

MINISTARSTVO ZNANOSTI OBRAZOVANJA I ŠPORTA

AGENCIJA ZA STRUKOVNO OBRAZOVANJE I OBRAZOVANJE ODRASLIH

DRŽAVNO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U ELEKTROTEHNICI

## **RJEŠENJA ZADATAKA ZA TEORIJSKI DIO NATJECANJA**

### **Naputak za nastavnike:**

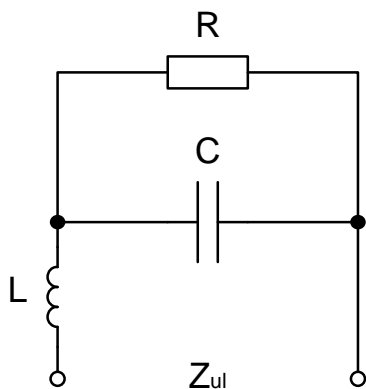
1. Raspoloživo vrijeme za rad je 100 minuta
2. Natjecatelji rješavaju zadatke isključivo kemijskom olovkom
3. Rješenje koje ne sadrži mjernu jedinicu ne smatra se točnim
4. Ispitno povjerenstvo vrjednovat će svaki način rješavanja zadataka koji u konačnici vodi do točnog rješenja i fizikalno je vjerodostojan.
5. Za tumačenje Pravilnika nadležno je Državno Povjerenstvo
6. Nije dopušteno mijenjati raspodjelu bodova po zadacima prilikom vrednovanja rezultata.

SREDNJA ŠKOLA PETRA ŠEGEDINA KORČULA

24 – 25. travnja, 2018.

## ZADATAK 1

Za sklop prema slici ulazna impedancija pri frekvenciji  $f=0$  Hz, iznosi  $Z_0=10 \Omega$ . Koliko iznosi  $X_C$  na rezonantnoj frekvenciji ako sklop u rezonanciji ima ulaznu impedanciju  $Z_R=2 \Omega$ ? Kolika je vrijednost djelatnog otpora  $R$ ?



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
R	10Ω	3	
$X_C$	5Ω	5	
UKUPNO BODOVA		8	

Potpis ocjenjivača: \_\_\_\_\_

RJEŠENJE:

Za  $f=0$  Hz  $X_L=0$   $X_C$  je neizmjenljivo  $Z_{UL} = R = 10\Omega$  ..... 3 boda

Na rezonantnoj frekvenciji vrijedi:

$Im\{Z_R\} = 0$   $Re\{Z_R\} = 2\Omega$  ..... 2 boda

Potrebno je odrediti realni dio od ulazne impedancije na rezonantnoj frekvenciji

$$\underline{Z}_R = jX_L + \frac{-jX_C \cdot R}{-jX_C + R} = jX_L + \frac{-jX_C \cdot R}{-jX_C + R} \cdot \frac{jX_C + R}{jX_C + R} = jX_L + \frac{-jX_C \cdot R^2 + R \cdot X_C^2}{X_C^2 + R^2}$$

$$Re\{Z_R\} = \frac{R \cdot X_C^2}{X_C^2 + R^2} = 2$$

$$\frac{10 \cdot X_C^2}{X_C^2 + 100} = 2$$
 ..... 3 boda

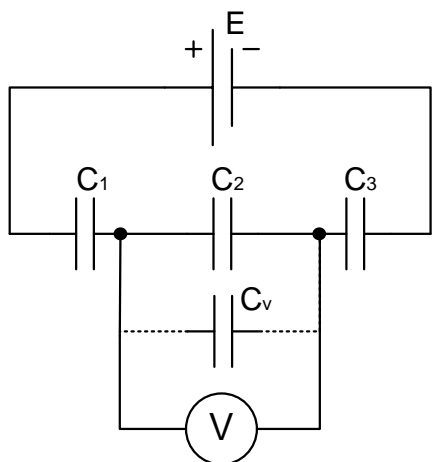
$$X_C = 5\Omega$$
 ..... 1 bod

## ZADATAK 2

Za električnu shemu prema slici potrebno je odrediti:

- Koliki će napon  $U_{VA}$  pokazati idealni voltmetar nakon što je nastupilo stacionarno stanje?
- Koliki bi napon  $U_{VB}$  pokazao voltmetar u stacionarnom stanju, ako bismo uzeli u obzir da voltmetar ima vlastiti kapacitet  $C_V = C_1/2$  ?

Zadano je:  $E = 100V$ ,  $C_3 = C_1$ ,  $C_2 = 2C_1$ .



