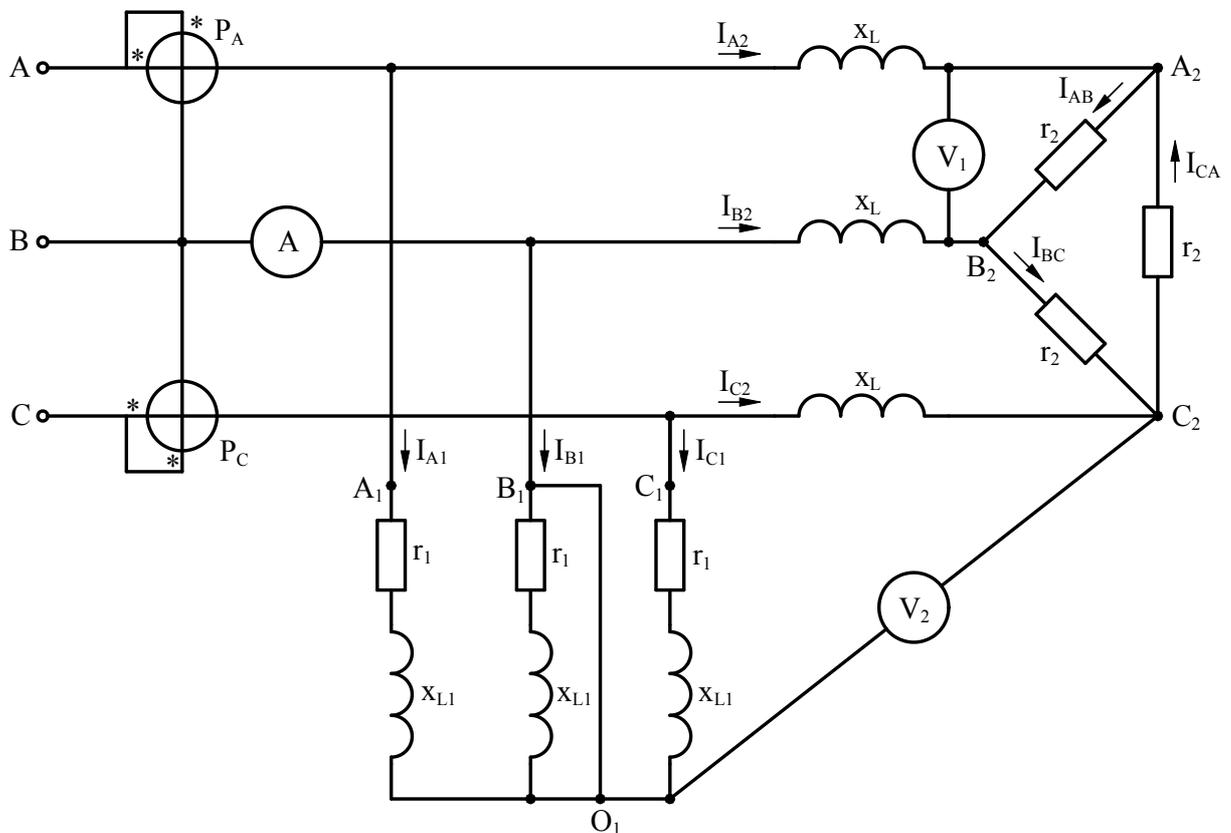


Задание. Трехфазная цепь.

Содержание работы

К симметричной трехфазной системе напряжений подключены два приемника энергии, соединенные «звездой» или «треугольником» (зависит от варианта схемы).

1. Определить токи, потребляемые приемниками электрической энергии для случая, когда один из трехфазных приемников энергии вследствие повреждения в линейных проводах или фазах приемника работает в несимметричном режиме.
2. Построить векторные диаграммы токов и топографическую диаграмму напряжений (на топографических диаграммах должны быть показаны векторы напряжений на всех элементах схемы).
3. Определить показания приборов. Показания ваттметров и вольтметров определить с помощью топографической диаграммы.



