

Technologies clés pour des usines 4.0 – Capteurs

Mark Patrick, Mouser Electronics

Quels seront les thèmes abordés par cette série d'articles de blog ?

1. Technologies clés pour des usines 4.0 – Connectivité
- 2. Technologies clés pour des usines 4.0 – Capteurs**
3. Technologies clés pour des usines 4.0 – L'essor des cobots
4. Technologies clés pour des usines 4.0 – Jumelages numériques
5. Technologies clés pour des usines 4.0 – IA
6. Technologies clés pour des usines 4.0 – Sécurité des données

Dans cet article de blog faisant partie de notre série consacrée à l'avenir de l'automatisation industrielle, nous nous penchons sur le rôle de la technologie des capteurs. À l'avenir, la numérisation continue des processus industriels reposera de plus en plus sur l'utilisation d'une grande variété de capteurs, intégrés à des équipements tout au long de la ligne de production et dans les canaux d'approvisionnement qui les alimentent.

Les capteurs peuvent être utilisés en relation avec de nombreux paramètres, qu'il s'agisse de déterminer les niveaux de pression et de température dans les processus industriels, de surveiller les vibrations des équipements ou de localiser les actifs importants. Il est possible d'évaluer l'état des moteurs à l'aide de capteurs situés dans les bobines, tandis que des capteurs de lumière peuvent servir à mesurer plus précisément le positionnement d'un dispositif, en évaluant par exemple la déviation de lames de coupe ou l'orientation d'un bras robotique. Les capteurs d'images sont en cours d'implémentation dans de nombreux aspects des processus industriels – notamment à des fins de contrôle optique, ou encore pour guider les robots à l'aide d'un logiciel de reconnaissance d'image. Les flux de caméras peuvent également être transmis à la base de données centrale à des fins d'apprentissage automatique et de surveillance.

Le conditionnement des capteurs est un facteur essentiel à prendre en compte. En effet, les capteurs utilisés dans l'industrie se trouvent souvent dans des environnements difficiles et doivent fonctionner en toute fiabilité lorsqu'ils sont exposés à des températures élevées, des atmosphères corrosives et des niveaux d'humidité élevés, tout en résistant aux chocs et aux vibrations. Dans le même temps, ils doivent généralement être compacts et pouvoir fonctionner à faible puissance.

Détection de température

Les composants des thermistances à coefficient de température positif (PTC) voient leur résistance augmenter lorsque la température est en hausse, tandis que ceux à coefficient négatif voient leur résistance diminuer. En plus de mesurer la température locale, ils peuvent servir de limiteurs de température : ils sont alors utilisés conjointement avec un microcontrôleur et un logiciel de contrôle pour déclencher une alarme lorsqu'un seuil prédéfini est dépassé. Ces dispositifs ont un degré de précision et une linéarité supérieurs à ceux des thermocouples, bien qu'ils ne couvrent pas une plage de températures aussi grande. Par ailleurs, les capteurs de température sont de plus en plus souvent intégrés directement aux puces de contrôleurs elles-mêmes afin de surveiller les composants électroniques.

Détection de pression

Une grande variété de capteurs sont nécessaires pour couvrir toutes les pressions pouvant être rencontrées dans les processus industriels modernes. Les jauges de contrainte à couche mince pulvérisée ont démontré leur fiabilité et leur précision dans des conditions de fonctionnement très difficiles, couvrant des plages de 0 à 100 psi ou de 0 à 30 000 psi. Les transducteurs à capacité variable supportent des pressions plus faibles, généralement de 0 à 2 psi ou de 0 à 15 psi maximum. Ils utilisent le changement de capacité entre deux plaques lorsque le niveau de pression change. Ces dix dernières années, les capteurs de pression sous forme de microsystèmes électromécaniques (MEMS) ont gagné en popularité : en substance, ils constituent une extension du capteur capacitif, utilisant des plaques de condensateurs micromécaniques qui ont été intégrées dans des substrats en silicium. S'ils ne résistent pas aux pressions élevées, ils présentent un avantage considérable : ils peuvent être intégrés dans tous les circuits conditionneurs de signaux de support. Cela signifie qu'ils peuvent garantir une meilleure intégrité de signal (malgré les paramètres industriels intrinsèquement bruyants) tout en économisant de l'espace et en garantissant une simplicité du système ainsi qu'une longévité opérationnelle accrue.

