

*Приложение 2.28.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08
Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)*

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.01 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ**

**для обучающихся специальности
22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 5 от 31 «января» 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от «21» февраля 2024 г.

Разработчик (и):

преподаватель отделения №3 «Строительства, экономики и сферы обслуживания»
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Алексей Витальевич Шалимов

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.08 Metallurgical production (по видам производства) и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	11
Практическое занятие 3	13
Практическое занятие 4	14
Практическое занятие 5	17
Практическое занятие 6	19
Практическое занятие 7	21
Практическое занятие 8	23
Лабораторное занятие 1	25
Лабораторное занятие 2	28
Лабораторное занятие 3	30
Лабораторное занятие 4	32

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 «Основы электротехники и электроники» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Уд4 Снимать показания и пользоваться электронными измерительными приборами и приспособлениями.

Уд5 Проводить исследования цифровых электронных систем с использованием схемотехнического моделирования.

Уд6 Собирать электрические 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 2.1 Выполнять расчеты параметров технологических процессов обработки металлов давлением, работы оборудования, характеристик исходных заготовок и металлопродукции;

ПК 2.5 Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением;

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 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 «Основы электротехники и электроники» 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

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:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

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.

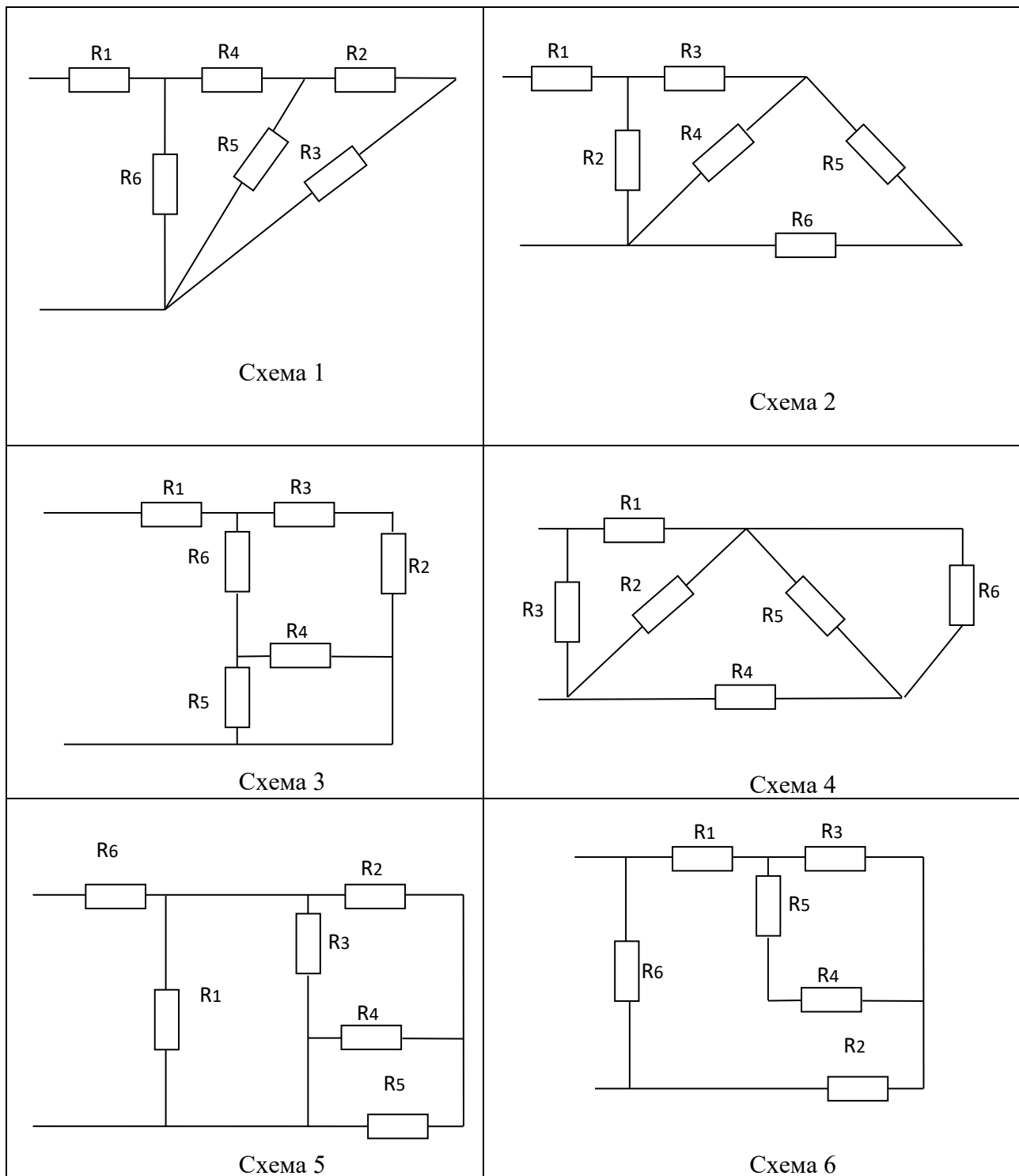
2. Определить общее сопротивление электрической цепи.

