

Misure di velocità e portata nei fluidi

27 marzo 2009



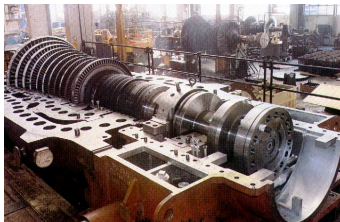
Doppia accezione:

- ▶ Velocità locale del fluido nell'intorno di un determinato punto
- ▶ Portata di fluido, ovvero volume di fluido che attraversa una sezione fissa nell'unità di tempo

La velocità nello spazio è una grandezza vettoriale e quindi, in generale, è necessario calcolare modulo e direzione della velocità.



Esempi di applicazioni



I trasduttori più comunemente utilizzati si basano sui seguenti principi:

- ▶ differenza tra pressione statica e totale nel fluido
- ▶ scambio di calore per convezione
- ▶ effetto Doppler
- ▶ ...



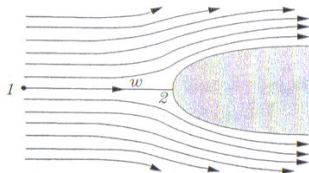


FIG. 3.1. *Andamento del campo di velocità di una corrente fluida*

- 1 → Flusso indisturbato
- 2 → Punto di ristagno ($w = 0$)

Legge di Bernoulli generalizzata:

$$\frac{\delta w^2}{2} + \frac{\delta p}{\rho} + g\delta z + \delta R + \delta L = 0$$

Ipotesi:

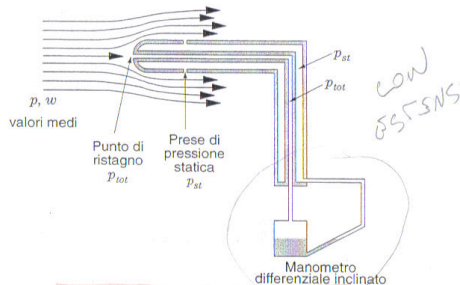
- ▶ No attriti ($\delta R = 0$)
- ▶ No lavori esterni ($\delta L = 0$)
- ▶ No variazione di quota ($\delta z = 0$)

⇓

$$p_1 + \rho \frac{w^2}{2} = p_2$$



Tubo di Pitot - schema costruttivo



$$w = k \sqrt{\frac{2(p_{tot} - p_{st})}{\rho}}$$



Tubo di Pitot - la presa statica

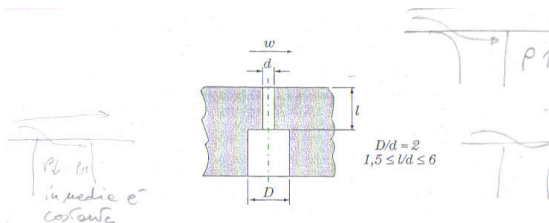


FIG. 3.3. Caratteristiche costruttive delle prese di pressione statica

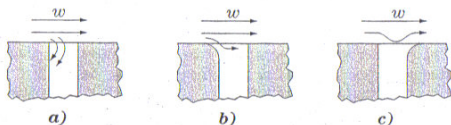


FIG. 3.4. Comportamento del fluido in relazione a diverse tipologie di prese di pressione



Tubo di Pitot - la presa statica (2)

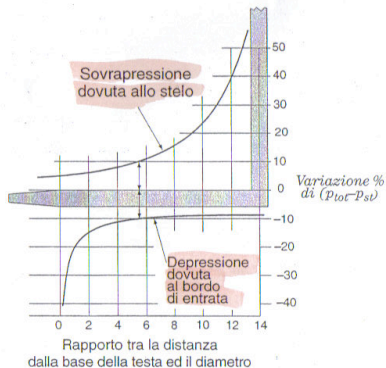
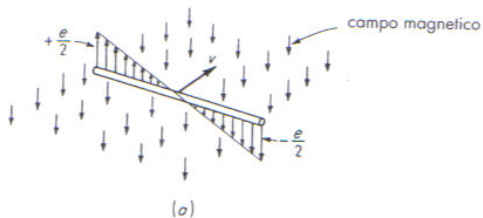


FIG. 3.13. *Variazioni della pressione lungo la sonda a causa dello stelo e del bordo di entrata*



