

ŽUPANIJSKO/MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE
IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U ELEKTROTEHNICI
2016./2017.

RJEŠENJA ZADATAKA ZA TEORIJSKI DIO NATJECANJA

28. veljače 2017.

1. ZADATAK

Trošilo radi u uvjetima utvrđenim nazivnom snagom $P=1,5\text{kW}$ i naponom $U_t=220\text{V}$. Priključeno je dvožilnim bakrenim vodom ($\rho= 0,0175 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$) presjeka vodiča $S=1,5 \text{ mm}^2$ na izvor napona $U=232\text{V}$.

a) Koliki je pad napona na vodu $u \%$?

b) Koliko je trošilo udaljeno od izvora l ?

c) Koliki bi trebao biti presjek vodiča S i napon izvora U , da pad napona na ovom istom vodu ne bude veći od 3%, dok trošilo radi u nazivnim uvjetima?

RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
$u\%$	5,15%	3	
l	75,0m	2	
S	2,63 mm ²	2	
U	226,8 V	1	
UKUPNO BODOVA		8	

RJEŠENJE:

a)

$$P = U_t I \Rightarrow I = \frac{P}{U_t} = \frac{1500}{220} = 6,82\text{A}$$

$$R_t = \frac{U_t^2}{P} = \frac{220^2}{1500} = 32,27 \Omega$$

$$R_{uk} = \frac{U}{I} = \frac{232}{6,82} = 34,02 \Omega$$

$$R_v = R_{uk} - R_t = 34,02 - 32,27 = 1,75 \Omega$$

$$U_v = I \cdot R_v = 6,82 \cdot 1,75 = 11,94 \text{ V}$$

$$U_{v\%} = \frac{U_v}{U} \cdot 100 = \frac{11,94}{232} = 5,15\%$$

$$U_{v\%} = \underline{\underline{5,15\%}}$$

3 boda

b)

$$R_v = \rho \cdot \frac{2l}{S}$$

$$l = \frac{R_v \cdot S}{2\rho} = \frac{1,75 \cdot 1,5}{2 \cdot 0,0175}$$

$l = \underline{75,0 \text{ m}}$

2 boda

c)

$$U - 0,03U = 220$$

$$U = \frac{220}{0,97} = \underline{\underline{226,8V}}$$

1 bod

$$U_V = 226,8 - 220 = 6,8V$$

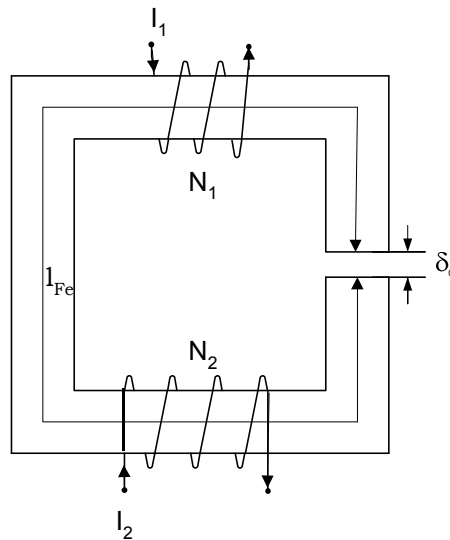
$$R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{6,8}{6,82} = 1\Omega$$

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot l}{R_V} = \frac{0,0175 \cdot 2 \cdot 75}{1} = \underline{\underline{2,63 \text{ mm}^2}}$$

2 boda

2. ZADATAK

Zadana je jezgra od feromagnetskog materijala s $\mu_R=3200$. Magnetski tok u jezgri stvaraju dva svitka sa $N_1=600$ zavoja i $N_2=400$ zavoja, kroz koje teku struje I_1 i I_2 . Kroz svitak N_1 teče struja $I_1=1,2A$. Ukupni tok u jezgri je $\Phi = 16,5 \cdot 10^{-4}Vs$, a presjek jezgre je $S=25cm^2$. Rasipanje toka u zračnom rasporu zanemarimo. Duljina silnice kroz željeznu jezgru je $l_{Fe}=30cm$ a širina zračnog raspora iznosi $\delta_0=0,8mm$. Nacrtaj nadomjesnu shemu magnetskog kruga i odredi smjer magnetskog toka u jezgri. Kolika je jakost struje I_2 ? Pretpostavite da je $\Phi_1 > \Phi_2$.

