

Zeitschrift: Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES

Band: 97 (2006)

Heft: 11

Artikel: Ethernet industriel, quelle réalité?

Autor: Decotignie, Jean-Dominique

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857693>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ethernet industriel, quelle réalité?

Une dizaine de propositions incompatibles

Ethernet industriel se profile pour remplacer les bus de terrain qui ont aujourd'hui pris de l'âge. Mais en fait de quoi parle-t-on avec «ethernet industriel»? Il existe plus d'une dizaine de propositions d'ethernet industriel incompatibles entre elles. Les unes se contentent d'ajouter une messagerie industrielle. D'autres ajoutent une politique d'accès pour offrir des garanties temporelles. D'autres encore modifient plus profondément le protocole. Le résultat est intéressant, mais est-ce encore de l'ethernet? Nous verrons qu'il existe une autre voie qui consiste à prendre ethernet sous sa forme moderne pour obtenir des garanties tout en restant parfaitement standard.

L'idée d'utiliser ethernet en milieu industriel remonte à plus de vingt ans. Des entreprises comme Siemens ou Compex vendaient alors des produits industriels

Jean-Dominique Decotignie

utilisant ethernet avec ou sans modifications. Depuis cette époque, ethernet est présent dans les ateliers surtout au niveau supervision, entre les automates industriels et les ordinateurs de coordination. A plus bas niveau, capteurs et actionneurs, régulateurs et variateurs, de nombreuses solutions coexistent sous le vocable de réseau de terrain. Alors d'où vient l'engouement soudain pour ce qui est désigné sous le vocable d'industrial ethernet ou ethernet industriel? Une des raisons pourrait bien être les limites en performances des réseaux de terrain. Ceux-ci ont été pour la plupart développés dans les années 1980. Avec l'évolution des besoins, ces solutions ne permettraient plus, semble-t-il, de satisfaire les besoins actuels. On peut aussi penser que certains constructeurs y voient de nouveaux débouchés.

Ethernet industriel regroupe en fait plus d'une dizaine de propositions qui sont incompatibles entre elles. L'objectif n'est pas ici de les détailler mais d'analyser leurs avantages et limitations principales par rapport à l'objectif qui est de

prendre la succession des réseaux de terrain actuels. Dans un premier temps, nous rappellerons les principaux besoins à couvrir. Une deuxième partie présentera les principes de fonctionnement d'ethernet et ses diverses variantes. L'accent sera mis sur les aspects temporels. La dernière partie sera consacrée à l'analyse de différentes solutions proposées sous le vocable ethernet industriel.

Comment fonctionnent les applications?

Les applications de contrôle opèrent selon deux principes généraux, le temps logique (time-triggered) et le temps physique (event-triggered). Dans la première approche, une application attend le début du cycle, lit les données d'entrée, effectue un calcul sur la base de ces données, de paramètres et de consignes reçues du niveau supérieur, puis met à disposition le résultat. Au plus bas niveau d'automatisme, les entrées et sorties correspondent à des capteurs et des actionneurs. A plus haut niveau, les entrées peuvent être des états des niveaux inférieurs et les sorties des consignes pour ces mêmes niveaux. Dans un certain nombre de cas, comme les asservissements ou traitement du signal, la durée du cycle doit être constante. On parle alors de périodicité. Comme il est difficile d'assurer un cycle de durée

strictement constante, on indiquera la variation maximale par rapport à la durée voulue ce qu'on appelle la gigue (jitter). Dans tous les cas, les informations d'entrée et, dans une moindre mesure, les données de sorties doivent être cohérentes temporellement, c'est-à-dire qu'elles doivent avoir été produites ou acquises au même moment (avec une certaine tolérance).

Une application de type temps physique va attendre l'occurrence d'un événement. Ce peut être une commande du niveau supérieur ou une alarme. Lorsqu'un tel événement lui est notifié, l'application effectue un calcul pour déterminer la réponse appropriée en fonction de son état, de l'événement et de paramètres. Cette réponse est souvent envoyée à une autre application sous la forme d'un événement. Le temps entre l'occurrence de l'événement et l'envoi de la réponse doit être borné. Cette valeur est spécifiée dans le cahier des charges de l'application. Finalement, pour l'application, l'ordre dans lequel les événements se produisent est important car la réponse dépend souvent de celui-ci.