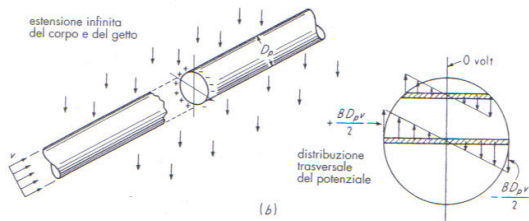


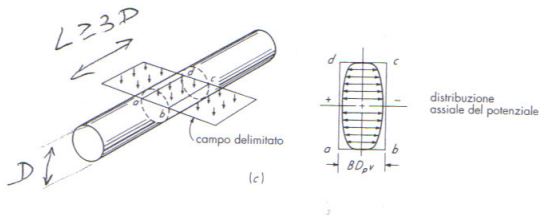
$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$e = Blv$$



Misuratori elettromagnetici (2)

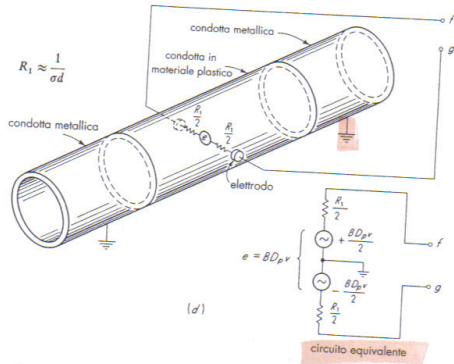




La tensione misurata è direttamente proporzionale alla media di qualunque profilo di velocità, purché questo sia simmetrico rispetto al centro del tubo.



Misuratori elettromagnetici (4)



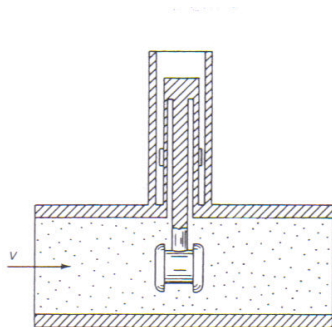
Aspetti positivi:

- ▶ non provocano ostruzioni nel fluido
- ▶ si possono misurare flussi inversi
- ▶ insensibilità alla viscosità, densità e disturbi nel flusso

Aspetti negativi:

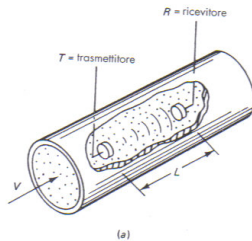
- ▶ applicabili solo a fluidi conduttori elettrici
- ▶ serve tratto di condotta isolante elettricamente





$$F_d = \frac{C_d A \rho V^2}{2}$$

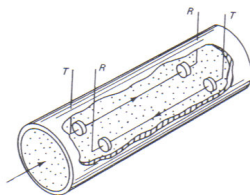




$$t_0 = \frac{L}{c} \quad t = \frac{L}{c+V} \approx \frac{L}{c} \left(1 - \frac{V}{c}\right)$$

$$\Delta t = t_0 - t \approx \frac{LV}{c^2}$$



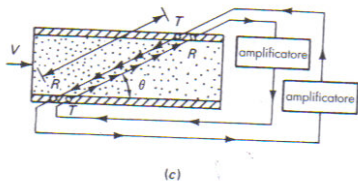


(b)

$$t_1 = \frac{L}{c+V} \quad t_2 = \frac{L}{c-V}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2VL}{c^2 - V^2} \approx \frac{2VL}{c^2}$$



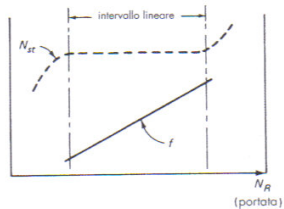


$$t_1 = \frac{L}{c + V \cos \theta} \quad t_2 = \frac{L}{c - V \cos \theta}$$

$$\Delta f = \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} = \frac{2V \cos \theta}{L}$$



Misuratori a distacco di vortici



$$f = \frac{N_{st} V}{d}$$



- ▶ Angrilli F., “Corso di Misure Meccaniche Termiche e Collaudi - Gli strumenti di Misura”, cap.III - Misure di velocità e portate nei fluidi.
- ▶ Doebelin E.O., “Strumenti e Metodi di Misura”, cap.10 - Misure di flusso.

