

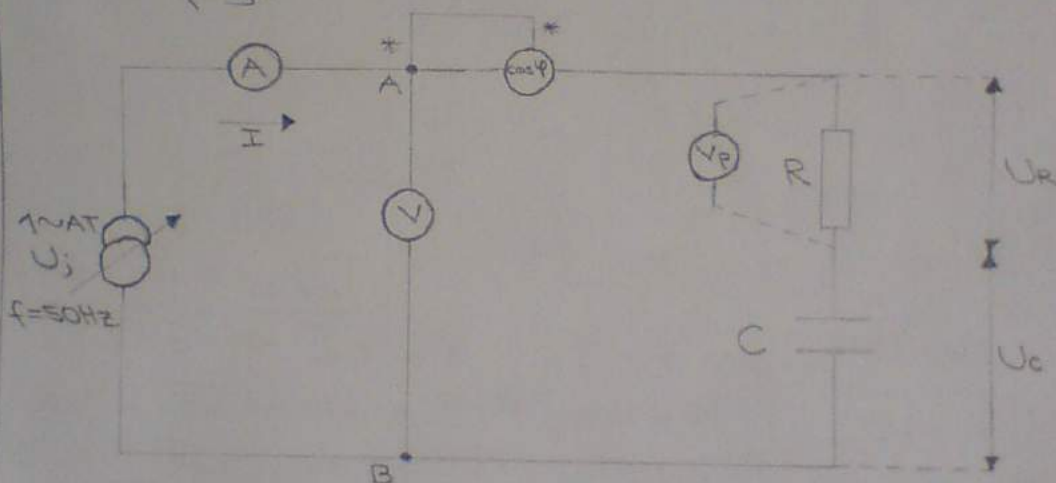
Univerzitet u Sarajevu  
Elektrotehnički fakultet  
Električni krugovi 1

Prezime i ime: Samun Kenan  
Nastavna grupa: 11 (jedanaest)  
Broj indeksa: 16736

LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ: 2

Naziv vježbe: Serijski spoj parametara RC u kolu izmjenične struje

Šema spoja:



Popis opreme:

- AT - monofazni regulacioni autotransformator kao izvor izmjeničnog napona 0-270 (V) podešen na 30 (V);
  - R - otporna dekada, Metrel PRN 330.Ω max 1.4A, podešena na 200 (Ω);
  - C - kondenzator kapaciteta 16 μF;
  - V, Vp - dva digitalna multimetra PeakTech 451RS, korišteni kao voltmetri za mjerenje ulaznog napona i mjerenje napona na potrošačima (Ur, Uc), mjernog opsega 30 (V);
  - cos φ metar - instrument za mjerenje faktora snage, HF0a-b, 1-5 (A), 750-500 (V), spojen monofazno i podešen za očitivanu struju i napon u električnom krugu;
- spojni kablovi.

Kratak opis vježbe: S obzirom da smo proračun (računski dio vježbe) uradili samostalno prije same vježbe, odmah smo pristupili spajanju električnog kruga prema datoj shemi. Asistent je pregledao el. krug, te isti stavio pod napon. Prije nego smo priključili potrošače, podesili smo ulazni napon na 30V - koristeći  $\odot$ , odmah potom smo priključili potrošače te izmjerili (očitali) struju u krugu ( $I$ ), napon na izvoru ( $U$ ), te padove napona na potrošačima ( $U_R, U_C$ ), kao i faktor snage ( $\cos\varphi$ ). Zatim smo pristupili obradi rezultata mjerenja, kao i pisanju zaključka, odnosno crtanju fazorskih dijagrama.

Priprema za vježbu - računski dio (proračun):

$$\bar{U} = 30 \cdot e^{j0^\circ} \text{ (V)}, f = 50 \text{ Hz}, C_p = 16 \mu\text{F}, R = 200 \Omega$$

$$\omega = 2\pi f \quad \omega = 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad X_C = \omega C = 314 \cdot 16 \mu\text{F} \quad X_C = 5 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$\bar{Z}_C + \bar{Z}_R = \bar{Z}, \quad \bar{Z} = 200 - j199,04 \Omega$$

$$\bar{Z}_C = \frac{1}{jX_C} = -j199,04 \Omega \quad \bar{Z}_R = R = 200 \Omega$$

$$\bar{Z} = |\bar{Z}| \cdot e^{j\varphi}, \quad \varphi = \arctg\left(\frac{-199,04}{200}\right) = \arctg(-0,995)$$

$$|\bar{Z}| = \sqrt{200^2 + (-199,04)^2} \quad |\varphi| = -44,86^\circ$$

$$|\bar{Z}| = \sqrt{79616,9}$$

$$\bar{Z} = 282,16 \cdot e^{-j44,86^\circ}$$

$$|\bar{Z}| = 282,16$$

$$\bar{U} = \bar{I} \bar{Z} \Rightarrow \bar{I} = \bar{U} / \bar{Z} \quad \bar{I} = 0,106 \cdot e^{j44,86^\circ}$$

