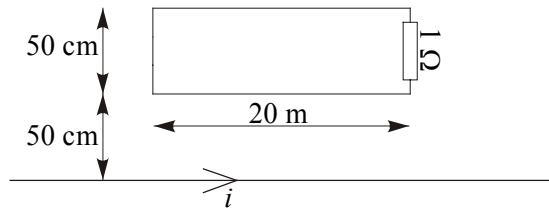


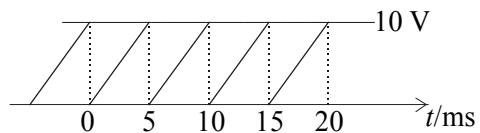
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 8. aprila 2002

1. Proton z maso $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg in nabojem $1,60 \cdot 10^{-19}$ C se v homogenem magnetnem polju gostote $\mathbf{B} = \mathbf{e}_x 0,5$ T giblje po spirali (heliksu). V določenem trenutku ima proton hitrost $\mathbf{v} = (\mathbf{e}_x 2 + \mathbf{e}_y 3 + \mathbf{e}_z 4) \cdot 10^6$ m/s. Izračunajte radij in korak spirale!
2. Trdomagnetno toroidno jedro s presekom $S = 10 \text{ cm}^2$ in srednjim polmerom $a = 10 \text{ cm}$ ter zračno režo $\delta = 2 \text{ mm}$ je predhodno namagneteno (trajni magnet). V reži med poloma izmerimo gostoto $B = 0,8 \text{ T}$. Kolikšna je srednja magnetizacija M v jedru?

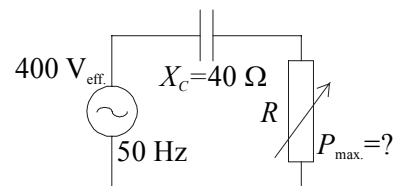
3. Ob ravnem tokovodniku, ki vodi tok $i(t) / \text{A} = 1000 \cos(4000 \text{ s}^{-1}t)$, se nahaja pravokotna zanka z uporom upornosti $R = 1 \Omega$. Koliko toplote se sprosti na uporu v eni uri, če je pojav samoindukcije zanemarljiv?



4. Žagasti napetosti izračunajte efektivno vrednost!



5. Določite največjo delovno moč, ki jo more prejemati spremenljiv upor!



Rešitve so objavljene na: <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

izpit, 8. april 2002

Rešitve

1. Gibanje delca je sestavljeno iz enakomernega premočrtnega gibanja v smeri polja s hitrostjo $2 \cdot 10^6$ m/s (na to komponento hitrosti mag. polje nima vpliva) in enakomernega kroženja z obodno hitrostjo $\sqrt{3^2 + 4^2} \cdot 10^6$ m/s = $5 \cdot 10^6$ m/s (ki ga mag. polje vzdržuje s stalno centripetalno silo). Obe hitrosti se ohranjata! Radij kroženja sledi iz formule: radij je masa \cdot obodna hitrost, deljeno z naboj \cdot gostota polja. To da $(1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 5 \cdot 10^6 \text{ m/s}) : (1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,5 \text{ T}) = 104,4 \text{ mm}$. Obhodni čas je $2\pi \cdot 0,1044 \text{ m} / 5 \cdot 10^6 \text{ m/s} = 131 \text{ ns}$, korak spirale pa je $2 \cdot 10^6 \text{ m/s} \cdot 131 \text{ ns} = 262 \text{ mm}$.

2. Pri trajnem magnetu je sklenjen krivuljni integral magnetne poljske jakosti vzdolž magneta in reže enak nič. Sledi: $(B / \mu_0 - M)(2\pi a - \delta) + (B / \mu_0)\delta = 0 \Rightarrow M = \frac{2\pi a}{2\pi a - \delta} \cdot \frac{B}{\mu_0} \cong 639 \text{ kA/m}$.

3. Inducirana napetost je negativni časovni odvod fluksa ravnega tokovodnika v pravokotni zanki:

$$u_{\text{ind.}} = -\frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 20 \text{ m}}{2\pi} 1000 \text{ A} \cos(4000 \text{ s}^{-1}t) \ln \frac{100 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} \right) = 11,09 \text{ V} \sin(4000 \text{ s}^{-1}t). \text{ Napetost je}$$

harmonična z efektivno vrednostjo $11,09 \text{ V} / \sqrt{2} = 7,84 \text{ V}_{\text{eff}}$. Ker je pojav samoindukcije zanemarljiv, je tok v zanki določen le s to napetostjo, sproščena toplota na upor upornosti 1Ω v eni uri pa je enaka $\frac{(7,84 \text{ V}_{\text{eff}})^2}{1 \Omega} 3600 \text{ s} \cong 221,4 \text{ kJ}$.

4. V času ene periode, $T = 5 \text{ ms}$, zapišemo trenutno napetost s funkcijo $u(t^*) = \frac{10 \text{ V}}{T} \cdot t^*$, kjer pomeni t^* čas, ki ga štejemo od začetka naraščanja trenutne napetosti. Njena efektivna vrednost

$$\text{je } U_{\text{eff.}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t^*) dt^*} = \frac{10 \text{ V}}{T} \cdot \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (t^*)^2 dt^*} = \frac{10 \text{ V}}{T} \cdot \sqrt{\frac{T^2}{3}} = \frac{10 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 5,77 \text{ V}.$$

5. Delovna moč na realnem bremenu je največja, ko je $R = |Z_{\text{not.}}|$, kjer je $Z_{\text{not.}}$ notranja impedanca aktivnega dvopola z gledišča sponk odstranjenega bremena. Sledi: $R = |-jX_C| = 40 \Omega$. Efektivni tok v zanki je $I_{\text{eff.}} = \frac{400 \text{ V}}{|40 - j40| \Omega} = \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ A}$. Maksimalna delovna moč je tako:

$$P_{\text{max.}} = 40 \Omega \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{2}} \text{ A} \right)^2 = 2 \text{ kW}.$$