

Cognome

Nome

Matricola

Aula

Domande a risposta multipla (indicare con X la risposta corretta nella tabella)

Quesito	1	2	3	4
Risposta a				X
Risposta b	X			
Risposta c			X	
Risposta d		X		
Punteggio totale				

- 1) Una resistenza di valore $R = (100 \pm 0.5) \Omega$ è percorsa da una corrente $I = 5 \text{ mA}$ misurata per mezzo di un amperometro di classe 0.5 e fondo scala disponibili pari a 1 mA, 10 mA e 100 mA. L'incertezza relativa della tensione ai capi della resistenza vale:

- a) 2.5 %
- b) 1.5%**
- c) 1%
- d) Nessuna delle precedenti

La lettura a centro scala fa sì che l'incertezza relativa sia pari al doppio della classe: infatti lo 0.5% di 10mA corrisponde a $50\mu\text{A}$ quindi $\frac{\delta I}{I} = \frac{50\mu\text{A}}{5\text{mA}} = 1\%$

$$\text{Quindi si ottiene } \frac{\delta V}{V} = \frac{\delta R}{R} + \frac{\delta I}{I} = 0.5\% + 1\% = 1.5\%$$

- ~~2)~~ Un voltmetro a valor medio a singola semionda con condensatore in serie

- a) È uno strumento che permette di misurare qualunque segnale periodico purché abbia componente continua nulla
- b) È uno strumento che, grazie ad una costante di taratura pari a 1.11, permette di misurare il valore efficace di segnali sinusoidali
- c) È uno strumento che, grazie ad una costante di taratura pari a 2.22, permette di misurare il valore efficace di qualunque segnale periodico
- d) Nessuna delle precedenti**
v.teoria svolta a lezione

- 3) In un oscilloscopio digitale la resistenza di ingresso ha, per convenzione, il valore di $1 \text{ M}\Omega$ in modo tale

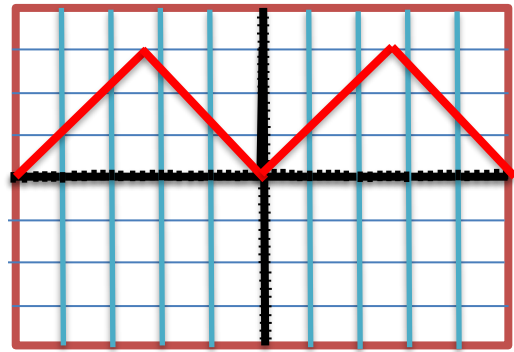
- a) da aumentare il più possibile la frequenza di taglio del filtro passa alto in ingresso dell'oscilloscopio
- b) da ridurre il più possibile la necessità di utilizzo della sonda
- c) da non sovraccaricare il circuito sotto misura**
- d) da avere, grazie alla capacità del cavo posta in parallelo, un filtro passa basso con frequenza di taglio molto alta
v.teoria svolta a lezione

- 4) Il segnale periodico mostrato in figura ($V_{\max}=3\text{ V}$, $V_{\min}=0\text{ V}$) è misurato per mezzo di un voltmetro a vero valore efficace con condensatore in serie. La lettura attesa (senza incertezza) è:

- a) 0.9 V
- b) 1.8 V
- c) -1.8 V
- d) 3 V

Il valor medio è pari a 1.5V, il condensatore elimina il valore medio quindi il segnale, pur mantenendo la forma triangolare, diventa un segnale con valore massimo 1.5V e valore minimo -1.5V.

Il valore efficace è quindi $v_{eff} = \frac{1.5}{\sqrt{3}} \sim 0.9V$



ESERCIZIO

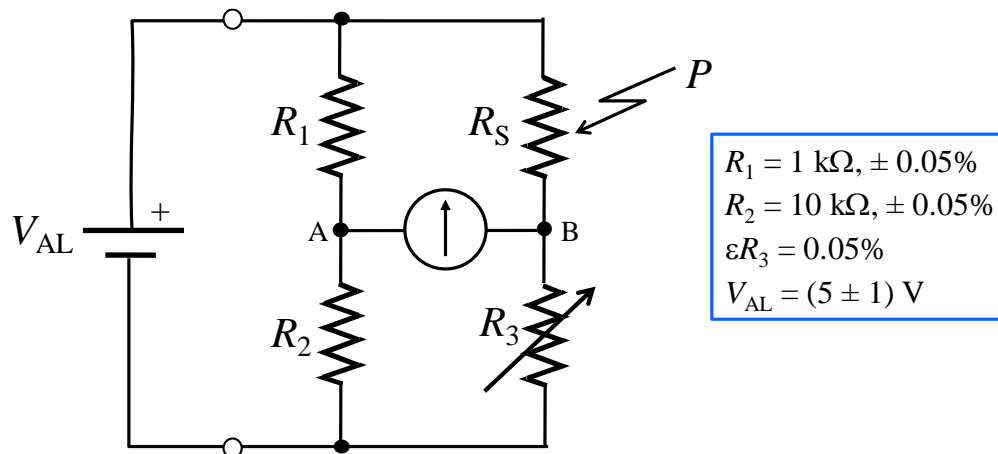
Il ponte di Wheatstone mostrato in figura è impiegato per misurare la pressione di una miscela gassosa mediante un sensore resistivo R_S , che è caratterizzato dalla seguente relazione ingresso/uscita:

