

ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО

на заседании Педагогического Совета
СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Педагогического Совета
Директор СПб ГБПОУ
«Автомеханический колледж»

Протокол №_14_

_____ /Р.Н. Лучковский/

«__09__» ____06____ 20 23_г.

«_____» _____ 20__г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

обще профессиональной учебной дисциплины

| | |
|-------------------|--|
| <i>Профессия</i> | <i>15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))</i> |
| <i>Дисциплина</i> | <i>ОП.02 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ</i> |

*ДЛЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ, СЛУЖАЩИХ*

СРОК ОБУЧЕНИЯ – 10 МЕСЯЦЕВ

2023г.

Сборник методических указаний к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Основы электротехники» разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) среднего профессионального образования (далее СПО), рабочей программы «Основы электротехники» и предназначен для обучающихся по профессии, 15.01.05 Сварщик ((ручной и частично механизированной сварки(наплавки)), входящей в состав укрупнённой группы профессий: **15.00.00 Машиностроение**, при подготовке специалистов среднего звена.

Организация-разработчик: Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

Составитель:

Данилина Татьяна Николаевна, преподаватель СПБ ГБПОУ «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНО И РЕКОМЕНДОВАНО К УТВЕРЖДЕНИЮ на заседании Методической комиссии профессионального цикла «Машиностроение и технология материалов» СПБ ГБПОУ «Автомеханический колледж»

Оглавление

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ Ошибка! Закладка не определена.

К ЛАБОРАТОРНЫМ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ Ошибка!
Закладка не определена.

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 4

1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 5

2.2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 6

3. ПОДГОТОВКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ: 6

Лабораторных работ 6

Практических занятий 7

Лабораторная работа № 1 8

Тема «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников» 8

Лабораторная работа №2 12

Тема «Определение погрешности электроизмерительных приборов» 12

Практическое занятие «№ 1 Тема «Расчет сложной электрической цепи»
15

Практическое занятие № 2 Тема «Расчет не разветвленной цепи переменного тока» 18

Практическое занятие №3 Тема «Расчет основных параметров однофазного трансформатора» 21

Практическое занятие № 4 Тема «Определение основных параметров полупроводникового выпрямителя» 26

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические рекомендации предназначены для обучающихся, в качестве практического пособия при выполнении лабораторных работ и практических занятий по программе дисциплины ОП.02 Основы электротехника, по профессии СПО 15.01.05.Сварщик ((ручной и частично механизированной сварки(наплавки))

Цель данных методических указаний:

- оказание помощи студентам в выполнении практических работ по дисциплине «ПО.03. Основы электротехника».
- способствовать освоению профессиональных и общих компетенций по профессии

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПК 2.5. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.

Лабораторные работы и практические занятия проводятся с целью систематизации и углубления знаний, полученных при изучении дисциплины ОП.02 Основы электротехники, практическая отработка обучающимися навыков по закреплению теоретических знаний, а так же ознакомление с организацией рабочего места, технологическим оборудованием и инвентарем, правилами безопасного использования при работе с электроинструментами

В результате выполнения практических работ по дисциплине « ОП.02 Основы электротехники» обучающиеся должны:

знать: единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников; методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей; свойства постоянного и переменного электрического тока; принципы последовательного и параллельного соединения

проводников и источников тока; электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр, ваттметр, омметр)

уметь: читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей; использовать в работе электроизмерительные приборы; пускать и останавливать электродвигатели, установленные на эксплуатируемом оборудовании;

Критерии оценки ЛПЗ по основам электротехнике

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка уровня подготовки | |
|---|--------------------------|---------------------|
| | балл (отметка) | вербальный аналог |
| 90 ÷ 100 | 5 | отлично |
| 80 ÷ 89 | 4 | хорошо |
| 60 ÷ 79 | 3 | удовлетворительно |
| менее 60 | 2 | неудовлетворительно |

Лабораторные работы и практические занятия реализуются с учетом возможностей образовательного учреждения.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| № лабораторной работы | ОП.02 Основы электротехники | | Контрольно-оценочные средства |
|-----------------------|--|------------------|---|
| | Наименование темы и содержание по программе | Количество часов | |
| | Тема 1. 2 «Постоянный электрический ток» | | |
| 1 | Исследование последовательного и параллельного соединений резисторов | 1 | Отчет о результатах лабораторной работы |
| 2 | Определение погрешности электроизмерительных приборов | 2 | Отчет о результатах лабораторной работы |
| | ИТОГО | 3 | |

2.2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

| № практической работы | ОП.02 Основы электротехники | | Контрольно-оценочный материал |
|-----------------------|--|------------------|---|
| | Наименование темы и содержание занятий по программе | Количество часов | |
| | <i>Тема 1.1 «Постоянный электрический ток»</i> | | |
| 1 | Расчет сложной электрической цепи | 2 | Отчет о практическом занятии (расчетные данные) |
| | <i>Тема 1.2 «Переменный электрический ток»</i> | | |
| 2 | Расчет не разветвленной цепи переменного тока | 2 | Отчет о практическом занятии (расчетные данные) |
| | <i>Тема 2.2 Трансформаторы</i> | | |
| 3 | Определение основных параметров однофазного трансформатора | 2 | Отчет о практическом занятии (расчетные данные) |
| | <i>Тема 2.4 Электронные устройства</i> | | |
| 4 | Определение основных параметров однополупериодного выпрямителя | 2 | Отчет о практическом занятии (расчетные данные) |
| | Итого | 8 | |

3. ПОДГОТОВКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ: лабораторных работ

При подготовке к проведению лабораторных работ обучающиеся должны заранее знать, какую работу они будут выполнять. Повторить по учебнику и конспекту теоретический материал, ознакомиться с описанием работы и порядке ее выполнения. Всю эту предварительную работу, учащийся по заданию преподавателя проводит дома. Кроме того, перед началом работы учащимся предлагается ответить контрольные вопросы. Каждая работа рассчитана на один час. За это время учащиеся должны собрать по схеме электрическую цепь, провести необходимые измерения, записать их в таблицы, произвести расчеты, оформить отчеты и сдать

отчет преподавателю. При проведении наиболее трудоемких работ разрешается оформить или дооформить отчет дома.

На каждую лабораторную работу составляется задание: порядковый номер и название работы, ее цель; основные теоретические положения; оборудование и аппаратуры; порядок выполнения работы; контрольные вопросы.

Приступая к выполнению работы, учащийся знакомится с электрическими схемами приборов и схемами включения.

При сборке схемы сначала выполняют все соединения последовательной цепи, а затем элементов, входящих в параллельные цепи. В этом случае получается схема более наглядной, облегчает проведение эксперимента и нахождение неисправности в цепи. Все регуляторы напряжения устанавливаются в положение, обеспечивающее наименьший ток во всех элементах схемы.

Практических занятий

При выполнении Практических занятий углубленно изучаются методы расчета электрических цепей и определения параметров элементов этих цепей.

Практические занятия являются неотъемлемой частью учебной дисциплины. Подлежат обязательному выполнению студентами, и являются едиными для всех форм обучения.

При подготовке отчетов по практическим занятиям рекомендуется применять различные расчетные инструменты анализа электрических цепей постоянного и переменного тока; формулы, графики, векторные диаграммы, числовые таблицы.

Указания содержат;

- Общие требования к подготовке. Проведению и защите практических занятий;
- Перечень практических занятий;
- Инструкции по выполнению практических занятий

В результате выполнения практических занятий студенты;

- Уметь применять теоретические знания для решения практических задач по электротехнике, правильно включить измерительные приборы и производить измерения.
- Иметь представление о способах получения и применения электрической энергии.

Практические занятия «Основы электротехники» выполняются студентами под руководством преподавателя. Перед выполнением первого практического занятия студенты получают указания от преподавателя по порядку проведения, оформления и защиты практических занятий.

При выполнении практических занятий преподаватель проверяет подготовку студентов к работе. Подготовка к работе указана в инструкциях соответствующих практических занятий.

