ARC
Advisory Group pour Jautomatise

Ethernet industriel

Ces derniers temps, aucune autre technologie n'a changé le monde de l'automatisation industrielle comme Ethernet. Inventée dans les années 70 et déployée massivement au sein d'architectures IT, Ethernet n'a pas connu de franc succès industriel avant les années 90. Pas franchement approprié pour le contrôle-commande déterministe à ses débuts, Ethernet a progressé et a été adopté par les consortiums industriels pour livrer des dispositifs aux industriels en adéquation avec leurs besoins spécifiques. Depuis les environnements hostiles jusqu'aux besoins en haute vitesse des applications motion, ces perfectionnements ont ouvert la voie à d'autres applications autrefois irréalisables via des réseaux industriels conventionnels.

La pénétration d'Ethernet au niveau du contrôle et des équipements terrain n'est pas moins qu'une révolution dans les industries manufacturières. Avec ses services communs et sa compatibilité avec plusieurs protocoles de communication, Ethernet a littéralement redéfini le rôle joué par un réseau au sein d'applications industrielles.

La valeur ajoutée d'Ethernet pour les industriels réside en sa simplicité doublée d'une redoutable efficacité. Cette architecture réseau brille en effet par sa simplicité en traversant tous les niveaux de l'entreprise : des cellules de robots aux applications de gestion. Utiliser Ethernet permet aux nouvelles générations des solutions d'asset management d'extraire les données directement des capteurs installés dans les usines. Cette information est utilisée en temps réel par les GMAO, afin de prédire les problèmes avant qu'ils n'arrivent, réduire les temps d'arrêts improductifs des machines et par la même occasion abaisser le coût des opérations.Combiné avec l'adressage IP et les possibilités de routage, Ethernet permet un niveau de transparence jamais atteint par un réseau industriel jusqu'alors.

Ethernet établit des passerelles entre les usines et les systèmes d'information en rationalisant les cahiers des charges des réseaux en une simple architecture, et réduit le fossé qui sépare la production du monde des affaires. Avec sa compatibilité universelle au monde informatique, fondé sur les standards internationaux, et un large panel de développements possibles, l'Ethernet industriel a révolutionné les communications réseaux dans l'automatisation industrielle.

Ethernet pour le réseau industriel: un rapport coût / bénéfice favorable

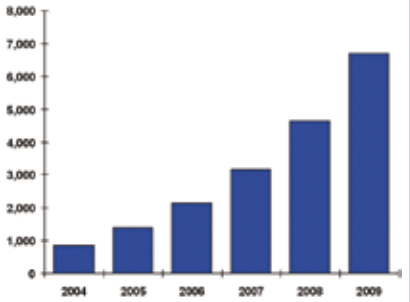
Les industriels sont de loin les plus conservateurs en termes de technologies, et ce, pour plusieurs raisons évidentes. Contrairement aux secteurs de services aux consommateurs, comme les banques ou les assurances, les biens industriels sont principalement des machines et des équipements. Ces assets représentent des décennies d'expérience en fabrication, et de R&D, et la technologie résultante incarne souvent la différence durable et compétitive entre concurrents. Introduire une nouvelle technologie nécessite qu'elle ait déjà fait ses preuves, en un rapport coût / bénéfice favorable. Avec sa polyvalence et ses applications spécifiques, il y a désormais un business case pour l'Ethernet industriel dans la plupart des applications industrielles.

Historiquement, les réseaux industriels étaient des réseaux conçus pour adresser des besoins spécifiques. La gestion des axes asservis distribués, par exemple, est assuré typiquement par un réseau, comme SERCOS. Pour les contrôles d'Entrées/Sorties à distance, les fournisseurs d'API proposaient des réseaux d'E/S propriétaires et/ou ouverts, comme Profibus DP et DeviceNet. Le résultat final était que l'entreprise possède plusieurs solutions de communications, mais aucune qui ne soit universelle.

Ethernet, avec sa large bande passante, son haut débit et sa compatibilité avec de multiples protocoles, répond à ces besoins avec un « câble » unique. Cependant, le cahier des charges représente des besoins spécifiques de plusieurs applications du monde de l'automatisation.

