



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
(БГТУ)

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО БГТУ

_____ О.Н. Федонин

«20» ____ 04 ____ 2023г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине
ОП.13 Основы электротехники и электроники

Специальность:	15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2023

Брянск 2023

Фонд оценочных средств

по учебной дисциплине

ОП.13 Основы электротехники и электроники (далее — ФОС)
для специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации
технологических процессов и производств (по отраслям)

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

А.В. Радьков

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании
предметно-цикловой комиссии «Автоматизация
технологических процессов и производств» ПК
БГТУ
от «20» 04 2023 г., протокол № 9

Председатель ПЦК

Е.Г. Сергеева

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Радьков А.В.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта фонда оценочных средств.....	3
2. Результаты освоения профессионального модуля, подлежащие проверке.....	6
...	
3. Оценка уровня освоения профессионального модуля.....	7
3.1. Формы и методы оценивания.....	7
3.2. Типовые задания для оценки усвоения профессионального модуля.....	11
3.2.1. Комплект фонда оценочных средств для входного контроля.....	11
3.2.2. Комплект фонда оценочных средств для текущего контроля.....	12
3.2.3. Комплект фонда оценочных средств для текущего контроля.....	63
4. Список литературы.....	66

1. Паспорт комплекта фонда оценочных средств

1.1 Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям), освоивших программу учебной дисциплины ОП. 13 Основы электротехники и электроники, которая является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям). ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего, рубежного контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена.

ФОС разработан в соответствии с ФГОС по специальности СПО специальностям 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) в части освоения общепрофессионального цикла и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям).

1.2 ФОС учебной дисциплины «ОП.13 Основы электротехники и электроники» позволяет осуществить комплексную оценку овладения следующими профессиональными и общими компетенциями предусмотренными ФГОС по специальности СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям):

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Осуществлять разработку и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов
ПК 1.1	Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания
ПК 1.2	Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания
ПК 1.3	Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов
ПК 1.4	Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации
ВД 2	Осуществлять сборку и апробацию моделей элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов
ПК 2.1	Осуществлять выбор оборудования и элементной базы систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации на модель элементов систем автоматизации
ПК 2.2	Осуществлять монтаж и наладку модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документации
ПК 2.3	Проводить испытания модели элементов систем автоматизации в реальных условиях с целью подтверждения работоспособности и возможной оптимизации
ВД 3	Организовывать монтаж, наладку и техническое обслуживание систем и средств автоматизации

ПК 3.1	Планировать работы по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации на основе организационно-распорядительных документов и требований технической документации
ПК 3.2	Организовывать материально-техническое обеспечение работ по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации
ПК 3.3	Разрабатывать инструкции и технологические карты выполнения работ для подчиненного персонала по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации
ПК 3.4	Организовывать выполнение производственных заданий подчиненным персоналом
ПК 3.5	Контролировать качество работ по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации, выполняемых подчиненным персоналом и соблюдение норм охраны труда и бережливого производства
ВД 4	Осуществлять текущий мониторинг состояния систем автоматизации
ПК 4.1	Контролировать текущие параметры и фактические показатели работы систем автоматизации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации для выявления возможных отклонений
ПК 4.2	Осуществлять диагностику причин возможных неисправностей и отказов систем для выбора методов и способов их устранения
ПК 4.3	Организовывать работы по устранению неполадок, отказов оборудования и ремонту систем в рамках своей компетенции

1.3 Формы контроля и оценивания УД

Формой итоговой аттестации, предусмотренной учебным планом специальности, по учебной дисциплине «ОП. 13 Основы электротехники и электроники» является экзамен.

2 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

2.1 В результате освоения учебной дисциплины «ОП. 05 Основы электротехники и электроники» обучающийся должен обладать предусмотренным ФГОС по специальности СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) умениями, знаниями:

Требования к уровню подготовки, перечень контролируемых компетенций

Перечень контролируемых компетенций	Требования к уровню подготовки по УД	
	уметь	знать
ОК 01-09, ПК 1.1-1.4, ПК 2.1-2.3, ПК 3.1-3.5, ПК 4.1-4.3	читать принципиальные электрические схемы, схемы соединений и подключений	назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления; технические характеристики элементов систем автоматизации, принципиальные электрические схемы

3 Оценка уровня усвоения УД

3.1 Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине «ОП. 13 Основы электротехники и электроники», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины в процессе проведения аудиторных занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных занятий.

При оценивании используется 5-балльная система. Критерии оценки различных форм контроля отображены в таблице:

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:		
Основные законы электротехники	«Отлично» – объясняет принцип работы типовых электрических устройств, принципы составления простых электрических и электронных цепей, способы получения, передачи и использования электрической энергии «Хорошо» – объясняет в большей степени принцип работы типовых электрических устройств, принципы составления простых электрических и электронных цепей, способы получения, передачи и использования электрической энергии «Удовлетворительно» – объясняет частично принцип работы типовых электрических устройств, принципы составления простых электрических и электронных цепей, способы получения, передачи и использования электрической энергии «Неудовлетворительно» – не объясняет принцип работы типовых электрических устройств, принципы составления простых электрических и электронных цепей, способы получения, передачи и использования электрической энергии	Текущий контроль успеваемости: - устный опрос; - тестирование ; - проверка практической работы; - защита отчета по лабораторной работе. Промежуточная аттестация обучающихся: экзамен

<p>Методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей</p>	<p>«Отлично» – имеет представление о характеристиках и параметрах электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей. Применяет методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей</p> <p>«Хорошо» имеет в большей степени представление о характеристиках и параметрах электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей. Применяет частично методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей</p> <p>«Удовлетворительно» – имеет частично представление о характеристиках и параметрах электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей. Затрудняется применять методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей</p> <p>«Неудовлетворительно» – не имеет представления о характеристиках и параметрах электрических и магнитных полей, параметры различных электрических цепей. Не применяет методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей</p>	
<p>Основы электроники</p>	<p>«Отлично» – называет параметры электрических схем и единицы их измерения; Объясняет принцип выбора электрических и электронных приборов</p>	

	<p>«Хорошо» называет в большей мере параметры электрических схем и единицы их измерения; Объясняет в большей мере принцип выбора электрических и электронных приборов</p> <p>«Удовлетворительно» – называет частично параметры электрических схем и единицы их измерения; Объясняет частично принцип выбора электрических и электронных приборов</p> <p>«Неудовлетворительно» – – не называет параметры электрических схем и единицы их измерения; Не объясняет принцип выбора электрических и электронных приборов</p>	
Основные виды и типы электронных приборов	<p>«Отлично» – демонстрирует владение знаниями в области устройства, принципа действия и основных характеристик электронных приборов</p> <p>«Хорошо» – демонстрирует в большей мере владение знаниями в области устройства, принципа действия и основных характеристик электронных приборов</p> <p>«Удовлетворительно» – демонстрирует частично владение знаниями в области устройства, принципа действия и основных характеристик электронных приборов</p> <p>«Неудовлетворительно» – не демонстрирует владение знаниями в области устройства, принципа действия и основных характеристик электронных приборов</p>	
В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:		
Использовать электротехнические	«Отлично» – Рассчитывает параметры различных	Текущий контроль

законы для расчета цепей постоянного и переменного тока	электрических цепей и схем «Хорошо» – – Рассчитывает частично параметры различных электрических цепей и схем «Удовлетворительно» – затрудняется рассчитать параметры различных электрических цепей и схем	<p>успеваемости:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный опрос; - тестирование ; - проверка практической работы; - защита отчета по лабораторной работе. <p>Промежуточная аттестация обучающихся: экзамен</p>
Использовать электротехнические законы для расчета магнитных цепей	«Отлично» – производит расчет простых электрических цепей «Хорошо» – производит частично расчет простых электрических цепей «Удовлетворительно» – затрудняется производить расчет простых электрических цепей «Неудовлетворительно» – не производит расчет простых электрических цепей	
Выполнять электрические измерения	«Отлично» – демонстрирует снятие показаний и пользование электроизмерительными приборами и приспособлениями «Хорошо» – демонстрирует частично снятие показаний и пользование электроизмерительными приборами и приспособлениями «Удовлетворительно» – затрудняется продемонстрировать снятие показаний и пользование электроизмерительными приборами и приспособлениями «Неудовлетворительно» – не демонстрирует снятие показаний и пользование электроизмерительными приборами и приспособлениями	
Выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование	«Отлично» – демонстрирует выбор электрических, электронных приборов и электрооборудования по их параметрам «Хорошо» – демонстрирует	

	<p>частично выбор электрических, электронных приборов и электрооборудования по их параметрам «Удовлетворительно» – затрудняется продемонстрировать выбор электрических, электронных приборов и электрооборудования по их параметрам «Неудовлетворительно» – не демонстрирует выбор электрических, электронных приборов и электрооборудования по их параметрам</p>	
--	---	--

3.2. Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

3.2.1 Фонд оценочных средств для входного контроля

1. Выберите правильный ответ:

В каких единицах измеряется напряжение:

- а) Ваттах;
- б) Амперах;
- в) Вольтах;
- д) Герцах

Ответ: в

2. Выберите правильный ответ:

В каких единицах измеряется ток:

- а) Кулонах;
- б) Амперах;
- в) Герцах;
- д) Ваттах

Ответ: б

3 Выберите правильный ответ:

В каких единицах измеряется заряд:

- а) Герцах
- б) Вольтах
- в) Амперах
- г) Кулонах
- д) Ньютонах

Ответ: г

4 Выберите правильный ответ:

С помощью какого прибора измеряют силу электрического тока:

- а) Вольтметра
- б) Ваттметра
- в) Амперметра

г) Фазометр

Ответ: в

5 Выберите правильный ответ:

С помощью какого прибора измеряют электрическую мощность:

а) амперметр;

б) ваттметр;

в) вольтметр;

г) фазометр

Ответ: б

6 Выберите правильный ответ:

С помощью какого прибора измеряют электрического напряжение:

а) Вольтметра;

б) амперметра;

в) фазометра;

д) омметра

Ответ: а

7 Выберите правильный ответ:

С помощью какого прибора измеряют электрическое сопротивление:

а) Вольтметра;

б) амперметра;

в) фазометра;

д) омметра

Ответ: д

8. Выберите правильный ответ:

В каких единицах измеряется сопротивление:

а) Омах;

б) Амперах;

в) Ньютонах

д) Герцах

Ответ: а

3.2.2. Комплект фонда оценочных средств для текущего контроля

Тема 2.1. Электрическое поле

Вопросы для текущего контроля:

Какими параметрами характеризуется электрическое поле. Дайте их определения.

Что такое диэлектрическая проницаемость?

Для чего используется закон Кулона? Назовите его формулировку.

Укажите, какие формулы и соотношения характерны для параллельного и последовательного соединения конденсаторов.

Что такое электрический ток?

Что такое электропроводность?

На какие классы делятся вещества по степени электропроводности? Дайте им характеристику

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ

Электрическим полем называется

а) особый вид материи, проявляющий себя в действии на подвижные электрические заряды

б) вид материи, имеющий электрические заряды

в) особый вид материи, проявляющий себя в действие на электрические заряды

Ответ: в

2 Выберите правильный ответ:

Напряженность электрического поля в данной точке называют

а) физическую величину, равную отношению силы электрического поля, действующей на помещенный в данную точку пробный положительный заряд к этому заряду

б) физическую величину, равную отношению силы электрического поля, действующей на помещенный в данную точку пробный отрицательный заряд, к этому заряду

в) физическую величину, равную отношению силы электрического поля, действующей на помещенный в данную точку пробный заряд к этому заряду.

Ответ: а

3 Выберите правильный ответ:

Напряжённость электрического поля измеряют с помощью пробного заряда q_0 . Если величину пробного заряда уменьшить в x раз, то модуль напряжённости измеряемого поля

а) не изменится

б) увеличится в x раз

в) увеличится в x^2 раз

Ответ: в

4 Выберите правильный ответ

Сила, действующая в поле на заряд в $4 \cdot 10^{-5}$ Кл, равна 20 Н. Напряженность поля в этой точке равна

а) $8 \cdot 10^4$ В/м

б) $5 \cdot 10^5$ Н/Кл

в) $5 \cdot 10^{-6}$ Кл/Н

Ответ: б

5 Выберите правильный ответ

Как изменится модуль напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом, при увеличении расстояния от этого заряда до точки наблюдения в N раз?

а) увеличится в N^2 раз

б) уменьшится в N^2 раз

в) увеличится в N раз

Ответ: б

6 Выберите правильный ответ

Вектор напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом в некоторой точке пространства направлен

- а) в сторону этого заряда
 - б) в сторону от этого заряда
 - г) может быть направлен как в сторону заряда, так и в сторону от него
- Ответ: б

7 Выберите правильный ответ:

Чтобы определить наличие электрического поля в данной точке нужно

- а) посмотреть в данную точку пространства и увидеть его
- б) поместить в эту точку пробный заряд
- в) поместить в эту точку проводник с током

Ответ: б

Тема 2.2. Электрические цепи постоянного тока

Тема 2.2. Электрические цепи постоянного тока

Контрольные вопросы:

Расскажите об электрическом токе в проводниках.

Что такое электрическое сопротивление? Как оно зависит от температуры?

Что такое электрическая цепь? Назовите условные графические обозначения элементов электрической цепи.

Дайте формулировку закона Ома для участка цепи и для полной цепи.

Запишите закон Джоуля-Ленца.

Перечислите режимы электрической цепи.

Нарисуйте схемы замещения источников.

Что такое электрическая энергия и мощность, КПД источников?

Для чего применяются законы Кирхгофа. Дайте их формулировки.

