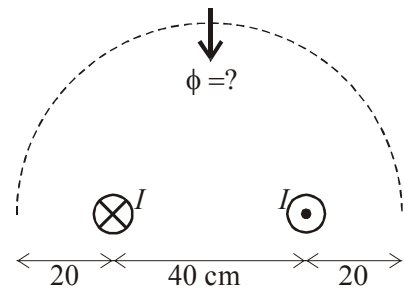
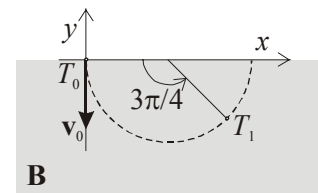


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 15. junij 2005

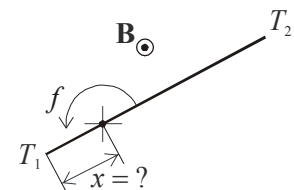
1. Izračunajte magnetni pretok skozi polkrožno napet trak dolžine $l = 10$ m vzdolž dvovoda, ki vodi tok $I = 200$ A.



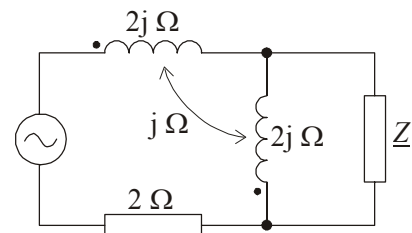
2. Elektron z maso $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg in nabojem $Q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C vstopi s hitrostjo v_0 skozi točko T_0 v polprostor $y < 0$, v katerem je homogeno magnetno polje $\mathbf{B} = (0, 0, B_z)$, in po času 25 ns doseže točko T_1 . Določite vrednost komponente B_z .



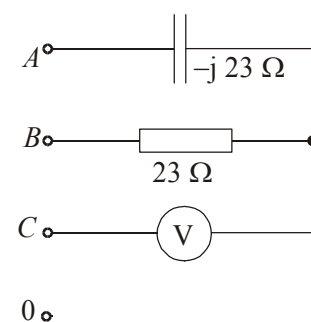
3. Kovinsko palico dolžine $l = 20$ cm vrtimo s frekvenco $f = 100$ Hz okoli osi, ki je vzporedna z magnetnim poljem gostote $B = 0,1$ T. Določite oddaljenost x točke T_1 od osi, če je inducirana napetost med točko T_1 in točko T_2 enaka 0,5 V.



4. Pri kateri vrednosti impedance \underline{Z} bremena bo delovna moč na njem maksimalna?



1. Fazne napetosti simetričnega trifaznega sistema določajo efektivni kazalci $\underline{U}_A = 230 e^{j60^\circ}$ V, $\underline{U}_B = 230 e^{-j60^\circ}$ V in $\underline{U}_C = 230 e^{-j180^\circ}$ V. Izračunajte efektivno vrednost napetosti, ki jo meri voltmeter.



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 15. junij 2005, rešitve

1. Magnetni pretok polja ravnega tokovodnika skozi njemu vzporeden trak določata razdalji njegovih robov do tokovodnika; ti sta 60 cm in 20 cm. Magnetni pretok ϕ je vsota dveh enakih prispevkov:

$$\phi = 2l \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{60}{20} \cong 879 \mu\text{Vs.}$$

2. Da bo elektron zakrožil tako, kot je narisano, mora biti $B_z > 0$. Iz enačbe za polmer kroženja sledi:

$$r = \frac{mv_0}{|Q|B_z} \Rightarrow B_z = \frac{mv_0}{|Q|r} = \frac{m}{|Q|} \cdot \frac{v_0}{r} = \frac{m}{|Q|} \cdot \omega = \frac{m}{|Q|} \cdot \frac{\varphi}{t} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \frac{3\pi/4}{25,10^{-9}} \text{ T} \cong \underline{\underline{0,54 \text{ mT}}}.$$

3. Inducirano napetost med koncema palice določa inducirana poljska jakost $\mathbf{E}_{\text{ind.}} = \mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Če ima polje \mathbf{B} smer Z osi, imajo radialni diferenciali palice obodno hitrost \mathbf{v} φ smeri:

$$\mathbf{B} = \mathbf{e}_z B, \quad \mathbf{v} = \mathbf{e}_\varphi 2\pi f r \Rightarrow \mathbf{E}_{\text{ind.}} = (\mathbf{e}_\varphi \times \mathbf{e}_z) 2\pi f B r = \mathbf{e}_r 2\pi f B r.$$

Diferencial inducirane napetosti vzdolž diferenciala palice je:

$$du_{\text{ind.}} = \mathbf{E}_{\text{ind.}} \cdot \mathbf{e}_r dr = 2\pi f B r dr.$$