При выполнении практических занятий студенты производят расчеты и анализ электрических схем. Каждый имеет индивидуальное задание на каждое практическое занятие. Задания определяются вариантом студента. По результатам работы делается «вывод»

При защите отчета по практическому занятию студенты должны;

- рассказать порядок проведения работы
- уметь применять расчетные формулы и строить графики. векторные диаграммы
- описывать порядок анализа электрической схемы.

Вовремя защиты преподаватель выясняет степень усвоения материала и полученных навыков. По результатам защиты студенту выставляется «зачет» по данной работе.

4 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ

Основные источники:

Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019 г.

Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа: <http://www/edu/ru>

Лабораторная работа № 1

Тема «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников»

Цель: изучить соотношения между токами и напряжениями при последовательном.параллельном соединениях резисторов и определить соединение электрических цепей.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Изучение последовательного и последовательного соединения проводников. Необходимо повторить тему «Постоянный электрический ток» по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019 г.

По конспекту повторить темы «Последовательное и параллельное соединение проводников» . так же «законы Ома для участка цепи.»

Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М.

Академия, Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа:

<http://www/edu/ru>

Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы.материалами и инструментами.

- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудование с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, Обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

Результат выполнения лабораторной работы

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ПК 2.5. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию

После изучения данного материала учащиеся должны:

Знать-законы Ома для участка цепи; единицы измерения тока, напряжения, сопротивления; методы расчета простых электрических цепей, условные обозначения электроизмерительных приборов, правила их включения

Уметь- измерять параметры электрических цепей постоянного тока; определять виды и элементы электрических цепей; читать простые электрические цепи ; использовать в работе электроизмерительные приборы

Теоретические положения

В схемах электрических цепей постоянного тока возможны два способа соединения резисторов последовательное и параллельное. **При последовательном соединении резисторов** соединяются в одну неразветвленную цепочку.

Ток в каждом резисторе одинаков и равен общему току всей цепи: $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 = I_3$
 Напряжение $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3$ Общее сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений отдельных резисторов: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$
 Величина сопротивлений определяется по закону ОМА

$$R_1 = U_1 / I_1 ; \quad R_2 = U_2 / I_2 ; \quad R_3 = U_3 / I_3$$

При параллельном соединении резисторов все резисторы подключаются к двум узловым точкам цепи. При данном соединении напряжение на всех резисторах одинаково, так как их концы подключены к одному и тому же источнику электрической энергии:

$$U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = U_3$$

Общий ток неразветвленной части цепи равен сумме токов в каждом разветвлении – первый закон Кирхгофа: $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3$

Величина тока в каждом резисторе определяется по закону ОМА для участка цепи

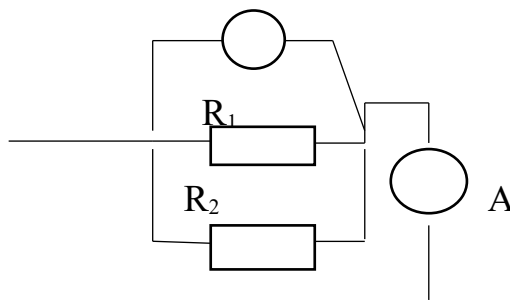
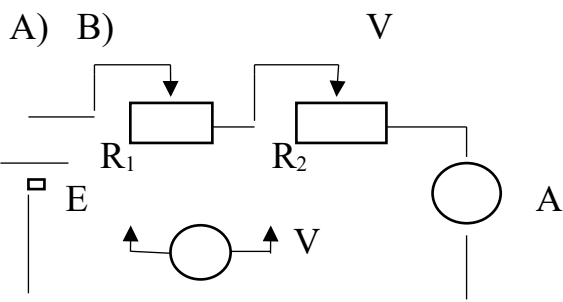
$$I_1 = U_1 / R_1 \quad I_2 = U_2 / R_2 \quad I_3 = U_3 / R_3$$

Общее сопротивление равно $1 / R_{\text{общ}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3$

Оборудование: источник тока 6В, резисторы -3 шт, амперметр, вольтметр, соединительные провод

Ход работы

1 задание.Собрать электрическую цепь по предложенным схемам



2 задание.Записать технические параметры и характеристики измерительных приборов

| Наименование прибора | Обозначение | Цена деления | Предел измерения | Примечание |
|----------------------|-------------|--------------|------------------|------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

3 задание.Заполнить таблицу

A) Последовательное соединение

| Результаты опыта | | | Расчеты | | | | |
|------------------|-----|---|---------|-----|---|---|--------------|
| U 1 | U 2 | I | R 1 | R 2 | R | U | U1/U2 =R1/R2 |
| | | | | | | | |

В) Последовательное соединение

| Результаты опыта | | | Расчеты | | | | |
|------------------|-----|---|---------|-----|---|---|---------------|
| I 1 | I 2 | U | R1 | R 2 | R | I | I1/I 2 =R1/R2 |
| | | | | | | | |

4 задание. Записать основные формулы

$$I = U/R, \quad R = U/I, \quad U = U_1 + U_2, \quad R = R_1 + R_2, \quad U_1/U_2 = R_1/R_2$$

$$I = U/R, \quad R = U/I, \quad I = I_1 + I_2, \quad 1/R = 1/R_1 + 1/R_2, \quad R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2), \quad I_1/I_2 = R_1/R_2$$

5 задание. Произвести расчеты

6 задание. Сделать подробный вывод по работе

7 задание ответить на контрольные вопросы

1. Как формулируется закон Ома для участка цепи
2. Чему равно полное сопротивление цепи из последовательно соединенных пяти одинаковых сопротивлений?
3. Какой опыт из приведенных служит проверкой первого закона Кирхгофа?
4. Как определить полное сопротивление цепи, состоящей из четырех параллельных резисторов
5. Как изменится общий ток цепи из трех параллельно соединенных одинаковых резисторов, если один из них отключить?

Литература

Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019
 Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия, Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа:

<http://www/edu/ru>

Лабораторная работа №2

Тема «Определение погрешности электроизмерительных приборов»

Цель работы:-получить предварительное представления об электромеханических измерительных приборах-*амперметре, вольтметре, омметре*

-изучить следующие основные характеристики измерительных приборов: цена деления, номинальная величина, погрешности измерения

При подготовке к лабораторной работе по теме «Измерение тока и напряжения в электрических цепях» Необходимо повторить тему «Постоянный электрический ток» и «Электрическое измерение» по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

По конспекту повторить темы «Электрические цепи. Основные элементы электрических цепей» . «Электрическое измерение. Электроизмерительные приборы»

Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы.материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе.так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, Обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.

Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности

Результат выполнения лабораторной работы

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ПК 2.5. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию

Знать-законы Ома для участка цепи; единицы измерения тока, напряжения, сопротивления; методы расчета простых электрических цепей, условные обозначения электроизмерительных приборов, правила их включения, погрешности приборов

Уметь- измерять параметры электрических цепей постоянного тока; определять виды и элементы электрических цепей; читать простые электрические цепи; использовать в работе электроизмерительные приборы . рассчитывать погрешности приборов

Теоретический материал

Измерение – это определение истинного значения физической величины путем с помощью специальных технических средств. Приборы , используемые для измерения электрических величинами называются электроизмерительными приборами Амперметр. Вольтметр, Омметр, Ваттметр- названия данных приборов

Номинальная величина-наибольшая величина, которая может быть измерена прибором.

