

Контрольная по электротехнике

Задача 1

Известны напряжение $u = U_m \sin \omega t$ и токи $i_1 = I_{m1} \sin(\omega t + \psi_{i1})$ и $i_2 = I_{m2} \sin(\omega t + \psi_{i2})$. Найти комплексные значения указанных величин, сумму токов i_1 и i_2 в виде $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ и построить векторную диаграмму напряжения и токов.

Дано:

$$U_m = 160 \text{ В}$$

$$\psi_u = 0^\circ$$

$$I_{m1} = 7.5 \text{ А}$$

$$\psi_{i1} = \frac{\pi}{6} \text{ рад}$$

$$I_{m2} = 14.1 \text{ А}$$

$$\psi_{i2} = -\frac{\pi}{3} \text{ рад}$$

Решение

$$u = U_m \sin \omega t = 160 \sin \omega t \text{ В}$$

$$i_1 = I_{m1} \sin(\omega t + \psi_{i1}) = 7.5 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ А}$$

$$i_2 = I_{m2} \sin(\omega t + \psi_{i2}) = 14.1 \sin(\omega t - 60^\circ) \text{ А}$$

Комплексные значения

$$\underline{U}_m = 160(\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) = 160 \text{ В}$$

$$\underline{I}_{m1} = 7.5(\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) = 6.495 + j3.75 \text{ А}$$

$$\underline{I}_{m2} = 14.1(\cos(-60^\circ) + j \sin(-60^\circ)) = 7.05 - j12.211 \text{ А}$$

Сумма токов

$$\underline{I}_m = \underline{I}_{m1} + \underline{I}_{m2} = 6.495 + j3.75 + 7.05 - j12.211 = 13.545 - j8.461 \text{ А}$$

$$I_m = \sqrt{13.545^2 + 8.461^2} = 15.971 \text{ А}$$

$$\psi_i = \arctg\left(-\frac{8.461}{13.545}\right) = -35,8^\circ$$

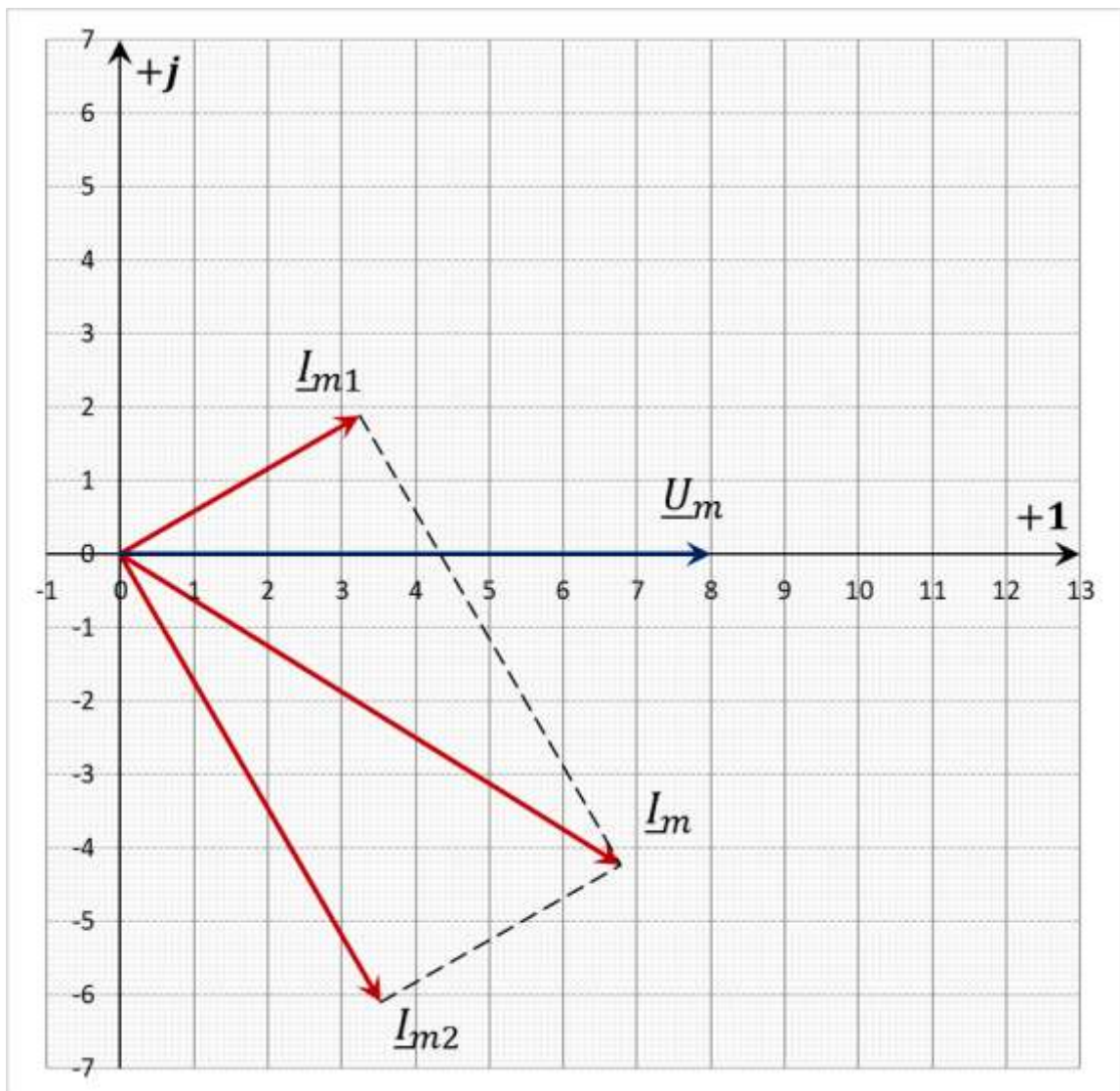
$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i) = 15.971 \sin(\omega t - 35.8^\circ) \text{ A}$$

