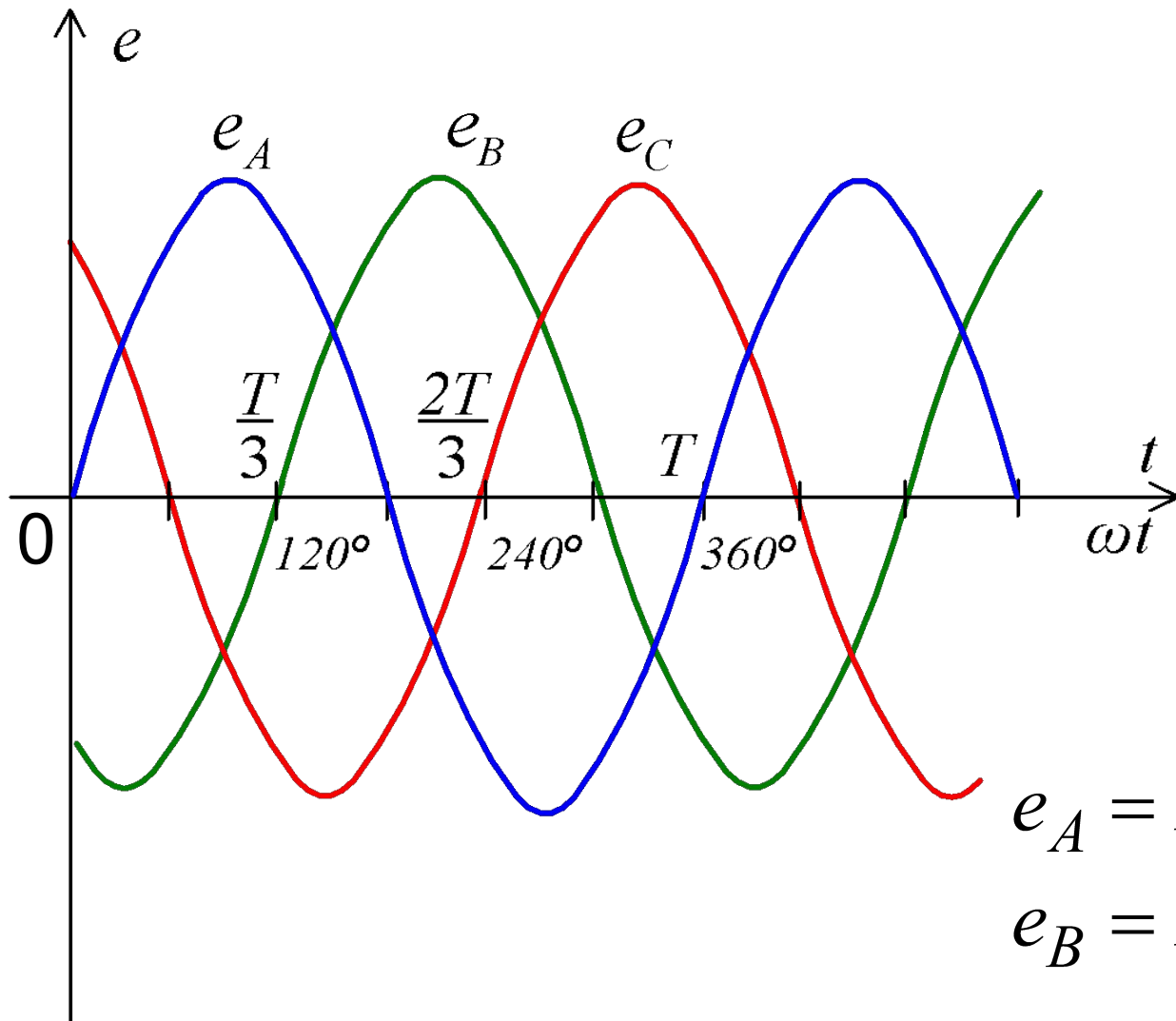


Трехфазные электрические цепи.
Основные положения.

Трехфазная цепь состоит из трехфазной системы ЭДС и нагрузки.

Трехфазную систему ЭДС получают при помощи трехфазных генераторов.

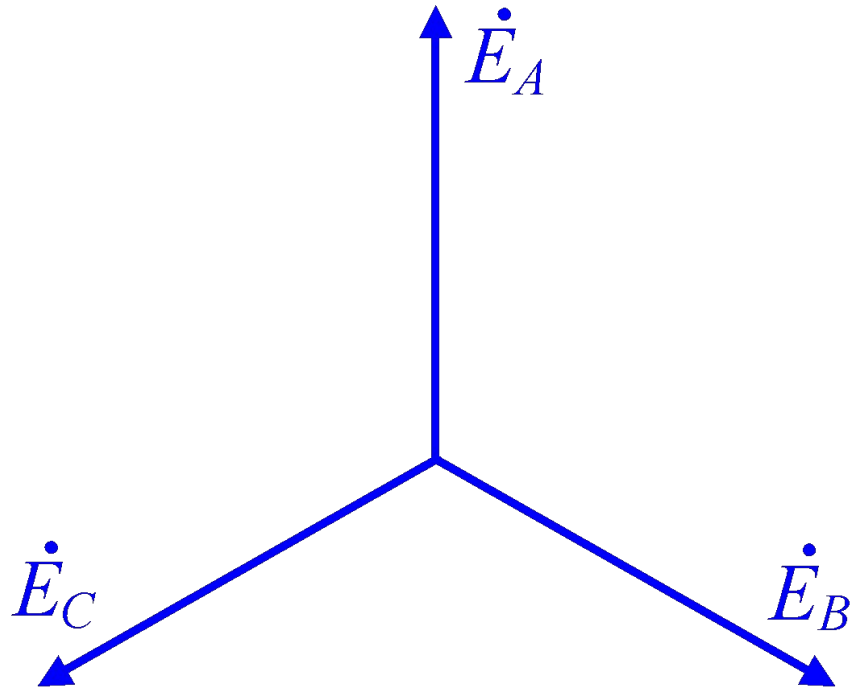
В симметричной трехфазной цепи ЭДС имеют одинаковую частоту, одинаковую амплитуду и одинаково сдвинуты по фазе на 120° ($1/3$ периода).



