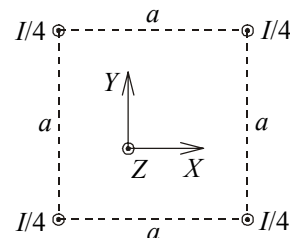
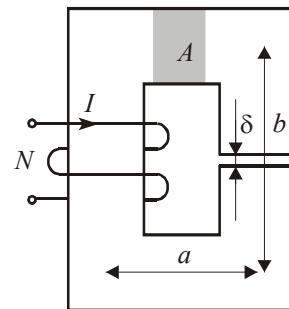


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)
Izpit, 15. september 2006

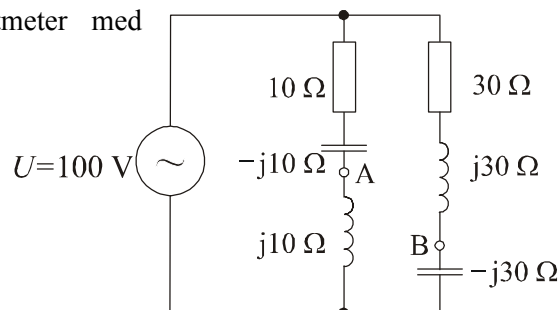
1. Štirje enaki vzporedni tokovodniki, razmeščeni v oglišča kvadrata s stranico $a = 10 \text{ cm}$, oblikujejo cepljen vodnik (četvorček) s skupnim tokom $I = 4 \text{ A}$ (tok v vsaki žici je $I/4$). Določite vektor magnetne sile na desni zgornji vodnik na dolžini $l = 10 \text{ m}$.



2. Na jedru iz litega jekla enakomernega prereza ($a = 20 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$, $\delta = 2,8 \text{ mm}$, $A = 3 \text{ cm}^2$) je navitje z $N = 3000$ ovojji. V zračni reži je gostota magnetnega pretoka $B = 0,43 \text{ T}$. Stresanje zanemarimo. Določite magnetilni tok v ovojjih. (Magnetilna krivulja je priložena na zadnji strani).

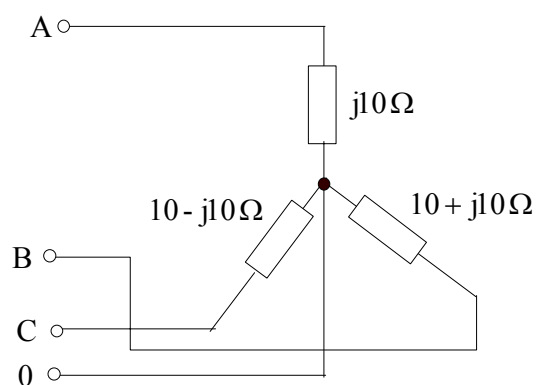


3. Na feritnem toroidu s srednjim obsegom $l = 10 \text{ cm}$ in presekom $A = 2 \text{ cm}^2$ sta nameščeni dve navitji z $N_1 = 300$ in $N_2 = 150$ ovojji; faktor sklopa je $k = 0,95$; $B-H$ karakteristiko ferita podaja enačba $B = 0,002 \cdot H \text{ T.m/A}$. Izračunajte efektivno vrednost inducirane napetosti med sponkama drugega navitja, če teče skozi prvo navitje harmonični tok amplitude 300 mA in frekvence 400 Hz .
4. Kolikšno efektivno vrednost kaže idealni voltmeter med sponkama A in B?



5. Narisano breme v vezavi zvezda je priključeno na štirivodni simetrični trifazni sistem $3 \times 400/230 \text{ V}$ z nevtralnimi vodnikom. Kolikšna delovna moč se troši na bremenu?

$$(\underline{U}_A = 230 \text{ V}, \underline{U}_B = 230 e^{j120^\circ} \text{ V}, \underline{U}_C = 230 e^{-j120^\circ} \text{ V}).$$



Rešitve in rezultati bodo objavljeni na <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)
Izpit, 15. september 2006
Rešitve

