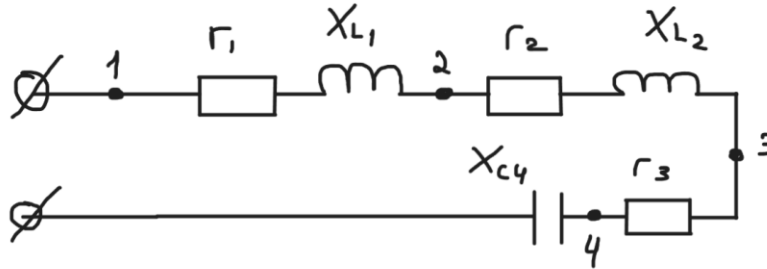


### ნიმუში 1.

ელექტრულ წრედზე, რომელშიც მიმდევრობით ჩართულია ორი კოჭა, რეოსტატი და კონდენსატორი, მოდებულია 66 ვ ძაბვა. წინააღობები შემდეგია:  $r_1 = 1.5 \Omega$ ,  $X_{L1} = 1.5 \Omega$ ,  $r_2 = 3 \Omega$ ,  $X_{L2} = 1 \Omega$ ,  $r_3 = 2 \Omega$ ,  $X_{C4} = 2 \Omega$ . იპოვეთ დენი წრედში, ძაბვები წინააღობებზე, ძაბვები ცალკეულ უბნებზე, მთელი წრედისა და მისი ცალკეული უბნების მიერ მოხმარებული სიმძლავრეები, სიმძლავრის კოეფიციენტი ( $\cos \varphi$ ).



### ამოხსნა:

მოც:  $r_1 = 1.5 \Omega$

$$r_2 = 3 \Omega$$

$$r_3 = 2 \Omega$$

$$X_{L1} = 1.5 \Omega$$

$$X_{L2} = 1 \Omega$$

$$X_{C4} = 2 \Omega$$

$$U = 66 \text{ ვ}$$

-----  
 $I, U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{X_{L1}}, U_{X_{L2}}, U_{X_{C4}}, U_1, U_2, U_3, P, Q, S, \cos \varphi = ?$

### ვიპოვოთ დენი:

$$I = \frac{U}{Z}$$

### ვეძებთ სრულ წინააღობას Z:

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$$

*r არის ყველა აქტიური წინააღობის ჯამი,  $X_L$  და  $X_C$  კი შესაბამისი რეაქტიული წინააღობის ჯამი:*

$$r = r_1 + r_2 + r_3$$

$$X_L = X_{L1} + X_{L2}$$

$$X_C = X_{C4}$$

### ჩავსვათ მნიშვნელობები და ამოვსხნათ:

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{(r_1 + r_2 + r_3)^2 + (X_{L1} + X_{L2} - X_{C4})^2} = \sqrt{(1.5 + 3 + 2)^2 + (1.5 + 1 - 2)^2} \\ &= \sqrt{6.5^2 + 0.5^2} \approx 6.6 \Omega \end{aligned}$$

### უკვე შეგვიძლია, ვიპოვოთ დენი:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{66}{6.6} = 10 \text{ ა}$$

*ვიპოვოთ ძაბვები თითოეულ ელემენტზე.*

$$\begin{aligned}
 U &= Ir = IX_L = IX_C \\
 U_{r1} &= Ir_1 = 10 \cdot 1.5 = 15 \text{ ვ} \\
 U_{r2} &= Ir_2 = 10 \cdot 3 = 30 \text{ ვ} \\
 U_{r3} &= Ir_3 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ ვ} \\
 U_{X_{L1}} &= IX_{L1} = 10 \cdot 1.5 = 15 \text{ ვ} \\
 U_{X_{L2}} &= IX_{L2} = 10 \cdot 1 = 15 \text{ ვ} \\
 U_{X_{C4}} &= IX_{C4} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ ვ}
 \end{aligned}$$