Векторная диаграмма

Масштаб

$$m_I = 2 \text{ A/см}$$

$$m_U = 20 \text{ B/см}$$



Задача 3

1. Определить фазные и линейные токи.
2. определить ток в нейтральном проводе.
3. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Дано:

$$U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$$

$$R_a = 170 \text{ Ом}$$

$$R_b = 110 \text{ Ом}$$

$$R_c = 105 \text{ Ом}$$

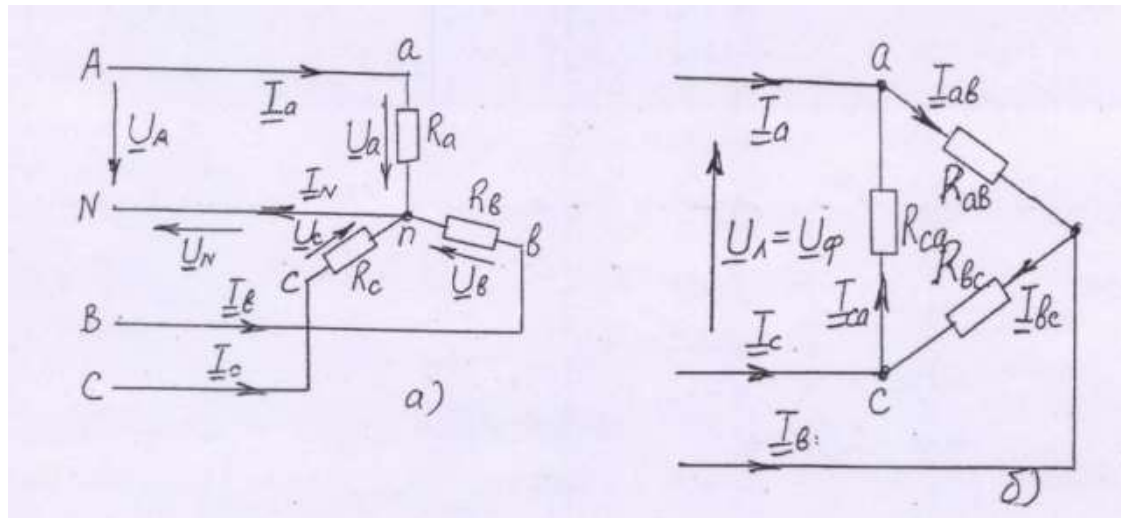
$$R_{ab} = 190 \text{ Ом}$$

$$R_{bc} = 210 \text{ Ом}$$

$$R_{ca} = 90 \text{ Ом}$$

Найти

$$I_{\phi} - ? \quad I_{\text{л}} - ? \quad I_N - ?$$



Решение

1. Схема соединения – звезда с нейтральным проводом

Фазное напряжение на нагрузке равно фазному напряжению на источнике

$$U_{\phi} = E_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ В}$$

Значения фазных напряжений в комплексной форме

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A = 127e^{j0^\circ} = 127 \text{ В}$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B = 127e^{-j120^\circ} = -63,5 - j110 \text{ В}$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C = 127e^{j120^\circ} = -63,5 + j110 \text{ В}$$

При соединении звездой

$$I_{\text{л}} = I_{\phi}$$

По закону Ома фазный ток

$$\underline{I}_a = \frac{\underline{U}_a}{R_a} = \frac{127e^{j0^\circ}}{170} = 0,747e^{j0^\circ} = 0,747 \text{ A}$$

$$\underline{I}_b = \frac{\underline{U}_b}{R_b} = \frac{127e^{-j120^\circ}}{110} = 1,155e^{-j120^\circ} = -0,577 - j1 \text{ A}$$

$$\underline{I}_c = \frac{\underline{U}_c}{R_c} = \frac{127e^{j120^\circ}}{105e^{j0^\circ}} = 1,21e^{j120^\circ} = -0,605 + j1,048 \text{ A}$$

Ток в нейтральном проводе

$$\begin{aligned}\underline{I}_N &= \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0,747 - 0,577 - j1 - 0,605 + j1,048 = -0,435 + j0,048 \\ &= \\ &= 0,438e^{j174^\circ} \text{ A}\end{aligned}$$

