

# L'usine du futur impose de relever de nombreux défis de conception matériels et logiciels

Les systèmes d'automatisation industrielle conçus pour permettre la mise en œuvre des concepts d'Internet des objets industriel et d'Industrie 4.0 doivent couvrir différents niveaux de contrôle/commande qui, chacun, nécessitent de relever leurs propres défis de conception et requièrent des solutions matérielles et logicielles optimisées. Explications de Texas Instruments.

Le terme d'Internet des objets industriel (IIoT) est souvent utilisé pour rassembler les nouveaux concepts qui émergent dans de nombreux secteurs industriels partageant des exigences communes qui vont au-delà de l'Internet des objets (IoT), en matière notamment de communication et de contrôle/commande en temps réel ainsi que de sécurité, de sûreté de fonctionnement et de fiabilité. L'IIoT recouvre également le concept d'usine du futur (Industrie 4.0), qui entend mettre en œuvre des solutions de l'Internet des objets industriel dans les domaines de la production manufacturière et de l'automatisation des usines. Si ces concepts sont vastes et résolument tournés vers l'avenir, certaines évolutions commencent à voir le jour concrètement. Des concepts clés tels que la maintenance intelligente, fondée sur l'analyse prédictive et les systèmes intelligents décentralisés, apportent d'ores et déjà de nombreux avantages, notamment une plus grande flexibilité, une efficacité accrue et des temps d'arrêt réduits pour les interventions de maintenance. Toutefois, leur mise en œuvre

- En matière d'Industrie 4.0, des concepts clés tels que la maintenance intelligente, fondée sur l'analyse prédictive et les systèmes intelligents décentralisés, apportent d'ores et déjà de nombreux avantages, notamment une plus grande flexibilité, une efficacité accrue et des temps d'arrêt réduits pour les interventions de maintenance (photo Siemens).

## AUTEUR



**Ellen Blinka,** directrice marketing Industriel en charge des processeurs Sitara, Texas Instruments.

accentue les défis de conception pour les équipements d'automatisme sur les sites de production.

### Trois niveaux d'équipements

Les systèmes d'automatisation industrielle conçus pour permettre la mise en œuvre du concept de l'Industrie 4.0 comportent principalement trois niveaux d'équipement qui gèrent les communications et les opérations de contrôle/commande en temps réel (figure 1) :

- Le niveau terrain avec les modules d'E/S, les actionneurs et les moteurs qui assurent l'exploitation physique des équipements industriels sur le site.
- Le niveau de contrôle/commande avec les API (automates programmables industriels) et les CN

(machines-outils à commande numérique) qui collectent des informations du niveau terrain pour pouvoir commander les processus.

