

VII Всероссийский фестиваль методических разработок
"Конспект урока"
февраль - апрель 2016 г.

Буренкова Светлана Егоровна

*Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
города Москвы «Колледж градостроительства и сервиса №38»*

КОНСПЕКТ УРОКА ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ
«РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ СИМВОЛИЧЕСКИМ МЕТОДОМ»

Дисциплина: «Электротехника».

Специальность: 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий».

Вид занятия: урок применения и совершенствования знаний.

Электротехника является одной из основных общепрофессиональных дисциплин, реализующих подготовку специалистов – электриков по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий». Знания и навыки, полученные при изучении данного курса, являются базовыми для последующего изучения других общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей.

При рассмотрении цепей постоянного тока изучаются различные методы расчета электрических цепей. Все методы расчета базируются на законах Ома и Кирхгофа. В цепях переменного тока токи и напряжения на отдельных участках цепи непрерывно меняются, связи между ними записываются в дифференциальной форме. В общем случае синусоидальный ток определен, а график его может быть построен, если известны три числа, выражающие начальную фазу, амплитуду и частоту тока. При заданной частоте синусоидальный ток можно представить в виде вектора, длина которого в определенном масштабе равна амплитуде, а угол относительно горизонтальной



оси – начальной фазе тока. Вектор можно изобразить комплексным числом, модуль которого определяет длину вектора, а аргумент – угол поворота вектора относительно горизонтальной оси – синусоидальный ток может быть изображен комплексным числом.

Так как законы Кирхгофа, записанные в векторной форме, справедливы для цепей переменного тока, значит, они будут справедливы при их записи с помощью комплексных чисел.

Метод расчета цепей переменного тока, основанный на использовании комплексных чисел, называется методом комплексных чисел. Так как при этом методе используется символическая форма записи основных законов и соотношений, его также называют символическим методом.

Символический метод расчета нашел широкое применение для расчета сложных цепей переменного тока.

Анализ электромагнитных процессов в электрических цепях переменного тока в общем случае возможен только с использованием представления токов, напряжений и параметров цепи комплексными числами.

Применение символического метода позволяет производить расчеты электрических цепей с большой точностью, приводит к алгебраизации интегро-дифференциальных уравнений.

В процессе урока рассматриваются способы применения основных законов электротехники к расчетам электрических сетей, рассматриваются понятия сопротивления, проводимости, мощности и коэффициента мощности. Навыки, приобретаемые для расчетов, пригодятся студентам при изучении специальных предметов, выполнении практических работ и курсовых проектов.

Цели занятия:

Образовательные: обобщить знания по изучаемой теме, научить студентов применять эти знания для решения теоретических и практических задач. На основе приобретенных знаний развивать умение анализировать, сравнивать.



Развивающие: развитие интереса к предмету, логического мышления, самостоятельности суждений, развитие умения применять знания в новой ситуации, развитие внимания.

Воспитательные: воспитание творческой инициативы, формирование нравственных качеств личности, формирование совместной работы в группах.

В результате занятия студенты должны:

иметь представление:

- о методах расчета цепей переменного тока;
- о формах записи (алгебраическая, тригонометрическая и показательная)

электрических величин с помощью комплексных чисел, о переводе из одной формы записи в другую;

- о сопротивлении, проводимости, мощности (полной, активной, реактивной), коэффициенте мощности.

знать:

- законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме;
- комплексное значение полной мощности;
- алгоритм расчета сложных цепей переменного тока.

уметь:

- уметь вычерчивать схемы с различным соединением элементов;
- уметь строить векторные диаграммы на комплексной плоскости;
- представлять синусоидальные величины в виде комплексных чисел;
- определять напряжение, токи и мощности (активные и реактивные) в

ветвях электрической цепи, сдвиги фаз между ними.

Структура урока

I. Организационный момент.

II. Актуализация опорных знаний и умений обучающихся. Повторение пройденного материала.

III. Изучение нового материала.

1. Объяснение нового материала



2. Решение задач по новой теме

IV. Закрепление новых знаний и умений обучающихся. Тест

V. Подведение итогов. Домашнее задание

Активизация опорных знаний студента

Проверка выполнения домашнего задания [2] с. 199-200.

1. Как записать формулу мгновенного значения, если его напряжение задано комплексным числом? Например, $\dot{I} = 14,5+j4,2$; $\dot{I} = 2,8 - j17,6$?

