

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

И.В. БУШУЕВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

Методические рекомендации
по выполнению лабораторных работ
для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника», профиль «Электроснабжение» очной и заочной форм
обучения

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2015

УДК 621.313

ББК 31.2

Б 94

Составитель: к.т.н., доцент кафедры электропривода и электротехнологии

И.В. Бушуев

Рецензент: к.т.н., доцент, зав. кафедрой электроснабжения *Д.М. Олин,*

*Рекомендовано к изданию методической комиссией
факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства,
протокол №*

**Б 94 Бушуев И.В. Электрические и электронные аппараты :
методические рекомендации по выполнению лабораторных
работ / И.В. Бушуев. — Караваево : Костромская ГСХА, 2015. —
24с.**

Издание содержит теоретические сведения, методику и контрольные вопросы по выполнению лабораторных работ по дисциплине электрические и электронные аппараты

Методические рекомендации предназначены для выполнения лабораторных работ студентами направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

УДК 621.313

ББК 31.2

□ ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, 2015

□ И.В. Бушуев, 2015

Оглавление

Лабораторная работа №1 Исследование электромагнитного реле.....	3
Лабораторная работа №2 Исследование теплового реле.....	6
Лабораторная работа №3 Исследование Плавких предохранителей.....	9
Лабораторная работа №4 Исследование автоматических выключателей.....	11
Лабораторная работа №8 Исследование бесконтактного коммутационного аппарата.....	13
Лабораторная работа №6 Исследование блока широтно-импульсного управления двигателем.....	17
Лабораторная работа №7 Исследование тиристорного регулятора напряжения	20

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ

Цель работы: Ознакомление с конструкцией, принципом действия, областью применения и эксплуатационными способностями электромагнитных контактных реле, а также изучение переходных процессов в электромагнитных механизмах постоянного тока.

Программа выполнения работы:

Ознакомиться с конструкцией реле постоянного и переменного тока;

Разработать и собрать схему управления осветительной установкой из двух мест с помощью электромагнитного реле.

Основные теоретические сведения

Реле называется устройство, в котором при определенном значении входного сигнала выходной сигнал скачкообразно принимает одно из устойчивых состояний.

Реле имеют широкое применение в системах автоматики, так как с их помощью можно:

- а) управлять большими мощностями на выходах посредством входных электрических сигналов сравнительно малой мощности;
- б) выполнять логические операции;
- в) создавать многофункциональные релейные устройства;
- г) осуществлять коммутацию электрических цепей;
- д) фиксировать отклонение контролируемого параметра от заданного уровня;
- е) выполнять функции запоминающего элемента.

Реле классифицируются по различным признакам: по виду физических величин, на которые они реагируют; по выполняемым функциям в системе управления и назначению.

По назначению и функциям, выполняемым в системах управления,

различают реле защиты, управления и контроля. В конструкциях реле имеются воспринимающие органы, реагирующие на внешние воздействия, коммутирующие (исполнительные) органы, осуществляющие передачу воздействия от реле в управление цепи, промежуточные органы, перерабатывающие и передающие воздействия от воспринимающих органов к коммутирующим органам. Все эти органы могут быть явно выраженными или

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ

Цель работы: изучить конструкцию и принцип работы тепловых реле

Программа выполнения работы:

Изучить устройство теплового реле;

Изучить принцип работы и снять время-токовую характеристику теплового реле имеющегося в лаборатории.

Основные теоретические сведения

Тепловые реле – это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки. Для защиты от перегрузок, наиболее широкое распространение получили тепловые реле с биметаллической пластиной.

Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания от тока нагрузки (времятоковая характеристика).

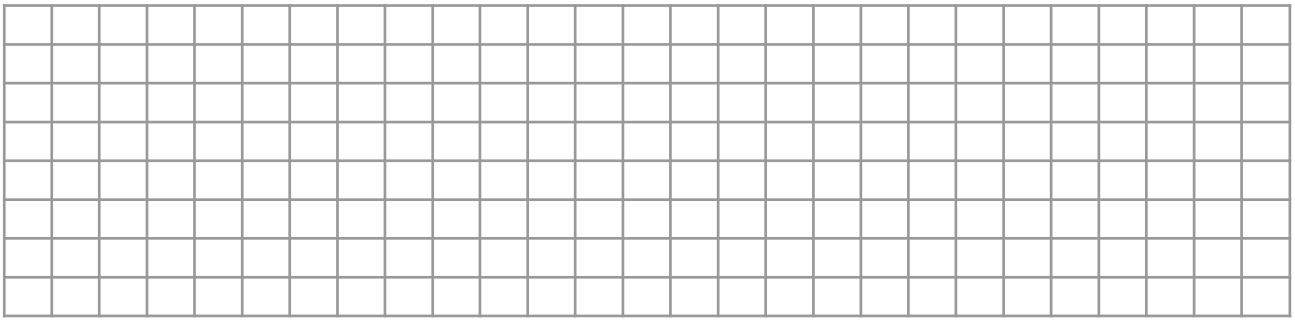
При проверке времятоковых характеристик тепловых реле следует учитывать, из какого состояния (холодного или перегретого) происходит срабатывание реле.

При проверке тепловых реле надо иметь в виду, что нагревательные элементы тепловых реле термически неустойчивы при токах короткого замыкания.

