

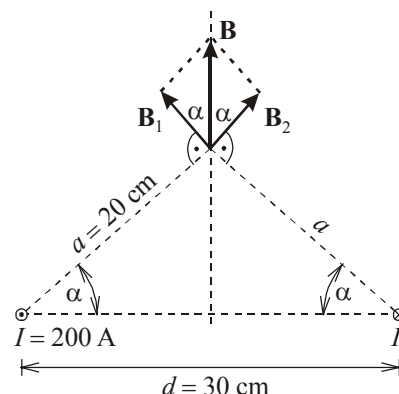
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 18. junij 2007

1. Vodnika krožnega prereza in medosne razdalje 30 cm oblikujeta dvovod, ki vodi tok 200 A. Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka v točki, ki je 20 cm oddaljena od osi obeh vodnikov.
2. V enakostranični trikotni zanki z obsegom 45 cm je tok 20 A. Zanka se nahaja v homogenem magnetnem polju gostote 30 mT in leži tako, da je v stabilni legi. Kolikšno delo opravi zunanja sila, da jo zavrti v labilno lego?
3. Tuljava s $N = 400$ ovoji in površino $A = 25 \text{ cm}^2$ rotira s kotno hitrostjo $\omega = 1000 \text{ s}^{-1}$ v homogenem magnetnem polju gostote $B = 250 \text{ mT}$; os vrtenja je pravokotna na magnetno polje. Med sponki tuljave priključimo kondenzator s kapacitivnostjo 200 μF . Določite maksimalno vrednost električne energije v kondenzatorju.
4. Dvopol kondenzatorja kapacitivnosti $C = 250 \mu\text{F}$ in vzporednega upora upornosti $R = 10 \Omega$ priključimo na harmonični vir s tokom $i_g(t) / \text{A} = 20 \sin(400 \text{ s}^{-1}t)$. Kolikšna je kompleksna moč dvopola?
5. Kondenzator s kapacitivnostjo 40 μF je naelektren z nabojevma $\pm 20 \text{ mC}$. Na ta kondenzator nato priključimo zaporedno vezje upora upornosti 20 Ω in kondenzatorja kapacitivnosti 10 μF . Določite časovno odvisnost toka skozi upor med prehodnim pojavom.

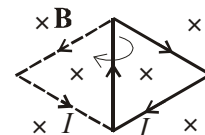
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 18. junij 2007, rešitve

1. Vektorja gostot magnetnih polj tokovodnikov sta pravokotna na ustrežni zveznici točke z osema. Njuna vsota je vertikalni vektor; določa ga projekcija:

$$B = 2B_1 \cos \alpha = 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{d/2}{a} = \frac{\mu_0 I d}{2\pi a^2} = \underline{\underline{300 \mu\text{T}}}$$



2. V desni (stabilni) legi zanke je magnetni pretok ϕ_a polja \mathbf{B} skozi zanko v referenčni smeri (ki jo določata smer toka I v zanki in desno pravilo, torej v list) enak BS , v levi (labilni) legi pa je magnetni pretok ϕ_l polja \mathbf{B} v novi referenčni smeri (iz lista) enak $-BS$, kjer je S površina opne enakostranične trikotne zanke. Delo A_z zunanje sile za zasuk je:



$$A_z = -A_m = -I(\phi_l - \phi_a) = 2ISB \cong \underline{\underline{11,7 \text{ mJ}}}$$

3. Fluks skozi tuljavo je harmoničen: $\phi(t) = BA \cos(\omega t + \alpha)$. Inducirana napetost med sponkama tuljave je $u_{\text{ind.}}(t) = -N\dot{\phi}(t) = \omega NBA \sin(\omega t + \alpha) = U_m \sin(\omega t + \alpha)$ in je hkrati enaka tudi napetosti kondenzatorja. Trenutna energija v kondenzatorju je sorazmerna kvadratu njegove napetosti: $W_C(t) = \frac{1}{2} C u_{\text{ind.}}^2(t)$. Maksimalno energijo v kondenzatorju določa torej kvadrat amplitude inducirane napetosti: $W_{C,\text{max}} = \frac{1}{2} C U_m^2 = \frac{1}{2} C (\omega NBA)^2 = \frac{1}{2} 200 \mu\text{F} \cdot (1000 \text{ s}^{-1} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 0,25 \text{ T})^2 = \underline{\underline{6,25 \text{ J}}}$.

4. Harmoničnemu viru določimo kazalec toka:

$$\underline{i_g}(t)/\text{A} = 20 \cos(\omega t - \pi/2), \quad \omega = 400 \text{ s}^{-1}, \quad \underline{I_g} = 20 e^{-j\pi/2} \text{ A} = -20 \text{ j A}.$$

Kazalec napetosti dvopola je:

$$\underline{U} = \underline{I_g} (1/R + j\omega C)^{-1} = -20 \text{ j A} \cdot (0,1 + j0,1)^{-1} \Omega = (-100 - j100) \text{ V}.$$

Kompleksna moč bremena je:

$$\underline{S} = \frac{1}{2} \underline{U} \underline{I}^* = \frac{1}{2} (-100 - j100) \text{ V} \cdot 20 \text{ j A} = \underline{\underline{(1 - j) \text{ kV} \cdot \text{A}}}$$

5. Po vklopu stikala velja v zanki enačba:

$$-u_1 + u_2 + u_R = 0 \Rightarrow -\left(\frac{Q_{10}}{C_1} - \frac{1}{C_1} \int_0^t i(t_1) dt_1\right) + \frac{1}{C_2} \int_0^t i(t_1) dt_1 + Ri = 0,$$

kjer pomeni Q_{10} naboj levega kondenzatorja pred vklopom stikala, t_1 pa čas med vklopnim in kasnejšim časom t . Po njenem odvajanju se dobi:

$$C_{12} R \frac{di}{dt} + i = 0, \quad \text{kjer je } C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 8 \mu\text{F}.$$

Začetni pogoj sledi iz zanke enačbe, ki jo zapišemo pod limito, ko gre $t \rightarrow 0$:

$$\lim_{t \rightarrow 0} \left(-\frac{Q_{10}}{C_1} + \frac{1}{C_1} \int_0^t i(t_1) dt_1 + \frac{1}{C_2} \int_0^t i(t_1) dt_1 + Ri \right) = -\frac{Q_{10}}{C_1} + Ri(0^+) = 0 \Rightarrow i(0^+) = \frac{Q_{10}}{C_1 R} = 25 \text{ A}.$$

Homogeno diferencialno enačbo reši nastavek $Ae^{\lambda t}$, kjer je $\lambda = -1 / RC_{12} = -6250 \text{ s}^{-1}$. Ko od njega zahtevamo še izpolnitev začetnega pogoja, sledi konstanta $A = 25 \text{ A}$ in rešitev:

$$i(t) = \underline{\underline{25 e^{-6250 t/s} \text{ A}}}$$