Le marché des matériels Ethernet (en milliers d'unités)

Source : ARC Advisory Group



Au cœur d'une application industrielle typique, ces besoins comprennent :

- la communication entre API de type point à point,

- la connexion des équipements terrain,

- une capacité de subvenir aux besoins des outils de l'ingénierie, de la maintenance et de la supervision,

- des applications de gestion d'axes asservis,

- des équipements de sécurité,

- la connectivité aux historiens, au MES et aux systèmes de gestion de l'entreprise.

Ethernet est rentré par la petite porte dans les années 90, étayé par l'explosion du marché de PC industriels, alors très présents au sein de la supervision et des Interfaces Homme Machine. Durant cette période, il coexistait difficilement avec les réseaux industriels déjà établis, pendant que les fournisseurs étudiaient la génération technologique suivante. Si Ethernet doit être utilisé pour la connexion terrain, disaient les experts, son comportement devra être revu de fond en comble et ses composantes rendues robustes. Malgré un scepticisme initial, cette évolution a eu lieu plus rapidement que beaucoup prévoyaient. Le résultat a été un Ethernet industrialisé, qui malheureusement s'est divisé en fragments soutenus par différents groupements de fournisseurs au niveau applicatif, et qui rappelle les mauvais souvenirs des guerres entre réseaux de terrain des années 1990.

Bien sur, Ethernet remporta la victoire de la bataille des réseaux en entrant dans la partie avec une série d'avantages. En effet, s'appuyant sur une des tendances globales de l'automatisation, qui consiste à intégrer les technologies issues du monde de l'IT. La preuve en est que les solutions d'automation se dirigesur le long terme vers les standards ouverts, ce qui se comprend aisément si l'on observe la part de plus en plus importante qu'occupent les logiciels dans la solution..Avec les protocoles TCP/IP, Ethernet fournit une gammede services intégrés et standardisés, rendant n'importe quel autre développement parallèle superflu. Les présumés «manquements» d'Ethernet, c'est-à-dire la gestion des collisions et le manque de comportement déterministe, peuvent être évincés par l'utilisation d'une infrastructure Ethernet bien conçue et intégralement switchée.

Malgré cet historique chaotique, l'Ethernet industriel a émergé comme une solution réseaux possible dans des industries habituées aux multiples standards et aux hiérarchies strictes.

Ethernet industriel peut remplacer la plupart des réseaux industriels en réduisant les couches de ces-dits réseaux. La solution devient alors un moyen commun, plus rentable qui peut être adapté pour remplir les besoins des applications spécifiques.

Grâce à l'Ethernet industriel, les industriels ont la possibilité d'avoir accès à des données autrefois masquées par des barrières techniques. Celles-ci peuvent désormais être utilisées par les applications de gestion et celles de la production. Cela confère ainsi une meilleure vision et compréhension du processus de fabrication. Cela contribue à réduire les coûts et augmenter la productivité. De cette façon, Ethernet améliore grandement la récolte des données sur site, ce qui est particulièrement profitable à des applications comme l'asset management.

Les avantages économiques d'Ethernet industriel ne sont pas pénalisés par la taille des applications : l'impact sur la rentabilité est directement fonction du degré de déploiement de la technologie.

Les utilisateurs finaux peuvent utiliser les composants d'infrastructures de réseaux disponibles pour la bureautique, en les câblant et switchant dans les zones où des composants industrialisés

ne sont pas nécessaires. En plus d'abaisser les coûts d'installation, les utilisateurs peuvent aussi réduire la périodicité et le coût de la maintenance, en rationalisant les connaissances relatives aux caractéristiques des autres réseaux industriels.

Par ailleurs, les fournisseurs de matériels d'automatisme bénéficient de la possibilité d'intégrer des technologies standardisées et déjà existantes au sein de leurs produits. Il est possible de communiquer avec ce type de produits au travers des protocoles comme SNMP ou DHCP, permettant aux fournisseurs de se focaliser uniquement sur les besoins applicatifs.

