**Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение**

**«Смоленская академия профессионального образования»**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для студентов заочного отделения по выполнению контрольных работ**

**для специальности**

**151901 «Технология машиностроения»**

**дисциплина**

**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»**

2015

Организация-разработчик: ОГБПОУ СмолАПО

Разработчик: Еремченко Н.В. - преподаватель специальных дисциплин ОГБПОУ Смол АПО

Согласована с работодателями АО «НПП «Измеритель»

Утверждена Научно-методическим советом ОГБПОУ СмолАПО

**Введение**

Дисциплина «Электротехника и электроника» является одной из фундаментальных общепрофессиональных дисциплин физико-математического и общетехнического циклов, устанавливающая базовые знания для освоения специальных дисциплин. Программа по дисциплине «Электротехника и электроника» раскрывает содержание курса.

Целью преподавания дисциплины является ознакомление будущих специалистов с основными электрическими и магнитными явлениями, устройством и принципом действия электротехнических приборов и аппаратов и их использованием в практических целях. Знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Электротехника и электроника» служат базой для изучения специальных дисциплин, формирующих подготовку техника, таких как «Технологическое оборудование», «Автоматизация производства» и др.

Глубокое проникновение электрификации во все отрасли промышленности требует от специалистов неэлектриков определенных электротехнических знаний, без которых они не смогут правильно эксплуатировать различные электрические аппараты.

Изучение данной дисциплины способствует формированию следующих профессиональных компетенций:

Выбирать средства автоматизации технологических процессов и машиностроительных производств.

Выбирать методы и средства измерения эксплуатационных, характеристик изделий машиностроительных производств, анализировать их характеристику.**Литература**

# Электротехника и электроника : учебник для спо / под ред. Б.И. Петленко. - 6-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2010.

1. Гальперин М.В, Электронная техника: учебник для спо. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2014. – 351 с.
2. Электротехника и основы электроники: Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. Учебник. 7-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 736 с.
3. Катаенко Ю. К. Электротехника : учеб. пособие / Ю. К. Катаенко. - М. : Дашков и К° ; Ростов н/Д : Академцентр, 2010. – 287с.
4. Савилов Г.В. Электротехника и электроника : курс лекций / Г.В. Савилов. - М. : Дашков и К°, 2009. - 322 с.
5. Синдеев Ю. Г. Электротехника с основами электроники : учеб. пособие для проф. училищ, лицеев и колледжей / Ю. Г. Синдеев. - Изд. 12-е, доп. и перераб. ; Гриф МО. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. - 407 с.
6. Федорченко А. А. Электротехника с основами электроники : учеб. для учащ. проф. училищ, лицеев и студ. колледжей / А. А. Федорченко, Ю. Г. Синдеев. - 2-е изд. - М. : Дашков и К°, 2010. - 415 с.

**Программа**

***РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА*.**

***Тема 1.1. Электрическое поле.***

Основные характеристики электрического поля: напряженность, потенциал и электрическое напряжение.

Проводники в электрическом поле и электростатическое экранирование. Диэлектрик как среда электрического поля. Диэлектрическая проницаемость: абсолютная и относительная. Электропроводность диэлектриков. Понятие о диэлектрических потерях энергии. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

**Литература.** [1] § 1.1,1.2.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Дайте определение напряженности электрического поля, электрического напряжения. В каких единицах выражается каждая величина?
2. Что называют потенциалом данной точки поля? Приведите выражение для напряжения между двумя точками поля.
3. Как зависит электрическая проводимость материала от степени концентрации в нем носителей заряда?
4. Напишите выражение для емкости конденсатора через его заряд и напряжение на зажимах.
5. Как определить емкость плоского конденсатора?
6. При последовательном соединении двух конденсаторов их эквивалентная емкость составляет 6 мкФ, а при параллельном - 25. Определить емкость каждого конденсатора.
7. Поясните явление поляризации диэлектрика и его нагревание в переменном электрическом поле.

***Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока.***

Электрический ток, его определение, направление, сила тока, плотность.

Электрическая проводимость и сопротивление проводников.

Резисторы регулируемые и нерегулируемые, резистивные элементы цепи: линейные и нелинейные. Закон Ома для участка и полной цепи. Источники и приемники электрической энергии, их мощность и КПД. Режимы работы электрической цепи: холостой ход, номинальный, рабочий, короткого замыкания.

Преобразование электрической энергии в тепловую, закон Джоуля-Ленца. Условные обозначения на электрических схемах. Участки схем электрических цепей: ветвь, узел, контур. Потери напряжения в линиях электропередачи.

Виды соединения приемников энергии. Законы Кирхгофа. Расчет электрических цепей с помощью законов Ома и Кирхгофа.

**Литература.** [1] § 2.-2.11.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называют электрическим током и какое он имеет направление во внешней и внутренней цепях источника электрической энергии? Какие источники электрической энергии вам известны?
2. Что называют электродвижущей силой источника, каковы причины ее возникновения и в каких единицах она выражается?
3. Что называют удельным сопротивлением и удельной проводимостью вещества и в каких единицах они выражаются?
4. Как формулируется закон Ома для участка цепи и для полной цепи?
5. От каких факторов зависит электрическое сопротивление проводника?
6. Как определяется падение напряжения на участке цепи?
7. Как подсчитать мощность, развиваемую током?
8. Как формулируется закон Джоуля - Ленца и какое практическое применение он находит?
9. Для какой цели в цепи ставят плавкие предохранители и как они устроены?
10. Как рассчитать электрическую цепь с одним источником и несколькими резисторами, включенными последовательно, параллельно?
11. Как формулируются первый и второй законы Кирхгофа?
12. В каком случае во втором законе Кирхгофа э. д. с. и падение напряжения на участке берут со знаком «плюс»?
13. Что называют последовательным, параллельным и смешанным соединениями резисторов? Каковы особенности каждого вида соединений?
14. Какую цепь в электротехнике называют сложной?
15. Как рассчитывают сложную цепь по методу уравнений Кирхгофа?

***Тема 1.3. Электромагнетизм.***

Основные свойства и характеристики магнитного поля. Силовое действие магнитного поля. Закон Ампера. Магнитная индукция, магнитный поток, потокосцепление. Напряженность. Магнитная проницаемость. Индуктивность.

Электромагнитные силы. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Силы, действующие на параллельные провода с током. Энергия магнитного поля.

Ферромагнитные вещества и их намагничивание. Кривые намагничивания. Явления гистерезиса. Общие сведения о магнитных цепях. Закон полного тока. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. ЭДС самоиндукции и взаимоиндукции. Принципы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую.

**Литература.** [1]§ 3.1-4.4.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называют магнитным полем?
2. Что характеризует собой магнитная индукция, и в каких единицах она выражается?
3. Напишите формулу для определения силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле. В каких единицах выражаются величины, входящие в формулу?
4. Сформулируйте правило левой руки. В каких случаях оно применяется'?
5. Что характеризует абсолютная магнитная проницаемость среды и в каких единицах она выражается? Чему равна магнитная постоянная?
6. Что называют магнитным потоком, и в каких единицах он выражается?
7. Приведите определение магнитной напряженности. В каких единицах она выражается?
8. Напишите формулу, связывающую между собой магнитную индукцию, напряженность и абсолютную магнитную проницаемость.
9. Как формулируется закон полного тока?
10. Что называют намагничивающей или магнитодвижущей силой, и в каких единицах она выражается?
11. В чем заключается сущность намагничивания ферромагнитных материалов? Какой вид имеет кривая первоначального намагничивания?
12. Какой характер имеет петля гистерезиса для магнитотвердых и магнитомягких материалов?
13. В чем заключается явление гистерезиса и почему из-за гистерезиса происходят потери мощности в сердечнике?
14. Объясните явление электромагнитной индукции. Как определить величину и направление наведенной э. д. с?
15. От чего зависит величина и направление э. д. с., наведенной в контуре?
16. Что называют потокосцеплением и в каких единицах оно выражается?
17. Что называют индуктивностью и от чего она зависит?
18. Поясните явление самоиндукции.

