



AVANTAGES DES CAPTEURS DE PRESSION NUMÉRIQUES DANS LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

WHITE PAPER

Découvrez quand et pourquoi il vaut mieux utiliser des capteurs de pression numériques dans des applications industrielles, mais aussi quelles fonctionnalités peuvent améliorer la sécurité, l'efficacité et la fiabilité de votre système.

Par Martijn Stoppel, ingénieur senior en conception de produits, Sensata Technologies

Les capteurs de pression sont utilisés dans une grande variété d'applications industrielles, des systèmes hydrauliques et pneumatiques à l'ingénierie des équipements et à l'automatisation en passant par la gestion de l'eau, l'hydraulique mobile et les véhicules hors route, les pompes et les compresseurs, le conditionnement de l'air et les systèmes frigorifiques. Ils jouent un rôle critique dans le maintien de la pression dans une plage acceptable et contribuent au fonctionnement fiable des applications. Les capteurs de pression analogiques et numériques présentent des avantages différents en fonction des exigences propres à chaque installation ou système.



QUAND UTILISER UN CAPTEUR DE PRESSION NUMÉRIQUE PLUTÔT QU'ANALOGIQUE

Conception de système

L'un des avantages des capteurs de pression analogiques est la simplicité de leur mise en œuvre si le système existant est basé sur une régulation analogique. Si un seul signal est requis pour mesurer les processus dynamiques, un capteur analogique couplé à un convertisseur analogique-numérique (CAN) constitue une solution plus simple qu'un capteur de pression numérique, qui nécessite un protocole spécifique pour établir la communication avec l'appareil. Si l'électronique du système requiert des boucles de régulation très rapides pour le mode de réaction actif, des capteurs de pression purement analogiques sont la meilleure solution. Pour les systèmes qui ne nécessitent pas un temps de réponse plus rapide qu'environ 0,5 ms, les capteurs de pression numériques doivent être envisagés car ils simplifient la mise en réseau avec différents appareils numériques et rendent le système plus pérenne.

Le meilleur moment pour envisager de passer aux capteurs de pression numériques dans un système analogique est la mise à niveau de composants en vue d'ajouter des circuits intégrés programmables. Les circuits intégrés modernes étant désormais plus abordables et plus faciles à programmer, leur incorporation dans des composants tels que des capteurs de pression simplifie la maintenance et les mises à niveau des systèmes. Ils permettent de réaliser des économies sur le matériel, puisque les capteurs numériques peuvent ensuite être mis à jour par voie logicielle au lieu de remplacer des composants complets.

Dans les applications mettant en œuvre des systèmes fonctionnant sur batteries, notamment dans des sites distants, les capteurs numériques alimentés par batteries à faible consommation d'électricité sont préférés aux capteurs de pression analogiques, qui nécessitent une alimentation permanente. Les capteurs de pression numériques sont plus faciles à contrôler et plus économes en électricité pour le système. Par exemple, la capacité à planifier à quel moment les capteurs de pression numériques enregistrent ou sont en veille permet de réduire la consommation d'électricité jusqu'à 500 fois par rapport aux capteurs analogiques.

Le concept plug-and-play et les câbles plus courts des capteurs de pression numériques permettent de rationaliser la configuration du système et de réduire le coût global d'installation dans des applications configurées pour les communications numériques. En combinaison avec des traceurs GPS, les capteurs de pression numériques permettent de localiser et de surveiller en temps réel et à distance des systèmes basés sur le cloud.

Figure 1

Les capteurs de pression numériques offrent de nombreux avantages, comme une faible consommation d'électricité, un bruit électrique minime, l'auto-diagnostic et la surveillance à distance.



**FAIBLE
CONSOMMATION
D'ÉLECTRICITÉ**



**SIGNAL DE PRESSION ET
DE TEMPÉRATURE**



**IMMUNITÉ AU BRUIT
MAGNÉTIQUE**



**BRUIT ÉLECTRIQUE
MINIME**



**CONTRÔLE ET
SURVEILLANCE À DISTANCE**



**ALARMES
PARAMÉTRÉES**



AVANTAGES DES CAPTEURS DE PRESSION NUMÉRIQUES

Une fois que l'utilisateur a déterminé si un capteur de pression analogique ou numérique est plus adapté pour une application donnée, comprendre certains des avantages offerts par les capteurs de pression numériques dans des applications industrielles lui permet d'améliorer la sécurité, l'efficacité et la fiabilité du système.

