

Министерство образования и науки Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**
Отделение среднего профессионального образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по модулю ПМ.04 «Выполнение работ по профессии
Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»**

для студентов специальности

11.02.01 Радиоаппаратостроение

Программа подготовки специалистов среднего звена

Составитель:
Жиганов С.Н.

Муром, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1 Изучение принципов работы и измерений с помощью осциллографов	3
Лабораторная работа № 2 Изучение способов выявления неисправностей проводок.....	10
Лабораторная работа №3 Элементная база технических систем. Назначение, маркировка	15
Лабораторная работа №4 Проверка исправности радиоэлементов мультитестером	43
Лабораторная работа № 5 Определения количества светильников и мест установки, контроль за освещенностью	49
Лабораторная работа № 6 Изучение состояния изоляции проводок, способы устранения	54
Лабораторная работа №7 Монтаж и демонтаж электронных узлов и блоков.....	57
Лабораторная работа № 8 Изучение работы измерительных приборов магнитоэлектрической системы	65
Лабораторная работа №9 Сборка и проверка работоспособности простейших электронных блоков.....	68
Лабораторная работа № 10 Изучение причин скачков напряжений, выбор способов защиты	73
Приложение Д.....	79
Приложение Т	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	82

Лабораторная работа №1 Изучение принципов работы и измерений с помощью осциллографов

1. Цель работы: научиться пользоваться осциллографом для контроля параметров периодических сигналов.

В результате самостоятельного изучения материалов и выполнения лабораторной работы студент должен обладать следующей структурной составляющей в рамках общих компетенций ОК-8 и ПК-3, ПК-28:

Знать: структуру и принцип работы осциллографа.

Уметь: настраивать осциллограф для контроля параметров периодических сигналов и осуществлять этот контроль.

Владеть: методикой использования осциллографов для контроля параметров электрофизиологических сигналов, высокой мотивацией использования средств измерений при создании и эксплуатации биотехнических систем.

2. Информационные материалы к занятию

Электронные осциллографы относятся к классу универсальных измерительных приборов, позволяющих наблюдать электрические сигналы, определять их мгновенные значения, изучать амплитудные, временные и частотные характеристики и т.д.

Типовая упрощенная схема осциллографа приведена на рис. 4.1.

Центральным элементом осциллографа является его **электронно-лучевая трубка (ЭЛТ)**, формирующая изображение исследуемого сигнала. Электронно-лучевая трубка реализует четыре операции: формирование, фокусировку и отключение электронного луча, а также преобразование электрической энергии в видимый свет.

Формирование электронного луча обеспечивается тем, что катод, нагреваемый нитью накала, создает вокруг себя облако электронов, которые ускоряются высоковольтным положительным анодным напряжением и узким пучком летят к экрану ЭЛТ.

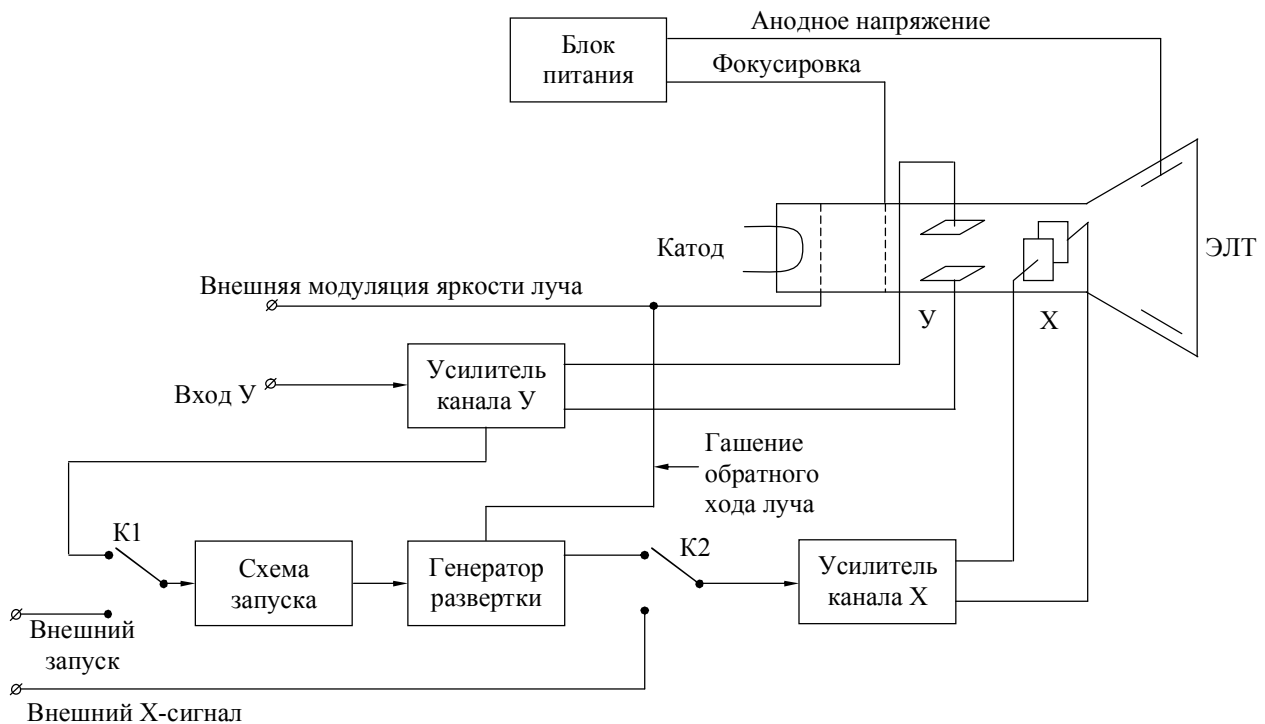


Рис. 4.1 Функциональная схема осциллографа

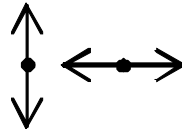
Экран ЭЛТ покрыт слоем люминофора (ZnS с Cu , Al и другими химическими элементами), атомы которого легко возбуждаются при бомбардировке электронным пучком, испуская кванты света. Если электронным пучком света не управлять, то на экране ЭЛТ наблюдается светящаяся точка.

Поскольку электроны в пучке, имея одинаковый знак, слегка отталкиваются, то вместо четкой точки на экране наблюдается светящееся пятно. Превратить его в точку можно, пропустив пучок электронов через цилиндрическую сетку со сравнительно небольшим отрицательным напряжением относительно катода. Это сжимает пучок электронов, фокусируя его в точку (ручка «Фокус» на панели осциллографа).

Для отклонения луча по оси X (горизонтальная развертка) используют горизонтальные отклоняющие пластины, подавая на них специально формирующееся напряжение. Возникающее при этом электрическое поле воздействует на пучок электронов, отклоняя его в горизонтальном направлении. Аналогично организуется вертикальное отклонение луча, если подать напряжение на вертикальные отклоняющие пластины Y .

Наблюдаемый сигнал подключают ко входу Y , где он усиливается (если мал) или ослабляется (если велик) усилителем канала Y , у которого имеется механизм регулировки коэффициента усиления. Если при подаче на вход Y контролируемого сигнала, изменяющегося во времени (например, синусоидальный сигнал), переключатель $K2$ находится в нижнем положении,

а на вход X сигнал не подается, то на экране ЭЛТ будет высвечиваться вертикальная линия. Если сигнал со входа Y перевести на вход X , то при нижнем положении ключа K будет высвечиваться горизонтальная линия. Местоположение этих линий на экране ЭЛТ можно менять, если с помощью внутренних схем на дополнительные (внутренние) входы усилителей каналов X и Y подавать соответствующие фиксированные напряжения. Для этого на панели осциллографов выводятся ручки переменных резисторов, обозначаемых стрелками типа:



Эти же ручки сдвигают «вверх-вниз», «влево – вправо» изображения любых сигналов, формируемых на экране ЭЛТ.

Для наблюдения за изменением сигнала, подключаемого ко входу Y во времени ключ $K2$ переводят в верхнее положение, подключая ко входу усилителя канала X генератор развертки. Этот генератор запускается (начинает формировать горизонтальную линию на экране ЭЛТ) схемой запуска, которая, в свою очередь, управляется либо исследуемым сигналом, либо специальным сигналом внешнего запуска. Запущенный генератор развертки формирует линейно нарастающий сигнал (рис. 4.2).

На этапе формирования изображения (при отсутствии сигнала на входе Y) нарастающее напряжение U_x перемещает луч слева направо по экрану ЭЛТ, высвечивая горизонтальную полосу. Когда луч доходит до правого края экрана ЭЛТ, генератор развертки «резко» уменьшает напряжение на своем выходе, возвращая луч в исходное положение.

Если непрерывно повторять запуск генератора развертки, то на экране ЭЛТ будет наблюдаться светящаяся линия, положение

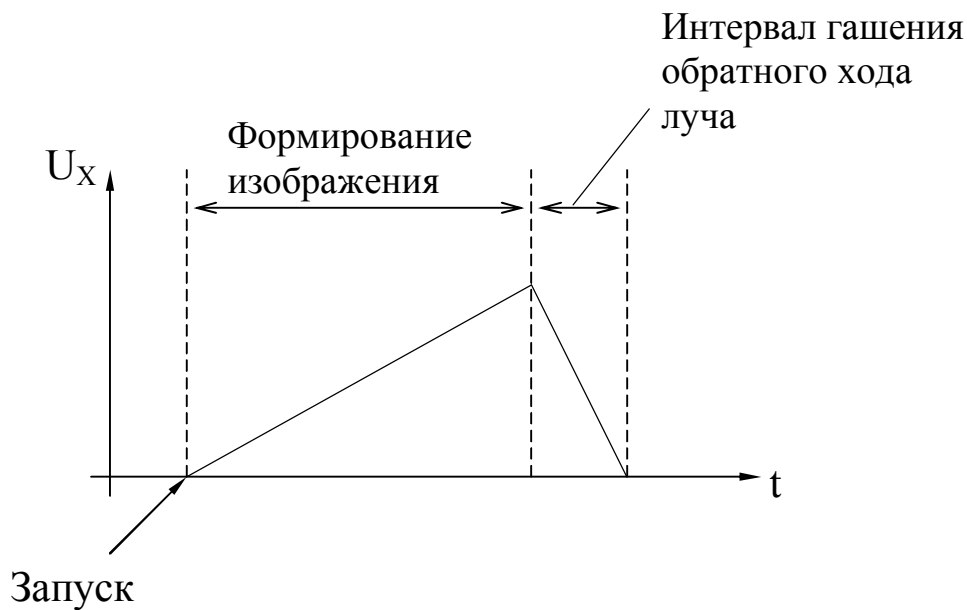


Рис. 4.2 Диаграмма работы генератора развертки

которой может меняться ручкой



Из-за формы сигнала развертки он получил название пилообразного напряжения. Чтобы при возврате луча назад экран осциллографа был чистым, на это время формируется импульс гашения обратного хода луча, прерывающий поток электронов к аноду. По этому же проводу, ускоряя или замедляя поток электронов, можно управлять яркостью свечения изображения (сигнал «Внешняя модуляция яркости луча»). В осциллографах применяют два способа запуска развертки, выбираемые переключателем К1. В нижнем положении К1 запуск развертки осуществляется от сигнала «Внешний запуск». Это позволяет синхронизировать начало формирования изображения с какими-либо внешними событиями. В верхнем положении К1 запуск синхронизируется исследуемым сигналом. Это позволяет наблюдать устойчивое изображение периодических сигналов. Если этой синхронизации не будет, то наблюдается «плывущая» картинка, не позволяющая составить четкого представления об исследуемом сигнале.

Если при включенной развертке на вход Y подается исследуемый сигнал, то луч электронной трубки будет перемещаться с постоянной скоростью по горизонтали и со скоростью и амплитудой, определяемой формой входного сигнала U_Y . Чтобы сделать хорошо наблюдаемую картинку по вертикали, с помощью пучка усиления регулируется коэффициент усиления усилителя канала Y . Обычно вокруг этой ручки на панели осциллографа указана амплитуда напряжения (μV , mV , V).

Обязательным условием получения устойчивого изображения является то, что частота развертывающего напряжения U_x должна соответствовать частоте исследуемого сигнала (рис 4.3).

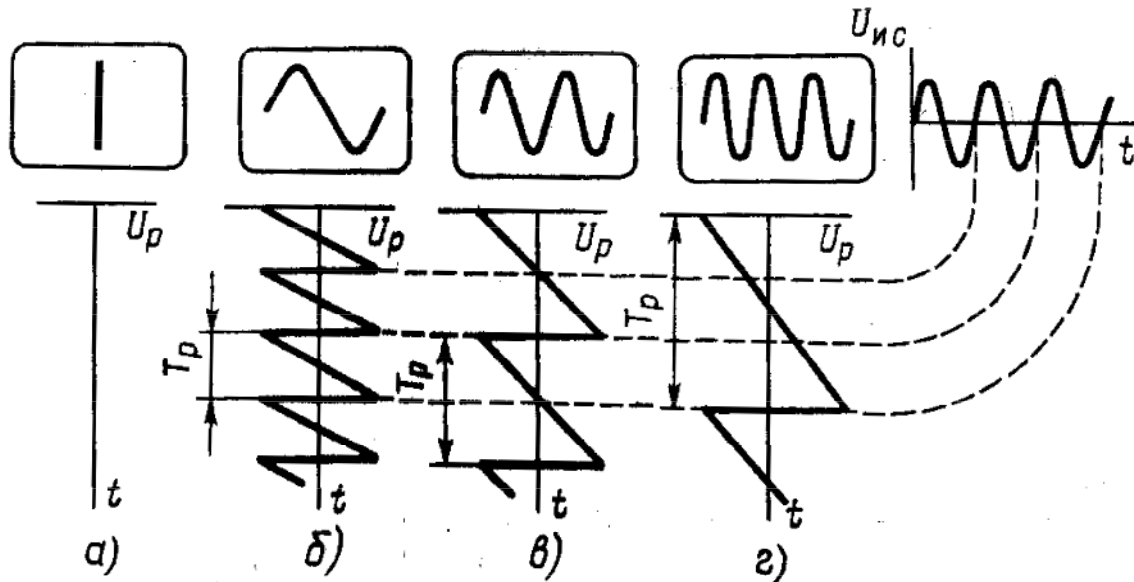


Рис. 4.3 Осциллограммы синусоидального напряжения при отсутствии развертывающего напряжения (а), при частоте развертывающего напряжения, равной частоте исследуемого сигнала (б), и при его частоте, в два и три раза меньшей (в, г)

При работе осциллографом частоту развертки регулируют до получения на экране изображения одного или нескольких периодов исследуемого сигнала. Регулировка частоты развертки осуществляется ручкой, вокруг которой на панели осциллографа указывают время развертки ($\mu\text{с}$, мс , с).

Непрерывная линейная развертка пригодна при наблюдении непрерывных периодических сигналов и импульсных сигналов малой скважности и непригодна при исследовании случайных непериодических и однократных процессов. Импульсные сигналы большой скважности, частота которых равна частоте развертки, называют соответствующие кратковременные вертикальные выбросы луча и светового пятна (рис. 4.4, а).

Для наблюдения таких процессов осциллограф специальным переключателем приводится в так называемый ждущий режим.

Ждущая линейная развертка позволяет осциллографировать кратковременные импульсы большой скважности и случайные непериодические процессы. При этом несложными схемными изменениями генератор развертки переводят из автоколебательного режима в ждущий и на экране вместо горизонтальной линии развертки появляется световое пятно. Каждый импульс исследуемого сигнала, отклоняющий луч по вертикали,

одновременно запускает генератор развертки, вырабатывающий импульс линейно нарастающего напряжения, однократно отклоняющий луч по горизонтали. Поскольку каждое однократное движение луча по горизонтали вызывается каждым исследуемым импульсом, создается жесткая синхронизация развертки и исследуемого сигнала.

Из рис. 4.4, б, в видно, что каждый импульс исследуемого напряжения $U_{ис}$ вызывает один проход луча по вертикали и один цикл его движения по горизонтали, длительность которого определяется периодом ждущей развертки $T_{жр}$. Если, например, длительность τ исследуемого импульса в четыре раза меньше периода ждущей развертки $T_{жр}$, как это показано на рис. 4.4, б, импульс занимает одну четвертую линии развертки. Переключив развертку на меньшую длительность, получают более быстрый проход луча по горизонтали и наблюдают тот же импульс, занимающий почти половину линии развертки (рис. 4.4, в). Следовательно, изменяя период ждущей развертки, можно изменять скорость движения луча по горизонтали и наблюдать импульс в разных масштабах времени.

В биотехнических системах имеется целый набор сигналов, где одновременно существует большая почти постоянная составляющая, на фоне которой разворачиваются более быстрые сигналы небольшой амплитуды.

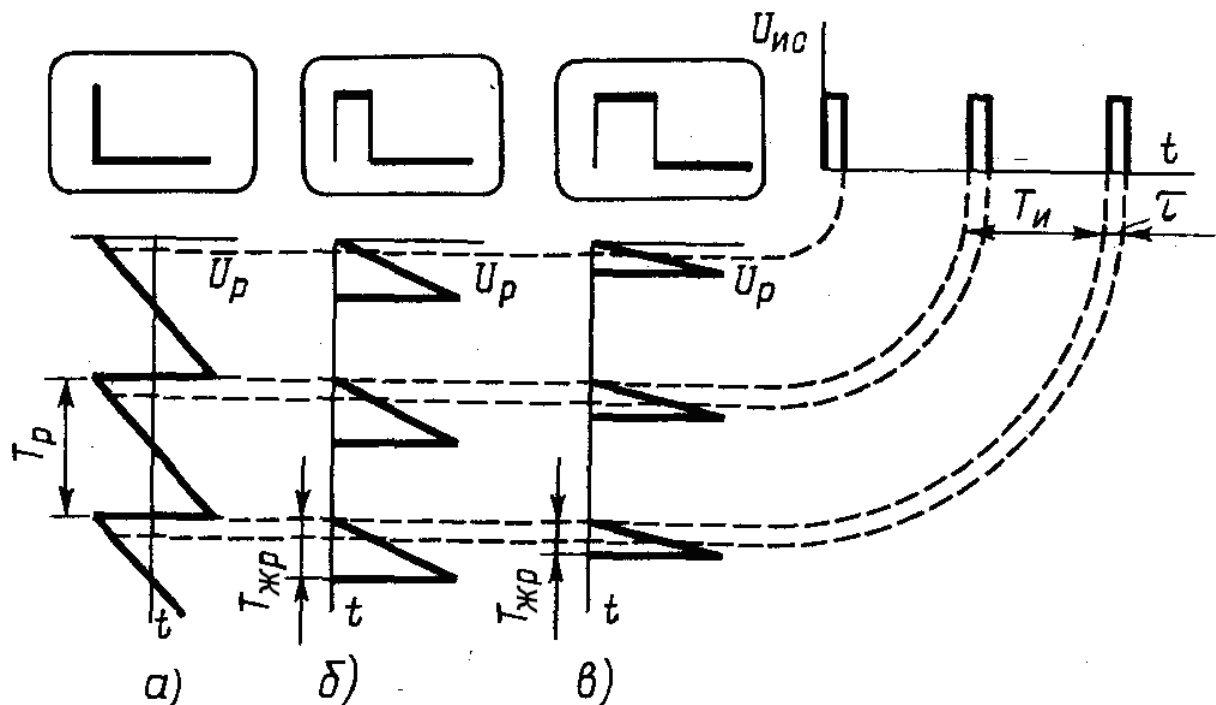


Рис. 4.4 Осциллограммы импульсного напряжения:
а – при непрерывной развертке, б, в – при ждущей развертке разной длительности

Для того чтобы наблюдать только малые и высокочастотные составляющие осциллограф переводят в режим закрытого входа (\sim). В этом режиме между входом Y и усилителем канала Y устанавливается конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую. Если нужно наблюдать постоянную составляющую, осциллограф переводится в режим открытого входа (\simeq). В этом режиме вход Y подключается напрямую ко входу усилительного канала Y . У этого переключателя режима может быть третье положение (\perp). В этом положении вход Y подключается к «земле» и сигнал на усилитель канала Y не проходит.

3. Порядок выполнения работы

3.1 Изучите инструкцию и панель осциллографа.

3.2 Найдите на панели все описанные в информационных материалах ручки и переключатели управления.

3.3 Узнайте у преподавателя характеристики сигнала генератора и установите ручки управления и переключатели в соответствующее положение.

3.4 Включите осциллограф и подключите его вход Y к выходу генератора. Наблюдайте исследуемый сигнал на экране ЭЛТ и зарисуйте его на миллиметровой бумаге.

3.5 По сетке прибора и установкам ручек осциллографа определите параметры исследуемого сигнала.

3.6 Изменяя установки коэффициента усиления и времени развертки в большую и меньшую сторону, наблюдайте изменения сигнала на экране ЭЛТ. Пересчитайте параметры сигнала для различных установок ручек управления.

4. Контрольные вопросы

4.1 Нарисуйте функциональную схему осциллографа и объясните назначение каждого его блока.

4.2 Как устроена, работает и управляется электронно-лучевая трубка?

4.3 Для чего реализуется гашение обратного хода луча?

4.4 Как осуществляется синхронизация развертки и наблюдаемого сигнала? Для чего нужна синхронизация?

4.5 Как осуществляется фокусировка ЭЛТ?

4.6 Перечислите основные ручки и переключатели управления осциллографом и объясните принципы управления.

4.7 Что такое ждущая развертка, как она реализуется и для чего используется?

Лабораторная работа № 2 Изучение способов выявления неисправностей проводок

Цель работы: поиск неисправностей проводки.

Материалы, оборудование: мультиметр, индикатор.

Основные теоретические сведения

При отсутствии фазы или земли (нуля) в поисках дефекта не обязательно долбить стену, снимать покрытие, соединять жилу в месте излома или укладывать в возникшую борозду другой провод, заштукатуривая поверхности стен при отделочных работах. Новый проводник в период между ремонтами лучше проложить по поверхности стены, потолка, карниза или под ними.

При устранении излома жилы скрытой проводки соблюдают следующую последовательность операций. Патрон, выключатель и розетка смонтированы по вертикали стены и соединены между собой так, что ток поступает от розетки к патрону. Если лампа при нажатии клавиши выключателя не зажигается, для выяснения причины отсутствия накала используют метод исключения.

Клавишу выключателя оставляют включенной. Лампу выкручивают и вкручивают другую. Смотреть на лампу допустимо лишь в момент контакта цоколя лампы и резьбы патрона. Позже - опасно, так как возможен взрыв колбы, хотя, как правило, сгорает лишь ее спираль.

Если и вторая лампа не загорается, то клавишу выключателя устанавливают в положение "выключено" и выкручивают лампу и юбку патрона. Затем пластинчатые контакты отгибают в сторону, противоположную вкладышу. Сборку ведут в обратном порядке. Если снова нет света, приступают к следующему этапу.

Отвинчивая винт или нажимая фиксатор, снимают крышку или клавишу выключателя. При этом под ногами должен быть сухой нетокопроводящий материал - деревянный пол или резиновый коврик. Замыкают контакты выключателя губками плоскогубцев или отверткой, держа их за изолированные ручки. Появление света подтвердит неисправность выключателя. Его меняют при вывернутых электропробках или отключенных автоматических выключателях на щитке. Иногда это делают, не обесточивая линию, но стоя на резиновом коврике. В частности, чтобы устранить искрение между контактами выключателя и концами жил

проводов, снимают с последнего нагрузку, т. е. заменяют выключатель новым с клавишами, зафиксированными в положении "выключено".

Если замыкание контактов выключателя не вызвало накала спирали лампы, то приступают к очередному этапу поиска неисправности. Для этого выворачивают два шурупа из подрозетника или, если он отсутствует - из других креплений. Патрон повисает на проводах, выходящих из отверстия в подрозетнике.

Проверяют провода в месте выхода из стены. Иногда отверстие в стене расширяют для качественного испытания проводки. Снимают провода с контактов патрона и качают из стороны в сторону, перегибая примерно на 90° (упругая пластмассовая оболочка-изоляция скрывает излом жилы).

Место провода, которое вызывает подозрение, контролируют двумя способами. Поскольку провода к патрону подведены от розетки, используют контрольную лампу. Вставляют один щуп контрольной лампы в любое гнездо розетки, а другой прикладывают к концу той или иной жилы. Выключатель оставляют включенным. Если контрольная лампа не загорается, то щуп прикладывают к концу другой жилы. Укладка проводов скрыта, и поэтому сразу сложно угадать, к какому проводу следует прижать щуп. Именно поэтому его из одного гнезда розетки переставляют в другое. Контрольная лампа будет гореть только тогда, когда ее щупы касаются разноименных полюсов, с фазой и "землей", т. е. разных цельных жил проводки. Если контрольная лампа не загорелась, значит, есть излом жилы.

Место излома часто наблюдается у провода в борозде, где к нему никто не прикасается. Возможно, частично излом жилы был еще при ее укладке, а электронагрузка на провод усугубила неисправность. Иной вариант: жила случайно перебита гвоздем или разорвана сверлом электродрели.

Другой способ проверки: в месте выхода из стены в предполагаемом месте излома ножом срезают изоляцию провода по длине 7 - 12 см, чтобы увидеть жилу. Такой надрез ослабит ее упругость, и излом жилы вызовет провисание изоляции при колебании. Если надрез не обнаружил излома, то его оборачивают изоляционной лентой. Возможен вариант, когда контрольная лампа не загорается после проверки хотя бы одного провода. В этом случае поступление тока прекращают, отключив подачу электричества на квартирном щитке.

В случаях для ремонта нужно найти место надлома, а сделать это легче всего «прозвонив» провода.

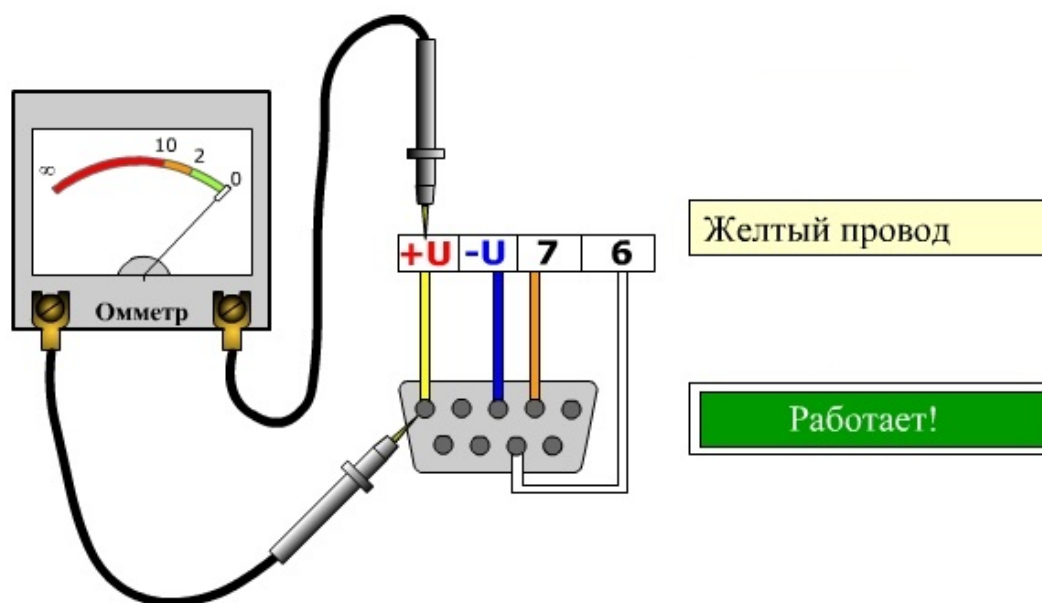
Что нужно для прозвона?

Для работы потребуется омметр. Модель или марка не имеют особого значения - подойдут как стандартные, так и электронные омметры. Также можно прозвонить провод мультиметром.

Перед работой нужно замкнуть выводы омметр и установить стрелку на ноль.

Как прозвонить провод?

Любой омметр имеет два вывода. Первый соединяем с одним концом прозваниваемого провода, второй – с другим. После этого омметр должен показать сопротивление провода. Длина провода мыши не превышает 2-3 метров, поэтому его сопротивление практически равно нулю. На стандартном омметре стрелка отклониться до упора влево или вправо (зависит от конструкции прибора). Если отображаемое омметром сопротивление не превышает 2-3 Ом, то провод исправен, а имеющееся сопротивление можно списать на качество проводов.



Сопротивление практически нулевое - провод исправен.

Сопротивление в 3-10 Ом уже подозрительно. Обычная мышь возможно и будет работать, но более требовательная к питанию. Сопротивление достигает 3-10 Ом - это уже подозрительно. Если же сопротивление превышает 10 Ом, то провод однозначно неисправен.

Внимание: нужно учитывать, что цифровой омметр показывает сопротивление даже при напрямую замкнутых выводах. Данное сопротивление достигает 0,3-1 Ом и зависит от качества прибора и его проводов.

Как прозвонить кабель?

В большинстве случаев при ремонте мыши нужно прозвонить не отдельный провод, а кабель с разъемом на конце. Обычно такой прозвон используют для определения назначения каждого из проводов в шнуре мыши.

При прозвоне кабеля мы не знаем заранее, куда какой провод подключен к разъему. Цвета проводов абсолютно ничего не значат – мышь считается расходным материалом, и ее ремонт после поломки не предусматривается. Поэтому каждый производитель выбирает цвета на свое усмотрение.



В данном случае один из выводов омметра нужно подключить к одному из выводов разъема. Вторым выводом омметра мы проверяем провода на другом конце кабеля. Когда прибор покажет нулевое сопротивление, помечаем кабель как исправный и запоминаем его назначение.

Таким образом прозваниваем все провода и находим неисправные.

Внимание: при прозванивании не стоит использовать «пищалку», которая есть у многих мультиметров. Дело в том, что она служит для ориентировочной проверки проводов и срабатывает в диапазоне от нуля до нескольких сотен Ом. Это значит, что пищать она будет даже при повышенном сопротивлении.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Настроить прибор для замеров

3. Произвести замеры и сравнить с нормой
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Заполнить таблицу

№ линии Показание прибора Норма

4. Выводы по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Причины неисправностей
2. Как настраивать прибор на измерение?
3. Безопасность при работе.
4. Способы устранения неисправностей.
5. Профилактическое обслуживание проводки.

