

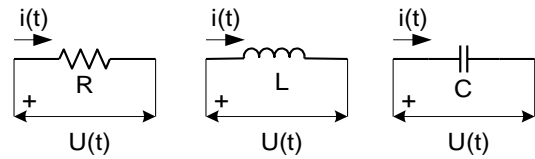
Elektrotehnika i elektronika (II kolokvijum)

Teorijska pitanja:

P1. Iskazati generalisani Amperov zakon [1]. Iskazati Faradejev zakon elektromagnetne indukcije [1]. Definirati Lorencovu silu [1].

P2. Kako se menja sopstvena induktivnost tankog torusnog namotaja ako se: **a)** broj namotaja na torusu smanji 2 puta [2], **b)** jačina struja kroz namotaje poveća 2 puta [2].

P3. Kroz idealne komponente: otpornik R , kalem L i kondenzator C , prikazane na slici protiče ista struja, $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$. Odrediti fazore napona i struje na svakoj komponenti ponaosob i prikazati ih na fazorskom dijagramu [6].

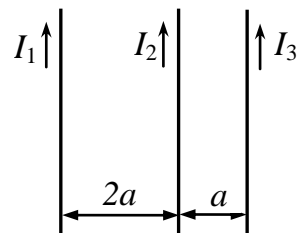


P4. Šta je i kada nastupa fazna rezonancija [2]? Paralelna veza otpornika i kondenzatora priključena je na idealni naponski izvor. Kako se menja struja izvora kada frekvencija elektromotorne sile izvora raste [2]? Obrazložiti odgovor.

P5. Simetrični trofazni potrošač spregnut je u zvezdu. Kako se menja njegova snaga ako se spregne u trougao [1]? Zaključak obavezno izvesti ili obrazložiti rečima [2].

Zadaci:

Z1. Tri tanka, paralelna, vrlo dugačka provodnika nalaze se u vazduhu u položaju kao na slici. Kroz provodnike protiču vremenski konstantne struje označene na slici. Odrediti vektor podužne sile [6] koja deluje na drugi provodnik, ako je $I_1 = I_2 = 20\text{A}$, $I_3 = 10\text{A}$, $a = 10\text{cm}$ i $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{H/m}$.



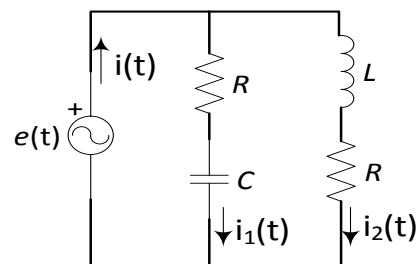
Z2. Redna veza idealnog kalema $L = 5\text{mH}$ i otpornika $R = 5\text{k}\Omega$ zatvaranjem prekidača u trenutku $t = 0$ priključuje se na idealnu bateriju ems $E = 5\text{V}$. Odrediti struju $i(t)$ [4] i napon $u(t)$ [2] otpornika tokom prelaznog procesa. Kolika je magnetna energija kalema u ustaljenom stanju [2] i posle koliko vremena se prelazni proces može smatrati završenim [1]?

Z3. U električnom kolu na slici uspostavljen je ustaljeni prostoperiodični režim. Odrediti:

(a) trenutne vrednosti struja $i(t)$ [2], $i_1(t)$ [2] i $i_2(t)$ [2].

(b) aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu mreže [3].

Podaci: $e = 100\sqrt{2} \cdot \sin(10^4 \cdot t)\text{V}$, $R = 100\Omega$, $L = 10\text{mH}$ i $C = 1\mu\text{F}$.



Z4. Aktivna snaga neke impedanse je 3W , a reaktivna 4Var . Efektivna jačina struje kroz ovu impedansu je 1A . Koliki je napon na krajevima ove impedanse [3]? Koliki je faktor snage ove impedanse [2]? Da li je ona pretežno induktivna ili kapacitivna i zašto [1]?

P2. $L = \frac{\Phi}{I} = \mu_0 \frac{N^2 d}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$, srazmerno N^2 , ne zavisi od jačine struje kroz namotaj.

