



Ital Control Meters

Guida Portate ICM

Il successo di una misura non dipende solamente dall'acquisto di un ottimo apparecchio, bensì dalla scelta dello strumento più adatto all'applicazione specifica...

Identifichiamo i principali limiti applicativi per le diverse tecnologie

Formule ed equivalenze di conversione

	Liquido	Gas	Vapore	Densità variabili	Alte viscosità	Corrosione chimica	Fluidi incrostanti	Solidi sospesi
Ultrasuoni	○	○	○	○	○	○	○	○
Termici	○	○	○	○	○	○	○	○
Coriolis	○	○	○	○	○	○	○	○
Magnetici	○	○	○	○	○	○	○	○
Vortex	○	○	○	○	○	○	○	○
Area Variabile	○	○	○	○	○	○	○	○
Bersaglio	○	○	○	○	○	○	○	○
Ruote ovali	○	○	○	○	○	○	○	○
Pistone oscillante	○	○	○	○	○	○	○	○
Turbine	○	○	○	○	○	○	○	○
Pitot multipli	○	○	○	○	○	○	○	○
Radar	Solo polveri e granulati solidi			○	○	○	○	○

CALCOLO DEL NR. DI REYNOLDS

$$Re = \frac{V \text{ (m/s)} \times \rho \text{ (Kg/m}^3\text{)} \times d \text{ (mm)}}{\mu \text{ (cPois)}}$$

CALCOLO VELOCITA' IN TUBO CIRCOLARE

$$V \text{ (m/s)} = \frac{Q \text{ (l/h)}}{\emptyset^2 \text{ (mm)} \times 2,826}$$

PORTATA VOLUMETRICA

1	m³/h
1000	l/h
16.66	l/min
35.315	ft³/h
150.96	oil bbl/d
264.17	USgal/h

PORTATA MASSICA

1	T/h
1000	Kg/h
16.66	Kg/min
0.6124	lb/s
2204.6	lb/h
36.744	lb/min

PRESSIONE

1	Bar
100	kPa
1000	mBar
1.0197	kg/cm²
0.98692	atm
14.5	psi
10197	mm H2O 4°C
33.455	ft H2O 4°C
401.46	inch H2O 4°C
750.06	mm Hg 0°C
29.53	inch Hg 0°C

TEMPERATURA

$$\begin{aligned} \text{°Centigradi} &= \text{°Fahrenheit} - 32 (\div 9 \times 5) \\ \text{°Fahrenheit} &= \text{°Centigradi} (\times 9 \div 5) + 32 \end{aligned}$$

DENSITA'

1	g/cm³
1000	Kg/m³
62.428	lb/ft³
0.036127	lb/inch³

VISCOSITA' DINAMICA

1	cP
0.01	Pois
0.001	Pa·s
1	mPa·s
0.001	kg/(m·s)

VISCOSITA' CINEMATICA

1	cSt
0.01	St
0.01	cm²/s
0.03875	ft²/hr
0.0036	m²/h

Viscosità dinamica (mPa.s) = Viscosità cinematica (cSt) × densità (Kg/dm³)
 °Engler = Viscosità cinematica (cSt) × 0,132

Legenda

○ Adatto ○ Parzialmente adatto ○ Non adatto

Identifichiamo i principali limiti applicativi per le diverse tecnologie

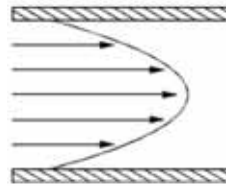
Naturalmente ogni singola tecnologia per la misura della portata avrà le sue peculiarità ed i suoi criteri per la scelta dell'installazione corretta. A questo proposito il manuale di istruzione a corredo di ogni strumento fornirà tutte le istruzioni del caso. Quello che intendiamo fornire qui sotto sono alcuni concetti generali applicabili ai misuratori di portata basati sulla misura della velocità del fluido per una sezione nota.

Sviluppo del profilo di flusso:

Qualsiasi fluido che si trovi a scorrere in una tubazione, tenderà a disporsi secondo principi legati alla fluidodinamica ed in funzione della geometria della tubazione stessa. Per effettuare una misura rappresentativa della reale portata in transito, lo strumento dovrà essere installato in un punto ove il profilo di sviluppo del flusso raggiunga una distribuzione regolare. I profili di flusso dipendono soprattutto dal regime di moto in cui essi si trovano solitamente. Nel processo si cerca di lavorare con moto di tipo turbolento, più raramente si trovano situazioni con regime di moto laminare. Tuttavia è bene sapere che esiste anche il moto transitorio (Reynolds circa 2100 .. 3000) dove il fluido passa continuamente da moto laminare a turbolento, e moto metastabile (Reynolds circa 3000 .. 4300) dove il fluido mantiene il suo moto se non è disturbato. Solitamente si cerca di evitare di far lavorare un fluido in queste zone.

