

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
по учебной дисциплине
«Электротехника и основы электроники»

для студентов специальности 15.02.12
Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)
(ТОП-50)

Челябинск, 2018г.

Составлено в соответствии с программой учебной дисциплины «Электротехника и электроника»

ОДОБРЕНО
Предметной (цикловой) комиссией специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств
протокол № _____
от «___» _____ 2018 г.
Руководитель специальности

_____ В.В.Лыкова

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НМР
_____ Т.Ю. Крашакова
«___» _____ 2018г.

Согласовано:

Руководитель специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

_____ **Н.В. Озорнина**

Составитель: Пестрикова А.А. преподаватель ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ НА МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ»

для студентов специальности 15.02.12

Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)
(ТОП-50) разработанные преподавателем ГБПОУ «Южно-Уральский государственный
технический колледж» А.А. Пестриковой

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Электротехника и основы электроники» составлены в соответствии с программой учебной дисциплины, в соответствии с которой предусмотрено выполнение 12 лабораторных и 4 практических работ, рассчитанных на 48 аудиторных часа. Лабораторные и практические работы направлены на формирование элементов следующих профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

ПК 1.2. Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 1.3. Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя.

ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов.

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования.

ПК 2.4. Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

ПК 3.1. Определять оптимальные методы восстановления работоспособности промышленного оборудования.

ПК 3.2. Разрабатывать технологическую документацию для проведения работ по монтажу, ремонту и технической эксплуатации промышленного оборудования в соответствии с требованиями технических регламентов.

ПК 3.3. Определять потребность в материально-техническом обеспечении ремонтных, монтажных и наладочных работ промышленного оборудования.

ПК 3.4. Организовывать выполнение производственных заданий подчиненным персоналом с соблюдением норм охраны труда и бережливого производства.

При выполнении лабораторных и практических работ происходит:

формирование умений:

- выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;
- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

- производить расчеты простых электрических цепей;

- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;

- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.

обобщение и систематизацию знаний:

- классификация электронных приборов, их устройство и область применения;

- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей;

- основные законы электротехники;

- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;

-основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;

-параметры электрических схем и единицы их измерения;

-принцип выбора электрических и электронных приборов;

-принципы составления простых электрических и электронных цепей;

-способы получения, передачи и использования электрической энергии;

-устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;

-основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;

-характеристики и параметры электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Электронная техника» могут быть использованы в учреждениях среднего профессионального образования.

Технический директор ЗАО «ВММ-2»



Р.Г. Девальд

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Электротехника и электроника» предназначены для студентов специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Лабораторные занятия являются важным элементом учебной дисциплины, так как в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые составляют часть профессиональной практической подготовки, а также общие компетенции, проявляющиеся через умение наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде отчетов.

Программой учебной дисциплины «Электротехника и электроника» предусмотрено выполнение 6 лабораторных и 2 практических работ.

В процессе выполнения лабораторных и практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов:

ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

ПК 1.2. Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 1.3. Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя.

ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов.

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования.

ПК 2.4. Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

ПК 3.1. Определять оптимальные методы восстановления работоспособности промышленного оборудования.

ПК 3.2. Разрабатывать технологическую документацию для проведения работ по монтажу, ремонту и технической эксплуатации промышленного оборудования в соответствии с требованиями технических регламентов.

ПК 3.3. Определять потребность в материально-техническом обеспечении ремонтных, монтажных и наладочных работ промышленного оборудования.

ПК 3.4. Организовывать выполнение производственных заданий подчиненным персоналом с соблюдением норм охраны труда и бережливого производства.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК 11 Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Умения:

- выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;
- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.

Знания (актуализация):

- классификация электронных приборов, их устройство и область применения;
- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей;
- основные законы электротехники;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
- основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;
- параметры электрических схем и единицы их измерения;
- принцип выбора электрических и электронных приборов;
- принципы составления простых электрических и электронных цепей;
- способы получения, передачи и использования электрической энергии;

-устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;

-основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;

-характеристики и параметры электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей.

Методические рекомендации по проведению лабораторных работ и практических разработаны с целью оказания помощи студентам в приобретении необходимых навыков сборки схем, исследования электрических машин, электронных приборов и устройств, освоении методов расчета электрических цепей.

Данные методические рекомендации определяют общий объем знаний, подлежащий обязательному усвоению студентами при выполнении каждой лабораторной и практической работы, что позволяет студентам закреплять знания теории, формировать и развивать навыки исследования электрических схем, электрических машин, электронных приборов и устройств, воспитывает познавательную активность и профессиональную ответственность за результаты опытов и расчетов, формирует навыки соблюдения правил техники безопасности.

Каждая работа имеет:

- номер;
- наименование;
- цель работы;
- формируемые в процессе выполнения работы умения и актуализация знаний;
- теоретическое обоснование;
- электрическую схему исследуемой цепи;
- перечень приборов и (или) оборудования;
- порядок выполнения работы;
- контрольные вопросы.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ содержат список рекомендуемой литературы. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную не в полном объеме (не менее 70 % правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 70% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Раздел	Номер и наименование лабораторной работы	Часы
1	1. Исследование электрической цепи при различных способах соединения участков.	2
	2. Исследование разветвленной магнитной цепи.	2
	3. Исследование трехфазной цепи при соединении потребителей энергии звездой.	2
	4. Исследование схемы релейно-контакторного управления трехфазным асинхронным двигателем.	2
	5. Измерение энергии в однофазной цепи	2
2	6. Исследование формы выходного напряжения электронных генераторов.	2
	Всего:	12

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Раздел	Номер и наименование практической работы	Часы
1	1. Расчет электрических цепей постоянного тока.	2
2	2. Расчет однофазного выпрямителя с активным сопротивлением нагрузки.	2
	Всего:	4

Лабораторная работа № 1

«Исследование электрической цепи при различных способах соединения участков»

Цель работы: Опытное определение соотношений между токами и напряжениями при последовательном и параллельном соединении резисторов.

Умения:

- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем.

Знания (актуализация):

- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей;
- основные законы электротехники;
- параметры электрических схем и единицы их измерения.

Приборы и оборудование:

1. Источник переменного напряжения 220 В.
2. Группы ламп накаливания. -2шт.
3. Амперметры с $I_{\text{ном}}=2.5$ А -3шт.
4. Амперметр с $I_{\text{ном}}=1$ А -1шт.
5. Вольтметр с $U_{\text{ном}}=250$ В -1шт.

Теоретическое обоснование

Последовательное соединение резисторов.

Соединение резисторов называется последовательным, если при наличии источника питания через все резисторы проходит один и тот же ток (см. рисунок 1).

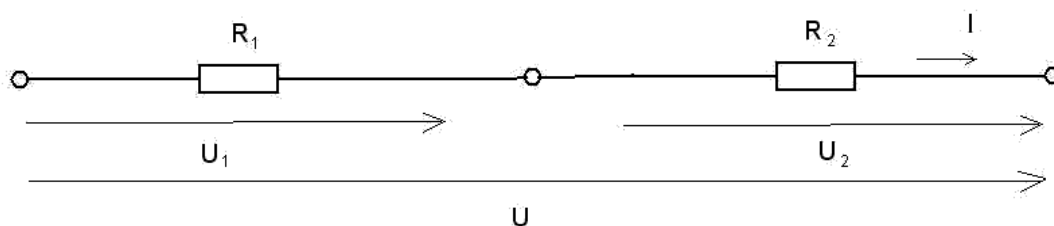


Рисунок 1 – Последовательное соединение резисторов

Свойства:

1. При последовательном соединении резисторов ток через все резисторы проходит один и тот же: $I = I_1 = I_2$.

2. Напряжение на зажимах цепи при последовательном соединении резисторов равно сумме напряжений на её отдельных участках.

$$U = U_1 + U_2$$

3. Сопротивление при последовательном соединении резисторов равно сумме сопротивлений всех последовательно соединенных участков.

$$R = R_1 + R_2$$

При последовательном соединении n резисторов общее сопротивление всей цепи равно арифметической сумме сопротивлений всех резисторов

$$R = \sum_{k=1}^n R_k$$

Параллельное соединение резисторов.

Участок цепи, вдоль которого проходит один и тот же ток называется *ветвью*, а место соединения трех и большего числа ветвей называется *узлом*.

Соединение резисторов называется параллельным, если они присоединены к одной и той же паре узлов электрической цепи, то есть находятся под действием одного и того же напряжения.

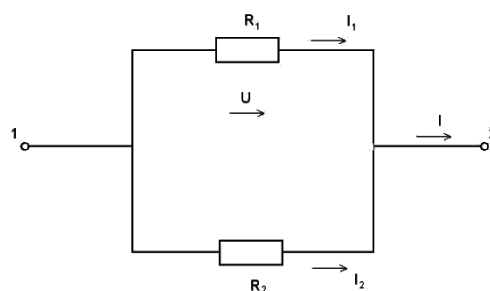


Рисунок 2 – Параллельное соединение резисторов

Свойства:

1. Напряжение на параллельно соединённых резисторах одинаково:

$$U = U_1 = U_2$$

2. Ток в неразветвлённой части цепи равен сумме токов в параллельно соединённых резисторах.

$$I = I_1 + I_2$$

Для каждой ветви и для всей цепи можно записать закон Ома

$$I_1 = \frac{U}{R_1} ; I_2 = \frac{U}{R_2} ; I = \frac{U}{R}$$

где R – общее (эквивалентное) сопротивление всей цепи.

