

Transmission de données industrielles Ethernet industriel

WESTERMO



Manuel
Westermo
5.1

Nous nous réservons le droit de modifier le contenu du manuel sans avis préalable.
Veuillez contacter Westermo pour obtenir les informations les plus récentes.

Première édition décembre 1994 © Westermo, Suède 1994.
Deuxième édition 1996 © Westermo, Suède 1996.
Édition 2,1 1997 © Westermo, Suède 1997.
Édition 3.0 1998 © Westermo, Suède 1998.
Édition 4.0 2001. © Westermo, Suède 2001.
Édition 5.0 2004. © Westermo, Suède 2004
Édition 5.1 2006. © Westermo, Suède 2006
Production : Westermo Teleindustri AB, Suède.
Illustrations : Visual Information Sweden AB, Eskilstuna, Suède.
Photos : bildN, Västerås.
Reprographie : Ågerups Repro AB, Eskilstuna, Suède
Impression : Eskilstuna Offset AB, Eskilstuna Suède

Cher Lecteur,

Vous avez sous les yeux le manuel Westermo, .. dont la première édition remonte à 1994. En l'espace de 11 ans, il est devenu un outil indispensable pour les ingénieurs et les personnes intéressées par la communication de données.

Comme dans les éditions précédentes, ce manuel présente en détail la gamme des produits Westermo et décrit les aspects les plus courants de la communication de données. Les chapitres portant sur la théorie et les applications générales ont pris davantage d'ampleur à chaque nouvelle édition, et la présente mouture ne fait pas exception à cette règle.

Toutefois, son principe diffère des versions précédentes dans le sens où, devant l'évolution considérable de notre assortiment, nous avons jugé opportun de diviser le manuel en différentes sections, plus pratiques à consulter:

Voici les différentes sections :

- ⌘ Théorie et applications générales
- ⌘ Modems et accès à distance
- ⌘ Ethernet industriel
- ⌘ Communication locale de données

Nous espérons que, vous aussi, vous adopterez le Manuel Westermo dans l'exercice quotidien de vos activités et qu'il sera le complément idéal aux services fournis par nos collaborateurs dans le monde entier.

Table des matières

Ethernet industriel	6–11
Ethernet – L'origine du nom	6
Qu'est-ce que l'Ethernet ?	6–7
Pourquoi utiliser Ethernet dans les systèmes industriels ?	8
Ethernet est-il déterministe ?	8
Comment rendre Ethernet industriel ?	9–11
Produits Ethernet Westermo	12–19
Adaptateurs Ethernet	12
Qu'est-ce qu'un adaptateur Ethernet	12
Protocoles	13–14
Protocole UDP (User Datagram Protocol)	13
Protocole TCP (Transmission Control Protocol)	13
Protocole PPP (Point to Point Protocol)	14
Routeurs	15
Commutateurs.....	15
Commutateur administré.....	16
Commutateur anneau	17
Synchronisation en Ethernet commuté	18–19
Connexion Ethernet par fibre optique	20–21
Structure d'un câble en fibre optique	21
Guide de sélection	22–25
Généralités techniques	26–33
Produits pour rails DIN26	
Caractéristiques environnementales et mécaniques	26
Caractéristiques électriques.....	27
Sécurité.....	28
Installation.....	28
Produits pour rails DIN / Coffret	29–33
Application	34–57
Machine d'embouteillage	34
Imprimante industrielle	35
Système urbain de signalisation d'incendie par WAN	36
Système de contrôle d'accès multisite	37
Connexion d'équipements existants au réseau SCADA	38
Contrôle et régulation des oléoducs	39
Station de traitement des eaux	40
Système de signalisation ferroviaire	41
Fabrication de médicaments	42
Automatisation de sous-stations	43
Automatisation de sous-stations	44

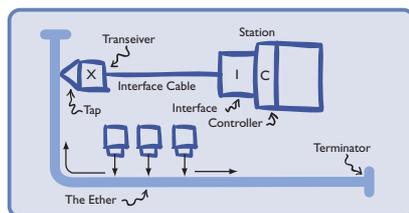
Triple système de fermeture sécurisée	45
Système de sécurité d'installations de pompage	46
Application en robotique	47
Contrôle de barrières	48
Ethernet dans les tunnels routiers	49
Communications Ethernet pour éoliennes	50
Réseau Ethernet de base en fibre optique avec accès à distance et alarmes SMS	5
Anneau redondant en fibre optique	52
Synchronisation horaire des plates-formes en mer.....	53
Surveillance et régulation de la circulation	54
Commutateur non administré en milieu extérieur difficile	55
Redondance réseaux multiples	56
Expandeur Ethernet sur paire torsadée	57
Produits	58-93
ED-10 TCP Adaptateur série	60-61
ED-12 TCP Adaptateur série	62-63
1 EDW-100 Adaptateur série	64-65
EDW-120 Adaptateur série	66-67
MCW-211 Convertisseur de média	68-69
ED-20 Routeur	70-71
SDW-550 Commutateur 5 ports	72-73
SDW-541 Commutateur 5 ports	74-75
SDW-532 Commutateur 5 ports	76-77
SHDSL DDW-100 Expandeur Ethernet	78-79
U200 Commutateur 8 ports	80-81
R200 Commutateur anneau 8 ports	82-83
T200 Commutateur temps réel 8 ports	84-85
Lynx 100 / 1100 Commutateur 8 ports	86-87
Lynx 300 / 1300 Commutateur 8 ports	88-89
Lynx 400 / 1400 Commutateur 8 ports	90-91
Lynx 045 Commutateur 5 ports	92-93
Glossaire	94-99

Ethernet industriel

Cela fait à présent de nombreuses années qu'Ethernet s'est imposé comme norme de communication de données pour une grande majorité de réseaux bureautiques, partout dans le monde. Bien que d'aucuns affirment depuis plusieurs années qu'il est en passe de se faire supplanter, Ethernet poursuit son évolution en offrant aux utilisateurs des fonctions répondant à leurs attentes, ce qui laisse présumer d'un bel avenir. Récemment, Ethernet a également fait son entrée dans le domaine de l'industrie.