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
$U_{VA}$	20V	5	
$U_{VB}$	16.67V	3	
UKUPNO BODOVA		8	

Potpis ocjenjivača: \_\_\_\_\_

RJEŠENJE:

a) Idealni voltmetar

$$U_{VA} = \frac{Q}{C_2} \quad Q = C_{UK}E \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$C_{13} = C_1/2, \quad C_{UK} = \frac{\frac{C_1}{2} \cdot C_2}{\frac{C_1}{2} + C_2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + 2C_2} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$Q = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + 2C_2} \cdot E$$

$$U_{VA} = \frac{C_1}{C_1 + 2C_2} \cdot E = \frac{C_1}{C_1 + 2(2C_1)} \cdot E = \frac{E}{5} \quad U_{VA} = 20V \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

b)  $C_V = C_1/2$

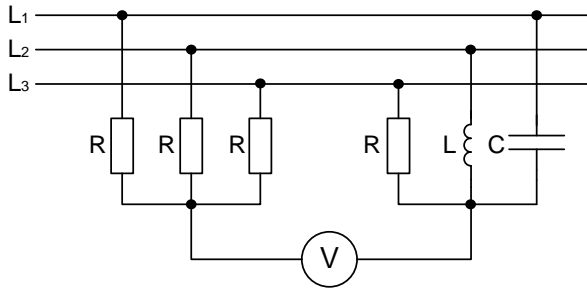
$$U_{VB} = \frac{C_1}{C_1 + 2(C_2 + C_V)} \cdot E = \frac{C_1}{C_1 + 2\left(2C_1 + \frac{C_1}{2}\right)} \cdot E = \frac{E}{6} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$U_{VB} = 16.67V \quad \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

### ZADATAK 3

Dva trofazna trošila spojena su na simetričnu trofaznu mrežu faznog napona  $U_F=220V$ . Odredite koliki napon  $U_V$  će izmjeriti idealni voltmetar ako ga spojimo na način prikazan na električnoj shemi? Koliki je fazni kut izmjerenog napona?

Zadano je:  $U_F=220V$ ,  $R=X_L=X_C=10\Omega$ .



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
$U_V$	600V	4	
$\varphi$	$150^\circ$	2	
UKUPNO BODOVA		6	

Potpis ocjenjivača: \_\_\_\_\_

RJEŠENJE:

$$U_V = \frac{U_{F1}}{-jX_C} + \frac{U_{F2}}{jX_L} + \frac{U_{F3}}{R}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{-jX_C} + \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{R}}$$

..... 2boda

$$U_V = \frac{\frac{220^{L0}}{10^{L-90}} + \frac{220^{L-120}}{10^{L90}} + \frac{220^{L120}}{10}}{\frac{1}{10}} \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

$$U_V = 10(22^{L90} + 22^{L-210} + 22^{L120}) = 10(j22 - 19 + j11 - 11 + j19) = -300 + j520$$

$$U_V = 600^{L150} \text{ V}$$

Napon koji mjeri voltmetar:

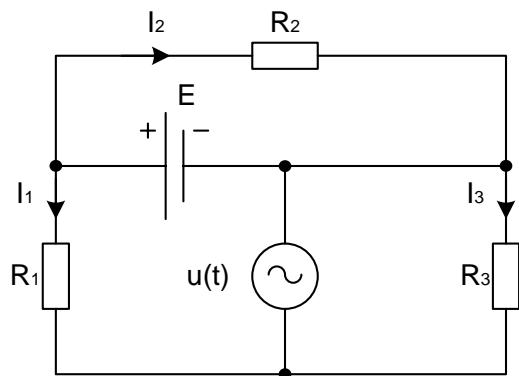
$$U = 600V \dots\dots\dots 1 \text{ bod}$$

Fazni kut napona

$$\varphi = 150^\circ \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

## ZADATAK 4

Za električnu mrežu prema slici treba odrediti efektivne vrijednosti struja  $I_1$ ,  $I_2$ , i  $I_3$ .  
 Kolika djelatna snaga  $P_1$ ,  $P_2$ , i  $P_3$  se troši na otpornicima  $R_1$ ,  $R_2$ , i  $R_3$  ?  
 Zadano je:  $u(t)=141\sin 314t$ ,  $E=100V$ ,  $R_1=R_2=R_3=10\Omega$ .



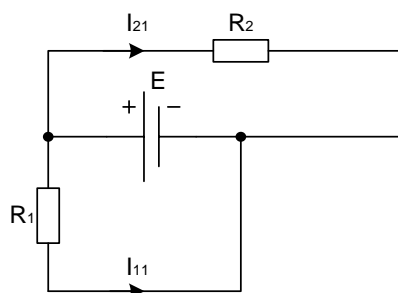
RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
$I_1$	14.1A	3	
$I_2$	10A	1	
$I_3$	10A	1	
$P_1$	2000W	2	
$P_2$	1000W	1	
$P_3$	1000W	1	
UKUPNO BODOVA		9	

Potpis ocjenjivača: \_\_\_\_\_

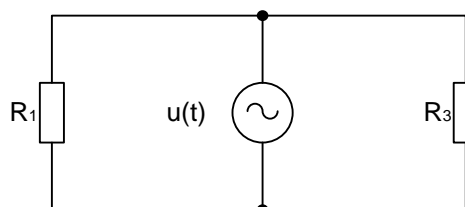
### RJEŠENJE:

Zadatak rješavamo primjenom metode superpozicije.

