

Teorijska pitanja:

P1. Iskazati generalisani Gausov zakon [1]. Definirati potencijal tačke u elektrostatičkom polju [1]. Nacrtati sliku, obeležiti sve potrebne veličine i izvesti izraz za kapacitivnost vazdušnog pločastog kondenzatora [3] ?

P2. Ekvivalentna otpornost redne veze otpornika R_1 i R_2 iznosi 20Ω , a ekvivalentna provodnost paralelne veze otpornika R_1 i R_2 je $0.2S$. Odrediti otpornosti R_1 i R_2 [3]? Nacrtati trougao impedanse i trougao snage i definisati sve korišćene oznake [2].

P3. Definirati Lorencovu silu [1]. Iskazati Faradejev zakon elektromagnente indukcije [1]. Osnovne osobine feromagnetika [1]. Uopšteni Amperov zakon [1].

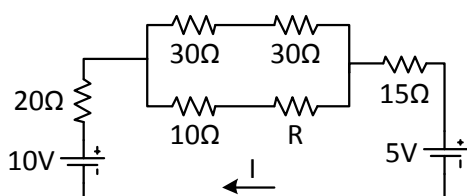
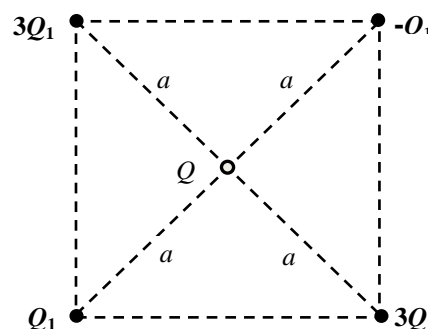
P4. Nacrtati simetričan trofazni prijemnik spregnut u trougao povezan na simetrični trofazni sistem [2]. Uslov prilagođenja prijemnika po snazi generatoru [2]. Nacrtati šematsku oznaku i navesti osnovne jednačine idealnog transformatora [2]. .

Zadaci:

Z1. Četiri puntkualna naelektrisanja nalaze se u temenima kvadrata dijagonale $2a$, kao na slici, u vakuumu. Odrediti:

- Potencijal električnog polja u centru kvadrata [2].
- Vektor jačine električnog polja u centru kvadrata [2].
- Brzinu v koju u centru kvadrata ima mala uljna kapljica mase m i naelektrisanja Q_2 koja dolazi iz beskonačnosti polazeći iz stanja mirovanja [4]. Uticaj gravitacije zanemariti.

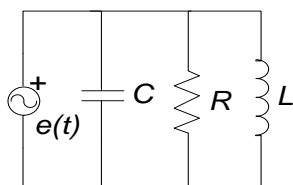
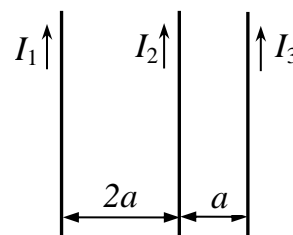
Podaci: $Q_1 = -Q_2 = 0.1 \text{ nC}$, $m = 0.4 \text{ g}$, $a = 4.5 \text{ cm}$, $\epsilon_0 = 10^{-9}/(36\pi) \text{ F/m}$.



Z2. Za kolo vremenski konstantne struje sa slike poznato je $R = 10\Omega$. Odrediti:

- jačinu struje I [2],
- napon na otporniku R [2],
- snagu termičke disipacije na otpornicima od 30Ω [2],
- snagu obe baterije [2].

Z3. Tri tanka, paralelna, vrlo dugačka provodnika nalaze se u vazduhu u položaju kao na slici. Kroz provodnike protiču vremenski konstantne struje. Odrediti vektor podužne sile [6] koja deluje na provodnik sa strujom I_2 , ako je $I_1 = I_2 = I_3 = 10 \text{ A}$, $a = 10 \text{ cm}$ i $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.



Z4. U RL mreži na slici uspostavljen je ustaljeni prostoperiodični režim. Ako je $e(t) = 100\sqrt{2} \cos(400t) \text{ [V]}$, $R = 100[\Omega]$, $L = 0.25 \text{ [H]}$ i $C = 25 \text{ [μF]}$ odrediti:

- Efektivnu jačinu struje kroz otpornik [1], kondenzator [1] i kalem [1].
- Aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu ovog kola [3].
- Nacrtati fazorski dijagram kola [2].