Les besoins en communication

Les réseaux sont utilisés pour convoyer les informations depuis les capteurs, vers les actionneurs et entre les applications. Le fonctionnement des applications a donc un impact direct sur les besoins.

Le réseau qui met en communication deux applications de type temps logique devra offrir la possibilité de transmettre de l'information de manière cyclique ou périodique avec une gigue bornée. Il devra indiquer la cohérence temporelle des données transportées et permettre l'échantillonnage simultané des celles-ci. De manière générale, le réseau devra permettre la synchronisation d'applications. Notons que, contrairement à une affirmation très répandue, ce synchronisme peut s'obtenir même s'il y a une gigue importante dans les échanges. Il suffit d'utiliser des horloges synchronisées et de déclencher les actions sur la base du temps et non de la réception de messages de synchronisation.

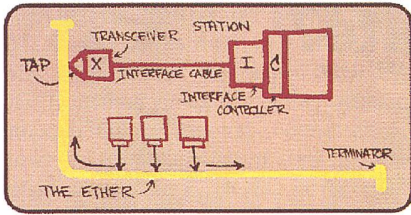


Figure 1 Ethernet: dessin de Bob Metcalf

Pour des applications de type temps physique, le réseau devra transporter les événements dans un temps borné tout en indiquant l'ordre dans lequel ces événements se sont produits (qui n'est pas nécessairement l'ordre dans lequel ils sont transférés sur le réseau).

De manière générale, il faudra pouvoir répondre aux questions suivantes:

- Le réseau sera-t-il capable de tenir un trafic donné (quantité d'information transférée à une certaine période avec une échéance donnée)?
- Quel est le temps maximal de transfert d'un événement?
- Que se passe-t-il dans le cas où mon réseau passe temporairement en surcharge (ce qui est pratiquement inévitable)?
- Quelle sera la gigue maximale sur le trafic périodique? Et sur la synchronisation des applications?

Le réseau devra assurer bien d'autres fonctions telles que le transfert de programmes et de configurations, offrir des outils de configuration, de diagnostic et de maintenance, mais cela sort du cadre du présent article.

Le bon vieux ethernet

Ethernet a été créé en 1976 par Bob Metcalf et David Boggs. L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) publie son premier standard sur 802.3 en 1985. Ethernet et IEEE 802.3 sont pratiquement identiques et les noms s'utilisent aujourd'hui de manière interchangeable pour désigner le standard de l'IEEE.

Le principe d'ethernet est que toutes les stations sont connectées en dérivation sur le même câble (figure 1). Ce qu'émet une station est donc entendu par toutes les autres stations. On est dans la situation d'un groupe de personnes dans une même salle, chacun peut entendre ce que l'autre dit à condition qu'une seule personne parle à la fois. Tout le génie d'ethernet est d'avoir inventé un moyen de permettre à chacun de parler sans qu'un coordinateur central joue les chefs d'orchestre. Le principe est le suivant. Une station qui désire émettre écoute si une autre station émet déjà. Si ce n'est pas le cas, elle émet. Sinon, elle attend que le canal soit libre et émet. Tout en émettant, elle écoute ce qui est transmis. Si c'est différent de ce qu'elle émet, cela veut dire qu'une autre station a aussi commencé à émettre, elle arrête alors d'émettre son message et envoie une courte séquence de brouillage qui indique à toutes les stations en écoute qu'une collision s'est produite. L'autre station émettrice fera de même. Comme les stations peuvent être assez éloignées les unes des autres, le temps de propagation des ondes sur le câble (5 ns/m environ) fait que les messages doivent posséder une longueur minimale pour que les collisions soient détectées. La norme a choisi une longueur minimale de 512 bits qui reste en vigueur encore aujourd'hui.