Лабораторная работа №3 Элементная база технических систем. Назначение, маркировка

1. Цель работы: научить студентов по внешнему виду и маркировке определять тип и назначение элементов, а также определять их характеристики.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен овладеть следующей структурной составляющей в рамках компетенции ПК-3:

Уметь: по внешнему виду, маркировке и надписям определять тип и назначение элементов, а также определять их характеристики.

Владеть: приемами маркировки электронных компонентов радиотехнических систем.

2. Информационные материалы к занятию

2.1 Резисторы

2.1.1 Определение и классификация резисторов

Резистором называется пассивный элемент радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), предназначенный для создания в электрической цепи требуемой величины сопротивления, обеспечивающей перераспределение и регулирование электрической энергии между элементами схемы.

Выпускаемые отечественной промышленностью резисторы классифицируются по различным признакам. В зависимости от характера изменения сопротивления резисторы разделяют на **постоянные** — значение сопротивления фиксировано; **переменные** — с изменяющимся значением сопротивления.

В зависимости от назначения резисторы делятся на **общего** назначения и **специальные** (прецизионные, сверхпрецизионные, высокочастотные, высоковольтные, высокоомные).

Резисторы общего назначения используются в качестве нагрузок активных элементов, поглотителей, делителей в цепях питания, элементов фильтров, шунтов, в *RC* — цепях формирования импульсных сигналов и т. д. Диапазон номинальных сопротивлений этих резисторов 1 Ом... 10 МОм, номинальные мощности рассеяния — 0,125...100 Вт. Допускаемые отклонения сопротивления от номинального значения $\pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10, \pm 20\%$

Прецизионные и **сверхпрецизионные** резисторы отличаются высокой стабильностью параметров и высокой точностью изготовления (допуск $\pm 0,0005...0,5\%$). Данные резисторы применяются в основном в измерительных приборах, системах автоматики, счетно-решающих устройствах. Диапазон этих резисторов значительно шире, чем резисторов общего назначения.

Высокочастотные резисторы отличаются малыми собственными индуктивностью и емкостью и предназначены для работ в высокочастотных цепях, кабелях и волноводах.

Высоковольтные резисторы рассчитаны на работу при больших (от единиц до десятков киловольт) напряжениях.

Высокоомные резисторы имеют диапазон номинальных сопротивлений от десятков мегаом до единиц тераом. Высокоомные резисторы применяются в цепях с рабочим напряжением до 400 В и обычно работают в режиме малых токов. Мощности рассеяния их невелики (до 0,5 Вт).

В зависимости от способа защиты от внешних факторов резисторы делятся на неизолированные, изолированные, герметизированные и вакуумные.

Неизолированные резисторы с покрытием или без него не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры.

Изолированные резисторы имеют изоляционное покрытие (лак, компаунд, пластмасса) и допускают касание корпусом шасси и токоведущих частей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Герметизированные резисторы имеют герметичную конструкцию корпуса, которая исключает влияние окружающей среды на его внутреннее пространство. Герметизация осуществляется с помощью опрессовки специальным компаундом.

Вакуумные резисторы имеют резистивный элемент, помещенный в стеклянную вакуумную колбу.

По способу монтажа резисторы подразделяются на резисторы для навесного и печатного монтажа, для микромодулей и интегральных микросхем.

По материалу резистивного элемента резисторы делятся на проволочные, непроволочные, металлофольговые.

Проволочные — резисторы, в которых резистивным элементом является высокоомная проволока (изготавливается из высокоомных сплавов: константан, нихром, никелин).

Непроволочные — резисторы, в которых резистивным элементом являются пленки или объемные композиции с высоким удельным сопротивлением.

Металлофольговые — резисторы, в которых резистивным элементом является фольга определенной конфигурации.

Непроволочные резисторы можно разделить на тонкопленочные (толщина слоя в нанометрах), толстопленочные (толщина в долях миллиметра), объемные (толщина в единицах миллиметра).

Тонкопленочные резисторы подразделяются на металлодиэлектрические, металлоокисные и металлизированные с резистивным элементом в виде микрокомпозиционного слоя из диэлектрика

и металла, или тонкой пленки окиси металла, или сплава металла; углеродистые и бороуглеродистые, проводящий элемент которых представляет собой пленку пиролитического углерода или борорганических соединений.

К **толсто пленочным** относят лакосажевые, керметные и резисторы на основе проводящих пластмасс. Проводящие резистивные слои толсто пленочных и объемных резисторов представляют собой гетерогенную систему (композицию) из нескольких фаз, получаемую механическим смещением проводящего компонента, например графита или сажи, металла или окисла металла, с органическими или неорганическими наполнителями, пластификаторами или отвердителем. После термообработки образуется монолитный слой с необходимым комплексом параметров.

В **объемных** резисторах в качестве связующего компонента используют органические смолы или стеклоэмали. Проводящим компонентом является углерод.

В резистивных керметных слоях основным проводящим компонентом являются металлические порошки и их смеси, представляющие собой керамическую основу с равномерно распределенными частицами металла.

2.1.2 Условные обозначения и маркировка резисторов

В полных обозначениях резисторов указываются подклассы, группы, регистрационные номера, параметры и характеристики резисторов. С этой системой обозначений можно познакомиться в специальной справочной литературе.

Для использования в простых электронных схемах общего назначения часто достаточно знать номинал используемого сопротивления и сокращенное обозначение его конструктивных особенностей.

Кодированное обозначение номинальных сопротивлений состоит из трех или четырех знаков, включающих две цифры и букву или три цифры и букву. Буква кода из русского или латинского алфавита обозначает множитель, составляющий сопротивление, и определяет положение запятой десятичного знака. Буквы *R*, *K*, *M*, *G*, *T* обозначают соответственно множители 1 , 10^3 , 10^6 , 10^9 , 10^{12} .

Например, 5R1, 150 K, 2M2 обозначают 5,1 Ом, 150 кОм, 2,2 МОм соответственно.

Часто, если номинал сопротивления определяется в Омах, буквенные обозначения не ставят. Например, цифра 150, написанная на резисторе, обозначает номинал 150 Ом.

Конструктивные особенности резисторов обозначаются тремя буквами: первая обозначает материал резистивного элемента (*У* — углеродистые, *К* — композиционные, *М* — металлопленочные, *П* — проволочные и т. д.); вторая буква обозначает вид защиты (*Л* — лакированные, *Г* — герметизированные, *Э* — эмалированный и т. д.); третья

буква — особые свойства или назначение резистора (Т — теплостойкие, П — прецизионные, В — высоковольтные и т. д.). Например, МЛТ — металлопленочные лакированные теплостойкие, КЛВ — композиционные лакированные высоковольтные резисторы.

После этой группы букв часто ставят мощность, рассеиваемую резистором. Например, запись МЛТ-0,5 означает, что резистор рассеивает мощность 0,5 Вт. Если эта мощность будет превышать, резистор начнет перегреваться и в конце концов сгорит.

Некоторые заводы-изготовители на миниатюрных резисторах используют цветовую маркировку в виде кругов или полос.

Для маркировки цветным кодом номинальное сопротивление резисторов в Омах выражается двумя или тремя цифрами (в случае трех цифр — последняя цифра не равна нулю) и множителем 10^n , где n — любое число от -2 до $+9$.

Маркировочные знаки сдвигают к одному из торцов резистора и располагают слева направо в следующем порядке:

первая полоса — первая цифра	}	номинальное сопротивление
вторая полоса — вторая цифра		
третья полоса — множитель		
четвертая полоса — допуск		

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков должны соответствовать указанным в табл. 1.1. Пример цветной маркировки приведен на рис. 1.1.

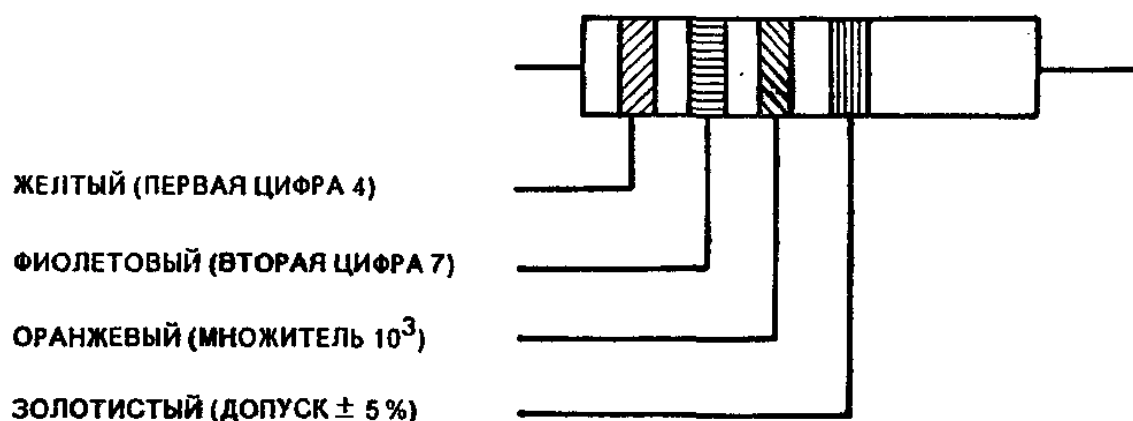


Рис. 1.1 Маркировка резисторов цветным кодом

Таблица 1.1 Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				Допуск, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
1	2	3	4	5	6
Серебристый	—	—	—	10^{-2}	± 10
Золотистый	—	—	—	10^{-1}	± 5
Черный	—	0	—	1	—
Коричневый	1	1	1	10	± 1
Красный	2	2	2	10^2	± 2
Оранжевый	3	3	3	10^3	—
Желтый	4	4	4	10^4	—
Зеленый	5	5	5	10^5	$\pm 0,5$
Голубой	6	6	6	10^6	$\pm 0,25$
Фиолетовый	7	7	7	10^7	$\pm 0,1$
Серый	8	8	8	10^8	$\pm 0,05$
Белый	9	9	9	10^9	—

Условные графические обозначения постоянных резисторов на рис. 1.2, переменных на – рисунке 1.3.

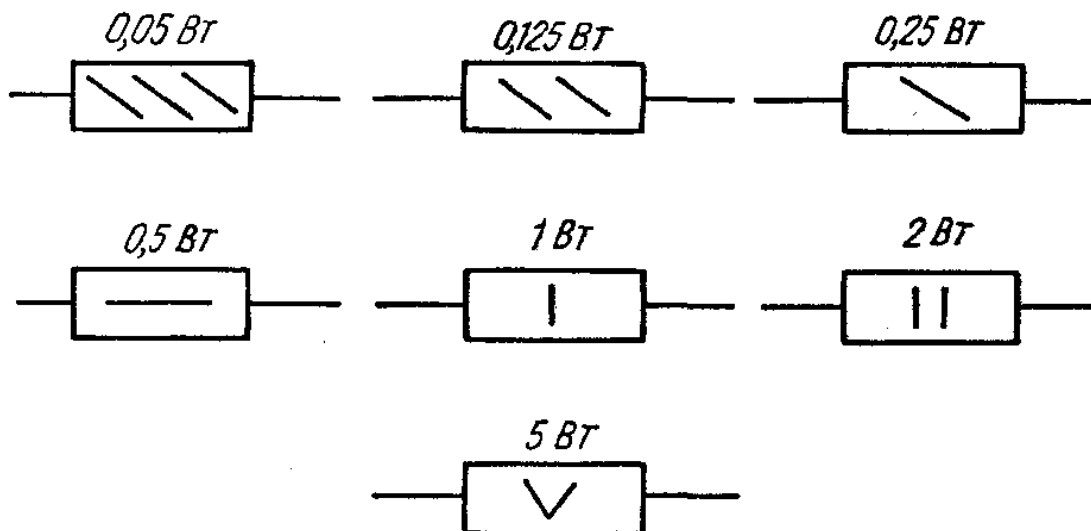


Рис. 1.2 Условные графические обозначения постоянных резисторов различной мощности и рассеяния

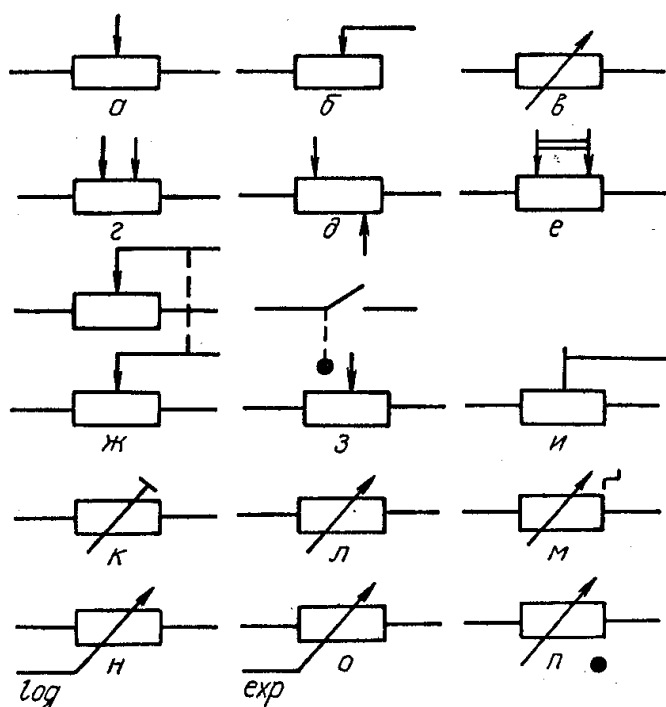


Рис. 1.3 Условные графические обозначения переменных резисторов:

а, б – резистор переменный; *в* – резистор переменный в реостатном включении; *г, д* – резистор переменный с двумя подвижными контактами; *е* – резистор переменный с двумя подвижными контактами; *ж* – резистор переменный сдвоенный; *з* – резистор переменный с замыкающим контактом; *и, к* – резистор подстроечный; *л* – резистор с плавным регулированием; *м* – резистор со ступенчатым регулированием; *н* – резистор с логарифмической характеристикой регулирования; *о* – резистор с экспоненциальной характеристикой регулирования; *п* – резистор, у которого регулировка выведена на переднюю панель

2.1.3 Основные электрические параметры резисторов

Для оценки свойств резисторов используются следующие основные параметры: номинальное сопротивление, допустимое отклонение величины сопротивления от номинального значения (допуск), номинальная мощность рассеяния, предельное напряжение, температурный коэффициент сопротивления, коэффициент напряжения, уровень собственных шумов, собственная емкость и индуктивность.

Номинальное сопротивление R_H — это электрическое сопротивление, значение которого обозначено на резисторе или указано в сопроводительной документации. ГОСТ 2825—67 устанавливает для резисторов шесть рядов номиналов сопротивлений: E6, E12, E24, E48, E96, E192 (цифра указывает число номинальных сопротивлений в ряду).

Шкала номинальных сопротивлений для постоянных резисторов общего применения по ряду E6, E12, E24 приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2 Номинальные сопротивления по ряду Е6, Е12, Е24

Индекс ряда	Числовые коэффициенты, умноженные на любое число, кратное 10
Е6	1,0; 1,5; 2,4; 3,3; 4,7; 6,8
Е12	1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8
	1,2; 1,8; 2,7; 3,9; 5,6; 8,1
Е24	1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8
	1,1; 1,6; 2,4; 3,6; 5,1; 7,5
	1,2; 1,8; 2,7; 3,9; 5,6; 8,2
	1,3; 2,0; 3,0; 4,3; 6,2; 9,1

Допуск — максимально допустимое отклонение реальной величины сопротивления резистора от его номинального значения, выраженное в процентах.

Согласно ГОСТ 9664—74, установлен ряд допусков (в процентах): $\pm 0,001$; $\pm 0,002$; $\pm 0,005$; $\pm 0,01$; $\pm 0,02$; $\pm 0,05$; $\pm 0,1$; $\pm 0,25$; $\pm 0,5$; ± 1 ; ± 2 ; ± 5 ; ± 10 ; ± 20 ; ± 30 .

Номинальная мощность рассеяния P_n — это наибольшая мощность, которую резистор может рассеивать в течение гарантированного срока службы (наработка) при сохранении параметров в установленных пределах. Значение P_n зависит от конструкции резистора, физических свойств материалов и температуры окружающей среды.

Конкретные значения номинальных мощностей рассеяния в ваттах устанавливаются согласно ГОСТ 24013—80 и ГОСТ 10318—80 и выбираются из ряда: 0,01; 0,025; 0,05; 0,062; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 160; 250; 500.

Для нормальной работы резистора необходимо, чтобы мощность, выделяемая на резисторе в данной электрической цепи, не превышала номинальной мощности рассеяния:

$$\text{или} \quad \begin{aligned} P_n &> P_{\text{потр}} \\ P_n &> I^2 \cdot R. \end{aligned}$$

Определение номинальной мощности рассеяния указывается на корпусах крупногабаритных резисторов, а у малогабаритных производится по размерам корпуса.

Предельное напряжение $U_{\text{пред}}$ — это максимальное напряжение, при котором может работать резистор. Оно ограничивается тепловыми процессами, а у высокоомных резисторов — электрической прочностью резистора.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) — это относительное изменение величины сопротивления резистора при изменении его температуры на один градус:

$$\text{ТКС} = \Delta R / R_0 \Delta T,$$

где R_0 — начальное значение величины сопротивления резистора, ΔR — изменение сопротивления. Значение ТКС прецизионных резисторов лежит в пределах от единиц до $100 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, а у резисторов общего назначения — от десятков до $2000 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

Коэффициент напряжения K_p — это относительное изменение сопротивления резистора при изменении электрического напряжения в определенных пределах:

$$K_p = (R_{10} - R_{100}) / R_{10},$$

где R_{10} и R_{100} — сопротивления резистора при испытательном напряжении, соответствующем 10 и 100 % его номинальной мощности рассеяния. Значение K_p колеблется от десятых долей до единиц процентов.

Собственные шумы резисторов складываются из тепловых и токовых шумов.

Напряжение теплового шума зависит от величины сопротивления резистора и его температуры. ЭДС теплового шума определяется выражением:

$$E_T = B \sqrt{4kTR\Delta f},$$

где k — постоянная Больцмана; T — температура; R — сопротивление, Ом; Δf — полоса частот, в пределах которой определяется E_T .

При протекании тока по резистору возникают токовые шумы. Токовые шумы наиболее характерны для непроволочных резисторов. ЭДС токовых шумов определяется выражением

$$E_I = K_I U,$$

где K_I — коэффициент, зависящий от конструкции резистора, свойств его резистивного элемента; U — напряжение на резисторе.

Значение ЭДС шумов для непроволочных резисторов находится в пределах от долей единиц до сотен микровольт на вольт.

Собственная емкость и индуктивность — характеристики, определяющие работу резистора на высоких частотах.

Собственная емкость резистора складывается из емкости резистивного элемента и емкости вводов. Собственная индуктивность определяется

длиной резистивного элемента, размерами каркаса и геометрией вводов. Наименьшими собственной емкостью и индуктивностью обладают непроволочные резисторы, наибольшими — проволочные резисторы.

В отличие от постоянных резисторов переменные обладают, кроме вышеперечисленных, дополнительными характеристиками и параметрами. К ним относятся: функциональная характеристика, разрешающая способность, шумы скольжения, разбаланс сопротивления (для многоэлементного резистора).

Подробно эти характеристики описываются в специальной справочной литературе.

В качестве примера рассмотрим типовые справочные данные на металлодиэлектрические резисторы общего назначения.

МЛТ, ОМЛТ, МТ, С2-6, С2-11, С2-23, С2-33, С2-33Н, С2-33И, С2-50, Р1-4, Р1-7

Резисторы с металлодиэлектрическим проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы С2-33Н, С2-33, С2-23, МЛТ, ОМЛТ, МТ, С2-6, С2-11, Р1-4 относятся к неизолированным, резисторы С2-33И — к изолированным, резисторы Р1-7 — к огнестойким невоспламеняемым. Конструкция резисторов приведена на рис. 1.4.

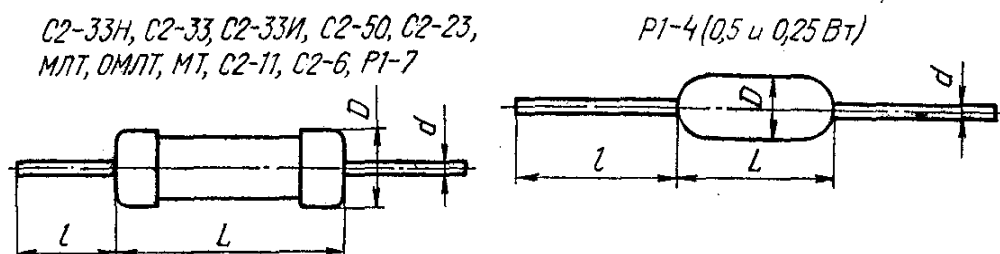


Рис. 1.4 Конструкция и размеры резисторов общего назначения

МЛТ, ОМЛТ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,125	$8,2...3 \times 10^6$	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,25	$8,2...5,1 \times 10^6$	3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,5	$1,0...5,1 \times 10^6$	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	$1,0...10 \times 10^6$	6,6	13,0	25	0,8	2,0

2	$1,0...10 \times 10^6$	8,6	18,5	25	1	3,5
---	------------------------	-----	------	----	---	-----

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений для МЛТ соответствуют рядам E24, E96 с допуском $\pm 5\%$; $\pm 10\%$ и ряду E96 с допуском $\pm 2\%$

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, в интервале температур, $^\circ\text{C}$	
	от -60 до $+20$	от $+20$ до $+125$
До 10×10^3	± 1200	± 600
$11 \times 10^3...1 \times 10^6$	± 1200	± 700
Свыше 1×10^6	± 1200	± 1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$ от -60 до $+70$

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

0,125 Вт	200
0,25 Вт	250
0,5 Вт	350
1 Вт	500
2 Вт	750

Минимальная наработка, ч 25000

Срок сохраняемости, лет 15

2.2 Конденсаторы

2.2.1 Определение и классификация конденсаторов

Электрический конденсатор — это элемент электрической цепи, предназначенный для использования его емкости. Конденсатор представляет собой систему из двух электродов (обкладок), разделенных диэлектриком, и обладает способностью накапливать электрическую энергию.

Емкость конденсатора — электрическая емкость между электродами конденсатора, определяемая отношением накапливаемого в нем электрического заряда к приложенному напряжению. Емкость конденсатора зависит от материала диэлектрика, формы и взаимного расположения электродов $C=q/U$, где C —емкость, Ф; q — заряд, Кл; U — разность потенциалов на обкладках конденсатора, В.

За единицу емкости в Международной системе СИ принимают емкость такого конденсатора, у которого потенциал возрастает на один вольт

при сообщении ему заряда один кулон (Кл). Эту единицу называют Фарадой (Ф). Для практических целей она слишком велика, поэтому на практике используют более мелкие единицы емкости: микрофараду (мкФ), нанофараду (нФ), пикофараду (пФ). $1 \text{ Ф} = 10^6 \text{ мкФ} = 10^9 \text{ нФ} = 10^{12} \text{ пФ}$.

В основу классификации конденсаторов положено деление их на группы по виду применяемого диэлектрика и по конструктивным особенностям, определяющим использование их в конкретных цепях аппаратуры.

Вид диэлектрика определяет основные электрические параметры конденсаторов: сопротивление изоляции, стабильность емкости, величину потерь и др. Конструктивные особенности определяют характерные области применения: помехоподавляющие, подстроечные, дозиметрические, импульсные и др.

Дальнейшее деление групп конденсаторов по виду диэлектрика связано с использованием их в конкретных цепях аппаратуры, назначением и выполняемой функцией, например, низковольтные и высоковольтные, низкочастотные и высокочастотные, импульсные и др.

В зависимости от назначения можно условно разделить конденсаторы на конденсаторы общего и специального назначения. Конденсаторы **общего назначения** используются практически в большинстве видов и классов аппаратуры. Традиционно к ним относят наиболее распространенные низковольтные конденсаторы, к которым не предъявляются особые требования. Все остальные конденсаторы являются **специальными**. К ним относятся: высоковольтные, импульсные, помехоподавляющие, дозиметрические, пусковые и др.

По характеру изменения емкости различают конденсаторы постоянной емкости, переменной емкости и подстроечные.

Из названия конденсаторов **постоянной емкости** вытекает, что их емкость является фиксированной и в процессе эксплуатации не регулируется.

Конденсаторы **переменной емкости** допускают изменение емкости в процессе функционирования аппаратуры. Управление емкостью может осуществляться механически, электрическим напряжением (вариконды) и температурой (термоконденсаторы). Их применяют для плавной настройки колебательных контуров, в цепях автоматики и т. п.

Емкость **подстроечных** конденсаторов изменяется при разовой или периодической регулировке и не изменяется в процессе функционирования аппаратуры. Их используют для подстройки и выравнивания начальных емкостей сопрягаемых контуров, для периодической подстройки и регулировки цепей схем, где требуется незначительное изменение емкости.

В зависимости от способа монтажа конденсаторы могут выполняться для печатного и для навесного монтажа, а также для сопряжения с ними. Выводы конденсаторов для навесного монтажа могут быть жесткие или

мягкие, аксиальные или радиальные, из проволоки круглого сечения или ленты, в виде лепестков, с кабельным вводом, в виде проходных шпилек, опорных винтов. У конденсаторов для микросхем и микромодулей, а также СВЧ-конденсаторов в качестве выводов могут использоваться части их поверхности (безвыводные конденсаторы). У большинства типов оксидных, а также проходных и опорных конденсаторов одна из обкладок соединяется с корпусом, который служит вторым выводом.

По характеру защиты от внешних воздействий конденсаторы выполняются: незащищенными, защищенными, неизолированными, изолированными, уплотненными и герметизированными.

Незащищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в условиях повышенной влажности только в составе герметизированной аппаратуры.

Защищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в аппаратуре любого конструктивного исполнения.

Неизолированные конденсаторы (с покрытием или без покрытия) не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры. Напротив, **изолированные** конденсаторы имеют достаточно хорошее изоляционное покрытие (компаунды, пластмассы) и допускают касания корпусом шасси или токоведущих частей аппаратуры.

Уплотненные конденсаторы имеют уплотненную органическими материалами конструкцию корпуса.

Герметизированные конденсаторы имеют герметичную конструкцию корпуса, который исключает возможность сообщения окружающей среды с его внутренним пространством. Герметизация осуществляется с помощью керамических и металлических корпусов или стеклянных колб.

По виду диэлектрика также можно разделить конденсаторы с органическим, неорганическим, газообразным и оксидным диэлектриком, который является также неорганическим, но в силу особой специфики характеристик выделен в отдельную группу.

На рис. 1.5 показано условное обозначение конденсаторов.

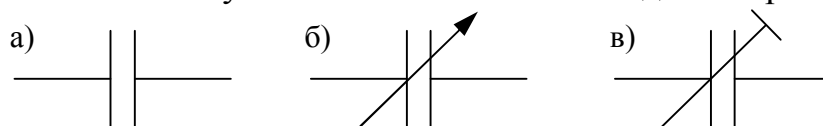


Рис. 1.5 Условные обозначения конденсаторов.

а – конденсатор постоянной емкости; б – конденсатор переменной емкости;
в – подстроечный конденсатор

2.2.2 Основные электрические параметры и характеристики

Удельная емкость конденсатора — отношение емкости к массе (или объему) конденсатора.

Номинальная емкость конденсатора — емкость, которую должен иметь конденсатор в соответствии с нормативной документацией.

Фактическая емкость каждого экземпляра конденсатора отличается от

номинальной, но не более чем на допускаемое отклонение. Значения номинальной емкости всех типов конденсаторов постоянной емкости устанавливаются соответствующим стандартом в виде семи рядов значений.

Допускаемое отклонение емкости от номинальной (допуск) характеризует точность значения емкости. Значения этих отклонений установлены соответствующими стандартами в процентах для конденсаторов емкостью 10 пФ и более и в пикофарадах для конденсаторов с меньшей емкостью.

Номинальное напряжение — значение напряжения, обозначенное на конденсаторе (или указанное в документации), при котором он может работать в заданных условиях в течение срока службы с сохранением параметров в допустимых пределах. Номинальное напряжение зависит от конструкции конденсатора и свойств применяемых материалов. При эксплуатации напряжение на конденсаторе не должно превышать номинального. Для многих типов конденсаторов с увеличением температуры (как правило, более 70...85 °С) допускаемое напряжение снижается.

Тангенс угла потерь ($\operatorname{tg}\delta$). Потери энергии в конденсаторе определяются потерями в диэлектрике и обкладках. При протекании переменного тока через конденсатор векторы тока и напряжения сдвинуты на угол δ . Угол δ называется углом диэлектрических потерь (или углом потерь). При отсутствии потерь $\delta = 0$. Тангенс угла потерь определяется отношением активной мощности P_a к реактивной P_p при синусоидальном напряжении определенной частоты:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{P_a}{P_p} = \frac{U \cdot I \cdot \cos \varphi}{U \cdot I \cdot \sin \varphi} = \frac{\cos(90 - \delta)}{\sin(90 - \delta)} = \frac{\sin \delta}{\cos \delta},$$

где φ — угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи конденсатор — источник тока; δ — угол потерь, дополняющий до 90° угол сдвига фаз φ . Как правило, $\operatorname{tg}\delta$ имеет минимум в области комнатных температур. С ростом частоты значение $\operatorname{tg}\delta$ увеличивается. Величина, обратная $\operatorname{tg}\delta$, называется добротностью конденсатора. Чем больше добротность конденсатора, тем меньше потери в нем при прочих равных условиях.

Электрическое сопротивление изоляции конденсатора — электрическое сопротивление конденсатора постоянному току, определяемое соотношением $R_{из} = U/I_{ут}$, где U — напряжение, приложенное к конденсатору, $I_{ут}$ — ток утечки, или проводимости.

Допускаемая амплитуда переменного напряжения на конденсаторе $U_{т.доп}$ — амплитуда переменного напряжения, при которой потери энергии в конденсаторе не превышают допустимых. Значения $U_{т.доп}$

определяются по формуле $U_{\text{доп}} = \sqrt{P_{\text{р.доп}} / \pi \cdot f \cdot C}$, где $P_{\text{р.доп}}$ — допустимая реактивная мощность, В·А;

$$P_p = \omega C U^2 = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U^2; P_a = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U^2 \cdot \operatorname{tg} \delta,$$

где U — переменное напряжение на конденсаторе; ω — круговая частота; C — емкость конденсатора, Ф; f — частота переменного напряжения на конденсаторе, Гц.

