




Департамент образования Ивановской области
областное государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Шуйский технологический колледж»
155901 г. Шуя, Ивановская обл., Учебный городок, 1
 (49351) 4-70-81  www.prof4.ru  liceyshuya@mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению
практических работ
по учебной дисциплине
ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

по специальности
23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного
транспорта

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Электротехника и электроника

Практических работ – 16 часов. Лабораторных работ – 34 часа.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В образовательном процессе по дисциплине «Электротехника и электроника» наряду с теоретическим обучением значительное место отводится лабораторным и практическим работам. Правильное сочетание теоретических знаний с практикой выполнения лабораторных и практических работ обеспечивает высокое качество подготовки специалистов.

Настоящие методические указания представляют собой руководство по выполнению лабораторных и практических работ, составленное в соответствии с программой дисциплины «Электротехника и электроника» для основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 23.02.03. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

Методические указания содержат общие указания по сборке электрических схем, методике измерений и обработке результатов экспериментов. В каждом описании лабораторной работы значительное внимание уделено четкой формулировке программы лабораторной работы, порядку ее выполнения. Кроме того, описания лабораторных работ содержат контрольные вопросы, необходимые для подготовки к защите.

Методические указания предназначены для обучающихся по специальности 23.02.03. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

Название раздела	Название темы	Темы лабораторных и практических работ	Количество часов
Раздел 1. Методы расчета и измерения основных параметров электрических магнитных и электронных цепей.	Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока.	Лабораторная работа №1. Измерение потенциалов в электрической цепи. Построение потенциальной диаграммы.	2
		Лабораторная работа №2 Подбор элементов электрических цепей, исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов.	2
		Практическое занятие №1. Расчет цепи постоянного тока.	2
	Тема 1.3. Электромагнетизм.	Лабораторная работа №3. Измерение параметров индуктивно связанных катушек, проверка электрических элементов автомобиля.	2
		Лабораторная работа №4. Испытание однофазного трансформатора.	2
		Практическое занятие №2. Расчет магнитной цепи.	2
		Практическое занятие №3. Расчет однофазного трансформатора.	2
	Тема 1.4. Электрические цепи переменного тока.	Лабораторные работы №5. Исследование электрической цепи переменного тока при последовательном соединении активного и реактивного сопротивлений (катушка со стальным сердечником).	2
		Лабораторные работы №6. Исследование	2

		электрической цепи переменного тока при параллельном соединении активного и реактивного сопротивлений (катушка со стальным сердечником).	
		Практическое занятие №4. Расчет разветвленной или неразветвленной цепи переменного тока с помощью векторных диаграмм.	2
		Практическое занятие №5. Расчет разветвленной или неразветвленной цепи переменного тока с помощью векторных диаграмм.	2
Раздел 2. Компоненты автомобильных электронных устройств.	Тема 2.1. Электронные приборы.	Лабораторная работа №8. Снятие вольт-амперных характеристик полупроводникового стабилизатора.	2
		Лабораторная работа №9. Снятие вольт-амперных характеристик полупроводникового диода.	2
		Практическое занятие №6. Выбор диодов для схем выпрямления.	2
	Тема 2.2. Источники питания и преобразователи.	Лабораторная работа №10. Исследование полупроводниковых неуправляемых выпрямителей со сглаживающими фильтрами, проверка электронных элементов автомобиля	2
	Тема 2.3. Электронные усилители и генераторы.	Лабораторная работа №11. Исследование операционного электронного усилителя, определение коэффициента усиления и схем с его	2

		использованием. Исследование двухкаскадного транзисторного усилителя.	
		Практическое занятие №7. Расчет транзисторного усилителя.	2
	Тема 2.4. Импульсные устройства.	Лабораторная работа №12. Исследование триггера. Исследование импульсного генератора- мультивибратора.	2
Раздел 3. Методы электрических измерений.	Тема 3.1. Электрические измерения.	Лабораторная работа №13. Испытание индукционного счетчика электрической энергии.	2
		Лабораторная работа №14. Измерение сопротивлений.	2
Раздел 4. Устройство и принцип действия электрических машин.	Тема 4.1. Электрические машины переменного тока.	Лабораторная работа №15. Исследования трехфазного асинхронного двигателя под нагрузкой. Электропривод асинхронного двигателя.	2
		Практическое занятие №8. Расчет параметров работы трехфазного асинхронного двигателя (2 часа).	4
	Тема 4.2. Электрические машины постоянного тока.	Лабораторная работа №16. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения в холостом режиме и под нагрузкой.	2
		Лабораторная работа №17. Исследование двигателя постоянного тока.	2
ИТОГО:			50

Лабораторная работа №1. Измерение потенциалов в электрической цепи. Построение потенциальной диаграммы (2 часа).

Цель работы: Проверка влияния нагрузки линии электропередач и сопротивления ее проводов на величину потери напряжения.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомится со схемой электрической цепи, записать технические данные приборов.
2. Изменяя сопротивление реостата получить значения тока для каждой ЛЭП. Для этих значений измерить напряжение в начале и конце линии. Данные замеров записать в таблицу.
3. Определить потерю напряжения, по расчетным формулам.
4. Вычислить для каждой нагрузки сопротивление линии, мощность потерь, удельную проводимость и кпд линии.
5. Результаты измерений и расчетов записать в таблицу.
6. По средне-арифметическим значениям определить материал проводов ЛЭП.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называют потерей напряжения? От чего она зависит?
2. Напишите формулу для определения необходимого сечения провода сети при заданной потере напряжения.
3. От чего зависит мощность потерь в проводах?
4. От чего зависит кпд электрической сети?

Лабораторная работа №2 . Подбор элементов электрических цепей, исследование электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов (2 часа).

Цель работы:

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомится со схемой электрической цепи, записать технические данные приборов.
2. Изменяя сопротивление реостата получить значения тока для каждой ЛЭП. Для этих значений измерить напряжение в начале и конце линии. Данные замеров записать в таблицу.
3. Определить потерю напряжения, по расчетным формулам.
4. Вычислить для каждой нагрузки сопротивление линии, мощность потерь, удельную проводимость и кпд линии.