Мощность потребителей

$$P_a = I_a^2 R_a = 0,747^2 * 170 = 94,9 \text{ Вт}$$

$$P_b = I_b^2 R_b = 1,155^2 * 110 = 146,7 \text{ Вт}$$

$$P_c = I_c^2 R_c = 1,210^2 * 105 = 153,7 \text{ Вт}$$

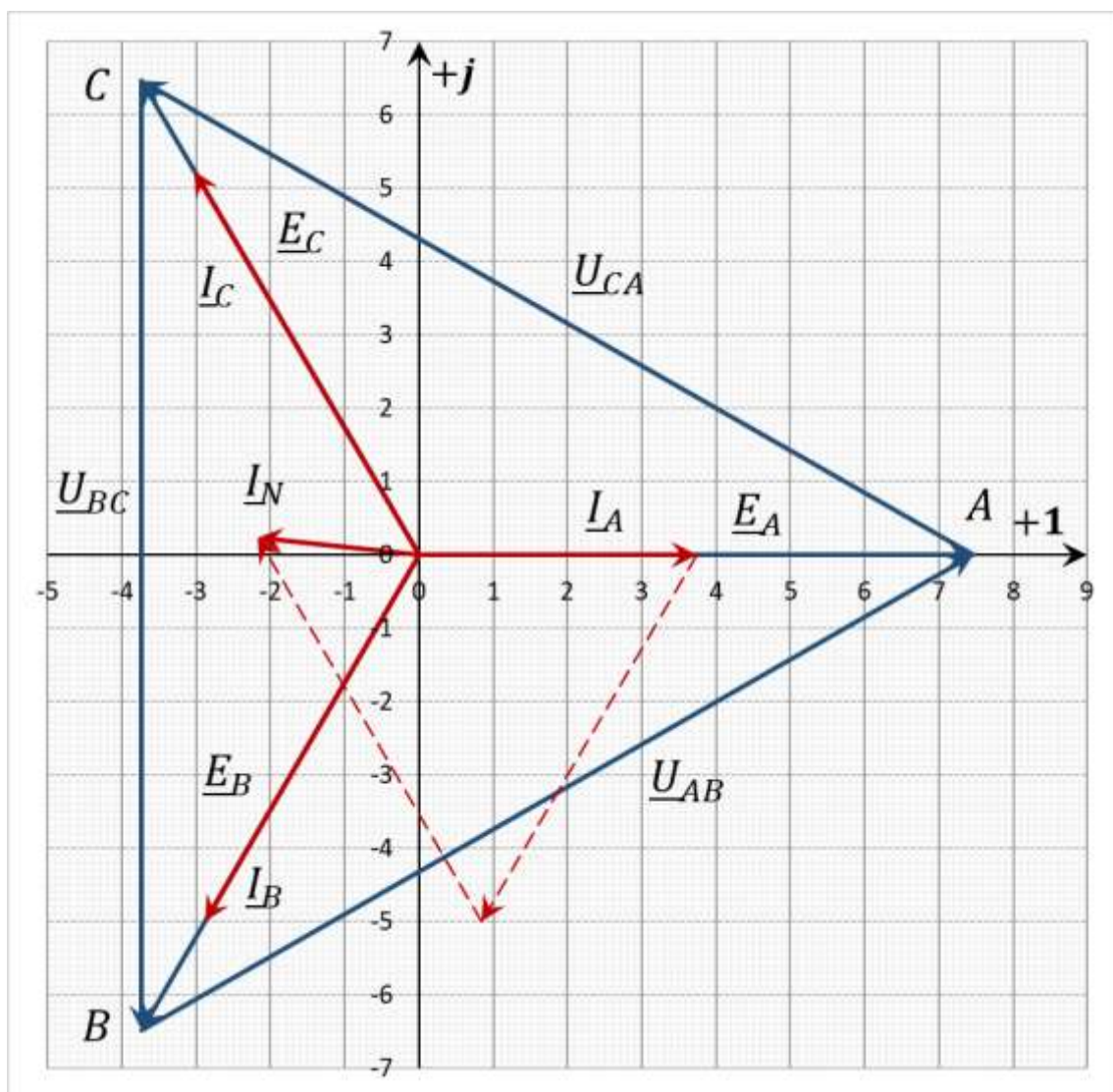
$$P_{\text{пот}} = P_a + P_b + P_c = 94,9 + 146,7 + 153,7 = 395,2 \text{ Вт}$$

Построим векторную диаграмму

Масштаб

$$m_I = 02 \text{ A/см}$$

$$m_U = 17 \text{ В/см}$$



2. Соединение звезда без нейтрального провода

Проводимости нагрузки

$$Y_a = \frac{1}{R_a} = \frac{1}{170} = 0,0059 \text{ См}$$

$$Y_b = \frac{1}{R_b} = \frac{1}{110} = 0,0091 \text{ См}$$

$$Y_c = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{105} = 0,0095 \text{ См}$$

Напряжение смещения нейтрали

$$\underline{U}_{Nn} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c}$$

