

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

Электротехника и электроника

*Методические указания по изучению дисциплины и контрольные задания
для студентов-заочников профессиональных образовательных
учреждений по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и
обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по
отраслям)*

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Нижнетагильский строительный колледж»

Разработчик: Сунцова Т.С., преподаватель первой квалификационной категории ГАПОУ СО «Нижнетагильский строительный колледж»

РАССМОТРЕНА

Предметно-цикловой комиссией

Протокол № ____ от _____

Председатель ЦК

СОГЛАСОВАНО

Методическим советом

Протокол № ____ от _____

Содержание

Пояснительная записка	4
Методические указания по изучению дисциплины.....	6
1. Электротехника.....	6
2. Электроника.....	24
Требования к оформлению контрольной работы.....	28
Номера вопросов контрольной работы по вариантам.....	29
Вопросы контрольной работы.....	30
Перечень вопросов к экзамену.....	34
Информационные источники.....	36

Пояснительная записка

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» и предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» для всех форм обучения.

Учебная дисциплина «Электротехника и электроника» является общепрофессиональной, устанавливающей базовые знания для освоения специальных дисциплин и принадлежит к циклу общепрофессиональных дисциплин.

Дисциплина «Электротехника и электроника» предусматривает изучение цепей постоянного и переменного тока, применения явлений магнетизма, электромагнитной индукции, принципа действия, устройства и виды трансформаторов, машин постоянного и переменного токов, полупроводниковых и электронных приборов, их применение, а отдельная тема посвящена вопросам, связанным с передачей и распределением электрической энергии.

Базовыми знаниями для изучения дисциплины «Электротехника и электроника» являются знания, полученные при изучении раздела физики «Электродинамика».

«Электротехника и электроника» связана с разделами междисциплинарного курса «Электрические машины и аппараты», где изучаются трансформаторы, двигатели, генераторы, аппараты коммутации, защиты и управления электрическими цепями.

В результате изучения дисциплины приобретаются знания основ электротехники, устройств и принципа действия электрических машин, приборов и аппаратов.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать

- методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей;
- компоненты автомобильных электронных устройств;
- методы электрических измерений;
- устройство и принцип действия электрических машин;

уметь

- пользоваться измерительными приборами;
- производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем.

Основная форма изучения дисциплины – самостоятельная работа обучающихся над рекомендуемой учебной литературой. Кроме учебников желательно использовать периодическую печать – газеты, технические и научные журналы; электронные ресурсы.

Учебный материал необходимо изучать в последовательности, предложенной данными указаниями. В процессе изучения учебного материала следует обязательно вести конспект, в котором кратко записывать основное содержание темы, делать соответствующие зарисовки, записывать определения, формулировки и т.п.

Лучшему усвоению изучаемого теоретического материала способствуют лабораторные и практические работы, выполнение которых во время сессии обязательно.

Методические указания по изучению дисциплины

1. Электротехника

1.1 Электрическое поле

Для того чтобы создать электрическое поле, необходимо создать электрический заряд. Свойства пространства вокруг зарядов (заряженных тел) отличаются от свойств пространства, в котором нет зарядов. При этом свойства пространства при внесении в него электрического заряда изменяются не мгновенно: изменение начинается у заряда и с определенной скоростью распространяется от одной точки пространства к другой.

В пространстве, содержащем заряд, проявляются механические силы, действующие на другие заряды, внесенные в это пространство. Эти силы есть результат не непосредственного действия одного заряда на другой, а действия через качественно изменившуюся среду.

Пространство, окружающее электрические заряды, в котором проявляются силы, действующие на внесенные в него электрические заряды, называется **электрическим полем**.

Основные характеристики электрического поля: потенциал, напряжение и напряженность. Дайте понятия этих терминов, запомните их условное обозначение и единицы измерения. Рассмотрите, как принято изображать электрическое поле.

Вопросы для самоконтроля.

1. От чего зависит направление силовых линий электрического поля?
2. Чему равен потенциал электрического поля?
3. Дайте определение напряженности электрического поля.
4. В чем заключается принцип суперпозиции электрических полей?
5. Какое поле называется электростатическим полем?

1.2 Электрические цепи постоянного тока

В электротехнике рассматривается устройство и принцип действия основных электротехнических устройств, используемых в быту и

промышленности. Чтобы электротехническое устройство работало, должна быть создана электрическая цепь, задача которой передать электрическую энергию этому устройству и обеспечить ему требуемый режим работы.

Электрической цепью называется совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электрическом токе, ЭДС (электродвижущая сила) и электрическом напряжении.

Изучите основные элементы и параметры цепей постоянного тока.

Одним из основных законов электротехники является закон Ома. Обычно различают закон Ома для участка электрической цепи (проводника) и закон Ома для замкнутой неразветвленной электрической цепи. Закон Ома для участка электрической цепи (проводника), не содержащего источников тока, устанавливает связь между силой тока в проводнике и разностью потенциалов (напряжением) на его концах: сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна электрическому сопротивлению проводника. Для замкнутой неразветвленной электрической цепи закон Ома следующий: сила тока прямо пропорциональна электродвижущей силе (эдс) и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

Электрический ток совершает определенную работу. При подключении электродвигателей электроток заставляет работать всевозможное оборудование, двигает по рельсам поезда, освещает улицы, обогревает жилище, а также производит химическое воздействие, т. е. позволяет выполнять электролиз и т. д. Можно сказать, что работа тока на определенном участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. Работа измеряется в джоулях, напряжение — в вольтах, сила тока — амперах, время — в секундах. В связи с этим $1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \times 1 \text{ А} \times 1 \text{ с}$.

Мощность электрического тока равна отношению работы тока к времени, в течение которого она совершалась. Мощность обозначается буквой «Р» и выражается в ваттах (Вт). На практике используют киловатты, мегаватты,

гектоватты и пр. Для того чтобы измерить мощность цепи, нужно взять ваттметр. Электротехники работу тока выражают в киловатт-часах (кВтч).

Возможно последовательное, параллельное и смешанное соединение приёмников энергии.

Ветвью электрической цепи называется участок, состоящий из последовательно включенных источников ЭДС и приемником с одним и тем же током. **Узлом** называется место или точка соединения трех и более ветвей.

Контур - замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям, при этом каждый узел в рассматриваемом контуре встречается не более одного раза

Режим цепи произвольной конфигурации определяется первым и вторым законами Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа применяется к узлам и формулируется следующим образом: алгебраическая сумма токов в узле равна нулю. Знаки определяются в зависимости от того, направлен ток к узлу или от него (в любом случае произвольно).

$$\sum I = 0$$

Второй закон Кирхгофа применяется к контурам: в любом контуре сумма напряжений на всех элементах и участках цепи, входящих в этот контур, равна нулю. Направление обхода каждого контура можно выбирать произвольно. Знаки определяются в зависимости от совпадения напряжений с направлением обхода.

$$\sum U = 0$$

Вторая формулировка: в любом замкнутом контуре алгебраическая сумма напряжений на всех участках с сопротивлениями, входящих в этот контур, равно алгебраической сумме ЭДС.

$$\sum R \cdot I = \sum E$$

Вопросы для самоконтроля.