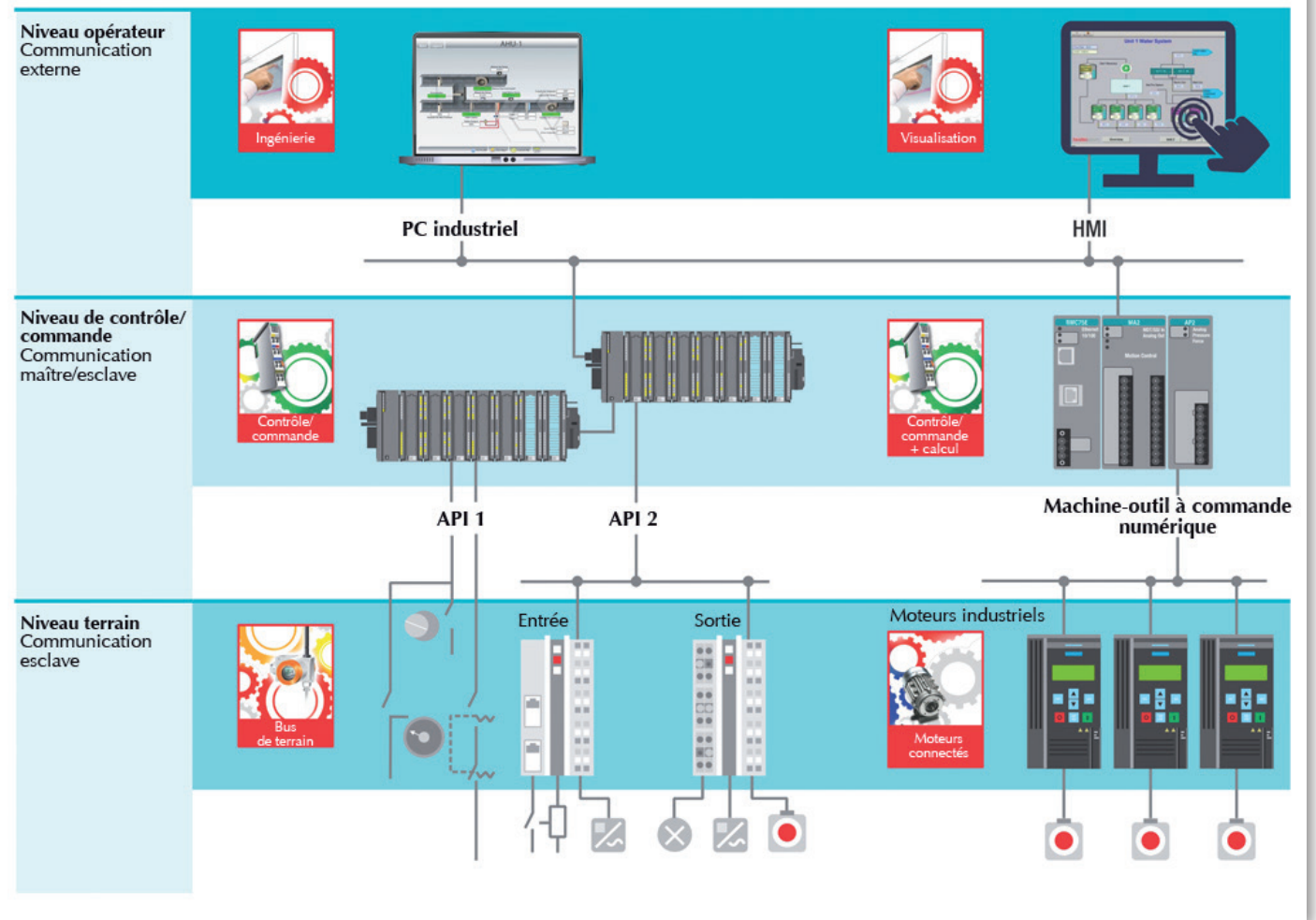
- Le niveau opérateur avec les interfaces homme-machine (pupitres opérateur) qui communiquent des informations aux opérateurs pour permettre le contrôle/commande.

Chacun de ces niveaux nécessite de relever ses propres défis de conception, souvent ardues, et qui requièrent des solutions matérielles et logicielles optimisées. Ceux associés au niveau de contrôle/commande sont particulièrement difficiles à relever en raison d'un certain nombre de facteurs, liés notamment à l'accroissement de l'efficacité de la production et à la mise en œuvre du concept de l'usine du futur. La tendance à augmenter le niveau d'automatisa-



**2 UNE STRUCTURE HIÉRARCHIQUE EN TROIS NIVEAUX D'ÉQUIPEMENT**

Les systèmes d'automatisation industrielle conçus pour permettre la mise en œuvre du concept de l'usine du futur comportent principalement trois niveaux d'équipement qui gèrent les communications et les opérations de contrôle/commande en temps réel.



tion et à faire baisser le prix des solutions se traduit par un nombre croissant de nœuds de communication avec lesquels chaque automate est censé échanger, les exigences en matière de temps réel demeurant quant à elles inchangées.