5. Результаты измерений и расчетов записать в таблицу.
6. По средне-арифметическим значениям определить материал проводов ЛЭП.
Отчет по работе должен содержать:
 - а) наименование работы и цель работы;
 - б) схемы экспериментов;
 - в) таблицы полученных экспериментальных данных;
 - г) результаты расчетов;
 - д) выводы по работе.

Лабораторные работы №3. Измерение параметров индуктивно связанных катушек, проверка электрических элементов автомобиля (2 часа).

Цель работы: экспериментально исследовать явления электромагнитной индукции и самоиндукции, дать письменное объяснение результатов проведенных опытов.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить тему «Электромагнитная индукция», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы к ней.
2. Изучить технические данные лабораторного оборудования, записать их в отчет.
Собрать схему лабораторной работы. Для обеспечения наибольшей магнитной связи установите катушку 1 на катушку 2.
3. Включите источник питания (20 В).
4. Разомкните цепь катушки индуктивности 2 тумблером. Запишите в какую сторону происходит отброс стрелки вольтметра в момент размыкания.
5. Снова замкните цепь катушки индуктивности 2. Запишите в какую сторону отклоняется стрелка вольтметра при замыкании.
6. Достаточно быстрым движением поднимите сердечник катушки 1, затем опустите его. Запишите, в какую сторону происходит отброс стрелки при поднимании и опускании сердечника.
7. Отключить источник и сделать вывод о проделанной работе.
8. Отчет по работе должен содержать:
 - а) наименование работы и цель работы;
 - б) схемы экспериментов;
 - в) таблицы полученных экспериментальных данных;
 - г) результаты расчетов;
 - д) выводы по работе.
9. Контрольные вопросы:
 1. В чем заключается явление электромагнитной индукции? В каких случаях это явление имеет место?
 2. От чего зависит ЭДС индукции? Сформулируйте закон электромагнитной индукции?
 3. Почему ЭДС индукции, наводимая в катушке индуктивности с ферромагнитным сердечником пропорциональна числу витков катушки? Можно ли то же самое сказать о катушке индуктивности без сердечника?

Лабораторная работа № 4. Испытание однофазного трансформатора (2 часа).

Цель работы: Провести испытания трансформатора под нагрузкой.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться со схемой электрической цепи, записать технические данные приборов.
2. Записать паспортные данные испытываемого трансформатора.
3. Произвести опыт работы трансформатора под нагрузкой. Данные замеров записать в таблицу.
4. Определить коэффициенты мощности, коэффициент нагрузки, кпд трансформатора по расчетным формулам.
5. По данным таблицы построить график зависимости кпд трансформатора от коэффициента загрузки.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется номинальной мощностью трансформатора?
2. Почему магнитный поток в сердечнике практически остается неизменным при любой нагрузке трансформатора?
3. Напишите формулу для определения кпд трансформатора. При каком условии кпд достигает максимума?
4. Для каких целей снимается внешняя характеристика трансформатора?
5. Почему при увеличении нагрузки уменьшается вторичное напряжение?

Лабораторная работа №5. Исследование электрической цепи переменного тока при последовательном соединении активного и реактивного сопротивлений (катушка со стальным сердечником) (2 часа).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить характер явлений, происходящих в цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления и индуктивности.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. 1. Ознакомиться со схемой, оборудованием, записав их технические данные. 2. Собрать схему, показать её преподавателю.

3. Установить напряжение $U=100\text{В}$ и поддерживать его до конца опыта.

4. Изменяя положение сердечника в катушке, произвести замеры для 5-6 случаев. Данные измерений занести в таблицу.

5. При расчетах использовать формулы: $P=U \cdot I \cdot \cos\varphi$, $Z_k=U/I_k$, $R_k=P/I_k^2$, $X_k=\sqrt{Z_k^2 - R_k^2}$, $L_k=X_k/314$, $Q=I_k^2 \cdot X_k$, $S=U \cdot I_k$

6. По данным таблицы в общей системе координат построить в масштабе графики: $I=f(X_k)$, $P=f(X_k)$, $Q=f(X_k)$, $S=f(X_k)$, $\cos\varphi=f(X_k)$.

7. Для одного из замеров построить треугольники напряжения, сопротивления и мощности.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Лабораторная работа № 6. Исследование электрической цепи переменного тока при параллельном соединении активного и реактивного сопротивлений (катушка со стальным сердечником) (2 часа).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить характер явлений, происходящих в цепи переменного тока при параллельном соединении индуктивности и емкости и получение резонанса токов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Ознакомится со схемой, оборудованием, записав их технические данные.
2. Собрать схему и показать её преподавателю.
3. Установить напряжение автотрансформатора $U=100\text{В}$ и поддерживать его до конца опыта неизменным.
5. По данным таблицы 1 построить в общей системе координат графики: $I=f(C)$, $P=f(C)$, $Q=f(C)$, $S=f(C)$, $\cos\varphi=f(C)$.
6. Установить емкость конденсатора 58 мкФ и плавно вводя железный сердечник в катушку записать показания приборов в таблицу 2 при следующих соотношениях токов:
 $I_k > I_c$, $I_k = I_c$ (резонанс токов), $I_k < I_c$.
7. При вычислениях использовать формулы: $S=U \cdot I$, $Q=\sqrt{S^2 - P^2}$, $\cos\varphi=P/S$, $I_a=I \cdot \cos\varphi$, $I_L=\sqrt{I_k^2 - I_a^2}$, $\cos\varphi_k=I_a/I_k$, $X_L=U/I_L$, $L=X_L/314$.
8. Для трех случаев $I_k > I_c$, $I_k = I_c$ (резонанс токов), $I_k < I_c$ построить в масштабе векторные диаграммы.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Лабораторная работа № 7. Исследование трехфазной электрической цепи синусоидального тока при соединении приемников энергии в звезду.