$$\bar{U}_R = \bar{I} \bar{Z}_R = 0,106 \cdot e^{j44,86^\circ} \cdot 200 \cdot e^{j0^\circ} \quad \bar{U}_R = 21,26 \cdot e^{j44,86^\circ}$$

$$\bar{U}_C = \bar{I} \bar{Z}_C = 0,106 \cdot e^{j44,86^\circ} \cdot 199,04 \cdot e^{j90^\circ} \quad \bar{U}_C = 21,09 \cdot e^{j134,86^\circ}$$

$$\bar{U}_{RC} = \bar{U}_R + \bar{U}_C = (15,06 + j14,99) + (14,87 - j14,94)$$

$$\bar{U}_{RC} = 29,93 + j0,05 \text{ (V)}$$

$$|\bar{U}_{RC}| = \sqrt{895,8} = 29,92 \quad \vartheta = \arctg(0,00167)$$

$$\bar{U}_{RC} = 29,92 \cdot e^{j0,0957^\circ}$$

$$|\cos\varphi| = 0,7088$$

$$\bar{U}_R = |\bar{U}_R| \cdot e^{j\varphi_1} = |\bar{U}_R| (\cos\varphi_1 + j\sin\varphi_1)$$

$$\bar{U}_C = |\bar{U}_C| \cdot e^{j\varphi_2} = |\bar{U}_C| (\cos\varphi_2 + j\sin\varphi_2)$$



$$\bar{U}_R = 15,06 + j14,99$$

$$\bar{U}_C = 14,87 - j14,94$$

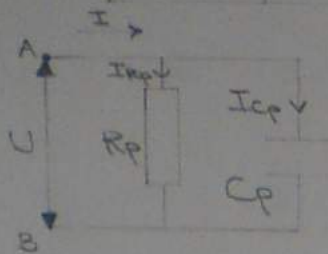


Fa

Wyniki pomiaru i struje prema porównaniu.

Rezultate računa prikazati tabelom:

U(V)	Z(Ω)	I(mA)	U <sub>R</sub> (V)	U <sub>C</sub> (V)	cosφ
30	282,16	106,32	21,26	21,09	0,7088



$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{\frac{1}{j\omega C_p}} = \frac{1}{R_p} - \frac{j\omega C_p}{j(-j)}$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R_p} + j\omega C_p = \frac{1 + j\omega R_p C_p}{R_p}$$

$$\bar{Z} = \frac{R_p}{1 + j\omega R_p C_p} \cdot \frac{(1 - j\omega R_p C_p)}{(1 - j\omega R_p C_p)} = \frac{R_p - j\omega C_p R_p^2}{1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2}$$

$$\begin{matrix} 200 & - & j199,04 \\ \text{(Re)} & & \text{(Im)} \end{matrix} = \begin{matrix} R_p \\ 1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2 \end{matrix} - j \begin{matrix} \omega C_p R_p^2 \\ 1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2 \end{matrix}$$

$$200 = \frac{R_p}{1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2} \quad \wedge \quad 199,04 = \frac{\omega C_p R_p^2}{1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2}$$

$$R_p = \omega C_p R_p^2 \quad \text{(Ref } Z_R \approx \text{Im } Z_Z) \quad \Rightarrow \quad 1 = \omega C_p R_p \Rightarrow R_p = \frac{1}{\omega C_p}$$

$$\frac{R_p}{1 + \omega^2 R_p^2 C_p^2} \cdot \frac{1}{\omega^2 C_p^2} = 200 \Rightarrow \boxed{R_p = 400 (\Omega)}$$

$$C_p = \frac{1}{\omega R_p} = \frac{1}{314 \cdot 400} \quad \boxed{C_p = 7,96 (\mu F)}$$

Rezultati mjerenja i obrada rezultata mjerenja:

U(V)	I(mA)	U <sub>R</sub> (V)	U <sub>C</sub> (V)	cosφ <sub>ms</sub>	R = 200(Ω)	C = 16 μF
30,01	108	20,81	20,87	0,7125		

$$\bar{U} = 30,01 \cdot e^{j0^\circ}, \quad \bar{I} = 108 \cdot e^{j44,56^\circ}$$

$$\bar{Z} = |\bar{Z}| \cdot e^{j\varphi} \quad \boxed{\bar{Z} = 277,87 \cdot e^{-j44,56^\circ}}$$

$$\varphi = \arccos(0,7125) \quad \boxed{\varphi = 44,56^\circ}$$

$$|\bar{Z}| = \frac{U}{I} = \frac{30,01}{108} = 277,87 (\Omega)$$

$$\bar{Z} = |\bar{Z}| (\cos\varphi + j\sin\varphi)$$

$$\bar{Z} = 277,87 (\cos(44,56^\circ) + j\sin(-44,56^\circ))$$

$$\boxed{\bar{Z} = 197,98 - j194,97 (\Omega)}$$

## Fazorski diagram

$$\underline{U} = U \cdot e^{j0^\circ} \quad \underline{U} = 30,07 \text{ (V)}$$

$$\underline{I} = I \cdot e^{j44,56^\circ} = I \cdot (\cos 44,56^\circ + j \sin 44,56^\circ), \quad I = 108 \text{ mA}$$

