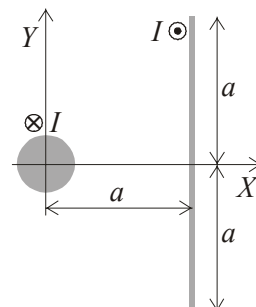
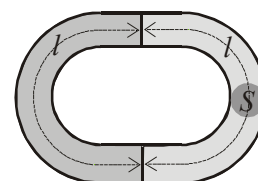


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 16. junij 2008

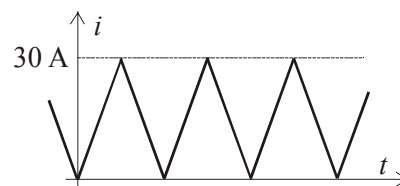
1. Dvovod dolžine l oblikujeta vodnik krožnega prereza in tanek tračni vodnik. Izračunajte vektor magnetne sile na tračni vodnik. ($I = 300$ A, $a = 5$ cm, $l = 100$ m)



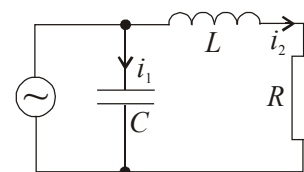
2. Magnetno strukturo tvorita dve podkvi srednje dolžine l in preseka S . Ena je trajni magnet, ki ga v drugem kvadrantu diagrama $B-H$ določa enačba $B = B_0 + kH$, druga pa je linearen magnetik, ki ima relativno permeabilnost μ_r . Določite magnetni pretok ϕ skozi podkvi. ($l = 20$ cm, $S = 5$ cm², $B_0 = 1,5$ T, $k = 10^{-4}$ T·m/A, $\mu_r = 10^2$)



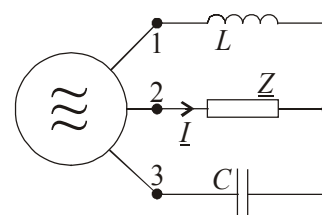
3. Tok skozi tuljavo induktivnosti $L = 2$ H podaja periodična časovna funkcija. Izračunajte poprečno magnetno energijo v polju tuljave.



4. V harmonično vzbujanem vezju je $i_1(t) = I_1 \sin(\omega t)$. Določite $i_2(t)$. ($I_1 = 5,2$ A, $\omega = 1000$ rad/s, $C = 200$ μF, $R = 5$ Ω, $L = 12$ mH)



5. Na simetričen trifazni generator je priljučeno nesimetrično trifazno breme. Izrazite kazalec I toka skozi breme z impedanco Z , če velja: $\omega L = 1/\omega C$ in $|Z| < \infty$.



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

izpit, 16. junij 2008, rešitve

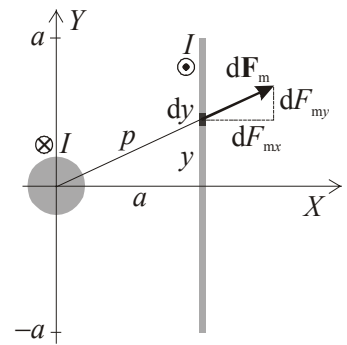
1. Absolutna vrednost odbojne magnetne sile $d\mathbf{F}_m$ na tokovni trak širine dy in njeni komponenti so:

$$|d\mathbf{F}_m| = \frac{I}{2a} dy \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi p} = \frac{\mu_0 I^2 dy}{4\pi ap} \Rightarrow dF_{mx} = \frac{a}{p} |d\mathbf{F}_m|, dF_{my} = \frac{y}{p} |d\mathbf{F}_m|.$$

Silo na celoten trak dobimo z integracijo sil $d\mathbf{F}_m$. Integral dF_{my} je enak nič zaradi lihosti funkcije dF_{my} / dy in simetričnosti intervala. Preostane:

$$F_{mx} = \int_{-a}^a dF_{mx} = 2 \int_0^a dF_{mx} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi} \int_0^a \frac{dy}{a^2 + y^2} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \left[\arctan \frac{y}{a} \right]_0^a \Rightarrow$$

$$F_{mx} = \frac{\mu_0 I^2 l}{8a} \cong \underline{\underline{28,3 \text{ N}}}.$$