Температурный коэффициент емкости (ТКЕ) — параметр, применяемый для характеристики конденсаторов линейной зависимостью емкости от температуры. Практически ТКЕ определяют как относительное изменение емкости конденсатора при изменении температуры на 1 °С.

Стабильность параметров конденсаторов. Электрические свойства и срок службы конденсатора зависят от условий эксплуатации (воздействие тепла, влажности, радиации, вибраций, ударов и др.).

Температура и влажность окружающей среды являются важнейшими факторами, влияющими на надежность, долговечность и сохраняемость конденсаторов. Предельно допустимая температура для конденсаторов ограничивается заданием максимальной положительной температуры окружающей среды и величиной электрической нагрузки. Применение конденсаторов в условиях, превышающих эти ограничения, может вызвать резкое ухудшение параметров (снижение сопротивления изоляции, уменьшение емкости, увеличение тока и тангенса угла потерь), нарушение герметичности спаев. На конденсаторы в составе аппаратуры может еще воздействовать теплота, выделяемая другими сильно нагревающимися при работе аппаратуры изделиями.

Для многих типов конденсаторов в условиях низких температур характерно снижение емкости, особенно у оксидных и керамических конденсаторов. Все типы оксидных конденсаторов с жидким или пастообразным электролитом при температурах ниже 60 °С практически неработоспособны.

С ростом температуры окружающей среды напряжение на конденсаторе должно снижаться.

Воздействие влаги сказывается на снижении значения сопротивления изоляции (повышается вероятность пробоя), увеличении тангенса угла потерь.

Влага, кроме того, вызывает коррозию металлических деталей конденсаторов.

При эксплуатации аппаратуры конденсаторы подвергаются воздействию различного вида механических нагрузок: вибрации, ударам,

ускорению и т. д. Как следствие могут возникнуть обрывы выводов, трещины и снижение электрической прочности.

2.2.3 Маркировка конденсаторов

Маркировка конденсаторов может быть либо буквенно-цифровая, содержащая сокращенное обозначение вышеперечисленных параметров, либо цветовая.

Кодированное обозначение номинальных емкостей состоит из двух или трех цифр и букв. Буква кода является множителем, составляющим значение емкости (табл. 1.3), и определяет положение десятичной дроби.

Допускаемое отклонение величины емкости в процентах от номинального значения указывают теми же буквами, что и допуски на сопротивление резисторов, однако, с некоторыми дополнениями. Кодированные значения допустимых отклонений от номинальной емкости приведены в табл. 1.3. для конденсаторов емкостью менее 10 пФ допускаемое отклонение устанавливается в пикофарадах:

Допуск, пФ	$\pm 0,1$	$\pm 0,25$	$\pm 0,5$	± 1
Код	B	C	D	F

Таблица 1.3 Кодированное обозначение номинальной емкости и допуска

Емкость			Допуск			
Множитель	Код	Значение	Допуск, %	Код	Допуск, %	Код
10^{-12}	p	пикофарады	$\pm 0,1$	B	± 20	M (B)
10^{-9}	n	нанофарады	$\pm 0,25$	(Ж)	± 30	N (Ф)
10^{-6}	μ	микрофарады	$\pm 0,5$	C (У)	$-10...+30$	Q (–)
10^{-3}	m	миллифарады	± 1	D (Д)	$-10...+50$	T (Э)
1	F	фарады	± 2	F (P)	$-10...+100$	Y
			± 5	G (Л)	$-20...+50$	(Ю)
			± 10	J (И)	$-30...+80$	S (Б)
				K (С)		Z (А)

Примечание. В скобках указано старое обозначение допуска.

Температурные коэффициенты емкости кодируются по правилам, приведенным в таблице 1.4.

Таблица 1.4 Цветовая и кодовая маркировка температурного коэффициента емкости (ТКЕ) керамических и стеклянных конденсаторов

Группа	Номинально	Буквенн	Цветовой код
--------	------------	---------	--------------

ТКЕ	е значение ТКЕ ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	ый код	Новое обозначение	Старое обозначение	
				Цвет покрытия конденсат ора	Маркировоч ная точка
1	2	3	4	5	6
П100	+100	A	Красный + фиолетовый	Синий	—
П60	+60	G	—	Синий	Черная
П33	+33	N	Серый	Серый	—
МПО	0	C	Черный	Голубой	Черная
М33	–33	H	Коричневый	Голубой	Коричневая
М47	–47	M	Голубой + красный	Голубой	—
М75	–75	L	Красный	Голубой	Красная
М150	–150	P	Оранжевый	Красный	Оранжевая
М220	–220	R	Желтый	Красный	Желтая
М330	–330	S	Зеленый	Красный	Зеленая
М470	–470	T	Голубой	Красный	Синяя
М750	–750	U	Фиолетовый	Красный	—
М1500	–1500	V	Оранжевый + оранжевый	Зеленый	—
М2200	–2200	K	Желтый + оранжевый	Зеленый	—
М3300	–3300	Y	—	—	—

Для конденсаторов с нелинейной зависимостью емкости от температуры температурную стабильность емкости конденсатора характеризуют относительным изменением емкости при переходе от нормальной температуры ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$) к предельным значениям рабочей температуры (табл. 1.5).

Таблица 1.5 Цветовая и кодовая маркировка допуска керамических конденсаторов с ненормируемым ТКЕ

Группа ТКЕ	Допускаемое изменение емкости, %, в интервале $t^{\circ} -60...+80$	Буквенный код	Цветовой код		
			Новое обозначение	Старое обозначение	
				Цвет покрытия конденсатора	Маркировочная точка
H10	± 10	B	Оранжевый + черный	Оранжевый	Черная
H20	± 20	Z	Оранжевый + красный	Оранжевый	Красная
H30	± 30	D	Оранжевый + зеленый	Оранжевый	Зеленая
H50	± 50	X	Оранжевый + голубой	Оранжевый	Синяя
H70	± 70	E	Оранжевый + фиолетовый	Оранжевый	—
H90	± 90	F	Оранжевый + белый	Оранжевый	Белая

Кодирование номинальных напряжений конденсаторов производится в соответствии с информацией, приведенной в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Кодированное обозначение номинальных напряжений конденсатора

Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код
1,0	I	16	E	80	L	350	T
1,6	P	20	F	100	N	400	Y
2,5	M	25	G	125	P	150	U
3,2	A	32	H	160	Q	500	V
4,0	C	40	S	200	Z		
6,3	B	50	J	250	W		
10	D	63	K	315	X		

Конденсаторы маркируются кодом в следующем порядке:

- номинальная емкость;
- допускаемое отклонение емкости;
- ТКЕ и (или) номинальное напряжение.

Приведем примеры кодированной маркировки конденсаторов.

Сокращенная буквенно-цифровая маркировка на конденсаторе 33pKL обозначает номинальную емкость 33 пФ с допускаемым отклонением $\pm 10\%$ и температурной нестабильностью группы M75 ($75 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$). Надпись m10SF обозначает 100мкФ с допуском $-20...+50\%$ и номинальным напряжением 20В.

Номинальная емкость 150 пФ может обозначаться 150p или n15; 4700 пФ – 4n7; 0,15 мкФ – $\mu 15$; 2,2 мкФ – 2 $\mu 2$.

Номинальная емкость зарубежных конденсаторов часто кодируется тремя или четырьмя цифрами, последняя из которых обозначает число нулей в значении емкости в пикофарадах. Например, код 391 обозначает 390 пФ; 132 – 1300 пФ (1,3 нФ); 473 – 47000 пФ (47 нФ); 1623 – 162000 пФ (нФ); 154 – 150000 (0,15 мкФ); 105 – 100000 пФ (1 мкФ). Номинальная емкость конденсаторов до 99 пФ обозначают двумя подчеркнутыми цифрами. Емкость конденсаторов от 0,001 мкФ до 0,9 мкФ иногда обозначают десятичной дробью без первого нуля. Например, код .001 обозначает 0,001 мкФ; .02 – 0,02 мкФ. За рубежом в качестве разделителя десятичной дроби применяется не запятая, а точка.

Цветовая кодировка применяется для маркировки номинальной емкости, допускаемого отклонения емкости, номинального напряжения до 63 В (табл. 1.7) и группы ТКЕ (табл. 1.4). Маркировку наносят в виде цветных точек или полосок.

Таблица 1.7 Цветовые коды для маркировки конденсаторов

Цветовой код	Номинальная емкость		Допускаемое отклонение емкости	Номинальное напряжение, В
	Первая и вторая цифры	Множитель		
1	2	3	4	5
Серый	—	—	—	3,2
Черный	10	1	± 20	4,0
Коричневый	12	10	± 1	6,3
Красный	15	10^2	± 2	10
Оранжевый	18	10^3	$\pm 0,25$	16
Желтый	22	10^4	$\pm 0,5$	40
Зеленый	27	10^5	± 5	25 или 20
1	2	3	4	5
Голубой	33	10^6	± 1	32 или 30

Фиолетовый	39	10^7	$-20...+50$	50
1	2	3	4	5
Серый	47	10^{-2}	$-20...+80$	—
Белый	56	10^{-1}	± 10	63
Серебристый	68	—	—	2,5
Золотистый	82	—	—	1,5

2.3 Диоды

2.3.1 Определение и основные технические характеристики

К **диодам** относят полупроводниковые приборы, пропускающие ток в одном направлении. В зависимости от технологических процессов, используемых при изготовлении, различают точечные диоды, сплавные диоды и диоды с диффузной базой. По конструктивным признакам их подразделяют на точечные, плоскостные, планарные и мезадиоды. По функциональному назначению диоды делят на выпрямительные, универсальные, импульсные, стабилитроны, туннельные и т.д. большинство полупроводниковых диодов выполняют на основе несимметричных p-n-переходов.

На рисунке 1.6 показано условное обозначение диода, один из выводов которого называют анодом (А), второй – катодом (К). Аноду соответствует вывод полупроводника p-типа, катоду – n-типа.

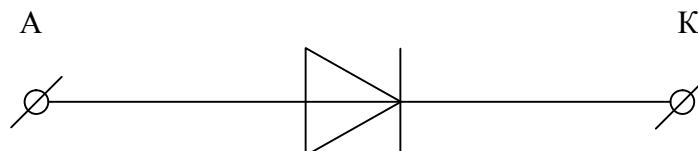


Рис. 1.6 Условное обозначение диода

Если к выводам диода приложить положительное напряжение $U_{AK} > 0$, сопротивление p-n-перехода становится небольшим, диод открывается и пропускает ток в прямом направлении. При отрицательном напряжении $U_{AK} < 0$ сопротивление p-n-перехода резко возрастает, диод закрывается, и через него протекает незначительный обратный ток. Этот ток на несколько порядков меньше прямого.

Режим работы диодов определяется их нелинейными вольтамперными характеристиками $I = f(U_{AK})$. Типовая характеристика диода приведена ниже (рис. 1.7).

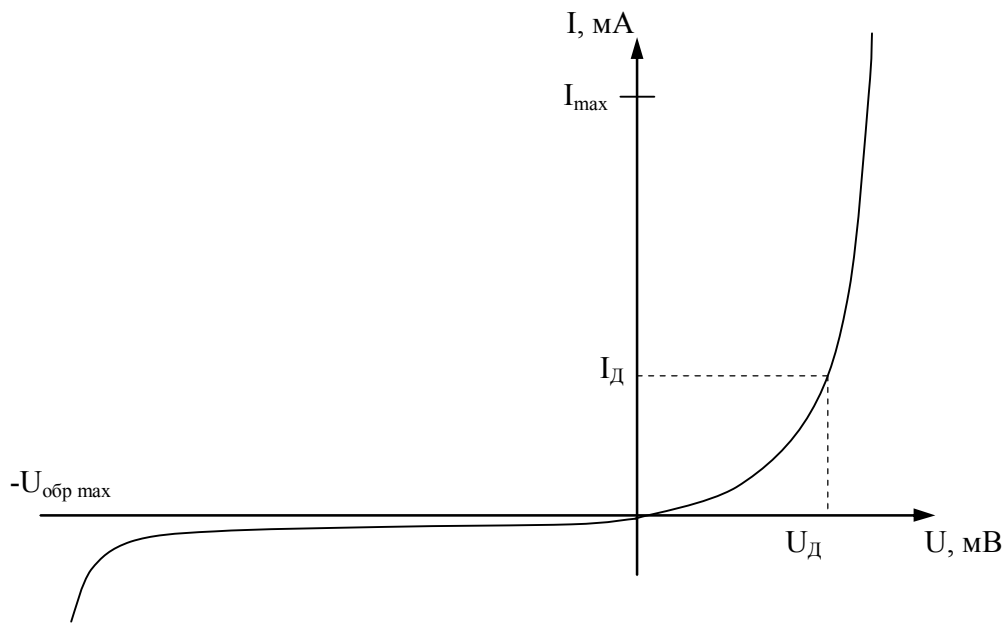


Рис. 1.7 Типовая характеристика диода

Прямой ток резко возрастает при малых положительных напряжениях U_{AK} , однако этот ток не должен превышать максимального допустимого значения I_{max} . В противном случае наступает перегрев диода, приводящий к выводу его из строя. Если увеличить обратное напряжение до некоторого максимального предела ($|U_{AK}| > U_{обр\ max}$), то через диод вновь будут протекать достаточно большие токи, но обычно диоды в таком режиме работать не могут. В них происходит локальный перегрев, и они выходят из строя.

Часто в инженерных расчетах с определенной долей погрешности считают, что напряжение на открытом диоде постоянно в интервале токов, лежащих от $0,1 \cdot I_{max}$, то есть диод может быть охарактеризован прямым напряжением U_D , измеренным при токе $I = 0,1 \cdot I_{max}$.

Для получивших широкое практическое применение германиевых диодов $U_D = 0,2 \dots 0,4$ В, для кремниевых $U_D = 0,5 \dots 0,8$ В. В более точных расчетах характеристику диода аппроксимируют выражением

$$I = I_T (e^{\frac{(U_{AK} - I r_A)}{\phi_0}} - 1), \quad (1.1)$$

где I – ток через открытый диод, I_T – теоретический обратный ток равновесного состояния, r_B – омическое сопротивление базы диода, ϕ_T – температурный потенциал.

В силу малости r_B составляющей $I r_B$ часто пренебрегают. Температурный потенциал достаточно сильно зависит от температуры диода. При комнатной температуре $\phi_T = 25,5$ мВ. На рисунке 1.8 показаны

идеальные характеристики, соответствующие выражению (1.1) для германиевого и кремниевого диодов.

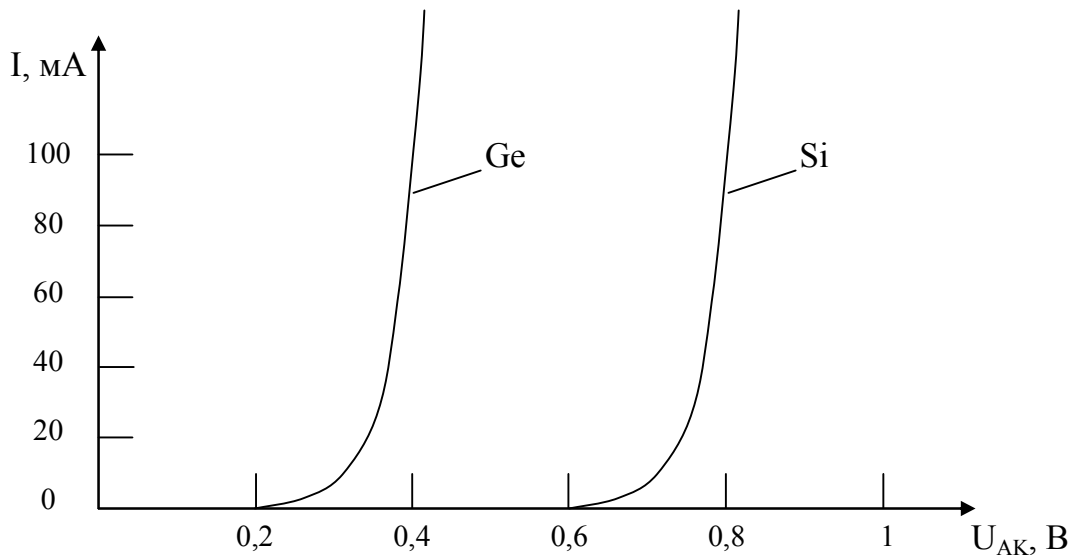
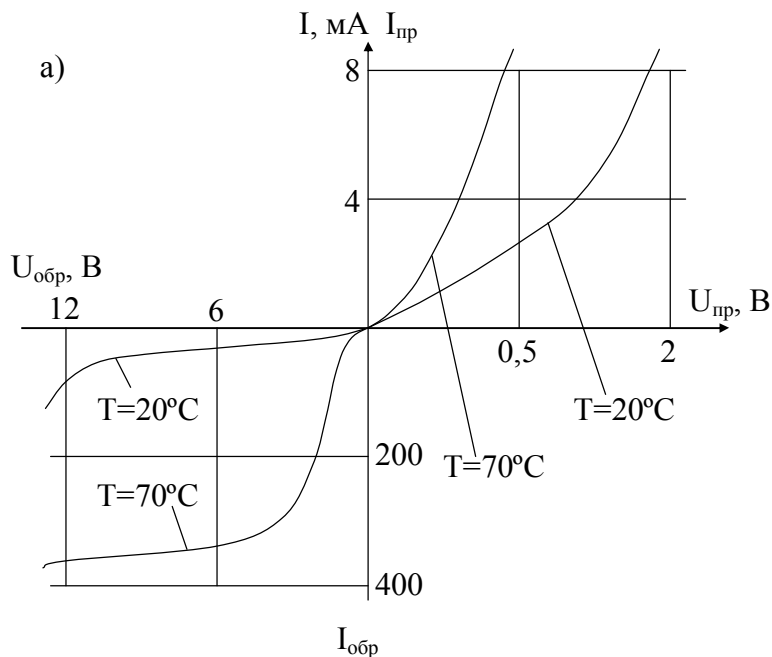


Рис. 1.8 Характеристики диодов в линейном масштабе

Обратный ток у кремниевых диодов намного меньше, чем у германиевых, и им обычно пренебрегают. Для германиевых диодов в инженерных расчетах считают, что обратный ток удваивается при увеличении температуры на 10°C . На рисунке 1.9 приведены типовые вольтамперные характеристики германиевого (а) и кремниевого (б) диодов для различных температурных режимов.



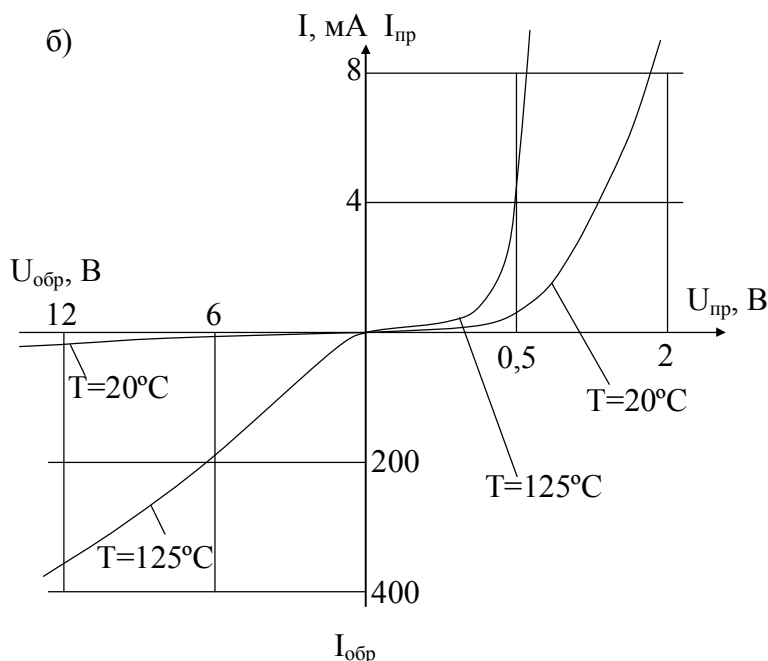


Рис. 1.9 Типовые вольтамперные характеристики диодов

Количественные характеристики диодов представляются рядом параметров, из которых в инженерных расчетах чаще всего используются следующие:

- $I_{\text{пр max}}$ – максимально допустимый постоянный прямой ток;
- $U_{\text{пр}}$ – постоянное прямое напряжение, соответствующее заданному току;
- $U_{\text{обр max}}$ – максимально допустимое постоянное обратное напряжение диода;
- $I_{\text{диф}}$ – дифференциальное сопротивление диода при заданном режиме работы.

2.3.2 Маркировка диодов

Для обозначения различных диодов используется специальный буквенно-цифровой код (рис 1.10).

Первый элемент (цифра или буква) обозначает исходный полупроводниковый материал, второй (буква) – подкласс приборов, третий (цифра) – основные функциональные возможности прибора, четвертый – число, обозначающее порядковый номер разработки, пятый элемент – буква – определяет классификацию приборов, изготавливаемых по единой технологии. Например, диод 2Д204 – кремниевый выпрямительный диод с постоянным и средним значением тока 0,3...10 А, номер разработки 0,4, группа В.

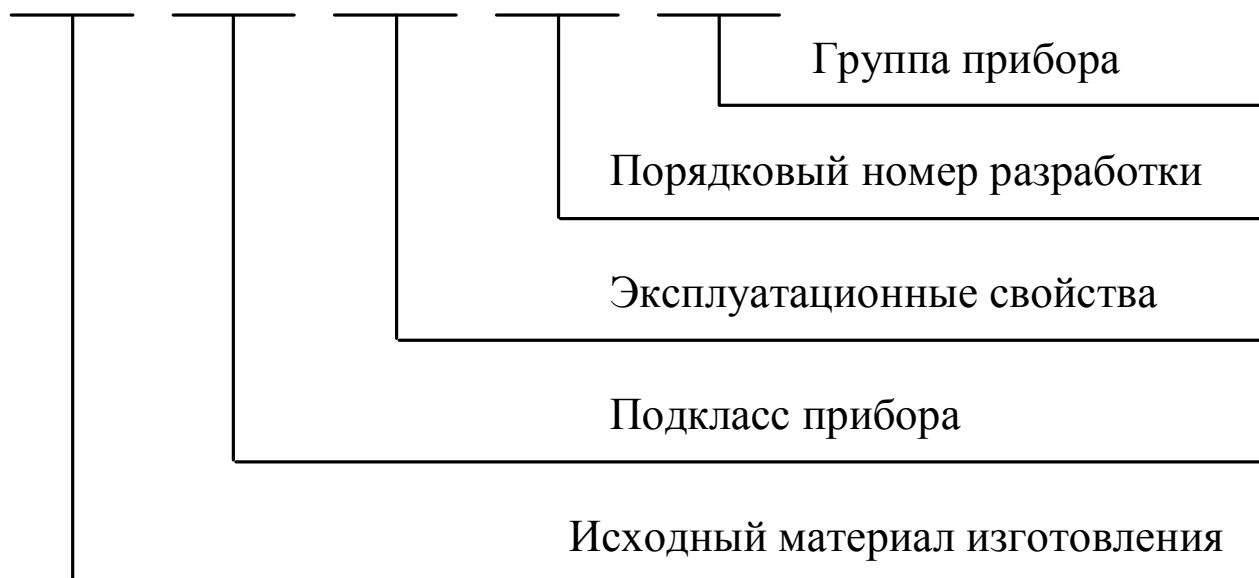


Рис. 1.10 Обозначения полупроводниковых диодов

Применяется также цветовая маркировка в виде точек и колец различного типа. Этот тип маркировки с соответствующими рисунками приведен в приложении Д.

2.4 Транзисторы

2.4.1 Определение и основные технические характеристики

К **транзисторам** относят полупроводниковые приборы с тремя электродами, которые служат для усиления или переключения сигналов. Для изготовления транзисторов наиболее часто используют кремний и германий. В соответствии с этим различают кремниевые и германиевые транзисторы.

К классу широко распространенных **биполярных транзисторов** относят полупроводниковые приборы с двумя или несколькими взаимодействующими электрическими р-п-переходами и тремя или более выводами, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции носителей заряда.

Инжекцией называется введение (нагнетание) носителей заряда через р-п-переход в область полупроводника, где они являются неосновными носителями за счет снижения потенциального барьера (прямое включение перехода).

Экстракцией называют процесс «отсоса» неосновных носителей заряда при обратном включении напряжения.

В зависимости от типа электропроводности наружных слоев различают транзисторы р-п-р-типа (рис. 1.11) и п-р-п-типа.

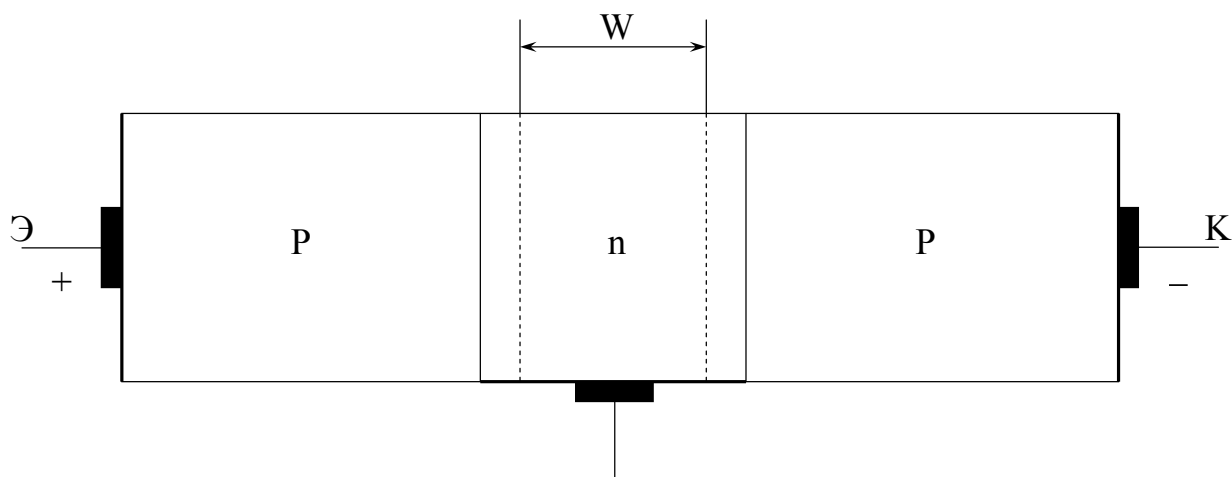


Рис. 1.11 Структура p-n-p-транзистора

На рисунке 1.12 показано условное обозначение p-n-p- и n-p-n-транзистора.

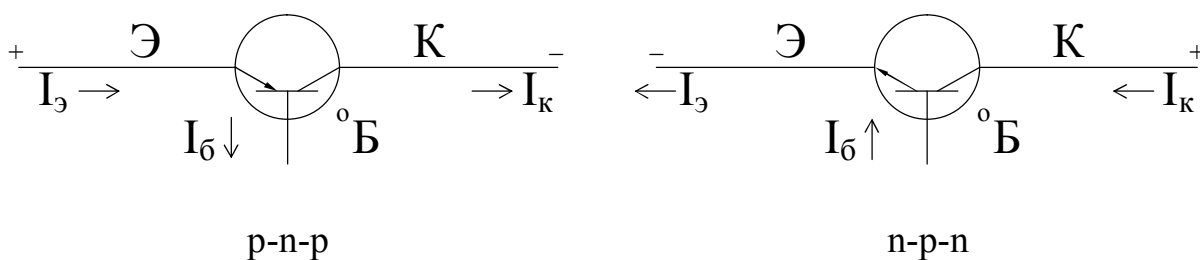


Рис. 1.12 Условное обозначение транзисторов

При подключении транзистора к одному переходу прикладывается прямое, к другому – обратное напряжение.

Переход, к которому при нормальном включении приложено прямое напряжение, называют **эмиттерным**, а его соответствующий вывод – **эмиттером** (э). Переход, к которому при нормальном включении приложено обратное напряжение, называют **коллекторным**, а вывод – **коллектором** (к). средний слой называют **базой** (б).

Допустимо обратное включение переходов, его называют **инверсным включением**. При инверсном включении параметры транзистора сильно изменяются.

В отличие от биполярных транзисторов, управляемых током, класс полупроводниковых приборов, способных усиливать электрические сигналы, управляемых электрическим полем (практически без затрат мощности управляющего сигнала), называют **полевыми транзисторами**.

Рисунок 1.13 иллюстрирует классификацию типов полевых транзисторов.

Различают 6 различных типов полевых транзисторов, которые подразделяются на 2 вида: с управляющим p-n-переходом и со структурой металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-транзисторы).

Управляющим электродом транзистора является затвор $G(З)$, который управляет величиной сопротивления между истоком $S(И)$ и стоком $D(С)$.

