

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
08.02.2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОПЦ.02 Электротехника

для обучающихся специальности

**13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2023

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Монтажа и эксплуатации электрооборудования»
Председатель Л.А. Закирова
Протокол № 6 от «25» января 2023

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от «08» февраля 2023.

Разработчик (и):

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Н.Г. Коновалова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Электротехника». Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11. Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	–
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	10
Практическое занятие 3	11
Практическое занятие 4	12
Лабораторное занятие 1	17
Лабораторное занятие 2	19
Лабораторное занятие 3	20
Лабораторное занятие 4	21

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электротехника» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У1. подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

У2. правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей

У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

У5. собирать электрические схемы;

У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования;

ПК 1.2 Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.3 Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

ПК 2.1. Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники;

ПК 2.2. Осуществлять диагностику и контроль технического состояния бытовой техники;

ПК 2.3. Прогнозировать отказы, определять ресурсы, обнаруживать дефекты электробытовой техники;

ПК 5.1. Проводить ремонт простых деталей и узлов электроаппаратов и электрических машин;

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.2 Способы соединения активных и пассивных элементов электрических цепей постоянного тока

Практическая работа 1

«Расчет электрических цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований»

Цель:

- закрепить знания по теме «Электрические цепи постоянного тока»;
- научить рассчитывать простую электрическую цепь методом эквивалентных преобразований.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;

Задание:

1. Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи. Определить общий ток и мощность электрической цепи.

Порядок выполнения работы:

1. В соответствии с номером варианта из таблицы 2.1 выписать значения параметров электрической цепи и начертить электрическую схему из таблицы 2.2.

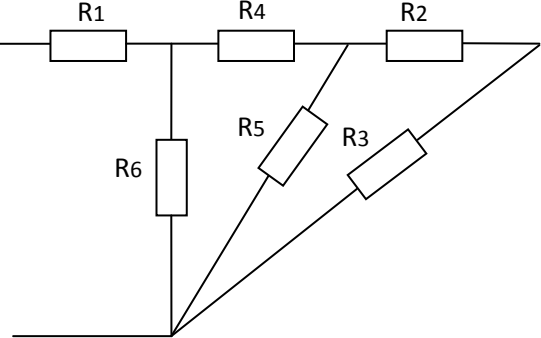
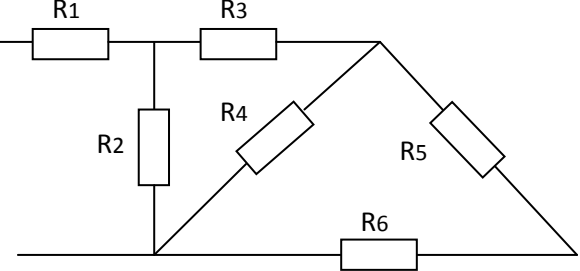
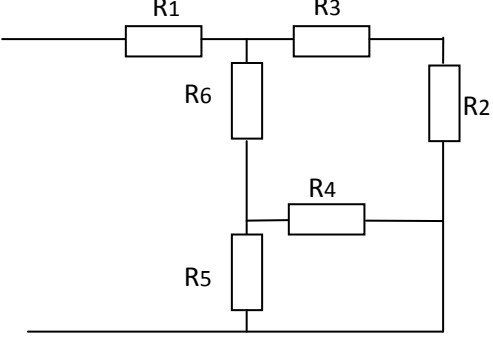
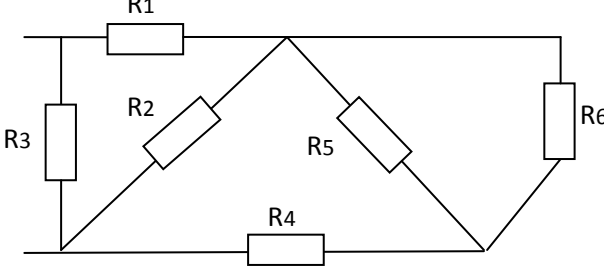
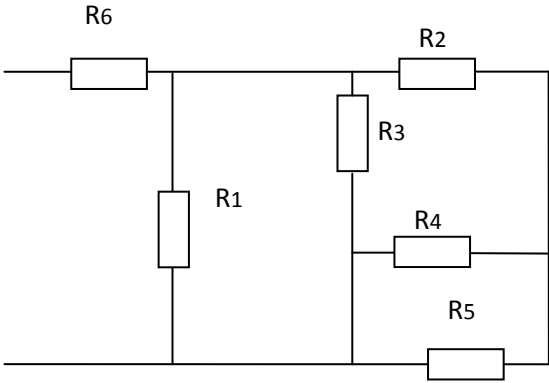
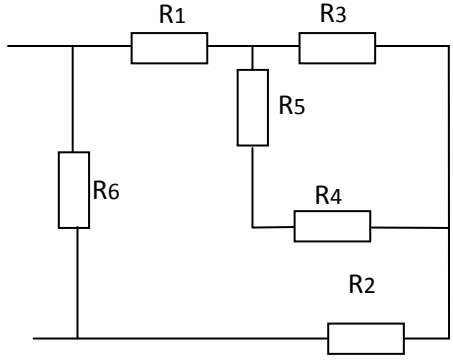
2. Определить общее сопротивление электрической цепи.