1. Назовите элементы, входящие в состав электрической цепи.
2. Сформулируйте закон Ома для участка цепи и полной цепи.
3. Охарактеризуйте режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание, номинальный.
4. Рассмотрите рисунки 1 и 2. Запишите первый закон Кирхгофа для представленной разветвленной электрической цепи.

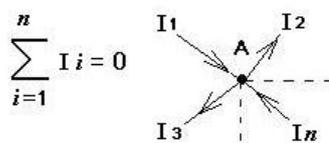


Рис.1

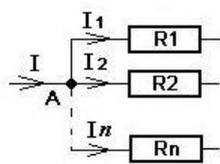


Рис.2

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^m U_i = \sum_{i=1}^m R_i I_i$$

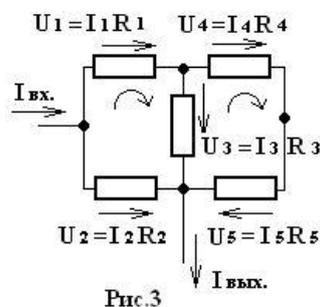


Рис.3

5. Рассмотрите рисунок 3. Запишите законы Кирхгофа для представленного замкнутого контура.

1.3 Электромагнетизм

Основной величиной, характеризующей интенсивность и направление магнитного поля, является вектор **магнитной индукции**, которая измеряется в Теслах [Тл]. Второй важной величиной, характеризующей магнитное поле, является **магнитный поток**, который измеряется в Веберах [Вб]. Изучите основные элементы и параметры магнитного поля.

Применяемые в электронной технике магнитные материалы подразделяют на две основные группы: магнитотвердые и магнитомягкие. В отдельную группу выделяют материалы специального назначения.

К магнитотвердым относят материалы с большой коэрцитивной силой. Они перемагничиваются лишь в очень сильных магнитных полях и служат для изготовления постоянных магнитов.

К магнитомягким относят материалы с малой коэрцитивной силой и высокой магнитной проницаемостью. Они обладают способностью намагничиваться до насыщения в слабых магнитных полях, характеризуются малыми потерями на перемагничивание. Магнитомягкие материалы используются в основном в качестве различных магнитопроводов: сердечников дросселей, трансформаторов, электромагнитов, магнитных систем электроизмерительных приборов и т. п.

Всякий электромагнит состоит из стального сердечника – магнитопровода и намотанной на него катушки с витками изолированной проволоки, по которой проходит электрический ток.

Совокупность нескольких участков: ферромагнитных (сталь) и неферромагнитных (воздух), по которым замыкаются линии магнитного потока, составляют магнитную цепь.

Взаимосвязь между магнитными и электрическими явлениями устанавливает ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ. М.Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции, $\mathcal{E}_{\text{инд}}$, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Эта формула носит название *закона Фарадея*.

Вопросы для самоконтроля.

1. За счет чего возникает магнитное поле в постоянном магните?
2. Как графически изображается магнитное поле?
3. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
4. Какие явления будут наблюдаться в контуре при уменьшении магнитного потока сквозь этот контур?

1.4 Электрические цепи однофазного переменного тока

Переменный ток (ЭДС, напряжение) может изменяться во времени как по периодическому, так и не по периодическому закону. В промышленности используется периодический ток (ЭДС, напряжение), изменяющийся по синусоидальному закону. Периодически изменяющаяся величина характеризуется периодом T [с] (интервал времени, по истечении которого значение данной величины повторяется). Число периодов в секунду характеризует частоту колебаний $f = 1/T$ [Гц].

Рассмотрите цепи с активным, индуктивным и емкостным элементами. Запишите формулу закона Ома для каждого случая. Изучите векторные диаграммы напряжений и токов.

Ознакомьтесь со схемами и примерами расчета неразветвленных и разветвленных цепей переменного тока.

Вопросы для самоконтроля.

1. Перечислите преимущества переменного тока.
2. Какими величинами характеризуется любая синусоидальная величина?
3. Что характеризует активная мощность?
4. По какой формуле можно определить емкостное сопротивление?
5. По какой формуле можно определить индуктивное сопротивление?
6. Что отражает индуктивное сопротивление?
7. Что называют векторной диаграммой?
8. Что называют средним значением переменного тока?
9. Что называют действующим значением переменного тока?
10. Какие значения переменного тока и напряжения показывают измерительные приборы?

1.5 Электрические цепи трехфазного переменного тока

Трехфазная система переменного тока представляет собой совокупность трех однофазных цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС

одинаковой частоты, сдвинутые по фазе относительно друг друга на $1/3$ периода T (120°).

Каждая из электрических цепей, входящих в состав трехфазной системы, называется фазой этой системы. Система считается симметричной, если ЭДС во всех трех фазах имеют одинаковую амплитуду и сдвинуты по фазе на одинаковый угол.

Трехфазная цепь состоит из трех основных элементов: трехфазного генератора, в котором механическая энергия преобразуется в электрическую с трехфазной системой ЭДС; линии передачи со всем необходимым оборудованием; приемников (потребителей), которые могут быть как трехфазными (например, трехфазные асинхронные двигатели), так и однофазными (например, лампы накаливания).

Трехфазный генератор представляет собой синхронную машину двух типов: турбогенератор и гидрогенератор. Модель трехфазного генератора схематически изображена на рисунке 4.

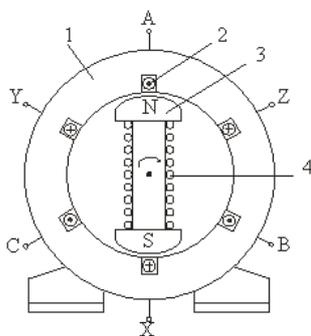


Рис. 4

На статоре 1 генератора размещается обмотка 2, состоящая из трех частей или, как их принято называть, фаз. Обмотки фаз располагаются на статоре таким образом, чтобы их магнитные оси были сдвинуты в пространстве относительно друг друга на угол $2\pi/3$, т.е. на 120° . На рис. 4 каждая фаза обмотки статора условно показана состоящей из одного витка. Начала фаз обозначены буквами A, B и C, а концы – X, Y, Z. Ротор 3 представляет собой электромагнит, возбуждаемый постоянным током обмотки возбуждения 4, расположенной на роторе.

Источником трехфазного переменного тока является обычно синхронный генератор. В зависимости от типа первичного двигателя различают турбогенераторы, гидрогенераторы, дизельгенераторы. Как правило, турбогенераторы строят на 3000 и 1500 об/мин, гидрогенераторы при больших мощностях — на 60—125 об/мин и при средних и малых — на 125—750 об/мин, т. е. они являются тихоходными. Активная мощность, потребляемая приемником от сети трехфазного тока, равна арифметической сумме активных мощностей отдельных фаз. В системах с электрически связанными фазами используют две схемы соединения источников и приемников: звездой и треугольником.