On voit qu'en absence de collision, le délai d'attente avant transmission est presque nul. Dès qu'une collision est détectée, les émetteurs se préparent à réémettre. Pour cela, ils choisissent aléatoirement (le but est que les deux stations ne réémettent pas en même temps si possible) un nombre entier dans l'intervalle de «backoff». Ce nombre entier est multiplié par une constante (5,12 µs à 100 Mb/s) pour donner la durée d'attente avant réémission. Passée cette durée, la station écoute à nouveau le canal et émet si elle ne détecte aucune émission. L'intervalle de backoff est initialement [0,1]. Il double à chaque échec pour plafonner à

[0...1023] au bout de 10 échecs consécutifs. Au bout de 16 échecs consécutifs, la transmission est abandonnée. Dès que la transmission est couronnée de succès, l'intervalle reprend sa valeur initiale. Cette politique d'accès au canal s'adapte donc à la quantité de trafic en ralentissant l'accès lorsque le canal est occupé, ce qu'indique l'augmentation du nombre de collisions.

Il est intéressant de noter les grandes qualités de la version originale d'ethernet qui est une variante de CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). En pratique:

- on peut faire fonctionner un réseau à près de 100% de sa capacité quand les paquets sont tous longs;
- quand les paquets sont courts (ce qui est souvent le cas en milieu industriel), l'utilisation chute mais reste bien supérieure aux 37% indiqués par bien des ouvrages comme étant la limite théorique;
- le délai de transmission et la variation de ce délai croissent avec le nombre des stations et la taille des paquets. A 10 Mb/s, on obtient 2 à 3 ms de délai et 20 ms d'écart type pour 25 stations et des paquets de 64 octets.

Ces résultats sont toujours d'actualité car ils s'appliquent aussi aux réseaux basés sur des «hubs» (figure 2).

Ethernet aujourd'hui

Depuis les origines, ethernet a évolué en performances. La topologie a aussi été profondément modifiée. Les débits binaires sont passés de 1 Mb/s à 10 Gb/s. La topologie originale en bus a été abandonnée au profit d'un système arborescent (figure 2), dans lequel les stations sont connectées à des concentrateurs, hubs ou commutateurs. Un hub se contente de régénérer le signal électrique qu'il reçoit sur un accès et de le propager sur tous les autres accès. Ce n'est donc qu'un amplificateur. Un commutateur se comporte comme une station relais. Quand un mes-

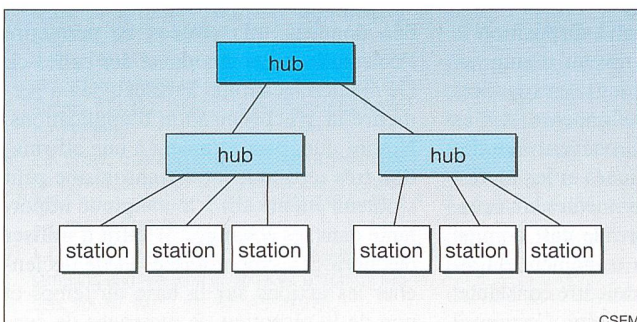


Figure 2 Réseau ethernet moderne avec des hubs

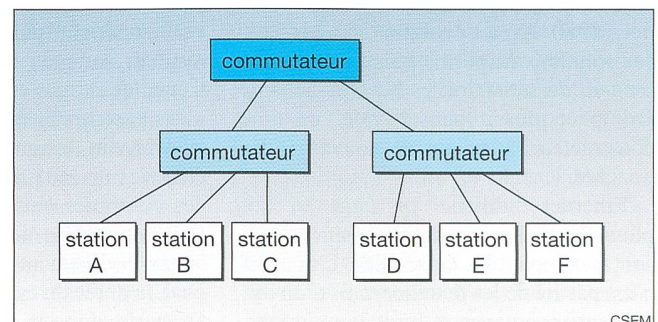


Figure 3 Réseau ethernet moderne avec des commutateurs

sage est envoyé par une station connectée sur un des ports d'accès, le commutateur le reçoit, détermine sur quel(s) port(s) de sortie il doit l'envoyer et le réémet sur chacun des ports sélectionnés dès que le canal sur ce port est libre.