3. Определить общее напряжение, общий ток и общую мощность электрической цепи.

Таблица 2.1 – Варианты заданий к практической работе №2

Номер варианта	номер схемы	Сопротивления, Ом						Дано
		R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	R4, Ом	R5, Ом	R6, Ом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	10	4	4	8	5	3	$U_4 = 20B$
2	2	2	6	7	4	4	14	$U_5 = 40B$
3	3	3	5	9	6	3	15	$U_4 = 10B$
4	4	13	4	4	8	8	16	$U_6 = 30B$
5	5	25	3	2	4	6	5	$U_5 = 20B$
6	6	4	8	8	2	4	4	$U_5 = 20B$
7	7	8	6	4	6	2	4	$P_4 = 220Bm$
8	8	9	4	6	8	8	6	$P_4 = 100Bm$
9	1	6	2	8	10	15	8	$P_5 = 120Bm$
10	2	3	8	4	15	11	10	$P_4 = 140Bm$
11	3	12	4	2	11	7	15	$P_5 = 90Bm$
12	4	13	6	6	7	18	11	$P_6 = 200Bm$
13	5	16	8	8	18	9	7	$P_3 = 210Bm$
14	6	17	4	10	9	8	8	$P_4 = 200Bm$
15	7	15	2	2	8	10	9	$I_2 = 2A$

Таблица 2.2– Варианты схем к практической работе №2

 <p style="text-align: center;">Схема 1</p>	 <p style="text-align: center;">Схема 2</p>
 <p style="text-align: center;">Схема 3</p>	 <p style="text-align: center;">Схема 4</p>
 <p style="text-align: center;">Схема 5</p>	 <p style="text-align: center;">Схема 6</p>

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения.

Последовательным называется соединение, при котором через все резисторы протекает один и тот же ток. Схема замещения цепи с последовательным соединением резисторов представлена на рисунке 2.1.

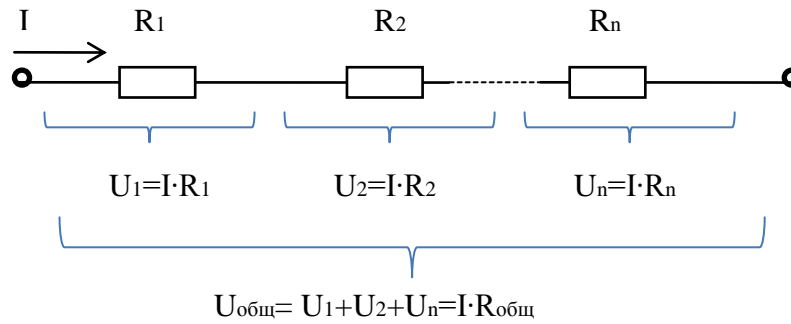


Рисунок 2.1- Схема последовательного соединения резисторов

Для последовательного соединения справедливы следующие соотношения:

$$I_{\text{ОБЩ}} = I_1 = I_2 \dots = I_n$$

$$U_{\text{ОБЩ}} = U_1 + U_2 \dots + U_n$$

$$R_{\text{ОБЩ}} = R_1 + R_2 \dots + R_n$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = P_1 + P_2 \dots + P_n$$