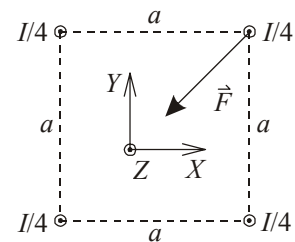
1. Magnetno polje na mestu desnega zgornjega vodnik je:

$$\vec{B} = \vec{e}_y \frac{\mu_0 I/4}{2\pi a} - \vec{e}_x \frac{\mu_0 I/4}{2\pi a} + \frac{\mu_0 I/4}{2\pi(a\sqrt{2})} \left(-\vec{e}_x \frac{\sqrt{2}}{2} + \vec{e}_y \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I/4}{2\pi a} \left(\vec{e}_x \left(-1 - \frac{1}{2} \right) + \vec{e}_y \left(1 + \frac{1}{2} \right) \right) = \frac{3\mu_0 I}{16\pi a} (-\vec{e}_x + \vec{e}_y).$$

Magnetna sila na desni zgornji vodnik je:

$$\vec{F}_m = \vec{e}_z \frac{I}{4} l \times \vec{B} = \frac{3\mu_0 I^2 l}{64\pi a} (-\vec{e}_x - \vec{e}_y) = \underline{\underline{(-\vec{e}_x - \vec{e}_y) 30 \mu\text{N}}}.$$



2. Ker smemo stresanje zanemariti, je magnetni pretok v jedru enak magnetnemu pretoku v zračni reži ($\phi_{Fe} = \phi_{Zr}$). Od tod velja: $B_{Fe} A = B_{Zr} A \Rightarrow B_{Fe} = B_{Zr}$.
 Izračunajmo magnetno poljsko jakost v zraku in iz magnetilne krivulje odčitajmo magnetno poljsko jakost v jedru iz litega jekla:

$$H_{Zr} = \frac{B_{Zr}}{\mu_0} \approx 342 \text{ kA/m} \quad B_{Fe} \rightarrow H_{Fe} \approx 300 \text{ A/m}$$

Izračunajmo magnetno napetost:

$$\theta = \oint H dl = H_{Fe} (2a + 2b) + H_{Zr} (\delta) \approx 1260 \text{ A}.$$

Iz nje določimo potreben tok:

$$I = \frac{\theta}{N} \approx \underline{\underline{0,42 \text{ A}}}.$$

3. Inducirana napetost $u_{ind.2}$ je posledica spreminjanja magnetnega fluksa skozi ovoje drugega navitja:

$$u_{ind.2}(t) = -N_2 \frac{d\phi_2}{dt} = -N_2 \frac{kd\phi_1}{dt},$$

kjer je $k = 0,95$ faktor sklopa. Fluks ϕ_1 določa tok prvega navitja:

$$\phi_1 = B_1 A = \mu H_1 A = \mu \frac{i_1 N_1}{l} A, \quad \mu = \frac{B}{H} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V}\cdot\text{s}}{\text{A}\cdot\text{m}}.$$

Po vstavitvi druge enačbe v prvo dobimo izraz za inducirano napetost:

$$u_{ind.2}(t) = -\mu N_1 N_2 k \frac{A}{l} \frac{d}{dt} (I_{1max} \cos(\omega t + \alpha)) = \omega \mu N_1 N_2 k \frac{A}{l} I_{1max} \sin(\omega t + \alpha).$$

Inducirana napetost je harmonična funkcija; njena efektivna vrednost je:

$$U_{2,ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega \mu N_1 N_2 k \frac{A}{l} I_{1max} \doteq \underline{\underline{91,2 \text{ V}}}.$$

4. Voltmeter kaže absolutno vrednost razlike med potenciali v točkah A in B.

A – 10 ohmska veja

B – 30 ohmska veja

Če ozemljimo spodnje vozlišče velja:

$$U_v = |\underline{U}_A - \underline{U}_B| = \left| \frac{U}{R_A} (jX_{LA}) - \frac{U}{R_B} (jX_{CB}) \right| = \left| \frac{100}{10} (j10) - \frac{100}{30} (-j30) \right| = \underline{\underline{200 \text{ V}}}.$$

5. Impedanca z realno (ohmsko) komponento je v fazah B in C. Ker je obakrat 10Ω velja:

$P = P_B + P_C = 2P_B$. Najprej določimo navidezno moč v fazi B:

$$\underline{S}_B = 230 \cdot \left(\frac{230}{10(1+j)} \right)^* = 2645(1+j) \text{ VA},$$

iz nje pa realno komponento in nato skupno delovno moč:

$$\underline{P} = \underline{5290 \text{ W}}.$$