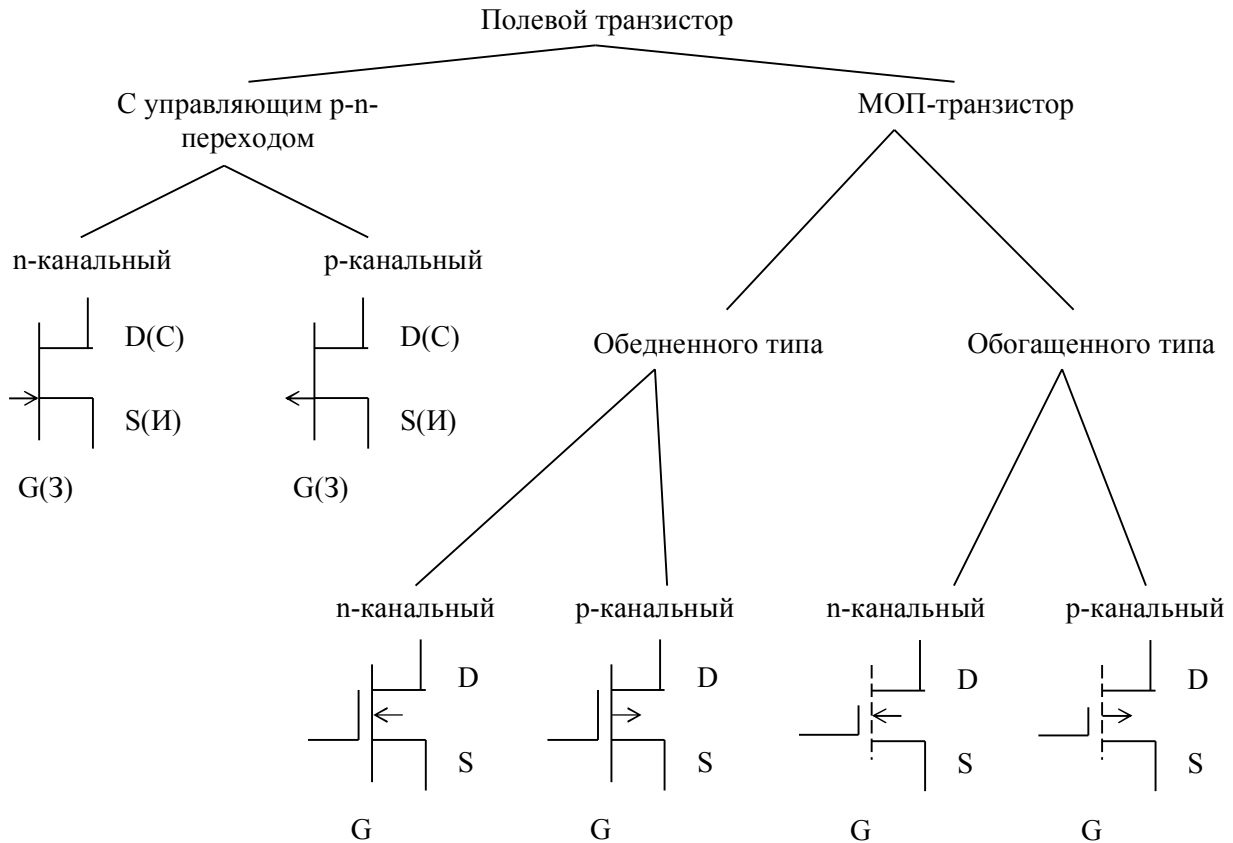


Рис. 1.13 Классификация и схемные обозначения полевых транзисторов

Управляющим напряжением является напряжение U_{GS} . Большинство полевых транзисторов являются симметричными, т.е. их свойства не изменяются, если электроды D и S поменять местами.

В транзисторах с управляющим переходом затвор отделен от канала DS p-n-переходом или p-n-переходом. При правильной полярности напряжения U_{GS} диод, образуемый переходом затвор-канал, запирается и изолирует затвор от канала. При противоположной полярности он отпирается.

У полевых МОП-транзисторов затвор отделен от канала DS тонким слоем SiO_2 . при такой реализации ток через затвор не протекает при любой полярности напряжения на затворе.

В соответствующих справочниках по транзисторам приводятся следующие их технические характеристики:

$U_{КБО}$ – максимально допустимое напряжение коллектор – база;

$U_{КБО И}$ – максимально допустимое импульсное напряжение коллектор – база;

$U_{КЭО}$ – максимально допустимое напряжение коллектор – эмиттер;

$U_{КЭО\text{ и}}$ – максимально допустимое импульсное напряжение коллектор – эмиттер;

$U_{КЭН}$ – напряжение насыщения коллектор – эмиттер;

$U_{СИ\text{ max}}$ – максимально допустимое напряжение сток – исток;

$U_{СИО}$ – напряжение сток – исток при оборванном затворе;

$U_{ЗИ\text{ max}}$ – максимально допустимое напряжение затвор – исток;

$U_{ЗИ\text{ отс}}$ – напряжение отсечки транзистора, при котором ток стока достигает заданного низкого значения (для полевых транзисторов с р-п-переходом и с изолированным затвором);

$U_{ЗИ\text{ пор}}$ – пороговое напряжение транзистора между затвором и стоком, при котором ток стока достигает заданного низкого значения (для полевых транзисторов с изолированным затвором и n-каналом);

$I_{К\text{ max}}$ – максимально допустимый постоянный ток коллектора;

$I_{К\text{ max и}}$ – максимально допустимый импульсный ток коллектора;

$I_{С\text{ max}}$ – максимально допустимый постоянный ток стока;

$I_{С\text{ нач}}$ – начальный ток стока;

$I_{С\text{ ост}}$ – остаточный ток стока;

$I_{КБО}$ – обратный ток коллектора;

$P_{К\text{ max}}$ – максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность коллектора без теплоотвода;

$P_{К\text{ max т}}$ – максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность коллектора с теплоотводом;

$P_{СИ\text{ max}}$ – максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность сток – исток;

$h_{21Э}$ – статический коэффициент передачи тока биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером;

$R_{СИ\text{ отк}}$ – сопротивление сток – исток в открытом состоянии;

S – крутизна характеристики;

$f_{гр.}$ – граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером;

$K_{ш}$ – коэффициент шума биполярного (полевого) транзистора.

2.4.2 Маркировка транзисторов

При обозначении различных типов транзисторов используют буквенно-цифровой код. Первый элемент (цифра или буква) обозначает исходный полупроводниковый материал, из которого изготовлен транзистор, второй элемент (буква) определяет подкласс (группу) транзисторов, третий (цифра) – основные функциональные возможности транзистора, четвертый – число, обозначающее порядковый номер разработки технологического типа транзисторов, пятый элемент – буква – условно определяет классификацию по параметрам транзисторов, изготавливаемых по единой технологии (1.14).

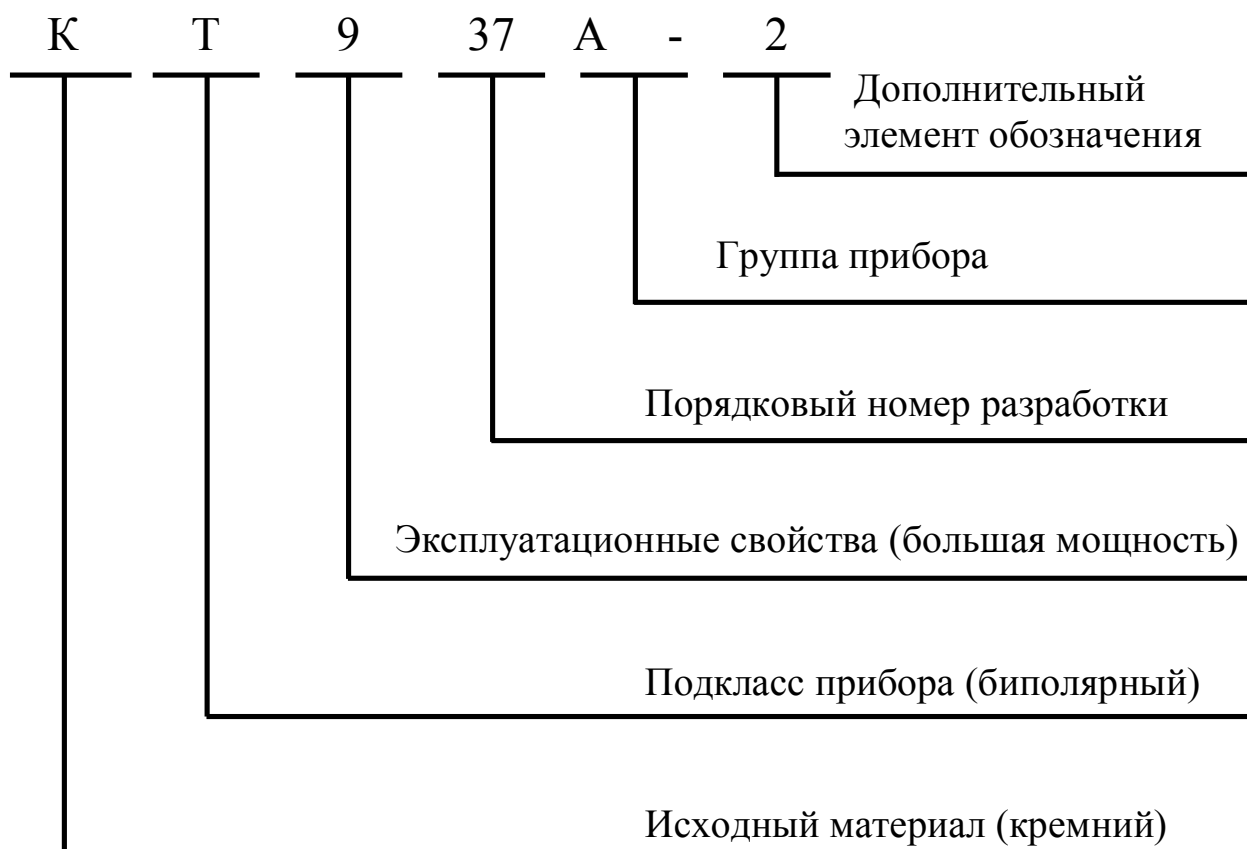


Рис. 1.14 Схема обозначения транзисторов

Подробно маркировка, конструкции и расположение выводов по конкретным типам транзисторов приведены в приложении Т.

3. Порядок выполнения работы

3.1 Ознакомьтесь с информационными материалами к работе.

3.2 Из заданного набора радиоэлементов произведите сортировку сопротивлений, конденсаторов, диодов и транзисторов.

3.3 По имеющейся маркировке определите тип, параметры и номинальные значения (если они имеются на маркировке) всех заданных радиоэлементов.

3.4 У диодов и транзисторов по их рисунку определите электроды (у диодов – анод, катод; у транзисторов – эмиттер, база, коллектор).

4. Вопросы для самоконтроля

4.1 Дайте определение резистора и расскажите об их классификационных признаках.

4.2 Как производится маркировка резисторов и как по ней определить их параметры?

4.3 Как изображают различные типы резисторов на схемах?

4.4 Назовите основные электрические параметры резисторов.

4.5 Дайте определение конденсатора и расскажите об их классификационных признаках.

4.6 Как производится маркировка конденсаторов и как по ней определить их параметры?

4.7 Как изображают различные типы конденсаторов на схемах?

4.8 Назовите основные электрические параметры конденсаторов.

4.9 Дайте определение диода и расскажите об их классификационных признаках.

4.10 Как производится маркировка диодов и как по ней определить их параметры?

4.11 Как изображают различные типы диодов на схемах?

4.12 Назовите основные электрические параметры диодов.

4.13 Дайте определение транзистора и расскажите об их классификационных признаках.

4.14 Как производится маркировка транзисторов и как по ней определить их параметры?

4.15 Как изображают различные типы транзисторов на схемах?

4.16 Назовите основные электрические параметры транзисторов.

Лабораторная работа №4 Проверка исправности радиоэлементов мультитестером

1. Цель работы: научить студентов с помощью мультитестера в режиме измерения сопротивления определять исправность таких радиоэлементов, как резисторы, конденсаторы, диоды и транзисторы и выделять неисправности типа разрыв и короткое замыкание, а также определять выводы анода и катода в диодах и выводы коллектор, база, эмиттер в биполярных транзисторах.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен овладеть следующей структурной составляющей в рамках компетенции ПК-29:

уметь: определять неисправности типа разрыв цепи и короткое замыкание у резисторов, конденсаторов, диодов и транзисторов.

владеть: методами определения неисправностей с помощью мультитестера.

2. Информационные материалы к занятию

В электронных цепях биотехнических систем достаточно большую долю составляют сопротивления, конденсаторы, диоды и транзисторы, от исправности работы которых зависит работа биотехнических систем в целом.

Самыми распространенными неисправностями этих и ряда других радиоэлементов являются разрыв цепей и короткое замыкание. В первом случае внутри конструкции элементов при дефектах в исполнении или из-за нарушения условий эксплуатации возникает разрыв электрического контакта, сопротивление всего элемента становится очень большим и приборами, измеряющими сопротивление (омметрами), регистрируется как бесконечность. Во втором случае либо на этапе изготовления, либо в ходе неправильной эксплуатации (возникновение электрического пробоя из-за повышенных токов и(или) напряжений) возникает электрическая цепь практически с нулевым сопротивлением (короткое замыкание).

Таким образом, контролируя с помощью омметра сопротивления проверяемых радиоэлементов можно установить, по крайней мере, два типа их возможных неисправностей.

При контроле неисправности радиоэлементов с помощью мультитестеров следует учитывать, что измерение сопротивления R_x производится косвенным методом, а именно путем регистрации величины протекающего через измеряемое сопротивление тока. Схема измерительной цепи приведена на рисунке 2.1

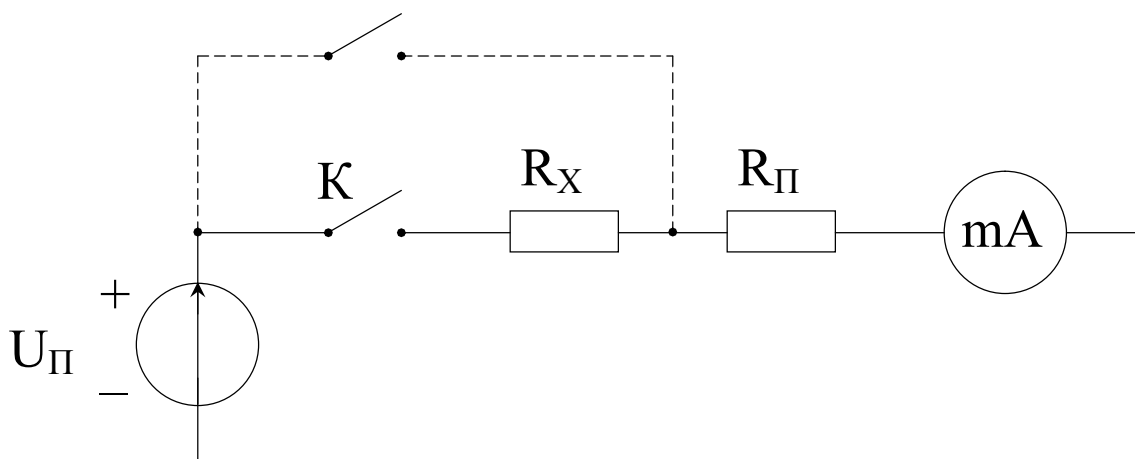


Рис. 2.1 Схема косвенного измерения сопротивления

В этой схеме измерение сопротивления осуществляется с использованием закона Ома в соответствии с выражением:

$$I = \frac{U_I}{R_{\text{О}} + R_I}.$$

Из этого выражения следует, что ток в измерительной цепи зависит от трех параметров $U_{\text{П}}$, R_X и $R_{\text{П}}$. В реальных приборах $U_{\text{П}}$ это батарейка с фиксированным напряжением. $R_{\text{П}}$ – сопротивление прибора, которое подбирается с тем расчетом, чтобы соответствовать измерительной шкале миллиамперметра.

Подбор сопротивления осуществляется переключателем мультитестера, на котором обозначены диапазоны измеряемого сопротивления. Когда измеряемое сопротивление R_X соответствует выбранному диапазону, точность измерения максимальна. Если $R_{\text{П}}$ слишком велико, стрелка прибора может показать большое сопротивление. Если $R_{\text{П}}$ слишком мало, стрелка прибора может показать нулевое сопротивление. После того как значение $R_{\text{П}}$ выбрано переключателем, оно так же зафиксировано. Причем, если замкнуть измерительные щупы между собой (пунктир на схеме 2.1), то стрелка прибора покажет нулевое сопротивление (короткое замыкание), а при включении измеряемого сопротивления R_X стрелка прибора отклонится на величину, пропорциональную R_X . Для удобства измерений шкала миллиамперметра проградуирована отдельной шкалой сопротивлений дополнительно к шкале токов и напряжений.

Рассмотрим далее подробно процесс контроля неисправности радиоэлементов мультитестером в режиме измерения сопротивлений.

1 Контроль исправности сопротивлений

1.1 Если номинальное значение сопротивления известно, то переключатель диапазонов измерения сопротивлений устанавливается на соответствующее деление шкалы и в случае исправного сопротивления на шкале прибора наблюдается измеряемое значение сопротивления с учетом погрешностей измерения и изготовления измеряемого резистора. При неисправности типа разрыв цепи прибор показывает бесконечное сопротивление.

1.2 При неизвестном номинальном сопротивлении контролируемого резистора измерения проводятся на всех диапазонах переключателя мультитестера.

В обоих случаях следует иметь ввиду, что если прикасаться руками к металлическим измерительным щупам мультитестера, то в контур измерения будет включено сопротивление биообъекта, что может привести к неверным результатам, особенно при больших (более 50 кОм) измеряемых сопротивлениях.

2 Контроль исправности конденсаторов

Известно, что исправные конденсаторы не проводят постоянный ток. Поэтому короткое замыкание между обкладками конденсатора, возникающее, например, в результате его пробоя, можно проверить мультиметром в режиме омметра. Диапазон измерений рекомендуется выбрать для небольших сопротивлений. Если конденсатор, включенный в цепь измерений (руки следует убрать с металлических контактов), исправен, он покажет бесконечное сопротивление. При измерении от батареи U_{Π} (рис. 2.2)

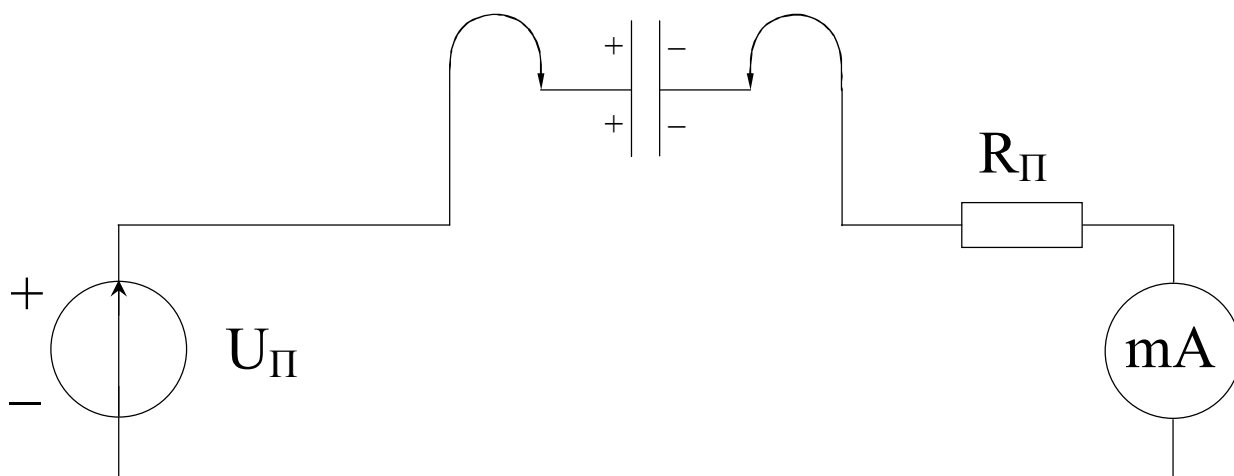


Рис. 2.2 Схема контроля неисправностей конденсатора

обкладки конденсатора заряжаются. Если при этом конденсатор перевернуть и вновь включить в цепь омметра, то конденсатор начнет разряжаться и ток разряда заставит стрелку прибора отклониться, затем по мере перезаряда конденсатора она возвращается на место. Это говорит об исправности конденсатора. Но эффект отклонения стрелки будет заметен, только если конденсатор обладает достаточной емкостью (обычно от единиц микрофарад). Если конденсатор небольшой емкости, то с помощью омметра можно выявить только неисправность типа короткое замыкание. Для определения неисправности типа разрыв цепи и ряда других (например, потеря емкости) необходимо использовать специальные приборы.

3 Контроль исправности диодов

Наличие источника постоянного тока в мультитестере позволяет проверить работоспособность диода, который при подключении в прямом направлении проводит электрический ток, а при подключении в другом направлении его не проводит (размыкает цепь) (рис. 2.3).

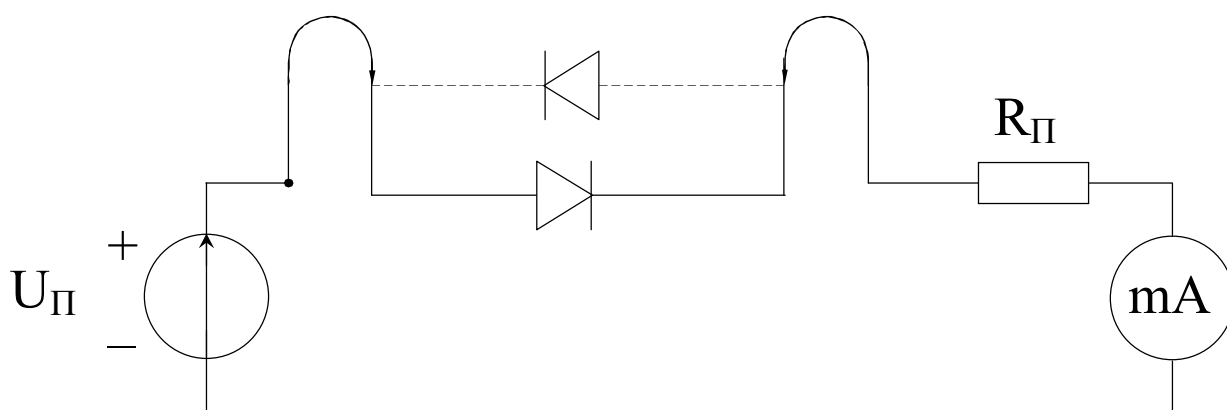


Рис. 2.3 Схема контроля диода

При включении диода в прямом направлении (плюс источника питания подключен к аноду диода) диод обладает малым сопротивлением (единицы Ом), что будет зафиксировано мультиметром. При включении в обратном направлении (пунктир на рис. 2.3) прибор покажет большое сопротивление. Это свидетельствует об исправной работе прибора.

Если при проверке диода его сопротивление мало в обоих направлениях, это говорит о неисправности типа короткое замыкание (пробой диода). Если при проверке диода его сопротивление велико (мегаомы) в обоих направлениях, это говорит о неисправности типа разрыв цепи.

Мультитестер, включенный в режим омметра, может быть использован для определения вывода диода, подключенного к аноду и(или) катоду. Для этого необходимо знать, к какому проводу мультитестера подключен, например, плюс его внутреннего источника питания. Если

заранее не известно, к какой клемме мультитестера подключены выводы внутреннего источника питания, то можно проверить это с помощью диода с известным заранее расположением анода и катода относительно выводов диода, учитывая, что р-область диода соответствует его аноду (+), а n-область катода (–).

4 Контроль исправности транзисторов

Одной из эквивалентных схем транзистора является его представление в виде пары встречно включенных диодов (рис. 2.4)

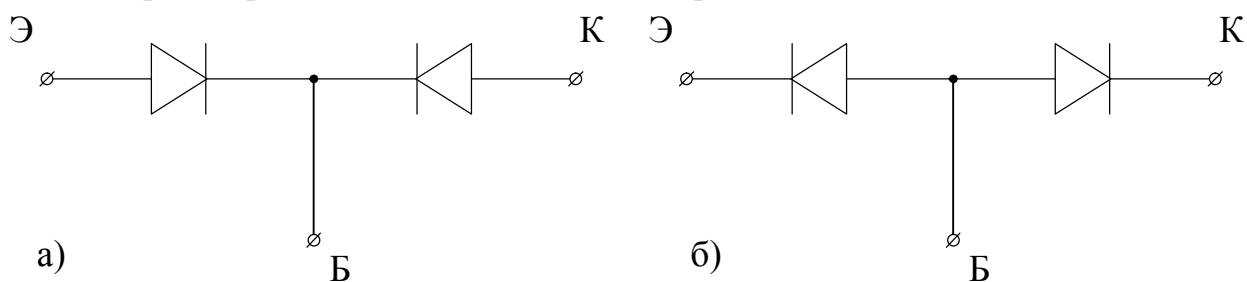


Рис. 2.4 Эквивалентные схемы транзисторов
а) р-п-типа; б) п-р-п-типа

Из приведенных эквивалентных схем транзисторов следует, что исправность каждого из переходов транзистора можно проверить относительно базы, последовательно проверяя наличие короткого замыкания или разрыва цепи по методике, изложенной в п.3 (Проверка исправности диодов).

Кроме этого может быть определен тип транзистора (р-п-р или п-р-п) или расположение его выводов на корпусе.

3. Порядок выполнения работы

3.1 Получите у преподавателя набор радиоэлементов (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы).

3.2 Изучите ручки управления мультитестера и выберите режим измерения сопротивлений.

3.3 Проверьте исправность всех выданных Вам элементов, дополнительно у диодов установив вывод его анода, а у транзисторов уточните их тип. Сверьте Ваши выводы с данными справочников.

4. Вопросы для самоконтроля

4.1 Почему метод измерения сопротивлений относится к косвенным методам?

4.2 Какие типы неисправностей могут контролироваться мультитестером в режиме омметра?

4.3 Как проверить работоспособность резисторов, конденсаторов, диодов и транзисторов омметром?

4.4 Как с помощью диода с известным расположением его выводов проверить полярность подключения внутреннего источника питания к клеммам мультитестера?

4.5 Как с помощью омметра определить тип транзистора и расположение его выводов?

Лабораторная работа № 5 Определения количества светильников и мест установки, контроль за освещенностью

Цель работы: определение уровня освещенности помещения.

Материалы, оборудование: люксметр.

Основные теоретические сведения

Количество света можно оценивать как чисто физическим способом в единицах энергии, так и по тому или иному действию, которое это количество света может произвести, например по его воздействию на глаз. Относительная видность излучений, характеризующих спектральную чувствительность глаза, положена в основу системы световых величин и единиц. Основные световые понятия созданы с учетом относительной видности излучений.

Световой поток

Видимую область спектра удобнее всего оценивать по производимому ею ощущению света. Световой поток F — мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит: где: V — относительная видность, а Φ — монохроматический поток. В качестве единицы светового потока в соответствии с международным соглашением принят люмен (лм). В качестве государственного эталона люмена принят световой поток, излучаемый абсолютно черным телом с площадью выходного отверстия 0,5305 мм² при температуре затвердевания платины 2,046 К.

Сила света

Световой поток, излучаемый источником света, обычно распределяется в пространстве неравномерно. Поэтому более полно охарактеризовать источник света только величиной светового потока недостаточно. Необходимо знать и распределение плотности светового потока в пространстве, т. е. силу света светового потока по различным направлениям. Сила света I — пространственная плотность светового потока в данном направлении. Сила света численно равна отношению светового потока F к величине телесного угла ω , в котором он распространяется $I = F/\omega$. Единицей силы света служит новая свеча (наименование новая свеча дано в отличие от ранее применявшейся международной свечи. 1 международная свеча = 1,005 новой свечи. В соответствии с новым ГОСТ 7932-56 свеча принята основной световой единицей.)

Освещенность

Для того чтобы иметь возможность оценивать качество осветительных установок в условиях эксплуатации, а также для других целей, в светотехнике применяют ряд производных световых величин. Одной из таковых является освещенность, характеризующая распределение светового потока по той поверхности, на которую он падает. Освещенность E — плотность светового потока на освещаемой поверхности. Освещенность E численно равна отношению светового потока F к площади поверхности S , на которую он падает и по которой равномерно распределяется. Единицей освещенности служит люкс. Люкс равен освещенности поверхности, плотность светового потока на которой равна 1 лм на 1 м².

Яркость

Яркость является единственной из световых величин, которую непосредственно воспринимает глаз. Уровень светового ощущения определяется величиной освещенности на сетчатке глаза. Яркость численно равна отношению силы света I , излучаемого этим участком поверхности S в заданном направлении, к площади его проекции S на плоскость, перпендикулярную этому направлению. За единицу яркости, численно равную 1 свече с 1 м² проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную заданному направлению, принят нит (нт).

Световые измерения

Фотометрические измерения принято разделять на объективные (при помощи приборов, измеряющих количество света без прямого участия глаза) и субъективные, или визуальные, при которых измерения производятся непосредственно глазом. За последнее десятилетие объективные фотометры получили широкое распространение и почти вытеснили визуальные приборы. Наибольшее распространение имеют приборы, состоящие из фотоэлемента и измерительного прибора, включенных в замкнутую цепь. Падающий на фотоэлемент свет обуславливает появление в цепи фотоэлектродвижущей силы и в результате этого наличие электрического тока, тем более сильного, чем больше количество падающего света. Шкала соединенного с фотоэлементом измерительного прибора градуируется. Принцип визуальной фотометрии совершенно иной. В поле зрения прибора видны две соприкасающиеся поверхности; яркость одной из них пропорциональна количеству измеряемого света, а известная яркость другой из них, служащей для сравнения, создается специальным источником света. На уравнении двух яркостей основаны все визуальные световые измерения.

Производящий измерение должен, пользуясь своим зрением, сделать яркость поверхности, освещенной неизвестным измеряемым светом, равной яркости поверхности, освещенной известным светом. В настоящее время завод «Вибратор» выпускает новый объективный люксметр — Ю-16 (1956). Он является переносным, портативным прибором, обеспечивающим непосредственный отсчет освещенностей по шкалам измерителя. Люксметр Ю-16 не имеет корригирующего светофильтра, поэтому при измерении освещенностей от люминесцентных ламп нужно пользоваться следующими поправочными коэффициентами: для ламп дневного света ДС—0,9, для ламп белого света БС — 1,1. При измерении естественной освещенности поправочный коэффициент приближенно равен 0,8.

Люксметр (от латинского lux — свет и... метр), переносный прибор для измерения освещённости, один из видов фотометров. Простейший Л. состоит из селенового фотоэлемента, который преобразует световую энергию в энергию электрического тока, и измеряющего этот фототок стрелочного микроамперметра со шкалами, проградуированными в люксах. Разные шкалы соответствуют различным диапазонам измеряемой освещённости; переход от одного диапазона к другому осуществляют с помощью переключателя, изменяющего сопротивление электрической цепи. (Например, Л. типа Ю-16 имеет 3 диапазона измерений: до 25, до 100 и до 500 лк.) Ещё более высокие освещённости можно измерять, используя надеваемую на фотоэлемент светорассеивающую насадку, которая ослабляет падающее на элемент излучение в определённое число раз (постоянное в широком интервале длин волн излучения).