При последовательном соединении при обрыве цепи на любом элементе цепи ток $I_{\text{общ}}=0$.

При параллельном соединении все резисторы подключаются к двум узлам электрической цепи, т.е. включаются на одно напряжение. Схема замещения цепи с параллельным соединением резисторов представлена на рисунке 2.2

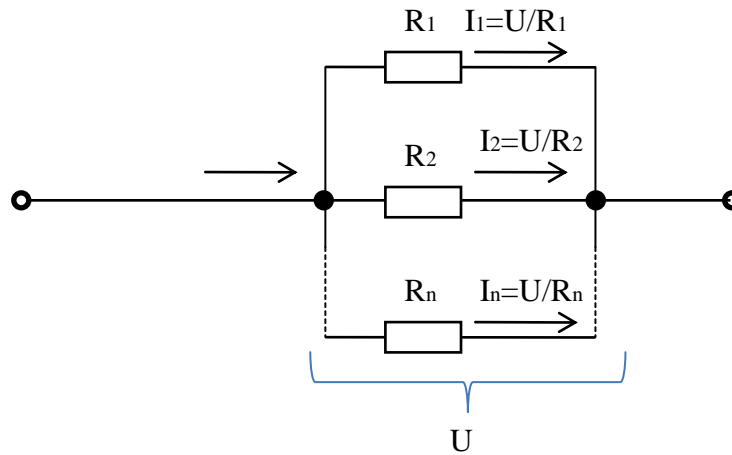


Рисунок 2.2- Схема параллельного соединения резисторов

Для параллельного соединения справедливы следующие соотношения:

$$U_{\text{ОБЩ}} = U_1 = U_2 \dots = U_n,$$

$$I_{\text{ОБЩ}} = I_1 + I_2 \dots + I_n,$$

$$\frac{1}{R_{\text{ОБЩ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n},$$

$$G_{\text{ОБЩ}} = G_1 + G_2 \dots + G_n$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = P_1 + P_2 \dots + P_n$$

При параллельном соединении суммируются проводимости. При обрыве цепи на любом элементе ток через остальные резисторы не изменится. При коротком замыкании на одном элементе, ток через остальные элементы будет равен нулю, общее сопротивление уменьшится (будет равно сопротивлению цепи короткого замыкания), а общий ток значительно увеличится.

2. Изучите порядок расчета электрической цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований

На практике наибольшее распространение получили электрические цепи с комбинированным способом соединения пассивных элементов. Метод эквивалентных преобразований применяется для расчета режима электрической цепи с одним источником энергии и комбинированной (смешанной) схемой соединения пассивных элементов. Метод эквивалентных преобразований также можно использовать для упрощения части сложной схемы при расчетах другими методами. Суть метода заключается в замене всех резисторов одним резистором с эквивалентным сопротивлением (рисунок 3).

