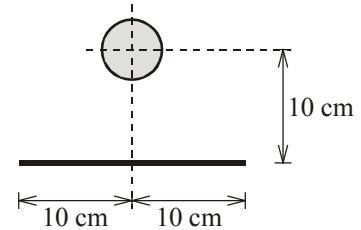
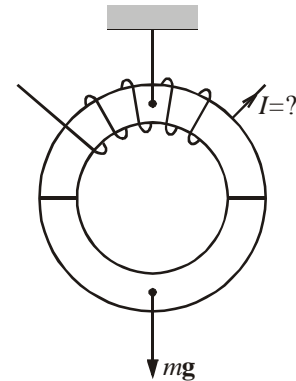


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 26. junij 2001

1. S kolikšno magnetno silo se odbijata 30 metrov dolga bakrena vodnika dvovoda, ki vodita tok 80 A? Zgornji vodnik je krožnega prereza, spodnji pa je tanek trak.

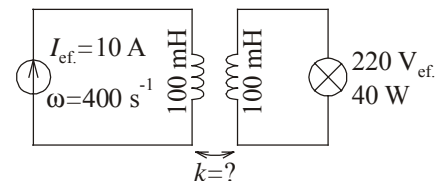


2. Dvodielno linearno toroidno jedro kvadratnega preseka 10 cm^2 , srednjega polmera 12 cm in relativne permeabilnosti 4000 ima na zgornjem, vpetem delu, navitje s 15 ovoji. Najmanj kolikšen mora biti magnetilni tok I v navitju, da spodnji del jedra zaradi lastne teže ne pade dol? ($\rho_{\text{Fe}} = 7.8 \text{ kg/dm}^3$).



3. Določite poprečno moč na uporniku upornosti 10Ω , če skozi njega teče tok $i(t)/\text{A} = 2 - 1.5 \sin((400 \text{ s}^{-1})t) + 0.5 \cos((1200 \text{ s}^{-1})t)$! Kolikšna je efektivna vrednost tega toka?

4. Kolikšen mora biti faktor magnetnega sklopa med tuljavama, da bo žarnica pravilno napajana?



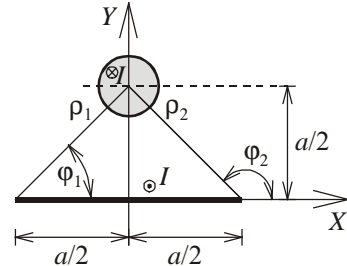
5. Dva enofazna motorja s podatki: $P_1 = 1.5 \text{ kW}$, $\cos \varphi_1 = 0.6$ in $P_2 = 2 \text{ kW}$, $\cos \varphi_2 = 0.8$, priključimo (vzporedno) na omrežno napetost $220 \text{ V}_{\text{ef.}}/50 \text{ Hz}$. Določite vrednost kompenzacijskega kondenzatorja, ki v celoti kompenzira jalovo moč obeh porabnikov skupaj!

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

izpit, 26. junij 2001

Rešitve

1. Najprej izberimo koordinatni sistem (glej sliko). Če zgornji vodnik zamenjamo s tokovno premico, ki leži v osi tega vodnika in ki vodi enak tok kot sam vodnik, se magnetno polje v točkah spodnjega vodnika ne bo spremenilo. Zato se ne bo spremenila niti odbojna magnetna sila med vodnikoma. Ta sila je vzajemna in zato je vseeno ali izračunamo silo na zgornji vodnik (tokovno premico) ali spodnji. Bolj enostavno je določiti silo na tokovno premico (ker ni treba integrirati diferencialne prispevke k sili), ampak moramo poznati izraz za vektor gostote magnetnega pretoka v okolici tokovnega traku:



$$B_x = \frac{\mu_0 K_z}{2\pi} (\varphi_1 - \varphi_2), \quad B_y = \frac{\mu_0 K_z}{2\pi} \ln \frac{\rho_1}{\rho_2}, \quad \text{kjer je } K_z = I/a \text{ ploskovni tok traku. Vektor } \vec{B}$$

v osi tokovne premice je potemtakem $\vec{B} = \vec{e}_x \frac{\mu_0 I}{2\pi a} (\pi/4 - 3\pi/4) = -\vec{e}_x \frac{\mu_0 I}{4a}$, velikost sile na tokovno premico pa je:

$$F = BIl = \frac{\mu_0 I^2 l}{4a} = (\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}) \cdot (80 \text{ A})^2 \cdot 30 \text{ m} / 20 \text{ cm} \doteq 0.302 \text{ N}$$