Détermination du mouvement et de la position

Des dispositifs de détection sont utilisés pour obtenir des données en temps réel sur la position des pièces mobiles dans les machines industrielles et garantir leur répétabilité, leur bon alignement, etc. Afin d'éviter toute blessure, il est de plus en plus important de déterminer la proximité des bras du robot par rapport au personnel. Les accéléromètres multi-axes et les gyroscopes basés sur MEMS sont utilisés à de telles fins, fournissant des détails sur la direction et la vitesse de mouvement. Depuis quelques temps, ces appareils sont souvent combinés sous forme d'unités de mesure inertielle (IMU) capables de transmettre aux robots des informations précieuses concernant les données d'équilibre et d'orientation.

Capteurs de vibrations

La détection des vibrations peut être un atout précieux dans un contexte industriel. Les capteurs de vibrations utilisent des cristaux piézoélectriques peuvent générer un courant lorsqu'ils vibrent ; toutefois, ils commencent à être supplantés par les accéléromètres MEMS, qui ils offrent une sensibilité accrue et sont nettement moins sensibles aux changements de température (ils ne nécessitent donc pas de mécanisme de compensation). Les capteurs de vibrations sont souvent réglés sur la fréquence de résonance d'un équipement spécifique en fonctionnement normal afin de pouvoir détecter toute déviation. Cela permet de détecter suffisamment tôt les problèmes touchant un moteur ou une pièce d'équipement en rotation et d'entreprendre rapidement les travaux de réparation nécessaires.

Capteurs de lumière

Il existe de nombreux capteurs de lumière sur le marché. Les plus simples sont les phototransistors ou photodiodes infrarouges (IR), capables de détecter l'interruption d'un faisceau – ceux-ci sont par exemple utilisés dans les encodeurs de moteur. Il existe également des modèles très perfectionnés, comme des matrices de capteurs d'images haute résolution, qui permettent de réaliser des tâches d'inspection qualité détaillée. Dans les années à venir, les systèmes d'imagerie plus sophistiqués deviendront monnaie courante dans nos usines, parallèlement à l'essor de la robotique.

Élargir l'éventail des possibilités

En matière de capteurs, les besoins de l'industrie 4.0 ne se limiteront pas seulement aux sites de production. Grâce à des données de localisation haute précision, il est possible de surveiller des matériaux expédiés partout dans le monde. Ce suivi peut être effectué de différentes manières, souvent via des systèmes de positionnement par satellite. Le réseau européen Galileo rejoindra bientôt les constellations de satellites GPS (États-Unis), GLONASS (Russie) et BeiDou (Chine) ; la plupart des puces réceptrices couvrent ces quatre constellations, et offrent un choix plus que suffisant aux développeurs d'équipements. Ces capteurs de navigation nécessitent une liaison sans fil pour transférer les données vers une base de données centralisée – par exemple, il peut s'agir d'une liaison vers un réseau sans fil local (comme une infrastructure cellulaire) qui interroge régulièrement la localisation géographique du matériel arrivant à portée d'un réseau de téléphonie.

Problèmes d'alimentation

La consommation énergétique est une préoccupation majeure lors du déploiement des composants matériels de capteurs. Si l'omniprésence grandissante de la technologie Power-over-Ethernet a considérablement changé la donne à cet égard, l'installation de lignes électriques supplémentaires autour

de l'usine reste coûteuse et peu pratique, tout comme la nécessité de remplacer des centaines de milliers de batteries chaque année. La réduction du budget énergétique des capteurs et des émetteurs-récepteurs de communication qui les accompagnent peut avoir un effet positif sur le coût d'exploitation global de l'usine : d'où une volonté d'éviter de devoir remplacer les batteries.

Pour alimenter les capteurs, il est possible d'extraire de l'énergie de leur environnement immédiat, en tirant parti des différences de température, des forces vibratoires ou même des ondes radio. La taille des générateurs thermoélectriques (TEG) diminue tandis que leur puissance de sortie augmente ; certains d'entre eux peuvent même fournir l'énergie nécessaire pour faire fonctionner un nœud de capteur à partir d'une différence de température de 2 °C seulement. Les capteurs piézoélectriques utilisés pour la surveillance vibratoire peuvent également produire de l'électricité à partir de ces vibrations. Cette tendance actuelle à la récolte d'énergie devrait contribuer à réduire considérablement le câblage des nœuds de capteur sans fil, qui pourront être placés au sein des équipements pour lesquels le remplacement d'une batterie est quasiment impossible.

Conclusion

Désormais capables de surveiller les machines, les procédures et les matériaux en temps réel, les fabricants disposent d'une meilleure visibilité dans un grand nombre d'activités et peuvent détecter à l'avance tout problème éventuel. Mais la nouvelle génération de processus industriels sera en mesure d'aller au-delà de la surveillance en temps réel : les données fournies par les capteurs seront intégrées aux modèles de simulation numérique de chaque processus spécifique, ou pourront même être utilisées pour modéliser des usines entières. Ce sujet sera abordé en détail dans notre série d'articles de blog.