Brève comparaison des protocoles Inter-Integrated Circuit (I²C) et Serial Peripheral Interface (SPI)

Brève comparaison des protocoles Inter-Integrated Circuit (I²C) et Serial Peripheral Interface (SPI) Inter-Integrated Circuit (I²C) et Serial Peripheral Interface (SPI) sont deux protocoles de communication numérique couramment utilisés dans les applications industrielles. I²C fonctionne mieux avec des réseaux plus complexes, son installation nécessitant moins de câbles. De plus, I²C autorise plusieurs maîtres/esclaves, alors que SPI n'autorise qu'un seul réseau maître/esclaves multiples. SPI est la solution idéale pour les réseaux plus simples et lorsque des vitesses et transferts de données plus importants sont requis, par exemple pour la lecture ou l'écriture sur une carte SD ou pour l'enregistrement d'images.

Signaux de sortie et auto-diagnostic

Les capteurs de pression analogiques et numériques se distinguent notamment par le fait que les modèles analogiques ne fournissent qu'un seul signal de sortie alors que les modèles numériques en fournissent deux ou plus, comme les signaux de pression et de température, en plus d'une fonctionnalité d'auto-diagnostic. Dans les applications de mesure des bouteilles de gaz, par exemple, les informations supplémentaires sur la température étendent le signal de pression à une mesure plus exhaustive permettant de calculer le volume de gaz. Les capteurs numériques fournissent aussi des données de diagnostic comprenant des informations clés comme la fiabilité du signal, la disponibilité du signal et les dysfonctionnements en direct, ce qui permet la mise en place d'une maintenance préventive et de réduire les immobilisations potentielles. Les données de diagnostic fournissent des détails sur l'état du capteur, signalant notamment lorsqu'un élément du capteur est défectueux, si la tension d'alimentation est correcte ou si une valeur mise à jour dans le capteur peut être récupérée. Par rapport à un capteur analogique qui ne fournit pas d'informations détaillées sur les erreurs de signal, les données de diagnostic des capteurs numériques facilitent la prise de décisions dans le cadre du dépannage des erreurs.

Un autre avantage des capteurs de pression numériques réside dans leurs fonctionnalités, comme des alarmes pour alerter les opérateurs de conditions en dehors des paramètres définis ou la possibilité de contrôler la temporisation et les intervalles des relevés, de manière à réduire la consommation globale d'électricité. Grâce aux multiples sorties et diagnostics disponibles avec les capteurs de pression numériques, le système global est plus robuste et efficace car les données offrent au client une évaluation plus exhaustive du fonctionnement du système. Outre les capacités étendues de mesure et d'auto-diagnostic, l'utilisation de capteurs de pression numériques permet d'accélérer le développement et la mise en œuvre d'applications d'IoT et de big data

Bruit ambiant

Les environnements bruyants sur le plan électromagnétique, comme à proximité de moteurs, de câbles longs ou de sources d'émissions radio, peuvent représenter un véritable défi en termes d'interférence des signaux pour des composants comme les capteurs de pression. Pour prévenir les interférences électromagnétiques (IEM) au niveau des capteurs de pression analogiques, les concepts doivent inclure un conditionnement approprié des signaux, avec des écrans métalliques mis à la terre ou des composants électriques passifs supplémentaires, le bruit électrique étant susceptible de fausser la lecture des signaux. Toutes les sorties analogiques sont hautement sensibles aux IEM ; toutefois, l'utilisation d'une sortie analogique 4-20 mA peut contribuer à prévenir ces interférences.

