

DRŽAVNO NATJECANJE  
IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U ELEKTROTEHNICI  
šk. godina 2011./2012.

**TEHNIČKA ŠKOLA KUTINA**

Zaporka:

**R J E Š E N J A P R A K T I Č N O G D I J E L A**

Mogući broj bodova:

**30**

Učinak:

Potpis članova prosudbenog povjerenstva :

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Kutina, 27. travanj 2012.

## ZADATAK

Zadatak se sastoji od tri dijela:

### **PRVI DIO**

- podesiti amplitudu ulaznog napona prema slici 1
- izmjeriti frekvenciju ulaznog napona
- spojiti strujni krug prema slici 2.
- koristeći univerzalni instrument izmjeriti potrebne veličine i pomoću njih izračunati vrijednosti  $R, L, C$  i  $f_{rezonantno}$
- označiti fazne dijagrame koji odgovaraju računski dobivenim vrijednostima

### **DRUGI DIO**

- priključiti drugi ulazni signal
- ponoviti postupke iz prvog dijela i računski potvrditi rezultate dobivene u prvom djelu.
- izračunati snagu na LC dijelu kruga.

### **TREĆI DIO**

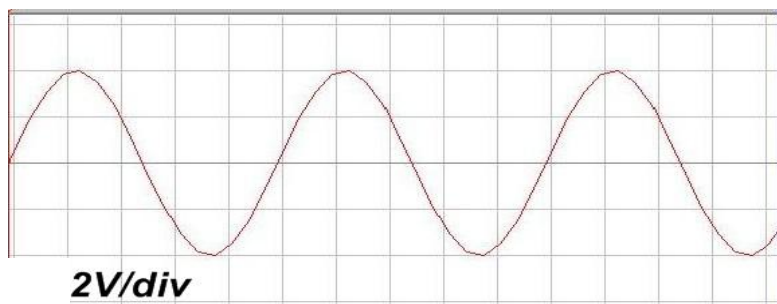
- priključiti prvi ulazni napon i podesiti njegovu amplitudu prema slici 3
- izmjeriti frekvenciju ulaznog napona
- spojiti strujni krug prema slici 6.
- koristeći univerzalni instrument izmjeriti potrebne veličine i pomoću poznatih vrijednosti  $R, L, C$  iz prva dva dijela odrediti nepoznatu komponentu.

### **Napomena**

- Univerzalni instrumenti trebaju imati područje za mjerenje frekvencije.
- Sva mjerenja natjecatelj vrši s priključenim ulaznim naponom.
- Ukoliko dođe do oštećenja instrumenta, izvora ulaznog napona ili modula s komponentama nestručnim rukovanjem natjecatelja, smatra se da je natjecatelj završio vježbu. Test se uzima s dotadašnjim rješenjima i na osnovu toga buduće.
- Natjecatelj koji nema vlastiti univerzalni instrument treba na to upozoriti dežurnog nastavnika koji će mu osigurati zamjenski instrument.
- Prikaz rezultata mjerenja i računanja mora biti barem na dvije decimale.
- Nakon spajanja strujnih krugova prema zadanim shemama obvezno pozvati dežurnog/u nastavnika/cu da provjeri spoj el. sheme.
- Vrijeme za izradu zadatka je 90 minuta.

# 1. Priključiti prvi izvor signala

a) Podesiti amplitudu ulaznog napona prema slici 1. i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice.