Цель работы: Исследовать трехфазную электрическую цепь переменного тока при соединении нагрузки по схеме звезда. Научиться определять фазные и линейные токи и напряжения каждой фазы, вычислять мощности трехфазной цепи. Научиться строить векторные диаграммы трехфазных цепей.

Последовательность выполнения работы:

1. Записать в отчёт номинальные величины, системы, классы точности приборов и сопротивлений, используемых при выполнении работы.
2. Собрать схему и показать её преподавателю.
3. Установить равномерную нагрузку (ламповым реостатом) всех фаз трехфазной цепи и провести измерения токов и напряжений. Результаты измерений занести в таблицу. Вычислить мощности трехфазной цепи, результат занести в таблицу.
4. Построить векторную диаграмму трехфазной цепи при равномерной нагрузке фаз.
5. Установить неравномерную нагрузку (ламповым реостатом) всех фаз трехфазной цепи и провести измерения токов и напряжений. Результаты измерений занести в таблицу. Вычислить мощности трехфазной цепи, результат занести в таблицу.
6. Построить векторную диаграмму трехфазной цепи при неравномерной нагрузке фаз.
7. Полностью отключить нагрузку одной фазы трехфазной электрической цепи и провести измерения токов и напряжений. Результаты измерений занести в таблицу. Вычислить мощности трехфазной цепи, результат занести в таблицу.
8. Построить векторную диаграмму трехфазной цепи при отключенной нагрузке одной фазы.
9. Моделировать обрыв на трехфазной линии (1 провод). Также провести измерения токов и напряжений. Результаты измерений занести в таблицу. Вычислить мощности трехфазной цепи, результат занести в таблицу.
10. Построить векторную диаграмму трехфазной цепи при обрыве одного провода. Написать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Лабораторная работа №8-9. Снятие вольт-амперных характеристик полупроводникового стабилитрона, диода(4часа).

Цель работы: Исследовать свойства полупроводникового диода и стабилитрона. Снять вольтамперные характеристики диода и стабилитрона. Определить параметры диода и стабилитрона.

Ход работы: 1. Ознакомится с приборами и оборудованием.

2. Собрать схему для снятия вольтамперной характеристики.

3. Включить в схему диод, стабилитрон в прямом направлении и, изменяя значения прямого напряжения, записать показания прямого тока на амперметре. Данные занести в таблицу.
4. Включить в схему диод, стабилитрон в обратном направлении и, изменяя значения обратного напряжения, записать показания обратного тока на амперметре. Данные занести в таблицу.
5. Используя данные таблицы построить вольтамперные характеристики прямого и обратного включения диода, стабилитрона.
6. Определить параметры диода, стабилитрона.
7. Сделать вывод о проделанной работе, сравнив свойства полупроводниковых диодов и стабилитронов.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Лабораторная работа № 10. Исследование полупроводниковых неуправляемых выпрямителей со сглаживающими фильтрами, проверка электронных элементов автомобиля (2 часа).

Цель работы: Изучить принцип действия однополупериодного выпрямителя, двухполупериодного выпрямителя со средней точкой, мостового выпрямителя. Ознакомиться с принципом действия сглаживающих фильтров.

Теоретическое обоснование работы.

Для питания электронных устройств требуется постоянное напряжение различной величины. Наиболее распространенным источником электроэнергии является промышленная сеть переменного напряжения частотой 50 Гц. Для преобразования переменного напряжения в постоянное применяют выпрямительные устройства.

Выпрямительные устройства, в которых выходное напряжение можно регулировать, называют управляемыми. Управляемые выпрямители построены на электронных приборах, которыми можно управлять - транзисторы, тиристоры и др.

В данной лабораторной работе рассмотрены неуправляемые выпрямители на полупроводниковых диодах.

Существуют схемы однополупериодного, двухполупериодного со средней точкой и мостового выпрямителей однофазного напряжения. Недостатком этой схемы выпрямителя является необходимость иметь на трансформаторе средний вывод на вторичной обмотке. Данные выпрямители используются для получения больших токов при малом напряжении на нагрузке R_n .

Пульсирующее напряжение характеризуют коэффициентом пульсации K_p . Напряжение на выходе выпрямительного устройства можно представить в виде суммы постоянного и переменного напряжений. Существует два определения коэффициента пульсации: амплитудное и действующее. Коэффициентом пульсации по амплитуде называют отношение амплитуды переменного напряжения пульсации к постоянному напряжению на выходе выпрямителя. В зависимости от элементов сглаживающие фильтры делятся на емкостные, индуктивные, резистивно-емкостной, индуктивно-емкостной. Действие сглаживающего фильтра основано на том, что элемент, включенный последовательно с нагрузкой представляет большое сопротивление для переменной составляющей пульсации и малое сопротивление для постоянного тока, элемент, включаемый параллельно с сопротивлением нагрузки, обладает малым сопротивлением для переменного напряжения и большое сопротивление для постоянного тока. При малых токах нагрузки применяют емкостной фильтр, в этом случае скорость разряда емкости невелика и постоянное напряжение на нагрузке близко к амплитудному значению переменного напряжения.

В качестве элемента сглаживания фильтра могут применяться активные элементы, но в этом случае изменение тока в нагрузке должны быть незначительные, т.е. электронные фильтры рассчитаны на определенное сопротивление нагрузки.

Порядок проведения работ.

1. Собирается схема однополупериодного выпрямителя согласно плакату (без диода VD2)
2. Снять внешние характеристики выпрямителя с фильтром, т.е. зависимость напряжения на сопротивлении нагрузки R2 от тока. Данные занести в таблицу 1.
3. Снять внешнюю характеристику при измененных значениях съемных элементов:
 - б) $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $C_1 = C_2 = 50 \text{ мкФ}$;
 - в) $R_1 = 200 \text{ Ом}$; $C_1 = C_2 = 0 \text{ мкФ}$;
 - г) $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $C_1 = C_2 = 0 \text{ мкФ}$;

Данные занести в таблицу 1.