***Тема 1.4. Электрические измерения.***

Прямые и косвенные измерения, погрешности измерений. Классификация электроизмерительных приборов. Условные обозначения на электроизмерительных приборов. Измерение тока и напряжения. Магнитоэлектрический и электромагнитный измерительные механизмы. Приборы и схемы для измерения электрического тока и напряжения. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров. Измерение мощности и энергии. Электродинамический измерительный механизм. Измерение электрического сопротивления. Измерительный мост, омметр и мегаомметр.

**Литература.** [1]§ 5.1-5.7.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называют основной, допустимой и приведенной погрешностями прибора?
2. На какие группы подразделяют электроизмерительные приборы по принципу действия?
3. Начертите условные обозначения приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционной систем.
4. Каково назначение стального цилиндра в приборе магнитоэлектрической системы?
5. Почему прибор магнитоэлектрической системы, катушка которого имеет алюминиевый каркас, не нуждается в дополнительном успокоителе?
6. Почему магнитоэлектрический прибор не может измерять переменный ток?
7. Как работает прибор электромагнитной системы? Почему такие приборы могут измерять как постоянный, так и переменный токи?
8. Поясните принцип работы магнитного и воздушного успокоителей.
9. Что произойдет в электрической цепи, если амперметр включить параллельно ее зажимам?
10. Вольтметр на номинальное напряжение 380 В ошибочно включили последовательно с потребителем, рассчитанным на то же напряжение. Почему потребитель перестает работать?
11. Вольтметр на номинальное напряжение 100 В должен измерять напряжение до 6000 В. Внутреннее сопротивление прибора 6000 Ом. Определите величину добавочного сопротивления.
12. Для измерения неизвестного сопротивления методом амперметра и вольтметра вольтметр подключили непосредственно к зажимам сопротивления. Показания вольтметра 20 В, внутреннее сопротивление его 4000 Ом. Показание амперметра 0,5 А. Определите величину сопротивления.
13. Почему в схеме омметра - логометра показания прибора не зависят от напряжения источника питания?
14. Начертите схему присоединения мегомметра для измерения сопротивления изоляции сети.
15. Как работает прибор электродинамической системы? Почему в таком приборе необходимо пропускать ток через обе катушки?
16. Начертите схему включения электродинамического ваттметра. Какую мощность покажет такой прибор при включении в цепь переменного тока?
17. Как определить начала и концы последовательной и параллельной обмоток ваттметра?

***Тема 1.5. Однофазные электрические цепи переменного тока.***

Переменный ток, его определение. Параметры синусоидальных величин: амплитуда, угловая частота, фаза, начальная фаза, период, частота, мгновенное значение. Векторные диаграммы.

Электрические цепи переменного тока, цепь с активным сопротивлением, цепь с индуктивностью, цепь с ёмкостью, графики тока и напряжения, векторные диаграммы, закон Ома. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей. Резонанс напряжений.

Разветвленная цепь с активно-индуктивным и ёмкостным сопротивлением, её векторная диаграмма, расчет токов. Резонанс токов\*. Активные, индуктивные и ёмкостные сопротивления; их зависимость от частоты переменного тока\*. Коэффициент мощности. Компенсация реактивной мощности.

**Литература.** [1]§ 4.1-4.7.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Поясните получение синусоидальной э. д. с.
2. Что называют мгновенным и амплитудным значениями переменной величины?
3. От каких величин зависит частота переменного тока?
4. Что называют начальной фазой и углом сдвига фаз? Как определить угол сдвига фаз между двумя э. д. с., пользуясь их графиками?
5. Какую синусоидальную величину называют опережающей?
6. Приведите определение действующего, амплитудного и среднего значений тока и напряжения в цепи переменного тока.
7. Начертите графики тока, напряжения, мощности и векторную диаграмму для цепи с активным сопротивлением. Какой вид имеет закон Ома для такой цепи?
8. То же для цепи с индуктивностью и для цепи с емкостью. Какую мощность называют реактивной и чем она отличается от активной?
9. То же, для неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Начертите для такой цепи треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.
10. Поясните явление резонанса напряжений и его последствия.
11. Напишите формулу условия возникновения в цепи резонанса токов и начертите для этого случая векторную диаграмму. Где на практике используют явление резонанса токов?
12. Как определить необходимую мощность конденсаторной батареи для компенсации реактивной мощности до заданной величины?

***Тема 1.6. Трехфазные электрические цепи переменного тока.***

Общие сведения о трехфазных электрических цепях. Соединения обмоток трехфазных генераторов (трансформаторов) и потребителей энергии звездой и треугольником. Симметричная и несимметричная нагрузка. Фазные и линейные напряжения, токи, соотношения между ними.

Трехпроводная и четырехпроводная линия. Роль нулевого провода.

Расчет трехфазных цепей с использованием закона Ома и векторных диаграмм. Мощность трехфазной цепи.

**Литература.** [1] § 6.1-6.4.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Поясните преимущества трехфазной системы перед однофазной.
2. Приведите соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении в звезду и треугольник.
3. Каждая фаза обмотки двигателя рассчитана на 220 В. Как следует соединить обмотки при линейном напряжении сети 220 и 380 В? .
4. В каком случае применяется четырехпроводная система? Какова роль нулевого провода?
5. Начертите векторную диаграмму напряжений и токов потребителя энергии при неравномерной нагрузке и соединении в звезду и найдите графически ток в нулевом проводе. Линейное напряжение в сети Uном=380 В, Ra= 10 Ом;
6. Rв= 12 Ом; Rc =20 Ом.
7. Начертите векторную диаграмму напряжений и токов потребителя при равномерной нагрузке и соединении в треугольник. Линейное напряжение в сети Uном=220 В. В каждую фазу включены сопротивления R=6 Ом и XL=8 ОМ.
8. Как определить активную, реактивную и полную мощности в трехфазной цепи при симметричной и несимметричной нагрузках?

***Тема 1.7. Трансформаторы.***

Назначение трансформаторов, их классификация. Однофазный трансформатор, его устройство, принцип действия, условное обозначение, коэффициент трансформации, ЭДС обмоток, номинальные первичные и вторичные параметры. Внешняя характеристика трансформаторов.

Режим работы трансформатора: холостой ход, рабочий, короткого замыкания. Потери энергии и КПД трансформатора.

**Литература.** [1] § 7.1-7.6.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Каково назначение трансформатора при передаче электрической энергии?
2. Поясните принцип работы трансформатора. Почему обмотки должны располагаться на замкнутом стальном сердечнике?
3. Приведите определение номинальной мощности трансформатора.
4. Приведите определение номинальных первичного и го вторичного напряжений трансформатора.
5. Как определить процентное изменение напряжения трансформатора при нагрузке?
6. Напишите формулу для определения к. п. д. трансформатора.
7. Поясните принцип действия и назначение автотрансформатора.
8. Почему недопустимо размыкание вторичной обмотки трансформатора тока под нагрузк*о*й?