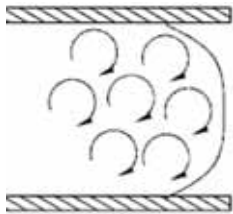
Regime di moto laminare:

Si riscontra per numero di Reynolds inferiore a 2.100. La velocità massima rispetto alla sezione di passaggio del fluido è molto superiore rispetto alla velocità media. In questo regime di moto occorrono grandi tratti rettilinei per sviluppare un profilo di flusso ottimale. Si presenta in presenza di basse velocità ed alte viscosità.



Regime di moto turbolento:

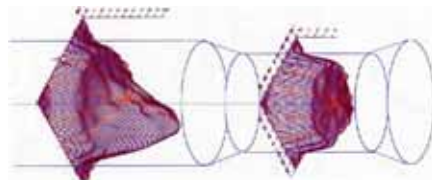
Si riscontra per numero di Reynolds superiore a 4.300. Il profilo di distribuzione delle velocità assume una forma molto più piatta con il valore massimo prossimo al valore medio reale. È la migliore condizione in cui ci si possa trovare in quanto il profilo di flusso ottimale si ottiene impiegando tratti rettilinei inferiori rispetto al moto laminare.



Tratti rettilinei a monte e valle del punto ideale di misura:

Visto quanto sopra riportato, oltre ad analizzare il numero di Reynolds e a determinare quindi il tipo di moto del fluido, è fondamentale analizzare la geometria della tubazione e la presenza di elementi che possano perturbare lo sviluppo del profilo di flusso nel punto prescelto per la misura. Tipicamente dopo una curva a gomito, in regime di flusso turbolento, sono richiesti 10 diametri di tratto rettilineo a monte del sensore di misura ed altri 5 diametri di tratto rettilineo a valle.

Nella figura a lato si evidenziano due situazioni:
a) a monte della riduzione un profilo di flusso sbilanciato verso il basso, probabile causa di una misura poco accurata
b) a valle della riduzione un profilo di flusso ben sviluppato, certezza di una misura precisa e ripetibile.



Scopriamo in poche parole tutti i principi di misura

Ultrasuoni un segnale ultrasonico viene inviato e poi ricevuto da una coppia di sensori collocati all'esterno della tubazione. La differenza del tempo che il segnale impiega ad attraversare il fluido in una direzione e poi in quella opposta è proporzionale alla velocità di transito e quindi alla sua portata.

Termici si basa sul controllo del raffreddamento di un termoelemento "caldo" riferito ad un altro termoelemento "freddo". Controllando la corrente necessaria per mantenere costante il delta T è possibile rilevare la portata in massa del gas in transito.

Coriolis uno o due tubi vengono messi in rotazione alternata (vibrazione). La massa del fluido genera una spinta (accelerazione di Coriolis) che cambia l'assetto della struttura vibrante. Due trasduttori posti tra ingresso ed uscita dei tubi, rilevano uno scostamento di fase proporzionale alla massa in transito.

Magnetici è la legge di Faraday applicata ad un tubo di misura nel quale viene indotto un campo magnetico. L'attraversamento di questo campo da parte del liquido genera una forza elettromotrice ai capi di due elettrodi affacciati all'interno del tubo di misura, proporzionale alla velocità di passaggio.

Vortex un ostacolo (shedder) viene inserito nel tubo di misura ostruendo parzialmente il passaggio del fluido. A valle di questo ostacolo si genera un treno di vortici. Un cristallo piezoelettrico ne raccoglierà la frequenza che è proporzionale alla portata in transito.

Area variabile si basa sulla misura del dislocamento di un corpo all'interno del tubo di misura. La variazione dell'area di passaggio generata dalla spinta del fluido sul galleggiante è proporzionale alla portata in transito.

Bersaglio si basa sulla misura dello spostamento di un bersaglio all'interno del corpo di misura, quando questo viene investito dal flusso. La posizione del bersaglio è proporzionale alla portata in transito.

Ruote ovali si basa sul moto di una coppia di ruote di forma ellittica all'interno di una camera di misura. Ad ogni rotazione completa delle ruote ovali, una quantità nota di liquido viene trasferita dall'ingresso all'uscita del misuratore. Il numero di rotazioni risulterà proporzionale alla portata.

Pistone oscillante il liquido che attraversa il contatore volumetrico esercita una pressione su di un pistone che inizia a ruotare. Spostandosi all'interno del corpo di misura, il pistone trasporta il liquido incamerato verso l'uscita del contatore. Il volume della cavità è noto, dunque anche la portata.

Turbine si basano sulla misura del numero di giri della turbina quando questa viene investita dal flusso. Ogni volta che una delle lame della turbina passa nella zona dove è installato il sensore induttivo viene generato un impulso la cui frequenza è proporzionale alla portata.

Pitot multipli è basato sul noto principio di Bernoulli mediante il quale è possibile determinare la velocità di transito del fluido tramite la differenza tra la pressione dinamica rilevata a monte di un elemento inserito nella tubazione e la pressione statica misurata a valle dell'elemento stesso.