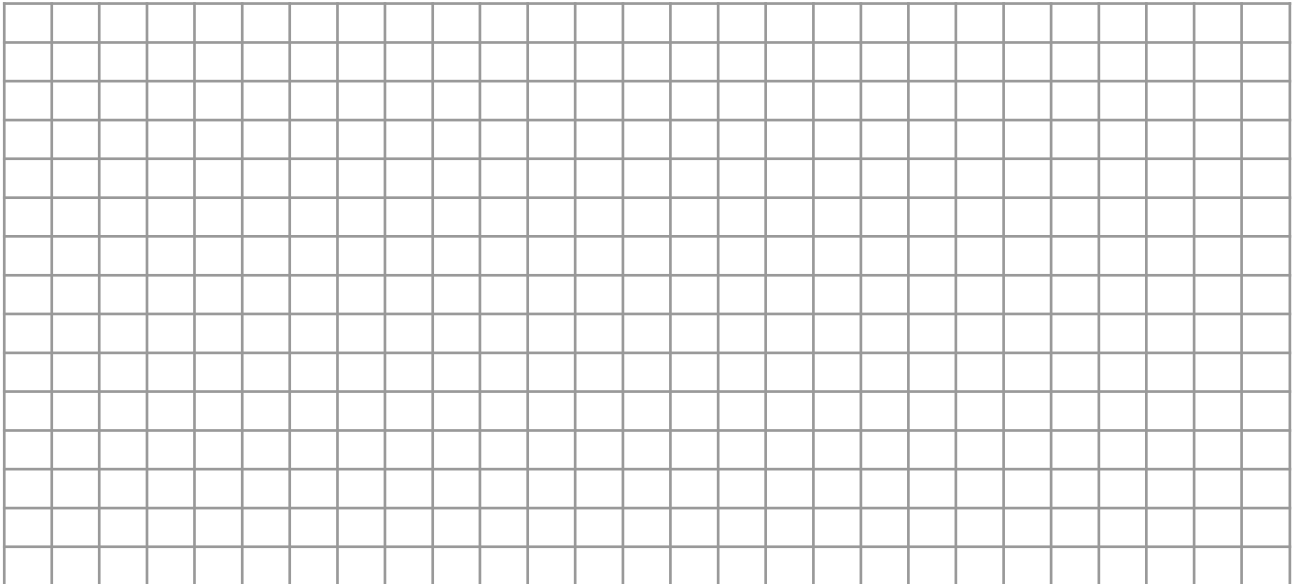
Выбор тепловых реле. Номинальный ток теплового реле выбирают исходя из номинальной нагрузки электродвигателя. Выбранный ток теплового реле составляет (1,2 - 1,3) номинального значения тока электродвигателя (тока нагрузки), т. е. тепловое реле срабатывает при 20- 30% перегрузке в течении 20 минут.

Постоянная времени нагрева электродвигателя зависит от длительности токовой перегрузки. При кратковременной перегрузке в нагреве участвует только обмотка электродвигателя и постоянная нагрева 5 - 10 минут. При длительной перегрузке в нагреве участвует вся масса электродвигателя и постоянная нагрева 40-60 минут. Поэтому применение тепловых реле целесообразно лишь тогда, когда длительность включения больше 30 минут.

Влияние температуры окружающей среды на работу теплового реле. Нагрев биметаллической пластинки теплового реле зависит от температуры



Изобразите схему защиты двигателя с помощью теплового реле



Вопросы для самопроверки

Нарисуйте принципиальную схему защиты двигателя от перегрузок с помощью теплового реле.

Что показывает время-токовая характеристика теплового реле?

Что такое биметаллическая пластина и зачем она используется?

Поясните конструкцию теплового реле

Как в контактной системе теплового реле происходит защита от образования дуги?

Как можно настроить тепловое реле?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Цель работы: изучить конструкцию и принцип работы плавких предохранителей

Программа выполнения работы:

Изучить конструкцию плавких предохранителей;

Произвести измерение номинального тока плавкой вставки выданной преподавателем.

Рассчитать номинальный ток плавкой вставки и сравнить с экспериментальным.

Основные теоретические сведения

Плавкий предохранитель — компонент силовой электроники одноразового действия, выполняющий защитную функцию. По ГОСТу: "Устройство, которое за счёт расплавления одной или нескольких его деталей, имеющих определённую конструкцию и размеры, размыкает цепь, в которую оно включено, прерывая ток, если он превышает заданное значение в течение определённого времени. Предохранитель включает в себя все детали, образующие готовые изделия".

Предохранитель устроен таким образом, что сгорает раньше, чем повреждаются другие элементы. Ведь проще вставить новый предохранитель, чем заменить провода, микросхемы и другие элементы которые могут сгореть при скачке тока в цепи.

Плавким предохранитель называется потому, что в его основе лежит плавкая вставка. Эта плавкая вставка состоит из сплава, который имеет низкую температуру плавления и при возникновении тока опасного для цепи, количества теплоты которое выделяется при протекании такого тока через эту вставку достаточно, чтобы её расплавить. Когда вставка расплавляется - "перегорает", то цепь оказывается разомкнутой.

