



## VANTAGGI DEI SENSORI DI PRESSIONE DIGITALI NELLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI

### WHITE PAPER

**Scopriamo insieme quando e perché è meglio utilizzare i sensori di pressione digitali e quali caratteristiche possono contribuire ad aumentare la sicurezza, l'efficienza e l'affidabilità dei sistemi nelle applicazioni industriali.**

*A cura di Martijn Stoppel, Senior Product Design Engineer, Sensata Technologies*

I sensori di pressione trovano impiego in molte applicazioni industriali che spaziano dal settore idraulico a quello pneumatico, dalla gestione delle acque all'idraulica mobile ai veicoli fuoristrada, dalle pompe ai compressori, dai sistemi di condizionamento e refrigerazione fino all'impiantistica e all'automazione. Sono essenziali per mantenere le pressioni del sistema entro intervalli accettabili e contribuiscono a garantire il funzionamento affidabile dell'applicazione. I vantaggi offerti dai sensori di pressione analogici e digitali sono diversi a seconda dell'installazione e dei requisiti del sistema.

## **SENSORI DIGITALI E SENSORI ANALOGICI: QUANDO USARLI E PERCHÉ**

### **Progettazione del sistema**

Quando il sistema di cui ci stiamo occupando si avvale di un controllo analogico, uno dei vantaggi offerti dai sensori di pressione analogici è la semplicità di configurazione. Se per misurare i processi dinamici sul posto è sufficiente un solo segnale, un sensore analogico associato a un convertitore analogico-digitale (ADC) rappresenta una soluzione più semplice rispetto a un sensore di pressione digitale, che per stabilire la comunicazione con il dispositivo ha bisogno di un protocollo specifico. Se l'elettronica del sistema richiede anelli di controllo in retroazione attiva molto veloci, i sensori di pressione analogici puri sono la soluzione migliore. Quando invece il tempo di risposta non supera 0,5 ms è consigliabile prendere in considerazione i sensori di pressione digitali, perché semplificano l'interconnessione con più dispositivi digitali e consentono di avere un sistema a prova di futuro.

Il momento giusto per passare ai sensori di pressione digitali in un sistema analogico coincide con l'aggiornamento dei componenti per includere microchip programmabili. Ora che i moderni microchip sono più economici e più facili da programmare, integrarli in componenti come i sensori di pressione semplifica la manutenzione e gli aggiornamenti del sistema e consente di risparmiare sui potenziali costi dell'hardware, perché i sensori digitali si possono aggiornare via software senza dover sostituire l'intero componente.

Nelle applicazioni con sistemi a batteria, ad esempio in località remote, la scelta ricade di preferenza sui sensori digitali alimentati con batterie a basso consumo energetico, mentre si tende ad evitare l'uso di sensori analogici che richiedono la

presenza di una rete elettrica. I sensori di pressione digitali sono più facili da controllare e migliorano il risparmio energetico dell'intero sistema. Ad esempio, la possibilità di programmare i tempi di attività e di pausa dei sensori di pressione digitali può ridurre il consumo di energia fino a 500 volte rispetto alla controparte analogica.

Nelle applicazioni predisposte per le comunicazioni digitali, il design plug-and-play e i cavi più corti dei sensori di pressione digitali semplificano la configurazione del sistema e riducono il costo complessivo dell'installazione. Combinando i sensori di pressione digitali con i localizzatori GPS, i sistemi remoti basati su cloud possono essere localizzati e monitorati a distanza in tempo reale

**Figure 1**

*I sensori di pressione digitali offrono molti vantaggi, come un minor consumo di energia, rumore elettrico minimo, funzionalità di diagnostica e monitoraggio a distanza*



**BASSO CONSUMO  
ENERGETICO**



**SEGNALE DI PRESSIONE  
E TEMPERATURA**



**IMMUNITÀ ALLE  
INTERFERENZE  
ELETTROMAGNETICHE**



**RUMORE ELETTRICO  
MINIMO**



**CONTROLLO E  
MONITORAGGIO  
A DISTANZA**



**IMPOSTAZIONE DI  
ALLARMI**



## VANTAGGI DEI SENSORI DI PRESSIONE DIGITALI

Dopo aver valutato il tipo di sensore più adatto all'applicazione, comprendere quali sono le funzionalità che i sensori di pressione digitali possono offrire a vantaggio delle applicazioni industriali contribuirà a migliorare la sicurezza, l'efficienza e l'affidabilità del sistema.