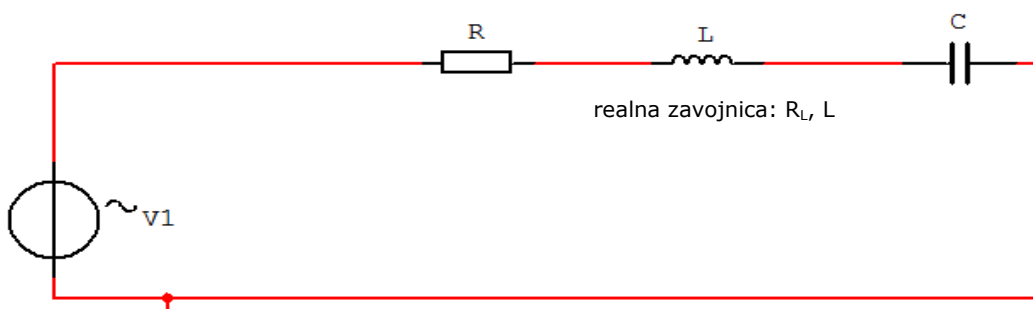


slika 1.

$$U_{ul} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2,828 \text{ V (predlažem od 2,8 do 2,9)}$$

b) Izmjeriti frekvenciju ulaznog napona i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice.

c) Spojiti elemente na modulu prema slici 2.:



slika 2.

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

d) Koristeći digitalni univerzalni instrument izmjeriti veličine potrebne za izračun  $R$ ,  $L$  i  $C$ . Omski otpor zavojnice je  $6 \Omega$ .

$U_{UL}$	$f$	$I$	$U_R$	$U_L$	$U_C$
2,86V	500Hz	<b>21,52mA</b>	<b>2,583V</b>	<b>0,156V</b>	<b>0,995V</b>
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (3.5)

e) Na osnovu izmjerenih veličina izračunati  $R$ ,  $L$  i  $C$ , i vrijednosti upisati u tablicu:

Veličina	Vrijednost	Bodovi
$R$	120 $\Omega$	0.5
$L$	1,29 mH	2
$C$	6,88 $\mu F$	1

Prostor za račun:

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{2,583}{21,52 \cdot 10^{-3}} = 119,97 \approx 120 \Omega$$

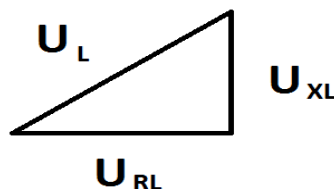
Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$X_C = \frac{U_C}{I} = \frac{0,995}{21,52 \cdot 10^{-3}} = 46,236 \approx 46,27 \Omega$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 46,27} = 6,8828 \cdot 10^{-6} F \approx 6,88 \mu F$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)



Prikaz napona na realnoj zavojnici.

nije obvezno pa se ne boduje

$$U_{RL} = R_L \cdot I = 6 \cdot 21,52 \cdot 10^{-3} \approx 0,129 V$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$U_{XL} = \sqrt{U_L^2 - U_{RL}^2} = \sqrt{0,156^2 - 0,129^2} \approx 0,0877 V$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$X_L = \frac{U_{XL}}{I} = \frac{0,0877}{21,52 \cdot 10^{-3}} \approx 4,075 \Omega$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{4,075}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} = 0,00129 H \approx 1,29 mH$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

g) Izračunati rezonantnu frekvenciju.

$$f_{REZ} = \sqrt{\frac{1}{(2 \cdot \pi)^2 \cdot L \cdot C}} = \sqrt{\frac{1}{6,28^2 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} \cdot 6,8 \cdot 10^{-6}}} \approx 4260 Hz$$

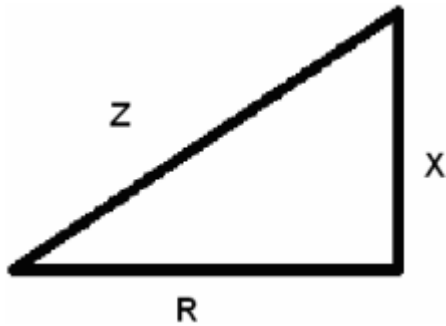
Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

