más pequeños.

El comité de Infraestructura de telecomunicaciones industriales TR-42.9 de TIA actualmente está desarrollando dos adiciones a la norma ANSI/TIA-1005-A para abordar el cableado, los casos de uso y la topología para aplicaciones Ethernet de un solo par en las instalaciones industriales. ISO/IEC actualmente está trabajando en un informe técnico (TR 11801 9906) que definirá el rendimiento de los canales Ethernet de un solo par específicos de la aplicación. También en desarrollo, las enmiendas a la serie de normas ISO/IEC 11801 cubrirán los requisitos de cableado y componentes Ethernet de un solo par en ambientes genéricos y locales específicos, incluidos los industriales.

Debido a que los cables y conectores típicos de oficina no siempre son adecuados para las exigencias de la automatización industrial y los ambientes de control debido a factores como vibración, ruido eléctrico, equipos en movimiento, peligros de impacto y todo tipo de luz solar, agua, contaminantes y disolventes, es importante asegurarse de seguir los estándares correctos desarrollados específicamente para el ambiente industrial. Ahora que tiene una visión general del ambiente de normas del Ethernet industrial, esperamos que parezca menos confuso y más manejable, o al menos le permita saber por dónde comenzar, qué documentos de normas necesita tener en sus manos y qué organizaciones y comités deben vigilar para el futuro. Recuerde que desarrollar su red industrial con normas nacionales o internacionales ayudará a garantizar la interoperabilidad y la compatibilidad para futuras aplicaciones.

Con cientos de límites de comprobación diferentes integrados en nuestra serie DSX CableAnalyzer, es posible que se pregunte cuáles de ellos se basan en las normas de Ethernet industrial y cuáles se pueden usar en esos ambientes. Recomendamos que trabaje con su proveedor de máquinas y cableado y que su proveedor de equipos de automatización especifique las comprobaciones y los límites de comprobación correctos para su instalación. A continuación encontrará información sobre los límites integrados en DSX basados en las normas de Ethernet industrial.

El primero de ellos es la norma TIA-1005 para comprobar canales. Los límites de comprobación están disponibles para canales TIA 1005-A basados en Cat 5e, 6 o 6A. Deberá elegir el nivel MICE "E" (1, 2 o 3) para comprobar la susceptibilidad electromagnética según las mediciones de pérdida de conversión transversal (Transverse Conversion Loss, TCL). También puede optar por habilitar comprobaciones adicionales seleccionando "+PoE" o "+All". Las comprobaciones "+PoE" incluyen un conjunto de comprobaciones de resistencia que son útiles para detectar conectores con alta resistencia contractual que podrían conducir a fallas tempranas y problemas intermitentes en ambientes MICE 2 y 3. El uso de estos límites de comprobación requiere el uso de los adaptadores de canal suministrados con el comprobador DSX (modelo DSX-CHA004 o DSX-CHA804). Como esto implica, las comprobaciones TIA-1005 se basan en una configuración de canal, lo que significa que no se comprueba el rendimiento de los conectores en los extremos del enlace. Si está terminando estos conectores en campo, esto puede no ser apropiado.

El segundo juego de límites de comprobación se basa en el informe técnico ISO 11801-9902. A diferencia de los límites de TIA-1005-A, estos incluyen el rendimiento de los conectores en cada extremo y, por lo tanto, se denominan comprobaciones de "enlace de extremo a extremo", que es donde los encontrará en los límites de comprobación de DSX. Similar a los límites de TIA, puede elegir entre Clase D y E, así como el nivel MICE "E". Además, también debe especificar el número de interconexiones en el enlace (de dos a seis). Comprobar el conector final en el enlace requiere un juego de adaptadores de latiguillos opcionales que coincidan con el límite de clase que está comprobando (DSX-PC5ES para Cat 5e/Clase D, DSX-PC6S para Cat 6/Clase E o DSX-PC6AS para Cat 6A/Clase FA). Las futuras modificaciones de ISO 11801-3 también incluirán enlaces de extremo a extremo, y estos se agregarán al DSX cuando estén disponibles.

El tercer juego de límites está diseñado para conexiones PROFINET y se puede encontrar en el grupo "Aplicación" en el DSX. Solo hay dos opciones: PROFINET y PROFINET 2pr E2E (End to End (extremo a extremo)). Sin embargo, estas comprobaciones usan adaptadores de canal, así que pueden no ser adecuadas para conectores finales terminados en campo.

Según los límites que haya elegido, es posible que también deba especificar la configuración de salida: ya sea cableado TIA568A o B, solo dos pares, o usando un conector M12 (que requiere adaptadores opcionales separados).

Para obtener instrucciones detalladas sobre cómo configurar el DSX para varias configuraciones industriales, visite <https://www.flukenetworks.com/industrial-ethernet/testing-industrial-ethernet-cabling-dsx-cableanalyzer>.



Testing different configurations of Ethernet connections requires the use of the correct adapters. Shown: adaptadores de enlace permanente, canal, latiguillos y M12

Acerca de Fluke Networks

Fluke Networks es el líder mundial en herramientas de certificación, resolución de problemas e instalación para profesionales que instalan y ofrecen mantenimiento de infraestructura de cableado de redes importantes. Desde la instalación de los centro de datos más avanzados hasta la restauración del servicio en las peores condiciones climatológicas, nuestra combinación de confiabilidad legendaria y el rendimiento sin comparación garantiza que los trabajos se realizarán de forma eficiente. Entre los productos más representativos de la empresa se encuentra el innovador LinkWare™ Live, la solución de certificación de cableado conectada a la nube líder en el mundo, con más de catorce millones de resultados cargados hasta la fecha.

1-800-283-5853 (US & Canada)

1-425-446-5500 (Internacional)

<http://www.flukenetworks.com>

Descriptions, information, and viability of the information contained in this document are subject to change without notice.

Revised: 30 de junio de 2020 10:33 AM

Literature ID: 7003117

© Fluke Networks 2018