Погрешность измерения. Различают абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

Абсолютная погрешность- это разность между измеренным и действительным значениями контролируемой величины ($\Delta A = A_{и} - A_{д}$)

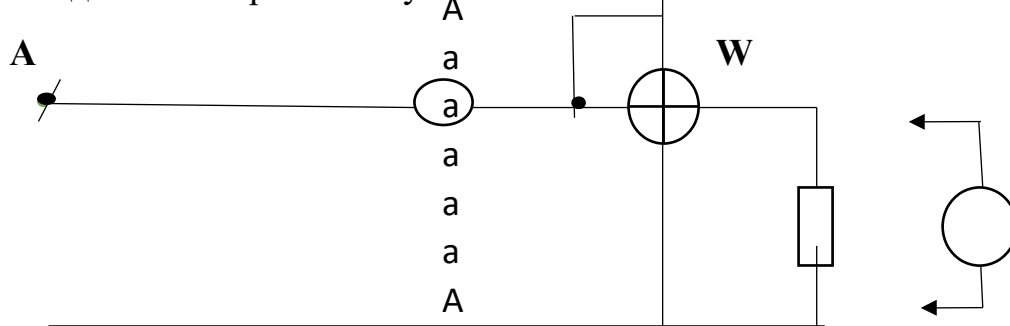
Относительная погрешность- это отношение абсолютной погрешности к действительному значению контролируемой величины ($\gamma = [\Delta A / A_{д}] 100\%$)

Приведенная погрешность- это отношение абсолютной погрешности к номинальной величине прибор: $\gamma_{пр} = (\Delta A / A_{ном}) 100\%$

Оборудование: лабораторные амперметры, вольтметры, омметры, ваттметры

Ход работы

1 задание. Собрать схему



2 задание Заполнить таблицы

- **а) задание.** Установить на выходе источника питания напряжение 1 В и снять показания амперметра и ваттметра.

- **б) задание.** Измерить напряжение на нагрузке.

- **в) задание.** Данные занести в таблицу № 1

3 задание. Повторить измерение при напряжении питания 1.5 В и с помощью мультиметра в режиме «Омметр» и измерить сопротивление нагрузки и результаты занести в таблицу № 1

| U _в | Измеренные значения | | | | Вычисленные значения | |
|----------------|---------------------|-------|-------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | U _н , В | I, мА | P, Вт | R _н , Ом | P, Вт | R _н , Ом |
| 1 | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |

4 задание. Заполнить табл. №2. Занеся в нее основные характеристики используемых измерительных приборов (класс точности омметра-1).

Таблица № 2

| Прибор | Тип | Система | Род тока | Класс точности | Цена деления | Номинальная величина |
|--------|-----|---------|----------|----------------|--------------|----------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

5 задание. Зная класс точности измерительного приборов, вычислите абсолютную погрешность измерения и относительную погрешность для трех значений напряжения питания. Результаты вычисления занести в табл. №2

| Параметры | Амперметр | Вольтметр | Ваттметр | Омметр |
|---|-----------|-----------|----------|--------|
| Класс точности | | | | |
| ΔA | | | | |
| γ , %, при напряжении питания U. В | 1 | | | |
| | 1,5 | | | |
| | 2 | | | |

6 задание. Сделать краткие выводы по результатам испытаний

7 задание. Ответить на контрольные вопросы

- 1 укажите назначение измерительных приборов.используемых в лабораторной работе.
- 2 Назовите основные характеристики электроизмерительных приборов
- 3 Что такое абсолютная погрешность
- 4 Что такое относительная погрешность
- 5 Что такое приведенная погрешность
- 6 Какие основные обозначения наносится на шкале прибора
- 7 Зачем нужен корректор на передней панели прибора

Литература

Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. А
Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа: <http://www/edu/ru>

Практическое занятие «№ 1 Тема «Расчет сложной электрической цепи»

Цель: Научиться рассчитывать сложную электрическую цепь используя законы Ома и Кирхгофа

При подготовке к практической работе необходимо повторить тему «Постоянный электрический ток» по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

,По конспекту повторить темы « Постоянный электрический ток. его цепь , их расчет» и « Закон Ома для цепи постоянного тока и законы Кирхгофа» Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия

Результат выполнения практического занятия

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ПК 2.5. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию

Теоретический материал :Общий анализ сложной электрической цепи, когда известны конфигурация цепи и параметры ее элементов, состоит в нахождении токов и напряжений во всех ветвях , также мощности на участках цепи. Эта задача может быть решена с помощью уравнения электрического состояния.

При составлении уравнения электрического состояния рекомендуется придерживаться определенной последовательности:

- Задаться произвольно-положительными направлениями токов во всех ветвях
- Составить уравнения для узлов
- Составить уравнения для контуров

Общее число уравнений должно быть равно количеству неизвестных, т.е. количеству токов ветвей \mathbf{v} . Это уравнения должны быть независимы, т.е. ни одно из них не должно быть следствием других.

Так, число уравнений, составленных для узлов, должно быть на единицу меньше общего числа узлов ($\mathbf{y} - 1$). Действительно, каждая ветвь связывает два узла и поэтому значение тока в одном уравнении войдет со знаком (+), а в другом со знаком (-). Следовательно, одно узловое уравнение окажется лишним.

Количество контурных уравнений \mathbf{k} определяется из выражения

$$\mathbf{k} = \mathbf{v} - (\mathbf{y} - 1)$$

При выборе контуров для составления уравнения следует исходить из того же принципа независимости уравнений. Контур необходимо выбирать так, чтобы в систему составляемых уравнений вошли все ветви схемы, а в каждый из контуров - наименьшее число ветвей.

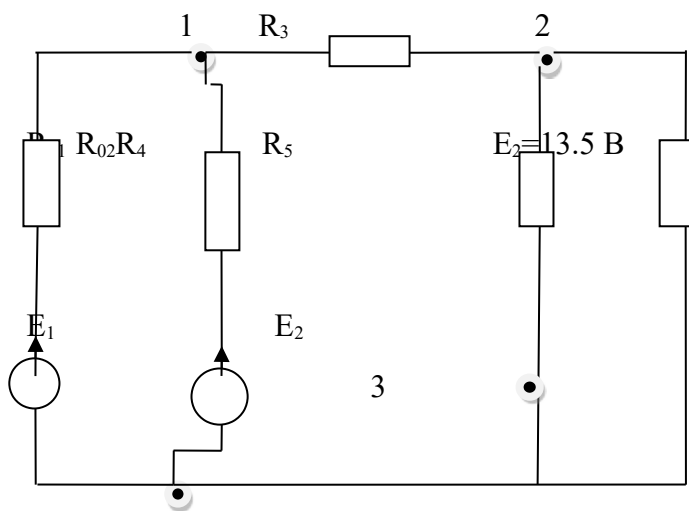
Запомните

Если направления э.д.с и тока, действующих в ветви, совпадают, то мощность такого источника э.д.с будет в уравнении со знаком плюс – источник отдает энергию в цепь (работает в режиме генератора). Если направление действия э.д.с не совпадает с направлением тока в ветви, то источник э.д.с потребляет энергию и в уравнении будет знак минус.

Пример расчета

На рисунке изображена сложная электрическая цепь. В цепи два источника ЭДС ($E_1 = 12 \text{ В}$, $E_2 = 13,5 \text{ В}$) и внутренними сопротивлениями $R_{01} = 0,05 \text{ Ом}$, $R_{02} = 0,1 \text{ Ом}$ и три сопротивления $R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4 = R_5 = 4 \text{ Ом}$

Найти токи во всех ветвях



дано

$$E_1 = 12 \text{ В}$$

$$R_{01} = 0.05 \text{ Ом}$$

$$R_{02} = 0.1 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_4 = R_5 = 4 \text{ Ом}$$

Найти токи в ветвях

Решение

Применим первый закон Кирхгофа для данной схемы

$$\text{Для узла 1 } I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$\text{Для узла 2 } I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

Применим второй закон Кирхгофа

Для контура 1 $R_{01} I_1 - R_{02} I_2 = E_1 - E_2$

Для контура 2 $R_{02} I_2 + R_3 I_3 + R_4 I_4 = E_2$

Для контура 3 $-R_4 I_4 + R_5 I_5 = 0$

$$-R_4 I_4 + R_5 I_5 = 0 \quad R_5 I_5 = R_4 I_4 \quad 4 I_5 = 4 I_4 \quad I_5 = I_4$$

Если два параллельно соединенных источника энергии с внутренним сопротивлением замкнуты на внешнее сопротивление, то ток во внешней цепи можно определить

$$I = (E_1 R_{01} + E_2 R_{02}) / (R_{01} R_{02} + R_{\text{общ}} R_{01} + R_{\text{общ}} R_{02})$$