$$\begin{aligned} \underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c &= \\ &= 127e^{j0^\circ} * 0,0059 + 127e^{-j120^\circ} * 0,0091 + 127e^{j120^\circ} * 0,0095 = \\ &= 0,747e^{j0^\circ} + 1,155e^{-j120^\circ} + 1,21e^{j120^\circ} = \\ &= 0,747 - 0,576 - j1,001 - 0,604 + j1,048 = -0,435 + j0,048 \\ &= 0,438e^{j174^\circ} \text{ A} \end{aligned}$$

$$\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c = 0,0059 + 0,0091 + 0,0095 = 0,0245 \text{ См}$$

$$\underline{U}_{Nn} = \frac{0,438e^{j174^\circ}}{0,0245} = 17,9e^{j174^\circ} = -17,8 + j1,9 \text{ В}$$

напряжения фаз нагрузки

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{Nn} = 127 - (-17,8 + j1,9) = 144,8 - j1,9 = 144,8e^{-j1^\circ} \text{ В}$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{Nn} &= -63,5 - j110 - (-17,8 + j1,9) = -45,7 - j111,9 = \\ &= 120,9e^{j248^\circ} \text{ В} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{Nn} &= -63,5 + j110 - (-17,8 + j1,9) = -45,7 + j108,1 = \\ &= 117,3e^{j113^\circ} \text{ В} \end{aligned}$$