2. Za magnetno zanko velja enačba nevrtničnosti magnetne poljske jakosti:

$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = H_1 l + H_2 l = 0 \Rightarrow H_1 = -H_2$, kjer sta H_1 in H_2 tangenti komponenti poljskih jakosti vzdolž srednje gostotnice v levi oziroma desni podkvi. V zanki je isti pretok ϕ , zaradi enakega preseka podkev sta v njej tangenti komponenti B_1 in B_2 vektorja gostote magnetnega pretoka \mathbf{B} enaki:

$$B_1 = B_0 + kH_1 = B_0 - kH_2 = \mu_0 \mu_r H_2 = B_2 \Rightarrow H_2 = \frac{B_0}{\mu_0 \mu_r + k} \Rightarrow B_2 = \mu_0 \mu_r H_2 = \frac{\mu_0 \mu_r}{\mu_0 \mu_r + k} B_0.$$

Magnetni pretok v zanki je:

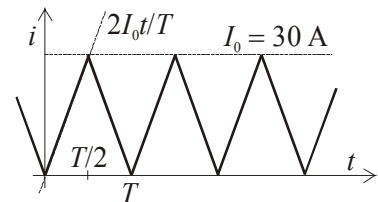
$$\phi = B_2 S = \frac{\mu_0 \mu_r}{\mu_0 \mu_r + k} B_0 S \cong \underline{\underline{0,42 \text{ mWb}}}.$$

3. Poprečno magnetno energijo v polju tuljave določa izraz:

$$\overline{W}_m = \frac{1}{2} L \overline{i^2} = \frac{1}{2} L \left(\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt \right) = \frac{L}{T} \int_0^T i^2 dt,$$

kjer smo že upoštevali enakost vrednosti integrala od 0 do $T/2$ in od $T/2$ do T . Naraščajoči del toka določa funkcija $2I_0 t / T$, zato je:

$$\overline{W}_m = \frac{L}{T} \int_0^{T/2} i^2 dt = \frac{L}{T} \int_0^{T/2} \left(\frac{2I_0 t}{T} \right)^2 dt = \frac{4LI_0^2}{T^3} \int_0^{T/2} t^2 dt = \frac{LI_0^2}{6} = \underline{\underline{300 \text{ J}}}.$$



4. Izračunamo impedanci vej, zapišemo zanko enačbo in določimo značilnici kazalca \underline{I}_2 :

$$\underline{Z}_1 = \frac{1}{j\omega C} = -j5 \Omega, \underline{Z}_2 = R + j\omega L = (5 + j12) \Omega, \underline{Z}_1 \underline{I}_1 - \underline{Z}_2 \underline{I}_2 = 0 \Rightarrow \underline{I}_2 = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} \underline{I}_1 = \frac{\underline{I}_1}{-2,4 + j}$$

$$\text{abs}(\underline{I}_2) = \frac{\text{abs}(\underline{I}_1)}{\sqrt{(2,4)^2 + 1}} = 2 \text{ A}, \arg(\underline{I}_2) - \arg(\underline{I}_1) = -\arg(-2,4 + j) \cong -2,75 \text{ rad} \cong -157,6^\circ.$$

Tok v drugi veji ima amplitudo 2 A, za tokom v prvi veji pa fazno zaostaja za kót $157,6^\circ$:

$$\underline{i}_2 \cong \underline{\underline{2 \sin(\omega t - 2,75 \text{ rad}) \text{ A}}}.$$

5. Zapišemo spojiščno enačbo, v kateri izrazimo kazalca \underline{I}_L in \underline{I}_C z ustreznima medfaznima napetostima ter kazalcem napetosti \underline{ZI} in upoštevamo še zvezo $\omega L = 1/\omega C$:

$$\underline{I} = -\underline{I}_L - \underline{I}_C = -\frac{\underline{U}_{12} + \underline{ZI}}{j\omega L} - j\omega C(\underline{U}_{32} + \underline{ZI}) = j\omega C(\underline{U}_{23} + \underline{U}_{12}) = \underline{\underline{j\omega C \underline{U}_{13}}}.$$

Tok \underline{I} je neodvisen od impedance \underline{Z} ; to kaže na možnost interpretacije ostalega vezja (generatorja, tuljave in kondenzatorja) kot neodvisnega tokovnega vira.