Ethernet – l'origine du nom

C'est en 1972 que Robert Metcalfe et son équipe mettent au point chez Xerox le premier système Ethernet expérimental destiné à connecter le poste de travail Xerox Alto à une interface graphique. Ce réseau expérimental Ethernet servait à connecter des Alto entre eux ainsi qu'à des serveurs et des imprimantes laser.



Le signal d'horloge de cette version expérimentale était dérivé de celui de l'Alto, de sorte qu'elle atteignait un débit de 2.94 Mbit/s. Le premier réseau expérimental créé par Robert Metcalfe s'appelait Alto Aloha Network.

En 1973, Metcalfe décide de le renommer « Ethernet » pour donner une plus grande ouverture au système, capable de prendre en charge non seulement les Xerox Alto, mais tous les types d'ordinateurs. Pour symboliser le fait que les nouveaux mécanismes du réseau avaient évolué bien au-delà du système initial, il décide d'utiliser la racine « ether » pour décrire l'essence même du système. En effet, le vecteur physique (c'est-à-dire un câble) transmet les données entre les différents postes de travail comme l'« éther lumineux » était autrefois censé propager les ondes électromagnétiques dans l'espace. L'Ethernet était né.

Qu'est-ce que l'Ethernet ?

La communication Ethernet se fonde sur la technologie CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – Détection de porteuse avec accès multiples et détection de collision). Plus simplement, si un poste souhaite communiquer, il vérifie si la ligne est libre ; si c'est le cas, il envoie les données ; dans le cas contraire, il attend que la ligne se libère. La détection de collision est importante pour éviter que plusieurs postes transmettent simultanément des données qui entreraient alors en collision. Le fait de détecter ces collisions permet de différer la transmission et de ne pas perdre de données.

Le premier véritable standard Ethernet s'appelait 10Base5.

Le réseau se composait d'un épais câble coaxial de 500 m de long sur lequel des émetteurs-récepteurs étaient connectés en différents points.

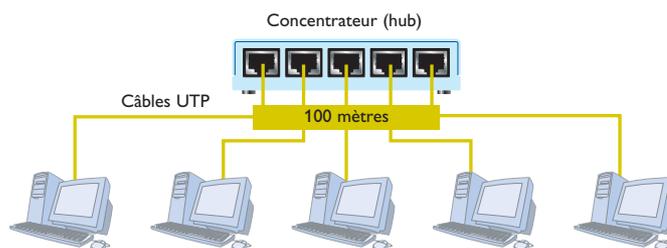
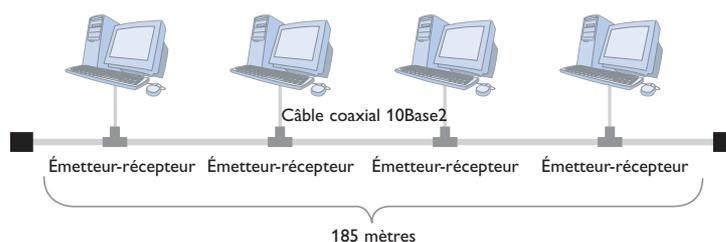
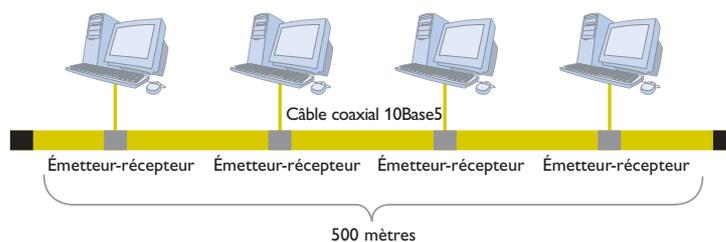
Le débit était de 10 Mbit/s. Pour les réseaux plus étendus, des répéteurs pouvaient être utilisés.

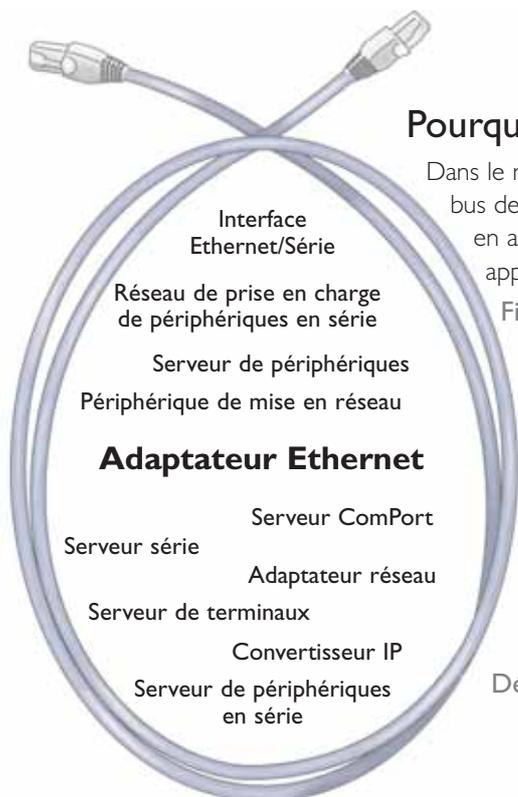
À ce premier standard succéda le 10Base2, assurant également un débit de 10 Mbit/s, mais cette fois via un câble coaxial plus fin connecté par des raccords en T à des cartes d'interface réseau. Cette solution, beaucoup moins onéreuse, devint populaire pour les petits réseaux.