Radar si basa sull'interazione del flusso di materiali solidi che transitano in una tubazione metallica circolare o quadrata con un segnale radar generato e trasmesso. Analizzando il segnale di ritorno in frequenza ed ampiezza, è possibile la diretta determinazione della portata in massa del prodotto.

Valutiamo i limiti operativi di ogni tecnologia di misura

	Ultrasuoni	Termici	Coriolis	Magnetici inserzione	Magnetici	Vortex ad inserzione	Vortex	Area Variabile	Bersaglio	Ruote Ovali	Pistone oscillante	Turbine ad inserzione	Turbine	Pitot multipli	Radar
Q min.	10 l/h	0,05 Nm³/h	15 g/h	5 m³/h	2,5 l/h	8 liq (m³/h) 180 gas	0,77 liq (m³/h) 20 gas	0,1 liq (l/h) 3 gas	1,5 liq (m³/h) 45 m³/h gas	0,5 l/h	8 l/h	3 liq (m³/h) 40 gas	0,06 liq (m³/h) 0,3 gas	460 l/h	1 Kg/h
Q max.	2.000.000 m³/h	35.000.000 Nm³/h	2.500.000 Kg/h	120.000 m³/h	3.400 m³/h	100.000 liq (m³/h) 1.000.000 gas	2.500 liq (m³/h) 20.000 gas	130 liq (m³/h) 4.000 gas	1.300 liq (m³/h) 39.000 gas	72 m³/h	60 m³/h	100.000 liq (m³/h) 680.000 gas	1.300 liq (m³/h) 25.000 gas	4.000.000 m³/h	1.000 t/h
Precisioni	0,5% ... 1% v.m.	1% v.m.	0,05%... 0,15% v.m.	2% v.m.	0,5% v.m.	1% liq 1,5% gas	0,7% liq 1% gas	1,6% f.s.	2,5% f.s.	0,5% v.m.	0,8% v.m.	1% v.m.	0,5% v.m. 1% v.m.	1% f.s.	2% .. 5%
Ø minimo	DN 6	DN 10	DN 0,9	DN 80	DN 3	DN 80	DN 25	DN 6	DN 50	DN 3	DN 6	DN 80	DN 6	DN 40	DN 25
Ø massimo	DN 6.500	DN 12.000	DN 400	DN 2.000	DN 350	DN 2.000	DN 300	DN 150	DN 400	DN 100	DN 100	DN 2.000	DN 600	DN 12.000	DN 250
Pressioni massime	Nessun limite	25 bar	900 bar	40 bar	40 bar	138 bar	52 bar	500 bar	40 bar	550 bar	40 bar	345 bar	900 bar	400 bar	10 bar
Temperature massime	450 °C	500 °C	260 °C	120 °C	130 °C	316 °C	400 °C	350 °C	200 °C	150 °C	150 °C	400 °C	250 °C	1200 °C	200 °C
Materiali standard	n.a. (clamp-on)	AISI316/ Hastelloy C	AISI316 Hastelloy C	PTFE AISI316 Hastelloy C	PTFE, PP, PVDF, EBANITE Hastelloy C	AISI316L	AISI316L	AISI 316	AISI 316	AISI316 PPS	AISI 316	AISI316L	AISI 316	AISI 316 Hastelloy C	Acciaio ST 52
Materiali speciali	n.a. (clamp-on)	Tutto Hastelloy C	Tantalio, Monel Hastelloy B Nickel	PTFE AISI317LN Hastelloy C	PTFE, PP, PVDF, Titanio	No	Hastelloy C	Riv. PTFE	Riv. PTFE	Alluminio	PP, PVC PTFE PVDF	No	PVC PVDF	Duplex, Titanio Monel, PVDF	AISI 316
Comunicazione	4/20 mA imp. modbus seriale	4/20 mA impulsi seriale	4/20 mA impulsi profibus HART	4/20 mA impulsi HART	4/20 mA impulsi HART	4/20 mA impulsi HART	4/20 mA impulsi HART	4/20 mA impulsi HART Profibus	4/20 mA impulsi HART Profibus	impulsi 4/20 mA	impulsi 4/20 mA	4/20 mA impulsi HART	impulsi 4/20 mA	4/20 mA HART Profibus	4/20 mA seriale Modbus
Area pericolosa	EEx de	EEx d	EEx de	EEx de	EEx de	No	EEx d	EEx i	EEx i	EEx i	EEx i	No	EEx i	EEx i	EEx d
Prezzo rif. DN25 (300 mm per inserzione)															

Tabella compilata sulla base della strumentazione distribuita da Ital Control Meters

Ital Control Meters

Via della Valle 67 // 20048 Carate Brianza // MI //

Tel // 0362805200

Fax // 0362805201

www.italcontrol.it // info@italcontrol.it

www.italcontrol.it

Portata // Livello // Densità // Viscosità // Concentrazione Polveri