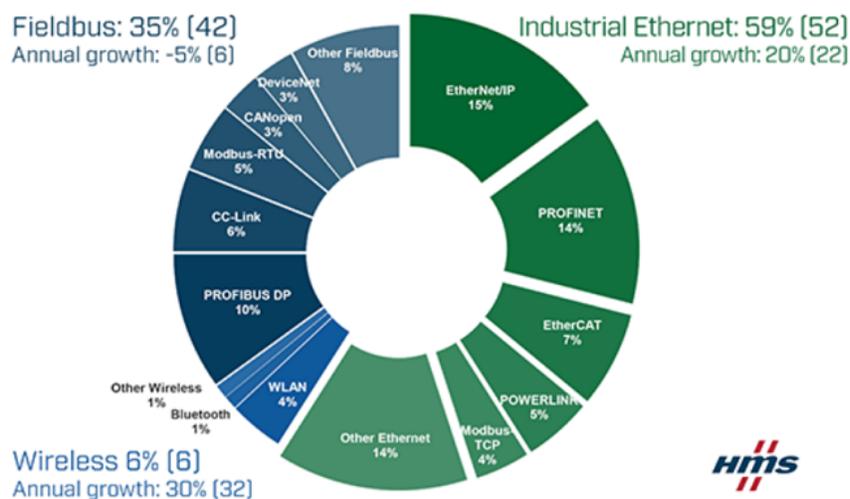


Padrões Ethernet industriais: Abrindo o caminho para a próxima revolução industrial

Visão geral

A Ethernet tem sido há muito tempo o protocolo "de facto" que controla como os dados são transmitidos em redes locais (LANs) e redes de longa distância (WANs), e suas vantagens são bem compreendidas no mundo empresarial – interoperável, redundante, flexível, expansível, rápida e econômica. Nas últimas décadas, a Ethernet evoluiu significativamente e está rapidamente abrindo caminho pelas aplicações industriais.

O protocolo em camadas Ethernet, usado em aplicativos de escritório baseados originalmente em TCP/IP, apresentou desafios no mundo industrial devido aos seus pacotes de dados serem transmitidos para todos os nós em caminhos variáveis, sem tempo de destino determinado e latência subsequente, o que impediu a transferência de dados em "tempo real" necessária para comunicações máquina a máquina (M2M). Agora, diversos protocolos de Ethernet industrial foram desenvolvidos para oferecer todas as vantagens da Ethernet, mas com modificações que fornecem menor latência e determinismo. Isso inclui protocolos como Modbus TCP/IP™, EtherCat™, EtherNet/IP™ e PROFINET™. Como resultado, o uso de Ethernet para aplicações de automação industrial está em ascensão, substituindo rapidamente protocolos Fieldbus tradicionais que são mais complexos, muitas vezes proprietários e têm distância e desempenho limitados. Na verdade, a Ethernet Industrial agora é maior do que a Fieldbus tradicional e está crescendo a uma taxa anual quase quatro vezes maior que a da Fieldbus.



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

Índice

Visão geral

Compreendendo a agitação

As instalações industriais são inóspitas

As máquinas são mais sensíveis à latência

Desenvolvimento de padrões Ethernet para instalações industriais

Para a América do Norte – ANSI/TIA-1005-A

Na frente internacional – ISO/IEC 11801-3

Os três grandes – IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784

Padrões adicionais a considerar

Qual é o próximo destino?

Compreendendo a agitação

Há muitas palavras-chave no setor industrial que podem causar confusão: desde Ethernet industrial e Internet das Coisas Industrial (IIoT), até indústria 4,0 e manufatura inteligente. Enquanto o termo Ethernet industrial seja usado para descrever qualquer protocolo de comunicação industrial baseado em Ethernet, IIoT (que surgiu da IoT), a indústria 4,0 e manufatura inteligente podem ser usados de forma intercambiável, pois todos se referem à tendência que combina produção e operações industriais com dados digitais em tempo real, aprendizado de máquina e inteligência artificial. O termo Indústria 4,0 relaciona-se ao fato de que essa tendência poderia ser considerada a quarta revolução industrial – a primeira sendo o uso de máquinas hidráulicas e a vapor, no início do século 19, a segunda sendo a introdução do aço, eletricidade e linhas de montagem, no início do século 20, e a terceira sendo a introdução da tecnologia de computador nos ambientes de fábrica, na década de 60.