P4. Jačina struje izvora raste zbog smanjenja impedanse kondenzatora $Z_C = 1/(j\omega C)$. **P5.** $P_A = 3P_Y$

Z1. $\vec{F}'_{12} = \frac{I_2 \vec{l}_2 \otimes \vec{B}_1}{l_2}$, $\vec{F}'_{32} = \frac{I_2 \vec{l}_2 \otimes \vec{B}_3}{l_2}$, intenziteti podužnih sila su

$F'_{12} = I_2 B_1$, $F'_{32} = I_2 B_3$, sa pravcem i smerom kao na slici. Rezultatna podužna sila je

$$F'_2 = F'_{32} - F'_{12} = I_2 (B_3 - B_1) = I_2 \left(\mu_0 \frac{I_3}{2\pi \cdot a} - \mu_0 \frac{I_1}{2\pi \cdot 2a} \right)$$

$$F'_2 = \mu_0 \frac{I_2}{2\pi a} \left(I_3 - \frac{I_1}{2} \right) = 0, \text{ jer je } I_3 = \frac{I_1}{2}, \text{ dakle nema sile.}$$

Z2. $E = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} \Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{R}{L} i(t) = \frac{E}{L}$, $i(0)=0$.

$$i(t) = i_p(t) + i_h(t). \quad i_p(t) = \frac{E}{R}, \quad i_h(t) = K \cdot e^{s \cdot t}.$$

$$s + \frac{R}{L} = 0 \Rightarrow s = -\frac{R}{L}, \quad \tau = \frac{1}{|s|} = \frac{L}{R} = 1[\mu s], \text{ pa je } i_h(t) = K \cdot e^{-\frac{R}{L}t}.$$

$$\text{Konačno } i(t) = i_p(t) + i_h(t) = \frac{E}{R} + K e^{-\frac{R}{L}t}, \text{ a konstanta } K = -\frac{E}{R}.$$

Struja otpornika za $t \geq 0$ je $i(t) = \frac{E}{R} \cdot (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = 1(1 - e^{-10^6 t})[\text{mA}]$ a napon

$$u(t) = Ri(t) = E \cdot (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = 5(1 - e^{-10^6 t})[\text{V}].$$

$$W_m(\infty) = Li^2(\infty)/2 = L \frac{E^2}{2R^2} = 5 \cdot 10^{-3} \frac{5^2}{2 \cdot (5 \cdot 10^3)^2} = 2.5[\text{nJ}], \quad 5\tau = 5\mu s$$

$$\textbf{Z3. (a)} \quad \bar{I}_1 = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_C + Z_R}, \quad \bar{Z}_C + \bar{Z}_R = \frac{1}{j\omega C} + R = \frac{1}{j10^4 \cdot 10^{-6}} + 100 = 100 - j100 = 100\sqrt{2}e^{-j\frac{\pi}{4}}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_C + Z_R} = \frac{100}{100\sqrt{2}e^{-j\frac{\pi}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{j\frac{\pi}{4}}[\text{A}] \Rightarrow i_1(t) = 1 \cdot \sin(10^4 t + \pi/4)[\text{A}]$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_L + Z_R}, \quad \bar{Z}_L + \bar{Z}_R = j\omega L + R = j10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} + 100 = 100 + j100 = 100\sqrt{2}e^{j\frac{\pi}{4}}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_L + Z_R} = \frac{100}{100\sqrt{2}e^{j\frac{\pi}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{-j\frac{\pi}{4}}[\text{A}] \Rightarrow i_2(t) = 1 \cdot \sin(10^4 t - \pi/4)[\text{A}]$$

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{j\frac{\pi}{4}} + \frac{1}{\sqrt{2}}e^{-j\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{\sqrt{2}}2\frac{\sqrt{2}}{2} = 1 \Rightarrow i(t) = \sqrt{2} \cdot \sin(10^4 t)[\text{A}],$$

$$\textbf{(b)} \quad \bar{S} = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = 100[\text{VA}] \Rightarrow P = 100[\text{W}], \quad Q = 0[\text{VAr}], \quad S = 100[\text{VA}].$$

$$\textbf{Z4. a)} \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5[\text{VA}]. \quad S = UI, \text{ pa je } U = S/I = 5/1 = 5\text{V}.$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{P}{S} = \frac{3}{5}, \text{ pretežno induktivnog tipa jer je } Q > 0.$$

