

Misura della pressione

Che cos'è un sensore di misura di pressione?

Quali sono i diversi tipi e metodi di misura della pressione, le tecnologie di rilevamento, come funzionano?

Scopri le funzionalità e le capacità dei vari sensori di misura della pressione in questa guida completa.

I sensori di pressione sono prodotti negli Stati Uniti da FUTEK Advanced Sensor Technology (FUTEK), un produttore leader di trasduttori di pressione, che utilizza una delle tecnologie più avanzate nel settore dei sensori: la tecnologia degli estensimetri metal foil.

Un sensore di pressione è definito come un trasduttore che converte una pressione meccanica in ingresso in un segnale elettrico in uscita. Esistono diversi tipi di sensori di pressione in base a dimensioni, capacità, metodo di misura, tecnologia di rilevamento e requisiti di uscita.

- **Che cos'è un sensore di misura della pressione?**

Un sensore di pressione è un trasduttore o uno strumento che converte una pressione di gas o liquidi in ingresso in un segnale elettrico in uscita. Un trasduttore di pressione è costituito da un elemento sensibile alla pressione in grado di misurare, rilevare o monitorare la pressione applicata e da componenti elettronici per la conversione in un segnale elettrico di uscita.

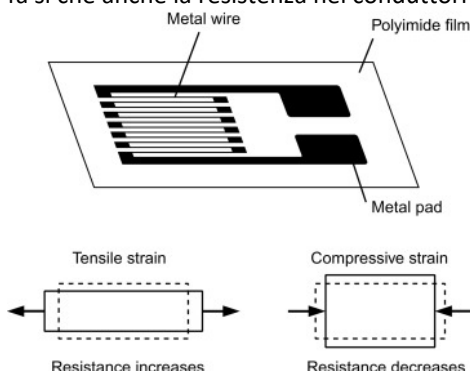
La pressione è definita come la quantità di forza (esercitata da un liquido o da un gas) applicata a un'unità di "area" ($P=F/A$), e le unità di pressione comuni sono Pascal (Pa), Bar (bar), N /mm² o psi (libbre per pollice quadrato). I sensori di pressione utilizzano spesso la tecnologia piezoresistiva, poiché l'elemento piezoresistivo cambia la sua resistenza elettrica in modo proporzionale alla pressione applicata.

- **Come funziona un trasduttore di misura della pressione?**

Per capire come funziona un sensore di pressione industriale FUTEK e come misurare la pressione, in primo luogo, è necessario comprendere la fisica e la scienza dei materiali alla base del principio di funzionamento del sensore di pressione e dell'effetto piezoresistivo, che viene misurato dall'elemento.

Un estensimetro Metal foil è un trasduttore la cui resistenza elettrica varia con la forza applicata. In altre parole, converte forza, pressione, trazione, compressione, coppia e peso in una variazione di resistenza elettrica, che può quindi essere misurata.

Gli estensimetri sono conduttori elettrici a forma di griglia saldamente fissati a una pellicola. Quando questo film viene teso, i conduttori si allungano; quando viene compresso, si contraggono e si accorciano. Questo cambiamento di forma fa sì che anche la resistenza nei conduttori elettrici cambi.



Strutturalmente, un sensore di pressione è costituito da un corpo metallico (chiamato anche massello) a cui sono fissati gli estensimetri Metal foil. Il corpo di questi sensori di misura della forza è solitamente realizzato in alluminio o acciaio inossidabile, il che conferisce al sensore due importanti caratteristiche:

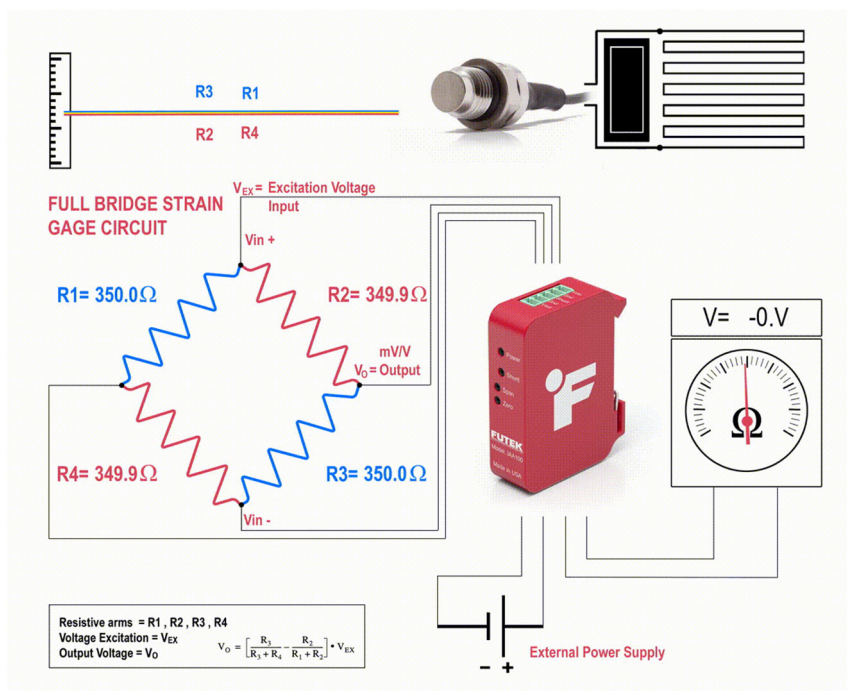
- fornisce la robustezza per resistere a carichi elevati
- ha l'elasticità per deformarsi minimamente e tornare alla sua forma originale quando la forza viene rimossa.

