

Misure Elettroniche, Sensori e Trasduttori 1

Docente: Prof. Giacomo Mario Bisio

Esempi di domande d'esame

1. Struttura e principi di funzionamento dello strumento a bobina mobile e magneti permanente.
(a) Quale relazione intercorre tra sensibilità amperometrica e corrente di fondo scala. (b) Come si definisce la sensibilità voltmetrica di uno strumento PMMC? Quale Relazione intercorre tra sensibilità amperometrica e voltmetrica?
2. Dato uno strumento PMMC, sia $B_{traferro} = 0.12T$, e siano $D = 1.5cm$ e $l = 2.25cm$ le dimensioni delle spire. Si determini il numero di spire necessarie ad avere una coppia di $4.5\mu Nm$ quando la corrente nelle spire è di $100\mu A$.
3. Uno strumento a bobina mobile (PMMC), con corrente di fondo scala $I_{FS} = 50\mu A$ e resistenza interna $R_M = 1700\Omega$, deve essere impiegato come voltmetro nei campi di valore di tensione seguenti: 10 V, 50 V e 100 V.
 - a) Calcolare il valore della resistenza addizionale che si deve impiegare nei 3 casi.
 - b) Determinare, nei 3 casi, l'errore (sistematico) di misura dovuto al valore finito della resistenza del voltmetro, quando la resistenza interna del circuito di misura è pari a 100Ω .
4.
 - a) Dato il circuito di figura 1 determinare le caratteristiche (valore di resistenza e potenza dissipata) del resistore di shunt R , per incrementare la portata dello strumento a $10mA$, $50mA$, $200mA$.
 - b) Descrivere se e come l'inserzione dell'amperometro influenzi la corrente misurata.

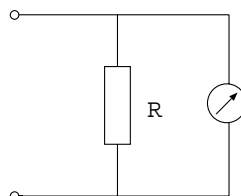


Figura 1: $R_m = 990\Omega$ e $I_{FS} = 50\mu A$

5. Principi di funzionamento degli strumenti elettrodinamici. Loro impiego nelle misure di corrente, tensione, e potenza dc e ac.

6. Calcolo della forza vincolare nell'elettrometro a bilancia.
7. Misure di tensione continua con metodi potenziometrici.
8. Trasformatori TV e TA e loro condizioni di impiego.
9. Misure di tensione con strumenti DMM; considerare la conversione da CA a CC basata sul valore medio, efficace e di picco.
10. Schema circuitale per la misura di resistenze (ohm-metro analogico).
11. Circuiti a ponte per la misura di (a) resistenze, (b) capacità, (c) induttanze.
12. Classificazione dei circuiti a ponte per misure di impedenza.
13. Un ponte di Maxwell (v. figura 2) alimentato a $10kHz$ ha $C_3 = 0.1\mu F$ e $R_1 = 100\Omega$. Se entrambi i resistori R_3 e R_4 possono essere variati da 100Ω a $1k\Omega$, calcolare il campo di induttanza e fattori Q che possono essere misurati.

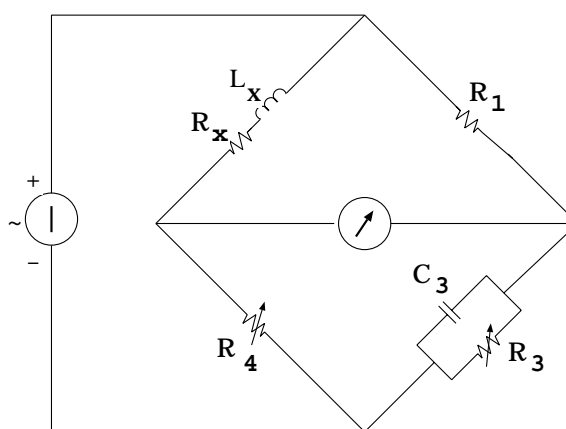


Figura 2: Ponte di Maxwell

14. Volendo misurare induttanza (L) e fattore di qualità (Q) di un induttore, tracciare un circuito a ponte con 2 elementi regolabili di cui uno corrisponda ad L e l'altro a Q .
15. Volendo misurare capacità (C) e fattore di qualità (Q) di un condensatore, tracciare un circuito a ponte con 2 elementi regolabili di cui uno corrisponda ad C e l'altro a Q .
16. Illustrare il funzionamento del ponte di impedenze a trasformatore.
17. Misure vettoriali di tensione per la determinazione di impedenze.
18. Si consideri il circuito di misura in figura 3
 - a) Se la resistenza R_X viene determinata mediante il rapporto V/A , quale errore si commette se la resistenza del voltmetro è finita e di valore R_V ?
 - b) Si può pensare di ridurre l'effetto di R_V aumentando R_1 ?
 - c) L'errore dipende dalla resistenza dell'amperometro R_A (non evidenziata esplicitamente in figura)?
19. Nel circuito di un Q -metro alimentato da un generatore di tensione di 100 mV alla frequenza di 1.6 MHz , si misura una tensione di 2 V ai capi del condensatore di valore pari a 80 pF in condizione di risonanza.
 - a) Quale è il valore dell'induttanza e della resistenza serie del bipolo sotto misura?

