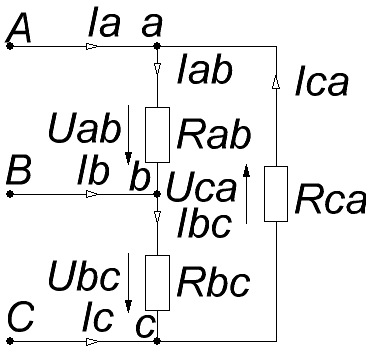


89-90 Расчёт несимметричной трёхфазной цепи при соединении приёмников треугольником

На фазы приёмника поданы линейные напряжения источника питания:



$$\underline{U}_{ab} = 400 e^{j30^\circ}, \underline{U}_{bc} = 400 e^{-j90^\circ},$$

$$\underline{U}_{ca} = 400 e^{j150^\circ} \text{ В.}$$

Приёмник несимметричный, его фазы имеют разные сопротивления $R_{ab} = 10, R_{bc} = 5, R_{ca} = 20$ Ом.

Токи фаз определяем по закону Ома:

$$\underline{I}_{ab} = \underline{U}_{ab} / R_{ab} = 400 e^{j30^\circ} / 10 = 40 e^{j30^\circ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 34,6 + j20 \text{ А,}$$

$$\underline{I}_{bc} = \underline{U}_{bc} / R_{bc} = 400 e^{-j90^\circ} / 5 = 80 e^{-j90^\circ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 - j80 \text{ А,}$$

$$\underline{I}_{ca} = \underline{U}_{ca} / R_{ca} = 400 e^{j150^\circ} / 20 = 20 e^{j150^\circ} \Rightarrow$$

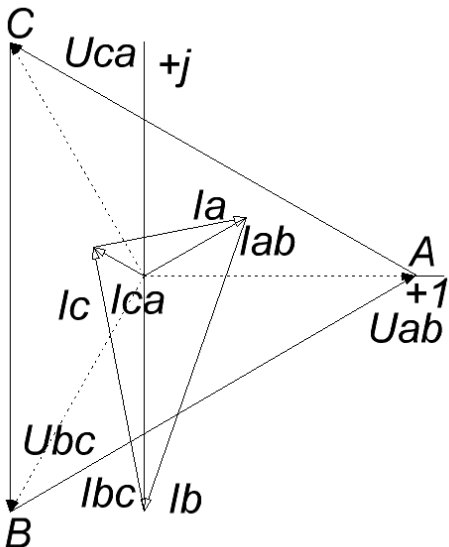
$$\Rightarrow -17,3 + j10 \text{ А.}$$

Токи в проводах питающей линии (линейные) в соответствии с 1 законом Кирхгофа равны разности фазных токов примыкающих к узлу:

$$\underline{I}_a = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca} = 34,6 + j20 - (-17,3 + j10) = 41,9 + j10 \Rightarrow 43,1 e^{j13,4^\circ} \text{ А,}$$

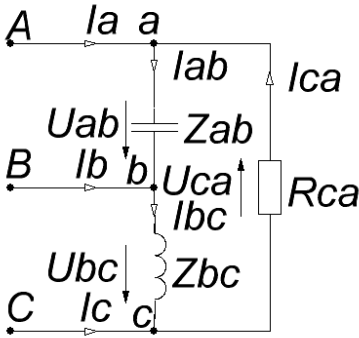
$$\underline{I}_b = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab} = 0 - j80 - (34,6 + j20) = -34,6 - j100 \Rightarrow 105,8 e^{-j109^\circ} \text{ А,}$$

$$\underline{I}_c = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc} = -17,3 + j10 - (0 - j80) = -17,3 + j90 \Rightarrow 91,7 e^{j101^\circ} \text{ А.}$$



При несимметричной нагрузке токи в линейных проводах неодинаковы, кроме того появляются дополнительные фазовые сдвиги между токами и напряжениями, что говорит о переносе энергии между фазами, который приводит к дополнительным потерям в проводах питающей линии.

Рассмотрим цепь с несимметричными приёмниками соединёнными треугольником в случае, если модули сопротивлений равны, но фазы



нагрузки имеют различный характер – емкостной, индуктивный и активный. Допустим $\underline{Z}_{ab} = -j10$ Ом (конденсатор), $\underline{Z}_{bc} = j10$ Ом (дроссель), $R_{ca} = 10$ Ом (резистор).

Токи фаз определяем по закону Ома:
 $\underline{I}_{ab} = \underline{U}_{ab} / \underline{Z}_{ab} = 400e^{j30^\circ} / -j10 = 40e^{j120^\circ} \Rightarrow \Rightarrow -20 + j34,6$ A,
 $\underline{I}_{bc} = \underline{U}_{bc} / \underline{Z}_{bc} = 400e^{-j90^\circ} / j10 = 40e^{-j180^\circ} \Rightarrow \Rightarrow -40$ A,
 $\underline{I}_{ca} = \underline{U}_{ca} / R_{ca} = 400e^{j150^\circ} / 10 = 40e^{j150^\circ} \Rightarrow \Rightarrow -34,6 + j20$ A.

Токи в проводах питающей линии (линейные) в соответствии с 1 законом Кирхгофа равны разности фазных токов примыкающих к узлу:

$$\underline{I}_a = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca} = -20 + j34,6 - (-34,6 + j20) = 14,6 + j14,6 \Rightarrow 20,7 e^{j45^\circ} \text{ A},$$

$$\underline{I}_b = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab} = -40 - (-20 + j34,6) = -20 - j34,6 \Rightarrow 40 e^{-j120^\circ} \text{ A},$$

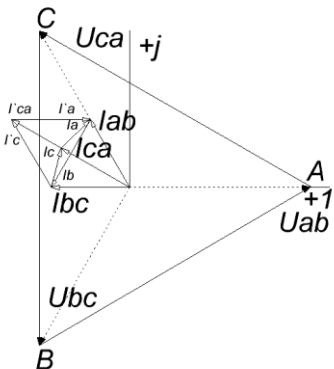
$$\underline{I}_c = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc} = -34,6 + j20 - (-40) = 5,4 + j20 \Rightarrow 20,7 e^{j75^\circ} \text{ A}.$$

Если уменьшить R_{ca} в $\sqrt{3}$ раз и принять $R'_{ca} = R_{ca} / \sqrt{3} = 10 / \sqrt{3} = 5,77$ Ом, то

$$\underline{I}'_{ca} = \underline{U}_{ca} / R'_{ca} = 400e^{j150^\circ} / 5,77 = 69,3 e^{j150^\circ} \Rightarrow -60 + j34,6 \text{ A}$$

$$\underline{I}'_a = \underline{I}_{ab} - \underline{I}'_{ca} = -20 + j34,6 - (-60 + j34,6) = 40 \text{ A},$$

$$\underline{I}'_c = \underline{I}'_{ca} - \underline{I}_{bc} = -60 + j34,6 - (-40) = -20 + j34,6 \Rightarrow 40 e^{j120^\circ} \text{ A}.$$



Токи одинаковы по модулю во всех трёх проводах и совпадают по фазам с фазными напряжениями питающей цепи. Мы подключили однофазный приёмник R'_{ca} так, что симметрично нагрузили трёхфазную сеть.

