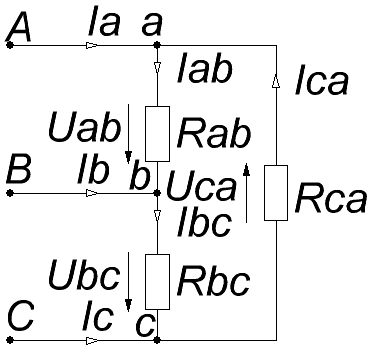
119 Расчёт несимметричной трёхфазной цепи при соединении приёмников треугольником

На фазы приёмника поданы линейные напряжения источника питания:



$\underline{Uab}$ = 400 e^{j30^o}, $\underline{Ubc}$ = 400 e^{-j90^o},
$\underline{Uca}$ = 400 e^{j150^o} В.

Приёмник несимметричный, его фазы имеют разные сопротивления
Rab = 10, *Rbc* = 5, *Rca* =20 Ом.

Токи фаз определяем по закону Ома:

$\underline{Iab} = \underline{Uab} / Rab = 400\ e^{j30^o}/10 = 40\ e^{j30^o}$ =>
=> 34,6 +j20 А,

$\underline{Ibc} = \underline{Ubc} / Rbc = 400\ e^{-j90^o}/5 = 80\ e^{-j90^o}$=>
=> 0 – j80 А,

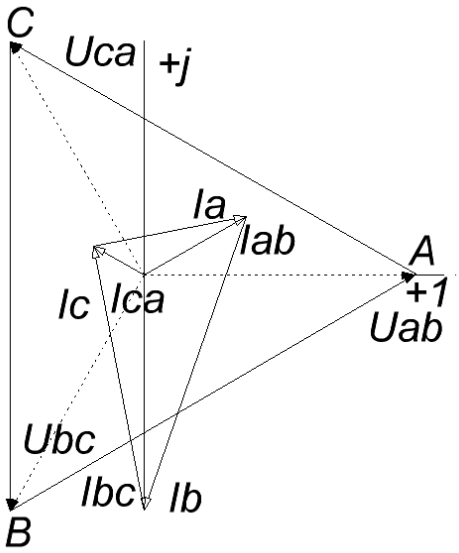
$\underline{Ica} = \underline{Uca} / Rca = 400\ e^{j150^o}/20 = 20e^{j150^o}$ =>
=> – 17,3 +j10 А.

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

$\underline{Ia} = \underline{Iab} - \underline{Ica}$ = 34,6 +j20 – (– 17,3 +j10) = 41,9 + j10 => 43,1 $e^{j13,4^o}$А,

$\underline{Ib} = \underline{Ibc} - \underline{Iab}$ = 0 – j80 – (34,6 +j20) = – 34,6 – j100 => 105,8 e^{-j109^o}А,

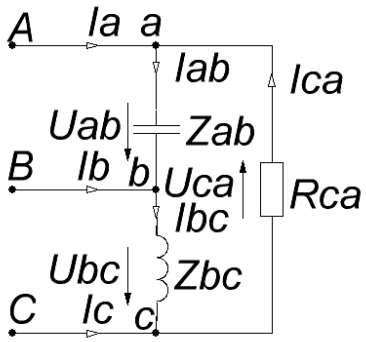
$\underline{Ic} = \underline{Ica} - \underline{Ibc}$ = – 17,3 +j10 – (0 – j80) = – 17,3 + j90 => 91,7 e^{j101^o}А.



На векторной диаграмме фазные токи $\underline{Iab}$, $\underline{Ibc}$ и $\underline{Ica}$ выходят из начала координат а линейные $\underline{Ia}$, $\underline{Ib}$ и $\underline{Ic}$ соединяют их концы.

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 $\underline{Zab}$ = –j10 Ом (конденсатор),

$\underline{Zbc}$ = j10 Ом (дроссель),
Rca = 10 Ом (резистор).
Токи фаз определяем по закону Ома:
$\underline{Iab} = \underline{Uab}/\underline{Zab} = 400e^{j30^\circ}/-j10 = 40e^{j120^\circ}$ =>
=> – 20 + j34,6 А,
$\underline{Ibc} = \underline{Ubc}/\underline{Zbc} = 400\ e^{-j90^\circ}/j10 = 40e^{-j180^\circ}$=>
=> – 40 А,
$\underline{Ica} = \underline{Uca}\ /\ Rca = 400\ e^{j150^\circ}/10 = 40e^{j150^\circ}$ =>
=> – 34,6 +j20 А.

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

$\underline{Ia} = \underline{Iab} - \underline{Ica}$ = – 20 + j34,6 – (– 34,6 +j20) = 14,6 + j14,6 => 20,7 e^{j45°А,

$\underline{Ib} = \underline{Ibc} - \underline{Iab}$ = – 40 – (– 20 + j34,6) = – 20 – j34,6 => 40 e^{-j120°А,

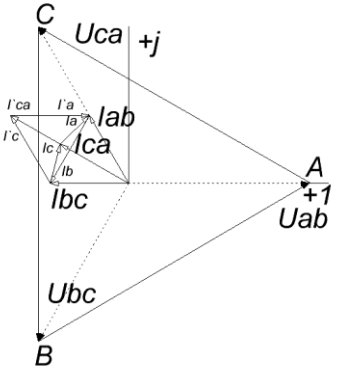
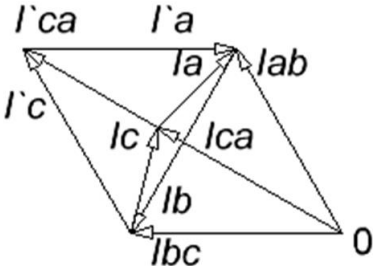
$\underline{Ic} = \underline{Ica} - \underline{Ibc}$ = – 34,6 +j20 – (– 40) = 5,4 + j20 => 20,7 e^{j75°А.

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

$\underline{I'ca} = \underline{Uca}\ /\ R'ca = 400\ e^{j150^\circ}/5{,}77 = 69{,}3\ e^{j150^\circ}$ => – 60 +j34,6 А

$\underline{I'a} = \underline{Iab} - \underline{I'ca}$ = – 20 + j34,6 – (– 60 +j34,6) = 40 А,

$\underline{I'c} = \underline{I'ca} - \underline{Ibc}$ = – 60 +j34,6 – (– 40) = – 20 + j34,6 => 40 e^{j120°А.



На векторной диаграмме 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.