$$e_A = E_m \sin \omega t;$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

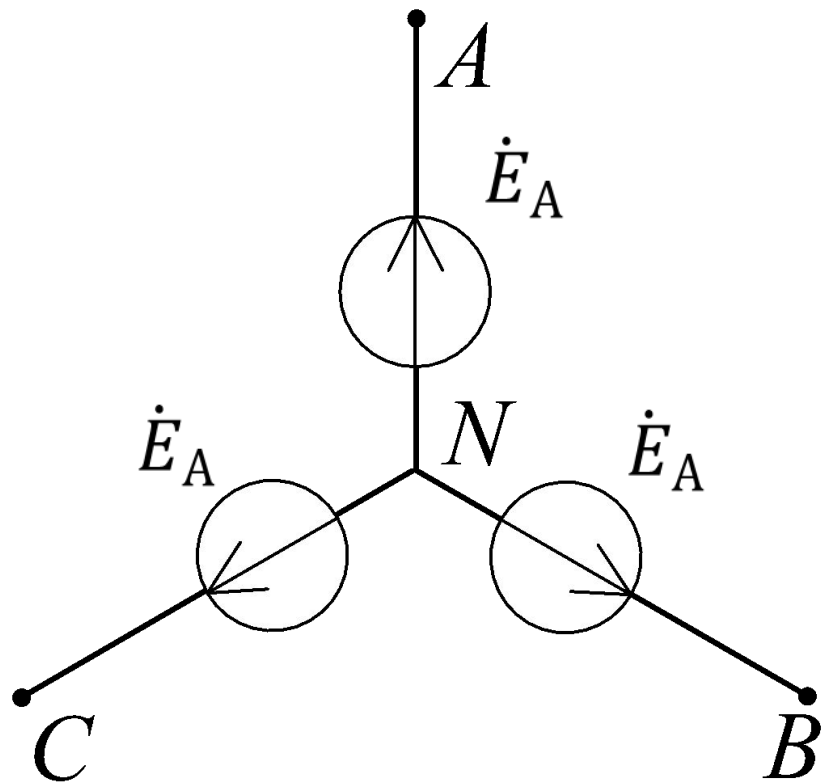
$$e_C = E_m \sin(\omega t + 120^\circ).$$



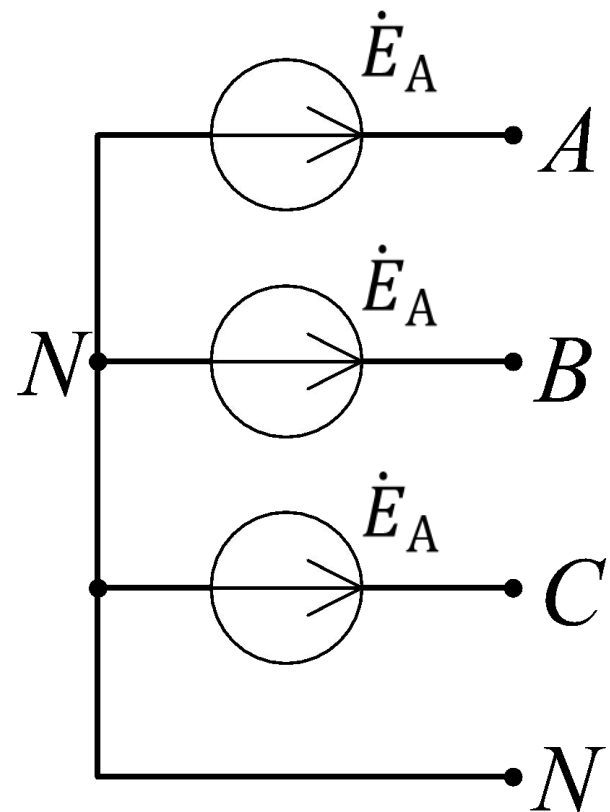
В симметричной трехфазной цепи сопротивления нагрузки одинаковы не только по величине, но и характеру:

$$Z_A = Z_B = Z_C = ze^{j\varphi}.$$

Обмотки трехфазного генератора – источники ЭДС – соединяют треугольником (Δ) или звездой (Y). Сопротивления нагрузки также соединяют Δ или Y .

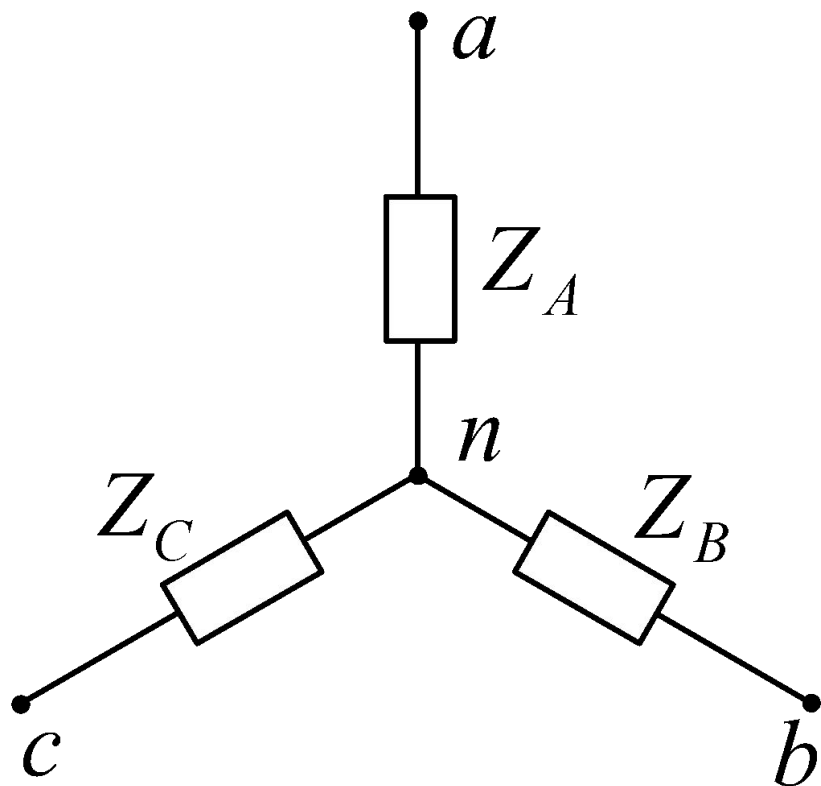


или

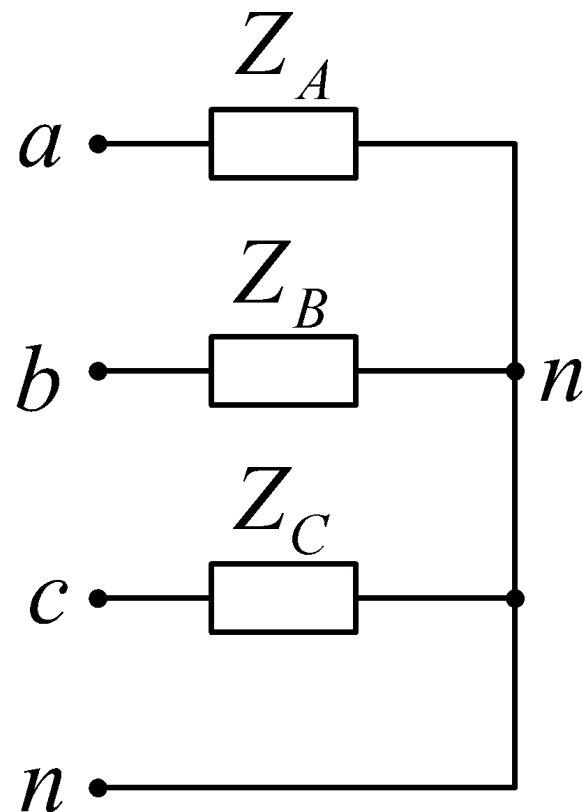


N – нейтральная точка генератора, $\varphi_N = 0$;

A, B, C – зажимы генератора.



