

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kursovaya-rabota/249794>

**Тип работы:** Курсовая работа

**Предмет:** Электротехника

|                                                                                                                          |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Реферат.....                                                                                                             | стр.2  |
| Содержание.....                                                                                                          | стр.3  |
| Введение.....                                                                                                            | стр.4  |
| 1.Составление расчетной схемы электрической цепи.....                                                                    | стр.6  |
| 2.Определение токов в цепи с помощью законов Кирхгофа.....                                                               | стр.8  |
| 3.Проверка баланса активной и реактивной мощности.....                                                                   | стр.13 |
| 4.Определение токов в цепи с помощью метода контурных токов....                                                          | стр.15 |
| 5.Определение токов в цепи методом узловых потенциалов.....                                                              | стр.18 |
| 6.Расчёт методом эквивалентного генератора эдс .....                                                                     | стр.21 |
| 7.Построение потенциальной диаграммы схемы, совмещенной с векторной диаграммой токов.....                                | стр.25 |
| 8.Расчёт цепи с магнитными связями.....                                                                                  | стр.29 |
| 9. Проверка баланса активных и реактивных мощностей для цепи с магнитными связями .....                                  | стр.30 |
| 10. Построение потенциальной диаграммы схемы, совмещенной с векторной диаграммой токов для цепей с магнитными связями... | стр.33 |
| 11. Листинг расчётов раздела 2 в среде Mathematica-3.....                                                                | стр.34 |
| Заключение.....                                                                                                          | стр.39 |
| Список литературы.....                                                                                                   | стр.40 |

Введение.

Наибольшее практическое распространение в промышленности получил синусоидальный переменный ток, вырабатываемый на электростанциях электрическими машинами - синхронными генераторами.

Любая синусоидально изменяющаяся величина полностью определяется тремя параметрами: амплитудой, частотой, начальной фазой (в электрических цепях этими величинами помимо токов являются эдс и напряжения):  $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ ,  $e = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$ ,  $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$ .

Для упрощения расчётов цепей переменного синусоидального тока американский ученый Штейнметц предложил изображать синусоидально изменяющиеся величины векторами на комплексной плоскости, причем, для единообразия, для момента времени  $t=0$ . Для этого момента времени вектор  $I_m e^{j(\omega t + \psi)} = I_m e^{j\psi} = \dot{I}_m$ , где  $\dot{I}_m$  - комплексная величина, модуль которой равен  $I_m$ ;  $\psi$  — угол, под которым вектор  $\dot{I}_m$  проведен к оси +1 на комплексной плоскости, равный начальной фазе.

Величину  $\dot{I}_m$  называют комплексной амплитудой тока  $i$ . Комплексная амплитуда изображает ток  $i$  на комплексной плоскости для момента времени  $t=0$ . Комплексные амплитуды или векторы, изображающие синусоидальные функции времени, имеют другой смысл, чем векторы, определяющие физические величины в пространстве, к которым относятся векторы скорости, силы, напряженности электрического поля и т. д.

Сущность символического метода расчета цепей синусоидального тока. заключается в переходе от дифференциальных уравнений, составленных для мгновенных значений величин, к алгебраическим уравнениям, составленным относительно комплексов тока и эдс. Мгновенные значения тока  $i$  заменяют комплексной амплитудой тока  $\dot{I}_m$ . Мгновенное значение напряжения на резисторе  $u_R$ , равное  $R \cdot i$ , заменяют комплексом  $R \cdot \dot{I}_m$ , Мгновенное значение напряжения на индуктивности  $u_L = L \cdot di/dt$  заменяют комплексом  $j \cdot \dot{I}_m \cdot \omega \cdot L$ , опережающим ток на  $90^\circ$ .

Мгновенное значение напряжения на конденсаторе  $u_C = 1/C \cdot \int i \cdot dt$  заменяют комплексом  $-j \cdot \dot{I}_m \cdot \omega \cdot C$ , отстающим от тока на  $90^\circ$ .

Мгновенное значение эдс  $e$  заменяют комплексом  $\dot{E}_m$ . Умножение числа на  $j$ -мнимую единицу эквивалентно повороту вектора на  $+90^\circ$  в положительном направлении на комплексной плоскости. За положительное обычно берут направление против часовой стрелки, хотя бывает и наоборот.

В таком случае операции с интегро-дифференциальными соотношениями между электрическими

характеристиками цепи заменяются алгебраическими операциями над комплексными амплитудами, что сильно упрощает расчёты.

Для расчета цепей постоянного тока разработаны методы на основе первого и второго законов Кирхгофа, с помощью которых вести расчет проще, чем решать систему уравнений, составленных непосредственно по законам Кирхгофа. Но законы Кирхгофа применимы и для синусоидальных цепей переменного тока, поэтому все методы расчета цепей постоянного тока применимы и здесь. Нужно лишь вместо постоянного тока  $I$  использовать комплекс тока  $I'$ , вместо проводимости  $g$  - комплексную проводимость  $Y$ , вместо сопротивления  $R$  - комплексное сопротивление  $Z$  и вместо постоянной эдс  $E$  - комплексную эдс  $E'$ .

Ток и напряжения на различных участках цепи синусоидального тока, как правило, по фазе не совпадают. Наглядное представление о фазовом расположении различных векторов дает векторная диаграмма токов и напряжений, вследствие чего с помощью такой диаграммы можно контролировать правильность производимых аналитических расчетов.

Существенно увеличить точность расчётов электрических цепей позволяет применение программных методов с помощью компьютерных математических систем, таких как MatLab, MathCAD, Mathematica, которые в режиме интерактивного калькулятора комплексных чисел обладают практически неограниченной точностью вычислений.