***Тема 1.8. Электрические машины переменного тока.***

Электрические машины переменного тока, их назначение и классификация.

Устройство трехфазного асинхронного электродвигателя. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазных электродвигателях. Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя. Частота вращения магнитного поля статора и частота вращения ротора. Скольжение, ЭДС, сопротивление, токи в обмотках статора и ротора. Вращающий момент асинхронного двигателя.

Пуск в ход и регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных электродвигателей.

**Литература.** [1] § 8.1-8.14.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Каким образом в асинхронном двигателе получается вращающееся магнитное поле?
2. Почему при подаче переменного трехфазного тока в обмотку статора ротор приходит во вращение?
3. Определите скольжение восьмиполюсного двигателя, если его ротор вращается с частотой *п =735 об/мин*. Частота тока *50 Гц.*
4. Почему при пуске двигателя скольжение ротора равно 100 %?
5. Напишите формулу для частоты тока в обмотке вращающегося ротора.
6. Объясните причину значительного увеличения потребляемого двигателем тока в момент пуска.
7. От чего зависит вращающий момент асинхронного двигателя?
8. Начертите график зависимости вращающего момента асинхронного двигателя от скольжения.
9. Рассмотрите работу двигателя на устойчивой части характеристики при уменьшении нагрузки.
10. Асинхронный двигатель работает с номинальной нагрузкой 16 кВт и 1460 об/мин. Перегрузочная способность равна 2,5; кратность пускового момента составляет 1,1. Определите максимальный и пусковой моменты двигателя.
11. Какие способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами вам известны?
12. Какими способами можно регулировать частоту вращения асинхронного двигателя?
13. Какие потери энергии имеют место в асинхронном двигателе?
14. Поясните принцип работы однофазного асинхронного двигателя. Почему такой двигатель не приходит во вращение без специального приспособления?

***Тема 1.9. Электрические машины постоянного тока.***

Устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока. ЭДС обмотки якоря, электромагнитный момент и мощность машин постоянного тока. Понятие о реакции якоря и коммутации тока.

Генераторы постоянного тока, классификация, и эксплуатационные особенности. Генератор с независимым и параллельным возбуждением. Общие сведения об электродвигателях постоянного тока. Пуск в вход, регулирование частоты вращения электродвигателей постоянного тока.

**Литература.** [1] § 9.1-9.5.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Поясните устройство и назначение станины, якоря, коллектора машины постоянного.
2. Объясните принцип действия машины постоянного тока (генератора и двигателя).
3. Какая существует связь между э. д. с. и напряжением на зажимах в генераторе и двигателе?
4. Какие параметры машины называют номинальными?
5. В чем заключается явление реакции якоря и каковы ее вредные последствия?
6. Почему в результате действия реакции якоря происходит уменьшение магнитного потока в зазоре?
7. Опишите процесс коммутации и поясните причину возникновения в коммутирующей секции добавочного тока.
8. В чем заключается принцип самовозбуждения машины постоянного тока и при каких условиях он возникает?
9. Начертите схемы генераторов с независимым, параллельным и смешанным возбуждением.
10. Какие причины вызывают снижение напряжения на зажимах генератора с параллельным возбуждением при увеличении его нагрузки?
11. Начертите схемы двигателей с параллельным возбуждением.
12. Как изменяется частота вращения двигателя с параллельным возбуждением при увеличении его нагрузки?
13. Начертите рабочие характеристики двигателя с параллельным возбуждением.
14. Как регулируется частота вращения двигателя с параллельным возбуждением?
15. Какие потери имеют место в машине постоянного тока?
16. Как определить к. п. д. генератора и двигателя?

***Тема 1.10. Электрические и магнитные элементы.***

Общие понятия об автоматике, автоматических системах, автоматизации производственных процессов. Чувствительные элементы, их использование для электрических измерений неэлектрических величин, для систем автоматического контроля, регулирования, управления.

Параметрические преобразователи (резистивные, индуктивные, емкостные).

Генераторные преобразователи: термоэлектрические, пьезоэлектрические, трансформаторные, тахогенераторные.

Исполнительные элементы: магнитные муфты, исполнительные электродвигатели, шаговые электродвигатели.

Электромеханические промежуточные элементы систем автоматизации: электромеханические контактные реле, шаговые распределители, контакторы, электромагнитные усилители.

**Литература.** [1] § 15.1-15.3.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие виды автоматических систем вам известны?
2. Перечислите наиболее существенные элементы автоматики.
3. На какие группы делятся измерительные преобразователи?
4. Поясните принцип действия параметрических преобразователей, укажите их назначение и устройство.
5. Какие измерительные преобразователи относятся к генераторным? Их назначение, устройство и принцип действия.
6. Какие исполнительные электродвигатели вы знаете?
7. Поясните назначение, устройство и принцип действия контактных и бесконтактных сельсинов.
8. Поясните работу и особенности трансформаторного магнитного усилителя.

***Тема 1.11. Основы электропривода.***

Понятие об электроприводе. Выбор электропривода по механическим характеристикам. Механические характеристики рабочих машин, соответствие их механическим характеристикам электродвигателей. Классификация электродвигателей по способу сопряжения с рабочими машинами, по способу защиты от воздействия окружающей среды.

Нагревание и охлаждение электродвигателей. Режимы работы электродвигателей (длительный с постоянной и переменной нагрузкой, кратковременный, повторно-кратковременный). Общее условие выбора электродвигателя по мощности. Схемы управления электродвигателями. Общие сведения о схемах управления.

**Литература.** [1] § 10.1-10.5.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какой режим работы двигателя называется продолжительным,

кратковременным и повторно-кратковременным?

1. Как выбрать мощность двигателя при продолжительном режиме работы с постоянной и переменной нагрузками? При повторно-кратковременном режиме?
2. Перечислите пускорегулирующие аппараты для управления электродвигателями.
3. Укажите принципиальное и конструктивное различие между пусковым и регулировочным реостатом.
4. Как устроены плавкие предохранители?
5. Поясните назначение и работу контактора.
6. Каково назначение реле защиты и реле управления? Что называют током срабатывания и таком отпускания реле?
7. Начертите схему магнитного пускателя с кнопками управления.
8. Каково назначение блокировочного контакта?
9. Как включить двигатель после срабатывания тепловой защиты пускателя?

***Тема 1.12. Передача и распределение электрической энергии.***

Схемы электроснабжения электрической энергии. Общая схема электроснабжения. Простейшие схемы электроснабжения промышленных предприятий.

Элементы устройства электрических сетей. Выбор проводов и кабелей.

Компенсация реактивной мощности. Экономия электроэнергии. Защитное заземление в электроустановках. Защита от статического электричества. Контроль электроизоляции.

**Литература.** [1] § 11.1-11.8.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называют энергетической системой и каковы преимущества объединения отдельных электрических станций в общую систему?
2. Начертите схему передачи электрической энергии от электрической станции до потребителя.
3. Начертите схему распределения электрической энергии на вашем предприятии.
4. Поясните преимущества и недостатки радиальных и магистральных схем распределения электрической энергии в цехах.
5. Чем отличается трансформаторная подстанция от распределительного пункта?