Par comparaison avec leurs équivalents analogiques, les capteurs de pression numériques ne sont pas sensibles au bruit ambiant, de sorte qu'ils constituent la solution idéale pour des applications pour lesquelles les IEM sont un problème et le débit choisi n'est pas spécifiquement 4-20 mA. Il est à noter que différents types de capteurs de pression numériques offrent différents degrés de résistance aux IEM, en fonction de l'application. Les protocoles numériques Inter-Integrated Circuit (I²C) et Serial Peripheral Interface (SPI) sont idéaux pour les systèmes à courte distance ou compacts avec des câbles de moins de 5 m, bien que la longueur admissible précise dépende fortement du type des câbles et des résistances de polarisation à l'alimentation utilisés. Pour les systèmes nécessitant des câbles jusqu'à 30 m, des capteurs de pression numériques CANopen (blindage en option) ou IO-Link sont la meilleure option pour la résistance aux IEM, malgré une consommation électrique supérieure à leurs équivalents I²C et Serial Peripheral Interface (SPI).

Protection des données avec le contrôle de redondance cyclique (CRC)

Figure 2

Les capteurs de pression numériques, comme le PTE7300 de Sensata, sont dotés de composants électroniques supplémentaires qui éliminent le bruit de sources telles que le WiFi, le Bluetooth et les bandes GSM et ISM. Par ailleurs, ils garantissent une faible consommation d'électricité en cas de fonctionnement sur batterie, des temps de réponse rapides, un diagnostic amélioré des capteurs et un contrôle de l'intégrité des communications des capteurs à l'aide d'un contrôle de redondance cyclique (CRC).



Les capteurs numériques offrent la possibilité d'inclure un CRC dans la puce, afin de garantir aux clients la fiabilité des signaux. Le CRC des données de communication s'ajoute au contrôle d'intégrité de la mémoire de la puce interne et permet aux utilisateurs de valider à 100 % la sortie du capteur, ce qui constitue une mesure supplémentaire de protection des données pour le capteur. Les fonctionnalités du CRC sont idéales pour les applications avec capteur de pression dans des environnements bruyants, par exemple à proximité d'un émetteur dans un système basé sur le cloud. Dans un scénario de ce type, il existe un risque accru d'interférence avec la puce du capteur, ce qui peut générer une volte-face et altérer le message de communication. Le CRC dédié à l'intégrité de la mémoire protège la mémoire interne d'une corruption de ce type et la corrige si nécessaire. De la même manière, certains capteurs numériques fournissent aussi un CRC supplémentaire dédié à la communication des données qui signale toute corruption des

données transférées entre le capteur et le contrôleur et peut déclencher une nouvelle tentative d'évaluation d'une lecture correcte du capteur. Dans certains cas, les utilisateurs finaux évitent ce point en intercalant la communication entre le capteur et la communication externe (par exemple avec le cloud, une passerelle ou un contrôleur). Un CRC simplifie ce processus et offre une plus grande flexibilité au concepteur. Outre le contrôle de la validité des données, certains fabricants ajoutent des composants électroniques supplémentaires pour supprimer le bruit de sources comme le Wi-Fi, le Bluetooth et les bandes GSM et ISM, ce qui renforce la protection de la validité des données.



CAPTEURS DE PRESSION NUMÉRIQUES EN PRATIQUE

Au service des réseaux de distribution d'eau intelligents

L'eau perdue par le biais de fuites, de mesures imprécises, d'une consommation illicite ou d'une combinaison de ces trois cas constitue un défi permanent pour les grands réseaux de distribution d'eau. L'utilisation de capteurs de pression numériques à faible consommation d'électricité sur des nœuds dans tout le réseau de distribution constitue une approche pratique et rentable pour la cartographie du réseau de distribution d'eau d'une région et permet à son exploitant de détecter et de cibler les zones présentant des pertes d'eau imprévues.

Les capteurs de pression idéaux pour ces applications sont typiquement dotés d'un design totalement hermétique avec un indice de protection IP69K, ou bien modulaire pour offrir aux clients une plus grande flexibilité en matière de conception. Afin de prévenir toute fuite d'eau dans le capteur tout au long de la durée de vie de l'application, certains fabricants de capteurs de pression utilisent une liaison étanche verre/métal. Une liaison verre/métal est étanche et crée un joint hermétique sur le « haut » du capteur, ce qui contribue à l'indice de protection IP69K du capteur. Ce joint signifie que le capteur mesure en permanence l'écart de pression entre ce qui se trouve dans l'application et l'air ambiant, évitant ainsi toute dérive d'offset.

