Федеральное агентство по образованию

Федеральное государственное образовательное учреждение среднего профессионального образования

Чебоксарский электромеханический колледж

Письменная экзаменационная работа

Схемы выпрямления

2010

**Введение**

Основные направления экономического и социального развития предусматривают интенсивное развитие автоматизации и роботизации всего народного хозяйства страны, повышение энерговооруженности труда.

Решение этих задач непосредственно связано с совершенствованием электрооборудования промышленных установок, со степенью автоматизации технологических линий и участков производства, с качеством обслуживания, от которого зависят бесперебойность и ритмичная работа предприятия.

Политика нашей страны направлена на то, чтобы совершенствовать систему образования с учётом потребностей ускорения социально-экономического развития, требований выдвигаемых прогрессом науки и техники.

Чтобы обслуживать электрооборудование, соответствующее современному уровню развития науки и техники, электромонтёр должен обладать знаниями по устройству электрических двигателей, аппаратов защиты и управления, иметь представление об особенностях работы полупроводниковой техники и устройств автоматики, уметь разбираться в системах электрооборудования технологических установок и устройств и т.д. Цель выпускной квалификационной работы – овладеть необходимым комплексом знаний в области монтажа и обслуживания преобразовательной полупроводниковой техники.

**1. Полупроводниковые схемы выпрямления на диодах**

* 1. **Понятие полупроводникового выпрямителя**

Выпрямитель электрического тока — механическое, электровакуумное, полупроводниковое или другое устройство, предназначенное для преобразования переменного входного электрического тока в постоянный выходной электрический ток.

Большинство выпрямителей создаёт не постоянные, а пульсирующие однонаправленные напряжение и ток, для сглаживания пульсаций которых применяют фильтры.

* 1. **Полупроводниковый диод**

Рисунок 1.2.1 - Вольтамперная характеристика диода

Полупроводниковые диоды работают на принципе односторонней электропроводимости и имеют один электрический переход и два вывода. Вольтамперная характеристика диода (рисунок 1.2.1.) показывает зависимость проходящего через него тока от приложенного напряжения.

Если к анодному выводу приложен положительный потенциал, то сопротивление электрического перехода мало и ток проходящий через прибор, ограничивается только сопротивлением нагрузки RH. Падение напряжения на диоде при прохождении номинального тока составляет 0,5-1В.

Если к анодному выводу приложен отрицательный потенциал, то диод имеет большое сопротивление и через прибор проходит обратный ток составляющей десятые доли ампера, т.е. можно считать, что ток в обратном Если обратное приложенное напряжение превышает номинально допустимое то диод выходит из строя.

**1.3 Применение схем выпрямления**

1) выпрямление электрического тока; 2) блоки питания аппаратуры; 3) выпрямители электросиловых установок; 4) сварочные аппараты;

* 1. **Выпрямление электрического тока**

Выпрямители обычно используются там, где нужно преобразовать переменный ток в постоянный ток.

**1.5 Блоки питания аппаратуры**

1) блоки питания промышленной и бытовой радио- и электроаппаратуры (в т.ч.,так называемые, адаптеры);

2) блоки питания бортовой радиоэлектронной аппаратуры транспортных средств.

**1.6 Выпрямители электросиловых установок**

1) выпрямители питания главных двигателей постоянного тока автономных транспортных средств и буровых установок;

2) преобразователи бортового электроснабжения постоянного тока автономных транспортных средств: автотракторной, железнодорожной, водной, авиационной и другой техники.

**1.7 Сварочные аппараты**

В сварочных аппаратах постоянного тока применяются чаще всего мостовые схемы на мощных кремниевых выпрямительных диодах — вентилях (клапанах), с целью получения постоянного сварочного напряжения и тока. Он отличается от переменного тем, что при использовании его сильнее нагревается область дуги около положительного (+) её полюса, что позволяет либо осуществлять щадящую сварку свариваемых деталей преимущественно плавящимся сварочным электродом, либо экономить электроды, осуществляя резку металла электродуговой сваркой.

**1.8 Однофазная мостовая схема**

Схема состоит из 4-х диодов V1-V4, соединенных по схеме моста и подключенных к сети переменного тока через трансформатор или напрямую. Трансформатор позволяет согласовать напряжение сети и выпрямленное напряжение нагрузки. В одну диагональ моста (точки 1 и 3) включен источник переменного напряжения, а в другую(точки 2 и 4) – нагрузка RH.