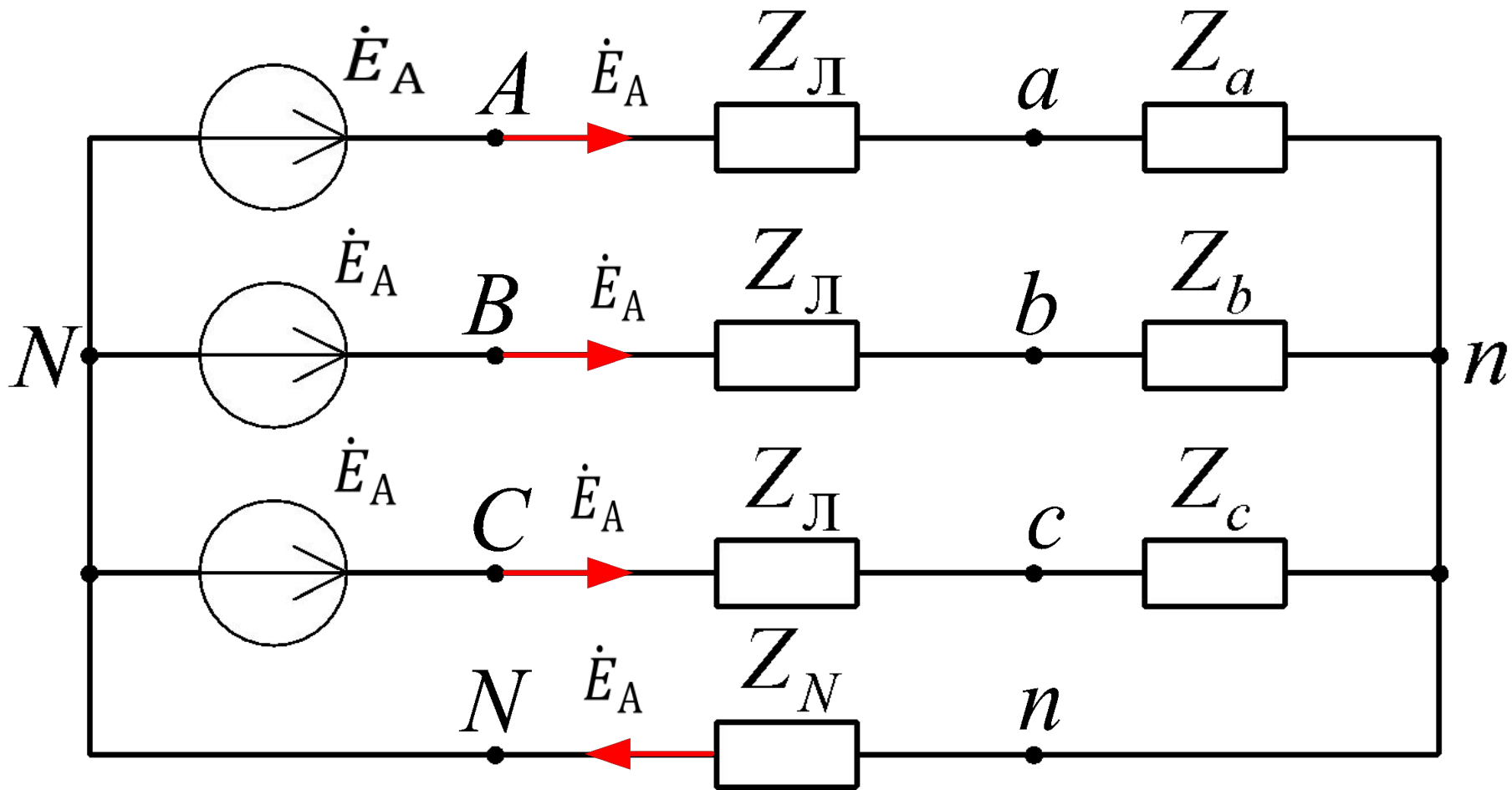
ИЛИ



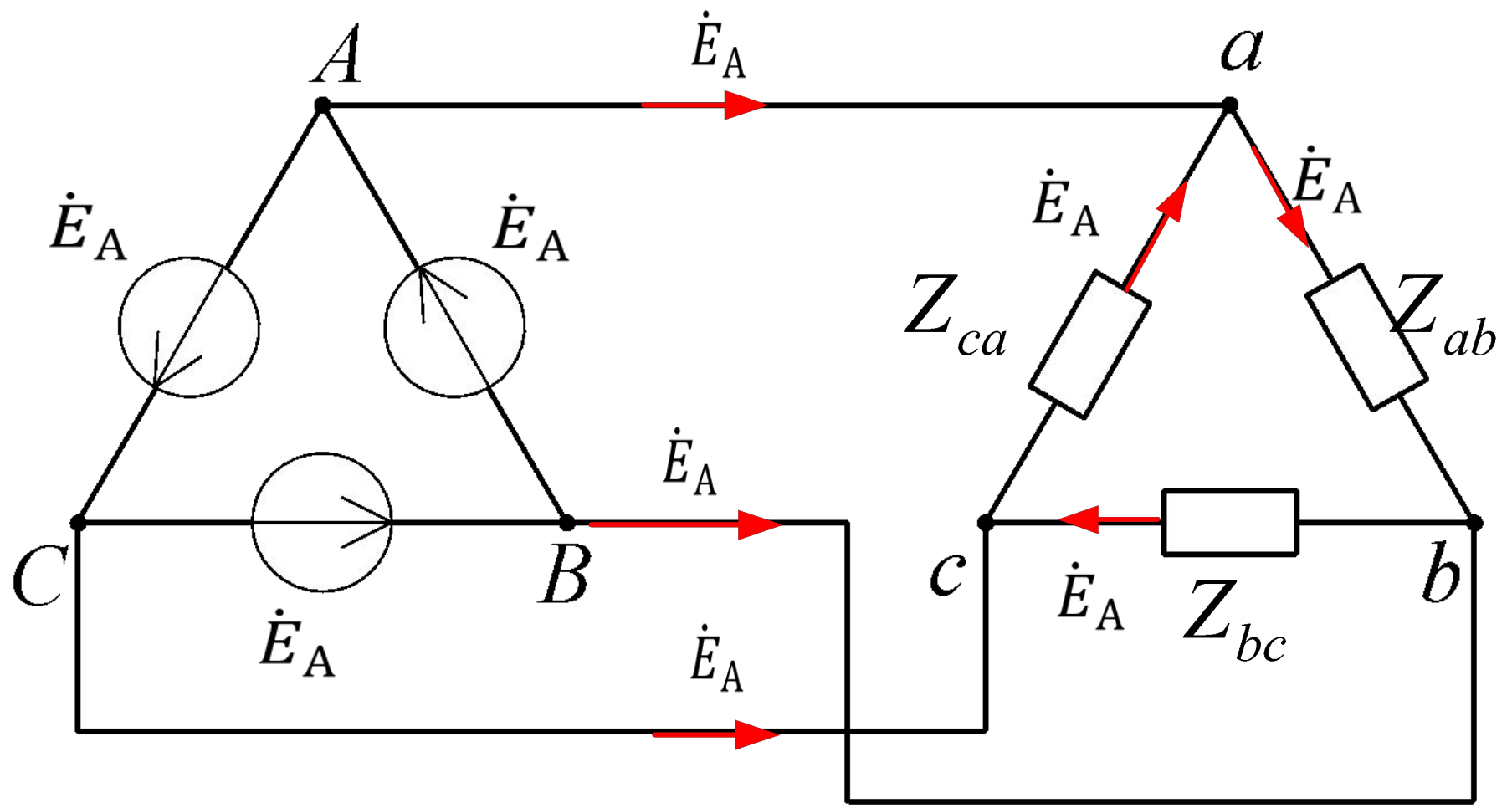
n – нейтральная точка нагрузки;

