

Несимметричный режим согласно варианту.

Заполняете таблицу 5.3 (п.п.1б)

Несимметричный трехфазный приемник включен в четырехпроводную сеть с фазным напряжением генератора 100 В.

Определить показания амперметров в линейных и нейтральном проводах, если $R_a = 6 \text{ Ом}$, $X_a = 8 \text{ Ом}$, $X_b = 20 \text{ Ом}$, $R_c = 10 \text{ Ом}$.

Построить векторно-топографическую диаграмму.

Фазные напряжения генератора и приемника соответственно одинаковы: $\dot{U}_a = \dot{U}_A = 100$ В; $\dot{U}_b = \dot{U}_B = 100e^{-j120^\circ}$ В; $\dot{U}_c = \dot{U}_C = 100e^{j120^\circ}$ В.

По закону Ома вычислим комплексные значения линейных токов:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}_a} = \frac{100}{6 + j8} = \frac{100}{10e^{j53^\circ}} = 10e^{-j53^\circ} \text{ А};$$

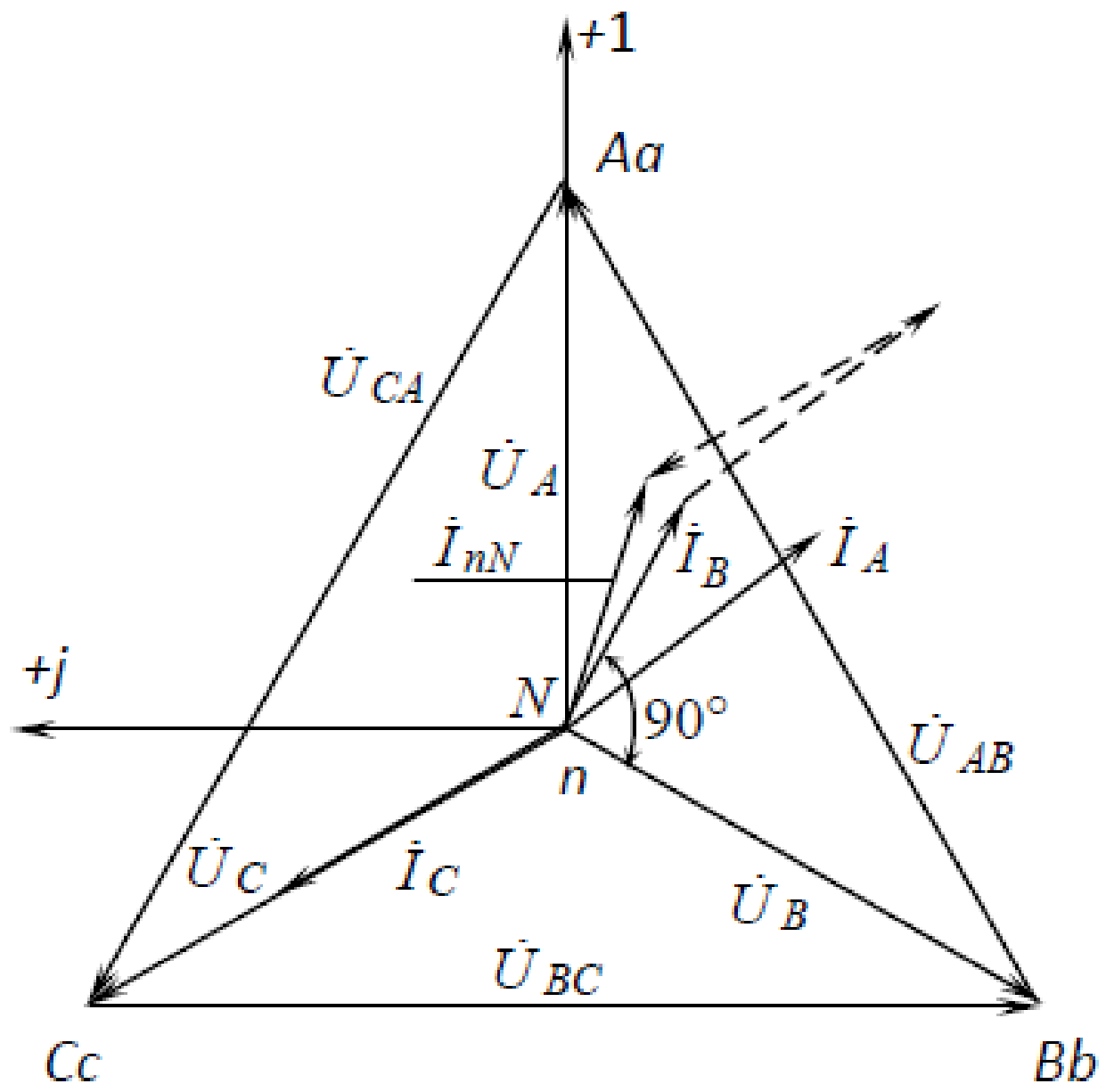
$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{\underline{Z}_b} = \frac{100e^{-j120^\circ}}{-j20} = \frac{100e^{-j120^\circ}}{20e^{-j90^\circ}} = 5e^{-j30^\circ} \text{ А};$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{\underline{Z}_c} = \frac{100e^{j120^\circ}}{10} = 10e^{j120^\circ} \text{ А}.$$

