

## SENSORI DI FLUSSO

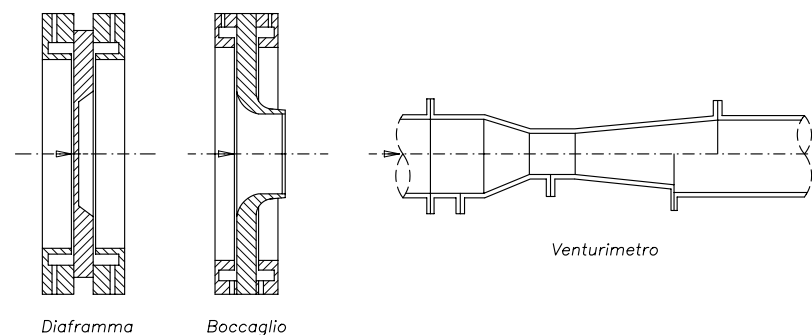
**Introduzione.** La misura della portata (o di flusso) dei liquidi e dei gas è di fondamentale importanza in molti processi industriali. Una misura errata può infatti provocare guasti che danneggiano l'integrità di un impianto industriale o condizionano in modo determinante l'evoluzione di un processo produttivo al punto da comprometterne la resa economica. I misuratori di portata più utilizzati nelle misure industriali sono: a pressione differenziale, a tubo di Pitot, ad area variabile, magnetici, a vortice, volumetrici, a ultrasuoni, termici.

**Flussometro a pressione differenziale.** Questo tipo di flussometro viene inserito nel circuito idraulico in una posizione tale da essere percorso dal liquido (o dal gas) che vi scorre; la sua presenza provoca una variazione di pressione, a monte e a valle del dispositivo, che è proporzionale al quadrato della portata (legge di Bernoulli). È formato da due elementi: il primario e il secondario. L'elemento primario provoca una variazione di energia cinetica che determina il cambio di pressione nel tubo. L'elemento secondario misura la pressione differenziale e genera il segnale che viene convertito nel corrispondente valore di flusso. I dispositivi a strozzamento, diaframmi, bocchigli, venturimetri (fig. A), per tubi circolari sono normalizzati a livello internazionale dalla norma ISO 5167 e dalla norma europea EN-ISO 5167. Vengono utilizzati per misure sia di gas sia di liquidi e di gas, soprattutto nelle misure industriali di portata e nei misuratori fiscali di metano e di gas naturale. Questi dispositivi presentano i seguenti vantaggi: non vi sono organi meccanici in movimento, non richiedono calibrazioni, sono semplici da costruire e il loro costo è relativamente basso. Il campo di lavoro è però limitato alla relazione quadratica tra la differenza di pressione fra monte e valle e la portata fluente, tipicamente 4:1; inoltre la precisione della misura è influenzata dalla viscosità del fluido in misura; può essere usato solo con liquidi che presentano un basso valore del numero di Reynolds. Le perdite di carico sono elevate nei diaframmi e nei bocchigli mentre sono più limitate nei venturimetri. Il principio del Bernoulli viene sfruttato anche dai misuratori a tubo di Pitot e da quelli ad area variabile.

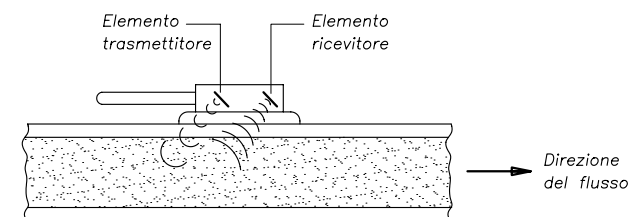
**Flussometri a ultrasuoni.** Sfruttano la proprietà dei materiali di propagare il suono. Nei fluidi, in particolare, la velocità di propagazione del suono dipende dalla massa volumica, dalla pressione e dalla temperatura. Questi strumenti (fig. B) possiedono un elemento trasmittente e uno ricevente posizionato all'esterno del tubo. Il primo invia un impulso a frequenza ultrasonica verso il liquido che scorre nel tubo. L'onda sonora, incontrando particelle solide, bolle o qualsiasi discontinuità nel liquido, riflette l'impulso verso l'elemento ricevente. La frequenza dell'onda ricevuta risulta spostata rispetto a quella trasmessa (effetto Doppler) in misura proporzionale alla velocità del liquido.

**Flussometri magnetici.** Se il liquido presenta una conducibilità elettrica significativa ( $> \mu\text{S/cm}$ ) si possono utilizzare misuratori di portata magnetici. Il principio di funzionamento si basa sulla legge di Faraday dell'induzione magnetica che stabilisce che un conduttore (il liquido stesso) immerso in un campo magnetico produce ai suoi estremi una forza elettromotrice proporzionale alla velocità con cui il conduttore taglia le linee di flusso del campo magnetico (fig. C). Questi misuratori presentano un elevato campo di lavoro (20:1), una buona precisione, sono adatti per liquidi sporchi e abrasivi, non sono utilizzabili con i gas, richiedono un'operazione di calibrazione e sono molto costosi per tubi di piccole e di grandi dimensioni. Nella tabella D sono raccolte informazioni tecniche significative riguardanti i principali misuratori di portata.

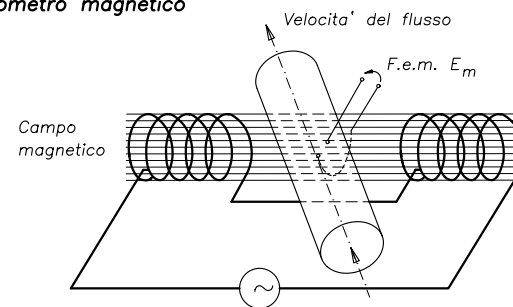
### A Flussometro a pressione differenziale



### B Flussometri a ultrasuoni



### C Flussometro magnetico



### D Parametri dei misuratori di portata

Tipo di misuratore	Diametro della tubazione (mm)	Pressione massima (bar)	Temperatura massima (°C)	Numero di Reynolds	Campo di lavoro	Precisione (% del fondo scala)	Perdite di carico (kPa)	Applicabilità*
A strozzamento	≥50	500	500	>2500	4:1	1+2	20+50	liquidi, gas, vapori
A ultrasuoni	≥3	200	200	qualsiasi	10:1	2+3	0	liquidi, gas
Magnetici	≥3	200	200	qualsiasi	20:1	0,5	0	liquidi conduttori
Termici	≥3	100	100	qualsiasi	10:1	0,5	1+2	gas