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$$

разделив обе части равенства на U , окончательно имеем

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} , \quad R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

3. При параллельном соединении резисторов общая проводимость равна сумме проводимостей отдельных ветвей $G = G_1 + G_2$,

$$\text{где } G = \frac{1}{R}$$

Задание №1. Установить опытным путем соотношений между токами и напряжениями при последовательном соединении резисторов.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему последовательного соединения двух участков с лампами накаливания (рисунок 1) и предъявить для проверки преподавателю.

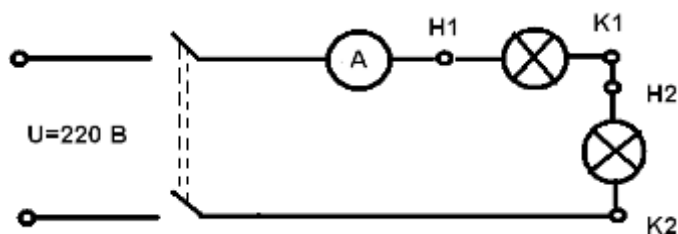


Рисунок 1 – Схема последовательного соединения резисторов.

2. Включить силовой выключатель. Включить лампы на первом и втором участках, провести измерения тока цепи и напряжений участков цепи. Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты измерений тока и напряжения в цепи

№ п/п	Опытные данные				Расчётные данные		
	I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	U, В	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R, Ом
1							
2							
3							

3. Рассчитать сопротивления участков, результаты занести в таблицу 1:

$$R_1 = \frac{U_1}{I} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} \quad R = \frac{U}{I}$$

4. Пользуясь данными опытов и расчетов, подтвердить свойства последовательного соединения:

$$R = R_1 + R_2 \quad U = U_1 + U_2$$

Задание №2 Установить опытным путем соотношений между токами и напряжениями при параллельном соединении резисторов.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему параллельного соединения двух участков с лампами накаливания (рисунок 2) и предъявить для проверки преподавателю.

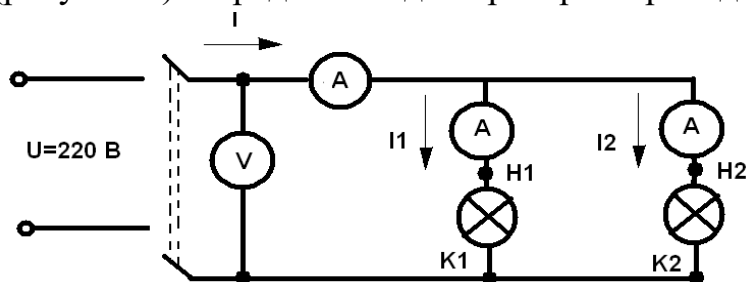


Рисунок 2 – Схема параллельного соединения резисторов.

2. Включить силовой выключатель. Включить лампы на первом и втором участках цепи. Провести измерения напряжения на зажимах цепи и токов ветвей (участков). Результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты измерений тока и напряжения в цепи

№ п/п	Опытные данные				Расчётные данные					
	I ₁	I ₂	I	U	R ₁	R ₂	R ₁₂	G ₁	G ₂	G ₁₂
1										
2										
3										

3. Рассчитать сопротивления и проводимости участков, результаты расчетов занести в таблицу 2:

$$R_1 = \frac{U}{I_1} \quad R_2 = \frac{U}{I_2} \quad R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad G_1 = \frac{I_1}{U} \quad G_2 = \frac{I_2}{U} \quad G_{12} = \frac{I}{U}$$

4. Пользуясь данными опытов и расчетов, подтвердить свойства параллельного соединения:

$$I = I_1 + I_2 \quad G_{12} = G_1 + G_2$$

5. Сделать вывод.

Контрольные вопросы.

1) Как изменится напряжение на первом участке при последовательном соединении участков с лампами накаливания, если увеличить на нем число включенных ламп?

2) Как изменится величина тока в цепи при последовательном соединении участков, если на втором участке выключить все лампы?

3) Как изменится величина тока в цепи при параллельном соединении участков, если на втором участке выключить все лампы?

Лабораторная работа №2

«Исследование разветвлённой магнитной цепи»

Цель работы: Опытное подтверждение первого закона Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи и овладение методикой расчета магнитных потоков.

Умения:

- производить расчеты простых электрических цепей;

- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем.

Знания (актуализация):

- основные законы электротехники;
- характеристики и параметры электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей.

Приборы и оборудование:

1. Источник переменного напряжения 220 В, 50 Гц
2. Трехфазный трансформатор.
3. Вольтметр электромагнитной системы с $U_{ном}=150$ В.

Теоретическое обоснование.

Магнитной цепью называется совокупность устройств, содержащих ферромагнитные тела и образующих замкнутую цепь, в которой при наличии магнитодвижущей силы образуется магнитный поток и вдоль которой замыкаются линии магнитной индукции.

Примером являются сердечники трансформатора, магнитных усилителей, электрических машин и т.д.

Магнитодвижущую силу в электрических машинах создают обмотки с электрическим током или постоянные магниты. Часть магнитной цепи, по которой замыкается магнитный поток, изготавливают в основном из ферромагнитных материалов и называют *магнитопроводом*. Магнитные цепи выполняют неразветвленными и разветвленными. Различают также магнитные цепи однородные и неоднородные. Магнитопровод однородной цепи на всем его протяжении выполнен из одного материала и имеет одинаковое по форме и размерам поперечное сечение; в неоднородной цепи магнитопровод состоит из нескольких участков, отличающихся в общем случае по длине, поперечному сечению, материалам. На рисунке 1 представлена однородная разветвленная магнитная цепь.

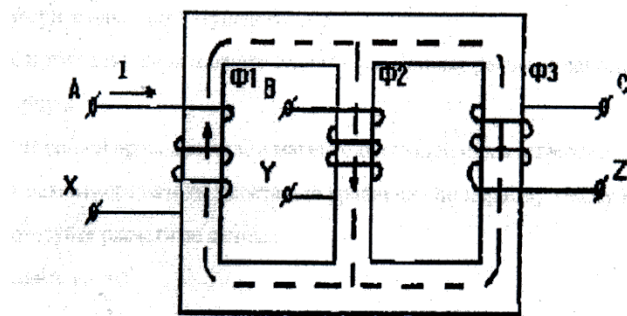


Рисунок 1 – Однородная разветвленная магнитная цепь.

Для расчетов магнитных цепей используют аналогии с электрическими цепями:

Φ , магнитный поток – электрический ток I ;

R_M , магнитное сопротивление - электрическое сопротивление R ;

U_M , магнитное напряжение - электрическое напряжение U ;

F_M , магнитодвижущая сила - электродвижущая сила E .

В разветвленной магнитной цепи, по аналогии с электрической цепью, можно выделить контуры, ветви и отметить узлы. Можно составить узловые уравнения и сформулировать первый закон Кирхгофа для магнитной цепи. **Алгебраическая сумма магнитных потоков в узле магнитной цепи равна нулю $\sum \Phi = 0$.**

Задание: Собрать схему трехфазного трансформатора и осуществить замеры фазного напряжения на катушках.

Порядок выполнения работы:

1. Подключите катушку AX трехфазного трансформатора к фазному напряжению $U_\phi = 127 \text{ В}$ (рисунок 2).

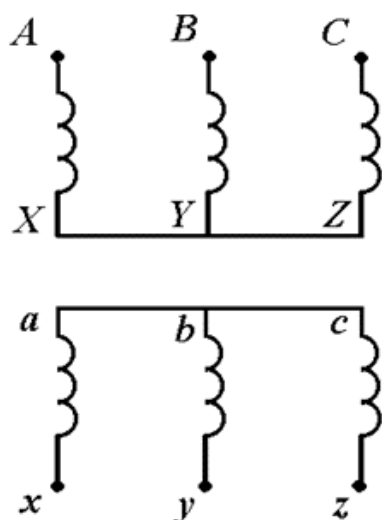


Рисунок 2 – Схема соединения обмоток трансформатора.

2. Включите источник напряжения и измерьте ЭДС остальных обмоток.

Данные измерений занесите в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты измерений.

№ п/п	Схема включения	E_{AX}	E_{BY}	E_{CZ}	E_{ax}	E_{by}	E_{cz}
1							
2							
3							

3. Повторите опыт для катушек ВУ, СZ, подключив их на соответствующие фазные напряжения.

4. Рассчитайте величины магнитных потоков. Данные расчетов занесите в таблицу 2.

Формула расчета амплитуды магнитного потока

$$\Phi_m = \frac{E}{4,44 \cdot f \cdot w_2}$$

где E – ЭДС вторичных обмоток E_{ax} , E_{by} , E_{cz}

$f = 50$ Гц - частота напряжения сети;

$w_2 = 690$ - число витков вторичной обмотки.

Таблица 2 - Данные расчетов величин магнитных потоков.

№ п/п	$\Phi_{m1}, \text{Вб}$	$\Phi_{m2}, \text{Вб}$	$\Phi_{m3}, \text{Вб}$
1			
2			
3			

5. Определите направление магнитодвижущей силы и вычертите конфигурацию магнитного потока, составьте уравнения по первому закону Кирхгофа, используйте расчетные данные.

$$\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3 = 0$$

6. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение магнитной цепи.
- 2) Сколько участков содержит магнитная цепь трехфазного трансформатора?
- 3) Как изменится магнитодвижущая сила, если число витков катушки увеличить в 2 раза, а ток уменьшить в 2 раза?
- 4) Какими правилами пользуются для определения направления магнитодвижущей силы?