a, b, c – зажимы нагрузки.

Y – Y (с нейтральным проводом)



$\Delta - \Delta$



Фаза – однофазный участок трехфазной цепи.

Провода, соединяющие источник и нагрузку, – линейные.

Токи в линейных проводах \dot{E}_A – **линейные токи** направлены от генератора к нагрузке.

Ток в нейтральном проводе \dot{E}_A направлен от нагрузки к генератору:

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

– фазные напряжения.

$$\dot{E}_A$$

– линейные напряжения.

$$\dot{E}_A$$

– линейные токи.

$$\dot{E}_A$$

– фазные токи.

При соединении Y:

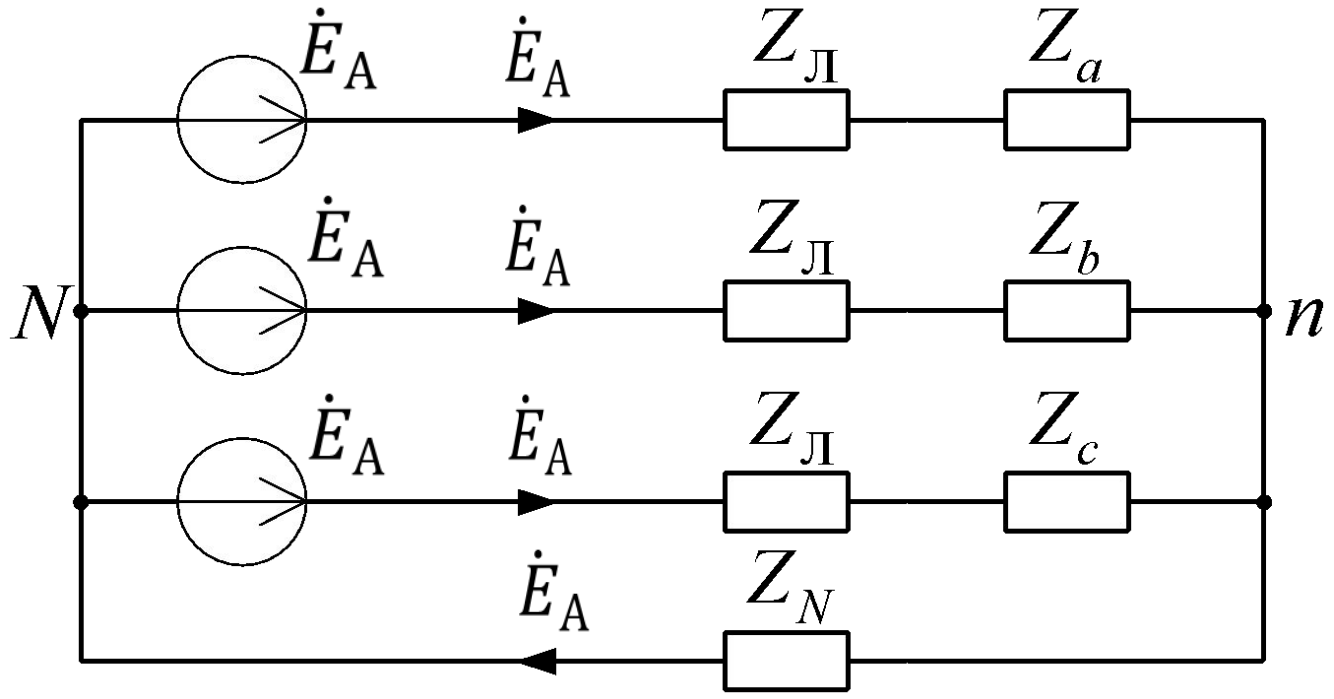
линейный ток совпадает с фазным.

При соединении Δ:

линейное напряжение совпадает с фазным.

Для решения задач чаще применяется **метод узловых потенциалов** при соединении $Y - Y$.

При соединении нагрузки Δ предварительно выполняют его **преобразование в Y** .

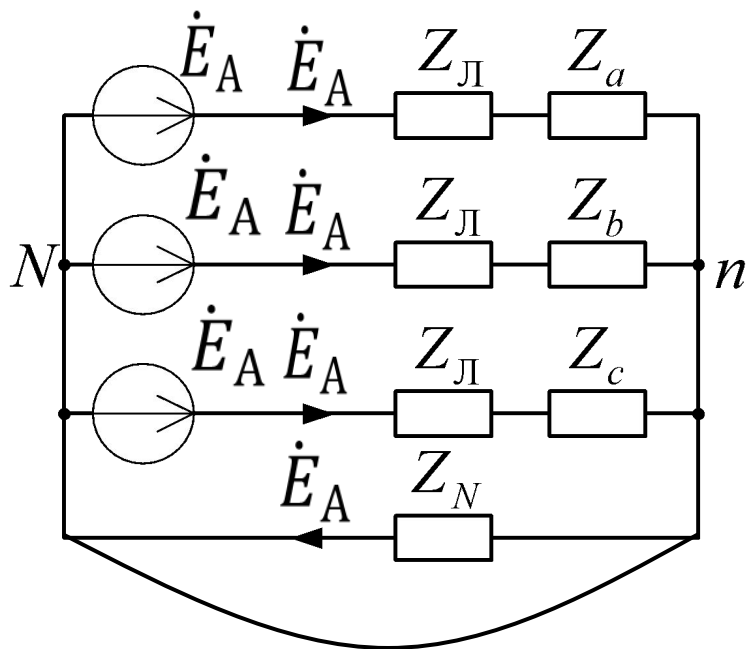


Заданы:

$$\dot{E}_A \quad Z_{\text{Л}} = Z_{bN} = Z_c = Z; \quad Z; \quad Z.$$

Определить:

$$\dot{E}_A$$



\dot{E}_A

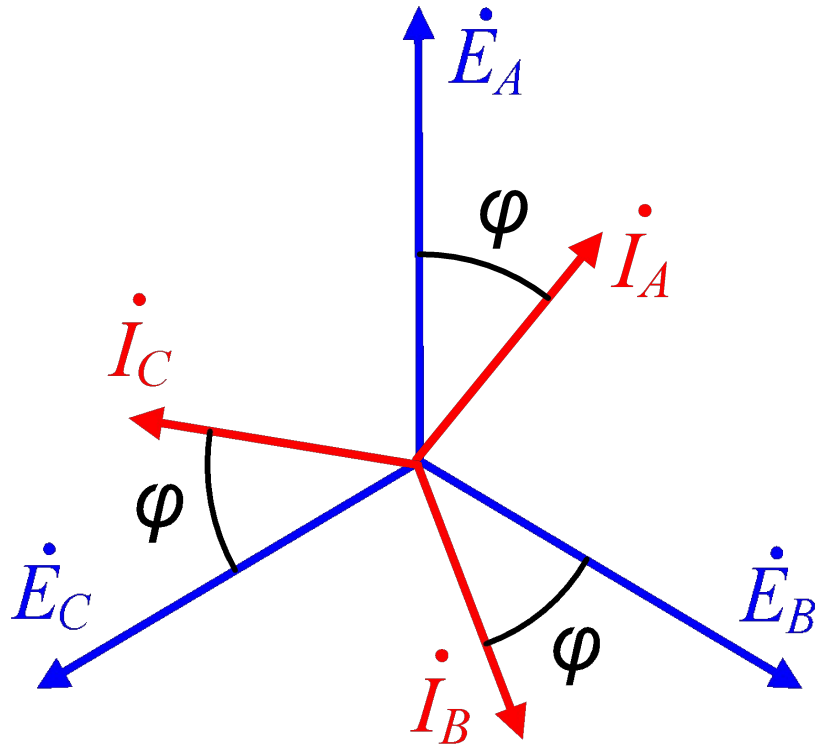
\dot{E}_A

\dot{E}_A

\dot{E}_A

\dot{E}_A

Знаменатели в этих соотношениях равны. Следовательно, модули токов также равны, а токи, как и ЭДС, сдвинуты по фазе друг относительно друга на 120° :

