

Fournir une base solide pour l'avenir de l'automatisation industrielle

par Peter Lieberwirth, Vice-Président, Toshiba Electronics Europe

L'automatisation des processus de production, grâce à des machines génériques et à d'autres dédiées, permet d'offrir à la société un large éventail de produits innovants et de nombreux avantages. Comme Henry Ford l'a montré en 1913, épauler une main-d'œuvre physique avec une ligne de montage automatisée réduit considérablement les temps et les coûts de fabrication [1]. Les économies ainsi réalisées ont mis la Ford Model-T à la portée du plus grand nombre. Sans les équipements industriels productifs et rentables d'aujourd'hui, la faisabilité technologique, les concepts et tous les produits qui améliorent notre qualité de vie, seraient considérablement affectés. En outre, nous comptons souvent sur les machines, avec leur précision et leur durabilité, pour entreprendre des tâches qui seraient tout simplement au delà des capacités de travailleurs humains, voire même qui pourraient mettre leur vie en danger.

La robotique n'est qu'un élément de l'automatisation de la fabrication, qui a continué de se développer, avec une croissance annuelle moyenne de 10% entre 2010 et 2017 [2]. Du levage de charges lourdes sur les lignes de production automobile, à la manipulation automatique de précision mise en oeuvre dans la production de wafers de semi-conducteurs, les robots sont omniprésents mais suscitent toujours l'admiration des visiteurs d'installations de fabrication industrielle. Les robots conçus pour collaborer avec leurs homologues humains, ou "cobots" (pour collaborative robots en anglais), ont eux aussi suscité un grand intérêt, dans la mesure où ils ont permis d'éliminer les barrières de sécurité, qui séparaient en général les robots classiques des humains. Encore à leurs débuts dans l'automatisation industrielle, se trouvent les AGV (Automated Guided Vehicle, ou véhicule guidé automatisé). Les centres logistiques et les sites de fabrication profitent de la capacité des AGV à collecter et déplacer des pièces dans les usines et les installations de stockage, sans aucune intervention humaine. De plus, avec un public friand de produits personnalisés plutôt que standard, les AGV permettent de déplacer des pièces d'un poste de travail à l'autre, dans n'importe quel ordre, afin de créer des produits uniques, rompant avec l'approche séquentielle universelle "à modèle unique" sur convoyeur, tout en maîtrisant les coûts.

Alors que les fabricants attendent des fournisseurs d'équipements d'automatisation industrielle qu'ils améliorent sans cesse les capacités de leurs systèmes, ils dépendent au bout du compte de l'industrie des semi-conducteurs pour mettre en oeuvre ces innovations. Alors que les experts de l'industrie collaborent aux

niveaux mondial et national pour définir de nouvelles normes de communication ou de nouvelles topologies de puissance, les fournisseurs de semiconducteurs doivent participer avec leurs connaissances techniques, et aussi entreprendre la conception, la qualification et la fabrication des dispositifs nécessaires, ce qui exige de gros investissements. En outre, il faut tenir compte des tendances spécifiques et génériques, aussi bien de la part des clients que des études de marché dans les différents secteurs. L'accent mis en permanence sur l'efficacité énergétique dans tous les secteurs impose aux fournisseurs de semiconducteurs de rechercher des solutions et des améliorations possibles dans leurs processus de fabrication, leurs équipements, au niveau des applications, ainsi que des approches qui ne peuvent être mises en œuvre que dans les logiciels système.

Mise en œuvre de variateurs et de systèmes de conversion de puissance à haut rendement pour les systèmes industriels

Avec des équipements de production tournant souvent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, des robots et cobots de plus en plus nombreux, et l'introduction d'AGV alimentés par batterie, des variateurs offrant de bons rendements sont indispensables. Les tout derniers drivers de moteurs pas-à-pas Toshiba offrent des gains significatifs, tout en proposant des fonctionnalités équivalentes grâce à leur fonction AGC (Automatic Gain Control, ou contrôle automatique de gain). Auparavant, pour que les moteurs pas-à-pas restent en position, un courant constant était appliqué pour garantir qu'un couple suffisant soit disponible dans toutes les situations opérationnelles. La fonction AGC surveille le courant et le couple en temps réel, en appliquant juste assez de courant pour que le couple puisse être maintenu. Le courant diminue ainsi jusqu'à 40%, et réduit considérablement la dissipation de chaleur à l'endroit où elle se produisait.

Les moteurs sans balais se sont également imposés comme alternative aux moteurs CC à balais, grâce à leur fonctionnement silencieux, à leur maintenance réduite et à leurs faibles émissions électromagnétiques. Le défi en l'occurrence est que la commutation, auparavant traitée mécaniquement, est désormais passée dans le domaine électronique. L'équipe de développement Toshiba s'attaque de front à ce problème avec sa technologie InPAC (Intelligent Phase Control, ou commande de phase intelligente). L'InPAC synchronise la tension et le courant d'alimentation du moteur, minimisant ainsi le déphasage, quel que soit le régime du moteur. Cela ne nécessite qu'une seule initialisation de la solution, et permet des réductions de puissance allant jusqu'à 20% par rapport aux approches conventionnelles.

Dans le domaine de la conversion d'énergie, la recherche se poursuit pour augmenter d'un pourcentage à un chiffre les rendements énergétiques. C'est compréhensible si l'on tient compte du fait que les alimentations fonctionnent souvent en continu et qu'elles sont présentes dans toutes les applications industrielles.