Ток во внешней цепи $I = I_3$

$$R_{\text{общ}} = R_3 + R_4 R_5 / (R_4 + R_5) = 4 \text{ Ом}$$

$$I_3 = (12 * 0,1 + 13,5 * 0,05) / (0,1 * 0,05 + 4 * 0,05 + 4 * 0,1) = 3,1 \text{ (А)}$$

$$\text{Т.к. } I_3 - I_4 - I_5 = 0 \quad I_3 = I_4 + I_5 = 2 I_4$$

$$I_5 = I_4 = 1,55 \text{ (А)}$$

Подставляем эти выражения для эдс E_2 получим

$$0,1 I_2 + 2 I_3 + 4 I_4 = E_2$$

$$0,1 I_2 = 13,5 - 2 * 3,1 - 4 * 1,55 = 13,5 - 6,2 - 6,2 = 1,1$$

$$I_2 = 11 \text{ А}$$

Находим I_1

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad I_1 = I_3 - I_2 = 3,1 - 11 = -7,9 \text{ (А)}$$

Знак (-) говорит о том, что действительное направление тока в этой ветви противоположно условно принятому.

В источнике э.д.с. E_1 ток и э.д.с. направлены встречно. При указанных условиях задачи параметры электрической цепи потребляют энергию. В автомобильном транспорте, где E_1 – аккумулятор, E_2 – генератор. При движении автомобиля $E_2 > E_1$ происходит подзарядка аккумулятора.

Задание. Сделать вывод по работе

Вывод : Составить пояснительную записку и сделать вывод по работе

Пояснительную записку оформляют в тетрадях по практическим работам. В пояснительной записке приводят: - схему электрической цепи; - исходные данные к расчету в соответствии с вариантом; - результаты расчетов с краткими комментариями сделать его по представленным результатам вычисления составить отчет и сделать вывод по работе.

Самостоятельная работа учащихся

Задания по « **Задачнику** по Электротехнике » : Учеб. Пособие/ П.Н.Новиков -2-е изд. –М ИРПО ; Изд. Центр» « Академия » 1999г.

№2.37, № 2.38 , № 2.39 № 2.40 № 2.41 № 2.43 № 2.44

Задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Сложная электрическая цепь – это...

2. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа

3. Что такое узел, ветвь, контур?

4. Сформулируйте закон Ома для замкнутой электрической цепи и для участка.

5. В чем заключается метод наложения?

Практическое занятие № 2 Тема «Расчет не разветвленной цепи переменного тока»

Цель работы; Практическое применение на практике полученных знаний по теме «Переменный однофазный электрический ток», учимся решать задачи используя основные формулы и алгоритм решения задач. Используя законы Ома для цепи переменного тока произвести расчет цепи и определить ее параметры

При подготовке к практической работе необходимо повторить тему « переменный однофазный электрический ток » по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

По конспекту повторить темы «Переменный электрический ток. его цепь, их расчет» и « Закон Ома для цеп переменного тока » Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия

Результат выполнения практического занятия

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами,

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию

Знать : основные характеристики электрического поля, Закон Ома, единицы измерения параметров электрического поля устройство, принцип действия. правила включения, электроизмерительных приборов **Уметь:** Измерять и рассчитывать параметры электрической цепи, определять виды и элементы электрических цепей, читать структурные схемы, использовать в работе электроизмерительные приборы

Теоретический материал

Если в цепи с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений проходит синусоидальный ток, то напряжение, приложенное к данной цепи, расходуется на преодоление трех сопротивлений (R_a, X_L, X_C)

Активное падение напряжение совпадает по фазе с током. Его действующее значение $U_a = RI$

Индуктивное падение напряжение по фазе опережает ток на угол 90° . Его действующее значение $U_L = X_L I$

Емкостное падение напряжение по фазе отстает от тока на угол 90° . Его действующее значение $U_C = X_C I$

Общее напряжение в цепи $U = \sqrt{U_a^2 + (U_L - U_C)^2}$

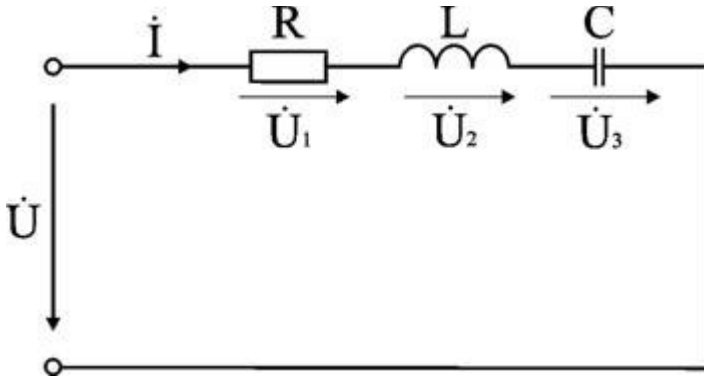
Общее сопротивление в цепи $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

От куда то, протекающий в цепи

$$I = U / Z = \sqrt{(U^2 / (R^2 + (X_L - X_C)^2))} \quad X_C = 1 / \omega C \quad X_L = \omega L$$

Расчет электрических параметров цепи (алгоритм решения)

Задача 1. Электрическая цепь, показанная на рис. 6.8, питается от источника синусоидального тока с частотой 200 Гц и напряжением 120 В. Дано: R = 4 Ом, L = 6,37 мГн, C = 159 мкФ.



Вычислить ток в цепи, напряжения на всех участках, активную, реактивную, и полную мощности. Построить векторную диаграмму, треугольники сопротивлений и мощностей.

Анализ и решение задачи 1

1 задание. Вычисление сопротивлений участков и всей цепи

Индуктивное реактивное сопротивление

$$X_L = 2\pi f L = 2 \times 3,14 \times 200 \times 6,37 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.}$$

Емкостное реактивное сопротивление

$$X_C = 1 / (2\pi f C) = 1 / (2 \times 3,14 \times 200 \times 159 \cdot 10^{-6}) \text{ Ом.}$$

Реактивное и полное сопротивления всей цепи: $X = X_L - X_C = 3 \text{ Ом;}$

2 задание. Вычисление тока и напряжений на участках цепи

Ток в цепи $I = U / Z = 120 / 5 \text{ А.}$

Напряжения на участках:

$$U_1 = RI = 96 \text{ В; } U_2 = X_L I = 192 \text{ В; } U_3 = X_C I = 120 \text{ В.}$$

3 задание. Вычисление мощностей

Активная мощность $P = R I^2 = U_1 I = 2304 \text{ Вт.}$

Реактивные мощности:

$$Q_L = X_L I^2 = U_2 I = 4608 \text{ ВАр; } Q_C = X_C I^2 = U_3 I = 2880 \text{ ВАр.}$$

Полная мощность цепи

$$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2} = \sqrt{2304^2 + (4608 - 2880)^2} = 2788,5 \text{ В А}$$

Самостоятельная работа студента

Контрольные задания по теме «Расчет неразветвленной цепи переменного тока»

