

## Rozwiązanie zestawu zadań nr 3 z Podstaw Elektrotechniki i Elektroniki

### Zad. 1

Wyznaczyć prądy w obwodzie 3-fazowym. Sporządzić wykres wektorowy.

*Dane:*

$$|U_f| = 200$$

$$R = 20$$

$$X_L = 20$$

$$X_C = 20$$

$$R_N = 5$$

**Rozwiązanie:**

*Przyjmujemy:*

$$E_A = 200$$

$$E_B = 200e^{-j120}$$

$$E_C = 200e^{j120}$$

*Impedancje cewek i kondensatorów:*

$$Z_L = j20$$

$$Z_C = -j20$$

*Admitancje gałęzi:*

$$Y_A = \frac{1}{R} = \frac{1}{20}$$

$$Y_B = \frac{1}{R + Z_L} = \frac{1}{20 + j20} = \frac{1}{20\sqrt{2}} e^{-j45}$$

$$Y_C = \frac{1}{Z_C} = j\frac{1}{20}$$

$$Y_N = \frac{1}{R_N} = \frac{1}{5}$$

*Napięcie niesymetrii  $U_N$*

$$U_N = \frac{E_A Y_A + E_B Y_B + E_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_N} = -22,04 - j22,83$$

*Napięcie na fazach odbiornika:*

$$U_A = E_A - U_N = 222 + j22,8$$

$$U_B = E_B - U_N = -78 - j150$$

$$U_C = E_C - U_N = -78 + j196$$

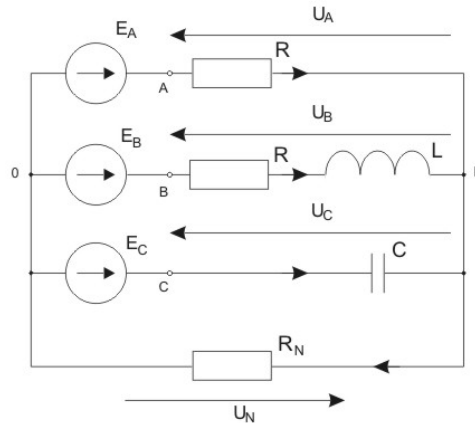
*Prądy fazowe:*

$$I_A = Y_A U_A = 11,1 + j1,14$$

$$I_B = Y_B U_B = -5,7 - j1,81$$

$$I_C = Y_C U_C = -9,8 - j3,9$$

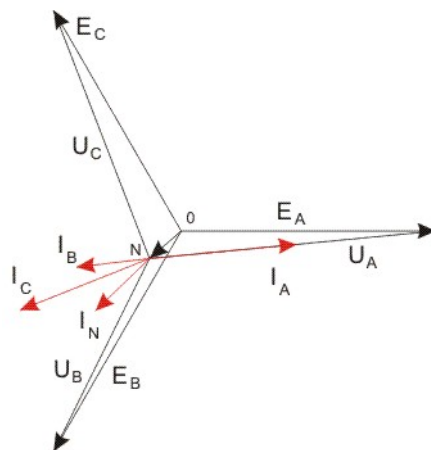
$$I_N = Y_N U_N = -4,41 - j4,57$$



*Sprawdzenie:*

$$I_A + I_B + I_C = I_N$$

*Wykres wektorowy:*



**Zad. 2**

Obliczyć prądy w odwodzie 3-fazowym. Sporządzić bilans mocy.

*Dane:*

$$|U_f| = 400$$

$$R = 10$$

$$X_L = 10$$

$$X_C = 10$$

**Rozwiązanie:**

$$E_A = 400$$

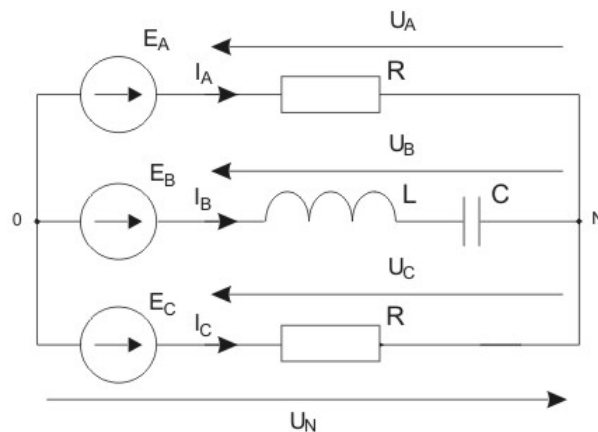
$$E_B = 400e^{-j120}$$

$$E_C = 400e^{j120}$$

$$Z_A = R = 10$$

$$Z_B = jX_L - jX_C = 0 \text{ (zwarcie)}$$

$$Z_C = R = 10$$



Wobec zwarcia w fazie B napięcie  $U_N = E_B$

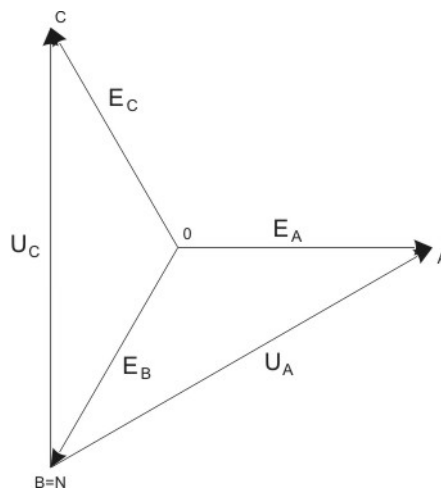
*Napięcia faz odbiornika:*

$$U_A = E_A - U_N = E_{AB} = \sqrt{3} \cdot 400e^{j30}$$

$$U_B = 0$$

$$U_C = E_C - U_N = E_{CB} = \sqrt{3} \cdot 400e^{j90}$$

*Na rysunku zaznaczono wykresy napięć fazowych i międzyfazowych przyjętych w zadaniu:*