При соединении фаз обмотки генератора (или трансформатора) **звездой** их концы X , Y и Z соединяют в одну общую точку N , называемую нейтральной точкой (или нейтралью) (рис. 5). Концы фаз приемников (Z_a, Z_b, Z_c) также соединяют в одну точку n . Такое соединение называется соединением звезда.

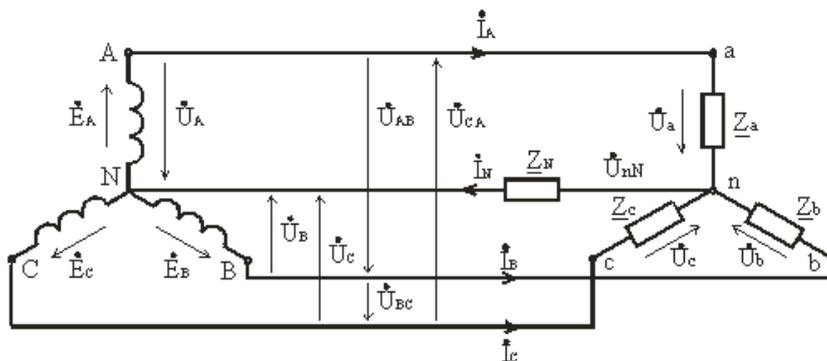


Рис. 5

Провода $A-a$, $B-b$ и $C-c$, соединяющие начала фаз генератора и приемника, называются линейными, провод $N-n$, соединяющий точку N генератора с точкой n приемника, — нейтральным.

Трехфазная цепь с нейтральным проводом будет четырехпроводной, без нейтрального провода — трехпроводной.

При соединении источника питания треугольником (рис. 6) конец X одной фазы соединяется с началом B второй фазы, конец Y второй фазы — с началом C третьей фазы, конец третьей фазы Z — с началом первой фазы A . Начала A , B и C фаз подключаются с помощью трех проводов к приемникам.

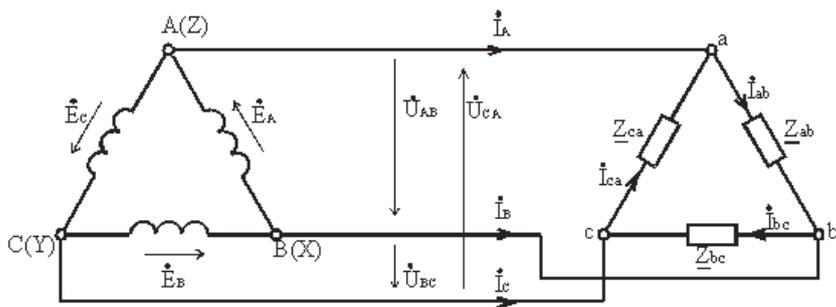


Рис. 6

Соединение фаз источника в замкнутый треугольник возможно при симметричной системе ЭДС, так как $\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0$. Если соединение обмоток треугольником выполнено неправильно, т.е. в одну точку соединены концы или начала двух фаз, то суммарная ЭДС в контуре треугольника отличается от нуля и по обмоткам протекает большой ток. Это аварийный режим для источников питания, и поэтому недопустим.

Напряжение между концом и началом фазы при соединении треугольником – это напряжение между линейными проводами. Поэтому при соединении треугольником линейное напряжение равно фазному напряжению: $U_L = U_\Phi$.

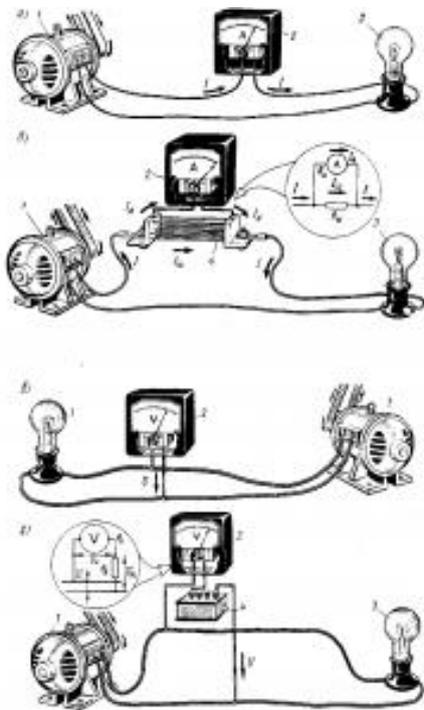
Вопросы для самоконтроля.

1. При каком условии генератор будет развивать наибольшую активную мощность?
2. Чему равен коэффициент мощности двигателя при холостом ходе?
3. К чему приводит низкий коэффициент мощности?
4. Как можно повысить коэффициент мощности?
5. Какие напряжения различают в трехфазных цепях?

1.6 Электрические измерения и электроизмерительные приборы

В современных условиях контроль за технологическими процессами, потреблением электрической энергии, режимом работы электрооборудования, измерением неэлектрических величин осуществляется с помощью электроизмерительных приборов. Эти приборы измеряют ток, напряжение, мощность, $\cos\varphi$, частоту, электрическую энергию и т.д.

Для измерения тока в цепи амперметр 2 (рис. 7, а) или миллиамперметр включают в электрическую цепь последовательно с приемником 3 электрической энергии. Для того чтобы включение амперметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, амперметры выполняют с малым внутренним сопротивлением. Поэтому практически сопротивление его можно считать равным нулю и пренебрегать вызываемым им падением напряжения. Амперметр можно включать в цепь только последовательно с нагрузкой.



Для измерения напряжения U , действующего между какими-либо двумя точками электрической цепи, вольтметр 2 (рис. 7, в) присоединяют к этим точкам, т. е. параллельно источнику 1 электрической энергии или приемнику 3.

Рис. 7. Схемы для измерения тока (а, б) и напряжения (в, г)

Для того чтобы включение вольтметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, вольтметры выполняют с большим сопротивлением. Поэтому практически можно пренебрегать проходящим по вольтметру током.

Основными методами измерения сопротивления постоянному току являются: косвенный метод; метод непосредственной оценки и мостовой метод. Выбор метода измерений зависит от ожидаемого значения измеряемого сопротивления и требуемой точности.

Мостовой метод. Применяют две схемы измерения - схема одинарного моста и схема двойного моста. Соответствующие схемы измерения

представлены на рис. 8. Для измерения сопротивлений в диапазоне от 1 Ом до 1 МОм применяют одинарные мосты постоянного тока типа ММВ, Р333, МО-62 и др. Погрешность измерений данными мостами достигает 15% (мост ММВ). В одинарных мостах результат измерения учитывает сопротивление соединительных проводов между мостом и измеряемым сопротивлением. Поэтому сопротивления меньше 1 Ом такими мостами измерить нельзя из-за существенной погрешности. Исключение составляет мост Р333, с помощью которого можно производить измерение больших сопротивлений по двухзажимной схеме и малых сопротивлений (до 5 10 Ом) по четырехзажимной схеме. В последней почти исключается влияние сопротивления соединительных проводов, т. к. два из них входят в цепь гальванометра, а два других - в цепь сопротивления плеч моста, имеющих сравнительно большие сопротивления.