Parallèlement, les conceptions deviennent plus complexes dans la mesure où les industriels commencent à mettre en œuvre de nouveaux concepts propres à l'Industrie 4.0. Ainsi, la connectivité avec le cloud nécessaire à la transmission des données exploitées par l'analyse prédictive requiert un mélange de fonctions temps réel et non temps réel qui doivent être implantées dans un seul dispositif. Et ce alors que les performances temps réel doivent s'accroître de génération en génération pour être compatibles avec des nœuds supplémentaires déployés au niveau du terrain. L'équipement de contrôle/commande est également confronté aux défis de conception qui sont ceux de tous les systèmes

d'automatisation industrielle: la consommation d'énergie, la longévité et la fiabilité.

**Les défis liés à la multiplication des nœuds connectés**

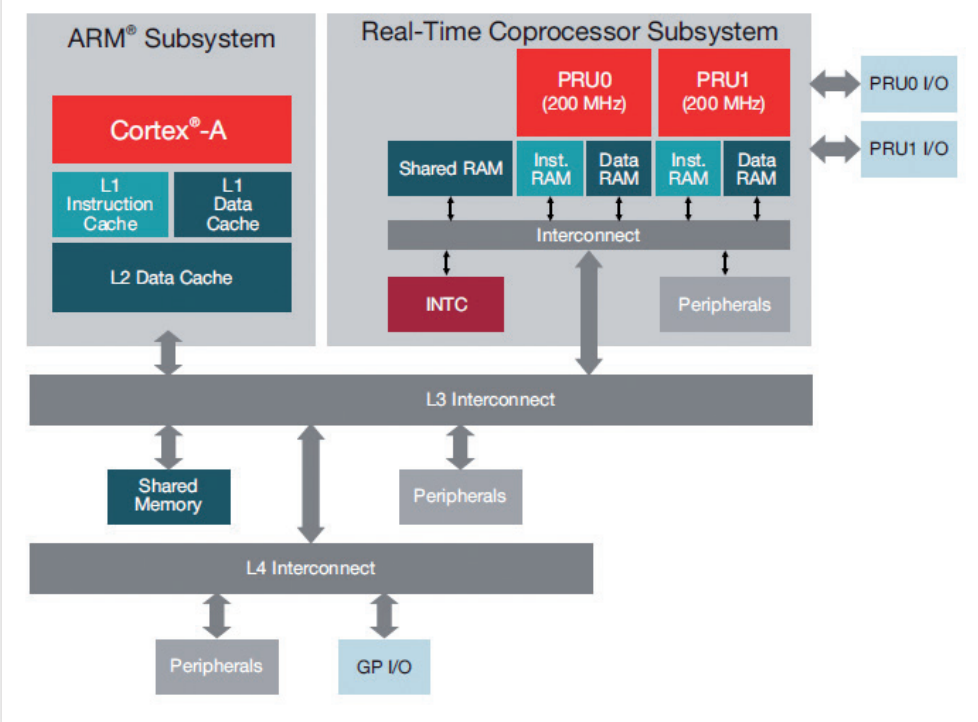
En outre, les concepteurs sont confrontés à certains défis liés au nombre croissant de nœuds devant être pris en charge par un système de contrôle/commande (comme un automate industriel). Un choix architectural qui signifie moins d'automates industriels au sein de la solution globale du site de production pour une solution d'automatisation moins coûteuse, ou qui implique un grand nombre de nœuds pris en charge sur le site pour des niveaux d'automatisation plus élevés. Toutefois, pour suivre cette évolution, le processeur utilisé au niveau contrôle/commande doit également revoir à la hausse ses performances... tout en continuant à consommer suffisamment peu d'énergie pour ne pas aug-

menter l'enveloppe thermique et pour éviter de recourir à des techniques de refroidissement encombrantes. Qui plus est, la plupart des API sont conçus pour ne nécessiter aucun ventilateur, de sorte que la dissipation d'énergie est un aspect clé de la conception.