Диоды работают поочерёдно парами V1,V3 и V2,V4. В положительный полупериод напряжения U2ф потенциал точки 1 положителен, а точки 3-отрицателен. Диоды V1 и V3 включены в прямом направлении, а V2 и V4- в обратном. Ток от положительного зажима вторичной обмотки трансформатора проходит через диод V1, нагрузку к открытому диоду V3 и к отрицательному зажиму вторичной обмотки трансформатора.

В отрицательный полупериод (полярность напряжения указана в скобках) диоды V2 и V4 проводят ток, а V1и V3 закрыты. Ток от положительного зажима проходит через диод V2 и нагрузку к открытому диоду V4 и к отрицательному зажиму вторичной обмотки трансформатора. Таким образом, ток в цепи нагрузки каждый период проходит в одном направлении.

**1.9 Недостатки однофазной мостовой схемы**

Однофазные мостовые схемы из-за больших пульсаций выпрямленного напряжения применяют в электроустановках малой мощности.

**1.10 Трехфазная нулевая схема**

Схема состоит из 3-х диодов и трансформатора, первичная обмотка

которого соединена в звезду или треугольник, а вторичная - в звезду. Анодные выводы диодов подключают к обмоткам трансформатора, а катодные к общей точке. Нагрузку включают между нулевой точкой трансформатора и общей точкой диодов.

При активной нагрузке Rн ток через каждый диод протекает в течение 1/3 периода частоты сети, когда напряжение в одной фазе трансформатора больше чем в двух других, а выпрямленный ток проходит по нагрузке непрерывно. В момент пересечения положительных значений напряжений каждой фазы трансформатора в точках а, б и в, называемых точками естественной коммутации диодов, ток прекращает проходить в одном диоде и начинает протекать через другой.

**1.11 Достоинства и недостатки трехфазной нулевой схемы**

Схема позволяет получать выпрямленное напряжение более сглаженной формы, чем однофазная мостовая.

Недостаток- прохождение тока через вторичные обмотки только в одном направлении, что создаёт магнитный поток подмагничивания, вызывающий дополнительный нагрев трансформатора.

Поэтому схему широко применяют только в выпрямительных установках с трансформаторами, ток вторичной обмотки которых не превышает 100 ампер.

**1.12 Трёхфазная мостовая схема**

Рисунок 1.12.1 - Трёхфазная мостовая схема выпрямления

Схема состоит из 6 диодов, которые образуют 2группы: с общим катодным выводом(V1,V3 и V5) и общим анодным выводом(V2,V4 и V6). В нечётной группе (V1,V3 и V5) диоды в течении каждой трети периода работают с наиболее высоким потенциалом анодного вывода.

В чётной группе (V2,V4 и V6) в этот период времени работает тот диод у которого катодный вывод имеет наиболее отрицательный потенциал (интервал а-г для диода V6 и г-б для диодаV2) по отношению к общей точке анодных выводов.

Таким образом в интервале а-г ток проходит от фазы а трансформатора через диод V1, нагрузку Rн, диод V6 к фазе б трансформатора. В интервале г-б ток проходит через диод V1 нагрузку Rн, и диод V2.

В схеме в любой момент времени при активной нагрузке ток проходит через 2 диода, один из нечётной, а другой - из чётной группы. Диоды нечётной группы коммутируются в момент пересечения положительных участков синусоид(а, б, в) а чётные группы – в момент пересечения отрицательных участков(г, д, е).

**1.13 Достоинства и недостатки трёхфазной мостовой схемы**

Небольшой коэффициент пульсации выпрямленного напряжения.

Отсутствие дополнительного нагрева.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Схема выпрямления | Число фаз выпрямления m | Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения |
| Однофазная мостоваяТрёхфазная нулеваяТрёхфазная мостовая | 236 | 0,670,250,057 |

1. **Полупроводниковые схемы выпрямления на тиристорах**

**2.1 Понятие полупроводникового тиристора**

Полупроводниковые тиристоры имеют три электрода (катодный, анодный и управляющий электрод) и обладают двумя устойчивыми состояниями: открытым (проводящим ток) и закрытыми (непроводящим ток).

* 1. **Полупроводниковый тиристор**

Ток через тиристор начинает проходить, когда к анодному выводу приложен положительный потенциал и подан положительный по отношению к катодному выводу управляющий сигнал. По внешнему виду тиристор напоминает диод, но в отличие от него имеет дополнительный управляющий электрод.