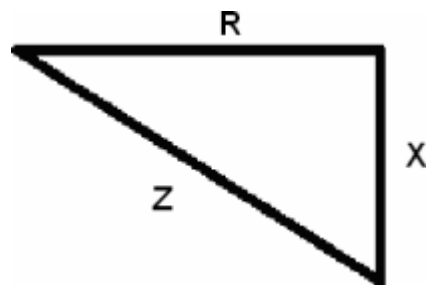
Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (4)

Prostor za dodatno računanje:

**h) Označi fazne trokute koji odgovaraju izračunu iz zadatka 1.e)**

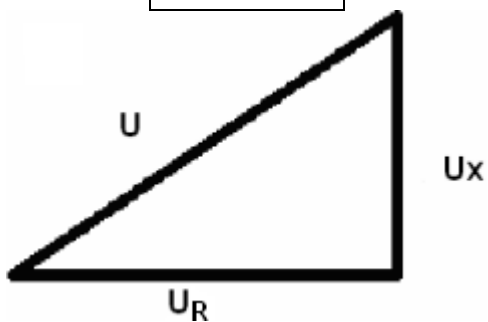
- Trokuti nisu u mjerilu, bitan je smjer.
- Imajući u vidu karakter strujnog kruga zaokruži ispravno nacrtane grafove.
- U slučaju krivo označenih grafova, zadatak se boduje s 0 bodova.

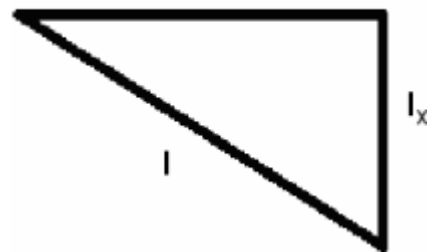


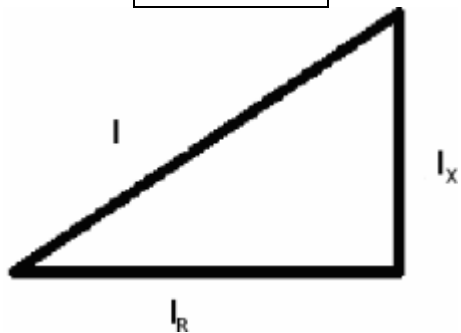


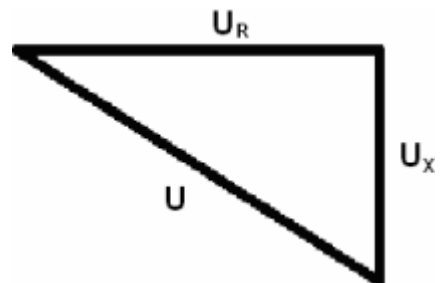

(0.5)

$I_R$










(0.5)

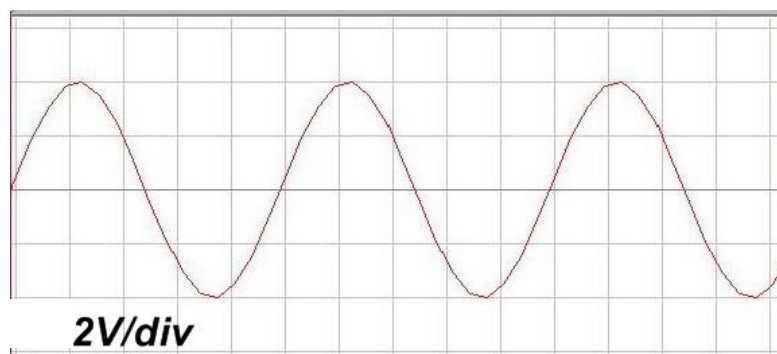
**Napomena:**

- Nakon završenog prvog dijela odspojiti izvor ulaznog napona, te sve priključene kabele odspojiti i odložiti na prvobitno mjesto.
- Spojiti drugi izvor ulaznog napajanja na modul s komponentama i pristupiti rješavanju drugog dijela zadatka.