თუკი ამოცანაში უბნები მითითებულია, უნდა ვიპოვოთ ძაბვები თითოეულ უბანზე. ნახაზის მიხედვით, პირველი უბანი არის 1 და 2 წერტილებს შორის მოქცეული, მეორე უბანი მოქცეულია 2 და 3 წერტილებს შორის და ა.შ.  $Z_n$ -ით აღვნიშნოთ შესაბამისი უბნის სრული წინაღობა, ანუ მასში მოქცეული ელემენტების სრული წინაღობა, რომლის საპოვნელად ანალოგიურად ვიყენებთ ზემოთ გამოყენებულ ფორმულას  $Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$ . გაითვალისწინეთ, რომ თუკი ამოცანაში უბნები მითითებული/ნახსენები არ არის, ეს კონკრეტული ეტაპი აღარ დაინერგება.

$$\begin{aligned}
 U_1 &= IZ_1 = I \sqrt{r_1^2 + X_{L1}^2} = 10 \sqrt{1.5^2 + 1.5^2} \approx 10 \cdot 2.1 = 21 \text{ ვ} \\
 U_2 &= IZ_2 = I \sqrt{r_2^2 + X_{L2}^2} = 10 \sqrt{3^2 + 1^2} \approx 10 \cdot 3.2 = 32 \text{ ვ} \\
 U_3 &= IZ_3 = Ir_3 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ ვ} \\
 U_4 &= IZ_4 = IX_{C4} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ ვ}
 \end{aligned}$$

აქტიური სიმძლავრების საპოვნელად შეგვიძლია გამოვიყენოთ დენის კვადრატისა და შესაბამისი აქტიური წინაღობის ნამრავლის ფორმულა:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= I^2 r_1 = 10^2 \cdot 1.5 = 150 \text{ ვტ} \\
 P_2 &= I^2 r_2 = 10^2 \cdot 3 = 300 \text{ ვტ} \\
 P_3 &= I^2 r_2 = 10^2 \cdot 2 = 200 \text{ ვტ}
 \end{aligned}$$

სრული აქტიური სიმძლავრე იქნება ცალკეული აქტიური სიმძლავრეების ჯამი:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 150 + 300 + 200 = 650 \text{ ვტ}$$

რეაქტიული სიმძლავრეების საპოვნელად შეგვიძლია გამოვიყენოთ დენის კვადრატისა და შესაბამისი რეაქტიული წინაღობის ნამრავლის ფორმულა. (შენიშვნა: ინდექსის ციფრები, მარტივი აღქმისთვის, აღებულია წინაღობის ინდექსის ციფრის მიხედვით)

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= I^2 X_{L1} = 10^2 \cdot 1.5 = 150 \text{ ვარ} \\
 Q_2 &= I^2 X_{L2} = 10^2 \cdot 1 = 100 \text{ ვარ} \\
 Q_4 &= I^2 X_{C4} = 10^2 \cdot 2 = 200 \text{ ვარ}
 \end{aligned}$$

სრული რეაქტიული სიმძლავრის საპოვნელად, წინა შემთხვევისგან განსხვავებით, ინდექსიური სიმძლავრეები (კოჭას სიმძლავრე,  $X_L$ -ით ნაპოვნი) დადებითი ნიშნით აიღება, ხოლო ტევადური სიმძლავრეები (კონდენსატორის სიმძლავრე,  $X_C$ -ით ნაპოვნი) უარყოფითი ნიშნით აიღება:

$$Q = Q_1 + Q_2 - Q_4 = 150 + 100 - 200 = 50 \text{ ვარ}$$

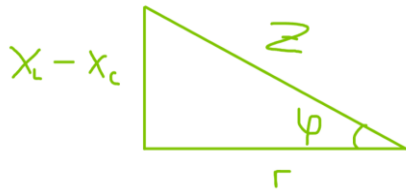
სრული სიმძლავრის საპოვნელად ვიყენებთ ფორმულას  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ , ან  $S = I^2 Z$  (დამრგვალების გამო, პასუხები შეიძლება არ დაემთხვეს):

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{650^2 + 50^2} \approx 652 \text{ ვა}$$

**აწ**

$$S = I^2 Z = 10^2 \cdot 6.6 = 660 \text{ ვა}$$

*cosφ-ის საპოვნელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამკუთხედი:*



$$\cos\varphi = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{Z} = \frac{1.5 + 3 + 2}{6.6} = \frac{6.5}{6.6} \approx 0.98$$