Фазные токи

$$\underline{I}_a = \frac{\underline{U}_a}{R_a} = \frac{144,8e^{-j1^\circ}}{170} = 0,852e^{-j1^\circ} = 0,852 - j0,011 \text{ А}$$

$$\underline{I}_b = \frac{\underline{U}_b}{R_b} = \frac{120,9e^{j248^\circ}}{110} = 1,099e^{j248^\circ} = -0,416 - j1,018 \text{ А}$$

$$\underline{I}_c = \frac{\underline{U}_c}{R_c} = \frac{117,3e^{j113^\circ}}{105} = 1,118e^{j113^\circ} = -0,436 + j1,029 \text{ А}$$

Мощность потребителей

$$P_a = I_a^2 R_a = 0,852^2 * 170 = 123.3 \text{ Вт}$$

$$P_b = I_b^2 R_b = 1,099^2 * 110 = 132.9 \text{ Вт}$$

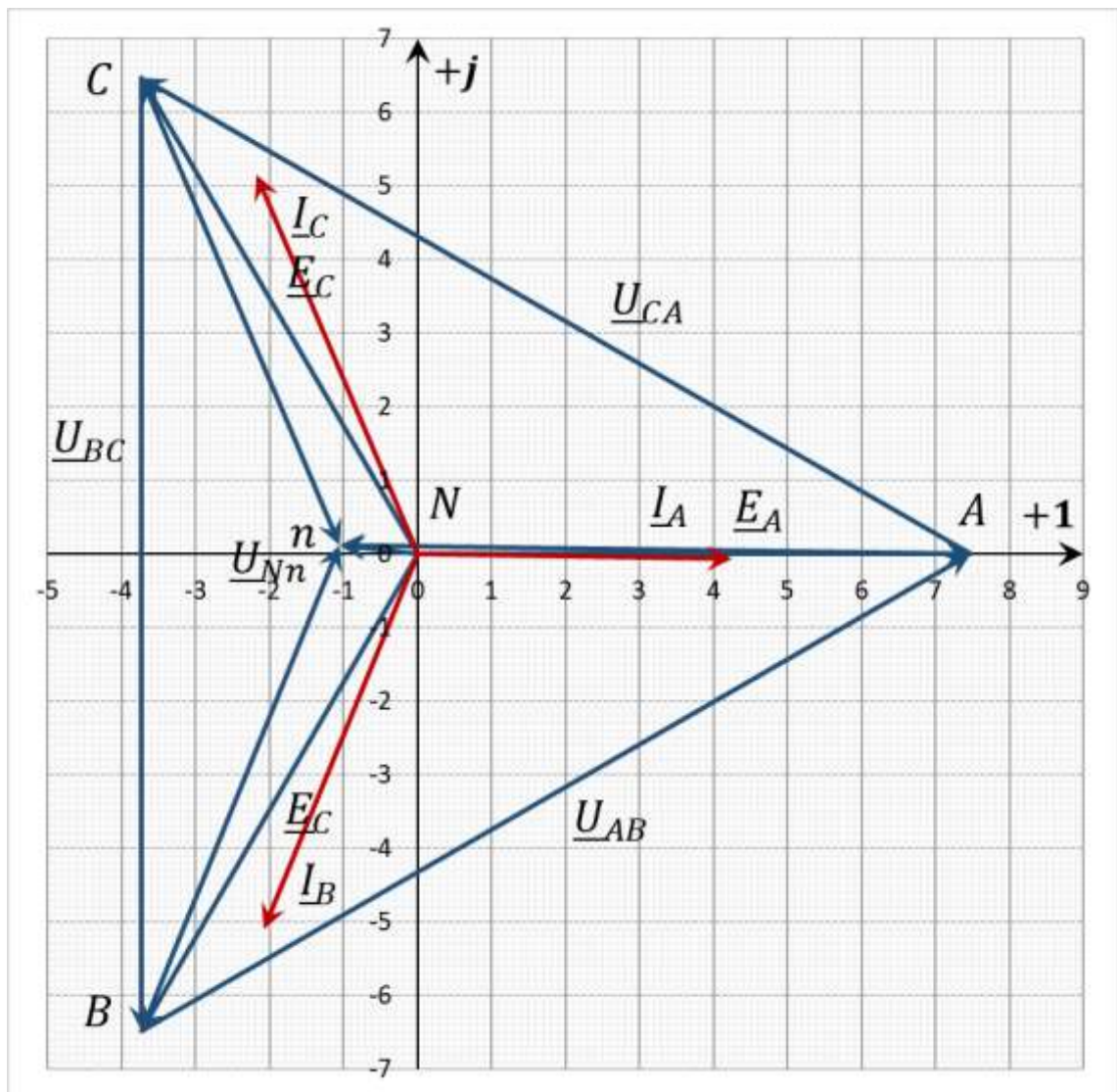
$$P_c = I_c^2 R_c = 1,118^2 * 105 = 131.1 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{пот}} = P_a + P_b + P_c = 123.3 + 132.9 + 131.1 = 387.4 \text{ Вт}$$