Лабораторная работа № 3

«Исследование работы трёхфазной цепи при соединении потребителей энергии звездой»

Цель работы: Опытное определение основных соотношений между токами и напряжениями при соединении потребителей звездой, выяснение роли нейтрального провода.

Умения:

- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;

- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.

Знания (актуализация):

- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;

- основные законы электротехники;

- устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов.

Приборы и оборудование:

- 1) Источник питания 220В 50 Гц.
- 2) Амперметры с $I_{\text{ном}} = 3\text{А}$ -3 шт.
- 3) Амперметр с $I_{\text{ном}} = 1\text{А}$ -1 шт.
- 4) Вольтметр с $U_{\text{ном}} = 250\text{В}$ -1 шт.
- 5) Группы ламп накаливания - 3 шт.

Теоретическое обоснование.

Трёхфазная система.

Трёхфазной системой электрических цепей называется совокупность трех электрических цепей, которых действуют синусоидальные ЭДС одинаковой частоты и амплитуды, сдвинутые относительно друг друга на 120° .

Источниками электрической энергии в трёхфазных цепях являются трёхфазные генераторы или трансформаторы. В трёхфазной системе электрических цепей фазой называется одна из трех цепей. Для сокращения числа проводов используют связанные трёхфазные системы. Для соединения звездой концы обмоток приемника X,Y, Z соединяют в общую точку, которую называют нулевой точкой или *нейтралью*. Концы обмоток приемника соединяют в общую точку N' – *нейтраль* нагрузки (см. рисунок 1). Провода, соединяющие начала A,B,C обмоток источника с приемником называются *линейными*.

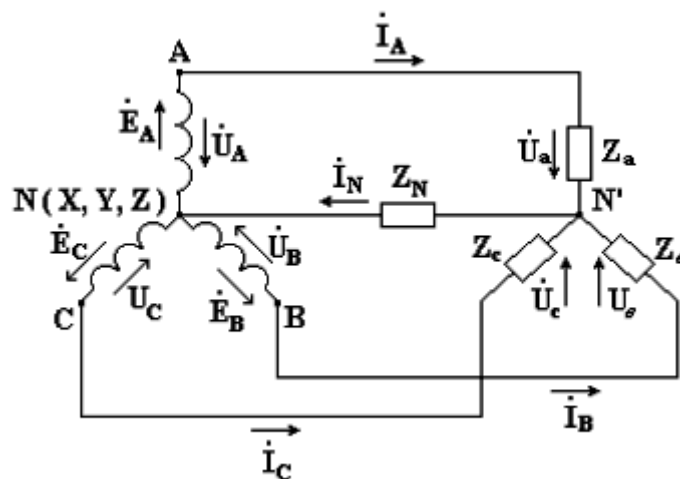


Рисунок 1 – Схема трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз потребителей звездой.

Провод, соединяющий нейтраль генератора N и нейтраль нагрузки N' называют *нейтральным*. Получается связанная четырехпроводная система электрических цепей.

Параметры трехфазной цепи

Линейный ток - это ток, протекающий по линейным проводам (I_L).

Фазный ток - ток, протекающий в фазе приемника или источника (I_ϕ).

Для схемы звезда фазные и линейные токи одинаковы в каждой фазе: $I_L = I_\phi$

Линейное напряжение - это разность потенциалов между двумя линиями (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}).

Фазное напряжение - это напряжение между началом и концом фазы или напряжение между линейным и нулевым проводом (U_A, U_B, U_C).

Если считать потенциалы начал фаз генератора и нагрузки равными (т.е. падение напряжения в линейных проводах равно нулю). Линейное напряжение любой фазы представляет собой алгебраическую сумму фазных напряжений:

$$\begin{aligned}\vec{U}_{AB} &= \vec{U}_A - \vec{U}_B \\ \vec{U}_{BC} &= \vec{U}_B - \vec{U}_C \\ \vec{U}_{CA} &= \vec{U}_C - \vec{U}_A\end{aligned}$$

Векторная диаграмма линейных и фазных напряжений представлена на рисунке 2.

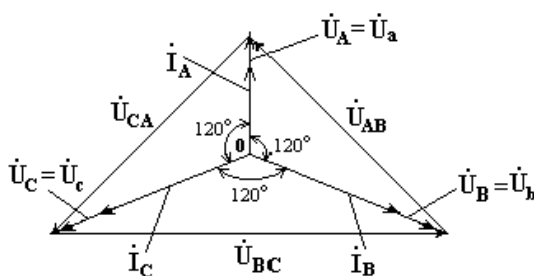


Рисунок 2 – Векторная диаграмма трехфазной цепи

Если сопротивления фаз одинаковы (нагрузка симметричная), то треугольники на диаграмме являются равнобедренными, откуда легко получить соотношение между напряжениями $U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$

Ток в нейтральном проводе равен алгебраической сумме фазных токов:

$\vec{I}_N = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$ Векторная диаграмма представлена на рисунке 3.

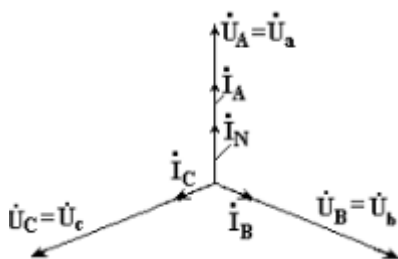


Рисунок 3 – Ток в нейтральном проводе \vec{I}_N

Задание: Собрать схему трехфазной цепи и определить соотношения между токами и напряжением.

Порядок выполнения работы

1. Соберите схему исследования трехфазной цепи, предъявите для проверки преподавателю (рисунок 4).

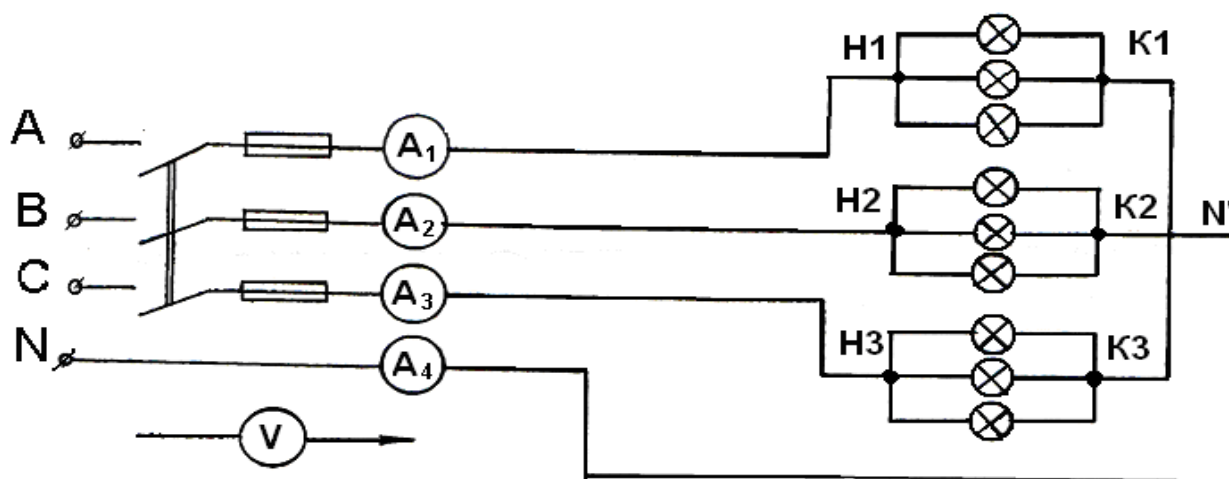


Рисунок 4 – Схема трехфазной цепи с нейтральным проводом

2. Проведите исследование цепи. Режим работы цепи: Равномерная нагрузка (симметричная нагрузка), нейтральный провод включен.

а) Установите равномерную нагрузку (включите одинаковое количество ламп в фазах нагрузки). Включите сетевой выключатель;

б) Измерьте токи фаз, ток в нейтральном проводе, фазные и линейные напряжения на нагрузке. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

в) Выключите сетевой выключатель.

3. Режим работы цепи: Неравномерная нагрузка, нейтральный провод включен.

а) Установите неравномерную нагрузку (разное количество ламп в фазах нагрузки). Включите сетевой выключатель.

б) Измерьте токи фаз, ток в нейтральном проводе, фазные и линейные напряжения на нагрузке. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

в) Выключите сетевой выключатель.

4. Режим работы цепи: Холостой ход фазы, нейтральный провод включен.

а) Установите неравномерную нагрузку, все лампы одной из фаз должны быть выключены, что означает холостой ток фазы (разное количество ламп в фазах нагрузки). Включите сетевой выключатель.

б) Измерьте токи фаз, ток в нейтральном проводе, фазные и линейные напряжения на нагрузке. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

в) Выключите сетевой выключатель.

5. Режим работы цепи: Равномерная нагрузка (симметричная нагрузка), нейтральный провод выключен.

а) Установите равномерную нагрузку (включите одинаковое количество ламп в фазах нагрузки). Включите сетевой выключатель;

б) Измерьте токи фаз, фазные и линейные напряжения на нагрузке. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

в) Выключите сетевой выключатель.