#### 1. Составление расчетной схемы электрической цепи.

Исходные данные:

Коды схем ветвей электрической цепи

Таблица 1

Вариант Коды схем ветвей Ветвь n Узел 0

№ Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6

17 1 6 2 1 7 1 1 4

Параметры пассивных элементов электрической цепи

Таблица 2

№ Z1 Ом  $\alpha_{Z1}^\circ$  Z2, Ом  $\alpha_{Z2}^\circ$  Z3, Ом  $\alpha_{Z3}^\circ$  Z4, Ом  $\alpha_{Z4}^\circ$  Z5, Ом  $\alpha_{Z5}^\circ$  Z6, Ом  $\alpha_{Z6}^\circ$

17 2 90 1 0 6 30 4 -90 2 45 4 -90

Параметры синусоидальных источников ЭДС Таблица 3

№ E2m

B  $\alpha_{e2}^\circ$  E3m

B  $\alpha_{e3}^\circ$  E5m

B  $\alpha_{e5}^\circ$

17 21 90 16 0 11 0

Параметры синусоидальных источников тока

Таблица 4

№ J2m

A  $\alpha_{J2}^\circ$  J5m

A  $\alpha_{J5}^\circ$

17 4 0 2 -30

Схемы замещения цепей

Код 1 - Код 2 -

Код 6 - Код 7 -

По исходным данным получается следующая исходная схема:

Рис.1. Исходная схема цепи переменного синусоидального тока.

Требуется произвести :

1. Расчет по законам Кирхгофа.
2. Расчет методом контурных токов.
3. Расчет методом узловых потенциалов.
4. Расчет методом эквивалентного генератора.
5. Проверку баланса активных и реактивных мощностей.
6. Построить векторные диаграммы.
7. Рассчитать схему при наличии индуктивной связи.
8. Проверить баланс активных и реактивных мощностей для схемы с индуктивной связью
9. Построить векторные диаграммы для схемы с индуктивной связью

2. Определение токов в цепи с помощью законов Кирхгофа

Записываем значения комплексных сопротивлений.

$$Z1 = 2 * e^{(j * 90^\circ)} = j * 2 \text{ Ом. } Z2 = 1 * e^{(j * 0^\circ)} = 1 \text{ Ом.}$$

$$Z3 = 6 * e^{(j * 30^\circ)} = 5,19516 + j * 3 \text{ Ом.}$$

$$Z4 = 4 * e^{(-j * 90^\circ)} = -j * 4 \text{ Ом. } Z5 = 2 * e^{(j * 45^\circ)} = 1,41421 + j * 1,41421 \text{ Ом.}$$

$$Z6 = 4 * e^{(-j * 90^\circ)} = -j * 4 \text{ Ом.}$$

Записываем значения комплексных источников эдс.

$$E2 = 21 * e^{(j * 90^\circ)} = j * 21 \text{ В. } E3 = 16 * e^{(j * 0^\circ)} = 16 \text{ В. } E5 = 11 * e^{(j * 0^\circ)} = 11 \text{ В.}$$

Записываем значения комплексных источников тока.

$$J2 = 4 * e^{(j * 0^\circ)} = 4 \text{ А. } J5 = 2 * e^{(-j * 30^\circ)} = 1,73205 - j * \text{ А.}$$

Для упрощения расчётов заменим идеальные источники тока ветвей на эквивалентные источники эдс.

Эквивалентная расчётная схема представлена на рис.4. В ветви с Z5 и E5 и J5 преобразуем источник тока в эквивалентный источник, а затем заменим два встречно источника эдс одним эквивалентным:

Рис.2.Преобразование ветви 5.

$$\text{эдс } E5e = E5 - J5 * Z5 = 11 - 2 * e^{(-j * 30^\circ)} * 2 * e^{(j * 45^\circ)} = 7,1363 - j * 1,03528 = 7,211 * e^{(-j * 8,254^\circ)} \text{ В.}$$

$$Z5e = Z5 = 2 * e^{(j * 45^\circ)} = 1,41421 + j * 1,41421 \text{ Ом.}$$

Ветвь с J2, Z2, E2 преобразуем, заменяя источник тока J2 в эквивалентный источник эдс:

Рис.3.Преобразование ветви 2.

Объединяя источники эдс, получим:

$$E2e = E2 + J2 * Z2 = 21 * e^{(j * 90^\circ)} + 4 * 1 = 4 + j * 21 = 21,3776 * e^{(j * 79,216^\circ)} \text{ В.}$$

$$Z2e = Z2 = 1 \text{ Ом.}$$

Рис.4.Эквивалентная расчётная схема цепи переменного тока.

В схеме рис.4 число ветвей  $p = 6$ , число узлов  $q = 4$ .

Для расчёта цепи методом непосредственного применения законов Кирхгофа необходимо выделить независимых  $q-1 = 3$  узла и составить для них уравнения по 1-му закону Кирхгофа, затем выделить  $p-q+1 = 3$  независимых контура и составить для них уравнения по 2-му закону Кирхгофа, считая неизвестными токи ветвей. Полученные шесть уравнений с неизвестными токами объединяются в систему уравнений, решение которой относительно неизвестных токов является целью расчёта цепи. Выбираем узлы 2, 3, 4 и контуры, обозначенные на рис.2 пунктирными линиями. Обход контуров осуществляем по ходу движения часовой стрелки:

- 1.Методические указания к выполнению курсовой работы.
2. Теоретические основы электротехники : учеб. пособие / Б. И. Коновалов. — Томск: ФДО ТУСУР, 2016. — 158 с.
- 3.Г.В.Капустина. Компьютерная система МАТЕМАТИКА 3.0 для пользователей. Москва. Солон-Р,1999 г.

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kursovaya-rabota/249794>