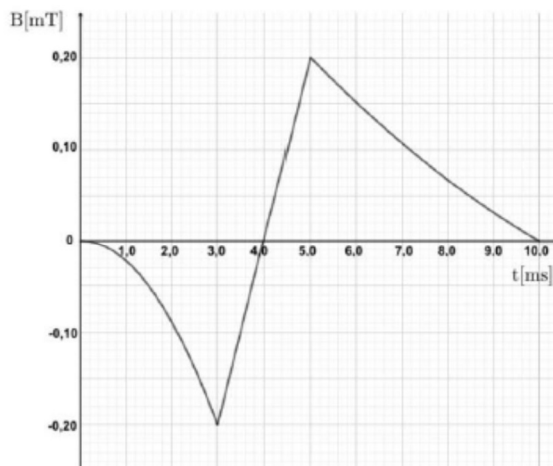


6. Una spira di rame, di resistenza $R = 4,0 \text{ m}\Omega$, racchiude un'area di 30 cm^2 ed è immersa in un campo magnetico uniforme, le cui linee di forza sono perpendicolari alla superficie della spira. La componente del campo magnetico perpendicolare alla superficie varia nel tempo come indicato in figura. Spiegare la relazione esistente tra la variazione del campo che induce la corrente e il verso della corrente indotta. Calcolare la corrente media che passa nella spira durante i seguenti intervalli di tempo:

- da $0,0 \text{ ms}$ a $3,0 \text{ ms}$;
- da $3,0 \text{ ms}$ a $5,0 \text{ ms}$;
- da $5,0 \text{ ms}$ a 10 ms .



Soluzione

La relazione esistente tra la variazione del campo che induce la corrente e il verso della corrente indotta è data dalla legge di Faraday-Neumann-Lenz, secondo la quale il verso della corrente indotta si oppone alla variazione di flusso che l'ha generata:

La relazione tra variazione del campo che induce la corrente e il verso della corrente indotta è stabilita dalla legge di Faraday-Neumann-Lenz:

$$f_{em} = - \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$$

Se il flusso aumenta, la derivata del flusso del campo magnetico è positiva e la corrente indotta è negativa (la corrente indotta circola in verso orario).

Se il flusso diminuisce, la derivata del flusso del campo magnetico è negativa e la corrente indotta è positiva (la corrente indotta circola in verso antiorario).

La forza elettromotrice *media* indotta in un circuito è data da

$$f_{em} (media) = - \frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$

Quindi se $\Delta\Phi(\vec{B}) > 0$ la corrente indotta genera un campo magnetico indotto di verso opposto rispetto a quello esterno, se invece $\Delta\Phi(\vec{B}) < 0$, la corrente indotta genera un campo magnetico indotto che ha lo stesso verso rispetto a quello esterno.

Riassumiamo i dati del grafico in una tabella:

| intervallo di tempo (ms) | componente di \vec{B} (in mT) perpendicolare al piano della spira (asse z) | verso della corrente indotta |
|--------------------------|--|------------------------------|
| [0,3] | diminuisce \otimes (entrante) | antiorario (+) |
| [3,4] | aumenta \otimes (entrante) | orario (-) |
| [4,5] | aumenta \odot (uscente) | orario (-) |
| [5,10] | diminuisce \odot (uscente) | antiorario (+) |

Calcolo della intensità della corrente indotta *media* in un intervallo di tempo:

$$i_m = -\frac{1}{R} \frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t} = -\frac{S}{R} \frac{(B_f - B_i)}{\Delta t}$$

che è lo stesso risultato che si otterrebbe calcolandola usando il teorema della media integrale:

$$fem (media) = -\frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t} = -\frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} dt$$

$$i_m = -\frac{1}{R\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} dt = -\frac{S}{R} \frac{(B_f - B_i)}{\Delta t}.$$

| Intervallo di tempo (ms) | Intensità della corrente indotta <i>media</i> (in A) |
|--------------------------|---|
| [0, 3] | $i_{1m} = -\frac{(30 \cdot 10^{-4})(-0,20 \cdot 10^{-3})}{(3 \cdot 10^{-3}) \cdot (4 \cdot 10^{-3})} = 0,05 \text{ A}$ |
| [3, 5] | $i_{2m} = -\frac{(30 \cdot 10^{-4})(0,20 \cdot 10^{-3} + 0,20 \cdot 10^{-3})}{(2 \cdot 10^{-3}) \cdot (4 \cdot 10^{-3})} = -0,15 \text{ A}$ In questo intervallo di tempo l'intensità della corrente indotta media è anche quella istantanea, perché l'andamento di $B(t)$ tra 3 ms e 5 ms è lineare |
| [5, 10] | $i_{3m} = -\frac{(30 \cdot 10^{-4})(-0,20 \cdot 10^{-3})}{(5 \cdot 10^{-3}) \cdot (4 \cdot 10^{-3})} = 0,03 \text{ A}$ |

Commento sul quesito 6

Livello di difficoltà stimato del quesito: medio/alto

L'argomento è presente nel QdR di Fisica: sì.

Di solito, viene svolto nella pratica didattica usuale? Sì.

Per la risoluzione del problema l'uso di una calcolatrice grafica (non CAS) non serve anche se può permettere di disegnare un grafico approssimato della componente del campo magnetico perpendicolare al piano della spira e di calcolare i valori della intensità di corrente media indotta. Si potrebbe anche tracciare il grafico approssimato dell'opposto della derivata della funzione data.