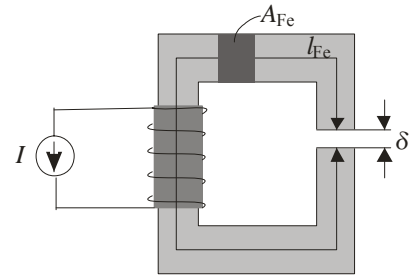


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

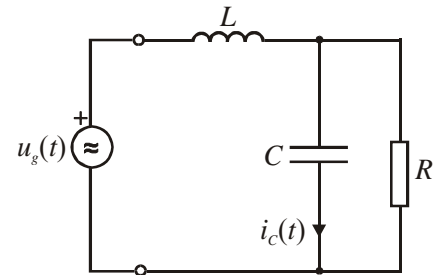
2. kolokvij, 18. 6. 2007

1. Tuljava z $N = 400$ ovoji in površino $A = 25 \text{ cm}^2$ rotira s kotno hitrostjo $\omega = 1000 \text{ s}^{-1}$ v homogenem magnetnem polju gostote $B = 250 \text{ mT}$; os vrtenja je pravokotna na magnetno polje. Med sponki tuljave priključimo kondenzator s kapacitivnostjo $200 \mu\text{F}$. Določite maksimalno vrednost električne energije v kondenzatorju.

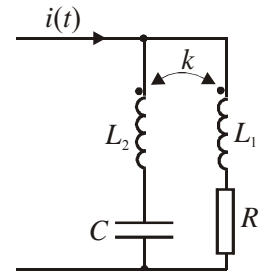
2. Feromagnetno jedro s permeabilnostjo $\mu_{\text{Fe}} = 10^{-4} \text{ Vs/Am}$ in srednjo dolžino $l_{\text{Fe}} = 20 \text{ cm}$ ima režo dolžine $\delta = 0,5 \text{ mm}$. Določite razmerje energij magnetnega polja v jedru in reži. Stresanje magnetnega polja ob zračni reži zanemarimo.



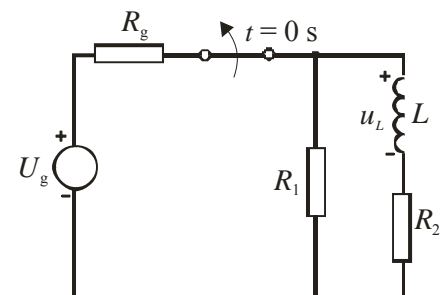
3. Določite tok $i_C(t)$, če je $u_g(t) = 10 \cos(\omega t) \text{ V}$.
 $R = 5 \text{ k}\Omega$, $L = 500 \text{ mH}$, $C = 200 \text{ nF}$, $\omega = 10^3 \text{ s}^{-1}$.



4. Izračunajte delovno moč bremena, če je $i(t) = 50 \sin(\omega t) \text{ A}$.
 $L_1 = 40 \text{ mH}$, $L_2 = 10 \text{ mH}$, $k = 0,5$, $R = 5 \Omega$, $C = 0,1 \text{ mF}$, $\omega = 10^3 \text{ s}^{-1}$.



5. Ob času $t = 0 \text{ s}$ razklenemo stikalo. Določite napetost u_L tuljave ob času $t = 3 \text{ ms}$.
 $U_g = 120 \text{ V}$, $R_g = 1 \Omega$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 15 \Omega$, $L = 20 \text{ mH}$.



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

2. kolokvij, 18. 6. 2007, rešitve

1. Fluks skozi tuljavo je harmoničen: $\Phi(t) = BA \cos(\omega t + \alpha)$. Inducirana napetost med sponkama

tuljave je $u_i(t) = -N \frac{d\Phi(t)}{dt} = NBA\omega \sin(\omega t + \alpha) = U_m \sin(\omega t + \alpha)$ in je hkrati enaka tudi napetosti kondenzatorja. Trenutna energija v kondenzatorju je sorazmerna kvadratu njegove napetosti: $W_C(t) = \frac{1}{2} C u_i^2(t)$. Maksimalno energijo v kondenzatorju določa torej kvadrat amplitude inducirane napetosti: $W_{C,\max} = \frac{1}{2} C U_m^2 = \frac{1}{2} C (NBA\omega)^2 = \frac{1}{2} 200 \mu\text{F} \cdot (400 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 0,25 \text{ T} \cdot 1000 \text{ s}^{-1})^2 = \underline{\underline{6,25 \text{ J}}}$.