***РАЗДЕЛ II. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ.***

## Тема 2.1. Электронные приборы.

Электровакуумных лампы. Газоразрядные приборы. Индикаторные приборы.

Электрофизические свойства полупроводников. Электронно-дырочный переход и его свойства. Выпрямительные диоды. Использование диодов.

Биполярные транзисторы, их устройство, три способа включения. Характеристики и параметры транзистора в схеме с общим эмиттером.

Общие сведения о полевых транзисторах. Тиристоры, структура, их вольт - амперные характеристики, условные обозначения, маркировка.

Области применения полупроводниковых приборов.

**Литература.** [1] § 12.1-12.9.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называют собственной и примесной проводимостью проводников?
2. Сделайте рисунок и объясните свойства электронно-дырочного перехода.
3. Как устроен полупроводниковый диод? Почему его используют как выпрямитель переменного тока?
4. Начертите вольтамперную характеристику полупроводникового диода и покажите, как определяют по ней основные параметры диода.
5. Начертите устройство транзистора и объясните, почему он используется как усилительный элемент.
6. Какие возможны способы включения транзисторов?
7. Какие основные характеристики имеет транзистор? Как по характеристикам определить его параметры?
8. Объясните электрофизические процессы в полупроводниках с четырехслойной структурой. Как устроен тиристор и для чего он применяется?

***Тема 2.2. Фотоэлектронные приборы.***

Фотоэлектронная эмиссия, фотогальванический эффект, фотопроводимость полупроводников. Законы фотоэффекта.

Фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Устройство, принцип действия, основные характеристики ламповых фотоэлементов и фотоэлектронных умножителей.

Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом. Устройство, принцип действия, основные характеристики фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, фототиристоров.

Оптоэлектронные приборы, их устройство и применение.

**Литература.** [1] § 12.10.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Сформулируйте законы фотоэффекта.
2. В чем отличие внешнего фотоэффекта от внутреннего?
3. Как устроен фотоэлемент с внешним фотоэффектом?
4. Объясните устройство фоторезистора.
5. В чем состоит принцип действия фототранзистора?
6. Назовите технические устройства, в которых применяются фотоэлектронные приборы.

***Тема 2.3. Электронные выпрямители и стабилизаторы.***

Выпрямители, их назначение, классификация. Однофазные и трехфазные схемы выпрямления, их принцип действия. Сглаживающие фильтры, их назначение, виды. Коэффициент пульсации и сглаживание пульсации.

Управляемый выпрямитель, его назначение, структурная схема, принцип действия, характеристики.

**Литература.** [1] § 12.6,12.9.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие электронные элементы можно использовать как выпрямители переменного тока?
2. Начертите схему одно- и двухполупериодного выпрямителя на полупроводниковых диодах и поясните их работу графиками выпрямленного напряжения.
3. Какие имеются соотношения между переменными и выпрямленными токами и напряжениями для различных схем выпрямления?
4. Для чего в сxeмаx выпрямителей диоды соединяют между собой параллельно или последовательно?
5. Дайте определение управляемому выпрямителю. Почему этот выпрямитель выполняют на тиристорах?
6. Каким образом можно исследовать режим работы выпрямителя? Какие приборы используют для этого?

***Тема 2.4. Электронные усилители.***

Принцип усиления напряжения, тока, мощности. Усилители, их назначение и классификация, основные технические показатели и характеристики.

Динамические характеристики усилительного элемента. Определение рабочей точки на нагрузочной линии, построение графиков напряжений и токов в цепи нагрузки.

Принципиальные схемы предварительного и окончательного каскадов. Обратные связи и стабилизация режима работы усилителя.

**Литература.** [1] § 13.1-13.8.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие электронные элементы используют для построения усилительных каскадов?
2. Приведите классификацию электронных усилителей.
3. Какие основные показатели характеризуют усилительный каскад?
4. Как определяют рабочую точку усилителя на нагрузочной линии?
5. Как осуществляются межкаскадные связи в схемах усилителей?
6. Что называют обратной связью и как она влияет на режим работы усилителя?

***Тема 2.5. Электронные генераторы и измерительные приборы.***

Понятие об электронном генераторе. Условия возникновения незатухающих колебаний в электрической цепи.

Электронные генераторы синусоидальных колебаний.

Переходные процессы заряда и разряда конденсатора, постоянная времени цепи. Генераторы пилообразного напряжения.

Мультивибраторы, триггеры.

Общие сведения об электронных измерительных приборах. Электронный осциллограф, его назначение, структурная схема, принцип действия.

**Литература.** [1] § 14.1-14.7.

**Вопросы для самопроверки:**

1. В чем состоит принцип работы электронных гeнepaтopoв синусоидальных колебаний?
2. Как устроен мультивибратор и для чего он применяется?
3. Объясните принцип работы и применение триггера.
4. Начертите структурную схему электронного осциллографа поясните назначение его узлов.
5. Как устроена электронно-лучевая трубка с электростатичесим и магнитным отклонением луча.

***Тема 2.6. Интегральные схемы микроэлектроники.***

Общие сведения об интегральных схемах микроэлектроники. Понятие о гибридных толстопленочных, тонкопленочных, полупроводниковых и интегральных микросхемах.

Технология изготовления микросхем.

**Литература.** [1] § 16.5.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Как устроены интегральные схемы микроэлектроники?
2. Что понимают под пленочными и гибридными микросхемами?
3. Какие элементы входят в микросхему?
4. В чем преимущество применения интегральных микросхем?

***Тема 2.7. Электронные устройства автоматики и***

***вычислительной техники.***

Общие сведения об электронных устройствах автоматики и вычислительной техники. Принцип действия, особенности и функциональные возможности электронных реле, транзисторных ключей, основных логических элементов.

**Литература.** [1] § 16.3.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Объясните структурную схему ЭЦВМ.
2. Каково назначение основных компонентов ЭЦВМ (логических элементов, транзисторных ключей, сумматоров, регистров, счетчиков импульсов)?
3. В чем отличие оперативных запоминающих устройств (ОЗУ) от внешних запоминающих устройств (ВЗУ)?

***Тема 2.8. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.***

Микропроцессоры и микро-ЭВМ, их место в структуре средств вычислительной техники.

Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для комплексной автоматизации управления производством, в информационно-измерительных системах, в технологическом оборудовании.

Микропроцессор и сопроцессор.

Память в ЭВМ РС – совместных компьютерах. Электронные платы.

**Литература.** [1] § 16.1-16.4.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что понимают под термином «программа»?
2. Объясните, почему микропроцессоры имеют важное значение для автоматизации управления производством.
3. Объясните назначение и принцип действия интерфейса.
4. Перечислите состав и назначение типичных функциональных блоков микропроцессоров.

**Лабораторный практикум**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер темы дисциплины | Лабораторная работа |
| 1 | Тема 1.2. | Изучение законов Кирхгофа |
| 2 | Тема 1.5. | Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и ёмкостью |
| 3 | Тема 1.6. | Исследование трёхфазной цепи при соединении электроприёмников звездой |
| 4 | Тема 1.7. | Исследование однофазного трансформатора |
| 5 | Тема 2.3. | Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя с фильтрами |

***Самостоятельная работа***

Самостоятельная работа студентов-заочников является основной формой изучения дисциплины. Эта работа направляется настоящей рабочей программой.