Построим векторную диаграмму

$$m_I = 0.2 \text{ А/см}$$

$$m_U = 17 \text{ В/см}$$



3. Схема соединения – треугольник

фазные напряжения в комплексной форме

$$\underline{U}_{AB} = 127e^{j0^\circ} = 127 \text{ В}$$

$$\underline{U}_{BC} = 127e^{-j120^\circ} = -63,5 - j110 \text{ В}$$

$$\underline{U}_{CA} = 127e^{j120^\circ} = -63,5 + j110 \text{ В}$$

фазные токи

$$\underline{I}_{ab} = \frac{\underline{U}_{AB}}{R_{ab}} = \frac{127e^{j0^\circ}}{190} = 0,668e^{j0^\circ} = 0,668 \text{ А}$$

$$\underline{I}_{bc} = \frac{\underline{U}_{BC}}{R_{bc}} = \frac{127e^{-j120^\circ}}{210} = 0,605e^{j240^\circ} = -0,302 - j0,524 \text{ А}$$

$$\underline{I}_{ca} = \frac{\underline{U}_{CA}}{R_{ca}} = \frac{127e^{j120^\circ}}{90} = 1,411e^{j120^\circ} = -0,706 + j1,222 \text{ А}$$

линейные токи

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca} = 0,668 - (-0,706 + j1,222) = 1,374 - j1,222 \\ &= 1,839e^{-j42^\circ} \text{ А} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_B &= \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab} = -0,302 - j0,524 - 0,668 = -0,971 - j0,524 \\ &= 1,103e^{j208^\circ} \text{ А} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_C &= \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc} = -0,706 + j1,222 - (-0,302 - j0,524) = -0,403 + j1,746 = \\ &= 1,792e^{j103^\circ} \text{ А} \end{aligned}$$