*ამავე სამკუთხედით შეგვიძლია sinφ-ის პოვნაც, რომელიც სიმძლავრეების სხვა ფორმულაში გამოიყენება:*

$$\sin\varphi = \frac{X_{L1} + X_{L2} - X_{C4}}{Z} = \frac{1.5 + 1 - 2}{6.6} \approx 0.08$$

*კოსინუსისა და სინუსის მიღებული შედეგებით შეგვიძლია სიმძლავრეები ალტერნატიული ფორმულით ვიპოვოთ. დამრგვალების გამო, რიცხვები ზემოთ მიღებულ შედეგებს შეიძლება არ დაემთხვეს:*

$$P = UI\cos\varphi = 66 \cdot 10 \cdot 0.98 = 646.8 \text{ ვტ}$$

$$Q = UI\sin\varphi = 66 \cdot 10 \cdot 0.08 = 52.8 \text{ ვარ}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \approx 650 \text{ ვა}$$

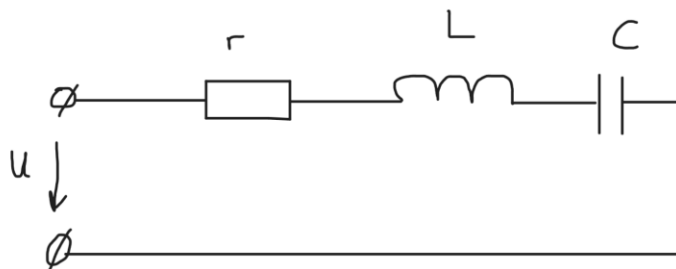
**აწ**

$$S = UI = 66 \cdot 10 = 660 \text{ ვა}$$

### ნიმუში 2.1. არარეზონანსული RLC წრედი

ელექტრულ წრედში, რომლის ბოლოებზე მოდებულია 86 ვ ძაბვა, მიმდევრობით შეერთებულია  $r = 5 \Omega$  აქტიური წინაღობა,  $L = 71 \text{ მჰ}$  ინდუქციურობის კოჭა, და  $C = 208 \text{ მკფ}$  ტევადობის კონდენსატორი. სიხშირე  $f = 50 \text{ ჰც}$ . განსაზღვრეთ დენი, ძაბვები რეზისტორზე, კონდენსატორსა და კოჭაზე, სიმძლავრეები, და ენერგიის მაქსიმალური მარაგი მაგნიტურ და ელექტრულ ველებში.

ამოხსნა:



ამოვწეროთ მოცემულობა. ერთეულები  $Si$  სისტემაში უნდა იყოს (მაგალითად, მჰნ, ანუ მილი ჰენრი, იგივეა რაც  $10^{-3}$  ჰენრი; მკფ =  $10^{-6}$  ფ და ა.შ.):

მოც:  $U = 86$  ვ

$$L = 71035 = 71 \cdot 10^{-3} \text{ ჰნ}$$

$$C = 208 \text{ მკფ} = 208 \cdot 10^{-6} \text{ ფ}$$

$$r = 5 \Omega$$

$$f = 50 \text{ ჰც}$$

-----

$$I, U_r, U_c, U_L, P_r, Q_L, Q_C, S, W = ?$$

ვიპოვოთ დენი:

$$I = \frac{U}{Z}$$

ამისათვის უნდა ვიპოვოთ სრული წინაღობა  $Z$ :

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$$

სადაც რეაქტიული წინააღობებია:

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 71 \cdot 10^{-3} \approx 22.3 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 208 \cdot 10^{-6}} \approx 15.3 \Omega$$

ჩავსვათ მნიშვნელობები და ვიპოვოთ სრული წინააღობა:

$$Z = \sqrt{5^2 + (22.3 - 15.3)^2} = \sqrt{5^2 + 7^2} \approx 8.6$$

ამრიგად, დენი ტოლია:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{86}{8.6} = 10 \text{ ა}$$