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	$U_4 = 20 В$
2	2	2	6	7	4	4	14	$U_5 = 40 В$
3	3	3	5	9	6	3	15	$U_4 = 10 В$
4	4	13	4	4	8	8	16	$U_6 = 30 В$
5	5	25	3	2	4	6	5	$U_5 = 20 В$
6	6	4	8	8	2	4	4	$U_5 = 20 В$
7	7	8	6	4	6	2	4	$P_4 = 220 Вт$
8	8	9	4	6	8	8	6	$P_4 = 100 Вт$
9	1	6	2	8	10	15	8	$P_5 = 120 Вт$
10	2	3	8	4	15	11	10	$P_4 = 140 Вт$
11	3	12	4	2	11	7	15	$P_5 = 90 Вт$
12	4	13	6	6	7	18	11	$P_6 = 200 Вт$
13	5	16	8	8	18	9	7	$P_3 = 210 Вт$
14	6	17	4	10	9	8	8	$P_4 = 200 Вт$
15	7	15	2	2	8	10	9	$I_2 = 2 А$

Таблица 2.2– Варианты схем к практической работе №2



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.

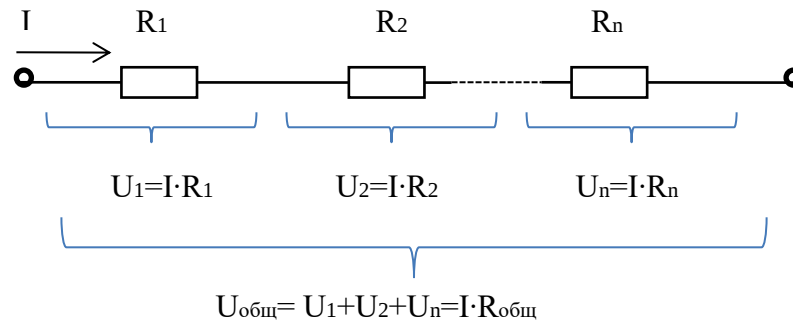


Рисунок 2.1- Схема последовательного соединения резисторов

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

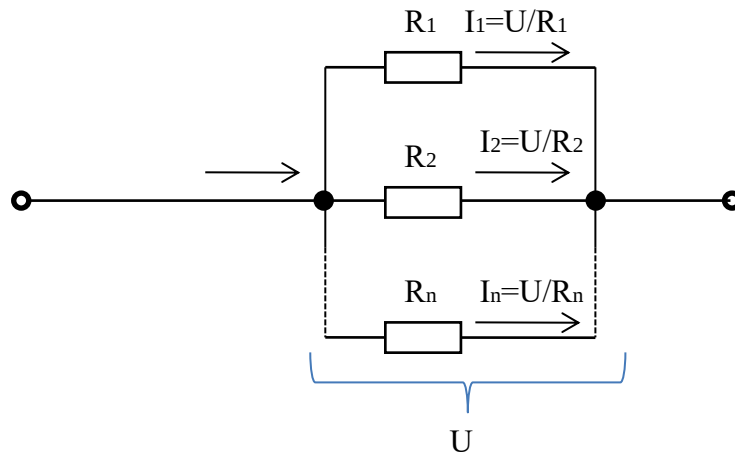


Рисунок 2.2- Схема параллельного соединения резисторов

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).

