

APPELLO SU PIATTAFORMA RESPONDUS

- 1) L'equazione del moto di un corpo in caduta libera è la seguente: $x = \frac{1}{2}gt^2$. Si vuole misurare, in maniera indiretta, il tempo che impiega ad arrivare a terra un corpo di massa m in caduta libera da un metro di altezza. Sapendo che le misure di x e g hanno dato i seguenti risultati:

$$x = (1.00 \pm 0.01) \text{ m} \quad g = (9.81 \pm 0.31) \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

il tempo impiegato è pari a:

- a) E' necessario conoscere anche la massa del corpo per determinare il tempo impiegato
- b) $t = (0.4 \pm 0.9) \text{ s}$
- c) $t = (0.45 \pm 0.09) \text{ s}$
- d) $t = (0.451 \pm 0.009) \text{ s}$

$$\text{Soluzione: } t = \sqrt{\frac{2x}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{9.81}} = 0.45152 \dots \text{ s}$$

Inoltre l'incertezza vale $\delta t = t \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\delta x}{x} + \frac{\delta g}{g} \right) = 0.4515 \cdot \frac{1}{2} \cdot (10^{-2} + 3 \cdot 10^{-2}) = 0.4515 \cdot 2\% = 0.009 \text{ s}$

Quindi $t = (0.451 \pm 0.009) \text{ s} \rightarrow$ risposta (d)

- 2) In un voltmetro a doppia rampa affinché il disturbo di rete a 50 Hz sia ininfluenza occorre che:
- a) Le due rampe all'uscita dell'integratore presente nello schema devono avere una durata di 20 ms o un multiplo di 20 ms
 - b) La tensione di riferimento deve presentare un disturbo di periodicità pari al disturbo che si intende eliminare
 - c) All'ingresso del voltmetro a doppia rampa è sufficiente inserire un filtro passa alto con frequenza di taglio ad almeno 1 kHz (almeno 20 volte la frequenza del disturbo di rete a 50 Hz)
 - d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

Soluzione: Risposta (d) \rightarrow vedere teoria

- 3) In un oscilloscopio digitale la modalità di campionamento in tempo equivalente permette di visualizzare correttamente:
- a) Segnali di qualunque genere purché l'oscilloscopio sia accoppiato in DC
 - b) Segnali periodici purché l'oscilloscopio sia accoppiato in AC
 - c) Segnali periodici purché l'oscilloscopio sia accoppiato in DC
 - d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

Soluzione: Risposta (d) \rightarrow vedere teoria

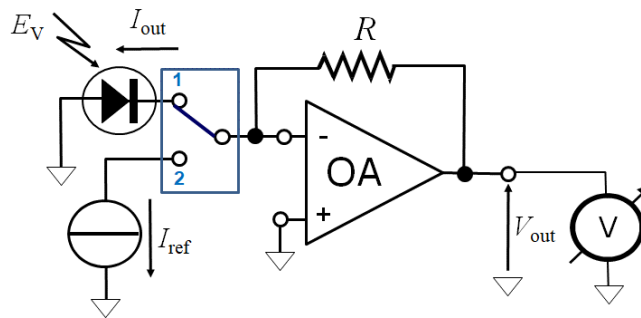
- 4) Si vuole misurare una frequenza f_x di circa 1 kHz. Nella scelta dello strumento preferisco un frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo ($M = 1000$) con oscillatore interno a 10 MHz piuttosto che un frequenzimetro a misura diretta e tempo di misura $T_g = 10 \text{ s}$, in quanto:
- a) Con il frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo ($M=1000$) posso effettuare una misura in 1 s ed ottenere una incertezza relativa di quantizzazione pari a 10^{-5} migliore di quella ottenibile dal frequenzimetro a misura diretta con $T_g = 10 \text{ s}$
 - b) Con il frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo ($M=1000$) posso effettuare una misura in 1 s ed ottenere una incertezza assoluta di quantizzazione pari a 10^{-5} Hz , che è migliore di quella ottenibile dal frequenzimetro a misura diretta con $T_g = 10 \text{ s}$
 - c) Con il frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo ($M=1000$) posso effettuare una misura in 1 s ed ottenere una incertezza relativa di quantizzazione pari a 10^{-4} migliore di quella ottenibile dal frequenzimetro a misura diretta con $T_g = 10 \text{ s}$
 - d) Con il frequenzimetro a misura indiretta a periodo multiplo ($M=1000$) posso effettuare una misura in 1 s ed ottenere una incertezza assoluta di quantizzazione pari a 10^{-4} Hz migliore di quella ottenibile dal frequenzimetro a misura diretta con $T_g = 10 \text{ s}$