Ainsi, cela ouvre la voie à l'aide décisionnelle, aussi appelé le Management des Performances en temps Réel. (RPM : Real time Performance Management). RPM affiche des informations instantanées et pertinentes pour la gestion de la production et de l'entreprise. Les tableaux de bord sont personnalisés et aident les managers pour les aspects qualitatifs et quantitatifs.

Autant la technologie Ethernet paraît séduisante en de nombreux points, nonobstant les constructeurs prennent des décisions relatives à son implémentation plus sur des critères de rentabilité globale que sur des arguments purement techniques. L'adoption d'Ethernet peut se justifier en appliquant des critères économiques chiffrables en terme de productivité ou de réduction du Coût Total de Propriété (TCO : Total Cost of Ownership).

Ethernet industriel répond à tous les aspects des applications industrielles

- *Communication « point à point » entre les équipements*
- *Connexion d'équipement de terrain comme les E/S à distance, drives AC , lecteurs RFID*
- *Outils de maintenance et d'ingénierie*
- *Supervision*
- *Applications motion control, incluant la synchronisation multi-axess*
- *Systèmes de relais de sécurité comme les scanners lasers et les barrières de sécurité*
- *Acquisition de données et historisation, systèmes MES et système de gestion*

Ethernet industriel aide les industriels à relever de nouveaux défis par la transparence des informations et aussi en fournissant des intégrations simplifiées aux systèmes de gestion. Dans cette optique, les industriels doivent se servir d'une grande quantité de données - souvent négligées - générées par la production. Avec Ethernet Industriel, les indicateurs de performance de production peuvent plus facilement être collectées et transmises, et à moindre coût qu'avec les réseaux conventionnels. Ces données de production peuvent être combinées avec les données des systèmes de gestion permettant l'utilisation de tableaux de bord temps-réel.

D'autres critères chiffrables demeurent importants, tels que : le Return On Assets (ROA Retour sur Actifs), et TRG (Taux de Rendement Global) ou TRS (Taux de Rendement Synthétique) qui apportent tous deux leur contribution á l'atteinte de l'Excellence Opérationnelle.

Le temps de mise sur le marché (TMM), joue un rôle de plus en plus important dans les indicateurs de performance. Cependant, il demeure difficile de définir les facteurs particuliers qui ont une influence directe sur le temps que met un produit entre la conception et la mise sur le marché. Raccourcir ce TMM signifie optimiser un maximum l'utilisation et la circulation des informations liés au produit, lors des cycles de conception et de production. Le TMM reste tributaire de l'ingénierie simultanée, c'est-à-dire, l'exécution parallèle de toutes les activités de développement nécessaires à ce nouveau produit.

Ethernet industriel est devenu la clé de voûte de cette stratégie en améliorant la visibilité de l'information dans le cadre d'applications qui s'étendent du MES (Manufacturing Execution System), aux solutions PLM (Product Lifecycle Management, Management du Cycle de vie du Produit).

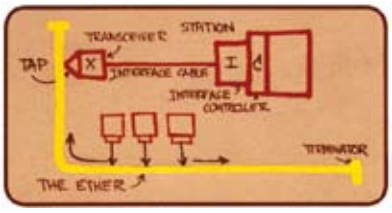
Une autre tendance au sein du marché de l'automatisation industrielle actuel : les machines et le contrôle-commande modulaires. Cette mouvance demeure très avancée sur le segment du contrôle-commande des machines, mais est naissante pour les autres. Les fournisseurs de produits d'automatismes ont mis à jour leur logiciels de conception afin de faciliter le développement modulaire. Ce concept de modularité n'est pas nouveau.

Pourquoi est-il devenu si important de nos jours ? On note deux raisons : Premièrement, les avancées technologiques dans les logiciels d'ingénierie et de réseaux ont permis une augmentation de cette modularité des produits de l'automation. Secondement, et plus important, les pressions économiques régnant sur les marchés de fabrication ont conduit les fournisseurs d'automation, les OEM et les fabricants, à utiliser plus de machines et de systèmes modulaires dans leurs procédés de production ou achats de composants. L'automation modulaire est généralement une configuration basée sur Ethernet, ou est compatible avec Ethernet et un réseau terrain.