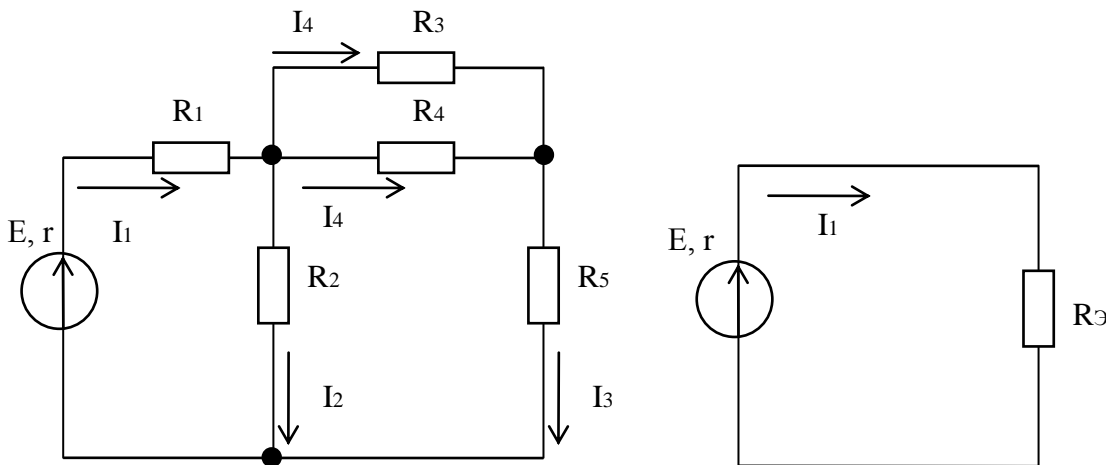


Рисунок 3- Схема комбинированного соединения резисторов

После преобразования схемы по закону Ома для полной цепи можно определить ток, протекающий через источник (общий ток), а затем, вернувшись к исходной схеме, определяются все токи и напряжения в электрической схеме.

Расчет простой электрической цепи в большинстве случаев осуществляется по законам Ома.

3. Выполнить расчет электрической цепи в соответствии с номером варианта.

Форма представления результата: Своевременно и правильно выполненные расчёты. расчет оформляется в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.4 Расчет электрических цепей постоянного тока

Практическая работа №2

Расчет сложной электрической цепи постоянного тока методом узловых и контурных уравнений

Цель:

- закрепить знания по изученной теме «Законы электрических цепей постоянного тока»;
- научить рассчитывать сложные электрические цепи методом узловых и контурных уравнений.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, инструкция к выполнению практической работы, рабочая тетрадь.

Задание:

1. Определить все токи в электрической цепи методом узловых и контурных уравнений.
2. Составить баланс мощностей.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по теме «Законы электрических цепей постоянного тока».
2. Начертить схему. Определить количество узлов и ветвей в цепи.
3. Указать направления токов.
4. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа и решить ее.
5. Составить баланс мощностей и сделать вывод о правильности решения.

Ход работы:

Изучить алгоритм расчета сложной электрической цепи постоянного тока методом узловых и контурных уравнений и выполнить расчет в соответствии с алгоритмом.

Метод основан на составлении уравнений по первому и второму законам Кирхгофа. Достоинством данного метода является его универсальность.

Алгоритм расчета методом узловых и контурных уравнений

- 1) Произвольно выбрать направления токов во всех ветвях электрической схемы и указать их на схеме.

- 2) Определить количество узлов (N_u) и ветвей (N_b) в схеме.
- 3) Определить количество уравнений по первому и второму законам Кирхгофа. Количество уравнений по первому закону Кирхгофа определяется по формуле

$$N_1 = N_u - 1$$

Количество уравнений по второму закону Кирхгофа определяется по формуле

$$N_2 = N_b - (N_u - 1)$$

Суммарное количество уравнений должно быть равно количеству ветвей (токов) в схеме.

- 4) Составить систему уравнений по первому и второму законам Кирхгофа для произвольно выбранных узлов и контуров. Направление обхода контура выбирается произвольно.
- 5) Решить полученную систему уравнений любым математическим методом. Результатом решения будет определение всех токов электрической цепи.
- 6) На схеме изменить направления токов, которые в результате решения системы приняли отрицательное значение. Отрицательное значение говорит о неправильном выборе направления тока в 1 пункте алгоритма.
- 7) Выполнить проверку. Составить баланс мощности.

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 4.3 Общий случай неразветвленной цепи переменного тока

Практическая работа №3

Расчёт электрической цепи переменного тока с последовательным соединением элементов.