Comme les automates programmables industriels et les machines-outils à commande numérique contrôlent en simultané un grand nombre de nœuds ou de fonctions sur un site industriel, les aspects temps réel de leur fonctionnement sont critiques. Deux composantes sont nécessaires pour apporter une réponse à ces exigences temporelles précises: les systèmes d'exploitation temps réel (RTOS) et les périphériques pour communications industrielles, caractérisés par leur aptitude à répondre aux contraintes temporelles. Les RTOS sont utilisés au sein de ces types d'équipements pour leur déterminisme et leur capacité à contrôler les temps de latence afin

## 2 STRUCTURE GÉNÉRIQUE DES PROCESSEURS INDUSTRIELS SITARA DE TEXAS INSTRUMENTS

Une solution de communication flexible et programmable telle que le bloc PRU-ICSS présent dans les processeurs ARM Sitara peut donner aux développeurs la capacité de créer des solutions d'automatisme plus efficaces, avec la possibilité de s'adapter à des standards en pleine évolution et de mettre à niveau les designs avec de nouveaux protocoles de communication à fur et à mesure qu'ils apparaissent sur le marché.



de répondre aux besoins temps réel critiques. Les RTOS disponibles dans le commerce ont depuis longtemps été largement utilisés pour les applications de contrôle/commande industrielles, et l'on constate un intérêt croissant pour les solutions RT-Linux qui présentent tous les avantages d'une vaste communauté open source gravitant autour de Linux, tout en y ajoutant les mécanismes temps réel et le déterminisme requis pour les applications d'automatisation industrielles.

Quant aux périphériques de communication de la solution temps réel, ils doivent principalement prendre en charge les protocoles de bus de terrain industriels en assurant de faibles latences et des temps de cycle réduits, même lorsqu'il faut augmenter le nombre de nœuds sur le réseau. Le défi devient encore plus complexe lorsque plusieurs standards de bus de terrain doivent être gérés par une seule et même conception électronique. Une prise en charge multiprotocole est donc indispensable si l'on souhaite que les produits finaux soient compatibles avec les différents standards pouvant être déjà utilisés sur un site de pro-

duction (EtherCAT, Profinet, Ethernet/IP, etc.).

La prise en charge de protocoles multiples s'avère toutefois difficile à résoudre par des approches matérielles de type Asic dans la mesure où différentes conceptions de cartes seraient nécessaires pour chaque bus de terrain pris en charge, étant donné que chaque protocole pourrait requérir son propre Asic. Le défi est de moins grande envergure si l'on opte pour une approche programmable, un simple changement de logiciel ou de firmware étant la seule chose nécessaire pour modifier le protocole de bus de terrain.

Pour simplifier la mise en place de cette solution de communication temps réel, les automates programmables doivent disposer d'un grand nombre d'interfaces périphériques, étant donné qu'ils communiquent à plusieurs niveaux : avec les réseaux de bus de terrain dans l'usine, au travers du fond de panier vers les E/S, les actionneurs, les moteurs connectés, et avec d'autres automates. Du fait de la mise en œuvre des concepts de l'usine du futur, ils doivent aussi communiquer avec des serveurs de collecte de données à des fins d'analyse

prédictive et ce au travers de protocoles comme OPC UA. Il faut donc disposer d'un grand nombre d'interfaces périphériques, notamment Ethernet, et d'une solution de communication programmable et flexible.