Un sensore di pressione converte la pressione in un segnale elettrico. I sensori di pressione industriali FUTEK utilizzano l'effetto piezoresistivo: al variare della pressione, la membrana cambia forma, causando la variazione della resistenza negli estensimetri, consentendo di misurare elettricamente le variazioni di pressione.

I nostri sensori di pressione producono naturalmente un segnale elettrico in millivolt che varia proporzionalmente al carico e alla tensione di eccitazione del sensore (mV/V – millivolt per volt). Tuttavia, offriamo sensori di pressione con amplificatori analogici integrati. I sensori di pressione con amplificatori integrati generano segnali a tensione variabile, ovvero $\pm 10V$, o corrente variabile, ovvero 4-20 mA. Tuttavia, se l'applicazione richiede un amplificatore del sensore di pressione digitale o USB, fai riferimento alla nostra pagina del catalogo strumenti per amplificatori.

Gli estensimetri sono disposti in quello che viene chiamato un circuito a ponte di Wheatstone (vedi diagramma animato sotto). Ciò significa che quattro estensimetri sono interconnessi come un circuito ad anello e la griglia di misurazione della forza da misurare è allineata di conseguenza.

Gli amplificatori a ponte estensimetrico forniscono una tensione di eccitazione regolata e convertono il segnale di uscita mV/V in un'altra forma di segnale più utile per l'utente. Il segnale generato dal ponte estensimetrico è un segnale a bassa intensità e potrebbe non funzionare con altri componenti del sistema, come PLC, moduli di acquisizione dati (DAQ) o computer. Pertanto, le funzioni del condizionatore di segnale del sensore di pressione includono la tensione di eccitazione, il filtraggio o l'attenuazione del rumore, l'amplificazione del segnale e la conversione del segnale di uscita. Inoltre, la variazione dell'uscita dell'amplificatore è calibrata per essere proporzionale alla pressione applicata.

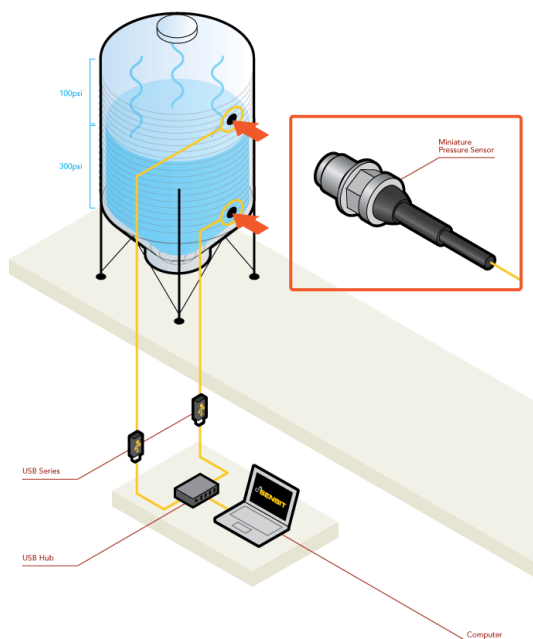


- **Quali sono i tipi di sensori di misura della pressione?**

I sensori di pressione possono essere classificati in base al tipo di misura e alla tecnologia di rilevamento della pressione utilizzata dal trasduttore.

Sensore di pressione differenziale: la pressione differenziale è la misura della differenza tra due valori di pressione o due punti di pressione nel circuito, misurando di quanto i due punti differiscono l'uno dall'altro, (non la loro grandezza rispetto alla pressione atmosferica o ad un'altra pressione di riferimento come il vuoto assoluto). Questo è diverso da un sensore di pressione statica o assoluta che misurerebbe la pressione utilizzando una sola porta e in genere i sensori di pressione differenziale sono realizzati con due porte a cui i tubi possono essere collegati in due punti di pressione distinti da cui la pressione differenziale può essere misurata e calcolata.