Ток в нейтральном проводе $\dot{I}_{nN} = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 10e^{-j53^\circ} +$
 $+ 5e^{-j30^\circ} + 10e^{+j120^\circ} = 6 - j8 + 4,3 - j2,5 - 5 + j8,7 = 5,3 - j1,8 =$
 $= 5,65e^{-j18^\circ45'} \text{ A.}$

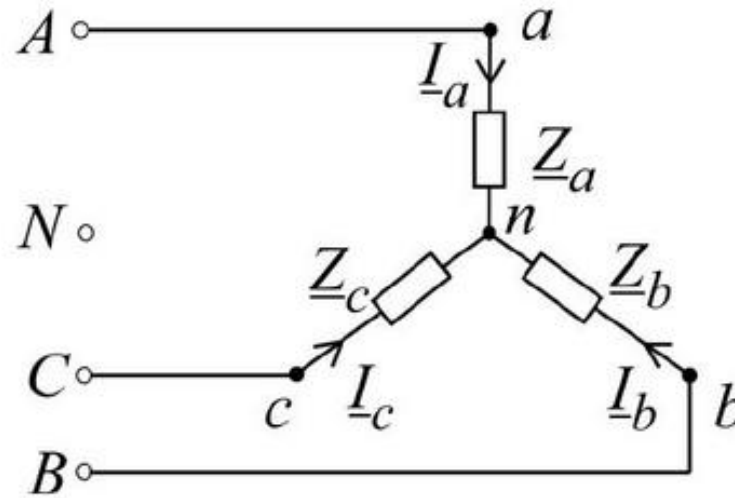
Амперметры показывают действующие значения токов, т. е.

$$I_A = 10 \text{ A}; I_B = 5 \text{ A}; I_C = 10 \text{ A}; I_{nN} = 5,65 \text{ A.}$$



В схеме оборвался нейтральный провод
 Определить фазные токи и напряжения. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

Несимметричный режим
 согласно варианту.
 Заполняете таблицу 5.2 (п.п.1б)



В схеме принять $U_\phi = 127 \text{ В}$, $R_a = 100 \text{ Ом}$,
 $X_b = 100 \text{ Ом}$, $X_c = -100 \text{ Ом}$.