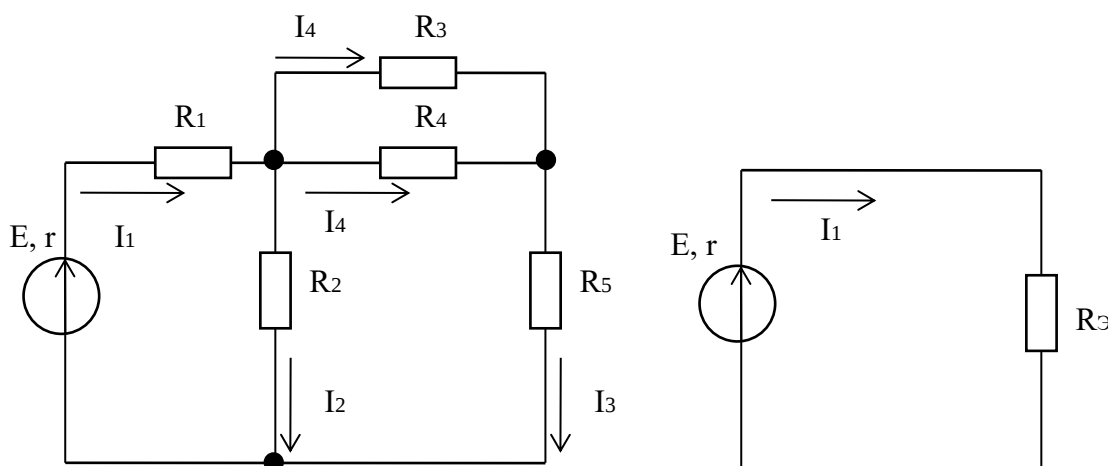


Рисунок 3- Схема комбинированного соединения резисторов

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.

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:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

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_y) 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

$$N_1 = N_y - 1$$

Количество уравнений по второму закону Кирхгофа определяется по формуле

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

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.

Практическая работа №3 **«Расчёт электрической цепи переменного тока с активным, индуктивным и емкостным элементами»**

Цель:

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

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.

Практическая работа №4

«Расчет трехфазной электрической цепи при соединении «звездой».

Цель:

- закрепить знания по изученной теме «Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии»;
- научить рассчитывать трехфазные электрические цепи при соединении фаз приемника звездой.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Материальное обеспечение:

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

Задание:

1. Определить линейные и фазные токи в заданной электрической цепи.
2. Определить мощность электрической цепи.
3. Построить векторную диаграмму.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по теме «Способы соединения фаз трехфазных генераторов и приемников электрической энергии».
2. Начертить схему. Определить схему соединения фаз приемника.
3. Определить фазные напряжения, фазные и линейные токи.
4. Построить в масштабе векторную диаграмму.
5. Определить мощности трехфазной электрической цепи.

Ход работы:

1. Изучить алгоритм расчета трехфазной цепи при соединении фаз потребителя звездой при симметричной нагрузке.

Нагрузка называется симметричной, если токи в фазы равны по амплитуде и векторы токов сдвинуты на 120° . Тогда геометрическая сумма токов равна нулю и через нулевой проводник ток не протекает.

