

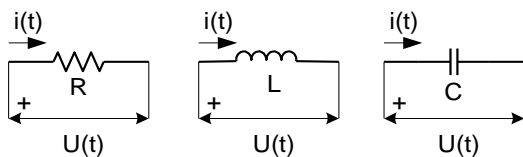
Elektrotehnika (II kolokvijum) 2016. godina

1. i 2. grupa

Teorijska pitanja:

P1. Iskaz i zapis Amperovog zakona o cirkulaciji vektora \mathbf{B} u vakuumu. [1]. Definirati i zapisati Lorencovu silu [1]. Iskaz i zapis zakona o konzervaciji magnetnog fluksa [1].

P2. Kroz idealne komponente: otpornik R , kalem L i kondenzator C , protiče ista struja, $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t - \pi/4)$, kao na slici. Odrediti



fazore napona $u(t)$ i struje $i(t)$ za svaku komponentu ponaosob [3], a onda ih prikazati na fazorskom dijagramu [2].

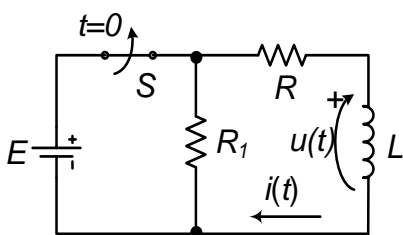
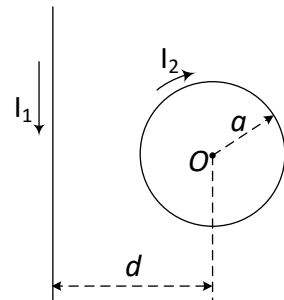
P3. Kako se menja sopstvena induktivnost tankog torusnog namotaja ako se: a) broj namotaja na torusu smanji 2 puta [2], b) jačina struja kroz namotaje poveća 2 puta [2].

P4. Redna veza otpornika i kondenzatora priključena je na idealni prostoperiodični naponski izvor. Kako se menja struja izvora kada frekvencija elektromotorne sile izvora opada [3]? Obrazložiti odgovor.

P5. Kako se definišu i u kojim jedinicama se izražavaju aktivna, reaktivna i prividna snaga potrošača [3].

Zadaci:

Z1. Vrlo dugačak, tanak, pravolinijski provodnik sa vremenski konstantnom strujom $I_1=4\pi A$ i tanka, kružna kontura poluprečnika $a=5cm$ sa stalnom strujom $I_2=0.8A$ nalaze se u istoj ravni, u položaju kao na slici. Sredina je vazduh. Odrediti pravac [2], smer [2] i intenzitet [2] vektora magnetske indukcije u centru O kružne konture, ako je $d=50cm$.



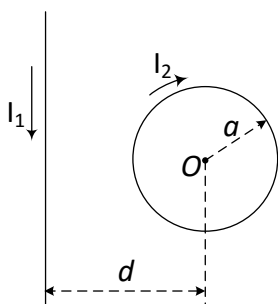
Z2. U kolu na slici je pri zatvorenom prekidaču S uspostavljeno ustaljeno stanje. Zatim se u trenutku $t=0$ otvara prekidač S . Odrediti struju $i(t)$ [2] i napon $u(t)$ [2] kalema tokom prelaznog procesa nastalog otvaranjem prekidača. Kolika je ukupna energija Džulovih gubitaka tokom prelaznog procesa [2] i kada se prelazni proces može smatrati završenim [2]? Podaci: $R=R_1=1[k\Omega]$, $L=1[mH]$ i $E=1[V]$.

Z3. Na idealni prostoperiodični izvor elektromotorne sile $e(t)=100\sqrt{2}\cdot\cos(400t)V$ paralelno su povezani otpornik $R=100\Omega$, kalem induktivnosti $L=250mH$ i kondenzator kapacitivnosti $C=25\mu F$. Nacrtati električnu šemu kola (rešenje bez šeme se ne boduje) i odrediti trenutne vrednosti struja kroz otpornik [2], kondenzator [2] i kalem [2]. Odrediti aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu [2] izvora. U kom režimu se nalaze elektromotorna sila i struja izvora [2]?

Z4. Rezistansa neke impedanse iznosi 1Ω , a reaktansa 1Ω . Odrediti ovu impedansu [2] i nacrtati njen trougao [1]? Koliki je faktor snage ove impedanse [1]? Zatim je ova impedansa priključena na idealni prostoperiodični izvor elektromotorne sile efektivne vrednosti $\sqrt{2}[V]$. Kolika je efektivna jačina struje kroz impedansu [2]? Kolike su aktivna [1] i reaktivna snaga [1] ove impedanse u tom slučaju?

P3. $L = \frac{\Phi}{I} = \mu_0 \frac{N^2 d}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$, srazmerno N^2 , ne zavisi od jačine struje kroz namotaj.

P4. Jačina struje izvora opada zbog povećanja impedanse kondenzatora $Z_C = 1/(j2\pi f C)$.