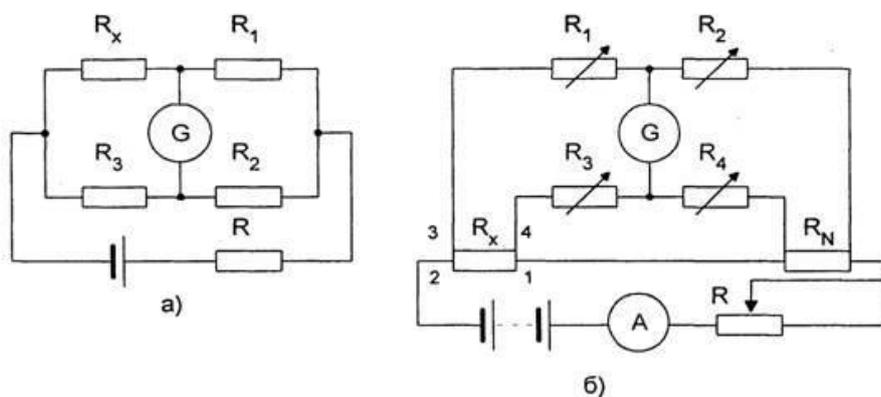


Рис. 8. Схемы измерительных мостов (а - одинарного моста; б - двойного моста).

Плечи одинарных мостов выполняют из магазинов сопротивлений, а в ряде случаев (например, мост ММВ) плечи R_2 , R_3 могут быть выполнены из калиброванной проволоки (реохорда), по которой перемещается движок, соединенный с гальванометром. Условие равновесия моста определяется выражением $R_x = R_3 \cdot (R_1/R_2)$. С помощью R_1 устанавливают отношение R_1/R_2 , обычно кратное 10, а с помощью R_3 уравнивают мост. В мостах с реохордом уравнивания достигается плавным изменением отношения R_3/R_2 при фиксированных значениях R_1 . В двойных мостах сопротивления

соединительных проводов при измерениях не учитываются, что представляет возможность измерять сопротивления до 10^{-6} Ом. На практике применяют одинарно-двойные мосты типа Р329, Р3009, МОД-61 и др. с диапазоном измерений от 10^{-8} Ом до 104 МОм с погрешностью измерения 0,01 - 2%. В этих мостах равновесие достигается изменением сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 и R_4 . При этом достигается равенства $R_1 = R_3$ и $R_2 = R_4$. Условие равновесия моста определяется выражением $R_x = R_N \cdot (R_1/R_2)$. Здесь сопротивление R_N - образцовое сопротивление, составная часть моста. К измеряемому сопротивлению R_x подсоединяют четыре провода: провод 2 - продолжение цепи питания моста, его сопротивление не отражается на точности измерений; провода 3 и 4 включены последовательно с сопротивлениями R_1 и R_2 величиной больше 10 Ом, так что их влияние ограничено; провод 1 является составной частью моста и его следует выбирать как можно короче и толще. При измерениях сопротивления в цепях, обладающих большой индуктивностью, во избежание ошибок и для предотвращения повреждений гальванометра необходимо производить измерения при установившемся токе, а отключение - до разрыва цепи тока. Измерение сопротивления постоянному току независимо от метода измерения производят при установившемся тепловом режиме, при котором температура окружающей среды отличается от температуры измеряемого объекта не более чем на $\pm 3^\circ\text{C}$. Для перевода измеренного сопротивления к другой температуре (например, с целью сравнения, к 15°C) применяют формулы пересчета.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что называется измерительным прибором?
2. Приведите примеры электроизмерительных приборов. Укажите их назначение.

1.7 Трансформаторы

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две или большее число индуктивно-связанных обмоток и

предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока. Трансформаторы широко используются в промышленности и быту для различных целей. Уясните назначение трансформаторов.

Разберите их классификацию:

1. **По назначению** трансформаторы разделяют на силовые общего и специального применения. Силовые трансформаторы общего применения используются в линиях передачи и распределения электроэнергии. Для режима их работы характерна частота переменного тока 50 Гц и очень малые отклонения первичного и вторичного напряжений от номинальных значений. К трансформаторам специального назначения относятся силовые специальные (печные, выпрямительные, сварочные, радиотрансформаторы), измерительные и испытательные трансформаторы, трансформаторы для преобразования числа фаз, формы кривой электродвижущей силы, частоты и т.д.
2. **По виду охлаждения** – с воздушным (сухие трансформаторы) и масляным (масляные трансформаторы) охлаждением.
3. **По числу фаз** на первичной стороне – однофазные и трёхфазные.
4. **По форме магнитопровода** – стержневые, броневые, тороидальные.
5. **По числу обмоток на фазу** – двухобмоточные, трёхобмоточные, многообмоточные (более трёх обмоток).
6. **По конструкции обмоток** – с концентрическими и чередующимися (дисковыми) обмотками.

Изучите однофазный трансформатор, его основные параметры; режимы работы трансформатора: холостой ход, короткое замыкание, нагрузочный; потери энергии и КПД трансформатора. Ознакомьтесь с работой трехфазных трансформаторов и трансформаторов специального назначения.

Вопросы для самоконтроля.

1. На каком явлении основан принцип действия трансформатора?
2. Из чего состоит электромагнитная схема однофазного трансформатора?

3. В цепях какого тока (постоянного/переменного) работает трансформатор?
4. Назовите основные элементы конструкции трансформатора.
5. Перечислите основные режимы работы трансформатора.
6. Какие характеристики называют характеристиками холостого хода трансформатора?
7. Как определяется КПД трансформатора и от чего он зависит?

1.8 Электрические машины переменного тока

Рассмотрите назначение, классификацию и область применения машин переменного тока; получение вращающегося магнитного поля.

Изучите устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя; его параметры и характеристики; использование трехфазных асинхронных электродвигателей для привода машин и механизмов на заводах и предприятиях отрасли.

Узнайте о синхронных машинах, что представляют собой синхронные генераторы передвижных электростанций.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое скольжение двигателя и от чего оно зависит?
2. Устройство асинхронных двигателей.
3. Расскажите, как устроены синхронные машины.
4. Назовите основные характеристики синхронного генератора.
5. Какие потери энергии возникают в синхронной машине?

1.9 Электрические машины постоянного тока

Данная тема предполагает изучение назначения, классификации и области применения машин постоянного тока. Рассмотрите принцип обратимости, выражение ЭДС и реакцию якоря.

