

**MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE UČENIKA IZ OSNOVA
ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U ELEKTROTEHNICI**

Zadaci za teoretski dio natjecanja

Ukupno mogući broj bodova:70

Naputak za natjecatelje:

- 1. Raspoloživo vrijeme za rad 180 minuta**
- 2. Rješenja napisati u za to predviđenu tablicu kemijskom olovkom, upisani rezultati moraju proizlaziti iz priloženog postupka izrade, u protivnom učenik za taj dio dobiva 0 bodova**
- 3. Dopuštena je uporaba kalkulatora**
- 4. Dopuštena je uporaba udžbenika odobrenih od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa**
- 5. Nije dopuštena uporaba zbirki zadataka**
- 6. Nije dopuštena uporaba mobitela**
- 7. Pažljivo čitajte zadatke**

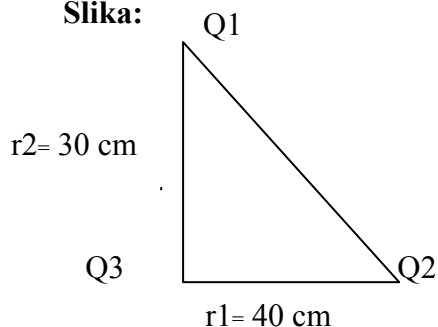
S R E T N O!

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

1. Tri naboja $Q_1 = 7\mu\text{C}$, $Q_2 = 8\mu\text{C}$ i $Q_3 = -6\mu\text{C}$ nalaze se u vrhovima pravokutnog trokuta kao na slici. Izračunaj silu kojom naboji Q_1 i Q_2 djeluju na naboj Q_3 . Odredi grafički smjer djelovanja sile (medij je zrak).

Slika:



Tablica za rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
Fuk	5N	2,4,6 bodova	
Graf sila		1 bod	
Ukupno bodova:		7	

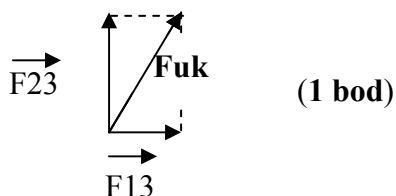
Rješenje:

$$F_{13} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_3}{r_1^2} = 4,2 \text{ N (2 boda)}$$

$$F_{23} = k \cdot \frac{Q_2 \cdot Q_3}{r_2^2} = 2,7 \text{ N (2 boda)}$$

$$F_{uk} = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2} = 4,9999 \text{ N} \approx 5 \text{ N (2 boda)}$$

Graf sila:



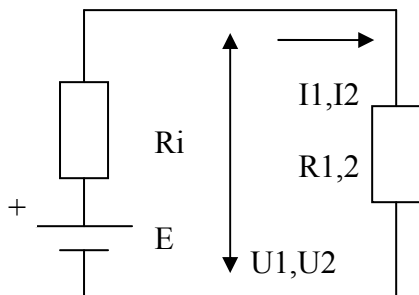
MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

2. Na izvor napona $E=21\text{ V}$ i $R_i=0,5\Omega$ priključeno je trošilo $R_1=10\Omega$. Koliko puta će se promijeniti napon na stezaljkama izvora ako umjesto otpora R_1 na izvor spojimo otpor $R_2=41,5\Omega$. Koliko će se puta pri tome u krugu promijeniti struja?

Rješenje:

Skica (nije potrebno crtati):



Tablica za rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
I_1, U_1	2A, 20V	2 boda	
I_2, U_2	0,5A, 20,75V	2 boda	
U_2/U_1	1,0375 napon se povećao	1 bod	
I_1/I_2	4 struja se smanjila	2 boda	
Ukupno bodova:		7	

a) uključen otpor R_1

$$I_1 = E / (R_i + R_1) = 21 / (0,5 + 10) = 2\text{ A} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_1 = E - I_1 \cdot R_i = 21 - 0,5 \cdot 2 = 20\text{ V} \quad (1 \text{ bod})$$

b) uključen otpor R_2

$$I_2 = E / (R_i + R_2) = 21 / (0,5 + 41,5) = 0,5\text{ A} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_2 = E - I_2 \cdot R_i = 21 - 0,5 \cdot 0,5 = 20,75\text{ V} \quad (1 \text{ bod})$$

