

Cognome

Nome

Matricola

Aula

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

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

- 1) Un voltmetro per misure in DC ha la seguente tabella delle incertezze:

Accuracy = \pm (% of reading + % of range)

Range	Resolution	Accuracy
300 mV	0.01 mV	$\pm(0.01 + 0.005)$
3 V	0.1 mV	$\pm(0.01 + 0.005)$
30 V	1 mV	$\pm(0.01 + 0.005)$

Volendo misurare una tensione di circa 0.5 V, l'incertezza di misura è pari a:

- a) 0.02 mV
- b) 0.05 mV
- c) 2 mV
- d) Nessuna risposta proposta**

Soluzione: Il fondo scala scelto è di 3V da cui l'incertezza è pari a $\pm(0.01 \% \cdot 0.5 \text{ V} + 0.005\% \cdot 3 \text{ V}) = 50 \mu\text{V} + 0.15 \text{ mV} = 0.2 \text{ mV}$

- 2) Avete a disposizione un amperometro con resistenza interna R_A da 100 Ω ed un voltmetro con resistenza di ingresso R_V di 100 k Ω . Con questi due strumenti volete misurare, con metodo voltamperometrico un resistore R_X il cui codice a colori corrisponde al valore di 20 k Ω ed incertezza pari all' 1%. Al fine di minimizzare l'effetto sistematico relativo di consumo:

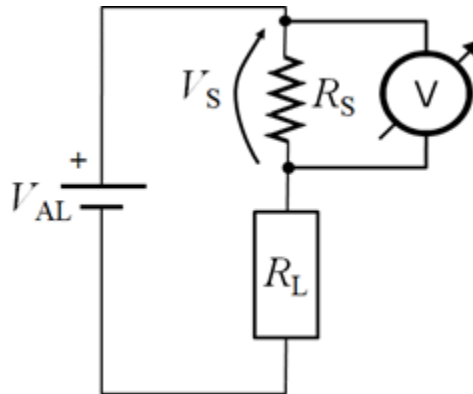
- a) Utilizzerò uno schema con voltmetro a monte**
- b) Utilizzerò uno schema con voltmetro a valle
- c) Posso utilizzare indifferentemente uno schema o l'altro schema in quanto l'incertezza di misura è già fissata all'1% in quanto la resistenza ha tale valore di incertezza
- d) Non sono in grado di decidere quale schema utilizzare (schema con voltmetro a monte o a valle) in quanto non dispongo dei dati di incertezza degli strumenti
- e) Nessuna risposta proposta

Soluzione: con voltmetro a monte l'errore di consumo relativo è pari a $\Delta R/R_X = R_A/R_X = 100/20000 = 0.5\%$. Con voltmetro a valle l'errore di consumo relativo è pari a $\Delta R/R_X = -R_X/(R_X + R_V) = 2 \cdot 10^4 / (2 \cdot 10^4 + 10^5) = -16\%$ quindi il metodo da utilizzare è il metodo con voltmetro a monte. La risposta c è ovviamente da scartare.

- 3) Il circuito di ingresso di un oscilloscopio
- a) Equivale al parallelo di una resistenza di $1\text{ M}\Omega$ ed una capacità di circa 10 nF
 - b) Equivale alla serie di una resistenza di $1\text{ M}\Omega$ ed una capacità di circa 10 nF
 - c) Equivale al parallelo di una resistenza di $10\text{ }\Omega$ ed una capacità di circa 10 pF
 - d) Nessuna risposta proposta
- Soluzione: v. teoria svolta a lezione
- 4) Un voltmetro basato su un integratore a doppia rampa è
- a) Dipendente dalle variazioni della tensione di riferimento presente nel circuito integratore
 - b) Dipendente dalle variazioni della resistenza presente nel circuito integratore
 - c) Un convertitore analogico digitale con frequenza di campionamento superiore a 20 MHz
 - d) Uno strumento sensibile ai disturbi sinusoidali a 50 Hz sovrapposti alla tensione continua che si vuole misurare

Soluzione: v. teoria svolta a lezione

ESERCIZIO



Nel circuito di figura, un voltmetro caratterizzato da incertezza assoluta espressa come:

$$\delta V = (0.2 \% \text{ lettura} + 0.01) \text{ V}$$

è collegato in parallelo a un resistore campione $R_S = (1.000 \pm 0.004) \Omega$.

Sapendo che la tensione di alimentazione vale $V_{AL} = (20.00 \pm 0.05) \text{ V}$ e che la misura fornita dal voltmetro è $V_S = 7.575 \text{ V}$, valutare 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 considerare valida l'uguaglianza $I_S = I_L$, 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:

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

Valutazione del misurando

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

$$R_L = R_S \cdot \frac{V_{AL} - V_S}{V_S} = 1 \cdot \frac{20 - 7.575}{7.575} \approx 1.64026... \Omega$$

$$P_L = (V_{AL} - V_S) \cdot \frac{V_S}{R_S} = (20 - 7.575) \cdot \frac{7.575}{1} = 94.11937 ... \text{ W}$$

Valutazione dell'incertezza

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

$$\begin{aligned}\delta R_L &= \left| \frac{\partial R_L}{\partial R_S} \right| \cdot \delta R_S + \left| \frac{\partial R_L}{\partial V_{AL}} \right| \cdot \delta V_{AL} + \left| \frac{\partial R_L}{\partial V_S} \right| \cdot \delta V_S = \\ &= \left| \frac{V_{AL}}{V_S} - 1 \right| \cdot \delta R_S + \frac{R_S}{V_S} \cdot \delta V_{AL} + \frac{R_S \cdot V_{AL}}{V_S^2} \cdot \delta V_S\end{aligned}$$

mentre per la potenza si avrà:

$$\begin{aligned}\delta P_L &= \left| \frac{\partial P_L}{\partial R_S} \right| \cdot \delta R_S + \left| \frac{\partial P_L}{\partial V_{AL}} \right| \cdot \delta V_{AL} + \left| \frac{\partial P_L}{\partial V_S} \right| \cdot \delta V_S = \\ &= \left| \frac{(V_S - V_{AL}) \cdot V_S}{R_S^2} \right| \cdot \delta R_S + \frac{V_S}{R_S} \cdot \delta V_{AL} + \left| \frac{V_{AL}}{R_S} - 2 \cdot \frac{V_S}{R_S} \right| \cdot \delta V_S\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\delta R_S &= 0.004 \, \Omega; \quad \delta V_{AL} = 0.05 \, V \\ \delta V_S &= 0.002 \cdot 7.575 + 0.01 = 0.01515 + 0.01 \approx 0.025 \, V\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\delta R_L &= 1.64 \cdot 0.004 + 0.132 \cdot 0.05 + 0.349 \cdot 0.025 = \\ &= 0.00656 + 0.0066 + 0.00877 \approx 0.022 \, \Omega \\ \delta P_L &= 94.1 \cdot 0.004 + 7.575 \cdot 0.05 + 4.85 \cdot 0.025 = \\ &= 0.376 + 0.379 + 0.122 \approx 0.88 \, W\end{aligned}$$

Dichiarazione finale delle misure

$\begin{aligned}R_L &= (1.640 \pm 0.022) \, \Omega \\ P_L &= (94.12 \pm 0.88) \, W\end{aligned}$
--