Условием симметричной нагрузки является равенство комплексных сопротивлений в фазах.

$$\dot{Z}_A = \dot{Z}_B = \dot{Z}_C$$

Порядок расчета:

А) Записать фазные напряжения в комплексной форме. Начальную фазу U_A примем равной 90° .

$$\dot{U}_A = U_A \cdot e^{j90^\circ},$$

$$\dot{U}_B = U_B \cdot e^{-j30^\circ},$$

$$\dot{U}_C = U_C \cdot e^{-j150^\circ},$$

Б) Определяются комплексные сопротивления фаз приемника $\dot{Z}_A, \dot{Z}_B, \dot{Z}_C$

С) Токи в фазах определяются по закону Ома

$$\begin{aligned} I_A &= \frac{U_A}{Z_A}, \\ I_B &= \frac{U_B}{Z_B}, \\ I_C &= \frac{U_C}{Z_C} \end{aligned}$$

Д) Ток в нулевом проводе в результате решения должен быть равен нулю.

$$I_N = I_A + I_B + I_C = 0$$

Е) Построение векторной диаграммы осуществляется в комплексной плоскости.

2. 1. Изучить алгоритм расчета трехфазной цепи при соединении фаз потребителя звездой при симметричной нагрузке без нулевого провода.

Нагрузка является не симметричной, если не выполняется условие $Z_A = Z_B = Z_C$

Если отсутствует нулевой провод в этом случае между нейтральной точкой источника и нейтральной точкой приемника возникает разность потенциалов $U_{NN'}$, которая называется смещением нейтрали и определяется по формуле.

$$U_{NN'} = \frac{U_A \cdot y_A + U_B \cdot y_B + U_C \cdot y_C}{y_A + y_B + y_C},$$

где y_A, y_B, y_C - комплексные проводимости фаз.

Напряжение на фазах потребителя будут разные и не будут равны напряжению на фазах источника и определяются по формулам.

$$\begin{aligned} \dot{U}'_A &= \dot{U}_A - \dot{U}_{NN'} \\ \dot{U}'_B &= \dot{U}_B - \dot{U}_{NN'} \\ \dot{U}'_C &= \dot{U}_C - \dot{U}_{NN'} \end{aligned}$$

Порядок расчета:

А) Записать фазные напряжения в комплексной форме. Начальную фазу U_A примем равной 90° по формулам

$$\begin{aligned} \dot{U}_A &= U_A \cdot e^{j90}, \\ \dot{U}_B &= U_B \cdot e^{-j30}, \\ \dot{U}_C &= U_C \cdot e^{-j150}, \end{aligned}$$

Б) Определяются комплексные сопротивления фаз приемника $\dot{Z}_A, \dot{Z}_B, \dot{Z}_C$ и комплексные проводимости фаз приемника $\dot{Y}_A, \dot{Y}_B, \dot{Y}_C$.

С) Определить смещение нейтрали.

Д) Определить напряжения на фазах приемника.

Е) Токи в фазах определяются по закону Ома.

З) Сумма токов в фазах равна нулю.

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$$

И) Построение векторной диаграммы осуществляется в комплексной плоскости.

3. Изучить алгоритм расчета расчет трехфазной цепи при соединении фаз потребителя звездой с нулевым проводом при несимметричной нагрузке.
90°.

Б) Определяются комплексные сопротивления фаз приемника $\dot{Z}_A, \dot{Z}_B, \dot{Z}_C$

С) Токи в фазах определяются по закону Ома.

Д) Ток в нулевом проводе определяется. Для выравнивания напряжения при несимметричной нагрузке и соединении фаз потребителя звездой применяется нулевой провод, соединяющий нейтральную точку источника с нейтральной точкой приемника. Тогда, если пренебречь падением напряжения в линейных проводах, напряжение на фазах приемника будут равны напряжению на фазах источника.

Порядок расчета:

А) Записать фазные напряжения в комплексной форме. Начальную фазу U_A примем равной

Е) Построение векторной диаграммы осуществляется 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.

Практическое занятие №5

Расчёт параметров однофазного трансформатора

Цель: научиться рассчитывать параметры электрических машин.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Решите задачи

1. Найти коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на вторичной обмотке трансформатора 20; 110; 330 и 1100 В. Трансформатор подключен к сети переменного напряжения 220 В.

2. Напряжение первичной обмотки трансформатора равно 6,3 кВ. Определить коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на выводах его вторичной обмотки 400 В. Найти число витков первичной обмотки, если число витков вторичной обмотки равно 150.