Назовите соотношения параметров цепи при последовательном соединении резисторов.

Назовите соотношения параметров цепи при параллельном соединении резисторов.

Назовите соотношения параметров цепи при смешанном соединении резисторов.

Расскажите о потере напряжения в проводах.

Объясните метод преобразования схем.

Объясните метод узлового напряжения.

Объясните метод узловых и контурных уравнений.

Объясните метод контурных токов.

Объясните метод наложения токов.

Тестовые задания

1 Выберите правильный ответ:

Что такое электрический ток?

- а) графическое изображение элементов
- б) устройство для измерения ЭДС
- в) упорядоченное движение заряженных частиц
- г) беспорядочное движение частиц в веществе
- д) совокупность устройств, предназначенных для использования электрического сопротивления

Ответ: в

2 Выберите правильный ответ

Определите сопротивление нити электрической лампы мощностью 100Вт, если лампа рассчитана на напряжение 220 В.

- а) 570 Ом;
- б) 484 Ом;
- в) 523 Ом;
- г) 446 Ом;
- д) 625 Ом

Ответ: б

3 Выберите правильный ответ

Физическая величина, характеризующая быстроту совершения работы

- а) работа;
- б) напряжение;
- в) мощность;
- г) сопротивление;
- д) нет правильного ответа

Ответ: в

4 Выберите правильный ответ:

Сила тока в электрической цепи 2 А при напряжении на его концах 5В.

Найдите сопротивление проводника

- а) 10 Ом;
- б) 0,4 Ом;
- в) 4 Ом;
- г) 2,5 Ом;
- д) 0,2 Ом

Ответ: г

5 Выберите правильный ответ:

Закон Ома для полной цепи

- а) $I = \frac{U}{R}$;
- б) $I = \frac{E}{R+r}$;
- в) $I = UR$;

Ответ: б)

6 Выберите правильный ответ:

Закон Ома для участка цепи

- а) $I = \frac{U}{R}$;
- б) $I = \frac{E}{R+r}$;
- в) $I = UR$

Ответ: а

7 Выберите правильный ответ:

Узел электрической цепи

- а) точка цепи, где сходятся три и более ветви;

б) точка цепи, где сходятся две ветки

в) нет правильного ответа

Ответ: а

8 Выберите правильный ответ:

Ветвь электрической цепи

а) участок электрической цепи с изменяемым током;

б) участок электрической цепи с неизменным током;

в) нет правильного ответа

Ответ: б

9 Выберите правильный ответ:

Реостат применяют для регулирования в цепи

а) мощности;

б) силы тока;

в) напряжения и силы тока;

д) сопротивления

Ответ: в

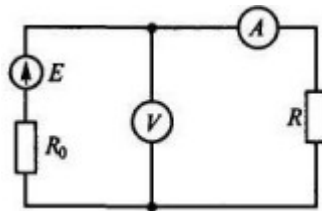
10 Напишите правильный ответ:

Определить ЭДС и напряжение на зажимах щелочной аккумуляторной батареи, если известно, что внутренне сопротивление $0,08 \text{ Ом}$, сопротивление внешней цепи 1 Ом , величина тока в цепи 23 А .

Ответ: $E = 24,84 \text{ В}$, $U = 23 \text{ В}$

11 Выберите правильный ответ:

Каково внутреннее сопротивление источника R_0 источника электроэнергии, если при токе нагрузки 5 А вольтметр показывает 48 В , а при токе 10 А – 46 В ?



а) 16 Ом ;

б) $4,8 \text{ Ом}$;

в) $1,6 \text{ Ом}$;

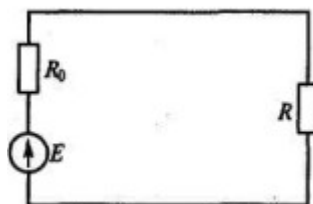
г) $0,4 \text{ Ом}$;

д) $0,8 \text{ Ом}$;

Ответ: г

12 Выберите правильный ответ

Как определить мощность P , выделяемую на нагрузке с сопротивлением R , если заданы параметры источника R_0 и E ?



а) $P = \frac{E^2 R_0}{R + R_0}$;

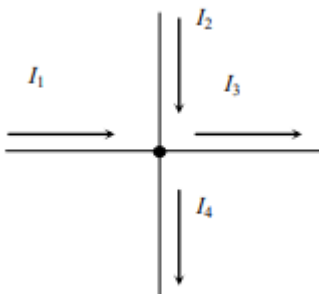
б) $P = \frac{E^2 R}{R + R_0}$;

в) $P = \frac{E^2 R_0}{R - R_0}$

Ответ: б

13 Выберите правильный ответ:

Какое из уравнений, составленной для схемы, **неверное**?



а) $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$;

б) $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$;

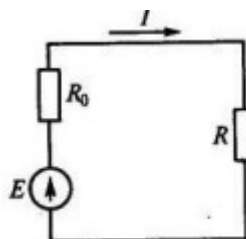
в) $I_3 + I_4 - I_1 - I_2 = 0$;

г) $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$

Ответ: г

14 Выберите правильный ответ:

Какое уравнение баланса мощности для контура, представленного на рис., **верное**?



а) $EI = I^2 R - I^2 R_0$;

б) $-EI = I^2 R - I^2 R_0$;

в) $EI = I^2 R - I^2 R$;

г) $EI = I^2 R + I^2 R_0$

Ответ: г)

Лабораторная работа №1

Тема работы: Опытная проверка свойств последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов

Цель работы:

Опытным путём проверить законы Ома и Кирхгофа и закономерности соединения резисторов.

Материальное обеспечение:

1. Лабораторный стенд 17Д-01
2. Панель №2 к стенду 17Д-01

Схема соединения: указана на панели №2 к стенду 17Д-01.

Содержание работы:

1. На участке цепи ток пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению участка (Закон Ома для участка цепи).

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

2. Резисторы в цепях могут быть соединены последовательно, параллельно и смешанно. На панели №2 резисторы 2 и 3 соединены последовательно. Резисторы 5,6 и 7 соединены параллельно. Резисторы 2,3,4,5,6,7 соединены смешанно.

При соединении резисторов 2 и 3 токи во всех резисторах одинаковы: $I_1 = I_2 = I_3$ (2), напряжение на участке, содержащем последовательное соединение резисторов 2 и 3 равно сумме напряжений $U_{2,3} = U_2 + U_3$ (3)

Эквивалентное сопротивление $R_{2,3}$ равно сумме сопротивлений, т. е. $R_{2,3} = R_2 + R_3$ (4)

Напряжение на резисторах R_2 и R_3 пропорционально их сопротивлениям, т. е. $\frac{U_2}{U_3} = \frac{R_2}{R_3}$ (5)

В ходе работы необходимо проверить выполнение закономерностей указанных в формулах (1, 2, 3, 4, 5).

При параллельном соединении резисторов R_5, R_6, R_7 действуют следующие закономерности: напряжение на параллельной группе резисторов равно напряжению на каждой ветви, т. е. $U_{5,6,7} = U_5 = U_6 = U_7$ (6)

Для тока до разветвления и токов в ветвях действует

1-й закон Кирхгофа: «Сумма токов входящих в узел равна сумме токов выходящих из узла».

$$I_2 = I_3 + I_4 + I_5 \quad (7)$$

Токи в ветвях обратно пропорциональны сопротивлениям ветвей, т. е. $\frac{I_5}{I_6} = \frac{R_6}{R_5}$ (8)

Проводимость параллельного соединения резисторов R_5, R_6, R_7 равна сумме проводимости ветвей, т. е. $\frac{1}{R_{5,6,7}} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7}$ (9)

При исследовании параллельного соединения резисторов проверяем выполнение 1-го закона Кирхгофа (формула 7), соотношение между токами и сопротивлениями резисторов (формула 8) и законом относительно проводимостей (формула 9).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с материальным обеспечением работы, техническими данными приборов, начертить электрическую схему соединений по панели №2.
2. Собрать схему, руководствуясь указаниями по сборке схемы.

- ## Таблица 1

[illegible]

- ## Таблица 2

[illegible]

6. Определить материал проводника, если его сопротивление при 20°C составляет 400 Ом , а при 75°C равно $503,2\text{ Ом}$.

7. Заполните таблицу.

R	100 Ом	2 кОм	0,6 МОм	0,5 Ом	0,25 кОм
G, См					

8. Определить сопротивление резистора и напряжение, подведённое к нему, если потребляемый ток $I = 3,5\text{ А}$, а количество теплоты, выделившейся на резисторе в течение 1 часа, $Q = 81,65\text{ ккал}$.

9. Заполните таблицу.

0,2 В	15 кВ	300 мВ	25 мВ	1200 мкВ	220 В
... мВ	... В	... кВ	... мкВ	... В	... кВ

10. Напишите формулы закона Ома для участка цепи и полной цепи.

11. Сформулируйте определение ветви, контура и узла электрической цепи:

Узел –

Ветвь –

Контур –

12. К источнику постоянного тока с ЭДС $E = 1,5\text{ В}$ и внутренним сопротивлением $R_0 = 2,5\text{ Ом}$ подключен резистор сопротивлением $R = 10\text{ Ом}$. Определить ток в цепи и падение напряжения на источнике.

Тема 2.3. Магнитное поле

Контрольные вопросы:

Перечислите параметры магнитного поля.

Запишите закон полного тока.

Расскажите о магнитном поле провода с током.

Расскажите о магнитном поле кольцевой катушке.

Расскажите о намагничивании ферромагнитных материалов.

Что такое магнитный гистерезис?

Что такое электромагнитная сила?

Как определить индуктивность и взаимную индуктивность?

Чем характеризуется согласное и встречное включение катушек?

При каких условиях наводится ЭДС индукции в проводнике и в контуре?

Назовите формулировку закона электромагнитной индукции.

Запишите и объясните правило Ленца.

Опишите принцип действия генератора.

Опишите принцип действия электродвигателя.

Опишите принцип действия трансформатора.

Тестовые задания

1 Выберите правильный ответ:

Магнитный поток, пронизывающий контур в однородном поле, зависит:

а) только от индукции магнитного поля;

- б) только от площади контура;
- в) только от длины контура;
- г) от индукции магнитного поля, площади контура и расположения контура

Ответ: г

2 Выберите правильный ответ:

Магнитный поток, пронизывающий, пронизывающий контур, минимальный, если плоскость контура

- а) параллельна вектору магнитной индукции;
- б) перпендикулярна вектору магнитной индукции;
- в) составляет угол 45 градусов с вектором магнитной индукции;
- г) составляет угол 90 градусов с вектором магнитной индукции

Ответ: в

3 Выберите правильный ответ:

Явление электромагнитной индукции лежит в основе действия

- а) генератора переменного тока;
- б) электродвигателя;
- в) аккумулятора;
- д) гальванометра

Ответ: а

4 Выберите правильный ответ:

Явление электромагнитной индукции состоит

- а) в возникновении магнитного поля проводника с током;
- б) в возникновении тока в проводнике под действием источника тока;
- в) в возникновении электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока
- г) в исчезновении магнитного поля около замкнутого проводника

Ответ: в

Тема 3.1. Электрические цепи переменного тока

Контрольные вопросы:

Поясните график, уравнение переменного синусоидального тока. Назовите параметры переменного тока.

Что такое фаза и сдвиг фаз?

Что такое векторные диаграммы? Поясните порядок их построения.

Что такое среднее и действующее значение синусоидального тока?

Поясните векторную диаграмму и основные соотношения цепи переменного тока с активным сопротивлением.

Поясните векторную диаграмму и основные соотношения цепи переменного тока с катушкой индуктивности.

Поясните векторную диаграмму и основные соотношения цепи переменного тока с конденсатором.

Объясните порядок построения векторных диаграмм в цепи переменного тока с активным сопротивлением и катушкой индуктивности; с активным сопротивлением и конденсатором.

Какой сдвиг по фазе между напряжением и током в цепях с активным сопротивлением и катушкой индуктивности; с активным сопротивлением и конденсатором?

Поясните векторную диаграмму и основные соотношения цепи переменного тока с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором.

Поясните порядок расчета электрической цепи переменного тока с несколькими активными и реактивными сопротивлениями.

Назовите условие резонанса напряжений.

Нарисуйте векторную диаграмму резонанса напряжений.

Назовите условие резонанса токов.

Нарисуйте векторную диаграмму резонанса токов.

Что такое коэффициент мощности и каково его значение?

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ:

Катушка индуктивности с $L = 0,0319$ Гн и $R = 15$ Ом соединена последовательно с конденсатором $C = 319$ мкФ. К зажимам цепи приложено напряжение 120 В с частотой $f = 50$ Гц. Вычислить ток и угол сдвига фаз между напряжением и током

а) 14,6А, 0° ;

б) 13А, 40° ;

в) 10 А, 60°

Ответ: а

2 Выберите правильный ответ:

Заданы ток и напряжение: $i = I_m \sin \omega t$, $u = U_m \sin(\omega t + 30^\circ)$. Определить угол сдвига фаз

а) 0° ;

б) 60° ;

в) 30° ;

Ответ: в

3 Выберите правильный ответ:

Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением $R = 220$ Ом. Напряжение на ее зажимах $u = 220 \sin 628t$. Определить показания амперметра и вольтметра

а) 1А, 220В;

б) 0,7 А, 220В;

в) 0,7 А, 156В;

г) 1А, 156В

Ответ: а

4 Выберите правильный ответ

Амплитуда синусоидального напряжения 100В, начальная фаза $\varphi = -60^\circ$, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения напряжения

а) $u = 100 \cos(-60t)$;

б) $u = 100 \sin(50t - 60^\circ)$;

в) $u = 100 \sin(314t - 60^\circ)$

г) $u = 100 \sin(314t + 60^\circ)$

Ответ: в

5 Выберите правильный ответ:

Полная потребляемая мощность нагрузки $S = 140$ кВт, а активная мощность $P = 95$ Вт. Определить коэффициент мощности

а) 0,7;

б) 0,1;

в) 0,3;

г) 0,8

Ответ: 0,7

6 Выберите правильный ответ

Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону: $u = 100 \sin(314t + 30^\circ)$. Определите закон тока в цепи, если $R = 20$ Ом.