Rešenja:

P2. $R_1 + R_2 = 20$, $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = 0.2$, Rešavanjem se dobija $R_1 = R_2 = 10\Omega$.

Z1. a) $V_0 = V_0(Q_1) + V_0(-Q_1) + V_0(3Q_1) + V_0(3Q_1) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 \cdot Q_1}{a} = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 0.1 \cdot 10^{-9}}{4.5 \cdot 10^{-2}} = 120V$

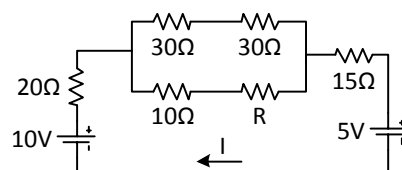
b) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2Q_1}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 0.1 \cdot 10^{-9}}{(4.5 \cdot 10^{-2})^2} = 888.9[V/m]$ po dijagonali, sa smerom prema $-Q_1$.

c) $A = Q_2(V_\infty - V_0) = \frac{1}{2} m(v_0^2 - v_\infty^2)$. Kako je $V_\infty = 0$ i $v_\infty = 0$, dobija se $-Q_2 V_0 = \frac{1}{2} m v_0^2$. Konačno :

$$v_0 = \sqrt{\frac{2|Q_2|V_0}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.1 \cdot 10^{-9} \cdot 120}{0.4 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{60} \cdot 10^{-3} [m/s] \approx 7.75 [mm/s].$$

Z2. Ukupan otpor kola je

$$R_U = 20 + (30 + 30) \parallel (10 + 10) + 15 = 35 + \frac{60 \cdot 20}{60 + 20} = 35 + 15 = 50\Omega.$$



a) Struja $I = \frac{10-5}{R_U} = \frac{5}{50} = 0.1A$,

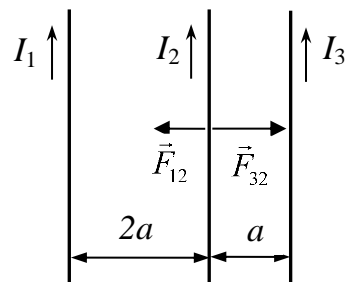
b) Struja kroz R je $I_R = \frac{30+30}{10+10+30+30} I = \frac{60}{80} 0.1 = 75mA$. Napon $U_R = R \cdot I_R = 0.75V$. **c)** Kroz otpornike od 30Ω protiče struja $I_{30} = I - I_R = 25mA$, pa je snaga disipacije $P_U = 2 \cdot 30 \cdot I_{30}^2 = 60 \cdot (0.025)^2 = 37.5mW$. **d)** $P_{10V} = 10I = 10 \cdot 0.1 = 1W$ $P_{5V} = -5I = -5 \cdot 0.1 = -0.5W$.

Z3. $\vec{F}'_{12} = \frac{I_2 \vec{l}_2 \otimes \vec{B}_1}{l_2}$, $\vec{F}'_{32} = \frac{I_2 \vec{l}_2 \otimes \vec{B}_3}{l_2}$, intenziteti podužnih sila su

$F'_{12} = I_2 B_1$, $F'_{32} = I_2 B_3$, a pravci i smerovi su ucrtani na slici. Rezultatna podužna sila usmerena je prema trećem provodniku:

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

$$F'_2 = \mu_0 \frac{I_2}{2\pi a} \left(I_3 - \frac{I_1}{2} \right) = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{10}{2\pi \cdot 0.1} (10 - 5) = 100\mu N/m.$$



Z4. a) Fazori struja otpornika, kalema i kondenzaotra su redom:

$$\bar{I}_R = \bar{E} / R = 100 / 100 = 1[A],$$

$$\bar{I}_L = \bar{E} / j\omega L = 100 / (j400 \cdot 0.25) = 1 / j = -j = 1[A]e^{-j\pi/2}$$

$$\bar{I}_C = j\omega C \cdot \bar{E} = j400 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = j = 1[A]e^{j\pi/2}. \text{ Sve tri efektivne jačine struja su jednake } 1[A].$$

b) Fazor struje izvora je $\bar{I} = \bar{I}_R + \bar{I}_C + \bar{I}_L = 1 + j - j = 1[A]$. Kompleksna snaga izvora je onda $\bar{S} = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = 100 \cdot [1]^* = 100 \cdot 1 = 100$. Kako je $\bar{S} = P + jQ$, to je $P = 100[W]$, $Q = 0[VAR]$ i $S = 100[VA]$.

