

Temps réel sur Ethernet

Profinet, le concept d'automatisation répartie sur Ethernet de l'association Profibus utilise dans sa version 1 actuelle la suite de protocole TCP/IP et DCOM. Dans sa version 2, Profinet pourra traiter directement les entrées-sorties sur Ethernet avec une extension de protocole temps réel qui est en cours de définition.

TCP/IP est le standard de facto du monde informatique, mais cette pile de protocoles à elle seule ne permet pas l'interopérabilité des applications car TCP/IP ne couvre que les couches 3 et 4 de réseau et transport du modèle OSI. Ainsi seules les applications qui utilisent le même protocole applicatif ou la même messagerie au niveau des couches applications 5 à 7 du modèle OSI peuvent dialoguer entre elles, ce qui est le cas par exemple de FTP (File Transfer Protocol) pour l'échange de fichiers ou de SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) pour l'échange d'e-mail etc.

Le protocole application de Profinet V1

Pour Profinet le protocole applicatif utilisé entre deux appareils Profinet est DCOM (Distributed COM). DCOM est l'extension de COM (Component Object Model) pour la distribution

d'objets sur un réseau. COM est la technologie objet la plus massivement répandue dans le monde du PC. Tous les objets d'un système disposent d'une structure interne homogène et sont représentés par des interfaces standardisées. Les composants au sens Profinet du terme sont interprétés comme des objets COM sur le réseau en utilisant le protocole DCOM (DCOM Wire) et ce sont ces interfaces standardisées qui permettent à des appareils Profinet de dialoguer entre eux.

cas aussi des applications programmables en VBA (Visual Basic for Application) comme Excel, ou Access de Microsoft par exemple. Ce mécanisme de communication DCOM est utilisé aujourd'hui par l'outil d'ingénierie pour le chargement des informations de liaisons, le diagnostic vers les appareils Profinet mais aussi au sein de ces dispositifs pour l'établissement des liaisons, pour la communication des variables et des états entre les machines.

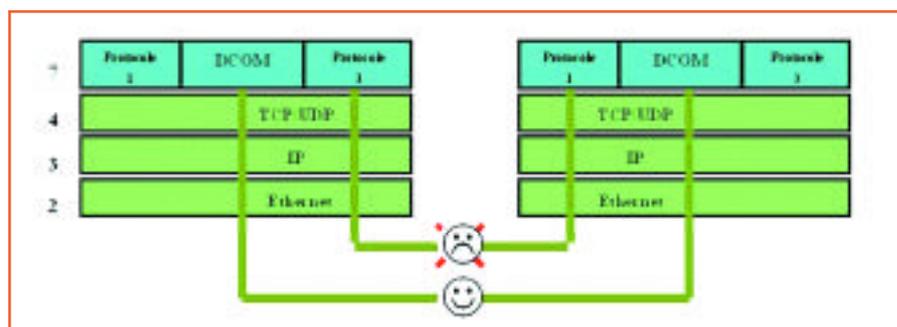


Figure 1
TCP/IP ne garantit pas une communication entre appareils : l'interopérabilité n'est possible que via un même protocole applicatif.

Un autre intérêt de DCOM réside dans le fait que la plupart des systèmes MES (Manufacturing Execution Systems) utilisent cette technologie et peuvent accéder directement aux variables des appareils PROFINet sans avoir à utiliser un driver supplémentaire, ce qui est le

Besoin d'une communication temps réel.

Une communication temps réel permet de minimiser les temps de réaction : l'actualisation ou le temps de réaction

dans le domaine de l'automatisation industrielle doit se situer entre 5 et 10 ms. Par temps d'actualisation on entend la durée entre la mise à disposition de la variable par une application d'un appareil A, son transfert sur le support de communication jusqu'au moment où la variable est disponible dans l'applicatif d'un appareil B.