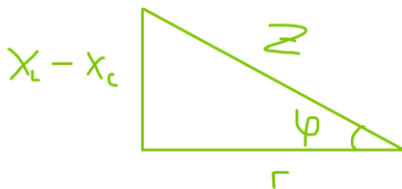
ვიპოვოთ ძაბვები:

$$U_r = Ir = 10 \cdot 5 = 50 \text{ ვ}$$

$$U_L = IX_L = 10 \cdot 22.3 = 223 \text{ ვ}$$

$$U_C = IX_C = 10 \cdot 15.3 = 153 \text{ ვ}$$

$\cos\varphi$ -სა და  $\sin\varphi$ -ის საპოვნელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამკუთხედი:



$$\cos\varphi = \frac{r}{Z} = \frac{5}{8.6} = 0.58$$

$$\sin\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{22.3 - 15.3}{8.6} = \frac{7}{8.6} = 0.81$$

შესაბამისად, შეგვიძლია ვიპოვოთ აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეები. დავიწყოთ აქტიური:

$$P_r = U_r I \cos\varphi = 50 \cdot 10 \cdot 0.58 = 290 \text{ ვ}$$

ვინაიდან  $P_r$  ერთადერთი აქტიური სიმძლავრეა, იგი ტოლია სრული აქტიური სიმძლავრის:  $P = P_r$

ვიპოვოთ რეაქტიული სიმძლავრეები:

$$Q_L = U_L I \sin \varphi = 223 \cdot 10 \cdot 0.81 = 1806.3 \text{ ვარ}$$

$$Q_C = U_C I \sin \varphi = 153 \cdot 10 \cdot 0.81 = 1239.3 \text{ ვარ}$$

სრული რეაქტიული სიმძლავრის გამოსათვლელად ინდუქციური ელემენტის სიმძლავრე ( $Q_L$ ) აიღება დადებითი ნიშნით, ხოლო ტევადური ელემენტის სიმძლავრე ( $Q_C$ ) აიღება უარყოფით ნიშნით:

$$Q = Q_L - Q_C = 1806.3 - 1239.3 = 567 \text{ ვარ}$$

ვიპოვოთ სრული სიმძლავრე:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{290^2 + 567^2} \approx 636.7 \text{ ვა}$$

თუკი ამოცანაში ენერგიის პოვნას გვთხოვენ, ვიყენებთ შემდეგ ფორმულებს. მათი პასუხები თეორიულად უნდა დაემთხვეს, თუმცა დამრგვალების გამოყენების გამო ისინი მცირედით შეიძლება განსხვავდებოდნენ:

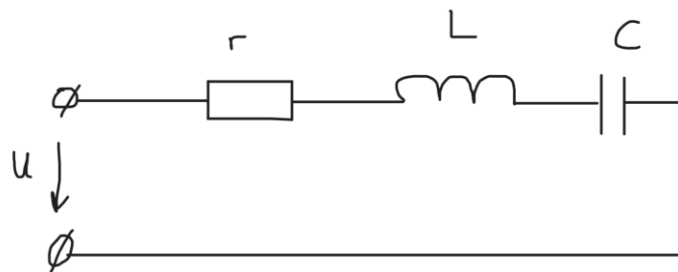
$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{71 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2}{2} = 14.2 \text{ ჯ}$$

$$W_C = \frac{CU_C^2}{2} = \frac{0.14 \cdot 10^{-3} \cdot 446^2}{2} = 13.9 \text{ ჯ}$$

## ნიმუში 2.2. რეზონანსული RLC წრედი

ელექტრულ წრედში, რომლის ბოლოებზე მოდებულია 100 ვ ძაბვა, მიმდევრობით შეერთებულია  $r = 5 \, \Omega$  აქტიური წინაღობა,  $L = 71 \text{ მჰ}$  ინდუქციურობის კოჭა, და კონდენსატორი, რომლის ტევადობა ისეა შერჩეული, რომ მივიღოთ ძაბვების რეზონანსი. სიხშირე  $f = 50 \text{ ჰც}$ . განსაზღვრეთ დენი, ძაბვები რეზისტორზე, კონდენსატორსა და კოჭაზე, კონდენსატორის  $C$  ტევადობა, სიმძლავრეები, და ენერგიის მაქსიმალური მარაგი მაგნიტურ და ელექტრულ ველებში.

