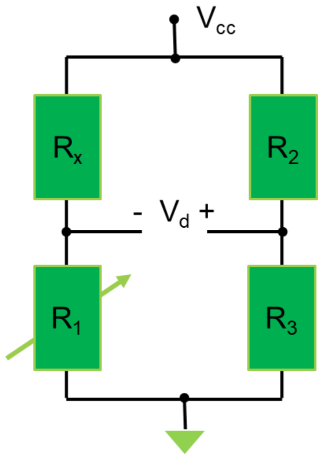
APPELLO SU PIATTAFORMA RESPONDUS

1) Un ponte di Wheatstone è utilizzato per misurare una resistenza R_x. Lo schema utilizzato è il seguente:



Il ponte risulta in equilibrio con i seguenti valori di resistenza:

$$R_1 = (1.000 \pm 0.02)\ k\Omega \quad R_2 = (2.000 \pm 0.02)\ k\Omega \quad R_3 = (8.000 \pm 0.08)\ k\Omega$$

Il valore di R_x è pari a:

a) $R_x = (250 \pm 10)\ \Omega$
b) $R_x = (4.00 \pm 0.01)\ k\Omega$
c) $R_x = (4.00 \pm 0.02)\ k\Omega$
d) $R_x = (8.00 \pm 0.01)\ k\Omega$

Soluzione: $R_x = \frac{R_2}{R_3} R_1 = \frac{2 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3} 1 \cdot 10^3 = 250\Omega$
Inoltre l'incertezza vale $\delta R_x = R_x \cdot \left(\frac{\delta R_1}{R_1} + \frac{\delta R_2}{R_2} + \frac{\delta R_3}{R_3}\right) = 250 \cdot (2\% + 1\% + 1\%) = 10\Omega$
La risposta corretta è la (a)

2) Un segnale s(t), ricavato da un generatore d funzioni (R_g = 50 Ω) ha la seguente espressione analitica:

$$s(t) = V_0 + V_1 \cdot \sin(2\pi f_1 t)$$

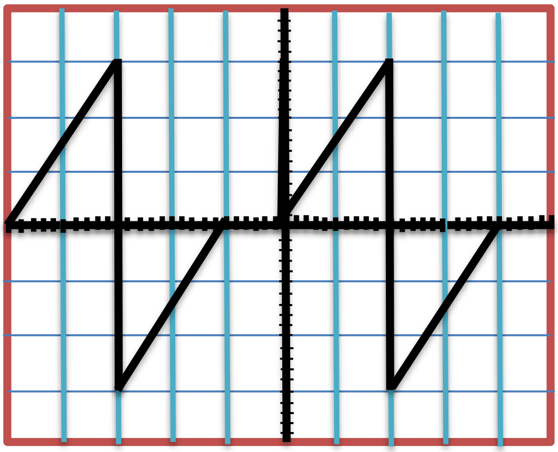
dove V_0 = 5 V, V_1 = 5 mV e, infine, f_1 = 500 Hz. Affinché l'ampiezza picco-picco della componente sinusoidale del segnale occupi completamente una divisione verticale dello schermo di un oscilloscopio

a) Devo utilizzare una sonda da oscilloscopio perché altrimenti il cavo coassiale di collegamento, lungo circa 2 m, introdurrà un polo a frequenza troppo bassa
b) Devo utilizzare una modalità di accoppiamento in DC in modo da poter eliminare la componente in continua del segnale s(t)
c) E' sufficiente impostare la sensibilità a 10 mV/DIV e posizionare la traccia del canale utilizzato nel centro dello schermo
d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

Soluzione: Risposta (d) → vedere teoria

APPELLO SU PIATTAFORMA RESPONDUS

3) Il seguente segnale, vedi figura, (V_{max} = 3 V, V_{min} = - 3 V, periodo 0.5 ms) è misurato per mezzo di un voltmetro a valor medio a doppia semionda senza condensatore in serie. Il voltmetro è di classe 2 con fondo scala di 1 V, 5 V, 10 V.