Amélioration du conditionnement d'un système à gaz comprimés

Les capteurs de pression jouent plusieurs rôles cruciaux dans la surveillance et le transport d'air et de gaz médicaux comprimés par le biais de réseaux de distribution. Dans ce type d'applications, les transducteurs de pression peuvent être chargés du contrôle du compresseur et d'une variété de fonctions de surveillance, y compris des débits entrant et sortant, de l'épuisement des bouteilles de gaz et de l'état du filtre à air. Si un signal de pression seul donne une mesure indirecte de la quantité de particules de gaz en un point du système, la combinaison des mesures de la pression et de la température fournies par les capteurs de pression numériques donne une bien meilleure estimation de la quantité de gaz d'une installation, pour un conditionnement et une surveillance améliorés du système. Les développeurs du système peuvent ainsi se rapprocher des conditions de travail idéales pour l'application. L'utilisation de capteurs de pression numériques dans ces systèmes peut permettre la mise en œuvre de tableaux de bord personnalisés pour surveiller le niveau des bouteilles de gaz et leur emplacement, facilitant ainsi le dépannage et la maintenance du système pour les opérateurs.

Figure 3

Appliqués sur les nœuds d'un réseau de distribution d'eau, les capteurs de pression numériques peuvent permettre d'identifier les zones de perte d'eau imprévues, pour un dépannage efficace et une amélioration du système.

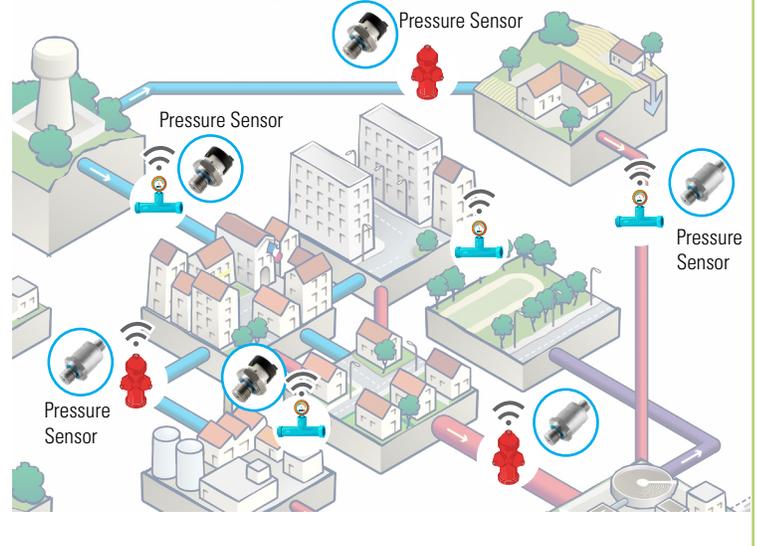


Figure 4

Les capteurs de pression numériques jouent plusieurs rôles cruciaux dans les réseaux de distribution d'air et de gaz médicaux comprimés et permettent un conditionnement et une surveillance améliorés du système.



Même s'il existe encore des installations pour lesquelles il reste plus pertinent d'utiliser des capteurs de pression analogiques, les applications de l'industrie 4.0 bénéficiant de l'utilisation de leurs équivalents numériques ne cessent de se multiplier. De la résistance aux IEM à l'évolutivité des réseaux en passant par l'auto-diagnostic et la protection des données, les capteurs de pression numériques permettent la surveillance à distance et la mise en œuvre d'une maintenance préventive, ce qui accroît l'efficacité et la fiabilité du système. Des capteurs robustes dotés de spécifications telles qu'un indice IP69K, des contrôles supplémentaires de l'intégrité des données et des composants électroniques intégrés pour la protection contre les IEM contribuent à une durée de service prolongée et à la réduction des erreurs de signal potentielles.