Для электрической цепи переменного тока состоящей из последовательно включенных активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Найти недостающие параметры

| Вариант № п/п | U В | I А | R Ом | X _L Ом | X _c Ом | S ВА | P Вт | Q ВАр |
|---------------|-----|-----|------|-------------------|-------------------|------|------|--------|
| 1 | 100 | | | 18 | 21 | 2000 | | -1200 |
| 2 | 100 | 20 | 3 | | 8 | | 1200 | |
| 3 | | 20 | 3 | | 14 | | 1200 | 1600 |
| 4 | 100 | 20 | 4.3 | 2.5 | | | 1720 | |
| 5 | 127 | 20 | | 4 | 2 | 2540 | | |
| 6 | 120 | 12 | 5 | | 3 | | 720 | 1252.8 |
| 7 | 120 | 10 | | 6 | 3 | 1200 | | |
| 8 | 200 | 40 | 5 | 4 | | | 800 | |
| 9 | | 20 | 6 | 10 | 6 | | | 1600 |
| 10 | 220 | 20 | 10 | 5 | | 4840 | | |
| 11 | | 20 | 5 | 7 | 7 | | 2000 | |
| 12 | 100 | 25 | | 1 | 3 | 2500 | | |
| 13 | 120 | 30 | 2 | | 4 | | | 1800 |
| 14 | 220 | 44 | 4 | 3 | | | 7444 | |
| 15 | 100 | | | 18 | 21 | 2000 | | -1200 |
| 16 | 100 | 20 | 3 | | 8 | | 1200 | |
| 17 | | 20 | 3 | | 14 | | 1200 | 1600 |
| 18 | 100 | 20 | 4.3 | 2.5 | | | 1720 | |
| 19 | 127 | 20 | | 4 | 2 | 2540 | | |
| 20 | 120 | 12 | 5 | | 3 | | 720 | 1252.8 |
| 21 | 120 | 10 | | 6 | 3 | 1200 | | |
| 22 | 200 | 40 | 5 | 4 | | | 800 | |
| 23 | | 20 | 6 | 10 | 6 | | | 1600 |
| 24 | 220 | 22 | 10 | 5 | | 4840 | | |
| 25 | | 20 | 5 | 7 | 7 | | 2000 | |
| 26 | 100 | 25 | | 1 | 3 | 2500 | | |

Задание. Сделать вывод по данной работе

Составить отчет и сделать вывод по работе. Отчет оформить в тетради по практическим работам. В отчете должны быть: схемы электрических цепей, исходные данные к расчету в соответствии с вариантом, результаты расчета с кратким комментарием

Задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуются синусоидальный ток или напряжение?

2. Каково соотношение между амплитудным и действующим значениями величин, изменяющихся во времени по синусоидальному закону?
3. С какими физическими процессами связаны понятия активного сопротивления, активной мощности? Построить векторную диаграмму напряжения и тока для участка цепи.
4. С какими физическими процессами связаны понятия реактивного сопротивления, реактивной мощности? Как величина индуктивного и емкостного реактивных сопротивлений зависит от частоты питающего напряжения?
5. Как определяют активное, реактивное и полное сопротивления цепи, содержащей несколько последовательно включенных элементов?
6. Привести формулы для расчета активной, реактивной и полной мощностей цепи.

литература

Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа: <http://www/edu/ru>

Практическое занятие №4 Тема «Расчет основных параметров однофазного трансформатора»

Цель работы: Изучить устройство трансформатора и основные характеристики однофазного трансформатора, определить основные характеристики трансформатора расширить знания учащихся о трансформаторах, развивать физическую логику, выяснять причинно-следственные связи при решении расчетных и логических задач; обеспечить наглядность физического эксперимента, учить наблюдательности

При подготовке к практической работе необходимо повторить тему «Трансформаторы» по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

по конспекту повторить темы «Трансформаторы», «Принцип работы».

«Устройство», «Основные характеристики». «Виды трансформаторов»

Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия

Результат выполнения практического занятия

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами,

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию

Знать-устройство, принцип работы трансформатора, правила включения.условные обозначения; единицы измерения тока, напряжения, сопротивления; методы расчета основных параметров трансформатора

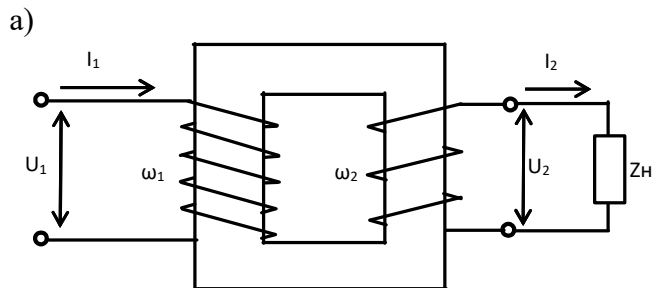
Уметь- проводить расчеты для выбора трансформатора, читать простые принципиальные схемы

Оборудование: методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка.

Краткие теоретические сведения

Трансформатором называют статический электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Работа трансформатора основана на явлении взаимной индукции. Простейший трансформатор состоит из стального сердечника (магнитопровода) и двух расположенных на нем обмоток (рисунок 8.1 а).



б)

Рисунок – Принципиальная схема включения однофазного трансформатора с потребителем а), изображение трансформатора на схеме б)

Одна обмотка подсоединяется к источнику переменного тока и называется *первичной*. К другой обмотке, называемой *вторичной*, подключают потребители.

При прохождении переменного тока по первичной обмотке в сердечнике образуется переменный магнитный поток. Этот поток пересекает витки вторичной обмотки и наводит в них переменную ЭДС взаимной индукции. Если вторичная обмотка замкнута на потребитель, то по цепи потребителя начинает проходить переменный ток.

Если во вторичной обмотке число витков больше чем в первичной, то напряжение вторичной обмотки превышает напряжение первичной обмотки и трансформатор будет повышающий. Если в первичной обмотке число витков больше чем во вторичной, то напряжение вторичной обмотки меньше напряжения первичной обмотки и трансформатор будет понижающий.

Основные параметры трансформатора

1 Номинальная мощность S_H – это полная мощность, которую трансформатор может непрерывно отдавать в течение своего срока службы при номинальном напряжении и номинальных температурных условиях

$$S_H = U_{2H} \cdot I_{2H}, \text{ ВА} \quad (8.1)$$

2 Номинальное первичное напряжение U_{1H} – напряжение, на которое рассчитана первичная обмотка

3 Номинальное вторичное напряжение U_{2H} – напряжение на зажимах вторичной обмотки в режиме холостого хода трансформатора при номинальном первичном напряжении.

4 Коэффициент трансформации

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{I_{2H}}{I_{1H}} \quad (8.2)$$

где ω - число витков первичной и вторичной обмоток;

E – действующее значение ЭДС электромагнитной индукции в обмотках трансформатора.

5 Номинальный первичный I_{1H} и вторичный I_{2H} токи в обмотках трансформатора при номинальной мощности и номинальных напряжениях обмоток

$$I_{1H} = \frac{S_H}{U_{1H} \cdot \eta_H}, A \quad (8.3)$$

$$I_{2H} = \frac{S_H}{U_{2H}}, A \quad (8.4)$$

6 Коэффициент нагрузки трансформатора. Трансформатор чаще всего работает с нагрузкой, меньше номинальной, поэтому

$$K_{НГ} = \frac{S_2}{S_H} \quad (8.5)$$

где S_2 - фактическая полная мощность нагрузки,

$$S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2}, VA \quad (8.6)$$

7 Токи в обмотках трансформатора при фактической нагрузке S_2

$$I_1 = I_{1H} \cdot K_{НГ}, A \quad (8.7)$$

$$I_2 = I_{2H} \cdot K_{НГ}, A \quad (8.8)$$

8 Общая мощность потерь энергии в трансформаторе:

- при номинальной нагрузке

$$\Delta P_H = P_{CT} + P_{MH}, Вт \quad (8.9)$$

- при фактической нагрузке

$$\Delta P = P_{CT} + P_M = P_{CT} + P_{MH} \cdot K_{НГ}^2, Вт \quad (8.10)$$

где P_{CT} - мощность потерь в стали сердечника;

P_M - мощность потерь в обмотках трансформатора при фактической нагрузке;

P_{MH} - мощность потерь в обмотках при номинальной нагрузке.

Если известно сопротивление меди первичной (R_1) и вторичной (R_2) обмоток трансформатора, то при любой нагрузке можно определить мощность потерь в обмотках

$$P_M = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2, Вт \quad (8.11)$$

9 Коэффициент мощности нагрузки

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{S_2} \quad (8.12)$$

где P_2 , Q_2 , S_2 – активная, реактивная и полная мощность нагрузки, питаемой от вторичной обмотки трансформатора.