Определим напряжение смещения нейтрали \underline{U}_{nN} в соответствии с выражением

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

$$= \frac{1,27 / 100 + 1,27 e^{-j120^\circ} / (j100) + 1,27 e^{j120^\circ} / (-j100)}{1 / 100 + 1 / (j100) + 1 / (-j100)} \approx 93 e^{j180^\circ} \text{ В.}$$

Для определения фазных напряжений приемника воспользуемся выражениями (1):

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{nN} = 127 - 93e^{j180^\circ} \approx 220 \text{ В};$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{nN} = 127 \cdot 93e^{-j120^\circ} - 93e^{j180^\circ} \approx 30 - j110 \text{ В};$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{nN} = 127 \cdot 93e^{j120^\circ} - 93e^{j180^\circ} \approx 30 + j110 \text{ В}.$$

Фазные токи приемника найдем по закону Ома как

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a / \underline{Z}_a = 2,20 \text{ А};$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b / \underline{Z}_b = 1,14e^{-j165^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c / \underline{Z}_c = 1,14e^{j165^\circ} \text{ А}.$$

Векторная диаграмма токов и напряжений для данной цепи приведена на рис. 23.

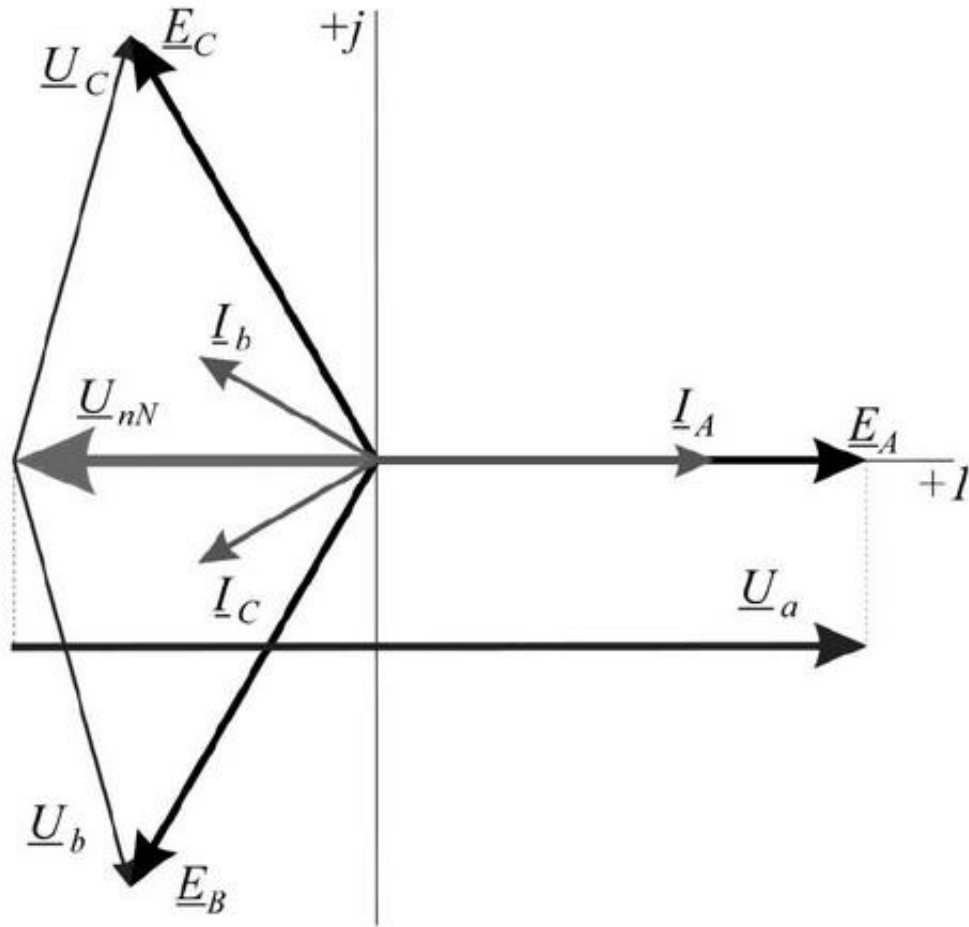
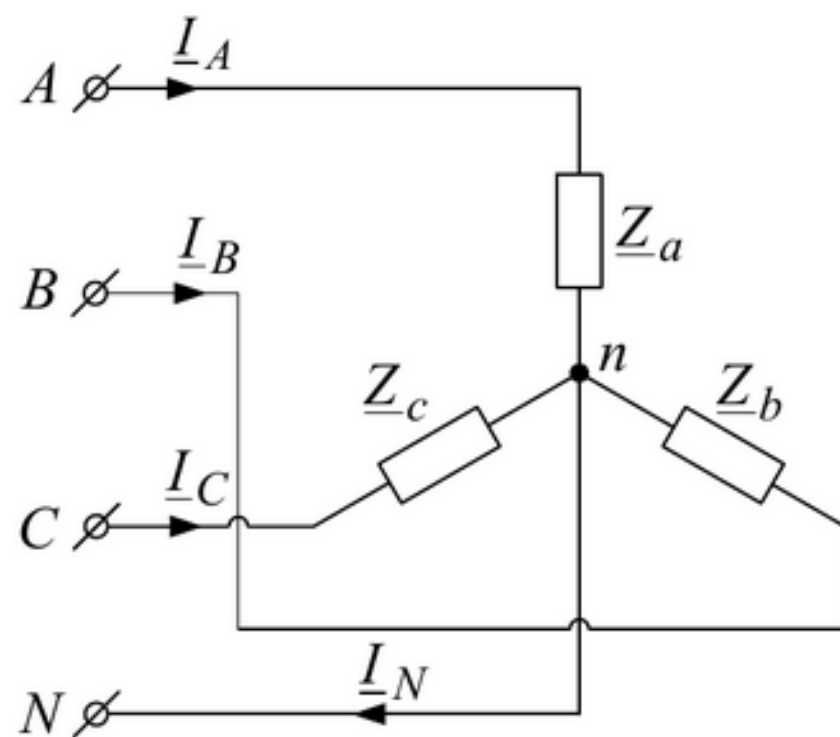