3. Однофазный трансформатор имеет следующие параметры: $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; $U_{1\text{ном}} = 6000 \text{ В}$; $I_0 = 5 \% I_{1\text{ном}}$. Найти ток холостого хода трансформатора при напряжениях $U_1 = 0,5; 0,75 \text{ и } 1,1 U_{1\text{ном}}$, учитывая, что магнитопровод находится при всех указанных напряжениях в насыщении.

4. Найти токи вторичной и первичной обмоток трансформатора с $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$; $U_{2\text{ном}} = 110 \text{ В}$ при аварийном коротком замыкании. Относительное напряжение короткого замыкания составляет 4 %.

Порядок выполнения работы:

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.

Ход работы:

1. Выпишите исходные данные.
2. Рассчитайте неизвестные величины, пользуясь формулами из теоретического материала по теме.
3. Предоставьте расчеты на проверку.

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна

или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №6

Расчёт параметров асинхронного двигателя

Цель: научиться рассчитывать параметры электрических машин.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Решите задачи

1. Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин, причем от сети потребляется мощность 55 кВт. Чему равны мощность на валу двигателя и развиваемый им момент, если мощность потерь в двигателе составляет 5 кВт?
2. Вращающий момент асинхронного двигателя при частоте вращения его ротора 1440 об/мин равен 500 Н·м. Определить мощность, развиваемую двигателем.
3. Асинхронный двигатель создает вращающий момент 580 Н·м при частоте вращения 585 об/мин. Определить мощность на валу двигателя; потребляемую им активную и полную мощности, если $\eta = 85\%$, $\cos\phi = 0,8$.
4. Трёхфазный асинхронный двигатель с фазным ротором потребляет от сети мощность $P_1 = 28$ кВт при токе $I = 140$ А и напряжении 220 В. Найти η и коэффициент мощности двигателя $\cos\phi$, если полезная мощность на его валу $P_2 = 23,4$ кВт.
5. Определите мощность, подводимую к трёхфазному асинхронному двигателю с фазным ротором, а также ток в обмотках статора при их соединении «звездой» и «треугольником». Номинальные параметры двигателя: полезная мощность на валу 30 кВт, напряжение на статоре 380/220 В, $\eta = 88\%$, коэффициент мощности 0,85.
6. При увеличении потребляемой мощности, асинхронного двигателя в 2,2 раза его КПД увеличился на 10 %. Найти первоначальные значения мощности и КПД, если суммарная мощность потерь увеличилась от 2,5 до 2,8 кВт.

Порядок выполнения работы:

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.

Ход работы:

1. Выпишите исходные данные.
2. Рассчитайте неизвестные величины, пользуясь формулами из теоретического материала по теме.
3. Предоставьте расчеты на проверку.

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №7

«Расчет параметров двигателей постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения»

Цель: научиться рассчитывать параметры электрических машин.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Решите задачи

1. С каким КПД работает двигатель параллельного возбуждения, включенный в сеть напряжением 220 В, если полезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря равен 21 А?
2. Найти ЭДС, индуцируемую в якоре двигателя постоянного тока, если при частоте вращения двигателя 1500 об/мин магнитный поток полюса не превышает 0,017 Вб, а постоянный коэффициент $CE = 8,5$.
3. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные параметры: $R_{ном} = 130$ кВт; $U_{ном} = 220$ В, $n = 600$ об/мин; $\eta = 92\%$; $R_{я} = 0,01$ Ом; $CM = 65$. Определить номинальный ток якоря, ЭДС и вращающий момент двигателя, магнитный поток одного полюса и электромагнитную мощность.
4. Двигатель параллельного возбуждения имеет следующие параметры; $U_{ном} = 440$ В; $I_{я ном} = 200$ А; $R_{я} = 0,05$ Ом; номинальное сопротивление обмотки возбуждения $R_{в ном} = 0,03$ Ом. Найти ЭДС, электромагнитную мощность и мощность, подводимую к двигателю.

Порядок выполнения работы:

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.

Ход работы:

1. Выпишите исходные данные.
2. Рассчитайте неизвестные величины, пользуясь формулами из теоретического материала по теме.
3. Предоставьте расчеты на проверку.