Найдем мощности приемников

$$P_{ab} = I_{ab}^2 R_{ab} = 0,668^2 * 190 = 84,9 \text{ Вт}$$

$$P_{bc} = I_{bc}^2 R_{bc} = 0,605^2 * 210 = 76,8 \text{ Вт}$$

$$P_{ca} = I_{ca}^2 R_{ca} = 1,411^2 * 90 = 179,2 \text{ Вт}$$

Полная мощность приемников

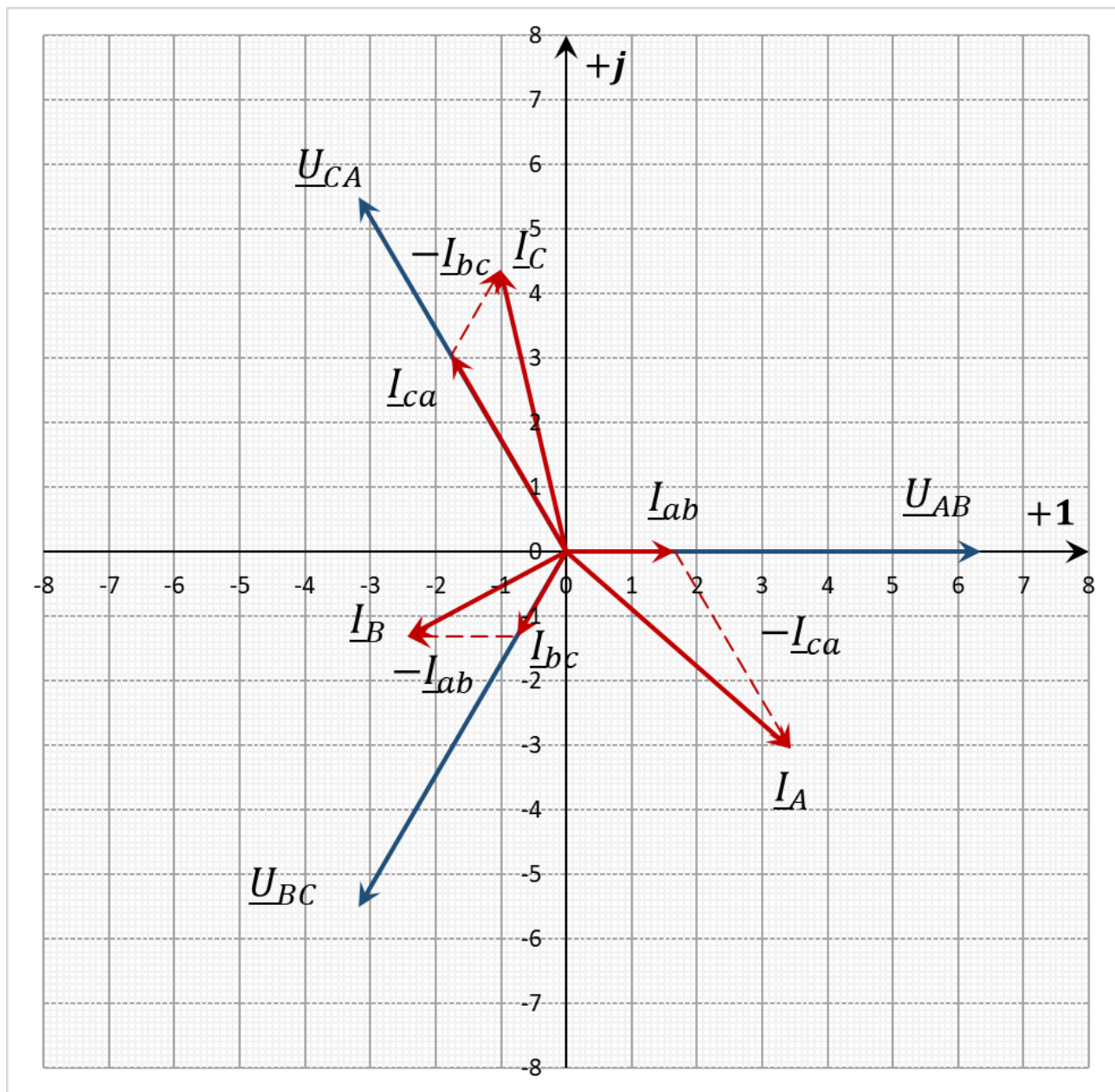
$$P_{\text{пр}} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = 84,9 + 76,8 + 179,2 = 340,9 \text{ Вт}$$

Построим векторную диаграмму

Масштаб

$$m_I = 0,4 \text{ A/см}$$

$$m_U = 20 \text{ В/см}$$



Результаты расчетов занесем в таблицу

Исходные данные:											
$R_a = 170 \text{ Ом}; R_b = 110 \text{ Ом}; R_c = 105 \text{ Ом}; R_{ab} = 190 \text{ Ом}; R_{bc} = 210 \text{ Ом}; R_{ca} = 90 \text{ Ом}$											
Схема соединения	Расчетная величина										
	Напряжение, В				Ток, А						
	U_a	U_b	U_c	U_{Nn}	I_{ab}	I_{bc}	I_{ca}	I_A	I_B	I_C	I_N
Y-	127	127	127	0	-	-	-	0,747	1,155	1,21	0,438
Y	144,8	120,9	117,3	17,9	-	-	-	0,852	1,099	1,118	-
Δ	-	-	-	-	0,668	0,605	1,411	1,839	1,103	1,792	-