6. Режим работы цепи: Неравномерная нагрузка, нейтральный провод выключен.

а) Установите неравномерную нагрузку (разное количество ламп в фазах нагрузки). Включите сетевой выключатель.

б) Измерьте токи фаз, фазные и линейные напряжения на нагрузке. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

в) Выключите сетевой выключатель.

Таблица 1 – Результаты измерений нагрузки

№ опыта	Режим работы цепи		Измерения									
	Режим нейтрал	Режим нагрузки	I_A	I_B	I_C	I_N	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
			A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
1	Нейтральный провод включен	Равномерная										
2		Неравномерная										
3		Холостой ход фазы										
4	Нейтральный провод отключен	Равномерная				-						
5		Неравномерная				-						

7. По данным опытов 1,2,3 постройте векторную диаграмму расчета тока в нейтральном проводе на миллиметровой бумаге.

8. Оцените постоянство фазных напряжений по результатам опытов 2,3,5 и его зависимость от режима работы трехфазной цепи.

9. Вычислите отношение линейного и фазного напряжений по результатам измерений в измерении 1.

10. Сделайте выводы.

Контрольные вопросы.

- 1) Как выполнить соединение фаз генератора и нагрузки звездой?
- 2) Название общего провода трех цепей четырехпроводной системы?
- 3) Что значит «холостой ход фазы»? При каких реальных условиях возникает такой режим работы?

Лабораторная работа № 4

«Исследование схемы релейно-контактного управления трехфазным асинхронным двигателем»

Цель работы: Освоение алгоритма дистанционного управления трехфазным асинхронным двигателем.

Умения:

- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.
- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов.

Знания (актуализация):

- устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;

Приборы и оборудование:

- 1) Источник питания - трехфазная сеть 220 В, 50 Гц
- 2) Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором – АОЛ-22-4 220/380 В 50 Гц ; $P_n = 400$ Вт; $n = 1400$ об/мин
- 3) Магнитный пускатель
- 4) Пост управления - ПКЕ - 222 - 2У2
- 5) Амперметр тока - 5 А.

Теоретическое обоснование

Аппаратура коммутации и управления.

Автоматическое управление электродвигателями и другими приемниками электрической энергии осуществляют путем применения в электрических цепях различных аппаратов, при помощи которых осуществляют пуск, регулирование частоты его вращения, торможение, остановку двигателей, а также их защиту от перегрузок и коротких замыканий. Наибольшее применение среди подобного рода устройств получили контакторы, реле, магнитные пускатели, путевые и концевые выключатели, кнопки, предохранители и т.п.

Управлять трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором можно при помощи магнитного пускателя. Магнитные пускатели представляют собой совокупность контактора и тепловых реле, установленных на одной панели.

Контакторы.

Контактором называют коммутационный электромагнитный аппарат, у которого вручную производят переключение в цепи управления, а переключение в главной цепи происходит автоматически. Контакторы предназначены для частых включений и отключений электроустановки под нагрузкой (до 1500 включений и отключений в час). Устройство электромагнитного контактора представлено на рисунке 1.

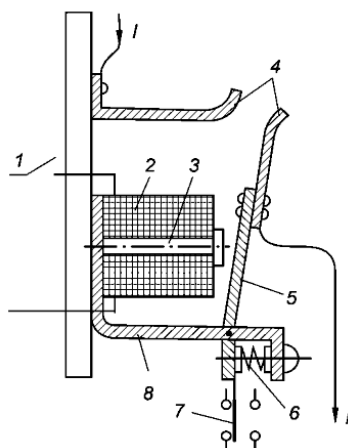


Рисунок 1 – Электромагнитный контактор.

При замыкании кнопки управления 1 в цепи управления, т.е. катушке 2, возникает ток, который создает в сердечнике 3 магнитный поток и электромагнитная сила притягивает якорь 5 к сердечнику 3. Магнитный поток замыкается по магнитопроводу, состоящему из сердечника 3, якоря 5 и скобы 8. Когда якорь притянут к сердечнику, замыкаются главные контакты 4, через которые запитывается обмотка статора. Одновременно происходит переключение блок – контактов. Число блок - контактов может быть различным. Их включают в цепь управления данного контактора или другого аппарата. На электрических схемах контакторы обозначаются в исходном обесточенном состоянии согласно ГОСТ 2.755 (таблица 1).

Реле

Реле – это аппараты, которые производят автоматическое переключение контактов в цепи управления другого аппарата.

Тепловые реле предназначены для защиты обмоток двигателя от длительных перегрузок на 10-20%. Конструктивная схема теплового реле с биметаллической пластиной представлена на рисунке 2.

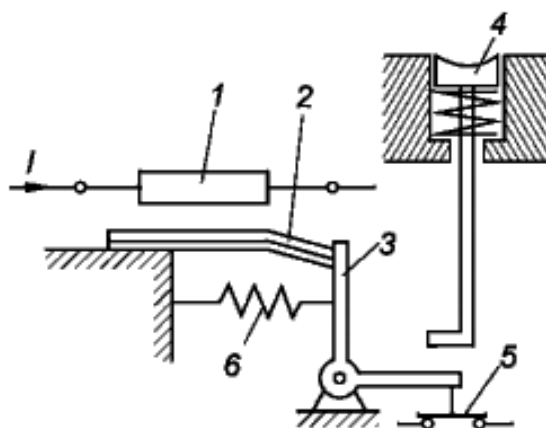
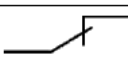
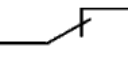

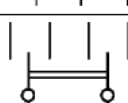


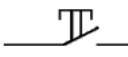
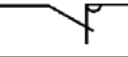



Рисунок 2 – Тепловое реле.

Нагревательный элемент 1 включают последовательно с электрической цепью, которую надо защищать. Нагревательный элемент нагревает расположенную рядом биметаллическую пластину 2. Биметаллическая пластина выполнена из двух слоев металлов с разными коэффициентами расширения, поэтому при нагревании она выпрямляется, и рычаг 3 освобождается. Под действием пружины 6 рычаг поворачивается и размыкает контакты 5 в цепи управления.

Таблица 1 – Графическое обозначение контактов

Наименование элемента		Обозначение
Контакт коммутирующего устройства (общее обозначение)	замыкающий	
	размыкающий	
	переключающий	
Выключатель	однополюсный	
	трехполюсный	
Переключатель	однополюсный	
	трехполюсный	
	двухполюсный трехпозиционный с нейтральным положением	
Разъединитель		
Выключатель нагрузки		
Выключатель автоматический		
Кнопки управления	с замыкающим контактом	
	с размыкающим контактом	
Контакт главной цепи контактора, магнитного пускателя	замыкающий	
	размыкающий	
	замыкающий дугогасительный	
	размыкающий дугогасительный	
Контакт теплового реле без самовозврата (с возвратом нажатием кнопки)		
Контакт замыкающий с выдержкой времени	при замыкании	
	при размыкании	

Задание: Выполнить схему сборки дистанционного управления трехфазным асинхронным двигателем.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему электродвигателя (рисунок 3). Предъявить схему для проверки преподавателю.
2. Включить сеть выключателем QF.
3. Включить двигатель с помощью кнопки SB2. Убедится в том, что после отпускания кнопки двигатель продолжает работать. Проследить за срабатыванием магнитного пускателя.
4. Отключить двигатель с помощью кнопки SB1. Проследить за работой магнитного пускателя
5. Отключить блок - контакт КМ. Включить двигатель с помощью кнопки SB2. Проследить за работой схемы. Подключить блок - контакт КМ.
6. Произвести реверс двигателя, поменяв местами два любых линейных провода
7. Нагружая двигатель тормозом, добиться его отключения тепловым реле. Вновь запустить двигатель, устранив перегрузку.
8. Выключить сетевое питание.

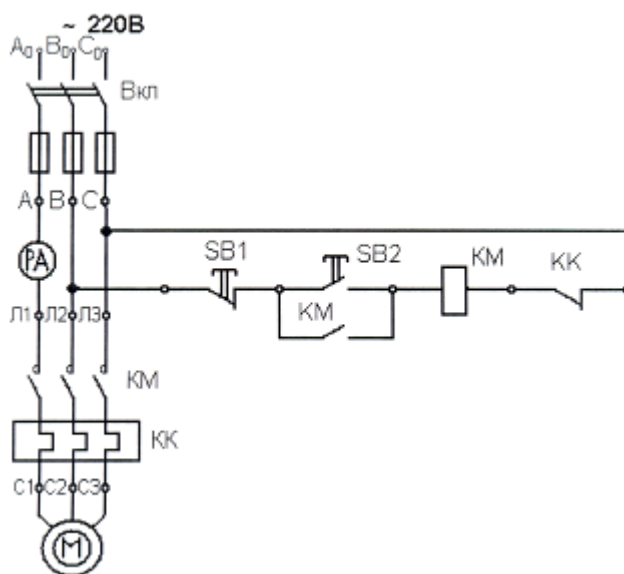


Рисунок 3 – схема включения двигателя

9. Сделайте выводы.

Контрольные вопросы

- 1) Объясните принцип работы магнитного пускателя.
- 2) Каково назначение блок - контактов магнитного пускателя?
- 3) Можно ли использовать тепловое реле для защиты потребителя при коротких замыканиях?