La grande étape suivante fut l'introduction du câblage structuré, avec le standard 10BaseT fonctionnant avec des concentrateurs (hubs). La longueur maximale restait toutefois inférieure à 100 m.

Vint ensuite le passage à des réseaux plus rapides, utilisant des câbles en fibre optique permettant la transmission de données sur de longues distances. D'autres standards suivirent, notamment 100BaseT, 100BaseFX, etc.

Compte tenu de la diversité des standards, du nombre de périphériques connectés et des deux débits coexistants, l'interconnexion de réseaux devenait plus complexe, de même que le développement des commutateurs Ethernet.





Pourquoi utiliser Ethernet dans les systèmes industriels ?

Dans le monde industriel, la communication de données passe traditionnellement par les bus de terrain. La diversité des types et des standards complique l'interopérabilité et en accroît les coûts. C'est pourquoi Ethernet a petit à petit été envisagé pour les applications industrielles. Avantages supplémentaires :

Fiabilité

Ethernet est un standard ouvert bien défini qui simplifie l'interopérabilité et accepte des composants provenant de sources multiples. Le protocole Ethernet est ouvert et transparent. Il permet l'utilisation simultanée de plusieurs protocoles sur un réseau unique.

Rapidité

Avec les nouvelles solutions gigaoctets, des débits de 10 Mbit/s et 100 Mbit/s sont aujourd'hui courants – les protocoles de bus de terrain les plus rapides peuvent atteindre un débit de 12 Mbit/s, mais la plupart communiquent à moins de 2 Mbit/s.

Déterminisme

Il existe déjà des protocoles permettant d'établir des priorités dans les données et de rendre Ethernet virtuellement déterministe, ce qui constitue le but final des utilisateurs industriels.

Ethernet est-il déterministe ?

« Déterminisme » est le mot-clé pour de nombreux réseaux industriels : un réseau déterministe permet de dire avec une certitude quasi totale qu'un événement s'est déjà produit dans une fenêtre de temps spécifique.

Le technologie CSMA/CD des systèmes Ethernet d'origine ne permettait pas le déterminisme, mais avec l'avènement du commutateur Ethernet, les choses ont changé. Aujourd'hui, le câble n'est plus le théâtre de collisions. Les paires torsadées ou liens en fibre optique relient de point à point et permettent le duplex intégral. Un paquet envoyé à un commutateur est emmagasiné et retransmis au port de destination correct. Si ce port est occupé, le commutateur attend qu'il se libère, ce qui exclut les collisions et retransmissions. Toutefois, le problème qui se pose est le retard éventuel dû à la file d'attente.

Les commutateurs modernes sont dotés de fonctions qui garantissent que cette file d'attente ne constitue jamais un problème. Un indicateur de priorité peut être attribué aux paquets Ethernet. Dans ce cas, si le commutateur prend en charge les priorités, le paquet passe en tête de la file d'attente. Autre fonction très utile pour le contrôle du flux de données : la prévention du blocage en tête de ligne. Ce blocage est un problème rencontré sur certains modèles de commutateurs à système tampon FIFO où, lorsque le premier paquet de la file est bloqué, la file d'attente complète l'est également. Certains commutateurs sont capables d'éviter ce problème.

Comment rendre Ethernet industriel ?

Lorsqu'on conçoit des équipements destinés aux environnements industriels, certaines caractéristiques et fonctions sont plus importantes que d'autres. Depuis toujours, Westermo met au point des équipements à vocation industrielle. Nous comprenons dès lors parfaitement les besoins du marché et connaissons l'importance des critères de qualité et fonctionnalité lorsqu'on examine le coût total d'un projet.

Quelques aspects importants des équipements de communication de données industrielles :

Élimination des temps d'arrêt

Les équipements doivent être conçus de manière à éliminer les perturbations et les temps d'arrêt. Pour cela, nous utilisons des composants de qualité tels que des condensateurs à longue durée de vie et contrôlons le comportement des équipements en milieux exigeants.

Conception EMC industrielle

Les appareils de communication industrielle sont souvent installés à proximité d'équipements tels que des postes à souder ou des machineries lourdes qui génèrent d'importantes perturbations électromagnétiques. Depuis plus de 30 ans, Westermo conçoit et fabrique des équipements de communication de données pour l'industrie. Cette expérience est constamment mise à profit lors de la conception d'équipements Ethernet.

Plage de températures étendue

Pour les applications industrielles, les plages de températures sont souvent un point sensible. Pour répondre à cette demande, nous utilisons pour le matériel et les connecteurs des composants de qualité résistant à des plages de températures étendues.

Rendement mécanique

Dans les applications industrielles, la méthode d'installation est toujours importante étant donné que les unités sont montées sur des équipements mobiles ou exposés aux vibrations. Tous nos produits présentent des performances mécaniques élevées lorsqu'ils sont montés sur rail DIN. À la conception, nous accordons toujours beaucoup d'attention aux problèmes de vibration, de connexion mécanique et de sécurité.





Isolation galvanique

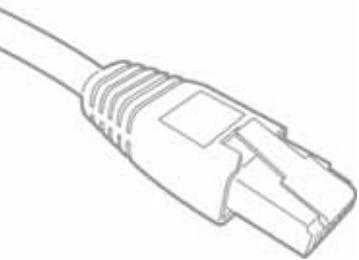
Parmi les causes les plus fréquentes d'erreurs dans la communication de données figurent les différences de potentiel de la masse des unités connectées. L'isolation galvanique des interfaces permet d'éliminer ce problème ; elle est prévue en standard sur tous les produits Westermo.