2. Напишите комплекс тока, если известна формула мгновенного значения? а) $i = 10 \sin \omega t$ б) $i = 15 \sin(\omega t + 90^\circ)$ в) $i = 30 \sin(\omega t - 65^\circ)$

3. Напишите в комплексном виде формулу для:

закона Ома; для 1 закона Кирхгофа; для 2 закона Кирхгофа.

4. Как определить комплекс полной мощности?

5. В чем преимущество использования комплексных чисел при расчете цепей переменного синусоидального тока?

6. Напишите комплексы сопротивлений для цепи с последовательным соединением элементов: а) R и X_L б) R и X_C в) R , X_L и X_C . Как определить проводимость цепи?

Объяснение нового материала.

Символический метод расчета основан на использовании комплексных чисел. Этот метод позволяет применить к цепям переменного синусоидального тока все законы и методы, используемые для расчета цепей постоянного тока.

Алгоритм расчета цепи символическим методом:

- перейти от мгновенных или действующих значений тока и напряжения к комплексным;
- изобразить сопротивления в комплексной форме;
- рассчитать цепь, используя любой из известных методов расчета цепей постоянного тока и комплексные числа;



- построить векторную диаграмму;
- перейти от найденных комплексов к мгновенным или действующим значениям.

Рассмотрим цепь со смешанным соединением элементов (рис.1).

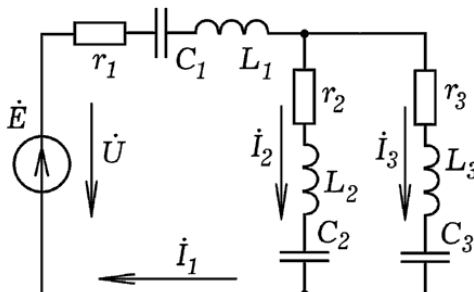


Рисунок 1

Проведем анализ цепи: в схеме 2 узла, 3 ветви и 2 независимых контура. Две ветви параллельных, подключены последовательно к источнику. В каждой из ветвей подключены резисторы, катушки и конденсаторы.

Рассчитать цепь – значит определить токи и напряжения во всех ветвях. Для расчета можно использовать любой из известных нам методов (метод узловых и контурных уравнений, метод контурных токов, метод наложения, метод узловых потенциалов). Для расчета необходимо использовать законы Ома, Кирхгофа, т.е. делать то же самое, что и в цепях постоянного тока, но оперировать нужно комплексными числами.

1. Определим комплексы сопротивлений каждой ветви:

$$\underline{Z}_1 = R_1 - j X_{C1} + j X_{L1} \quad \underline{Z}_2 = R_2 + j X_{L2} - j X_{C2} \quad \underline{Z}_3 = R_3 + j X_{L3} - j X_{C3}$$

2. Определим эквивалентное сопротивление цепи:

$$\underline{Z}_{23} = \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} \quad \underline{Z}_{\text{эКВ}} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23}$$

3. Определим комплекс тока в неразветвленной части цепи:

$$\dot{I} = \dot{U} / \underline{Z}_{\text{эКВ}}$$

4. Определим комплекс напряжения в параллельных участках цепи:

$$\dot{U}_{23} = \dot{I} \cdot \underline{Z}_{23}$$

5. Определим комплексы токов в параллельных ветвях по закону Ома:

$$\dot{I}_2 = \dot{U}_2 / \underline{Z}_2 \quad \text{и} \quad \dot{I}_3 = \dot{U}_3 / \underline{Z}_3$$

6. Проверим полученные значения токов по 1 закону Кирхгофа:

$$\sum_{k=1}^n \dot{I}_k = 0.$$

7. Определим комплекс мощности для данной цепи:

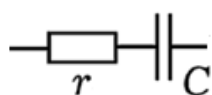
$$\underline{S} = \dot{U} \cdot \dot{I}$$

где \dot{I} - сопряженный ток.

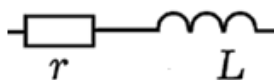
Решение задач по новой теме

Задача 1.