Omjeri:

$$U_2/U_1 = 1,0375; \text{ napon se povećao } 1,0375 \text{ puta} \quad (1 \text{ bod})$$

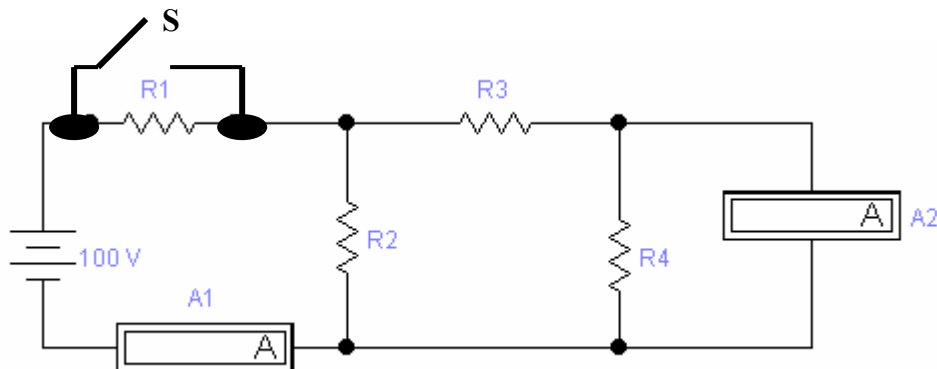
$$I_2/I_1 = 0,25 \text{ tj. } I_1/I_2 = 4 \text{ struja se smanjila } 4 \text{ puta} \quad (2 \text{ boda})$$

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

3. Ako su ampermetri A1 i A2 sa slike, zanemarivog otpora i mjere uz zatvorenu sklopku struje $I_{A1} = 5\text{ A}$ i $I_{A2} = 1\text{ A}$; izračunaj kolike će struje mjeriti ti ampermetri uz otvorenu sklopku S? Otpor R1 iznosi 30Ω . Skiciraj mreže za oba slučaja, kada je sklopka otvorena i zatvorena.

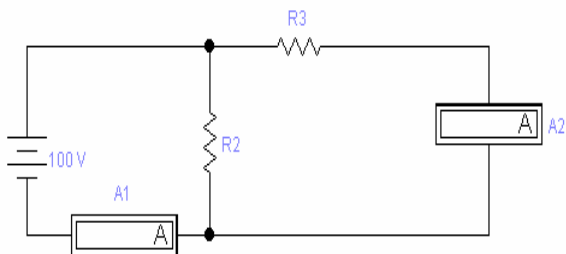
Zadana mreža:



Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
Skica S-zatvorena		1 bod	
Skica S-otvorena		1 bod	
R2,R3	$25\Omega, 100\Omega$	2 boda	
IA1,IA2	$2\text{ A}, 0,4\text{ A}$	3 boda	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

a) sklopka zatvorena



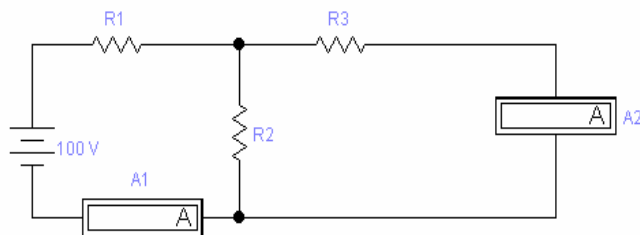
Skica (1 bod)

$$I_{A2} = E/R_3 \quad R_3 = E/I_{A2} = 100\Omega \quad (1 \text{ bod})$$

$$R_{uk} = (R_2 \cdot R_3) / (R_2 + R_3) = E / I_{A2} = 20\Omega$$

$$R_2 \text{ (iz gornje formule)} = 25\Omega \quad (1 \text{ bod})$$

b) sklopka otvorena



Skica (1 bod)