Soluzione: l'inc. di quantizz nel freq a misura indiretta (periodo multiplo $M = 1000$) vale

$$\left| \frac{\delta f}{f_x} \right|_q = \frac{1}{n} = \frac{T_c}{M T_x} = \frac{f_x}{M f_c} = \frac{1000}{10^3 \cdot 10^7} = 10^{-7} \rightarrow \delta f_q = 10^{-7} \cdot 10^3 = 10^{-4} \text{ Hz}$$

Utilizzando il freq. a misura diretta con $T_g = 10 \text{ s}$ ottengo una inc. di quantizz. di 0.1 Hz. La risposta corretta è la (d)

ESERCIZIO



Il circuito mostrato in figura è utilizzato per misurare l'illuminamento E_V attraverso un fotodiodo, un amplificatore di trans-resistenza e un voltmetro.

Il fotodiodo è caratterizzato dalla seguente relazione ingresso/uscita:

$$I_{out} = S \cdot E_V$$

dove $S = 30 \text{ nA/lx}$, $\pm 0,3 \%$.

La caratterizzazione del circuito di condizionamento (commutatore in posizione 2) è eseguita utilizzando una corrente di riferimento $I_{ref} = (100 \pm 0,5) \mu\text{A}$ e misurando la tensione di uscita con un voltmetro (portata 20 V) che garantisce un'incertezza assoluta $\delta V = (0,3\% \text{ lettura} + 0,1\% \text{ portata}) \text{ V}$, ottenendo $V_{ref} = 9,95 \text{ V}$.

Calcolare la misura dell'illuminamento E_V quando si misura la tensione $V_{out} = 12,0 \text{ V}$.

Soluzione

Modello di misura

Commutatore in posizione 2:

$$V_{ref} = R \cdot I_{ref} \Rightarrow R = \frac{V_{ref}}{I_{ref}}$$

Commutatore in posizione 1:

$$V_{out} = R \cdot I_{out} = R \cdot S \cdot E_V = \frac{V_{ref}}{I_{ref}} \cdot S \cdot E_V$$

Invertendo la relazione precedente si ottiene il modello di misura:

$$E_V = \frac{V_{out} \cdot I_{ref}}{V_{ref} \cdot S}$$

Stima del misurando

Sostituendo i valori numerici nel modello di misura si ottiene:

$$E_V = \frac{12 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{9,95 \cdot 30 \cdot 10^{-9}} = 4020,1005... \text{ lx}$$

Stima dell'incertezza

$$\varepsilon E_V = \varepsilon V_{\text{out}} + \varepsilon V_{\text{ref}} + \varepsilon I_{\text{ref}} + \varepsilon S$$

Le incertezze delle grandezze presenti nel modello di misura sono ottenute a partire dai dati forniti:

$$\varepsilon V_{\text{out}} = \frac{\delta V_{\text{out}}}{V_{\text{out}}} = \frac{0,003 \cdot 12 + 0,001 \cdot 20}{12} = \frac{0,056}{12} \approx 0,0047$$

$$\varepsilon V_{\text{ref}} = \frac{\delta V_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} = \frac{0,003 \cdot 9,95 + 0,001 \cdot 20}{9,95} = \frac{0,050}{9,95} \approx 0,005$$

$$\varepsilon I_{\text{ref}} = \frac{\delta I_{\text{ref}}}{I_{\text{ref}}} = \frac{0,5}{100} = 0,005$$

$$\varepsilon S = 0,003$$

Si ottiene quindi:

$$\varepsilon E_V = 0,0047 + 0,005 + 0,005 + 0,003 = 0,0177$$

e in termini di incertezza assoluta:

$$\delta E_V = \varepsilon E_V \cdot E_V = 0,0177 \cdot 4020,1005 \approx 71 \text{ lx}$$

Dichiarazione finale della misura

$$E_V = (4020 \pm 71) \text{ lx}$$