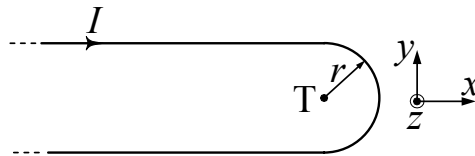
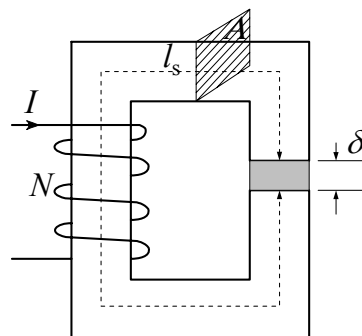


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSS)
Izpit, 22. januar 2008

1. V danem vodniku je tok I , $r = 15$ cm. Določite vektor gostote magnetnega pretoka \vec{B} v točki T?

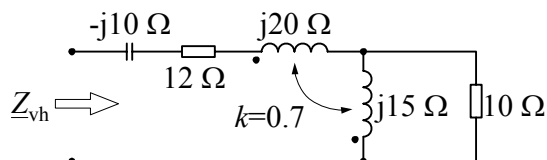


2. Na jedru iz feromagnetnega materiala z $\mu_r = 1000$ in enakomernega prereza ($l_s = 30$ cm, $\delta = 2,8$ mm, $A = 3$ cm²) je navitje z $N = 3000$ ovoji. V zračni reži je plastični vložek, katerega jedro stiska s silo 10 N. Stresanje magnetnega polja zanemarimo. Kolikšen je magnetilni tok v ovojih navitja!

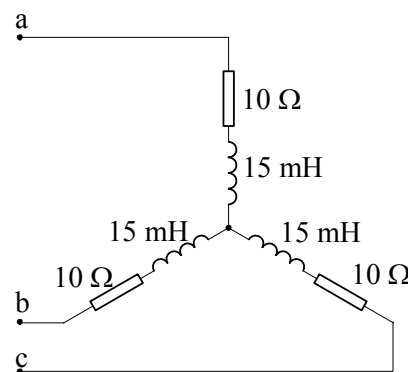


3. Na feritnem toroidu sta nameščeni dve navitji z $L_1 = 300$ μ H in $L_2 = 150$ μ H; faktor sklopa navitij je $k = 0,95$. Skozi prvo navitje teče harmonični tok amplitude 500 mA in frekvence 200 Hz. Izračunajte efektivno vrednost inducirane napetosti med odprtima sponkama drugega navitja!

4. Danemu vezju določite vhodno impedanco Z_{vh} !



5. Narisano breme v vezavi zvezda je priključeno na trivodni simetrični trifazni sistem 3×400 V industrijske frekvence 50 Hz. Kolikšna je delovna moč na bremenu?



Rešitve in rezultati bodo objavljeni na <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VŠŠ)

Izpit, 22. januar 2008, rešitve

1. Gostota magnetnega pretoka v točki T je vsota prispevkov polja od zgornjega poltraka (B_1), polovice krožnega ovoja (B_2) in spodnjega poltraka (B_3).

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3, \quad \vec{B}_1 = \vec{B}_3 = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos 0^\circ - \cos 90^\circ) \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_3 = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad \vec{B}_2 = -\vec{e}_z \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$\vec{B} = -\vec{e}_z \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r} + \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{2r} \right) = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{2r} \left(\frac{1}{\pi} + \frac{1}{2} \right) = -\vec{e}_z \frac{4\pi 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} 20\text{A}}{2 \cdot 0,15\text{m}} \left(\frac{1}{\pi} + \frac{1}{2} \right) \cong \underline{\underline{68,6 \mu\text{T}}}.$$

2. Iz znane sile določimo gostoto magnetnega pretoka v zračni reži (plastičnem vložku) in nato s pomočjo Amperovega zakona še magnetilni tok.