Основываясь на лекционном материале и результатах, полученных на лабораторных занятиях и в самостоятельной работе, студент выполняет контрольную работу, содержащую задачи по темам курса:

* расчет разветвленных линейных электрических цепей при питании их от источника постоянного тока,
* расчёт неразветвлённой цепи переменного тока;
* расчёт трёхфазной цепи при соединении обмоток генератора «звездой»;
* расчёт однофазного трансформатора;
* расчёт асинхронного двигателя;
* ответить на теоретические вопросы.

Контрольная работа должна содержать исчерпывающиe расчеты с необходимыми пояснениями; схемы, графики и диаграммы, выполненные на миллиметровой бумаге. Примерный объем контрольной работы - 12 ... 15 стр.

Оформленная контрольная работа представляется на рецензию и при получении положительной рецензии студент выполняет защиту контрольной работы.

По материалам лабораторных занятий студент оформляет отчет, который включает в себя обработку полученных экспериментальных данных, необходимые аналитические расчеты и графические построения. После оформления отчета проводится зачет по лабораторным работам.

Рекомендуется следующий порядок изучения дисциплины:

1. Прочесть раздел учебника.

2. Освоить методику математического описания процессов, составления и выводов уравнений, построения векторных диаграмм.

3. Составить конспект по каждому разделу рабочей программы.

4. Ответить на вопросы самопроверки.

5. Проанализировать решение задач, приведенных в учебниках, и самостоятельно решить несколько задач по каждой теме.

6. Выполнить контрольную работу, предварительно изучив методические указания к решению задач данной темы.

**Варианты** схемы выбираются по **последней цифре** учебного шифра; **параметры цепи** – по **предпоследней цифре** учебного шифра.

По завершении выполнения предусмотренных контрольных и лабораторных работ и получения по ним зачетов студенты сдают экзамен.

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ**

**Задача 1**

**Расчёт разветвлённой электрической цепи постоянного тока с одним источником энергии**

Для данной электрической цепи определить:

* токи в ветвях;
* мощность, развиваемую источником и мощность потребителей.
* проверить выполнение баланса мощностей.

Значения параметров цепи приведены в таблице 1.

**Методические указания к задаче 1**

Данная схема с одним источником ЭДС рассчитывается методом эквивалентных преобразований. Последовательно и параллельно включённые сопротивления заменяют эквивалентным ***RЭ ,*** рассчитанным по следующим формулам:

а) при последовательном соединении сопротивлений ***R1 и R2***:

***RЭ = R1 + R2;***

б) при параллельном соединении сопротивлений R1 и R2:

или

В результате преобразований вся сложная электрическая цепь заменяется одним эквивалентным сопротивлением ***RЭ.***

Затем рассчитываются токи. Сначала выбирают положительные направления токов в ветвях. Стрелка внутри источника ЭДС показывает положительный полюс источника.

Ток через источник определяется по формуле:

Токи в ветвях определяются по законам Ома и Кирхгофа.

Правильность решения проверяется составлением баланса мощностей источника и приёмников: **мощность, отдаваемая источником энергии равна сумме мощностей, потребляемых приёмниками:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры цепи | Предпоследняя цифра учебного шифра | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Е, В | 60 | 110 | 120 | 70 | 80 | 130 | 140 | 150 | 90 | 100 |
| R1, Ом | 9 | 7 | 7 | 13 | 9 | 16 | 12 | 17 | 13 | 12 |
| R2, Ом | 8 | 8 | 6 | 10 | 8 | 9 | 11 | 6 | 14 | 18 |
| R3, Ом | 7 | 12 | 14 | 10 | 14 | 13 | 10 | 7 | 16 | 8 |
| R4, Ом | 15 | 14 | 9 | 11 | 13 | 14 | 6 | 18 | 8 | 6 |
| R5, Ом | 14 | 13 | 15 | 15 | 12 | 11 | 16 | 7 | 10 | 14 |
| R6, Ом | 13 | 8 | 10 | 7 | 11 | 7 | 15 | 16 | 15 | 10 |

Пример решения приведён в приложении.

Таблица 1

**Задача 2**

**Расчёт неразветвлённой цепи переменного тока**

Для данной неразветвлённой цепи переменного тока, содержащей индуктивность, ёмкость и активное сопротивление необходимо:

1. рассчитать ток в цепи,
2. построить векторную диаграмму напряжений,
3. определить активную, реактивную и полную мощности источника и приёмников,
4. составить и оценить баланс мощностей,
5. рассчитать коэффициент мощности,
6. построить треугольники сопротивлений и мощностей,
7. определить характер нагрузки.

Рис.

**Е**

**R2**

**R3**

**R4**

**R1**

**R5**

**R6**

**R1**

**R2**

**R3**

**R5**

**R4**

**R6**

**Е**

**R1**

**R2**

**R4**

**R5**

**R6**

**R3**

**Е**

**R1**

**R2**

**R3**

**R4**

**R5**

**R6**

**Е**

**R2**

**R3**

**R1**

**R6**

**R4**

**R5**

**Е**

**Е**

**R1**

**R2**

**R3**

**R5**

**R6**

**R1**

**R2**

**R3**

**R4**

**R5**

**R6**

**Е**

**R1**

**R4**

**R2**

**R3**

**R5**

**R6**

**Е**

**R1**

**R2**

**R3**

**R4**

**R6**

**R5**

**Е**

**Е**

**R1**

**R3**

**R5**

**R4**

**R6**

**R2**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

**8**

**9**

**0**

**R1**

**XC**

**U**

**R2**

**R2**

**XL**

**XC**

**U**

**R1**

**U**

**R1**

**XС1**

**XL**

**XС2**

**R1**

**XC2**

**U**

**XC1**

**XL1**

**R1**

**XС**

**U**

**XL2**

**U**

**XL1**

**XС1**

**R1**

**XL1**

**U**

**R1**

**XL2**

**R2**

**XL**

**R1**

**U**

**XL1**

**R2**

**U**

**R1**

**XL2**

**R1**

**XС1**

**XL**

**XС2**

**R2**

**U**

1

2

4

3

5

6

7

8

9

0

Рис.

**R**

**XL**

**XC**

**U**

**Методические указания к задаче 2**

Особенностью цепи переменного тока является наличие реактивной нагрузки. Реактивными элементами являются емкость и индуктивность.

При расчёте следует руководствоваться тем, что электрическое сопротивление также имеет реактивный характер.

Основные расчётные формулы:

 - емкостное реактивное сопротивление.

 - индуктивное реактивное сопротивление.

- полное сопротивление цепи.

 - ток в цепи.

 - напряжение на активном сопротивлении;

 - напряжение на индуктивности;

 - напряжение на ёмкости;

 - полное напряжение цепи;

 - активная мощность;

 - реактивная мощность индуктивности;

 - реактивная мощность ёмкости;

 - полная мощность цепи.

По результатам расчета строится векторная диаграмма напряжения, причем следует учитывать, что напряжение на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, напряжение на индуктивности опережает ток на угол ***π/2***, а напряжение на емкости отстаёт от тока на угол ***π/2*** (рис.1).

**I**

**I**

**I**

**Ua**

**UL**

**Uc**

Рис.