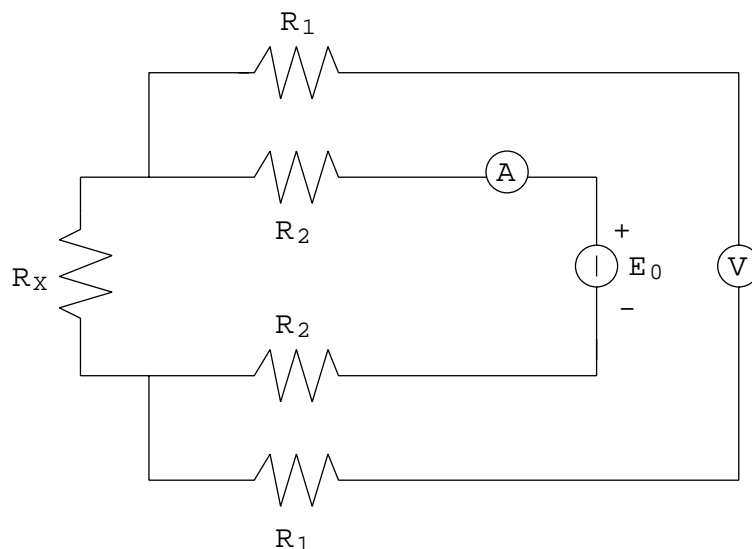


Figura 3:

- b) Come si modificherebbe la tensione ai capi del generatore se la sua resistenza interna fosse pari a 5 ohm?
20. Descrivere la funzionalità di un oscilloscopio mediante diagramma a blocchi.
 21. Illustrare i principi della deflessione elettrostatica e definire il fattore di deflessione.
 22. Effetti di tempo di transito nella regione di deflessione: ricavare la risposta in frequenza.
 23. Con riferimento alla figura 4 (placchette di deflessione) determinare per quale valore della tensione V_d il fascio elettronico passa per il punto B , quando la tensione di accelerazione del fascio è $V_b = 3 \cdot 10^3 \text{ V}$. ($m_{\text{elettrone}} = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, $q_{\text{elettrone}} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$)

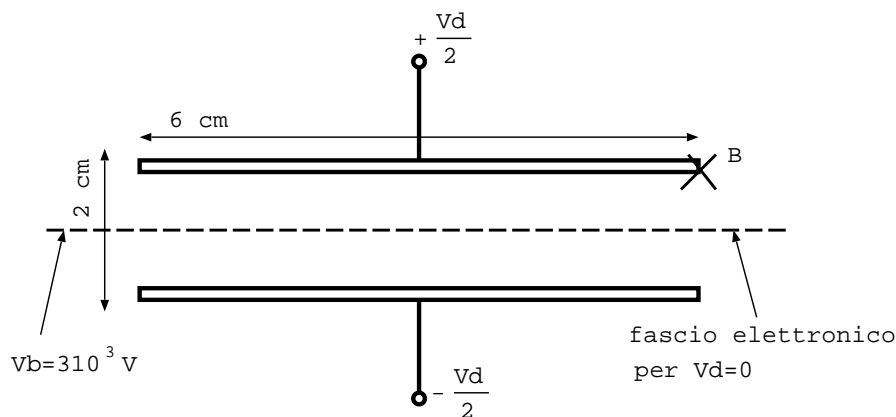


Figura 4: Placchette di deflessione

24. Descrivere la struttura e la funzionalità delle varie parti di un tubo a raggi catodici (CRT).
25. Sonde di tensione passive per oscilloscopi.
26. Struttura dell'oscilloscopio digitale e tecniche di campionamento della forma d'onda.
27. Illustrare comparativamente gli schemi diretto e reciproco per la misura di frequenza.

