

## 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:

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

$$\Rightarrow 34,6 + j20 \text{ А,}$$

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

$$\Rightarrow 0 - j80 \text{ А,}$$

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

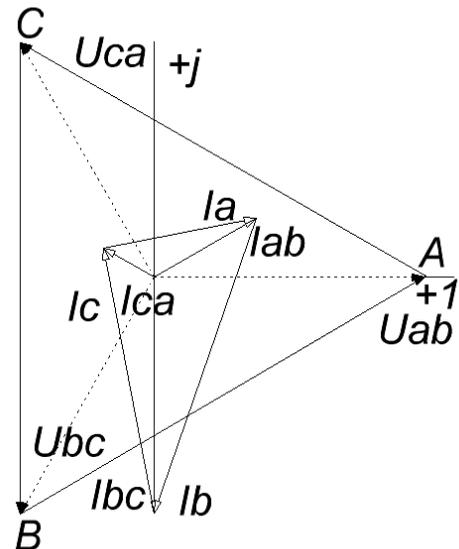
$$\Rightarrow -17,3 + j10 \text{ А.}$$

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

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

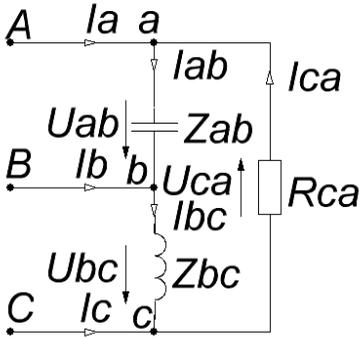
$$\underline{i}_b = \underline{i}_{bc} - \underline{i}_{ab} = 0 - j80 - (34,6 + j20) = -34,6 - j100 \Rightarrow 105,8 e^{-j109^\circ} \text{ А,}$$

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



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  $Z_{ab} = -j10$  Ом (конденсатор),  $Z_{bc} = j10$  Ом (дроссель),  $R_{ca} = 10$  Ом (резистор).

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

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

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

$$I_b = I_{bc} - I_{ab} = -40 - (-20 + j34,6) = -20 - j34,6 \Rightarrow 40 e^{-j120^\circ} \text{ A},$$

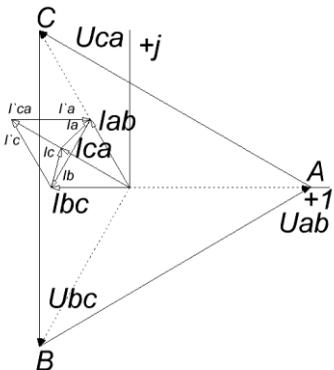
$$I_c = I_{ca} - I_{bc} = -34,6 + j20 - (-40) = 5,4 + j20 \Rightarrow 20,7 e^{j75^\circ} \text{ A}.$$

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

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

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

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



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.

