

Univerzitet u Sarajevu  
Elektrotehnički fakultet

Električni krugovi 1

Prezime i ime: *Ajla Alić*

Nastavna grupa: *P1*

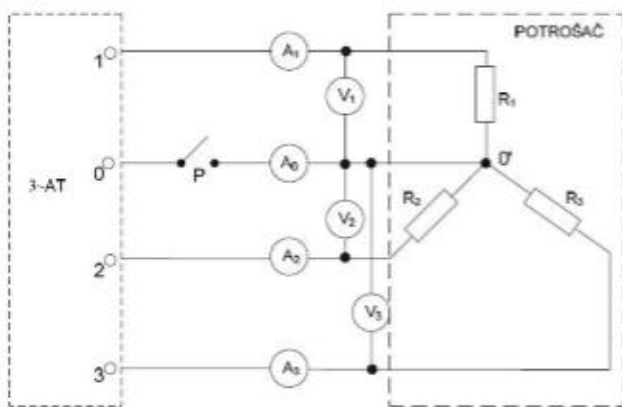
Broj indeksa: *16407*

LABORATORIJSKA VJEŽBA BR: 3

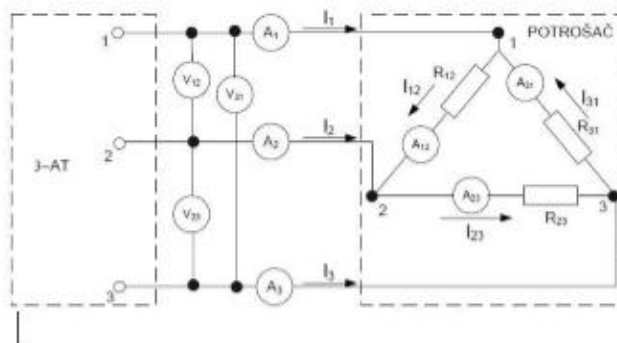
IZVJEŠTAJ

Naziv vježbe: *Trofazni potrošač spojen u trokut i zvijezdu*

Šema spoja:



*Trofazni potrošač spojen u zvijezdu sa nul vodom*



*Trofazni potrošač spojen u trokut*

Popis korištene opreme:

- ✓ *3 ~ AT – trofazni regulacioni autotransformator podešen na 40 (V), kod spoja potrošača u zvijezdu, a 30 (V) kod spoja u trokut .*
- ✓ *Analogni univerzalni instrumenti upotrebljeni kao ampermetri za mjerenje linijskih struja (područje 300 mA).*
- ✓ *Digitalni univerzalni instrumenti upotrebljeni za mjerenje faznih struja (područje 400 mA).*
- ✓ *Digitalni univerzalni instrumenti korišteni za mjerenje napona.*
- ✓ *Otpornici sa klizačem podešeni na 300 ( $\Omega$ ) kod spoja u zvijezdu.*
- ✓ *Otpornici sa klizačem podešeni na 200 ( $\Omega$ ) kod spoja u trokut.*
- ✓ *Spojni kablovi*

Kratak opis vježbe:

- ✓ *Cilj vježbe je bio da posmatramo trofazne potrošače spojene u zvijezdu i trokut, te da potvrdimo da vrijede relacije date za ova dva spoja potrošača*
- ✓ *Na već spojenoj šemi trofaznog potrošača spojenog u zvijezdu smo očitali vrijednosti svih faznih napona u kolu:  $U_1$ ,  $U_2$  i  $U_3$ , te faznih struja  $I_1$ ,  $I_2$  i  $I_3$*
- ✓ *Zatim smo isključili sklopku koja spaja nul tačku izvora i potrošača i očitali vrijednost struje  $I_0$ .*
- ✓ *Na već spojenoj šemi trofaznog potrošača spojenog u trougao smo očitali vrijednosti svih faznih i linijskih struja, kao i linijskih napona, zatim smo posmatrali krug kada je došlo do prekida u grani gdje je trošilo  $R_{31}$ .*
- ✓ *Pristupili smo obradi rezultata mjerenja, kao i pisanju zaključka, odnosno crtanju fazorskih dijagrama*

Priprma za vježbu – proračun:

1. Zvijezda:

$$R_1 = R_2 = R_3 = 300 \Omega;$$

$$\underline{U}_1 = 40 \cdot e^{j0^\circ}$$

$$\frac{\underline{U}_{10}}{\underline{U}_{10}} = 40 \cdot e^{j0^\circ} (V) = \underline{U}_{10};$$

$$\underline{U}_{10} = 40 (V);$$

$$\frac{\underline{U}_{20}}{\underline{U}_{20}} = 40 \cdot e^{-j120^\circ} (V) = \underline{U}_{20};$$

$$\underline{U}_{20} = -20 - j34,64 (V);$$

$$\frac{\underline{U}_{30}}{\underline{U}_{30}} = 40 \cdot e^{j120^\circ} (V) = \underline{U}_{30};$$

$$\underline{U}_{30} = -20 + j34,64 (V);$$

$$\underline{I}_1 = \underline{U}_{10} / R_1 = 40/300 \Rightarrow$$

$$\underline{I}_1 = 133,33 = 133,33 \cdot e^{j0^\circ} (mA)$$

$$\underline{I}_2 = \underline{U}_{20} / R_2 = (-20 - j34,64)/300 \Rightarrow \underline{I}_2 = -66,67 - j115,47 = 133,33 \cdot e^{-j120^\circ} (mA)$$

$$\underline{I}_3 = \underline{U}_{30} / R_3 = (-20 + j34,64)/300 \Rightarrow \underline{I}_3 = -66,67 + j115,47 = 133,33 \cdot e^{j120^\circ} (mA)$$

$$\underline{U}_{12} = \sqrt{3} \underline{U}_{10} \cdot e^{j30^\circ} = 69,28 \cdot e^{j30^\circ} (V); \quad \underline{U}_{23} = \sqrt{3} \underline{U}_{20} \cdot e^{j30^\circ} = 69,28 \cdot e^{-j90^\circ} (V); \quad \underline{U}_{31} = \sqrt{3} \underline{U}_{30} \cdot e^{j30^\circ} = 69,28 \cdot e^{j150^\circ} (V);$$

$$P_Z = 3 \cdot U_{10} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi \Rightarrow P_Z = 16 (W) \quad \underline{I}_0 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 0$$

$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_3(mA)$	$U_{12}(V)$	$U_{23}(V)$	$U_{31}(V)$	$P_Z(kW)$
133,33	133,33	133,33	69,28	69,28	69,28	0,016

1. Trokut:

$$R_{12} = R_{23} = R_{31} = 200 \Omega;$$

$$\underline{U}_{12} = 30 \cdot e^{j0^\circ}$$

$$\underline{U}_{12} = 30 \cdot e^{j0^\circ} (V);$$

$$\underline{U}_{12} = 30 (V) = \underline{U}_{12};$$

$$\underline{U}_{23} = 30 \cdot e^{-j120^\circ} (V);$$

$$\underline{U}_{23} = -15 - j26 (V) = \underline{U}_{23};$$

$$\underline{U}_{31} = 30 \cdot e^{j120^\circ} (V);$$

$$\underline{U}_{31} = -15 + j26 (V) = \underline{U}_{31};$$

$$\underline{I}_{12} = (\underline{U}_{12}) / R_{12} = 30/200 \Rightarrow \underline{I}_{12} = 150 = 150 \cdot e^{j0^\circ} (mA)$$

$$\underline{I}_{23} = (\underline{U}_{23}) / R_{23} = (-15 - j26)/200 \Rightarrow \underline{I}_{23} = -75 - j130 = 150 \cdot e^{-j120^\circ} (mA)$$

$$\underline{I}_{31} = (\underline{U}_{31}) / R_{31} = (-15 + j26)/200 \Rightarrow \underline{I}_{31} = -75 + j130 = 150 \cdot e^{j120^\circ} (mA)$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{12} - \underline{I}_{31} = 225 - j130 (mA); \quad \underline{I}_2 = \underline{I}_{23} - \underline{I}_{12} = -225 - j130 (mA); \quad \underline{I}_3 = \underline{I}_{31} - \underline{I}_{23} = j260 (A)$$

$$\underline{I}_1 = 259,86 \cdot e^{-j30,01^\circ} (mA);$$

$$\underline{I}_2 = 259,86 \cdot e^{j30,01^\circ} (mA);$$

$$\underline{I}_3 = 259,86 \cdot e^{j90^\circ} (mA);$$

$$P_T = 3 \cdot U_{12} \cdot I_{12} \cdot \cos \varphi \Rightarrow$$

$$P_T = 13,5 (W)$$

$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_3(mA)$	$I_{12}(mA)$	$I_{23}(mA)$	$I_{31}(mA)$	$U_{12}(V)$	$U_{23}(V)$	$U_{31}(V)$
259,86	259,86	260	150	150	150	30	30	30