A Ethernet industrial é, na verdade, um dos principais impulsionadores por trás da Indústria 4,0 e da IIoT, ao permitir um novo nível de interconectividade e comunicação entre pessoas e máquinas no que se refere à manufatura, ao mesmo tempo em que fornece acesso a informações em tempo real que, em última análise, permitirão mais controle e visibilidade por toda a cadeia de suprimentos, manutenção automatizada e simplificada, e melhor colaboração e produtividade: em outras palavras, fabricação inteligente. Como o protocolo Ethernet é usado para transmitir dados na LAN e WAN, a Ethernet industrial também abre caminho para melhorar o compartilhamento de informações entre o chão de fábrica e o escritório corporativo. O suporte também se torna mais fácil, aproveitando a vasta população de técnicos e ferramentas de TI experientes em Ethernet.

As instalações industriais são inóspitas

A Ethernet tradicional geralmente é instalada em ambientes relativamente limpos e confortáveis, como edifícios de escritórios, escolas e hospitais. O oposto é verdadeiro em relação à Ethernet industrial. A Ethernet industrial é usada em fábricas e até mesmo em ambientes externos, em longas correias transportadoras, e dentro de minas. Esses ambientes colocam grandes tensões nos cabos. Os estressores mecânicos incluem choque, movimento constante (braços do robô e mesas giratórias) e vibração. Situações de ingresso oferecem oportunidades para a umidade e os produtos químicos entrarem em um cabo, enquanto algumas setores, como alimentos e bebidas, lavam seus equipamentos (incluindo cabos) com mangueiras diariamente. O estresse climático resulta de mudanças de temperatura em ambientes quentes (cozimento, fabricação de aço) e frios. O ruído eletromagnético de inversores de frequência (VFDs), motores, contadores e outros equipamentos pode entrar em cabos e dispositivos Ethernet. Esses estressores "MICE" podem ser uma causa importante de falhas de cabos Ethernet industriais, e as falhas podem ser intermitentes e difíceis de diagnosticar.

As máquinas são mais sensíveis à latência

A maioria das pessoas usa Ethernet para se conectar à web, um ponto de acesso sem fio, um servidor, telefone, e-mail ou impressora. A Ethernet foi criada para mover pacotes de dados, também chamados de quadros, entre uma pessoa e um dispositivo como uma impressora. A transferência de um pacote normalmente leva menos de um milissegundo. Se, por algum motivo, os pacotes não passarem pela primeira vez, a Ethernet continuará tentando até que os pacotes passem. Isso pode resultar em atrasos de 2 segundos durante a impressão de um documento de duas páginas, e ninguém notaria ou se importaria com isso.

A Ethernet industrial conecta máquinas a outras máquinas que executam tarefas importantes, sensíveis ao tempo e às vezes perigosas. Considere uma máquina controlada por Ethernet Industrial movendo um veículo pesado parcialmente montado para a próxima estação de montagem. Como você pode imaginar, movimentos incorretos podem danificar equipamentos ou pessoas ou afetar a qualidade e as taxas de produção. Ao contrário do exemplo da impressora, se alguns pacotes de ethernet atrasarem por menos de um segundo, a máquina deve parar, para evitar um possível problema de segurança. Pode levar horas para tudo voltar a um estado seguro e reiniciar a máquina - por causa de alguns pacotes perdidos ou atrasados.

Além de todas as vantagens da Ethernet, os padrões para instalações industriais foram criados para fazer com que aplicações sensíveis ao tempo funcionem em ambientes industriais severos.

Desenvolvimento de padrões Ethernet para instalações industriais

Com LANs e WANs baseadas em Ethernet no mundo empresarial, construir uma rede conforme os padrões de cabeamento do setor garante interoperabilidade e suporte entre fornecedores, incluindo suporte para aplicações futuras aproveitando métodos comprovados de instalação, verificação e manutenção que, em última análise, garantem qualidade e confiabilidade ao longo da vida útil da rede. As redes industriais não são exceção, mas como observado acima, elas são muito mais sensíveis a erros de transmissão de dados.