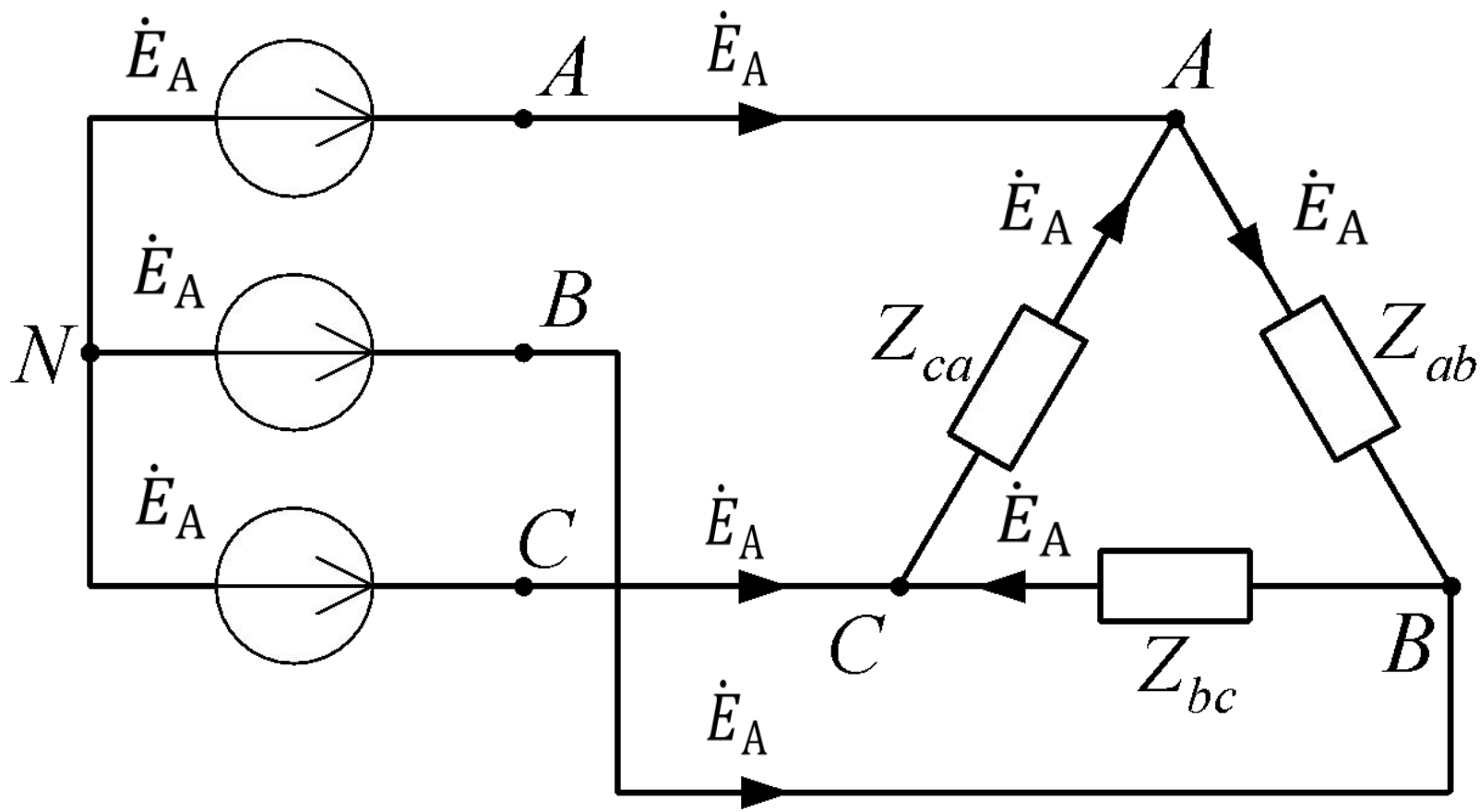


а их сумма

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

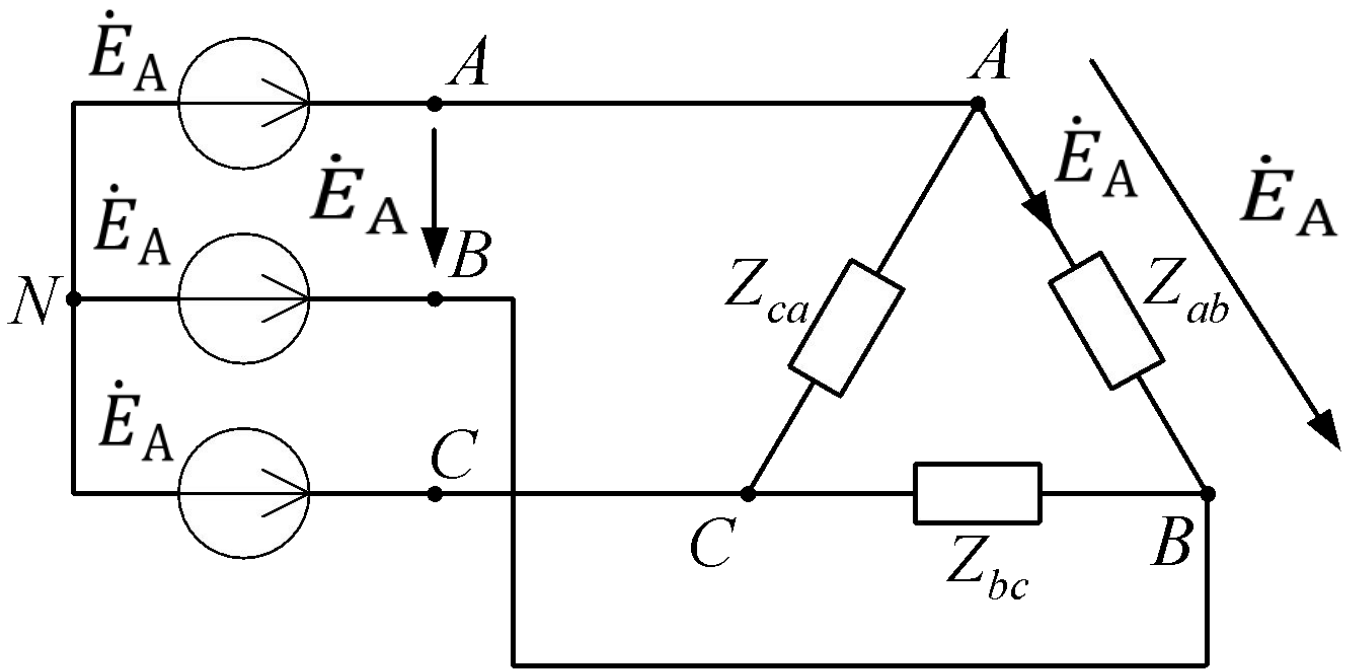


Заданы:

$$\dot{E}_A \quad Z_{ab} = Z_{bc} = Z_{ca} = Z.$$

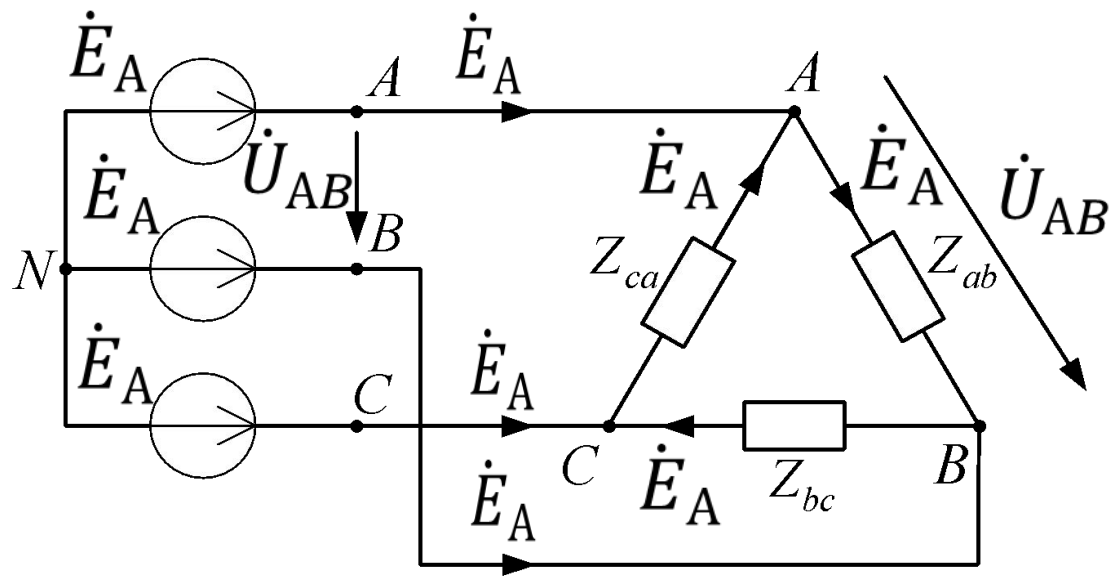
Определить:

$$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A$$



К сопротивлениям нагрузки приложены линейные напряжения генератора:

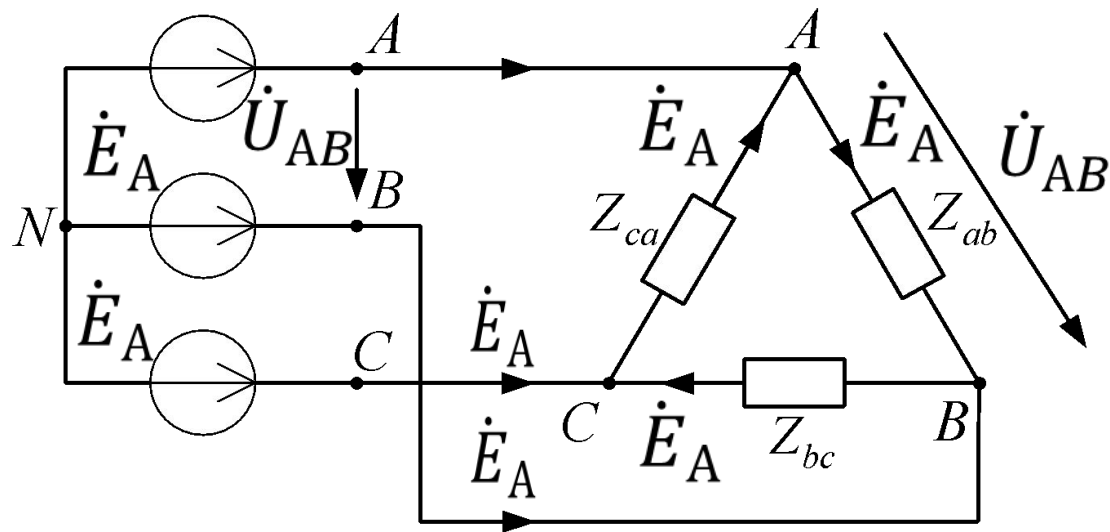
$$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A$$
$$\dot{E}_A$$



Фазные токи нагрузки находим по закону Ома:

$$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A \quad \dot{E}_A$$

Эти токи будут равны по величине и сдвинуты по фазе друг относительно друга на 120° .

