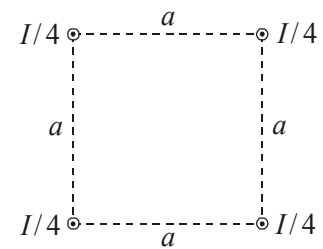
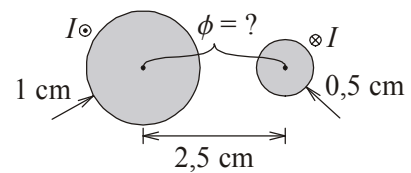


**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 28. junij 2006**

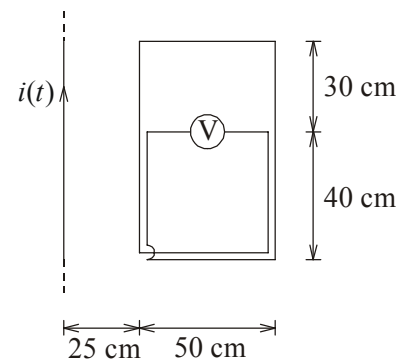
1. Štirje vzporedni vodniki (razmeščeni v oglišča kvadrata s stranico  $a$ ) oblikujejo cepljen tokovodnik. Tok v vsakem vodniku je  $I/4$ . Določite absolutno vrednost vektorja magnetne sile na dolžinski meter na enega od štirih vodnikov.



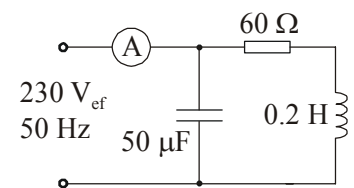
2. Nesimetrični dvovod dolžine  $l = 10$  m vodi tok  $I = 100$  A. Izračunajte magnetni pretok  $\phi$  med osema dvovoda. Polmera vodnikov sta 1 cm in 0,5 cm, njuna medosna razdalja pa 2,5 cm.



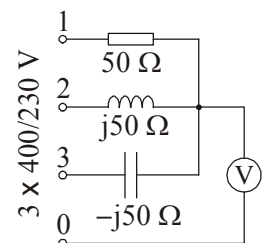
3. Sklenjena zanka leži ob ravnem tokovodniku, ki vodi tok  $i(t)/A = 1000\sin(\omega t)$ , kjer je  $\omega = 1000$  s<sup>-1</sup>. Izračunajte efektivno vrednost napetosti, ki jo meri voltmeter.



4. Izračunajte efektivno vrednost toka skozi ampermeter.



5. Trifazno breme je priključeno na simetrično trifazno omrežje efektivnih napetosti  $3 \times 400/230$  V z negativnim faznim zaporedjem. Izračunajte efektivno vrednost napetosti voltmetra.



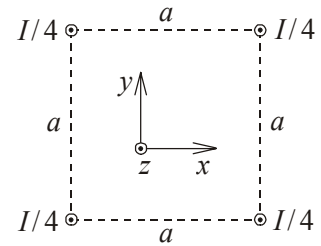
Rešitve so objavljene na naslovu <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 28. junij 2006, rešitve**

1. Izberimo npr. desni zgornji vodnik in v izbranem koordinatnem sistemu izrazimo po superpoziciji polje drugih tokov na njegovem mestu:

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

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

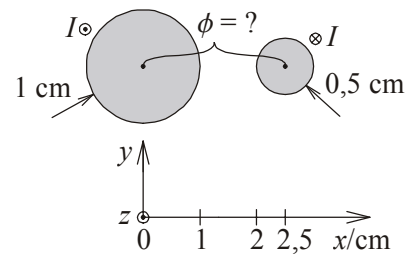


Iz toka vodnika in polja na njegovem mestu sledi magnetna sila nanj na dolžinski meter:

$$\vec{f}_m = \frac{d\vec{F}_m}{dl} = \frac{I}{4} \vec{e}_z \times \vec{B} = \frac{3\mu_0 I^2}{64\pi a} (-\vec{e}_x - \vec{e}_y) \Rightarrow \underline{\underline{f_m = \frac{3\sqrt{2}\mu_0 I^2}{64\pi a}}}$$