Нормы освещения помещений жилых зданий

Жилые комнаты, гостиные, спальни, жилые комнаты общежитий	150
2	
Кухни, кухни-столовые, кухни-ниши	150
3	
Детские	200
4	
Кабинеты, библиотеки	300
5	
Внутриквартирные коридоры, холлы	50
6	
Кладовые, подсобные	300
7	
Гардеробные	75
8	
Лестницы	20
9	
Поэтажные внеквартирные коридоры, вестибюли, лифтовые холлы	30
10	
Тепловые пункты, насосные, электрощитовые, машинные помещения лифтов, венткамеры	20
11	
Шахты лифтов	5
12	
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы представительства	300
13	

Проектные залы и комнаты конструкторские, чертежные бюро

500

14

Машинописные бюро

400

15

Помещения для посетителей, экспедиции, помещения обслуживающего персонала

400

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Произвести замеры освещенности и сравнить с таблицей
3. Определить места для дополнительного освещения или замены светильника.
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Заполнить таблицу.

Объект Показания прибора Норма

4. Произвести анализ освещенности.
5. Выводы по работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит уровень освещенности?
2. Какие светильники бывают?
3. Виды освещений
4. Причины снижения освещенности.
5. Способы устранения недостатка света.

Лабораторная работа № 6 Изучение состояния изоляции проводов, способы устранения

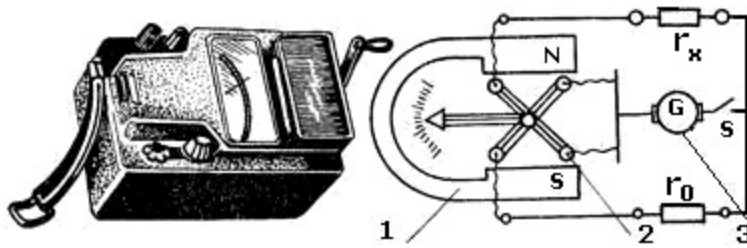
Цель работы: определение сопротивления изоляции проводов.

Материалы, оборудование: мегомметр.

Основные теоретические сведения

Мегомметр (от мега..., ом и ...метр), прибор для измерения очень больших (свыше 10^5 ом) электрических сопротивлений. Применяется для измерения сопротивления изоляции электрической проводов, кабелей, разъёмов, трансформаторов, обмоток электрических машин и других устройств, а также для измерения поверхностных и объёмных сопротивлений изоляционных материалов. Наибольшее распространение получили М., состоящие из генератора переменного тока с рабочим напряжением до 500 в, двухрамочного магнитоэлектрического логометра, шкалы, проградуированной в Мом , и добавочных сопротивлений. Рамки логометра образуют две параллельные ветви, в одну из которых включено измеряемое сопротивление r_x . При измерении с помощью М. сопротивления электрической изоляции следует учитывать температуру и влажность окружающего воздуха, от значения которых результат измерения зависит в большой степени. Погрешность измерений составляет 1—5 %; шкала М. нелинейна. Существуют также электронные М. и М. с цифровым отсчётом.

Мегомметр состоит из постоянного магнита **1**, между полюсами которого находятся две подвижные катушки **2**, выполненные из тонкого провода и размещенные под углом 90° друг к другу. Эти катушки насажены на ось, на которой крепится указательная стрелка. Последовательно с одной катушкой включается известное сопротивление r_0 , а со второй - измеряемое сопротивление r_x . Катушки с сопротивлениями между собой соединены параллельно и подключены к динамо-машине постоянного тока **3** с наружной рукояткой для вращения якоря. Шкала мегомметра градуируется в килоомах и мегаомах.



Когда нет тока в катушках, подвижная система мегомметра находится в безразличном равновесии, стрелка останавливается у любого деления шкалы. Ток к катушкам подводится с помощью тонких гибких ленточек, не создающих противодействующего момента при повороте катушек. При прохождении тока по катушкам на них будут действовать вращающие моменты, направленные в противоположные стороны. Указательная стрелка установится в положении равновесия при равенстве этих моментов. Угол поворота стрелки пропорционален отношению токов в катушках, а так как токи обратно пропорциональны сопротивлениям параллельных цепей с r_0 и r_x , то по отклонению стрелки можно определить измеряемое сопротивление r_x .

В мегомметре имеются зажимы Л («Линия»), З («Земля»), Э («Экран») и переключатель пределов измерения КОм и МОм. Измеряемое сопротивление подключается к зажимам Л и З, а рукоятку динамо - машины равномерно вращают с частотой, близкой к 120 об/мин. Для измерения сопротивления изоляции электрической машины относительно ее корпуса провод от одного из зажимов Л или З присоединяют к проводу обмотки, а от другого - к корпусу машины.

Для измерения сопротивления изоляции между обмотками машины провода от зажимов Л и З присоединяют к выводам обмоток, а к зажиму Э - корпус машины, чтобы избежать влияния на показания прибора тока утечки.

Перед началом измерения проверяют исправность мегомметра: замкнув накоротко зажимы Л и З, вращают ручку мегомметра. При этом стрелка мегомметра должна установиться на нуль прибора. При незамкнутых зажимах Л и З стрелка устанавливается на ∞ (бесконечность).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Провести замеры изоляции кабеля.
3. Сравнить с нормативными значениями
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Провести анализ сопротивления изоляции
4. Выводы по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Причины снижения сопротивления изоляции.
2. Способы замера сопротивления
3. Сроки замеров.
4. Способы устранения неисправностей.

Лабораторная работа №7 Монтаж и демонтаж электронных узлов и блоков

1. Цель работы: научить студентов с помощью электропаяльника производить пайку радиоэлементов на типовых печатных платах и их демонтаж из печатных плат, а также рисовать печатные платы для простейших электронных схем.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен овладеть следующей структурной составляющей в рамках компетенций ПК-27 и ПК-29:

Уметь: производить монтаж и демонтаж радиоэлементов на печатных платах.

Владеть: навыками изготовления печатных плат в бытовых условиях для простых принципиальных схем.

2. Информационные материалы к занятию

Значительное число электронных узлов и блоков биотехнических схем изготавливают на так называемых **печатных платах**. Эти платы изготавливают на основе тонких пластин из диэлектрика, на которых с помощью специальных технологий наносят рисунок проводников, соединяющих радиоэлементы, и удаляют все остальные проводящие участки. В местах контакта радиоэлементов с проводниками печатной платы, если это необходимо, сверлят отверстия, в которые вставляют ножки радиоэлементов или специальных панелей этих элементов. Далее радиоэлектронные элементы устанавливают на печатные платы и производят их пайку с помощью легкоплавких материалов. Простейший способ пайки специальным инструментом с нагреваемым элементом – паяльником.

Нагревательный элемент паяльника (жало) нагревается до температуры плавления соединительного материала, например, олова. Если на проводниках в местах спайки образуется окисная пленка, она удаляется механически, кислотой, канифолью или другим способом.

Жалом паяльника олово плавится и переносится на место пайки. Далее паяльник убирается, место спайки остывает. Застывшее олово образует надежный контакт радиоэлемента с печатной платой. Демонтаж радиоэлементов производится следующим образом. Вывод радиоэлемента, подлежащего демонтажу, нагревается паяльником. Соединительный материал плавится, и далее специальными приспособлениями (в простейшем случае пинцетом) удаляемый элемент отсоединяют от печатной платы.

В производственных условиях процесс пайки производится с помощью специальных паяльных станций или специальных технологических линий. Этот процесс изучается в рамках специальных курсов.

Процесс изготовления печатных плат также изучается в ходе специальных курсов. Здесь же рассмотрим простейший вариант изготовления печатных плат под простейшие электронные схемы при отсутствии специальных условий.

На первом этапе в соответствии с имеющейся электрической принципиальной схемой подбираются необходимые радиоэлементы или их аналоги. Вместо реальных радиоэлементов можно воспользоваться соответствующими справочниками, где можно найти данные о геометрических размерах и способах крепления к печатным платам.

На миллиметровой бумаге рисуется расположение используемых радиоэлементов и точек, где предполагается вставлять их выводы в печатную плату. При этом расположение радиоэлементов должно быть таким, чтобы необходимые соединения были как можно более короткими, а проводники, которые не соединяются по схеме, не должны пересекаться при их изображении на миллиметровке. Если таких пересечений избежать не удастся, то изображение одного из проводников прерывается, рисуются контактные площадки, которые при монтаже могут быть соединены изолированным проводом. Наиболее просто печатная плата изготавливается, если радиоэлементы располагаются по одну сторону печатной платы, а все проводники идут с другой ее стороны.

Пример. На рис. 3.1 (а) изображена принципиальная схема, для которой необходимо нарисовать печатную плату.

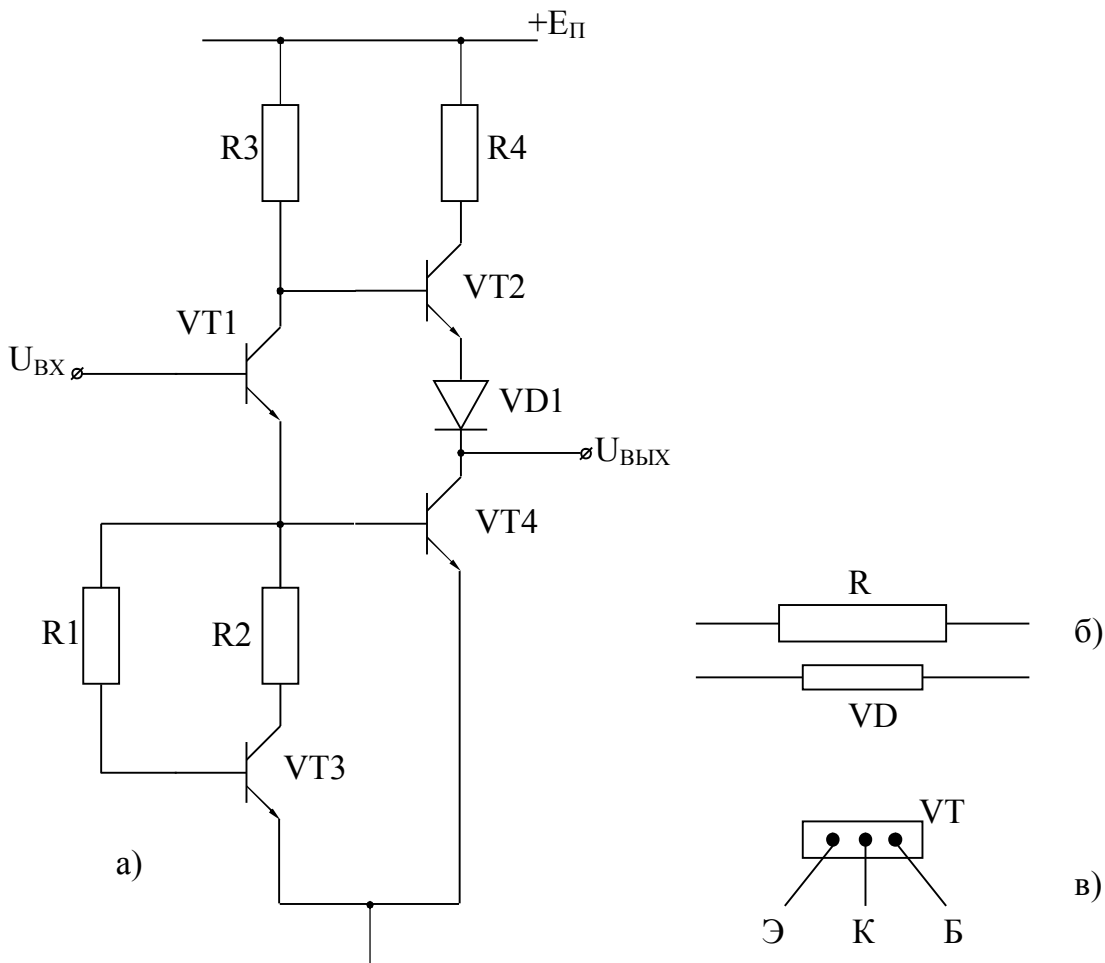


Рис. 3.1 Пример схемы электрической принципиальной

Пусть сопротивления и диод имеют вид и размеры, приведенные на рис. 3.1 (б), а транзисторы (вид снизу со стороны выводов) имеют корпус и выводы, приведенные на рис. 3.1 (в). На рис. 3.2 изображен условный вид элементов со стороны проводников.

На местах где выводы радиоэлементов входят в печатную плату изображают круглые контактные площадки. Контактные площадки рисуются для мест пайки входных и выходных клемм и клемм питания. Далее контактные площадки соединяются линиями связи (рекомендуется изменения направлений линии связи рисовать под прямым углом). Изображение на миллиметровке может корректироваться до получения наиболее компактного и «красивого» результата.

По полученному размеру вырезается печатная плата с проводящим слоем (например, гетинакс, покрытый металлической фольгой). Изображение на миллиметровке накладывается на плату со стороны предполагаемых проводников и на специальном станке сверлятся отверстия для закрепления выводов радиоэлементов. Далее миллиметровка убирается и специальным лаком (можно

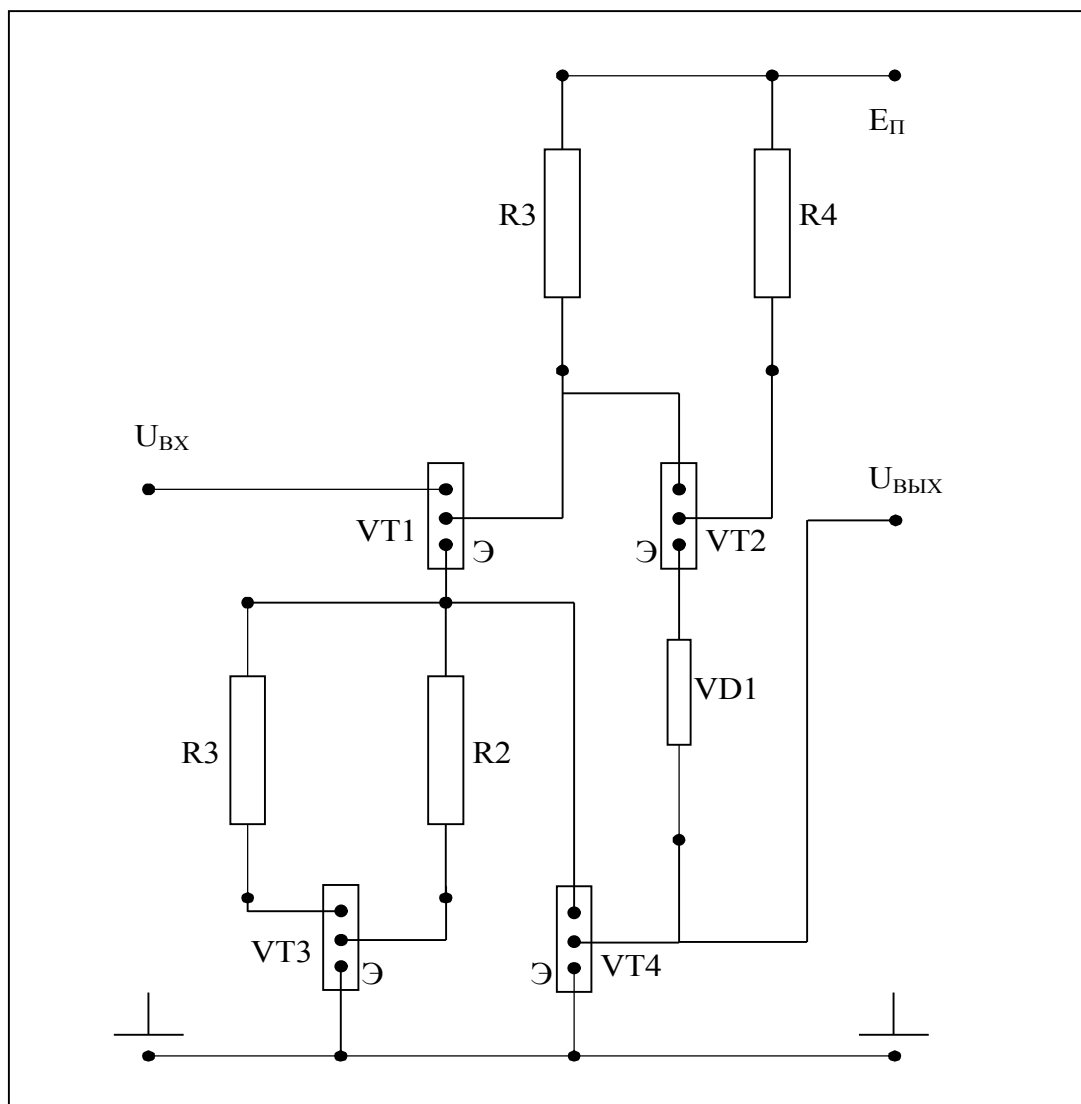


Рис. 3.2 Вид печатной платы со стороны проводников

лаком для ногтей) на металлической фольге повторяется рисунок проводников и контактных площадок. При этом необходимо следить, чтобы не было ненужных соединений в виде соприкосновений лаковых дорожек и контактных площадок.

Следующий этап называется этапом травления. На этом этапе готовится раствор, который растворяет не защищенные лаком участки металлической фольги (раствор хлорного железа или другие типы растворов, например, медного купороса). Вариант составления раствора для травления: 2 части поваренной соли, 1 часть медного купороса; 300 г смеси на 1 литр воды.

Печатная плата опускается в раствор и находится там до тех пор, пока не занятое лаком пространство металлической фольги полностью не растворится. После этого печатная плата тщательно промывается водой и высушивается. Внимательным осмотром проверяется, нет ли коротких замыканий между проводниками. При их наличии они удаляются острыми

инструментами. Наличие коротких замыканий и разрывов проводников можно уточнить с помощью омметра. При разрыве контактов на место разрыва напаиваются дополнительные проводники. Лак в месте контактов с радиоэлементами и на других контактных площадках очищается, обрабатывается кислотой или расплавленной паяльником канифолью. Далее паяльником (с набранной горячей «пленкой» олова) контактные площадки покрываются тонким слоем олова. При этом нельзя площадки перегревать. В противном случае они могут «отстать» от печатной платы.

Подготовленная таким образом печатная плата готова для монтажа.

Ножки радиоэлементов вставляются в соответствующие отверстия платы, обрезаются по размеру и паяльником запаиваются в плату небольшими капельками олова.

3. Порядок выполнения работы

3.1 Получите у преподавателя печатную плату электронного блока и проведите демонтаж и монтаж радиоэлементов, указанных преподавателем.

3.2 В соответствии с Вашим номером выберите вариант схемы электрической принципиальной.

3.3 По справочнику радиоэлементов определите их габариты, размеры и выберите способ закрепления на печатной плате.

3.4 На миллиметровой бумаге нарисуйте контактные площадки и соединительные проводящие полосы.

3.5 С миллиметровой бумаги переведите чертеж на фольгированный гетинакс, предварительно просверлив контактные отверстия.

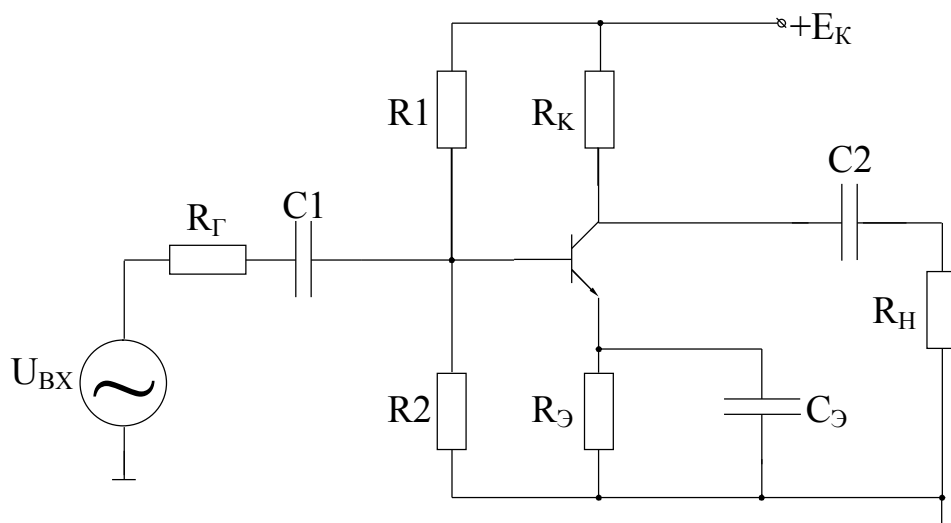
3.6 Выполните травление печатной платы и ее подготовку к монтажу радиоэлементов.

3.7 Получите у преподавателя требуемый набор радиоэлементов и выполните монтаж печатной платы.

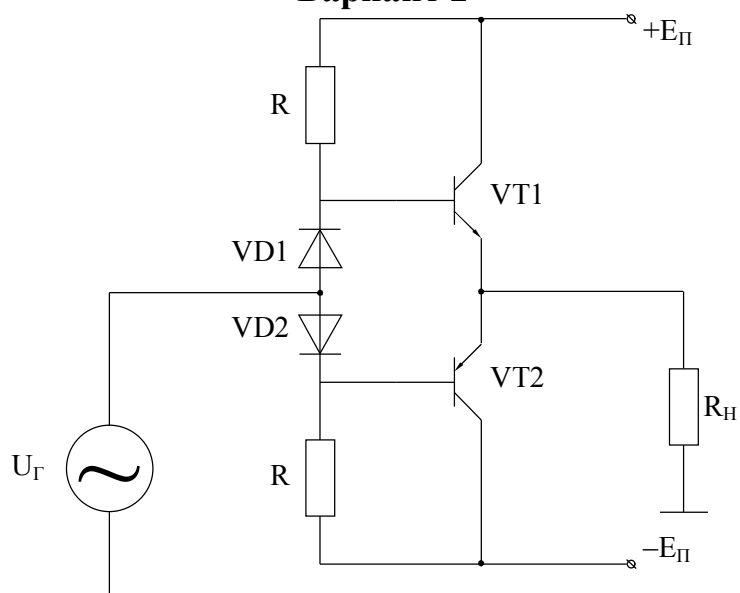
Примечание: за выполнение п. 3.5 и 3.6 назначаются дополнительно премиальные 3 балла, а за выполнение п. 3.7 еще 5 баллов.

Варианты заданий.

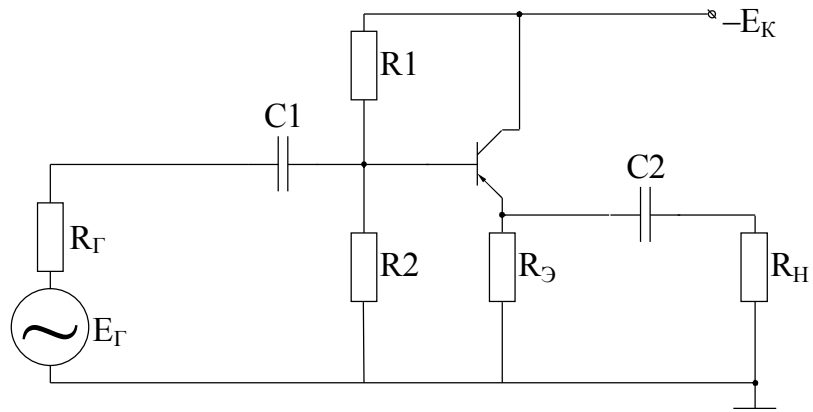
Вариант 1



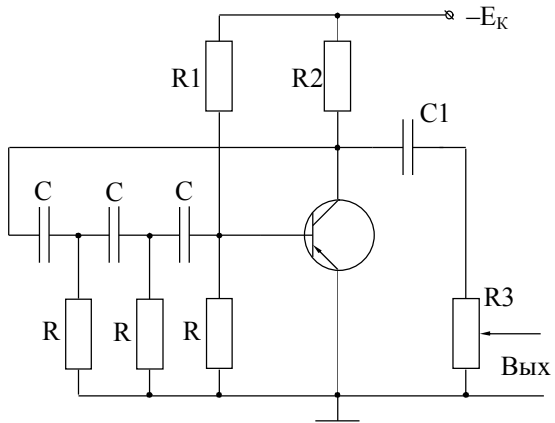
Вариант 2



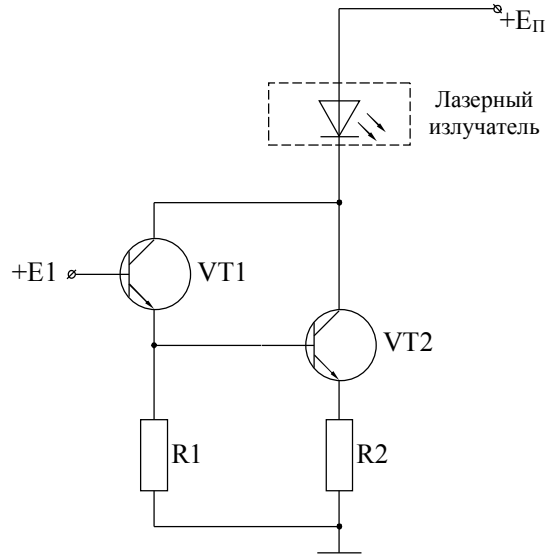
Вариант 3



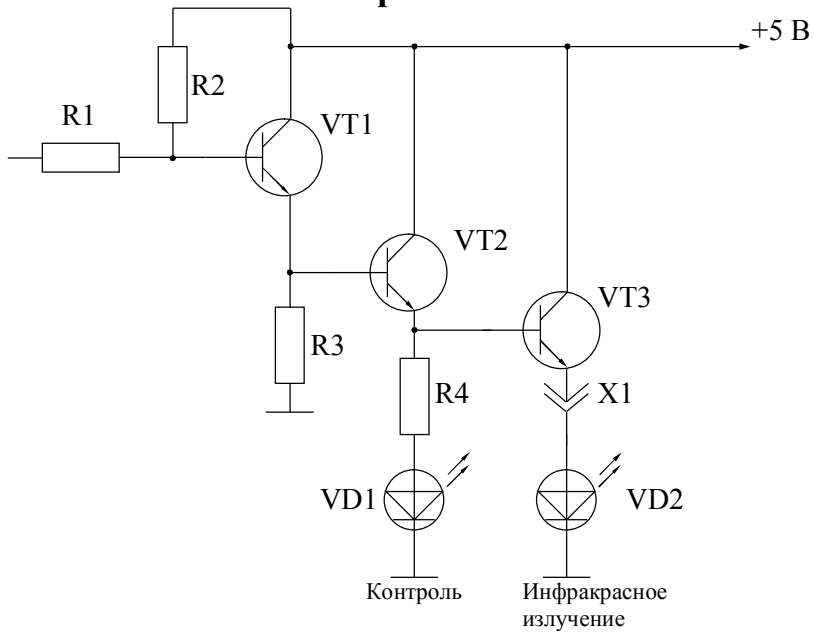
Вариант 4

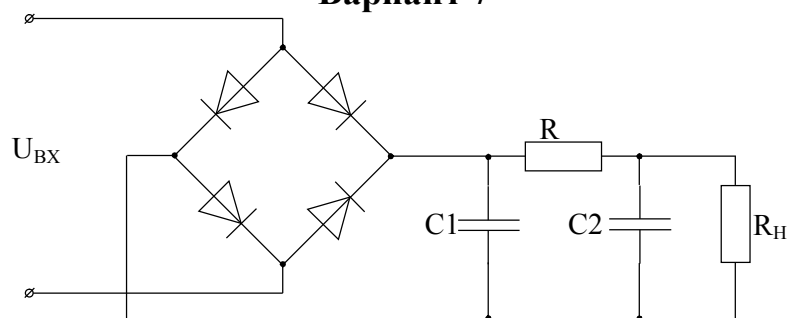
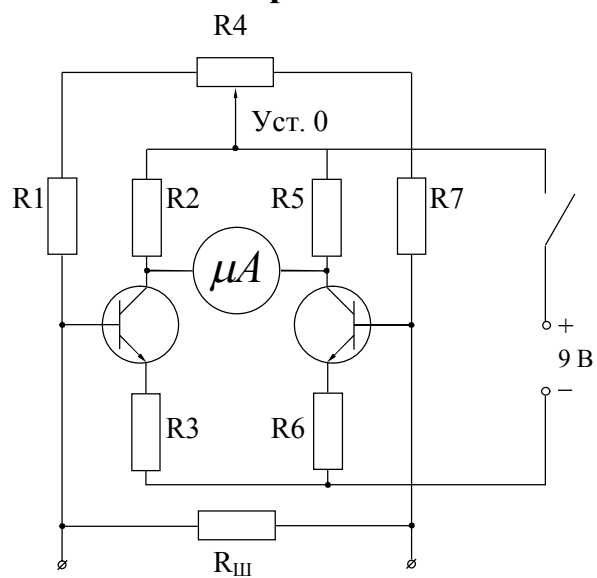
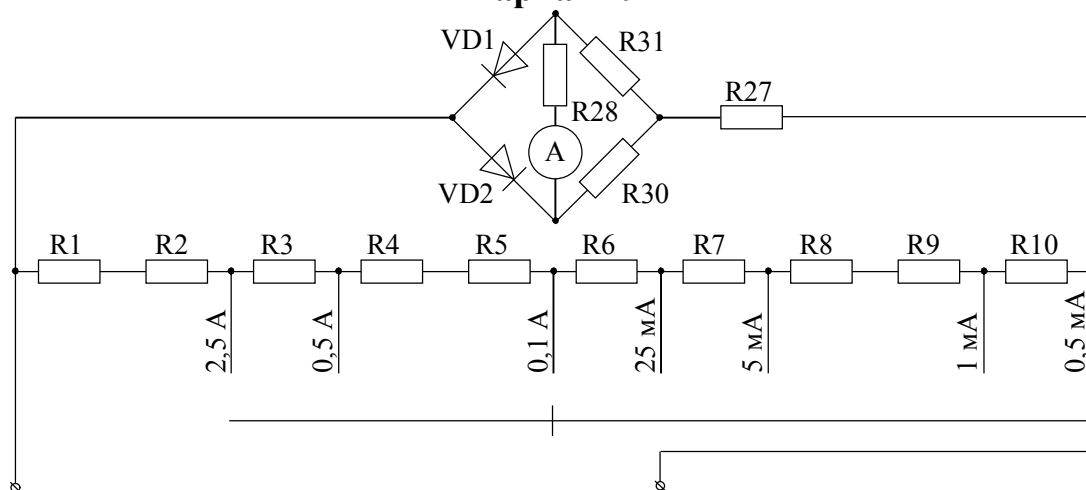


Вариант 5



Вариант 6



Вариант 7**Вариант 8****Вариант 9**

Лабораторная работа № 8 Изучение работы измерительных приборов магнитоэлектрической системы

Цель работы: изучить принцип работы приборов для замеров постоянного тока

Материалы, оборудование: амперметр, вольтметр.