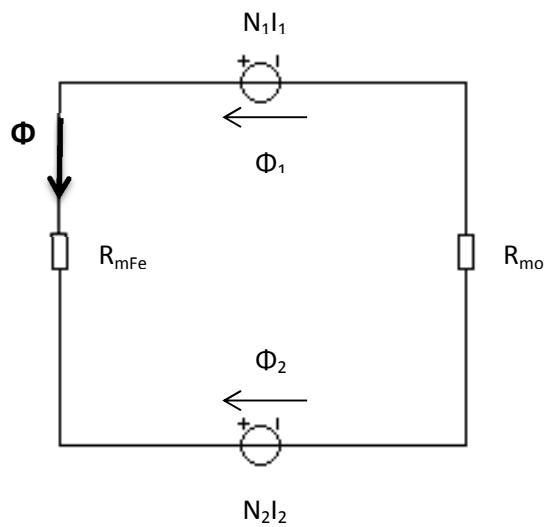


RJEŠENJA		MOGUĆI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT	BODOVI	
H_{Fe}	164,13 A/m	2	
H_0	525211 A/m	2	
I_2	0,626 A	2	
Nadomj.shema	DA	2	
UKUPNO BODOVA		8	

RJEŠENJE:

a) Nadomjesna shema magnetskog kruga

Ako je $\Phi_1 > \Phi_2$, onda rezultatni ili ukupni tok Φ ima smjer toka Φ_1



2 boda

b)

$$B_{Fe} = \frac{\phi}{S} = \frac{16,5 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-4}} = 0,66 T$$

$$H_{Fe} = \frac{B_{Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_r} = \frac{0,66 T}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3200}$$

$$H_{Fe} = 164,13 A/m$$

2 boda

c)

$$B_0 = \frac{\phi}{S_0} = \frac{16,5 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-4}} = 0,66 T$$

$$H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{0,66}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 525211 \frac{A}{m}$$

$$H_0 = 525211 A/m$$

2 boda

d)

$$I_1 N_1 - I_2 N_2 = H_{Fe} l_{Fe} + H_0 \delta_0$$

$$1,2 \cdot 600 - I_2 \cdot 400 = 164,13 \cdot 0,3 + 525211 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3}$$

$$720 - 400 I_2 = 49,239 + 420,169 = 469,408$$

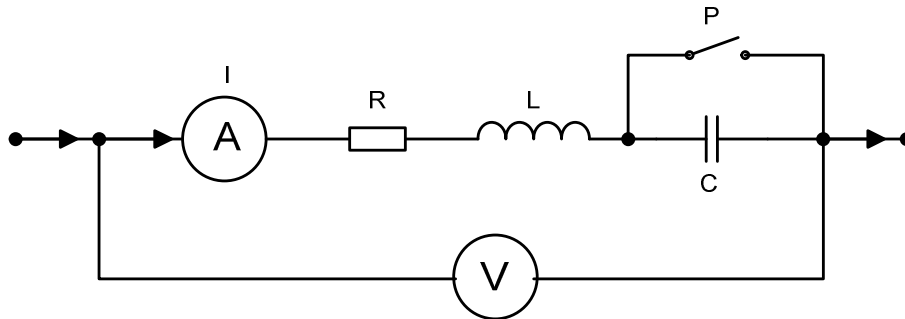
$$400 I_2 = 720 - 469,408$$

$$I_2 = 0,626 A$$

2 boda

3. ZADATAK

Slika prikazuje dio električne mreže napajan sinusnim izmjeničnim naponom. U zadanoj shemi, pri otvorenom i zatvorenom prekidaču ampermetar pokazuje $I=5,55\text{A}$, a voltmetar $U=100\text{V}$. Odredi R i X_L ako je $f=50\text{Hz}$ i $C=159\mu\text{F}$. Skicirati fazorski dijagram za oba slučaja.