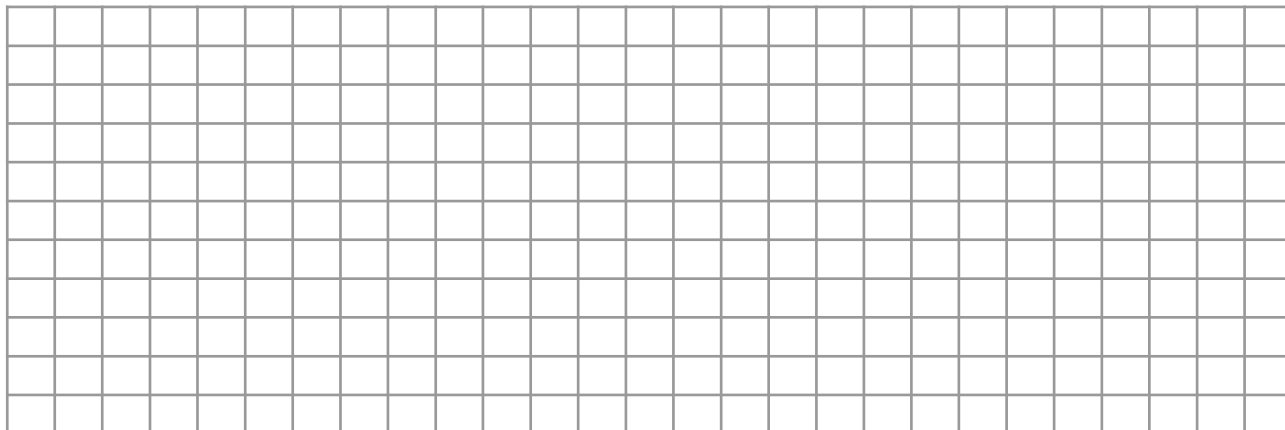
Причинами перегорания предохранителя могут быть короткое замыкание, перегрузка и резкие скачки тока.

Мало того, что предохранитель предохраняет цепь от повреждений, так он еще и служит защитой от пожаров и возгораний, так как плавкая вставка перегорает в корпусе предохранителя, в отличие от провода, который может

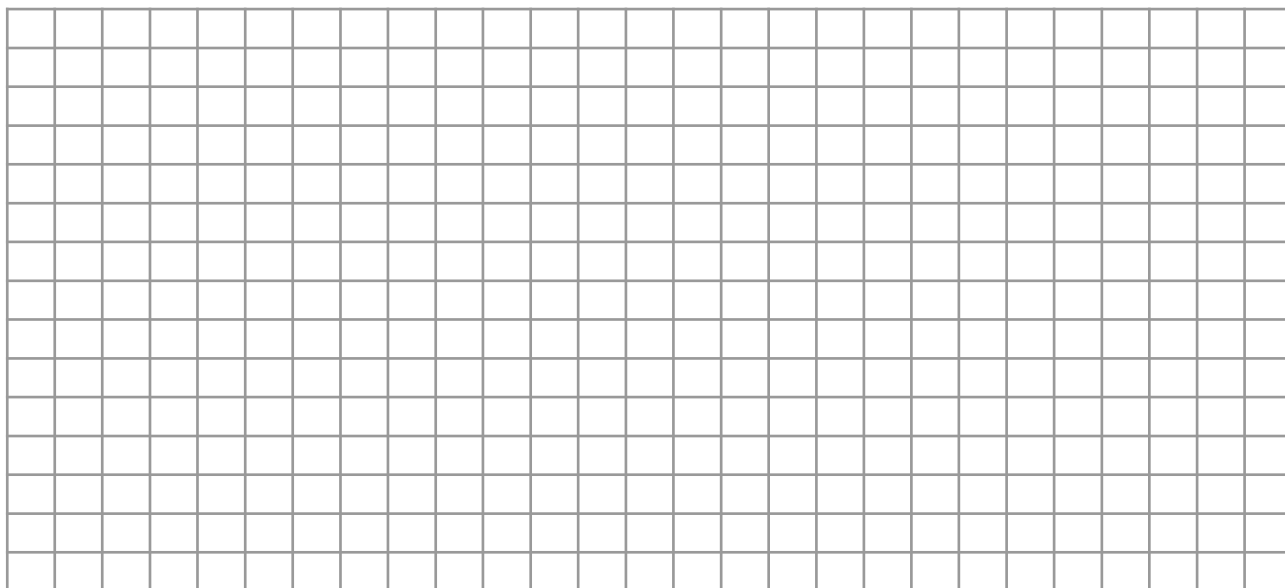
соприкасаются в момент сгорания с горючими материалами.

Содержание отчета

Нарисуйте конструкцию плавкого предохранителя



Результаты измерений номинального тока плавкой вставки и время токовая характеристика



Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте схему включения плавкого предохранителя в сеть при защите осветительной установки от токов короткого замыкания.
2. Выберите плавкую вставку для защиты асинхронного двигателя мощностью 3,2 кВт.
3. Поясните конструкцию плавкой вставки, назначение её элементов и их конструктивные особенности.
4. Напишите формулы для определения номинального тока плавкой вставки, сравните полученные экспериментальные и теоретические данные.

Содержание отчета

Изобразите найденную время-токовую характеристику, покажите на ней отличие автоматических выключателей с характеристикой В и Д.

