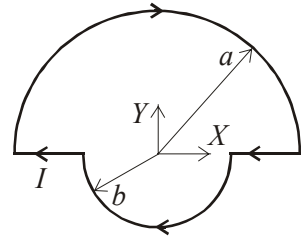
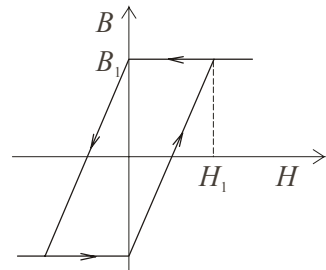


**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 16. junij 2004**

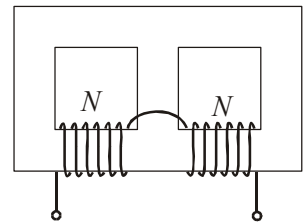
1. Planarno tokovno zanko oblikujejo dva polkrožna in dva ravna odseka žice. Izračunajte vektor gostote magnetnega pretoka  $\mathbf{B}$  v izhodišču koordinatnega sistema.  
 ( $I = 150 \text{ A}$ ,  $a = 10 \text{ cm}$ ,  $b = 5 \text{ cm}$ )



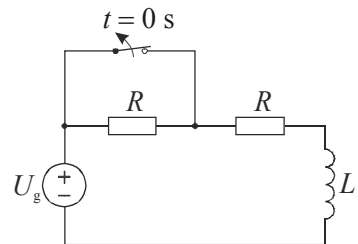
2. Na feromagnetnem jedru, ki ima presek  $S = 4 \text{ cm}^2$  in srednjo dolžino magnetne poti  $l = 15 \text{ cm}$ , je navitje z  $N = 40$  ovoji in tokom  $i = 3 \cos(100\pi t \text{ s}^{-1}) \text{ A}$ . Določite povprečno moč histereznih izgub v jedru z dano histerezo.  
 ( $H_1 = 600 \text{ A/m}$ ,  $B_1 = 1 \text{ T}$ )



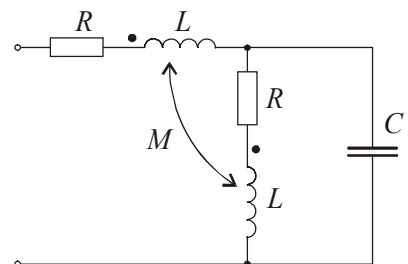
3. Izrazite induktivnost dvodelnega navitja na tritebernem železnem jedru, če sta magnetni upornosti stranskih dveh magnetnih poti trikrat večji od magnetne upornosti  $R_m$  srednjega stebra.



4. V trenutku  $t = 0 \text{ s}$  odklopimo stikalo. Določite čas  $t_1$ , ob katerem bo imela magnetna energija v polju tuljave le še polovico začetne vrednosti.  
 ( $R = 1 \Omega$ ,  $L = 100 \text{ mH}$ )



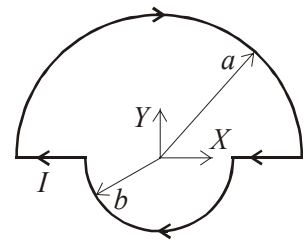
5. Določite impedanco vezja.  
 ( $R = 2 \Omega$ ,  $\omega L = \omega M = 1/\omega C = 1 \Omega$ )



Rešitve so objavljene na: <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)**  
**izpit, 16. junij 2004, rešitve**

1. Magnetni polji tokovnih daljic sta v izhodišču enaki nič, saj je to točka, ki leži v nosilnih premicah ene in druge daljice. Magnetno polje toka skozi zgornji lok je v izhodišču enako polovici tistega magnetnega polja, ki bi ga povzročal tok krožnega ovoja polmera  $a$  v svojem središču, usmerjeno pa je v list. Podobno velja tudi za magnetno polje toka skozi spodnji lok, zato je:



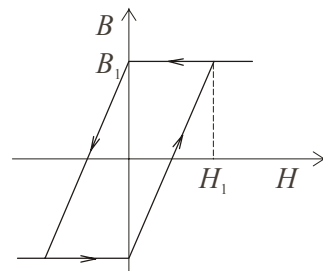
$$B_z(0,0) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 I}{2a} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 I}{2b} = -\frac{\mu_0 I}{4} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \cong \underline{\underline{-1,41 \text{ mT}}}.$$