Генератор постоянного тока преобразует механическую энергию в электрическую. В зависимости от способов соединения обмоток возбуждения с якорем генераторы подразделяются на генераторы независимого возбуждения; генераторы с самовозбуждением; генераторы параллельного возбуждения; генераторы последовательного возбуждения; генераторы смешанного возбуждения. Рассмотрите их характеристики, эксплуатационные свойства.

Необходимо изучить электродвигатели постоянного тока: классификацию, схемы включения обмотки возбуждения, механические и рабочие характеристики; пуск в ход, регулирование частоты вращения, реверсирование и торможение; потери энергии и КПД постоянного тока.

Вопросы для самоконтроля.

1. Расскажите о конструкции машин постоянного тока.
2. Какую роль играет коллектор в машинах постоянного тока?
3. От чего зависит величина электромагнитного момента машины постоянного тока?
4. Покажите механические характеристики двигателей с различным видом возбуждения.
5. Назовите основные достоинства и недостатки двигателей постоянного тока?

1.10 Основы электропривода

Электрический привод представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для приведения в движение рабочего органа машины и управления ее технологическим процессом. Он состоит из трех частей: электрического двигателя, осуществляющего электромеханическое преобразование энергии, механической части, передающей механическую энергию рабочему органу машины, и системы управления, обеспечивающей оптимальное по тем или иным критериям управление технологическим процессом.

Свойства электромеханической системы оказывают решающее влияние на важнейшие показатели рабочей машины и в значительной мере определяют качество и экономическую эффективность технологических процессов. Развитие автоматизированного электропривода ведет к совершенствованию конструкций машин, к коренным изменениям технологических процессов, к дальнейшему прогрессу во всех отраслях народного хозяйства.

Электроприводы **по способам распределения механической энергии** можно разделить на три основных типа: групповой электропривод; индивидуальный и взаимосвязанный. **По виду движения** электроприводы могут обеспечить: вращательное однонаправленное движение, вращательное реверсивное и поступательное реверсивное движения. **По степени управляемости** электропривод может быть: 1) нерегулируемый - для приведения в действие исполнительного органа рабочей машины с одной рабочей скоростью, параметры привода изменяются только в результате возмущающих воздействий; 2) регулируемый - для сообщения изменяемой или неизменяемой скорости исполнительному органу машины, параметры привода могут изменяться под воздействием управляющего устройства; 3) программно-управляемый - управляемый в соответствии с заданной программой; 4) следящий - автоматически обрабатывающий перемещение исполнительного органа рабочей машины с определенной точностью в соответствии с произвольно меняющимся задающим сигналом; 5) адаптивный - автоматически избирающий структуру или параметры системы управления при изменении условий работы машины с целью выработки оптимального режима. Можно классифицировать электроприводы и **по роду передаточного устройства**: 1) редукторный, в котором электродвигатель передает вращательное движение передаточному устройству, содержащему редуктор; 2) безредукторный, в котором осуществляется передача движения от электродвигателя либо непосредственно рабочему органу, либо через передаточное устройство, не содержащее редуктор. **По уровню автоматизации** можно различать: 1) неавтоматизированный электропривод, в котором управление ручное; в

настоящее время такой привод встречается редко, преимущественно в установках малой мощности бытовой и медицинской техники и т. п.; 2) автоматизированный электропривод, управляемый автоматическим регулированием параметров; 3) автоматический электропривод, в котором управляющее воздействие вырабатывается автоматическим устройством без участия оператора. Два последних типа электропривода находят применение в подавляющем большинстве случаев. Наконец, **по роду тока** применяются электроприводы постоянного и переменного тока.

Все режимы в электроприводе делятся на установившиеся (номинальный режим работы) и переходные (пуск, реверс, торможение). Рассмотрите пускорегулирующую и защитную аппаратуру.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что называется переходным процессом электропривода?
2. Приведите примеры пускорегулирующей аппаратуры.
3. Какие средства относят к защитной аппаратуре электрооборудования?

1.11 Передача и распределение электрической энергии

Электроэнергетической системой называется электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Электроэнергетической сетью называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

Подстанцией называется электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из

трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств до и выше 1000 В, аккумуляторной батареи устройств управления и вспомогательных сооружений.

Распределительным устройством называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Линией электропередачи (ЛЭП) любого напряжения (воздушной или кабельной) называется электроустановка, предназначенная для передачи электрической энергии на одном и том же напряжении без трансформации.

Рассмотрите современные схемы электроснабжения промышленных предприятий от энергетической системы, назначение и устройство трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, Электрические сети промышленных предприятий. Особое внимание уделите изучению защитного заземления, его назначению и устройству.

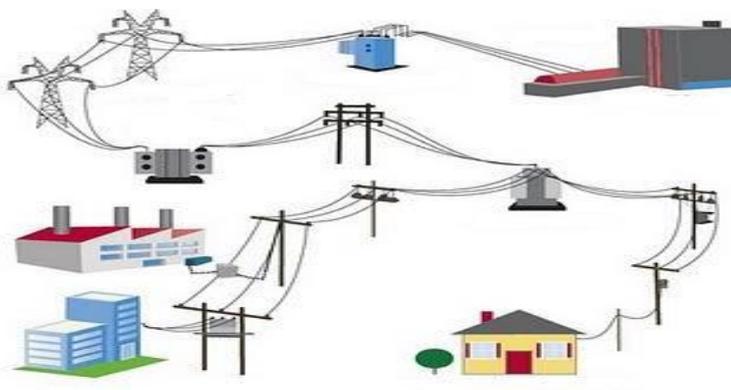


Рис. 9. Передача и распределение электрической энергии

Вопросы для самоконтроля.

1. Назовите основные типы электростанций в зависимости от вида преобразуемой энергии.
2. В каких элементах электроэнергетической системы преобразование и передача энергии происходит с потерями?

2 Электроника

2.1 Полупроводниковые приборы.

Полупроводниковые приборы – это общее название разнообразных приборов, действие которых основано на свойствах полупроводников, однородных и неоднородных, содержащих р — n-переходы. Изучите электрофизические свойства полупроводников. Рассмотрите собственную и примесную электропроводность полупроводников; образование и свойства р-n перехода. Ознакомьтесь с диодами стабилитронами, биполярными и полевыми транзисторами, тиристорами, фотодиодами, фототранзисторами, автомобильными датчиками (магнитоэлектрическими, Холла и др.); а также областью их применения.

Вопросы для самоконтроля.

1. Каково основное назначение стабилитрона?
2. В чем отличие биполярного транзистора от полевого транзистора?
3. На основе чего выполнен тиристор и как он работает?
4. На чем базируется принцип действия фотодиода?
5. Для чего предназначен фототранзистор?
6. В чем заключается принцип действия магнитоэлектрического датчика?