Questo approccio alla misura della pressione viene generalmente utilizzato per misurare il flusso di un liquido o di un gas in tubi o condotti.

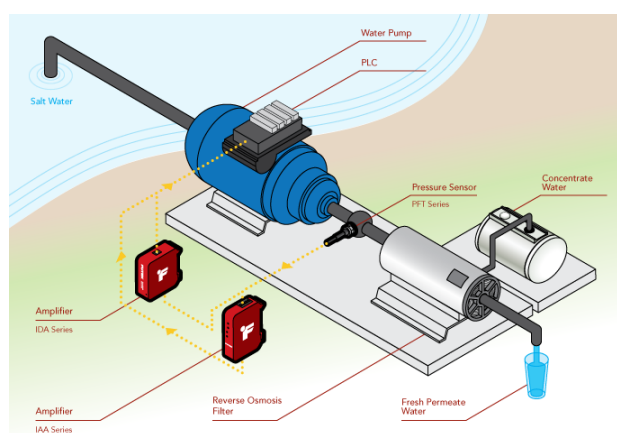


Sensore di pressione assoluta o del vuoto: questo sensore misura la pressione assoluta, definita come la pressione misurata rispetto a un vuoto sigillato. I sensori di pressione assoluta sono utilizzati in applicazioni in cui è richiesto un riferimento costante.

Queste applicazioni richiedono il riferimento a una pressione fissa in quanto non possono essere semplicemente riferite alla pressione ambiente circostante.

Ad esempio, le applicazioni industriali ad alte prestazioni come il monitoraggio delle pompe per vuoto, la misura della pressione dei liquidi, l'imballaggio sotto vuoto, il controllo dei processi industriali e le ispezioni aerospaziali e aeronautiche utilizzano questa tecnica. Quando si tratta di misurare la pressione dell'aria, in particolare per applicazioni come le misure barometriche per la metrologia o negli altimetri.

Manometro o sensore di pressione relativa: la pressione relativa è semplicemente la pressione differenziale tra pressioni misurate ma sempre relative alla pressione ambiente locale. Le variazioni della pressione atmosferica dovute alle condizioni meteorologiche o all'altitudine influenzano direttamente l'uscita di un sensore di pressione relativa. Una pressione relativa superiore alla pressione ambiente è indicata come pressione positiva. Se la pressione misurata è inferiore alla pressione atmosferica diventa pressione negativa o vacuometro.



- **Tipi di tecnologie di rilevamento della pressione o principi di funzionamento**

Esistono diverse tecnologie di rilevamento della pressione o principi di rilevamento in grado di trasdurre la pressione in un segnale elettrico misurabile e standardizzato. Questo articolo si concentra sul tipo di diaframma per misurare la deformazione dovuta alla forza applicata sull'area (pressione).

Effetto resistivo o piezoresistivo: i sensori di misura della pressione resistivi utilizzano la variazione della resistenza elettrica di un estensimetro incollato al diaframma (noto anche come elemento di flessione) non esposto al fluido in pressione.

Gli estensimetri spesso comprendono un elemento resistivo metallico su un supporto flessibile incollato al diaframma (cioè estensimetri Metal foil) o depositato direttamente utilizzando processi a film sottile.

Normalmente, gli estensimetri sono collegati per formare un circuito a ponte di Wheatstone per massimizzare l'uscita del sensore e ridurre la sensibilità agli errori. Questa è la tecnologia di rilevamento più comunemente utilizzata per la misura della pressione che utilizza lo stesso principio di funzionamento di una cella di carico.



[VIDEO YOUTUBE](#)

Capacitivo: i sensori di pressione capacitivi utilizzano un diaframma che viene deformato dalla pressione applicata per creare un condensatore variabile. Quando viene applicata la pressione, la forza esterna comprime il diaframma e il valore della capacità diminuisce. Quando la pressione viene rilasciata, il diaframma ritorna alla sua forma originale e ritorna al valore di capacità nominale.

Le tecnologie comuni utilizzano diaframmi in metallo, ceramica e silicio.

I sensori capacitivi, che mostrano una variazione di capacità quando una piastra si flette sotto la pressione applicata, possono essere altamente sensibili e resistere a grandi sovraccarichi. I vincoli sui materiali e i requisiti di giunzione e saldature, tuttavia, possono limitarne le applicazioni.

