

Analizzato nella lezione di oggi

Il segnale in uscita al trasduttore non può essere usato come input al blocco successivo (convertitore analogico digitale) perché il segnale è prodotto da un **trasduttore non ideale**. C'è bisogno di un blocco che funzioni da **adattatore** tra il blocco di trasduzione e a/d conv.

Il blocco in questione è il **blocco di condizionamento**.

### Quali sono le funzioni del condizionamento?

- alimentazione del trasduttore
- amplificazione ed attenuazione
- Filtraggio → rimozione del rumore
- modulazione e demodulazione per la trasmissione a distanza
- isolamento

## AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

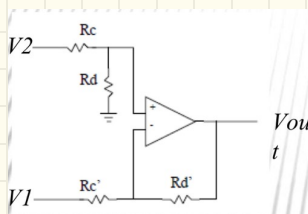
### OpAmp per operazioni

Tramite l'opamp possiamo effettuare un grande numero di operazioni (somma, divisione, etc.). Possiamo porre in **cascata** diversi blocchi elementari per ottenere operazioni più complesse.

Possiamo usare gli opamps anche come **adattatori di impedenza** ovvero far sì che un determinato blocco non carichi eccessivamente i blocchi successivi; questo perché gli opamps hanno come impedenza in ingresso un'impedenza molto alta (scorre quasi corrente pari a zero in ingresso).

### OpAmp differenziali

Tramite questa configurazione possiamo effettuare la differenza di due ingressi.



### Trasmissione del segnale

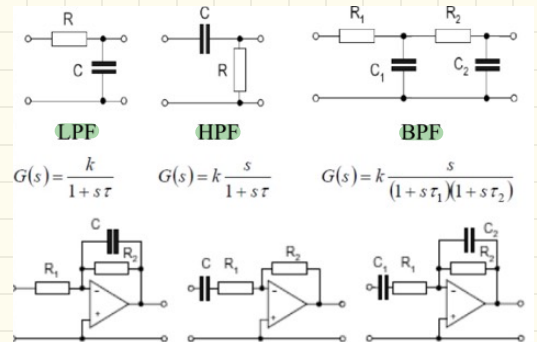
Nel blocco di condizionamento possiamo avere anche un sistema di trasmissione analogico; questo tipo di trasmissione è soggetto all'influenza di errori causati dal rumore, per cui è utilizzato solo per brevi distanze.

Se il ricevitore è lontano è necessaria una trasmissione digitale, che ha degli accorgimenti proprio perché combattere gli errori causati dal rumore.

### Opamps come filtri

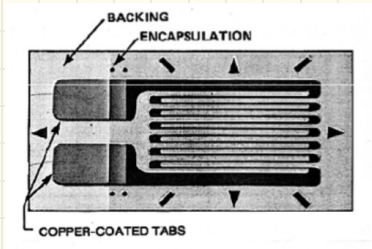
I filtri più semplici sono i circuiti di tipo RC che sono dei filtri di tipo **passivo**; con gli amplificatori possiamo avere vari filtri, come passa basso, passa alto, passa banda.

I filtri composti da amplificatori sono attivi perché il filtro è alimentato (ovvero l'amplificatore).



# CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO

## PONTI IN CORRENTE CONTINUA



Come faccio dalla variazione di resistenza degli strain gauges (estensimetri) a trovare la variazione di tensione in modo da poterla leggere e manipolare?

$$F \rightarrow \text{Estensimetro} \rightarrow \Delta R \rightarrow ? \rightarrow \Delta V$$

↑ obiettivo

### I metodi di misura: confronto zero e ponte

I metodi di ponte fanno parte dei metodi di zero, che a loro volta fanno parte dei metodi di confronto.

Con i **metodi di confronto** andiamo a confrontare una grandezza nota con quella da misurare; dal confronto riusciamo a trovare l'incognita.

Quando il confronto tra incognita e nota avviene azzerando un'altra grandezza, si dice **metodo di zero**.

Infine, con i **metodi di ponte**, abbiamo un circuito che realizza un metodo di zero;

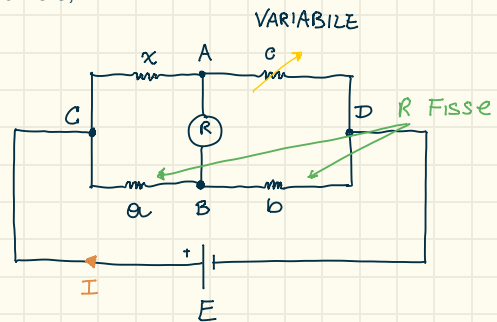
#Ponte, #PonteDiWheatstone

### Ponte di Wheatstone

il funzionamento è analogo al metodo di misura usato con le antiche bilance a piatti: le due masse erano uguali quando i due piatti erano alla stessa altezza.

Ovviamente il peso è proporzionale al braccio della bilancia, quindi:

$$m_x \cdot b = m_c \cdot C \Rightarrow m_x = \frac{C}{b} \cdot m_c$$



Possiamo trovare un punto di equilibrio analogo ai piatti della bilancia anche in questo circuito: quando non passa più corrente tra A e B, allora la resistenza di incognita è uguale a quella del resistore variabile.