Quando se trata de padrões de cabeamento para redes industriais, a Telecommunications Industry Association (TIA) desenvolve padrões para a América do

Norte, enquanto a International Organization for Standardization (ISO)/International Electrotechnical Commission (IEC) desenvolve padrões internacionais. Dentro da TIA, o Comitê de Engenharia TR-42 é responsável pelo desenvolvimento e manutenção de padrões para infraestrutura de telecomunicações nas instalações e, devido à necessidade de os fornecedores poderem produzir soluções de conectividade em conformidade com os padrões, tanto nacional quanto internacionalmente, há uma forte participação internacional neste Comitê de Engenharia. Na verdade, o Grupo de Trabalho ISO/IEC WG3 e os Subcomitês TIA TR-42 compartilham muitos dos mesmos participantes ativos. Em geral, os padrões TIA estão bem alinhados aos padrões ISO/IEC, com algumas diferenças de terminologia. O subcomitê de infraestrutura de telecomunicações industriais TR-42.9 lida com padrões de cabeamento para ambientes industriais.

Quando se trata de cabeamento de automação industrial, toda a padronização internacional da Ethernet industrial é realizada pelo subcomitê SC65C da IEC. Um grupo de trabalho conjunto entre o ISO e o IEC, o subcomitê 65C/JWG-10, foi formado especificamente para definir a fiação e o cabeamento da Ethernet em um ambiente industrial e coordenar domínios sobrepostos de cabeamento estruturado no local. Este grupo também é responsável pelo desenvolvimento e manutenção das especificações de instalação da estrutura de padrões Fieldbus.

Além da TIA, ISO e IEC, há outros grupos de padrões de cabeamento regionais, como o CENELEC (Comitê Europeu para Padronização Eletrotécnica), JSAJSI (Associação Japonesa de Padrões) e CSA (Associação Canadense de Padrões), que desenvolvem especificações para sua região ou país. Esses grupos de padrões regionais contribuem ativamente com os comitês consultivos técnicos da ISO, e o conteúdo de seus padrões geralmente está em harmonia com os requisitos da TIA e da ISO/IEC. Além dos padrões de cabeamento, a CENELEC também tem padrões Fieldbus equivalentes, bem harmonizados com a versão IEC.

Agora que você sabe quais comitês estão trabalhando, vamos ver como os padrões específicos que eles desenvolvem se relacionam às redes industriais.

Para a América do Norte – ANSI/TIA-1005-A

Publicado em maio de 2012, o Padrão de infraestrutura de telecomunicações para instalações industriais ANSI/TIA-1005-A fornece os requisitos de infraestrutura, distância, configuração de tomada/conector de telecomunicações e de topologia para cabeamento implantado em ambientes industriais. TIA-1005 faz referência à família ANSI/TIA-568 de padrões, que define os requisitos de estrutura, topologias e distâncias, instalação, desempenho e teste para cabeamento genérico de telecomunicações, mas inclui especificamente recomendações de cabeamento estruturado para ambientes industriais normalmente sujeitos a condições mais severas, incluindo áreas especializadas como ilhas de automação e áreas de dispositivos industriais.

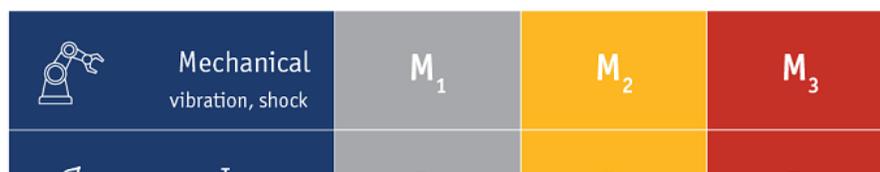
Um aspecto fundamental da norma TIA-1005 é o uso do método MICE (mecânico, ingresso, climático e eletromagnético) de classificação dos ambientes necessários para selecionar componentes para a construção de uma rede industrial. Isso inclui as seguintes características:

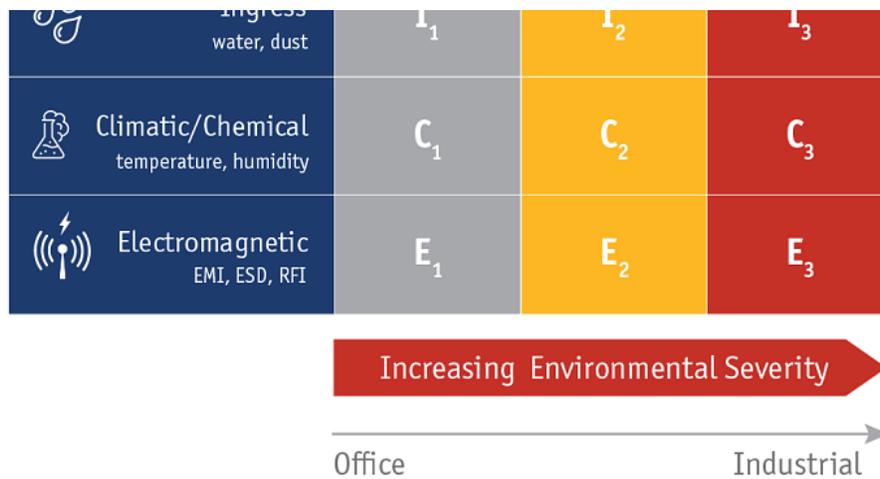
- Mecânicas: choque, vibração de impacto, flexão, curvatura e esmagamento
- Ingresso: tamanho do particulado, umidade e imersão
- Climática/Química: temperatura, choque térmico, umidade, UV (radiação solar) e poluição química
- Eletromagnéticas: ESD, RF, EFT, potencial de aterramento transiente, campo magnético

