



DIE VORTEILE VON DIGITALEN DRUCKSENSOREN IN INDUSTRIEANWENDUNGEN

WHITE PAPER

Erfahren Sie, wann und warum es am besten ist, digitale Drucksensoren in Industrieanwendungen einzusetzen, und welche Arten von Funktionen zur Erhöhung der Systemsicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit beitragen können.

Von Martijn Stopel, Sr. Product Design Engineer, Sensata Technologies

Drucksensoren werden in einer Vielzahl von Industrieanwendungen eingesetzt, die von Hydraulik und Pneumatik, Wassermanagement, Mobilhydraulik und Off-Highway-Fahrzeugen, Pumpen und Kompressoren, Klima- und Kältesystemen bis hin zum Anlagenbau und zur Automatisierung reichen. Sie spielen eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, sicherzustellen, dass die Systemdrücke innerhalb akzeptabler Bereiche liegen, und tragen dazu bei, den zuverlässigen Betrieb der Anwendung zu gewährleisten. Die Verwendung analoger und digitaler Drucksensoren bietet je nach Installation und Systemanforderungen unterschiedliche Vorteile.

WANN ENTSCHEIDE ICH MICH FÜR EINEN DIGITALEN ODER ANALOGEN DRUCKSENSOR?

Systemdesign

Ein Vorteil der Verwendung analoger Drucksensoren ist die einfache Einrichtung, wenn das bestehende System auf einer analogen Steuerung basiert. Wenn vor Ort nur ein Signale zur Messung dynamischer Prozesse benötigt wird, wäre ein analoger Sensor, der mit einem Analog-Digital-Wandler (ADC) gekoppelt ist, eine einfachere Lösung als ein digitaler Drucksensor, der ein spezifiziertes Protokoll benötigt, um die Kommunikation mit dem Gerät herzustellen. Wenn die Systemelektronik sehr schnelle aktive Regelkreise mit Rückkopplung benötigt, sind rein analoge Drucksensoren die beste Lösung. Für Systeme, die keine Reaktionszeit von schneller als etwa 0,5 ms benötigen, sollten digitale Drucksensoren in Betracht gezogen werden, da sie die Vernetzung mit mehreren digitalen Geräten vereinfachen und das System zukunftssicherer machen.

Der richtige Zeitpunkt, den Umstieg auf digitale Drucksensoren in einem analogen System in Betracht zu ziehen, ist die Aufrüstung der Komponenten auf programmierbare Mikrochips. Jetzt, da moderne Mikrochips erschwinglicher und leichter zu programmieren sind, vereinfacht ihre Integration in Komponenten wie Drucksensoren die Wartung und Systemaufrüstung. Dies spart potenzielle Hardwarekosten, da digitale Sensoren dann mit Software aktualisiert werden können, anstatt ganze Komponenten zu ersetzen.

In Anwendungen mit batteriebetriebenen Systemen, wie z. B. in abgelegenen Gebieten, werden batteriebetriebene digitale Sensoren mit geringem Stromverbrauch gegenüber analogen Drucksensoren, die eine konstante Leistung benötigen, bevorzugt. Digitale Drucksensoren sind einfacher zu steuern und bieten dem System Vorteile beim Energiesparen. Beispielsweise kann die Fähigkeit, zu planen, wann digitale Drucksensoren aufzeichnen oder im Ruhezustand sind, den Stromverbrauch im Vergleich zu analogen Sensoren um bis zu 500x reduzieren.

Das Plug-and-Play-Design und die kürzeren Kabellängen der digitalen Drucksensoren rationalisieren den Systemaufbau und reduzieren die Gesamtkosten der Installation in Anwendungen, die für die digitale Kommunikation eingerichtet sind. Wenn digitale Drucksensoren mit GPS-Trackern kombiniert werden, können cloudbasierte Remote-Systeme in Echtzeit aus der Ferne geortet und überwacht werden.

Figure 1

Digitale Drucksensoren bieten viele Vorteile, wie z. B. geringeren Stromverbrauch, minimales elektrisches Rauschen, Sensordiagnose und Fernüberwachung.



**NIEDRIGER
ENERGIEVERBRAUCH**



**DRUCK- UND
TEMPERATURSIGNAL**



**STÖRFESTIGKEIT GEGEN
MAGNETISCHES RAUSCHEN**



**MINIMALES
ELEKTRISCHES
RAUSCHEN**



**FERNSTEUERUNG UND
-ÜBERWACHUNG**



**EINSTELLEN VON
ALARMEN**

VORTEILE VON DIGITALEN DRUCKSENSOREN

Sobald der Anwender beurteilt hat, ob ein analoger oder digitaler Drucksensor für die gegebene Anwendung am besten geeignet ist, wird das Verständnis einiger der vorteilhaften Eigenschaften, die digitale Drucksensoren für Industrieanwendungen bieten, dazu beitragen, die Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit des Systems zu verbessern.

