

РАСЧЕТ ФАЗНЫХ И ЛИНЕЙНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ, МОЩНОСТЕЙ В ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЯХ

1. Соединение по схеме «звезда»

1.1. Три одинаковые группы ламп накаливания, соединенные по схеме «звезда», включены в трехфазную четырехпроводную сеть с действующим значением линейного напряжения $U_L = 380\text{В}$. Определить полную мощность, потребляемую нагрузкой, если линейный ток $I_L = 16,5\text{А}$.

Ответ: $S =$

1.2. Потребитель, соединенный по схеме «звезда» (нагрузка равномерная), включен в трехфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения $U_L = 380\text{В}$. Коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,5$, ток в фазе $I_\phi = 22\text{А}$. Определить полную и активную мощности нагрузки.

Ответ: $P = S =$

1.3. В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_L = 220\text{В}$ включены три одинаковых приемника энергии, соединенные звездой. Сопротивления приемников $R = 6$ и $X_L = 8\text{Ом}$. Определить фазные и линейные токи, активную мощность трехфазной нагрузки.

Ответ: $I_\phi = I_L = S =$

1.4. В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_L = 220\text{В}$ включены три одинаковых приемника энергии, соединенные звездой. Сопротивления приемников $R = 6$ и $X_L = 8\text{Ом}$. Определить фазные и линейные токи, полную мощность трехфазной нагрузки.

Ответ: $I_\phi = I_L = P =$

1.5. В трехфазную четырех проводную сеть включили звездой несимметричную нагрузку: в фазу А – индуктивный элемент с индуктивностью L_A , в фазу В – резистор с сопротивлением R_B , и емкостный элемент с емкостью C_B , в фазу С – резистор с сопротивлением R_C . Линейное напряжением сети $U_{\text{ном}}$. Частота сети 50Гц. Определить фазные токи I_A, I_B, I_C , активную мощность цепи P , реактивную мощность Q и полную мощность S , начертить схему цепи

R_B , Ом	R_C , Ом	L_A , мГн	C_B , мкФ	$U_{\text{ном}}$, В
25	5	10	100	380

Ответ: $I_A =, I_B =, I_C = P = S = Q =$

Электрические цепи, которые состоят из совокупности переменных ЭДС одной частоты и сдвинутых по фазе друг относительно друга на треть периода называют трехфазной системой переменного тока. Однофазная цепь, входящая в систему данной многофазной цепи, называется **фазой**.

В трехфазных системах обмотки генератора и электроприемника соединяют по схемам «звезда» или «треугольник».

Если нагрузки (приемники) соединены в трехфазную цепь по схеме «звезда», то к сопротивлениям нагрузки приложены фазные напряжения. Линейные токи равны фазным и определяются по закону Ома:

$$I_A = \frac{U_A}{R_A}; I_B = \frac{U_B}{R_B}; I_C = \frac{U_C}{R_C},$$

а ток в нейтрали равен векторной сумме этих токов:

$$\vec{I}_N = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$$

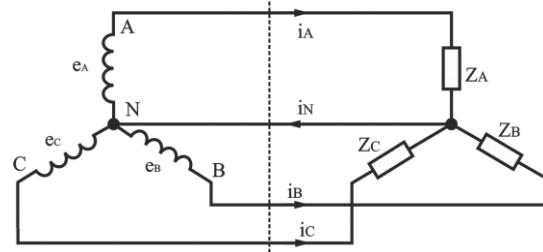


Рисунок 1 - Соединение генератора и приемника «звездой»

При симметричных напряжениях U_A, U_B, U_C и одинаковых сопротивлениях $R_A = R_B = R_C = R$ токи I_A, I_B, I_C также симметричны и их векторная сумма (I_N) равна нулю. Тогда:

$$I_L = I_\phi = \frac{U_\phi}{R}; I_N = 0,$$

а напряжение

$$U_L = \sqrt{3}U_\phi$$

Мощность трёхфазной нагрузки складывается из мощностей фаз:

$$\sum P = P_A + P_B + P_C$$

Когда нагрузка симметричная и чисто резистивная, имеем

$$\sum P = P_A + P_B + P_C = 3P_\phi = 3U_\phi I_\phi$$

При смешанной (активно-индуктивной или активно-емкостной) нагрузке:

активная мощность

$$\sum P = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$$

реактивная мощность

$$\sum Q = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi$$

полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3}U_L I_L$$

2. Соединение по схеме «треугольник»

2.1. Трехфазный асинхронный двигатель мощностью 7 кВт, напряжением 127 В фазы (обмотки двигателя соединены треугольником) работает с коэффициентом мощности $\cos\varphi=0,87$. Найти ток в линейных проводах, с помощью которых двигатель присоединен к сети, если его к.п.д. равен 87%.