Цель:

- закрепить знания по изученной теме «Общий случай неразветвленной цепи переменного тока»;
- научить рассчитывать разветвлённые электрические цепи переменного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, инструкция к выполнению практической работы, рабочая тетрадь.

Задание:

1. Определить в соответствии с заданием токи и напряжения в электрической цепи символическим методом.
2. Определить активную, реактивную и полную мощности электрической цепи.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по темам «Основные сведения о синусоидальном электрическом токе», «Расчет неразветвленной электрической цепи переменного тока», «Общий случай неразветвленной цепи переменного тока» .
2. Начертите электрическую схему и укажите все токи и напряжения.
3. В соответствии с заданием определите ток и все требуемые напряжения в электрической цепи.
4. Постройте в масштабе векторную диаграмму.
5. Определите активную, реактивную и полную мощности электрической цепи.

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 4.5 Символический метод расчета цепей переменного тока**Практическая работа 4****«Расчет электрической цепи переменного тока символическим методом».****Цель:**

- закрепить знания по изученной теме «Символический метод расчета цепей переменного тока»;
- научить рассчитывать неразветвленные электрические цепи переменного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, инструкция к выполнению практической работы, рабочая тетрадь.

Задание:

1. Определить в соответствии с заданием токи и напряжения в электрической цепи.
2. Определить активную, реактивную и полную мощности электрической цепи.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по темам «Основные сведения о синусоидальном электрическом токе», «Расчет неразветвленной электрической цепи переменного тока», «Общий случай неразветвленной цепи переменного тока», «Символический метод расчета цепей переменного тока».
2. Начертите электрическую схему и укажите все токи и напряжения.
3. В соответствии с заданием определите ток и все требуемые напряжения в электрической цепи символическим методом.
4. Постройте в масштабе векторную диаграмму.
5. Определите активную, реактивную и полную мощности электрической цепи.

Ход работы:

Пример 6. Определить токи в цепи переменного тока (рисунок 12.1) символическим методом. Построить векторную диаграмму.

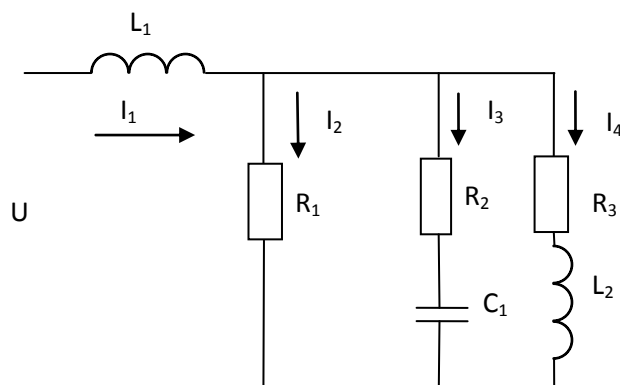


Рисунок 12.1– Схема для расчета электрической цепи переменного тока символическим методом

Дано: $R_1=5\text{Ом}$; $R_2=3\text{Ом}$; $R_3=15\text{Ом}$; $f=50\text{Гц}$; $L_2=10\text{мГн}$; $C_1=300\text{мкФ}$; $L_1=20\text{мГн}$;

$U=100\text{В}$ (действующее значение напряжения питания).

Найти: $I_1, I_2, I_3, I_4, P, Q, S$ -?