$$R_{uk} = (R_2 \parallel R_3) + R_1 = 50\Omega$$

$$I_{A1} = E/R_{uk} = 2\text{ A} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_{ab} = I_{A1} \cdot R_3 = 40\text{ V}$$

$$I_{A2} = U_{ab}/R_3 = 0,4\text{ A} \quad (2 \text{ boda})$$

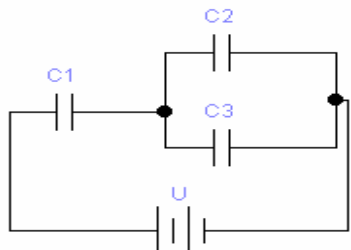
MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

4. Zadana su tri kondenzatora kapaciteta $C_1=9\text{pF}$, $C_2=2\text{pF}$, $C_3=4\text{pF}$ spojena prema slici. Najveći dopušteni napon svakog od ova tri kondenzatora iznosi $U_d=900\text{ V}$. Izračunaj maksimalni napon izvora koji možemo priključiti na ovu serijsko - paralelnu kombinaciju.

Slika:

Tablica rješenja:



Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
U_{23}	1350 V	1 bod	
U_{23}	900 V	2 boda	
U_1	600 V	2 boda	
U	1500V	2 boda	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

$$C_{23} = C_2 + C_3 = 2 + 4 = 6 \text{ pF}$$

$$Q_{23} = U_d \cdot C_{23} = 900 \cdot 6 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 5400 \text{ pC}$$

$$Q_1 = U_d \cdot C_1 = 900 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 8100 \text{ pC}$$

$Q_1 > Q_{23}$; $U_{23} = Q_1 / C_{23} = 8100 / 6 = 1350 \text{ V}$ nije dozvoljen napon na kondenzatoru, ne uzimamo ga za rješenje (1 bod)

$$U_{23} = Q_{23} / C_{23} = 5400 / 6 = 900 \text{ V}$$
 dozvoljen napon, uzimamo ga kao rješenje (2 boda)

$$U_1 = Q_1 / C_1 = 5400 / 9 = 600 \text{ V}$$
 (1 bod)

$$U = U_1 + U_2 = 900 + 600 = 1500 \text{ V}$$
 (2 boda)

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

5. U homogenom magnetskom polju indukcije $B=0,8$ T okreće se pravokutna zavojnica sa 40 zavoja, dimenzija 15 X 10 cm. Brzina vrtnje iznosi $n= 1200$ ok/min. Izračunaj maksimalnu, srednju i efektivnu vrijednost induciranog napona u zavojnici. Kolika je efektivna vrijednost struje pri spoju zavojnice preko ampermetra, tj. pri kratkom spoju ako je presjek žice zavojnice $S= 0,07\text{mm}^2$ ($\rho=0,0178 \cdot 10^{-6}\Omega\text{m}$).

Tablica rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
Um	60,29V	2 boda	
Uef	42,63V	1 bod	
Usr	38,38 V	1 bod	
Rzavojnice	5,0857	1 bod	
Izavojnice	8,38A	2 boda	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

$$U_m = B \cdot S \cdot N \cdot 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot (0,15 \cdot 0,1) \cdot 40 \cdot 0,8 = 60,29 \quad (2 \text{ boda})$$

$$U_{ef} = U_m / \sqrt{2} = 42,63 \text{ V} \quad (1 \text{ bod})$$

$$U_{sr} = (2 / \pi) \cdot U_m = 38,38 \text{ V} \quad (1 \text{ bod})$$

$$R = \rho \cdot l / S$$

$$l = 40 \cdot (0,15 + 0,10) \cdot 2 = 20 \text{ m}$$

$$R = (0,0178 \cdot 20) \cdot 10^{-6} / 0,07 \cdot 10^{-6} = 5,0857 \Omega \quad (1 \text{ bod})$$

$$I = U / R = 42,36 / 5,0857 = 8,38 \text{ A} \quad (2 \text{ boda})$$

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

6. Nepoznati otpor R_x izmjeren je za vrijeme jesenskog zahlađenja nepažnjom kod temperature okoline od $13,7^\circ\text{C}$.