Dans le cas des hubs, le comportement du réseau ne change pas. Les collisions sont toujours possibles. Seule la topologie change. Dans le cas des commutateurs, non seulement la topologie est modifiée, mais le comportement aussi. En effet, chaque lien entre un commutateur et une station contient deux câbles, un pour chaque sens de transmission. Un des sens est utilisé par la station pour émettre à destination du commutateur. L'autre dans le sens inverse. Les deux éléments peuvent donc émettre en même temps sans risque de collision. Dans le cas du hub, la collision vient du fait que deux stations sur deux accès émettent en même temps, leurs émissions étant mélangées par le hub. Dans le cas du commutateur, ce risque disparaît, car le commutateur stocke temporairement les messages des deux stations et les émet l'un après l'autre. Il n'y a plus de collision possible. On parle de «full duplex ethernet».

Cela ne veut bien évidemment pas dire que tout problème est écarté. En effet, si les deux stations A et B dans la figure 3 émettent chacune un flux de 60 Mb/s à destination de C, il y aura congestion au niveau du commutateur, car le lien à 100 Mb/s entre celui-ci et la station C ne peut supporter la combinaison des deux flux (120 Mb/s). Les messages seront donc perdus dans le commutateur, sauf si la gestion du flux est implantée, ce qui imposera à A et B de réduire le débit de transmission. En résumé, dans l'ethernet avec hubs, les pertes sont dues aux collisions. Dans l'ethernet commuté, les pertes sont dues à l'encombrement des commutateurs.

Ethernet ne satisfait pas les contraintes temps réel

À l'évidence, ethernet, quelle que soit sa version, commutée ou non, ne permet pas de garantir un délai de transmission maximal sans que l'on doive imposer quelques restrictions. Néanmoins, dans la pratique, ethernet offre des délais très courts (quelques microsecondes à 100 Mb/s) lorsque le réseau n'est pas trop chargé.

Les autres non plus d'ailleurs

Le plus étonnant est que beaucoup de bus de terrain mis en présence des mêmes conditions qu'ethernet, une station veut émettre un maximum de trafic, n'offrent

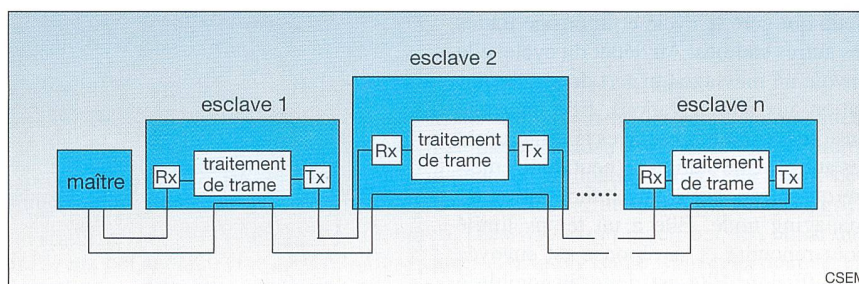


Figure 4 Topologie d'EtherCat et architecture des nœuds

pas plus de garanties. Alors comment font ceux qui s'en sortent. C'est très simple, ils restreignent le trafic émis par chaque station. Par exemple, une station sur un bus CAN peut très bien empêcher les autres stations de transmettre. Pour offrir des garanties aux autres, il faut lui imposer de limiter son trafic. Dans Profibus DP par exemple, une station aura droit à un nombre maximum de messages par cycle.

Comment faire pour obtenir des garanties avec ethernet?

On peut faire comme les autres, limiter le trafic. On peut montrer par exemple qu'on peut exploiter un réseau ethernet commuté à 93% et que le délai maximum de transfert d'un message ne dépassera pas 0,5 ms dans le cas où il n'y a qu'un seul commutateur [1]. La technique utilisée pour limiter le trafic est le lissage de trafic, chaque station se voyant octroyé un débit moyen donné. Il n'y a eu dans cette expérience aucune perte de trame par encombrement du commutateur. L'avantage d'une telle technique est qu'elle ne nécessite que peu de modifications de chaque station et aucune coordination par une station particulière. L'inconvénient est que, si une station ne joue pas le jeu, les garanties sont perdues. En effet, toutes les politiques qui impliquent une restriction dans le trafic généré par une station (c'est le cas de la majorité des solutions ethernet industriel) n'offrent plus aucune garantie en présence de stations étrangères même si celles-ci respectent le protocole ethernet à la lettre.