Решение:

1. Определяется угловая частота и индуктивные и ёмкостные сопротивления пассивных элементов электрической цепи.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314\text{с}^{-1},$$

$$X_{L1} = \omega \cdot L_1 = 314 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 6.28\text{Ом},$$

$$X_{L2} = \omega \cdot L_2 = 314 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 3.14\text{Ом},$$

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{314 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 10.61 \text{ Ом}$$

2. Определяются комплексные сопротивления каждой ветви электрической цепи.

$$\dot{Z}_1 = j \cdot X_{L1} = j \cdot 6.28 = 6.28 \cdot e^{j90},$$

$$\dot{Z}_2 = R_1 = 5 = 5 \cdot e^{j0},$$

$$\dot{Z}_3 = R_2 - j \cdot X_{C1} = 3 - j \cdot 10.61 = 11.03 \cdot e^{-j74.22},$$

$$\dot{Z}_4 = R_3 + j \cdot X_{L2} = 15 + j \cdot 3.14 = 15.325 \cdot e^{j11.823}$$

3. Схема состоит из четырех ветвей. Вторая третья и четвертая ветви включены параллельно.

Определим комплексное общее сопротивление трех параллельно включенных ветвей.

$$\begin{aligned} \frac{1}{\dot{Z}_{//}} &= \frac{1}{\dot{Z}_2} + \frac{1}{\dot{Z}_3} + \frac{1}{\dot{Z}_4} = \frac{1}{5 \cdot e^{j0}} + \frac{1}{11.03 \cdot e^{-j74.22}} + \frac{1}{15.325 \cdot e^{j11.823}} = \\ &= 0.2 \cdot e^{j0} + 0.0906 \cdot e^{j74.22} + 0.0652 \cdot e^{-j11.823} = 0.2 + 0.0246 + j \cdot 0.0872 + 0.0638 - j \cdot 0.01366 = \\ &= 0.2884 + j \cdot 0.0738 = 0.2977 \cdot e^{j14.36} \end{aligned}$$

$$\dot{Z}_{//} = \frac{1}{0.2977 \cdot e^{j14.36}} = 3.36 \cdot e^{-j14.36} = 3.255 - j \cdot 0.8333$$

4. Первая ветвь включена последовательно к трем параллельно включенным ветвям. Определяется комплексное общее сопротивление всей схемы.

$$\dot{Z}_{\text{общ}} = \dot{Z}_1 + \dot{Z}_{//} = j \cdot 6.28 + 3.255 - j \cdot 0.8333 = 3.255 + j \cdot 5.44 = 6.345 \cdot e^{j59.136}$$

5. Определяется ток первой ветви.

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}_{\text{общ}}} = \frac{100 \cdot e^{j0}}{6.345 \cdot e^{j59.136}} = 15.76 \cdot e^{-j59.136} = 8.085 - j \cdot 13.53$$

6. Определяется напряжение на параллельных ветвях.

$$\dot{U}_{//} = \dot{I}_1 \cdot \dot{Z}_{//} = 15.76 \cdot e^{-j59.136} \cdot 3.36 \cdot e^{-j14.36} = 52.95 \cdot e^{-j73.496} = 15.04 - j \cdot 50.77$$

7. Определяется ток параллельных ветвей

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{//}}{\dot{Z}_2} = \frac{52.95 \cdot e^{-j73.496}}{5 \cdot e^{j0}} = 10.59 \cdot e^{-j73.496} = 3.01 - j \cdot 10.15,$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{//}}{\dot{Z}_3} = \frac{52.95 \cdot e^{-j73.496}}{11.03 \cdot e^{-j74.22}} = 4.8 \cdot e^{j0.724} = 4.8 - j \cdot 0.0606$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{U}_{//}}{\dot{Z}_4} = \frac{52.95 \cdot e^{-j73.496}}{15.325 \cdot e^{j11.823}} = 3.455 \cdot e^{-j85/32} = 0.282 - j \cdot 3.44$$

8 Условие проверки: комплексный ток первой ветви равен сумме комплексных токов параллельных ветвей.

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 = 3.01 - j \cdot 10.15 + 4.8 - j \cdot 0.0606 + 0.282 - j \cdot 3.44 = 8.1116 - j13.53$$

Сравним с током, определенным в пункте 4

$$8.1116 - j \cdot 13.53 \approx 8.085 - j \cdot 13.53$$

Условие проверки выполняется.

