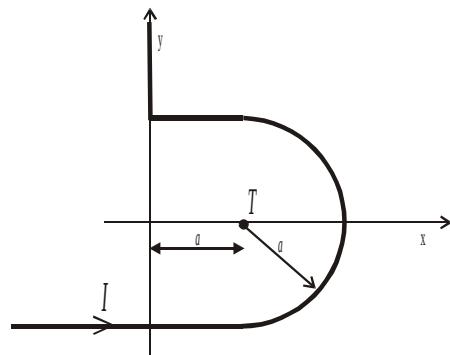


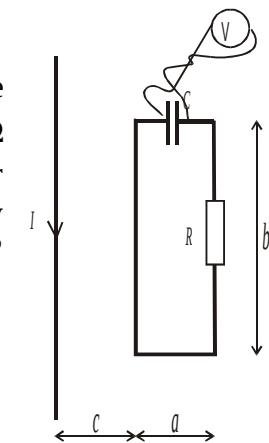
## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

Izpit 18.9.2003

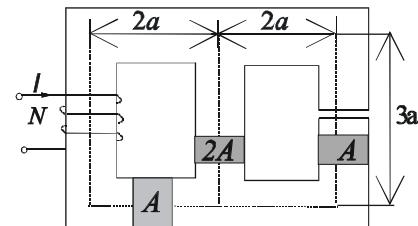
1. Določite izraz za vektor gostote magnetnega pretoka lomljjenega vodnika s tokom  $I$  v točki T!



2. Ob ravnom tokovodniku s tokom  $i(t) = 150 \cos(5000 s^{-1}t)$  A je pravokotna zanka z zaporedno vezanim upornikom upornosti  $R = 100 \Omega$  in kondenzatorjem kapacitivnosti  $C = 2 \mu F$ . Koliko kaže voltmeter vezan na kondenzator, če je zanemarljiva inducirana napetost v priključnih vodnikih voltmетra in je pojav samoindukcije zanemarljiv? ( $a = c = 4$  cm,  $b = 20$  cm)



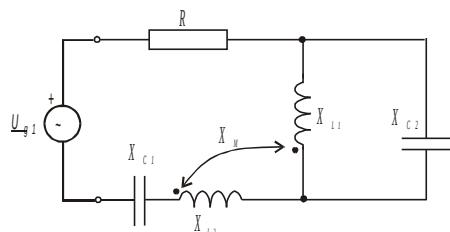
3. Določite potrebno debelino zračne reže, da bo v njej gostota magnetnega pretoka enaka 0,2 T!  $I = 5$  A,  $N = 400$ ,  $a = 2$  cm,  $A = 1 \text{ cm}^2$ ,  $\mu_r = 100$  ?



4. Določite kapacitivnost  $C_2$  tako, da bo jalova moč v vezju enaka nič!

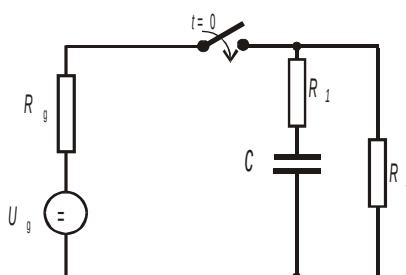
$$(U_g = 60 \text{ V}_{\text{ef}}, R = 10 \Omega, X_M = 10 \Omega,$$

$$X_{L1} = X_{L2} = 20 \Omega, X_{C1} = 10 \Omega, f = 10 \text{ kHz})$$



5. Določite napetost na kondenzatorju med prehodnim pojavom in skicirajte časovni potek moči na kondenzatorju!

$$(U_g = 12 \text{ V}, C = 6 \text{ nF}, R_1 = R_g = 1 \text{ k}\Omega, R_2 = 2 \text{ k}\Omega)$$



## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

Izpit 18.9.2003, Rešitve

1. Lomljen vodnik razdelimo na štiri odseke. Prispevek vodoravnega tokovnega poltraka (1) v točki  $T$  je enak polovici polja tokovne premice  $\frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ , prispevek polovice krožne tokovne zanke (2) je  $\frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 I}{2a}$ , daljice (3)  $\frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left( \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) \right)$  in navpičnega poltraka (4)  $-\frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left( \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) - \cos(\pi) \right)$ ,

skupno torek

$$\begin{aligned} \bar{B}(T) &= 1_z \times \left( \frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 I}{2\pi a} + \frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 I}{2a} + \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left( \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) + \cos(\pi) \right) \right) = \\ &= 1_z \times \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left( 1 + \pi + 0 - \left( -\frac{\sqrt{2}}{2} \right) - \left( -\frac{\sqrt{2}}{2} \right) - 1 \right) = 1_z \times \underline{\underline{\frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\sqrt{2} + \pi)}} \end{aligned}$$