Для построения треугольников сопротивлений и мощностей следует вычислить:

*X=XL - XC* – реактивное сопротивление

*Q=QL - QC* – реактивная мощность

Треугольники имеют вид (рис 2):

*QL - QC*

*P*

*S*

*Z*

*XL - XC*

*R*

*φφ*

*φφ*

*φφ*

* при индуктивном характере нагрузки
* при емкостном характере нагрузки

*R*

*XL - XC*

*Z*

*φφ*

*φφ*

*P*

*QL - QC*

*S*

Рис.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры цепи | вариант | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Дополнительный параметр | Р = 24 Вт | U = 30 В | I = 5А | UL = 20 В | Р = 200 В | S = 360 ВА | Q = 75 ВАР | I = 4А | U = 50 В | U = 60 В |
| R1, Ом | 4 | 5 | 10 | 2 | 6 | 4 | 4 | 3 | 3 | 6 |
| R2, Ом | 12 | - | 6 | 1 | 2 | 4 | - | - | - | - |
| ХL1, Ом | 12 | 14 | - | 4 | 10 | 3 | 8 | - | 2 | 2 |
| ХL2, Ом | - | - | - | - | - | 3 | 4 | - | - | 6 |
| ХC1, Ом | 4 | 6 | 12 | - | 1 | - | 9 | 2 | 6 | - |
| ХC2, Ом | - | 8 | - | - | 3 | - | - | 2 | - | - |

**Таблица 2**

**Задача 3**

**Расчёт трёхфазной цепи**

К трёхфазному источнику подключена цепь (рис. ). Значения линейного напряжения, активных, индуктивных и емкостных сопротивлений приведены в таблице .

Требуется :

1. определить фазные и линейные токи для заданной схемы, а также ток в нейтральном проводе;
2. определить активную и реактивную мощности, потребляемые цепью;
3. построить векторную диаграмму напряжений и токов.

**Методические указания к задаче 3**

Трехфазная система токов – это система, состоящая их трех электрических цепей переменного тока одной частоты, ЭДС которых имеют разные начальные фазы. При соединении обмоток генератора и приемника звездой получается четырехпроводная система.

**ZA**

**ZB**

**ZC**

**eB**

**eC**

**eA**

**UЛ=UAB**

**UФ=UA**

**IA**

**IB**

**IC**

**IO**

В четырехпроводной системе токов приняты следующие обозначения:

***ZА; ZВ; ZC*** – фазные нагрузки (***ZФ***);

***UА; UВ; UС*** – фазные напряжения (***UФ***);

***UАВ; UВС; UСА*** – линейные напряжения ***(Uл***);

I***А; IВ; IC*** – линейные токи;

***I0*** – ток в нейтральном проводе.

Эти величины связаны между собой следующими соотношениями:

*Uл = * *; IЛ = IФ* ,

Если ***ZА ≠ ZВ ≠ ZС***, то нагрузка называется несимметричной и фазные токи определяются:  ;  ; 

Ток в нейтральном проводе определяется как векторная сумма токов:

**

Мощности в фазах находятся:

Активная мощность: 







Реактивная мощность: 







Полная мощность: 

Для определения мощностей и построения векторной диаграммы следует определить углы сдвига фаз : 

,; ,;

,;

При несимметричной нагрузке векторная диаграмма имеет вид:

**φC**

**φВ**

**φА**

**IВ**

**IО**

**IА**

**UC**

**UВ**

**UА**

**IС**

Для построения векторов тока следует учитывать характер фазной нагрузки:

* при активной нагрузке вектора токов и напряжений совпадают;
* при индуктивной нагрузке вектор тока отстает по фазе от вектора напряжения;
* при емкостной нагрузке вектор тока опережает по фазе вектор напряжения.

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**1**

**3**

**5**

**6**

**4**

**2**

**6**

**0**

**7**

**9**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

**А**

**В**

**С**

**0**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **RA, Ом** | **RВ, Ом** | **RС , Ом** | **XA, Ом** | **XВ** | **XС, Ом** | **UЛ,В** |
| **1** | 8 | 24 | 15 | 4 | 15 | 15 | 220 |
| **2** | 4 | 3 | 16 | 32 | 16 | 16 | 380 |
| **3** | 16 | 64 | 32 | 8 | 32 | 32 | 660 |
| **4** | 64 | 8 | 4 | 20 | 4 | 4 | 220 |
| **5** | 15 | 32 | 64 | 48 | 64 | 64 | 380 |
| **6** | 32 | 20 | 12 | 10 | 12 | 24 | 380 |
| **7** | 11 | 6 | 3 | 20 | 11 | 3 | 660 |
| **8** | 16 | 3 | 24 | 11 | 16 | 64 | 220 |
| **9** | 40 | 12 | 6 | 20 | 40 | 8 | 380 |
| **0** | 60 | 48 | 15 | 20 | 60 | 32 | 660 |

**Таблица 3**

**Задача 4**

**Расчёт однофазного трансформатора**

Для заданных параметров трансформатора (табл. ) необходимо:

* начертить схему трансформатора;
* определить номинальный ток первичной обмотки трансформатора;
* определить номинальный ток вторичной обмотки трансформатора;
* определить коэффициент трансформации;
* определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке и

cos φ2 = 0,8 (φ2 >0)

**Методические указания**

В таблице заданы номинальные значения высшего (первичного ) и низшего (вторичного) напряжений U1Н, U2Н, мощности SН, мощности потерь холостого хода РО, мощности потерь короткого замыкания РК.

(Данные группы А выбираются по предпоследней цифре шифра студента, а группы Б – по последней цифре шифра студента).

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **А** | | **Б** | | |
| **U1Н, В** | **U2Н, В** | **SН, кВА** | **РО, кВт** | **РК, кВТ** |
| 1 | 35 | 0,4 | 100 | 0,43 | 2,1 |
| 2 | 6 | 0,23 | 160 | 0,61 | 2,8 |
| 3 | 6 | 0,23 | 10 | 0,105 | 0,335 |
| 4 | 10 | 0,4 | 16 | 0,22 | 0,6 |
| 5 | 35 | 0,23 | 400 | 1,35 | 4,9 |
| 6 | 6 | 0,4 | 630 | 2,4 | 8,6 |
| 7 | 35 | 0,23 | 25 | 0,24 | 0,85 |
| 8 | 6 | 0,4 | 40 | 0,25 | 0,88 |
| 0 | 35 | 0,4 | 100 | 0,43 | 2,1 |

**~**

U1

U2

I2

I1

ZН

*W*2

*W*1

*I1, U*1, *W*1 – параметры первичной обмотки

(ток, напряжение, число витков).

*I2, U2 , W2* – параметры вторичной обмотки

(ток, напряжение, число витков).

*ZН* – сопротивление нагрузки.

Определяем токи в обмотках:

; 

Определяем коэффициент трансформации:



Определяем КПД трансформатора при номинальной нагрузке и cos φ2 = 0,8:



**Задание 4**

Данное задание состоит из письменных ответов на вопросы тем 1.4, 1.7, 1.8, 1.9, 2.1, 2.2, 2.3 рабочей программы.