9. Определяется комплексная мощность

$$\dot{S} = \dot{U} \cdot \dot{I}_1^* = 100 \cdot e^{j0} \cdot 15.76 \cdot e^{-(-j59.136)} = 1576 \cdot e^{j59.136} = 808.5 + j \cdot 1352.8 = P + j \cdot Q$$

Активная мощность $P=873.2$ Вт

Реактивная мощность $Q=1264.6$ ВАр

Полная мощность $S=1576$ ВА

Построение векторной диаграммы осуществляется по координатам в комплексной плоскости.

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

**Тема 2.2 Способы соединения активных и пассивных
элементов электрических цепей постоянного тока**

Лабораторная работа №1

«Опытная проверка свойств последовательного соединения резисторов»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Электрические цепи постоянного тока».
- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения.
- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
- У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №2, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

1. Опытным путем проверить свойства последовательного соединения резисторов.

Порядок выполнения работы

1. Прочитать конспект лекций по теме «Способы соединения резисторов».
2. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
3. Провести эксперимент;
4. Выполнить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

1. Внимательно прочитать инструкцию, ознакомиться с приборами и оборудованием, определить цену деления приборов.

2. Начертить схему последовательного соединения резисторов (3 резистора). Определить место включения измерительных приборов для измерения всех токов и напряжений в схеме. Определить пределы измерения и цену деления измерительных приборов.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1-Результаты проверки последовательного соединения резисторов

Сопротивление	Результаты измерения	Результаты расчетов
---------------	----------------------	---------------------

	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А
R ₁				
R ₂				
R ₃				
R _{общ} = R ₁ + R ₂ + R ₃				

4. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов

$$A) U_{общ} = U_1 + U_2 + U_3 ; B) I_{общ} = I_1 = I_2 = I_3 ; B) R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I_{общ}} .$$

5. Сделайте выводы о подтверждении законов последовательного соединения резисторов.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если отчет о выполнении лабораторной работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении лабораторной работы;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по лабораторной работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.2 Способы соединения активных и пассивных элементов электрических цепей постоянного тока

Лабораторная работа №2

Опытная проверка свойств параллельного соединения резисторов

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Электрические цепи постоянного тока».
- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения.
- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
- У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №3, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

1. Опытным путем проверить свойства параллельного соединения резисторов.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно прочитать инструкцию, ознакомиться с приборами и оборудованием, определить цену деления приборов.

2. Изучить схему последовательного соединения резисторов.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 -Результаты проверки параллельного соединения резисторов

Сопротивление	Результаты измерения		Результаты расчетов	
	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А
R ₁				
R ₂				
R ₃				
$1/R_{общ} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$				
Разомкнуть цепь резистора R3 и измерить ток и напряжение на R1 и R2				
R ₁				
R ₂				
$1/R_{общ} = 1/R_1 + 1/R_2$				

4. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов

А) $U_{общ} = U_1 = U_2 = U_3$; Б) $I_{общ} = I_1 + I_2 + I_3$; В) $R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I_{общ}}$.

5. Сделайте выводы о подтверждении законов последовательного соединения резисторов.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если отчет о выполнении лабораторной работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении лабораторной работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по лабораторной работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

5.2 Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии Лабораторная работа №3

«Исследование трехфазной электрической цепи при соединении фаз приемника «звездой».

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии»;

- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения;

- сформировать умение анализировать полученные в результаты эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;

-У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

-У5. собирать электрические схемы;

-У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №6, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

1. Опытным путем проверить закономерности в трехфазной электрической цепи при соединении фаз приемника «звездой».

Порядок выполнения работы

1. Внимательно прочитать инструкцию, ознакомиться с приборами и оборудованием.