4. Собирается схема двухполупериодного выпрямителя со средней точкой, для этого к схеме однополупериодного выпрямителя добавляется диод VD2 и проводником соединяют точку X2 с блоком питания ИП~15В.
5. По пунктам 2, 3 данной работы снимают внешнюю характеристику двухполупериодного выпрямителя со средней точкой, данные заносят в таблицу 2, аналогичную таблицу 1.
6. По данным таблицы 1, 2 построить графики внешних характеристик.
7. Для каждой внешней характеристики рассчитать внутреннее сопротивление выпрямителей при токе нагрузки $I_n = 10 \text{ мА}$.
8. Сделать выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа №11. Исследование операционного электронного усилителя, определение коэффициента усиления и схем с его использованием. Исследование двухкаскадного транзисторного усилителя (2 часа).

Цель работы: изучить принцип действия и основные характеристики двухкаскадного усилителя напряжения низкой частоты на транзисторах с резистивно-емкостной связью. Изучить работу двухтактного усилителя мощности на основе 2 эмиттерных повторителей с двухполярным питанием на биполярных транзисторах.

Краткие теоретические сведения

Усилитель это устройство, преобразующее сигнал малой мощности в сигнал большей мощности за счёт энергии источника питания. Простейшим усилителем является усилительный каскад, содержащий усилительный элемент (биполярный, полевой транзистор либо операционный усилитель), пассивные элементы (резисторы и конденсаторы) и постоянный источник питания, которые обеспечивают нужный режим работы каскада. Применяемые на практике усилители являются достаточно сложными устройствами, которые содержат в себе ряд усилительных каскадов, обеспечивающих не только усиление входного сигнала, но и согласование с источником и потребителем сигнала. Усилительный каскад это минимальный функциональный блок, обеспечивающий усиление сигнала. Обычно в его состав входят один или несколько усилительных элементов (электронный прибор, обеспечивающий усиление сигнала – транзистор или электронная лампа), цепи обратной связи, элементы обеспечивающие режим по постоянному току, и т.д.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с лабораторным стендом, генератором синусоидальных колебаний, осциллографом.

Собрать схему исследования усилителя на транзисторах проделать опыты результаты записать в таблицу.

Опыт 1. Определить коэффициент усиления по напряжению транзисторного усилителя в режиме холостого хода.

Опыт 2. Снятие амплитудно-частотной характеристики усилителя.

Опыт 3. Изучение амплитудных характеристик первого каскада усилителя.

Опыт 4. Исследовать форму выходного сигнала усилителя в зависимости от величины входного сигнала.

Выключить стенд и приборы.

Ответить на контрольные вопросы.

Какие элементы образуют усилительный каскад?

С какой целью применяются многокаскадные усилители?

Что такое коэффициент усиления?

Что такое амплитудная характеристика усилителя?

Что такое амплитудно-частотная характеристика?

Чему равен коэффициент усиления многокаскадного усилителя?

Определение р-n перехода, вольтамперная характеристика р-n перехода.

Определение биполярного транзистора.

Схемы включения транзистора.

Применение транзисторов. Электрические схемы, использующие биполярные транзисторы.

Принцип работы транзистора. Модель Эберса-Молла.

Анализ статических характеристик транзистора в схеме с общей базой.

Анализ статических характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером.

Назовите основные параметры транзистора, их определение и физический смысл.

Режимы работы транзистора.

Распределение потенциалов на контактах транзистора для различных режимов работы в схеме с общим эмиттером.

Физический смысл и методы вычисления h -параметров биполярного транзистора.

Лабораторная работа №13. Испытание индукционного счетчика электрической энергии (2 часа).

Цель работы: изучить устройство и принципы работы счетчика электрической энергии.

Ход выполнения работы:

1. Вводная часть. Учебное оборудование в аппаратурной лаборатории должно быть оснащено современными контрольно-измерительными приборами и приборами дистанционного управления. Наличие разнообразных контрольно-измерительных приборов позволит не только проводить испытание отдельных аппаратурных установок, но и заставит студентов практически освоить их работу. Развитие у студентов навыков самостоятельного критического подхода к решению технических вопросов должно являться одной из основных задач лаборатории процессов и аппаратов. Поэтому студент не делает ни одной работы просто для навыков везде, даже в самой небольшой работе,

студенту необходимо критически подходить к решению поставленных технических задач и приучаться технически мыслить, всегда интересуясь вопросами как и почему. По этой же причине практическим работам предшествует самостоятельное ознакомление с аппаратурой установки и задачей работы.

Классификация контрольно-измерительных приборов осуществляется по ряду основных признаков, в качестве которых могут выступать

- род определяемой величины,
- способ получения информации,
- метрологическое назначение,
- расположение.

В соответствии с такой классификацией контрольно-измерительных приборов по определяемым величинам различают устройства, позволяющие исследовать давления, температуры, состояние, состав, количество и расход, уровень различных веществ.

В зависимости от того, как получается информация, выделяют устройства

- показывающие,
- регистрирующие,
- регулирующие,
- сигнализирующие,
- суммирующие,
- компарирующие.

Так, регулирующие приборы снабжаются устройствами, позволяющими регулировать изучаемую величину по значениям. Классификация контрольно-измерительных приборов определяет сигнализирующие устройства, как приборы, оснащаемые спецоборудованием для подачи при нарушении заданных параметров световой и звуковой сигнализации. Суммирующими называют приборы, показывающие суммарное значение исследуемой величины за все время измерений (в таких устройствах счетчики встроены с показывающим прибором или самописцем в один корпус и имеют общую систему исследований).

2. Изучить устройство счетчиков электрической энергии различных типов. Зарисовать схематично основные конструктивные элементы в отчет.

3. Произвести испытания индукционного счетчика электрической энергии под нагрузкой. Данные измерений записать в таблицу отчета. Затем произвести ряд расчетов параметров счетчика, определить погрешность счетчика.

4. Написать вывод о проделанной работе, сравнив результат замеров и полученную погрешность счетчика с паспортными данными.

5. Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) технические данные оборудования;
- в) электрическая схема лабораторной работы;
- б) результаты измерений и вычислений;
- г) выводы по работе.

6. Контрольные вопросы:

1) Назначение контрольно-регулирующих приборов и аппаратов?

- 2) Классификация контрольно-регулирующих приборов и аппаратов?
- 3) Принципы работы индукционных и электронных счетчиков.

Лабораторная работа №14. Измерение сопротивлений (2 часа).

Цель работы: Научиться измерять сопротивления и определять погрешности сопротивлений.

Последовательность выполнения работы:

1. Записать в отчёт номинальные величины, системы, классы точности приборов и сопротивлений, используемых при выполнении работы.
2. Ознакомиться с инструкцией пользования омметром.
3. Произвести измерение сопротивлений, указанных в таблице 1 и определить приведенные погрешности. Данные замеров и подсчетов записать в таблицу 1.
4. Собрать схему включения приборов и определить сопротивление $R_n = 30$ Ом методом амперметра и вольтметра при постоянном токе напряжением 24 В. Определить приведенные и абсолютные погрешности измерения, записав в таблицу 2. Схему включения приборов зарисовать в отчёт.
5. Указания к выполнению работы: При подсчетах использовать следующие формулы:

Приведенная погрешность измерений: $\gamma = (R_n - R_{изм}) / R_n \cdot 100\%$.

Абсолютная погрешность: $\Delta R = R_n - R_{изм}$, где

R_n - номинальное (паспортное) значение сопротивления;

$R_{изм}$ – измеренное или вычисленное значение сопротивления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие виды погрешностей вы знаете?
2. Назовите основные методы измерений сопротивлений?
3. На какие две группы подразделяются омметры? Дайте их характеристики.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Лабораторная работа №15. Исследования трехфазного асинхронного двигателя под нагрузкой. Электропривод асинхронного двигателя (2 часа).

Цель работы: Изучить зависимости скорости вращения, потребляемого тока, полезного момента, КПД, коэффициента мощности и скольжения от полезной мощности на валу двигателя.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться со схемой электрической цепи, записать технические данные приборов.
 2. Записать паспортные данные исследуемого двигателя..
 3. Произвести опыт работы трансформатора при разомкнутой вторичной цепи. Данные замеров записать в таблицу.
 4. Произвести опыт, запустив двигатель в работу. Нагружаем двигатель механическим тормозом, снимаем показания приборов. Данные замеров записать в таблицу.
 5. Определить полезный момент, КПД, коэффициент мощности и скольжение по расчетным формулам.
 6. По полученным данным построить рабочие характеристики двигателя в одной системе координат.
- Отчет по работе должен содержать:
- а) наименование работы и цель работы;
 - б) схемы экспериментов;
 - в) таблицы полученных экспериментальных данных;
 - г) результаты расчетов;
 - д) выводы по работе.

Лабораторная работа №16. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения в холостом режиме и под нагрузкой (2 часа).

Цель работы: Исследовать зависимость ЭДС генератора от тока возбуждения при холостом ходе, зависимость напряжения генератора от тока нагрузки при постоянном сопротивлении обмотки возбуждения и зависимость тока возбуждения от тока нагрузки при постоянном напряжении. При снятии характеристик частота вращения генератора должна оставаться неизменной. Изучить конструкцию генератора постоянного тока.

Ход работы:

1. Записать данные заводского щитка генератора.
2. Собрать схему для снятия всех трех характеристик.
3. Снять характеристики холостого хода, внешнюю и регулировочную.
4. Зарисовать в отчет схему опыта и построить графические характеристики на основании полученных данных.
5. Изучить конструктивные элементы машины постоянного тока.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;

- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Чем объяснить криволинейность характеристики холостого хода?
2. На каком участке характеристики холостого хода находится напряжение и почему?
3. Почему с увеличением нагрузки напряжение на генераторе понижается?
4. На сколько процентов увеличивается ток возбуждения при изменении нагрузки от нуля до номинальной и почему?
5. Как обозначаются выводы обмоток машины?
6. Системы возбуждения машин постоянного тока.
7. Недостатки машин постоянного тока с параллельным возбуждением.

Лабораторная работа №17. Исследование двигателя постоянного тока (2 часа).

Цель работы: Изучение процессов пуска в ход и регулирование скорости двигателя. Построение рабочих характеристик двигателя.

Порядок выполнения работы:

1. Записать основные технические данные оборудования и приборов.
2. Собрать схему установки и произвести пуск двигателя. Остановить двигатель.
3. Произвести пуск двигателя в ход и изменить направление его вращения:
 - а) путем изменения тока в обмотке возбуждения;
 - б) путем изменения тока в обмотке якоря.
4. Изменяя сопротивление реостата в цепи возбуждения убедиться, что частота вращения двигателя обратно пропорциональна магнитному потоку, который увеличивается с ростом тока возбуждения.
5. Измеряя тахометром число оборотов якоря записать 4-5 показаний при различных значениях тока возбуждения, сводя данные в таблицу 1.
6. По полученным данным построить зависимости частоты вращения от тока возбуждения.

7. Снять рабочие характеристики двигателя, нагружая его специальным тормозным устройством.
8. При вычислении неизвестных величин используйте расчетные формулы (см. инструкционную карту).
9. В общей системе координат построить рабочие характеристики двигателя в зависимости от мощности.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов;
- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Как изменить направление вращения якоря двигателя?
2. Что называется характеристикой холостого хода двигателя?
3. Перечислите способы регулирования скорости двигателя.
4. Что называется рабочими характеристиками двигателя?
5. Как будет работать двигатель при обрыве в цепи обмотки возбуждения и малой нагрузке?
6. Где применяются двигатели постоянного тока?

Практическое занятие №1. Расчет цепи постоянного тока (2 часа).

Цель работы: научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока методом свертывания схем.