Rezultati mjerenja i obrada rezultata mjerenja:

1. Zvijezda

1.1. Sklopka – ON

$I_1(\text{mA})$	$I_2(\text{mA})$	$I_3(\text{mA})$	$U_1(\text{V})$	$U_2(\text{V})$	$U_3(\text{V})$	$I_0(\text{mA})$
130	135	130	39,9	40,8	40,02	1,6

1.2. Sklopka – OFF

$I_1(\text{mA})$	$I_2(\text{mA})$	$I_3(\text{mA})$	$U_1(\text{V})$	$U_2(\text{V})$	$U_3(\text{V})$	$I_0(\text{mA})$
130	135	130	39,9	40,8	40,02	0

Napon  $U_{00}$  raste u slučaju prekida nul voda, i struja  $I_0 = 0$ . Ostali parametri ostaju isti.

**\*Apsolutne greške\***

$\Delta X = \text{izmjerena vrijednost} - \text{tačna vrijednost}$

Naponi:

$$\Delta U_1 = 39,9 - 40 = -0,1(\text{V})$$

$$\Delta U_2 = 40,8 - 40 = 0,8(\text{V})$$

$$\Delta U_3 = 40,02 - 40 = 0,02(\text{V})$$

Struje:

$$\Delta I_1 = 130 - 133,33 = -3,33(\text{mA})$$

$$\Delta I_2 = 135 - 133,33 = 1,67(\text{mA})$$

$$\Delta I_3 = 130 - 133,33 = -3,33(\text{mA})$$

*\*Relativne greške\**

$$\Delta X(\%) = [(izmjerena\ vrijednost - tačna\ vrijednost) / tačna\ vrijednost] \cdot 100$$

*Naponi:*

$$\Delta U_1(\%) = (-0,1/40) \cdot 100 = -0,25\%$$

$$\Delta U_2(\%) = (0,8/40) \cdot 100 = 2\%$$

$$\Delta U_3(\%) = (0,02/40) \cdot 100 = 0,05\%$$

*Struje:*

$$\Delta I_1(\%) = (-3,33/133,33) \cdot 100 = -2,49\%$$

$$\Delta I_2(\%) = (1,67/133,33) \cdot 100 = 1,25\%$$

$$\Delta I_3(\%) = (-3,33/133,33) \cdot 100 = -2,49\%$$

2. Trokut

2.1. Sa priključenim potrošačem  $R_{31}$

$I_1(\text{mA})$	$I_2(\text{mA})$	$I_3(\text{mA})$	$I_{12}(\text{mA})$	$I_{23}(\text{mA})$	$I_{31}(\text{mA})$	$U_{12}(\text{V})$	$U_{23}(\text{V})$	$U_{31}(\text{V})$	$U_{30}(\text{V})$
230	240,7	230	134	125	134,3	29	29	29	16,67

*\*Apsolutne greške\**

$$\Delta X = \text{izmjerena vrijednost} - \text{tačna vrijednost}$$

*Naponi:*

$$\Delta U_{12} = 29 - 30 = -1(\text{V})$$

$$\Delta U_{23} = 29 - 30 = -1(\text{V})$$

$$\Delta U_{31} = 29 - 30 = -1(\text{V})$$

*Struje:*

$$\Delta I_1 = 230 - 259,86 = -29,86(\text{mA})$$

$$\Delta I_2 = 240,7 - 259,86 = -19,86(\text{mA})$$

$$\Delta I_3 = 230 - 260 = -29,86(\text{mA})$$

$$\Delta I_{12} = 134 - 150 = -16(\text{mA})$$

$$\Delta I_{23} = 125 - 150 = -25(\text{mA})$$

$$\Delta I_{31} = 134,3 - 150 = -15,7(\text{mA})$$



**\*Relativne greške\***

$$\Delta X(\%) = [(izmjerena\ vrijednost - tačna\ vrijednost) / tačna\ vrijednost] \cdot 100$$

