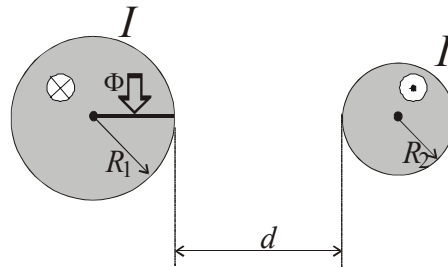
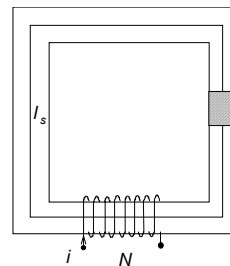


**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 17. 4. 2003**

3. Izračunajte magnetni pretok skozi označen prerez v levem vodniku na dolžini  $l=10$  m, če je polmer levega vodnika  $R_1 = 2$  cm, desnega  $R_2 = 1,5$  cm, razdalja med vodnikoma  $d = 5$  cm ter tok v vodnikih  $I = 10$  A!

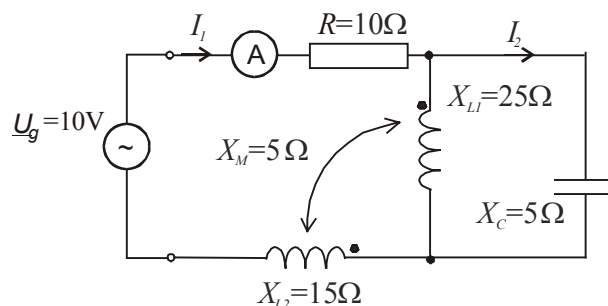


2. Na feromagnetnem jedru prereza  $8 \text{ cm}^2$  in srednje dolžine gostotnice  $0,3$  m je navitje z  $N = 30$  ovojji. Magnetilno krivuljo opisuje izraz  $B = kH$ ,  $k = 10^{-3} \text{ Vs/Am}$ . Polnilni faktor železa je  $0,95$ . Skozi navitje teče tok  $i = I_0 (1 + \sin \omega t)$ ,  $I_0 = 2$  A,  $\omega = 2$  kHz. Kolikšna je največja napetost med sponkama navitja, če zanemarimo električno upornost navitja?



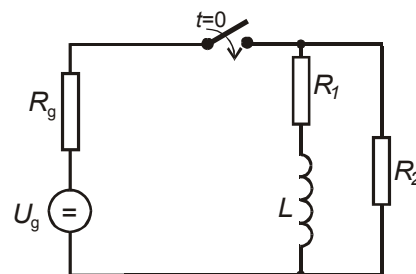
3. Pri napetosti  $u(t) = 70 \sin(10^6 \text{ s}^{-1}t + \pi/3)$  V teče v pasivno linearno dvopolno vezje tok  $i(t) = 0,2 \sin(10^6 \text{ s}^{-1}t + \pi/6)$  A. Določite elemente nadomestnega dvopola v vzporedni vezavi in delovno moč v vezju!

4. Koliko kaže (idealni) ampermeter!

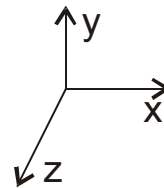


5. Ob času  $t = 0$  vklopimo stikalo. Določite in skicirajte časovni potek toka skozi upor  $R_g$  med prehodnim pojavom!

$U_g = 12 \text{ V}$ ,  $R_g = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $L = 2 \text{ mH}$ ,  $R_1 = R_2 = 0,5 \text{ k}\Omega$ .