Лабораторная работа № 5

«Измерение энергии в однофазной цепи»

Цель работы: Овладение методикой измерений электроэнергии прямым и косвенным методами и освоение алгоритма расчета приведенной погрешности счетчика.

Умения:

- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.

Знания (актуализация):

- устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
- способы получения, передачи и использования электрической энергии.

Приборы и оборудование:

1. Однофазный счётчик - 1 шт.
2. Ламповый реостат - 1 шт.
3. Амперметр с $I_H = 5 \text{ A}$ - 1 шт.
4. Вольтметр с $U_H = 200 \text{ В}$ - 1 шт.

Теоретическое обоснование

Индукционный счётчик электрической энергии.

Индукционные счетчики служат для подсчёта количества электрической энергии, поступившей к потребителю за определённое время. Устройство индукционного счётчика показано на рисунке 1. Многовитковая обмотка электромагнит 2 (обмотка напряжения) подсоединена параллельно потребителю (нагрузке). Последовательно с нагрузкой включена обмотка электромагнита 1-3, состоящая из нескольких витков (токовая обмотка).

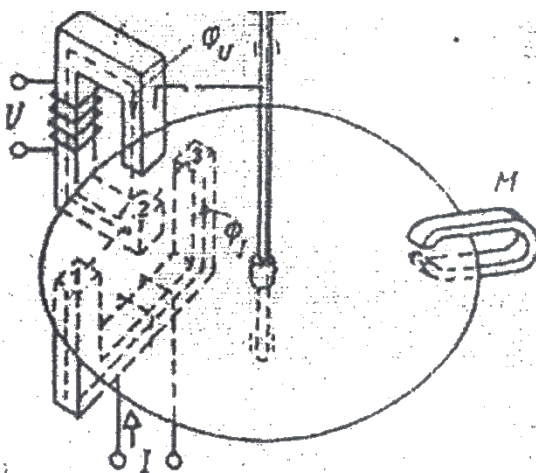


Рисунок 1 – Конструктивная схема индукционного счетчика

Поскольку индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа витков, можно сказать, что индуктивность обмотки напряжения значительно больше индуктивности токовой обмотки. Поэтому ток и совпадающий с ним по фазе магнитный поток электромагнита 2 отстают по фазе от тока и магнитного потока электромагнита 1-3 на угол, близкий к 90° .

Магнитное поле, образованное наложением магнитных полей двух электромагнитов, называется *бегущим*. Бегущее магнитное поле индуцирует в диске токи, которые, взаимодействуя с полем, создают механическую силу. Сила в соответствии с правилом Ленца стремится устранить причину, её вызывающую. Она раскручивает диск в направлении бегущего поля.

Схемы включения однофазного счетчика.

Схема электрическая принципиальная включения однофазного счетчика представлена на рисунке 2.

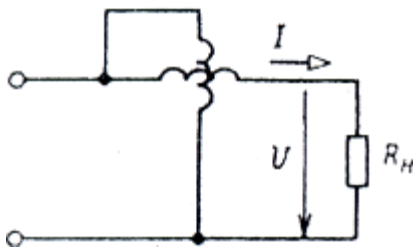


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная

Практическая схема включения однофазного счетчика представлена на рисунке 3. Зажимы «Г» служат для подключения счетчика к электрической сети, к зажимам «Н» подключается нагрузка.

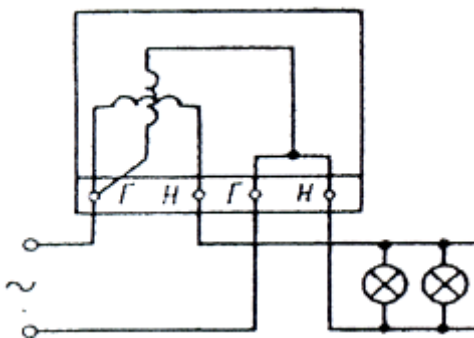


Рисунок 3 – Схема практическая однофазного счетчика

Задание: Собрать электрическую схему однофазного счетчика и рассчитать погрешности

Порядок выполнения работы.

1. Соберите схему (рисунок 4) для исследования однофазного счетчика, предъявить преподавателю для проверки.

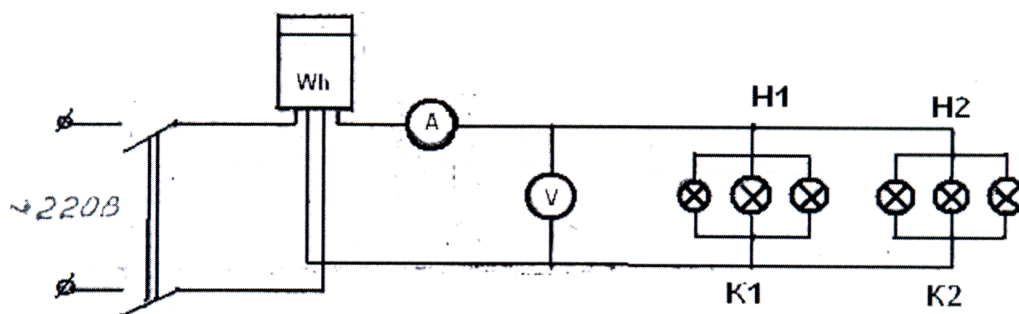


Рисунок 4 – Схема включения однофазного счетчика

2. Включите сетевой выключатель, включите несколько ламп.

Показания амперметра и вольтметра занесите в таблицу 1.

Таблица 1 - Данные показания приборов

№ опыта	Измерения				Вычисления				
	U	I	t	n	P	K	N	K _n	γ
	В	А	с	обороты	Вт	---	Об/кВт·ч	---	%
1			120						
2									
3									

3. При зафиксированном токе нагрузки посчитайте количество оборотов диска счетчика n за 120 секунд, результаты счета занесите в таблицу 1.

4. Увеличьте число включенных ламп, повторите измерения по п. 4.2 и п. 4.3. Выключите сетевой выключатель.

5. Выполните вычисления параметров по формулам:

$P = U \cdot I$ - мощность потребителя, Вт.

Энергия, потребляемая цепью за время одного оборота диска счётчика

$$K = \frac{P \cdot t}{n}$$

где t - время, с;

n - число оборотов диска счётчика за время t .

Номинальная постоянная счётчика $K_n = \frac{3600 \cdot 1000}{N}$

где N - постоянная счётчика, число оборотов счетчика на 1 кВт · час энергии, указана на его щитке.

Приведенная погрешность $\gamma = \frac{K - K_n}{K} \cdot 100\%$.

Приведенная погрешность определяет класс точности прибора.

6. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы.

- 1) Название обмотки (катушки) счетчика, если она включена параллельно нагрузке?

- 2) Название магнитного поля в индукционном счетчике при наличии которого вращается диск?
- 3) Название метода измерения энергии с использованием амперметра, вольтметра и секундомера?
- 4) На шкале счетчика указан класс точности 2,5. Соответствует ли счетчик ГОСТу, если $\gamma_{расч} = 3\%$?

Лабораторная работа № 6

«Исследование формы выходного напряжения электронных генераторов»

Цель работы: Овладение методикой снятия осциллограмм последовательностей выходных импульсов электронных генераторов и определение их параметров.

Умения:

- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями.

Знания (актуализация):

- классификация электронных приборов, их устройство и область применения;
- устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
- принцип выбора электрических и электронных приборов.

Приборы и оборудование:

1. Осциллограф С 1 -59

2. Генератор функциональный Г6-43.

Теоретическое обоснование.

Виды импульсов.

Под *импульсом* понимают кратковременное отклонение напряжения или тока от некоторого постоянного уровня, в частности от нулевого.

Наиболее распространенными являются прямоугольная, трапецеидальная и треугольная формы (рисунок 1).

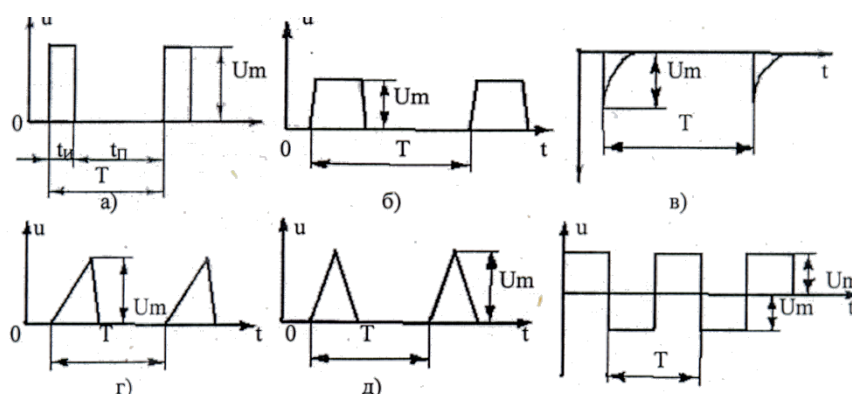


Рисунок 1 – Виды импульсных сигналов

Реальные импульсы не имеют формы, строго соответствующей названию. Например, прямоугольные импульсы имеют форму, близкую к трапецеидальной, а треугольные — к экспоненциальной. Различают импульсы положительной (рисунок 1 - а, б, г, д) и отрицательной полярности (рисунок 1 - в), а также двухсторонние (разнополярные) импульсы (рисунок 1 - е). В электронной технике наиболее часто используется прямоугольные импульсы.

