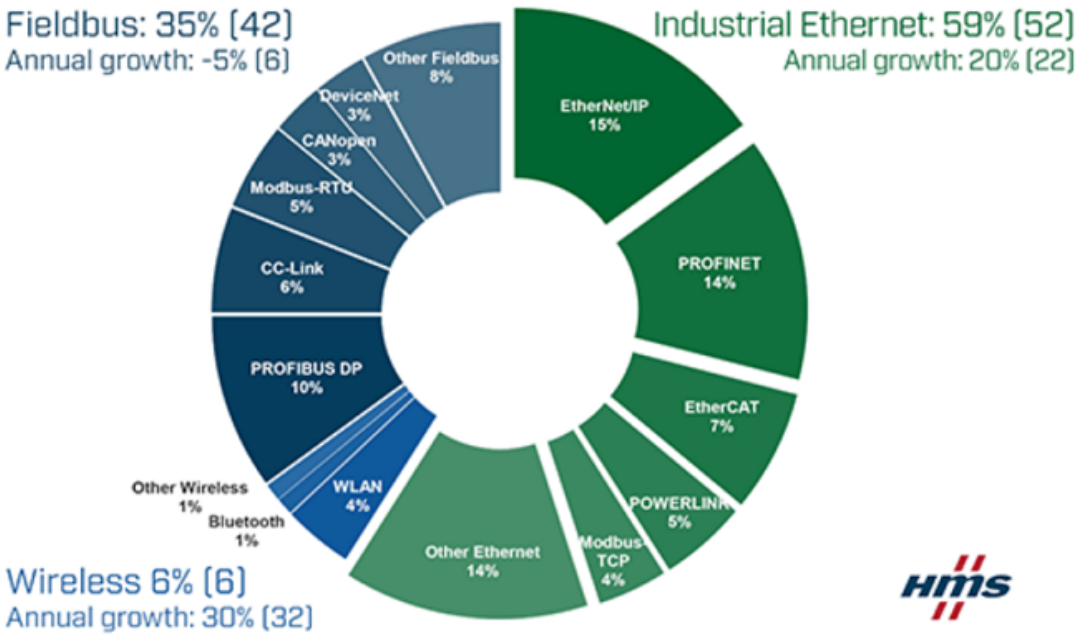
WHITE PAPER

Normes de l’Ethernet industriel : Ouvrir la voie à la prochaine révolution industrielle

Présentation

Ethernet est depuis longtemps le protocole qui de fait contrôle la manière dont les données sont transmises sur les réseaux locaux (LAN) et les réseaux étendus (WAN), et ses avantages sont bien compris dans le monde de l'entreprise - interopérable, redondant, flexible, évolutif, rapide et rentable. Au cours des dernières décennies, Ethernet a considérablement évolué et a rapidement fait son chemin dans les applications industrielles. Le protocole à couche Ethernet utilisé dans les applications bureautiques basées sur TCP/IP présentait à l'origine des problèmes dans le secteur industriel en raison de la diffusion de ses paquets de données vers tous les nœuds via des chemins variables sans temps de destination déterminé ni latence ultérieure, ce qui empêchait le transfert de données « en temps réel » requis pour les communications machine à machine (M2M). Aujourd'hui, plusieurs protocoles Ethernet industriel ont été développés afin d’offrir tous les avantages d'Ethernet mais avec des modifications permettant latence réduite et déterminisme. Ceux-ci incluent des protocoles tels que Modbus TCP/IP™, EtherCat™, EtherNet/IP™ et PROFINET™. En conséquence, l'utilisation d'Ethernet pour les applications d'automatisation industrielles est en hausse et remplace rapidement les protocoles de bus de terrain traditionnels, plus complexes, souvent propriétaires, et avec une distance et des performances limitées. En réalité, l’Ethernet industriel est maintenant plus important que les bus de terrain traditionnels et son taux de croissance annuel est près de quatre fois supérieur à celui des bus de terrain.



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

Table des matières

Présentation

Quel sens donner à l’engouement

Les locaux industriels sont difficiles

Les machines sont plus sensibles à la latence

Développement de normes Ethernet pour les locaux industriels

Pour l'Amérique du Nord - ANSI/TIA-1005-A

Sur le front international - ISO/CEI 11801-3

Les trois principales normes - CEI 61158, CEI 61918 et CEI 61784

Normes supplémentaires à considérer

Que faire à partir de maintenant ?