а) $i = 5 \sin 314t$;

б) $i = 3,35 \sin(314t + 30^\circ)$;

в) $i = 5 \sin(314t + 30^\circ)$;

г) $i = 3,35 \sin(314t - 30^\circ)$

Ответ: в

7 Выберите правильный ответ

Амплитуда значения тока $I_m = 5$ А, а начальная фаза $\varphi = 30^\circ$. Запишите выражение для мгновенного значения тока

а) $i = 5 \sin 30t$;

б) $i = 5 \sin 30^\circ$;

в) $i = 5 \sin(\omega t - 30^\circ)$;

г) $i = 5 \sin(\omega t + 30^\circ)$;

Ответ: г

8 Выберите правильный ответ

Определите период сигнала, если частота тока 400 Гц

а) 400 с;

б) 0,0025 с;

в) 1,4 с;

г) 40 с

Ответ: б

9 Выберите правильный ответ:

В электрической цепи переменного тока, содержащей только активное сопротивление, электрический ток

а) отстает по фазе от напряжения на угол 90° ;

б) опережает по фазе от напряжения на угол 90° ;

в) совпадает по фазе с напряжением;

г) независим от напряжения

Ответ: в

10 Выберите правильный ответ:

В электрической цепи переменного тока, содержащей только индуктивное сопротивление, электрический ток

- а) отстает по фазе от напряжения на угол 90° ;
- б) опережает по фазе от напряжения на угол 90° ;
- в) совпадает по фазе с напряжением;
- г) независим от напряжения

Ответ: а

11 Выберите правильный ответ:

В электрической цепи переменного тока, содержащей только емкостное сопротивление, электрический ток

- а) отстает по фазе от напряжения на угол 90° ;
- б) опережает по фазе от напряжения на угол 90° ;
- в) совпадает по фазе с напряжением;
- г) независим от напряжения

Ответ: б

12 Выберите правильный ответ

Мгновенное значение тока $i = 16 \sin 157t$. Определите амплитудное и действующее значение тока

- а) 16А, 157А;
- б) 11,4 А, 157А;
- в) 157А, 16А;
- г) 16А, 11,4А

Ответ г

13 Выберите правильный ответ:

Как изменится сдвиги фаз между током и напряжением на катушке индуктивности, если оба ее параметра (активное и индуктивное сопротивление) одновременно увеличить в два раза?

- а) уменьшится в 2 раза;
- б) увеличится в 2 раза;
- в) не изменится;
- г) уменьшится в 4 раза

Ответ: а

14 Выберите правильный ответ:

Каково соотношение между амплитудным и действующим значением синусоидального тока:

- а) $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$;
- б) $I_m = I \cdot \sqrt{2}$;
- в) $I = I_m \cdot \sqrt{2}$;
- г) $I = I_m$

Ответ: б

15 Выберите правильный ответ:

Катушка с индуктивностью L подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится ток в катушке, если частоту источника увеличить в 3 раза?

- а) не изменится;
- б) увеличится в 3 раза;

в) уменьшится в 3 раза;

г) увеличится в 6 раз

Ответ: в

Лабораторная работа №2

Тема работы: Неразветвленная цепь переменного тока. Резонанс напряжений

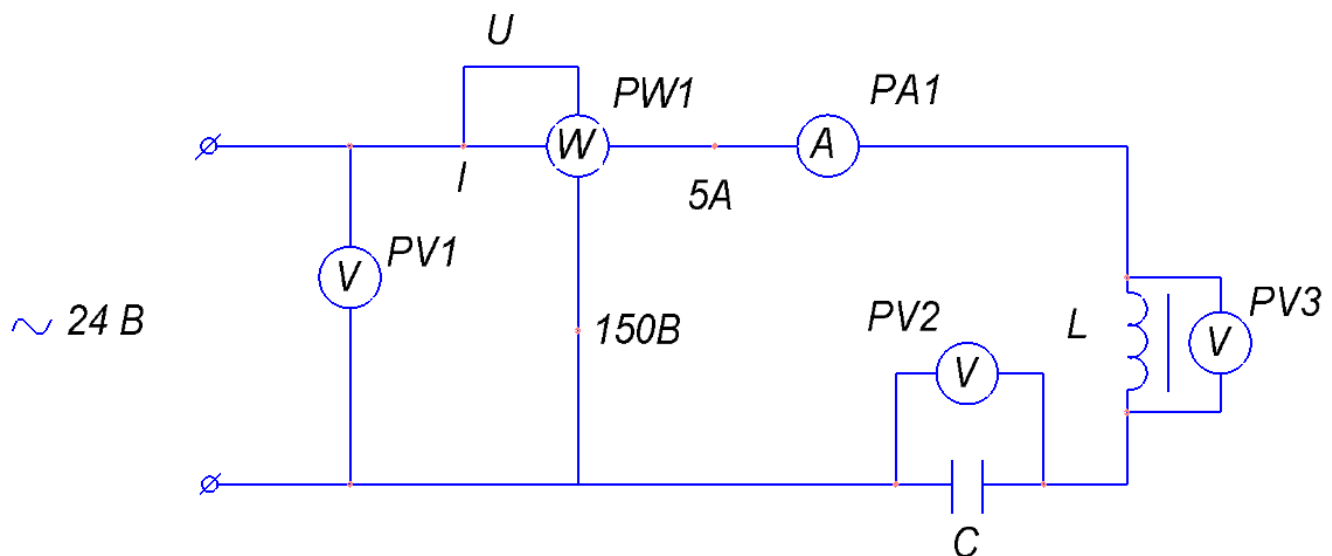
Цель работы:

Изучить явления, происходящие в последовательной цепи переменного тока при изменении соотношений величин индуктивности и ёмкости; ознакомиться с резонансом напряжений.

Материальное обеспечение:

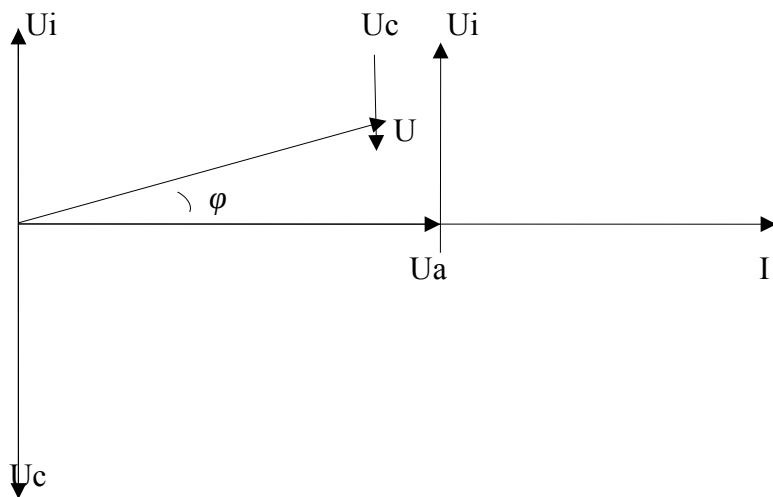
1. Катушка переменной индуктивности.
2. Конденсатор ёмкостью 80мкФ.
3. Амперметр переменного тока 5А.
4. Вольтметр переменного тока 50 В.
5. Вольтметр переменного тока 150 В.
6. Ваттметр однофазный 150В, 5А.

Схема соединения:



Содержание работы:

При последовательном соединении катушки и конденсатора по цепи проходит один тот же ток, а общее напряжение U представляет собой геометрическую сумму активного U_a и реактивного U_p падений напряжения, которые образуют треугольник напряжений. Из этого треугольника имеем:



$$U = \sqrt{U_a^2 + U_p^2}$$

$$\text{где } U_p = U_i - U_c.$$

Ваттметр, подключаемый к катушке, измеряет активную мощность катушки P_k . Вольтметр на 150В, подключенный к зажимам катушки и конденсатора, измеряет на них падения напряжений U_k и U_c . По этим данным можно определить активное сопротивление катушки: $R_k = \frac{P_k}{I^2}$

$$\text{Полное сопротивление катушки: } Z_k = \frac{U_k}{I}$$

$$\text{Индуктивное сопротивление катушки: } X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}$$

$$\text{Емкостное сопротивление конденсатора: } X_C = \frac{U_c}{I}$$

$$\text{Активное падения напряжения: } U_a = I \cdot R$$

$$\text{Индуктивное падение напряжения: } U_L = I \cdot X_L$$

$$\text{Коэффициент мощности цепи: } \cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{U \cdot I}$$

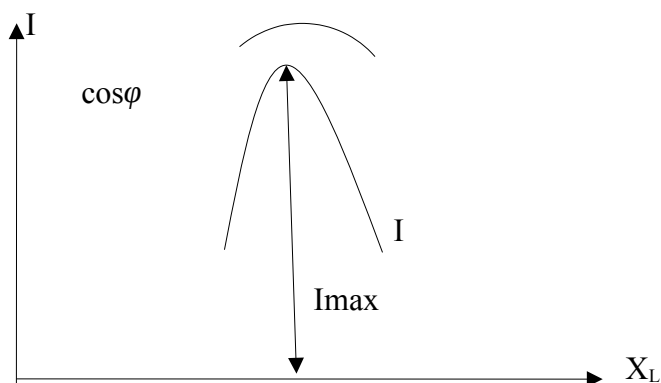
$$\text{где } P = P_k, \text{ т. к. } P_c = 0$$

Как видно из векторной диаграммы, при уменьшении связи с уменьшением X_L (при выведении сердечника), вектор общего напряжения U будет поворачиваться по ходу часовой стрелки, в какой-то момент совпадает по фазе с вектором I , затем начнет отставать от него на угол φ .

Величина тока при этом будет увеличиваться, достигнет максимума, затем станет уменьшаться. Максимум тока будет при условии $U = U_c$ или $X_L = X_C$. При

этом $U=U_a$, $\cos \varphi=1$, $\varphi=0$. Такой режим цепи называется резонансом напряжений.

При резонансе напряжений напряжения на катушке и конденсаторе возрастают в несколько раз по сравнению с общим напряжением, что создает опасность пробоя изоляции установок.



Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы, и записать их технические данные.
2. Собрать схему и показать ее руководителю. Установить $X_L=X_c$, введя полностью сердечник в катушку.
3. Включить ток и замерить общее напряжение U , общий ток I , падения напряжения на катушке U_k и на конденсаторе U_c , активную мощность катушки P_k для двух положений сердечника.
4. Установить $X_L=X_c$ (по наибольшему току в цепи) и повторить все изменения.
5. Установить $X_L < X_c$, Выводя сердечник из катушки и произвести измерения для двух положений сердечника.
6. Вычислить для каждого опыта R_k , Z_k , X_L , X_c , U_a , U_L , $\cos \varphi$, φ результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1. Выключить ток.
7. Построить графики зависимости величины тока на одном координатном поле.
8. Построить векторные диаграммы для трех случаев $X_L > X_c$, $X_L = X_c$, $X_L < X_c$.
9. Сделать практический вывод о явлении резонанса напряжений.

Таблица 1

Изм. при соотношении	Измеряются					Вычисляются							
	U В	I А	R _к Вт	U _к В	U _с В	R _к Ом	Z _к Ом	X _L Ом	X _с Ом	U _с В	U _L В	cosφ	φ
$X_L > X_C$													
$X_L > X_C$													
$X_L = X_C$													
$X_L < X_C$													
$X_L < X_C$													

10. Составить отчет и предъявить его преподавателю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

1. тему работы;
2. цель работы;
3. перечень материального обеспечения;
4. электрическую схему соединения;
5. таблицу с результатами измерений;
6. расчетные формулы и вычисления;
7. векторные диаграммы и графики в масштабе;
8. выводы и заключения о проделанной работе.

Лабораторная работа №3

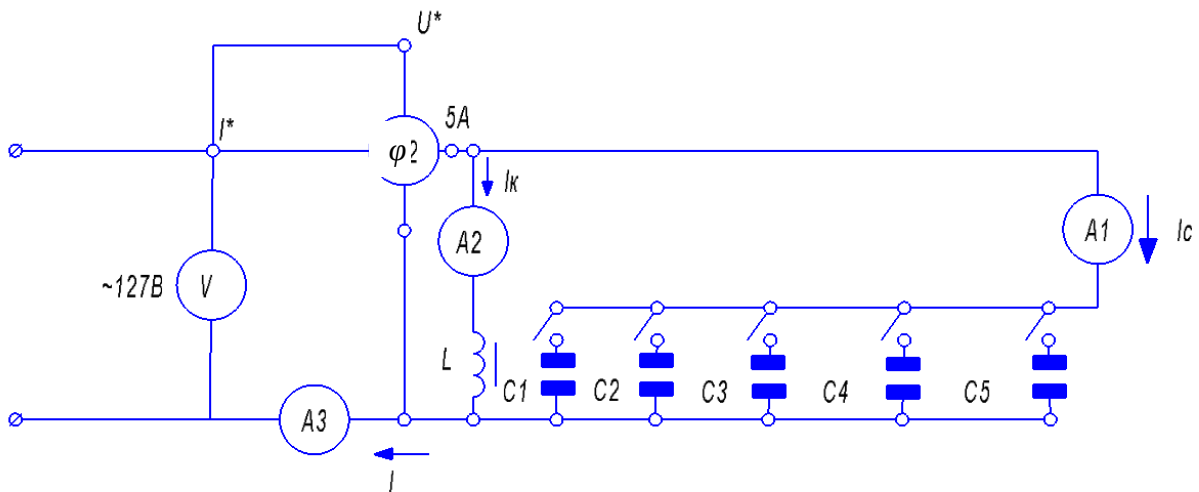
Тема работы: разветвленная цепь переменного тока. Резонанс токов

Цель работы: изучить свойства соединения, влияние конденсатора на общий ток, резонанс токов, изменение коэффициента мощности.