### Processeurs multicœurs et virtualisation

La mise en œuvre des concepts Industrie 4.0 requiert donc des systèmes qui doivent exécuter efficacement aussi bien des tâches temps réel que non temps réel. Ce qui, là aussi, pose quelques défis. Il doit y avoir une stricte séparation des tâches pour qu'une erreur au sein d'une tâche non temps réel – le transfert de données d'analyse vers un serveur par exemple – n'entraîne pas de défaillance ou de délai dans l'exécution de la tâche temps réel en charge de la communication avec les nœuds de terrain. Une solution pourrait consister à répartir les tâches sur des processeurs complètement séparés, mais cette approche augmente le coût et accroît la consommation d'énergie et l'encombrement du design. Sur le plan matériel, les processeurs multicœurs fournissent une meilleure solution, et la virtualisation logicielle permet de partitionner les tâches non temps réel sur un cœur ou une grappe de cœurs qui exécutent un système d'exploitation de haut niveau tel que Linux, et les tâches temps réel sur un autre cœur ou grappe de cœurs utilisant un RTOS. Les concepteurs doivent veiller aux ressources requises pour chaque tâche, mais des solutions d'hyperviseur fournissant ce genre de prestation sont aujourd'hui disponibles auprès des fournisseurs de systèmes d'exploitation temps réel présents sur le marché industriel.

Autre conséquence de la montée en puissance des concepts de l'Industrie 4.0, les technologies de connectivité sans fil commencent à trouver leur place dans le secteur industriel. Un phénomène favorisé par les économies substantielles et mesurables en ingénierie, installation et logistique promises par les communications sans fil. L'accroissement du débit, de la sécurité, de la fiabilité, de l'interopérabilité et de la flexibilité des réseaux Wi-Fi en font aujourd'hui des options de plus en plus viables pour les applications industrielles. Les réseaux sans fil sont jusqu'à dix fois moins chers

qu'une alternative filaire et les coûts d'ingénierie sont largement réduits dans la mesure où une planification extensive n'est plus requise pour tendre des câbles. Les solutions de connectivité sans fil présentent l'avantage d'un « provisionnement » aisé, ce qui signifie que ces réseaux peuvent être facilement reconfigurés sans besoin de changer les câbles ou les configurations matérielles.

Pour économiser de l'énergie, les circuits intégrés sans fil de type système sur une puce (SoC) sont conçus pour entrer dans des modes de fonctionnement à très basse consommation, soit seulement quelques milliwatts dans un état de veille connecté. Par ailleurs, les SoC sans fil peuvent être facilement intégrés avec la plupart des microprocesseurs ou même des microcontrôleurs compatibles avec des interfaces de bus

spécifiques aux SoC comme SDIO. Même si les communications Ethernet industriel temps réel ne basculeront pas vers le sans fil à court terme, certaines applications comme la maintenance via des mises à jour over-the-air ou la récupération sécurisée de données sont les fers de lance de l'intégration de la technologie sans fil dans les équipements d'automatisme sur les sites de production. A ce titre, les modules de connectivité « combo » TI WiLink Wi-Fi et Bluetooth/Bluetooth Low Energy constituent un choix de premier plan pour associer une connectivité sans fil à la ligne de processeurs Sitara, avec une solution complète disponible aujourd'hui.

A mesure que l'usine du futur (Industrie 4.0) et plus généralement l'Internet des objets industriel continuera à prendre de l'ampleur, il en ira de

même des défis posés par les systèmes d'automatisation de sites de production, et surtout de ceux liés à la communication. Une solution de communication flexible et programmable telle que le bloc PRU-ICSS présent dans les processeurs ARM Sitara peut donner aux développeurs la capacité de créer des solutions d'automatisme plus efficaces, avec la possibilité de s'adapter à des standards en pleine évolution et de mettre à niveau les designs avec de nouveaux protocoles de communication à fur et à mesure qu'ils apparaissent sur le marché (figure 2). Le PRU-ICSS est une solution de communication temps réel entièrement déterministe pouvant être programmée par les développeurs ou utilisée avec le firmware fourni par TI pour EtherCAT, Profinet, Ethernet/IP et d'autres standards industriels. ■



## La force d'un média numérique intégré

Site Internet + Newsletter + eMagazine

ACCÈS ILLIMITÉ

1 an  
**120** € HT\*

6 mois  
**60** € HT\*

\*TVA applicable : 20%

**Abonnez-vous ici !**