As classificações MICE segmentam ambientes industriais em três níveis, com base em seu grau de gravidade:

- Nível 1 MICE: Ambiente de escritório comercial
- Nível 2 MICE: Áreas industriais leves, como montagem, processamento de alimentos, serviços de saúde ou lavagem
- Nível 3 MICE: Indústria pesada, como petroquímica, fundição, manufatura automotiva ou usinagem

MICE Environmental Classifications





É importante observar que o nível (1, 2 ou 3) pode não ser o mesmo para todas as características do MICE e, na verdade, qualquer ambiente industrial único raramente tem apenas uma classificação. Por exemplo, enquanto os ambientes M3I3C3E3 exijam componentes de infraestrutura de rede capazes de suportar os mais altos níveis de vibração, choque, força tênsil, impacto e flexão, a classificação mais comum pode ser M1I3C3E1, onde as características mecânicas e eletromagnéticas não são diferentes de um ambiente comercial de nível 1, mas a presença de líquidos e produtos químicos torna a classificação de ingresso e climatização/produto químico em um nível 3. A chave para usar a classificação MICE para determinar componentes é sempre projetar o pior cenário possível.

Na frente internacional – ISO/IEC 11801-3

ISO/IEC 11801-3 Tecnologia da informação -- Cabeamento genérico para instalações do cliente -- Parte 3: Industrial especifica o cabeamento genérico, que é crítico para prestar serviços robustos às ilhas de automação em instalações industriais, ou espaços industriais dentro de outros tipos de edifícios. Esta norma substitui a ISO/IEC 24702, que foi publicada em 2006, e sistemas de cabeamento específicos, direcionados a instalações industriais ou áreas industriais em outros tipos de instalações. Com a desativação da ISO/IEC 24702, a classificação ambiental MICE, que também vemos na TIA-1005, agora reside em cabeamento genérico ISO/IEC 11801-1 para instalações do cliente – Parte 1: Os requisitos gerais.

Em geral, os padrões ISO/IEC 11801 cobrem sistemas de cabeamento normalmente usados para redes locais internas, incluindo cabeamento de cobre e fibra óptica de par trançado balanceado de quatro pares. Além da ISO/IEC 11801-3, isso inclui escritórios (cobertos pela ISO/IEC 11801-2) e data center (cobertos pela ISO/IEC 11801-5). Como a série de normas TIA-568, a família de normas ISO/IEC 11801 especifica mídia física e desempenho de transmissão para suportar várias velocidades Ethernet.

Deve-se notar que, embora a ISO/IEC 11801-3 cubra o cabeamento para a ilha de automação, ela não aborda as aplicações críticas de automação, controle de processo e monitoramento dentro da própria ilha de automação -- as informações para este cabeamento específico da aplicação são fornecidas nas séries de normas IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784.

Os três grandes – IEC 61158, IEC 61918 e IEC 61784

Quando se trata de Ethernet industrial e de aplicações de endereçamento dentro da ilha de automação, as três normas de cabeamento mais críticas incluem Redes de comunicação industrial IEC 61918 – Instalação de redes de comunicação em instalações industriais, Rede de comunicações industrial IEC 61784-5 – Perfis e Redes de comunicação industrial IEC 61158 – Especificações Fieldbus, todas controladas pelo subcomitê 65C (SC65C) da IEC.

A IEC 61918 padroniza elementos comuns em todos os fieldbuses, incluindo os baseados em Ethernet. A IEC 61784, que consiste em documentos 36, define um conjunto de perfis de comunicação específicos do protocolo a ser usado no projeto de dispositivos para automação e controle de processo. A IEC 61158, que consiste em documentos 83, fornece orientação e especificações sobre redes de comunicação industrial, incluindo a definição da camada física, de link de dados e de aplicação para redes Fieldbus e baseadas em Ethernet. Também explica a estrutura da série IEC 61784 e como usar as normas entre si.

