

Cognome
Nome
Matricola
Aula

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

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

- 1) Ai capi di una resistenza è presente una tensione del valore di (2.500 ± 0.001) V. La corrente che attraversa la resistenza è pari a (100.00 ± 0.01) μ A. La potenza dissipata è pari a:
- a) 25 μ W, 0.05 %
 - b) 25 mW, 0.05%
 - c) I dati a disposizione non sono sufficienti in quanto manca il valore della resistenza
 - d) Nessuna delle precedenti

Scartando ovviamente la risposta (c), la risposta corretta è (d) in quanto:

$$P = VI = 2.5 \text{ V} \cdot 0.1 \text{ mA} = 0.25 \text{ mW} \text{ differente dai valori proposti dalle risposte (a) e (b)}$$

$$\frac{\delta P}{P} = \frac{\delta V}{V} + \frac{\delta I}{I} = \frac{0.01}{2.5} + \frac{0.01}{100} = 0.04\% + 0.01\% = 0.05\%$$

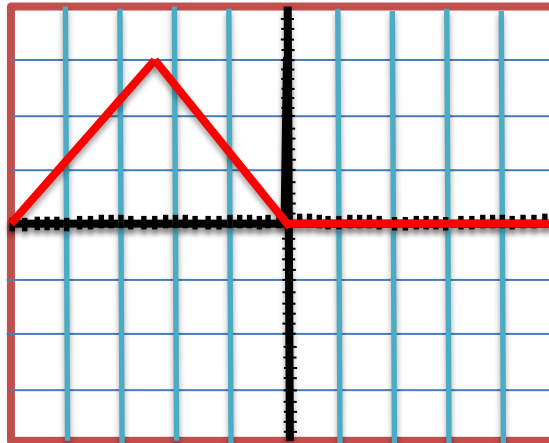
- 2) Si vuole misurare una frequenza f_x di circa 1 MHz. In un frequenzimetro a misura diretta con tempo di misura di 0.1 s, l'incertezza assoluta di quantizzazione
- a) dipende dalla frequenza del campione al quarzo presente nel frequenzimetro
 - b) vale 10^{-5} Hz
 - c) vale 10 Hz
 - d) vale 1 Hz

La risposta corretta è (c) in quanto, in un frequenzimetro a misura diretta, l'incertezza assoluta di quantizzazione è pari al reciproco del tempo di misura, quindi 10 Hz

- 3) Il circuito equivalente di ingresso di un oscilloscopio digitale è rappresentabile da:
- a) una resistenza di 1 M Ω in parallelo ad una capacità di circa 10 nF
 - b) una resistenza di 1 M Ω in serie ad una capacità di circa 15 pF
 - c) una resistenza di 10 M Ω in parallelo ad una capacità di circa 15 pF
 - d) una resistenza di 1 M Ω in parallelo ad una capacità di circa 15 pF

La risposta corretta è d): si vedano le slides a lezione

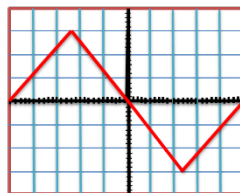
- 4) Il segnale mostrato in figura ($V_p = 3\text{ V}$, $V_{\min} = 0\text{ V}$) è misurato per mezzo di un voltmetro a vero valore efficace senza condensatore in serie.



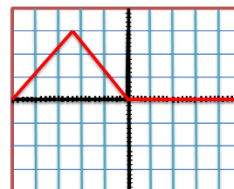
La lettura attesa (senza incertezza) è:

- a) 1.22 V
- b) 2.44 V
- c) 3 V
- d) 1.5 V

La risposta corretta è (a): se il segnale fosse del tipo triangolare “classico” avrebbe un valore efficace pari a $V_p/\sqrt{3}$ e dunque una “potenza” $\frac{V_p^2}{3}$. Dal momento che il segnale, nel semiperiodo di destra, è nullo, la potenza del segnale è dimezzata e dunque pari a $\frac{V_p^2}{6}$ da cui, estraendo la radice, il valore efficace risulta pari a $\frac{V_p}{\sqrt{6}} = 1.22\text{ V}$