Quel sens donner à l’engouement



Il existe de nombreux mots à la mode dans le secteur industriel pouvant semer la confusion - de l’Ethernet industriel à l’Internet industriel des objets (IIoT), en passant par l’Industrie 4,0 et la fabrication intelligente. Alors que l’Ethernet industriel est utilisé pour décrire n’importe quel protocole de communication industriel basé sur Ethernet, IIoT (issu de l’IoT), Industrie 4,0 et fabrication intelligente peuvent être utilisés de manière interchangeable, dans la mesure où ils renvoient tous à la tendance qui associe la production et les opérations industrielles aux données numériques en temps réel, à l’apprentissage automatique et à l’intelligence artificielle. Le terme Industrie 4,0 se réfère au fait que cette tendance pourrait être considérée comme la quatrième révolution industrielle - la première étant l'utilisation de machines hydrauliques et à vapeur au début des années 1800, la seconde étant l'introduction de l'acier, de l'électricité et des chaînes d'assemblage dans le secteur industriel au début des années 1900, et la troisième étant l’introduction de la technologie informatique dans les usines dans les années 1960. L’Ethernet industriel est en fait l’un des principaux moteurs de l’Industrie 4,0 et de l’IIoT, car il permet un niveau inédit d’interconnexion et de communication entre les utilisateurs et les machines en ce qui concerne la fabrication, tout en permettant l’accès à des informations en temps réel qui permettront un meilleur contrôle et une meilleure visibilité à travers toute la chaîne logistique, une maintenance automatisée et rationalisée, ainsi qu'une collaboration et une productivité améliorées, autrement dit une fabrication intelligente. Le protocole Ethernet étant utilisé pour la transmission de données sur les réseaux LAN et WAN, l’Ethernet industriel ouvre également la voie à un meilleur partage des informations entre l'atelier et le siège de l'entreprise. L’assistance devient également plus facile, en tirant parti de la vaste population de techniciens informatiques familiers d’Ethernet et du grand nombre d’outils.

Les locaux industriels sont difficiles

L’Ethernet traditionnel est généralement installé dans des environnements relativement propres et confortables tels que des immeubles de bureaux, des écoles et des hôpitaux. C'est exactement l'inverse avec l’Ethernet industriel. L’Ethernet industriel est utilisé dans les usines et même à l'extérieur sur de longs convoyeurs ou encore à l'intérieur de mines. Ces environnements imposent d’importantes contraintes aux câbles. Les facteurs de stress mécaniques comprennent : chocs, mouvements constants (bras de robot et platines) et vibrations. Les situations d’infiltration offrent des opportunités à l’humidité et aux produits chimiques de pénétrer dans un câble, tandis que certaines industries, comme le secteur des aliments et boissons, lavent quotidiennement leur équipement (y compris les câbles) avec des tuyaux. Les contraintes climatiques résultent de changements de température dans les environnements chauds (cuisson, fabrication d'acier) et froids. Le bruit électromagnétique provenant des variateurs de vitesse (VFD), moteurs, contacteurs et autres équipements peut pénétrer dans les câbles et les périphériques Ethernet. Ces stresseurs « MICE » peuvent être une cause majeure de défaillances des câbles Ethernet industriel. De plus, ces défaillances peuvent être intermittentes et difficiles à diagnostiquer.

Les machines sont plus sensibles à la latence

La plupart des gens utilisent Ethernet pour se connecter au Web, à un point d'accès sans fil, à un serveur, à un téléphone, à une messagerie électronique ou à une imprimante. Ethernet a été conçu pour déplacer des paquets de données, également

appelés trames, entre une personne et un périphérique tel qu'une imprimante. Le transfert d'un paquet prend généralement moins d'une milliseconde. Si, pour une raison quelconque, les paquets ne passent pas la première fois, Ethernet continue d'essayer jusqu'à ce que les paquets passent. Cela peut entraîner un délai de 2 secondes lors de l'impression d'un document de 2 pages - et personne ne le remarquera ni ne s'en souciera. L'Ethernet industriel connecte des machines à d'autres machines exécutant des tâches importantes, urgentes et parfois dangereuses. Considérons une machine contrôlée par Ethernet industriel qui déplace un véhicule lourd partiellement assemblé vers le prochain poste de montage. Comme vous pouvez l'imaginer, des mouvements incorrects peuvent endommager des équipements ou blesser des personnes, ou nuire à la qualité ou aux taux de production. Contrairement à l'exemple de l'imprimante, si quelques paquets Ethernet sont retardés même pendant moins d'une seconde, la machine doit s'arrêter pour éviter un problème de sécurité potentiel. Cela peut prendre des heures pour tout remettre dans un état sûr et redémarrer la machine - tout cela à cause de quelques paquets perdus ou retardés. En plus de tous les avantages d'Ethernet, des normes pour les locaux industriels ont été créées afin de permettre aux applications sensibles à la contrainte de temps, et exécutées dans des environnements industriels difficiles, de fonctionner de manière fiable.

