

Prova scritta di Fisica II - 2 Luglio 2024

Nome _____ Cognome _____ Canale _____

Matricola _____ Ritirato/a

Nota Bene: Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta trovata nel formulario per rispondere ad una domanda **non** porta ad avere alcun punteggio in quella domanda. Si ricorda anche che tutte le risposte vanno correttamente motivate, la sola risposta numerica non è sufficiente per avere punti relativi alla domanda in questione.

Primo Esercizio

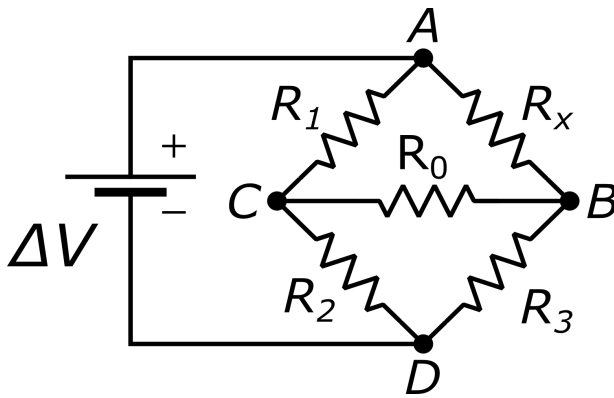


Figura 1

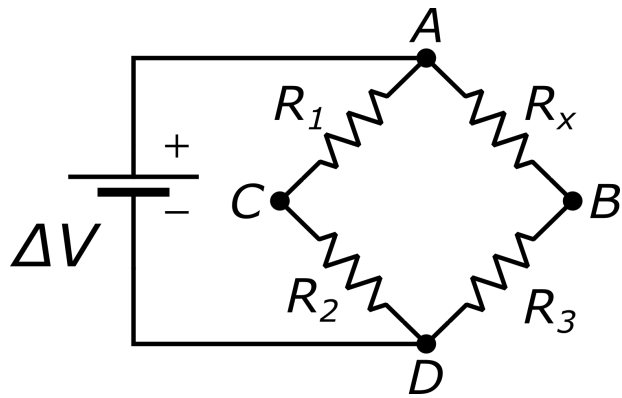


Figura 2

Nel circuito in Fig. 1, un generatore di forza elettromotrice fornisce una d.d.p. $\Delta V = 21 \text{ V}$ al sistema di resistenze R_0 , $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$ ed $R_3 = 3 \Omega$. **Nota Bene:** non è necessario conoscere il valore di R_0 . Rispondere ai seguenti quesiti:

1. trovare il valore della resistenza R_x in modo tale che nella resistenza R_0 non scorra corrente (**6 punti**);
2. calcolare le differenze di potenziale $V_A - V_B$, $V_B - V_C$ e $V_C - V_D$ utilizzando il valore di R_x trovato in precedenza (**5 punti**);
3. disegnare e calcolare i parametri del circuito equivalente se si rimuove dal circuito R_0 , vedi Fig. 3. (**5 punti**).

Secondo Esercizio

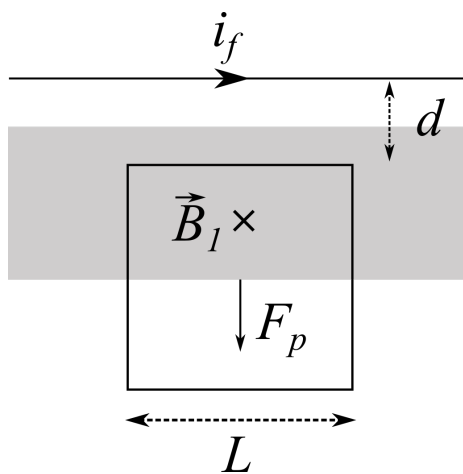


Figura 3

Una spira quadrata di lato $L = 1$ m, in equilibrio, ha un lato parallelo a un filo indefinito in cui scorre una corrente $i_f = 50$ A nel verso indicato in Fig. 3. Tra il filo e il lato più vicino vi è una distanza di $d = 0.1$ cm, e nella spira scorre una corrente i . Oltre al campo magnetico generato dal filo, la parte superiore della spira risente anche di un ulteriore campo $B_1 = 1 \times 10^{-2}$ T, entrante nel disegno. La spira risente anche della forza peso, che vale $F_p = mg = 1$ N.

1. Determinare il verso e l'intensità di i che scorre nella spira quadrata (**6 punti**);
2. i_f viene spenta: è possibile aggiungere un ulteriore campo magnetico \vec{B}_2 nella zona inferiore della spira. Determinare quali devono essere la direzione e il modulo di \vec{B}_2 affinché il sistema rimanga in equilibrio (**6 punti**);
3. Successivamente, anche i viene spenta, lasciando \vec{B}_1 e \vec{B}_2 invariati: descrivere qualitativamente l'effetto dell'induzione elettromagnetica in termini di direzione del moto e verso della corrente indotta (**4 punti**).

