

**Teorijska pitanja:**

**P1.** Definirati električni potencijal [1]. Iskazati i zapisati generalisani Gausov zakon [2]. Izvesti izraz za raspodelu vektora jačine električnog polja unutar i oko dugačkog, tankog, metalnog štapa poluprečnika  $R$  sa podužnom gustinom naelektrisanja  $Q'$  u vakuumu [3].

**P2.** U rednoj vezi naponi na otpornicima  $R_1$  i  $R_2$  odnose se kao 5:1. Kakav je odnos snaga Džulovih gubitaka na ovim otpornicima? Nacrtati šemu povezivanja [2] i obrazložiti odgovor [2]?

**P3.** Iskazati i zapisati Faradejev zakon elektromagnetne indukcije [2] i Amperov zakon o sili kojom homogeno magnetsko polje deluje na tanki, kruti, pravolinijski provodnik sa strujom [2].

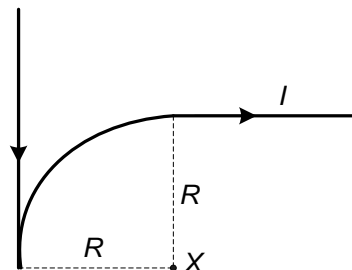
**P4.** Izvesti i iskazati uslov prilagođenja prijemnika po snazi ostatku kola u kome vlada ustaljeni prostoperiodični režim [4].

**Zadaci:**

**Z1.** Pločasti kondenzator ispunjen je sa dva homogena, linearna dielektrika relativnih permitivnosti 3 i 5, respektivno. Razdvojna površina između dielektrika paralelna je oblogama i nalazi se tačno na sredini kondenzatora. Površina elektroda je  $40\text{cm}^2$ , a rastojanje između njih 2mm. Naelektrisanja ploča kondenzatora su  $\pm 2\text{nC}$ . Obavezno nacrtati sliku (rešenje bez slike se ne boduje). Odrediti:

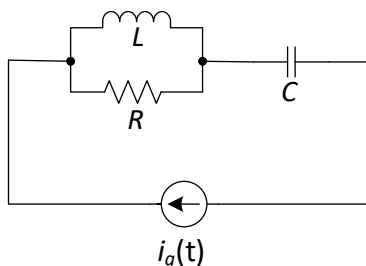
- Vektor jačine električnog polja [2] u kondenzatoru i napon [2] između elektroda.
- Kapacitivnost [2] i energiju [2] ovog kondenzatora

**Z2.** Koliko treba da iznosi jačina vremenski konstantne struje  $I$  da bi magnetska indukcija u tački  $X$  bila jednaka nuli [7]? Poznato je  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$  i  $R=2\text{cm}$ . Obavezno obrazložiti odgovor.



**Z3.** Napon praznog hoda akumulatora je 12V. Snaga Džulovih gubitaka na termogenom potrošaču priključenom na ovaj akumulator iznosi 10W, pri čemu ampermetar pokazuje struju od 1A kroz akumulator. Obavezno nacrtati šemu kola (rešenje bez šeme se ne boduje). Odrediti:

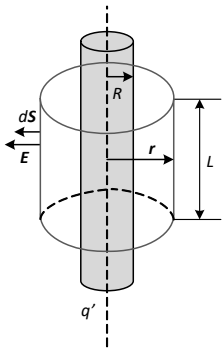
- otpornost potrošača [2],
- unutrašnju otpornost ovog akumulatora [2],
- snagu Džulovih gubitaka u akumulatoru [2],
- ako se redno potrošaču veže još jedan isti takav potrošač, kolika je tada struja kroz kolo [2]?



**Z4.** U mreži prikazanoj na slici vlada ustaljeni sinusni režim. Odrediti:

- trenutnu vrednost napona izvora [4],
- aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu mreže [3],
- fazni stav između napona i struje izvora [2].

**Podaci:**  $i_g(t) = \sqrt{2} \cdot \sin(10^3 \cdot t) \text{A}$ ,  $R=1\Omega$ ,  $L=1\text{mH}$  i  $C=2\text{mF}$ .



**P1.**  $\int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_S E \cdot dS = E \cdot 2\pi r L = \frac{Q' L}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q'}{2\pi\epsilon_0 r} \wedge \mathbf{E} = E \cdot \mathbf{r}_0, r \geq R,$   
 $E = 0, r < R.$

**P2.**  $U_1 = IR_1$  i  $U_2 = IR_2$ ,  $U_1/U_2 = 5:1$ , sledi  $R_1 = 5R_2$ .  $P_1 = I^2 R_1$ , a  $P_2 = I^2 R_2$ ,  
 pa je  $P_1/P_2 = R_1/R_2 = 5/1$ .