Izračunaj sistematsku pogrešku ovog mjerenja (u %) ako je temperaturni koeficijent $\lambda = -0,00175 \text{ K}^{-1}$.

Tablica rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
R_v	izraz	1 bod	
p%	Izraz	4 boda	
p%	+1,1025	2 boda	
Ukupno bodova:		7	

Napomena: Ako učenik nije pojedinačno napisao izraze za R_v i p% a došao je do točnog rješenja priznati mu sve bodove.

Rješenje:

$$R_v = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (v - v_0)) \quad (1 \text{ bod za napisani izraz})$$

$$p\% = (R_v - R_0) / R_0 = (R_0 + R_0 \cdot \alpha \cdot (v - v_0) - R_0) / R_0 \cdot 100$$

$$p\% = \alpha \cdot (v - v_0) \cdot 100 \quad (4 \text{ boda na izvod, gdje se vidi da imamo sve potrebne zadane podatke})$$

$$p\% = -0,00175 \cdot (13,7 - 20) \cdot 100 = 1,1025\% \quad (2 \text{ boda})$$

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Tablica rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
t	0,574 ms	5 bodova	
ω	628 rad/s	1 bod	
T	10 ms	1 bod	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

$$i(t) = I_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$i(t) = I_{\text{ef}}/2$$

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

$$I_{\text{ef}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t) = I_{\text{ef}}/2$$

$$\sin(\omega \cdot t) = 1 / (2 \cdot \sqrt{2})$$

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

$$628 \cdot t = \text{inv sin}(0,353) \text{ u radijanima}$$

$$t = 0,574 \text{ ms (5 bodova)}$$

$$T = 1/f = 10 \text{ ms (1 bod)}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = 628 \text{ rad/s (1 bod)}$$

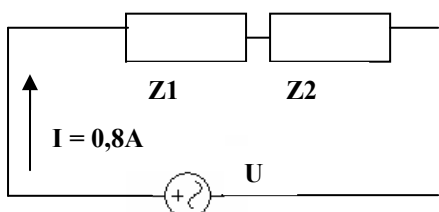
MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

8. Zadan je strujni krug sa vrijednostima prema slici. Izračunaj:

- X_L i R cijelog spoja
- Impedanciju Z spoja
- Ukupni napon spoja (U)
- Faktor snage spoja
- Skiciraj vektorski dijagram spoja

Strujni krug:



$$\cos \varphi_1 = 0,85; U_1 = 180 \text{ V}$$

$$\cos \varphi_2 = 0,73; U_2 = 400 \text{ V}$$

Tablica rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
R _{uk}	556,25Ω	1 bod	
X _{Luk}	460,256 Ω	1 bod	
Z	721,976 Ω	1 bod	
U	577,581V	1 bod	
cos φ	0,77	1 bod	
Vektorski dijagram		2 boda	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

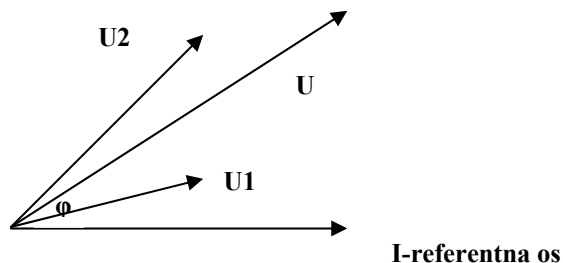
$$\begin{aligned} \text{a) } R_1 &= \cos \varphi_1 * Z_1 = 191,25 \Omega & X_{L1} &= Z_1 * \sin \varphi_1 = 118,53 \Omega \\ R_2 &= \cos \varphi_2 * Z_2 = 365 \Omega & X_{L2} &= Z_2 * \sin \varphi_2 = 341,73 \Omega \\ R_{uk} &= R_1 + R_2 = 556,25 \Omega \text{ (1 bod)} & X_{Luk} &= X_{L1} + X_{L2} = 460,256 \Omega \text{ (1 bod)} \end{aligned}$$