Задание: произвести расчет электрической цепи постоянного тока (электрическая схема цепи выдается по вариантам сложности), вычислить общее сопротивление цепи, напряжение приложенное к цепи, силу тока в неразветвленной цепи и силы тока на каждом участке цепи, потери напряжения на различных участках цепи. Варианты заданий предусматривают различные электрические цепи, разное значение сопротивлений участков цепи и разные значения дополнительного параметра.

Ход расчета: 1. Используя расчетные формулы закона Ома и законов Кирхгофа определяем неизвестные величины.

2. Сначала вычисляем общее сопротивление цепи по формулам последовательного и параллельного соединения резисторов.

3. Используем дополнительный параметр (заданную величину силы тока или напряжения), чтобы определить неизвестные величины.

Примечание: при затруднении в расчетах можно воспользоваться помощью преподавателя.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Практическое занятие №2. Расчет магнитной цепи (2часа).

Цель работы: научиться рассчитывать неразветвленные магнитные цепи, определять линейные размеры магнитных цепей.

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал по заданной теме. (Теоретический расчет магнитной цепи).
2. Записать пример расчета магнитной цепи (выдается преподавателем).
3. По аналогии с примером произвести собственный расчет неразветвленной магнитной цепи с измененными параметрами, используя принцип расчета и формулы из примера.
4. Показать результаты преподавателю.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Практическая работа № 3. Расчет однофазного трансформатора (2часа).

Цель работы: Освоить практический расчет однофазного трансформатора.

Порядок расчета:

1. По заданной мощности определяем сечение сердечника трансформатора.
2. Определяем число витков на один вольт рабочего напряжения.
3. Определяем число витков первичной обмотки.
4. Определяем число витков вторичной обмотки.
5. Определить токи в обмотках трансформатора.
6. Определить сечение провода первичной и вторичной обмотки. Для сухих трансформаторов плотность тока принимают в пределах 2-3 А/мм².
7. Определить диаметр обмоточного провода и выбрать по таблице стандартных сечений проводов необходимые значения для первичной обмотки и вторичной обмотки.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Практическое занятие №4. Расчет разветвленной или неразветвленной цепи переменного тока(2часа).

Цель работы: Научиться рассчитывать параметры неразветвленных цепей переменного тока, строить векторные диаграммы.

Задание. Цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости) включенные последовательно. Данные для своего варианта взять в таблице.

Начертить схему цепи, включая только те элементы (резисторы, индуктивности, емкости), величины которых заданы для каждого варианта.

Определите следующие величины, относящиеся к данной цепи, если они не заданы как дополнительный параметр в таблице; полное сопротивление цепи Z , напряжение U , приложенное к цепи, ток I , активную P , реактивную Q и полную S мощности.

Ход расчета: 1. Используя расчетные формулы определяем неизвестные величины.

2. Для проверки расчетов строим векторную диаграмму напряжений и сравниваем результаты.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Практическое занятие № 5. Расчет разветвленной или неразветвленной цепи переменного тока (2 часа).

Цель работы: Научиться рассчитывать параметры разветвленных цепей переменного тока, строить векторные диаграммы.

Задание. Цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости) образующие две параллельные ветви. Номер рисунка и данные для своего варианта взять в таблице.

Определите следующие величины, относящиеся к данной цепи, если они не заданы как дополнительный параметр в таблице; токи i_1 и i_2 и ток i_v в неразветвленной части цепи, напряжение U , приложенное к цепи, активную P , реактивную Q и полную S мощности.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и пояснить ее построение.

Ход расчета: 1. Используя расчетные формулы определяем неизвестные величины.

2. Для проверки расчетов строим векторную диаграмму токов и сравниваем результаты.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Практическое занятие №6. Выбор диодов для схем выпрямления (2 часа).

Цель работы: научиться рассчитывать параметры элементов мостовой схемы выпрямителя и выбирать их на основании произведенных расчетов.

Краткие теоретические сведения

При выборе диодов выпрямителя необходимо учитывать целый набор факторов, определяемых: принципиальной схемой выпрямителя, частотой и величиной входного переменного напряжения, величинами напряжения и тока нагрузки, условиями эксплуатации (температура, влажность, устойчивость входного напряжения и т.п.), характером нагрузки (емкостная, индуктивная), наличием коммутационных перегрузок в цепи нагрузки, параметрами применяемого трансформатора и т.д.

В первую очередь необходимо рассчитать значение максимального обратного напряжения, прикладываемого к силовым диодам при работе выпрямителя выбранного типа, а также оценить среднее значение протекающего через них прямого тока. Полученные таким образом значения необходимо откорректировать в зависимости от характера нагрузки

Основными частями выпрямительного устройства являются:

- силовой трансформатор - для преобразования напряжения питающей сети;
- выпрямительные диоды – для преобразования переменного напряжения в пульсирующее;
- сглаживающий фильтр - для уменьшения пульсации выпрямленного напряжения.

Исходные данные

Исходные данные задает преподаватель:

1. Действующие значения напряжений обмоток трансформатора - U_1 и U_2 ;
2. Действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора - I_2 ;
3. Толщина каркаса для обмоток трансформатора - $\delta_{\text{карк}}$;
4. Толщина изоляции между отдельными слоями обмоток - $\delta_{\text{из}}$;
5. Толщина изоляционных прокладок между обмотками - δ_{1-2} , δ_{2-3} , δ_{3-4} .

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с настоящим методическим пособием.
2. Получить у преподавателя индивидуальное задание для расчета.
3. Начертить схему выпрямителя, указанного в задании.
4. Определить расчетную мощность трансформатора

Контрольные вопросы

1. Почему при электрическом расчете трансформатора выпрямителя используют геометрические размеры его сердечника и каркаса обмоток?
2. Как зависит мощность трансформатора от его геометрических размеров?
3. Какие электрические величины берут за основу при расчете?

4. Какие параметры выпрямительных диодов принимаются в расчет при конструировании выпрямителей?
5. Какой элемент выпрямителя в основном определяет его геометрические размеры?

Практическое занятие №7. Расчет транзисторного усилителя (2 часа).