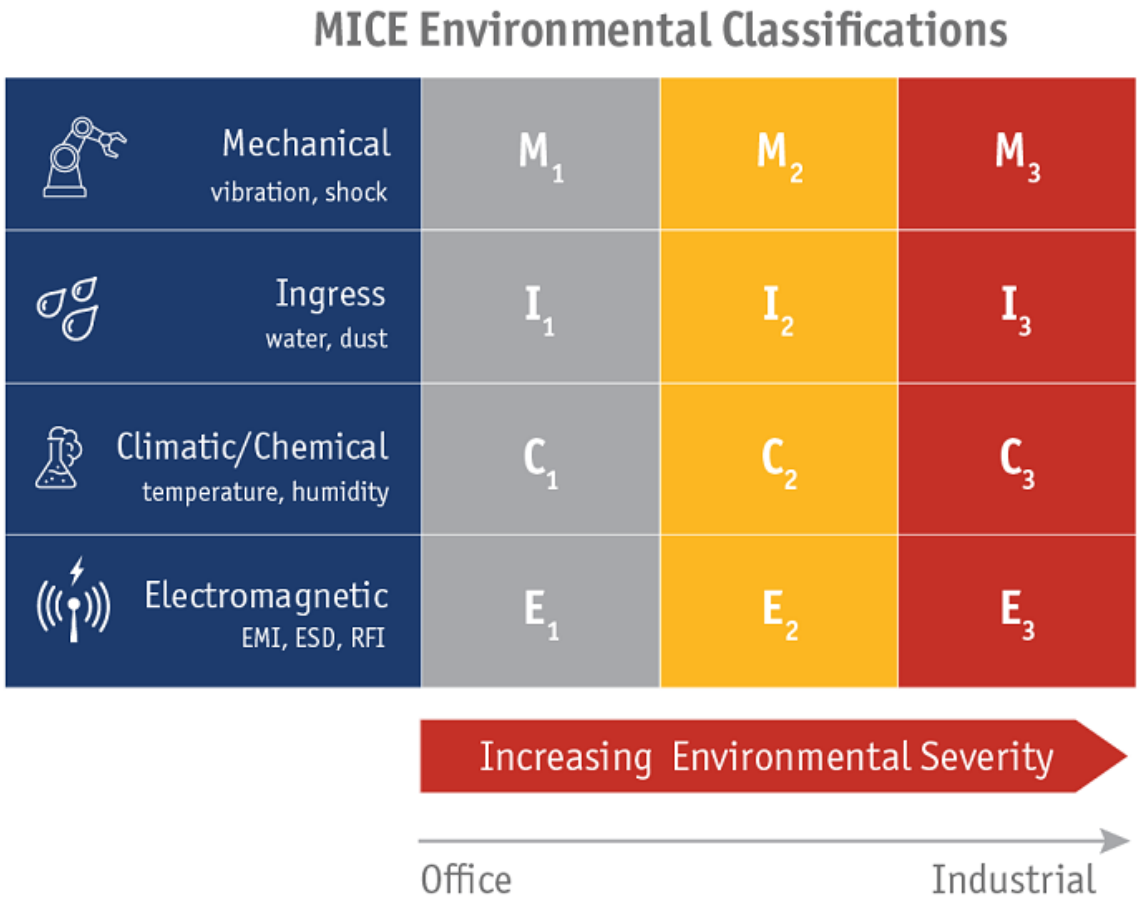
Développement de normes Ethernet pour les locaux industriels