ამოხსნა:



ამოვწეროთ მოცემულობა. ერთეულები  $Si$  სისტემაში უნდა იყოს (მაგალითად, მჰნ, ანუ მილიი ჰენრი, იგივეა რაც  $10^{-3}$  ჰენრი, და ა.შ.):

მოც:  $U = 100$  ვ

$$L = 71\text{მჰნ} = 71 \cdot 10^{-3}\text{ჰნ}$$

$$r = 5 \Omega$$

$$f = 50 \text{ ჰც}$$

$$X_L = X_C$$

-----

$$I, U_r, U_c, U_L, C, P_r, Q_L, Q_C, S, W = ?$$

ვიპოვოთ დენი:

$$I = \frac{U}{Z}$$

ამისათვის უნდა ვიპოვოთ სრული წინაღობა  $Z$ :

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{5^2 + 0} = 5 \Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{5} = 20 \text{ ა}$$

რეზონანსის პირობაა, რომ ინდუქციური და ტევადური წინააღობები ერთმანეთის ტოლია.  $X_L = X_C$ . ამის გამოყენებით, შეგვიძლია მოცემული ინდუქციურობის დახმარებით არამხოლოდ ინდუქციური წინააღობა  $X_L$ , აგრეთვე  $X_C$  ტევადური წინააღობაც ვიპოვოთ, რითაც შევძლებთ ძაბვების პოვნას თითოეულ წინააღობაზე.

პირველ რიგში, ვიპოვოთ  $X_L$  ინდუქციური წინააღობა.

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 71 \cdot 10^{-3} \approx 22.3 \Omega$$

ამრიგად,  $X_C$  ტევადური წინააღობაც:

$$X_C = X_L = 22.3 \Omega$$

უკვე შეგვიძლია ძაბვების პოვნა:

$$U_r = Ir = 20 \cdot 5 = 100 \text{ ვ}$$

$$U_L = IX_L = 20 \cdot 22.3 = 446 \text{ ვ}$$

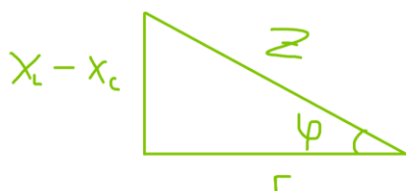
$$U_C = IX_C = 20 \cdot 22.3 = 446 \text{ ვ}$$

ვიპოვოთ კონდენსატორის ტევადობა  $C$  ინდუქციური წინააღობის ფორმულიდან:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 22.3} = \frac{1}{7002.2} \approx 0.00014 = 0.14 \cdot 10^{-3} \text{ ფ}$$

$\cos\varphi$ -სა და  $\sin\varphi$ -ის საპოვნელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამკუთხედი:



$$\cos\varphi = \frac{r}{Z} = \frac{5}{5} = 1$$

$$\sin\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{0}{5} = 0$$

შესაბამისად, შეგვიძლია ვიპოვოთ აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეები:

$$P_r = U_r I \cos \varphi = 100 \cdot 20 \cdot 1 = 2000 \text{ ვტ}$$

$$Q_L = U_L I \sin \varphi = 445 \cdot 20 \cdot 0 = 0 \text{ ვარ}$$

$$Q_C = U_C I \sin \varphi = 445 \cdot 20 \cdot 0 = 0 \text{ ვარ}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2000^2 + 0} = \sqrt{2000^2} = 2000 \text{ ვა}$$

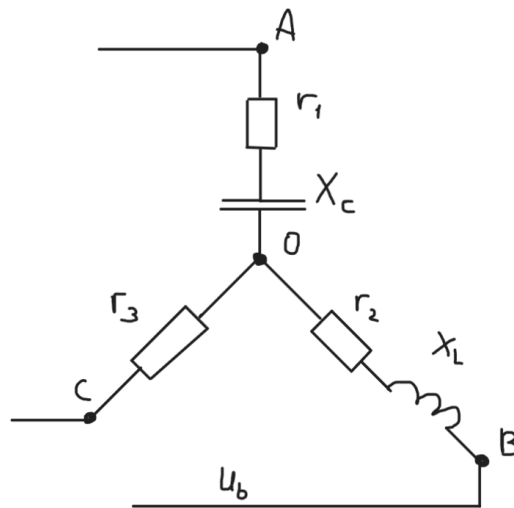
თუკი ამოცანაში ენერგიის პოვნას გვთხოვენ, ვიყენებთ შემდეგ ფორმულებს. მათი პასუხები თეორიულად უნდა დაემთხვეს, თუმცა დამრგვალების გამოყენების გამო ისინი მცირედით შეიძლება განსხვავდებოდნენ:

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{71 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2}{2} = 14.2 \text{ ჯ}$$

$$W_C = \frac{CU_C^2}{2} = \frac{0.14 \cdot 10^{-3} \cdot 446^2}{2} = 13.9 \text{ ჯ}$$

### ნიმუში 3. ვარსკვლავური შეერთება

სამფაზა წრედში ვარსკვლავურად შეერთებულია სამი რეზისტორი წინააღობებით:  $r_1 = 6 \Omega$ ,  $r_2 = 16 \Omega$ ,  $r_3 = 10 \Omega$ , კონდენსატორი წინააღობით  $X_C = 8 \Omega$  და ინდუქციურობის კოჭა  $X_L = 12 \Omega$  წინააღობით. ხაზური ძაბვაა  $U_b = 380 \text{ ვ}$ . იპოვეთ თითოეული უბნის სრული წინააღობები, ფაზური ძაბვა, კუთხეები / ფაზები თითოეული უბანზე, და დენები თითოეულ უბანზე.



ამოხსნა:

მოც:  $r_1 = 6 \Omega$

$r_2 = 16 \Omega$

$r_3 = 10 \Omega$

$X_L = 12 \Omega$

$X_C = 8 \Omega$

$U_b = 380 \text{ ვ}$

-----  
 $Z_A, Z_B, Z_C, \cos \varphi_1, \cos \varphi_2, \cos \varphi_3, U_{\phi}, I_A, I_B, I_C = ?$

ნახაზის მიხედვით, გვაქვს სამი უბანი,  $AO$  იგივე  $A$ ,  $BO$  იგივე  $B$  და  $CO$  იგივე  $C$ .

$A$  უბანში გვაქვს  $r_1$  და  $X_C$  წინაღობები,  $B$  უბანში —  $r_2$  და  $X_L$  წინაღობები, ხოლო  $C$  უბანში — მხოლოდ  $r_3$  წინაღობა.

თითოეულ უბანზე სრული წინაღობის საპოვნელად ვიყენებთ ფორმულას  $Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$Z_A = \sqrt{r_1^2 + X_C^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \, \Omega$$

$$Z_B = \sqrt{r_2^2 + X_L^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \, \Omega$$

$$Z_C = r_3 = 10 \, \Omega$$

ვარსკვლავური შეერთების დროს, ხაზური ძაბვა  $\sqrt{3}$ -ჯერ აღემატება ფაზურ ძაბვას (ხოლო ხაზური და ფაზური დენები ერთმანეთის ტოლია). ამ ფაქტის გამოყენებით შეგვიძლია ფაზური ძაბვის განსაზღვრა:

$$U_b = \sqrt{3}U_g$$

$$U_g = \frac{U_b}{\sqrt{3}} \approx \frac{380}{1.7} = 220 \, \text{ვ}$$

თითოეულ უბანზე დენის საპოვნელად ფაზური ძაბვა გავყოთ ამ უბნის სრულ წინაღობაზე (ვინაიდან ვარსკვლავურ შეერთებაში ფაზური და ხაზური დენები ერთმანეთის ტოლია, მათი ცალკე აღნიშვნა და ანგარიში საჭირო აღარ არის):