IEC 61784-5 cobre várias famílias de perfis de comunicação (CPF), que especificam um ou mais perfis de comunicação. Dividido em subpartes para cada CPF, a norma especifica quais requisitos do IEC 61918 se aplicam a cada perfil e, quando necessário, complementa, modifica ou substitui os requisitos. Alguns dos perfis populares de Ethernet industrial cobertos na IEC 61784-5 incluem EtherCat, Profinet, Modbus TCP/IP e EtherNet/IP, conforme mostrado na Tabela 1 abaixo.

CPF 61784-5	Nome comercial
1	Foundation Fieldbus 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

Tabela 1. Perfis compatíveis com Ethernet industrial.

Esses três documentos principais são grandes e bastante caros, e você realmente precisa apenas dos documentos relacionados à rede que está implantando. Felizmente, a IEC embala os documentos IEC 61158, IEC 61918 e 61784 pertinentes ao CPF que você está usando.

Padrões adicionais a considerar

Além das normas de cabeamento de Ethernet industrial acima mencionadas, seguem outras normas a considerar.

- Implementação e operação de cabeamento nas instalações do cliente ISO/IEC 14763-2 - Parte 2: Planejamento e instalação especifica o planejamento, a instalação e a operação de infraestruturas em apoio ao cabeamento genérico, incluindo a instalação industrial. Ela abrange tópicos como garantia de qualidade, especificação, planejamento e prática da instalação, documentação, administração, testes, inspeção, operação, manutenção e reparo.
- Implementação e operação de cabeamento nas instalações do cliente ISO/IEC 14763-3 - Parte 3: Testes de cabeamento de fibra óptica descreve os procedimentos de teste para garantir que o cabeamento de fibra óptica, projetado de acordo com a ISO/IEC 11801 e instalado de acordo com as recomendações da ISO/IEC 14763-2, possa fornecer o nível de desempenho de transmissão especificado na ISO/IEC 11801. Este documento abrange condições de lançamento multimodo, testes OTDR bidirecionais, o método de teste de três disjuntores, inspeção e critérios de extremidade da fibra e o uso de conectores de referência.
- Especificação IEC 61935-1 para o teste de cabeamento de tecnologia da informação balanceado e coaxial – Parte 1: Cabeamento balanceado e instalado conforme especificado em ISO/IEC 11801 e normas relacionadas especifica testes abrangentes para o cabeamento instalado, garantindo que o cabeamento suportará aplicações de telecomunicações projetadas para operar no sistema de cabeamento genérico.

Qual é o próximo destino?

À medida que a IloT/Indústria 4.0 continua a evoluir e as aplicações industriais avançam em direção a um ambiente cada vez mais integrado e padronizado com base na Ethernet, veremos desenvolvimentos de padrões adicionais e esforços contínuos entre órgãos normativos para harmonizar, coordenar e simplificar as especificações. Mesmo assim, TIA e ISO/IEC estão desenvolvendo normas para aplicações Ethernet industriais de par único, voltadas para a comunicação M2M de baixa complexidade e baixa velocidade (ou seja, 10Mb/s). A Ethernet de par único pode reduzir significativamente o custo, eliminando pares não utilizados de um sistema de cabeamento tradicional de quatro pares e permitindo o uso de cabos e conectores menores.

O comitê de infraestrutura de telecomunicações industriais TR-42.9 da TIA está atualmente desenvolvendo dois adendos à norma TIA-1005, para abordar cabeamento, casos de uso e topologia para aplicações Ethernet de par único nas instalações industriais. A ISO/IEC está trabalhando atualmente em um relatório técnico (TR 11801 9906) que definirá o desempenho de canais Ethernet de par único específicos da aplicação. Também em desenvolvimento, as emendas à série de normas ISO/IEC 11801 cobrirão requisitos de cabeamento e componente Ethernet de par único em ambientes genéricos e específicos das instalações, incluindo industriais.