$$\text{b) } Z = \sqrt{R_{uk}^2 + X_{Luk}^2} = 721,976 \Omega \text{ (1 bod)}$$

$$\text{c) } U = I * Z_{uk} = 577,581 \text{ V (1 bod)}$$

$$\text{d) } \cos \varphi_{uk} = R_{uk}/Z = 0,77 \text{ (1 bod)}$$

e) vektorski dijagram (2 boda)- na dijagramu moraju biti svi naponi i kut φ



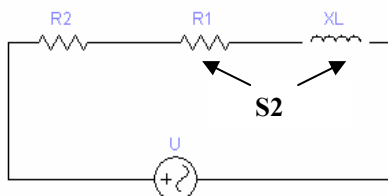
MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE I MJERENJA U
ELEKTROTEHNICI

ZAPORKA UČENIKA:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

9. Za strujni krug na slici zadano je: $P_1=750\text{W}$; $\cos \varphi_{uk}=0,96$; $S=1\text{kVA}$; $U=200\text{V}$.
Nacrtaj trokut snaga te izračunaj ukupnu radnu snagu P , prividnu snagu S_2 i elemente strujnog kruga R_1, R_2, X_L .

Strujni krug:



Tablica rješenja:

Rješenja:		Mogući bodovi	Učinak
Veličina	Rezultat		
P	960W	1 bod	
S2	350VA	1 bod	
R1	30 Ω	1 bod	
R2	25 Ω	1 bod	
XL	11,2Ω	1 bod	
Trokut snaga		2 boda	
Ukupno bodova:		7	

Rješenje:

$$\cos \varphi_{uk} = P/S \quad P = S \cdot \cos \varphi_{uk} = 960 \text{ W} \quad (1 \text{ bod})$$

$$P_2 = P - P_1 = 210 \text{ W}$$

$$Q = Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = 280 \text{ Var}$$

$$S_2 = \sqrt{Q_L^2 + P^2} = 350 \text{ VA} \quad (1 \text{ bod})$$

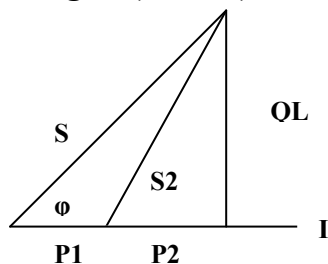
$$I = S/U = 5 \text{ A}$$

$$R_1 = P_1 / I^2 = 30 \text{ Ω} \quad (1 \text{ bod})$$

$$R_2 = P_2 / I^2 = 25 \text{ Ω} \quad (1 \text{ bod})$$

$$X_L = Q_L / I^2 = 11,2 \text{ Ω} \quad (1 \text{ bod})$$

Trokut snaga (2 boda)-moraju biti sve snage i kut φ



**MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE
IZ OSNOVA I MJERENJA
U ELEKTROTEHNICI**

ZADATAK IZ PRAKTIČNOG DIJELA NATJECANJA

- Pozvati člana komisije prije uključenja izvora napajanja .
- Svaki pogrešan spoj donosi dva negativna boda, a treća pogreška je isključenje iz praktičnog dijela natjecanja za što se dobiva 0 bodova.
- Sve izmjerene veličine moraju imati mjernu jedinicu.