### Breve confronto tra circuiti I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) e interfacce SPI (Serial Peripheral Interface)

Due protocolli di comunicazione digitale comunemente utilizzati nelle applicazioni industriali sono i circuiti I<sup>2</sup>C e le interfacce SPI. Il sistema I<sup>2</sup>C è più adatto alle reti più complesse, perché l'installazione richiede meno cavi. Inoltre, il sistema I<sup>2</sup>C permette di avere più master/slave, mentre un'interfaccia SPI consente solo di configurare reti con un master e più slave. Il sistema SPI è la soluzione ideale per reti più semplici e quando occorrono velocità di trasferimento dei dati più elevate, ad esempio per la lettura o la scrittura su una scheda SD o la registrazione di immagini.

### Segnali di uscita e diagnostica dei sensori

Un'importante differenza tra i sensori di pressione analogici e quelli digitali è che i primi forniscono un solo segnale di uscita, mentre i secondi ne forniscono almeno due, come i segnali di pressione e temperatura insieme alla diagnostica del sensore. Nelle applicazioni di misura delle bombole di gas, ad esempio, le informazioni integrative sulla temperatura consentono di sfruttare il segnale di pressione anche per calcolare il volume del gas. I sensori digitali forniscono anche dati diagnostici che includono informazioni chiave come l'affidabilità del segnale, la sua disponibilità e i guasti attivi, consentendo la manutenzione preventiva e riducendo i potenziali tempi di inattività. Questi dati diagnostici forniscono dettagli sullo stato del sensore, ad esempio se un elemento è guasto, se la tensione di alimentazione era corretta o se sono disponibili valori aggiornati da richiamare. Rispetto a un sensore analogico che non fornisce informazioni dettagliate sugli errori di segnale, i dati diagnostici dei sensori digitali consentono di prendere decisioni più mirate durante le fasi di risoluzione dei problemi.

Fra gli altri vantaggi dei sensori di pressione digitali troviamo funzionalità come gli allarmi che avvisano gli operatori di condizioni al di fuori dei parametri impostati e la capacità di controllare i tempi e gli intervalli di lettura, per ridurre ulteriormente il consumo complessivo di energia. Le numerose uscite e le funzionalità di diagnostica dei sensori di pressione digitali rendono l'intero sistema più robusto ed efficiente, perché i dati forniti permettono una valutazione più completa del sistema e delle sue condizioni operative. Oltre ad estendere le capacità di misurazione e di autodiagnosi, i sensori di pressione digitali permettono di sviluppare e implementare più rapidamente applicazioni IoT e big data.

### Rumore ambientale

Gli ambienti che registrano la presenza di disturbi elettromagnetici, ad esempio vicino ai motori, lungo i percorsi dei cavi o nei pressi di sorgenti radio, potrebbero causare interferenze e influire sul comportamento di componenti come i sensori di pressione. Per prevenire le interferenze elettromagnetiche nei sensori di pressione analogici, è necessario includere nel

progetto adeguati sistemi di contenimento, ad esempio una schermatura metallica con messa a terra o componenti elettrici passivi aggiuntivi, poiché il rumore elettrico potrebbe falsare le letture del segnale. Tutte le uscite analogiche sono molto sensibili alle interferenze elettromagnetiche; tuttavia, l'utilizzo di un'uscita analogica da 4-20 mA può aiutare ad aggirare il problema.