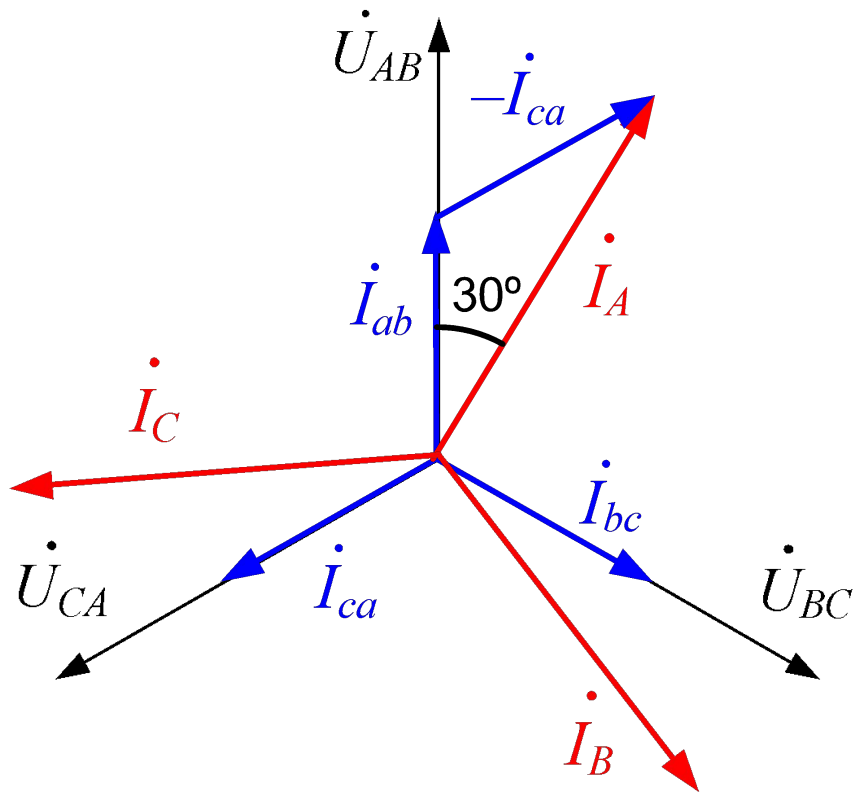


Линейные токи можно выразить по первому закону Кирхгофа:

Узел А: \dot{E}_A \dot{E}_A

Узел В: \dot{E}_A \dot{E}_A

Узел С: \dot{E}_A \dot{E}_A



при $Z_{ab} = Z_{bc} = Z_{ca} = r$

\dot{E}_A

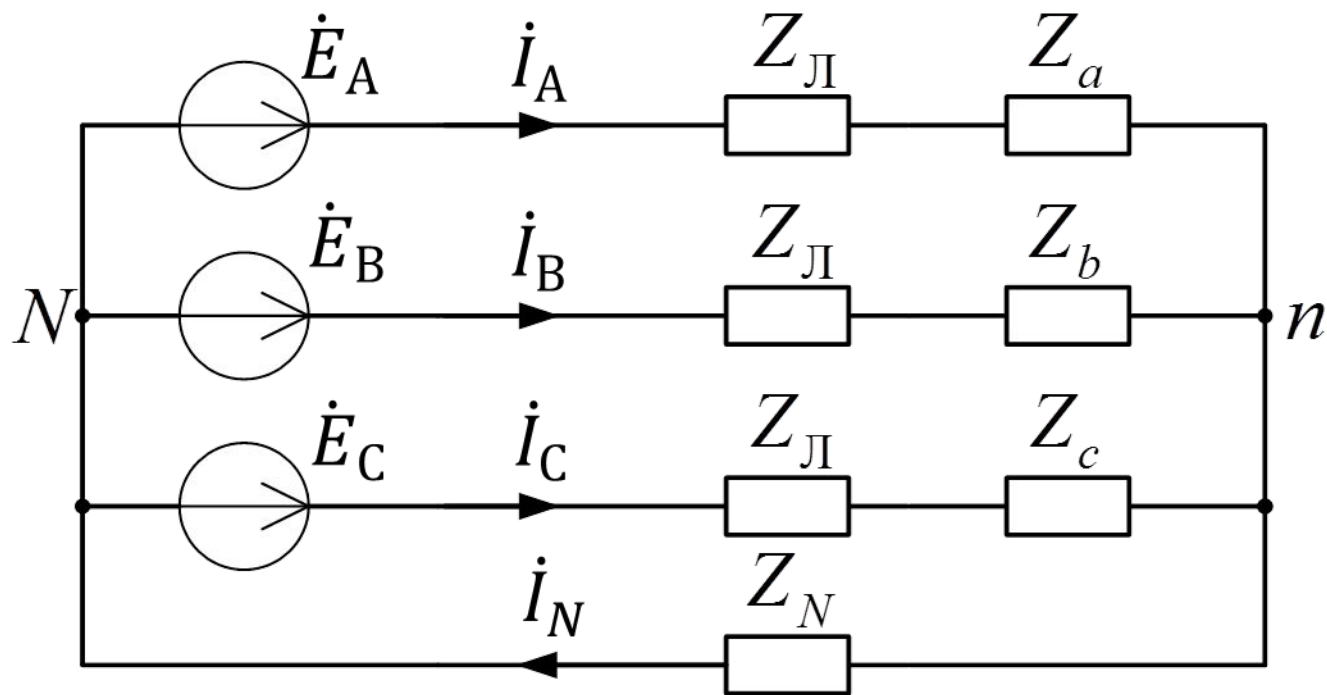
$$I_L = \sqrt{3} I_\Phi.$$

При соединении симметричной нагрузки Δ линейный ток больше фазного в $\sqrt{3}$ раз.

При расчете симметричных трехфазных цепей находят ток одной из фаз, а токи в других фазах будут равны по величине и сдвинуты на $+120^\circ$ или -120° .

Особенности расчета несимметричных трехфазных цепей

Y – Y с нейтральным проводом,
сопротивление которого учитывается



$$Z_a \neq Z_b \neq Z_c.$$

$$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A$$

Напряжение смещения нейтрали:

$$\dot{E}_A$$

где $Y = \frac{1}{Z}$.