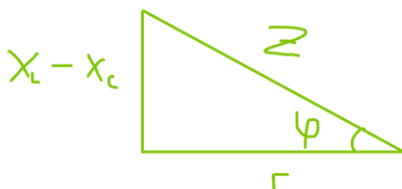
$$I = \frac{U_g}{Z}$$

$$I_A = \frac{U_g}{Z_A} = \frac{220}{10} = 22 \, \text{ა}$$

$$I_B = \frac{U_g}{Z_B} = \frac{220}{20} = 11 \, \text{ა}$$

$$I_C = \frac{U_g}{Z_C} = \frac{220}{10} = 22 \, \text{ა}$$

თითოეული უბნის  $\cos \varphi$ -ის საპოვნელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამკუთხედი, რომლის მიხედვითაც კოსინუსი ტოლია ამ უბნის აქტიური წინაღობის,  $r$ -ის შეფარდებას ამავე უბნის სრულ წინაღობასთან,  $Z$ -თან. (რა საკვირველია, თუკი უბანი არ შეიცავს  $r$  აქტიურ წინაღობას, შესაბამისი კოსინუსი ნულის ტოლი იქნება)



$$\cos \varphi_A = \frac{r_1}{Z_A} = \frac{6}{10} = 0.6$$

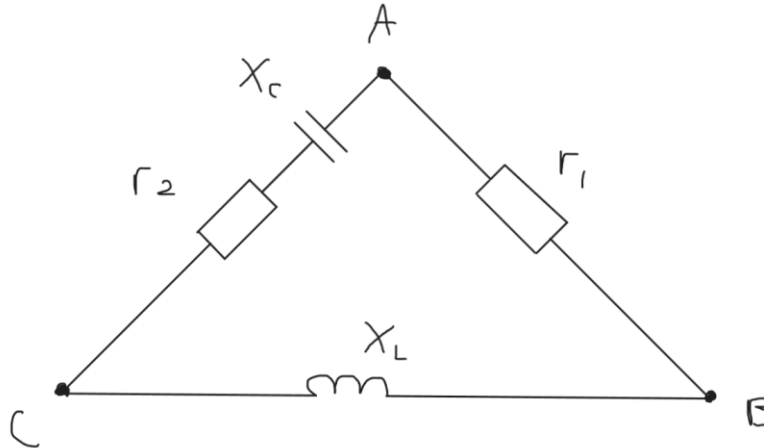
$$\cos \varphi_B = \frac{r_2}{Z_B} = \frac{16}{20} = 0.8$$



$$\cos \varphi_C = \frac{r_3}{Z_C} = \frac{10}{10} = 1$$

#### ნიმუში 4. სამკუთხედური შეერთება

სამფაზა წრედში სამკუთხედურად შეერთებულია  $r_1 = 10 \Omega$  და  $r_2 = 3 \Omega$  აქტიური წინაღობები და  $X_L = 10 \Omega$  და  $X_C = 4 \Omega$  რეაქტიული წინაღობები. ძაბვა ფაზაში ტოლია 220 ვ. იპოვეთ თითოეული უბნის წინაღობები, ფაზური და ხაზური დენები, კუთხეები / ფაზები ( $\cos \varphi$ ), აგრეთვე, აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეები.



#### ამოხსნა:

მოც:  $r_1 = 10 \Omega$

$$r_2 = 3 \Omega$$

$$X_L = 10 \Omega$$

$$X_C = 4 \Omega$$

$$U_{\text{ფ}} = 220 \text{ ვ}$$

$$Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{AC}, \cos \varphi_{AB}, \cos \varphi_{BC}, \cos \varphi_{AC}, U_{\text{ფ}}, I_A, I_B, I_C = ?$$

ნახაზის მიხედვით, გვაქვს სამი უბანი AB, BC და AC. AB უბანზე არის მხოლოდ აქტიური წინაღობა  $r_1$ , BC უბანზე არის მხოლოდ რეაქტიული წინაღობა  $X_L$ , ხოლო AC უბანზე არის აქტიური  $r_2$  და რეაქტიული  $X_C$  წინაღობები.