$$R_S = R_0 \cdot (1 + A \cdot P); R_0 = 350 \, \Omega; A = 1 \cdot 10^{-6} \, (\text{Pa})^{-1}.$$

L'incertezza garantita dal sensore è pari a $\delta P_S = 100 \, \text{Pa} + 0.001 \cdot P$

Il ponte risulta in equilibrio quando il resistore R_3 vale $3955 \, \Omega$.

Stimare la misura della pressione P tenendo in considerazione i contributi di incertezza legati alla tolleranza dei resistori ed all'incertezza del sensore di pressione.



Modello di misura

In condizioni di ponte in equilibrio, ossia quando la tensione tra i punti A e B è nulla, vale la seguente relazione:

$$V_A = V_{AL} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_B = V_{AL} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_S}$$

da cui si ricava facilmente l'espressione che lega la resistenza incognita (in questo caso R_S) alle resistenze note R_1 , R_2 ed R_3 :

$$R_S = R_3 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

La relazione che lega la resistenza R_S alla pressione P è espressa come:

$$R_S = R_0 \cdot (1 + A \cdot P)$$

Invertendo l'ultima relazione si ottiene la stima della pressione come:

$$P = \frac{1}{A} \cdot \left(\frac{R_S}{R_0} - 1 \right)$$

e sostituendo il valore di R_S precedentemente trovato, si ottiene infine il seguente modello di misura:

$$P = \frac{1}{A} \cdot \left(\frac{R_3 \cdot R_1}{R_0 \cdot R_2} - 1 \right)$$

Stima del misurando

Sostituendo i valori numerici nel modello di misura si ottiene:

$$P = \frac{1}{1 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\frac{3955 \cdot 1 \cdot 10^3}{350 \cdot 10 \cdot 10^3} - 1 \right) = \frac{1}{1 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\frac{3955}{3500} - 1 \right) = 130 \text{ kPa}$$

Stima dell'incertezza

Osservando il modello di misura, si può notare che l'incertezza con cui è stimata la pressione dipende dall'incertezza con cui sono note le resistenze del ponte e dall'incertezza con cui sono noti i parametri A ed R_0 del sensore resistivo. Il costruttore non fornisce tuttavia informazioni relative a questi ultimi due parametri, ma dichiara l'incertezza assoluta di pressione come $\delta P_s = 100 \text{ Pa} + 0.001 \cdot P$

L'incertezza complessiva della misura di pressione è infine stimata come:

$$\delta P = \left| \frac{\partial P}{\partial R_1} \right| \cdot \delta R_1 + \left| \frac{\partial P}{\partial R_2} \right| \cdot \delta R_2 + \left| \frac{\partial P}{\partial R_3} \right| \cdot \delta R_3 + \delta P_s$$

$$\left| \frac{\partial P}{\partial R_1} \right| = \frac{1}{A} \cdot \frac{R_3}{R_0 \cdot R_2} = 1130 \frac{\text{Pa}}{\Omega}$$

$$\left| \frac{\partial P}{\partial R_2} \right| = \frac{1}{A} \cdot \frac{R_3 \cdot R_1}{R_0 \cdot R_2^2} = 113 \frac{\text{Pa}}{\Omega}$$

$$\left| \frac{\partial P}{\partial R_3} \right| = \frac{1}{A} \cdot \frac{R_1}{R_0 \cdot R_2} = 285.7 \frac{\text{Pa}}{\Omega}$$

$$\delta R_1 = 0.50 \Omega; \quad \delta R_2 = 5.0 \Omega; \quad \delta R_3 = 1.98 \Omega$$

Sostituendo i valori numerici nell'espressione dell'incertezza assoluta δP si ottiene:

$$\begin{aligned} \delta P &= 565 + 565 + 565 + (100 + 0.001 \cdot 130000) = \\ &= 565 + 565 + 565 + 230 = 1925 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Dichiarazione finale della misura

$$P = (130.0 \pm 1.9) \text{ kPa}$$