Токи:

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

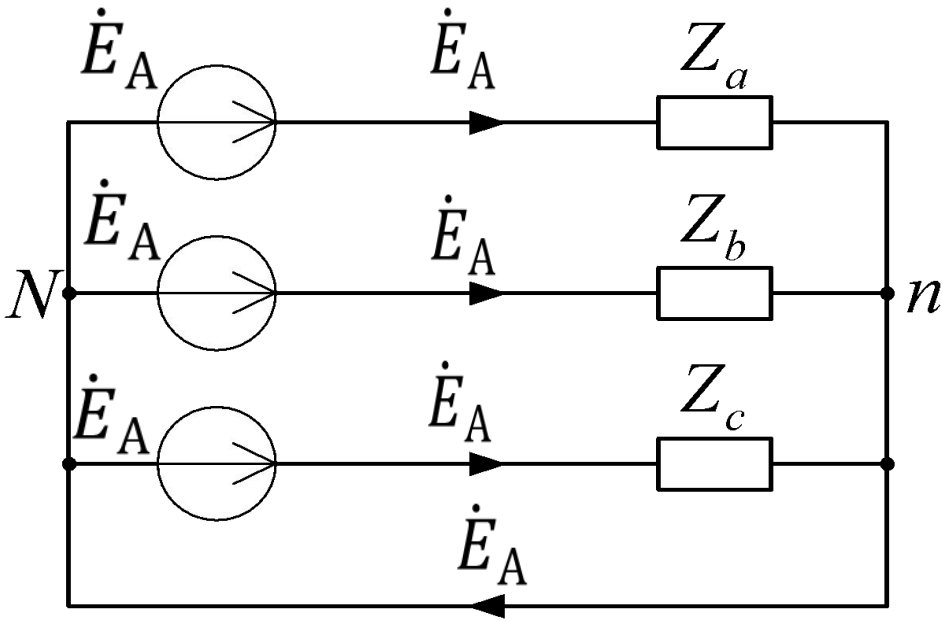
$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

Y – Y с нейтральным проводом,
сопротивление которого не учитывается



Заданы: \dot{E}_A

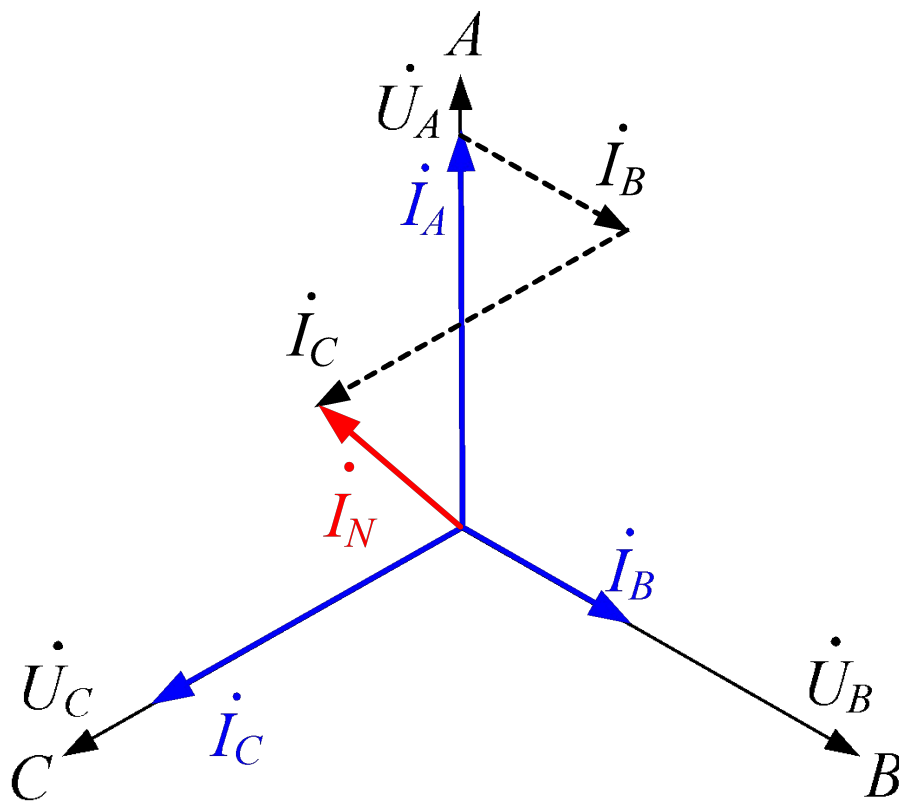
$Z_a \neq Z_b \neq Z_c$.

Определить:

i_A, i_B, i_C, i_N .

$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A \quad \dot{E}_A$

$$i_N = i_A + i_B + i_C.$$



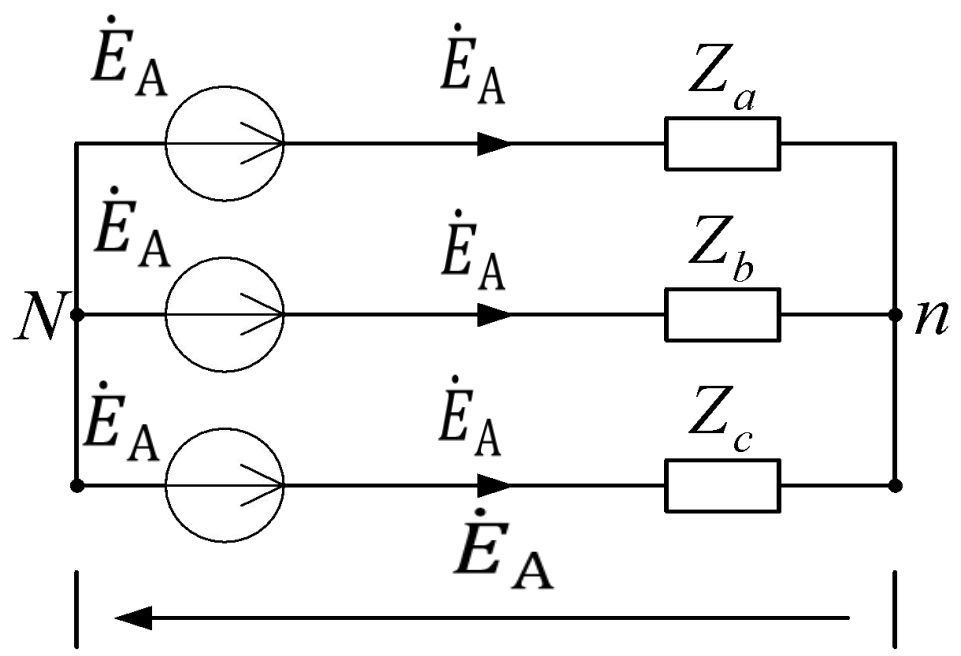
$$Z_a = r_1;$$

$$Z_b = r_2;$$

$$Z_c = r_3;$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C.$$

Y – Y без нейтрального провода



$$\dot{E}_A \quad \dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$

где \dot{E}_A – напряжение смещения нейтрали.

$$\dot{E}_A$$

$$\dot{E}_A$$