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (1)

## 2. Priključiti drugi izvor signala

a) Podesiti amplitudu ulaznog napona prema slici 3. i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice:

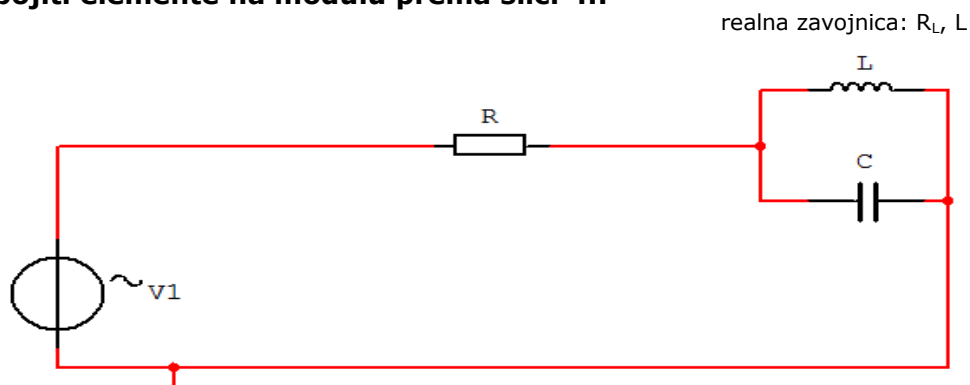


slika 3.

$$U_{ul} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2,828 \text{ V (predlažem od 2,8 do 2,9)}$$

b) Izmjeriti frekvenciju ulaznog napona i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice.

c) Spojiti elemente na modulu prema slici 4.:



slika 4.

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

d) Koristeći digitalni univerzalni instrument izmjeriti veličine potrebne za izračun  $R$ ,  $L$  i  $C$ . Omski otpor zavojnice je  $6 \Omega$ .

$U_{UL}$	$f$	$U_R$	$U_L=U_C$	$I$	$I_L$	$I_C$
2,86V	1000Hz	2,59V	0,313V	21,58mA	30,93mA	13,55mA
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (4)

i) Na osnovu izmjerenih veličina izračunati  $R$ ,  $L$  i  $C$ , i vrijednosti upisati u tablicu:

Veličina	Vrijednost	Bodovi
$R$	120 $\Omega$	0.5
$L$	1,29 mH	2
$C$	6,89 $\mu F$	1

Prostor za račun:

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{2,59}{21,58 \cdot 10^{-3}} = 120,018 \approx 120 \Omega$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$B_C = \frac{I_C}{U_C} = \frac{13,55 \cdot 10^{-3}}{0,313} = 0,04329 = 43,29 \text{ mS} \Rightarrow$$

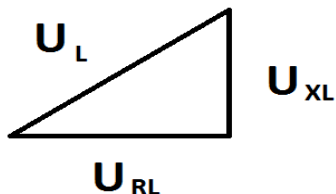
$$X_C = \frac{1}{B_C} = \frac{1}{43,29 \cdot 10^{-3}} \approx 23,10 \Omega (\text{NIJE\_OBAVEZNO})$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$C = \frac{B_C}{2\pi f} = \frac{43,29 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000} = 0,006893 \cdot 10^{-6} \text{ F} \approx 6,89 \mu F$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

Ovdje se može koristiti  $X_C$  u računu za  $C$ , tako da  $X_C$  nije potrebno računati, ali nije greška!



Prikaz napona na realnoj zavojnici.

nije obvezno pa se ne boduje

$$U_{RL} = R_L \cdot I_L = 6 \cdot 30,93 \cdot 10^{-3} \approx 0,185 \text{ V}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$U_{XL} = \sqrt{U_L^2 - U_{RL}^2} = \sqrt{0,313^2 - 0,185^2} \approx 0,252 \text{ V}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$B_L = \frac{I_L}{U_{XL}} = \frac{30,93 \cdot 10^{-3}}{0,252} = 0,12273 \text{ S} \approx 123 \text{ mS} \Rightarrow$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$X_L = \frac{1}{B_L} = \frac{1}{0,123} \approx 8,13 \Omega (\text{NIJE\_OBAVEZNO})$$

$$L = \frac{1}{2\pi f \cdot B_L} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 0,123} = 0,0012945 \approx 1,29 \text{ mH}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

Ovdje se može koristiti  $X_L$  u računu za  $L$ , tako da  $X_L$  nije potrebno računati, ali nije greška!