Naponi:

$$\Delta U_1(\%) = (-1/30) \cdot 100 = -3,33\%$$

$$\Delta U_2(\%) = (-1/40) \cdot 100 = -3,33\%$$

$$\Delta U_3(\%) = (-1/40) \cdot 100 = -3,33\%$$

Struje:

$$\Delta I_1(\%) = (-29,86/259,86) \cdot 100 = -11,49\%$$

$$\Delta I_2(\%) = (-19,86/259,86) \cdot 100 = -7,64\%$$

$$\Delta I_3(\%) = (-29,86/260) \cdot 100 = -11,48\%$$

$$\Delta I_{12}(\%) = (-16/150) \cdot 100 = -10,67\%$$

$$\Delta I_{23}(\%) = (-25/150) \cdot 100 = -16,67\%$$

$$\Delta I_{31}(\%) = (-15,7/150) \cdot 100 = -10,47\%$$

2.2. Sa prekidom u grani gdje je potrošač  $R_{31}$

$I_1(\text{mA})$	$I_2(\text{mA})$	$I_3(\text{mA})$	$I_{12}(\text{mA})$	$I_{23}(\text{mA})$	$I_{31}(\text{mA})$	$U_{12}(\text{V})$	$U_{23}(\text{V})$	$U_{31}(\text{V})$	$U_{30}(\text{V})$
134	125	230	134	125	0	29	29	29	16,67

Struja  $I_1 = I_{12} = 134(\text{mA})$ ;  $I_2 = I_{23} = 125(\text{mA})$ ;  $I_3 = 230(\text{mA})$ ;  $I_{31} = 0(\text{A})$ .

Struja  $I_1$  opada; struja  $I_2$  opada; struja  $I_3$  ostaje ista;  $I_{31} = 0(\text{A})$ .

*\*Apsolutne greške\**

$\Delta X = \text{izmjerena vrijednost} - \text{tačna vrijednost}$

Naponi:

$$\Delta U_{12} = 29 - 30 = -1(V)$$

$$\Delta U_{23} = 29 - 30 = -1(V)$$

$$\Delta U_{31} = 29 - 30 = -1(V)$$

*\*Relativne greške\**

$\Delta X(\%) = [(\text{izmjerena vrijednost} - \text{tačna vrijednost}) / \text{tačna vrijednost}] \cdot 100$

Naponi:

$$\Delta U_1(\%) = (-1/30) \cdot 100 = -3,33\%$$

$$\Delta U_2(\%) = (-1/40) \cdot 100 = -3,33\%$$

$$\Delta U_3(\%) = (-1/40) \cdot 100 = -3,33\%$$

#### Zaključak:

- ✓ Mjerenjima i pretvaranjem rezultata iz proračuna u kompleksni oblik potvrdili smo da vrijede relacije:
  - Za zvijezdu:  $I_L = I_F$ ;  $U_L = \sqrt{3}U_F$
  - Za trokut:  $U_L = U_F$ ;  $I_L = \sqrt{3}I_F$
- ✓ Zvijezda: Ukoliko dođe do prekida nul voda, struja kroz nul vod  $I_0 = 0$  (A), a napon  $U_{00}$  raste, dok ostali parametri ostaju nepromijenjeni.
- ✓ Trokut: Ukoliko dođe do prekida u grani u kojoj je trošilo  $R_{31}$  struja  $I_1$  opada, struja  $I_2$  opada, struja  $I_3$  ostaje ista, dok je struja  $I_{31} = 0$  (A).
- ✓ Kao što možemo vidjeti došlo je do razlike u rezultatima u proračunu i u mjerenjima. Do tih odstupanja dolazi uslijed grešaka u očitavanju sa instrumenata, zbog nesavršenosti instrumenata i mjerne opreme, gubitaka u provodnicima i sl. Instrumenti koji su korišteni imaju toleranciju do  $\pm 2,5\%$  te zaključujemo da su dobiveni rezultati u skladu sa očekivanim.