2. Gostota magnetne energije in energija v jedru sta $w_{\text{Fe}} = B_{\text{Fe}}^2 / 2\mu_{\text{Fe}}$ in $W_{\text{Fe}} = w_{\text{Fe}} A_{\text{Fe}} l_{\text{Fe}}$, v zračni reži pa $w_{\delta} = B_{\delta}^2 / 2\mu_0$ in $W_{\delta} = w_{\delta} A_{\delta} \delta$. Ker zanemarimo stresanje ob reži, je $B_{\delta} = B_{\text{Fe}}$. Razmerje med

energijama polj v jedru in reži je $\frac{W_{\text{Fe}}}{W_{\delta}} = \frac{\mu_0 l_{\text{Fe}}}{\mu_{\text{Fe}} \delta} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am} \cdot 20 \text{ cm}}{10^{-4} \text{ Vs/Am} \cdot 0,05 \text{ cm}} \cong 5$.

3. Kompleksor napetosti je $\underline{U}_g = 10 \text{ V}$, impedanci pa sta $\underline{Z}_L = j\omega L = j500 \Omega$ in $\underline{Z}_C = \frac{-j}{\omega C} = -j5 \text{ k}\Omega$.

Prek impedance vezja $\underline{Z} = \underline{Z}_L + R \parallel \underline{Z}_C = (2,5 - j2) \text{ k}\Omega$ določimo kazalec toka skozi vir:

$\underline{I} = \frac{\underline{U}_g}{\underline{Z}} = \frac{10 \text{ V}}{(2,5 - j2) \text{ k}\Omega} \cong (2,44 + j1,95) \text{ mA}$. Iz kazalca toka kondenzatorja,

$\underline{I}_C = \underline{I} \frac{R}{R + \underline{Z}_C} = \underline{I} \frac{5 \text{ k}\Omega}{(5 - j5) \text{ k}\Omega} = \underline{I} \frac{1 + j}{2} \cong (0,244 + j2,20) \text{ mA} \cong 2,21 e^{j83,7^\circ} \text{ mA}$, sledi

$i_C(t) = \text{Re}\{\underline{I}_C e^{j\omega t}\} \cong \underline{\underline{2,21 \cos(\omega t + 83,7^\circ) \text{ mA}}}$.

4. Kompleksor toka je $\underline{I} = -j50 \text{ A}$, impedance vezja pa so:

$\underline{Z}_{L_1} = j40 \Omega$, $\underline{Z}_{L_2} = j10 \Omega$, $\underline{Z}_M = j0,5\sqrt{40 \cdot 10} \Omega = j10 \Omega$, $\underline{Z}_C = -j10 \Omega$.

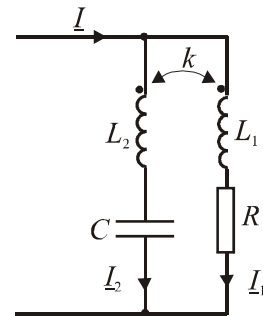
Izenačimo kazalce napetosti obeh vej:

$\underline{Z}_{L_1} \underline{I}_1 + R \underline{I}_1 + \underline{Z}_M \underline{I}_2 = \underline{Z}_C \underline{I}_2 + \underline{Z}_{L_2} \underline{I}_2 + \underline{Z}_M \underline{I}_1$ oziroma

$j40 \underline{I}_1 + 5 \underline{I}_1 + j10 \underline{I}_2 = -j10 \underline{I}_2 + j10 \underline{I}_2 + j10 \underline{I}_1$, pri čemer je $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2$. Iz

enačb dobimo $\underline{I}_1(5 + j20) = -j10 \underline{I}$, od koder sledi $|\underline{I}_1| = I_1 \cong 24,3 \text{ A}$.

Delovna moč vezja je enaka delovni moči upora: $P = \frac{1}{2} I_1^2 R \cong \underline{\underline{1,47 \text{ kW}}}$.



5. Enačba desne zanke po razklenitvi stikala je $(R_1 + R_2)i + L \frac{di}{dt} = 0 \text{ V}$; i je začni tok v smeri

urinega kazalca. Splošna rešitev enačbe je tok $i(t) = Ae^{-t/\tau}$, kjer je $\tau = \frac{L}{R_1 + R_2} = 1 \text{ ms}$. Konstanto

A določimo iz začetnega pogoja $i(t = 0^+ \text{ s}) = i(t = 0^- \text{ s}) = \frac{U_g}{R_g + R_1 \parallel R_2} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cong 6,32 \text{ A}$, od koder

sledi $i(t) \cong 6,32 e^{-t/\tau} \text{ A}$. Napetost na tuljavi je

$u_L(t) = -(u_{R_1}(t) + u_{R_2}(t)) = -i(t)(R_1 + R_2) \cong -126 e^{-t/\tau} \text{ V}$. Ob času $t = 3 \text{ ms}$ je napetost na tuljavi

$u_L(t = 3 \text{ ms}) \cong -126 e^{-\frac{3 \text{ ms}}{1 \text{ ms}}} \text{ V} \cong \underline{\underline{-6,29 \text{ V}}}$.

Opomba: Napetost na tuljavi lahko določimo tudi z odvajanjem toka: $u_L(t) = L \frac{di}{dt}$.