Вопросы для самопроверки

1. Покажите на время-токовой характеристике момент срабатывания электромагнитного расцепителя.
2. Для защиты каких видов потребителей используются автоматические выключатели с характеристиками А, В, С и D.
3. Поясните конструкцию теплового и электромагнитного расцепителя и их назначение.
4. Нарисуйте схему включения автоматического выключателя в сеть для защиты трехфазного электрокалорифера.
5. Поясните назначение дугогасительной камеры и её работу.
6. Поясните конструкцию контактной системы автоматического выключателя.
7. Поясните назначение вспомогательных контактов автоматического выключателя.
8. Чем отличается УЗО от автоматического выключателя. (УЗО – устройство защитного отключения).
9. Поясните термин «селективность защиты».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО КОММУТАЦИОННОГО АППАРАТА

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия различных типов бесконтактных коммутационных аппаратов, а также экспериментальное определение характеристик этих аппаратов.

Программа выполнения работы:

Изучить устройство бесконтактного коммутационного аппарата

Изучить схему его включения и проверить его работу.

Основные теоретические сведения

Управление потоком электроэнергии электрические аппараты (ЭА) осуществляют посредством коммутации электрической цепи. В электромеханических аппаратах коммутация цепи производится замыканием или размыканием электрической цепи посредством контактной пары, имеющей подвижную часть. Потоками электрической энергии можно также управлять с помощью статических аппаратов, содержащих приборы с управляемой электрической проводимостью. Такие ЭА не содержат подвижных частей, и процессы коммутации в них происходят без дугообразования.

Статические ЭА с бездуговой коммутацией можно подразделить на две основные группы: электронные и электромагнитные. В электронных аппаратах используются приборы с управлением электронного потока, а в электромагнитных – приборы с изменением магнитного сопротивления переменному току. В настоящее время наилучшими технико-экономическими показателями обладают полупроводниковые аппараты, относящиеся к группе электронных. В большинстве случаев электронные приборы в статических аппаратах работают в ключевом режиме, когда электронные приборы включены и проводят ток или выключены и не проводят ток, т.е. они подобны электромеханическим ключам, имеющим два состояния – включен или выключен. Основным элементом электронных аппаратов являются приборы, выполняющие функции электронных ключей.

Электронным ключом называется устройство для включения и выключения силовой электрической цепи, содержащее, по крайней мере, один управляемый вентиляльный прибор. Электронный вентиляльный прибор – это

неделимый электронный прибор для электронного силового преобразования или прерывания, один неуправляемый или управляемый ключевым (бистабильным) способом и проводящий однонаправленный ток. На основе двух или более вентильных приборов создаются двунаправленные ключи, проводящие ток в двух направлениях или способные блокировать как прямое, так и обратное напряжения, т.е. не переходить в проводящее состояние при приложении к ним напряжений противоположных полярностей. Понятие «силовой» означает, что осуществляется управление потоком электрической энергии, а не потоком информации. К «силовым» приборам формально принято относить приборы с максимально допустимым значением среднего тока свыше 10 А или импульсным током свыше 100 А.

Функции силовых электронных ключей в настоящее время выполняют силовые полупроводниковые приборы, физической основой которых являются полупроводниковые структуры с различными типами электронной проводимости.

Силовые полупроводниковые приборы можно классифицировать по различным признакам: принципу действия, конструктивному исполнению, применению и др.

По принципу действия на практике в самом общем виде различают диоды, транзисторы и тиристоры. Однако каждый из этих видов содержит значительное количество разновидностей, существенно различающихся по принципу действия и своим характеристикам. Например, среди транзисторов различают биполярные транзисторы, полевые транзисторы, транзисторы с изолированным затвором IGBT (Insulated-Gate-Bipolar Transistor).

С учетом структуры IGBT в русскоязычной литературе предложено именовать его МОП-БТ. Не меньшее разнообразие принципов действия присуще также тиристорам. Внутри каждой разновидности приборы подразделяются на различные группы и типы, определяемые особенностями конструкции, технологиями исполнения, характеристиками отдельных параметров и др.

В каждой группе приборы могут классифицироваться по рабочей частоте (низкочастотные, высокочастотные, импульсные и др.), а также по коммутируемой мощности (малой мощности, средней мощности, большой мощности).