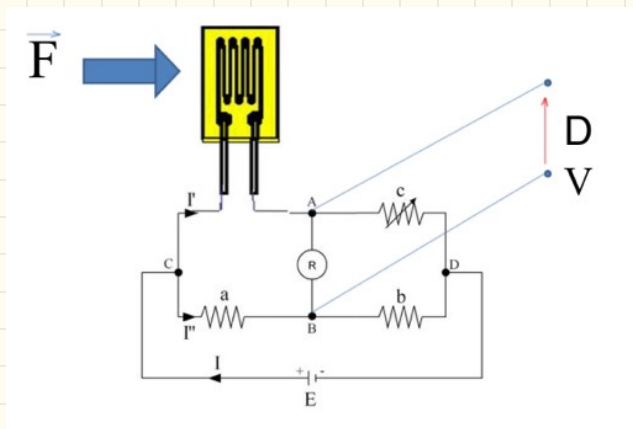
Questo circuito funziona bene quando tutti i resistori sono simili tra loro (di resistenza), ovvero da qualche ohm a qualche decina di kOhm. Non funziona molto bene per grandezze troppo piccole e troppo grandi: questo perché quando colleghiamo i morsetti tra loro abbiamo delle **resistenze di contatto** che modificano il valore. Quando invece abbiamo delle resistenze estremamente elevate, la corrente potrebbe effettuare un salto attraversando addirittura l'aria.

### Ma a cosa ci serve?

Se al posto del resistore x poniamo un trasduttore resistivo, e facciamo in modo che all'inizio della misurazione tutte le resistenze (a, b, c, x) siano uguali tra loro, la differenza di potenziale misurata da R sarà zero (non scorre corrente).

Non appena il sensore viene deformato, varia la sua resistenza ed ai capi di R compare una differenza di potenziale.

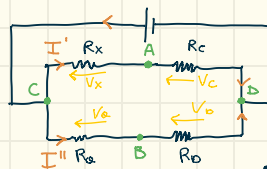
È evidente che il resistore variabile ci serve per **azzerare** lo strumento; non possiamo certamente sostituire un resistore ogni volta che dobbiamo azzerare lo strumento.



$$V = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}}$$

$$\begin{cases} I' = \frac{E}{R_{xc}} = \frac{E}{R_x + R_c} & (1) \\ I'' = \frac{E}{R_{ab}} = \frac{E}{R_a + R_b} & (2) \end{cases}$$

ma in condizioni "azzerate"  $V_{AB} = 0$



$$V_{AD} + V_{DB} = V_{AB} = 0$$

$$\Rightarrow I' \cdot R_c - I'' \cdot R_b = 0 \Rightarrow I' R_c = I'' R_b$$

dalla (1) e (2)  $\frac{E R_c}{R_x + R_c} = \frac{E}{R_a + R_b} R_b$

$$\Rightarrow R_c (R_a + R_b) = R_b (R_x + R_c) \Rightarrow C \cdot a + C \cdot b = b \cdot x + b \cdot c$$

$$\Rightarrow C a + b c - b c = b x \Rightarrow R_x = \frac{R_c R_a}{R_b}$$

# CALCOLO INCERTEZZA COMPOSTA

$$\left(\frac{U_{R_x}}{R_x}\right)^2 = \left(\frac{U_{R_a}}{R_a}\right)^2 + \left(\frac{U_{R_b}}{R_b}\right)^2 + \left(\frac{U_{R_c}}{R_c}\right)^2 + \underbrace{U_G^2}_{\text{INCERTEZZA DI SENSIBILITA'}} \text{ che termine è?}$$

Visto che la misurazione è funzione di 3 resistori, l'incertezza viene calcolata secondo la legge di propagazione dell'incertezza nelle misure indirette, andando a sommare l'incertezza dei resistori.

Notiamo però che c'è un termine "in più" detto **Incetenza di sensibilità**

! FINISCI RAGIONAMENTO

#ToDo

## IL PROBLEMA

Potrebbe accadere che non si riesce ad azzerare la corrente fluisce da A a B (c'è tensione) perché non si riesce a trovare il valore per il quale  $R_x = (R_c R_a) / R_b$ .

Potremmo infatti avere due valori possibili per la resistenza  $R_c$  (variabile): un valore  $C_1$  che ci da un valore misurato dal ponte **minore** di zero, ed un valore  $C_2$  che ci da un valore **maggiore** di zero, senza possibilità a di *beccare proprio zero*.

Possiamo quindi rappresentare questi valori nel seguente modo tramite un asse. Notiamo che si vengono a creare due triangoli; siccome ci serve l'ipotenusa (che interseca l'asse x, e quindi lo zero) possiamo "lavorare" sugli altri due cateti:

$$\frac{AC}{DE} = \frac{BC}{BE}$$

$$\text{ma } \begin{cases} AC = C_2 - C_1 \\ DE = C_2 - C_0 \\ BC = \lambda_2 - (-\lambda_1) \\ BE = \lambda_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{C_2 - C_1}{C_2 - C_0} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_2}$$

$$\Rightarrow C_2 - C_0 = \frac{C_2 - C_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \lambda_2$$

$$\Rightarrow C_0 = -\frac{C_2 - C_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \lambda_2 + C_2$$

Bisogna tenere a mente che questa operazione è di tipo **interpolazione lineare** (tra due punti)