Inducirana napetost med T_1 in T_2 ter iskana oddaljenost x sta:

$$u_{\text{ind.}} = \int_{T_1}^{T_2} du_{\text{ind.}} = \pi f B \int_{-x}^{l-x} 2r dr = \pi f B ((l-x)^2 - x^2) = \pi f B l (l - 2x) \Rightarrow$$

$$x = \frac{l}{2} \left(1 - \frac{u_{\text{ind.}}}{\pi f B l^2} \right) \cong \underline{\underline{6,02 \text{ cm}}}.$$

4. Impedančno breme odstranimo in preostalemu vezju določimo Theveninovo napetost \underline{U}_T ,

$$\underline{U}_T = \frac{\underline{U}}{2 + j(2 + 2 - 1 - 1)} j(2 - 1) = (1 + j)\underline{U}/4,$$

in Nortonov tok \underline{I}_N , ki ga dobimo iz enačb leve,

$$\underline{U} = (2 + j2) \Omega \cdot \underline{I}_1 + j \Omega \cdot (\underline{I}_N - \underline{I}_1) - j2 \Omega \cdot (\underline{I}_N - \underline{I}_1) - j \Omega \cdot \underline{I}_1 = (2 + j2) \Omega \cdot \underline{I}_1 - j \Omega \cdot \underline{I}_N,$$

in desne zanke,

$$j2 \Omega \cdot (\underline{I}_N - \underline{I}_1) + j \Omega \cdot \underline{I}_1 = 0 \Rightarrow \underline{I}_1 = 2\underline{I}_N,$$

iz česar sledi:

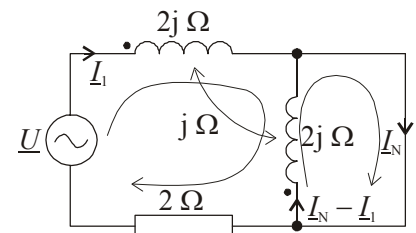
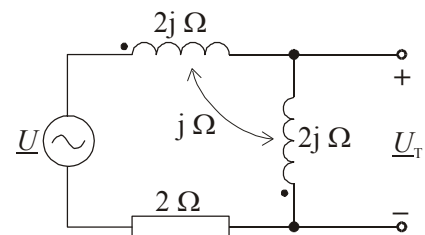
$$\underline{U} = (4 + j3) \Omega \cdot \underline{I}_N \Rightarrow \underline{I}_N = \frac{\underline{U}}{(4 + j3) \Omega}.$$

Notranja impedanca vezja je:

$$\underline{Z}_{\text{not.}} = \underline{U}_T / \underline{I}_N = (0,25 + j1,75) \Omega.$$

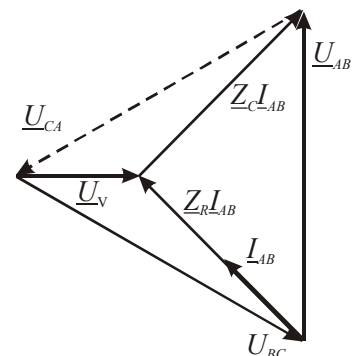
Delovna moč na bremenu bo maksimalna, ko bo:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_{\text{not.}}^* = \underline{\underline{(0,25 - j1,75) \Omega}}.$$



5. Nalogo moremo rešiti grafično ali analitično. 1) Narišemo kazalce medfaznih napetosti (enakostranični trikotnik), vrišemo kazalec toka skozi kondenzator in upor (napetost \underline{U}_{AB} prehiteva za $\pi/4$) in narišemo (pravokotna si) kazalca napetosti na uporu in kondenzatorju. Kazalec napetosti voltmetra sledi iz enačbe: $\underline{U}_V = \underline{U}_{BC} + \underline{Z}_R \underline{I}_{AB}$, njegovo absolutno vrednost (meri jo V-m) pa določa geometrija trikotnikov:

$$|\underline{U}_V| = |\underline{U}_{AB}| \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right) = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right) \cdot \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} \cong \underline{\underline{145,8 \text{ V}}}.$$



2) Kazalec toka skozi kondenzator in upor, kazalec napetosti voltmetra in odčitek z instrumenta so:

$$\underline{I}_{AB} = \frac{\underline{U}_A - \underline{U}_B}{\underline{Z}_C + \underline{Z}_R} = \frac{230 \text{ V}(e^{j60^\circ} - e^{-j60^\circ})}{(23 - j23) \Omega} = \frac{j\sqrt{3}}{1 - j} \cdot 10 \text{ A} = 5\sqrt{3}(-1 + j) \text{ A},$$

$$\underline{U}_V = \underline{Z}_R \underline{I}_{AB} + \underline{U}_B - \underline{U}_C = (115\sqrt{3}(-1 + j) + 230 e^{-j60^\circ} + 230) \text{ V} \cong (145,8 + j0) \text{ V} \Rightarrow |\underline{U}_V| \cong \underline{\underline{145,8 \text{ V}}}.$$