**Z1.** Razdvojna površina paralelna je pločama kondenzatora, pa je vektor električne indukcije  $\mathbf{D}$  normalan na razdvojnu površinu. Iz prvog graničnog uslova sledi:  $\mathbf{D}_{1n} = \mathbf{D}_{2n} \Rightarrow \mathbf{D}_1 = \mathbf{D}_2 = \mathbf{D}$ ,  $\oint_S \mathbf{D} d\mathbf{S} = Q_1$ ,

$$D \cdot S = Q, D = Q/S, E_1 = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_{r1}} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_{r1} S} = \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(10^{-9}/36\pi) \cdot 3 \cdot 40 \cdot 10^{-4}} = 18.85 [\text{KV/m}]$$

$$E_2 = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_{r2}} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_{r2} S} = \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(10^{-9}/36\pi) \cdot 5 \cdot 40 \cdot 10^{-4}} = 11.31 [\text{KV/m}]$$

$$U = E_1 \cdot d/2 + E_2 \cdot d/2 = 18.85 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} + 11.31 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 30.16 [\text{V}]$$

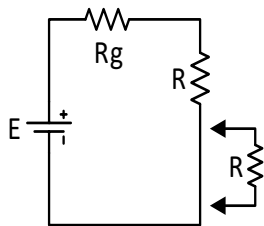
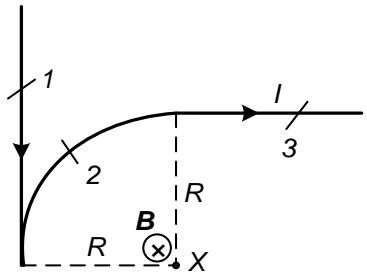
$$C = \frac{Q}{U} = 2 \cdot \frac{10^{-9}}{30.16} = 66.3 \text{ pF}$$

$$W_C = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \cdot 66.3 \cdot 10^{-12} \cdot 30.16^2 = 30.16 [\text{nJ}].$$

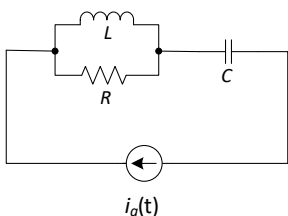
**Z2.**  $B_1 = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R} [\sin 0 - \sin(-\pi/2)] = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R},$

$$B_2 = \frac{1}{4} \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 I}{8R} \text{ i } B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} [\sin(\pi/2) - \sin 0] = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \text{ u odnosu}$$

na referentni smer.  $B_r = B_1 + B_2 + B_3 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{8R} = 0$ , sledi  $I=0$ .



**Z3.** Ems akumulatora  $E = 12\text{V}$   $P = RI^2$ ,  $R = P/I^2 = 10/1^2 = 10\Omega$ . Napon na potrošaču je onda  $U = RI = 10 \cdot 1 = 10\text{V}$ .  $U = E - R_g \cdot I$ ,  
 $R_g = (E - U)/I = (12 - 10)/1 = 2\Omega$ .  $P_g = R_g I^2 = 2 \cdot 1^2 = 2\text{W}$ . Opterećenje akumulatora je sada  $R_U = R + R_g = 20\Omega$ , pa je struja  $I_U = E/(R_g + R_U) = 12/(2 + 20) = 0.55\text{A}$ .



**Z4.** Ukupna impedansa kola je  
 $\bar{Z} = \frac{\bar{Z}_L \cdot R}{\bar{Z}_L + R} + \bar{Z}_C = \frac{j\omega L \cdot R}{j\omega L + R} + \frac{1}{j\omega C} = \frac{j\omega L \cdot R}{j\omega L + R} - j \frac{1}{\omega C}.$

Nakon zamene brojnih vrednosti:  $\bar{Z} = \frac{j10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{j10^3 \cdot 10^{-3} + 1} - j \frac{1}{10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}$

$$\bar{Z} = \frac{j}{j+1} - j \frac{1}{2} = \frac{j}{j+1} \cdot \frac{j-1}{j-1} - j \frac{1}{2} = \frac{j^2 - j}{j^2 - 1} - j \frac{1}{2} = \frac{-1 - j}{-2} - j \frac{1}{2} = \frac{1+j}{2} - j \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

a) Dakle, napon izvora je  $\bar{U}_g = \bar{I} \cdot \bar{Z} = 1[\text{A}] \cdot \frac{1}{2}[\Omega] = \frac{1}{2}[\text{V}]$ , pa je  $u_g(t) = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin(10^3 \cdot t) [\text{V}]$

b)  $\bar{S} = \bar{U}_g \cdot \bar{I}_g^* = \frac{1}{2}[\text{V}] \cdot 1[\text{A}] = \frac{1}{2}[\text{VA}]$ ,  $P = \frac{1}{2}[\text{W}]$ ,  $Q = 0[\text{VAr}]$ ,  $S = \frac{1}{2}[\text{VA}]$ .

c) Napon i struja izvora su u fazi.