Avec les réseaux locaux et les réseaux étendus Ethernet dans le monde des entreprises, la création d'un réseau conforme aux normes de câblage de l'industrie garantit l'interopérabilité et le support inter-fournisseurs, ceci incluant la prise en charge d'applications futures et la mise à profit de méthodes d'installation, de vérification et de maintenance éprouvées garantissant qualité et fiabilité tout au long de la vie du réseau. Les réseaux industriels ne font pas exception à la règle, mais comme indiqué ci-dessus, ils sont beaucoup plus sensibles aux erreurs de transmission des données. En ce qui concerne les normes de câblage pour les réseaux industriels, la Telecommunications Industry Association (TIA) élabore des normes pour l'Amérique du Nord, tandis que l'Organisation internationale de normalisation (ISO) / Commission électrotechnique internationale (CEI) élabore des normes internationales. Au sein de la TIA, le comité d'études TR-42 est chargé d'élaborer et de mettre à jour des normes pour les infrastructures de télécommunications de sites. Étant donné que les fournisseurs doivent pouvoir produire des solutions de connectivité conformes aux normes, tant au niveau national qu'international, ce Comité d'ingénierie connaît une participation internationale élevée. En fait, le groupe de travail ISO/CEI WG3 et les sous-comités TIA TR-42 partagent bon nombre des mêmes participants actifs. En général, les normes TIA sont bien alignées sur les normes ISO/CEI avec quelques différences de terminologie. Le sous-comité TR-42.9 sur les infrastructures de télécommunications industrielles traite des normes de câblage pour les environnements industriels. En ce qui concerne le câblage de l'automatisation industrielle, toute la normalisation de l'Ethernet industriel au niveau international est effectuée au sein du sous-comité SC65C de la CEI. Un sous-comité 65C/JWG-10, groupe de travail mixte entre l'ISO et la CEI, a été spécialement constitué pour définir le câblage Ethernet dans un environnement industriel et pour coordonner les domaines de câblage structuré sur site qui se chevauchent. Ce groupe est également responsable du développement et de la maintenance des spécifications d'installation de bus de terrain dans le cadre des normes relatives aux bus de terrain. Outre les normes TIA, ISO et CEI, d'autres groupes régionaux de normalisation du câblage, tels que le CENELEC (Comité européen de normalisation électrotechnique), la JSA/JSI (Association japonaise de normalisation) et la CSA (Association canadienne de normalisation) élaborent des spécifications pour leur zone géographique ou pays. Ces groupes régionaux de normalisation contribuent activement aux comités consultatifs techniques de l'ISO et le contenu de leurs normes est généralement en harmonie avec les exigences de la TIA et de l'ISO/CEI. En plus des normes de câblage, le CENELEC dispose également de normes pour bus de terrain équivalentes harmonisées avec la version CEI. Maintenant que vous savez quels comités

travaillent, voyons en quoi les normes spécifiques qu'ils développent se rapportent aux réseaux industriels.

Pour l'Amérique du Nord - ANSI/TIA-1005-A

Publiée en mai 2012, la norme ANSI / TIA-1005-A Infrastructure de télécommunications pour locaux industriels fournit les exigences en matière d'infrastructure, de distance, de configuration des prises/connecteurs de télécommunication et de topologie pour le câblage déployé dans des environnements industriels. La norme TIA-1005-A fait référence à la famille de normes ANSI/TIA-568 qui définissent la structure, les topologies et les distances, l'installation, les performances et les exigences de test du câblage de télécommunication générique, néanmoins elle contient spécifiquement des recommandations de câblage structuré pour les environnements industriels généralement soumis à des conditions plus difficiles et incluant des domaines spécialisés tels que des îlots d'automatisation et de zones de dispositifs industriels. Un aspect clé de la norme TIA-1005-A est l'utilisation de la méthode MICE (mécanique, infiltration, climatique et électromagnétique ; Mechanical, Ingress, Climactic, Electromagnetic) pour classifier les environnements nécessaire à la sélection de composants pour la construction d'un réseau industriel. Cela inclut les caractéristiques suivantes : Mécanique : shock, impact vibration, bending and flexing and crush Ingress: particulate size, moisture and immersion Climatic/Chemical: temperature, thermal shock, humidity, UV (solar radiation) and chemical pollution Electromagnetic: ESD, RF, EFT, transient ground potential, magnetic field The MICE classifications segment industrial environments into three levels, based upon their degree of severity: Niveau MICE 1 : Commercial office environment MICE Level 2: Light industrial, such as assembly, food processing, health care, or wash-down areas MICE Level 3: Industrie lourde comme la pétrochimie, la fonderie, la construction automobile ou l'usinage