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
R	15Ω	2	
X_L	10Ω	4	
Fazor.dij. - 1	DA	2	
Fazor.dij. - 2	DA	2	
UKUPNO BODOVA		10	

RJEŠENJE:

$$\frac{U}{I} = Z_1 = Z_2 = \frac{100}{5,55} = 18\Omega$$

$$\sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad /^2$$

$$R^2 + X_L^2 = R^2 + X_L^2 - 2X_L X_C + X_C^2$$

$$-2X_L X_C = -X_C^2$$

$$2X_L = \frac{X_C^2}{X_C} \Rightarrow X_L = \frac{1}{2} X_C$$

$$X_L = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 159 \cdot 10^{-6}}$$

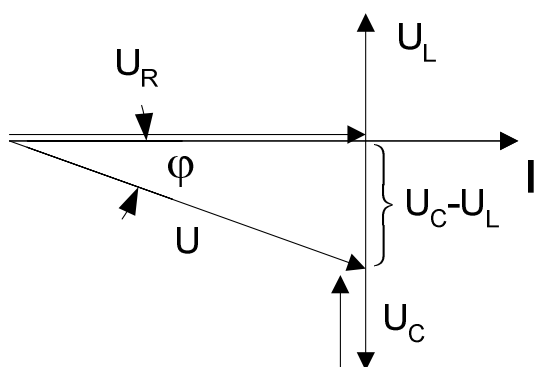
$$X_L = 10\Omega$$

4 boda

$$R = \sqrt{Z_1^2 - X_L^2} = \sqrt{18^2 - 10^2} = 15\Omega$$

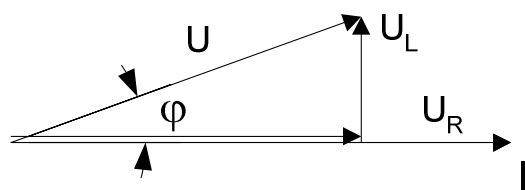
2 boda

a) otvorena sklopka



2 boda

b) zatvorena sklopka

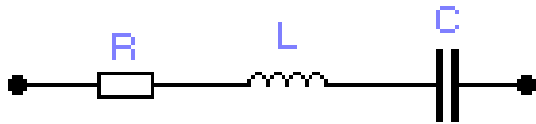


2 boda

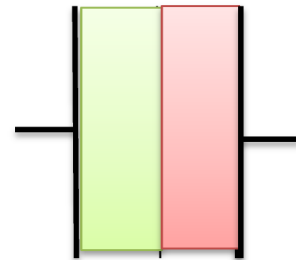
4. ZADATAK

Koliko puta se promijeni rezonantna frekvencija f kruga prema slici ako izvučemo dielektrični umetak ϵ_{r2} koji se nalazi između ploča dvoslojnog kondenzatora.

Zadano je: $\epsilon_{r1}=4$, $\epsilon_{r2}=6$; debljina dielektrika $d_1=d_2=d$; površina ploča $S_1 = S_2 = S$



Kondenzator C - dvoslojni



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
f_1/ f_2	0,577	6	
UKUPNO BODOVA		6	

RJEŠENJE:

a) sa $\epsilon_{r1}=4$ i $\epsilon_{r2} =6$
 $C_{uk1} = (C1 \cdot C2) / (C1 + C2)$

$$C1 = (\epsilon_{r1} \cdot \epsilon_0 \cdot S) / d$$

$$C2 = (\epsilon_{r2} \cdot \epsilon_0 \cdot S) / d$$

kada uvrstimo ove vrijednosti u gornju formulu dobijemo:

$$C_{uk1} = (\epsilon_{r1} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r2} \cdot S) / (d \cdot (\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})) = 2,4 \cdot S \cdot \epsilon_0 / d \quad 2 \text{ boda}$$

b) sa $\epsilon_{r1}=4$ i $\epsilon_{r2} =1$

kada se ove vrijednosti uvrste u gornju jednadžbu dobijemo:

$$C_{uk2} = 0,8 \cdot S \cdot \epsilon_0 / d \quad 2 \text{ boda}$$

$$f_1 = 1/(2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{uk1}})$$

$$f_2 = 1/(2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{uk2}})$$

kada uvrstimo vrijednosti za C_{uk1} i C_{uk2} dobijemo:

$$f_1/f_2 = \sqrt{0,8/2,4} = 0,577$$

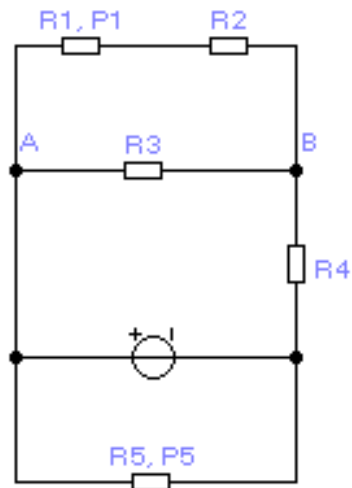
2 boda

$$\text{ili } f_2/f_1 = 1,73$$

5. ZADATAK

Izračunaj vrijednosti otpora R_1 i R_5 , struju I_5 te napon između točaka A i B ako je zadano:

$R_2=4\Omega$, $R_3=12\Omega$, $R_4=14\Omega$, $P_1=32W$, $P_5=320W$, $I_2=2A$.



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
R_1	8 Ω	1	
R_5	20 Ω	3	
I_5	4 A	1	
U_{AB}	24 V	2	
UKUPNO BODOVA		7	

RJEŠENJE:

$$R_1 = \frac{P_1}{I_1^2} = 8\Omega$$

1 bod

$$U_{AB} = I_1 * (R_1 + R_2) = 24V$$

2 boda

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = 2A$$

$$I_4 = I_1 + I_3 = 4A$$

$$U = U_{AB} + I_4 * R_4 = 80V$$

$$R_5 = \frac{U^2}{P_5} = 20\Omega$$

3 boda

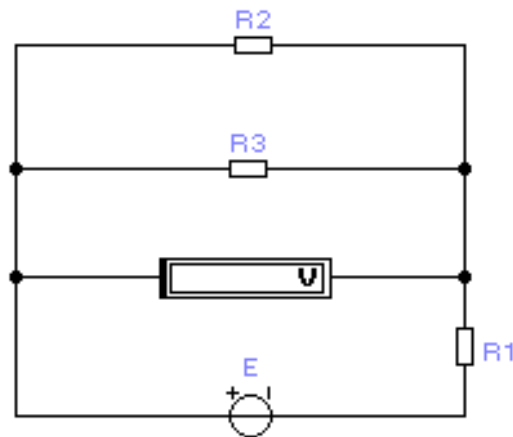
$$I_5 = \frac{U}{R_5} = 4A$$

1 bod

6. ZADATAK

U krugu na slici otpor R_1 je temperaturno ovisan. $R_1=f(T)$, a njegov otpor u hladnom stanju pri 20°C $R_{1H}=200\Omega$. Temperaturni koeficijent otpora je $\alpha=0,006\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $R_2=200\Omega$, $R_3=250\Omega$, $E=110\text{V}$.

Izračunaj kod koje temperature T_1 će voltmetar pokazivati $U_V=27\text{V}$.



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
T_1	137,97 °C	7	
UKUPNO BODOVA		7	

RJEŠENJE:

$$I_T = \frac{U_V}{R_{23}} = \frac{27}{\frac{200 \cdot 250}{450}} = 0,243\text{A}$$

3 boda

$$R_{1T} = \frac{E - U_V}{I_T} = 341,56\Omega$$

2 boda

$$R_{1T} = R_{1H}(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\Delta T = \frac{R_{1T} - R_{1H}}{R_{1H} \cdot \alpha} = \frac{341,56 - 200}{200 \cdot 0,006} = 117,97^\circ\text{C}$$