Aujourd'hui, une grande partie des efforts se concentre sur la réduction des minuscules pertes dues aux composants de commutation intégrés aux alimentations. L'une de ces pertes est connue sous le nom de Q_{rr} (Reverse Recovery Charge, ou charge de récupération inverse). Il s'agit de la charge au niveau de la jonction des diodes roue-libre. Une autre de ces pertes se manifeste au niveau de la capacité de sortie parasite interne (C_{oss}) des transistors de commutation. Une technique connue sous le nom de SRB (Synchronous Reverse Blocking, ou blocage inverse synchrone) fait appel à une diode au carbure de silicium (SiC) associée avec un deuxième transistor en série pour virtuellement éliminer la charge Q_{rr} .

Grâce aux efforts de ses experts en électronique de puissance, Toshiba a développé la technologie A-SRB (Advanced-SRB, ou SRB avancée). Cette technologie consiste à pré-charger la capacité parasite évoquée plus haut, réduisant ainsi l'impact de C_{oss} de plusieurs ordres de grandeur, ce qui se traduit par un gain de rendement pouvant atteindre 4% par rapport aux solutions comparables à superjonction. Les CI drivers comme le T1HZ1F peuvent être combinés aux commutateurs haute tension DTMOS IV 650V de Toshiba à diodes rapides et aux MOSFET basse tension UMOS VIII 60V pour la correction du facteur de puissance, les applications de conversion CC/CC et même les commandes moteur. La technologie A-SRB fournit une solution silicium qui se rapproche du SiC en termes de rendement, mais à un coût moindre, avec un accès plus facile des clients aux composants.

Interfaces industrielles isolées à haut débit et faible latence

Ethernet a toujours été l'épine dorsale des réseaux de données pour PC et serveurs, fournissant toujours plus de bande passante au fur et à mesure que la norme s'est développée. Cependant, la latence variable d'Ethernet n'est pas bien adaptée au monde du contrôle et de l'automatisation industriels en temps réel. Des groupes de travail internationaux ont défini de nouvelles normes TSN (Time Sensitive Networks, ou réseaux à timing sensible) sous l'égide de l'IEEE 802.1Q, qui permettent maintenant l'utilisation d'Ethernet dans des systèmes nécessitant des latences fixes de bout en bout, et une fiabilité élevée. La prise en charge de réseaux TSN exige des modifications physiques dans les couches inférieures du modèle OSI. Celles-ci ne sont pas toujours possibles sur les MCU et MPU existants, et les développeurs peuvent être réduits à mettre à niveau des plateformes pour lesquelles les processeurs ont déjà été définis. Le TC9562BXG de Toshiba est une solution TSN innovante qui peut être utile aux applications hôte comme à celle tournant sur les nœuds.

En plus d'implémenter une interface Ethernet compatible TSN, le TC9562BXG intègre une interface PCI express (PCIe) et un processeur ARM Cortex-M3 32 bits. Dans les applications hôte où l'on peut utiliser un processeur d'application puissant, l'interface PCIe permet une intégration simple de la fonctionnalité TSN, là

où elle n'était pas disponible auparavant. Le processeur Cortex intégré peut aussi servir d'accélérateur matériel, pour effectuer un pré-traitement des données afin de décharger le processeur de l'application hôte. Dans les applications TSN de type nœud, le processeur Cortex est suffisamment puissant pour implémenter une application autonome, tandis que les ressources de mémoire interne et la gamme de périphériques permettent d'implémenter les applications industrielles classiques.

Une interface fiable est un élément essentiel de l'IIoT (Industrial Internet of Things, ou Internet des objets industriel). L'isolation optique garantit que les systèmes puissent être connectés et contrôlés, sans risquer d'endommager les systèmes de commande et de détection, tout en répondant généralement aux normes UL 1577 et EN 60747-5-5-5. Les photocoupleurs remplacent souvent les relais et les transformateurs, ce qui permet un fonctionnement silencieux et une plus grande fiabilité, tout en permettant de gagner de la place. Les photocoupleurs de dernière génération, tels que le TLP2310, fonctionnent jusqu'à 125°C, supportent des débits de données allant jusqu'à 5 Mbits/s, ne consomment que 0,3 mA, et sont intégrés dans un boîtier SO6 de 2,1 mm d'épaisseur. Les dernières améliorations apportées aux éclairages à LED présentent une dégradation de 10% seulement pour 100.000 heures de fonctionnement, soit un gain de 40% par rapport aux dispositifs équipés de LED conventionnelles.

Résumé

L'innovation en matière de systèmes industriels est intrinsèquement liée aux progrès de la technologie des semiconducteurs que peuvent offrir des fournisseurs comme Toshiba. Si de nombreux gains ont déjà été réalisés, c'est le long travail pour améliorer encore de quelques pour-cents le rendement, réduire la latence des réseaux existants, et atteindre des niveaux de fiabilité supérieurs, qui définira les défis et les solutions que nous mettrons en place.

Références

- [1] <https://www.history.com/this-day-in-history/fords-assembly-line-starts-rolling>
- [2.] <https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/SharedDocs/Downloads/GTAI/Fact-sheets/MET/fact-sheet-robotics-automation-en.pdf?v=4>