2. V zanki se inducira napetost  $u_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ , ki se razdeli na padec napetosti na uporu in kondenzatorju. Voltmeter meri efektivno vrednost napetosti na kondenzatorju  $U_V = |U_C|_{ef}$ . Določimo najprej inducirano napetost, jo zapišemo v obliki kompleksorja ter določimo padec napetosti na kondenzatorju:

$$u_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_A^V \bar{B} \times d\bar{A} = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr \times b = -\frac{d}{dt} \left( \frac{\mu_0 Ib}{2\pi} \ln 2 \times \cos(\omega t) \right)$$

$$u_i = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi} \ln 2 \times \omega \times \sin(\omega t) \Rightarrow |U_{ief}| = \frac{150 \text{ A}}{\sqrt{2}} \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln 2 \times \omega = 15 \text{ mV}$$

$$\underline{U}_{C_{ef}} = \underline{U}_{ief} \times \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \underline{U}_{ief} \times \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$\underline{U}_V = |U_{C_{ef}}| = |\underline{U}_{ief}| \times \left| \frac{1}{1 + j\omega RC} \right| = |\underline{U}_{ief}| \times \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} = 15 \text{ mV} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{10,6 \text{ mV}}}$$

3. Narišemo si ustrezeno ekvivalentno magnetno vezje in zapišemo sistem dveh enačb, kjer  $\Phi_1$  in  $\Phi_2$  predstavljata zančna »toka« (magnetna fluksa). Iz enačb izpeljemo magnetno upornost v zračni reži, kjer je  $\Phi_2$  znan iz znane gostote magnetnega pretoka v jedru in nato še debelino reže:

$$\left. \begin{array}{l} IN = \Phi_1(R_{m1} + R_{m2}) - \Phi_2 \times R_{m2} \\ 0 = \Phi_2(R_{m1} + R_{m2} + R_\delta) - \Phi_1 R_{m2} \end{array} \right\}$$

$\Rightarrow$

$$R_\delta = \left( \frac{IN}{\Phi_2} + R_{m2} \right) \left( \frac{R_{m2}}{R_{m1} + R_{m2}} \right) R_{m1} - R_{m2}$$

$$\delta = \left( \mu_0 A \frac{IN}{0,2 \text{ T} \times A} + \frac{3a}{\mu_r} \right) \left( \frac{3a}{3a + 7a} \right) \frac{7a}{\mu_r} - \frac{3a}{\mu_r} \approx \underline{\underline{1,9 \text{ mm}}}$$

4. Jalova moč vezja bo enaka nič, ko bo imaginarni del impedance vezja enaka nič:

$$Q = \text{Im}\{\underline{S}\} = \text{Im}\{\underline{U} \times \underline{I}^*\} = \text{Im}\{\underline{I} \times \underline{Z} \times \underline{I}^*\} = I^2 \times \text{Im}\{\underline{Z}\} = 0. \text{ Potrebno je torej poiskati impedanco}$$

vezja, ker pa so v vezju sklopljeni elementi, je potrebno rešiti sistem enačb z upoštevanjem medsebojnih induktivnosti.  $\underline{J}_1$  in  $\underline{J}_2$  sta zančna toka znotraj levega in desnega zanke! vezja usmerjena v smeri urinega kazalca:

$$\underline{J}_1 R_g + (\underline{J}_1 - \underline{J}_2)(jX_{L1} + jX_M) + \underline{J}_1(jX_{L2} + jX_M) + \underline{J}_1(-jX_{C1}) = \underline{U}_g$$

$$\underline{J}_2(-jX_{C2}) + (\underline{J}_2 - \underline{J}_1) \times jX_{L1} - \underline{J}_1 \times jX_M = 0$$

$\Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow$

$$\underline{J}_1 \left[ R_g + \left( 1 - \frac{X_{L1} + X_M}{X_{L1} - X_{C2}} \right) (jX_{L1} + jX_M) + jX_{L2} + jX_M - jX_{C1} \right] = \underline{U}_g$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}_g}{\underline{J}_1}$$

$$\text{Im}\{\underline{Z}\} = \left( 1 - \frac{20\Omega + 10\Omega}{20\Omega - X_{C2}} \right) (30\Omega) + 20\Omega + 10\Omega - 10\Omega = 0$$

$$X_{C2} = 2\Omega$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi 10^4 s^{-1} \times 2\Omega} \approx \underline{\underline{8\mu F}}$$

5. Določimo napetost na kondenzatorju na začetku in na koncu prehodnega pojava (z upoštevanjem, da je ob preklopu napetost na kondenzatorju enaka nič, po preteklu prehodnega pojava pa ima neskončno upornost) ter iz eksponentnega poteka uganemo rešitev:

$$u_C(t=0^+) = 0V, \quad u_C(t=\infty) = U_g \frac{R_2}{R_g + R_2} = 8V$$

$$u_C(t) = 8 \times \underline{\underline{1 - e^{-t/\tau}}} \text{ V}$$

$$\tau = (R_g \| R_2 + R_1) \times C = 10\mu s$$

$$p_C(t) = u_C(t) \dot{x}_C(t)$$

$$i_C(t) = C \times \frac{du_C(t)}{dt} = C \times 8V \left( \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau} \right) = \underline{\underline{4,8e^{-t/\tau} \text{ mA}}}$$

$$p_C(t) = 38,4e^{-t/\tau} \times \underline{\underline{1 - e^{-t/\tau}}} \text{ mW}$$