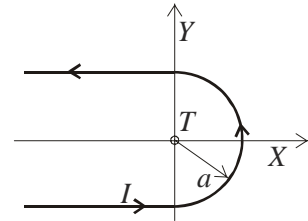
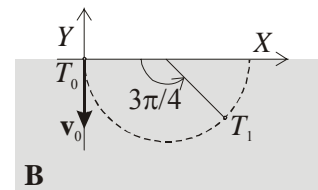


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 28. avgust 2008

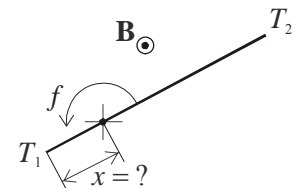
1. Tanka žica vodi električni tok $I = 1 \text{ A}$ in je oblikovana tako, kot kaže slika: da se prek ravnega odseka in polkrožnega loka polmera $a = 2 \text{ cm}$ obrne v nasprotno smer. Določite vektor gostote magnetnega pretoka v točki T .



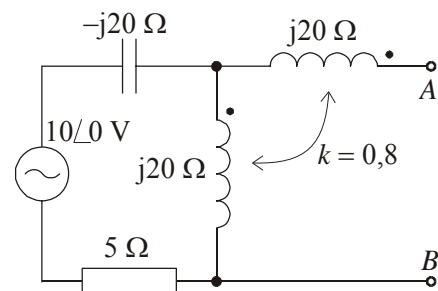
2. Proton z maso $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ in nabojem $Q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ vstopi s hitrostjo v_0 skozi točko T_0 v polprostor $y < 0$, v katerem je homogeno magnetno polje $\mathbf{B} = (0, 0, B_z)$, in po času 25 ns doseže točko T_1 . Določite vrednost komponente B_z .



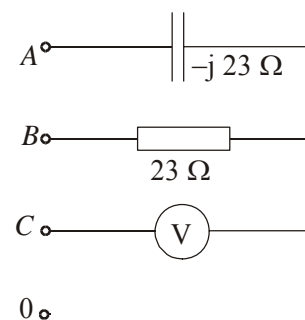
3. Kovinska palica dolžine $l = 40 \text{ cm}$ se vrti s frekvenco $f = 100 \text{ Hz}$ okoli osi, ki je vzporedna z magnetnim poljem gostote $B = 0,1 \text{ T}$. Določite oddaljenost x točke T_1 od osi, če je inducirana napetost med točko T_1 in točko T_2 enaka 2 V .



4. Določite kazalec napetosti med sponkama A in B!



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



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 28. avgust 2008, rešitve

1. Gostoto magnetnega pretoka določajo toki v poltrakih in polkrožnem zavoju. V točki T so vektorji gostot magnetnih pretokov zaradi tokov v vseh treh delih usmerjeni iz lista (v smeri osi Z):

$$B_z(T) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 I}{2a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{\mu_0 I}{2a} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \right) \cong \underline{\underline{25,7 \mu\text{T}}}.$$

2. Da bo proton ($Q > 0$) zakrožil tako, kot je narisano, mora biti $B_z < 0$. Iz enačbe za polmer kroženja potemtakem sledi:

$$r = -\frac{mv_0}{QB_z} \Rightarrow B_z = -\frac{m}{Q} \cdot \frac{v_0}{r} = -\frac{m}{e} \cdot \omega = -\frac{m}{e} \cdot \frac{\varphi}{t} = -\frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \frac{3\pi/4}{25 \cdot 10^{-9}} \text{ T} \cong \underline{\underline{-0,98 \text{ T}}}.$$

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 osi Z , imajo radialni diferenciali palice obodno hitrost v smeri naraščanja kota φ :
 $\mathbf{B} = e_z B$, $\mathbf{v} = e_\varphi 2\pi f r \Rightarrow \mathbf{E}_{\text{ind.}} = (e_\varphi \times e_z) 2\pi f B r = e_r 2\pi f B r$.

Diferencial inducirane napetosti na diferencialu 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:

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

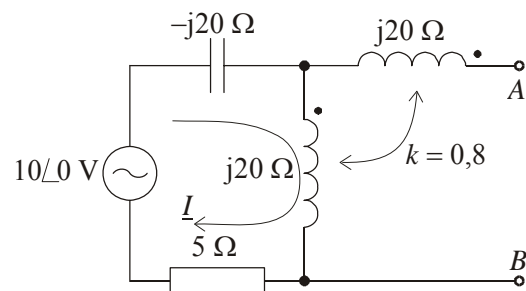
$$x = \frac{l}{2} \left(1 - \frac{u_{\text{ind.}}}{\pi f B l^2} \right) \cong \underline{\underline{12,04 \text{ cm}}}.$$

4. Najprej določimo kazalec toka \underline{I} v zanki:

$$\underline{I} = \frac{10 \text{ V}}{(5 + j20 - j20) \Omega} = 2 \text{ A}.$$

Kazalec iskane napetosti je enak vsoti kazalcev napetosti na obeh tuljavah:

$$\underline{U}_{AB} = j20 \Omega \cdot \underline{I} + j(0,8 \cdot 20 \Omega) \cdot \underline{I} = \underline{\underline{j72 \text{ V}}}.$$



5. Nalogo lahko rešimo grafično ali analitično.

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

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

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

b) Narišemo kazalce medfaznih napetosti (enakostranični trikotnik), vrišemo kazalec toka skozi kondenzator in upor (napetost \underline{U}_{AB} prehiteva za $\pi/4$) in narišemo 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:

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