Основные теоретические сведения

Приборы данной группы предназначены для измерения тока и напряжения в электрических цепях постоянного тока.

Приборы позволяют измерять токи в пределах от 10 А до 20 А и напряжения от 25 mV до 750 V при непосредственном включении. Для измерений токов и напряжений, превышающих указанные пределы, применяются внешние шунты и добавочные сопротивления.

Конструктивное исполнение корпусов обеспечивает степень защиты по лицевой панели IP50 или IP54, для токоведущих частей - IP00.

Крутящий момент для затяжки гаек М4 токоведущего узла не более 2 Nm.

По отдельному заказу возможен выпуск приборов с повышенной защитой.

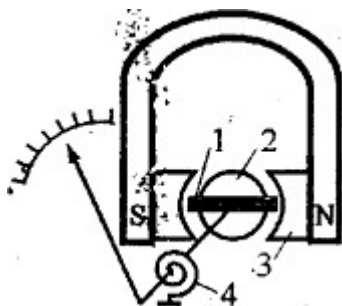
Услуги, выполняемые дополнительно к стандартным:

Приборы постоянного тока могут изготавливаться с нулевой отметкой в начале или в середине шкалы. Шкалы приборов могут быть выполнены в любых единицах измерения, со специальными отметками, надписями и пр. по данным заказчика. Возможно изготовление приборов без заливки герметиком по согласованию между заказчиком и изготовителем. Нормальное положение приборов вертикальное или горизонтальное.

Магнитоэлектрическая система. В этой системе измерительный механизм состоит из проволочной рамки с протекающим в ней током, помещенной в поле постоянного магнита (магнитопровода). Поле в зазоре, где находится рамка, равномерно за счет особой конфигурации магнитопровода. Под воздействием тока I рамка вращается в магнитном поле, угол поворота α ограничивают специальной пружиной, поэтому передаточная функция (часто называемая уравнением шкалы) линейна:

$$\alpha = I \frac{\Psi'}{W'} 0$$

где Ψ_0 удельное потокоцепление, определяемое параметрами рамки и магнитной индукцией; W —удельный противодействующий момент, создаваемый специальной пружиной,



1 – рамка с измеряемым током и стрелкой; 2 – неподвижный сердечник;
3 – полюсные наконечники; 4 – возвратная пружина

На основе магнитоэлектрического механизма создаются вольтметры, амперметры, миллиамперметры и другие измерительные приборы, и их структурное построение главным образом определяется измерительной схемой. Измерительные приборы магнитоэлектрической системы имеют достаточно высокую точность, сравнительно малое потребление энергии из измерительной цепи, высокую чувствительность, но работают лишь на постоянном токе.



Для расширения пределов измерения токов амперметрами и напряжений вольтметрами применяют шунты и добавочные сопротивления, которые включают соответственно параллельно и последовательно индикаторам в схемы этих приборов.

Основное использование переносные, лабораторные, многопредельные амперметры и вольтметры постоянного тока. Класс точности 0,05 ... 0,5, потребляемая мощность $P_{\text{соб}} \approx 10^{-5} \dots 10^{-4}$ Вт.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Изучить устройство прибора.
3. Изучить правила эксплуатации.

4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Описать устройство прибора.
4. Достоинства и недостатки приборов данной системы.
5. Выводы по работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие классы точности приборов существуют?
2. Что указывается на шкале прибора?
3. Что такое характеристика прибора?
4. Выбор типа прибора.

Лабораторная работа №9 Сборка и проверка работоспособности простейших электронных блоков

1. Цель работы: научиться собирать простейшие электронные схемы типа усилителей и генераторов и исследовать их основные характеристики.

В результате самостоятельного изучения материалов и выполнения лабораторной работы студент должен овладеть следующей структурной составляющей в рамках общих компетенций ОК-8 и ПК-3:

Знать: типовые схемы электрические принципиальные генератора и усилителя на одном транзисторе.

Уметь: собирать одностранзисторные генераторы и усилители в лабораторных условиях.

Владеть: навыками в оценке работоспособности одностранзисторных генераторов и усилителей и высокой мотивацией к использованию электронных узлов в будущей профессиональной деятельности.

2. Информационные материалы к занятию

Частный случай управления энергией, при котором путем затраты небольшого ее количества можно управлять энергией во много раз большей, называется **усилением**. Устройство, осуществляющее такое управление, называется **усилителем**. Если управляющая и управляемая энергия являются электрическими, то такой усилитель называется усилителем электрических сигналов. В усилителях электрических сигналов осуществляется управление потоком энергии, идущим от источника питания в нагрузку.

В инженерной практике используется широкий набор усилителей различных типов и назначений. На рис. 5.1 приведена обобщенная классификация усилителей по их основным признакам.

Основные показатели усилителей электрических сигналов определяются их конкретным назначением. Рассмотрим некоторые из них, широко применяемые в инженерной практике.

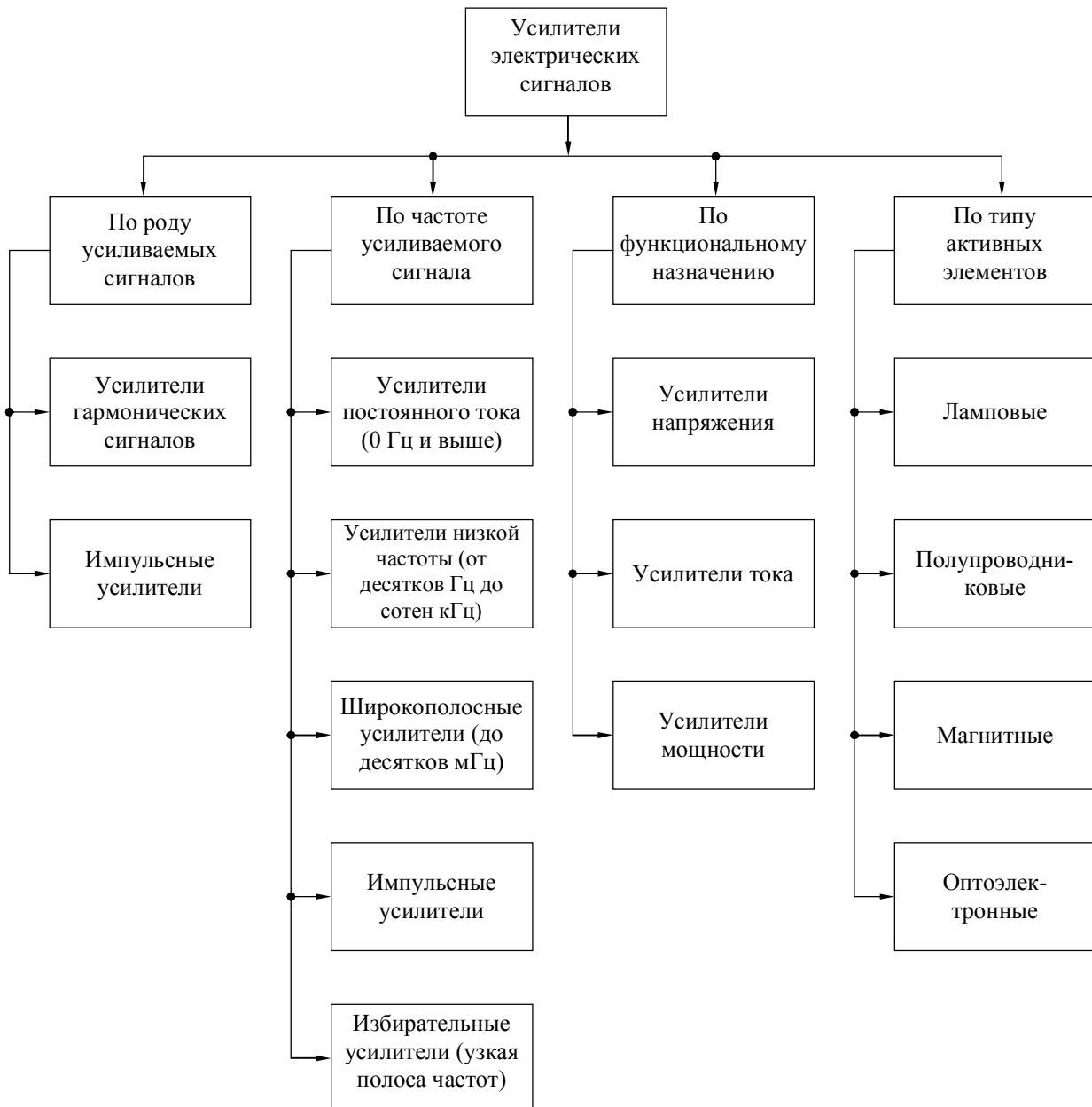


Рис. 5.1 Обобщенная классификация усилителей электрических сигналов

Коэффициентом преобразования или **коэффициентом передачи** называют отношение выходного сигнала к входному. В варианте, когда входное и выходное значения сигнала являются однородными, коэффициент преобразования называют коэффициентом усиления. В зависимости от функционального назначения усилителя по напряжению K_U , по току K_I или по мощности K_P , соответствующие коэффициенты определяются по формулам:

$$K_U = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}};$$

$$K_I = \frac{I_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВХ}}};$$

$$K_P = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{\text{ВХ}}},$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$, $I_{\text{ВЫХ}}$, $P_{\text{ВЫХ}}$ – амплитуды напряжения тока и мощность сигнала на выходе усилителя соответственно; $U_{\text{ВХ}}$, $I_{\text{ВХ}}$, $P_{\text{ВХ}}$ – амплитуды напряжения тока и мощность сигнала на входе усилителя.

Часто коэффициенты усиления выражают в логарифмических единицах – **децибелах**:

$$K_U^{\text{дБ}} = 20 \lg K_U;$$

$$K_I^{\text{дБ}} = 20 \lg K_I;$$

$$K_P^{\text{дБ}} = 20 \lg K_P.$$

Если усилитель состоит из нескольких последовательно включенных каскадов, для каждого из которых известен его «частный» коэффициент усиления K_1 , K_2, \dots , K_n , то **общий коэффициент усиления** определяется выражением:

$$K_O = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n.$$

В логарифмических единицах измерения:

$$K_O^{\text{дБ}} = K_1^{\text{дБ}} + K_2^{\text{дБ}} + \dots + K_n^{\text{дБ}}.$$

На рис. 5.2 приведена одна из практических схем усилителя с эмиттерной стабилизацией. В этой схеме конденсаторы C_1 и C_2 обеспечивают гальваническую развязку (разделение входных и выходных цепей по постоянному току) усилителя от других узлов электронной схемы. Сопротивления R_1 и R_2 позволяют выбрать ток базы таким, чтобы транзистор находился примерно на середине линейного участка характеристик транзистора. Сопротивление R_K является нагрузкой транзистора и во многом определяет коэффициент усиления усилителя. Сопротивление R_E и конденсатор C_E улучшают электрические характеристики усилителя.

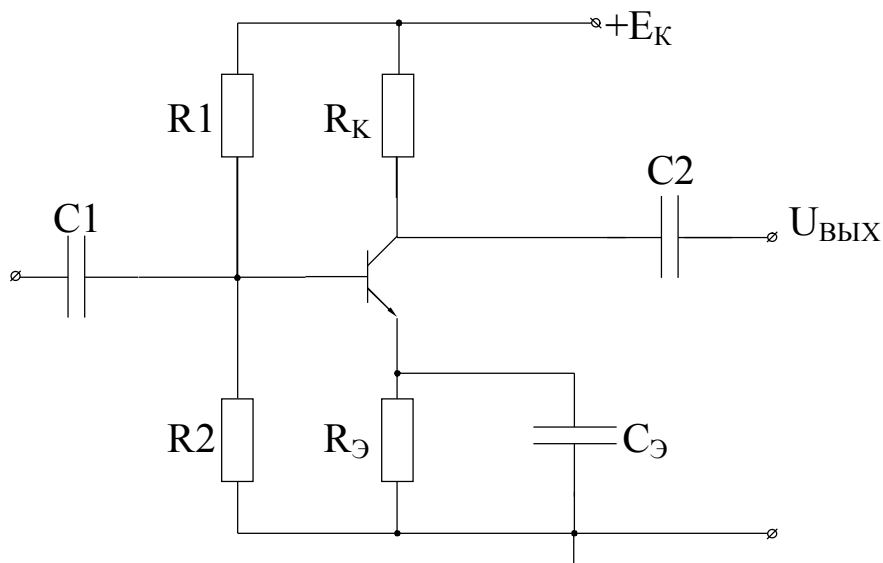


Рис. 5.2 Вариант схемы усилителя с эмиттерной стабилизацией.

В рамках теории проектирования электронных устройств было показано, что при определенных условиях усилительные схемы могут стать генераторами, то есть устройствами, формирующими на своих выходах периодические сигналы, включая синусоидальный сигнал. Для того чтобы усилитель перевести в режим генератора, необходимо выходной сигнал с усилителя подать на его вход со сдвигом фаз на 360° . Сдвиг на 180° осуществляет однотранзисторный усилитель. Еще 180° обеспечивает специально организованная R-C цепь. В результате генератор может быть построен так, как это показано на рис. 5.3.

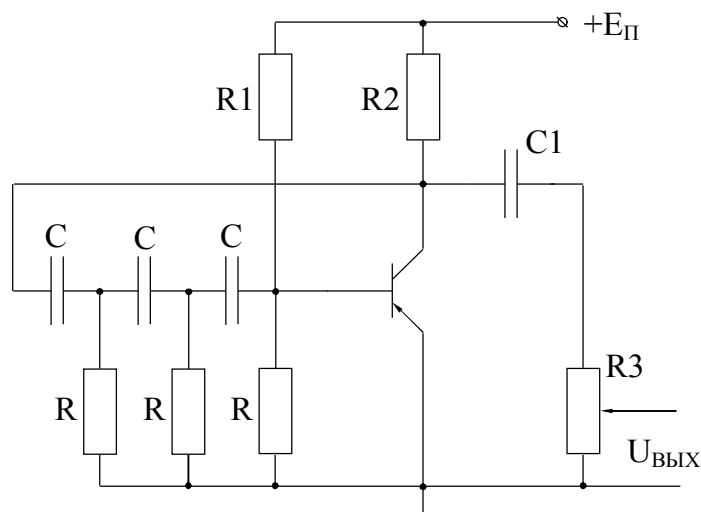


Рис. 5.3 Схема электрическая принципиальная R-C генератора

3. Порядок выполнения работы

3.1 В подгруппах по два человека каждая определите, кто из подгруппы собирает схему усилителя, а кто генератора.

3.2 Получите у преподавателя набор сопротивлений, конденсаторов и транзисторов. Пользуясь указанием преподавателя по номиналам сопротивлений и способу монтажа радиоэлементов, выполните монтаж.

3.3 Подключите выход генератора к осциллографу и измерьте с его помощью параметры генерируемого сигнала. Измените положение движка переменного резистора R3 и наблюдайте тенденцию изменения амплитуды осциллограммы.

3.4 Измените номиналы сопротивления R и наблюдайте изменение частоты исследуемого сигнала.

3.5 Подключите выход генератора ко входу усилителя и наблюдайте осциллограммы на выходе усилителя.

3.6 Измените сопротивление R1 усилителя на 2 номинала, полученных от преподавателя. Наблюдайте изменения осциллограммы.

4. Контрольные вопросы

4.1 Дайте определение усилителя.

4.2 Расскажите о назначении элементов усилителя, изображенного на рис. 5.2.

4.3 Расскажите о способе перевода усилителя в режим генератора.

Лабораторная работа № 10 Изучение причин скачков напряжений, выбор способов защиты

Цель работы:

Материалы, оборудование:

Основные теоретические сведения

Долговечность энергетического оборудования в значительной степени зависит от перегрузок, которым оно подвергается во время работы. Для любого объекта можно найти зависимость длительности протекания тока от его величины, при которых обеспечивается надежная и длительная эксплуатация оборудования.

При номинальном токе допустимая длительность его протекания равна бесконечности. Протекание тока большего, чем номинальный, приводит к дополнительному повышению температуры и дополнительному старению изоляции. Поэтому чем больше перегрузка, тем кратковременнее она допустима.

Все функционирование электропроводки основывается на трех проводах: фазном, нулевом рабочем и проводе заземления. Эти провода функционально неразрывны друг от друга в системах электропитания, но вместе с тем на всем протяжении электропроводки они должны быть полностью изолированы друг от друга. Фазный провод, нулевой провод и провод заземления должны быть изолированы не только друг от друга но и от любой возможности прикосновения.

Нарушение изоляции токоведущих проводов и возможность прикосновения к ним относятся к аварийному режиму работы электросети. И, к сожалению, такие ситуации возможны. Чтобы защитить человека и саму электрическую сеть существует много устройств защиты. Все устройства защиты разработаны для защиты от определенной неисправности электросети.

Автомат защиты - это электромеханическое устройство, которое обеспечивает протекание тока в нормальном режиме и автоматическом отключении тока (напряжения) при аварийных ситуациях: коротком замыкании и перегрузки.

При перегрузке или коротком замыкании автоматы защиты отключают (обесточивают) электрическую сеть в которой они установлены. Для этого в

них встроены специальные устройства-расцепители. От перегрузки защищает, расцепитель тепловой. От короткого замыкания расцепитель электромагнитный.

Вся электрическая сеть помещения разбивается на группы. Каждая группа рассчитывается на определенное количество потребителей. Увеличение расчетной нагрузки называется перегрузка сети. Возникает перегрузка если в розетки одной группы, например, непродуманно включить все бытовые приборы. При увеличении расчетной нагрузки электрический кабель начинает греться. При длительной перегрузки изоляция начнет плавиться, что может привести к пожарам или выгоранию проводки.

Чтобы защитить электропроводку от перегрузки устанавливаются автоматы защиты с встроенным тепловым расцепителем (биметаллическая пластина).

Автоматы защиты выпускаются для электрических сетей напряжением 220 и 380 вольт.

Выпускаются автоматы защиты с разным количеством полюсов подключения.

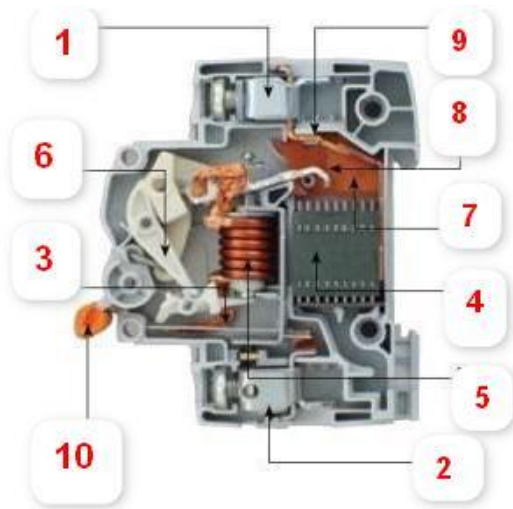
Однополюсный автомат защиты имеет и тепловой и электромагнитный расцепители. Подключается он к фазному проводу двухпроводной электросети;

Двухполюсный автомат защиты имеет и тепловой и электромагнитный расцепители на одной клемме для фазного провода и клемму без расцепителей на второй клемме для нулевого провода;

Трехполюсный автомат защиты предназначен для трехфазных электрических сетей и на каждом полюсе установлены тепловые и электромагнитные расцепители;

Четырехполюсный автомат защиты предназначен для трехфазных электрических сетей. К трем полюсам, имеющим и тепловой и электромагнитный расцепители, подключаются фазные провода. К четвертой клемме, не имеющей расцепителя, подключается нулевой рабочий провод.

Тепловые реле — это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки. Наиболее распространенные типы тепловых реле: ТРП, ТРН, РТЛ и РТТ.



Устройство однополюсного автомата защиты:

1.Верхняя клемма; 2.Нижняя клемма; 3.Тепловой расцепитель(биметаллическая пластина); 4.Дугогасительная камера; 5.Электромагнитный расцепитель; 6.Механизм ввода; 7.Накладка из газогенерирующей пластмассы; 8.Подвижной контакт; 9.Неподвижный контакт; 10.Рукоятка взвода.

Выбор номинала автомата по току осуществляется на основании известного значения максимального расчетного рабочего тока, на который рассчитана защищаемая электропроводка. Значение номинала автомата подбирается таким образом, что бы значение рабочего тока, допускаемое автоматическим выключателем не превышало расчетного значения тока, допускаемого для защищаемой электропроводки. Выбор номинала автоматического выключателя по току можно так же определить как подбор автомата по току.

На графике представлена линейка автоматов до 63 Ампер, номиналы которых указаны по горизонтальной шкале, по вертикальной указан ток в цепи. Для каждого из номиналов автомата цветом выделено две области, зеленая, это та область рабочих токов, для которой автомат предназначен, и желтая область, в которой автомат этого токового номинала будет нормально работать, но основной его защитной функцией будет защита от короткого замыкания, так как значение силы рабочего тока находится достаточно далеко от номинального значения силы тока автомата. В случае попадания расчетной силы тока в желтую область предпочтителен выбор того номинала автомата, где расчетный ток попадает в рабочую, зеленую область. Прилагаемая к графику таблица выбора автоматов позволяет подобрать соответствующий току в цепи однополюсный автоматический выключатель одной из время-токовых характеристик, перейдя на который,

можно выбрать автомат с соответствующим количеством полюсов. Эту же таблицу можно воспринимать как таблицу номиналов автоматов, так как данная таблица содержит номиналы автоматов рассматриваемой серии. Мощность автомата с соответствующим номинальным током можно определить либо по формуле, либо перейдя по ссылке на таблицу выбора автоматов по мощности.

На примере номинала 63А видно, что рабочая область автомата составляет 13 ампер, от 50 А до 63А, а при токах в желтой области, от 0 до 50 ампер - лучше выбрать другой номинал автомата, и если, допустим, расчётный ток равен 35 амперам, то выбираем не 50-и амперный, где 35 ампер так же попадает в желтую область, а еще на номинал ниже, то есть 40 амперный автомат с рабочей областью токов от 32 ампер до 40 ампер. Выбор автомата по графику производится следующим способом. На левой вертикальной оси выбирается требуемый расчетный ток, проводится линия по горизонтали до пересечения с зеленой зоной рабочих токов, и от пересечения опускаемся вертикально вниз, где будет указан выбранный токовый номинал автомата. Как дополнительный комментарий к выбору автомата по графику, можно отметить, что в случае, если самый слабый участок защищаемой автоматом проводки способен выдержать силу тока больше, чем суммарный расчетный ток нагрузок, то можно выбирать автомат именно по этому току (это будет запас по току при котором выбранный автомат, продолжая защищать проводку, не будет срабатывать при подключении дополнительных мощностей).

Выбор характеристики автоматического выключателя

Перед выбором номинала автоматического выключателя по току необходимо определить нужную для реализации защиты характеристику автомата, отвечающую за скорость отключения автомата в зависимости от отношения тока, протекающего по цепи и номинала автомата. Применение автоматического выключателя для бытовых нужд, в качестве защитного устройства электропроводки квартиры или дома предполагает использования автомата с характеристикой В отключающегося при 3-5 кратном превышении рабочего тока или автомата с характеристикой С отключающегося при 5-10 кратном превышении номинального тока. (под превышением тока подразумевается продолжительное протекание тока, измеряемое в секундах и более, так как при кратковременных увеличениях тока, измеряемых в долях секунды, автоматический выключатель не отключится при указанных превышениях номинального значения, так как

даже достаточно большие токи, но такой короткой продолжительности не смогут вызвать перегрева и разрушения проводки, которую автомат и защищает).

В случае применения автоматического выключателя для защиты цепей, питающих промышленные потребители электроэнергии, такие как электродвигатели и другие устройства, обладающие большими пусковыми токами, во много раз превышающих рабочий ток используются автоматические выключатели с характеристикой D, отключающегося при 10-14 кратном превышении номинального тока.

После того, как выбрана время-токовая характеристика автоматического выключателя соответствующая защищаемой цепи и подключаемых нагрузок, можно приступить к выбору токового номинала автомата.

Устройство защитного отключения (сокр. УЗО) или выключатель дифференциального тока (ВДТ) или защитно-отключающее устройство (ЗОУ) — механический коммутационный аппарат или совокупность элементов, которые при достижении (превышении) дифференциальным током заданного значения при определённых условиях эксплуатации должны вызвать размыкание контактов. Может состоять из различных отдельных элементов, предназначенных для обнаружения, измерения (сравнения с заданной величиной) дифференциального тока и замыкания и размыкания электрической цепи (разъединителя).

Основная задача УЗО — защита человека от поражения электрическим током и от возникновения пожара, вызванного утечкой тока через изношенную изоляцию проводов и некачественные соединения.

Широкое применение также получили комбинированные устройства, совмещающие в себе УЗО и устройство защиты от сверхтока, такие устройства называются УЗО–Д со встроенной защитой от сверхтоков, либо просто диффавтомат. Часто диффавтоматы снабжаются специальной индикацией, позволяющей определить, по какой причине произошло срабатывание (от сверхтока или от дифференциального тока).



Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Произвести замеры тока при разных нагрузках.
3. Сравнить полученные значения и выбрать способ защиты (максимальной нагрузки).
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:












































1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Определение максимальной токовой нагрузки.
4. Выбор защиты.
5. Выводы по работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Причины скачков напряжения и тока.
2. Какими приборами выполняется защита?
3. Как определяется максимальный ток?
4. Как выбирается способ защиты?

Приложение Д

Цветовая маркировка выпрямительных и импульсных диодов

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у выводов		Рисунок +  -
		анода (+)	катода (-)	
Д9Б	-	красное кольцо	-	
Д9В	-	оранжовое или красное +	-	
Д9Г	-	жёлтое или красное +	-	
Д9Д	-	жёлтое кольцо	-	
Д9Е	-	белое или красное +	-	
Д9Ж	-	белое кольцо	-	
Д9И	-	голубое или красное +	-	
Д9К	-	голубое кольцо	-	
Д9Л	-	зелёное или красное +	-	
Д9М	-	зелёное кольцо	-	
КД102А	-	два жёлтых кольца	-	
КД102Б	-	два белых кольца	-	
2Д102А	-	два зелёных кольца	-	
2Д102Б	-	два голубых кольца	-	
КД103А	чёрный	зелёная точка	-	
КД103Б	зелёный	синяя точка	-	
2Д103А	-	жёлтая точка	-	
КД105Б	-	оранжевая точка	-	
КД105В	чёрный	синяя точка	-	
КД105Г	зелёный	жёлтая точка	-	
КД105Д	-	белая точка	-	
КД208А	точка отсутствует	белая или жёлтая полоса	-	
КД208Б	зелёная точка	белая или жёлтая полоса	-	
КД208В	красная точка	белая или жёлтая полоса	-	
КД208Г	белая или жёлтая точка	белая или жёлтая полоса	-	
КД208Д	жёлтая точка	чёрная, зелёная или жёлтая точка	-	
КД208Е	-	зелёная полоса	-	
КД209А	-	чёрная, зелёная или жёлтая точка	-	
КД209Б	белая точка	чёрная, зелёная или жёлтая точка	-	
КД209В	чёрная точка	чёрная, зелёная или жёлтая точка	-	
КД209Г	зелёная точка	чёрная, зелёная или жёлтая точка	-	
КД209Д	-	красная полоса на торце корпуса	-	
КД209Е	зелёная точка	красная полоса на торце корпуса	-	
КД209В	красная точка	красная полоса на торце корпуса	-	
КД209Г	белая точка	красная полоса на торце корпуса	-	
КД221А	-	голубая точка	-	
КД221Б	белая точка	голубая точка	-	
КД221В	чёрная точка	голубая точка	-	
КД221Г	зелёная точка	голубая точка	-	
КД226А	-	-	оранжовое кольцо	
КД226Б	-	-	красное кольцо	
КД226В	-	-	зелёное кольцо	

Параметры выпрямительных и импульсных диодов

Тип диода	U_{OBR} (имп) В	$I_{IP\ max}$ (имп) А	$I_{OBR\ max}$ мкА	$f_{D\ max}$ кГц	Рисунок
Д226	400	0,3	50	1	
Д226А	300	0,3	50	1	
Д226Б	400	0,3	100	1	
Д226Д	100	0,3	100	1	
Д226Е	200	0,3	50	1	
Д226Ж	600	0,1	100	1	

Параметры стабилитронов и стабисторов

Тип	$U_{CT}, В$			при $I_{CT}, мА$	$I_{CT}, мА$		P_{MAX} Вт	R_{CT} Ом	при $I_{CT}, мА$	$\delta U/^\circ C \%$	Рисунок
	мин.	ном.	макс.		мин.	макс.					
КС107А	0,63	0,7	0,77	10	1	100	0,125	12	10	-0,3	
КС113А	1,17	1,3	1,43	10	1	100	0,18	15	10	-0,3	

Приложение Т

Параметры отечественных биполярных транзисторов

Тип транзистора	Структура	$U_{КБ0}(и), В$	$U_{КЭ0}(и), В$	$I_{К\max}(и), мА$	$P_{К\max}(и), Вт$	$h_{21Э}$	$I_{КБ0}, мкА$	$f_{гр}, МГц$	$K_{ш}, дБ$	Рисунок
ГТ346А	p-n-p	20	20	10	0,05	10+150	≤ 10	≥ 700	≤ 3	
ГТ346Б	p-n-p	20	20	10	0,05	10+150	≤ 10	≥ 550	$\leq 5,5$	
ГТ346В	p-n-p	20	20	10	0,05	10+150	≤ 10	≥ 550	≤ 6	
КТ312А	n-p-n	20	20	30(60)	0,225	10+100	≤ 10	≥ 80	—	
КТ312Б	n-p-n	35	35	30(60)	0,225	25+100	≤ 10	≥ 120	—	
КТ312В	n-p-n	20	20	30(60)	0,225	50+280	≤ 10	≥ 120	—	
2Т818А	p-n-p	100	100	15(20)А	3(100)	20+225	$\leq 1 мА$	≥ 3	< 1	
2Т818Б	p-n-p	80	80	15(20)А	3(100)	20+225	$\leq 1 мА$	≥ 3	< 1	
2Т818В	p-n-p	60	60	15(20)А	3(100)	20+225	$\leq 1 мА$	≥ 3	< 1	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев, В.Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него [Текст] учеб. пособие/ В.Г. Гусев. М.: Машиностроение, 2004. 597 с.
2. Клаассен, К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. / К.Б. Клаассен. Москва: Постмаркет, 2000. – 352 с.
3. Корневский, Н.А. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы [Текст]: Учебник / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей, С.П. Серегин. Курск. гос. техн. ун-т. – Курск: ОАО «ИПП «Курск», 2009. – 986 с.
4. Корневский, Н.А. Узлы и элементы медицинской техники [Текст]: учебное пособие / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей. Курск. гос. тех. ун-т. Курск, 2009: 426 с.
5. Петухов, В.М. Полупроводниковые приборы. Транзисторы. Дополнение второе [Текст]: Справочник. / В.М. Петухов. М.: Рикел, Радио и связь, 1995 – 288 с.
6. Практикум по инженерной психологии и экономике: Учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.К. Сергиенко, В.А. Бодров, Ю.Э. Писаренко и др.; Под. Ред. Ю.К. Стрелкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
7. Акимов, Н.Н. Резистор, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справ. / Н.Н. Акимов, Е.П. Ващуков, В.А. Прохоренко, Ю.П. Ходоренок – Мн.: Беларусь, 1994. – 591 с.
8. Телешевский, Б.Е. Измерения в электро- и радиотехнике: Учеб. для средн. проф.-техн. училищ / Б.Е. Телешевский – М.: Высш. шк., 1984. – 207 с.
9. Башарин С.А., Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля. М, ЗАО «КЖИ «За рулем», М., ИЦ «Академия», 2004
10. Евдокимов Ф.Е., Теоретические основы электротехники. М., ИЦ «Академия», 2004
11. Макиенко Н. И. Общий курс слесарного дела. — М.: Высшая школа, 2002
12. Соколовский Г.Г., Электроприводы переменного тока с частотным регулированием, учебник. ИЦ «Академия», 2006
13. Никитин Е.М. Краткий курс теоретической механики для ВТУЗов DJVU. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2001. - 400 с.
14. Шишмарев В.Ю., Средства измерений, учебник. ИЦ «Академия», 2006

Министерство образования и науки Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**
Отделение среднего профессионального образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
по модулю ПМ.04 «Выполнение работ по профессии
Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»**

для студентов специальности

11.02.01 Радиоаппаратостроение

Программа подготовки специалистов среднего звена

Составитель:
Жиганов С.Н.