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №8

«Чтение и применение схемы релейно-контакторного управления асинхронным двигателем»

Цель: изучение схемы пуска асинхронного двигателя

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд1 Подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;

Уд2 Рассчитывать параметры электрических цепей.

Уд3 Подбирать устройства электронной техники и оборудование с определенными характеристиками и параметрами.

Материальное обеспечение:

Контактор, кнопочный пост, автоматический выключатель, мультиметр, тепловое реле

Задание:

Изучить схему пуска асинхронного двигателя, и контакты аппаратов схемы

Порядок выполнения работы:

1. Изучить схему пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

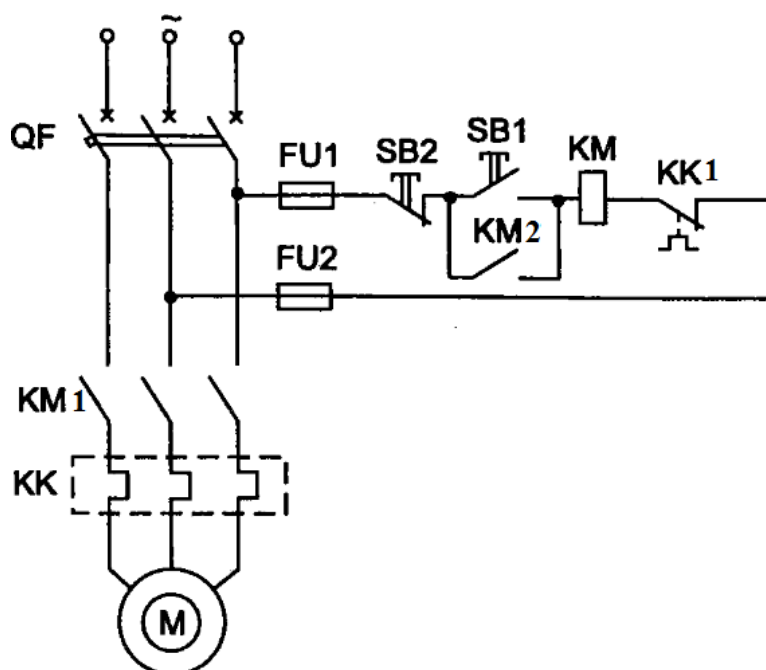


Рисунок 1

Обозначение элементов на схеме: QF – трехполюсный автоматический выключатель; FU – предохранители, М- статор двигателя асинхронного, КК – тепловое реле, КК – тепловое реле, КК1 – нормально замкнутый контакт теплового реле, SB 2- кнопка Стоп, SB 1 – кнопка Пуск, КМ – катушка контактора, КМ 1 – силовые контакты контактора, КМ 2 – нормально открытый контакт контактора.

2. Изучить аппараты и контакты аппаратов, их расположение на схеме.

3. Ответить на вопросы к лабораторной работе.

Ход выполнения работы:

1. Перечертите и изучите схему управления асинхронным двигателем.

2. Изучите предложенные аппараты, такие как: контактор, кнопочный пост, автоматический выключатель.
3. Ответьте на следующие вопросы:
 - а. Где силовая часть цепи, а где цепь управления на схеме?
 - б. Как определить с помощью прозвонки нормально открытую (пуск) и нормально закрытую (стоп) кнопки?
 - в. Какие контакты контактора являются силовыми? Какие контакты контактора являются выводами катушки?
 - г. Для чего нужно тепловое реле? Где находится его нормально закрытый контакт для цепи управления?
 - д. Каков принцип работы схемы?
 - е. Чем можно заменить предохранители на схеме?

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему электрическую;
- в) ответы на вопросы;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание невыполнено.

Лабораторная работа №1

«Опытная проверка свойств последовательного и 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:

Уд4 Снимать показания и пользоваться электронными измерительными приборами и приспособлениями.

Уд5 Проводить исследования цифровых электронных систем с использованием схемотехнического моделирования.