Ethernet industriel n'engendre pas de forts gains pour l'intégralité des applications industrielles. L'utilisation d'une technologie de réseau industriel engendre des coûts pour les infrastructures, la maintenance et la formation. Les bénéfices d'Ethernet sont proportionnels avec la taille de l'installation, et les coûts à moindre mesure, ce qui est favorable pour la justification économique des installations conséquentes.

En dessous d'un certain nombre de nœuds du réseau une solution conventionnelle peut s'avérer plus judicieuse. Par exemple, les OEM et leurs machines d'emballage n'ont pas de besoins fondamentaux en réseaux industriels, avec à peine une douzaine d'E/S sur chaque produit. Un réseau bas coût comme AS-Interface peut suffire. Cependant, cela ne veut pas dire qu'Ethernet est à proscrire sur toutes les machines dites 'simples'. Avec Ethernet, elles peuvent faire partie d'un système plus grand et modulaire ; ou alors se connecter au système de flux d'informations de la chaîne de de production ou d'emballage.

L'ARC croît que l'Ethernet représente un choix pertinent pour relever les défis des futurs systèmes de communication industriels. Il se conforte dans cette idée dans la mesure où Ethernet fournit aux utilisateurs des outils IT familiers qui autorisent une connectivité entre les différentes applications d'automatisation et de gestion des entreprises. Le



Le commencement d'Ethernet. Premier schéma du système par Bob Metcalfe, 1976

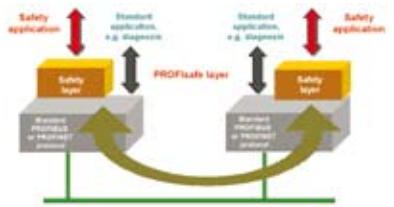
plus important, Ethernet est suffisamment adaptif pour répondre aux besoins des applications de haute performance comme la synchronisation multi-axes, permettant un réseau industriel unique, basée sur un standard ouvert, réduisant les coûts de propriété des actifs industriels.

Les nouveaux concepts de machines conçus autour d'Ethernet

Pour les applications de motion control hautes performances, comme la coordination d'une centaine d'axes avec une précision de l'ordre de la microseconde, la plupart des solutions Ethernet proposent des solutions pertinentes permettant des vitesses, une capacité et un déterminisme insoupçonnés jusqu'alors. Les améliorations de ces performances confèrent aux constructeurs la possibilité de concevoir des machines de nouvelles générations, faisant écho aux nouvelles capacités d'Ethernet.

Le motion control fondé sur Ethernet repousse les frontières technologiques permettant à une centaine d'axes d'être synchronisés électroniquement plutôt que mécaniquement. Pour les constructeurs, le bénéfice potentiel d'utiliser Ethernet comme un réseau motion réside en la conception de générations nouvelles de machines basées sur une architecture modulaire et en réseau. Pour les machines comportant beaucoup d'axes, par exemple les applications d'imprimeries industrielles, les mouvements sont synchronisés mécaniquement. Depuis dix ans, les pignons ont cédé leur place aux systèmes de pilotages électroniques motorisés reliés à des roues codeuses, permettant de rapides reconfigurations des mouvements. Cette électronique a grandement amélioré la flexibilité, faisant passer la modification de configuration de l'heure à quelques minutes. Par conséquent, les fabricants ont pu élargir leur gamme de produits en utilisant une seule et même machine, d'où un gain à la fois quantitatif et qualitatif.

Jusqu'à présent, les performances des réseaux Ethernet constituaient un obstacle aux applications électroniques de pilotage en limitant la vitesse ou la capacité des systèmes comportant des axes en réseaux.



Vérification de l'intégralité des données avec PROFIsafe pour les standards Profibus ou Profinet

Concernant les temps de réponse, ils ont été divisés par mille, passant de l'ordre de la milli à la microseconde. Il est nécessaire de procéder à une synchronisation extrêmement précise au niveau de la gestion des nœuds. Le standard Ethernet IEEE 802.3 ne possède pas ce niveau de performance. La solution industrielle motion adapte Ethernet, optimise les performances et permet de se prémunir de ce type de problèmes.

Par exemple, le protocole CIP Sync ajoute de la synchronisation basée sur IEEE 1588, et s'implémente au niveau matériel dans des processeurs implantés dans les systèmes embarqués.