Вопросы выбираются из таблицы по последней цифре учебного шифра. Например, первому варианту соответствуют вопросы 01, 11, 21, 31 и т.д.

|  |  |
| --- | --- |
| № | Вопросы |
| 00 | Дайте определение основной, допустимой и приведенной погрешностями прибора и укажите правила определения цены деления  электроизмерительных приборов. |
| 01 | Укажите классификацию электроизмерительных приборов и их  условные обозначения на схемах. |
| 02 | Опишите принцип действия и конструкцию приборов магнитоэлектрической системы. |
| 03 | Опишите принцип действия и конструкцию приборов  электромагнитной системы. |
| 04 | Опишите принцип действия и конструкцию приборов электродинамической системы. |
| 05 | Опишите метод измерения тока и способы расширения предела  измерения амперметров. |
| 06 | Опишите метод измерения напряжения и способы расширения предела измерения вольтметров. |
| 07 | Опишите метод измерения мощности при помощи ваттметра электродинамической системы. |
| 08 | Опишите метод измерения электрической энергии при помощи однофазного счётчика. |
| 09 | Опишите методы измерения электрического сопротивления. |
| 10 | Начертите схему и опишите принцип работы генератора постоянного  тока с независимым возбуждением. |
| 11 | Опишите принцип действия и устройство однофазного трансформатора. |
| 12 | Опишите режимы работы трансформатора: холостой ход, рабочий, короткого замыкания и их использование для определения потерь  энергии трансформатора |
| 13 | Начертите схему и опишите принцип работы трехфазного асинхронного двигателя. |
| 14 | Опишите конструкцию трехфазного асинхронного двигателя. |
| 15 | Опишите способы пуска в ход трехфазного асинхронного двигателя. |
| 16 | Опишите способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных электродвигателей. |
| 17 | Опишите устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока. |
| 18 | Начертите схему и опишите принцип работы электродвигателя  Постоянного тока с параллельным возбуждением. |
| 19 | Опишите способы пуска в вход и регулирования частоты вращения электродвигателей постоянного тока |
| 20 | Начертите и опишите схему управления трехфазного асинхронного двигателя при помощи магнитного пускателя. |
| 21 | Дайте определение и опишите конструкцию параметрических преобразователей; поясните принцип действия и укажите их назначение. |
| 22 | Дайте определение и опишите конструкцию генераторных преобразователей; поясните принцип действия и укажите их назначение |
| 23 | Опишите устройство и принцип действия магнитного пускателя. |
| 24 | Начертите и опишите схему управления трехфазного асинхронного двигателя при помощи реверсивного магнитного пускателя. |
| 25 | Опишите устройство и принцип действия электромагнитного реле. |
| 26 | Начертите и опишите схему управления двухскоростного трехфазного асинхронного двигателя. |
| 27 | Дайте определение и опишите конструкцию пусковой аппаратуры электропривода. |
| 28 | Дайте определение и опишите конструкцию защитной аппаратуры электропривода. |
| 29 | Дайте определение режимам работы электродвигателей (длительный с постоянной и переменной нагрузкой, кратковременный, повторно-кратковременный). |
| 30 | Объясните образование и принцип действия электронно-дырочного  *(р-п)* перехода полупроводников. |
| 31 | Объясните устройство полупроводниковых диодов и принцип выпрямления ими переменного тока. |
| 32 | Объясните электрофизические свойства полупроводников. Электропроводность полупроводников и влияние примесей на их проводимость. |
| 33 | Объясните устройство биполярных транзисторов, назначение электродов, принцип работы и применение. |
| 34 | Начертите схему и объясните усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. |
| 35 | Объясните устройство полевых транзисторов, назначение электродов, принцип работы и применение. |
| 36 | Объясните устройство и принцип действия полупроводникового прибора с 4-х - слойной структурой – тиристора . |
| 37 | Опишите устройство и принцип действия фотоэлементов с внешним фотоэффектом; укажите область их применения. |
| 38 | Опишите устройство и принцип действия фотоэлементов с внутренним фотоэффектом; укажите область их применения. |
| 39 | Начертите и поясните входные и выходные характеристики транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Укажите, какие параметры можно определить по этим характеристикам. |
| 40 | Начертите структурную схему выпрямителя переменного тока и поясните назначение её составных частей. Приведите основные параметры выпрямителей. |
| 41 | Начертите схему управляемого выпрямителя на тиристорах и объясните принцип её работы. |
| 42 | Начертите схему одно выпрямителя на полупроводниковых диодах и поясните их работу графиками выпрямленного напряжения. |
| 43 | Начертите схему двухполупериодного выпрямителя на полупроводниковых диодах и поясните их работу графиками выпрямленного напряжения. |
| 44 | Объясните назначение и принцип действия сглаживающих фильтров. |
| 45 | Опишите назначение, классификацию и параметры электронных усилителей. |
| 46 | Начертите схему усилительного каскада на биполярном транзисторе и опишите назначение элементов. |
| 47 | Начертите схему генератора пилообразного напряжения. Объясните назначение элементов схемы, принцип работы и применение. |
| 48 | Начертите схему генератора синусоидальных колебаний. Объясните назначение элементов схемы, принцип работы и применен |
| 49 | Дайте краткую характеристику интегральным микросхемам: твердым, плёночным, гибридным, совмещенным. |

**Пример 1.**

Для схемы, приведённой на рис. ,а, определить токи и напряжения на потребителях. Величины сопротивлений резисторов составляют R1=5 Ом, R2 = 15 Ом, R3=10 Ом, R4=10 Ом, R5= 4 Ом. Э.д.с. источника равна 100 В.

**R3 Ι2**

**R1**

**R4**

**R5**

**Ι1**

**Ι3**

**Ι4**

**Ι5**

**Е**

***А***

***А***

***С***

***В***

***Решение.***

Задача относится к теме «Электрические цепи постоянного тока».

После усвоения условия задачи проводим поэтапное решение.

**1.** Обозначим стрелкой направление тока в каждом резисторе; индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит. Обозначим узлы ***А; В; С*.**

**2.** Составим уравнения для токов и напряжений:

***А****: I1 = I2 + I3 + I4 Е = U1 + UAC*

***B:*** *I2 + I3 = I5 UAC = U4 = UAB + UBC*

***C:*** *I4 + I5 = I UAB = U2 = U3*

*I = I1 UBC = U5*

**3.** Определим эквивалентное сопротивление участка ***АВ:***

 т. к. соединение последовательное.

Схема имеет вид ***а)***.

Определяем эквивалентное сопротивление участка ***АС:***

*RАС = R4 ║ R235; R23,5 = R23 + R5,*  т.к. соединение последовательное.

**R1**

а)

**R23**

**-**

**R1**

**R4**

**R5**

**U**

***А***

***С***

**+**

б)

**R235**

**-**

**R4**

**U**

***А***

***С***

**+**

*R23,5 = 6+4 = 10 Ом*

Схема имеет вид ***б).***

*RАС = R 235,4* =  Ом.

Схема имеет вид ***в).***

в)

**R2345**

**-**

**R1**

**U**

**+**

*г)*

**Rэкв**

**-**

**U**

**+**

Определяем сопротивление **Rэкв**.:

*Rэкв = R1,2345 = R1 + R2345,* т.к. соединение последовательное.