Il est important de noter que le niveau (1, 2 ou 3) peut ne pas être identique pour toutes les caractéristiques MICE. En fait, un environnement industriel est rarement exclusif à une seule classification. Par exemple, alors que les environnements M3I3C3E3 nécessitent des composants d'infrastructure réseau capables de résister aux niveaux les plus élevés de vibration, choc, force de traction, impact et flexion, une classification plus courante pourrait être M1I3C3E1 où les caractéristiques mécaniques et électromagnétiques ne sont pas différentes de celles d'un environnement commercial de niveau 1, la présence de liquides et de produits chimiques rend la classification d'infiltration et climatique/chimique à un niveau 3. La clé de l'utilisation de la classification MICE pour déterminer les composants est de toujours concevoir le scénario le plus défavorable.

Sur le front international - ISO/CEI 11801-3

ISO/CEI 11801-3 Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux des clients -- Partie 3 : Industriel spécifie le câblage générique, ce qui est essentiel pour la fourniture de services robustes aux îlots d'automatisation situés dans des locaux industriels ou dans des espaces industriels au sein d'autres types de bâtiments. Cette norme remplace la norme ISOCEI 24702, publiée en 2006 et qui spécifiait des systèmes de câblage destinés à des locaux industriels ou à des zones industrielles situées dans d'autres types de locaux. Avec l'abandon de ISO/CEI 24702, la classification environnementale MICE que nous voyons également dans TIA-1005-A se trouve maintenant dans ISO/CEI 11801-1, Câblage générique pour les locaux des clients - Partie 1 : Exigences générales. Dans l'ensemble, les normes ISO/CEI 11801 couvrent les systèmes de

câblage généralement utilisés pour les réseaux locaux sur site, notamment les câbles en cuivre à paires torsadées symétriques et les câbles à fibres optiques. Outre ISO/CEI 11801-3, cela inclut les espaces de bureaux (couverts dans ISO/CEI 11801-2) et les espaces de centres de données (traités dans ISO/CEI 11801-5). A l'instar de la série de normes TIA-568, la famille de normes ISO/CEI 11801 spécifie les performances des supports physiques et de transmission pour prendre en charge diverses vitesses Ethernet. Il convient de noter qu'ISO/CEI 11801-3 couvre le câblage vers l'îlot d'automatisation, mais pas les applications critiques d'automatisation, de contrôle de processus et de surveillance au sein de l'îlot d'automatisation lui-même - les informations de ce câblage spécifique à l'application sont fournies par la série de normes CEI 61158, CEI 61918 et CEI 61784.

Les trois principales normes - CEI 61158, CEI 61918 et CEI 61784

Concernant l'Ethernet industriel et les applications au sein de l'îlot d'automatisation, les trois normes de câblage les plus cruciales comprennent : CEI 61918 Réseaux de communication industriels - Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels, CEI 61784-5 Réseaux de communication industriels - Profils et CEI 61158 Réseaux de communication industriels - Spécifications de bus de terrain, toutes contrôlées par le sous-comité 65C de la CEI (SC65C). CEI 61918 normalise les éléments communs à tous les bus de terrain, y compris ceux basés sur Ethernet. CEI 61784, composée de 36 documents, définit un ensemble de profils de communication spécifiques au protocole à utiliser dans la conception de dispositifs d'automatisation et de contrôle de processus. CEI 61158, composée de 83 documents, fournit des orientations et des spécifications sur les réseaux de communication industriels, ceci incluant la définition de la couche physique, de la liaison de données et de la couche application pour les réseaux à bus de terrain et Ethernet. Elle explique également la structure de la série CEI 61784 et comment utiliser les normes en combinaison. CEI 61784-5 couvre plusieurs familles de profils de communication (CPF ; Communication Profile Families), qui spécifient un ou plusieurs profils de communication. Divisée en sous-parties pour chaque CPF, la norme spécifie les exigences de CEI 61918 s'appliquant à chaque profil et, le cas échéant, complète, modifie ou remplace les exigences. Certains des profils Ethernet industriel les plus courants traités dans CEI 61784-5 comprennent EtherCat, Profinet, Modbus TCP/IP et EtherNet/IP, ainsi qu'indiqué dans le tableau 1 ci-dessous.