Profinet, quant à lui, ajoute sa propre base hardware pour la synchronisation via une solution temps-réel isochrone (IRT), qui embarque les fonctions de synchronisation au sein d'un ASIC uniquement consacré à celle-ci. IRT utilise une fenêetre temporelle dédiée pour transférer les datagrammes dans une séquence cyclique et fiable, pendant que le temps de cycle restant est utilisé pour les communications du standard TCP/IP.

EtherCAT, PowerLink, SynqNet sont d'autres alternatives motion qui emploient différentes approches pour gérer la criticité temporelle de l'échange des données vers les systèmes, et parvenir à assurer des performances temps réel de haut niveau.

Ethernet et sécurité : la fusion de deux réseaux

La sûreté de fonctionnement des machines a évolué et devient une contrainte économique nécessaire à la stratégie de rentabilité optimale et de réduction des temps improductifs. La sécurité au sens traditionnel, se référait aux composants additionnels qui protégeaient les opérateurs travaillant dans ou près des machines de production, afin d'évincer le risque de blessure ou de mort. Les solutions modernes vont plus loin que cette notion.

De nos jours, beaucoup d'utilisateurs reconnaissent que le déploiement de solutions de sécurité intégrées et intelligentes peuvent directement affecter leur résultat.

L'épée de Damocles de tous les manufacturiers reste le temps improductif non programmé, en d'autres termes l'arrêt d'une machine à l'improviste résultant d'une casse, d'une erreur opérateur ou un dysfonctionnement de la machine Les solutions de sécurité disponibles aujourd'hui s'intègrent directement avec les architectures de réseaux standards, pour aider à raccourcir les délais de décision. Ceci permet aux opérateurs de diagnostiquer les arrêts machine avec plus de facilité, et reprendre la production plus rapidement.

Dans les années 90, Pilz était le pionnier du concept de sécurité en réseau avec Safetybus p.

Plus tard, Profibus International et ODVA ont ajouté des protocoles sécurité aux protocoles Profibus (Profisafe) et DeviceNet (CIP Safety). Profinet a déjà réalisé la certification TÜV pour Profisafe destiné à une utilisation répondant aux normes SIL 3 (IEC 61508) ou de catégorie 4 (EN 954 et son successeur ISO 13849).

Pour EtherNet/IP, la spécification CIP Safety est annoncée et l'ODVA prévoit son intégration pour 2007.

EtherCAT et PowerLink ont eux aussi sorti leurs solutions de sécurité fondées sur Ethernet.

Le Safety Network International, consortium promouvant le concept « Safetybus p », a récemment annoncé « SafetyNET p » , une solution de sécurité orientée Ethernet industriel.

Les utilisateurs finaux ont déjà saisi les avantages d'une sécurité en réseau pour unifier leurs architectures réseaux, et éliminer le besoin d'un second réseau en parallèle pour maintenir la conformité relative aux standards sécurité (SIL3). Les bénéfices d'une telle technologie comprennent des temps de démarrage raccourcis, des coûts de câblage réduits, et une maintenance toujours plus rapide et efficace.

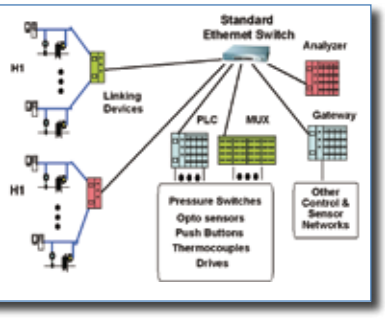
Ethernet se tourne vers les industries de procédés continus

De part sa large bande passante et sa haute vitesse, Ethernet peut naturellement s'attaquer aux besoins des applications manufacturières. Cependant, quelques bons côtés d'Ethernet, comme la transparence des données qui concernent toute l'entreprise, le rend attractif pour les industries de procédés continus malgré les différences de besoins.

Dans les industries de ce type, les possibilités de choix du bus de terrain se sont restreintes à deux possibilités : Foundation Fieldbus (FF) et Profibus PA. Ils emploient une simple couche physique à deux câbles, servent d'alimentation électrique aux équipements et répondent aux normes IEC61158 et 61784. Ces standards internationaux définissent les besoins pour les bus de terrain en environnement explosifs.