2. Начертить схему соединения фаз приемника звездой определить место включения измерительных приборов для измерения линейных и фазных токов и напряжений. Определить пределы измерения и цену деления измерительных приборов.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1- Результаты измерений в трехфазных цепях

Сопротивление	Результаты измерения											Результаты расчета			
	U_A	U_B	U_C	U'_A	U'_B	U'_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	P, Вт	Q, ВАр	S, ВА
1. Симметричная нагрузка															
$R_A=R_B=R_C$															

2. Несимметричная нагрузка при соединении фаз приемника звездой без нулевого провода													
$R_A=$													
$R_B=$													
$R_C=$													
3. Несимметричная нагрузка при соединении фаз приемника звездой с нулевым проводом													
$R_A=$													
$R_B=$													
$R_C=$													

4. Сделайте выводы о проделанной работе. Установите соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении звездой.
5. Постройте векторные диаграммы.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если отчет о выполнении лабораторной работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении лабораторной работы;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по лабораторной работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

5.2 Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии
Лабораторная работа №4

«Исследование трехфазной электрической цепи при соединении фаз приемника «треугольником»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии»;

- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения;

- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;

-У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

-У5. собирать электрические схемы;

-У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №7, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

1. Опытным путем проверить закономерности в трехфазной электрической цепи при соединении фаз приемника «треугольником».

Порядок выполнения работы

1. Внимательно прочитать инструкцию, ознакомиться с приборами и оборудованием.

2. Начертить схему соединения фаз приемника треугольником определить место включения измерительных приборов для измерения линейных и фазных токов и напряжений. Определить пределы измерения и цену деления измерительных приборов.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1- Результаты измерений в трехфазных цепях

Сопротивление	Результаты измерения											Результаты расчета			
	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	P, Вт	Q, ВАр	S, ВА
$R_A=R_B=R_C$															
$R_A=$ $R_B=$ $R_C=$															

1. Сделайте выводы о проделанной работе. Установите соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении звездой.
2. Постройте векторные диаграммы.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если отчет о выполнении лабораторной работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении лабораторной работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по лабораторной работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 6.2 Приборы и методы измерения**Лабораторная работа № 8**

«Измерения электрических величин»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения»;

- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения;
- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
- У4. снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- У5. собирать электрические схемы;
- У6. читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №8, лабораторные стенды "Электрические цепи".

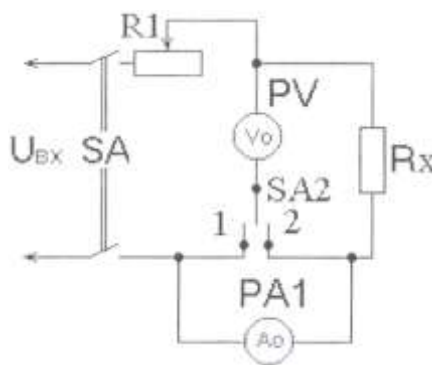
Задание: 1. Выполнить измерения тока, напряжения и мощности в электрической цепи. Выполнить измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра.

Порядок выполнения работы

1. Прочитать конспект лекций по теме «Приборы и методы измерения».

1.Внимательно прочитайте инструкцию, ознакомьтесь с приборами и оборудованием, определите цену деления приборов.

Собрать схему, показанную на рисунке 8.1.



4.

5. Рисунок 9.1. – Электрическая схема

2. Измерить ток и напряжение в электрической цепи.

3. Установить переключатель SA2 в положение 1, используя в качестве Rx контрольное сопротивление равное внутреннему сопротивлению амперметра и по показаниям приборов рассчитать Rx₁.

$$6. R_x = \frac{U}{I} \text{ (Ом);}$$

4. Установить переключатель SA2 в положение 2, используя в качестве Rx то же сопротивление и по показаниям приборов рассчитать Rx₂.

5. Сравнить Rx₁ и Rx₂ с контрольным сопротивлением Rx.

6. Выполнить измерение мощности в электрической цепи.

7. Выполнить измерения в электрической цепи с помощью мультиметра.

8. Ответьте на контрольные вопросы.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если отчет о выполнении лабораторной практической работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении лабораторной работы;
- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по лабораторной работе оформлен без соблюдения установленных правил.
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если работа не выполнена.