1. Izberemo koordinatni sistem (glej sliko) in s pomočjo Amperovega zakona zapišemo posebej gostoti magnetnega pretoka zaradi levega vodnika ( $B_l$ ) in desnega vodnika ( $B_d$ ) na prerezu, kjer računamo pretok.  $r$  označuje razdaljo od središča vsakega vodnika posebej.



$$B_l \cdot 2\pi r = \mu_0 J \cdot A = \frac{\mu_0 I}{\pi R_1^2} \cdot \pi r^2$$

$$B_d \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

$$B_l = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} \cdot r$$

$$B_d = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\bar{B}_l = -\bar{1}_y \cdot B_l = -\bar{1}_y \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} \cdot r$$

$$\bar{B}_d = -\bar{1}_y \cdot B_d = -\bar{1}_y \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Phi_l = \int_A \bar{B}_l \cdot d\bar{A} = \int_0^l \int_0^{R_1} \left( -\bar{1}_y \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} r \right) \cdot (-\bar{1}_y dr \cdot dz)$$

$$\Phi_d = \int_A \bar{B}_d \cdot d\bar{A} = \int_0^l \int_{R_2+d}^{R_1+R_2+d} \left( -\bar{1}_y \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \right) \cdot (-\bar{1}_y dr \cdot dz)$$

$$\Phi_l = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} \cdot \frac{R_1^2}{2} \cdot l = \frac{\mu_0 I \cdot l}{4\pi}$$

$$\Phi_d = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \ln \left( \frac{R_1 + R_2 + d}{R_2 + d} \right) \cdot l$$

$$\Phi = \Phi_l + \Phi_d = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left( \frac{1}{2} + \ln \left( \frac{R_1 + R_2 + d}{R_2 + d} \right) \right)$$

$$\Phi = \frac{4\pi 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 10 \text{ A} \cdot 10 \text{ m}}{2\pi} \left( \frac{1}{2} + \ln \left( \frac{2+1,5+5}{1,5+5} \right) \right) = \underline{\underline{15,4 \mu\text{Vs}}}$$

2. Zapišemo izraz za inducirano napetost, fluks ter amperov zakon v jedru. Združimo izraze in odvajamo tok po času, da dobimo maksimalno inducirano napetost:

$$u_i(t) = -N \frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$\Phi(t) = 0,95 \cdot B(t) \cdot A = 0,95 \cdot kH(t) \cdot A$$

$$i(t) \cdot N = H(t) \cdot l_s$$

$$\Phi(t) = 0,95 \cdot k \cdot A \cdot \frac{i(t) \cdot N}{l_s}$$

$$u_i(t) = -\frac{0,95 N^2 k A}{l_s} \cdot \frac{di(t)}{dt} = -\frac{0,95 N^2 k A}{l_s} \cdot I_o \omega \cos(\omega t)$$

$$U_{\max} = \frac{0,95 N^2 k A}{l_s} \cdot I_o \omega = \frac{0,95 \cdot 30^2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}} \cdot 2 \text{ A} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{9,12 \text{ V}}}$$

3. Zapišemo tok in napetost v kompleksni obliki ter izračunamo moč in admitanco vezja. Iz predznaka kompleksnega člena admitance razberemo reaktivni element vzporedne vezave. (Ker smo pri pretvorbi v kompleksorje ohranili maksimalne vrednosti toka in napetosti, moramo to upoštevati pri izrazu za moč!)

$$\underline{U} = 70e^{-j\frac{\pi}{2} + j\frac{\pi}{3}} \text{ V}$$

$$\underline{I} = 0,2e^{-j\frac{\pi}{2} + j\frac{\pi}{6}} \text{ A}$$

$$\underline{S} = \frac{1}{2} \underline{U} \cdot \underline{I}^* = \frac{1}{2} 70e^{-j\frac{\pi}{2} + j\frac{\pi}{3}} \text{ V} \cdot 0,2e^{j\frac{\pi}{2} - j\frac{\pi}{6}} \text{ A} = 7e^{j\frac{\pi}{6}} \text{ VA} = 7 \left( \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) + j \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \right) \text{ VA} \approx \underline{\underline{(6,06 + j3,5) \text{ VA}}}$$