Рис. 23

В схеме фазное напряжение генератора $U_{\text{фг}} = 220 \text{ В}$,
а нагрузка несимметрична: $\underline{Z}_a = 100 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_b = 50 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_c = j50 \text{ Ом}$.
Найти все токи



Примем

$$\underline{U}_A = U_{\text{фг}} e^{j0^\circ} = 220 e^{j0^\circ} \text{ В.}$$

Тогда

$$\underline{U}_B = 220 e^{-j120^\circ} \text{ В; } \underline{U}_C = 220 e^{j120^\circ} \text{ В.}$$

нейтральный провод включен

При наличии идеального нейтрального провода фазные напряжения в звезде нагрузки совпадают с соответствующими фазными напряжениями генератора:

$$\underline{U}_a = \underline{U}_A; \quad \underline{U}_b = \underline{U}_B; \quad \underline{U}_c = \underline{U}_C.$$

Несимметричный режим согласно варианту.

Заполняете таблицу 5.3 (п.п.1б)

С учетом этого линейные токи выражаются с помощью закона Ома следующим образом:

$$\underline{I}_A = \frac{\underline{U}_A}{\underline{Z}_a} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A};$$

$$\underline{I}_B = \frac{\underline{U}_B}{\underline{Z}_b} = \frac{220e^{-j120^\circ}}{50} = 4,4e^{-j120^\circ} = (-2,2 - j3,81) \text{ A};$$

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_C}{\underline{Z}_c} = \frac{220e^{j120^\circ}}{50e^{j90^\circ}} = 4,4e^{j30^\circ} = (3,81 + j2,2) \text{ A}.$$

Ток нейтрального провода находим по первому закону Кирхгофа:

$$\underline{I}_N = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = 2,2 - 2,2 - j3,81 + 3,81 + j2,2 = 3,81 - j1,61 = 4,1e^{-j23^\circ} \text{ A};$$

нейтральный провод отключен

Несимметричный режим
согласно варианту.
Заполняете таблицу 5.2 (п.п.1б)