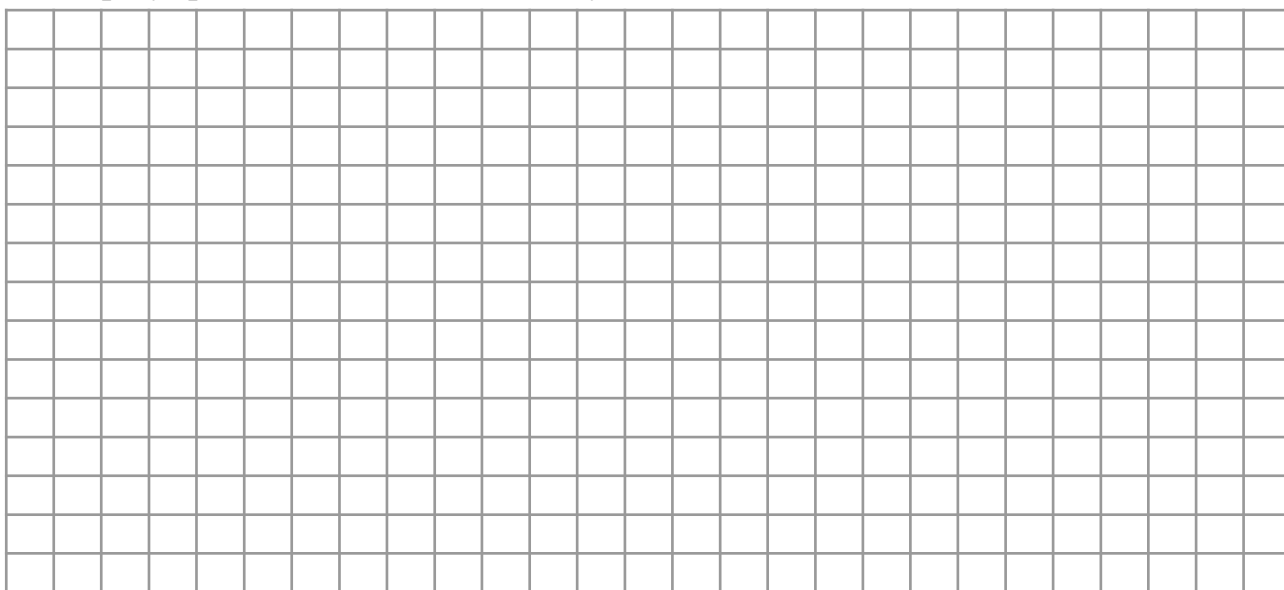
Важным признаком классификации ключа является принцип его управляемости, т.е. возможность перевода его из проводящего состояния в

непроводящее и обратно. В настоящее время различают следующие принципы управляемости:

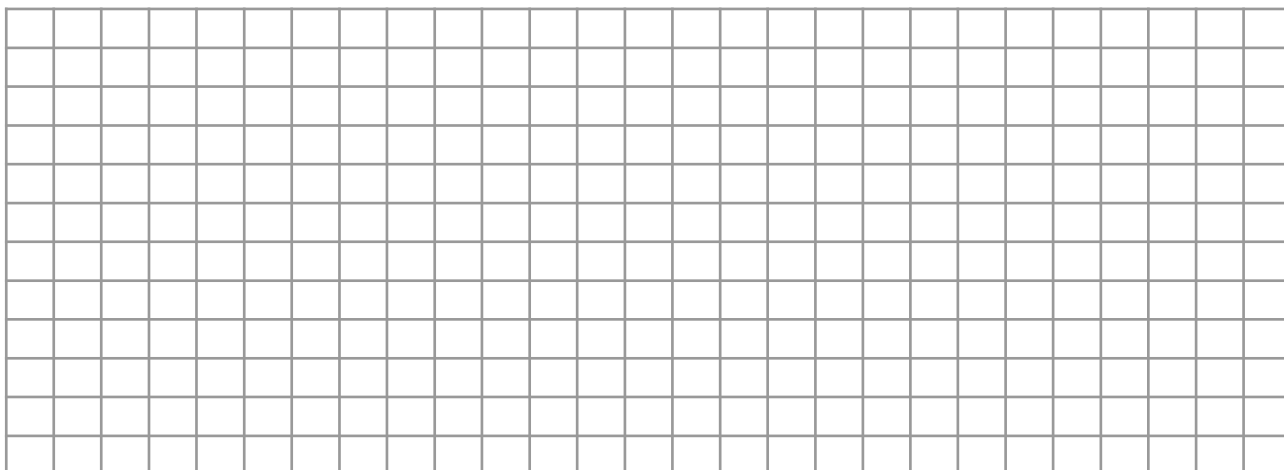
- изменение полярности подаваемого на прибор напряжения (диоды);
- подача сигнала управления для включения прибора и изменение полярности напряжения, подаваемого на силовые выводы, для его выключения (традиционные тиристоры), называемого не полностью управляемым;
- подача управляющих сигналов для включения или выключения прибора (транзисторы, запираемые тиристоры).

Содержание отчета

Нарисуйте схему включения бесконтактного коммутационного аппарата в сеть при управлении осветительной установкой



Воспользовавшись поисковыми системами (например Yandex) нарисуйте простейшую принципиальную схему бесконтактного коммутационного аппарата



Вопросы для самопроверки

1. Поясните принцип работы и вольт-амперные характеристики: стабилитрона, диода, тиристора, биполярного транзистора.
2. Поясните работу принципиальной схемы бесконтактного коммутационного аппарата.
3. Расскажите о достоинствах и недостатках бесконтактных коммутационных аппаратов.
4. Расскажите о достоинствах и недостатках тиристорных, биполярных, полевых и IGBT транзисторов при использовании их в коммутационных аппаратах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОКА ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Цель работы: изучить конструкцию и алгоритм работы ШИМ.

