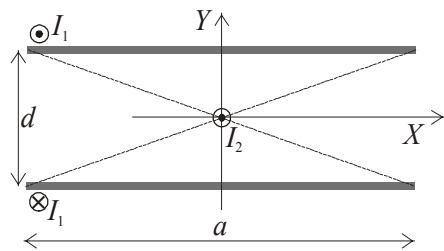
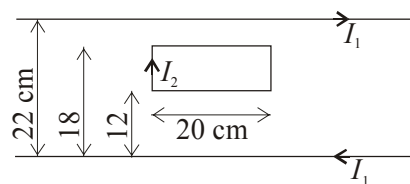


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 12. marec 2009

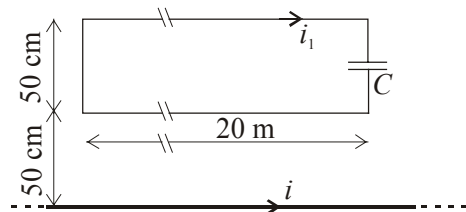
1. Med tračnima vodnikoma ($a = 25 \text{ mm}$, $d = 10 \text{ mm}$) s tokoma $I_1 = 20 \text{ A}$ leži tanek vodnik s tokom $I_2 = 10 \text{ A}$. Določite vektor magnetne sile na sredinski vodnik na dolžini $l = 5 \text{ m}$.



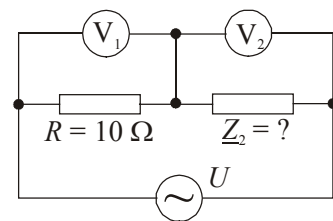
2. Med vodnikoma dvovoda s tokom $I_1 = 3 \text{ A}$ leži tokovna zanka s tokom $I_2 = 100 \text{ A}$. Koliko dela bi opravila zunanja sila, da bi zanko odvedla stran od dvovoda?



3. Plošči kondenzatorja kapacitivnosti $C = 1 \text{ mF}$ sklene pravokotna zanka, ki leži ob ravnem vodniku s tokom $i(t) = 1000 \cos(400 \text{ s}^{-1} \cdot t) \text{ A}$. Določite funkcijo polnilnega toka i_1 kondenzatorja. Samoindukcijo zanemarite.



4. O neznanem bremenu vemo le to, da je kapacitivnega značaja. Da bi določili njegovo impedanco Z_2 , si pomagamo z merilnim vezjem, ki ga vzbuja sinusni vir efektivne napetosti $U = 24 \text{ V}$. Idealna voltmetra merita efektivne vrednosti; izmerita napetosti $U_1 = 10 \text{ V}$ in $U_2 = 16 \text{ V}$. Določite impedanco bremena?



5. Tri grela z upornostmi $R_1 = 25 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$ in $R_3 = 35 \Omega$ vežemo v zvezdo in priključimo na simetričen trifazni sistem medfaznih napetosti $3 \times 400 \text{ V}_{\text{ef}}$ brez povratnega vodnika. Izračunajte delovno moč trifaznega bremena.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 12. marec 2009, rešitve

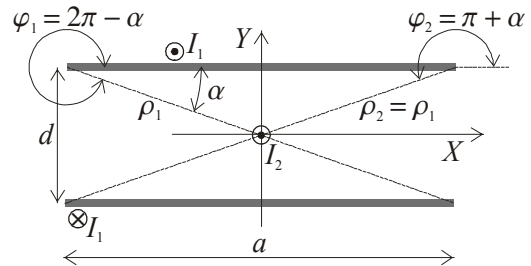
1. Magnetna sila na srednji vodnik je $\mathbf{F}_m = I_2 \mathbf{e}_z \times \mathbf{B}$.

Gostoto \mathbf{B} določata tokova v trakovih:

$$\mathbf{B} = 2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} \left[\mathbf{e}_x (\varphi_1 - \varphi_2) + \mathbf{e}_y \ln \frac{\rho_1}{\rho_2} \right] = \mathbf{e}_x \frac{\mu_0 I_1}{\pi a} (\pi - 2\alpha).$$

Kot $\alpha = \arctan d/a$ in

$$\mathbf{F}_m = I_2 \mathbf{e}_z \times \mathbf{e}_x \frac{\mu_0 I_1}{\pi a} (\pi - 2 \arctan d/a) = \mathbf{e}_y \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{\pi a} (\pi - 2 \arctan d/a) \cong \underline{\underline{\mathbf{e}_y 38,1 \text{ mN}}}.$$