Kroz otpornik  $R_2$  teče samo istosmjerna struja (sl.1), a kroz  $R_3$  samo izmjenična (sl.2)



Sl.1



Sl.2

$$I_2 = E/R_2 = 100/10 = 10A \quad (1 \text{ bod})$$

$$P_2 = E^2/R_2 = 10000/10 = 1000W \quad (1 \text{ bod})$$

$$I_3 = U/R_3 = 100/10 = 10A \quad (1 \text{ bod})$$

$$P_3 = U^2/R_3 = 10000/10 = 1000W \quad (1 \text{ bod})$$

Struja  $I_1$  i snaga  $P_1$  su rezultat djelovanja oba izvora.

$$P_{11} = E^2/R_1 = 10000/10 = 1000W$$

$$P_{12} = U^2/R_1 = 10000/10 = 1000W$$

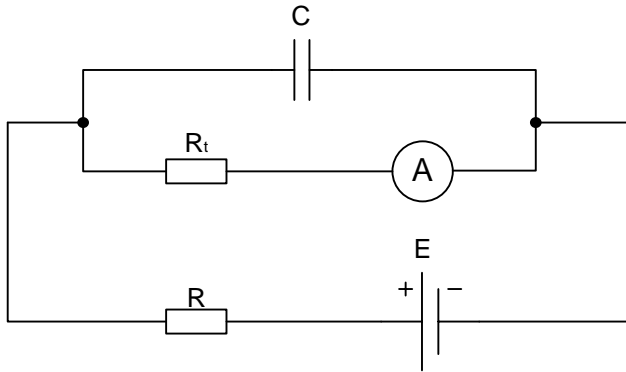
$$P_1 = P_{11} + P_{12} = 2000W \quad (2 \text{ boda})$$

Efektivnu vrijednost struje  $I_1$  računamo preko disipacije snage na otporniku

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{2000}{10}} = 14.1A \quad (3 \text{ boda})$$

## ZADATAK 5

Na sobnoj temperaturi mreža je u stacionarnom stanju, a idealni ampermetar pokazuje  $I_A=450\text{mA}$ . Otpornik  $R_t$  je temperaturno ovisan. Za vrijeme dok otpornik  $R_t$  zagrijemo za  $50^\circ\text{C}$ , do ponovne uspostave stacionarnog stanja kroz kondenzator protekne količina naboja  $\Delta Q=15\text{nAs}$ . Treba odrediti temperaturni koeficijent  $\alpha$  otpornika  $R_t$ . Zadano je:  $C=10\text{nF}$ ,  $E=24\text{V}$ ,  $R=20\Omega$ .



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
$\alpha$	0.0064	9	
UKUPNO BODOVA		9	

Potpis ocjenjivača: \_\_\_\_\_

RJEŠENJE:

$$I_A = \frac{E}{R_{t20}} \quad E = I_A(R + R_{t20})$$

$$R_{t20} = \frac{E - I_A \cdot R}{I_A} = \frac{24 - 0.45 \cdot 20}{0.45} = 33.33\Omega \quad (1 \text{ bod})$$

$$\Delta U = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{15 \cdot 10^{-9}}{10 \cdot 10^{-9}} = 1.5\text{V} \quad (\text{promjena napona na kondenzatoru}) \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_{t20} = I_A \cdot R_{t20} = 0.45 \cdot 33.33 = 15\text{V} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_{t70} = U_{t20} + \Delta U = 15 + 1.5 = 16.5\text{V} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_{R70} = 24 - U_{t70} = 24 - 16.5 = 7.5\text{V} \quad (1 \text{ bod})$$

Na  $70^\circ\text{C}$  ampermetar mjeri struju  $I_{A70}$

$$I_{A70} = \frac{U_{R70}}{R} = \frac{7.5}{20} = 0.375\text{A} \quad (1 \text{ bod})$$

Otpor promjenjivog otpornika na  $70^\circ\text{C}$ :

$$R_{t70} = \frac{U_{t70}}{I_{A70}} = \frac{16.5}{0.375} = 44\Omega \quad (1 \text{ bod})$$

Određivanje temperaturnog koeficijenta  $\alpha$

$$R_{t70} = R_{t20}(1 + \alpha\Delta T) \quad \rightarrow \quad \alpha = \frac{R_{t70} - R_{t20}}{R_{t20} \cdot \Delta T} \quad \rightarrow$$

$$\alpha = \frac{44 - 33.33}{33.33 \cdot 50} = 0.0064 \quad (2 \text{ boda})$$