Suppression des transitoires

Par ailleurs, les équipements industriels sont souvent exposés à des câbles à haute intensité, des charges réactives ou des équipements de commutation haute tension. Ces équipements génèrent fréquemment des transitoires, sources d'erreurs de communication. Pour éliminer ce problème, les produits sont munis de protections améliorées contre les surtensions/transitoires.

Alimentation

La fiabilité de l'alimentation électrique est importante pour les équipements industriels ; le courant continu est donc souvent secondé par des batteries. Lors de la charge des batteries, une tension supérieure est utilisée ; les unités connectées doivent être conçues pour faire face à cette situation. D'autre part, pour plus de sécurité, il peut être important de prévoir des alimentations électriques redondantes.



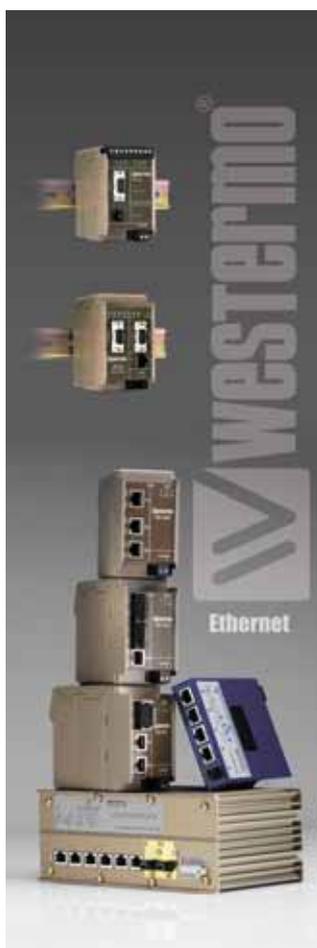
Déterminisme

Lorsque les équipements sont utilisés pour des applications en temps réel, il est impératif d'établir différents niveaux de priorité. Les fonctions intégrées et des files d'attente des commutateurs rapides, à anneaux et à minuterie garantissent le respect des niveaux de priorité des données lors de la transmission.

Agréments

Nos unités équipent un grand éventail d'applications dans le monde entier. Nos équipements sont conformes aux normes internationales en vigueur en matière de sécurité, d'immunité électrique, de tolérance aux pointes de tension et de vibrations.

Produits Ethernet Westermo



Adaptateurs série Ethernet

Qu'est-ce qu'un adaptateur série Ethernet ?

Il existe plusieurs versions d'adaptateurs série pour Ethernet, tous capables d'exécuter les fonctions décrites ci-dessous. Au-delà de la connexion à distance à des périphériques reliés en série, ils offrent les possibilités suivantes :

- ⌘ Extension de la durée de vie des équipements série existants.
- ⌘ Simplification du diagnostic et de la maintenance des équipements.
- ⌘ Rationalisation des chemins d'accès et réduction des coûts des communications longue distance.
- ⌘ Intégration de périphériques dans une infrastructure globale existante.
Le réseau local permet d'accéder directement aux périphériques connectés via routeur, WAN ou internet (si activé).
- ⌘ Utilisation de mécanismes de correction d'erreur identiques reliant des millions de PC dans le monde entier.
- ⌘ Partage de données avec un nombre illimité d'ordinateurs et de périphériques sur votre réseau.
- ⌘ Remplacement des connexions en série à courte distance.
- ⌘ Utilisation d'un grand nombre de ports COM virtuels longue distance en évitant les enchevêtrements de câbles.

Protocoles

UDP / User Datagram Protocol

Le protocole UCP permet un service datagramme sans connexion. L'arrivée de datagrammes ou paquets de données n'est donc pas contrôlée ; la fiabilité de la communication incombe alors à l'application. Dans ce sens, le protocole UDP est un mode de communication plus simple que le TCP. Comme les données sont envoyées et reçues sans connexion établie, leur transfert est plus efficace et souvent plus rapide. L'UDP est par conséquent utilisé dans des applications nécessitant une utilisation efficace de la bande passante ainsi que de protocoles de niveau supérieur pour gérer les données perdues.

Produits disponibles

EDW-100
EDW-120
ED-10 UDP

Protocole TCP (Transmission control protocol)

Le protocole TCP est un service de liaison orienté connexion, ce qui signifie qu'une session doit préalablement être ouverte pour permettre l'échange des données. Un accusé de réception permet de vérifier la réception des données par l'hôte destinataire. Pour chaque segment de données envoyé, le destinataire doit renvoyer un accusé de réception (ACK). En l'absence de réception d'un ACK, les données sont retransmises. Le contrôle de flux entre les hôtes est géré par TCP. Pour les quantités importantes de données devant être scindées en paquets, le protocole TCP fournit une méthode fiable pour les réassembler dans l'ordre correct. Vu la nécessité d'établir préalablement une session et d'accuser réception des données, la transmission de données par TCP est plus lente et exige un débit plus élevé que l'UDP.

Produits disponibles

EDW-100
EDW-120
ED-10 TCP
ED-12 TCP
Série/IP

UDP (User Datagram Protocol)

Sans connexion

Pas d'établissement de sessions
⌘ Serveur/Client superflu

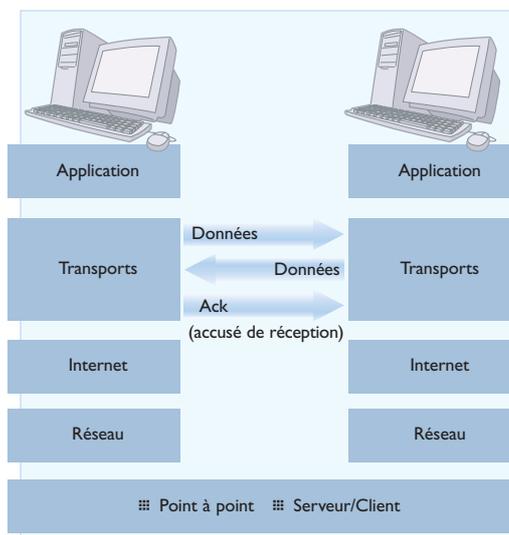
Pas de garantie de remise

Pas de numéro de séquence
⌘ Pas d'accusé de réception

La fiabilité incombe à l'application

Applications

⌘ Point à point
⌘ « Un à plusieurs »