61784-5 CPF	Désignation commerciale
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

Tableau 1. Profils pris en charge par l'Ethernet industriel. Ces trois documents clés sont volumineux et plutôt coûteux, et vous n'avez vraiment besoin que des documents relatifs au réseau que vous déployez. Heureusement, la CEI regroupe les documents CEI 61158, CEI 61918 et 61784 relatifs au fichier CPF que vous utilisez.

Normes supplémentaires à considérer

Outre les normes de câblage Ethernet industriel susmentionnées, voici quelques normes supplémentaires à prendre en compte. ISO/CEI 14763-2 Mise en oeuvre et opération du câblage sur site client - Partie 2 : Planification et installation spécifie la planification, l'installation et l'exploitation des infrastructures prenant en charge le câblage générique, ceci incluant les locaux industriels. Elle couvre des sujets tels que l'assurance qualité, la spécification de l'installation, la planification de l'installation, les pratiques d'installation, la documentation, l'administration, les tests, l'inspection, le fonctionnement, la maintenance et les réparations. ISO/CEI 14763-3 Mise en oeuvre et opération du câblage sur site client - Partie 3 : Testing of Optical Fibre Cablingoutlines test procedures to be used to ensure that optical fiber cabling, designed in accordance with ISO/IEC 11801 and installed according to the recommendations of ISO/IEC 14763-2, can deliver the level of transmission performance specified in ISO/IEC 11801. Ce document couvre les conditions d'amorce multimode, les tests OTDR bidirectionnels, la méthode de test à trois cavaliers, l'inspection des extrémités des fibres et les critères, ainsi que l'utilisation de connecteurs de référence. CEI 61935-1 Spécification pour le test du câblage informatique équilibré et coaxial - Partie 1 : Le câblage équilibré installé tel que spécifié dans ISO/CEI 11801 et la norme connexe spécifie des tests complets pour le câblage installé afin de garantir que le câblage prend en charge les applications de télécommunication conçues pour fonctionner sur le système de câblage générique.

Que faire à partir de maintenant ?

Au fur et à mesure de l'évolution constante de l'IIoT/Industrie 4,0 et de l'évolution des applications industrielles vers un environnement de plus en plus normalisé et intégré basé sur Ethernet, nous assisterons à de nouveaux développements en matière de normes et à des efforts continus déployés par les organismes de normalisation pour harmoniser, coordonner et rationaliser les spécifications. Déjà, TIA et ISO/CEI élaborent actuellement des normes pour les applications Ethernet industrielles à une paire, ciblant les communications M2M à faible complexité et à faible vitesse (c'est-à-dire 10 Mb/s). La technologie Ethernet à paire unique permet de réduire considérablement les coûts en éliminant les paires inutilisées d'un système de câblage traditionnel à quatre paires et en permettant l'utilisation de câbles et de connecteurs plus petits. Le comité sur les infrastructures de télécommunications industrielles TR-42.9 de la TIA élabore actuellement deux addenda à la norme ANSI/TIA-1005-A concernant le câblage, les cas d'utilisation et la topologie pour les applications Ethernet à paire unique dans les locaux industriels. L'ISO/CEI travaille actuellement à un rapport technique (TR 11801 9906) qui définira les performances des canaux Ethernet à paire unique spécifiques à une application. Les amendements à la série de normes ISO/CEI 11801 porteront également sur les exigences relatives au composant Ethernet et au câblage à une seule paire, dans les environnements génériques et spécifiques à un site, y compris les environnements industriels. Du fait que les câbles et les connecteurs de bureau ne sont pas toujours adaptés aux exigences de l'automatisation industrielle et des environnements de