Параметры последовательности импульсов.

Период и частота повторения импульсов. Промежуток времени T между началом двух соседних однополярных импульсов (см. рисунок 1) называют *периодом* повторения (следования) импульсов. Он выражается в единицах времени: секундах (с), миллисекундах (мс) и микросекундах (мкс). Величину, обратную периоду повторения, называют *частотой повторения* (следования) f импульсов. Она определяет количество периодов в течение 1 с и выражается в герцах (Гц), килогерцах (кГц) и т.д.

Виды электронных генераторов.

Электронный генератор - это устройство, преобразующее электрическую энергию источника постоянного тока в энергию незатухающих электрических колебаний заданной формы и частоты. Электронный генератор широко используют в радиоаппаратуре, измерительной технике, устройствах автоматике, электронно-вычислительных машинах и т.д.

Классификация по способу возбуждения колебаний.

По способу возбуждения генераторы подразделяют на генераторы с независимым возбуждением и генераторы с самовозбуждением (автогенераторы). Генераторы с независимым возбуждением являются усилителями колебаний, которые вырабатывают посторонние источники. Автогенераторы сами создают незатухающие колебания за счет использования положительной обратной связи.

Мультивибратор.

Мультивибратор представляет собой генератор колебаний, близких по форме к прямоугольным. Мультивибратор широко используют в импульсной технике, в ЭВМ и устройствах автоматике в качестве пусковых или переключающих устройств.

Автоколебательный мультивибратор, собранный по основной схеме (рисунок 2), представляет собой двухкаскадный резистивный усилитель на транзисторных ключах-инверторах, соединенных перекрестными обратными связями. При подключении мультивибратора к источнику питания начинается генерация колебаний: на коллекторах транзисторов формируются импульсы, по форме близкие к прямоугольным.

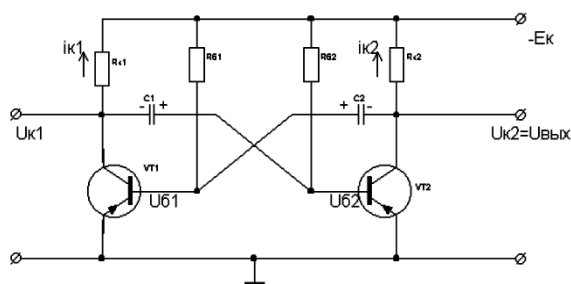


Рисунок 2 – Схема автоколебательного мультивибратора;

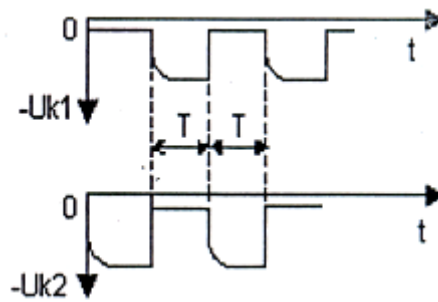


Рисунок 3 – временные диаграммы напряжений на коллекторах транзисторов.

LC- автогенератор.

Схема транзисторного автогенератора типа LC приведена на рисунке 4.

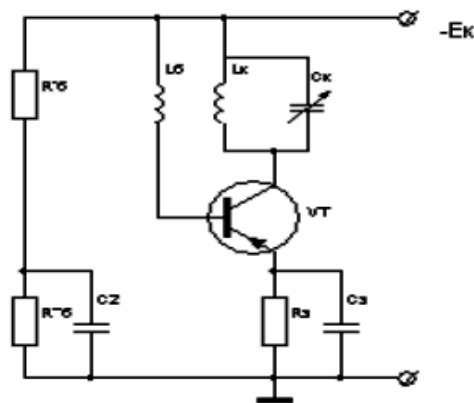


Рисунок 4 – Транзисторный автогенератор с индуктивной связью.

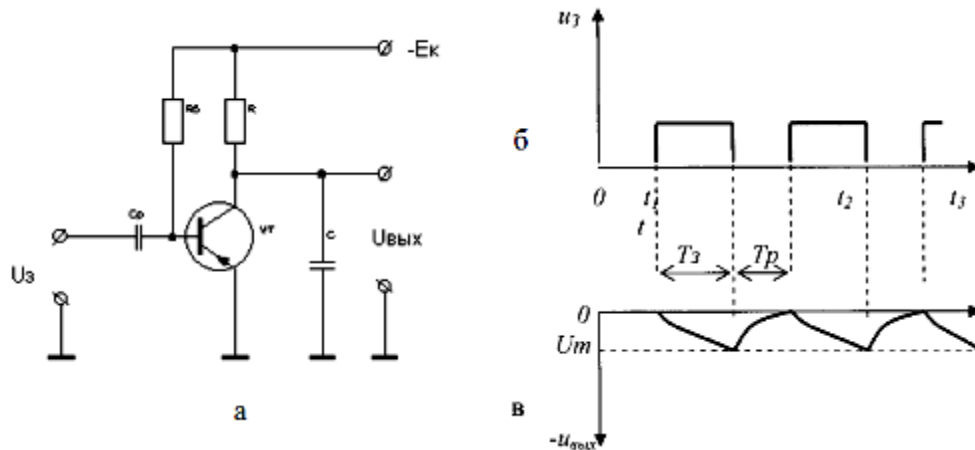
Конденсатор C_k и катушка индуктивности L_k образуют параллельный колебательный контур. При подключении к источнику питания E_k конденсатор C_k колебательного контура заряжается, после чего в контуре возникают незатухающие электрические колебания с частотой f_0

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_k C_k}}.$$

На коллекторе выходного транзистора формируются синусоидальные колебания. Колебания являются незатухающими благодаря положительной обратной связи, передающей часть выходного сигнала на вход усилителя. При этом должны соблюдаться два условия: баланс амплитуд и баланс фаз.

Генераторы пилообразного напряжения.

Генератор пилообразного напряжения представляет собой однокаскадный усилитель, преобразующий энергию прямоугольных колебаний в энергию пилообразных колебаний той же частоты (рисунок 5).



а) схема генератора пилообразного напряжения;
б) временные диаграммы запирающих импульсов;
в) выходные импульсы

Рисунок 4 – Схема генератора

Выходное напряжение снимается с конденсатора, включенного параллельно транзистору. При поступлении положительного импульса, запирающего транзистор, конденсатор заряжается до напряжения $U_m \leq E_k$. По окончании импульса транзистор открывается и конденсатор разряжается на нагрузку.

Задание: Опытным путем произвести снятие осциллограмм выходных импульсов электронных генераторов.

Порядок выполнения работы.

1. Включите приборы в сеть. Соедините выход генератора со входом осциллографа.

2. На шкале генератора выберите «прямоугольный сигнал», нажав кнопку на панели генератора. Установите сигнал определенной амплитуды и частоты приблизительно по шкале генератора согласно варианта задания по таблице 1.

Таблица 1 – Варианты амплитуды и частоты на шкале генератора

Вариант	1	2	3	4	5	6
U_m , В	1	5	2	3	4	6
Диапазон частот, кГц	0,5 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 25	25 – 50	50 - 75

3. Выберите оптимальные масштабы разверток сигнала, занесите в таблицу 2. Нарисуйте осциллограмму сигнала на миллиметровой бумаге. Вычислите амплитуду импульса и параметры последовательности импульсов, результаты занесите в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

Исследуемая схема	Измерение амплитуды			Измерение частоты			
	Цена деления	Кол-во делений	U_m	Цена деления	Кол-во делений	T	f
	В/дел		В	С/дел		С	Гц
Схема 1							
Схема 2							
Схема 3							

4. На шкале генератора выберите «синусоидальный сигнал», нажав кнопку на панели генератора. Повторите действия согласно п.2 и 3.

5. На шкале генератора выберите «треугольный сигнал», нажав кнопку на панели генератора. Повторите действия согласно п.2 и 3.

6. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы.

- 1) Каким образом поддерживается непрерывная генерация импульсов в автогенераторах?
- 2) Название каскада на биполярном транзисторе на основе которого построены схемы генераторов.
- 3) Какой из генераторов не является «автогенератором»? Почему?

Практическая работа №1

Расчет электрических цепей постоянного тока

Цель работы: Освоение методики расчета электрических цепей постоянного тока с одним источником питания.

Умения:

- выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;
- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем;

Знания (актуализация):

- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей;
- основные законы электротехники;
- параметры электрических схем и единицы их измерения;
- принципы составления простых электрических и электронных цепей;

Теоретическое обоснование

При расчете электрических цепей в большинстве случаев известны параметры источников ЭДС, сопротивления элементов электрической цепи. Задача расчета электрической цепи сводится к определению токов в ветвях. По найденным токам можно рассчитать напряжения на элементах цепи, мощность отдельных элементов и электрической цепи в целом, мощность источников, сечения проводников.

Для расчета электрических цепей с одним источником энергии применяется метод эквивалентных преобразований, заключающийся в постепенном преобразовании и замене последовательно и параллельно соединенных элементов эквивалентными. Всю группу элементов цепи заменяют одним эквивалентным. Преобразования начинают в ветвях, наиболее удалённых от источника. Затем в преобразованной (предельно простой) цепи по закону Ома определяют ток. Полученные в процессе

преобразования расчетные схемы позволяют определить токи во всех остальных ветвях.