Представляющая собой зависимость проходящего тока от приложенного напряжения. Обратная ветвь характеристики тиристора (при подаче на анодный вывод отрицательного напряжения) не отличается от характеристики полупроводникового диода. При положительном потенциале на анодном выводе сопротивление тиристора зависит от управляющего тока. При отсутствии управляющего сигнала сопротивление тиристора велико, что соответствует участку низкой электропроводности характеристики. Ток управления переводит тиристор в открытое состояние при прямом напряжении. При прохождении через управляющий электрод номинального тока участок низкой проводимости практически отсутствует, и в прямом направлении характеристика тоже такая же, как у диода.

Для надёжного и точного перевода тиристора из закрытого состояния в открытое подают на управляющий электрод кратковременный импульс напряжения (рисунок 2.2.2), а для изменения выпрямленного напряжения регулируют момент подачи импульса по отношению к точке естественной коммутации диода.

Выпускают тиристоры различных серий на токи от 10 до 1000 А и допустимые обратные напряжения от 100 до 1200 В. Малое падение напряжения (0,7-1,5 В) в полупроводниковых приборах при номинальном токе обеспечивает высокий кпд тиристорных преобразователей.

* 1. **Особенности тиристорных выпрямителей**

Управляемые тиристорные выпрямители позволяют преобразовывать переменный ток в постоянный и плавно изменять выпрямленное напряжение от нуля до номинального значения.

Силовые схемы выпрямления для тиристоров анологичны схемам выпрямления с диодами. Для изменения выпрямленного напряжения необходимо иметь специальное устройство, называемое системой импульсно-фазового управления (СИФУ), которое выполняет две функции: формирует управляющий импульс и смещает его по фазе относительно напряжения сети. Устройство СИФУ позволяет изменять угол регулирования α тиристорного преобразователя от 0 до 150-180 эл. град.

**2.4 Трёхфазная нулевая схема**

В трёхфазной нулевой схеме, где вместо диодов включены тиристоры (рисунок 2.4.1,а) управляющие импульсы, поступающие от СИФУ должны быть соответствующим образом сфазированы с напряжением трансформатора, т.е. подаваться в нужные моменты времени. Сдвиг импульсов относительно базовой точки происходит в сторону отставания. За базовые необходимо брать точки естественного отпирания тиристора (точки а, б, в, рисунок 2.4.1,б) Если управляющие импульсы подавать на тиристоры V1,V2 и V3 соответственно в точках а, б, в, получим наибольшее выпрямленное напряжении. При подаче управляющих импульсов с отставанием по отношению к точке естественного отпирания на угол альфа, то тиристоры открываются позже, а среднее выпрямленное напряжение будет меньше, чем наибольшее выпрямленное напряжение.

* 1. **Трёхфазная мостовая схема**

В трёхфазной мостовой схеме (рисунок 2.5.1) имеется шесть тиристоров, которые образуют две группы: с общим катодным выводом (V1, V3 и V5) и общим анодным выводом (V2, V4 и V6), а ток в любой момент протекает минимум через два тиристора, расположенных в разных группах. Надёжная работа тиристорного преобразователя возможна при одновременном открытии тиристоров обеих групп, что обеспечивается схемой управления СИФУ, в которой предусматривается формирование двух сдвоенных импульсов, сдвинутых относительно друг друга на 60 эл. град. В этом случае имеет место одновременная подача импульсов в тиристоры двух различных групп (V1 и V6, V1 и V2, V3 и V2 и т.д.). Наличие двух групп тиристоров обеспечивает шестифазное выпрямление (рисунок 2.5.2) напряжения.

* 1. **Применение тиристорных преобразователей**

Тиристорные преобразователи широко применяют для питания обмоток возбуждения и якоря электрических двигателей.

При питании обмотки возбуждения, которая обладает достаточно большой индуктивностью, не возникает особых осложнений. Более того, наличие индуктивности способствует сглаживанию тока в цепи нагрузки. При питании якоря двигателя необходимо учитывать, что при вращении последнего возникает противо-эдс, которая влияет на работу системы выпрямитель – двигатель, ухудшая характеристики электропривода.

Электрический ток проходит через двигатель, когда мгновенное значение выпрямленного напряжения будет больше противо-эдс. Таким образом ток якоря имеет прерывистый характер. Пульсирующий ток увеличивает тепловые потери. Для уменьшения и устранения зоны прерывистых токов, а также снижения пульсаций тока в якорную цепь включают сглаживающий дроссель. Ток в цепи нагрузки не может спадать мгновенно, так как в катушке индуктивности запасается электромагнитная энергия. Поэтому даже при напряжении преобразователя меньше противо-эдс двигателя, ток в якорной цепи может протекать за счет этой энергии, что позволяет снизить или вообще устранить зону прерывистых токов и уменьшить их пульсацию.