*Rэкв. = 5 + 5 = 10 Ом.*

Преобразованная схема имеет вид ***г).***

**4.** Так как по условию задана э.д.с., то находим силу тока *I*:

= 10А

Этот же ток протекает по резистору *R:*

*I = I1 = 10А*

**5.** Определяем напряжение на резисторе ***R1***:

*U1 = I1 ∙ R1 = 10 ∙ 5 = 50 В.*

**6.** Из уравнения *Е = U1 + UAC* находим

*UАС =Е – U1 = 100 – 50 = 50 В.*

Так как *UAC = U4,* то *U4 =50В.*

Определяем ток в резисторе *R4:*



**7.** Используя уравнение токов для узла *С*, определяем ***I5***:

*I5 = I – I4 = 10 - 5 = 5 А*;

Находим напряжение на ***R5:***

*U5 = I5 R5 = 5 ∙ 4 = 20 В.*

**8.** Учитывая, что*UBC = U5,* из уравнения *UAC = UAB + UBC* определим

*UAB = UAC - U5 = U4 - U5 = 50 – 20 = 30В,*  но *UAB = U2 = U3,* следовательно

*U2 = U3 = 30В.*

Определим токи в резисторах ***R2*** и  ***R3:***

 

1. Правильность решения задачи проверяется составлением баланса мощностей

источника и потребителей: сумма мощностей, отдаваемых источником

энергии, должна равняться сумме мощностей, потребляемых приёмниками:

**∑Рист = ∑Рпотр**

Составим баланс мощностей

*∑Рист = Е∙I = 100∙10 = 1000 Вт*

*∑Рпотр = I12∙R1+ I22∙R2+ I32∙R3+ I42∙R4+ I52∙R5=*

*=102∙5+22∙15+32∙10+52∙10+52∙4=1000 Вт*

*1000 Вт=1000 ,Вт*

**Пример 2**

Для данной неразветвлённой цепи переменного тока, содержащей индуктивность, ёмкость и активное сопротивление, рассчитать ток в цепи, активную, реактивную и полную мощности. Построить векторную диаграмму напряжений, треугольники сопротивлений и мощностей. Определить характер нагрузки.

Параметры цепи: частота *f = 50 Гц ; U = 240 В;*

*R1 = 5 Ом; R2 = 4 Ом; R3 = 6 Ом; R4 = 6 Ом;*

*XL1 = 10 Ом ; XL2 = 15 Ом ; XС1 = 6 Ом ; XС2 = 3 Ом ;*

**~U**

**R1**

**R2**

**R3**

**R4**

**XL1**

**XL2**

**XC1**

**XC2**

**I**

**Решение**

**1***.* Определим полное сопротивление цепи:

; где



;









**2.** Определим ток в цепи по закону Ома:



**3.** Определим коэффициент мощности цепи. Во избежание потери знака угла (косинус – функция чётная), определяем ***sin φ***:



*φ = arcsin 0.8 = 53º13´*

**4.** Определяем напряжение на элементах цепи:

*Ua1 = I∙R1 = 12∙5 = 60 B*

*Ua2 = I∙R2 = 12∙4 = 48 B*

*Ua3 = Ua4= I∙R34 = 12∙3 = 36 B*

*UL1 = I∙XL1 = 12∙10 = 120 B*

*UL2 = I∙XL2 = 12∙15 = 180 B*

*UС1 = I∙XС1 = 12∙6 = 72 B*

*UС2 = I∙XС2 = 12∙3 = 36 B*

**5.** Определяем активную мощность **:**

*P = I∙U∙cos φ = 12∙240∙0,6 =1728 Bт,* или

*P = I 2 (R1+R2+R34 ) = 122∙12 = 1728 Bт.*

**6.** Определяем реактивную мощность:

*Q = I∙ U ∙ sin φ = 12 ∙ 240 ∙ 0,8 = 2304 BАp,*

*Q = I2∙ ( XL-XC )= 122 ∙16 = 2304 BАp*

**7.** Определяем полную мощность:

*S = I ∙ U = 12 ∙ 240 = 2880 BA,* или

*S = I2∙Z = 122∙20 = 2880 BA,* или

.

**8.** Для построения векторной диаграммы выбираем масштаб:

по току – 1 см = 1 А,

по напряжению – 1 см = 30В.

Построение начинаем с вектора тока, который откладываем по горизонтали в масштабе .

Вдоль вектора тока откладываем векторы падений напряжения на активных сопротивлениях  ***Ua1 ; Ua2; Ua34.***

; ; .

Из конца вектора ***Ua34***  откладываем в сторону опережения вектора тока на 90º (вверх) векторы падения напряжения ***UL1, UL2:***

; .

Из конца вектора ***UL2*** откладываем в сторону отставания от вектора тока на 90º (вниз) векторы падения напряжения на конденсаторах ***UС1 ; UС2:***

; .

Полное напряжение цепи определяем как геометрическую сумму всех векторов.

UL1

Ua1

Ua2

Ua34

I

UL-UC

U

UL2

UC1

UC2

φ

M

N



1. Строим треугольники сопротивлений и мощностей:

Z

S

XL - XC

QL - QC

φ

φ

R

P

Так как угол ***φ >0***, то нагрузка носит индуктивный характер.

### Пример4

В трёхфазную четырёхпроводную сеть включена звездой несимметричная нагрузка :в фазу А – катушка индуктивности с активным сопротивлением RА =8 Ом и индуктивным XА =6 Ом, в фазу В – активное сопротивление RВ=10 Ом; в фазу С – ёмкостное сопротивление XС= 5 Ом. Линейное напряжение цепи Uном  =380 В.

1. Определить:

* фазные токи;
* активную, реактивную и полную мощности цепи.

2. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

3. По векторной диаграмме определить ток в нулевом проводе.

4. Проанализировать полученные результаты и дать заключение о том, как изменится векторная диаграмма при обрыве провода фазы ***А***.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **В**  **С**  **0**  **RА**  **XА**  **RВ**  **XС** | RА =8 Ом;  XА =6 Ом;  RВ=10 Ом;  XС= 5 Ом;  Uном  =380 В. |

1. Определяем фазные напряжения цепи:



1. Определяем фазные нагрузки:



 

**3.** Определяем фазные токи:

   

**4.** Определяем углы сдвига фаз между токами и напряжениями в каждой фазе:  

 

 

1. Для построения векторной диаграммы выбираем масштабы

по току : 1 см – 10 А, по напряжению: 1см – 100 В.

Построение векторной диаграммы начинаем с векторов фазных напряжений ***UА , UВ , UС ,***  располагая их под углом ***120°*** друг относительно друга. Ток ***IА*** отстаёт от фазного напряжения на угол ***φА=36°50'.*** Ток ***IС*** опережает напряжение ***UС*** на угол ***90°,*** а а ток  ***IВ*** совпадает с напряжением ***UВ***  по фазе. Ток ***IО*** в нулевом проводе равен геометрической сумме всех фазных токов. Измеряя длину вектора тока ***IО*** , которая оказалась равной ***6,5 см ,*** находим ток ***IО =6,5·10=65 А.***  Векторы линейных напряжений на диаграмме не показаны.

0

10 20 30 40 50 60 А

100 200 300 400 500 600 В

**IО**

**UА**

**UС**

**UВ**

**IА**

**IС**

**IВ**

**IС**

**IА**

**φА**

**φС**

6. Анализ векторной диаграммы.

При обрыве провода фазы ***А*** ток ***IА*** будет равен нулю, следовательно изменится ток ***I0*** и векторная диаграмма примет вид:

**IО**

0

10

20

30

40

50

60

70А

100

200

300 В

**UА**

**UС**

**UВ**

**IС**

**IВ**

**φС**

Измеряя длину вектора тока ***IО*** , которая оказалась равной ***6 см ,*** находим ток ***IО =6·10=60 А.***