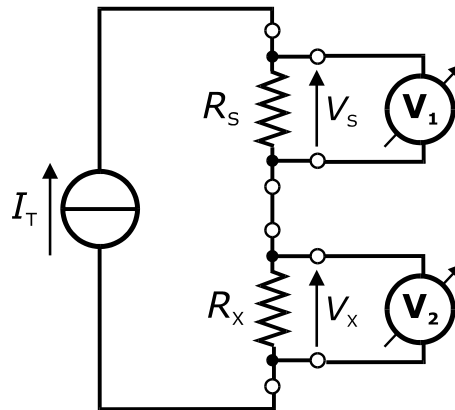


segnale triangolare “classico”



rispetto al segnale classico questo segnale ha metà potenza

ESERCIZIO



Il valore di un resistore incognito R_X è misurato per confronto con un resistore campione R_S ricorrendo al circuito mostrato in figura, dove il voltmetro analogico V_1 ed il voltmetro numerico V_2 misurano contemporaneamente le cadute di tensione V_S e V_X ai capi dei due resistori.

Il voltmetro V_1 è caratterizzato da una portata di 1 V e da indice di classe 0.5.

Il voltmetro V_2 è impiegato in corrispondenza della portata 2 V ed è caratterizzato dalle seguenti specifiche metrologiche:

$$\delta V = \pm (0.25\% \cdot L + 0.002) \text{ V}$$

dove L è la lettura. Questo voltmetro è inoltre caratterizzato da una lettura di fuori zero $V_{X0} = 0.1 \text{ V}$, $\pm 10\%$ (con lettura di fuori zero si intende la lettura del voltmetro con ingresso applicato nullo).

Il resistore campione R_S ha valore $(100 \pm 0.5) \Omega$.

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

- $V_S = 0.89 \text{ V}$
- $V_X = 0.754 \text{ V}$

Modello di misura

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

$$I_T = \frac{V_S}{R_S} = \frac{V_X - V_{X0}}{R_X}$$

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

$$R_X = R_S \cdot \frac{V_X - V_{X0}}{V_S}$$

Stima del misurando

Sostituendo i valori numerici nel modello di misura si ottiene:

$$r_X = 100 \cdot \frac{0.754 - 0.1}{0.89} \approx 73.483 \Omega$$

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 e dall'incertezza della lettura di fuori zero del voltmetro V_2 .

L'incertezza della misura di R_x è stimata come:

$$\delta R_x = \left| \frac{\partial R_x}{\partial R_s} \right| \cdot \delta R_s + \left| \frac{\partial R_x}{\partial V_x} \right| \cdot \delta V_x + \left| \frac{\partial R_x}{\partial V_{x0}} \right| \cdot \delta V_{x0} + \left| \frac{\partial R_x}{\partial V_s} \right| \cdot \delta V_s$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial R_s} \right| = \frac{V_x - V_{x0}}{V_s} = 0.735 \frac{\Omega}{\Omega}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_x} \right| = \frac{R_s}{V_s} = 112.4 \frac{\Omega}{V}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_{x0}} \right| = \frac{R_s}{V_s} = 112.4 \frac{\Omega}{V}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_s} \right| = R_s \cdot \frac{V_x - V_{x0}}{V_s^2} = 82.6 \frac{\Omega}{V}$$

$$\delta R_s = 0.5 \Omega$$

$$\delta V_s = 0.5\% \cdot 1 = 0.005 V$$

$$\delta V_x = 0.25\% \cdot 0.754 + 0.002 = 0.0039 V$$

$$\delta V_{x0} = 10\% \cdot 0.1 = 0.01 V$$

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

$$\delta R_x = 0.367 + 0.562 + 1.124 + 0.321 \approx 2.4 \Omega$$

Dichiarazione finale della misura

$$R_x = (73.5 \pm 2.4) \Omega$$