Задание на работу

Рассчитать каскад транзисторного усилителя напряжения, принципиальная схема которого изображена на рис. 1, в. Данные для расчета:

$E = 2,5 \text{ В}$, $R_n = 480 \text{ Ом}$, $f = 150 \text{ Гц}$, $E_n = 24 \text{ В}$, $\beta = 1,4$

Исходные данные: 1) напряжение на выходе каскада (напряжение на нагрузке); 2) сопротивление нагрузки; 3) нижняя граничная частота; 4) допустимое значение коэффициента частотных искажений каскада в области нижних частот; 5) напряжение источника питания.

Примечание. Считать, что каскад работает в стационарных условиях (;). При расчете влиянием температуры на режим транзистора пренебрегаем.

Определить: 1) тип транзистора; 2) режим работы транзистора; 3) сопротивление коллекторной нагрузки; 4) сопротивление в цепи эмиттера; 5) сопротивления делителя напряжения и стабилизирующие режим работы транзистора; 6) емкость разделительного конденсатора; 7) емкость конденсатора в цепи эмиттера; 8) коэффициент усиления каскада по напряжению. Порядок расчета транзисторного усилителя по схеме с ОЭ. Определить тип транзистора.

Коэффициент усиления каскада по напряжению

При монтаже и эксплуатации схемы усилителя основной задачей является обеспечение усиления переменного сигнала. Требования к коэффициенту усиления могут отличаться в зависимости от задачи. Возможна задача получения максимального усиления, либо возможно требование определённого значения коэффициента усиления. Для решения указанной задачи производится расчёт схемы усилителя для выбранного конкретного транзистора. Расчёт состоит из следующих этапов: Выбор рабочей точки. В схеме усилителя транзистор вводится в активный режим работы. В этом режиме требуется прямое смещение эмиттерного перехода и обратное смещение коллекторного перехода. Для задания смещений анализируются статические характеристики транзистора. На характеристиках выделяется область активного режима. Затем на выходной и входной характеристиках выбираются значения токов и напряжений, лежащих в области активного режима. Указанный набор значений: $U_{БЭ}$, $U_{КЭ}$, I_B , I_E – называется рабочей точкой. Выбор рабочей точки зависит от конкретной задачи, для которой используется усилитель. В общем случае рабочая точка выбирается в центре активного режима, таким образом, амплитуда входного переменного сигнала не выводит транзистор из активного режима. Расчёт схемы усилителя. Теоретический расчёт работы усилителя известен из учебной и справочной литературы. В настоящем пособии упрощённый расчёт был проведён выше.

Для практических применений большее значение имеет расчёт параметров схемы, обеспечивающих требуемое усиление. Ниже приведён порядок расчёта. Дано: тип транзистора, рабочая точка транзистора это 4 значения $U_{БЭ}$, $U_{КЭ}$, I_B , I_K , напряжение источника питания. Параметры транзистора, а также рабочая точка определяются в рамках 1-й части пособия. Задача: подобрать параметры схемы (сопротивления и ёмкости), обеспечивающие усиление в нужном диапазоне частот. В рамках данного пособия поставлена принципиальная задача усиления сигнала, к коэффициентам не предъявляется высоких требований. Для решения поставленной задачи выбираются номиналы резисторов, исходя из известных соотношений для транзистора, а также выбранной рабочей точки. Значения $U_{КЭ}$, I_B , I_K выбираются по выходным характеристикам. В центре активного режима для заданного значения тока базы выбирается ток коллектора и напряжение на коллекторе. Из входных характеристик рассчитывается значение $U_{БЭ} = f(I_B)$ при заданном напряжении на коллекторе. Важно, чтобы мощность рассеяния на коллекторном переходе $P_K = U_{КЭ} \cdot I_K$ не превышала предельно допустимой для данного вида транзистора. Для выбранных значений рабочей точки рассчитываются h -параметры транзистора, в том числе коэффициент усиления по току β и входное сопротивление. Для выбора сопротивлений коллекторной и эмиттерной цепей строится нагрузочная характеристика, как показано на рисунке 2.8. Графический расчёт сопротивлений коллектора и эмиттера из выходных характеристик транзистора. На одном графике строится семейство выходных характеристик и уравнение для тока через R_K и $R_Э$. Если нанести зависимость, определяемую формулой на график семейства выходных ВАХ, она пересекает кривые семейства при разных значениях напряжения коллектора. Кривую, соответствующую выбранному значению тока базы, эта прямая пересекает в рабочей точке. Таким образом рассчитываются сопротивления. Все значения токов и напряжений здесь известны, коэффициент α может быть рассчитан из коэффициента β . Для приближённых расчётов его можно принять равным 1. Для R_K должно выполняться условие обратного смещения коллекторного перехода. Рассмотрим входную цепь. В рамках настоящего пособия выбран режим температурной стабилизации потенциала базы, для такого режима выполняются условия. Таким образом, напряжение на базе относительно эмиттера задаётся выбором сопротивлений R_1 , R_2 , эти сопротивления могут быть любыми, подходящими для выполнения условия. Однако на сопротивление R_2 накладывается дополнительное ограничение в связи с условием (2.38, 2.39), которое можно записать как. Таким образом, для расчёта сопротивлений R_1 , R_2 необходимо найти напряжение U_{R2} и $R_Э$. Эти значения могут быть найдены из известного напряжения на базе: В том случае, если напряжение на R_2 определяется формулой для входной ячейки может быть записан второй закон Кирхгофа. Таким образом, существует четыре известных соотношения, определяющий выбор сопротивлений: Из этих соотношений находятся четыре сопротивления схемы. В силу того, что в некоторых соотношениях стоит знак неравенства, выбор сопротивлений не является единственным. Существует множество наборов сопротивлений, удовлетворяющих названным четырём условиям. В том случае, если целью монтажа схемы является принципиальное получение усиления, разницы между различными наборами нет. Однако для определённости можно ввести некоторые критерии. При расчёте много меньше означает примерно два порядка. Для определённости возьмём. Знак «больше» подразумевает широкий выбор значений, однако для определённости остановимся на. При таком выборе получаем 4 уравнения для 4-х неизвестных значений сопротивления. Решив эти уравнения, получим значения

сопротивлений, которые необходимо ввести в цепь для обеспечения заданной рабочей точки. Выбор ёмкостей диктуется интересующим нас диапазоном частот. Ёмкость СЭ должна быть как можно большей, поскольку её основное назначение – это шунтирование переменного сигнала. Ёмкости С1 и С2 определяются интересующей нас граничной частотой для входного и выходного CR-фильтра. В зависимости от сопротивлений R1 и RН значения ёмкостей могут варьироваться. Обычно ёмкости выбираются $C1 = 0.05 - 50$ мкФ и $C2 = 1 - 200$ мкФ.