$$\underline{I} = 76,95 + j75,78 \text{ (mA)}$$

$$\underline{U}_R = \underline{I} \cdot R = (76,95 + j75,78) \cdot 200 \cdot 10^{-3}$$

$$\underline{U}_R = 15,39 + j15,15 \text{ (V)}$$

$$\underline{U}_C = \underline{I} \cdot (-jX_C) = (76,95 + j75,78) \cdot (-j9,2)$$

$$\underline{U}_C = 15,15 - j15,39 \text{ (V)}$$

$$|\Delta Z| = |Z_{mj}| - |Z| = 277,87 - 282,16 = -4,29 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\Delta \arg(Z) = 44,56^\circ - 44,86^\circ = -0,3^\circ$$

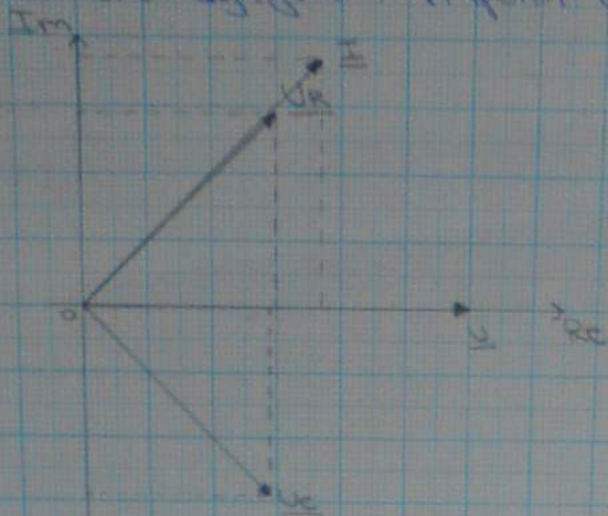
Zaključak:

- Mjerali smo struju u krugu ( $I$ ), napon na izvoru ( $U$ ), padove napona na potrošačima ( $U_R, U_C$ ) i faktor snage ( $\cos \varphi$ ). Kolo je pretežno kapacitivnog karaktera, odnosno struja prednjači, u odnosu na napon, za ugao  $\varphi = 44,56^\circ$ . Odstupanja između proračunatih i mjerenih veličina su prisutna zbog nesavršenosti (tolerancije) korištenih komponenti i mjernih uređaja.

Impedansu  $Z$  ne možemo izmjeriti direktnim mjerenjem ommetrom između tačaka A i B

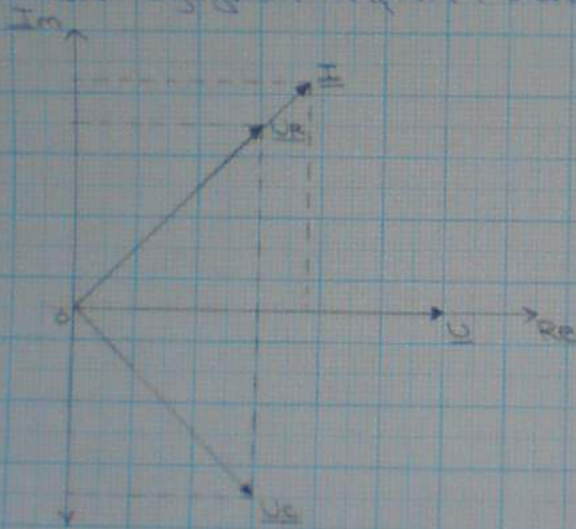


Fazorski dijagram napona i struje prema proračunu:



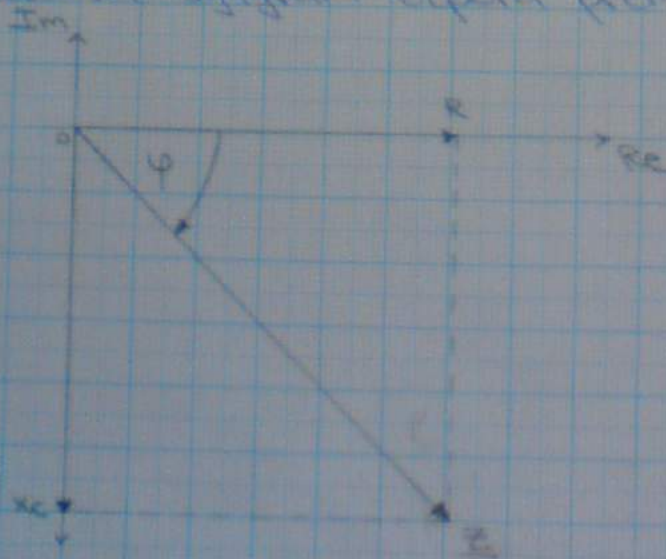
LEGENDA  
(MJERILO)  
1mm = 0,5V  
1mm = 2mA

Fazorski dijagram napona i struje prema mjerenju:



MJERILO  
1mm = 0,5V  
1mm = 2mA

Fazorski dijagram otpora prema mjerenju i proračunu



MJERILO  
1mm = 3,3Ω