2. Privlačna magnetna sila med obema deloma jedra, ki sta staknjeni na dveh mestih s

presekom $A = 10 \text{ cm}^2$, je $F_m = \frac{B^2}{2\mu_0} 2A = \frac{B^2 A}{\mu_0}$. Gostoto B določimo iz pretoka ϕ v jedru:

$B = \phi/A$; $\phi = NI/R_m$. Število ovojev navitja $N = 15$ in magnetna upornost jedra $R_m = \frac{2\pi r_0}{\mu_0 \mu_r A}$, kjer je $r_0 = 12 \text{ cm}$ srednji polmer jedra, $\mu_r = 4000$ pa relativna

permeabilnost jedra. Pretok je torej $\phi = \frac{NI\mu_0\mu_r A}{2\pi r_0}$, magnetna sila pa

$$F_m = \frac{\phi^2}{\mu_0 A} = \frac{N^2 I^2 \mu_0 \mu_r^2 A}{4\pi^2 r_0^2}. \quad \text{Da spodnji del jedra ne pade dol, mora biti magnetna sila}$$

najmanj enaka njegovi lastni teži: $F_m = mg$; $m = \rho_{Fe} V$, kjer je V volumen spodnjega dela jedra: $V = \pi r_0 A$. Zdaj izenačimo izraza za magnetno in težnostno silo:

$$\frac{N^2 I^2 \mu_0 \mu_r^2 A}{4\pi^2 r_0^2} = \rho_{Fe} \pi r_0 A g \quad \Rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{4\pi^3 r_0^3 g \rho_{Fe}}{N^2 \mu_0 \mu_r^2}} \doteq 1.90 \text{ A}$$

3. Lahko si predstavljamo, da je upornik $R = 10 \Omega$ priključen na vzporedno vezavo treh tokovnih virov s toki 2 A , $-(1.5 \text{ A})\sin((400 \text{ s}^{-1})t)$ in $(0.5 \text{ A})\cos((1200 \text{ s}^{-1})t)$. Ker so viri med seboj nekoherentni, je poprečna oz. delovna moč P na uporniku enaka vsoti moči, ki bi jih na njem ločeno povzročali posamezni viri:

$$P = (10 \Omega) \left[(2 \text{ A})^2 + (1.5 \text{ A})^2 / 2 + (0.5 \text{ A})^2 / 2 \right] = 52.5 \text{ W}$$

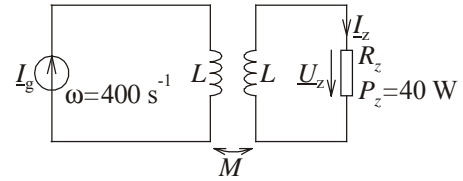
Efektivna vrednost toka je od tu:

$$I_{\text{ef.}} = \sqrt{\frac{P}{R}} = 2.29 \text{ A}$$

4. Vsota napetosti na žarnici in napetosti na desni tuljavi je enaka nič:

$$\underline{U}_z + j\omega L \underline{I}_z + j\omega M \underline{I}_g = 0 \quad ; \quad M = k\sqrt{L \cdot L} = kL$$

$$\underline{I}_z = \underline{U}_z / R_z \quad ; \quad R_z = U_{z, \text{ef.}}^2 / P_z = 1210 \, \Omega$$



$$\underline{U}_z (1 + j\omega L / R_z) = -\underline{I}_g j\omega kL \Rightarrow |\underline{U}_z (1 + j\omega L / R_z)| = |-\underline{I}_g j\omega kL| \Rightarrow$$

$$U_{z, \text{ef.}} \sqrt{1 + (\omega L / R_z)^2} = I_{\text{ef.}} \omega kL \Rightarrow k = \frac{U_{z, \text{ef.}} \sqrt{1 + (\omega L / R_z)^2}}{I_{\text{ef.}} \omega L} \doteq 0.55$$

5. Jalova moč Q_C na kondenzatorju mora biti ravno nasprotna jalovi moči obeh motorjev skupaj: $Q_C = -(Q_1 + Q_2)$.

$$Q_C = \text{Im}\{U_{\text{ef.}}^2 (j\omega C)^*\} = -\omega C U_{\text{ef.}}^2 \Rightarrow C = -\frac{Q_C}{\omega U_{\text{ef.}}^2}$$

$$Q_1 = S_1 \sin \varphi_1 \quad ; \quad S_1 = P_1 / \cos \varphi_1 \quad ; \quad Q_1 = P_1 \text{tg} \varphi_1 \quad , \quad Q_2 = P_2 \text{tg} \varphi_2$$

$$Q_C = -(P_1 \text{tg} \varphi_1 + P_2 \text{tg} \varphi_2) = -3.5 \text{ kVAr} \quad ; \quad C \doteq 230 \, \mu\text{F}$$