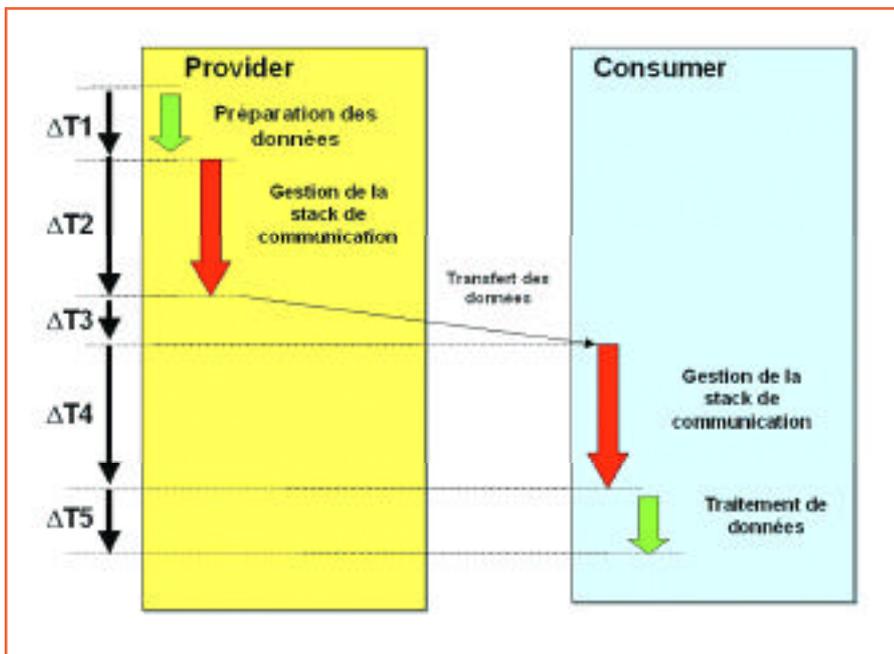
La communication temps réel sur Ethernet doit pouvoir reposer sur des composants réseaux standard comme les switches et les contrôleurs Ethernet Standard (ASIC) et ainsi fonctionner

temps de traitement de la pile des protocoles au sein des appareils Provider et Consumer.

L'analyse de différentes implémentations TCP/IP du marché a montré qu'il est pratiquement impossible de descendre le temps de réaction en dessous de 100ms. Le temps de traitement du stack TCP/IP ne peut être optimisé car sinon il ne serait plus conforme au standard de fait mais deviendrait une implémentation propriétaire. On arrive à une conclusion proche en utilisant le stack UDP/IP.

ainsi d'augmenter les performances des temps d'actualisation. La longueur des télégrammes est réduite grâce à la réduction de plusieurs couches de protocoles et ainsi les données sont mises à disposition plus rapidement au niveau des applications. Simultanément la puissance des processeurs nécessaire pour le traitement de la pile de protocole est moindre. Cette puissance retrouvée des processeurs est mise à disposition pour un traitement plus rapide du programme applicatif. L'interopérabilité qui n'est possible que via une couche 7 commune est obtenue par une couche 7 basée sur cette implémentation couche 2 et est ainsi aussi bonne que TCP/IP ou UDP/IP.

En plus de cette optimisation de la pile des protocoles au sein des appareils Profinet, une optimisation du transfert des données sur le réseau a été recherchée. Des mesures ont montré que des temps de réaction pouvaient atteindre jusqu'à 20ms sur des réseaux commutés extrêmement chargés. Pour éviter ce désagrément Profinet V2.0 va utiliser la hiérarchisation des priorités des paquets selon le standard IEEE 802.1Q. Cela signifie que chaque télégramme de la pile de communication est pourvu d'une priorité. Les compo-



sur les infrastructures Ethernet existantes. L'implémentation de la communication temps réel dans un appareil ne doit pas conduire à une surcharge des processeurs. La tâche principale d'un processeur consiste à traiter le programme utilisateur et non pas à communiquer avec des partenaires.

Des mesures ont montré que le temps de transfert sur le support Ethernet 100 Mbit/s est négligeable par rapport au temps de traitement interne dans les appareils. De plus, le temps nécessaire à l'application Provider pour mettre à disposition ses données est indépendant de la communication et peut être assimilé à une constante. Il en est de même pour récupérer les données au sein de l'application Consumer. Ainsi, il apparaît que la seule façon d'optimiser le temps de réaction consiste à minimiser le

Figure 2
Les facteurs suivants sont responsables du temps de réaction entre deux appareils Profinet :
 $\Delta T1$: préparation des données dans l'application Provider;
 $\Delta T2$: temps de traitement de la pile de protocole et émission;
 $\Delta T3$: transfert sur le support physique (y compris le temps de retard des composants réseaux);
 $\Delta T4$: réception des données par le partenaire et temps de traitement de la pile de protocole;
 $\Delta T5$: mise à disposition des variables dans l'application Consumer.

L'architecture temps réel de Profinet

Compte tenu des raisons citées précédemment Profinet V2.0 va se doter d'une communication temps réel basée sur la couche 2 d'Ethernet. Une telle solution minimise le temps de traitement des piles de protocoles et permet