10 Коэффициент полезного действия трансформатора

- при номинальной нагрузке

$$\eta_H = \frac{P_{2H}}{P_{1H}} = \frac{P_{2H}}{P_{2H} + \Delta P_H} = \frac{S_H \cdot \cos \varphi_2}{S_H \cdot \cos \varphi_2 + P_{CT} + P_{MH}} \quad (8.13)$$

- при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = \frac{S_H \cdot \cos \varphi_2 \cdot K_{HT}}{S_H \cdot \cos \varphi_2 \cdot K_{HT} + P_{CT} + P_{MH} \cdot K_{HT}^2} \quad (8.14)$$

Пример расчета

Дано:

$$S_H = 100 \text{ ВА};$$

$$U_{1H} = 220 \text{ В};$$

$$U_{2H} = 22 \text{ В};$$

$$P_2 = 48 \text{ Вт};$$

$$Q_2 = 36 \text{ вар};$$

$$P_{CT} = 7,3 \text{ Вт};$$

$$P_{MH} = 5,66 \text{ Вт}.$$

Определить: K , S_2 , $\cos \varphi_2$, K_{HT} , η_H , I_{1H} , I_{2H} , I_1 , I_2 , ΔP , η

Порядок расчета

1 Коэффициент трансформации трансформатора

$$K = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{220}{22} = 10$$

2 Полная мощность нагрузки, питающейся энергией от вторичной обмотки трансформатора

$$S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{48^2 + 36^2} = 60 \text{ ВА}$$

3 Коэффициент мощности нагрузки

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{S_2} = \frac{48}{60} = 0,8$$

4 Коэффициент нагрузки трансформатора

$$K_{HT} = \frac{S_2}{S_H} = \frac{60}{100} = 0,6$$

5 КПД трансформатора при номинальной нагрузке

$$\eta_H = \frac{P_{2H}}{P_{1H}} = \frac{S_H \cdot \cos \varphi_2}{S_H \cdot \cos \varphi_2 + P_{CT} + P_{MH}} = \frac{100 \cdot 0,8}{100 \cdot 0,8 + 7,3 + 5,66} = 0,86$$

6 Номинальные токи в обмотках трансформатора

$$I_{1H} = \frac{S_H}{U_{1H} \cdot \eta_H} = \frac{100}{220 \cdot 0,86} = 0,528 \text{ А} \quad I_{2H} = \frac{S_H}{U_{2H}} = \frac{100}{22} = 4,55 \text{ А}$$

7 Токи в обмотках трансформатора при фактической нагрузке

$$I_1 = I_{1H} K_{HT} = 0,528 \cdot 0,6 = 0,317 \text{ A};$$

$$I_2 = I_{2H} K_{HT} = 4,55 \cdot 0,6 = 2,73 \text{ A}.$$

8 Потери мощности в трансформаторе при фактической нагрузке

$$\Delta P = P_{CT} + P_{MH} K_{HT}^2 = 7,3 + 5,66 \cdot 0,6^2 = 9,34 \text{ Вт}$$

9 КПД трансформатора при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = \frac{48}{48 + 9,34} = 0,837$$

Самостоятельная работа студентов

- 1 Выписать исходные данные согласно варианту (таблица)
- 2 Ознакомиться с параметрами однофазного трансформатора.
- 3 Выполнить расчет неизвестных параметров, отмеченных в таблице прочерками.
- 4 В заключении кратко описать принцип действия и виды трансформаторов.

Таблица – Исходные данные для расчета

| Вариант | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|----|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| S_H | BA | - | 1270 | - | 500 | 1500 | 4000 | 400 | - | - | 600 |
| S_2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| U_{1H} | B | 100 | - | - | - | 5800 | - | - | 300 | 180 | 100 |
| U_{2H} | | 10 | 100 | 220 | 127 | 120 | 127 | - | - | 36 | 10 |
| K | | - | 2,5 | 8,18 | - | - | - | 0,4 | 4,4 | - | - |
| K_{HT} | | - | - | - | - | - | - | 0,83 | 0,68 | - | - |
| $Q_{2,вар}$ | | 225 | - | 250 | - | 590 | - | - | 120 | - | - |
| $\cos\varphi_2$ | | - | 0,8 | 0,6 | 0,87 | - | 1 | - | 0,73 | 1 | 0,93 |
| I_{1H} | A | - | - | - | 1,7 | - | - | 2,6 | - | - | 12,5 |
| I_{2H} | | 25 | - | 3,5 | - | - | - | - | - | 3,5 | - |
| I_1 | | - | - | - | - | - | - | 9,6 | - | - | - |
| I_2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| η_H | | - | 0,95 | 0,94 | - | - | - | 0,92 | - | - | 0,96 |
| η | | - | - | - | - | - | 0,97 | - | - | - | - |
| P_2 | Вт | 375 | 700 | - | 260 | 850 | 2100 | - | - | 72 | 432 |
| P_{CT} | | 2,32 | 9,8 | - | 18,2 | 42,15 | - | 21,2 | 14 | 4,1 | 11 |
| P_{MH} | | 4,8 | - | 2,4 | 17 | 27,9 | 50 | 10,4 | 7,3 | 1,69 | - |

Содержание отчета

- 1 Тема и цель занятия
- 2 Задание
- 3 Исходные данные
- 4 Схема включения трансформатора
- 5 Расчетная часть
- 6 Вывод

Контрольные вопросы

- 1 Объясните принцип работы однофазного трансформатора
- 2 Почему трансформатор работает только на переменном токе?

3 Как практически определить коэффициент трансформации?

Практическое занятие № 3 Тема «Определение основных параметров полупроводникового выпрямителя»

Цель работы Ознакомиться с принципом работы и основными свойствами однофазного двухполупериодного выпрямителя, изучить влияние сглаживающих фильтров на работу выпрямительного устройства.

Изучить тему «Выпрямительные устройства», содержание данной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы.

При подготовке к практической работе необходимо повторить тему «Электрические машины» «Полупроводники и их применение» по учебнику Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

По конспекту повторить темы «Полупроводниковые материалы», «Принцип работы полупроводниковых выпрямителей». «Устройство», «Основные характеристики» Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия

Результаты выполнения практического занятия

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами,

ПК 1.4. Оформлять отчетную документацию по техническому обслуживанию вне свойства этого двигателя путем снятия рабочих характеристик

Знать-устройство, принцип работы и методы расчета основных параметров однополупериодного выпрямителя, правила включения. условные обозначения;

Уметь- проводить расчеты основных параметров полупроводникового выпрямителя, читать простые принципиальные схемы

Теоретические сведения

Выпрямительные устройства служат для преобразования переменных напряжений и токов в постоянные напряжения и токи. Необходимость в таком преобразовании возникает достаточно часто, например, при электропитании разнообразной электронной аппаратуры, электродвигателей постоянного тока, электролизных установок, в устройствах для заряда аккумуляторных батарей, в автомобилях при питании бортовой сети от генератора переменного тока

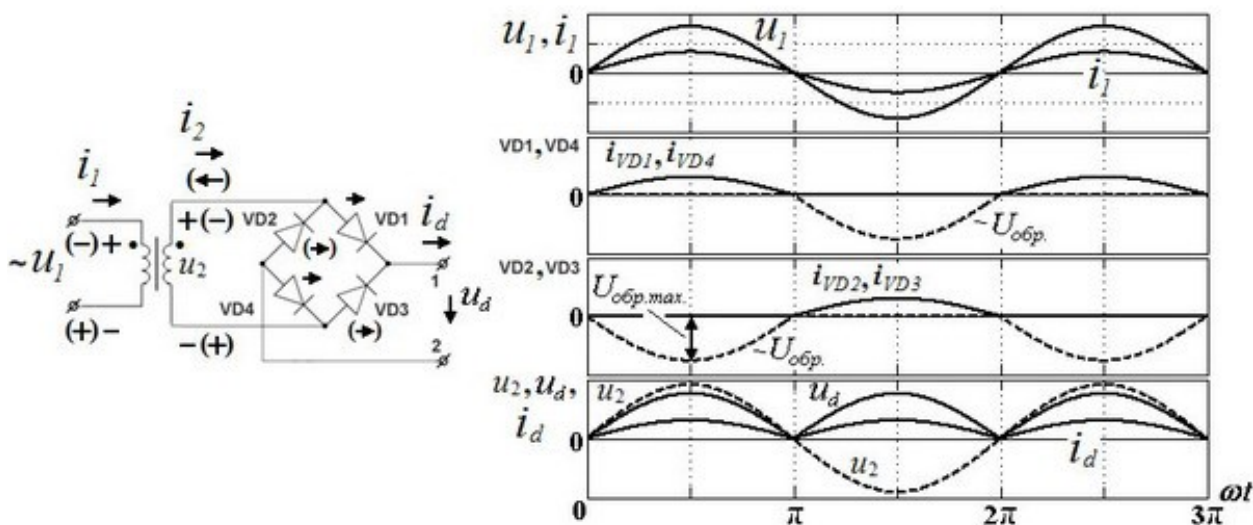
Выпрямительные устройства обычно состоят из трансформатора, одного или нескольких электрических вентилей и сглаживающего фильтра. Трансформатор служит для получения требуемого значения выпрямляемого переменного напряжения