Исходные данные:

$$U_{\text{л}} = 127 \text{ В}, r_1 = 6 \text{ Ом}, x_{L1} = 9 \text{ Ом}, r_2 = 6 \text{ Ом}, x_L = 3 \text{ Ом}.$$

Решение

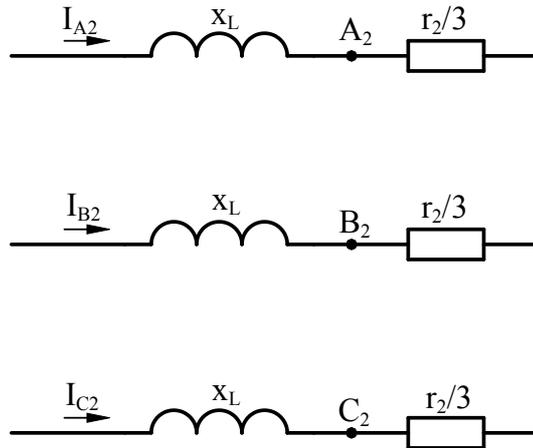
1. Потенциалы точек B_1 и O_1 равны, следовательно, фазы A и C первого приемника включены на линейные напряжения:

$$\underline{I}_{A1} = \frac{\underline{U}_{AB}}{r_1 + jx_{L1}} = \frac{127e^{j30^\circ}}{6 + j9} = 11.741e^{-j26.3^\circ} \text{ А},$$

$$\underline{I}_{C1} = \frac{\underline{U}_{CB}}{r_1 + jx_{L1}} = \frac{127e^{j90^\circ}}{6 + j9} = 11.741e^{j33.7^\circ} \text{ А},$$

$$\underline{I}_{B1} = -(\underline{I}_{A1} + \underline{I}_{C1}) = -(11.741e^{-j26.3^\circ} + 11.741e^{j33.7^\circ}) = 20.336e^{-j176.3^\circ} \text{ А}.$$

Второй приемник, соединенный «треугольником», можно заметить приемником соединенным «звездой», при этом сопротивления будут в 3 раза меньше (по формулам преобразования треугольника в звезду):



Тогда можем определить линейные токи:

$$\underline{I}_{A2} = \frac{\underline{U}_A}{r_2/3 + jx_L} = \frac{127e^{j0^\circ} / \sqrt{3}}{6/3 + j3} = 20.336e^{-j56.3^\circ} \text{ A},$$

$$\underline{I}_{B2} = \frac{\underline{U}_B}{r_2/3 + jx_L} = \frac{127e^{-j120^\circ} / \sqrt{3}}{6/3 + j3} = 20.336e^{-j176.3^\circ} \text{ A},$$

$$\underline{I}_{C2} = \frac{\underline{U}_C}{r_2/3 + jx_L} = \frac{127e^{j120^\circ} / \sqrt{3}}{6/3 + j3} = 20.336e^{j63.7^\circ} \text{ A}.$$

Напряжения в точках A_2 , B_2 и C_2 :

$$\underline{U}_{A2} = \underline{U}_A - \underline{I}_{A2} \cdot jx_L = \frac{127}{\sqrt{3}} e^{j0^\circ} - 20.336e^{-j56.3^\circ} \cdot j3 = 40.673e^{-j56.3^\circ} \text{ B},$$

$$\underline{U}_{B2} = \underline{U}_B - \underline{I}_{B2} \cdot jx_L = \frac{127}{\sqrt{3}} e^{-j120^\circ} - 20.336e^{-j176.3^\circ} \cdot j3 = 40.673e^{-j176.3^\circ} \text{ B},$$

$$\underline{U}_{C2} = \underline{U}_C - \underline{I}_{C2} \cdot jx_L = \frac{127}{\sqrt{3}} e^{j120^\circ} - 20.336e^{j63.7^\circ} \cdot j3 = 40.673e^{j63.7^\circ} \text{ B}.$$

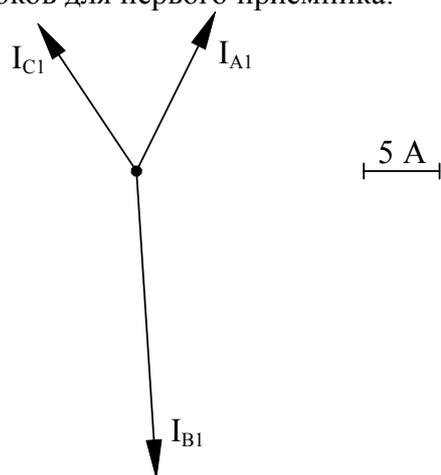
Тогда:

$$\underline{I}_{AB} = \frac{\underline{U}_{A2} - \underline{U}_{B2}}{r_2} = \frac{40.673e^{-j56.3^\circ} - 40.673e^{-j176.3^\circ}}{6} = 11.741e^{-j26.3^\circ} \text{ A},$$