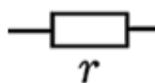
Записать сопротивления участков в комплексной форме



$$R = 150\text{Ом}; X_C = 100\text{Ом}.$$



$$R = 100\text{Ом}; X_L = 30\text{Ом}.$$

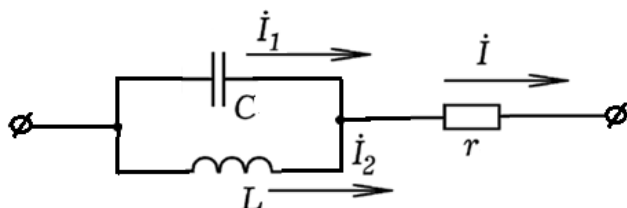


$$R = 50\text{Ом};$$



$$X_C = 150\text{Ом}.$$

Задача 2.



$$\dot{I}_1 = 10e^{j90}; \dot{I}_2 = 10e^{-j90}. \text{ Найти } \dot{I}.$$

Задача 3.

По заданным значениям $\dot{U} = 220e^{-j60}$ и $\dot{I} = 5e^{-j30}$ определить активную, реактивную и полную мощности символическим методом. Чему равен коэффициент мощности?



Закрепление материала

ТЕСТ

1. Какая из формул соответствует мгновенному значению тока $i = 20 \sin(\omega t - 450)$?

A. $\dot{I} = 14,2$ Б. $\dot{I} = j14,2$ В. $\dot{I} = 10 - j10$ Г. $\dot{I} = 10 + j10$

2. Какая формула соответствует комплексу RL-цепи с последовательным соединением элементов?

A. $\underline{Z} = R + j X_L$ Б. $\underline{Z} = R - j X_C$ В. $\underline{Z} = R + j (X_L - X_C)$
Г. $\underline{Z} = R - j (X_L - X_C)$

3. Какая формула соответствует второму закону Кирхгофа в комплексной форме?

A. $\dot{I} = \dot{U} / \underline{Z}_{\text{экв}}$ Б. $\sum \dot{E} = \sum \dot{I} \cdot \underline{Z}$ В. $\sum \dot{I} = 0$ Г. $\ddot{I} = \underline{S} / \dot{U}$

4. Как называется метод расчета электрических цепей переменного тока с использованием комплексных чисел?

A. аналитический; Б. графический; В. переходный;
Г. символический.

5. Чему равна активная и реактивная мощность, если комплекс полной мощности $S = 200 + j100$?

A. $P = 200\text{Вт}; Q = 100\text{Вар}$ Б. $P = 100\text{Вт}; Q = 200\text{Вар}$
В. $P = 282\text{Вт}; Q = 141\text{Вар}$ Г. $P = 141,8\text{Вт}; Q = 70,9\text{Вар}$

6. Комплекс напряжения в показательной формуле $\dot{U} = 120e^{j60}$. Как выглядит эта запись в алгебраической форме?

A. $\dot{U} = 60 + j104$ Б. $\dot{U} = 60 - j104$ В. $\dot{U} = 84,6 + j146,6$
Г. $\dot{U} = 103,9 + j60$

7. Чему равен коэффициент мощности, если $S = 300e^{60}$?

A. $\cos\varphi = 0,866$ Б. $\cos\varphi = 0,5$ В. $\cos\varphi = -0,5$ Г. $\cos\varphi = 1,732$

8. Активная мощность равна 40Вт, реактивная – 30Вар. Чему равна полная мощность S?



А. $S = 30 - j80$ Б. $S = 80VA$ В. $S = 30VA$ Г. $S = 50VA$

9. В двух параллельных ветвях протекают токи $\dot{I} = 5 + j4$ и $\dot{I} = 7 - j1$. Чему равен ток в неразветвленной части цепи?

А. $\dot{I} = 9 + j6$ Б. $\dot{I} = 12 + j5$ В. $\dot{I} = 12 + j3$ Г. $\dot{I} = 2 - j5$

10. Как можно задать синусоидальный ток?

А. амплитудным значением, частотой и начальной фазой;

Б. комплексным числом;

В. все вышеперечисленное;

Г. нет правильного ответа.

Задание на дом

По учебнику «Электротехника» (Мартынова И.О) с.200-203. Ответить на вопросы с.203 №1-4 (письменно).

Заполнить таблицу:

Цепь	Схема	Комплекс сопротивления	Комплекс мощности
RL-цепь			
RC-цепь			
RLC-цепь			
R-цепь			
L-цепь			
C-цепь			

Подведение итогов урока

Преподаватель подводит итоги урока, отмечает лучшую работу студентов; сообщает оценки.

Список использованной литературы

1. Данилов И.А. Общая электротехника. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 673с.
2. Мартынова И.О. Электротехника. – М.: КНОРУС, 2015. – 304с.

