SOLUZIONI

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					
Risposta d		X	X		
Punteggio totale					

1) Un resistore incognito R_x è misurato per mezzo della seconda legge di Ohm. Il resistore presenta una resistività ρ pari a $1.72 \cdot 10^{-8}$ Ωm conosciuta con incertezza pari al 10%, lunghezza l=(2±0.02) m. La sezione del resistore è quadrata di lato a pari a 0.5 mm (±5%). Il valore del resistore è pari a:
   a) (1.38 ± 0.01) Ω
   b) (0.14 ± 0.03) Ω
   c) (0.014 ± 0.003) Ω
   d) Nessuna delle precedenti la risposta

$R_x = \rho\, l / a^2 = 0.1376\ \Omega$
$\delta R_x / R_x = \delta\rho/\rho + \delta l/l + 2\, \delta a / a$ = 10%+1%+10%= 21%
δR_x = 10%+1%+10%= 21% 0.1376 = 0.03 Ω

2) Un segnale sinusoide a circa 100 Hz ed ampiezza pari ad 1 V viene misurato per mezzo di un voltmetro in continua realizzato con il metodo a doppia rampa. Indicare l'affermazione corretta fra le seguenti:

   a) La lettura ottenuta dipenderà principalmente dal valore dei resistori utilizzati nel circuito a doppia rampa
   b) La lettura ottenuta non dipenderà dal tempo di integrazione del segnale di ingresso
   c) La lettura ottenuta dipenderà dalla presenza o meno del condensatore di ingresso
   d) Nessuna delle precedenti

v. teoria svolta a lezione: se il tempo di integrazione sarà pari a un multiplo di 10 ms la lettura sarà pari a 0 V. Per altri valori del tempo di integrazione avremo letture differenti.

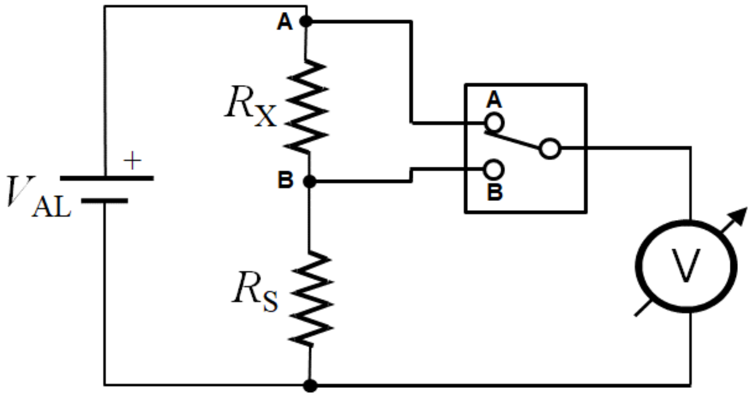
3) In un oscilloscopio digitale la sonda attenuatrice è sempre necessaria per misurare:
   a) Qualunque segnale purché a frequenza inferiore a 100 Hz
   b) Qualunque segnale periodico con frequenza superiore alla frequenza di campionamento massima dell'oscilloscopio
   c) Qualunque segnale purché privo di componente continua
   d) Nessuna delle precedenti risposte

v. teoria

4) Affinché un frequenzimetro a misura indiretta di frequenza minimizzi l'incertezza di quantizzazione è necessario che:
   a) Il rapporto fra la frequenza del quarzo campione e la frequenza del segnale da misurare sia la più grande possibile
   b) Il rapporto fra la frequenza del quarzo campione e la frequenza del segnale da misurare sia la più piccola possibile
   c) La frequenza del segnale da misurare sia la più alta possibile
   d) Il quarzo campione abbia la frequenza più bassa possibile

L'inc. di q.ne in un freq. a misura indiretta è data da $u_q = f_x/f_c = T_c/T_x$ da cui l'unica risposta corretta è la a)

ESERCIZIO



Il valore di un resistore incognito R_X è misurato mediante il circuito riportato in figura, dove R_S è un resistore campione ed il voltmetro numerico V misura le tensioni V_A e V_B a seconda della posizione del commutatore.

Il voltmetro V è impiegato in corrispondenza della portata 2 V ed è caratterizzato dalle seguenti specifiche metrologiche:

$$\delta V = \pm\,(0.005\%\ L + 0.002\%\ P)\ \text{V}$$

dove *L* è la lettura e *P* la portata.

Il resistore campione R_S ha valore (1.000 ± 0.001) kΩ.

Stimare la misura (valore e incertezza) di R_X considerando trascurabile l'effetto di carico del voltmetro e avendo a disposizione le seguenti letture:

- V_A = 1.000997 V
- V_B = 0.999956 V

Modello di misura

Nel caso di effetto di carico trascurabile del voltmetro, si può assumere che la corrente che attraversa i due resistori è la stessa, per cui vale la seguente relazione:

$$I_T = \frac{V_B}{R_S} = \frac{V_A}{R_X + R_S}$$

da cui si ricava l'espressione che lega la resistenza incognita al resistore campione R_S ed alle letture di tensione:

$$R_X = R_S \cdot \left(\frac{V_A}{V_B} - 1 \right)$$

Stima del misurando

Sostituendo i valori numerici nel modello di misura si ottiene:

$$r_X = 1000 \cdot \left(\frac{1.000997}{0.999956} - 1 \right) \approx 1.04105\ \Omega$$

Stima dell'incertezza

Dal modello di misura si può osservare che l'incertezza con cui è stimata la resistenza R_X dipende dall'incertezza del resistore campione R_S, dall'incertezza delle due misure di tensione.

L'incertezza della misura di R_X è stimata come:

$$\delta R_X = \left|\frac{\partial R_X}{\partial R_S}\right| \cdot \delta R_S + \left|\frac{\partial R_X}{\partial V_A}\right| \cdot \delta V_A + \left|\frac{\partial R_X}{\partial V_B}\right| \cdot \delta V_B$$

$$\left|\frac{\partial R_X}{\partial R_S}\right| = \frac{V_A}{V_B} - 1 = 0.00104\,\frac{\Omega}{\Omega}$$

$$\left|\frac{\partial R_X}{\partial V_A}\right| = \frac{R_S}{V_B} = 1000\,\frac{\Omega}{\mathrm{V}}$$

$$\left|\frac{\partial R_X}{\partial V_B}\right| = \frac{R_S \cdot V_A}{V_B^2} = 1001\,\frac{\Omega}{\mathrm{V}}$$

$$\delta R_S = 1\,\Omega$$

$$\delta V_A = 0.005\% \cdot 1.000997 + 0.002\% \cdot 2 \approx 90\,\mu\mathrm{V}$$

$$\delta V_B = 0.005\% \cdot 0.999956 + 0.002\% \cdot 2 \approx 90\,\mu\mathrm{V}$$

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

$$\delta R_X = 0.001 + 0.090 + 0.090 = 0.181\,\Omega$$

Dichiarazione finale della misura

$$\boxed{R_X = (1.04 \pm 0.18)\,\Omega}$$