Z1. Magnetna indukcija u tački O od struje I_1 je $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$ sa pravcem i

smerom \odot . Indukcija u tački O od struje u kružnici I_2 je $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2a}$ sa

pravcem i smerom \otimes . Rezultantna indukcija je

$$B = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 I_2}{2a} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} = \frac{\mu_0}{2} \left(\frac{I_2}{a} - \frac{I_1}{\pi d} \right)$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \left(\frac{0.8}{5 \cdot 10^{-2}} - \frac{4\pi}{\pi \cdot 50 \cdot 10^{-2}} \right) = 5 \mu T, \text{ pravac i smer } \otimes.$$

Z2. U ustaljenom stanju, pre otvaranja prekidača, struja kalema je iznosila

$i(0) = \frac{E}{R}$. Za $t \geq 0$ kolo izgleda kao na slici.

$$(R + R_1) \cdot i(t) + u(t) = 0, \quad (R + R_1) \cdot i(t) + L \frac{di(t)}{dt} = 0, \quad i(0) = \frac{E}{R}$$

$$i(t) = i_h(t) = K \cdot e^{s \cdot t}, \quad (R + R_1) \cdot K e^{s \cdot t} + sL \cdot K e^{s \cdot t} = 0$$

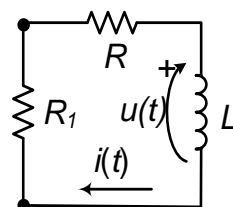
$$R + R_1 + sL = 0 \Rightarrow s = -\frac{R + R_1}{L}, \quad \tau = \frac{1}{|s|} = \frac{L}{R + R_1} = 0.5 [\mu s], \text{ pa je}$$

$$i_h(t) = K \cdot e^{-\frac{R + R_1}{L} t}. \text{ Iz početnog uslova sledi } i(0) = K e^{-\frac{R + R_1}{L} \cdot 0} = \frac{E}{R}, \text{ pa je } K = \frac{E}{R}.$$

Struja kalema za $t \geq 0$ je $i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{R + R_1}{L} t} = 1 \cdot e^{-\frac{1}{2} 10^6 \cdot t} [\text{mA}] = 1 \cdot e^{-5 \cdot 10^7 \cdot t} [\text{mA}]$ a napon

$$u(t) = L \frac{d}{dt} i(t) = L \frac{E}{R} \left(-\frac{R + R_1}{L} \right) \cdot \left(e^{-\frac{R + R_1}{L} t} \right) = -E \frac{R + R_1}{R} e^{-\frac{R + R_1}{L} t} = -2 e^{-5 \cdot 10^7 \cdot t} [\text{V}].$$

$$W_J = W_m(0) = \frac{1}{2} L i^2(0) = \frac{L E^2}{2 R^2} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{2} \frac{1^2}{(1 \cdot 10^3)^2} = 0.5 [\text{nJ}], \quad 5\tau = 2.5 \mu s$$



Z3. $e(t) = 100\sqrt{2} \cdot \cos(400t) \text{ V} \Rightarrow \bar{E} = 100 \angle 0^\circ \text{ V}.$

$$\bar{I}_R = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_R} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{100}{100} = 1 \text{ A} \Rightarrow i_R(t) = \sqrt{2} \cdot \cos(400t) [\text{A}],$$

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_L} = \frac{\bar{E}}{j\omega L} = \frac{100}{e^{j\frac{\pi}{2}} \cdot 400 \cdot 250 \cdot 10^{-3}} = 1 e^{-j\frac{\pi}{2}} \text{ A} \Rightarrow$$

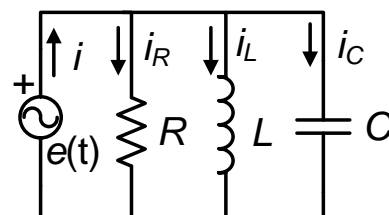
$$i_L(t) = \sqrt{2} \cdot \cos(400t - \pi/2) [\text{A}],$$

$$\bar{I}_C = \bar{Y}_C \bar{E} = j\omega C \bar{E} = e^{j\frac{\pi}{2}} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 1 e^{j\frac{\pi}{2}} \text{ A} \Rightarrow i_C(t) = \sqrt{2} \cdot \cos(400t + \pi/2) [\text{A}],$$

$$\bar{I} = \bar{I}_R + \bar{I}_L + \bar{I}_C = 1 - j + j = 1 \text{ A}$$

$$\bar{S} = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = 100 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 100 \text{ W} = P + jQ, \Rightarrow P = S = 100 \text{ W}, Q = 0.$$

Ems izvora i struja izvora se poklapaju po fazi, dakle režim fazne rezonancije.



Z4. $\bar{Z} = R + jX = \sqrt{R^2 + X^2} \cdot e^{j \arctg \frac{X}{R}} = \sqrt{1^2 + 1^2} \cdot e^{j \arctg \frac{1}{1}} = \sqrt{2} \cdot e^{j(\pi/4)} = Ze^{j\varphi}$. Faktor snage $\cos\varphi = \cos(\pi/4) = 1/\sqrt{2}$.

$I = U/Z = \sqrt{2}/\sqrt{2} = 1\text{A}$ je efektivna jačina struje impedanse.

$P = RI^2 = 1\text{W}$ je aktivna, a $Q = XI^2 = 1 \cdot 1^2 = 1\text{VAR}$ reaktivna snaga ove impedanse.