2.2 Электронные выпрямители и стабилизаторы

Выпрямительное устройство предназначено для преобразования переменного тока в постоянный и состоит, в общем случае, из трех узлов: трансформатора, выпрямителя и сглаживающего фильтра. В случае необходимости в выпрямитель добавляется стабилизатор напряжения. Режим работы выпрямителя в основном определяется типом фильтра, включенного на его выходе. Рассмотрите однофазные и трехфазные выпрямители: схемы, принцип действия, графическая иллюстрация работы, основные соотношения между электрическими величинами; сглаживающие

фильтры, их назначение, виды; стабилизаторы напряжения и тока, их назначение, принцип действия.

Вопросы для самоконтроля.

1. Перечислите выходные параметры выпрямителя?
2. Что является простейшим сглаживающим фильтром?
3. Для чего нужен стабилизатор напряжения?
4. Назовите основные параметры стабилизаторов напряжения.
5. Объясните принцип работы стабилизатора тока.

2.3 Электронные усилители

Электронным усилителем называют устройство, позволяющее повысить мощность входного электрического сигнала за счет энергии источника питания усилителя с помощью усилительных элементов (транзисторов, операционных усилителей и т.п.) при заданном уровне искажений.

Электронные усилители являются одними из наиболее важных и широко используемых устройств в системах передачи и обработки различной информации, представленной с помощью электрических сигналов! Высокая чувствительность, быстродействие, компактность, экономичность электронных усилителей обусловили их широкое применение в измерительной технике, электро- и радиосвязи, автоматике, вычислительной технике и т.п.

Рассмотрите классификацию электронных усилителей. Изучите многокаскадные транзисторные усилители и связь между каскадами.

Усилителями постоянного тока (УПТ) называются устройства, предназначенные для усиления медленно изменяющихся сигналов вплоть до нулевой частоты. Ознакомьтесь, как в УПТ осуществляется передачи сигналов частот, близких к нулю.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какие существуют характеристики преобразования усилителей?
2. Что сказывается на неустойчивость усилителя?

3. Что такое обратная связь в усилителях?
4. Чем отличается положительная обратная связь от отрицательной?
5. Чем отличаются УПТ от усилителей переменного тока?

2.4 Электронные генераторы

Генератор электрических колебаний – это нелинейное устройство, преобразующее энергию источника постоянного тока в энергию колебаний. Генераторы широко используются в электронике: в радиоприемниках и телевизорах, в системах связи, компьютерах, промышленных системах управления и устройствах точного измерения времени. Генератор – это электрическая цепь, которая генерирует периодический сигнал переменного тока. Частота сигнала может измеряться от нескольких герц до многих миллионов герц. Выходное напряжение генератора может быть синусоидальным, прямоугольным или пилообразным в зависимости от типа генератора.

Когда колебательный контур возбуждается внешним источником постоянного тока, в нем возникают колебания. Эти колебания являются затухающими, поскольку активное сопротивление колебательного контура поглощает энергию тока. Для поддержания колебаний в колебательном контуре поглощенную энергию необходимо восполнить. Это осуществляется с помощью положительной обратной связи.

Положительная обратная связь – это подача в колебательный контур части выходного сигнала для поддержки колебаний. Сигнал обратной связи должен совпадать по фазе с сигналом в колебательном контуре. На рис.10 изображена функциональная схема генератора.



Рис.10. Функциональная схема генератора.

Генератор можно разбить на 3 части. Частотоподающей цепью генератора обычно является LC колебательный контур. Усилитель увеличивает амплитуду выходного сигнала колебательного контура. Цепь обратной связи подает необходимое количество энергии в колебательный контур для поддержания колебаний. Таким образом, генератор – это схема с ОС (обратной связью), которая использует постоянный ток для получения переменного тока.

Соберите сведения об электронных приборах: электронно-лучевая трубка; её устройство и принцип действия; электронный осциллограф, структурная схема; принцип действия; электронный вольтметр, его назначение; структурная схема, принцип измерения напряжений.

Вопросы для самоконтроля.

1. Условия возникновения незатухающих колебаний в электрической цепи.
2. Что представляет собой электронно-лучевая трубка?
3. Для чего служит электронный осциллограф?
4. Чем вызываются показания электронного вольтметра?
5. Основные технические требования к электронным вольтметрам.

Требования к оформлению контрольной работы

Работу следует оформлять в тетрадях школьного образца в рукописном варианте, либо на листах формата А4 в машинописном варианте. Страницы необходимо нумеровать, слова писать полностью; графики, диаграммы, рисунки выполнять в карандаше на чистой бумаге или миллиметровке с помощью чертежного инструмента.

Ответы на вопросы следует формулировать кратко, не переписывая дословно текст из учебника.

В конце контрольной работы необходимо привести список используемых источников с указанием автора и года издания, поставить дату выполненной работы и подпись.

Контрольные задания выбираются по двум последним цифрам вашего шифра с помощью таблицы 1.

Работа, выполненная не в соответствии с вариантом, возвращается обучающемуся без проверки.

Контрольную работу обучающийся обязан выполнить и выслать для проверки в колледж в срок, установленный графиком. При получении прорецензированной работы обучающийся должен исправить все отмеченные ошибки и выполнить указания преподавателя-рецензента.

Если контрольная работа не зачтена, то обучающийся должен выполнить её заново и вместе с первой выслать в колледж. При сдаче экзамена контрольная работа предъявляется преподавателю-экзаменатору.

Обучающийся может обратиться в колледж за письменной или устной консультацией

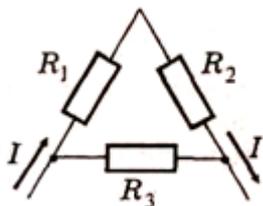
Номера вопросов для контрольной работы
по вариантам

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра (единицы)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5,31, 50,59	6,32, 49,58	7,33, 48,57	8,34, 47,56	9,35, 46,55	10,36 45,54	11,37 44,53	12,38 43,52	13,39 42,51	14,40, 41,60
2	15,40 41,60	16,31 42,59	17,32, 43,58	18,33 44,57	19,34, 45,56	20,35 46,55	1,36, 47,54	2,37, 48,53	3,38, 49,52	4,39, 50,51
3	21,40 50,51	22,34 49,52	23,31, 48,53	24,32 47,54	25,33, 46,55	26,34 45,56	27,35 44,57	28,36 43,58	29,37 42,60	30,38, 41,58
4	30,39 41,52	29,40 42,60	28,35, 43,52	27,31 44,53	26,32, 45,54	25,33 46,55	24,34 47,56	23,35 48,57	22,36 49,58	21,37, 50,59
5	15,38 50,53	16,39 49,54	17,34, 48,55	18,40 47,56	19,31, 46,57	20,32 45,58	11,33 44,59	12,34 43,51	13,36 42,52	14,37, 41,60
6	9,35, 41,52	8,38, 42,51	7,40, 43,59	6,39, 44,58	5,40, 45,55	4,31, 46,56	3,32, 47,60	2,33, 48,56	1,34, 49,55	26,36, 50,54
7	5,36, 50,53	6,35, 49,54	7,37, 48,55	8,38, 47,60	9,37, 46,57	10,39 45,58	14,40 44,59	13,34 43,51	12,38 42,52	11,35, 41,53
8	21,32 41,60	22,31 42,53	23,32, 43,52	24,33 44,51	25,34, 45,59	26,33 46,58	27,35 47,57	28,38 48,56	29,39 49,55	30,34, 50,54
9	4,37, 50,55	3,36, 49,56	2,33, 48,57	1,36, 47,58	20,39, 46,59	19,32 45,51	18,34 44,52	17,37 43,53	16,40 42,54	15,33, 41,60
0	17,38 41,53	16,39 42,54	15,40, 43,55	14,35 44,56	13,40, 45,57	12,31 46,60	11,35 47,59	10,34 48,58	9,31, 49,57	8,32, 50,56