La seule solution est de limiter le trafic des stations étrangères par des moyens externes. L'utilisation de commutateurs est un de ces moyens. Il est possible de configurer un commutateur pour qu'il limite le trafic venant sur certains accès. En fait, le standard IEEE 802.1D qui régit les commutateurs prévoit ce cas. Il introduit une notion de priorité, étant entendu que le commutateur devra d'abord traiter le trafic prioritaire avant le trafic qui ne

l'est pas. Il suffit alors de considérer que le trafic venant des stations étrangères a une priorité inférieure à la priorité du trafic des stations conformes temps réel.

En résumé, il est possible d'offrir des garanties en limitant le trafic de chaque station connectée. Si certaines stations ne jouent pas le jeu, il est aussi possible de s'en sortir en utilisant les priorités des commutateurs (IEEE 802.1D). Par contre, il n'est pas possible de limiter la gigue dans les transferts avec ces approches. Ceci n'est néanmoins pas un problème, car il est possible de résoudre le problème à l'aide d'horloges synchronisées avec par exemple le protocole IEEE 1588. Voyons maintenant comment les différentes propositions obtiennent leurs garanties.

Les différentes propositions

Un certain nombre de propositions utilisent ethernet tel quel en ajoutant une couche d'application industrielle. C'est dire qu'elles n'offrent aucunes autres garanties que celles données par ethernet. C'est le cas de Profinet V1 et V2, Modbus TCP, JetSync, Ethernet IP, ou Real-Time Publish-Subscribe. Si presque toutes utilisent les protocoles TCP et IP, Profinet V2 (SRT) vise à améliorer les performances moyennes en supprimant ces couches.

Ces solutions ne peuvent communiquer entre elles mais peuvent coexister sur le même réseau. Elles peuvent aussi coexister avec tout nœud qui utilise ethernet sans modifications.

Celles qui ajoutent une politique d'accès

Deux propositions, Ethernet Powerlink (EPL) et Ethernet for Plant Automation (EPA), limitent le trafic en ajoutant une deuxième politique d'accès au canal au-dessus d'ethernet. Dans les deux cas, le temps est divisé en cycles de durée constante. Un réseau EPL possède une station particulière appelée managing

node qui gère le cycle et interroge toutes les autres stations. Au début du cycle, elle envoie un message qui sert de synchronisation aux autres stations. Elle interroge ensuite les stations esclaves les unes après les autres. Une station ne peut donc émettre qu'en réponse à une interrogation du managing node. Elle a un temps limité pour répondre et sa réponse est envoyée en diffusion. Elle est donc disponible à toutes les stations. Une station peut être interrogée lors de chaque cycle ou tous les N cycles selon une configuration initiale fixe. Une fenêtre asynchrone est réservée à la fin du cycle pour interroger des esclaves qui auraient signalé une demande de trafic asynchrone lors de l'interrogation périodique. Ce mécanisme est destiné au trafic sans contrainte temporelle.

Un des problèmes principaux de EPL est la faible utilisation du canal. Le temps d'attente d'une réponse correspondant à 4 trames de longueur minimale à 100 Mb/s, le canal sera utilisé au sixième de sa capacité sans parler de la perte due à la taille minimale des trames (64 octets). On peut dès lors se demander si cela vaut la peine d'utiliser ethernet.

EPA améliore l'utilisation en supprimant le managing node. Dans la fenêtre périodique, chaque station sait à quel instant elle doit émettre. Le début du cycle est obtenu localement sur la base de l'horloge de la station. Les horloges sont toutes synchronisées à l'aide du protocole IEEE 1588. Par contre, chaque station émet dans chaque cycle ce qui entraîne une perte d'efficacité si les trafics diffèrent d'une station à l'autre. Il existe aussi une fenêtre asynchrone qui permet aux stations qui en ont fait la demande dans la fenêtre périodique d'écouler du trafic asynchrone. L'accès est réglé par un système de priorités.

Autant EPL que EPA n'offrent des garanties qu'en absence d'erreur et en absence de stations exogènes (non conformes aux règles de EPA ou de EPL) sur le réseau. Dans les deux cas, le comportement est difficilement prévisible.