Comme les besoins d'informations augmentent dans la production, il devient indispensable d'installer Ethernet près des sources de l'information. Cependant Ethernet industriel n'est pas près de remplacer les bus de terrain. Leurs performances en terme de taux de traitement de données (31 Kbps) s'avèrent appropriées pour pratiquement l'intégralité des applications continues. Encore plus importantes que ces notions de vitesse, ce sont les caractéristiques sécurité intrinsèques du mode de transmission MBP (Manchester Coding, Bus Powered).

La solution pour les procédés continus de Foundation Fieldbus et Profinet consiste en une branche principale de type réseau Ethernet industriel dont les segments sont connectés via des coupleurs aux bus de terrain. Ces coupleurs, désormais disponibles pour FF chez ABB et National Instruments, traduisent le protocole du bus trait pour trait vers le réseau porteur. Ce qui a pour effet de rendre ces deux protocoles invisibles aux nœuds du réseau. Cette approche permet aux utilisateurs d'installer des segments de réseaux vers les équipements de terrain. Les bénéfices majeurs sont à la fois un meilleur accès et une plus grande transparence des données issues de n'importe quelle application comme les GMAO (Plant Asset Management) ou les GPAO



Liens entre HSE Fieldbus Foundation et les segments H1

Foundation Fieldbus HSE

Foundation Fieldbus a lancé la spécification pour l'Ethernet à Haute Vitesse (HSE, High Speed Ethernet) en 2002, et se vante actuellement d'équiper plusieurs sites faisant office de références en la matière. HSE suit le concept de la branche principale avec des ramifications mais ajoute un élément important à la solution FF : la possibilité de connecter via Ethernet des systèmes manufacturiers, allant des E/S décentralisées jusqu'aux centres de contrôles. Fut un temps, ces systèmes étaient connectés de telle sorte que les utilisateurs avaient à gérer deux réseaux. Dans cette nouvelle architecture, 'H1' représente le bus de terrain (norme 61158) qui relie les stations locales de capteurs/actionneurs. Pendant que les contrôleurs HSE et les réseaux individuels H1 transmettent l'information de haut niveau à des points plus éloignés. FF HSE encapsule le protocole H1 dans TCP/IP, à l'instar de Modbus TCP qui fait de même avec le protocole Modbus, et transmet l'information via Ethernet.

Profinet pour les applications continues

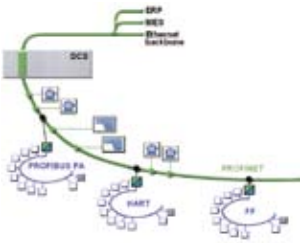
Profinet a récemment annoncé une approche sensiblement similaire à ce modèle, mais ajoute la capacité de connecter FF H1 ou des segments HART à Profinet. A l'heure actuelle, les segments Profibus PA doivent être connectés via un coupleur vers un segment Profibus DP, même en l'absence de mécanismes discrets. L'avantage est que cette solution Profibus offre une connectivité point à point pour les deux types de procédés, discret et continu.

Pour la prochaine architecture, le câble Profinet assurera le rôle actuel joué par Profibus DP.

En Mai 2006, Profibus International a annoncé les plans pour une seconde phase d'intégration de bus de terrain, qui s'achèvera en 2009. Cette phase inclura l'intégration d'Ethernet comme prévu. En outre, un groupe de travail dirigé conjointement par des experts de chez Siemens et ABB définit les besoins spécifiques destinés aux SNCC, incluant des systèmes de redondance, de relevé temporel et de synchronisation.

Au milieu des années 70, Honeywell et Yokogawa ont introduit les premiers SNCC.Si on les compare avec les API : l'API consiste en un système de contrôle qui utilise un microprocesseur programmable, et est programmé typiquement en langage IEC 61131. Quant aux SNCC, c'est plutôt un système de contrôle procédé qui utilise un réseau qui interconnecte des capteurs, des contrôleurs, des terminaux et des actuateurs.

David Humphrey



Architecture future de Profinet dans le process