Программа выполнения работы:

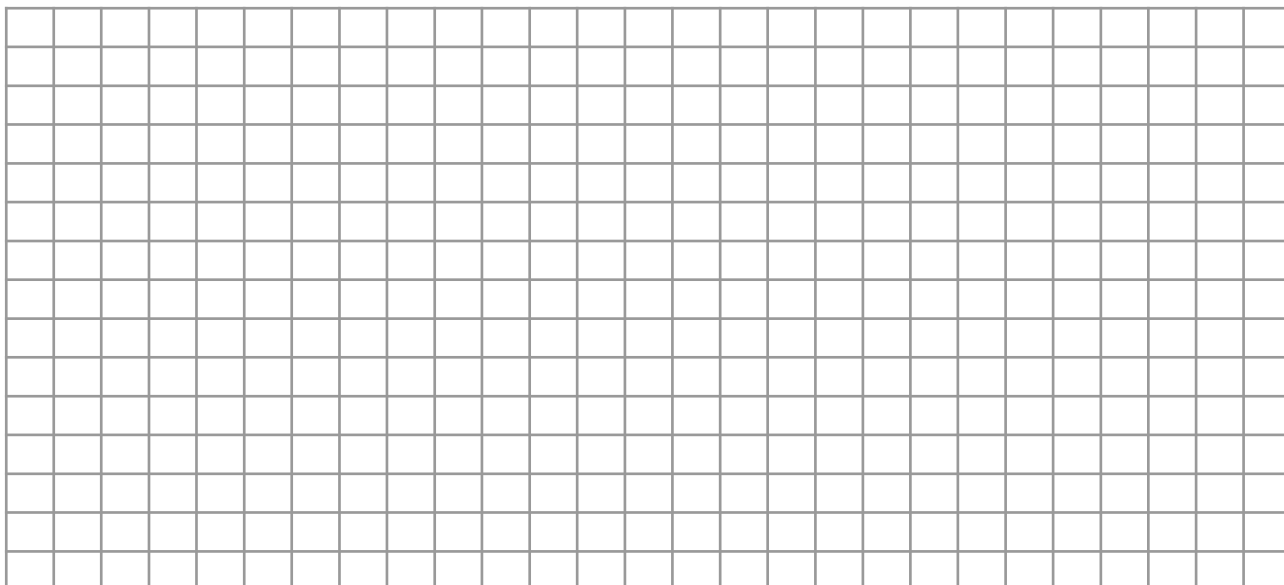
Изучить схему ШИМ

Изучить принцип работы ШИМ

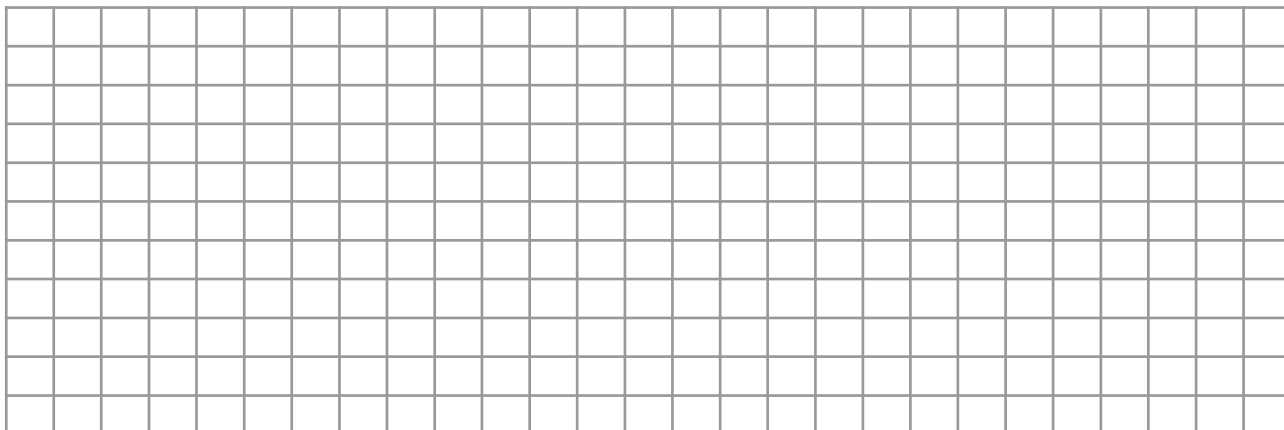
Основные теоретические сведения

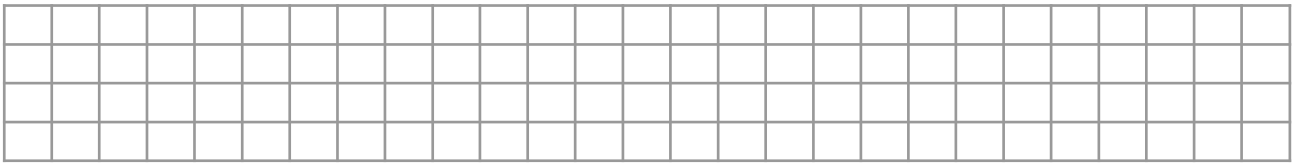
Содержание отчета

Нарисуйте схему включения блока ШИМ в схему управления двигателем

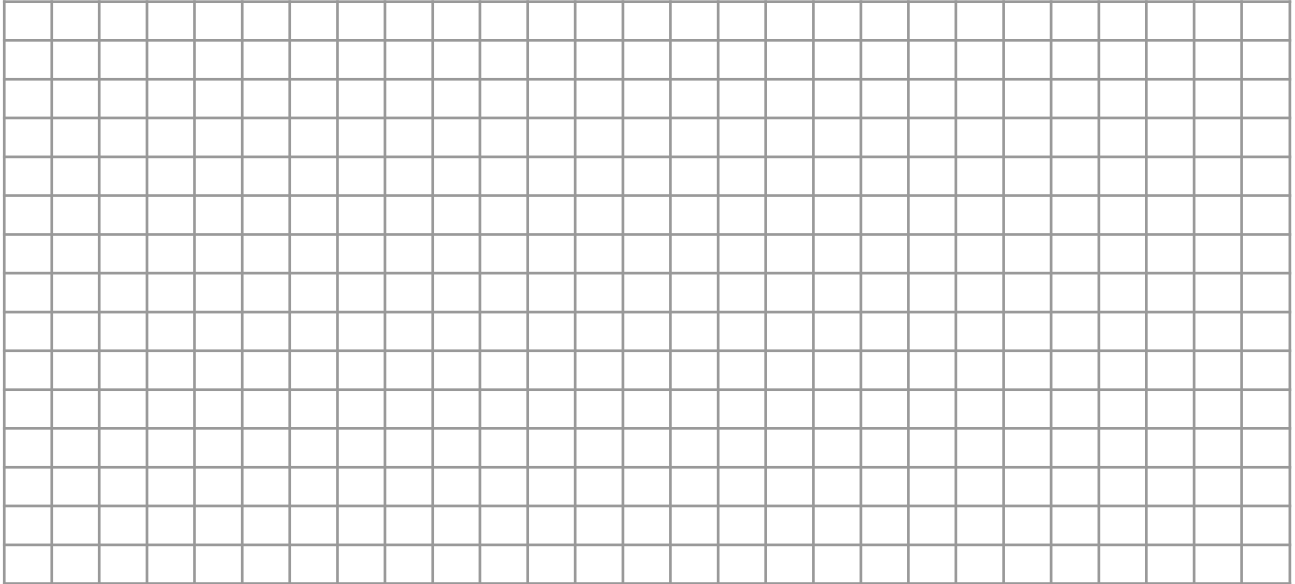


Воспользовавшись поисковыми системами (например Yandex) нарисуйте простейшую принципиальную схему блока ШИМ





С помощью осциллографа получите форму сигнала на двигателе при управлении с помощью блока ШИМ при действующем напряжении на двигателе 50% от напряжения питания



С помощью ампервольтметра измеряйте напряжение на двигателе при действующем напряжении 50% от напряжения питания

$U_{50\%} =$

Вопросы для самопроверки

1. Расскажите что такое широтно-импульсное управление.
2. Какие достоинства есть у ШИМ.
3. Поясните область применения ШИМ в народном хозяйстве.