Вопросы контрольной работы

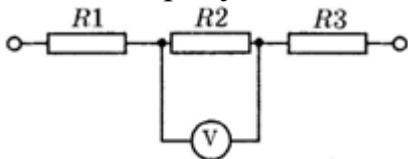
1. Определение электротехники как науки. Значение электротехники. Электрическое поле и его основные характеристики.
2. Основные элементы и параметры цепей постоянного тока. Закон Ома для участка цепи и полной цепи.
3. Работа и мощность электрического тока. Режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание, номинальный.
4. Виды соединений приёмников энергии. Законы Кирхгофа.
5. Основные элементы и параметры магнитного поля. Магнитные материалы.
6. Общие сведения о магнитных цепях. Закон электромагнитной индукции.
7. Основные понятия о переменном синусоидальном токе.
8. Закон Ома для цепей с активным, индуктивным и емкостным элементами. Векторные диаграммы напряжений и токов.
9. Неразветвленные цепи переменного тока. Разветвленные цепи переменного тока.
10. Основные элементы трехфазной системы.
11. Соединение обмоток генератора и потребителя трехфазного тока «звездой».
12. Соединение обмоток генератора и потребителя трехфазного тока «треугольником».
13. Мощность трехфазной системы.
14. Общие сведения об электрических измерениях и электроизмерительных приборах. Измерение сопротивлений, напряжения и тока.
15. Назначение трансформаторов, их классификация, применение.
16. Однофазный трансформатор, его основные параметры.
17. Понятие о трехфазных трансформаторах и трансформаторах специального назначения.
18. Назначение, классификация и область применения машин переменного тока. Получение вращающегося магнитного поля.
19. Устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя. Понятие о скольжении.
20. Использование трехфазных асинхронных электродвигателей для привода машин и механизмов.
21. Понятие об однофазных асинхронных электродвигателях. Использование этих двигателей в ручных электрических машинах.
22. Понятие о синхронных машинах. Синхронные генераторы передвижных электростанций.
23. Назначение, классификация и область применения машин постоянного тока. Принцип обратимости. ЭДС и реакция якоря.
24. Генераторы постоянного тока: классификация, схемы включения обмотки возбуждения, характеристики, эксплуатационные свойства.
25. Электродвигатели постоянного тока: классификация, схемы включения обмотки возбуждения, механические и рабочие характеристики.

26. Классификация электроприводов: режимы работы.
27. Пускорегулирующая и защитная аппаратура.
28. Современные схемы электроснабжения промышленных предприятий от энергетической системы.
29. Назначение и устройство трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Электрические сети промышленных предприятий.
30. Защитное заземление, его назначение и устройство.
31. Электрофизические свойства полупроводников. Собственная и примесная электропроводность полупроводников. Образование и свойства p-n перехода.
32. Диоды стабилитроны. Биполярные и полевые транзисторы. Тиристоры. Область применения.
33. Фотодиоды. Фототранзисторы. Автомобильные датчики (магнитоэлектрические, Холла и др.). Область применения.
34. Основные сведения о выпрямителях. Однофазные и трехфазные выпрямители: схемы, принцип действия, графическая иллюстрация работы, основные соотношения между электрическими величинами.
35. Сглаживающие фильтры, их назначение, виды. Стабилизаторы напряжения и тока, их назначение, принцип действия.
36. Назначение и классификация электронных усилителей. Многокаскадные транзисторные усилители и связь между каскадами. Понятие об усилителях постоянного тока.
37. Основные понятия об электронном генераторе, условия возникновения незатухающих колебаний в электрической цепи.
38. Общие сведения об электронных приборах. Электронно-лучевая трубка; её устройство и принцип действия.
39. Электронный осциллограф; структурная схема; принцип действия.
40. Электронный вольтметр, его назначение; структурная схема, принцип измерения напряжений.
41. Проводники с сопротивлениями $R_1=2\text{ Ом}$, $R_2=3\text{ Ом}$, $R_3=5\text{ Ом}$ соединены по схеме, изображенной на рисунке. Найдите сопротивление этой цепи.



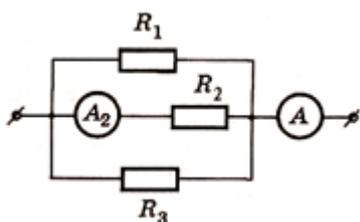
42. Сколько электрических лампочек нужно взять, для изготовления елочной гирлянды, чтобы ее можно было включать в осветительную сеть с напряжением 220 В, если каждая лампа имеет сопротивление 23 Ом и рассчитана на силу тока 0,28 А?
43. Какой резистор надо соединить параллельно с резистором в 300 Ом, чтобы получить сопротивление 120 Ом? Нарисуйте схему соединения резисторов.
44. Участок электрической цепи содержит три проводника сопротивлением 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом, соединенных последовательно. Вычислите силу тока в

каждом проводнике и напряжении на концах этого участка, если напряжение на концах второго проводника равно 40 В. Схема соединения элементов цепи приведена на рисунке:



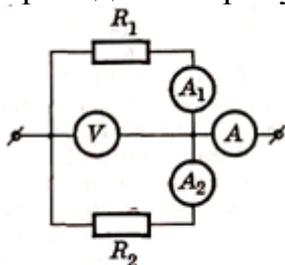
45. Четыре резистора соединены параллельно. Их сопротивления равны соответственно 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом и 4 Ом. Какова сила тока в каждом резисторе, если в общей части цепи течет ток силой 50 А? Каково напряжение на каждом резисторе? Нарисуйте схему соединения резисторов.

46. Вычислите величину сопротивления R_3 , если $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $I_2 = 3$ А, $I = 9$ А. Схема соединения элементов цепи приведена на рисунке:

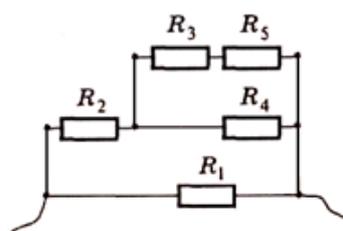
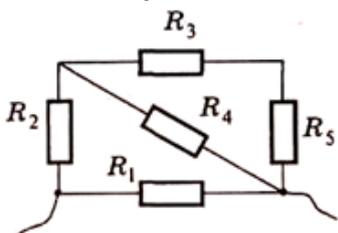


47. Четыре лампы сопротивлением 4 Ом, 5 Ом, 10 Ом и 20 Ом соединены параллельно. Определите напряжение на каждой лампе и силу тока в каждой из них, если в первой течет ток силой 2,5 А. Какова сила тока в неразветвленной части цепи? Нарисуйте схему соединения ламп.