Como os cabos e conectores típicos para escritório nem sempre são adequados para as demandas de ambientes de automação e controle industrial, devido a fatores como vibração, ruído elétrico, equipamentos em movimento, perigos de impacto e luz solar, água, contaminantes e solventes, é importante garantir que você esteja seguindo as normas corretas, desenvolvidas especificamente para o ambiente industrial. Agora que você tem uma visão geral do ambiente de normas para Ethernet industrial, esperamos que pareça menos confuso e mais gerenciável ou, pelo menos, que você saiba por onde começar, quais normas você precisa para colocar suas mãos na massa e quais organizações e comitês você deve acompanhar no futuro. Lembre-se de que construir sua rede industrial de acordo com normas nacionais ou internacionais ajudará a garantir interoperabilidade e suporte para aplicações futuras.

Com centenas de diferentes limites de teste incorporados em nossa série DSX CableAnalyzer, você pode se perguntar quais deles são baseados em padrões Ethernet industriais e podem ser usados nesses ambientes. Recomendamos que você trabalhe com seu fornecedor de máquinas e cabeamento e com seu fornecedor de equipamentos de automação, para especificar os testes e limites de teste certos para sua instalação. Aqui estão algumas informações sobre os limites integrados ao DSX, com base nos padrões de Ethernet industrial.

O primeiro deles é a norma TIA-1005 para testar canais. Os limites de teste estão disponíveis para canais TIA 1005-A, baseados em Cat 5e, 6 ou 6A. Você precisará escolher o nível MICE "E" (1, 2 ou 3) para testar a suscetibilidade eletromagnética com base nas medições de Perda de Conversão Transversal (TCL). Você também pode optar por habilitar testes adicionais, escolhendo "+PoE" ou "+All". "+PoE" inclui um conjunto de testes de resistência útil para detectar conectores com alta resistência de contração, o que pode levar a falhas precoces e problemas intermitentes em ambientes MICE 2 e 3. O uso desses limites de teste requer o uso dos adaptadores de canal fornecidos com o testador DSX (modelo DSX-CHA004 ou DSX-CHA804). Como está subentendido, os testes TIA-1005 são baseados em uma configuração de canal, o que significa que o desempenho dos conectores nas extremidades do link não é testado. Se você estiver terminando esses conectores em campo, isso pode não ser apropriado.

O segundo conjunto de limites de teste é baseado no relatório técnico ISO11801-9902. Ao contrário dos limites TIA-1005-A, estes incluem o desempenho dos conectores em cada extremidade e são, portanto, chamados de testes de "link de ponta a ponta", que é onde você os encontrará nos limites de teste DSX. Semelhante aos limites TIA, você pode escolher entre Classe D e E, bem como o nível MICE "E". Além disso, você também precisa especificar o número de interconexões no link (de duas a seis). O teste do conector final no link requer um conjunto de adaptadores de cabo de patch opcionais, que correspondam ao limite de classe que você está testando (DSX-PC5ES para Cat 5e / Classe D, DSX-PC6S para Cat 6 / Classe E ou DSX-PC6AS para Cat 6A / Classe FA). Alterações futuras do ISO 11801-3 também incluirão links de ponta a ponta, que serão adicionados ao DSX quando disponíveis.

O terceiro conjunto de limites foi criado para conexões PROFINET, e pode ser encontrado no grupo "Aplicativo" no DSX. Há apenas duas opções – PROFINET e PROFINET 2pr E2E (de ponta a ponta). Esses testes, no entanto, usam adaptadores de canal e podem não ser adequados para conectores de extremidade terminados em campo.

Dependendo dos limites escolhidos, você também pode precisar especificar a configuração da tomada: quer seja a fiação TIA568A ou B, apenas dois pares, ou usando um conector M12 (que requer adaptadores opcionais separados).

Para obter instruções detalhadas sobre como configurar o DSX para várias configurações industriais, acesse <https://www.flukenetworks.com/industrialethernet/testing-industrial-ethernet-cabling-dsx-cableanalyzer>.



Testing different configurations of Ethernet connections requires the use of the correct adapters. Shown: Link permanente, canal, cabo de conexão e adaptadores M12

Sobre a Fluke Networks

A Fluke Networks é a líder mundial em ferramentas de certificação, resolução de problemas e instalação para profissionais que instalam e fazem a manutenção da infraestrutura crítica de cabeamento da rede. Desde instalar os mais avançados centros de dados até restaurar o serviço no pior clima, nossa combinação de lendária confiabilidade e desempenho sem paralelo garante que os trabalhos sejam realizados eficientemente. Estão entre os produtos mais importantes da empresa o inovador LinkWare™ Live, a solução líder mundial para certificação de cabos conectada à nuvem com mais de quatorze milhões de resultados carregados até este momento.

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 junho de 2020 10:33 AM

Literature ID: 7003117

© Fluke Networks 2018