грузка несимметричная, поэтому
использовать равенства:

$$\underline{U}_a = \underline{U}_A - \underline{U}_{nN}; \quad \underline{U}_b = \underline{U}_B - \underline{U}_{nN}; \quad \underline{U}_c = \underline{U}_C - \underline{U}_{nN}.$$

По условию задачи на-
следует использо-

Напряжение смещения нейтрали:

$$\underline{U}_{nN} = \frac{\underline{U}_A \underline{Y}_A + \underline{U}_B \underline{Y}_B + \underline{U}_C \underline{Y}_C}{\underline{Y}_A + \underline{Y}_B + \underline{Y}_C},$$

где

$$\underline{Y}_A = \frac{1}{\underline{Z}_a} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ См}; \quad \underline{Y}_B = \frac{1}{\underline{Z}_b} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ См};$$
$$\underline{Y}_C = \frac{1}{\underline{Z}_c} = \frac{1}{j50} = -j0,02 \text{ См}.$$

После подстановки находим

$$\underline{U}_{nN} = \frac{220 \cdot 0,01 + 220e^{-j120^\circ} \cdot 0,02 + 220e^{j120^\circ} \cdot 0,02e^{-j90^\circ}}{0,01 + 0,02 + 0,02e^{-j90^\circ}} =$$
$$= 114e^{j10,7^\circ} = (112 + j21,4) \text{ В}.$$

Линейные токи определяем по закону Ома:

$$\underline{I}_A = \frac{\underline{U}_a}{\underline{Z}_a}; \quad \underline{I}_B = \frac{\underline{U}_b}{\underline{Z}_b}; \quad \underline{I}_C = \frac{\underline{U}_c}{\underline{Z}_c}.$$

Подставляя числовые значения, получаем:

$$\underline{I}_A = \frac{220 - 112 - j21,4}{100} = \frac{110e^{-j11^\circ}}{100} = 1,1e^{-j11^\circ} = (1,08 - j0,21) \text{ A};$$

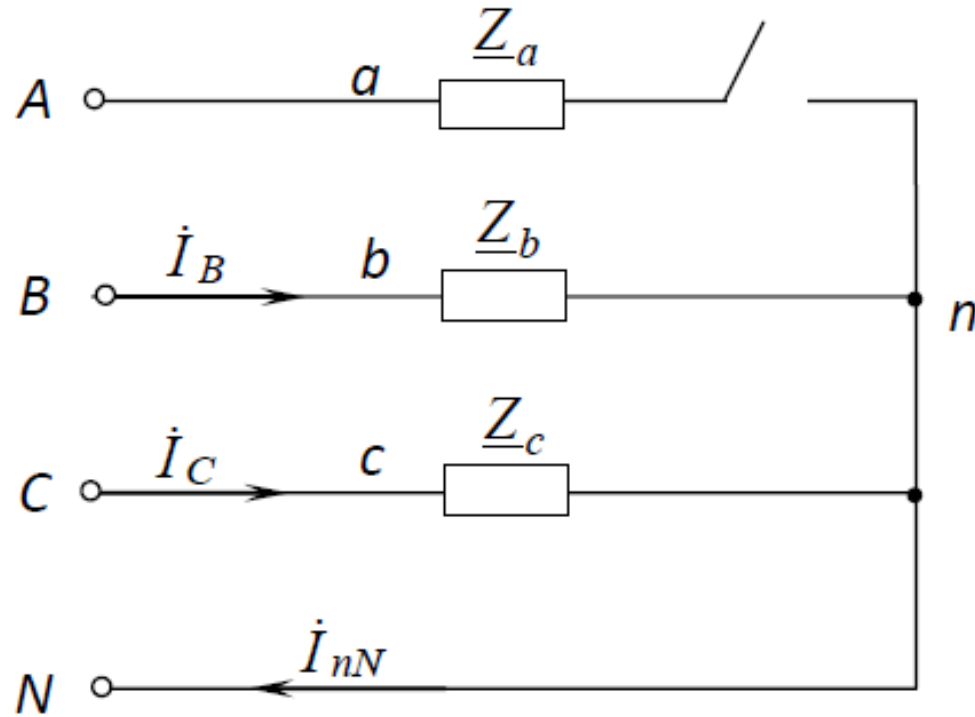
$$\underline{I}_B = \frac{-110 - j190 - 112 - j21,4}{50} = \frac{307e^{-j136,4^\circ}}{50} = 6,1e^{-j136,4^\circ} = (-4,44 - j4,23) \text{ A};$$