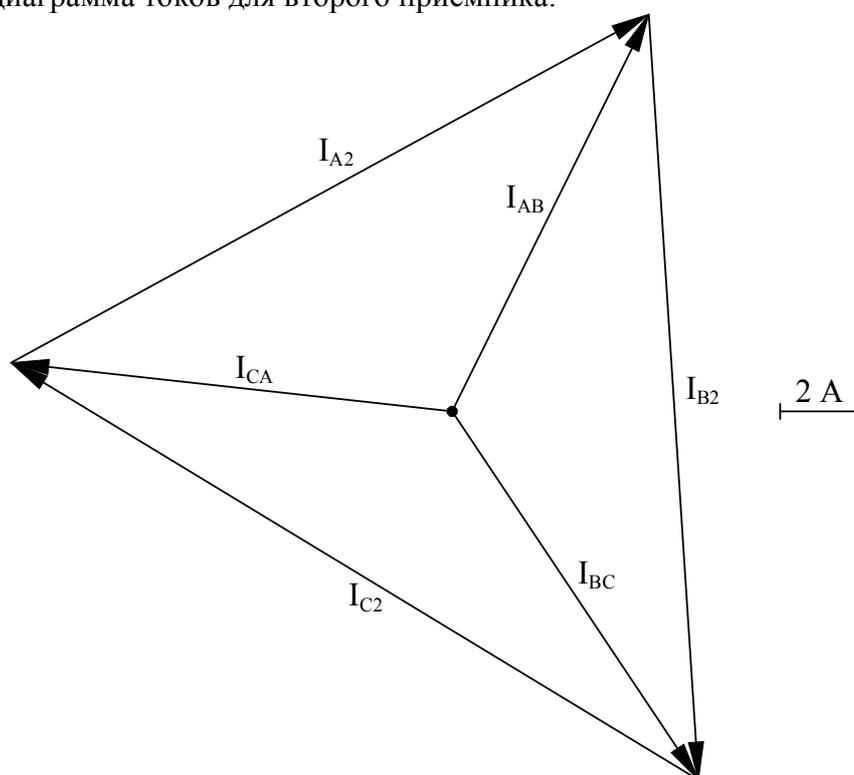
$$\underline{I}_{BC} = \frac{\underline{U}_{B2} - \underline{U}_{C2}}{r_2} = \frac{40.673e^{-j176.3^\circ} - 40.673e^{j63.7^\circ}}{6} = 11.741e^{-j146.3^\circ} \text{ A},$$

$$\underline{I}_{CA} = \frac{\underline{U}_{C2} - \underline{U}_{A2}}{r_2} = \frac{40.673e^{j63.7^\circ} - 40.673e^{-j56.3^\circ}}{6} = 11.741e^{j93.7^\circ} \text{ A}.$$