Protocole PPP (Point to point protocol)

Le protocole de point à point (PPP) s'est tout d'abord imposé comme protocole de cryptage pour le trafic internet par des liens de point à point, généralement par modems via lignes RTC. PPP a créé un standard d'attribution et de gestion d'adresses IP, d'encapsulation synchrone orientée bit et asynchrone, de multiplexage de protocoles réseau, de configuration de liens, de tests de qualité des liens, de détection d'erreurs et de négociation d'options pour les fonctions étendues de mise en réseau. PPP offre une méthode de transmission de datagrammes via des liens série de point à point incluant les trois composants suivants :

- ⌘ PPP utilise le protocole HDLC (High-Level Data Link Control) comme base d'encapsulation de datagrammes via liens de point à point.
- ⌘ Un protocole LCP (Link Control Protocol) étendu pour établir, configurer et tester la connexion.
- ⌘ Une famille de protocoles NCP (Network Control Protocols) pour établir et configurer différents protocoles de couche réseau.

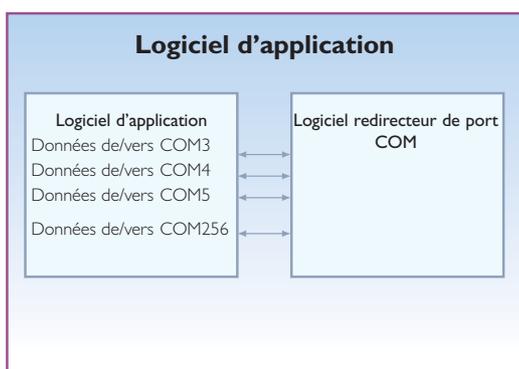
Le protocole PPP fonctionne avec toutes les interfaces DTE/DCE et n'impose aucune autre restriction en termes de débit que celles imposées par l'interface DTE/DCE utilisée.

Logiciel redirecteur de port COM

Le logiciel redirecteur de port COM permet de créer un port COM virtuel sur un PC. Grâce à ces ports, les applications peuvent utiliser directement les ports série des serveurs série, comme s'il s'agissait de ports série locaux. Par le protocole TCP/IP, le logiciel redirige vers un serveur série à distance les données initialement envoyées à un port COM local. Dans ce cas, le logiciel d'application utilisée ne doit pas être modifié.

Produits disponibles

Logiciel redirecteur de port COM (Virtual IP & Serial IP)

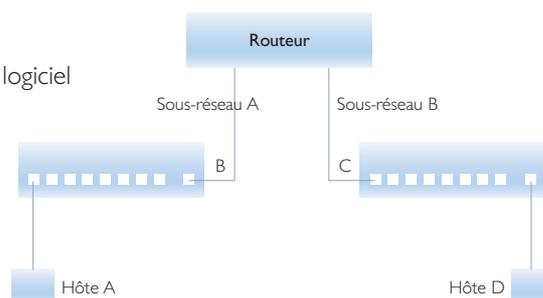


Routeurs

Dans un réseau, le routeur est un appareil ou – dans certains cas – un logiciel chargé sur un PC qui détermine le point suivant du réseau vers lequel un paquet doit être dirigé pour atteindre sa destination finale. Le routeur est connecté au minimum à deux réseaux et choisit, en fonction des informations dont il dispose sur leur encombrement, celui qui acheminera les paquets de données.

Les routeurs IP connectent entre eux des sous-réseaux.

Lorsqu'un hôte souhaite envoyer des données à un ordinateur dépendant d'un autre sous-réseau IP, il envoie les données vers son adresse de portail ou de routeur qui détermine l'itinéraire suivi par le paquet de données pour aboutir au réseau adéquat.



Produits disponibles

ED-20

Commutateurs Ethernet

Un commutateur est un appareil utilisé dans la construction de réseaux Ethernet, qui permet de contrôler le flux de données et le débit du réseau.

Un commutateur stocke les paquets entrants et les teste pour vérifier que les sommes de contrôle ne contiennent pas d'erreur. Si des erreurs sont détectées, le paquet est éliminé. Le commutateur détermine ensuite le ou les ports vers lesquels il va envoyer le paquet, en fonction de tableaux d'adresses MAC (Media Access Control). Les tableaux MAC sont créés et mis à jour automatiquement par les paquets reçus. Lorsqu'un commutateur reçoit un paquet sur un port, il enregistre l'adresse MAC source dans le tableau MAC correspondant à ce port. Lorsqu'un nœud reste trop longtemps silencieux, l'adresse MAC « expire » et est effacée du tableau.

Un commutateur peut fonctionner en mode duplex intégral, ce qui garantit qu'un contrôleur Ethernet n'enregistrera jamais de collision si cette méthode est appliquée.

Un commutateur peut être géré ou non. Lorsqu'il n'est pas géré, il ne peut être reconfiguré à l'aide d'outils logiciels externes.