Ein kurzer Vergleich von Inter-Integrated Circuit (I²C) und Serial Peripheral Interface (SPI)

Zwei gängige digitale Kommunikationsprotokolle, die in Industrieanwendungen verwendet werden, sind Inter-Integrated Circuit (I²C) und Serial Peripheral Interface (SPI). I²C arbeitet besser mit komplexeren Netzwerken, da die Installation weniger Kabel erfordert. Darüber hinaus erlaubt I²C mehrere Masters/Slaves, während SPI nur ein einziges Master/Multi-Slave-Netzwerk zulässt. SPI ist die ideale Lösung für einfachere Netzwerke und wenn eine höhere Geschwindigkeit und Datenübertragung erforderlich ist, wie das Lesen oder Schreiben auf eine SD-Karte oder das Aufzeichnen von Bildern.

Ausgangssignale und Sensordiagnose

Ein wichtiger Unterschied zwischen analogen und digitalen Drucksensoren besteht darin, dass analoge Drucksensoren nur ein Ausgangssignal liefern, während digitale Sensoren zwei oder mehr liefern, wie z. B. Druck- und Temperatursignale zusammen mit der Sensordiagnose. Beispielsweise erweitert bei Messanwendungen für Gasflaschen die zusätzliche Temperaturinformation das Drucksignale zu einer umfassenderen Messung, welche die Berechnung des Gasvolumens ermöglicht. Digitale Sensoren liefern auch Diagnosedaten, die wichtige Informationen wie die Zuverlässigkeit des Signals, die Signalbereitschaft und Ausfälle unter Spannung enthalten, was eine vorbeugende Wartung ermöglicht und potenzielle Ausfallzeiten reduziert. Diese Diagnosedaten liefern den detaillierten Status des Sensors, z. B. ob ein Sensorelement defekt ist, ob eine Versorgungsspannung korrekt war oder ob ein aktualisierter Wert im Sensor abrufbar ist. Im Vergleich zu einem analogen Sensor, der keine detaillierten Informationen zu Signalfehlern liefert, ermöglichen die Diagnosedaten von digitalen Sensoren eine fundiertere Entscheidungsfindung bei der Fehlersuche.

Ein weiterer Vorteil der digitalen Drucksensoren besteht darin, dass sie mit Funktionen wie Alarmen zur Warnung der Anwender bei Bedingungen außerhalb der eingestellten Parameter und der Fähigkeit zur Steuerung des Zeitpunkts und der Messintervalle erhältlich sind, was zur Senkung des Gesamtstromverbrauchs beiträgt. Mit zahlreichen Ausgängen und Diagnosen, die in digitalen Drucksensoren verfügbar sind, ist das gesamte System robuster und effizienter, da die Daten dem Kunden eine umfassendere Beurteilung des Systembetriebs ermöglichen. Zusätzlich zur Erweiterung der Mess- und Selbstdiagnosefähigkeiten ermöglicht der Einsatz digitaler Drucksensoren eine schnellere Entwicklung und Implementierung von IoT- und großen Datenanwendungen.

Abbildung 2

Digitale Drucksensoren wie der PTE7300 von Sensata verfügen über zusätzliche Elektronik an Bord, die Rauschen von Quellen wie WLAN, Bluetooth sowie GSM- und ISM-Bändern unterdrückt. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch einen niedrigen Stromverbrauch bei Batteriebetrieb, eine schnelle Reaktionszeit, eine verbesserte Sensordiagnose und eine Integritätsprüfung der Sensorkommunikation mittels zyklischer Redundanzprüfung (CRC) aus.



Umweltrauschen

Elektromagnetisch verrauschte Umgebungen, zum Beispiel in der Nähe von Motoren, lange Kabelwege oder Funkquellen, können Signalstörungen für Komponenten wie Drucksensoren darstellen. Zur Vermeidung elektromagnetischer Interferenzen (EMI) bei analogen Drucksensoren müssen die Designs eine geeignete Signalaufbereitung wie geerdete Metallabschirmung oder zusätzliche passive elektrische Komponenten enthalten, da elektrisches Rauschen fehlerhafte Signalanzeigen verursachen könnte. Alle Analogausgänge sind sehr anfällig für EMI; die Verwendung eines 4-20-mA-Analogausgangs kann jedoch helfen, diese Störungen zu umgehen.