Ответ: $I_L=$

2.2. К трехфазной сети с $U_L = 660$ В подключены три одинаковых приемника энергии, соединенные треугольником и имеющие сопротивления $R = 32$ и $X_L = 24$ Ом. Определить фазные и линейные токи.

Ответ: $I_\phi = I_L =$

2.3. В трехфазную сеть с $U_L=380$ В включен по схеме треугольник асинхронный двигатель, имеющий $Z_\phi=19$ Ом, $\cos \varphi=0,8$. Найти линейные токи и активную мощность, потребляемую двигателем из сети.

Ответ: $I_L=P=$

2.4. В трехфазной сети с $U_L = 3000$ В подключены три одинаковых приемника, сопротивления которых $R = 120$ и $X_L = 160$ Ом. Найти фазные и линейные токи и мощности, если приемники соединены треугольником.

Ответ: $I_\phi=I_L=P=$

2.5. В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку. В фазу АВ – емкостный элемент C_{AB} , в фазу ВС – индуктивный элемент с активным сопротивлением R_{BC} и индуктивностью L_{BC} , в фазу С – резистор с сопротивлением R_{CA} . Линейное напряжение сети U_H . Частота сети 50Гц. Определить фазные токи I_{AB} , I_{BC} , I_{CA} , активную мощность цепи P , реактивную мощность Q и полную мощность трехфазной цепи S , начертить схему цепи.

R_{BC} , Ом	R_{CA} , Ом	L_{BC} , мГн	C_{AB} , мкФ	$U_{ном}$, В
4	10	10	320	220

Ответ: $I_A=$, $I_B=$, $I_C=P=S=Q=$

Если нагрузки (приемники) соединены в трехфазную цепь по схеме «треугольник», нагрузка R_{AB} , R_{BC} и R_{CA} каждой фазы включается на полное линейное напряжение, которое равно фазному:

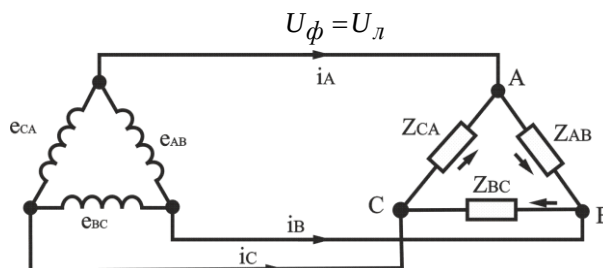


Рисунок 2 – Соединение генератора и приемника «треугольником»

Фазные токи I_{AB} , I_{BC} и I_{CA} определяются по закону Ома.

Линейные токи определяются по первому закону

Кирхгофа:

$$\vec{I}_A = \vec{I}_{AB} - \vec{I}_{CA}; \quad \vec{I}_B = \vec{I}_{BC} - \vec{I}_{AB}; \quad \vec{I}_C = \vec{I}_{CA} - \vec{I}_{BC}$$

При симметричных напряжениях U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} и одинаковых нагрузках фаз $R_{AB} = R_{BC} = R_{CA} = R$ токи также симметричны:

$$I_L = \sqrt{3} I_\phi = \sqrt{3} \frac{U_\phi}{R}.$$

Мощность, потребляемая трехфазной нагрузкой при ее соединении в «треугольник», складывается из мощностей фаз

$$\sum P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA}$$

При симметричной или чисто активной нагрузке

$$\sum P = 3P_\phi = 3U_\phi I_\phi$$

При смешанной (активно-индуктивной или активно-емкостной) нагрузке:

активная мощность

$$\sum P = 3U_\phi I_\phi \cos\varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos\varphi$$

реактивная мощность

$$\sum Q = 3U_\phi I_\phi \sin\varphi = \sqrt{3} U_L I_L \sin\varphi$$

полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3} U_L I_L$$