Produits disponibles

Commutateurs non administrés – voir page 17

Commutateurs Ethernet administrés

Un commutateur peut être administré ou non. Lorsqu'il est administré, il est possible d'accéder à ses fonctions pour le reconfigurer ou contrôler ce qu'il s'y passe. Cette gestion peut s'effectuer en mode intrabande par le biais de protocoles sur le réseau, ou hors bande par un port local ou des contacts de défaut. Un commutateur administré utilise souvent le protocole SNMP (Simple Network Management Protocol) pour la gestion intrabande. SNMP est le protocole internet standard développé pour la gestion des noyaux (serveurs, postes de travail, routeurs, commutateurs, concentrateurs, etc.) sur un réseau IP. Le SNMP permet aux administrateurs du réseau d'en gérer les performances, d'identifier et de résoudre les problèmes qui y surviennent et d'en planifier la croissance.

Redondance réseau

« Redondance » signifie qu'il existe différents chemins sur le réseau et qu'ils sont activés lorsqu'une modification de la topologie du réseau est détectée.

De nombreux concepts et protocoles sont disponibles sur le marché. Les réseaux non industriels utilisent souvent le protocole STP (Spanning Tree Protocol), un standard IEEE largement répandu. Une version améliorée du STP a récemment été lancée : le RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol). Le RSTP reconfigure la topologie du réseau plus rapidement que le STP. Le temps de reconfiguration est un facteur critique pour certaines applications réseau qui ne tolèrent parfois que des temps d'arrêt de quelques minutes – voire d'à peine quelques millisecondes. Dans la plupart des cas, une reconfiguration rapide est indispensable pour les réseaux industriels, où il n'est pas rare que les données soient envoyées de manière cyclique à intervalles rapprochés. La perte d'un trop grand nombre de paquets de données pendant la reconfiguration de la topologie du réseau peut nuire considérablement au fonctionnement du système.

Souvent, les protocoles classiques, tels que STP et RSTP, ne sont pas assez rapides pour les réseaux industriels. C'est pourquoi des protocoles spéciaux permettant des reconfigurations plus rapides ont été mis au point pour ce marché. La plupart de ces protocoles ne prennent en charge que de simples réseaux en anneau, tandis que les protocoles STP et RSTP acceptent des réseaux maillés. Il convient toutefois de noter que tous les protocoles de redondance possèdent des règles de topologie. Parmi les protocoles de redondance spéciaux, certains sont à même de prendre en charge des topologies plus complexes. Deux ou plusieurs anneaux redondants peuvent être interconnectés de manière redondante. Cette topologie est connue sous le nom de Redundant Bridged Rings. Le R200 utilise le protocole FRNT de reconfiguration rapide de la topologie du réseau (en attente de brevet). Deux réseaux redondants sont illustrés à la page suivante.

Chaque commutateur connaît la topologie du réseau, et pas uniquement les commutateurs voisins comme c'est le cas en STP. En FRNT, lorsque la topologie change (par ex. perte ou établissement d'un lien), un paquet signalant le changement est envoyé directement au commutateur constituant le point central ; en STP, les paquets de contrôle STP

ne sont envoyés qu'au noyau suivant sur le réseau. Le commutateur agissant comme point central produit alors une commande de modification de topologie sur la base du paquet reçu. Ce paquet est envoyé à tous les commutateurs de l'anneau.

Commutateur en anneau

Un commutateur en anneau est un commutateur à technologie d'anneau redondant. Le commutateur peut être utilisé dans un réseau à anneau simple ou à plusieurs anneaux redondants reliés par une passerelle afin d'éliminer les pannes en cas de défaillance du réseau câblé ou de fibre optique. La vitesse de rétablissement de l'anneau est un élément essentiel à prendre en considération lors de la conception d'un réseau. En cas de défaillance, il ne faut que 30 ms au R200 pour rétablir le réseau. Combiné à des alimentations électriques redondantes, il permet de créer un système très fiable.

Le commutateur comporte en outre deux files d'attente conçues pour assurer le déterminisme du réseau. C'est possible grâce à l'application des priorités de niveaux 2 et 3. De plus, grâce à la prévention du blocage en tête de ligne, le commutateur n'est jamais engorgé par des données de faible priorité. Cela permet aux ingénieurs de concevoir un réseau fiable, déterministe et redondant disposant de files d'attente prenant en considération le niveau de priorité des données.

Produits disponibles

Commutateurs non administrés :

- SDW-550** 5 ports TX
- SDW-541** 4 ports TX et 1 port FX
- SDW-532** 3 ports TX et 2 port FX
- Lynx 045** 5 ports TX, connecteurs M12
- U200** Commutateur rapide 8 ports avec options de connexion de 8 ports TX à 8 ports FX.

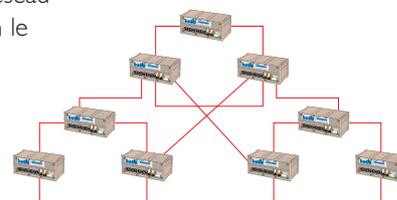
Commutateurs administrés :

- R200** Commutateur en anneau à 8 ports avec options de connexion de 8 ports TX à 8 ports FX.
- Lynx 100** Commutateur 8 ports avec 6 ports TX options de connexion de 2 ports FX.
- Lynx 300** Commutateur anneau 8 ports avec 6 ports TX options de connexion de 2 ports FX.
- Lynx 400** Commutateur anneau VLAN 8 ports avec 6 ports TX et options de connexion de 2 ports FX.
- Lynx 1100** Commutateur Gigabit 8 ports avec 6 ports TX et options de connexion de 2 ports FX.
- Lynx 1300** Commutateur anneau Gigabit 8 ports avec 6 ports TX et options de connexion de 2 ports FX.
- Lynx 1400** Commutateur anneau Gigabit VLAN 8 ports avec 6 ports TX et options de connexion de 2 ports FX.