Celles qui modifient l'accès au canal

Deux propositions, EtherCat et Sercos III, définissent deux modes de fonctionnement. Un mode compatible avec ethernet mais qui n'offre pas de garanties et un mode spécial qui en offre. Dans le premier mode, une station peut être connectée à un réseau ethernet. Ce mode est destiné à la configuration.

Dans les deux propositions, le deuxième mode correspond à un réseau en anneau. Chaque nœud est pourvu de deux interfaces. Pour EtherCat, la solu-

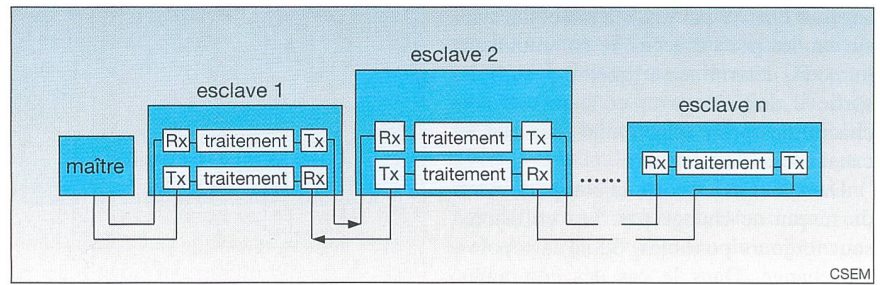


Figure 5 Topologie de Sercos III et architecture des nœuds

tion est très similaire à Interbus. Le maître envoie une trame selon le format ethernet. Dans cette trame, le champ de données est divisé en zones pour chacun des esclaves. Chaque esclave reçoit la trame sur l'accès d'entrée et la retransmet bit par bit sur l'accès de sortie. Quand passe la zone de données affectée à la station, celle-ci copie les données et les met à disposition du logiciel résident sur l'esclave. Celle-ci peut avoir des données à envoyer au maître. Ces données sont copiées à la volée en modifiant les valeurs des bits retransmis dans une zone spécifique à chaque esclave. Le dernier esclave de la chaîne boucle l'anneau en renvoyant ce qu'il reçoit sur son accès d'entrée. Chaque esclave retransmet sans altération ce qu'il reçoit sur son accès de sortie vers son accès d'entrée.

Avec EtherCat, la communication du maître vers les esclaves et vice versa est extrêmement efficace. Avec un message de 1500 octets dont la durée de transmission est de 0,12 ms à 100 Mb/s, on peut mettre à jour près de 12 000 points de sortie et lire le même nombre d'entrées. Par contre, deux esclaves ne peuvent communiquer directement. Sercos III lève cette limitation en permettant à chaque esclave de lire la trame lorsqu'elle revient depuis le dernier esclave de la chaîne. Cette astuce permet aussi d'implanter une communication d'esclave à esclave utilisant les protocoles TCP et IP.

A l'évidence, les deux propositions offrent d'excellentes performances bien supérieures aux performances des réseaux de terrain actuels. Par contre, le réseau doit absolument être homogène, composé de nœuds qui se conforment tous à un des deux protocoles.

Conclusion

Il existe encore d'autres propositions qui se qualifient d'ethernet industriel mais qui sont moins connues. D'autres viendront probablement encore. Sur l'ensemble des propositions, bien peu offrent

autre chose que les garanties données par ethernet lui-même. Deux propositions sortent du lot avec des performances impressionnantes. Elles ne sont malheureusement pas compatibles avec ethernet dans ce cas. Peut-être la solution est-elle d'utiliser ethernet dans sa version moderne, full duplex avec commutateurs et priorités, tout en limitant le trafic. La coexistence avec des stations exogènes, qui ne s'autolimitent pas, se faisant en mettant un commutateur devant chaque nœud. Finalement, l'utilisation du protocole IEEE 1588 permettra de synchroniser les actions. Il semble que cette voie entièrement composée de standards internationaux existants soit proche de celle suivie par la version IRT de Profinet.

De l'avis général, les réseaux de terrain actuels ont encore de beaux jours. Leurs performances sont souvent aussi bonnes que celles des ethernets industriels. Il existe une grande offre d'équipements et des outils de mise en œuvre et de diagnostic performants.