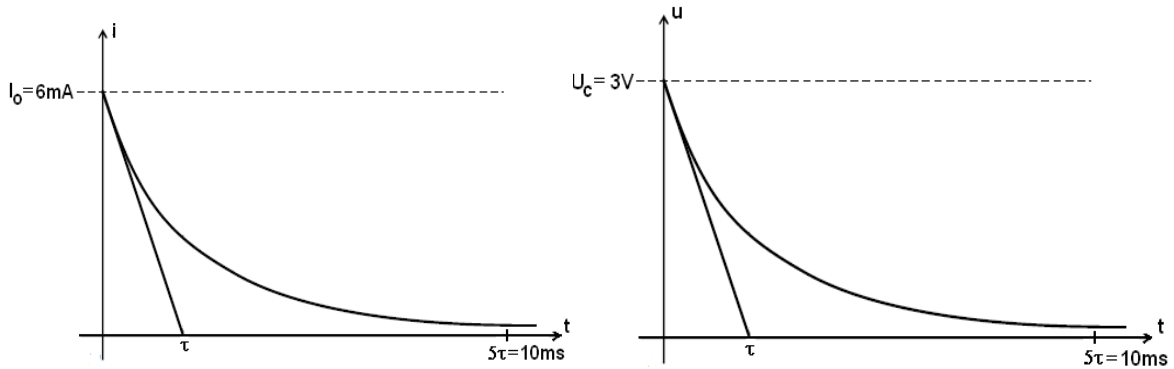
1 bod

$$T_1 = 20 + \Delta T = 137,97^\circ\text{C}$$

1 bod

7. ZADATAK

Kondenzator C se puni preko otpornika R na izvor napona od 5V. U trenutku $t=0$ prekida se punjenje tako da se preklopkom kondenzator priključuje izravno na otpornik i počinje izbijanje. Vremenski tok napona i struje izbijanja prikazuju slike. Na temelju vremenskih tokova odredi kapacitet kondenzatora i otpor otpornika. Kolika je jakost struje bila u trenutku prekida nabijanja.



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
R	500 Ω	3	
C	4 μF	2	
τ	2 ms	1	
U_R	2 V	1	
I_R	4 mA	2	
UKUPNO BODOVA		9	

RJEŠENJE:

$$U_R = U_C$$

$$U_R = I_0 \cdot R$$

$$R = \frac{U_C}{I_0} = \frac{3}{6 \cdot 10^{-3}} = 500 \quad \Omega$$

3 boda

$$5\tau = 10 \text{ ms}$$

$$\tau = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{5} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 2 \text{ ms}$$

1 bod

$$\tau = R \cdot C$$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{500} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 4 \mu\text{F}$$

2 boda

Jakost struje u trenutku prekida napajanja:

$$U_R = U_o - U_C = 5 - 3 = 2 \text{ V}$$

1 bod

$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{2}{500} = 0,004 \text{ A} = 4 \text{ mA}$$

2 boda

8. ZADATAK

U kojem će trenutku (t) trenutna vrijednost sinusne izmjenične struje, čija je maksimalna vrijednost 20A i $f=100\text{Hz}$ biti jednaka polovici efektivne vrijednosti te struje. Kolika je kružna frekvencija ω te struje a koliki je period T te struje?

Skiciraj sinusoidu u vremenu T i označi amplitudu struje u trenutku t ?

RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
t	0,574 ms	3	
T	10 ms	1	
ω	628 s ⁻¹	1	
<i>crtež</i>	DA	2	
UKUPNO BODOVA		7	

RJEŠENJE:

$$I_{ef} = I_{max} / \sqrt{2} = 14,142\text{A}$$

$$I_{max} \sin(\omega t) = I_{ef} / 2$$

$$20 \sin(2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot t) = 14,142 / 2$$