Per contro, i sensori di pressione digitali non sono così sensibili al rumore ambientale rispetto agli equivalenti analogici, quindi rappresentano un'ottima soluzione per le applicazioni in cui le interferenze elettromagnetiche costituiscono un problema e l'uscita non deve essere necessariamente da 4-20 mA. È importante notare che i sensori di pressione digitali offrono diversi livelli di resistenza alle interferenze elettromagnetiche, a seconda dell'applicazione. I protocolli digitali I<sup>2</sup>C e SPI sono ideali per distanze brevi o sistemi compatti con cavi di lunghezza inferiore a 5 m, anche se la lunghezza precisa dipende molto dal tipo di cavo e dalle resistenze di pull-up utilizzate. Per i sistemi che richiedono cavi fino a 30 m, i sensori di pressione digitali CANopen (schermatura opzionale) o IO-Link offrirebbero una migliore resistenza alle interferenze elettromagnetiche, tuttavia a fronte di un consumo di energia più elevato rispetto alle loro controparti I<sup>2</sup>C e SPI.

## Protezione dei dati con controllo di ridondanza ciclico (CRC)

**Figura 2**

*I sensori di pressione digitali come il PTE7300 di Sensata montano a bordo un'elettronica aggiuntiva che sopprime il rumore proveniente da sorgenti come Wi-Fi, Bluetooth e bande GSM e ISM. Inoltre, offrono basso consumo energetico per il funzionamento a batteria, tempo di risposta rapido, diagnostica approfondita e controllo di integrità della comunicazione tramite controllo di ridondanza ciclico (CRC).*



Il chip dei sensori digitali può includere il CRC, che aiuta a garantire l'affidabilità dei segnali. Il CRC dei dati di comunicazione si aggiunge al controllo di integrità della memoria interna e consente di convalidare integralmente l'uscita del sensore, per una maggior protezione dei dati. Le funzionalità del CRC sono ideali quando i sensori di pressione si trovano in ambienti disturbati, ad esempio se vengono installati vicino a un trasmettitore in un sistema gestito nel cloud. In queste situazioni aumenta il rischio che la fonte di disturbo interferisca con il chip del sensore provocando un bit flip che potrebbe alterare il messaggio di comunicazione. Il CRC sull'integrità della memoria protegge la memoria interna da questa eventualità e, se necessario, la ripara. Allo stesso modo, alcuni sensori digitali forniscono anche un CRC sulla comunicazione dei dati, per segnalare l'alterazione dei dati trasferiti tra il sensore e il controller ed eventualmente attivare una nuova valutazione di

correttezza della lettura del sensore. In alcuni casi, questo problema viene aggirato interlacciando la comunicazione diretta al sensore con la comunicazione esterna (ad esempio verso il cloud, un gateway o un controller). Il CRC semplifica questo processo e offre al progettista una maggiore flessibilità. Oltre al controllo della validità dei dati, a ulteriore protezione alcuni fabbricanti includono altri componenti elettronici che sopprimono il rumore da fonti come Wi-Fi, Bluetooth e bande GSM e ISM.

## 👁️ SENSORI DI PRESSIONE DIGITALI AL LAVORO

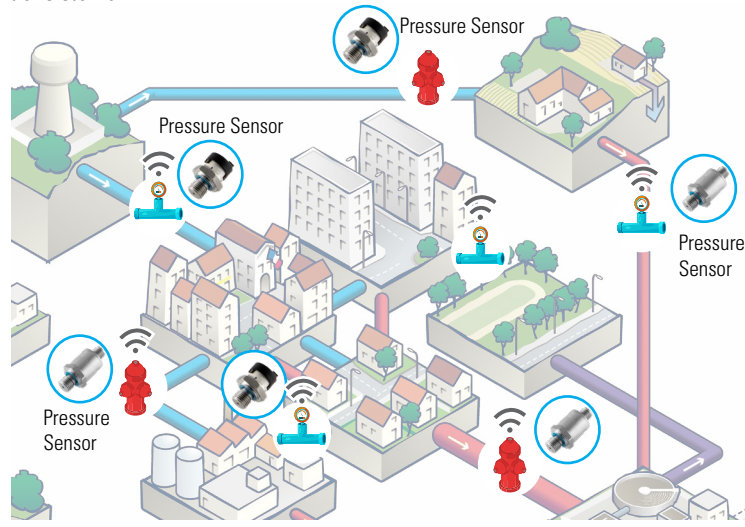
### Rendiamo intelligenti le reti di distribuzione idrica