contrôle en raison de facteurs tels que les vibrations, le bruit électrique, les équipements en mouvement, les risques d'impact et toute sorte de lumière solaire, d'eau, de contaminants et de solvants, il est important de vous assurer que vous suivez les normes appropriées, spécifiquement développées pour l'environnement industriel. Maintenant que vous avez une vue d'ensemble de l'environnement des normes Ethernet industriel, nous espérons que cela vous semblera moins déroutant et plus facile à gérer - ou du moins vous indiquera par où commencer, quels documents de normes obtenir et à quels organismes et comités prêter attention dans le futur. N'oubliez pas que la construction de votre réseau industriel conformément aux normes nationales ou internationales contribuera à assurer l'interopérabilité et la prise en charge d'applications futures. Avec des centaines de limites de test différentes intégrées dans notre série DSX CableAnalyzer, vous pouvez vous demander lesquelles sont basées sur les normes de l'Ethernet industriel et peuvent être utilisées dans ces environnements. Nous vous recommandons de travailler avec votre fournisseur de machines et de câblage et que votre fournisseur d'équipements d'automatisation spécifie les tests et les limites de test appropriés pour votre installation. Voici quelques informations sur les limites intégrées à DSX basées sur les normes Ethernet industriel. La première est la norme TIA-1005 pour le test des canaux. Les limites de test sont disponibles pour les canaux TIA 1005-A basés sur Cat 5e, 6 ou 6A. Vous devez choisir le niveau MICE "E" (1, 2 ou 3) pour tester la susceptibilité électromagnétique sur la base de mesures de perte de conversion transverse (TCL). Vous pouvez également choisir d'activer des tests supplémentaires en choisissant "+PoE" ou "+All". Les tests "+PoE" incluent une série de tests de résistance qui sont utiles pour détecter les connecteurs à résistance élevée, pouvant entraîner une défaillance précoce et des problèmes intermittents dans les environnements MICE 2 et 3. L'utilisation de ces limites de test nécessite l'utilisation des adaptateurs canal fournis avec le testeur DSX (modèles DSX-CHA004 ou DSX-CHA804). Comme cela l'implique, les tests TIA-1005 sont basés sur une configuration de canal, ce qui signifie que les performances des connecteurs aux extrémités de la liaison ne sont pas testées. Si vous terminez ces connecteurs sur le terrain, cela peut ne pas être approprié. Le second ensemble de limites de test est basé sur le rapport technique ISO 11801-9902. Contrairement aux limites de TIA-1005-A, elles incluent les performances des connecteurs à chaque extrémité et sont donc appelées tests de « liaison de bout en bout ». Vous les trouverez dans les limites de test DSX. Semblable aux limites de la TIA, vous pouvez choisir entre les classes D et E, ainsi que le niveau MICE "E". En outre, vous devez également spécifier le nombre d'interconnexions dans la liaison (de deux à six). Le test du connecteur final dans la liaison nécessite un ensemble d'adaptateurs de cordon de raccordement facultatifs qui correspondent à la limite de classe testée (DSX-PC5ES pour Cat 5e / Classe D, DSX-PC6S pour Cat 6 / Class E ou DSX-PC6AS pour Cat 6A / Classe FA). Les futures modifications de l'ISO 11801-3 incluront également des liaisons de bout en bout, qui seront ajoutées à la DSX lorsque disponibles. Le troisième ensemble de limites est conçu pour les connexions PROFINET et se trouve dans le groupe « Application » de DSX. Il n'existe que deux choix - PROFINET et PROFINET 2pr E2E (End to End). Cependant, ces tests utilisent des adaptateurs canal, de sorte qu'ils peuvent ne pas convenir aux connecteurs d'extrémité terminés sur le terrain. Selon les limites que vous avez choisies, vous devrez peut-être également spécifier la configuration de la prise : qu'il s'agisse d'un câblage TIA568A ou B, de deux paires seulement ou d'un connecteur M12 (nécessitant des adaptateurs facultatifs distincts). For detailed instructions on how to set up the DSX for various Industrial configurations, visit https://www.flukenetworks.com/industrialethernet/testing-industrial-ethernet-cabling-dsx-cableanalyzer.



Tester différentes configurations de connexions Ethernet nécessite l’utilisation des bons adaptateurs. Shown: Adaptateurs de liaison permanente, canal, de cordon de raccordement et M12

À propos de Fluke Networks

Fluke Networks est le numéro un mondial dans les domaines de la certification, du dépannage et des outils d'installation pour les professionnels de l'installation et de la maintenance d'infrastructures de câblage réseau stratégiques. De l'installation de centres de données les plus avancés à la restauration de services dans des conditions difficiles, nous allions fiabilité exceptionnelle et performances inégalées pour des tâches réalisées de manière efficace. Les produits phares de la société incluent l'innovant LinkWare™ Live, première solution au monde de certification de câble connectée sur le cloud, avec plus de quatorze millions de résultats téléchargés à ce jour.

1-800-283-5853 (US & Canada)
International : 1-425-446-5500
http://www.flukenetworks.com

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

Revised: 10 janvier 2020 9:03 AM
Literature ID: 7003117

© Fluke Networks 2018