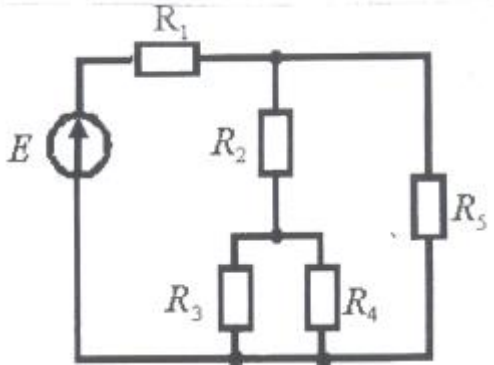
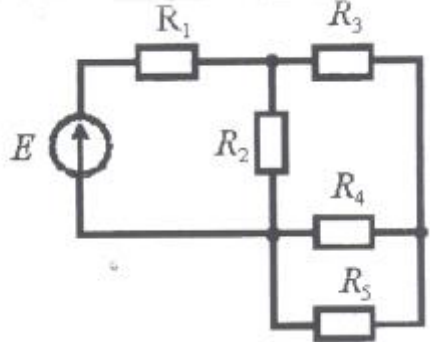
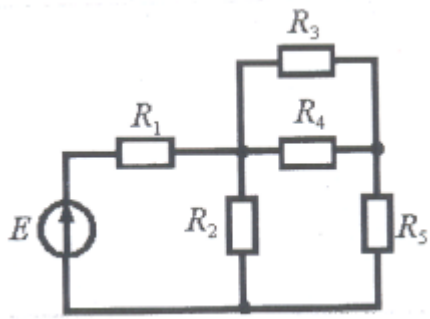
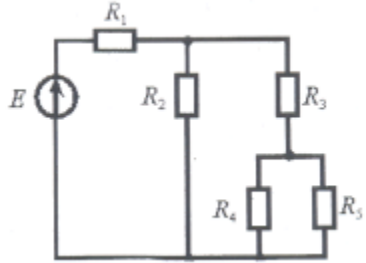
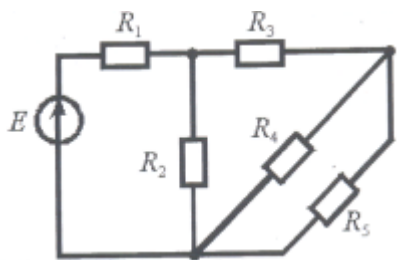
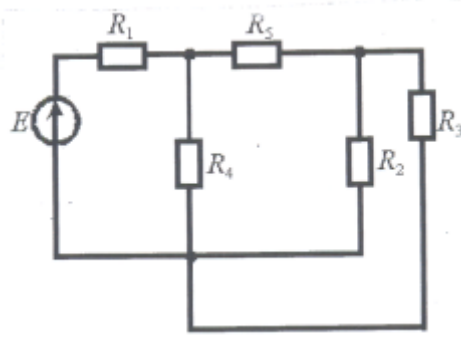
Задание: Выполнить расчет электрических цепей постоянного тока.

Дана разветвленная электрическая цепь, содержащая один источник энергии с ЭДС E и приёмники $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$. Методом эквивалентных преобразований найти токи во всех ветвях и напряжения на элементах цепи. Составить баланс мощности. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты заданий

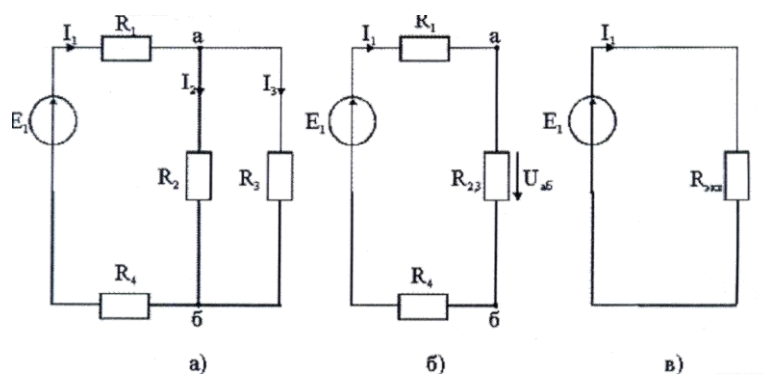
Номер варианта	Номер рисунка	E , В	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
			Ом				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	30	2	2	6	12	12
2	2	30	2	2	12	6	12
3	2	20	2	12	2	6	12
4	2	20	2	6	12	2	12
5	2	30	6	2	12	2	12
6	3	40	4	12	2	6	12
7	3	40	4	12	2	12	6
8	3	40	12	4	12	6	2
9	3	40	6	12	2	4	2
10	3	40	2	4	12	6	12
11	4	30	2	3	5	4	2
12	4	30	2	4	5	3	2
13	4	30	2	3	4	5	2
14	4	30	3	2	5	4	2
15	4	30	4	5	2	2	3
16	4	40	5	6	2	4	5
17	5	40	6	5	2	4	5
18	5	40	2	4	5	6	5
19	5	40	5	4	6	2	5
20	5	40	4	6	2	5	5
21	5	20	10	5	4	6	3
22	6	20	2	6	4	5	10
23	6	20	5	10	6	4	3
24	6	20	4	6	5	10	3
25	6	20	3	10	4	6	5
26	6	10	2	4	4	6	3
27	6	10	3	6	4	4	2
28	7	10	4	2	4	3	6
29	7	10	2	6	3	4	4
30	7	10	6	3	2	4	4
31	7	25	5	10	10	15	20
32	7	25	20	15	10	10	5

Таблица 1 – Схемы к заданиям

Рисунок 1	Рисунок 2
	
Рисунок 3	Рисунок 4
	
Рисунок 5	Рисунок 6
	

Пример

Дано: $R_1 = 3 \text{ Ом}$; $R_2 = 2 \text{ Ом}$; $R_3 = 5 \text{ Ом}$; $R_4 = 10 \text{ Ом}$; $E = 50 \text{ В}$.



- а) схема электрической цепи до преобразования;
 б) расчетная схема после первого преобразования;
 в) - расчетная схема после второго (окончательного) преобразования

Рисунок 1 - Пример эквивалентных преобразований

Расчет

1. Определим токи в ветвях схемы, представленной на рисунке 1-а.
2. Выбираем направления токов в ветвях. Преобразуем параллельно соединенные резисторы R_2 и R_3 , заменяя их эквивалентным элементом $R_{2,3}$
3. Расчетная схема после первого преобразования показана на рисунке 1-б.
4. Проводим второе преобразование. Для этого последовательно соединенные резисторы R_1 , $R_{2,3}$, R_4 заменяем одним эквивалентным $R_{ЭКВ}$.

$$R_{ЭКВ} = R_1 + R_{2,3} + R_4 = 3 + 1,43 + 10 = 14,43 \text{ Ом.}$$
5. Теперь исходная схема сведена к простейшей, показанной на рисунке 1-в, из которой определим $I_1 = \frac{E}{R_{ЭКВ}} = \frac{50}{14,43} = 3,47 \text{ А}$.

Для определения токов I_2 и I_3 , необходимо определить напряжение $U_{аб}$, их схемы на рисунке 1-а, которое рассчитываем по схеме рисунка 1-б:

$$U_{аб} = R_{2,3} \cdot I_1 = 1,43 \cdot 3,47 = 4,96 \text{ В.}$$

Возвращаясь к схеме рисунка 1-а, получим

$$I_2 = \frac{U_{аб}}{R_2} = \frac{4,96}{2} = 2,48 \text{ А}$$

$$I_3 = \frac{U_{a\delta}}{R_3} = \frac{4,96}{5} = 0,99 A$$

Для проверки правильности расчета токов составляем баланс мощности. Мощность, вырабатываемая всеми источниками энергии в цепи, должна быть равна мощности, потребляемой всеми приёмниками электрической энергии (нагрузкой). Относительная погрешность расчета не должна превышать одного процента.

Мощность, вырабатываемая источником ЭДС

$$P_{II} = E \cdot I_1 = 50 \cdot 3,47 = 173,5 \text{ Вт.}$$

Мощность, потребляемая нагрузкой

$$P_H = I_1^2 \cdot R_1 + I_1^2 \cdot R_4 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 = 36,12 + 120,41 + 12,3 + 4,9 = 173,73 \text{ Вт}$$

Погрешность баланса мощности

$$\frac{P_{II} - P_H}{P_{II}} \cdot 100\% = \frac{173,5 - 173,73}{173,5} \cdot 100\% = -0,13\% \leq \pm 1\%$$

Вывод: Т.к. баланс сходится с допустимой погрешностью, то расчет токов выполнен верно.

Контрольные вопросы.

1. Как определяется эквивалентное (общее) сопротивление при последовательном и параллельном соединении резисторов?
2. В чем суть метода эквивалентных преобразований при смешанном соединении элементов?

Практическая работа № 2

«Расчет однофазного выпрямителя с активным сопротивлением нагрузки»

Цель работы: Формирование умений подбора диодов по допустимому току I_d и обратному напряжению U_b для работы в качестве вентилей в схеме однополупериодного выпрямителя.

Умения:

- выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;
- производить расчеты простых электрических цепей;
- рассчитывать параметры различных электрических цепей и схем.