Considerando la sola incertezza strumentale, la lettura attesa è pari a:

a) (2.7 ± 0.2) V
b) (1.3 ± 0.1) V
c) (5.4 ± 0.2) V
d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

La parte positiva (s(t)>0V) del segnale ha una durata di 2/5 di periodo
La parte negativa (s(t)<0V) del segnale ha una durata di 2/5 di periodo
Il segnale è pari a 0 V per 1/5 di periodo
La parte negativa è raddrizzata dal circuito non lineare presente nel voltmetro a doppia semionda
Il valor medio è dunque

$$v_m = \frac{1}{T}\left[\frac{4}{5}T \cdot 3 \cdot \frac{1}{2}\right] = 1.2\, V$$

Poiché il voltmetro ha una costante strumentale di 1.11 la lettura sarà di
V_{letto}=1.11 x 1.2 = 1.3 V
Il fondo scala utilizzato è di 5 V e, essendo lo strumento di classe 2, l'incertezza è pari a 0.1 V
La risposta corretta è la (b)

4) Si vuole misurare una frequenza f_x di circa 100 Hz con un tempo di misura di T_m = 0.1 s. Avete a disposizione un frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo con M che può assumere valori pari a 10^k con k =0, 1, 2, 3,..., 6. Il frequenzimetro è dotato di un campione al quarzo a 10 MHz con incertezza di 10 Hz. Indicare quale affermazione è corretta

a) Il frequenzimetro utilizza M = 100 (k=2) periodi del segnale da misurare, ottenendo una incertezza di quantizzazione di 10 mHz
b) Il frequenzimetro utilizza M = 10 (k=1) periodi del segnale da misurare, ottenendo una incertezza di quantizzazione di 10 mHz
c) Il frequenzimetro utilizza M = 10 (k=1) periodi del segnale da misurare, ottenendo una incertezza relativa di quantizzazione di 10^{-6}
d) Il frequenzimetro utilizza M = 10 (k=1) periodi del segnale da misurare, ottenendo una incertezza di quantizzazione di 1 mHz

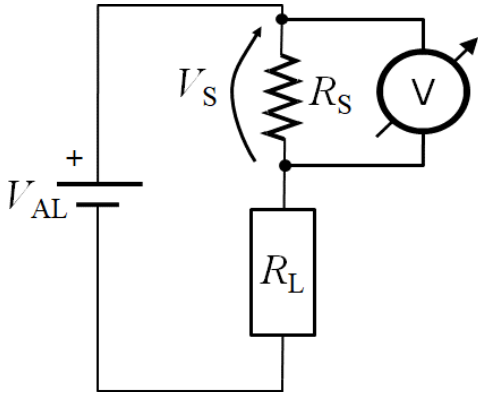
Soluzione: Dal momento che il periodo del segnale incognito è di circa 10 ms ed il tempo di misura è di 100 ms si ha che M = T_m / T_x = 10

$$\left|\frac{\delta f}{f_x}\right|_q = \frac{1}{n} = \frac{T_c}{M\, T_x} = \frac{f_x}{M\, f_c} = \frac{100}{10 \cdot 10^7} = 10^{-6} \rightarrow \delta f_q = 10^{-6} \cdot 10^2 = 10^{-4} Hz = 0.1\, mHz$$

La risposta corretta è la (c)

APPELLO SU PIATTAFORMA RESPONDUS

ESERCIZIO



Nel circuito mostrato in figura, un voltmetro con portata 10 V e incertezza assoluta espressa come

$$\delta V = (0.1\ \%\ \text{lettura} + 0.05\ \%\ \text{portata})\ \text{V}$$

è collegato in parallelo a un resistore campione $R_S = (1.000 \pm 0.003)\ \Omega$.

Sapendo che la tensione di alimentazione vale $V_{AL} = (20.00 \pm 0.05)$ V e che la misura fornita dal voltmetro è $V_S = 7.540$ V, stimare le misure della resistenza R_L e della potenza P_L dissipata dalla stessa resistenza.

Si consideri trascurabile l'effetto di carico del voltmetro.