*Prądy fazowe:*

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A} = \sqrt{3} \cdot 40e^{j30} = 60 + j34,62$$

$$I_C = \frac{U_C}{Z_C} = \sqrt{3} \cdot 40e^{j90} = j69,28$$

$$I_B = -I_A - I_C = -60 - j103,9$$

*Moce odbiornika:*

$$P_A = R \cdot |I_A|^2 = 3 \cdot 1600 \cdot 10 = 48000 \text{ W}$$

$$Q_A = 0$$

$$P_B = 0$$

$$Q_B = X_L |I_B|^2 - X_C |I_C|^2 = 0$$

$$P_C = R \cdot |I_C|^2 = 3 \cdot 1600 \cdot 10 = 48000 \text{ W}$$

$$Q_C = 0$$

*Moce generatora:*

$$S_A = E_A I_A^* = 24000 - j13856$$

$$S_B = E_B I_B^* = 48000$$

$$S_C = E_C I_C^* = 24000 + j13856$$

*Bilans mocy:*

$$S_A + S_B + S_C = P_A + P_B + P_C + jQ_A + jQ_B + jQ_C$$

**Zad. 3**

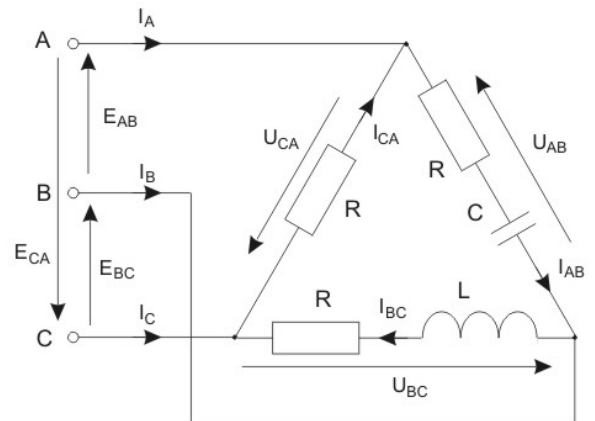
Obliczyć prądy fazowe i przewodowe w obwodzie 3-fazowym.

*Dane:*

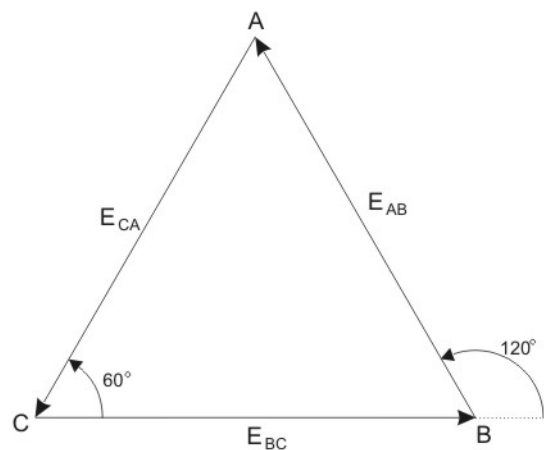
$$R = 10$$

$$X_L = X_C = 10$$

$$|U_f| = 200$$

**Rozwiązanie:**

Przyjęto układ napięć międzyfazowych jak na rysunku:



$$E_{AB} = 200\sqrt{3}e^{j120^\circ}$$

$$E_{BC} = 200\sqrt{3}$$

$$E_{CA} = 200\sqrt{3}e^{-j120^\circ}$$

$$Z_{AB} = 10 - j10$$

$$Z_{BC} = 10 + j10$$

$$Z_{CA} = 10$$

Napięcie na odbiorniku równa się napięciu na generatorze:

$$U_{AB} = E_{AB}, U_{BC} = E_{BC}, U_{CA} = E_{CA}$$

Prądy fazowe odbiornika:

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{200\sqrt{3}e^{j120^\circ}}{10 - j10} = 20\sqrt{1,5}e^{j165^\circ}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{200\sqrt{3}}{10 + j10} = 20\sqrt{1,5}e^{-j45^\circ}$$

$$I_{CA} = \frac{U_{CA}}{Z_{CA}} = \frac{200\sqrt{3}e^{-j120}}{10} = 20\sqrt{3}e^{-j120^\circ}$$

*Prądy przewodowe obwodu:*

$$I_A = I_{AB} - I_{CA} = -11,41 + j27,55$$

$$I_B = I_{BC} - I_{AB} = 40,98 - j23,66$$

$$I_C = I_{CA} - I_{BC} = -29,57 - j3,89$$

**Zad 4.**

Wskazania watomierzy włączonych w układzie Arona w obwodzie 3-fazowym symetrycznym wynoszą:  $P_1 = 400 \text{ W}$ ,  $P_2 = 600 \text{ W}$ . Określić moce: czynną i bierną obwodu oraz kąt fazowy  $\varphi$ .

**Rozwiązanie:**

*Moc czynna obwodu:*

$$P = P_1 + P_2 = 1000 \text{ W}$$

*Moc bierna obwodu:*

$$Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = -200\sqrt{3} \text{ var}$$

*Kąt fazowy  $\varphi$  obwodu*

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P} = -19,1^\circ$$