4. Что такое опорная частота ШИМ?
5. Поясните работу принципиальной схемы блока ШИМ.
6. Объясните результаты измерения напряжения на двигателе, что такое действующее значение напряжения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия различных тиристорных и симисторных регуляторов напряжения, а также экспериментальное определение характеристик этих регуляторов.

Программа выполнения работы:

Изучить конструкцию и принципиальную схему тиристорного регулятора напряжения.

Изучить схему включения тиристорного регулятора напряжения в сеть при управлении яркостью свечения ламп накаливания (диммер).

Основные теоретические сведения

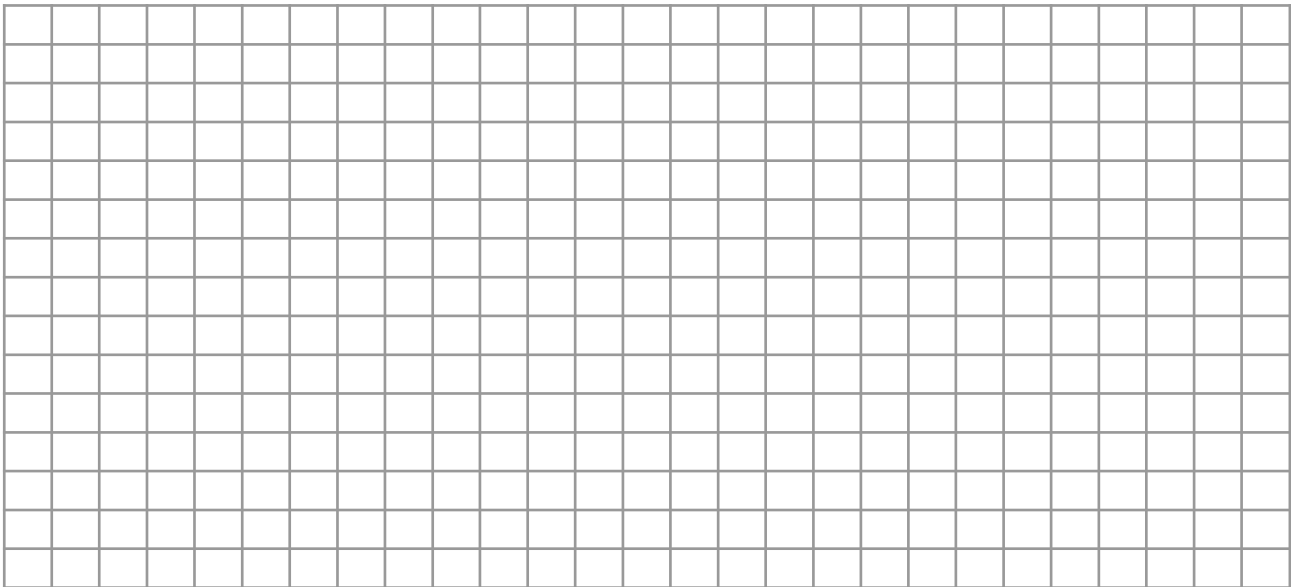
Тиристорный регулятор напряжения используется для изменения действующего переменного напряжения на активной нагрузке. В качестве ключевого элемента используется два тиристора или диодный мостик и один тиристор, а в более простом варианте один симистор.