Im Gegensatz dazu sind digitale Drucksensoren im Vergleich zu den analogen Äquivalenten nicht so anfällig für Umweltrauschen, so dass sie eine großartige Lösung für Anwendungen bieten, bei denen EMI ein Problem darstellt und

der gewünschte Ausgang nicht speziell 4-20 mA ist. Es ist wichtig zu beachten, dass verschiedene Arten von digitalen Drucksensoren je nach Anwendung einen unterschiedlichen Grad an EMI-Robustheit bieten. Die digitalen Protokolle Inter-Integrated Circuit (I²C) und Serial Peripheral Interface (SPI) eignen sich ideal für Kurzstrecken- oder Kompaktsysteme mit Kabellängen unter 5 m, obwohl die genaue zulässige Länge stark von der Art des Kabels und der verwendeten Pull-Up-Widerstände abhängt. Für Systeme, die längere Kabelstrecken bis zu 30 m benötigen, wären CANopen (optionale Abschirmung) oder digitale IO-Link-Drucksensoren die beste Option für die EMI-Störfestigkeit, obwohl sie einen höheren Stromverbrauch als ihre I²C- und Serial Peripheral Interface (SPI)-Pendants benötigen.

Datenschutz mit Cyclic Redundancy Check (CRC)-Prüfung

Digitale Sensoren bieten die Möglichkeit, CRC in den Chip zu integrieren, um den Kunden die Gewissheit zu geben, dass sie sich auf die Signale verlassen können. Die CRC der Kommunikationsdaten ist zusätzlich zur Integritätsprüfung des internen Chip-Speichers vorhanden und ermöglicht Benutzern die 100 % Validierung des Sensorausgangs, was ein zusätzliches Maß an Datenschutz für den Sensor bedeutet. CRC-Funktionen sind ideal für Drucksensoranwendungen in verrauschten Umgebungen, wie z. B. bei der Installation in der Nähe eines Transmitters in einem cloudbasierten System. In einem solchen Szenario besteht ein erhöhtes Risiko, dass Rauschen den Sensorchip stört und einen Bit-Flip erzeugt, der die Kommunikationsbotschaft verändern könnte. Der CRC über die Speicherintegrität schützt den internen Speicher vor solchen Beschädigungen und repariert ihn bei Bedarf. Ebenso liefern einige digitale Sensoren auch einen zusätzlichen CRC auf die Datenkommunikation, der auf eine Verfälschung der zwischen Sensor und Controller übertragenen Daten hinweist und einen weiteren Versuch zur Beurteilung einer ordnungsgemäßen Sensorauslesung auslösen könnte. In einigen Fällen umgehen Endanwender dies, indem sie die Kommunikation mit dem Sensor mit der externen Kommunikation verschachteln (z. B. zur Cloud, zu einem Gateway oder einem Controller). CRC vereinfacht diesen Prozess und gibt dem Designer mehr Flexibilität. Zusätzlich zur Überprüfung der Datengültigkeit setzen einige Hersteller mehr Elektronik ein, die das Rauschen von Quellen wie WLAN, Bluetooth sowie GSM- und ISM-Bändern unterdrückt und so die Datengültigkeit weiter schützt.



DIGITALE DRUCKSENSOREN IM EINSATZ

Umsetzung intelligenter Wasserverteilungsnetze

Der Wasserverlust durch Lecks, Ungenauigkeiten bei der Messung, unbefugten Verbrauch oder eine Kombination dieser drei Faktoren ist eine ständige Herausforderung für große Wasserverteilungsnetze. Der Einsatz digitaler Drucksensoren mit geringem Stromverbrauch an Knotenpunkten des gesamten Verteilungsnetzes ist ein praktischer und kostengünstiger Ansatz zur Kartierung des Wasserverteilungsnetzes in einem bestimmten Gebiet und ermöglicht es den Versorgungsunternehmen, Gebiete mit unerwartetem Wasserverlust zu erkennen und anzuvisieren.