Материальное обеспечение:

1. Катушка индуктивности L.
2. Батарея конденсаторов C1-C5.
3. Амперметр переменного тока A1- 2,5А.
4. Амперметр переменного тока A2- 2А.
5. Амперметр переменного тока A3- 3А.
6. Вольтметр переменного тока V150 В.
7. Фазометр однофазный φ 220В, 5А.

Схема соединения:



Содержание работы:

При отключенных конденсаторах приборы показывают ток равный 0 ,а также напряжение U_k , коэффициент мощности $\cos\varphi_k$ (или φ_k), индуктивности L . По этим данным можно определить:

$$I_\alpha = I_k \cos\varphi_k$$

$$I_L = I_k \sin\varphi_k$$

При подключении конденсаторов общий ток соединения I будет равен геометрической сумме токов I_k и I_c .

В соответствии с векторной диаграммой рис. 1 при нулевом токе I_c общий ток равен I_k . С ростом тока I_c общий ток I будет уменьшаться до некоторого минимума, а затем возрастать. Угол сдвига фаз φ между током I и напряжением

U можно рассчитать по формулам: $\cos\varphi = \frac{I_\alpha}{I}$ или $\operatorname{tg}\varphi = \frac{(I_L - I_c)}{I}$ или измерить

фазометром φ .

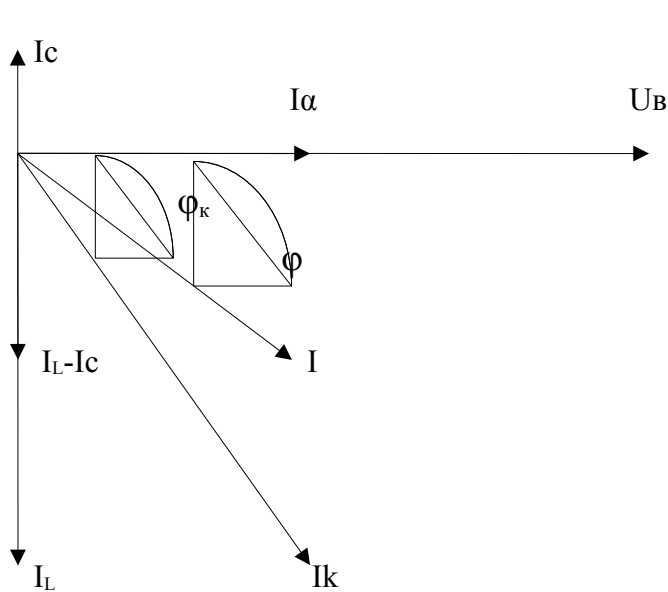


Рис.1

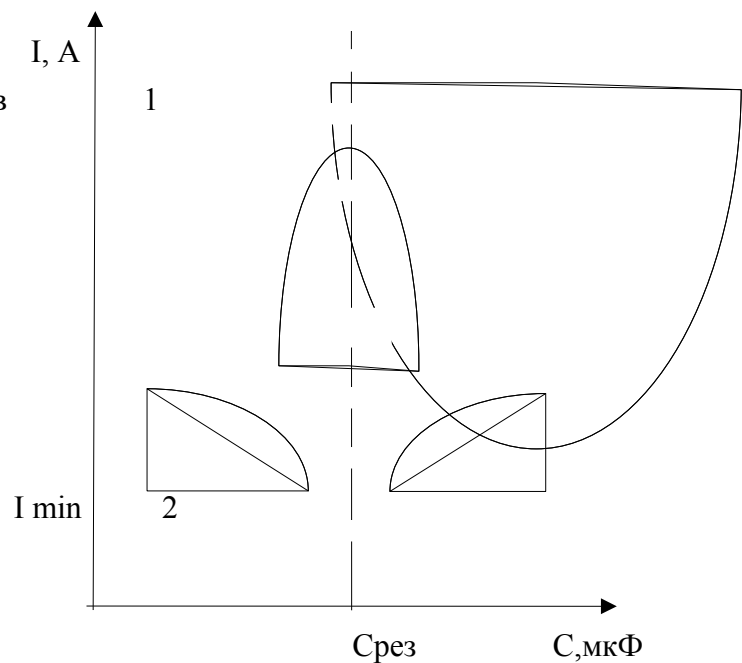


Рис.2

Характер изменения общего тока I в зависимости от подключенной ёмкости изображен на рис.2 кривая 1. Минимум тока I_{\min} будет при условии $I_L = I_C$, а следовательно, $I = I_\alpha$. Такой режим цепи называется резонансом токов при полной компенсации индуктивного тока ёмкости.

Режим при котором $I_C < I_L$ называется недокомпенсацией, а режим при котором $I_C > I_L$ называется перекомпенсацией.

Величины токов, а следовательно и режим цепи можно оценить по показаниям амперметров A_1 и A_2 .

Характер изменения коэффициента мощности цепи $\cos \varphi$ в зависимости от подключенной емкости изображен кривой 2 на рис.2

Из указанных трёх режимов работы цепи наиболее выгодным является режим полной компенсации называемой режимом резонанса токов в цепи ($C = C_{\text{рез.}}$). При этом цепью потребляется минимальный ток $I_{\min} = I_\alpha$, а $\cos \varphi$ будет максимальным и близким к 1.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с материальным обеспечением лабораторной работы, записать технические данные приборов и начертить электрическую схему соединения.
2. Собрать схему, переключатель фазометра поставить в положение «индуктивный приемник», показать схему руководителю.
3. Включить ток и записать показания всех приборов при отключенных конденсаторах.
4. Подключая поочередно емкости C1, C2, C3, C4, C5 батареи в цепь, записать при каждом подключении показания всех приборов. Если стрелка фазометра отклонилась за пределы шкалы переключатель поставить в положение «ёмкостной приемник».
5. Отключить ток.
6. Рассчитать емкость конденсаторов, последовательно подключаемых к цепи, по формуле $C = \frac{I_c \cdot 10^6}{2 \cdot n \cdot f \cdot U}$, где $f = 50$ Гц, активную и полную мощность по формуле $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$, $S = U \cdot I$.

Расчеты произвести для всех измерений.

7. Все результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№ изм.	Измеряются					Вычисляются					
	U В	I А	I _k А	I _c А	cos φ	I _α А	I _L А	C мкФ	P Вт	S ВА	cos φ _k
1											
.											
.											
6											

8. Построить на одном координатном поле кривые $I = \psi(C)$ и $\cos \varphi = \psi(C)$. По кривой $I = \psi(C)$ определить величину минимального тока I_{\min} .
9. Построить векторные диаграммы для режимов недокомпенсации, резонанса токов и перекомпенсации.
10. Сделать практический вывод об использовании наблюдаемых явлений.
11. Составить отчет и предъявить его руководителю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

- 1) тему работы;
- 2) цель работы;
- 3) перечень материального обеспечения;
- 4) электрическую схему соединения;
- 5) таблицу с результатами измерений;
- 6) расчетные формулы и вычисления;
- 7) графики и векторные диаграммы, выполненные в масштабе;
- 8) выводы и заключения о проделанной работе.

Тема 3.2. Трехфазные электрические цепи

Контрольные вопросы:

Что представляет собой трехфазная цепь?

Какая трехфазная система переменного тока называется симметричной?

Как называется каждая из цепей трехфазной системы?

Какими преимуществами обладают трехфазные цепи по сравнению с однофазными? Что включает в себя трехфазная цепь?

Как соединяются приемники и обмотки источников электрической энергии в трехфазных системах?

Как классифицируется нагрузка в трехфазной цепи?

Чем выгодно отличается соединение фаз «треугольником» от соединения «звездой»?

Какие провода называются линейными?

Что такое нейтральный провод? Каково его назначение?

Назовите соотношения между фазными и линейными напряжениями при соединении фаз приемника звездой, треугольником

Как определяется активная, реактивная и полная мощность трехфазной цепи?

Как рассчитывается мощность при несимметричной системе напряжений или при неравномерной нагрузке фаз в трехфазной системе? Поясните получение графиков, уравнений, векторных диаграмм трехфазной системы ЭДС.

Запишите основные соотношения для соединения обмоток генератора звездой.

Запишите основные соотношения для соединения обмоток генератора треугольником.

Запишите основные соотношения для соединения потребителя звездой и треугольником при симметричной нагрузке.

Запишите основные соотношения для соединения потребителя звездой и треугольником при несимметричной нагрузке с нулевым проводом. Поясните роль нейтрального провода. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений.

Запишите основные соотношения для соединения потребителя звездой при несимметричной нагрузке без нулевого провода. Поясните причину смещения нейтрали. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений.

Запишите основные соотношения для соединения потребителя треугольником при несимметричной нагрузке без нулевого провода. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений.

Докажите образование вращающегося магнитного поля трехфазным током.

Тестовые задания

1 Напишите правильный ответ:

Три резистора, каждый сопротивлением $R = 125 \text{ Ом}$, соединены по схеме «звезда» и включены в трехфазную четырехпроводную сеть. Ток каждой фазы

$I = 880 \text{ мА}$. Определить действующие значения фазного и линейного напряжений, линейного тока.

Ответ: $I_{\text{л}} = 1,5 \text{ А}$, $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}} = 100 \text{ В}$

2 Напишите правильный ответ

Три индуктивные катушки с активным сопротивлением $R = 34,2 \text{ Ом}$ и индуктивным сопротивлением $X_{\text{Л}} = 23,5 \text{ Ом}$ соединены по схеме «звезда» и подключены к источнику трехфазного напряжения. Активная мощность в фазе $P_{\text{ф}} = 1,6 \text{ кВт}$. Определить действующие значения линейного и фазного напряжений, тока в фазе.

Ответ: $I_{\text{ф}} = 6,2 \text{ А}$, $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}} \approx 257 \text{ В}$

3 Выберите правильный ответ

Чему равен ток в нулевом проводе в симметричной трехфазной цепи при соединении нагрузки в звезду?

- а) номинальному току одной фазы;
- б) нулю;
- в) сумме номинальных токов двух фаз;
- г) сумме номинальных токов трех фаз

Ответ: б

4 Выберите правильный ответ

Симметричная нагрузка соединена треугольником. При изменении фазного тока амперметр показал 10 А . Чему будет равен ток в линейном проводе?

- а) 10 А ;
- б) $17,3 \text{ А}$
- в) 20 А
- г) $14,4 \text{ А}$

Ответ: а

5 Выберите правильный ответ

Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трехфазной цепи при соединении звездой

- а) $I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$;
- б) $I_{\text{л}} = \sqrt{3} I_{\text{ф}}$
- в) $I_{\text{л}} = \sqrt{2} I_{\text{ф}}$
- г) $I_{\text{ф}} = \sqrt{3} I_{\text{л}}$

Ответ: б

6 Выберите правильный ответ

Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трехфазной цепи при соединении треугольником

- а) $I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$;
- б) $I_{\text{л}} = \sqrt{3} I_{\text{ф}}$
- в) $I_{\text{л}} = \sqrt{2} I_{\text{ф}}$
- г) $I_{\text{ф}} = \sqrt{3} I_{\text{л}}$

Ответ: а

7 Выберите правильный ответ:

Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным напряжениям в трехфазной цепи при соединении треугольником

- а) $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$;
- б) $U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}$
- в) $U_{\text{л}} = \sqrt{2} U_{\text{ф}}$
- г) $U_{\text{ф}} = \sqrt{3} U_{\text{л}}$

Ответ: б

8 Выберите правильный ответ

Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным напряжениям в трехфазной цепи при соединении звездой

- а) $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$;
- б) $U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}$
- в) $U_{\text{л}} = \sqrt{2} U_{\text{ф}}$
- г) $U_{\text{ф}} = \sqrt{3} U_{\text{л}}$

Ответ: а)

9 Выберите правильный ответ

В трехфазной цепи линейное напряжение 220В, линейный ток 2А. Определить коэффициент мощности

- а) 0,8
- б) 0,5
- в) 0,6
- г) 0,4

Ответ: а

10 Выберите правильный ответ

Линейный ток равен 2,2 А. Рассчитывать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой

- а) 2,2А;
- б) 1,27А;
- в) 3,8 А;
- г) 2,5 А

Ответ: б

11 Выберите правильный ответ:

В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником

- а) 2,2А;
- б) 1,27А;
- в) 3,8 А;
- г) 2,5 А

Ответ: а

12 Выберите правильный ответ

Угол сдвига фаз между тремя синусоидальными ЭДС, образующими трехфазную симметричную систему, составляет

- а) 150°;
- б) 240°;
- в) 120°;

г) 90°

Ответ: в

13 Выберите правильный ответ:

Может ли ток в нулевом проводе четырехпроводной цепи, соединенной звездой, быть равным нулю?