$$P = \text{Re}\{\underline{S}\} = \underline{\underline{6,06 \text{ W}}}$$

$$\underline{Y} = \frac{\underline{I}}{\underline{U}} = \frac{0,2e^{-j\frac{\pi}{2} + j\frac{\pi}{6}} \text{ A}}{70e^{-j\frac{\pi}{2} + j\frac{\pi}{3}} \text{ V}} = 2,86e^{-j\frac{\pi}{6}} \text{ mS} \approx (2,48 - j1,43) \text{ mS}$$

$$R = 1/G = \frac{1}{2,48 \text{ mS}} \approx \underline{\underline{400 \Omega}}$$

$$-\frac{1}{\omega L} = -1,43 \text{ mS} \Rightarrow L = \frac{1}{10^6 \text{ s}^{-1} \cdot 1,43 \text{ mS}} \approx \underline{\underline{0,7 \text{ mH}}}$$

4. Zapišemo sistem enačb z upoštevanjem medsebojnih induktivnosti. Ampermeter meri efektivno vrednost toka!

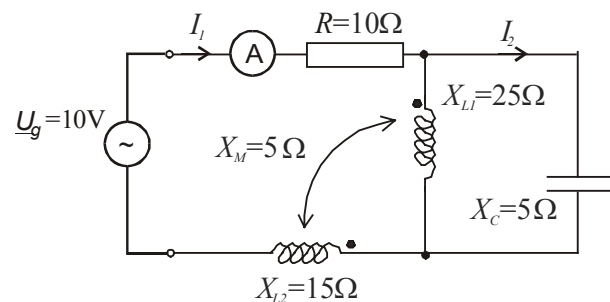
$$\begin{cases} 10\text{V} = \underline{I}_1 \cdot (10 + j25 + j15)\Omega - \underline{I}_2 \cdot j25\Omega + (\underline{I}_1 - \underline{I}_2) \cdot j5\Omega + \underline{I}_1 \cdot j5\Omega \\ 0\text{V} = \underline{I}_2 \cdot (j25 - j5)\Omega - \underline{I}_1 \cdot j25\Omega - \underline{I}_1 \cdot j5\Omega \end{cases}$$

Iz druge enačbe sledi  $\underline{I}_2 = \frac{3}{2} \underline{I}_1$ , zato:

$$10\text{V} = \underline{I}_1 \cdot (10 + j50)\Omega - \frac{3}{2} \underline{I}_1 \cdot j30\Omega$$

$$\underline{I}_1 = \frac{10}{10 + j5} \text{ A}, |\underline{I}_1| = 0,89 \text{ A}$$

$$I_A = \frac{1}{\sqrt{2}} |\underline{I}_1| \approx \underline{\underline{0,63 \text{ A}}}$$



5. Določimo tok skozi upor tik po vklopu ( $i_{Rg}(t=0^+)$ ) ter po koncu prehodnega pojava ( $i_{Rg}(t=\infty)$ ). Časovna konstanta je  $\tau = L/R_{Th}$ , kjer je  $R_{Th}$  Theveninova nadomestna upornost

gledano s strani tuljave:  $R_{Th} = R_g \parallel R_2 + R_1 = (1 \parallel 0,5 + 0,5) \text{ k}\Omega = \underline{\underline{0,833 \text{ k}\Omega}}$ .

$$\tau = \frac{L}{R_{Th}} = \frac{2 \text{ mH}}{0,833 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{2,4 \mu\text{s}}}$$

$$i_{Rg}(t=0^+) = \frac{U_g}{R_g + R_2} = \frac{12\text{V}}{1,5 \text{ k}\Omega} = 8 \text{ mA}$$

$$i_{Rg}(t=\infty) = \frac{U_g}{R_g + R_1 \parallel R_2} = \frac{12\text{V}}{1,25 \text{ k}\Omega} = 9,6 \text{ mA}$$

$$i_{Rg}(t) = \left[ 8 + (9,6 - 8) \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \right] \text{ mA} = \underline{\underline{\left[ 8 + 1,6 \cdot (1 - e^{-t/2,4 \mu\text{s}}) \right] \text{ mA}}}$$