2. Preverimo najprej, če amplituda toka zadostuje pogoju, da magnetna poljska jakost v jedru prekorači vrednost  $H_1$  (da ima histereza za magnetenje s takšnim tokom sploh smisel):

$$H_{\max} = \frac{NI_{\max}}{l} = 800 \text{ A/m} > H_1.$$

Površina histereze v  $B$ - $H$  diagramu ustreza volumski gostoti energije, porabljeni za magnetenje jedra v času ene periode,

$$w_{\text{mag.}} = \oint H dB = 2B_1 H_1.$$



Iz površine histereze, frekvence vzbujanja in prostornine jedra sledi moč histereznih izgub:

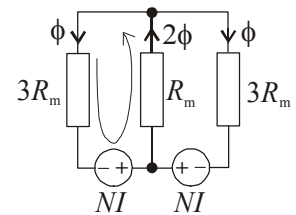
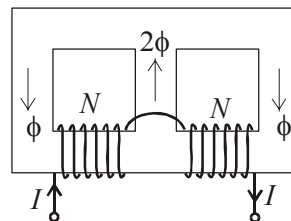
$$P_h = \frac{1}{T} \int_V w_{\text{mag.}} dv = 2fSIB_1 H_1 = \underline{\underline{3,6 \text{ W}}}.$$

3. Simetrični magnetni strukturi pripada simetrično magnetno vezje. V označeni zanki zapišemo napetostno enačbo; iz nje sledi magnetni pretok  $\phi$ :

$$3R_m \phi - NI + 2\phi R_m = 0 \Rightarrow \phi = NI / 5R_m.$$

Glede na označeno smer toka  $I$  skozi navitje objame levi del navitja magnetni pretok  $\phi$  v levem stebru  $N$ -krat v pozitivnem smislu in enako tudi desni del navitja fluks v desnem stebru.

Magnetni sklep celotnega navitja je zato:  $\psi = 2N\phi$ . Induktivnost  $L$  celotnega navitja je enaka kvocientu njegovega magnetnega sklepa in toka, zato je  $L = \underline{\underline{2N^2 / 5R_m}}$ .



4. Po izklopu stikala velja napetostna enačba kjer je  $i$  tok skozi tuljavo. Splošno rešitev iščemo z nastavkom  $i(t) = Ae^{-\lambda t} + B$  in dobimo:  $\lambda = 2R/L$  in  $B = U_g / 2R$ . Iz začetnega pogoja

$i(0) = U_0 / R$  sledi še  $A = U_g / 2R$  in rešitev za tok:

$$i(t) = \frac{U_g}{2R} (1 + e^{-2Rt/L}) = \frac{1}{2} i(0) (1 + e^{-2Rt/L}).$$

Magnetna energija  $W_m = Li^2 / 2$  v tuljavi bo v trenutku  $t_1$  upadla na polovico začetne vrednosti  $W_m(0) = Li^2(0)$ , če bo  $i(t_1) = i(0) / \sqrt{2}$ :

$$i(t_1) = i(0) / \sqrt{2} = \frac{1}{2} i(0) (1 + e^{-2Rt_1/L}) \Rightarrow \sqrt{2} = (1 + e^{-2Rt_1/L}) \Rightarrow t_1 = -\frac{L}{2R} \ln(\sqrt{2} - 1) \cong \underline{\underline{44 \text{ ms}}}.$$

5. Zapišimo znančni enačbi:

$$R\underline{J}_1 + j\omega L\underline{J}_1 + j\omega M(\underline{J}_1 + \underline{J}_2) + R(\underline{J}_1 + \underline{J}_2) + j\omega L(\underline{J}_1 + \underline{J}_2) + j\omega M(\underline{J}_1) - \underline{U}_g = 0,$$

$$-j\underline{J}_2 / \omega C + R(\underline{J}_2 + \underline{J}_1) + j\omega L(\underline{J}_2 + \underline{J}_1) + j\omega M\underline{J}_1 = 0.$$

Iz druge enačbe sledi zveza  $\underline{J}_2 = -(1 + j)\underline{J}_1$ . Če jo

vstavimo v prvo in tvorimo kvocient  $\underline{Z} = \underline{U}_g / \underline{J}_1$ ,

dobimo iskano impedanco:  $\underline{Z} = \underline{U}_g / \underline{J}_1 = \underline{\underline{4\Omega}}$ .