а) может;

б) всегда равен нулю;

в) не может;

г) никогда не равен нулю

Ответ: а

Лабораторная работа №3

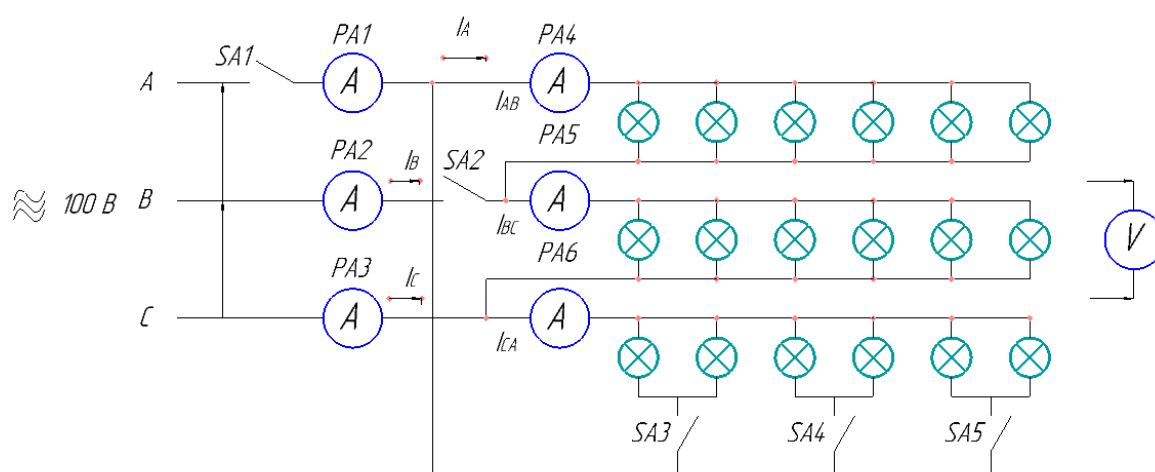
Тема работы: Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей в треугольник

Цель работы: изучить различные режимы работы трёхфазной цепи при включении потребителей энергии треугольником, установить влияние величины нагрузки на работу цепи.

Материальное обеспечение:

1. Ламповый реостат.
2. Амперметры переменного тока 5А- 3 шт.
3. Амперметры переменного тока 3А- 3 шт.
4. Вольтметр переменного тока 150 В.
5. Выключатель однополюсный.

Схема соединения:



Содержание работы:

При соединении потребителей энергии трёхфазного тока треугольником образуется трёхпроводная система трёхфазного тока. Потребители при этом включаются под фазное напряжение, которое равно линейному ($U_{\phi} = U_{\text{л}}$).

Линейные токи не равны фазным, и при равномерной нагрузке линейные токи больше фазных в $\sqrt{3}$ раз ($I_L = \sqrt{3}I_\phi$).

При активной нагрузке (осветительные, нагревательные приборы и т.п.). $\cos\varphi=1$, $\varphi=0$, фазные токи совпадают по фазе с соответствующими фазными напряжениями и векторная диаграмма при равномерной нагрузке имеет вид, как рис.1.

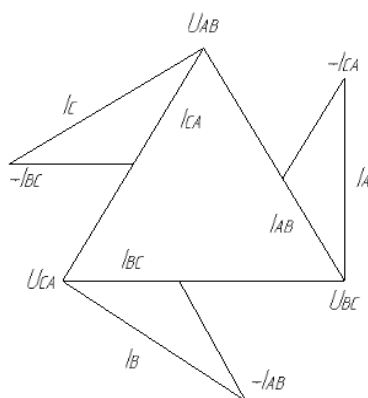


рис.1.

Если разомкнуть линейный провод, например А, то режим работы фазы В не изменится, а фазы А и С окажутся соединёнными последовательно и напряжение на каждый из них будет равно половине линейного напряжения. При этом трехфазная цепь превращается в однофазную со смешанным соединением потребителей.

По полученным данным можно определить:

а) активную мощность каждой фазы:

$$P_{AB} = U_{AB} I_{AB} \cos \varphi;$$

$$P_{BC} = U_{BC} I_{BC} \cos \varphi;$$

$$P_{CA} = U_{CA} I_{CA} \cos \varphi;$$

б) активную мощность всей цепи:

$$P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA}$$

в) полное сопротивление фазы С: $Z_{CA} = U_{CA} / I_{CA}$

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами, необходимыми для выполнения работы и записать их технические данные.

2. Собрать схему и показать её руководителю. Сборку схемы производить при выключенном напряжении, когда сигнальная лампа на столе не горит.
3. Замкнуть однополюсные выключатели в линейном проводе А, установить равномерную нагрузку фаз, включив все лампы, включить ток с помощью пусковой кнопки, измерить линейное и фазные напряжения, линейные и фазные токи и убедиться, что при этом $U_{л} = U_{ф}$, $I_{AB} = I_{BC} = I_{CA}$, $I_{л} = \sqrt{3}I_{ф}$.
4. Изменять 3 раза нагрузку в фазе С, включая тумблером по 2 лампы, и измерить все напряжения и токи.
5. Включить фазу С и выключить фазу В, повторив все измерения.
6. Включить все лампы и разомкнуть выключатель в линейно проводе А, измерить при этом все напряжения и токи. Выключить ток.
7. Вычислить для каждого опыта мощность P_{AB} , P_{BC} , P_{CA} , P , полное сопротивление Z_{CA} .
8. Все полученные данные занести в таблицу:

№ п/п	Измеряются									Вычисляются					
	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	I_A А	I_B А	I_C А	I_{AB} А	I_{BC} А	I_{CA} А	I_C / I_{CA} А	P_{AB} Вт	P_{BC} Вт	P_{CA} Вт	P Вт	Z_{CA} Ом
1															
.															
.															
.															
6															

9. Построить две векторные диаграммы для случаев, когда линейные провода выключены и нагрузка фаз равномерная и неравномерная.
10. Составить отчет и предъявить его преподавателю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

1. тему работы;
2. цель работы;
3. перечень материального обеспечения;
4. электрическую схему соединения;
5. таблицу с результатами измерений;
6. расчетные формулы и вычисления;
7. векторные диаграммы в масштабе;
8. выводы и заключения о проделанной работе.

Лабораторная работа №4

Тема работы: Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей в звезду

Если нагрузка фаз неравномерная, то по нейтральному проводу проходит ток I_0 . При этом происходит выравнивание напряжения на фазах потребителей и оно становится равным напряжению на фазах генератора. Отключение нейтрального провода при неравномерной нагрузке фаз приводит к изменению напряжения на фазах потребителей.

При активной нагрузке (лампы накаливания, электронагревательные приборы и т.д.) $\cos\varphi=1$, т.к. $\varphi=0$, фазные токи совпадают по фазе с соответствующими фазными напряжениями. Векторная диаграмма при соединении звездой и равномерной нагрузке фаз, когда $I_A=I_B=I_C$ с включенным нейтральным проводом имеет вид, как на рис. 1

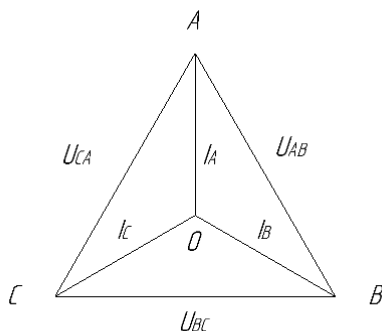


рис.1.

По полученным данным можно определить:

1) Активные мощности каждой фазы:

$$P_A=U_AI_A\cos\varphi,$$

$$P_B=U_BI_B\cos\varphi,$$

$$P_C=U_CI_C\cos\varphi.$$

2) Активную мощность всей цепи: $P=P_A+P_B+P_C$.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами, необходимыми для выполнения работы, и записать их технические данные.
2. Собрать схему и показать ее руководителю. Схему собирать при выключенном напряжении, когда сигнальная лампа на столе не горит.
3. Отключить нейтральный провод, разомкнуть однополюсный выключатель, включить ток с помощью пусковой кнопки, установить равномерную нагрузку фаз, включив все лампы, измерить линейные токи I_A , I_B , I_C , и $U_{\text{л}}=\sqrt{3}\cdot U_{\text{ф}}$.
4. Изменять 3 раза нагрузку в фазе С, выключая каждый раз по 2 лампы тумблера и измеряя линейные токи, фазные и линейные напряжения при выключенном нейтральном проводе.
5. Установить равномерную нагрузку фаз, включить нейтральный провод и убедиться в том, что ток I_0 в нейтральном проводе отсутствует и в данном случае нейтральный провод не нужен.

6. Изменять 3 раза нагрузку в фазе С , повторив все измерения величин тока и напряжения при включенном нейтральном проводе.
7. Выключить ток.
8. Вычислить для каждого опыта мощности: P_A , P_B , P_C , P
9. Все полученные данные занести в таблицу:

№ п/п	Измеряются										Вычисляются			
	I_A А	I_B А	I_C А	I_0 А	U_A В	U_B В	U_C В	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	P_A Вт	P_B Вт	P_C Вт	P Вт
1														
.														
.														
.														
8														

10. Построить векторные диаграммы для опытов 5,6.
11. Составить отчет и предъявить его преподавателю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

1. тему работы;
2. цель работы;
3. перечень материального обеспечения;
4. электрическую схему соединения;
5. таблицу с результатами измерений;
6. расчетные формулы и вычисления;
7. векторные диаграммы в масштабе; выводы и заключения о проделанной работе
8. выводы и заключения о проделанной работе

Тема 3.3. Измерительные приборы

Контрольные вопросы:

Какие погрешности называются: а) абсолютной? б) относительной?

Каким образом можно классифицировать электроизмерительные приборы?

На какие классы точности делятся электроизмерительные приборы? Что указывает класс точности 0,5?

Какими условными знаками на шкале обозначаются приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционной систем?

Поясните устройство и принцип работы магнитоэлектрической системы. Каково назначение противодействующих пружин? Как работает магнитоиндукционное успокоение в приборе?

Можно ли магнитоэлектрическим прибором производить измерение в цепях переменного тока? При каком условии?

Поясните устройство и действие прибора электромагнитной системы. Какие меры принимают для ограничения влияния внешних магнитных полей на работу прибора? Каким образом осуществляется успокоение подвижной части такого прибора?

Каким образом можно расширить пределы измерения тока и напряжения при постоянном токе?

Почему сопротивление обмотка амперметра должно быть малым, а вольтметра большим по сравнению с сопротивлением нагрузки? Что произойдет в электрической цепи при параллельном включении амперметра?

Для измерения напряжения на лампе в цепь последовательно с ней включили вольтметр. Как будет вести себя лампа?

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ

Абсолютная погрешность измерений определяется по формуле

а) $\gamma_A = A_{изм} - A$;

б) $\gamma_A = \frac{\Delta A}{A}$;

в) $\gamma_A = \frac{\Delta A}{A} 100\%$;

г) $\gamma_A = \frac{A}{\Delta A} 100\%$;

Ответ: а.

2 Выберите правильный ответ

Какой прибор позволяет определить значение измеряемой величины по отсчетному устройству:

а) прибор сравнения;

б) показывающий прибор;

в) самопишущий прибор;

г) осциллограф.

Ответ: б.

3 Выберите правильный ответ

Для практических измерений применяют:

а) рабочие средства измерения;

б) образцовые средства измерения;

в) эталон;

г) проверочные средства измерения

Ответ: а.

4 Выберите правильный ответ

Значение физической величины, идеально отражающее данную величину

а) мнимое;

б) настоящее;

в) истинное;

г) правильное;

Ответ: в.

5 Выберите правильный ответ

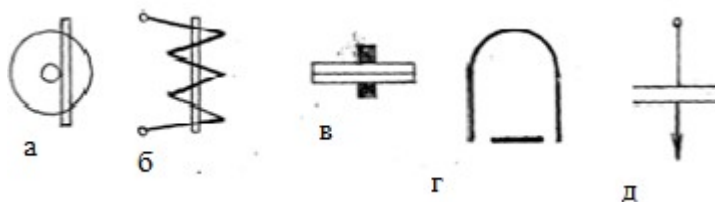
Погрешность, которая измеряется случайным образом при повторном измерении той же величины

- а) методическая
- б) грубая
- в) случайная;
- г) систематическая

Ответ: в.

6 Выберите правильный ответ

Какое из условных обозначений соответствует прибору магнитоэлектрической системы?



Ответ: г

7 Выберите правильный ответ

Прибор какой системы можно использовать для измерения напряжения в цепях переменного и постоянного тока?

- а) электромагнитной;
- б) индукционной;
- в) электродинамической;
- г) магнитоэлектрической

Ответ: в.

8 Выберите правильный ответ

При работе прибора какой системы используется принцип втягивания ферромагнитного сердечника в катушку с током?

- а) электромагнитной;
- б) индукционной;
- в) электродинамической;
- г) магнитоэлектрической

Ответ: а.

Тема 4.1. Трансформаторы

Контрольные вопросы:

Что называется трансформатором?

Для чего предназначен сердечник трансформатора?

С какой целью сердечник трансформатора делают шихтованным?

Объясните, с какой целью параметры вторичной обмотки трансформатора приводят к числу первичной обмотки.

При каком условии КПД трансформатора максимальный?

Какие измерительные трансформаторы Вы знаете, в каких режимах они работают и почему?

Тестовые задания

1 Выберите правильный ответ

Работа трансформатора основана на явлении

- а) вращающегося магнитного поля
- б) взаимной индукции;
- в) взаимодействия токов в обмотках;
- г) возникновение вихревых токов

Ответ: б)

2 Выберите правильный ответ

Обмотка трансформатора, которую подключают к источнику переменного напряжения, называется

- а) первичной;
- б) вторичной;
- в) нагрузкой;
- г) потребителем

Ответ: а

3 Выберите правильный ответ

Сердечник трансформатора набирают из

- а) железных стержней;
- б) алюминиевых листов;
- в) листов электротехнической стали;
- г) стержней электротехнической стали

Ответ: в

4 Выберите правильный ответ

Трансформатор будет понижающим, если

- а) $U_1 > U_2$;
- б) $U_1 < U_2$
- в) $E_1 = E_2$
- г) $U_1 > E_1$

Ответ: а

5 Выберите правильный ответ

Трансформатор будет повышающим, если

- а) $U_1 > U_2$;
- б) $U_1 < U_2$;
- в) $E_1 = E_2$;
- г) $U_1 > E_1$

Ответ: б

6 Выберите правильный ответ

Обмотка трансформатора, которую подключают к приемнику, называется:

- а) первичной;
- б) вторичной;
- в) нагрузкой;
- г) потребителем

Ответ: б

7 Выберите правильный ответ

Основные части трансформатора

- а) обмотки, магнитопровод;

- б) преобразователь напряжения, обмотки;
- в) электромагнит, катушки, расширитель;
- г) обмотки, электроприемник

Ответ: а

8 Выберите правильный ответ

При каком напряжении на первичной обмотке трансформатора проводят опыт короткого замыкания?