Références

- [1] J. Löser, H. Härtig: Low Latency Hard Real-Time Communication over Switched Ethernet, Proc. 16th Euromicro Conf. on Real-Time Systems, 30 juin - 2 juillet, 2004, Catania, Italie, pp. 13-22.

Littérature

- Traité I2S, volume 2: Systèmes Temps réel: Ordonancement, Réseaux, Qualité de Service, Hermes, Paris, à paraître.
 J.-P. Thomesse: Fieldbus Technology in Industrial Automation, Proc of the IEEE, Vol 93, N° 6, juin 2005., pp. 1073-1101.
 J.-D. Decotignie: Ethernet Based Real-Time and Industrial Communications, Proc of the IEEE, Vol 93, N° 6, juin 2005., pp. 1102-1117.
 M. Felser: Real-time Ethernet - Industry Prospective, Proc of the IEEE, Vol 93, N° 6, juin 2005., pp. 1118-1129.

Informations sur l'auteur

Jean-Dominique Decotignie est ingénieur électricien diplômé de l'EPFL. Il a reçu le titre de docteur ès sciences de la même institution en 1983. Il dirige le groupe Temps réel et Réseaux du Centre Suisse

d'Electronique et de Microtechnique à Neuchâtel. Il est aussi professeur à la faculté d'Informatique et Communications de l'EPFL. Il a été actif dans le domaine des bus de terrain dès ses débuts et a reçu la distinction de «Fellow de l'IEEE» pour ses travaux dans le domaine. J.-D. Decotignie est l'auteur ou le coauteur de plus de 100 articles et a participé à de nombreux projets industriels sur le sujet. Ses centres d'activité tournent aujourd'hui autour des garanties dans les réseaux industriels ainsi que de la qualité de service et de la réduction d'énergie dans les réseaux de capteurs sans fil. Les solutions développées offrent un gain de performance significatif par rapport aux solutions commerciales.

CSEM, 2002 Neuchâtel,
jean-dominique.decotignie@csem.ch

Zusammenfassung

Industrial Ethernet – zehn inkompatible Vorschläge

Industrial Ethernet erhebt den Anspruch, die allmählich in die Jahre kommenden Feldbusse zu ersetzen. Aber was versteht man unter «Industrial Ethernet» eigentlich? Es gibt über zehn Konzepte, die nicht miteinander kompatibel sind. Die einen begnügen sich damit, ein industrielles Protokoll anzufügen, andere regeln den Zugriff auf den Bus, um die Echtzeit zu garantieren. Dies wiederum regelt bei den einen die Software, bei anderen eine spezielle Hardware. Alles interessante Konzepte, doch ist es noch Ethernet? Es gibt auch den anderen Weg: Ethernet in seiner modernen, geschwitten Form einzusetzen. Auch hier werden Garantien eingehalten, ohne am Standardcharakter etwas zu ändern.



cablecom service plus und cablecom digital home

«Gewappnet für die digitale Zukunft»

Die graf.riedi ag aus Bern verwaltet rund 13 000 Objekte. Sie ist eines der führenden Immobilien-Dienstleistungsunternehmen im Espace Mittelland. Mit service plus und digital home von cablecom hat die graf.riedi ag auf Qualitätsprodukte gesetzt, die sie administrativ entlasten.

«Blicke ich auf die letzten zehn Jahre zurück, dann bin ich immer wieder erstaunt, was im Umfeld der Telekommunikation und der neuen Medien alles geschehen ist», fasst Laurent Burri, Leiter Bereich Bewirtschaftung der graf.riedi ag, zusammen. «Das Web und die E-Mail-Kommunikation zum Beispiel haben unser Leben grundlegend verändert.»