Муром, 2017

Содержание

Практическая работа №1 Изготовление действующего макета	3
Практическая работа №2 Зачистка, лужение и пайка монтажных проводов	4
Практическая работа №3 Изучение методов определения мест повреждений в кабельных линиях	9
Практическая работа №4 Входной контроль резисторов, подготовка к монтажу на печатную плату. Монтаж резисторов на печатную плату. Демонтаж	11
Практическая работа №5 Входной контроль конденсаторов, подготовка к монтажу на печатную плату. Демонтаж конденсаторов	17
Практическая работа №6 Монтаж и демонтаж полупроводниковых приборов.....	23
Практическая работа №7 Маркировка микросхем. Монтаж и демонтаж микросхем	26
Практическая работа №8 Изготовление печатных плат	30
Практическая работа №9. Определение отдельных фаз трёхфазного электродвигателя и маркировка выводов	33
Практическая работа №10 Проверка силовых трансформаторов	35
Практическая работа № 11. Плановый осмотр трансформатора.....	38
Практическая работа №12. Приёмка в ремонт и разборка асинхронного электродвигателя.....	40
Список литературы	42

Практическая работа №1 Изготовление действующего макета

1. Цель работы

Закрепление практических навыков в работе с радиоэлементами и монтаже элементов на печатные платы.

2. Инструменты и материалы

2.1. Набор радиоэлементов.

2.2. Макетная плата.

2.3. Паяльник 36В.

2.4. Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

3. Техническое задание

3.1. Получить задание у мастера.

3.2. Произвести монтаж радиоэлементов на макетную плату, опираясь на полученные ранее знания.

3.3. Проверить работу макета в присутствии мастера.

4. Контрольные вопросы

4.1. Какие требования предъявляются к компоновке РЭА?

4.2. Каково назначение экранированных проводов?

4.3. Для чего служат «плавающие» контакты? Как к ним должны подпаиваться монтажные провода?

4.4. На какие характерные особенности необходимо обращать внимание при сборке и монтаже выпрямителя?

4.5. Какова технологическая последовательность проверки монтажа устройства?

1 Цель работы

Приобретение практических навыков в зачистке монтажных проводов. Обучение учащегося приемам лужения, пайки монтажных проводов сечением до 1,5 мм².

2 Инструмент и материалы

2.1 Паяльник 36 В.

2.2 Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

2.3 Провода монтажные.

2.4 Контактные колодки.

3 Теоретические сведения

Технология пайки

Для прочного соединения спаиваемых металлов необходимо, чтобы жидкий припой смачивал всю поверхность спайки, хорошо прилипал к металлу в месте пайки и образовывал прочное соединение со спаиваемым металлом. Этого можно достигнуть только при условии выполнения следующих технологических операций:

- подготовки спаиваемых поверхностей – тщательной очистки их от грязи, изоляции, окислов (в общем случае путем зачистки шабером, напильником и мелкой наждачной шкуркой) и тщательной подгонки спаиваемых поверхностей друг к другу. [3]

Однако в радиотехнике поверхности, подлежащие пайке, не следует зачищать шлифовальной бумагой или иным наждачным инструментом, так как зерна абразива, оставшиеся на очищаемой поверхности, плохо воспринимают пайку. Кроме того, зерна абразива обладают полупроводниковыми свойствами, поэтому после зачистки поверхностей шлифовальной бумагой готовые контакты могут иметь неодинаковую проводимость; [1]

- покрытия зачищенных поверхностей флюсами. Флюсами называют вещества, применяемые для того, чтобы подготовленные к пайке места деталей или проводников не окислялись во время прогрева их паяльником. Без флюса припой не будет «прилипать» к поверхности металла. Флюсы бывают разные. Различают 2 группы флюсов: химически активные, или протравы, и химически пассивные. Химически активные - это флюсы, очищающие спаиваемые поверхности перед пайкой, растворяющие пленки окиси, а часто и сами металлы (к ним относятся соляная кислота, бура, хлористый цинк), а химически пассивные

– только защищают спаиваемые поверхности от окисления (канифоль, воск, стеарин и т.д.). В мастерских, например, где ремонтируют металлическую посуду и домашний инвентарь, применяют «паяльную кислоту». Это раствор цинка в соляной кислоте.

Для монтажа радиоаппаратуры такой флюс совершенно не пригоден, так как при прикосновении к нему паяльника он разбрызгивается, загрязняет монтаж и со временем разрушает соединения, мелкие детали. Также кислотосодержащие флюсы разрушают изоляцию проводов. [2]

В качестве флюсов при радиомонтажных работах применяют преимущественно канифоль в твердом виде или растворенную в спирте (канифольный лак или паяльный спирт – одна часть измельченной канифоли, и 2 части спирта). [3]

Далее спаиваемые места деталей необходимо залудить, т. е. покрыть тонким слоем припоя. Дотрагиваясь жалом паяльника до припоя, переносят его на облуживаемую поверхность. По мере прогрева детали припой будет растекаться по поверхности, образуя полуду. Если лужению подвергается жила провода, то паяльник необходимо медленно двигать, а жилу поворачивать.

Различают пайку мягким (легкоплавким) и твердым припоем. К мягким относятся припои с температурой плавления до 400°C, к твердым – с более высокой температурой плавления (медь, латунь, серебро, сплавы серебра с медью и цинком). Пайка твердыми припоями в радиомонтажной практике и в лабораторных условиях встречается редко. Пайка мягкими припоями – основной вид паяния в радиоэлектронике. Мягкий припой плавится при сравнительно низкой температуре. Он представляет собой сплав олова со свинцом с содержанием олова 30-60% (ПОС 40, ПОС 61 и т.д.). С увеличением количества олова температура плавления припоя уменьшается.

Пайка в радиомонтажной мастерской осуществляется чистым оловом, в связи с тем, что свинец относится к веществам первого класса опасности, а практические работы, выполняемые студентами во время занятий, носят только учебный характер и после проверки мастером, подлежат демонтажу.

Секрет прочной и красивой пайки заключается в аккуратности и чистоте: если плохо зачищены проводники, загрязнен, недогрет или перегрет паяльник, никогда не получится хорошей пайки. Недостаточно горячий паяльник превращает припой в кашу, которой паять нельзя. Признаком хорошего прогрева паяльника являются вскипание канифоли и обильное выделение пара при соприкосновении его с паяльником. Нормально нагретое жало паяльника хорошо плавит припой и не покрывается окалиной. Рабочий конец паяльника должен быть всегда горячим и хорошо залужен – покрыт тонким слоем припоя. Залуживают паяльник так: его разогревают, зачищают жало напильником или наждачной бумагой, опускают в канифоль и прикасаются им к кусочку припоя.

После этого жало быстро трут о дерево, чтобы вся его поверхность покрывалась тонким слоем припоя. Если припой не пристает даже к хорошо нагретому жалу, его нужно ещё раз зачистить и вновь залудить.

Паяльник можно считать хорошо залуженным тогда, когда жало равномерно покрыто слоем припоя и с его кончика при нагреве свисает капелька припоя. Чтобы спаять залуженные проводники или детали, их надо плотно прижать друг к другу и к месту их соприкосновения приложить паяльник с капелькой припоя, повисающей на жале. Как только место пайки прогреется, припой растечется и заполнит промежуток между деталями. Плавным движением паяльника равномерно распределяем припой по всему месту пайки. Очень важно, чтобы спаянные детали после удаления паяльника не сдвигались с места, пока не затвердеет припой, иначе пайка будет непрочной. [2]

Флюс и припой необходимо брать маленькими порциями, так как в противном случае спаиваемые поверхности будут иметь неопрятный вид. Если спаиваемые поверхности деталей имеют значительную протяжённость, необходимо начать с одного края и, постепенно припаявая, двигать паяльник вдоль всей поверхности.

Хорошо выполненной пайкой следует считать такую пайку, на которой ясно видны все контуры соединённых деталей (витки, колечки, изгибы), припой должен заливать место соединения со всех сторон, заполняя щели и зазоры между выводами и контактами. Пайка должна быть чистой, глянцевой, без пор, наплывов, острых выпуклостей припоя, инородных включений. Излишек припоя можно снять, подведя под место пайки и плотно прижав к нему хорошо прогретый паяльник. После окончания работы остатки канифоли удаляют спиртом или скипидаром. Механическая прочность пайки проверяется путём покачивания пинцетом одной из спаиваемых поверхностей. [1]

Помещение, в котором паяют, должно быть снабжено общей вентиляцией или местной вытяжкой, защищающей от действия паров и газов, выделяющихся при пайке.

Способы соединения одножильных проводов

Соединение скруткой.

Концы проводов накладывают друг на друга под прямым углом (рис.1.1). Конец вертикального провода два-три раза обвертывают вокруг горизонтального провода. Концы горизонтального и вертикального проводов сгибают плоскогубцами на 90° по часовой стрелке. Вертикально расположенный конец также 2-3 раза обвертывают вокруг другого провода. Оставшиеся кончики проводов откусывают кусачками. Место соединения пропаивают. После пайки провода в скрутке должны просматриваться. [3]

Соединение внахлест.

Если нужно срastить два прямолинейных проводника, то их концы можно не скручивать, а лишь сложить вместе так, чтобы их поверхности соприкасались на длине не менее 6-8 мм и спаять (рис.1.2). Когда же нужно соединить проводники под прямым углом, конец одного проводника можно согнуть, прижать к другому проводнику, и в таком виде спаять их (рис.1.3). Не рекомендуется спаивать несколько проводников и деталей в одной точке. В этом случае при необходимости удаления одного из элементов неизбежно рассыплется весь узел спайки [2]



Рисунок 1.1 – Соединение скруткой



Рисунок 1.2 – Соединение внахлест



Рисунок 1.3 – Соединение внахлест под прямым углом

Инструменты, приборы и приспособления

При выполнении электрорадиомонтажных работ применяются: плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, ножницы, пинцеты, отвертки, мультиметры, подставки под паяльник, приспособления для механической зачистки проводов.

При работе с электропаяльником нужно соблюдать меры защиты от поражения электрическим током. Ручка паяльника должна быть сухой и не проводящей ток.

Уменьшение длины стержня паяльника в результате периодических зачисток, а также групповое подключение паяльников к одному трансформатору приводит к недогреву или перегреву, затрудняющему пайку. Рабочий конец любого паяльника со временем выгорает, на нем образуются углубления – раковины. Жало паяльника должно иметь форму клина. Для этого его зашлифовывают с помощью напильника так, чтобы его грани были гладкими, а на самом жале образовался «задний угол» величиной 10-15 мм. Такая форма должна сохраняться в процессе работы.

При монтаже радиоаппаратуры, для пайки соединений открытых узлов удобно применять угловые паяльники, а для пайки монтажных соединений внутри аппаратов торцовые паяльники.

4. Техническое задание

4.1. Заготовить монтажные провода длиной 100-150 мм.

4.2. Произвести пайку проводов к контактам разъема.

4.3. Работу сдать мастеру.

4.4. Произвести демонтаж проводов.

5. Контрольные вопросы

5.1. Какие требования предъявляются к спаиваемым поверхностям? Какие факторы влияют на качество пайки?

5.2. Какие инструменты и приспособления применяются при пайке?

5.3. Марки монтажных проводов, их назначение.

5.4. Почему при контактной пайке используют припой, содержащие олово и свинец, а не чистые металлы?

5.5. Какова роль флюса при пайке и что будет, если отказаться от него?

5.6. Какими способами удаляют изоляцию с концов монтажных проводов?

6. Содержание отчета

6.1. Название работы

6.2. Цель работы.

6.3. Техническое задание.

6.4. Ход работы. Рисунки, таблицы, схемы, эскизы – если необходимо.

6.5. Контрольные вопросы и ответы.

6.6. Вывод.

Практическая работа №3 Изучение методов определения мест повреждений в кабельных линиях

Цель работы:

Изучить способы определения мест повреждения в кабельных линиях, применяемость каждого метода, ограничения

Задачи работы:

1. Охарактеризовать возможные неисправности в кабельных линиях.
2. Рассмотреть применяемость каждого метода в зависимости от вида повреждения кабельной линии.
3. Познакомиться с приборами применяемыми для определения мест повреждения кабельных линий, зарисовать электрические схемы применяемых методов.
4. Определить порядок применения методов при отыскании повреждения кабельных линий.
5. Кратко описать способ ремонта при различных видах повреждения кабелей.

Порядок выполнения работы:

1. При выполнении работы изучить какие виды повреждений наблюдаются в кабельных линиях и как они определяются.
2. Рассмотреть относительные и абсолютные способы определения мест повреждения в кабельных линиях, их применяемость в зависимости от вида повреждения.
3. Рассмотреть принципы действия и электрические схемы применяемых приборов, их достоинства и недостатки.
4. Изучить очередность применения методов определения повреждения кабельных линий.

Описать виды ремонта кабелей при тех или иных повреждениях кабелей.

Контрольные вопросы:

1. Какие повреждения встречаются при эксплуатации кабельных линий?
2. Какие методы отыскания повреждений в кабельных линиях известны, их применяемость?
3. Какие методы называются относительными, а какие абсолютными и почему?
4. Когда применяется импульсный метод отыскания повреждений в кабеле?
5. Когда применяется метод колебательного разряда?

6. Когда применяется метод петли?
7. Когда применяется емкостной метод?
8. Как точно определяется место повреждения кабельной линии?
9. Виды ремонта кабельных линий.
10. Технология ремонта кабельных линий.
11. Техника безопасности при ремонте кабельных линий.

Практическая работа №4 Входной контроль резисторов, подготовка к монтажу на печатную плату. Монтаж резисторов на печатную плату. Демонтаж

1.Цель работы

Основные приемы работы с измерительным прибором при входном контроле резисторов. Приобретение практических навыков в формовке выводов резисторов, их установке, пайке на печатных платах и панелях.

2.Инструмент и материалы

- 1.1.Мультиметр.
- 1.2.Набор резисторов.
- 1.3.Печатная плата.
- 1.4.Паяльник 36В.
- 1.5.Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

3.Теоретические сведения

Резистор (от лат. Resist – сопротивляюсь) - один из самых распространенных радиоэлементов. Принцип действия резисторов основан на свойстве некоторых материалов оказывать определенное сопротивление прохождению через них электрического тока. Значение этого сопротивления зависит от типа используемых материалов, формы и размеров резисторов.

Постоянные резисторы используют в качестве нагрузочных и токоограничительных элементов, добавочных сопротивлений и шунтов, делителей напряжения и в качестве нагрузок. Обеспечивая режимы работы усилительных элементов, они позволяют погасить излишек питающего напряжения.

Переменные резисторы широко используются для выбора режимов работы различных электрических схем в зависимости от изменения условий, в качестве регуляторов громкости сигнала, его тембра, в качестве реостатов и потенциометров.

К основным параметрам постоянных и переменных резисторов относят: номинальное сопротивление, класс точности (допускаемое отклонение от номинального сопротивления), максимальная рассеиваемая мощность.

Номинальным сопротивлением называется сопротивление, указываемое на корпусе резистора, оно не меняется ни от времени, ни от условий эксплуатации. Реальное, измеренное значение, зачастую отличается от номинального, вследствие различных внешних условий, которым подвергался резистор. [1]

Однако, для подавляющего большинства радиолюбительских конструкций без ущерба для их работы допустимо отклонение от указанных на схемах номиналов резисторов в пределах 10-15%. Это значит, что резистор, сопротивлением, например, 5,1 кОм может быть заменен резистором ближайшего к нему номинала, т.е. резистором с номиналом 4,7 или 5,6 кОм. [2]

Максимальная рассеиваемая мощность – это наибольшая мощность, которую резистор может рассеивать в заданных условиях, в течение гарантированного срока службы, существенно не изменяя своих параметров. Всегда необходимо, чтобы мощность резистора в изделии была больше или равна его максимальной мощности, указанной на схеме. [1]

Ещё одним большим классом применяемых резисторов являются полупроводниковые, принцип действия которых основан на свойстве полупроводников изменять свое сопротивление под действием температуры, приложенного к ним электрического напряжения, электромагнитного излучения.

Терморезисторы (т.е. резисторы, сопротивление которых изменяется в зависимости от температуры), используются при необходимости электрического разделения управляющей и управляемой цепей. Их основными параметрами являются:

- Номинальное сопротивление при 293° K (20°C);
- Температурный коэффициент сопротивления;
- Максимальная мощность рассеяния;
- Максимальная рабочая температура;
- Минимальная мощность рассеяния;
- Коэффициент рассеяния;
- Коэффициент энергетической чувствительности и т.д.

Они применяются для дистанционного управления аппаратурой, в системах автоматического регулирования, для защиты схем от перегрузок, в качестве статических преобразователей мощности, элементов стабилизаторов тока.

Варисторы – это полупроводниковые резисторы, сопротивление которых существенно изменяется с изменением приложенного к резистору напряжения. На основе полупроводниковых материалов могут быть изготовлены варисторы, у которых увеличение напряжения в 2-3 раза сопровождается уменьшением сопротивления в десятки раз.

Параметры варисторов:

- Коэффициент нелинейности ВАХ;
- Классификационное напряжение – напряжение на варисторе при заданном значении тока;
- Классификационный ток;
- Номинальная мощность рассеяния;
- Температурный коэффициент тока.

Варисторы применяются в качестве регулирующих элементов в параметрических стабилизаторах напряжения, в качестве управляемых элементов в делителях переменного напряжения, в схемах автоматических регулировок усиления, в схемах автоматической подстройки частоты, как элементы генераторов переменного и импульсного напряжения (например, генераторы кадровой развертки) и элементы преобразователей частоты.

Фоторезисторы – полупроводниковые резисторы, изменение сопротивления которых обусловлено исключительно действием электромагнитного излучения. С увеличением интенсивности излучения сопротивление промышленных фоторезисторов обычно резко уменьшается.

Основные параметры фоторезисторов:

- Темновое сопротивление;
- Кратность изменения сопротивления;
- Темновой ток;
- Световой ток;
- Фототок;
- Чувствительность фоторезистора;
- Номинальная мощность рассеяния;
- Рабочее напряжение.

Фоторезисторы применяются в качестве элементов схем контроля, в качестве датчиков, в различных турникетах, как управляемые элементы в делителях напряжения, для дистанционного управления усилением. [4]

Монтаж и пайка резисторов

Ленточные или проволочные выводы постоянных резисторов нельзя изгибать ближе, чем в 3-5 мм от корпуса. Изгибы должны быть плавными и с закруглениями, иначе вывод может надломиться. Перегрев резисторов может привести к изменению их сопротивления. Чтобы избежать этого, гибкие выводы постоянных резисторов паяют не менее 5 мм от их корпуса. При этом вывод у самого корпуса плотно захватывают плоскогубцами, отводящими тепло и уменьшающими нагрев резисторов во время пайки. Процесс припаивания гибкого вывода постоянного резистора на печатную плату, а также припаивание монтажного провода к лепестку переменного резистора должен занимать не более 10 секунд. Если пайка не удалась, её можно повторить не ранее через 2-3 минуты. При навесном монтаже резисторы необходимо перед пайкой механически закрепить.[12]

Перед монтажом резисторов необходимо произвести входной контроль, сначала визуальный, для чего необходимо проверить целостность корпуса и покрытия резистора, наличие и крепление выводов, а затем провести контроль его электрических параметров.

Перед установкой резистора на печатную плату необходимо измерить его реальное сопротивление, и сравнить его с номинальным значением с учетом допустимого отклонения (т.е. с полем допуска) для того, чтобы сделать вывод о его пригодности к дальнейшему использованию.

В настоящее время самым распространенным прибором для измерения сопротивлений является универсальный цифровой прибор – мультиметр. Он предназначен для:

- измерения переменного напряжения (в зависимости от типа мультиметра, обозначение V_{\sim} или ACV);
- измерения постоянного напряжения (V_{-} или DCV);
- измерения силы постоянного тока (A_{-} или DCA);
- измерения сопротивлений (Ω);
- измерения величины усиления по току биполярных транзисторов;

В некоторых моделях мультиметров предусмотрена также возможность измерения величин емкостей электролитических (оксидных) конденсаторов.

Для измерения сопротивления резистора с помощью мультиметра необходимо сначала определить его номинальное сопротивление, расшифровав указанный на его корпусе буквенно-цифровой код. После этого нужно установить предел измерения сопротивлений (в области Ω) напротив ближайшего большего, чем прочитанное номинальное сопротивление, цифрового значения шкалы. К примеру, если измеряется реальное значение резистора, номинальное сопротивление которого 820 Ом, берем предел 2 кОм; при 5 кОм- 20 кОм и т.д.

Далее щупы мультиметра подключаются к выводам резистора, и производится измерение сопротивлений. При этом один из выводов мультиметра можно держать рукой. Если одновременно касаться руками обоих контактов, то мультиметр реагирует на сопротивление тела человека, и достоверность измерения при этом падает.

Если по ошибке был выбран предел измерения, меньший, чем сопротивление данного резистора (обычно, это случается при незнании студентами кодировки параметров), то мультиметр сопротивление не измеряет, а на его табло горит индикация «1», что соответствует бесконечности измеряемого сопротивления, т.е. реальное значение превышает данный предел измерения. В этом случае необходимо поставить прибор на более высокий предел измерения.

Если же предел был сильно превышен, то мультиметр начинает показывать индикацию в виде .000, и точность такого измерения резко падает, следовательно, необходимо выбрать более низкий предел.

Неправильная установка мультиметра на пределы измерения сопротивлений приводит к разряду электрической батареи питания, а неправильный выбор предела измерений при измерении напряжений (особенно переменных), может привести к поломке самого прибора, поэтому при работе с мультиметром

необходимо точно и аккуратно определять саму измеряемую величину, и правильно определять её предполагаемое значение до проведения измерений!!!

После проверки годности резистора, исправный резистор можно устанавливать на печатную плату. Монтаж необходимо производить таким образом, чтобы маркировка резистора хорошо читалась.

Установка всех элементов электрорадиоаппаратуры производится согласно отраслевому стандарту ОСТ4.010.030-81 «Варианты установки электрорадиоэлементов на печатные платы».

Различные способы монтажа резисторов изображены на рисунках 2.1-2.4:



Рисунок 2.1 – Вариант установки резистора Ia

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

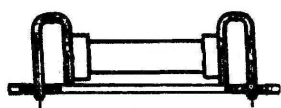


Рисунок 2.2 – Вариант установки резистора Ib

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

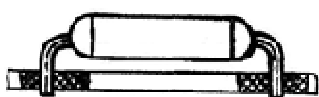


Рисунок 2.3 – Вариант установки резистора IIa

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников без электроизоляционной защиты под корпусами ЭРЭ.

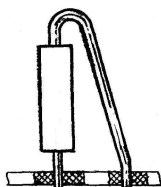


Рис.2.4– Вариант установки резистора III

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников.

4 Техническое задание

4.1 Выбрать резисторы согласно варианту задания.

4.2 Произвести входной контроль резисторов. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные резисторов.

№ Р/э на п/п	Номинальное значение сопротивления	Прочитанное значение сопротивления и допуска в %	Поле допуска	Измеренное значение сопротивления	Примечания
1	2	3	4	5	6
2R1 0	K68K 1 Вт	680 Ом \pm 10%	612-748 Ом	678 Ом	Годен, вариант установк и Па
1R1 0	M20И 0,25 Вт	200 кОм \pm 5%	190-210 кОм	212 кОм	Не годен

4.3 Произвести монтаж резисторов на печатную плату. Способы монтажа выбрать самостоятельно (смотри рисунки).

5. Контрольные вопросы

5.1 Области применения резисторов.

5.2 Основные параметры резисторов?

5.3 Маркировка резисторов и их типы.

5.4 Способы контроля исправности резисторов?

Практическая работа №5 Входной контроль конденсаторов, подготовка к монтажу на печатную плату. Демонтаж конденсаторов

1.Цель работы

Приобретение практических навыков в формовке выводов, монтаже и демонтаже конденсаторов на печатных платах и панелях.

2. Инструмент и материалы

2.1.Набор конденсаторов

2.2.Печатная плата.

2.3.Паяльник 36 В.

2.4.Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

3.Теоретические сведения

Конденсатор – это система из двух проводников электрического тока (обкладок), разделенных диэлектриком и обладающая способностью накапливать электрическую энергию. Применяемые в радиоаппаратостроении конденсаторы постоянной емкости, переменной емкости и подстроечные конденсаторы. У конденсаторов постоянной емкости в конструкции изменение емкости не предусмотрено. В конденсаторах переменной емкости можно плавно изменять емкость в процессе эксплуатации аппаратуры. Подстроечным (полупеременным) называют конденсатор, емкость которого можно менять только в процессе регулировки. В процессе эксплуатации емкость подстроечного конденсатора должна оставаться неизменной.

Электрические свойства и срок службы конденсатора зависят от условий эксплуатации (воздействие тепла, влажности, радиации, вибраций, ударов и др.). Температура и влажность окружающей среды являются важнейшими факторами, влияющими на надежность и долговечность конденсаторов. Предельно допустимая температура для конденсаторов ограничивается заданием максимальной положительной температуры окружающей среды и величиной электрической нагрузки. Применение конденсаторов в условиях, превышающих эти ограничения, может вызвать резкое ухудшение параметров (снижение сопротивления изоляции, уменьшение емкости, увеличение тока и тангенса угла потерь), нарушение герметичности спаев. На конденсаторы в составе аппаратуры может еще воздействовать теплота, выделяемая другими сильно нагревающимися при работе аппаратуры изделиями.

Воздействие влаги сказывается на снижении значения сопротивления изоляции (повышается вероятность пробоя), увеличении тангенса угла потерь.

При эксплуатации аппаратуры конденсаторы подвергаются воздействию различного вида механических нагрузок: вибрации, ударам, ускорению и т.д. Как следствие могут возникнуть обрывы выводов, трещины и снижение электрической прочности.

Превышение допустимых значений постоянного и переменного напряжения резко снижает надежность конденсаторов. Наиболее устойчивы к воздействию электрических нагрузок и стабильны защищенные керамические конденсаторы. Среди оксидных конденсаторов наиболее стабильны оксидно-полупроводниковые герметизированные конденсаторы.

При длительном хранении всех конденсаторов изменяется их емкость.

Для обнаружения непосредственных дефектов сборки производят внешний осмотр. Конденсаторы, прошедшие осмотр, подвергают электрическим и механическим испытаниям.

Перед пайкой выводы конденсаторов должны быть облужены припоем. Пайку выводов конденсаторов следует производить с флюсом, при этом не должно происходить опасного перегрева конденсатора. При монтаже неполярных конденсаторов с оксидными диэлектриками необходимо обеспечить изоляцию их корпусов от других элементов, шасси и друг от друга. При плотном монтаже конденсаторов для обеспечения изоляции их корпусов допускается надевать изолирующие трубки.

Различные варианты установки конденсаторов согласно отраслевому стандарту ОСТ 4.010.030-81 указаны на рисунках 3.1-3.6.

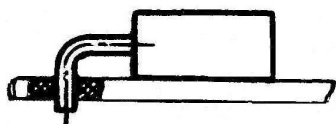


Рисунок 3.1 – Вариант установки конденсаторов Ia

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

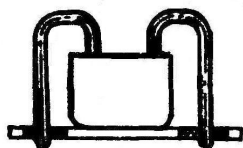


Рисунок 3.2 – Вариант установки конденсаторов Ib

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

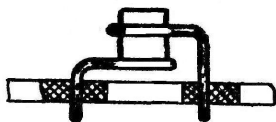


Рисунок 3.3 – Вариант установки конденсаторов Па

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников без электроизоляционной защиты под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

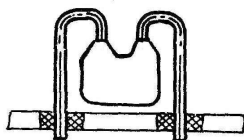


Рисунок 3.4 – Вариант установки элементов Пб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников без электроизоляционной защиты под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

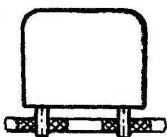


Рисунок 3.5 – Вариант установки элементов Пв

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников без электроизоляционной защиты под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

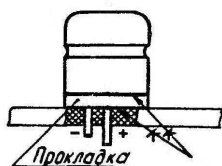


Рисунок 3.6– Вариант установки конденсаторов ХІб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников с использованием электроизоляционной прокладки.

