

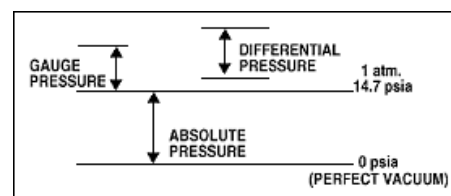
Sensori di pressione



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Terminologia

- Pressione relativa (*Gage Pressure*)
Pressione misurata relativamente alla pressione atmosferica.
- Pressione assoluta (*Absolute Pressure*)
Pressione misurata relativamente alla pressione nulla.
- Pressione differenziale (*Differential Pressure*)
Pressione misurata relativamente ad una pressione di riferimento.
- Grado di vuoto (*Vacuum*)
Grado di vuoto misurato relativamente alla pressione atmosferica.



1 psi	= 51.714 mmHg
	= 2.0359 in.Hg
	= 27.680 in.H ₂ O
	= 6.8946 kPa
1 bar	= 14.504 psi
1 atm.	= 14.696 psi

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Criteri di scelta di un trasduttore di pressione

- Condizioni di utilizzo
 - Range richiesto
 - Assoluto, relativo, differenziale o vuoto
 - Intensità di sovrappressioni temporanee (*Burst*) e limiti di sovrappressione
 - Compatibilità chimica con il fluido da misurare
 - Temperatura operativa
 - Compensazione della temperatura
- Accuratezza
- Sensitività
- Tempo di risposta / Risposta in frequenza
- Tipo di segnale in uscita richiesto
 - Analogico, digitale, manuale
- Costo

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Tipi di sensore di pressione

- Gravitazionali
 - Basati sulla misura dell'altezza di una colonna di liquido
- Meccanici
 - Basati sulla deformazione di un elemento elastico
 - A soffietto (*bellows*), tubi Bourdon, diaframmi (*diaphragms*)
- Elettrici

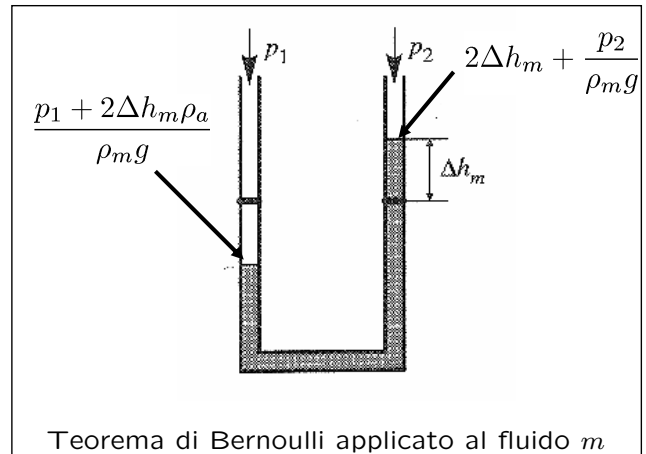
Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Manometri (*Manometers*)

- I manometri a colonna o a U (*U-tube manometers*) sono i sensori di pressione più semplici.

- Vantaggi

- Semplici
- Economici
- Ottima sensibilità (soprattutto quelli inclinati)
- Ottima accuratezza (0.5 mm H₂O o Hg)



- Svantaggi

- Risposta dinamica lenta
- Soltanto sensori locali
- Range di pressione limitato
 - 0.001-0.25 bar (ad acqua)
 - 0.01-2 bar (a mercurio)

Nel caso in cui:

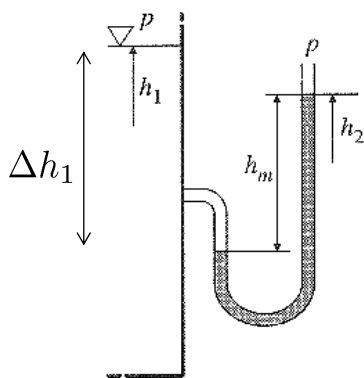
- p_2 è nota (es: press. atmosferica)
- Densità del fluido $\rho_a \approx 0$ (es: aria)

$$\hookrightarrow p_1 - p_2 = 2\rho_m g \Delta h_m$$

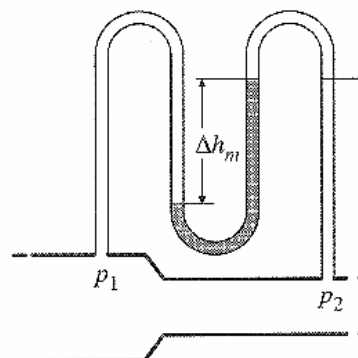
Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Manometri (*Manometers*)

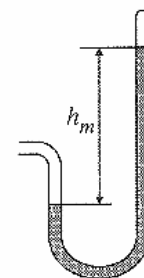
- Esempi di manometri a U



a U aperto



differenziale



chiuso

$$p_1 - p_2 = (\rho_m - \rho_f)g\Delta h_m$$

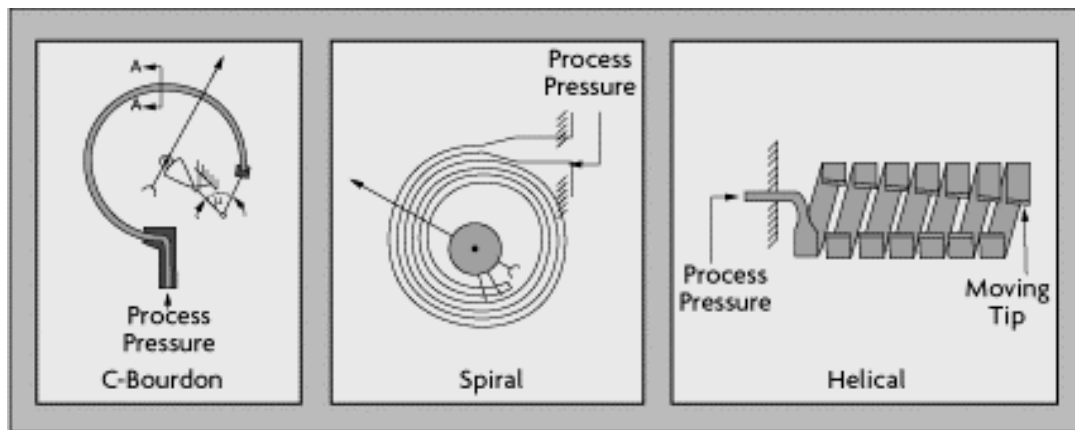
ρ_f = densità del fluido

$$p_1 = \rho_m g h_m$$

Es: barometro

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Dispositivi meccanici: Tubi Bourdon



a "C"

a spirale

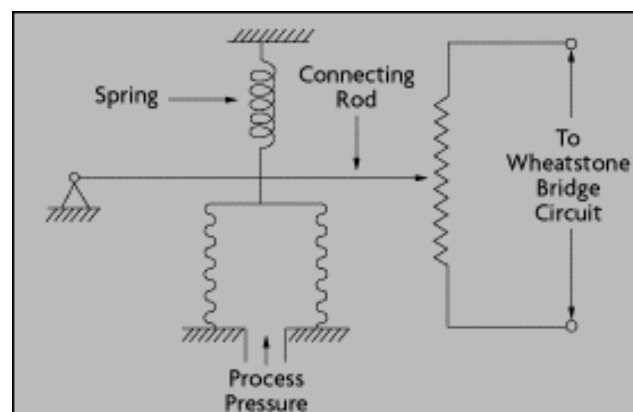
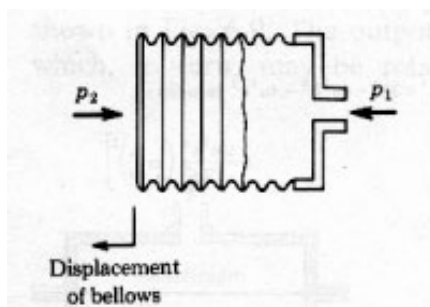
a elica