«Wir wollen uns durch hohe Professionalität und Innovationskraft hervortun», betont Laurent Burri. «Unsere Geschäftspartner müssen diese Ziele ebenfalls verfolgen. cablecom hat uns mit service plus und digital home davon überzeugt, dass sie unsere Geschäftsphilosophie teilt.» Mit service plus respektive digital home ist die

Kabelnetz-Infrastruktur unzähliger Liegenschaften, die von der graf.riedi ag bewirtschaftet werden, stets auf dem neuesten Stand der Technik. Für zwei Franken pro Monat und Wohnung übernimmt cablecom sämtliche Arbeiten rund um den Unterhalt und die Modernisierung der entsprechenden Anlagen, einschliesslich Anschlussdosen in den Wohnräumen.

digital home ist dasselbe Produkt wie service plus, wird jedoch in den Gebieten der Partnernetze von cablecom angeboten. «Sowohl service plus als auch digital home entlasten uns in der Administration, denn alle Mieteranliegen werden direkt von cablecom erledigt», fährt Laurent Burri fort. «Mieter, Eigentümer und auch wir können damit ruhig auf die nächsten Entwicklungen im Multimedia-Bereich blicken. – Wir haben mit cablecom den richtigen Partner gefunden.»

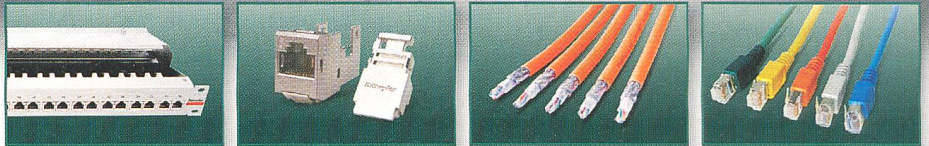
Information cablecom: Telefon 0800 800 051,
www.cablecom.ch/cablecomtv
Information graf.riedi ag: www.grafriedi.ch

graf.riedi immobilien «Liegenschaften müssen für die Herausforderungen der digitalen Gesellschaft bereit sein. Mit cablecom verpasst man den Anschluss nicht.» Laurent Burri, Abteilungsleiter Bereich Bewirtschaftung der graf.riedi ag, Bern

unilan®

Modular Solution und uninet® 6702 – die schnellste Verbindung, seit es Systeme gibt!

Dätwyler bietet mit der unilan® Modular Solution eine umfassende Lösung für die anwendungsneutrale Gebäudeverkabelung an. Durch die hochwertigen Einzelkomponenten des Systems sowie kompetente Beratung und Service erhalten Sie als Kunde eine Lösung, die sowohl heutige als auch zukünftige Anforderungen abdeckt.



Argumente, die überzeugen

- Einfach und schnell
- Störungsunempfindlich
- Langfristige Zuverlässigkeit
- Beratung und Service
- Alles aus einer Hand

Dätwyler

Cables+Systems

Dätwyler AG Cables+Systems

Gotthardstrasse 31, 6460 Altdorf, Telefon 041/8 75 12 68, Fax 041/8 75 19 86
e-mail: cable.swiss@daetwyler.ch, www.daetwyler.net

Interesse geweckt? Wir stehen Ihnen als kompetenter Partner zur Verfügung!

HIRSCHMANN

- Industrial ETHERNET
- Fiber INTERFACES
- Industrial CONNECTORS
- Test & Measurement

www.hirschmann.ch Tel. +41 44 905 82 82

Kompetenz in Text und Bild

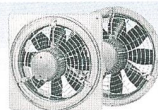
Suchen Sie eine Fachperson, die Ihre Drucksachen gestaltet und realisiert?

Briefschaften Logos Broschüren
Bücher Illustrationen Hauszeitungen

Pia Thür
Visuelle Gestaltung

Hardturmstrasse 261, 8005 Zürich
Tel 01-563 86 76 Fax 01-563 86 86
piathuer@dplanet.ch

ANSON liefert gut und preisgünstig!



ANSON Ventilatoren
mit Flanschplatte, Wandring, Kanal- oder Rohr-Anschluss. Alle Stromarten. Auch Ex-geschützt 800–25000 m³/h. Vom Spezialisten:



Radial-Gebläse bester Qualität
Bewährt im Apparatenaufbau! 0.4–70 m³/min. Mit viel konstruktionsvereinfachendem Zubehör. Fragen Sie:



Ventilatoren und Gebläse energiesparend
betreiben mit modernsten Schaltern und Steuerungen: Manuell, zeit-, druck-, temperatur-, bewegungsabhängig etc. Von:

ANSON 044/461 11 11
8055 Zürich Friesenbergstr. 108 Fax 044/461 31 11