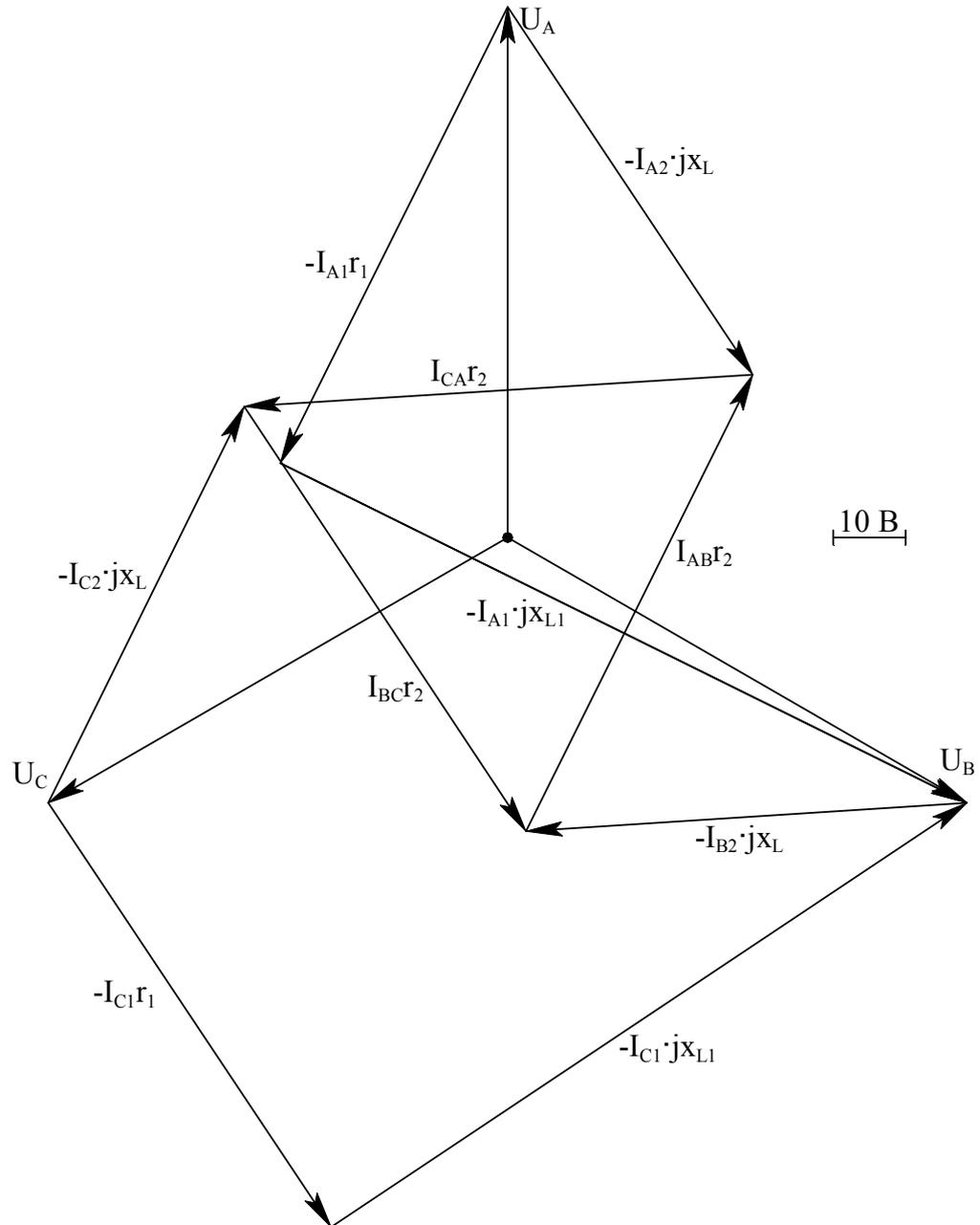
2. Векторная диаграмма токов для первого приемника:



Векторная диаграмма токов для второго приемника:



Топографическая диаграмма напряжений:



3. Показание амперметра:

$$I_A = |\underline{I}_{B1} + \underline{I}_{B2}| = |20.336e^{-j176.3^\circ} + 20.336e^{-j176.3^\circ}| = |40.872e^{-j176.3^\circ}| = 40.872 \text{ A.}$$

Показание вольтметров:

$$U_{V1} = 113.9 \text{ B (на топографической диаграмме длина отрезка } O_1C_2 \text{)}$$

$$U_{V2} = 70.4 \text{ B (на топографической диаграмме длина отрезка } A_2B_2 \text{)}$$