- а) при повышенном;
- б) при номинальном;
- в) при пониженном

Ответ: в)

9 Выберите правильный ответ

При каком напряжении на первичной обмотке трансформатора проводят опыт холостого хода?

- а) при повышенном;
- б) при номинальном;
- в) при пониженном

Ответ: б

Лабораторная работа №6

Тема: Исследование однофазного трансформатора

Тема 4.2. Электрические машины постоянного тока

Контрольные вопросы

Напишите формулу для определения скольжения. В каких пределах может изменяться это значение?

Номинальная частота вращения ротора 730 об/мин. Чему равно его скольжение, если частота тока в сети 50 Гц?

Чему равно скольжение ротора при пуске двигателя?

Какими методами можно осуществить пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором? В чем заключается недостаток прямого пуска?

Поясните методы регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя.

Поясните принцип действия частотного метода регулирования скорости двигателя.

Какие потери мощности имеют место в асинхронном двигателе? Для ответа используйте энергетическую диаграмму.

Какой вид имеют рабочие характеристики асинхронного двигателя?

Изложите принцип действия и устройство синхронного двигателя. Каким образом осуществляются его пуск и регулирование частоты вращения?

Каково назначение трансформатора в энергосистеме при передаче и распределении электрической энергии?

Поясните назначение и устройство отдельных элементов трансформатора: магнитопровода, обмоток, расширителя, изоляторов. Зачем в бак трансформатора заливают минеральное масло?

Поясните принцип работы трансформатора. Почему он может работать только на переменном токе?

Что называется коэффициентом трансформации? Какой опять нужно провести, чтобы практически определить его?

Каковы особенности магнитопровода трехфазного трансформатора? Покажите пути замыкания магнитных потоков трёх фаз в магнитопроводе при нагрузке.

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ

Главные полюса предназначены для

- а) создание основного магнитного поля машины постоянного тока;
- б) создание магнитного поля асинхронной машины;
- в) возбуждение магнитного поля статора асинхронной машины
- г) нигде не применяются;
- д) создание остаточного магнитного потока

Ответ: а

2 Выберите правильный ответ

Для чего при пуске ДПТ в цепь якоря включают последовательный реостат?

- а) для уменьшения потерь в сердечнике статора;
- б) для уменьшения пускового тока;
- в) для поддержания постоянного магнитного потока
- г) для увеличения тока в обмотке возбуждения
- д) для уменьшения тока в обмотке возбуждения

Ответ: б

3 Выберите правильный ответ

В конструкции какой электрической машины есть якорь

- а) асинхронный двигатель;
- б) синхронный двигатель;
- в) двигатель постоянного тока;
- г) синхронный генератор;
- д) трансформатор

Ответ: в

4 Выберите правильный ответ

Основные части машин постоянного тока

- а) катушка, сердечник;
- б) индуктор, коллектор, якорь, вал;
- в) индуктор, контактные кольца;
- г) станина, резистор, катушка, конденсатор
- д) статор, индуктор, конденсатор

Ответ: б

5 Выберите правильный ответ:

Станиной называется

- а) вращающаяся часть машины переменного тока;
- б) вращающаяся часть машины;

- в) магнитные полюса;
- г) неподвижная часть машины переменного тока;
- д) неподвижная часть машины постоянного тока, к которой крепятся основные и добавочные полюса

Ответ: д

6 Выберите правильный ответ

На каком законе основан принцип действия ДПТ

- а) на законе электромагнитной индукции;
- б) на законе Ампера;
- в) на законе Кирхгофа;
- г) на законе Ома;
- д) на законе Джоуля-Ленца

Ответ: б

7 Выберите правильный ответ

Как укладывается обмотка якоря машины постоянного тока?

- а) наматывается на ротор;
- б) укладывается в пазы сердечника
- в) запаивается на полюсах статора

Ответ: б

8 Выберите правильный ответ

Какие способы возбуждения применяются в машинах постоянного тока:

- а) независимого возбуждения;
- б) параллельного возбуждения;
- в) последовательного возбуждения;
- г) смешанного возбуждения;
- д) все перечисленные;

Ответ: д

9 Выберите правильный ответ

Назначение дополнительных полюсов машины постоянного тока

- а) создание реакции якоря;
- б) создание основного магнитного потока;
- в) устранение вибрации;
- г) улучшение коммутации в машине постоянного тока;
- д) уменьшение основного магнитного потока

Ответ: г

10 Выберите правильный ответ:

От каких параметров зависит индуцируемая ЭДС в машинах постоянного тока

- а) от конструкции генератора;
- б) от конструктивных параметров, величины магнитного потока и частоты вращения якоря;
- в) от тока якоря и сопротивление якоря;
- г) от момента на валу

Ответ: б

11 Выберите правильный ответ

Обмотка машины постоянного тока выполняется из

- а) из изолированной медной проволоки или медных шин;
- б) из неизолированной стальной проволоки;
- в) из коллекторных пластин

Ответ: а

12 Выберите правильный ответ

Обмотка якоря машины постоянного тока

- а) фазная и короткозамкнутая обмотка;
- б) петлевая, комбинированная, волновая;
- в) «беличья» клетка;
- г) полюсная обмотка;
- д) первичная обмотка

Ответ: б

13 Выберите правильный ответ

Назначение главных полюсов в конструкции машины постоянного тока

- а) создание в машине электромагнитных сил;
- б) создание в машине магнитного поля возбуждения;
- в) уменьшения искрения между щетками;
- г) наведение ЭДС в магнитопроводе

Ответ: б

14 Выберите правильный ответ

Коллектор в машинах постоянного тока выполняют из

- а) обмоточных проводов круглого сечения;
- б) алюминиевых пластин;
- в) пластин твердотянутой меди;
- г) стали или чугуна;
- д) ферромагнитного материала

Ответ: в

15 Выберите правильный ответ

Основные характеристик генератора постоянного тока

- а) характеристика холостого хода, внешняя и регулировочная характеристика;
- б) характеристика холостого хода, скоростная характеристика;
- в) внешняя характеристика, механическая и регулировочная характеристика;
- г) нагрузочная и внешняя характеристика, механическая характеристика;
- д) характеристика холостого хода

Ответ: а

Тема 4.3. Электрические машины переменного тока.

Контрольные вопросы

Поясните получение вращающего магнитного поля в асинхронном двигателе. От чего зависит частота вращения

Поясните принцип действия асинхронного двигателя. Почему такой двигатель называют асинхронным.

Что называют скольжением? Почему увеличение нагрузки на валу вызывает увеличение скольжения?

На графике зависимости вращающего момента от скольжения покажите устойчивую и неустойчивую область. Почему их так называют?

Что называют способностью двигателя к перегрузке и кратностью пускового момента?

Какие потери имеют место быть в асинхронном двигателе при работе в режиме холостого хода?

Какие способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя вам известны?

Поясните устройство и принцип действия синхронной машины. Может ли ротор такой машины вращаться асинхронно?

Какие схемы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором вам известны? Какие их особенности?

Почему включение реостата в цепь ротора увеличивает пусковой момент и снижает пусковой ток?

В цепь ротора асинхронного двигателя включен реостат. Изменится ли при этом скольжение, если момент на валу остается прежним?

Как производится пуск синхронного двигателя?

Как можно регулировать частоту вращения синхронного двигателя?

Тестовые задания

1 Выберите правильный ответ

Какое число пар полюсов должен иметь асинхронный двигатель, если частота тока в сети 50 Гц, а частота вращения магнитного поля статора равна 600 об/мин?

а) 2;

б) 4;

в) 5;

г) 3

Ответ: в

2 Выберите правильный ответ

Номинальная частота вращения ротора 735 об/мин. Чему равно скольжение ротора, если частота тока в сети 50 Гц?

а) 2%;

б) 10%;

в) 5%;

г) 3%

Ответ: а

3 Выберите правильный ответ

Магнитный поток асинхронного двигателя равен 0,018 Вб. В фазе обмотки статора наводится ЭДС, равная 380 В. Обмотки статора соединены звездой. Обмоточный коэффициент равен 0,95. Определите число витков фазы статора, если частота тока сети 50 Гц.

а) 50;

б) 100;

в) 150;

г) 200

Ответ: б

4 Выберите правильный ответ

Число витков фазы обмотки статора 70; ротора 40, а обмоточные коэффициенты соответственно равны 0,95 и 0,965. Определите ЭДС, наводимые в обмотках статора, неподвижного и вращающегося ротора, магнитный поток равен 0,015 Вб, а скольжение ротора 0,022. Частота тока в сети 50 Гц.

а) 220 В; 128 В; 2,8 В;

б) 128В, 220В, 2,8В;

в) 128В, 2,8В, 220В

г) 2,8В, 128В, 220В

Ответ: а.

5 Выберите правильный ответ

Определите индуктивное сопротивление фазы обмотки неподвижного ротора, если известны следующие величины: активное сопротивление фазы ротора 5 Ом; наводимая ЭДС 110 В; ток в роторе 10 А.

а) 6,8 Ом;

б) 12 Ом;

в) 9,8 Ом

Ответ: 9,8 Ом.

6 Выберите правильный ответ

Активное и индуктивное сопротивления фазы неподвижного ротора соответственно равны 0,45 и 1,9 Ом. Определите ток в фазе ротора при пуске и при работе со скольжением 0,05, если в фазе ротора наводится э. д. с, равная 10 В, при работе с упомянутым скольжением.

а) 51А, 10,8А

б) 102А, 21,7А

в) 204А, 43,4А

Ответ: б.

7 Выберите правильный ответ

Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин; двигатель потребляет из сети мощность 55 кВт. Определите мощность на валу двигателя и развиваемый момент, если суммарные потери в двигателе равны 5 кВт.

а) 50кВт, 330 Н·м;

б) 25кВт, 330 Н·м;

в) 15кВт, 110 Н·м

Ответ: а.

8 Выберите правильный ответ

Определите мощность, подводимую к двигателю с фазным ротором, а также ток в обмотках статора при соединении их звездой и треугольником, если при номинальном режиме полезная мощность на валу равна 6,3 кВт,

напряжение сети 380/220 В, КПД двигателя 0,88, а коэффициент мощности равен 0,69.

а) 1кВт, 10А, 20А;

б) 7,15 кВт; 15,8 А; 15,8 А;

в) 7,15 кВт; 10 А; 15,8 А

Ответ: б.

8 Выберите правильный ответ

Определите число пар полюсов синхронного генератора, если 1 частота вращения ротора равна 500 об/мин, а частота тока в сети 50 Гц.

а) 2;

б) 4;

в) 6

Ответ: в.

Лабораторная работа №7

Тема: Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Тема 4.4. Основы электропривода

Контрольные вопросы:

Понятие электропривода. Классификация электроприводов.

Характеристики двигателей постоянного тока.

Характеристики Асинхронных двигателей.

Угловая и механическая характеристика синхронных машин

Характеристики ДПТ в тормозных режимах

Характеристики АД в тормозных режимах

Способы пуска электрических двигателей.

Тема 5.1.

Контрольные вопросы:

Что такое собственная электропроводность полупроводников?

Что такое диффузия и дрейф носителей заряда?

Что такое примесная проводимость полупроводников?

Поясните механизм образования электронно-дырочного перехода

Донорные примеси

Акцепторные примеси

Тема 5.2. Электронные приборы

Контрольные вопросы

Дайте определение полупроводникового диода

Какие типы диодов Вы знаете?

Где применяются диоды Шоттки?

Дайте определение биполярного транзистора

Дайте определение полевого транзистора с изолированным затвором

Дайте определение полевого транзистора с управляемым р-п переходом

Перечислите основные схемы подключения биполярного транзистора

Перечислите основные параметры и характеристики биполярного транзистора

Перечислите основные параметры и характеристики полевых транзисторов

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ

Структура полупроводникового диода представляе собой

- а) один p-n переход;
- б) два p-n переход;
- в) три p-n переход

Ответ: а.

2 Выберите правильный ответ

Полупроводниковый диод имеет

- а) один вывод;
- б) два вывода;
- в) четыре вывода.

Ответ: б.

3 Переход металл-полупроводник используется в

- а) в импульсном диоде;
- б) тоннельном диоде;
- в) диоде Шоттки;
- г) в диодах не используется

Ответ: в.

4 Выберите правильный ответ

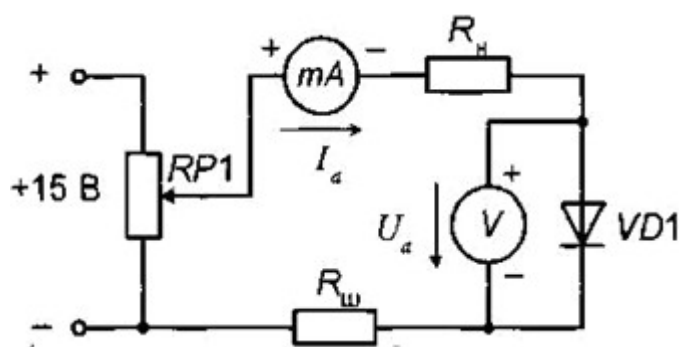
Какого вида пробоя не существует?