Практическое занятие №8. Расчет параметров работы трехфазного асинхронного двигателя (2 часа).

Цель работы: Освоить практический расчет асинхронного двигателя.

Задание для расчета. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, работая в номинальном режиме потребляет из сети мощность P_1 при номинальном напряжении U и номинальном токе I . полезная мощность на валу P_2 . Суммарные потери в двигателе равны $\sum P$; кпд. Коэффициент мощности двигателя равен $\cos\phi$. Двигатель развивает на валу вращающий момент $M_{ном}$ при частоте вращения ротора $n_{ном}$. Максимальный и пусковой моменты двигателя соответственно равны M_{max} и M_p ; способность двигателя к перегрузке $M_{max}/M_{ном}$, кратность пускового момента $M_p/M_{ном}$.

Синхронная частота вращения магнитного поля статора равна n_1 ; скольжение ротора при номинальной нагрузке $s_{ном}$; частота тока в сети $f=50$ Гц. Используя данные, приведенные в таблице 1, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

Порядок расчета:

1. Используем приложение к инструкционной карте с расчетными формулами.
2. Определяем неизвестную величину из таблицы, для вычисления которой имеются все данные. Некоторые варианты заданий предлагают извлечь из формулы неизвестную величину.
3. Постепенно определяем все неизвестные величины.
4. Результат вычислений записываем в специальный бланк ответов для проверки преподавателем.

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

Содержание отчета. Отчет по лабораторной работе составляется каждым учащимся или бригадой по данным протокола испытаний и оформляется в рабочей тетради «Лабораторно-практические работы по электротехнике».

Отчет должен содержать:

протокол испытаний, утвержденный преподавателем; вычисления и графические построения, предусмотренные подразделом «Требования к расчетно-графической части отчета».

Техника безопасности при выполнении работ. Лаборатория электротехники относится к помещениям повышенной опасности, так как в ней присутствуют электротехническая аппаратура и электрические машины, питаемые от источников электрической энергии.

Основное рабочее напряжение, с которым имеют дело учащиеся, 36 В. Оно является безопасным для человека, поскольку при минимальном сопротивлении тела человека 800 Ом максимально возможный ток при таком напряжении не превышает предельно опасной величины — 50 мА. Однако напряжение 220 В, которое используется для работы электронных измерительных приборов и, при необходимости, может быть использовано для питания электрических машин, является опасным для человека. Поэтому работа в лаборатории требует от учащихся соблюдения правил поведения и техники безопасности.

Работать разрешается строго за своим рабочим местом, перемещения в лаборатории должны быть максимально ограничены. Ни в коем случае не следует касаться руками неизолированных соединительных проводов и контактов в цепи, находящейся под напряжением. Любое изменение в схеме, пересоединение проводников должны выполняться при обесточенной ЭЦ. Все переключения и изменения должны быть проверены преподавателем. С особым вниманием и осторожностью необходимо относиться к работам с электрическими машинами, имеющими вращающиеся части. Запрещается тормозить вал машины рукой с целью ускорения его остановки. Опасность представляют также ЭЦ, содержащие индуктивные катушки с большим числом витков. При их размыкании на концах катушки может индуцироваться значительная ЭДС.

Перед проведением лабораторных работ учащиеся обязаны ознакомиться с действующими в учебном заведении инструкциями по охране труда при эксплуатации электроустановок до 1000 В, пожарной безопасности, охране труда при проведении работ в кабинете электротехники и расписаться в соответствующем журнале

Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника: учебник для студентов образовательных учреждений сред. проф. образования - М.: Академия, 2013.
2. Фуфаева Л.И. Электротехника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования - М.: Академия, 2013.
3. Бутырин П.А. Электротехника. Учебник. - М.: Академия, 2014.
4. Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника. Учебник для студентов учреждений СПО. - М.: Академия, 2013.
5. Фуфаева Л.И. Сборник практических задач по электротехнике: учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования. – М.: Академия, 2014.
6. Мартынова И.О. Электротехника. Учебник. - М.: Кнорус, 2015.
7. Полещук В.И., Задачник по электротехнике и электронике: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Изд. центр Академия, 2013.
8. Миловзоров О.В., Панков И.Г., Электроника. И.: Высшая школа, 2012.

Дополнительные источники:

1. Лобзин С.А. Электрические машины. Учебник.- М.: Академия, 2012
2. Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехнике с основами электроники. -М.: Высшая школа,2012.
3. Панфилов В.А. Электрические измерения, учебник.- М.: Академия ,2014.
4. Журавлева Л.В. Электроматериаловедение. Учебник для студентов учреждений сред.проф.образования.-М.: Академия, 2014.
5. Масленников В.В. Руководство по проведению лабораторных работ по основам электроники.-М.,2012.
6. Миленина С.А. Электротехника, электроника и схемотехника. Учебник и практикум для СПО. – М: Юрайт, 2015
7. Памфилов С.А., Некрасова Н.Р. Коваленко О.Ю. Общая электротехника и электроника: Электронный учебник (ДЕМО-версия).
nekrasovanr@yandex.ru

Интернет-ресурсы:

1. «Новости электротехники» (журнал). Форма доступа: www.news.elteh.ru
2. «Электро» (журнал). Форма доступа: www.elektro.elektrozavod.ru