$$\underline{I}_C = \frac{-110 + j190 - 112 - j21,4}{j50} = \frac{279e^{j142,8^\circ}}{50e^{j90^\circ}} = 5,6e^{j52,8^\circ} = (3,39 + j4,46) \text{ A}.$$

Четырехпроводная цепь.

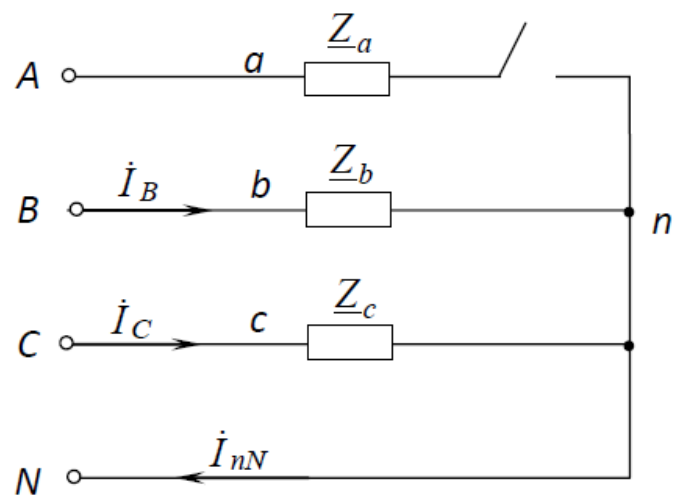
Обрыв фазы А

Вычислить токи в линейных и нейтральном проводах в схеме если $U_{\text{фг}} = 127 \text{ В}$, $\underline{Z}_b = (3 - j2) \text{ Ом}$, $\underline{Z}_c = (3 + j5) \text{ Ом}$.



Решение

Ток $\dot{I}_A = \dot{I}_a = 0$. Токи \dot{I}_B и \dot{I}_C вычислим по закону Ома:



$$\dot{I}_B = \dot{I}_b = \frac{\dot{U}_b}{\underline{Z}_b} = \frac{\dot{U}_B}{\underline{Z}_b} = \frac{127 e^{-j120^\circ}}{3 - j2} =$$

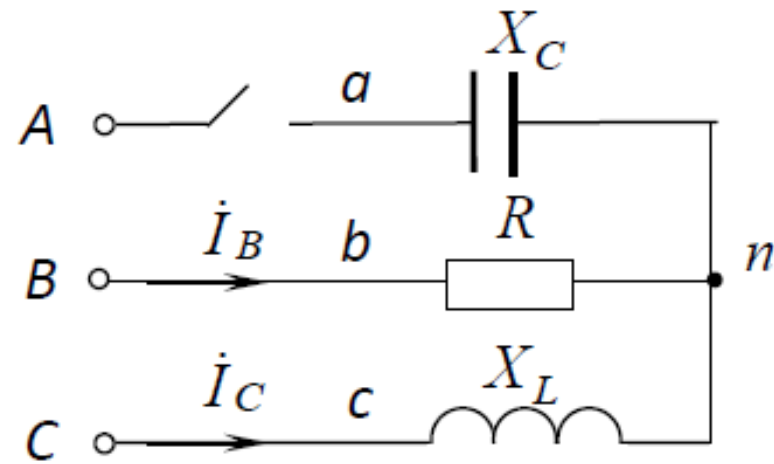
$$= \frac{127 e^{-j120^\circ}}{3,6 e^{-j34^\circ}} = 35,2 e^{-j86^\circ} \text{ A};$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_c = \frac{\dot{U}_c}{\underline{Z}_c} = \frac{\dot{U}_C}{\underline{Z}_c} = \frac{127 e^{j120^\circ}}{3 + j5} = \frac{127 e^{j120^\circ}}{5,8 e^{j59^\circ}} = 21,9 e^{j61^\circ} \text{ A}.$$

