

APPELLO SU PIATTAFORMA RESPONDUS

- ✗ 1) Un segnale a forma d'onda quadra (duty cycle 20%) con valore di picco pari a 1 V è misurato con un voltmetro a valor medio a singola semionda con condensatore in serie. La lettura ottenuta (senza incertezza) è pari a:

- a) Circa 7.1 V
- b) Circa 0.32 V
- c) Circa 0.71 V
- d) Circa 0.35 V

Soluzione: il condensatore elimina la componente continua che risulta essere pari a $V_m = 1/T(1 \times 0.2T - 1 \times 0.8T) = -0.6 \text{ V}$. Il segnale, privato di componente continua mantiene inalterato il duty cycle ma trasla verso l'alto del valore medio e, a seguito del circuito non lineare a singola semionda, perde la parte negativa. Il valor medio del nuovo segnale è $V_m = 1/T(1.6 \times 0.2T) = 0.32$. La lettura ottenuta, a seguito della moltiplicazione per la costante di calibrazione pari a 2.22, è 0.71 V.

- 2) Un oscilloscopio digitale in modalità *real time* presenta una profondità di memoria pari a 100 kSamples. Se il fattore di taratura orizzontale è impostato al valore di 2 ms/DIV e le divisioni orizzontali sono 10, la frequenza di campionamento vale:

- a) 20 MHz
- b) 50 MHz
- c) 200 MHz
- d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

Soluzione: ogni divisione di 2 ms/DIV presenta 10kSamples. Tra un campione ed il successivo intercorre un intervallo ΔT , corrispondente all'intervallo di campionamento, che vale $\Delta T = T_c = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10000} = 2 \cdot 10^{-7} = 200 \text{ ns} \rightarrow f_c = \frac{1}{T_c} = 5 \text{ MHz}$

- 3) La sonda attenuatrice 1:10 di un oscilloscopio è uno strumento:

- a) Che permette di aumentare la frequenza di campionamento dell'oscilloscopio
- b) Che cambia la frequenza del segnale di ingresso rendendolo compatibile con la banda dell'oscilloscopio
- c) Che riduce la resistenza di ingresso dell'oscilloscopio allargando la banda del circuito di ingresso
- d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

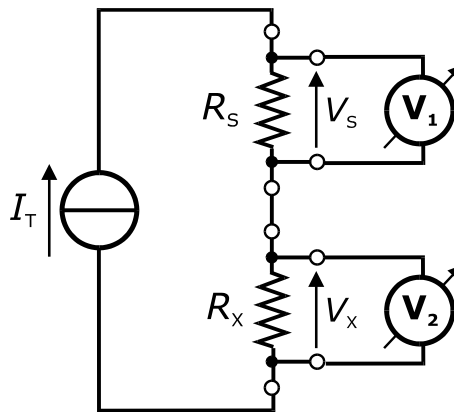
- ✗ 4) Si vuole misurare una frequenza f_x di circa 10 kHz. Nella scelta dello strumento preferisco un frequenzimetro a misura indiretta a periodo singolo con oscillatore interno a 10 MHz piuttosto che un frequenzimetro a misura diretta con tempo di misura $T_g = 10 \text{ ms}$ e oscillatore a 10 MHz, in quanto:

- a) La frequenza da misurare è sicuramente multipla della frequenza dell'oscillatore
- b) Nel frequenzimetro a misura indiretta è possibile trascurare l'incertezza di quantizzazione
- c) Con il frequenzimetro a misura indiretta l'incertezza di quantizzazione è pari a 1 Hz mentre nel frequenzimetro a misura diretta l'incertezza di quantizzazione è 100 Hz

d) Nessuna delle risposte proposte è corretta

Soluzione: Le risposte (a) e (b) sono ovviamente da scartare (v. teoria). Riguardo la risposta (c) dalla teoria abbiamo che l'inc. di quantizzazione nel freq. a misura indiretta a periodo singolo è pari a

$T_x = nT_c \rightarrow 1/n = \epsilon_q = f_x/f_c = 10\text{kHz}/10\text{MHz} = 10^{-3} \rightarrow 10\text{Hz}$ quindi anche la risposta (c) è da scartare



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 numerico V_1 ed il voltmetro analogico V_2 misurano contemporaneamente le cadute di tensione V_X e V_S ai capi dei due resistori.

Il voltmetro V_1 è impiegato in corrispondenza della portata 10 V ed è caratterizzato dalle seguenti specifiche metrologiche:

$$\delta V = \pm (0.10\% L + 0.04\% P) V$$

dove L è la lettura e P la portata.

Il voltmetro V_2 è caratterizzato da una portata 10 V e da indice di classe 0.1. Questo voltmetro è inoltre caratterizzato da una lettura di fuori zero $V_{X0} = 0.04 V$, $\pm 10\%$ (con lettura di fuori zero si intende la lettura del voltmetro con ingresso applicato nullo).

Il resistore campione R_S ha valore $(1.000 \pm 0.001) k\Omega$.

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:

- $V_S = 6.573 V$
- $V_X = 4.85 V$

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:

$$r_x = 1000 \cdot \frac{4.85 - 0.04}{6.573} \approx 731.782 \, \Omega$$

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:

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

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial R_s} \right| = \frac{V_x - V_{x0}}{V_s} = 0.732 \frac{\Omega}{\Omega}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_x} \right| = \frac{R_s}{V_s} = 152.1 \frac{\Omega}{V}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_{x0}} \right| = \frac{R_s}{V_s} = 152.1 \frac{\Omega}{V}$$

$$\left| \frac{\partial R_x}{\partial V_s} \right| = R_s \cdot \frac{V_x - V_{x0}}{V_s^2} = 111.3 \frac{\Omega}{V}$$

$$\delta R_s = 1 \, \Omega$$

$$\delta V_s = 0.10\% \cdot 6.573 + 0.04\% \cdot 10 = 0.01057 \, V$$

$$\delta V_x = 0.1\% \cdot 10 = 0.01 \, V; \quad \delta V_{x0} = 10\% \cdot 0.04 = 0.004 \, V$$

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

$$\delta R_x = 0.732 + 1.521 + 0.609 + 1.177 \approx 4.0 \, \Omega$$

Dichiarazione finale della misura

$$R_x = (731.8 \pm 4.0) \, \Omega$$