$$F = \frac{B_\delta^2}{2\mu_0} A \Rightarrow B_\delta = \sqrt{\frac{2F\mu_0}{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10\text{N} \cdot 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}}{0,0003\text{m}^2}} \cong 0,29\text{T}, \quad B_\delta = \mu_0 H_\delta \Rightarrow H_\delta = \frac{B_\delta}{\mu_0}$$

$$\Phi_{\text{Fe}} = \Phi_\delta \Rightarrow B_{\text{Fe}} A = B_\delta A \Rightarrow B_{\text{Fe}} = B_\delta, \quad H_{\text{Fe}} = \frac{B_{\text{Fe}}}{\mu_0 \mu_r} \Rightarrow H_{\text{Fe}} = \frac{B_\delta}{\mu_0 \mu_r}$$

$$IN = H_{\text{Fe}} l_s + H_\delta \delta$$

$$I = \frac{\frac{B_\delta}{\mu_0 \mu_r} l_s + \frac{B_\delta}{\mu_0} \delta}{N} = \frac{\frac{0,29\text{T}}{4\pi 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} \cdot 0,3\text{m} + \frac{0,29\text{T}}{4\pi 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} \cdot 0,0028\text{m}}{3000} \cong \underline{\underline{0,24\text{A}}}.$$

3. Inducirana napetost v drugi tuljavi je posledica časovnega spreminjanja toka v prvi tuljavi ter medsebojnega sklopa obeh tuljav. Velja:

$$u_{12} = M \frac{di_1}{dt}, \quad M = k\sqrt{L_1 L_2}, \quad i = I \sin(\omega t)$$

$$u_{12} = M \frac{d(I \sin(\omega t))}{dt} = MI\omega \cos(\omega t) = k\sqrt{L_1 L_2} I \omega \cos(\omega t)$$

$$U_{\text{ef}} = \frac{|u_{12}|}{\sqrt{2}} = \frac{k\sqrt{L_1 L_2} I 2\pi f}{\sqrt{2}} = \frac{0,95\sqrt{300 \cdot 10^{-6}\text{H} \cdot 150 \cdot 10^{-6}\text{H}} \cdot 0,5\text{A} \cdot 2\pi 200\text{Hz}}{\sqrt{2}} \cong \underline{\underline{89\text{mV}}}.$$

4. Vhodno impedanco vezja določimo iz kvocienta kompleksorja vhodne napetosti in vhodnega toka

$\underline{Z}_{vh} = \frac{\underline{U}_{vh}}{\underline{I}_{vh}}$. Na vhodne sponke priključimo poljubno vhodno napetost \underline{U}_{vh} in določimo tok v vezje \underline{I}_{vh} .

Za izračun uporabimo metodo zančnih tokov.

$$X_M = k\sqrt{X_{L1}X_{L2}} = 12,12\Omega$$

$$\underline{U}_{vh} = -j10\Omega\underline{I}_{vh} + 12\Omega\underline{I}_{vh} + j20\Omega\underline{I}_{vh} + j15\Omega\underline{I}_{vh} - jX_M\underline{I}_{vh} - jX_M\underline{I}_{vh} - j15\Omega\underline{I}_2 + jX_M\underline{I}_2$$

$$0 = 10\Omega\underline{I}_2 + j15\Omega\underline{I}_2 + jX_M\underline{I}_{vh} - j15\Omega\underline{I}_{vh}$$

$$\frac{\underline{U}_{vh}}{\underline{I}_{vh}} = 12\Omega + j25\Omega - j2X_M + \frac{(jX_M - j15\Omega)(jX_M - j15\Omega)}{-10\Omega - j15\Omega} = \underline{\underline{(12,26 - j0,38)\Omega}}$$

5. Delovna moč bremena je vsota delovnih moči, ki se trošijo v posameznih fazah.

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2\pi 50\text{s}^{-1} \cdot 0,015\text{H} \cong 4,71\Omega.$$

Moč ene faze je

$$P_{1f} = \text{Re}\{\underline{U}\underline{I}^*\} = \text{Re}\left\{\frac{U^2}{\underline{Z}^*}\right\} = \text{Re}\left\{\frac{230^2\text{V}^2}{(R + jX_L)^*}\right\} \cong \text{Re}\left\{\frac{230^2}{(10 - j4,71)(10 + j4,71)}\right\} \text{W} \cong 4330\text{W}.$$

Ker je breme simetrično, je moč bremena enaka trikratni moči posamezne faze: $P_b = 3P_{1f} \cong \underline{\underline{13\text{kW}}}$