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (3.5)



**e) Izračunati rezonantnu frekvenciju.**

$$f_{REZ} = \sqrt{\frac{1}{(2 \cdot \pi)^2 \cdot L \cdot C}} = \sqrt{\frac{1}{6,28^2 \cdot 1,28 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}} \approx 4450 \text{ Hz}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

**f) Izračunati radnu, jalovu i prividnu snagu na LC dijelu kruga.**

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{5,74^2 + 3,54^2} \approx 6,74 \text{ mVA}$$

$$P = I_L^2 \cdot R_L = (0,93 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 6 \approx 5,74 \text{ mW}$$

$$Q = Q_L - Q_C = 7,78 - 4,24 = 3,54$$

$$Q_L = I_L^2 \cdot X_L = (0,93 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 8,13 \approx 7,78 \text{ mVAR}$$

$$Q_C = I_C^2 \cdot X_C = (3,55 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 23,1 \approx 4,24 \text{ mVAR}$$

provjera:

$$S = U \cdot I = 0,313 \cdot 21,58 \cdot 10^{-3} = 6,75 \text{ mVA}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (5)

Prostor za dodatno računanje:

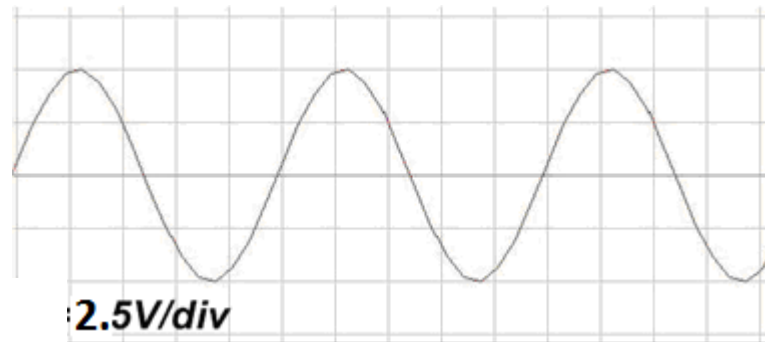
**Napomena:**

- Nakon završenog prvog dijela odspojiti izvor ulaznog napona, te sve priključene kabele odspojiti i odložiti na prvobitno mjesto.
- Spojiti drugi izvor ulaznog napajanja na modul s komponentama i pristupiti rješavanju drugog dijela zadatka.

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (5.5)

### 3. Priključiti prvi izvor signala

a) Podesiti amplitudu ulaznog napona prema slici 5. i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice:

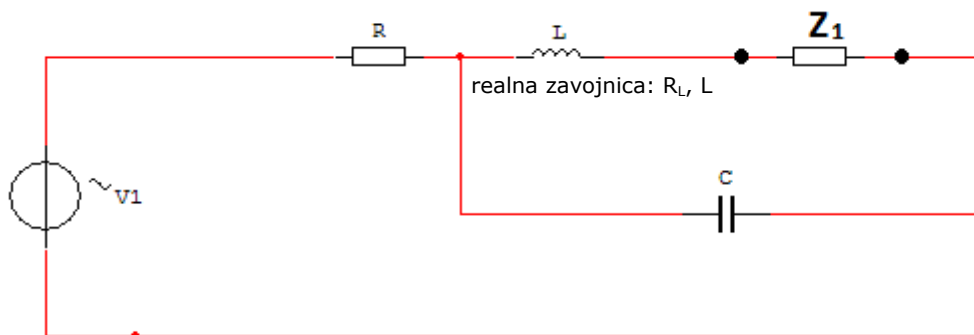


slika 4

$$U_{ul} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,53V \text{ (predlažem od 3,4 do 3,6)}$$

b) Izmjeriti frekvenciju ulaznog napona i upisati vrijednost u tablicu pri dnu stranice.

c) Spojiti elemente na modulu prema slici 6.:



slika 6.