Электрические вентили (устройства, обладающие свойством односторонней проводимости электрического тока) служат для непосредственного преобразования переменного напряжения в пульсирующее напряжение одного знака. Чаще всего в качестве электрических вентилей используются полупроводниковые диоды. Сглаживающие фильтры применяются для уменьшения пульсаций выпрямленного тока и напряжения на выходе выпрямительного устройства.

При выпрямлении переменного напряжения в зависимости от числа фаз выпрямляемого напряжения, характера нагрузки и требований, предъявляемых к выпрямительному току

и напряжению, электрические вентили могут соединяться по различным схемам. Наибольшее применение при выпрямлении однофазного напряжения получила двух полу периодная мостовая схема выпрямления.

Мостовая двух полу периодная схема выпрямления содержит две пары диодов, включенных по схеме четырехплечного моста (рис. 15.2). В течение каждого полупериода ток проходит последовательно через два диода в противоположных плечах моста. В один полупериод входного напряжения ток протекает от клеммы «А» через диод $VD1$, нагрузку RH , диод $VD3$, к клемме «В». В следующий полупериод полярность выпрямляемого напряжения изменяется и ток идет от клеммы «В», через диод $VD2$, нагрузку RH , диод $VD4$ к клемме «А». Направление тока через нагрузку все время одного знака, то есть является постоянным. Напряжение на нагрузке UH пульсирующее (рис. 15.3).



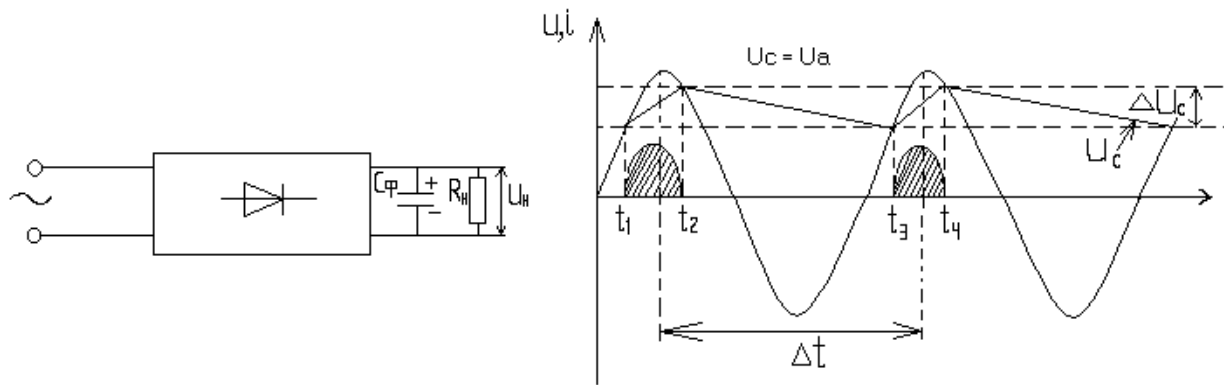
Постоянная составляющая напряжения на нагрузке (среднее значение выпрямленного напряжения)

$$U_d = I_d R_n = 2I_2 m R_n / \pi = 2U_2 m / \pi = 2 \cdot 2 U_2 / \pi \approx 0,9 U_2.$$

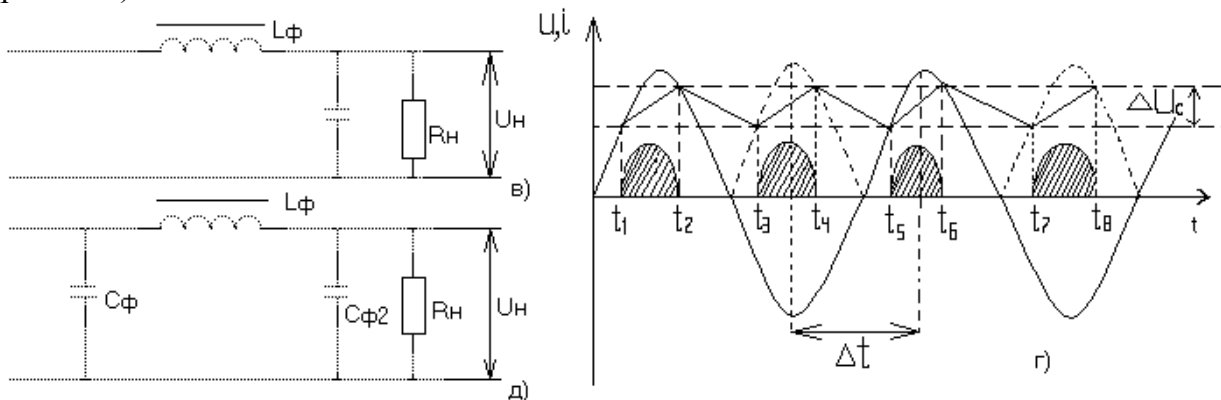
Частота пульсаций (частота основной гармонической составляющей выпрямленного напряжения) в этой схеме равна двойной частоте напряжения источника питания. Коэффициент пульсаций (отношение амплитуды основной гармоники выпрямленного напряжения к среднему значению этого напряжения) в мостовой схеме $q = 0,67$.

Напряжение, воспринимаемое каждым диодом в непроводящий полупериод – обратное напряжение, определяется значением выпрямляемого напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Максимальное значение обратного напряжения на диоде $U_{обр. макс}$ равно амплитудному значению выпрямляемого напряжения $U_2 m$.
 $U_{обр. макс} = U_2 m = 2 U_2 \approx 1,11 U_d$.

Для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения включают электрические сглаживающие фильтры. Простейшими сглаживающими фильтрами являются конденсатор, включаемый параллельно высокоомной нагрузке (рис. 15.4)



и индуктивный фильтр дроссель), включаемый последовательно с низкоомной нагрузкой (рис. 15.5).



При использовании емкостного фильтра сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока происходит за счет периодической зарядки конденсатора последующей его разрядки на сопротивление нагрузки R_H . Зарядка конденсатора происходит, когда мгновенное значение вторичного напряжения трансформатора больше напряжения на нагрузке (и на конденсаторе). Когда напряжение трансформатора становится меньше напряжения на конденсаторе, диоды закрываются и конденсатор разряжается через сопротивление нагрузки (рис. 15.4). Далее процесс повторяется. При включении емкостного фильтра напряжение не уменьшается до нуля, а пульсирует в некоторых пределах, увеличивая среднее значение выпрямленного напряжения. Емкость конденсатора для фильтра C_Φ выбирают такой величины, чтобы для основной гармоники выпрямленного напряжения f_{OH} емкостное сопротивление конденсатора $X_{C\Phi}$ было значительно меньше сопротивления нагрузки R_H . Поэтому применение емкостного фильтра более эффективно при высокоомной нагрузке с малыми значениями выпрямленного тока, так как при этом возрастает эффективность сглаживания.