La pressione del fluido entrante nel tubo ne provoca una deformazione che può essere opportunamente rilevata e trasdotta

- Range di pressione: da 10^{-2} a 10^4 bar
- Accuratezza fino al 0.1% FS
- Bronzo fosforoso o acciaio inossidabile

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

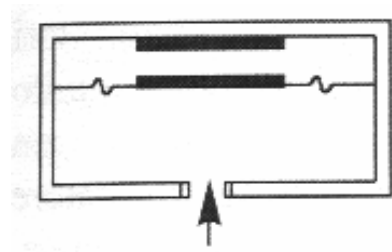
Dispositivi meccanici: a soffiETTO (*bellows gages*)



- Range di pressione: max alcuni Kg/cm^2
- Accuratezza fino al 0.5% FS
- Bronzo fosforoso o acciaio inossidabile
- Tempi di risposta lunghi

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

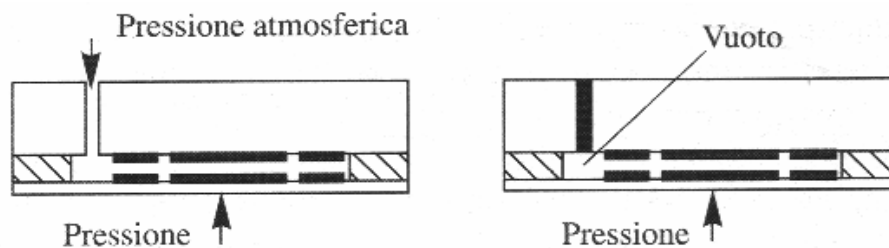
Dispositivi meccanici: a diaframma (*Diaphragm Gages*)



- Range di pressione: sia pressioni piccole che elevate
- La dinamica può essere molto veloce
- Possono usare un estensimetro o un sensore di posizione come trasduttore in tensione
- Il disco presenta ondulazioni per aumentarne la deformabilità

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Dispositivi meccanici: celle di misura capacitiva



- Principio: la pressione varia la distanza d fra le armature di un condensatore, e quindi la capacità

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 A / d$$

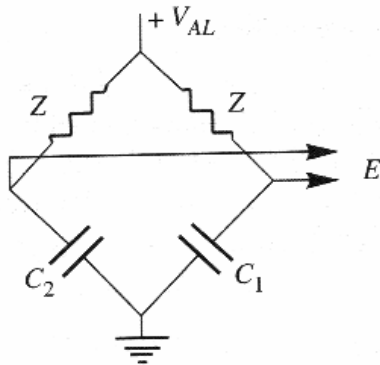
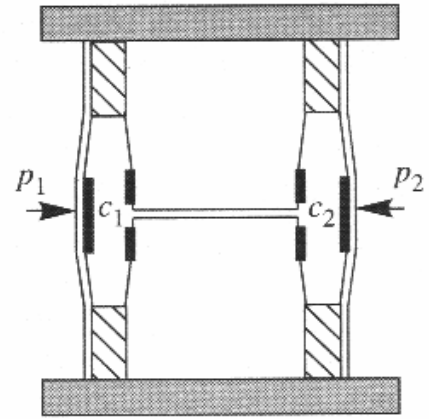
- A = area delle armature
- ϵ_r = costante dielettrica del mezzo
- ϵ_0 = costante dielettrica del vuoto
- d = distanza fra le armature

- Pressione relativa (press. atmosferica) o assoluta (vuoto)
- Range di pressione: sia pressioni piccole che elevate
- La dinamica può essere molto veloce
- Trasduzione: es. ponte di Wheatstone alimentato in tensione alternata

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Dispositivi meccanici: celle di misura capacitave

- Cella ceramica a doppia capacit 
- Per misure differenziali
- Dielettrico = liquido che pu  passare da una capacit  all'altra
- Il flusso del dielettrico dipende dalla differenza di pressione $p_1 - p_2$



- Trasduzione con ponte di Wheatstone
- Doppia capacit  = sensitivit  raddoppiata

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Sensori di pressione

Fine

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08