**3. Устройство силовых блоков**

Одним из основных узлов преобразователя является силовой выпрямительный ток, куда входят полупроводниковые приборы и охладители.

Для полупроводниковых приборов применяют 2 способа охлаждения: воздушное, жидкостное. Приборы на небольшие токи (10-25А) имеющие воздушное охлаждение снабжают охладителями в виде пластин.

Воздушные охладители для полупроводниковых приборов штыревого типа имеют радиаторы с резьбовым отверстием под шпильку на катодном выводе для диодов. Охладитель выполняют дл одного или нескольких полупроводниковых приборов. Воздушное охлаждение может быть естественным и принудительным.

Принудительное охлаждение предусматривает установку вентиляторов, которые продувают воздух, через вентиляционные каналы.

**4. Монтаж и обслуживание преобразовательной полупроводниковой техники**

Нормальная работа полупроводниковых преобразовательных устройств зависит от окружающей среды и условий эксплуатации. Как правило, агрегаты общепромышленного использования предназначены для работы в закрытых стационарных помещениях при следующих условиях: температура окружающей среды от 1 до 50˚C; относительная влажность воздуха не более 85-90% при 20˚ или 50% при 40˚C; отсутствие в окружающей среде агрессивных газов и паров, разрушающих металлы и изоляцию.

Преобразовательные агрегаты устанавливают на металлических, железобетонных перекрытиях или бетонных полах с креплением анкерного болтами или приваркой опорного пояса. На ровном полу с уклоном не более 1-2˚ шкаф закреплять не обязательно. После установки проверяют отвесом отклонение шкафа от вертикали, которое не должно превышать 5˚.

Для присоединения силовых токопроводов к преобразовательным шкафам необходимо использовать гибкие компенсаторы, что позволяет избежать возможных механических смещений оборудования внутри шкафа. Затяжку болтовых соединений ошиновки и кабельных линий выполняют вручную.

После окончания монтажных работ проверяют сопротивление изоляции силовых цепей напряжением выше 1000В (должно быть ниже 50МОм при комнатной температуре) и цепей управления (должно быть не ниже 0,5 МОм). В силовых цепях заземление проверяют мегомметром на 2,5 кВ, а в цепях управления – на 0,5 кВ. Все шкафы и элементы преобразовательных устройств необходимо заземлять в соответствии с ПУЭ.

Основное условие правильной работы тиристоров выпрямителя – обеспечение строгой последовательности и расположения во времени импульсов на соответствующих управляющих электродах (фазировка системы управления).

Для контроля за нормальным техническим состоянием преобразовательной техники предусматривают периодические (один раз в месяц) планово-предупредительные осмотры и профилактический ремонт (один раз в год).

При ежемесячной проверке проводят визуальный осмотр лакокрасочных покрытий, мест пайки, проверяют надёжность контактных соединений, а также чистоту охлаждающего воздуха для установок с принудительной вентиляцией. При содержании в воздухе посторонних частиц более 0,7 мг/м³ принимают меры по его отчистке.

Обслуживающий персонал проводит один раз в год следующие работы: удаляет сжатым воздухом пыль с ребристых поверхностей радиаторов, ячеек и кассет системы управления защиты; проверяет и подтягивает болтовые соединения; очищает кисточкой, смоченной бензином или уайт-спиритом, изоляцию ячеек, печатных плат, кассет с последующей просушкой обработанных изделий; протирает этиловым спиртом все контактные соединения; проверяет электрическую прочность и сопротивление изоляции в соответствии с ГОСТом и инструкцией по эксплуатации преобразовательных установок, а так же состояние заземляющих устройств в соответствии с ПУЭ.

При аварийной ситуации в кратчайшие сроки выполняют следующие работы: переводят питание двигателя или другого преобразователя постоянного тока на резервный источник (если он предусмотрен) и по схеме в определённой последовательности выявляют неисправность. Современные преобразовательные агрегаты оснащают устройствами диагностики, что облегчает задачу обслуживающего персонала по обнаружению неисправности и, в частности, помогает обнаружить вышедший из строя полупроводниковый прибор, который необходимо заменить. Вышедший из строя диод или тиристор заменяют в такой последовательности: снимают индивидуальный охладитель вышедшим из строя прибором; подбирают прибор с такими же параметрами, которые имел вышедший из строя прибор; устанавливают новый прибор.

**5. Охрана труда**

**5.1 Горючие электроизоляционные материалы**

Горючими в электроустановках являются изоляционные масла в выключателях и трансформаторах, изоляционная резина, пластмассы, лаки, бумажная и полиэтиленовая изоляция кабелей, водород, применяемый для охлаждения генераторов и синхронных компенсаторов и выделяющийся при заряде аккумуляторных батарей.

