

Практическое занятие № 5 (2 часа)

Дисциплина: ОП 04 Основы электротехники

Специальность: 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Группа: 27,29

Тема: Расчет трехфазной четырехпроводной электрической цепи синусоидального тока, нагрузка симметричная, несимметричная.

Цель: Определить параметры трехфазной электрической цепи при соединении «звездой»

Выполните задания и вышлите готовые задания на электронную почту

Witalz@yandex.ru.

Задания: Выполните расчет задач 1-3 из раздела самостоятельная работа, ответьте на дополнительные вопросы.

Теоретические сведения.

Расчет цепей при соединении источников и потребителей звездой

Задача 1.

Освещение здания питается от четырехпроводной трехфазной сети с линейным напряжением $U_{л} = 380$ В. Первый этаж питается от фазы "А" и потребляет мощность 1760 Вт, второй – от фазы "В" и потребляет мощность 2200 Вт, третий – от фазы "С", его мощность 2640 Вт. Составить электрическую схему цепи, рассчитать токи, потребляемые каждой фазой, и ток в нейтральном проводе, вычислить активную мощность всей нагрузки. Построить векторную диаграмму.

Анализ и решение задачи 1

Схема цепи показана на рис. 1

Лампы освещения соединяются по схеме звезда с нейтральным проводом.

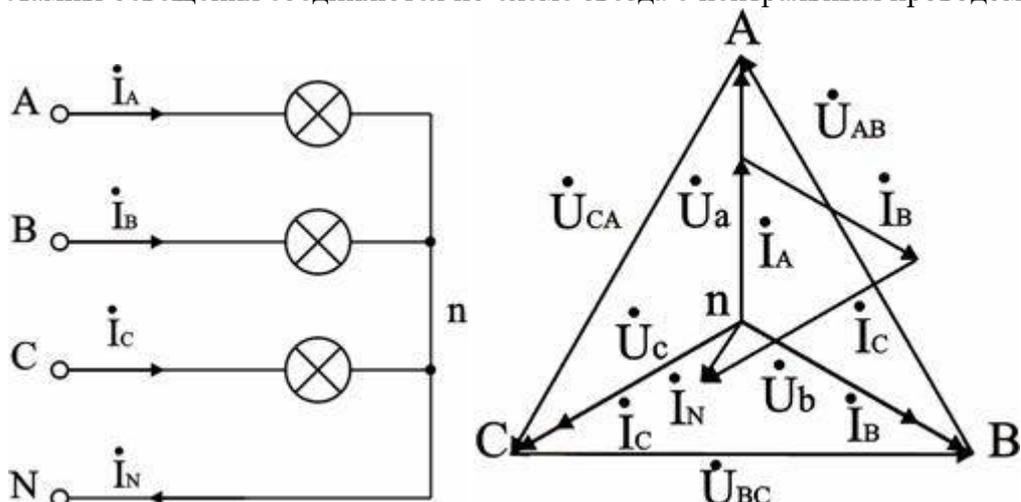


Рис. 1

Расчет фазных напряжений и токов. При соединении звездой $U_{л} = \sqrt{3} U_{\phi}$, отсюда

$U_{\phi} = U_{л} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220$ В. Осветительная нагрузка имеет коэффициент мощности $\cos \phi = 1$, поэтому $P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}$ и фазные токи будут равны:

$$I_A = P_A / U_{\Phi} = 1760 / 220 = 8 \text{ A}; I_B = P_B / U_{\Phi} = 2200 / 220 = 10 \text{ A};$$

$$I_C = P_C / U_{\Phi} = 2640 / 220 = 12 \text{ A}.$$

Построение векторной диаграммы и определение тока в нейтральном проводе.

Векторная диаграмма показана на рис. 6.27. Ее построение начинаем с равностороннего треугольника линейных напряжений \dot{U}_{AB} , \dot{U}_{BC} , \dot{U}_{CA} , и симметричной звезды фазных напряжений \dot{U}_a , \dot{U}_b , \dot{U}_c . При таком построении напряжение между любыми точками схемы можно найти как вектор, соединяющий соответствующие точки диаграммы, поэтому диаграмму называют топографической.

Токи фаз \dot{I}_A , \dot{I}_B , \dot{I}_C связаны каждый со своим напряжением; в нашем случае по условию $\varphi = 0$, и токи совпадают по фазе с напряжениями. Ток в нейтральном проводе $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$. По построению (в масштабе) по величине $I_N = 2,5 \text{ A}$.

Вычисление активной мощности в цепи.

Активная мощность цепи равна сумме мощностей ее фаз:

$$P = P_A + P_B + P_C = 1760 + 2200 + 2640 = 6600 \text{ Вт}.$$

Дополнительные вопросы к задаче 1

1. Может ли ток в нейтральном проводе быть равным нулю?

Ток в нейтральном проводе равен нулю при симметричной нагрузке, в этом случае для нормальной работы цепи нейтральный провод не нужен, т.е. питание нагрузки возможно по трехпроводной схеме.

2. Как изменится режим работы цепи, если в одну из фаз вместо освещения включить двигатель?

Ток в этой фазе будет определяться включенной в нее нагрузкой, токи во остальных фазах не изменятся, изменится ток в нейтральном проводе (как по величине так и по фазе).

3. Какие токи изменятся, если в одной из фаз произойдет обрыв?

Токи в оставшихся фазах не изменятся, т.к. при наличии нейтрального провода напряжения на фазах всегда равны напряжениям источника. Изменится ток в нейтральном проводе.

4. Как изменится режим работы цепи при обрыве нейтрального провода?

При несимметричной нагрузке при обрыве нейтрали между точками "N" источника и "n" нагрузки появляется напряжение смещения нейтрали \dot{U}_{nN} , и искажается звезда фазных напряжений на нагрузке, т.е. на каких-то фазах нагрузки напряжение будет больше номинального, а на каких-то меньше, что является для нее аварийным режимом. Т.к. нейтрального провода нет, сумма фазных токов равна нулю.

Самостоятельная работа студента

Задача 1

Трехфазный асинхронный двигатель, соединенный звездой, включен в сеть с $U_{\text{Л}} = 380 \text{ В}$. Сопротивление каждой фазы двигателя равно $Z_{\Phi} = 5 + j5 \text{ Ом}$. Привести схему включения двигателя, определить потребляемую им активную мощность и построить векторную диаграмму.

Ответ: 14440 Вт.

Задача 2

В трехфазную сеть с $U_{\text{Л}} = 380 \text{ В}$ включен соединенный звездой трехфазный асинхронный двигатель с $P_{\text{Н}} = 3 \text{ кВт}$, $I_{\text{Н}} = 10 \text{ А}$, $\eta_{\text{Н}} = 90 \%$. Начертить схему включения двигателя, вычислить параметры его схемы замещения R_{Φ} , X_{Φ} . Построить векторную диаграмму.

Ответ: $R_{\Phi} = 11,16 \text{ Ом}$, $X_{\Phi} = 18,96 \text{ Ом}$

Задача 3

Три одинаковых резистора $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ Ом}$ соединены звездой и подключены к источнику с $U_{\text{Л}} = 220 \text{ В}$. Найти токи в схеме в исходном режиме и при обрыве провода "А" при работе с нейтральным проводом и без него. Построить векторные диаграммы.

Ответ: Исходный режим – $I_A = I_B = I_C = 12,7 \text{ В}$; обрыв фазы "А" при наличии нейтрали – $I_A = 0$; $I_B = I_C = I_N = 12,7 \text{ А}$; обрыв фазы при отсутствии нейтрали – $I_A = 0$; $I_B = I_C = 11 \text{ А}$.