$$20 \sin(628 t) = 7,07$$

$$\sin(628 t) = 0,353$$

$$628 t = \text{inv sin}(0,353) \text{ rad}$$

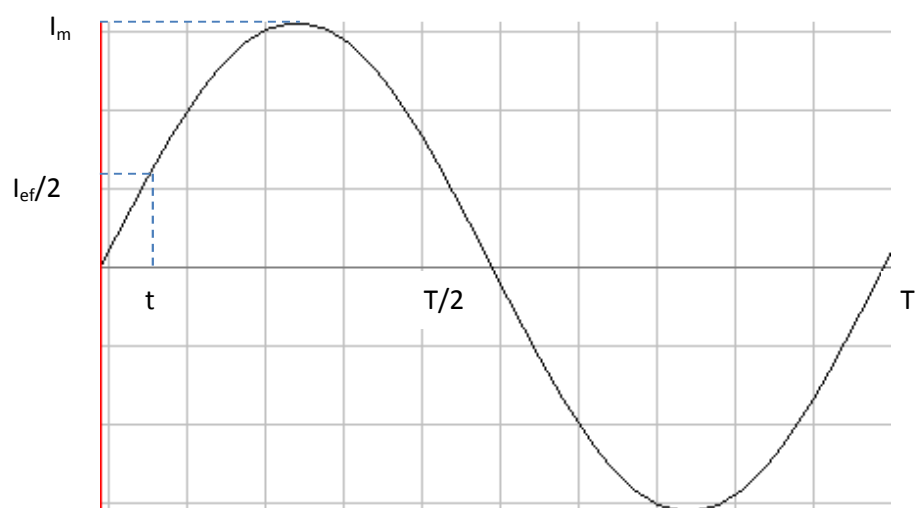
$$628 t = 0,36$$

$$t = 0,574 \text{ ms} \quad (\text{preciznije } 0,000574483) \quad 3 \text{ boda}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 628 \text{ s}^{-1} \quad 1 \text{ bod}$$

$$T = 1/f = 1/100 = 0,01\text{s} = 10\text{ms} \quad 1 \text{ bod}$$

Crtež

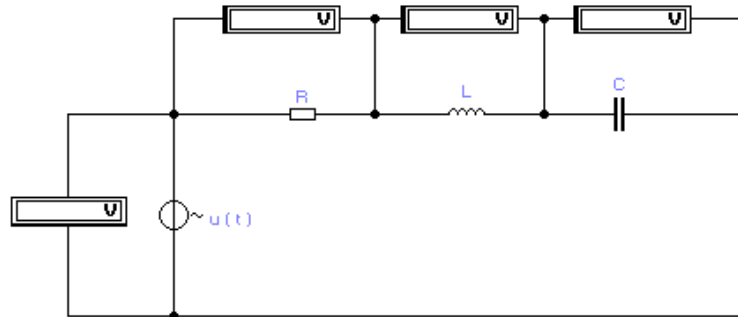


2 boda

9. ZADATAK

U krugu sinusne struje sva četiri voltmetra pokazuju po 100V, a djelatni otpor je $R=10\Omega$. Napišite izraz za struju \underline{I} i napone \underline{U}_C i \underline{U}_L , (eksponencijalni, polarni oblik), ako je početni fazni pomak napona $\underline{U}_R \varphi=(-124^\circ)$.

Nacrtajte fazorski dijagram svih napona ($\underline{U}_R, \underline{U}_L, \underline{U}_C$ i \underline{U})



RJEŠENJA		MOGUĆI BODOVI	UČINAK
VELIČINA	REZULTAT		
\underline{I}	$10\angle -124^\circ A$	2	
\underline{U}_C	$100\angle -214^\circ = 100\angle 146^\circ V$	2	
\underline{U}_L	$100\angle -34^\circ V$	2	
Fazor.dij.	DA	2	
UKUPNO BODOVA		8	

RJEŠENJE:

Serijska rezonancija

$$\underline{I} = \underline{U}/R = \frac{100\angle -124^\circ}{10} = 10\angle -124^\circ A \quad 2 \text{ boda}$$

$$X_C = \frac{U_C}{I} = \frac{100}{10} = 10\Omega$$

$$\underline{U}_C = \underline{I} X_C = 10\angle -124^\circ \cdot 10\angle -90^\circ = 100\angle -214^\circ = 100\angle 146^\circ V \quad 2 \text{ boda}$$

$$\underline{U}_L = -\underline{U}_C \text{ (fazor zakrenut za } 180^\circ)$$

$$\underline{U}_L = 100\angle -34^\circ V \quad 2 \text{ boda}$$

Fazorski dijagram

2 boda