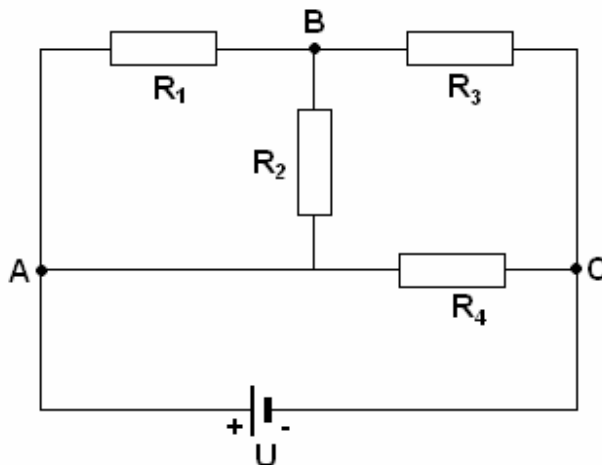
Nakon svakog spajanja mjernog instrumenta, a prije uključivanja izvora napajanja, natjecatelj je obavezan pozvati članove prosudbenog povjerenstva za provjeru ispravnosti spajanja mjernog instrumenta!

Oprema i mjerni pribor

- izvor istosmjernog napona od 9V
- otpornici: $R_1= 2,4$ [k Ω], $R_2=1,2$ [k Ω], $R_3=3,3$ [k Ω], $R_4=6,19$ [k Ω]
- univerzalni instrument (koristiti prema potrebi kao ampermetar ili voltmetar)

Zadatak

1. Spojiti strujni krug prema zadanoj shemi.



2. Izmjerite sve struje i napone u mreži: I_{R1} , I_{R2} , I_{R3} , I_{R4} , I_{uk} , U_{AC} , U_{AB} , U_{BC} .
3. Temeljem izmjerenih veličina izračunaj veličine: R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_{uk} , P_{R1} , P_{R2} , P_{R3} , P_{R4} , P_{Ruk} .
4. Sve mjerene i izračunate vrijednosti upišite u tablicu.

NAPOMENA:

Izmjereni rezultati mogu odstupati od 10% do 20%, što zavisi od tolerancije otpornika i klase otpornika i klase korištenog mjernog instrumenta pa se preporuča prosudbenom povjerenstvu da uvaži navedeni podatak prilikom ocjenjivanja!

IZMJERENO		IZRAČUNATO		MOGUĆI BODOVI		OSTVARENI BODOVI	
VELIČINA	REZULTAT	VELIČINA	REZULTAT	izmje.	izrač.	izmje.	izrač.
I_{R1} [mA]	0,74	R_1 [K Ω]	2,4	1,5	1		
I_{R2} [mA]	1,48	R_2 [K Ω]	1,2	1,5	1		
I_{R3} [mA]	2,19	R_3 [K Ω]	3,2	1,5	1		
I_{R4} [mA]	1,45	R_3 [K Ω]	6,19	1,5	1		
I_{uk} [mA]	3,64	R_{uk} [K Ω]	2,47	1,5	1		
U_{AB} [V]	1,77	P_{R1} [mW]	1,31	1,5	1		
U_{BC} [V]	7,23	P_{R2} [mW]	2,62	1,5	1		
U_{AC} [V]	9	P_{R3} [mW]	15,83	1,5	1		
		P_{R4} [mW]	13,05		1		
		P_{Ruk} [mW]	32,81		1		
UKUPNO				12	10		

5. Na osnovi izmjerenih vrijednosti dokaži I. Kirchhoffov zakon za čvor A i čvor C.

Čvor A:

$$I_{uk} = I_{R1} + I_{R2} + I_{R4}$$

$$3,64 = 0,74 + 1,48 + 1,45$$

$$3,64 \text{ mA} = 3,67 \text{ mA} - \text{malo odstupanje}$$

Čvor C:

$$I_{uk} = I_{R3} + I_{R4}$$

$$3,64 = 2,19 + 1,45$$

$$3,64 \text{ mA} = 3,64 \text{ mA}$$

Moguće	Ostvareno
3 boda	

6. Na osnovi izmjerenih vrijednosti dokaži II. Kirchhoffov zakon.

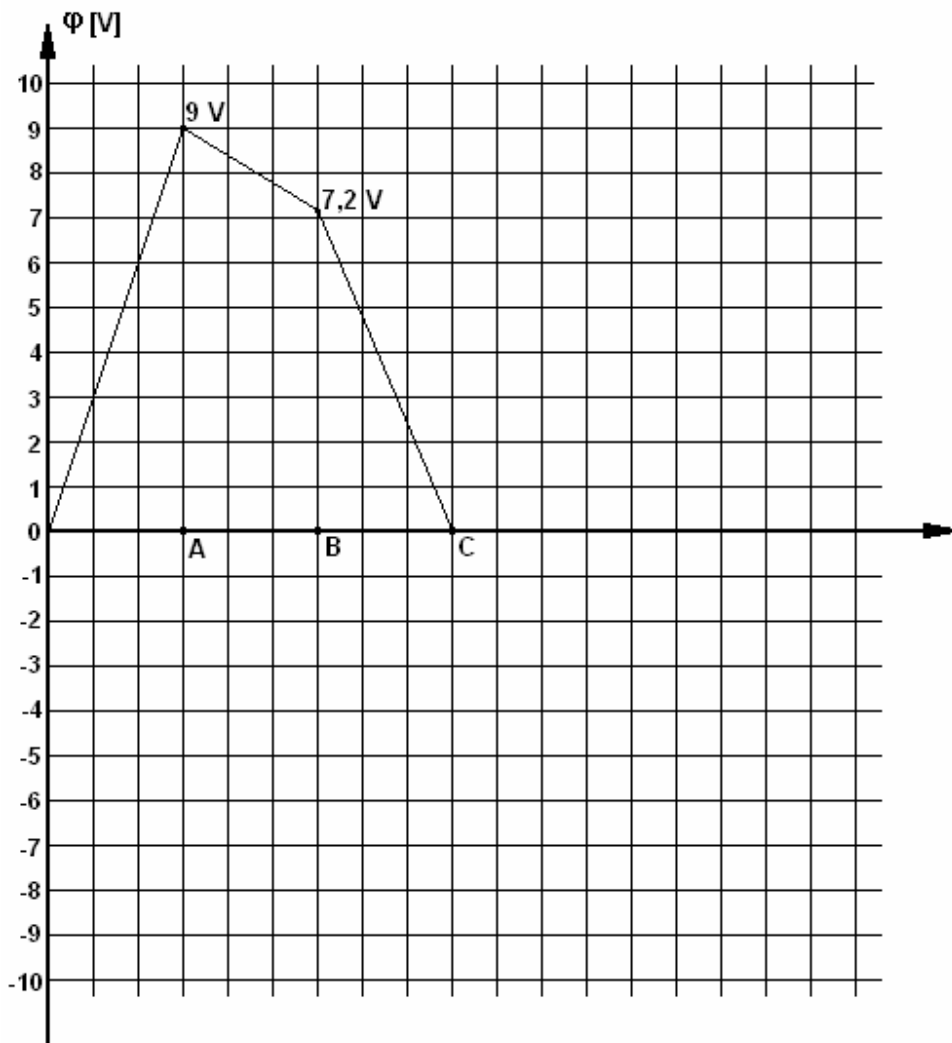
$$U = U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$

$$9 = 1,77 + 7,23$$

$$9 \text{ V} = 9 \text{ V}$$

Moguće	Ostvareno
2 boda	

7. Nacrtajte potencijalni dijagram.



Moguće	Ostvareno
3 boda	

1. zadatak		2. zadatak		3. zadatak		4. zadatak	
Moguće	Ostvareno	Moguće	Ostvareno	Moguće	Ostvareno	Moguće	Ostvareno
22		3		2		3	
UKUPNO BODOVA ZA PRAKTIČNI ZADATAK						30	

Potpis članova prosudbenog povjerenstva: 1. _____ 2. _____ 3. _____