**5.2 Причины пожаров в электроустановках**

Основными причинами пожаров в электроустановках являются короткие замыкания в электрических сетях, машинах и аппаратах; токовые перегрузки; перегревы мест соединения токопроводящих частей из-за больших переходных сопротивлений; электрическая дуга и искрения; воспламенения горючих материалов, находящихся возле электроприемников, оставленных без присмотра, и др.

**5.3 Причины короткого замыкания в электроустановках**

Короткие замыкания возникают в результате нарушения изоляции токопроводящих частей, механических воздействий, увлажнения, воздействия химически активных веществ. Короткие замыкания могут возникнуть от перегрузки сетей током. Под воздействием большого рабочего тока, на который изоляция проводов и обмоток не рассчитана, возникает её перегрев, пробой и короткое замыкание. При этом мгновенно увеличивается ток во всех элементах электрической цепи и начинает выделяться большое количество теплоты. Электропроводка не в состоянии отдать эту теплоту в окружающую среду: происходит её воспламенение. Перегрузки и короткие замыкания недопустимы в любых случаях. Для их предотвращения необходимо, чтобы параметры сетей (марка проводов и кабелей, прокладка, сечение жил, исполнение, класс изоляции машин и т.п.) соответствовали электрическим параметрам (току, напряжению, нагрузке). Следует строго соблюдать периодичность и качество осмотров, ремонтов, испытаний электрооборудования.

**5.4 Перегревы в местах соединений**

Не менее опасны перегревы в местах больших переходных сопротивлений из-за плохих контактов в соединениях (окисление мест соединения, неплотное прилегание проводов к зажимам и контактам электроприборов).

Чтобы перегревы не происходили, необходимо тщательно зачищать контакты, применять заводские наконечники и оконцеватели проводов, обеспечивать плотное прилегания контактов.

**5.5 Причины возникновения электрической дуги в электроустановках**

Электрические дуги (температура 3000˚C и более) и искрения возникают во время коммутационных переключений или при ошибочных операциях с коммутационной аппаратурой, при разрядах статического электричества, атмосферных перенапряжениях. Для предупреждения загорания применяют дугогасящие устройства, разрядники, заземление. Все оперативные переключения в электроустановках выполняют в строгом соответствии с правилами безопасности.

**5.6 Требования к защитным заземлениям и занулениям**

Защитное заземление или зануление должно быть исправно (целостность соединений, плотность контактов). По условиям пожаробезопасности сопротивление изоляции контролируется особо тщательно: измерение производится 2 раза в год в помещениях с повышенной опасностью и один раз в год – без повышенной опасности. Протоколы измерения сопротивления изоляции, заземлений или занулений должны находиться в цеху или лаборатории.

**5.7 Ответственность электроперсонала**

Недопустимы провисания проводов, соприкосновение их между собой и с конструктивными частями, сети-времянки (за исключением ремонтных работ). В условиях эксплуатации присоединение новых электродвигателей, ламп, нагревательных приборов или замена существующих более мощными разрешается только с ведома лица, ответственного за электрохозяйство, и с учётом пропускной способности сети (проводов, контактов, штепселей, выключателей и т.п.).

За электрохозяйством следит только электрический персонал. Неисправное электрооборудование необходимо немедленно отключать; нельзя перегибать и скручивать электропровода или оттягивать светильники и электропроводку; для светильников не допускается применять абажуры из бумаги и горючих материалов без каркасов; запрещается использовать ролики, выключатели, штепсельные розетки для подвешивания плакатов, одежды, а так же заклеивать или закрывать части электросети. После окончания работы все электрохозяйство должно быть обесточено.

**Список литературы**

1. Брендихин А.Н., Ландесман Э.И. Охрана труда. – М.: Высш. шк., 1990.

2. Воронина А.А., Шибенко Н.Ф. Безопасность труда в электроустановках. – М.: Высш. шк. 1994.

3. Голыгин А.Ф., Ильяшенко Л.А. Устройство и обслуживание электрооборудования промышленных предприятий. – М.: Высш. шк., 2000.

4. Корнилов Ю.В., Крюков В.И. Обслуживание и ремонт электрооборудования промышленных предприятий. – М.: Высш. шк. 2000.

5. Павлович С.Н., Фираго Б.И. Ремонт и обслуживание электрооборудования. – Ростов-на-Дону: «Феникс» 2002.

6. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники. – Ростов-на-Дону: «Феникс» 2006.

7. Федорченко А.А., Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°» 2006.