Anneau simple



Anneau multiple avec redondance à passerelle



Synchronisation en Ethernet commuté

Pour une communication efficace, les systèmes distribués travaillant en temps réel ont souvent utilisé les bus de terrain. Aujourd'hui, l'Ethernet commuté leur est cependant préféré pour de nombreuses applications en environnements industriels pour de multiples raisons : baisse constante des prix initiée par le marché de l'Ethernet bureautique, haut débit, fonctions de priorité (par ex. VoIP) et disponibilité des commutateurs et produits Ethernet. Toutefois, la latence des commutateurs dépend de la charge à laquelle ils sont soumis. Lorsque la latence est variable, la temporisation de l'envoi de données brutes vers un même noyau de réception à partir de deux noyaux d'acquisition de données distincts peut être différente. Ce problème peut être résolu en horodatant les paquets. Le noyau récepteur peut ré-échantillonner les données entrantes en fonction de leur horodatage, ce qui permet de comparer correctement des données brutes en provenance de plusieurs sources. Cette opération nécessite une synchronisation.

La précision relative aux heures obtenue dans un LAN basé sur l'Ethernet commuté – où les données de synchronisation sont transmises via l'infrastructure – dépend de deux facteurs :

1. L'horodatage de paquets entrants et sortants. L'horodatage doit de préférence intervenir au niveau le plus bas de la pile du protocole OSI afin d'éviter des variations de latence au sein de la pile.
2. La variabilité de la latence réseau. La latence dépend de l'encombrement du réseau, la vitesse de la liaison, la taille des paquets et l'architecture du commutateur.

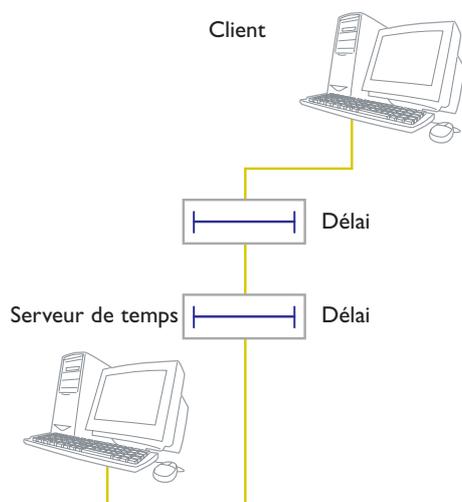
Le type de protocole utilisé pour la synchronisation n'a qu'une importance secondaire tant que les critères ci-dessus sont traités correctement. Toutefois, nous recommandons d'utiliser le standard internet SNTP/NTP comme protocole de synchronisation étant donné qu'il est ouvert et ne présente que peu de restrictions. Le code source de ce protocole est également disponible.

Horodatage

La précision de l'horodatage des paquets entrants et sortants dépend de l'endroit où il se déroule ainsi que des variations dans la latence réseau. Il peut s'effectuer dans la couche application SNTP/NTP, au niveau du pilote Ethernet (logiciel) ou de la couche Ethernet liaison de données/physique (matériel).

Pourquoi la latence d'un commutateur constitue-t-elle un problème ?

Le graphique illustre une synchronisation classique, avec des paquets horaires envoyés via une infrastructure Ethernet commutée.



La latence dépend de l'encombrement du réseau, la vitesse de la liaison, la taille des paquets, l'architecture du commutateur et du nombre de commutateurs entre le serveur et le client. La latence peut varier de quelques dizaines de microsecondes à plusieurs millisecondes.

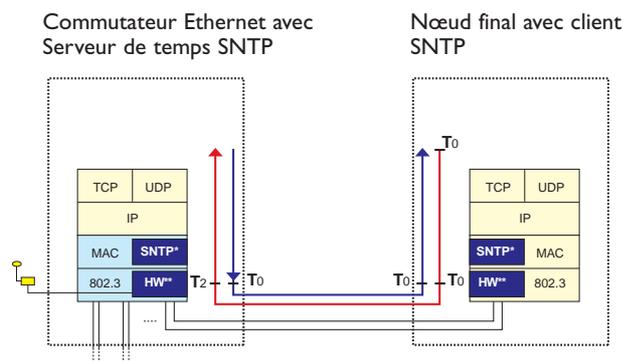
De plus, la transmission du paquet peut encore être retardée lorsque d'autres paquets sortants se trouvent dans la file d'attente du même port de sortie. Protéger les paquets horaires en définissant le niveau de priorité n'améliore pas la situation, car la transmission d'un autre paquet peut être en cours au moment où le paquet horaire parvient au port de sortie.

Commutateur Ethernet à serveur de temps intégré

Le problème de latence peut être éliminé lorsque le commutateur Ethernet intègre un serveur de temps. Lorsque ce type d'équipement est utilisé, il n'y a qu'une seule liaison de transmission (câble direct) entre le serveur et le client. La précision horaire est indépendante de la charge du réseau lorsque les paquets sont horodatés au niveau du matériel. Lorsque le client effectue lui aussi un horodatage au niveau matériel, une précision supérieure à la microseconde peut être atteinte. La figure ci-dessus illustre une configuration intégrant un récepteur GPS comme base horaire.

Produits disponibles

T200 Commutateur temporel synchronisé comportant 8 ports avec options de connexion de 8 ports TX à 8 ports FX.



Connexion fibre optique Ethernet

Longtemps, le câble en cuivre a été utilisé pour les réseaux industriels parce que les câbles en fibre optique étaient trop onéreux et difficiles à terminer.

Tandis que le câble en cuivre conduisait des signaux électriques, la fibre optique propage des ondes lumineuses. Un câble en fibre optique se compose de deux couches de verre qui constituent l'âme et la gaine. La différence entre les indices de réfraction des deux types de verre entraîne un réfléchissement interne complet de la lumière dans l'âme du câble, ce qui propage la lumière. La couche de protection qui entoure la fibre forme une gaine souple. Les signaux électriques sont convertis en lumière par des diodes ou des lasers ; des photodiodes captent ensuite la lumière et la reconvertissent en signaux électriques.