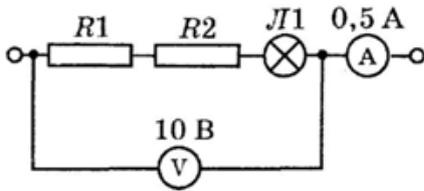
48. Амперметр А показывает силу тока 1,6 А при напряжении 120 В. Сопротивление резистора $R_1 = 100$ Ом. Определите сопротивление резистора R_2 и показания амперметров A_1 и A_2 . Схема соединения элементов цепи приведена на рисунке:



49. Вычислите сопротивление цепи, представленной на рисунке, если сопротивление каждого из резисторов равно 1 Ом. Для решения задачи воспользуйтесь схемами:



50. По схеме, приведенной на рисунке, определите напряжение на концах каждого проводника и сопротивление лампочки Л1, если $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$:



51. Определите ток в цепи якоря генератора постоянного тока, если наведённая в нём ЭДС равна 116 В, сопротивление якоря 0,264 Ом, сопротивление параллельной обмотки возбуждения 15 Ом и он работает на нагрузку мощностью 5 кВт при напряжении 110 В.

52. При 2800 об/мин в генераторе с независимым возбуждением с внутренним сопротивлением 0,0936 Ом установился ток 64 А при напряжении 440 В. Определите, как изменится ток в генераторе, если его скорость уменьшится до 740 об/мин.

53. Скорость вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя 3000 об/мин, скорость вращения ротора 2940 об/мин. Определите скольжение.

54. Магнитное поле трехфазного тока частотой 50 Гц вращается со скоростью 3000 об/мин. Определите сколько полюсов имеет это поле.

55. Скольжение асинхронного двигателя 0,05; частота питающей сети 50 Гц; число пар полюсов вращающегося магнитного поля $p=1$. Определите скорость вращения ротора.

56. Частота питающего тока 400 Гц. Определите скорость вращения четырехполюсного вращающегося магнитного поля.

57. В схеме однополупериодного выпрямителя действующее значение напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора $U_2=220 \text{ В}$, сопротивление нагрузки 900 Ом. Определите постоянную составляющую тока нагрузки.

58. В схеме однополупериодного выпрямителя постоянная составляющая тока в нагрузке 150 мА. Амплитуда на зажимах вторичной обмотки трансформатора 310 В. Определите сопротивление нагрузки.

59. В схеме однополупериодного выпрямителя амплитуда напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора равна 310 В. Сопротивление нагрузки $R_n = 800 \text{ Ом}$. Определите постоянную составляющую тока нагрузки и нарисуйте электрическую схему выпрямителя.

60. Определите напряжение, которое покажет вольтметр, подключенный к сопротивлению нагрузки усилителя $R_n = 2,5 \text{ Ом}$, если выходная мощность усилителя равна 4 Вт.

Перечень вопросов к экзамену

1. Электрическое и магнитное поля как две стороны единого электромагнитного поля.
2. Законы Ома и Кирхгофа и их использование для расчетов цепей постоянного тока.
3. Расчет цепей постоянного тока с одним источником тока.
4. Явление индукции, самоиндукции и их примеры в электронике.
5. Основные элементы и параметры магнитного поля. Магнитные материалы.
6. Общие сведения о магнитных цепях. Закон электромагнитной индукции.
7. Получение синусоидального тока. Синхронные генераторы.
8. Значения величин переменного тока, векторные диаграммы.
9. Сопротивления и мощности в цепях переменного тока. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей.
10. Цепи переменного тока с единичными элементами R , L , C .
11. Цепь переменного тока с последовательным соединением элементов R , L , C .
12. Цепи переменного тока со смешанным соединением R , L , C .
13. Основные понятия о переменном синусоидальном токе.
14. Симметричная трехфазная нагрузка, соединенная по схеме звезда и треугольник. Основные соотношения и векторные диаграммы.
15. Трехфазная система. Векторная диаграмма. Роль нулевого провода.
16. Трансформаторы. Устройство, принцип действия, режимы работы.
17. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
18. Внешняя характеристика и К.П.Д. трансформатора. Трехфазные трансформаторы.
19. Асинхронные двигатели. Устройство, принцип действия, режимы работы.
20. Рабочие характеристики и способы пуска асинхронных двигателей.

21. Синхронные двигатели. Устройство, принцип действия и назначение.

22. Характеристики синхронных двигателей и электрические схемы их включения.

23. Генераторы постоянного тока. Устройство, принцип действия, характеристики.

24. Двигатели постоянного тока. Принцип действия, характеристики и электрические схемы включения.

25. Полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы.

Принцип действия, характеристики и их использование в схемах электроники.

26. Схемы одно- и двухполупериодного выпрямления переменного тока.

27. Усилители на транзисторах.

28. Стабилитроны и их использование в схемах электроники.

29. Тиристоры и их использование в электрических схемах.

30. Однофазные и трехфазные выпрямители: схемы, принцип действия.

31. Сглаживающие фильтры, их назначение, виды.

32. Основные понятия об электронном генераторе, условия возникновения незатухающих колебаний в электрической цепи.

33. Электронно-лучевая трубка; её устройство и принцип действия.

34. Электронный осциллограф; структурная схема; принцип действия.

35. Электронный вольтметр, его назначение; структурная схема, принцип измерения напряжений.

Информационные источники

Основные источники:

1. Аполлонский, С.М. Электротехника (для СПО) / С.М. Аполлонский. - М.: КноРус, 2018. - 352 с.
2. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника: Учебник для СПО / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 431 с.
3. Мартынова, И.О. Электротехника (СПО) / И.О. Мартынова. - М.: КноРус, 2018. - 160 с.
4. Мартынова, И.О. Электротехника. лабораторно-практические работы (для СПО) / И.О. Мартынова. - М.: КноРус, 2017. - 128 с.
5. Покотило, С.А. Электротехника и электроника: учебное пособие / С.А. Покотило. - РнД: Феникс, 2017. - 283 с.
6. Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основ.электроники: учебное пособие / Ю.Г. Синдеев. - РнД: Феникс, 2019. - 407 с.
7. Ярочкина, Г.В. Электротехника: Учебник / Г.В. Ярочкина. - М.: Academia, 2019. - 507 с.

Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://window.edu.ru/window>, свободный.- Загл. с экрана.
2. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://nlr.ru/lawcenter>, свободный.- Загл. с экрана.
3. Электронные библиотеки России /pdf учебники студентам [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://www.gaudeamus.omskcity.com/my_PDF_librari.html, свободный.- Загл. с экрана.