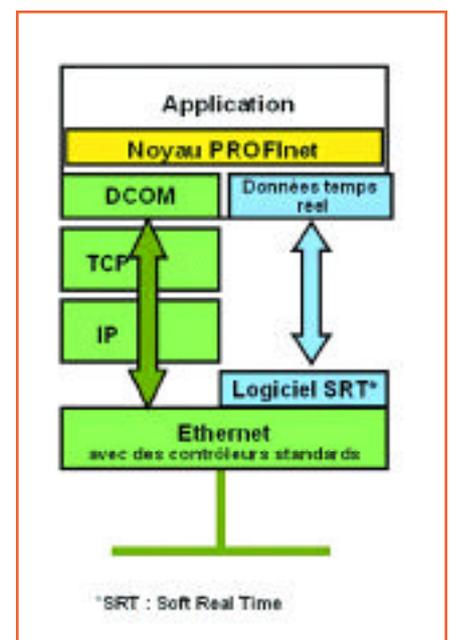


Figure 3
Profinet dans sa version V2.0 se voit doté d'un canal de communication temps réel supplémentaire réalisé de façon logicielle.

sants réseaux gèrent le flux des données selon le niveau de priorité des trames. La communication temps réel se voit dotée de la priorité 7 (Network Control) alors que les applications de téléphonie Internet ou de transfert de vidéo sont dotées respectivement des priorités 5 et 6. Grâce à cette hiérarchie des priorités le temps de transfert maximum sur le réseau se trouve nettement réduit.

La communication temps réel de Profinet V2.0 restera accessible aux composants réseaux standard du marché ainsi qu'aux contrôleurs Ethernet standard.

Utilisation de la communication temps réel

Profinet V2.0 utilisera deux mécanismes de communication : d'une part le canal TCP/IP DCOM pour la communication standard entre appareils Profinet. Une communication sûre est garantie entre appareils Profinet via TCP/IP et DCOM. D'autre part un canal de communication temps réel implémenté de façon logicielle. Les données de communication productive pourront être transférées par ce nouveau canal utilisant un protocole court et optimisé sur la couche 2. Cette solution peut être implémentée sur les composants réseaux standard.

Si une connexion entre deux appareils doit utiliser le canal temps réel, alors l'utilisateur devra le spécifier dans l'outil d'ingénierie et cette voie de communication sera négociée au départ via le canal DCOM standard. Le canal temps réel de Profinet V2.0 fera partie intégrante du Runtime logiciel et permettra des transferts de données cycliques et acycliques.

Les données cycliques (comme les données de process) seront transférées à période fixe de l'émetteur (Provider) vers le destinataire (Consumer) via une connexion sans acquittement. Le Consumer surveille dans un temps imparti (temps de surveillance paramétré) la nouvelle réception des données. Si le Consumer ne reçoit pas de nouvelles données dans ce temps imparti,

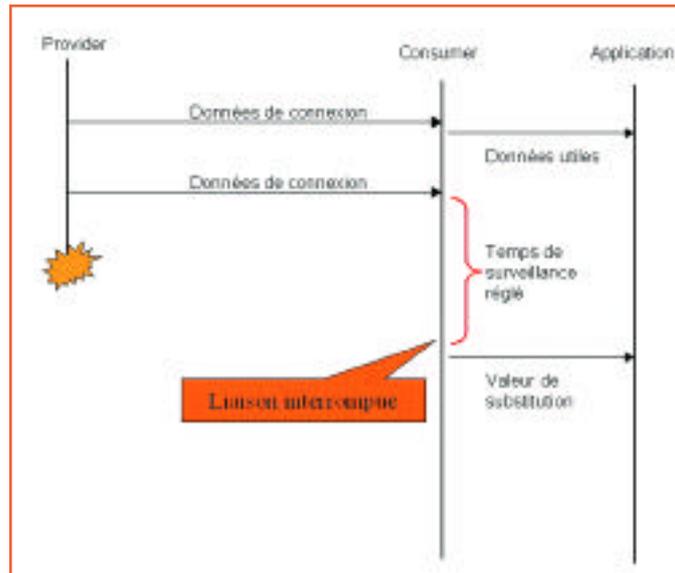


Figure 4
Transfert de données cyclique via le canal temps réel.

échanges acycliques entre appareils seront acquittés.

En plus du canal standard existant TCP/IP-DCOM, Profinet V2.0 avec son canal de communication temps réel autorisera des temps de réaction entre 5 et 10ms entre

alors il délivre une valeur de remplacement (paramétrée) à l'application.

La transmission de valeurs actuelles à l'application destinataire est garantie grâce au transfert cyclique extrêmement rapide.

Les données acycliques (comme les données de process sur changement, événement, ou des commandes) seront transférées sur événement du Provider vers le Consumer. Dans Profinet V2.0, le canal de communication temps réel sera aussi bien utilisé pour l'échange de données cycliques comme pour l'échange de données acycliques. Contrairement aux échanges cycliques, les

les applicatifs tout en utilisant les contrôleurs Ethernet standard du marché (grâce à l'implémentation logicielle du protocole temps réel) et les composants réseaux standard du marché (switches).

Bruno BOUARD.
France PROFIBUS

Figure 5
Transfert de données acyclique via le canal temps réel.