При включении последовательно с нагрузкой индуктивного фильтра изменяющееся магнитное поле, возбуждаемое пульсирующим током, наводит электродвижущую силу самоиндукции $e_L = \pm L di/dt$. В соответствии с законом электромагнитной индукции электродвижущая сила направлена так, чтобы сгладить пульсации тока в цепи, следовательно, и пульсации напряжения на нагрузке R_H .

Эффективность сглаживания увеличивается при больших значениях выпрямленного тока. Величину индуктивности фильтра L_Φ выбирают таким образом, чтобы индуктивное сопротивление фильтра $X_{L\Phi}$ на частоте основной гармоники f_{OH} было значительно больше величины сопротивления нагрузки R_H . Поэтому применение индуктивного фильтра более эффективно при низкоомной нагрузке.

Эффективность фильтров оценивают коэффициентом сглаживания S , равным

отношению коэффициентов пульсаций на входе q_{BX} и выходе фильтра $q_{ВЫХ}$:

$$S = q_{BX} / q_{ВЫХ}.$$

Под коэффициентом пульсаций q понимают отношение амплитуды первой гармоники переменной составляющей напряжения $Um1$ к среднему значению Ud этого напряжения $q = Um1 / Ud \approx \Delta U_n / 2Ud$.

Большее уменьшение пульсаций выпрямленного напряжения обеспечивают смешанные фильтры, в которых используются и конденсаторы, и индуктивности, например, Г-образные и П-образные сглаживающие фильтры. Лучшие результаты обеспечивают активные сглаживающие фильтры.

Порядок выполнения работы

1 задание. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль однофазного выпрямителя, модуль амперметров постоянного тока и модуль вольтметров). Приготовить к работе осциллограф.

2 задание. Присоединить к исследуемому модулю однофазного выпрямителя амперметр для измерения выпрямленного тока нагрузки (рис. 15.1). Установить тумблеры SA2 и SA4 в нижние положения, тумблер SA3 – в верхнее положение. Включить электропитание стенда (выключатель QF1 модуля питания) и включить осциллограф для наблюдения форм напряжений.

Рис. 15.1

3 задание. Включить питание модуля однофазного выпрямителя (выключатель SA1). При работе выпрямителя в режиме холостого хода измерить стрелочным вольтметром действующее значение выпрямляемого переменного напряжения U_2 на вторичной обмотке трансформатора. Результат измерения записать в табл. **4 задание.** Подключить к вторичной обмотке трансформатора вместо вольтметра осциллограф. Получить на экране устойчивое изображение и определить по осциллограмме амплитудное значение выпрямляемого напряжения U_{2m} . Зарисовать в масштабе осциллограмму выпрямляемого напряжения.

5 задание. Измерить стрелочным вольтметром величину выпрямленного постоянного напряжения U_d в режиме холостого хода выпрямителя. Результат занести в табл. 1.

| $U_2, В$ | $U_{2m}, В$ | $U_d, В$ | U_2 / U_{2m} | U_d / U_2 |
|----------|-------------|----------|----------------|-------------|
| | | | | |

Таблица 15.1

6 задание. Подключить осциллограф к одному из диодов, получить устойчивое изображение

, измерить величину максимального обратного напряжения на диоде $U_{обр. макс}$, зарисовать в том же масштабе осциллограмму напряжения на диоде.

7 задание. Исследовать работу выпрямителя без сглаживающих фильтров. Для этого, установить в соответствии с вариантом величину сопротивления нагрузки R_H (табл. 15.2).

Подключить выводы осциллографа параллельно нагрузке, включить тумблер SA2 и зарисовать в прежнем масштабе осциллограмму выпрямленного напряжения на нагрузке U_H при отсутствии сглаживающих фильтров. Определить по осциллограмме двойную амплитуду пульсаций выпрямленного напряжения ΔU . При необходимости увеличить чувствительность усилителя осциллографа, установив у него закрытый вход. Измерить с помощью стрелочного вольтметра постоянную составляющую напряжения на нагрузке U_d постоянную составляющую напряжения на нагрузке U_d . Результаты измерений занести в табл. 15.3. По результатам измерений определить коэффициент пульсаций $q = \Delta U / 2U_d$.

Таблица.2

| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Позиция | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|

8 задание. Исследовать влияние на выпрямленное напряжение емкостного, индуктивного и индуктивно-емкостного сглаживающих фильтров. Для этого подключить осциллограф параллельно нагрузке и зарисовать в прежнем масштабе осциллограммы выпрямленного напряжения на нагрузке УН при каждом включенном фильтре. Включение емкостного фильтра осуществлять, переключая тумблер SA4 в верхнее положение, включение индуктивного фильтра осуществлять, переключая тумблер SA3 в нижнее положение. Переключая тумблер SA5 в позиции «1» и «2» сравнить влияние величины емкости конденсатора фильтра на выходное напряжение. Сделать вывод, в какой позиции тумблера SA5 емкость конденсатора фильтра больше. Зарисовать в прежнем масштабе осциллограммы напряжения на нагрузке при каждом включенном фильтре. При каждом включенном фильтре измерять с помощью стрелочного вольтметра постоянную составляющую выпрямленного напряжения U_d и с помощью осциллографа – двойную амплитуду переменной составляющей ΔU напряжения на нагрузке.

Результаты измерений занести в табл. 15.3.

| Параметр | Тип фильтра | | | | |
|-----------------------|-------------|-----|-----|----|-------|
| | Отключен | СФ1 | СФ2 | ЛФ | ЛФ СФ |
| ΔU | | | | | |
| U_d | | | | | |
| $q = \Delta U / 2U_d$ | | | | | |

9 задание. Исследовать влияние величины сопротивления нагрузки на эффективность работы сглаживающих фильтров. Для этого при каждом включенном фильтре с помощью переключателя SA6 изменять величину сопротивления нагрузки и наблюдать форму напряжения на нагрузке. При этом учесть, что с увеличением номера позиции переключателя SA6 величина сопротивления нагрузки уменьшается. Сделать вывод

о влиянии величины сопротивления нагрузки на эффективность работы фильтров

10 задание. Снять внешние характеристики $U_d = f(I_d)$ выпрямителя при отсутствии фильтра, при емкостном, индуктивном и индуктивно-емкостном фильтре. Для этого, изменяя с помощью переключателя SA6 величину сопротивления нагрузки R_H , измерять величину выпрямленного постоянного напряжения U_d и выпрямленного постоянного тока I_d при каждом значении сопротивления нагрузки. Результаты измерений занести в табл. 15.4.

Таблица 4

| Тип фильтра | Параметр | Нагрузка | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Отключен | U_d, B I_d, A | | | | | | |
| Емкостной | U_d, B I_d, A | | | | | | |
| Индуктивный | U_d, B I_d, A | | | | | | |
| Индуктивно-емкостной | U_d, B I_d, A | | | | | | |

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать :

Пояснительную записку и вывод по работе

Пояснительную записку

оформляют в тетрадях для практических работ в соответствии с требованиями государственных стандартов. В пояснительной записке приводят: - схему электрической цепи; - исходные данные к расчету в соответствии с вариантом; - результаты расчетов с краткими комментариями сделать его по представленным результатам вычисления

6.Задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Какие функции выполняют в выпрямителях
2. Изменится ли полярность выходного напряжения выпрямителя при изменении подключения выводов первичной или вторичной обмоток?
3. При каких условиях полупроводниковый диод проводит электрический ток?
4. Почему конденсатор включают параллельно нагрузке, а индуктивность – последовательно с ней?
5. Какой фильтр из исследуемых в лабораторной работе обеспечивает получение наименьшего коэффициента пульсаций и почему?
6. Какие параметры определяют наклон (жесткость) внешних характеристик выпрямителя?

Литература

Немцов М.В, Немцова М.Л. Электротехника и электроника. М.: Академия, 2019

Пронин В.И. Лабораторно-практические работы по электротехнике. М. Академия, Электронный ресурс «Электротехника» Форма доступа: <http://www/edu/ru>