En général, les systèmes Ethernet utilisent deux types de câbles fibre optique : monomode et multimode.

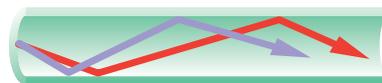
Les fibres monomode ont généralement un diamètre de cœur de 9 micromètres ; utilisées avec une lumière de 1300 nm, elles propagent uniquement une lumière monomode.

L'avantage est que l'onde se propage sans réflexion et qu'il n'y a pas de dispersion nodale.



Les systèmes monomode peuvent donc être utilisés sur des distances beaucoup plus grandes et à des débits beaucoup plus élevés que les systèmes multimode.

La fibre multimode, quant à elle, présente un diamètre de cœur de 50 à 62,5 micromètres. La lumière subit une plus grande dispersion, de sorte que les distances de transmission sont nettement inférieures à celles des fibres monomode. Toutefois, les composants pour systèmes multimode sont généralement moins chers, ce qui compense leurs performances de transmission réduites.

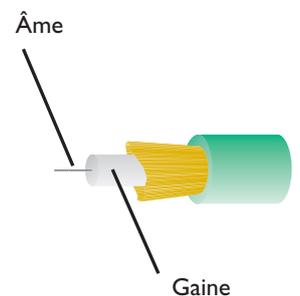


Le principal avantage du câble en fibre optique est qu'il est insensible aux interférences électriques et magnétiques. Il est donc particulièrement adapté aux conditions rigoureuses des milieux industriels, où il garantit la sécurité des transmissions à des débits très élevés.

Structure d'un câble en fibre optique

Un câble en fibre optique se compose de :

- Âme** Au cœur de la fibre. Constitue le vecteur des signaux optiques (lumière). Diamètre de 5 à 200 micromètres.
- Gaine** Matériau optique entourant le cœur. Réfléchit et confine la lumière du cœur qui la percute. Avec la gaine, le diamètre de la fibre de verre atteint de 125 à 230 micromètres.
- Connecteurs** Il existe de nombreux types de connecteurs pour câbles optiques. Quatre d'entre eux sont fréquemment utilisés pour les installations Ethernet professionnelles :



ST Connecteur simplex multimode



MTRJ Connecteur duplex multimode ou monomode



SC connecteur simplex multimode ou monomode



LC Connecteur duplex monomode

Guide de sélection

ETHERNET

	ED-10UDP	ED-10TCP	ED-12TCP	EDW-100
Application				
Série – Ethernet	☒	☒	☒	☒
Commutateur				
Routeur				
Convertisseur de média				
Expandeur Ethernet SHDSL				
Interface				
RS-232 ou RS-422/485	☒	☒	☒	☒
TX 10 Mbit/s (cuivre)	☒	☒	☒	☒
TX 100 Mbit/s (cuivre)				☒
FX 100 Mbit/s (fibre)				
Combinaison possible cuivre/fibre				
Nombre de ports Ethernet	1	1	1	1
Nombre de ports série ¹	1	1	1	1
DSL				
Fonctions				
ICMP/SNMP administré	☒ / –	☒ / –	☒ / –	☒ / –
VLAN transparent				
Passerelle Ethernet				
Isolation entre interfaces	☒	☒	☒ **	☒
Plage de température étendue				☒***
Montage DIN	☒	☒	☒	☒
Montage sur rack ou mural				
Conformité aux normes industrielles	☒	☒	☒	☒

* Pour configuration / statut local uniquement ** Sauf entre ports RS-232 *** Commercialisation premier trimestre 2006

EDW-120	MCW-211	ED-20	SDW-550	SDW-541	SDW-532	DDW-100
☒						
			☒	☒	☒	
		☒				
☒			☒	☒		
						☒
☒		☒				
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒		☒	☒	☒	☒
	☒			☒	☒	
				☒	☒	
1	2	1	5	5	5	1
2	1	5	5	5	1	1+1*
						☒
☒ / -	☒ / -	☒ / -				
	☒		☒	☒	☒	☒
						☒
☒	☒	☒**	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

Guide de sélection

ETHERNET

Ethernet	U200	R200	T200	Lynx 045
Application				
Commutateur	⌘	⌘	⌘	⌘
Convertisseur de média	⌘	⌘	⌘	
Interface				
TX 10/100 Mbit/s (cuivre)	⌘	⌘	⌘	⌘
Connecteur M12 10/100 Mbit/s				⌘
FX 100 Mbit/s (fibre)	⌘	⌘	⌘	
1 TX Gbit (cuivre)				
1 FX Gbit (fibre)				
Combinaison possible cuivre/fibre	⌘	⌘	⌘	
Nombre de ports Ethernet	8	8	8	5
Fonctions				
ICMP/SNMP administré	⌘ / –	⌘ / ⌘	⌘ / ⌘	
Prioritisation	⌘	⌘	⌘	
Anneau redondant		⌘	⌘	
Synchronisation			⌘	
VLAN		⌘	⌘	
Filtrage IGMP (« snooping »)		⌘	⌘	
Isolation entre interfaces	⌘	⌘	⌘	⌘
Plage de température étendue	⌘	⌘	⌘	⌘
Montage DIN	⌘	⌘	⌘	⌘
Montage rack ou mural	⌘	⌘	⌘	⌘
Conformité aux normes industrielles	⌘	⌘	⌘	⌘

Lynx 100	Lynx 300	Lynx 400	Lynx 1100	Lynx 1300	Lynx 1400
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
8	8	8	8	8	8
☒ / ☒	☒ / ☒	☒ / ☒	☒ / ☒	☒ / ☒	☒ / ☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
	☒	☒		☒	☒
		☒			☒
		☒			☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