Знания (актуализация):

- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей;
- параметры электрических схем и единицы их измерения;
- принцип выбора электрических и электронных приборов;
- принципы составления простых электрических и электронных цепей;

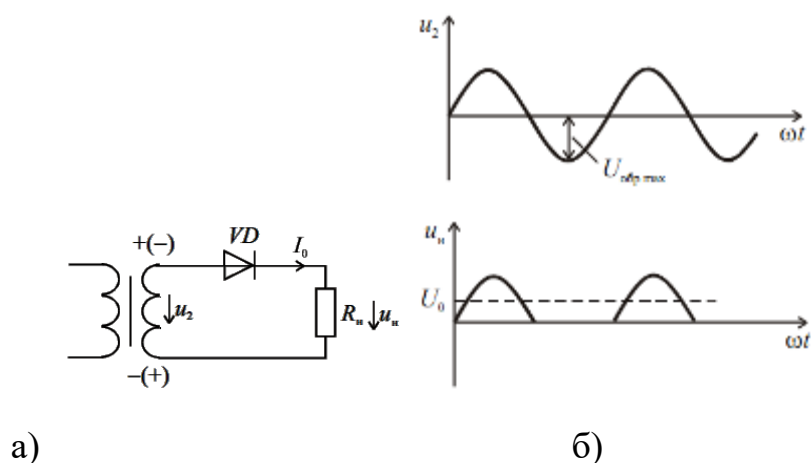
Теоретическое обоснование

Параметры выпрямительных диодов.

- *Наибольший выпрямительный ток $I_{пр\ max}$* - наибольшее допустимое среднее значение выпрямленного тока за период;
- *Прямое падение напряжения $U_{пр}$* - напряжение на диоде при протекающем через него установленном выпрямленном токе;
- *Наибольшее обратное напряжения $U_{обр\ max}$* - напряжение, которое может быть приложено к диоду в обратном направлении в течении длительного времени без опасности нарушения нормальной работы диода;
- *Наибольший обратный ток $I_{обр\ max}$* - ток через диод в обратном направлении при приложенном к нему наибольшем допустимом обратном напряжении;
- *Наибольшая допустимая мощность рассеивания $P_{рас\ тах}$* - допустимое значение рассеиваемой мощности, при которой обеспечивается заданная надежность при длительной работе диода.
- *Диапазон частот Δf* - полоса частот, в пределах которой выпрямленный ток диода не уменьшается ниже заданного уровня.

Выпрямительные схемы.

Однофазный однополупериодный выпрямитель – простейшая схема с одним диодом представлена на рисунке 1.

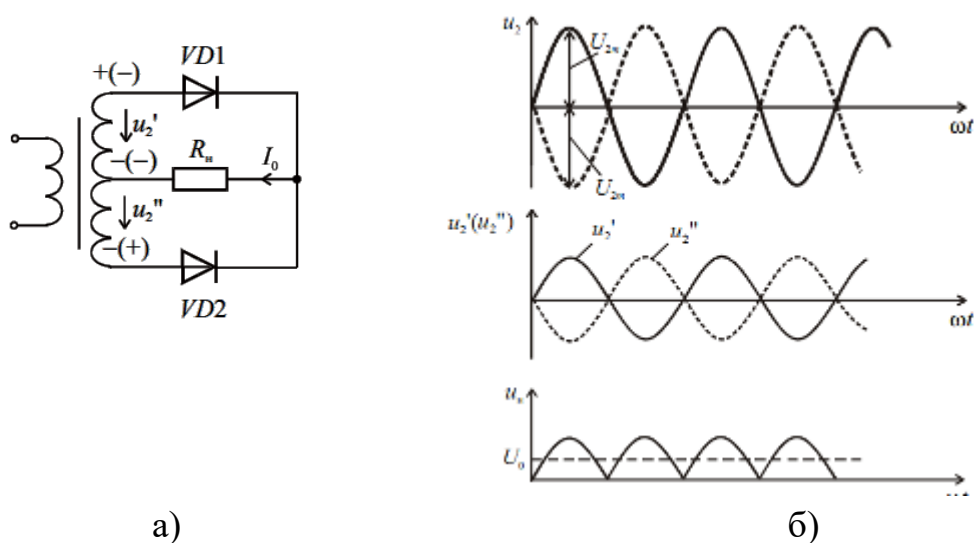


а - схема; б - временные диаграммы работы.

Рисунок 1 – Однофазный однополупериодный выпрямитель:

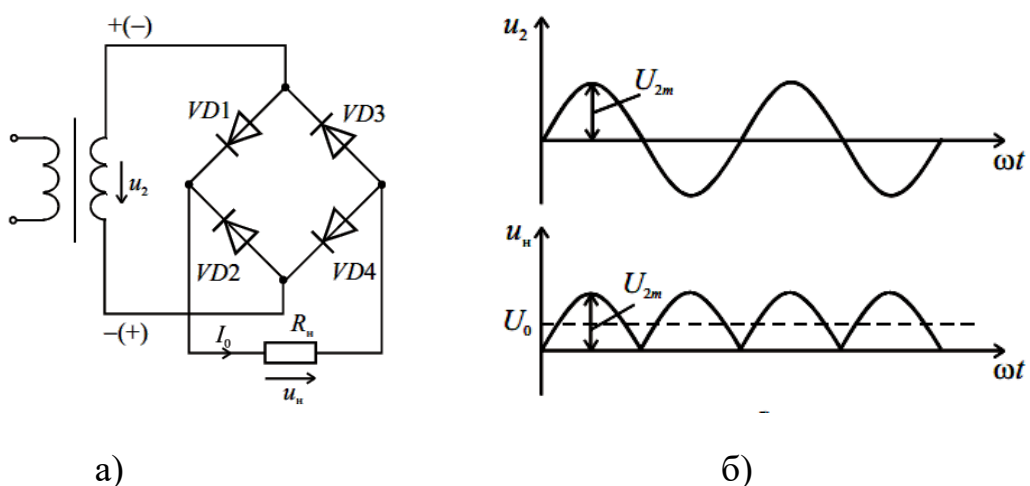
Однофазный выпрямитель со средней точкой состоит из однофазного трансформатора с двумя одинаковыми вторичными обмотками, имеющими общую точку, и двух диодов. Схема выпрямителя представлена на рисунке 2.

Однофазный мостовой выпрямитель состоит из однофазного трансформатора с одной первичной и одной вторичной обмоток и симметричной схемы на четырех диодах (мостовой схемы). Схема выпрямителя представлена на рисунке 3.



а – схема; б – временные диаграммы

Рисунок 2 – Выпрямитель со средней точкой:



а – схема; б - временные диаграммы

Рисунок 3 – Мостовой выпрямитель

Задание: Рассчитать однофазный выпрямитель с активным сопротивлением нагрузки.

Порядок расчета:

1. Выберите диоды для выпрямителя.
2. Варианты расчетных заданий представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты расчетных заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_d , В	100	50	100	100	50	40	10	30	60	30
P_d , Вт	100	500	250	50	50	120	50	60	150	15
Тип схемы	Однополупериодная			Мостовая				Со средней точкой.		

Параметры диодов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры диодов

Тип диода	I _{доп} , А	U _{обр} В	Тип диода	I _{доп.} , А	U _{обр} , В
Д205	0,4	400	Д243	5	200
Д207	0.1	200	Д243А	10	200
Д209	0,1	400	Д243Б	2	200
Д210	0,1	500	Д217	0.1	800
Д21П	0,1	600	Д218	0.1	1000
Д214	5	100	Д221	0.4	400
Д214А	10	100	Д222	0.4	600
Д214Б	2	100	Д224	5	50
Д215	5	200	Д224А	10	50
Д015Л	10	200	Д224Б	2	50
Д215Б	2	200	Д 226	0.3	400
Д233	10	500	Д226А	0.3	300
Д233Б	5	500	Д231	10	300
Д234Б	5	600	Д231Б	5	300
Д242	5	100	Д232	10	400
Д242А	10	100	Д232Б	5	400
Д242Б	2	100	Д244	5	50
Д244А	10	50	Д303	3	150
Д244Б	2	50	Д 304	3	100
Д302	1	200	Д305	6	50

3. Расчет среднего выпрямленного тока $I_d = \frac{P_d}{U_d}$.

4. Расчет обратного напряжения:

- однополупериодная схема и схема со средней точкой $U_b = \pi U_d$;
- мостовая схема $U_b = 0,5\pi U_d$.

5. Выбор диодов проводят:

- по максимальному прямому току $I_{пр доп.} \geq I_d$;
- по допустимому обратному напряжению $U_{обр.} \geq U_b$.

Контрольные вопросы.

- 1) Каков порядок напряжений на диоде в проводящий полупериод?
- 2) Каков порядок напряжений на диоде в непроводящий полупериод?
- 3) В какой схеме обратное напряжение меньше по сравнению с другими схемами?

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немцов В.М., Немцова М.Л. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник / М.В. Немцов, М.Л. Немцова. – М.: Академия. – 2017.-480 с.

2. Белов Н.В. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Белов. - СПб.: Издательство «Лань» 2016.-340 с.

3. Гальперин М.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник / М.В. Гальперин.- 2-е изд.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017.-480 с.

Интернет-ресурсы:

1. <http://go.elec.ru>
2. <http://www.electric-find.com>
3. <http://netelectro.ru/>

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ

по выполнению лабораторных и практических

работ по учебной дисциплине

«Электротехника и основы электроники»

Выполнил:

Группа:

Проверил:

Челябинск, 2018