Effetto piezoelettrico: i sensori di pressione piezoelettrici utilizzano la proprietà dei materiali piezoelettrici come la ceramica o il quarzo metallizzato, generano un potenziale elettrico sulla superficie quando il materiale è soggetto a sollecitazioni meccaniche e deformazioni. L'intensità della carica elettrica è proporzionale al carico applicato e la polarità è definita dalla direzione della forza. Il potenziale elettrico si accumula e si dissipa rapidamente al variare della pressione, consentendo la misura di pressioni dinamiche che cambiano rapidamente.

Si noti che l'effetto piezoelettrico è diverso dall'effetto piezoresistivo. Sebbene entrambe le terminologie siano associate agli effetti della pressione applicata sui materiali (piezo deriva dalla parola greca "pressione fisica"), l'effetto piezoresistivo è legato alla variazione della resistenza elettrica mentre l'effetto piezoelettrico è legato alla produzione di potenziale elettrico (carica) nel materiale.

- **Standard di misurazione della pressione**

La pressione è tipicamente misurata in unità di forza per unità di superficie ($P = F / A$). Nella scienza fisica il simbolo della pressione è SI per misurare la pressione è Pascal (simbolo: Pa). Un Pascal è la forza di un Newton per metro quadrato che agisce perpendicolarmente su una superficie. Altre unità di pressione comunemente usate per indicare la pressione sono psi (libbre per pollice quadrato) e bar.

L'uso delle unità di pressione ha una preferenza nazionale e di applicazione: psi è comunemente usato negli Stati Uniti, mentre bar è l'unità di misura in Europa.

	PASCAL	BAR	STANDARD ATMOSPHERE	POUND PER SQUARE INCH
	(Pa)	(bar)	(atm)	(psi or lbf/in ²)
1 Pa	1	10 ⁻⁵ bar	9.8692×10 ⁻⁶ atm	1.45 × 10 ⁻⁴
1 bar	100,000	1	0.98692	14.5038
1 atm	1013.25	1.01325	1	14.6959
1 psi or lbf/in ²	6,894.76	0.06894	0.06804	1

- **Perché è importante calibrare i sensori di pressione?**

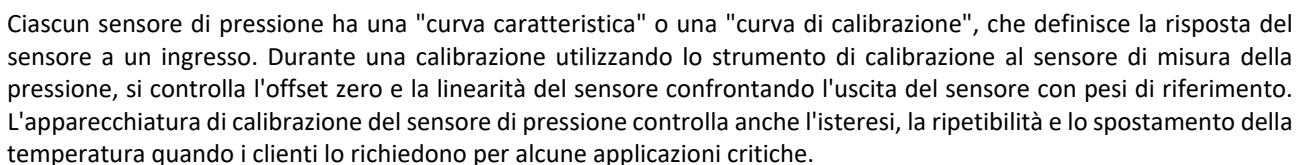
La calibrazione del sensore di misura della pressione è una regolazione o un insieme di correzioni che vengono eseguite su un sensore, o strumento (amplificatore), per assicurarsi che il sensore funzioni nel modo più accurato e privo di errori possibile.

Ogni sensore di misura della pressione è soggetto a errori di misurazione. Queste incertezze strutturali sono la semplice differenza algebrica tra il valore indicato dall'uscita del sensore rispetto al valore effettivo della variabile misurata o pressioni di riferimento.

Offset (o bilanciamento dello zero del sensore di pressione): un offset significa che l'uscita del sensore a pressione zero (zero vero) è superiore o inferiore all'uscita ideale. Inoltre, la stabilità zero si riferisce al grado in cui il trasduttore mantiene il suo equilibrio di zero in tutte le condizioni ambientali e le altre variabili che rimangono costanti.

Interesi: La differenza massima tra le letture di uscita del trasduttore per la stessa pressione applicata; una lettura si ottiene aumentando la pressione da zero a un valore diminuendo la pressione dalla potenza nominale. Di solito è misurato a metà della potenza nominale ed espresso come percentuale della potenza nominale. Le misurazioni devono essere eseguite il più rapidamente possibile per ridurre al minimo l'assestamento.

Temperatura deriva Span e Zero: La variazione dell'uscita e del bilanciamento dello zero, rispettivamente, a causa di una variazione della temperatura al trasduttore.



- **Con quale frequenza deve essere ricalibrato un sensore di pressione?**

La ricalibrazione frequente aiuta a confermare se il sensore ha mantenuto la sua precisione e caratteristiche nel tempo e fornisce un certificato di ricalibrazione per dimostrare che il sensore soddisfa ancora le specifiche.

DSPM *Industria*[®]
sensori & trasduttori