Уд6 Собирать электрические схемы;

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

Задание:

1. Опытным путем проверить свойства последовательного соединения резисторов.
2. Опытным путем проверить свойства параллельного соединения резисторов.

Порядок выполнения работы

Последовательное

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.

Параллельное

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.

Ход работы:

Последовательное соединение

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

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.

Параллельное соединение

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

2. Начертить схему параллельного 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 2.2.

Таблица 2.2 -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 R ₃ и измерить ток и напряжение на R ₁ и R ₂				
R ₁				
R ₂				
1/R _{общ} = 1/R ₁ + 1/R ₂				

4. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов

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

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.

Лабораторная работа №2

«Применение законов Кирхгофа при проверке работе с простейшими электрическими схемами схем»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Законы электрических цепей постоянного тока»;
- закрепить понятия «узел», «ветвь», «контур»;
- закрепить умение применять законы Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей постоянного тока;
- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения;
- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд4 Снимать показания и пользоваться электронными измерительными приборами и приспособлениями.

Уд5 Проводить исследования цифровых электронных систем с использованием схемотехнического моделирования.

Уд6 Собирать электрические схемы;

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №4, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

1. Опытным путем проверить справедливость законов Кирхгофа.

Порядок выполнения работы

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

2. Начертить сложную электрическую схему, состоящую из трех ветвей.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты проверки справедливости законов Кирхгофа

	Результаты измерения								Результаты расчетов							
	Токи			Падения напряжения на пассивных элементах электрической цепи				$\sum E, В$	Токи			Падения напряжения на пассивных элементах электрической цепи				$\sum E$
	I1, А	I2, А	I3, А	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{R3} , В	U _{R4} , В		I1, А	I2, А	I3, А	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{R3} , В	U _{R4} , В	
Контур 1																
Контур 2																

4. Составить уравнения по первому и второму законам Кирхгофа и рассчитать токи, падения напряжения на каждом сопротивлении, результаты расчета записать в таблице и сравнить с результатами измерения.

5. Проверить правильность законов Кирхгофа.

6. Сделайте выводы о подтверждении законов Кирхгофа.

7. 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.

Лабораторная работа №3

«Исследование электрической цепи переменного тока с последовательным соединением элементов»

Цель:

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Уд4 Снимать показания и пользоваться электронными измерительными приборами и приспособлениями.

Уд5 Проводить исследования цифровых электронных систем с использованием схемотехнического моделирования.

Уд6 Собирать электрические схемы;

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №5, Лабораторный стенд, мультиметр.

Задание:

3. Опытным путем проверить свойства последовательного соединения пассивных элементов в цепях переменного тока.

Порядок выполнения работы

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

2. Начертить схемы последовательного соединения резистора и катушки индуктивности, резистора и конденсатора. 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 5.1.

Таблица 5.1-Результаты проверки последовательного соединения резисторов

Сопротивление	Результаты измерения		Результаты расчетов	
	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А
RL-цепь				
R				
L				
Z=				
RC-цепь				
R				
C				
Z=				

4. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов.

Для RL-цепи:

$$U^2 = U_R^2 + U_L^2;$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 = U/I.$$

Для RC-цепи:

$$U^2 = U_R^2 + U_C^2;$$

$$Z^2 = R^2 + X_C^2 = U/I;$$

5. Сделайте выводы о подтверждении законов последовательного соединении резисторов.
6. Постройте векторные диаграммы.
7. Определите коэффициент мощности активную, реактивную и полную мощности электрической цепи.
8. Выразите ток, напряжения, сопротивления и мощность комплексными числами.
9. 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.

Лабораторная работа №4

«Исследование трехфазной электрической цепи при соединении фаз приемника «звездой» и «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:

Уд4 Снимать показания и пользоваться электронными измерительными приборами и приспособлениями.

Уд5 Проводить исследования цифровых электронных систем с использованием схемотехнического моделирования.

Уд6 Собирать электрические 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».
2. 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 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.

Соединение «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
$R_A=R_B=R_C$															
$R_A=$ $R_B=$ $R_C=$															

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.