28. Sensori per la misura di temperatura basati su resistenze.

29. La resistenza di una termistore alla temperatura di θ K (gradi Kelvin) è data da

$$R(\theta) = 1.68 e^{3050(1/\theta - 1/298)} \text{ k}\Omega$$

Il termistore è utilizzato nel circuito a ponte di figura 5:

- calcolare il campo di variazione di V_{out} (tensione a vuoto) quando la temperatura varia da 0 a 50 °C;
- determinare la non-linearità della relazione ingresso-uscita alla temperatura di 12 °C come percentuale dell'escursione del segnale in uscita.

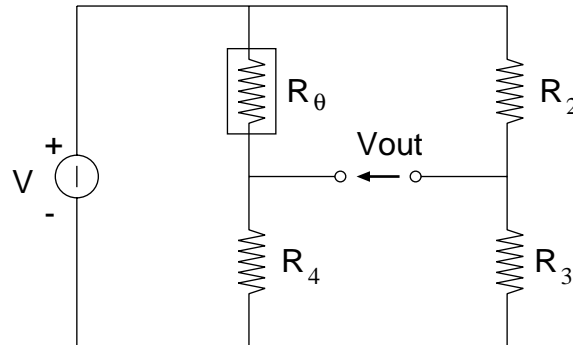


Figura 5: $V = 2.56V$, $R_2 = 1k\Omega$, $R_3 = 0.29k\Omega$ e $R_4 = 1.22k\Omega$

30. Un termometro a resistenza di platino è tarato interpolando tra le temperature di 0°C, 100°C e 419.6°C (punto di fusione dello zinco). I corrispondenti valori di resistenze sono 100Ω, 138.5Ω e 253.7Ω. Tenendo conto che la variazione della resistenza con la temperatura è esprimibile come

$$R(T) = R_0(1 + \alpha T + \beta T^2)$$

con T in °C, si determini la forma numerica di tale relazione.

31. Principi di impiego dei sensori a termocoppia.

32. Una termocoppia ferro-costantana è usata per misurare temperature tra 0 e 300 °C. I valori di f.e.m. sono

$$E_{100,0} = 5268 \mu V$$

$$E_{200,0} = 10777 \mu V$$

$$E_{300,0} = 16325 \mu V$$

- determinare la non-linearità della risposta tensione-temperatura a 100 °C e a 200 °C in percentuale del campo di misura;
- considerando la risposta a 100 °C e a 300 °C esprimere la f.e.m. in funzione della temperatura come $E_{T,0} = a_1 T + a_2 T^2$, determinando a_1 e a_2 (verificare il risultato);
- se si misura una f.e.m. di 12500 μV quando la temperatura della giunzione di riferimento è a 20 °C, a quale temperatura si trova la giunzione di misura?

33. Una termocoppia ferro-costantana è usata per misurare temperature tra 0 e 300 °C, dove il valore di f.e.m. è

$$E_{300,0} = 16325 \mu V$$

- (a) se la non-linearità della risposta tensione-temperatura a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ in percentuale dell'escursione del segnale di uscita è rispettivamente di 2.5% e 2%, determinare i valori di f.e.m. che si osservano a queste temperature;
 - (b) considerando la risposta a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ esprimere la f.e.m. in funzione della temperatura come $E_{T,0} = a_1T + a_2T^2$, determinando a_1 e a_2 ;
 - (c) se si misura una f.e.m. di $12500\text{ }\mu\text{V}$ quando la temperatura della giunzione di riferimento è a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a quale temperatura si trova la giunzione di misura?
34. Principi di funzionamento degli estensimetri a resistenza (strain gauge): relazione funzionale tra variazione di resistenza e deformazione; campi di utilizzo.
- (a) Se il fattore di calibro G di un estensimetro vale 2, se l'estensimetro nella condizione di riposo ha una lunghezza di 2.5 cm, se osservo un incremento di resistenza pari all'8%, di quanto si è allungato il filo dell'estensimetro?
35. Trasduttori di forza piezoelettrici: tipica risposta in frequenza e soluzioni circuitali.
36. In quale senso i trasduttori piezoelettrici sono sensori di forza "diretti"?
37. Principi di funzionamento di un accelerometro.
38. Sensori di spostamento di tipo (a) capacitivo e (b) induttivo.
39. Sensori di tipo magnetico per la misura di spostamenti e velocità angolari.
40. Dispositivi magnetici sensibili agli spostamenti: circuito magnetico e sua dipendenza dai fattori geometrici.
41. Caratteristiche ed utilizzo del trasduttore ad effetto Hall.
42. Illustrare esemplificando su un caso specifico, la struttura generale di un sistema di misura.
43. Caratteristiche statiche degli elementi di un sistema di misura.
44. Calibrazione di strumenti di misura, schema diretto e inverso.