Soluzione del primo esercizio

1. La corrente in R_0 è nulla se $V_B = V_C$, cioè se le cadute di tensione su R_2 e R_3 sono uguali rispettivamente a quelle su R_1 ed R_x .

$$\begin{cases} i_1 R_1 = i_x R_x \\ i_2 R_2 = i_3 R_3 \end{cases}$$

Nei nodi B e C si avrà rispettivamente $i_x = i_0 + i_3$ e $i_1 + i_0 = i_2$. Se, come richiesto dall'esercizio, $i_0 = 0$ allora $i_x = i_3$ e $i_1 = i_2$. Sostituendo nel sistema precedente:

$$\begin{cases} i_1 R_1 = i_3 R_x \\ i_1 R_2 = i_3 R_3 \end{cases}$$

Facendo il rapporto tra primi e i secondi membri, si ottiene:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3}$$

Quindi:

$$R_x = R_3 \frac{R_1}{R_2} = 0.5 \Omega$$

2. Il sistema, senza corrente nella resistenza R_0 , è un circuito a due maglie. La corrente che scorre nel ramo delle resistenze R_1 ed R_2 si calcola dalla legge di Ohm come:

$$i_{12} = \frac{\Delta V}{(R_1 + R_2)} = 3 \text{ A}$$

$$i_{x3} = \frac{\Delta V}{R_x + R_3} = 6 \text{ A}$$

Le cadute di potenziale richieste sono:

$$V_A - V_B = R_x i_{x3} = 3 \text{ V}$$

$$V_C - V_D = R_2 i_{12} = R_2 i_{12} = 18 \text{ V}$$

La differenza di potenziale tra V_B e V_C è nulla poiché non c'è corrente che attraversa R_0 .

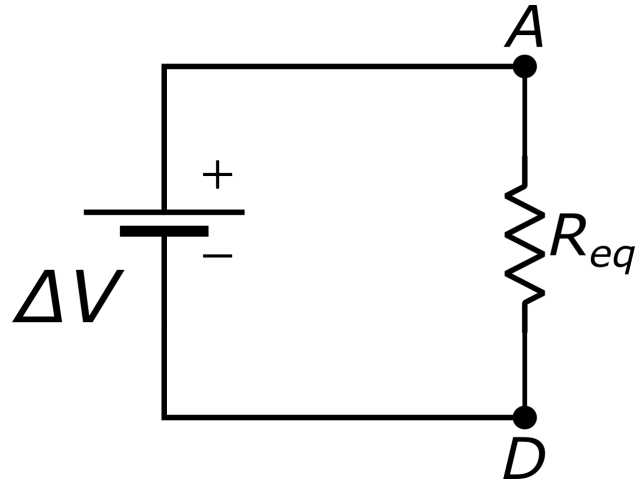


Figura 4

3. Il circuito equivalente è un circuito a una maglia descritto in Fig.4. La resistenza equivalente si ottiene dal parallelo tra le resistenze in serie nei due rami:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 7 \Omega$$

$$R_{x3} = R_x + R_3 = 3.5 \Omega$$

e quindi:

$$R_{eq} = \frac{R_{12}R_{x3}}{R_{12} + R_{x3}} = 2.33 \Omega$$

La corrente che scorre nel circuito è:

$$i_{eq} = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = i_{x3} + i_{12} = 9 \text{ A}$$

Soluzione del secondo esercizio

1. Affinché il filo e il campo B_1 generino una forza risultante che contrasti quella peso, la corrente deve scorrere nel lato più in alto verso destra, e quindi la corrente i deve scorrere in verso orario. Poiché la spira è in equilibrio, le forze su di essa si annullano, quindi si deve avere

$$F_p = iLB_1 + \frac{iL\mu_0 i_f}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right),$$

dove a destra il primo contributo è dovuto a B_1 e il secondo al filo, che fornisce a sua volta due contributi distinti, uno per ogni lato ad esso parallelo. Risolvendo per i si trova

$$i = F_p \left(LB_1 + \frac{L\mu_0 i_f}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right) \right)^{-1} = 50 \text{ A}$$

2. Se i_f viene spenta, la spira avrà bisogno di un campo magnetico il cui contributo netto sia uguale a quello che era fornito dal filo, cioè

$$iB_2L = \frac{iL\mu_0 i_f}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right),$$

da cui si trova

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_f}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right) = 0.01 \text{ T}$$

3. In assenza della corrente i che reagisce ai campi magnetici presenti, la spira comincia a muoversi verso il basso per via della forza peso. Questo fa sì che il flusso di B_1 e B_2 attraverso la spira varii, generando una f.e.m. indotta che, poiché ci troviamo in presenza di un circuito, farà scorrere una corrente indotta. Per capire il verso della corrente indotta utilizziamo il principio per cui gli effetti dovuti all'induzione elettromagnetica si oppongono sempre alla causa che li genera. Dunque, la corrente risultante dovrà scorrere in senso orario affinché la forza magnetica dovuta ai campi B_1 e B_2 si opponga alla forza peso.