თითოეულ უბანზე სრული წინაღობის საპოვნელად ვიყენებთ ფორმულას

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$$

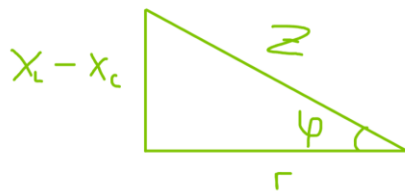
$$Z_{AB} = r_1 = 10 \Omega$$

$$Z_{BC} = X_L = 10 \Omega$$

$$Z_{AC} = \sqrt{r_2^2 + X_C^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5 \Omega$$

თითოეული უბნის  $\cos \varphi$ -ის საპოვნელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამკუთხედი, რომლის მიხედვითაც კოსინუსი ტოლია ამ უბნის აქტიური წინაღობის,  $r$ -ის შეფარდებას ამავე უბნის სრულ წინაღობასთან,  $Z$ -თან. (თუკი უბანი არ შეიცავს  $r$  აქტიურ წინაღობას, შესაბამისი კოსინუსი ნულის

ტოლი იქნება)



$$\cos \varphi_{AB} = \frac{r_1}{Z_{AB}} = \frac{10}{10} = 1$$

$$\cos \varphi_{BC} = \frac{0}{Z_{BC}} = 0$$

$$\cos \varphi_{AC} = \frac{r_2}{Z_{AC}} = \frac{3}{5} = 0.6$$

ვიპოვოთ თითოეული უბნის ფაზური დენები

$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{Z}$$

$$I_{AB\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{Z_{AB}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ ა}$$

$$I_{BC\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{Z_{BC}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ ა}$$

$$I_{AC\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{Z_{AC}} = \frac{220}{5} = 44 \text{ ა}$$

სამკუთხედური შეერთებისას, ხაზური დენი  $\sqrt{3}$ -ჯერ აღემატება ფაზურ დენს (ხოლო ფაზური და ხაზური ძაბვები ერთმანეთის ტოლია). ამ ფაქტის გამოყენებით, შეგვიძლია ვიპოვოთ თითოეული უბნის ხაზური დენები:

$$I_b = \sqrt{3} I_{\varphi}$$

$$I_{ABb} = \sqrt{3} I_{AB\varphi} = \sqrt{3} \cdot 22 \approx 38 \text{ ა}$$

$$I_{BCb} = \sqrt{3} I_{BC\varphi} = \sqrt{3} \cdot 22 \approx 38 \text{ ა}$$

$$I_{ACb} = \sqrt{3} I_{AC\varphi} = \sqrt{3} \cdot 44 \approx 76 \text{ ა}$$

აქტიური სიმძლავრეების საპოვნელად, გამოვიყენოთ კონკრეტულ უბანზე ხაზური დენის კვადრატისა და შესაბამისი აქტიური წინაღობის ( $r$ -ით აღნიშნული) ნამრავლის ფორმულა:

$$P_{AB} = I_{ABb}^2 \cdot r_1 = 38^2 \cdot 10 = 14440 \text{ ვტ}$$

$$P_{BC} = I_{BCb}^2 \cdot 0 = 0$$

$$P_{AC} = I_{ACb}^2 \cdot r_2 = 76^2 \cdot 10 = 57760 \text{ ვტ}$$

სრული აქტიური წინაღობა ტოლია ცალკეულ აქტიურ წინაღობათა ჯამი:

$$P = P_{AB} + P_{BC} + P_{AC} = 14440 + 0 + 57760 = 72200 \text{ ვტ}$$

რეაქტიული სიმძლავრეების საპოვნელად, გამოვიყენოთ კონკრეტულ უბანზე ხაზური დენის კვადრატისა და შესაბამისი რეაქტიური წინაღობის ( $X_L$ -ით ან  $X_C$ -თი აღნიშნული) ნამრავლის ფორმულა:

$$Q_{AB} = I_{ABb}^2 \cdot 0 = 0$$

$$Q_{BC} = I_{BCb}^2 \cdot X_C = 38^2 \cdot 4 = 5776 \text{ ვარ}$$

$$Q_{AC} = I_{ACb}^2 \cdot X_L = 76^2 \cdot 10 = 57760 \text{ ვარ}$$

სრული რეაქტიული წინაღობა ტოლია ინდუქციურ სიმძლავრეს ( $X_L$ -ით ნაპოვნი) გამოკლებული ტევადური სიმძლავრე ( $X_C$ -თი ნაპოვნი):

$$Q = Q_{AC} - Q_{BC} = 46064 \text{ ვარ}$$

ვიპოვოთ სრული წინაღობა:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \approx 85643 \text{ ვა}$$