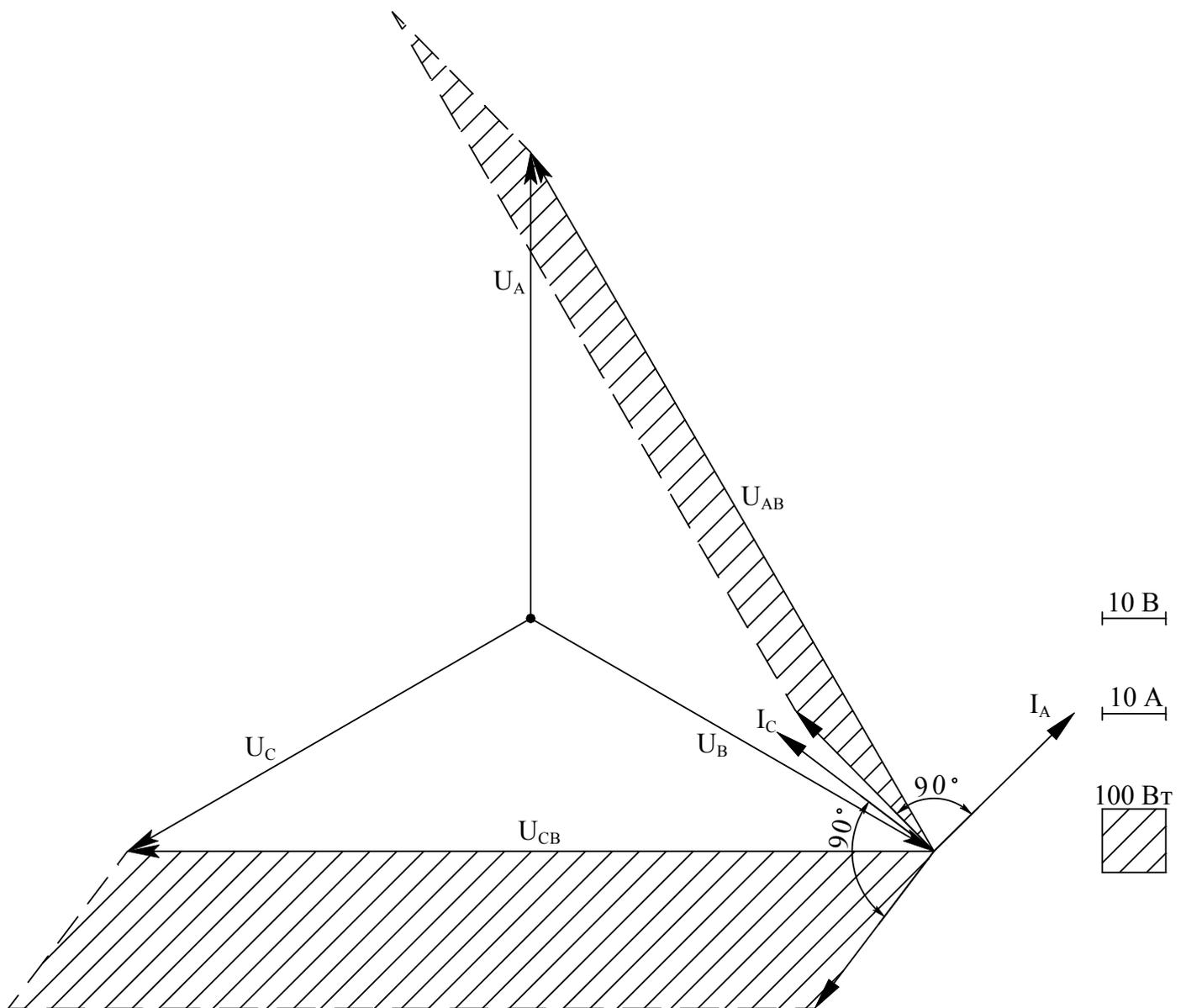
Чтобы определить показания ваттметров по топографической диаграмме, достроим на ней токи \underline{I}_A и \underline{I}_C :

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{A1} + \underline{I}_{A2} = 11.741e^{-j26.3^\circ} + 20.336e^{-j56.3^\circ} = 31.064e^{-j45.4^\circ} \text{ A,}$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_{C1} + \underline{I}_{C2} = 11.741e^{j33.7^\circ} + 20.336e^{j63.7^\circ} = 31.064e^{j52.8^\circ} \text{ A.}$$

Показание ваттметра $P_A = \text{Re}\{\underline{U}_{AB} \cdot \underline{I}_A^*\} = U_{AB} I_A \cos(\psi_U - \psi_I)$. Таким образом, чтобы получить эту величину на топографической диаграмме откладываем перпендикулярно вектору \underline{I}_A отрезок, равный I_A . Искомая величина будет равна площади

параллелограмма, сторонами которого являются построенный отрезок и вектор напряжения \underline{U}_{AB} . Аналогичные построения делаем для нахождения P_C .



Измеряя соответствующие площади параллелограммов, получим:

$$P_A = 993 \text{ Вт},$$

$$P_C = 3142 \text{ Вт}.$$