2. Med oddaljevanjem zanke je delo zunanje sile ravno nasprotno delu magnetne. Delež lastnega toka k pretoku v zanki je med tem nespremenjen, zato je dovolj upoštevati le pretok, ki ga prispeva tok dvovoda: $A_z = -A_m = I_2 (\phi_{\text{zač.}} - \phi_{\text{kon.}}) = I_2 (\phi_{\text{zač.}}^{(1)} - \phi_{\text{kon.}}^{(1)})$. Daleč stran od dvovoda je pretok $\phi_{\text{kon.}}^{(1)} = 0$, v

začetni legi pa je ta enak $\phi_{\text{zač.}}^{(1)} = \frac{\mu_0 I_1 \cdot 20 \text{ cm}}{2\pi} \left(\ln \frac{10 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} + \ln \frac{18 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} \right) = \frac{\mu_0 I_1 \cdot 20 \text{ cm}}{2\pi} \ln 3,75$.


Od tod je $A_z = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \cdot 20 \text{ cm}}{2\pi} \ln 3,75 \cong \underline{\underline{15,9 \mu\text{J}}}$.

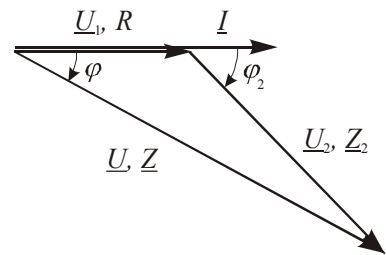
3. Polnilni tok kondenzatorja, $i_1 = C du_{\text{ind.}}/dt$, določa inducirana napetost, $u_{\text{ind.}} = -d\phi/dt$, njo pa (ob zanemarljivi samoindukciji) magnetni pretok v list papirja skozi zanko zaradi toka i v vodniku:

$$\phi = -\frac{\mu_0 i(t) \cdot 20 \text{ m}}{2\pi} \ln \frac{100 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} = -\frac{\mu_0 \cdot 20 \text{ m}}{2\pi} \ln 2 \cdot i(t). \text{ Po vstavitvah sledi:}$$

$$i_1(t) = -C d^2 \phi / dt^2 = \frac{\mu_0 \cdot 20 \text{ m}}{2\pi} \ln 2 \cdot C d^2 i / dt^2 = -\frac{\mu_0 \cdot 20 \text{ m}}{2\pi} \ln 2 \cdot 10^{-3} \text{ F} \cdot 10^3 \text{ A} \cdot (400 \text{ s}^{-1})^2 \cdot \cos(400 \text{ s}^{-1} \cdot t),$$

$$i_1(t) \cong \underline{\underline{-444 \text{ mA} \cdot \cos(400 \text{ s}^{-1} \cdot t)}}.$$

4. Napetost na upor (\underline{U}_1) je v fazi s tokom \underline{I} , napetost na neznanem bremenu kapacitivnega značaja (\underline{U}_2) pa za njim fazno zaostaja. Iz kosinusnega izreka v trikotniku napetosti (in impedanc, $\underline{Z} = R + \underline{Z}_2$) sledijo: $\cos \varphi = (U^2 + U_1^2 - U_2^2) / (2UU_1) \Rightarrow \varphi \cong -29^\circ$, absolutna  nost impedance $Z = U/I = UR/U_1 = 24 \Omega$ in impedanca bremena $\underline{Z}_2 = \underline{Z} - R = Z(\cos \varphi + j \sin \varphi) - R \cong \underline{\underline{(11 - j11,6) \Omega}}$.



5. Delovna moč na realnem bremenu ni odvisna od faznega zaporedja. Privzemimo simetrični sistem s pozitivnim faznim zaporedjem: $\underline{U}_1 = 230 \text{ V}$, $\underline{U}_2 = \underline{U}_1 e^{-j120^\circ}$, $\underline{U}_3 = \underline{U}_1 e^{j120^\circ}$. Potencial zvezdišča je

$$\underline{V}_{zv} = \frac{\underline{U}_1 G_1 + \underline{U}_2 G_2 + \underline{U}_3 G_3}{G_1 + G_2 + G_3} \cong (20,4 - j9,3) \text{ V}, \text{ delovna moč pa je } P = \sum_{i=1}^3 \frac{|\underline{U}_i - \underline{V}_{zv}|^2}{R_i} \cong \underline{\underline{5339 \text{ W}}}.$$