2. Vsoto magnetnih polj obeh tokov v točkah med osema vodnikov izrazimo v izbranem koordinatnem sistemu:

$$B_y(x) = \begin{cases} \frac{\mu_0 I}{2\pi(1 \text{ cm})^2} x + \frac{\mu_0 I}{2\pi(2,5 \text{ cm} - x)}, & 0 \leq x < 1 \text{ cm} \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(2,5 \text{ cm} - x)}, & 1 \text{ cm} \leq x < 2 \text{ cm} \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(0,5 \text{ cm})^2} (2,5 \text{ cm} - x), & 2 \text{ cm} \leq x < 2,5 \text{ cm}. \end{cases}$$



Iskan pretok je enak produktu dolžine  $l$  in integrala gostote pretoka med osema:  $\phi = l \cdot \int_0^{2,5 \text{ cm}} B_y(x) dx$ ,

$$\phi = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left( \frac{1}{(1 \text{ cm})^2} \frac{(1 \text{ cm})^2}{2} + \ln \frac{2,5 \text{ cm}}{1,5 \text{ cm}} + \ln \frac{2 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} + \ln \frac{1,5 \text{ cm}}{0,5 \text{ cm}} + \ln \frac{2,5 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} + \frac{1}{(0,5 \text{ cm})^2} \frac{(0,5 \text{ cm})^2}{2} \right),$$

$$\phi = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \ln \frac{2,5 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 2,5}{1,5 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 2} \right) = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left( 1 + \ln \frac{18,75}{1,5} \right) \cong \underline{\underline{705 \mu\text{Wb}}}.$$

3. Voltmeter meri vsoto induciranih napetosti v pravokotnih ovojih, ki ju določa Faradayev zakon:

$$u_i(t) = -\frac{d\psi}{dt}, \psi = \int_{25 \text{ cm}}^{25 \text{ cm} + 50 \text{ cm}} \frac{\mu_0 i}{2\pi\rho} \cdot (70 \text{ cm} + 40 \text{ cm}) \cdot d\rho = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \cdot (110 \text{ cm}) \cdot \ln \frac{75 \text{ cm}}{25 \text{ cm}}$$

$$\psi = \frac{\mu_0 (110 \text{ cm}) \cdot \ln 3}{2\pi} i, u_i(t) = -\frac{\mu_0 (110 \text{ cm}) \cdot \ln 3}{2\pi} \cdot (1000 \text{ A}) \cdot \omega \cdot \cos \omega t \cong -242 \cos \omega t \text{ mV}.$$

Efektivna vrednost harmonične napetosti je  $U_{v-m} = U_{i,max} / \sqrt{2} \cong \underline{\underline{171 \text{ mV}}}$ .

4. Admitanca vezja, priključenega na omrežje, je  $\underline{Y} = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} = \left( j5\pi + \frac{1000}{60 + j20\pi} \right) \text{ mS}$

$\cong (7,95 + j7,38) \text{ mS} \cong 10,85 \text{ mS} \angle 42,89^\circ$ . Efektivna vrednost toka skozi ampermeter je  $I_{A,ef} = |\underline{Y}| \cdot 230 \text{ V} \cong 10,85 \text{ mS} \cdot 230 \text{ V} \cong \underline{\underline{2,50 \text{ A}}}$ .

5. Voltmeter meri potencial zvezdišča:

$$\underline{U}_V = \underline{V}_{zvez.} = \frac{\underline{U}_1/50 \Omega + \underline{U}_2/j50 \Omega + \underline{U}_3/(-j50 \Omega)}{1/50 \Omega + 1/j50 \Omega + 1/(-j50 \Omega)} = \underline{U}_1 \left( 1 - j \cdot e^{j120^\circ} + j \cdot e^{-j120^\circ} \right),$$

$$\underline{U}_V = \underline{U}_1 (1 + e^{j30^\circ} + e^{-j30^\circ}) = \underline{U}_1 \left( 1 + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \Rightarrow \underline{U}_{V,ef} = 230 \text{ V} \cdot (1 + \sqrt{3}) \cong \underline{\underline{628 \text{ V}}}.$$