La perdita d'acqua dovuta a dispersioni, misurazione imprecise, prelievi non autorizzati o una combinazione di questi tre fattori è una sfida continua per le grandi reti di distribuzione idrica. Installando sensori di pressione digitali a basso consumo energetico nei nodi della rete di distribuzione, le aziende di servizi pubblici possono mappare in modo pratico e senza costi eccessivi le diverse aree della rete idrica e individuare quelle che presentano dispersioni.

I sensori di pressione ideali per queste applicazioni sono caratterizzati da un design completamente ermetico con grado di protezione IP69K oppure sono modulari per una maggiore flessibilità di progettazione. Per evitare che l'acqua penetri al loro interno, alcuni fabbricanti utilizzano una tenuta vetro su metallo. Una guarnizione di questo tipo è impenetrabile e crea una tenuta ermetica sulla "parte superiore" del sensore, contribuendo al grado di protezione IP69K. La tenuta

**Figura 3**

*Se installati nei nodi di una rete di distribuzione idrica, i sensori di pressione digitali possono aiutare a individuare le aree che presentano dispersioni, consentendo di risolvere efficacemente i problemi e migliorando l'efficienza del sistema.*



ermetica garantisce che il sensore misuri sempre la differenza di pressione tra l'applicazione e l'aria circostante, impedendo la deriva di offset.

### Migliorare il monitoraggio dei sistemi di gas compresso

I sensori di pressione sono spesso essenziali nel monitoraggio e nel trasporto dell'aria e dei gas medicali compressi attraverso le reti di distribuzione. In queste applicazioni, i trasduttori di pressione potrebbero occuparsi di comandare il compressore e svolgere varie funzioni di monitoraggio, ad esempio della portata in ingresso e in uscita, del livello di riempimento delle bombole e delle condizioni del filtro dell'aria. Mentre un segnale di pressione, da solo, fornisce una misura indiretta della quantità di gas in un certo punto del sistema, i feedback di pressione e temperatura che i sensori di pressione digitali sono in grado di combinare consentono di stimare con più accuratezza la quantità di gas in quello stesso punto e migliorano il monitoraggio e la manutenzione preventiva del sistema. Questo permette agli sviluppatori di avvicinarsi alle condizioni di lavoro ideali per l'applicazione. Utilizzando i sensori di pressione digitali si potrebbero creare dashboard personalizzate per monitorare il livello di riempimento delle bombole di gas e la loro posizione, risolvere i problemi in modo più efficiente ed effettuare la manutenzione del sistema.

#### **Figura 4**

*I sensori di pressione digitali sono spesso essenziali nelle reti di distribuzione di aria e gas medicali compressi e migliorano il monitoraggio e la manutenzione preventiva del sistema. .*



Anche se in alcuni casi è meglio scegliere i sensori di pressione analogici, sempre più applicazioni nell'industria 4.0 traggono vantaggio dall'utilizzo delle loro controparti digitali. Dalla resistenza alle interferenze elettromagnetiche alla scalabilità delle interconnessioni, dalla diagnostica fino alla protezione dei dati, i sensori di pressione digitali consentono il monitoraggio remoto e la manutenzione predittiva, aumentando l'efficienza e l'affidabilità del sistema. Il loro design robusto con caratteristiche come il grado di protezione IP69K, controlli aggiuntivi dell'integrità dei dati e l'elettronica di bordo potenziata per la protezione dalle interferenze elettromagnetiche contribuiranno a prolungarne la vita utile e a ridurre i potenziali errori di segnale.