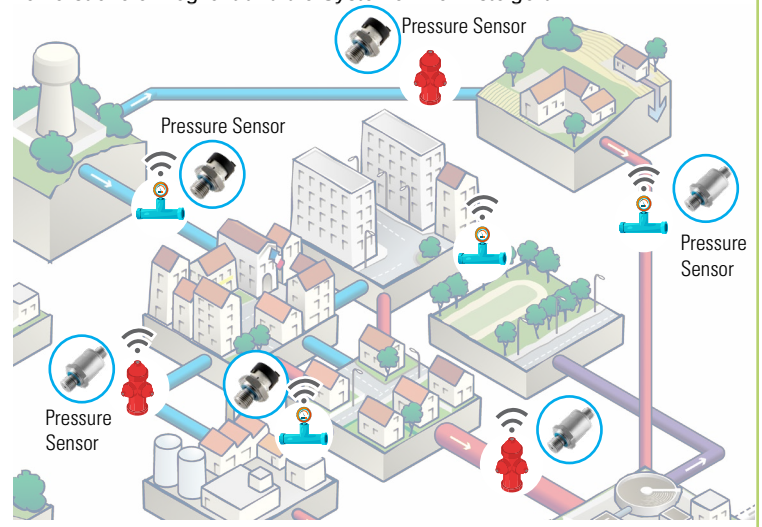
Ideal für diese Anwendungen geeignete Drucksensoren verfügen in der Regel über ein vollständig hermetisches Design, das der Schutzart IP69K entspricht, oder sind modular aufgebaut, um Kunden mehr Designflexibilität zu ermöglichen. Zur Vermeidung eines Eindringens von Wasser in den Sensor über dessen gesamte Lebensdauer verwenden einige Drucksensorhersteller eine Glas-Metall-Dichtungsverbindung. Eine Glas-Metall-Dichtung ist undurchlässig und schafft eine hermetische Abdichtung an der Oberseite des Sensors, was zur Einstufung des Sensors nach Schutzart IP69K beiträgt. Diese Dichtung bewirkt, dass der Sensor immer die Druckdifferenz zwischen dem, was sich in der Anwendung befindet, und der sie umgebenden Luft misst, wodurch eine Versatzdrift verhindert wird.

Verbesserte Konditionierung in Druckgassystemen

Drucksensoren spielen mehrere wichtige Rollen bei der Überwachung und dem Transport von Druckluft und medizinischem Gas in Verteilungsnetzen. Bei dieser Art von Anwendungen können Druckwandler für die Kompressorsteuerung und eine Vielzahl von Überwachungsfunktionen, einschließlich der Ein- und Ausgangsdurchflussrate, der Gasflaschenentleerung und des Luftfilterstatus, zuständig sein. Während ein Drucksignal allein eine indirekte Messung der Menge an Gaspunkten an einer Stelle des Systems ermöglicht, liefert die Kombination aus Druck- und Temperaturrückmeldung, die digitale Drucksensoren liefern, eine deutlich verbesserte Schätzung der Gasmenge an der Stelle und damit eine bessere Systemkonditionierung und -überwachung. Dadurch können sich Systementwickler den idealen Arbeitsbedingungen für die Anwendung weiter annähern. Die Verwendung digitaler Drucksensoren in diesen Systemen kann die Erstellung benutzerdefinierter Dashboards ermöglichen, welche die Füllstände der Gasflaschen und ihre Positionen überwachen und es den Betreibern ermöglichen, Fehler effizienter zu beheben und das System zu warten.

Abbildung 3

Beim Einsatz digitaler Drucksensoren an den Knotenpunkten eines Wasserverteilungsnetzes können digitale Drucksensoren dabei helfen, Bereiche mit unerwartetem Wasserverlust zu bestimmen, was eine effektive Fehlersuche ermöglicht und die Systemeffizienz steigert.



Das Diagramm zeigt ein dreidimensionales Modell eines städtischen Wasserverteilungsnetzes. Ein zentrales Wasserwerk speist ein Netzwerk von Leitungen, das verschiedene Gebäude, Parks und öffentliche Plätze versorgt. Mehrere digitale Drucksensoren sind an strategischen Knotenpunkten des Netzes installiert. Jeder Sensor ist als ein zylindrisches Bauteil mit einem Antennen-Symbol dargestellt, das eine drahtlose Verbindung andeutet. Rote Pfeile zeigen den Wasserfluss durch das Netzwerk an, während blaue Kreise die Positionen der Sensoren markieren.

Abbildung 4

Digitale Drucksensoren spielen mehrere wichtige Rollen in Druckluft- und medizinischen Gasverteilungsnetzen und ermöglichen eine bessere Systemkonditionierung und -überwachung.



Obwohl die Verwendung analoger Drucksensoren in bestimmten Installationen weiterhin am sinnvollsten ist, gibt es eine wachsende Zahl von Anwendungen in der Industrie 4.0, die von der Verwendung digitaler Gegenstücke zu analogen Sensoren profitieren. Von EMI-Störfestigkeit und skalierbarer Vernetzung bis hin zur Sensordiagnose und Datenschutz ermöglichen digitale Drucksensoren die Fernüberwachung und vorausschauende Wartung und erhöhen so die Effizienz und Zuverlässigkeit des Systems. Robuste Sensordesigns, die Spezifikationen wie IP69K-Einstufung, zusätzliche Datenintegritätsprüfungen und umfangreiche Bordelektronik für den EMI-Schutz aufweisen, tragen dazu bei, die Lebensdauer zu verlängern und potenzielle Signalfehler zu reduzieren.