- а) магнитного;
- б) лавинного;
- в) туннельного;
- г) электрического

Ответ: а.

5 Выберите правильный ответ

Как называется полупроводниковый диод VD1, изображенный на рисунке?



- а) выпрямительный диод;
- б) туннельный диод;
- в) стабилитрон

Ответ: а)

6 Выберите правильный ответ

Какой пробой опасен для полупроводникового диода?

- а) тепловой;
- б) электрический;

в) любой

Ответ: а.

7 Выберите правильный ответ

Электроды биполярного транзистора называются:

а) база, анод, катод

б) база, коллектор, эмиттер

в) сток, исток, коллектор

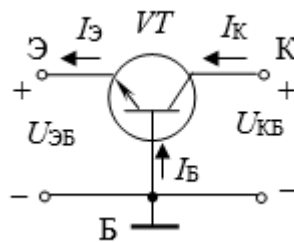
г) сток, затвор, база,

д) сток, затвор, исток

Ответ: б

8 Выберите правильный ответ

Какая схема подключения биполярного транзистора представлена на рисунке?



а) с общей базой;

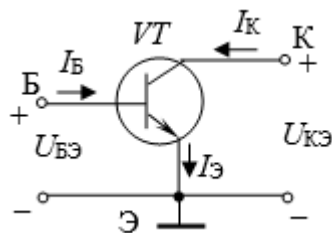
б) с общим эмиттером;

в) с общим коллектором.

Ответ: а

9 Выберите правильный ответ

Какая схема подключения биполярного транзистора представлена на рисунке?



а) с общей базой;

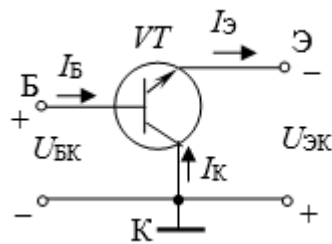
б) с общим эмиттером;

в) с общим коллектором.

Ответ: б.

10 Выберите правильный ответ

Какая схема подключения биполярного транзистора представлена на рисунке?

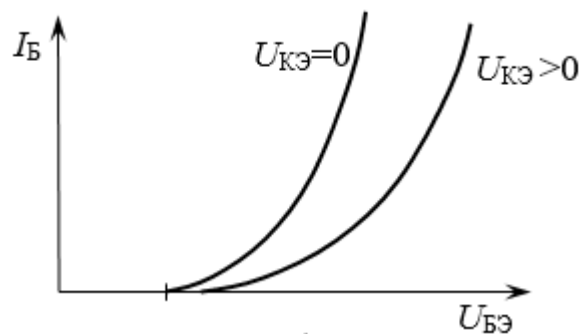


- а) с общим коллектором;
- б) с общей базой;
- в) с общим эмиттером

Ответ: а.

11 Выберите правильный ответ

Какой тип вольт-амперной характеристики биполярного транзистора представлен на рисунке?

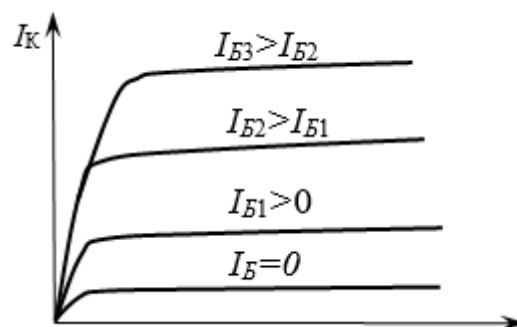


- а) входная;
- б) выходная;
- в) нет верного ответа

Ответ: а

12 Выберите правильный ответ

Какой тип вольт-амперной характеристики биполярного транзистора представлен на рисунке?



- а) входная;
- б) выходная;
- в) нет верного ответа

Ответ: б

13 Выберите правильный ответ

Как обозначается входное сопротивление биполярного транзистора, подключенного по схеме с общим эмиттером

а) $h_{22э}$;

б) $h_{21э}$;

в) $h_{11э}$;

г) $h_{12э}$

Ответ: в

13 Выберите правильный ответ

Как обозначается коэффициент внутренней обратной связи по напряжению биполярного транзистора, подключенного по схеме с общим эмиттером

а) $h_{22э}$;

б) $h_{21э}$;

в) $h_{11э}$;

г) $h_{12э}$

Ответ: г

14 Выберите правильный ответ

Как обозначается коэффициент передачи тока базы биполярного транзистора, подключенного по схеме с общим эмиттером

а) $h_{22э}$;

б) $h_{21э}$;

в) $h_{11э}$;

г) $h_{12э}$

Ответ б

15 Выберите правильный ответ

Как обозначается выходная проводимость биполярного транзистора, подключенного по схеме с общим эмиттером

а) $h_{22э}$;

б) $h_{21э}$;

в) $h_{11э}$;

г) $h_{12э}$

Ответ: а

16 Выберите правильный ответ

Электроды полевого транзистора называются

а) база, анод, катод

б) база, коллектор, эмиттер

в) сток, исток, коллектор

г) сток, затвор, база,

д) сток, затвор, исток

Ответ: д

Лабораторная работа №8

Тема: Проверка проводимости диода

Лабораторная работа №9

Тема работы: Исследование входных и выходных характеристик биполярного транзистора

Цель работы: научиться снимать опытным путем входные и выходные характеристики транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и определять его параметры.

Приборы и оборудование:

1. Макет для снятия характеристик транзистора, в котором смонтированы:

- А) источник питания;
- Б) транзистор типа П13;
- В) вольтметр постоянного тока 0,5В;
- Г) вольтметр постоянного тока 12В;
- Д) миллиамперметр постоянного тока 1мА;
- Е) миллиамперметр постоянного тока 50мА.

Содержание работы:

Полупроводниковым триодом (транзистором) называется полупроводниковый прибор с двумя р-п-переходами, разделяющими полупроводники с разным характером примесной проводимости: “n” или “р”, где n-область с электронной проводимостью, р-область с дырочной проводимостью.

Смежные области, отделенные друг от друга р-п-переходами, называются эмиттер Э, база В и коллектор К.

Наиболее распространенным является транзистор типа р-п-р, у которого база (средняя область) обладает электронной проводимостью. Возможны три основные схемы включения транзистора: с общей базой ОБ, с общим эмиттером ОЭ и общим коллектором ОК.

Наибольшее распространение имеет схема с общим эмиттером ОЭ, как наиболее выгодная.

В схеме с ОЭ входным током является ток базы J_b , а выходным – ток коллектора J_k .

Ток эмиттера равен сумме токов J_b и J_k : $J_\varepsilon = J_b + J_k$.

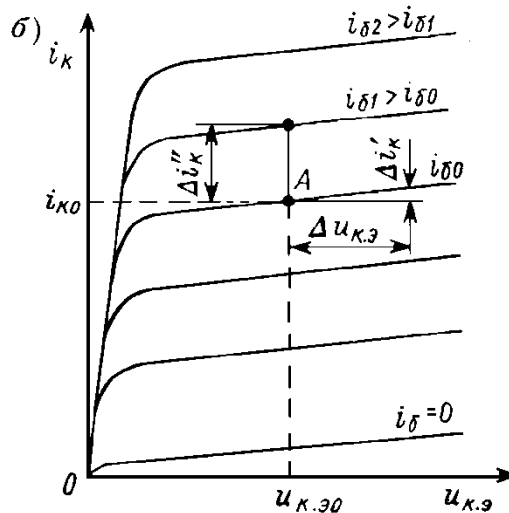
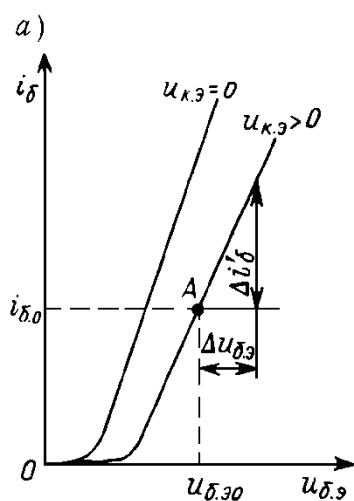
Зависимость между током и напряжением во входной и выходной цепях транзистора определяется его входными и выходными статическими характеристиками.

Входная характеристика представляет собой зависимость тока базы J_b от напряжения между базой и эмиттером $U_{бэ}$ при напряжении $U_{кэ} = \text{const}$: $J_b = f(U_{бэ})$ при $U_{кэ} = \text{const}$.

Входная характеристика представляет собой зависимость тока коллектора J_k от напряжения между коллектором и эмиттером $U_{кэ}$ при токе базы $J_b = \text{const}$:

$J_k = f(U_{кэ})$ при $J_b = \text{const}$.

Входные(а) и выходные (б) статические характеристики транзистора в схеме с ОЭ имеют вид:



По характеристикам транзистора определяются его параметры:

А) входное сопротивление транзистора $R_{вх}$:

$$R_{вх} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_{б}} = \frac{U_{бэ2} - U_{бэ1}}{I_{б2} - I_{б1}} \text{ при } U_{кэ2} = \text{const};$$

Б) коэффициент усиления по току β :

$$\beta = \frac{\Delta I_{к}}{\Delta I_{б}} = \frac{I_{к2} - I_{к1}}{I_{б2} - I_{б1}} \text{ при } U_{кэ1} = \text{const};$$

$$\beta = h_{21}.$$

Коэффициент усиления по току α этого транзистора, включенного по схеме с ОБ, определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}.$$

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с макетом и приборами, необходимыми для выполнения работы, и записать их технические данные.
2. Включить макет в сеть переменного тока с напряжением 220 В.
3. Включить ток и снять три входные характеристики транзистора, изменяя напряжение $U_{бэ}$ от 0 до 0,3 В через 0,05В с помощью потенциометра R1 при неизменных $U_{кэ1}=0$, $U_{кэ}=-5$, $U_{кэ}=-7$ В.
4. Полученные значения тока базы $I_{б}$ и напряжения $U_{бэ}$ занести в таблицу:

№ изм.	$U_{кэ1}=0$		$U_{кэ}=5$ В		$U_{кэ}=7$ В	
	$U_{бэ}$, В	$I_{б}$, мА	$U_{бэ}$, В	$I_{б}$, мА	$U_{бэ}$, В	$I_{б}$, мА
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

5. Снять три выходные характеристики транзистора, изменяя напряжение $U_{кэ}$ от 0 до -8В через 1В с помощью потенциометра R2 при неизменных значениях тока базы $I_{б1}=0,2\text{мА}$, $I_{б2}=0,4\text{мА}$, $I_{б3}=0,6\text{мА}$.

Выключить ток

7. Полученные значения тока коллектора $I_{к}$ и напряжения $U_{кэ}$ занести в таблицу:

№ изм.	$I_{б1}=0,2\text{мА}$		$I_{б2}=0,4\text{мА}$		$I_{б3}=0,6\text{мА}$	
	$U_{кэ}$, В	$I_{к}$, мА	$U_{кэ}$, В	$I_{к}$, мА	$U_{кэ}$, В	$I_{к}$, мА
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

8. Построить на одном координатном поле семейство входных характеристик транзистора $I_{б}=f(U_{бэ})$ при $U_{кэ}=\text{const}$ определить по ним входное сопротивление транзистора $R_{вх}$.

8. Построить на одном координатном поле семейства выходных характеристик транзистора $I_{к}=f(U_{кэ})$ усиления по току β , а затем коэффициент усиления α .

Лабораторная работа №10

Тема работы: Исследование полевого транзистора

Тема 5.3. Электронные выпрямители

Контрольные вопросы

Что называется вторичным источником электропитания?

Какие типы выпрямителей используются в однофазных цепях?

Приведите схему однополупериодного выпрямителя

Приведите схему и объясните принцип работы двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора

Приведите схему и объясните принцип работы мостового выпрямителя

Приведите схему трехфазного выпрямителя

Назовите основные параметры выпрямителей

Тестовые задания:

1 Выберите правильный ответ

Выпрямитель – это

а) устройство, преобразующее переменный ток в постоянный

б) устройство, преобразующее постоянный ток в переменный;

в) устройство, преобразующее постоянную энергию в переменную

Ответ: а

2 Выберите правильный ответ

Выпрямители бывают:

а) однофазные;

б) трехфазные;

в) однофазные и трехфазные

Ответ: в

3 Однофазные выпрямители бывают:

а) однополупериодными;

б) двухполупериодным;

в) все выше перечисленное

Ответ в

4 Выберите правильный ответ

В какой схеме коэффициент пульсации $K_{\Pi}=1,57$

а) однополупериодный выпрямитель;

б) двухполупериодный выпрямитель;

в) мостовая схема выпрямителя

Ответ: а

5 Выберите один или несколько правильных ответов

В какой схеме коэффициент пульсации $K_{\Pi}=0,67$

а) однополупериодный выпрямитель;

б) двухполупериодный выпрямитель;

в) мостовая схема выпрямителя

Ответ: б и в

6 Выберите правильный ответ

Мостовая схема

а) однополупериодная

б) двухполупериодная

в) трехполупериодная

Ответ: б

Практическая работа №2

Тема работы: Расчет схемы одно- и двухполупериодных выпрямителей.