Ток в нейтральном проводе

$$\begin{aligned} \dot{I}_{nN} = \dot{I}_b + \dot{I}_c &= 35,2 e^{-j86^\circ} + 21,9 e^{j61^\circ} = 2,25 - j35,2 + 10,18 + j19,15 = \\ &= 12,43 - j16 = 20,3 e^{-j52^\circ} \text{ A}. \end{aligned}$$

Трехпроводная цепь.
Обрыв фазы А



Вычислить комплексные значения токов \dot{I}_B и \dot{I}_C в схеме
если $U_{\text{л}} = 200$ В, $X_L = X_C = R = 20$ Ом.

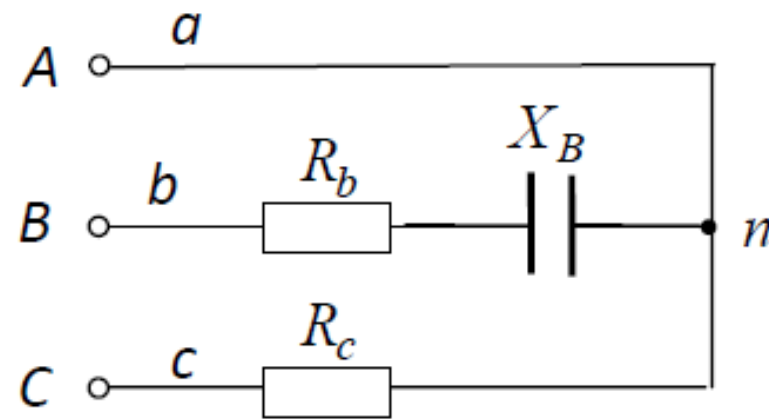
$$\dot{I}_B = -\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{BC}}{R + jX_L} = \frac{200e^{-j90^\circ}}{20 + j20} = \frac{200e^{-j90^\circ}}{28e^{j45^\circ}} = 7,14e^{-j135^\circ} \text{ A};$$

$$\dot{I}_C = 7,14e^{j45^\circ} \text{ A}.$$

Трехпроводная цепь.

Короткое замыкание фазы А

Вычислить токи в линейных проводах цепи, схема замещения которой изображена на рисунке, если $U_{\text{фг}} = 127 \text{ В}$, $R_b = 40 \text{ Ом}$, $X_b = 20 \text{ Ом}$, $R_c = 70 \text{ Ом}$.



Вычислим токи \dot{I}_B и \dot{I}_C по закону Ома:

$$\dot{I}_B = \dot{I}_b = \frac{\dot{U}_b}{\underline{Z}_b} = \frac{220 e^{-j150^\circ}}{40 - j20} = \frac{220 e^{-j150^\circ}}{44,7 e^{-j26,5^\circ}} = 4,9 e^{-j123,5^\circ} \text{ A};$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_c = \frac{\dot{U}_c}{\underline{Z}_c} = \frac{220 e^{j150^\circ}}{70} = 3,14 e^{j150^\circ} \text{ A}.$$

Ток \dot{I}_A вычислим, воспользовавшись первым законом Кирхгофа:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= -(\dot{I}_B + \dot{I}_C) = -(4,9 e^{-j123,5^\circ} + 3,14 e^{j150^\circ}) = \\ &= -(-2,70 - j4,09 - 2,72 + j1,57) = 5,42 + j2,52 = 5,98 e^{j25^\circ} \text{ A}. \end{aligned}$$