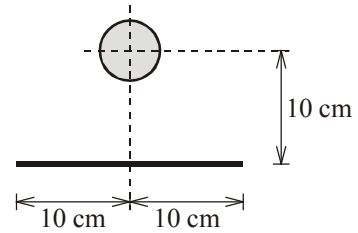
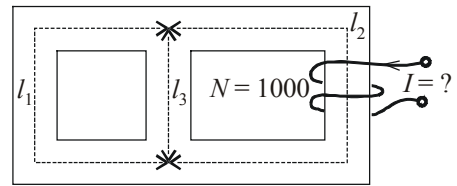


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 18. septembra 2002

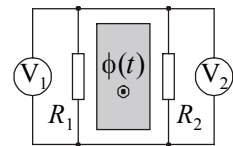
1. S kolikšno magnetno silo se odbijata 30 metrov dolga bakrena vodnika dvovoda, ki vodita tok 80 A? Zgornji vodnik je krožnega prereza, spodnji pa je tanek trak.



2. S kolikšnim tokom I tuljave, ki ima 1000 ovojev, moramo magnetiti tritebrno jedro ($l_1 = 0.9$ m, $l_2 = 1.2$ m in $l_3 = 0.3$ m) iz transformatorske pločevine, da bo magnetna gostota v levem stebru 0.5 T? (Magnetilna krivulja je na hrbtni strani lista.)

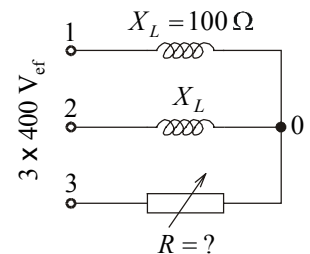


3. Zanka dveh uporov upornosti $R_1 = 100 \Omega$ in $R_2 = 300 \Omega$ objame feromagnetni steber, v katerem se magnetni fluks spreminja po časovni funkciji $\phi(t) / \text{Wb} = 0.1 \cos(1000 \text{ s}^{-1} t)$. Kolikšna sta odčitka obeh idealnih voltmetrov, ki merita efektivno vrednost? Pojav samoindukcije je zanemarljiv!



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

5. Določite največjo delovno moč P , ki jo more spremenljiv upornik prejemati iz pozitivnega simetričnega trifaznega sistema napetosti $3 \times 230 / 400 \text{ V}_{\text{ef}}$!

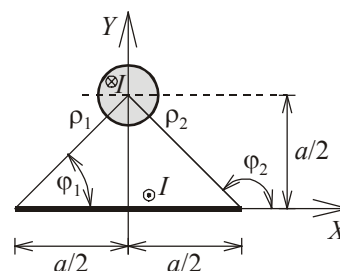


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

izpit, 18. septembra 2002

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:

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

2.

$$B_1 = 0.5 \text{ T} \Rightarrow H_1 \doteq 50 \text{ A/m}, \quad H_3 l_3 = H_1 l_1 \Rightarrow H_3 \doteq 150 \text{ A/m} \Rightarrow B_3 \doteq 0.95 \text{ T}$$

$$B_2 = B_1 + B_3 \doteq 1.45 \text{ T} \Rightarrow H_2 \doteq 2000 \text{ A/m}, \quad NI = H_2 l_2 + H_1 l_1 \doteq 2445 \text{ A} \Rightarrow I \doteq 2.45 \text{ A}$$

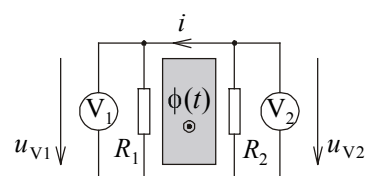
3.

$$u_i(t) = -\frac{d\phi}{dt} = (R_1 + R_2) \cdot i(t) \Rightarrow$$

$$i(t) = \frac{1}{R_1 + R_2} (0.1 \text{ Vs}) \cdot (1000 \text{ s}^{-1}) \cdot \sin(1000 \text{ s}^{-1} t)$$

$$i(t) = 0.25 \sin(1000 \text{ s}^{-1} t) \text{ A}, \quad u_{V1} = R_1 i, \quad u_{V2} = -R_2 i$$

$$U_{V1} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} R_1 \doteq 17.7 \text{ V}_{\text{ef}}, \quad U_{V2} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} R_2 \doteq 53 \text{ V}_{\text{ef}}$$



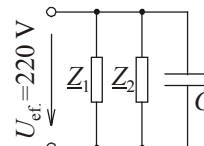
4. Jalova moč Q_C na kondenzatorju mora biti ravno nasprotna jalovi moči obeh motorjev skupaj:

$$Q_C = -(Q_1 + Q_2).$$

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

$$Q_1 = S_1 \sin \varphi_1; \quad S_1 = P_1 / \cos \varphi_1; \quad Q_1 = P_1 \tan \varphi_1, \quad Q_2 = P_2 \tan \varphi_2$$

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



5. Zapišimo medfazne napetosti pozitivnega trifaznega omrežja:

$$\underline{U}_{12} = \underline{U}_1 - \underline{U}_2 = 400 \cdot e^{j120^\circ} \text{ V} \quad , \quad \underline{U}_{23} = \underline{U}_2 - \underline{U}_3 = 400 \cdot e^{j0^\circ} \text{ V}$$

Določimo Theveninov nadomestni vir za breme vezano med sponki 0 in 3:

$$\underline{U}_{03T} = \underline{U}_{23} + \frac{1}{2} \underline{U}_{12} = 200\sqrt{3} \cdot e^{j30^\circ} \text{ V} \quad , \quad \underline{Z}_{03T} = jX_L \parallel jX_L = j50 \Omega$$

V stavek največje moči vstavimo temensko vrednost napetosti in izračunamo absolutno vrednost impedance Theveninovega nadomestnega vira:

$$Z_{03T} = |\underline{Z}_{03T}| = 50 \Omega \quad , \quad P_{\max} = \frac{U_g^2}{4(R_g + Z_g)} = \frac{U_{03T}^2}{4(0 + Z_{03T})} = \frac{(200\sqrt{3}\sqrt{2} \text{ V})^2}{4(50 \Omega)} = 1200 \text{ W}$$