

SOLUZIONE QUESITO 6

Poiché il campo magnetico $B(t)$ varia nel tempo, anche il flusso del campo magnetico $\Phi(B)$ varia nel tempo e nella spira si genera una f.e.m. indotta data dalla legge di Faraday-Neumann-Lenz:

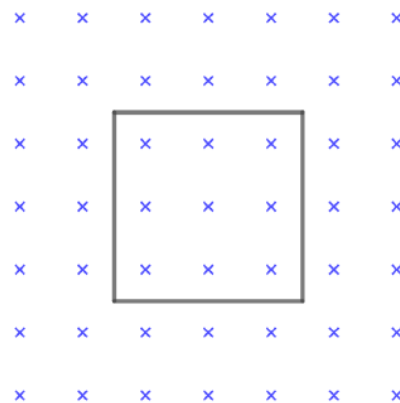
$$\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d(A_s \cdot B(t))}{dt} = -A_s \cdot \frac{dB}{dt}$$

Inoltre la spira di rame presenta una resistenza R e quindi, per la legge di Ohm, sarà attraversata da una corrente (anch'essa variabile nel tempo):

$$i(t) = -\frac{\varepsilon(t)}{R} = -\frac{A_s}{R} \cdot \frac{dB}{dt}$$

Dalla relazione ottenuta, poiché A_s e R sono costanti positive, si deduce che il verso della corrente sarà, in ogni istante, opposto a quello della derivata prima del campo magnetico $B(t)$, ossia opposto alla variazione del campo magnetico nel tempo.

Assumendo che il campo magnetico sia inizialmente diretto nel verso entrante della pagina come si osserva nella seguente figura, dove è stata considerata per semplicità una spira di forma quadrata:



- poiché il campo magnetico nei primi 3 ms decresce $\frac{dB}{dt} < 0$, la corrente deve compensare tale diminuzione e quindi avrà verso orario: $i(t) > 0$;
- nell'intervallo compreso tra 3 ms e 5 ms, invece, il campo magnetico cresce $\frac{dB}{dt} > 0$ e quindi si avrà una corrente di verso antiorario: $i(t) < 0$;
- infine nell'intervallo compreso tra 5 ms e 10 ms si ha nuovamente una diminuzione del campo magnetico $\frac{dB}{dt} < 0$, alla quale corrisponderà ancora una circolazione oraria di corrente: $i(t) > 0$.

Il valore medio della corrente in un intervallo di tempo tra gli istanti t_1 e t_2 è dato da:

$$\begin{aligned} i_m &= \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} i(t) dt = -\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{A_s}{R} \int_{t_1}^{t_2} \frac{dB}{dt} dt = \frac{A_s}{R} \cdot \frac{B(t_1) - B(t_2)}{t_2 - t_1} = \\ &= \frac{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}{4,0 \cdot 10^{-3} \Omega} \cdot \frac{B(t_1) - B(t_2)}{t_2 - t_1} = 0,75 \text{ m}^2/\Omega \cdot \frac{B(t_1) - B(t_2)}{t_2 - t_1} \end{aligned}$$

Si calcolano di seguito i valori medi della corrente che attraversa la spira nei 3 intervalli di tempo indicati:

$$\text{a) } i_{m_a} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{B(0)-B(3)}{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{0,20 \cdot 10^{-3} \text{ T}}{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,05 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

$$\text{b) } i_{m_b} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{B(3)-B(5)}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{-0,40 \cdot 10^{-3} \text{ T}}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = -150 \text{ mA}$$

$$\text{c) } i_{m_c} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{B(5)-B(10)}{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,75 \frac{\text{m}^2}{\Omega} \cdot \frac{0,20 \cdot 10^{-3} \text{ T}}{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 30 \text{ mA}$$