Схемы с тиристорными регуляторами напряжения являются примером фазо-импульсного управления. Частным случаем применения тиристорных регуляторов напряжения для управления мощностью ламп накаливания является диммер.

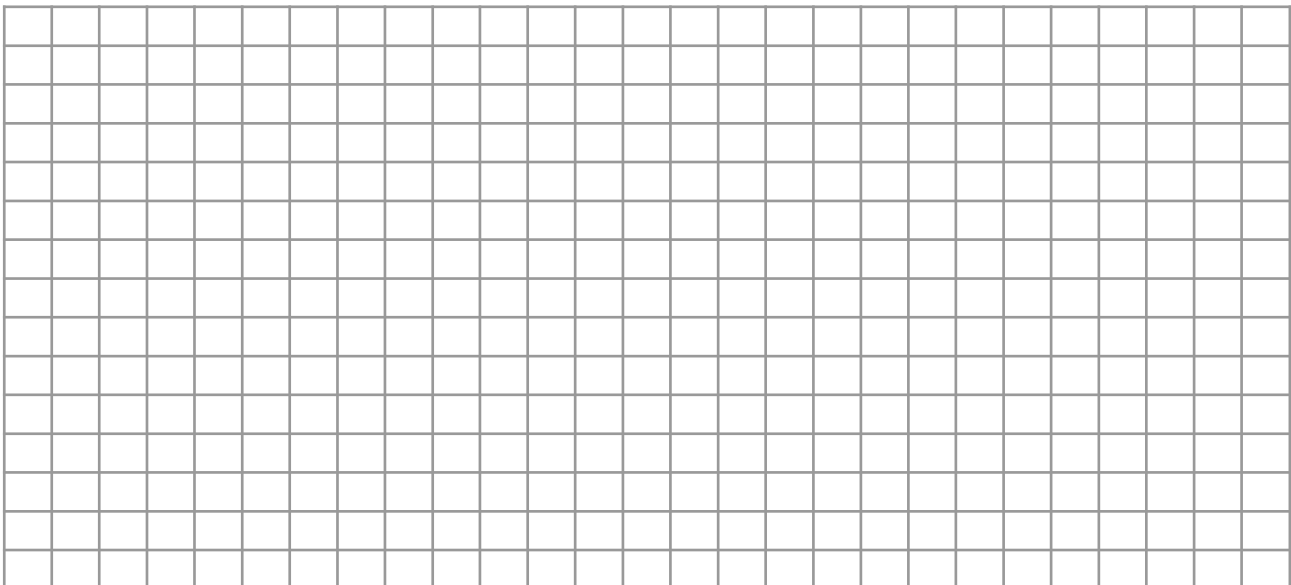
Содержание отчета

Воспользовавшись поисковыми системами (например Yandex) нарисуйте

простейшую принципиальную схему тиристорного (симисторного) регулятора напряжения



Нарисуйте осциллограмму напряжения на нагрузке при действующем напряжении равном 50% от напряжения сети



Вопросы для самопроверки

1. Поясните работу принципиальной схемы тиристорного регулятора напряжения.
2. Поясните причины трудностей возникающих при использовании тиристорного регулятора напряжения для управления индуктивной нагрузкой.
3. Поясните термин «угол открытия тиристора».

4. Объясните основные отличия тиристора от симистора и биполярного транзистора.
5. Расскажите о недостатках тиристорных регуляторов напряжения.
6. Расскажите о особенностях использования тиристорного регулятора напряжения на постоянном токе.

Рекомендуемая литература

Электрические и электронные аппараты. В 2 т. [Текст] : учебник для вузов. Т. 1 : Электромеханические аппараты : учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Е.Г.Акимов и др.] ; под ред. А.Г.Годжелло, Ю.К.Розанова. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 352 с.

Электрические и электронные аппараты: в 2 т. [Текст] : учебник для вузов. Т. 2 : Силовые электронные аппараты / Розанов Ю.К., ред. - М. : Академия, 2010. - 320 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Электротехника). - ISBN 978-5-7695-6255-6. - гл. 211 : 455-00.

Основы теории электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Курбатов П.А., ред. - 5-е изд., перераб. и доп. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 592 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, требуется регистрация. - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-8114-1800-8.

Учебно-методическое издание

Бушуев И.В. Электрические и электронные аппараты : Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» очной и заочной форм обучения / И.В. Бушуев — Каравеево : Костромская ГСХА, 2015. — 24с.

Методические рекомендации издаются в авторской редакции.