Soluzione

Modello di misura

Essendo trascurabile la corrente assorbita dal voltmetro, si può confondere I_S con I_L, per cui:

$$R_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{V_{AL} - V_S}{V_S / R_S} = R_S \cdot \frac{V_{AL} - V_S}{V_S}$$

Per lo stesso motivo, per quanto riguarda la potenza dissipata dalla resistenza R_L si può scrivere:

$$P_L = V_L \cdot I_L = (V_{AL} - V_S) \cdot \frac{V_S}{R_S}$$

Stima del misurando

Sostituendo i valori numerici nei due modelli di misura si ottiene:

$$R_L = R_S \cdot \frac{V_{AL} - V_S}{V_S} = 1 \cdot \frac{20 - 7.54}{7.54} \approx 1.6525\ldots\ \Omega$$

$$P_L = (V_{AL} - V_S) \cdot \frac{V_S}{R_S} = (20 - 7.54) \cdot \frac{7.54}{1} \approx 93.9484\ldots\ \text{W}$$

Stima dell'incertezza

Applicando la regola generale di propagazione dell'incertezza del modello deterministico, per la resistenza si ottiene:

$$\delta R_{\mathrm{L}} = \left|\frac{\partial R_{\mathrm{L}}}{\partial R_{\mathrm{S}}}\right| \cdot \delta R_{\mathrm{S}} + \left|\frac{\partial R_{\mathrm{L}}}{\partial V_{\mathrm{AL}}}\right| \cdot \delta V_{\mathrm{AL}} + \left|\frac{\partial R_{\mathrm{L}}}{\partial V_{\mathrm{S}}}\right| \cdot \delta V_{\mathrm{S}} =$$

$$= \left|\frac{V_{\mathrm{AL}}}{V_{\mathrm{S}}} - 1\right| \cdot \delta R_{\mathrm{S}} + \frac{R_{\mathrm{S}}}{V_{\mathrm{S}}} \cdot \delta V_{\mathrm{AL}} + \frac{R_{\mathrm{S}} \cdot V_{\mathrm{AL}}}{V_{\mathrm{S}}^2} \cdot \delta V_{\mathrm{S}}$$

mentre per la potenza si avrà:

$$\delta P_{\mathrm{L}} = \left|\frac{\partial P_{\mathrm{L}}}{\partial R_{\mathrm{S}}}\right| \cdot \delta R_{\mathrm{S}} + \left|\frac{\partial P_{\mathrm{L}}}{\partial V_{\mathrm{AL}}}\right| \cdot \delta V_{\mathrm{AL}} + \left|\frac{\partial P_{\mathrm{L}}}{\partial V_{\mathrm{S}}}\right| \cdot \delta V_{\mathrm{S}} =$$

$$= \left|\frac{\left(V_{\mathrm{S}} - V_{\mathrm{AL}}\right) \cdot V_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{S}}^2}\right| \cdot \delta R_{\mathrm{S}} + \frac{V_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{S}}} \cdot \delta V_{\mathrm{AL}} + \left|\frac{V_{\mathrm{AL}}}{R_{\mathrm{S}}} - 2 \cdot \frac{V_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{S}}}\right| \cdot \delta V_{\mathrm{S}}$$

Le incertezze delle grandezze presenti nei modelli di misura sono ottenute a partire dai dati forniti:

$$\delta R_{\mathrm{S}} = 0.003\,\Omega; \quad \delta V_{\mathrm{AL}} = 0.05\ \mathrm{V}$$

$$\delta V_{\mathrm{S}} = 0.001 \cdot 7.54 + 0.0005 \cdot 10 = 0.00754 + 0.005 \approx 0.0125\ \mathrm{V}$$

Sostituendo i valori numerici nelle espressioni delle incertezze assolute, si ottiene infine:

$$\delta R_{\mathrm{L}} = 1.65 \cdot 0.003 + 0.133 \cdot 0.05 + 0.352 \cdot 0.0125 =$$
$$= 0.00496 + 0.00663 + 0.00441 \approx 0.016\,\Omega$$

$$\delta P_{\mathrm{L}} = 93.9 \cdot 0.003 + 7.54 \cdot 0.05 + 4.92 \cdot 0.0125 =$$
$$= 0.282 + 0.377 + 0.062 \approx 0.72\ \mathrm{W}$$

Dichiarazione finale delle misure

$$\boxed{\begin{aligned} R_{\mathrm{L}} &= \left(1.653 \pm 0.016\right)\,\Omega \\ P_{\mathrm{L}} &= \left(93.95 \pm 0.72\right)\ \mathrm{W} \end{aligned}}$$