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (1)

d) Koristeći digitalni univerzalni instrument te poznate vrijednosti  $R$ ,  $L$ ,  $C$  komponenti izračunatih u prethodnim dijelovima zadatka, izračunati vrijednost nepoznate idealne reaktivne komponente  $Z_1$  te pomoću faznog dijagrama objasniti o kojoj se komponenti radi. Omski otpor poznate zavojnice je  $6 \Omega$ .

$U_{UL}$	$f$	$I_{LZ1}$	$I_C$	$U_{Z1}$
3,53	500	20,79mA	8,06 mA	0,44 V
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (3,5)

**Prostor za račun i prostoručno crtanje:**Primjer: (koristeći samo struje  $I_L$  i  $I_C$ )Iz podatka o struji kroz poznati  $C$  izračunamo pad napona na njemu  $U_C$ .Za  $U_C$  trebamo prvo izračunati  $X_C$ :

Od prije znamo:

$$X_C = 46,27 \Omega \quad X_L = 4,075 \Omega$$

$$C = 6,89 \mu\text{F} \quad L = 1,29 \text{ mH}$$

$$U_C = X_C \cdot I_C = 46,27 \cdot 8,06 \cdot 10^{-3} = 0,3729 \approx 373 \text{ mV}$$
  
paralelna grana:  $U_C = U_{LZ_1} \Rightarrow U_{LZ_1} = 373 \text{ mV}$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

Iz trokuta napona u serijskom spoju  $R_L, X_L$  i  $Z_1$  slijedi:

$$U_{LZ_1} = \sqrt{U_{R_L}^2 + U_X^2} \Rightarrow U_X = \sqrt{U_{LZ_1}^2 - U_{R_L}^2}$$

$$U_{R_L} = R_L \cdot I_L = 6 \cdot 20,79 \cdot 10^{-3} = 0,12474 \approx 125 \text{ mV}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$U_{X_L} = X_L \cdot I_L = 4,075 \cdot 20,79 \cdot 10^{-3} = 0,0847 \approx 85 \text{ mV}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$U_X = \sqrt{U_{LZ_1}^2 - U_{R_L}^2} = \sqrt{0,373^2 - 0,125^2} \approx 351 \text{ mV}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (0.5)

$$U_{Z_1} = U_X \pm U_{X_L} \Rightarrow$$

$$U_{Z_1} = U_X - U_{X_L} = 0,351 - 0,085 = 0,266 \text{ V} \quad (0,5)$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (1)

$$U_{Z_1} = U_X + U_{X_L} = 0,351 + 0,085 = 0,436 \text{ V} \quad (0,5)$$

$$X_{C_{nep.}} = \frac{U_{C_{nep.}}}{I_{LZ_1}} = \frac{0,436}{20,79 \cdot 10^{-3}} \approx 20,97 \Omega \Rightarrow C_{nep.} = \frac{1}{2\pi f X_{C_{nep.}}} \approx 15,19 \mu\text{F}$$

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (1)

Objašnjenje:

Izmjereni  $U_{Z_1} \approx 0,44 \text{ V}$  što usporedbom s dva moguća rješenja određuje nepoznatu komponentu kao kondenzator od  $15 \mu\text{F}$ .

Broj bodova: \_\_\_\_\_ (1)

Broj bodova na stranici: \_\_\_\_\_ (5)

Ukupno \_\_\_\_\_ (30)