Определение величины коэффициента сглаживания и коэффициента выпрямления схемы, при различных конфигурациях схем выпрямления

Цель: научиться рассчитывать схемы одно- двухполупериодных выпрямителей, определять величины коэффициента сглаживания и выпрямления

1. Для схемы однополупериодного выпрямителя (рис. 1) определить постоянное напряжение на нагрузке, если на вторичной обмотке трансформатора $U_{2m}=250\text{ В}$

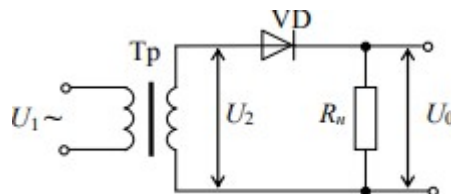


Рис. 1

2. Для схемы однополупериодного выпрямителя (рис. 1) определить выпрямленное напряжение U_0 , если амплитуда напряжения первичной обмотки трансформатора $U_{1m}=220\text{ В}$, а коэффициент трансформации – 1,43.

3. Для схемы двухполупериодного выпрямителя с индуктивным

сглаживающим фильтром (рис. 2) определить коэффициент сглаживания q , если известно, что амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора $U_{2m}=300\text{ В}$, выпрямленный ток через нагрузку $I_0=200\text{ мА}$, частота сети 50 Гц, индуктивность дросселя 10 Гн.

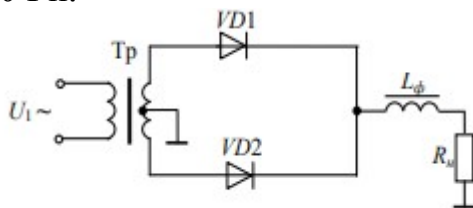


Рис. 2

4. Амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора (рис. 3) 210 В. Определить выпрямленный ток, проходящий через диод, если сопротивление нагрузки 510 Ом.

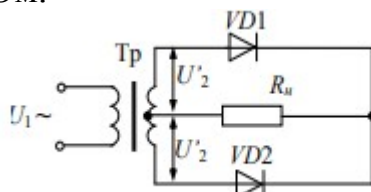


Рис. 3

5. Определить выпрямленное напряжение на нагрузке двухполупериодной мостовой схемы выпрямителя (рис. 4), если амплитуда напряжения первичной обмотки трансформатора 150В, а коэффициент трансформации 2.

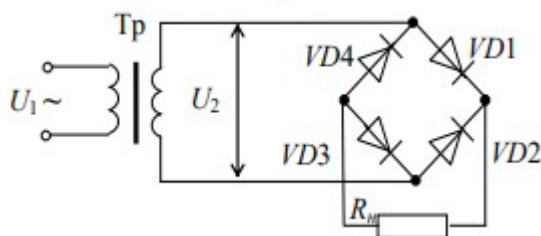


Рис. 4

Тема 5.4. Электронные стабилизаторы

Контрольные вопросы:

Дайте определение стабилизатора напряжения

Какие виды стабилизаторов Вы знаете

Поясните принцип работы параметрического стабилизатора напряжения

Дайте определение коэффициент стабилизации

Перечислите недостатки параметрического стабилизатора напряжения

поясните принцип работы компенсационного стабилизатора напряжения

Поясните принцип работы импульсного стабилизатора напряжения

Тестовые задания

1 Выберите правильный ответ

Сравнение фактической величины выходного напряжения с заданной осуществляют

- а) параметрические стабилизаторы;
- б) стабилизаторы компенсационного типа

Ответ: б

2 Выберите правильный ответ

Основными элементами структурной схемы компенсационного стабилизатора постоянного напряжения являются

- а) источник напряжения, усилительный элемент, регулирующий элемент;
- б) источник опорного (эталонного) напряжения, сравнивающий и усилительный элемент, регулирующий элемент;
- в) источник опорного (эталонного) напряжения, сравнивающий элемент, регулирующий элемент

Ответ: б

3 Выберите правильный ответ

Основные параметры, характеризующие стабилизатор

- а) коэффициент стабилизации, выходное сопротивление, КПД, дрейф выходного сопротивления;
- б) коэффициент стабилизации, выходное сопротивление, дрейф выходного сопротивления;
- в) коэффициент стабилизации, дрейф входного сопротивления, КПД, дрейф выходного сопротивления

Ответ: 1

4 Выберите правильный ответ:

Коэффициент стабилизации

- а) Отношение относительного изменения силы тока на входе к относительному изменению силы тока на выходе стабилизатора
- б) Отношение относительного изменения напряжения на входе к относительному изменению напряжения на выходе стабилизатора

Ответ: б

Тема 5.5. Электронные усилители

Контрольные вопросы:

Как определяется коэффициент усиления усилителя

Объясните назначение элементов схемы однокаскадного усилителя в схеме с ОЭ на транзисторе

Почему возникает необходимость термостабилизации транзисторного усилителя с ОЭ и как она выполняется?

Что представляют собой малосигнальные h -параметры биполярного транзистора?

Когда используется режим В усилительного каскада?

В каком диапазоне лежит обычно КПД усилительного каскада работающего в режиме А?

Практическая работа №3

Тема работы: Расчет усилителя низкой частоты на биполярном транзисторе

Цель работы: научиться рассчитывать параметры усилителя

1 Усилитель на транзисторе ГТ308А собран по схеме (рис. 1). Пользуясь входными и выходными характеристиками транзистора (рис. 2, а и б), определить положение рабочей точки A , если известны $R_k=240\text{ Ом}$, $R_1=3\text{ кОм}$, $R_2=100\text{ Ом}$, $E_k=10\text{ В}$

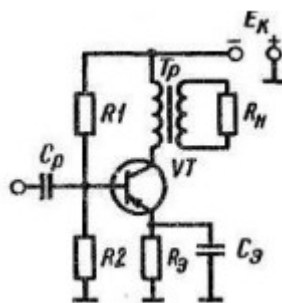


Рис. 1

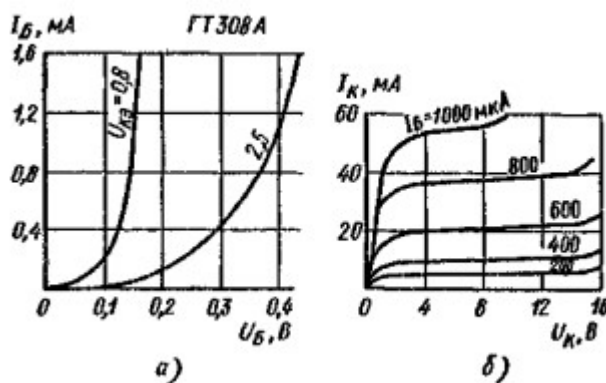


Рис. 2

2 В транзисторном усилительном каскаде (рис. 3) мощность входного сигнала $P_{вх}=0,150\text{ мВт}$ при входном токе 150 мкА . Определит коэффициент усиления каскада по напряжению, если сопротивление резистора в цепи коллектора 4700 Ом , сопротивление нагрузки 350 Ом , а статический коэффициент усиления тока базы $h_{21э}=40$

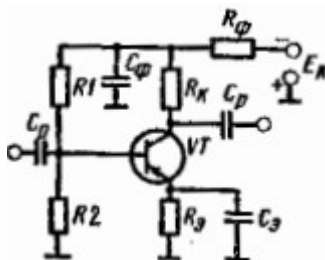


Рис. 3

3 В трехкаскадном усилителе первый каскад, имеющий коэффициент усиления $K_1=20$, охвачен отрицательной обратной связью с коэффициентом $K_{oc1}=0,01$, а два других каскада охвачены общей цепью отрицательной связи при коэффициенте $K_{oc1}=0,02$. Определить коэффициент усиления усилителя, если коэффициенты усиления второго и третьего каскада соответственно равны $K_2=20$, $K_3=15$

Лабораторная работа №12

Тема работы: Исследование усилителя низкой частоты

Тема 5.5. Электронные генераторы

Дайте определение генератора синусоидальных колебаний

Перечислите основные типы генераторов

Назовите преимущества LC-генераторов

Назовите недостатки LC-генераторов

Тема 5.7. Микропроцессоры и микроЭВМ

Контрольные вопросы

Дайте определение понятия микропроцессора и микроЭВМ

Каковы отличия однокристальных микропроцессоров от однокристальных микроЭВМ

Дайте определение понятия «порт»

Дайте определение понятия «интерфейс»

Каковы отличия динамического ОЗУ от статического

Перечислите виды ОЗУ и ПЗУ

3.2.3. Комплект фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Предметом оценки являются умения и навыки. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование накопительной системы оценивания и проведения экзамена. В зависимости от рейтингового балла студент может быть освобожден от проверки освоения на экзамене той или иной части дидактических единиц.

Вопросы для подготовки к экзамену по учебной дисциплине «ОП. 13 Основы электротехники и электроники»

- 1 Основные свойства и характеристики электрического поля.
- 2 Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Потенциал.
- 3 Электрическое напряжение. Емкость. Конденсаторы.
- 4 Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля заряженного конденсатора.
- 5 Основные понятия теории цепей. Электрический ток, ЭДС и напряжение, мощность.
- 6 Электрическое сопротивление и проводимость. Резистор.
- 7 Соединения резисторов. Расчет цепи методом «свертывания». Закон Ома.
- 8 Электрическая работа и мощность. Преобразование электрической энергии в тепловую
- 9 Законы Кирхгофа. Методы расчета цепей постоянного тока с использованием законов Кирхгофа.
- 10 Метод контурных токов, узловых потенциалов.
- 11 Основные свойства и характеристики магнитного поля. Закон Ампера.
- 12 Магнитная проницаемость: абсолютная и относительная.
13. Магнитные свойства вещества. Намагничивание ферромагнетика. Гистерезис.
- 14 Электромагнитная индукция. ЭДС самоиндукции и взаимной индукции
- 15 Основные понятия переменного синусоидального тока. Понятие о генераторах переменного тока. Получение синусоидальной ЭДС
- 16 Общая характеристика цепей переменного тока. Амплитуда, период,

частота, фаза, начальная фаза синусоидального тока.

17 Мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значение ЭДС, тока и напряжения.

18 Изображение синусоидальных величин с помощью временных диаграмм и векторных диаграмм.

19 Гармонический ток в идеальных пассивных элементах (активное сопротивление, индуктивность и емкость).

20 Цепь с активным сопротивлением и индуктивностью. Цепь с активным сопротивлением и емкостью. Последовательное соединение активного сопротивления, индуктивности и емкости.

21 Мощность однофазной цепи синусоидального тока.

22 Резонансные режимы в цепях синусоидального тока.

23 Принцип получения трехфазной ЭДС. Устройство трехфазного генератора.

24 Соединения обмоток генератора треугольником и звездой.

25 Понятие линейных и фазных напряжений. Связь между ними.

26 Основные понятия. Способы и методы измерения электрических величин и параметров.

27 Классификация электроизмерительных приборов. Электроизмерительные приборы различных систем.

28 Измерение тока, напряжения, мощности и сопротивления.

29 Принцип действия и устройство трансформатора.

30 Режимы работы, типы и применение трансформатора.

31 Однофазные и трехфазные трансформаторы. Автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы.

32 Устройство, конструкция и принцип работы электрической машины постоянного тока.

33 Рабочий процесс машины постоянного тока: ЭДС обмотки якоря, реакция якоря, коммутация.

34 Генераторы и электродвигатели постоянного тока.

35 Устройство и назначение асинхронных электродвигателей.

36 Получение вращающегося магнитного поля.

37 Вращающий момент, скольжение, пуск и регулирование частоты асинхронного двигателя.

38 Рабочий процесс асинхронного двигателя и его механические характеристики.

39 Общие сведения об электроприводе.

40 Уравнение движения электропривода.

41 Механические характеристики нагрузочных устройств.

42 Электропроводность полупроводников. Собственная и примесная проводимость.

43 Электронно-дырочный переход и его свойства

44 Прямое и обратное включение p-n перехода.

45 Полупроводниковые диоды. Их классификация и свойства.

46 Биполярные транзисторы. Физические процессы в биполярном транзисторе.

47 Схема включения биполярных транзисторов (с общей базой, общим коллектором и общим эмиттером). Воль-амперные характеристики.

48 Полевые транзисторы, принцип работы

49 Тиристоры. Их классификация, область применения, маркировка

50 Основные сведения. Структурная схема электронного выпрямителя

51 Однофазные и трехфазные выпрямители

52 Сглаживающие фильтры

53 Основные сведения, структурная схема электронного стабилизатора

54 Стабилизаторы напряжения

55 Стабилизаторы тока

56 Основные показатели и схемы усилителей электрических сигналов.

57 Принцип работы усилителя низкой частоты на биполярном транзисторе

58 Обратная связь в усилителях

59 Генераторы синусоидальных колебаний (генераторы LC- и RC-типа).

60 Импульсные генераторы: мультивибраторы, триггеры.

61 Генераторы линейно меняющегося напряжения (ГЛИН-генераторы)

62 Понятия о микропроцессорах и микро-ЭВМ.

63 Устройство и работа микро-ЭВМ. Структурная схема, взаимодействия блоков.

64 Интерфейс микропроцессоров и микро-ЭВМ.

65 Арифметическое и логическое обеспечение микропроцессоров и микро-ЭВМ

Билеты для проведения промежуточной аттестации по учебной дисциплине «ОП. 13 Основы электротехника и электроники»

Критерии оценки:

Оценка	Планируемые результаты освоения дисциплины
Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе
Хорошо	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и, по существу, излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе
Удовлетворительно	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации.

Оценка	Планируемые результаты освоения дисциплины
	Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине
Не удовлетворительно	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине

4 Список литературы

Основная литература:

1. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1225-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210866> (дата обращения: 23.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для спо / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с. — ISBN 978-5-507-44715-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254627> (дата обращения: 23.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на _____ учебный год по дисциплине

В комплект ФОС внесены следующие изменения:

Дополнения и изменения в комплекте ФОС обсуждены на заседании ПЦК

«_____» _____ 20____ г. (протокол № _____).

Председатель ПЦК _____ / _____ /