Элементы, установленные по данному варианту, демонтажу не подлежат.

Краткие характеристики конденсаторов и области их применения приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Характеристики конденсаторов

Вид диэлектрика	Особенности	Применение
K10	Для высокочастотных конденсаторов: малые потери, большой выбор значений ТКЕ	Для высокочастотных конденсаторов: термокомпенсация, ёмкостная связь, фиксированная настройка контуров на высокой частоте
K10	Для низкочастотных: большая удельная ёмкость, резкая зависимость ёмкости от температуры	Для низкочастотных конденсаторов: шунтирующие, блокировочные и фильтровые цепи, связь между каскадами на низкой частоте
K15	Относительно большие реактивные мощности, большой выбор значений ТКЕ	Ёмкостная связь, фиксированная настройка мощных высокочастотных контуров, импульсная техника
K21	Малые потери, сопротивление изоляции, высокая стабильность ёмкости во времени	Блокировка, фиксированная настройка высокочастотных контуров, ёмкостная связь, шунтирующие цепи
K22		
K23		
K31	Малые потери, низкая удельная ёмкость, малое изменение ёмкости от температуры и во времени	Блокировочные и шунтирующие, высокочастотные фильтровые цепи, ёмкостная связь, фиксированная настройка контуров
K32		
K40	Повышенные потери, высокая удельная ёмкость, значительная индуктивность	Блокировочные, буферные, шунтирующие, фильтровые цепи, ёмкостная связь
K41		
K42	Большая, чем у бумажных, удельная ёмкость, способность самовосстанавливаться при пробое	Шунтирующие и фильтровые цепи, накопление энергии в импульсных устройствах
K50	Очень большая удельная ёмкость, большие потери, значительные токи утечки	Шунтирующие и фильтровые цепи, накопление энергии в импульсных устройствах
K51	Большая удельная ёмкость, меньшие потери и токи утечки, увеличенный срок хранения, более широкий интервал рабочих	Применяются в тех же цепях, что и электролитические алюминиевые, в основном в транзисторной аппаратуре с повышенными
K52		

K53	температур по сравнению с электролитическими алюминиевыми	требованиями к параметрам конденсаторов
K60	Лучшие температурно-частотные характеристики	
K61	Очень малые потери и малая удельная ёмкость, очень малое изменение ёмкости во времени	Образцовые эталоны ёмкости, высоковольтные блокировочные, развязывающие, контурные цепи
K70	Очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция	Точные временные цепи, интегрирующие устройства, настроенные контуры высокой добротности, образцовые ёмкости
K71		
K72	Высокая рабочая температура (до 200°C), очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция, очень малые потери и малое изменение ёмкости от температуры	В тех же цепях, что и конденсаторы K71 при повышенных температурах и повышенных требованиях к электрическим параметрам
K73	Малая абсорбция, электрические характеристики несколько лучше, чем у бумажных конденсаторов	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы при повышенных требованиях к электрическим параметрам
K74		
K75	Повышенная электрическая прочность и надёжность	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы при повышенных требованиях к надёжности
K76	Высокая удельная ёмкость (выше, чем у металлобумажных конденсаторов), малые габаритные размеры, ток утечки меньше, чем у электролитических конденсаторов	Частично могут заменять электролитические конденсаторы. Применяются в тех же цепях, что и бумажные, металлобумажные и электролитические конденсаторы
K77	Высокое сопротивление изоляции, малая абсорбция, пониженные по сравнению с K73 потери	В тех же цепях, что и конденсаторы K73, но при более высоких частотах

4. Техническое задание

4.1.Получить задание у мастера

4.2.Произвести входной контроль конденсаторов. Данные занести в отчет.

4.3.Произвести монтаж конденсаторов на печатную плату. Способы монтажа выбрать самостоятельно.

4.4.Сделать вывод о проделанной работе.

5. Контрольные вопросы

5.1.Области применения конденсаторов.

5.2.Маркировка конденсаторов, их типы, основные параметры.

5.3.Как проверить исправность конденсатора?

1. Цель работы

Закрепить полученные знания о маркировке полупроводниковых приборов и о входном контроле полупроводниковых приборов. Освоить особенности монтажа и демонтажа полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов).

2. Инструменты и материалы

2.1. Мультиметр.

2.2. Набор диодов и транзисторов.

2.3. Печатная плата.

2.4. Паяльник 36В.

2.5. Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

3. Теоретические сведения

К монтажу полупроводниковых приборов предъявляют самые жесткие требования, т.к. они чувствительны к статическому напряжению и изменению температуры. Полупроводниковые приборы имеют в большинстве случаев гибкие выводы. Поэтому их включают в схему путем пайки. Пайка выводов производится на расстоянии не менее 10 мм. от корпуса полупроводникового прибора (от вершины изолятора) с помощью легкоплавкого припоя. Изгиб выводов допускается на расстоянии не менее 3–5 мм от корпуса. Процесс пайки должен быть кратковременным (не более 3 – 5 с.) Мощность паяльника не должна превышать 50 Вт. Припаиваемый вывод плотно зажимают плоскогубцами. Плоскогубцы в данном случае играют роль теплоотвода. Необходимо следить за тем, чтобы нагретый паяльник даже на короткое время не прикасался к корпусу полупроводникового прибора, а также недопустимо попадание на корпус расплавленных капель припоя.

Во избежание перегрева полупроводниковых приборов не следует располагать их вблизи силовых трансформаторов, электронных ламп и других излучающих тепло деталей аппаратуры. Желательно снижать рабочую температуру прибора. Если она будет на 10°C ниже предельной, то число отказов снижается вдвое. Крепление полупроводниковых приборов на выводах не рекомендуется, особенно если аппаратура может находиться в условиях вибрации. Рабочие напряжения, токи и мощности должны быть ниже предельных величин.

Срок службы диодов увеличивается, если их эксплуатировать при обратных напряжениях не выше 80% предельно допустимых.

Нельзя допускать короткого замыкания выпрямителя на полупроводниковых диодах (испытание «на искру»). Это может привести к повреждению диодов. Полупроводниковый диод может быть поврежден, если на него подать напряжение в пропускном направлении (даже от одного аккумуляторного элемента) без последовательно включенного ограничительного сопротивления.

Транзисторы не должны даже короткое время работать с отключенной базой. При включении источников питания вывод базы транзистора должен присоединяться первым (при отключении – последним).

Нельзя использовать транзисторы в режиме, когда одновременно достигаются два предельных параметра (например, предельно допустимое напряжение коллектора и одновременно предельная допустимая рассеиваемая мощность).

Срок службы транзистора и надежность его работы увеличиваются, если при его эксплуатации напряжение коллектора не превышает 80% предельно допустимой величины.

При работе транзистора в условиях повышенных температур нужно обязательно снижать рассеиваемую мощность и напряжение на коллекторе.

Необходимо следить за тем, чтобы подаваемое на транзистор питающее напряжение было правильной полярности (например, нельзя включать отрицательный полюс напряжения на коллектор транзистора n-p-n типа, или положительный на коллектор транзистора p-n-p типа). Чтобы по указанной причине транзистор не пришел в негодность при установке его в схему, нужно твердо знать, какого он типа: p-n-p. или n-p-n.

Если необходимо удалить транзистор из схемы (или включить его в схему), нужно предварительно выключить питание схемы.

Различные варианты установки транзисторов согласно отраслевому стандарту ОСТ 4.010.030-81 указаны на рисунках 5.1-5.4

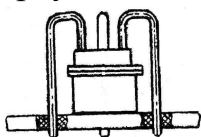


Рисунок 5.1 – Вариант установки транзисторов Va.

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами ЭРЭ.

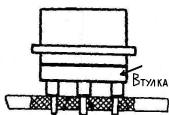


Рисунок 5.2 – Вариант установки транзисторов Vб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением электроизоляционных подставок, стоек, втулок и т.п.

Элементы, установленные по данному варианту, демонтажу не подлежат.

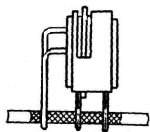


Рисунок 5.3 – Вариант установки элементов Vв

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением механических держателей.

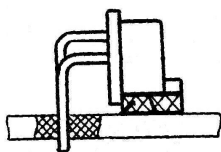


Рисунок 5.4 – Вариант установки элементов Vг

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением электроизоляционных подставок.

4. Техническое задание

- 4.1. Получить задание у мастера.
- 4.2. Произвести входной контроль диодов и транзисторов. Данные занести в отчет.
- 4.3. Произвести монтаж диодов и транзисторов на печатную плату. Способы монтажа выбрать самостоятельно.
- 4.4. Сделать вывод о проделанной работе.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Классификация полупроводниковых диодов.
- 5.2. Классификация полупроводниковых транзисторов.
- 5.3. Опишите маркировку и параметры полупроводниковых диодов.
- 5.4. Опишите маркировку и параметры полупроводниковых транзисторов.
- 5.5. Какие требования предъявляются к монтажу полупроводниковых приборов?

1.Цель работы

Закрепить полученные знания о маркировке интегральных микросхем и о монтаже-демонтаже микросхем на печатные платы. Освоить особенности монтажа и демонтажа интегральных микросхем.

2.Инструменты и материалы

2.1.Набор микросхем.

2.2.Печатная плата

2.3.Паяльник 36В.

2.4.Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконосы»).

3.Теоретические сведения

Основным способом соединения микросхем с печатными платами является пайка выводов, обеспечивающая достаточно надежное механическое крепление и электрическое соединение микросхем с проводниками платы.

Для получения паяных соединений производят лужение выводов корпуса микросхемы припоями и флюсами тех же марок, что и при пайке. При замене микросхем в процессе настройки и эксплуатации РЭА производят пайку различными паяльниками с предельной температурой припоя 250°C, предельным временем пайки не более 2–3 с. и минимальным расстоянием от тела корпуса до границы припоя по длине вывода 1–3 мм.

Качество операции лужения должно определяться следующими признаками:

- минимальная длина участка лужения по длине вывода от его торца должна быть не менее 0,6 мм, причём допускается наличие «сосульки» на концах выводов микросхем;

- равномерное покрытие припоем выводов;

- отсутствие перемычек между выводами.

При лужении нельзя касаться припоем термовводов корпуса, расплавленный припой не должен попадать на стеклянные и керамические части корпуса.

Необходимо поддерживать и периодически контролировать (через 1...2 ч.) температуру жала паяльника с погрешностью не хуже $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Кроме того, должен быть обеспечен контроль времени контактирования выводов микросхем с жалом паяльника, а также контроль расстояния от тела корпуса до границы припоя по длине выводов. Жало паяльника должно быть заземлено (переходное сопротивление заземления не более 5 Ом).

Рекомендуются следующие режимы пайки выводов микросхем для различных типов корпусов:

- максимальная температура жала паяльника для микросхем с планарными выводами 265°C, со штырьковыми выводами 280°C ;
- минимальное время касания каждого вывода жалом паяльника 3 с.;
- минимальное время между пайками соседних выводов 3 с.;
- минимальное расстояние от тела корпуса до границы припоя по длине вывода 1 мм.;
- минимальное время между повторными пайками одних и тех же выводов 5 мин.

При пайке микросхем с планарными выводами допускается: заливная форма пайки, при которой контуры отдельных выводов полностью скрыты под припоем со стороны пайки на печатной плате; неполное покрытие припоем поверхности контактных площадок по периметру пайки, но не более чем в двух местах, не превышающих 15% от общей площади; наплыв припоя конусообразной и скругленной форм в местах отрыва паяльника; небольшое смещение вывода в пределах контактной площадки, растекание припоя (только в пределах длины вывода, пригодной для монтажа).

Растекание припоя должно быть ограничено пределами контактной площадки. Торец вывода может быть нелуженым. Монтажные металлизированные отверстия должны быть заполнены припоем на высоту не менее 2/3 толщины платы.

Растекание припоя по выводам микросхем не должно уменьшать минимальное расстояние от корпуса до места пайки, т.е. быть в пределах зоны, пригодной для монтажа и оговоренной в технической документации. На торцах выводов допускается отсутствие припоя.

Через припой должны проявляться контуры входящих в соединение выводов. При пайке не допускается касание расплавленным припоем изоляторов выводов и затекание припоя под основание корпуса. Жало паяльника не должно касаться корпуса микросхемы.

Допускается одноразовое исправление дефектов пайки отдельных выводов. При исправлении дефектов пайки микросхем со штырьковыми выводами не допускается исправление дефектных соединений со стороны установки корпуса на плату.

После пайки места паяных соединений необходимо очистить от остатков флюса жидкостью, рекомендуемой в ТУ на микросхему.

Различные варианты установки микросхем согласно отраслевому стандарту ОСТ4.010.030-81 указаны на рисунках 6.1-6.7.

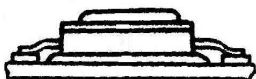


Рисунок 6.1 – Вариант установки элементов VIa

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, имеющих электроизоляционную защиту печатных проводников и металлизированных отверстий под токопроводящими корпусами полупроводниковых приборов, микросхем и микросборок.

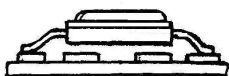


Рисунок 6.2 – Вариант установки элементов VIб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников.

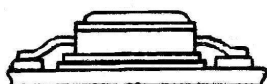


Рисунок 6.3 – Вариант установки элементов VIв

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением теплоотводящих шин или электроизоляционных прокладок.

По вариантам VIa, VIб, VIв устанавливаются:

Микросхемы в корпусах 4 типа: типоразмеры 401.14-3, 401.14-4, 401.14-5.

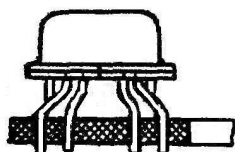


Рисунок 6.4 – Вариант установки элементов VIIa

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников.

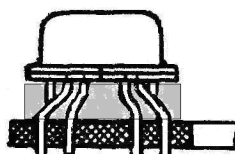


Рисунок 6.5 – Вариант установки элементов VIIб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением электроизоляционных прокладок.

По варианту VIIa, VIIб устанавливаются:

Микросхемы в корпусах 3 типа: типоразмеры 301.8-1, 301.8-2, 301.12-1.

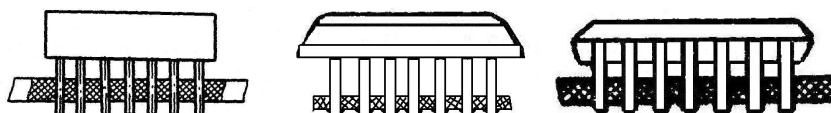


Рисунок 6.6 – Вариант установки элементов VIIa

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников.

По варианту VIIa устанавливаются:

Микросхемы в корпусах 1 типа: типоразмеры 151.15-4, 151.15-5, 151.15-6, 151.15-8;

Микросхемы в корпусах 2 типа: типоразмеры 201.14-1; 201.14-8, 201.14-9, 201.8 -1.

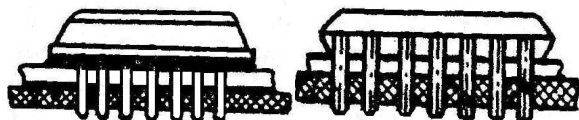


Рисунок 6.7 – Вариант установки элементов VIIб

Применяется на платах с односторонним и двухсторонним расположением печатных проводников, с применением теплоотводящих шин и электроизоляционных прокладок.

Элементы, установленные по данному варианту, демонтажу не подлежат.

По варианту VIIб устанавливаются:

Микросхемы в корпусах 1 типа: типоразмеры 151.15-4, 151.15-5, 151.15-6, 151.15-8;

Микросхемы в корпусах 2 типа: типоразмеры 201.14-1; 201.14-8, 201.14-9, 201.8 -1.

4. Техническое задание

4.1. Изучить маркировку микросхем.

4.2. Произвести монтаж и демонтаж микросхем на печатную плату, согласно задания мастера.

4.3. Сделать вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы

5.1 Опишите маркировку микросхем.

5.2 Какие типы корпусов отечественных микросхем вы знаете?

5.3 Какие особенности монтажа микросхем вы знаете?

1 Цель работы

Приобрести практические навыки в изготовлении макетной платы. Закрепить полученные знания об изготовлении печатных плат.

2 Инструменты и материалы

2.1 Набор инструментов (бокорезы, плоскогубцы с насечкой, плоскогубцы «утконос», резак).

2.2 Фольгированный текстолит.

2.3 Паяльник 36В.

3 Теоретические сведения

Общие сведения

Под печатанием схем подразумевают такую технологию производства, при которой монтажные провода и ряд других элементов схемы наносятся на изоляционное основание (плату). В качестве основания используют гетинакс, стеклотекстолит и другие изоляционные материалы, а в качестве проводников - медь, алюминий, никель и золото.

Печатный монтаж имеет следующие преимущества: высокая плотность расположения проводников, малые габариты и масса, низкая стоимость в массовом производстве, хорошая повторяемость параметров, большая механическая прочность и стойкость к климатическим и тепловым воздействиям.

К недостаткам печатного монтажа относятся: большая длительность цикла подготовки производства, принципиальная невозможность полного экранирования, ограничение максимальных габаритов печатных плат из-за уменьшения их жесткости, сложность контактирования печатных плат на гибком основании, плохая ремонтпригодность (ограниченное число перепаяек).

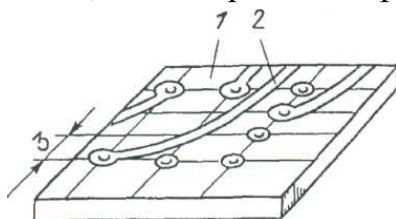


Рис.7.1- Печатная плата.

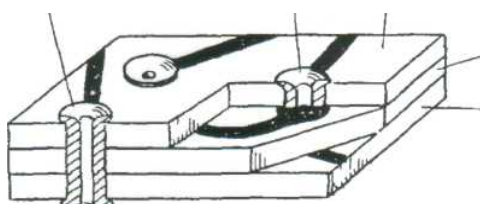


Рис.7.2- Многослойная печатная плата

Печатные платы. В основе печатного монтажа лежит печатная плата (рис.7.1), представляющая собой диэлектрическую пластину 1, на которую с одной стороны 2 или двух сторон нанесены печатные проводники в виде тонких электропроводящих полосок. В более сложных случаях применяют многослойные печатные платы (рис.7.2), склеенные между собой. Контактные переходы между слоями 3...5 выполняют с помощью сквозных отверстий 1 и 2, покрытых электрохимическим или гальваническим токопроводящим материалом. Соединение навесных ЭРЭ с гибкими выводами (резисторов, диодов, транзисторов) и многовыводных (микромодулей, микросхем) с контактными площадками печатных плат выполняют методом групповой пайки.

Изготовление печатной платы. Когда схема соединений вычерчена, координаты центров контактных площадок, отверстий для крепления, а также контуры платы переносятся на шаблон (при мелкосерийном производстве) или на плату из фольгированного материала. Поверхность фольги перед этим тщательно зачищают микронной шкуркой, чтобы удалить пленку окислов загрязнений, а затем обезжиривают ацетоном. В дальнейшем следует избегать касания фольги руками. После этого рисунок печатной платы наносят на фольгу кислотоупорной краской (нитроэмаль НЦ-25, асфальтово-битумный лак, цапонлак). Контуры контактных площадок удобно наносить стеклянным рейсфедером с надетой на него ПВХ-трубкой или другим способом.

Рисунок печатных проводников можно выполнять самодельным рейсфедером, изготовленным из использованного пластмассового стержня шариковой авторучки. Конец стержня длиной 130 мм осторожно нагревают над пламенем спиртовки. Как только трубка размягчится, оттягивают её конец и осторожно обрезают лезвием. Пластмассовый стержень пишет мягче металлического или стеклянного. В процессе работы рейсфедер необходимо периодически промывать в ацетоне.

Заготовки печатных плат обычно травят в растворе хлорного железа. Процесс травления длится 0,5–1,5 часа. Его можно ускорить покачиванием кюветы. После окончания процесса травления заготовку тщательно промывают теплой проточной водой. Лак снимают наждачной бумагой №60, №80 или тампоном, смоченным в ацетоне. Далее в плате сверлят отверстия под выводы элементов, крепления, крупные детали и обрабатывают плату по контуру.

После сверления со стороны, противоположной печатным проводникам, со всех отверстий аккуратно удаляют заусеницы, пользуясь сверлом, заточенным под углом 90° и диаметром, примерно вдвое большим, чем сверло, которым сверлили отверстие. Готовую печатную плату следует для консервации покрыть слоем канифольного лака или сразу же залудить хотя бы контактные площадки.

4. Техническое задание

- 4.1. Вырезать заготовку согласно заданию.
- 4.2. Разлиновать заготовку.
- 4.3. Вырезать и облудить проводники.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Назовите достоинства и недостатки печатного монтажа.
- 5.2. Какие требования предъявляются к компоновке РЭА?
- 5.3. Последовательность операций при изготовлении печатных плат.

Практическая работа №9. Определение отдельных фаз трёхфазного электродвигателя и маркировка выводов

Цель работы

1. Приобрести практические навыки по определению концов обмоток отдельных фаз и их начал и концов у трёхфазного двигателя после ремонта.

2. Рассмотреть способы соединения обмоток и на какие напряжения они включаются.

Задачи работы 1. Изучить порядок определения принадлежности выводов к различным фазам обмотки.

2. Подобрать приборы необходимые для проведения измерений.

3. Изучить порядок определения начала и конца обмотки у отдельных фаз.

4. Подобрать приборы необходимые для проведения работы, изучить порядок работы с ними.

5. Изучить как соединяются обмотки отдельных фаз электродвигателя при подключении его на 380 и 220 В.

Порядок выполнения работы

1. Определение принадлежности выводов обмотки к отдельным фазам производится с использованием омметра или мегомметра. Один конец прибора подсоединяют к любому из 6-и выводов обмоток, а другим концом подключенным к прибору поочередно касаются всех проводников отыскивая пару по показаниям прибора, после чего эти концы маркируют (рис.1) Таким же образом определяют начала и концы двух других пар.

2. Соединив последовательно две любые обмотки на их концы подают переменное пониженное напряжение (15-20 % от U_n) от автотрансформатора. К третьей обмотке подключают вольтметр. Если вольтметр будет показывать малое напряжение или его отсутствие, то следует поменять концы одной из последовательно соединённых обмоток.

Если вольтметр после этого покажет достаточно большое напряжение, то это будет значить, что обмотки включены согласно (н – к – н – к), после чего маркируют их концы.

3. Теперь соединяют последовательно одну известную обмотку и третью обмотку, измерительный прибор подключают во вторую известную обмотку. Проводят аналогичные измерения, определяют начало и конец третьей обмотки и маркируют их.

4. Определённые начала обмоток подключают к клеммам С1, С2, С3, (верхний ряд), а концы к клеммам С6, С4, С5, (нижний ряд).

5. Изучить как соединяются обмотки при их включении звездой или треугольником и на какие напряжения они подключаются при этом.

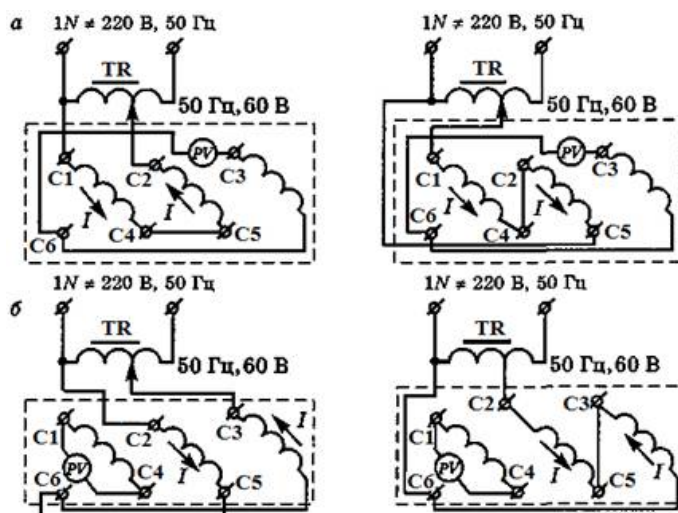


Рис. 1. Схема соединения выводов обмоток электродвигателя с целью их маркировки: а — определение выводов 1-й и 2-й обмоток; б — определение выводов 3-й обмотки

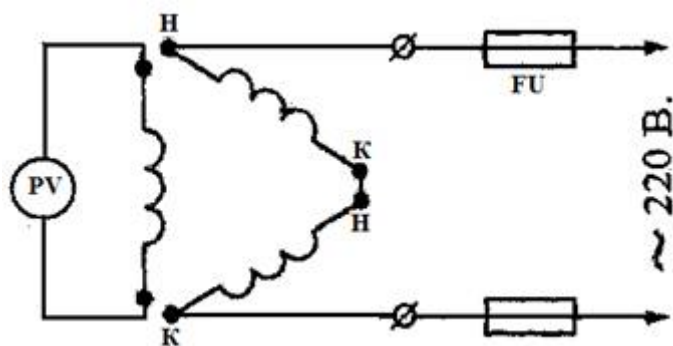


Рис.2 Электрическая схема для определения начала и конца обмотки фаз.

Контрольные вопросы:

1. Какое количество выводов бывает у трехфазного асинхронного электродвигателя?
2. Каков порядок и обозначение выводных клемм в коробке выводов двигателя?
3. Какое свойство асинхронной машины используется при определении начал и концов обмоток статора?
4. Какие способы пуска асинхронных короткозамкнутых двигателей применяются?
5. Как соединяются обмотки двигателя при схеме «треугольник», на какое напряжение они включаются.
6. Как соединяются обмотки двигателя при схеме «звезда», на какое напряжение они включаются?

1. Цель работы

Приобретение практических навыков в определении целостности обмоток трансформаторов, определении количества обмоток и измерении сопротивления обмоток трансформатора. Закрепление полученных навыков при работе с универсальным цифровым прибором (мультиметром).

2. Инструменты и материалы

1.1. Трансформатор.

1.2. Мультиметр.

3. Теоретические сведения

Трансформаторы предназначены для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.

По назначению низкочастотные трансформаторы подразделяются на:

1) Силовые. Они служат для преобразования напряжения электрической сети переменного тока в более низкое напряжение для питания (после выпрямления) эмиттерных и коллекторных цепей полупроводниковых усилителей или в более высокое напряжение для питания анодных цепей ламповых усилителей, ускоряющих электродов и т.д.

2) Межкаскадные. Применяются для передачи и усиления переменного напряжения сигнала от одного каскада усиления к другому, не пропускающая при этом постоянной составляющей.

3) Входные. Предназначены для согласования входа усилителя с выходом какого-либо устройства, например, динамического микрофона.

4) Выходные. Используют для согласования сопротивления мощного оконечного каскада РЭА с сопротивлением устройства на выходе (например, звуковой колонкой).

Основной частью трансформатора является замкнутый (в большинстве случаев) магнитопровод (сердечник) и расположенные на нем обмотки (две или несколько). Материалом для магнитопроводов служит листовая электротехническая сталь или сплавы железа с никелем, из которых чаще всего применяется пермаллой. Магнитопроводы собираются из штампованных пластин различной формы. В зависимости от этого различают Ш-образный (броневой) и стержневой магнитопроводы. В последнее время находят применение трансформаторы с витыми магнитопроводами (Ш-образными, и тороидальными).

Обмотка трансформатора, которая подключается к внешнему источнику питания, называется первичной. Все остальные обмотки носят название вторичных обмоток, к ним подключаются соответствующие нагрузки.

Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции. Если число витков вторичной обмотки меньше числа витков первичной, то напряжение на ее концах будет меньше, чем напряжение на концах первичной обмотки и наоборот. В зависимости от того, понижает или повышает трансформатор подводимое к его первичной обмотке напряжение, различают трансформаторы повышающие и понижающие.

Основными техническими параметрами трансформаторов низкой частоты являются:

- 1) Рабочее и испытательное напряжение;
- 2) Рабочая частота;
- 3) Мощность трансформатора;
- 4) Сопротивление катушек;
- 5) Величина индуктивности катушек;
- 6) Сопротивление изоляции;
- 7) Влагостойкость.
- 8) Степень преобразования величины напряжения характеризуется коэффициентом трансформации:

$$n = U_2/U_1, \quad (1)$$

где n – коэффициент трансформации;

U_2 – амплитуда напряжения на вторичной обмотке;

U_1 – амплитуда напряжения на первичной обмотке.

9) К.П.Д. трансформатора.

К.П.Д. трансформатора вследствие неизбежных потерь электрической энергии в проводах и в сердечнике всегда меньше 100%. Потери в проводах происходят из-за того, что они обладают активным сопротивлением, а в сердечнике – из-за вихревых токов и циклического перемагничивания. Увеличение К.П.Д. достигается увеличением сечения проводов (до такой величины, при которой не наблюдается заметного нагрева обмоток), изготовлением сердечников не из монолитных брусков, а из отдельно изолированных одна от другой пластин толщиной в несколько десятых долей миллиметра (для увеличения электрического сопротивления сердечника, которое уменьшает величину вихревых токов). К.П.Д. трансформатора обычно равен 85-90%.

4. Техническое задание

- 4.1. Произвести входной контроль силового трансформатора.
- 4.2. Проверить целостность обмоток трансформатора.
- 4.3. Данные занести в таблицу.
- 4.4. Составить схему обмоток трансформатора.
- 4.5. Сделать вывод о проделанной работе.

5. Контрольные вопросы

5.1. Для чего в РЭА применяют трансформаторы?

5.2. Из каких материалов изготавливают сердечники трансформаторов?

5.3. Основные параметры трансформаторов?

Практическая работа № 11. Плановый осмотр трансформатора

Цель работы

Изучить назначение и периодичность осмотров силовых трансформаторов, указать параметры трансформатора подвергающиеся контролю при осмотре. Назначение и необходимость внеочередных осмотров, когда они производятся.

Задачи работы

1. Изучить порядок осмотра силовых трансформаторов, периодичность его проведения.
2. Изучить какие основные параметры контролируются при осмотре трансформаторов.
3. Кто утверждает график и периодичность очередных и внеочередных осмотров?
4. Изучить условия при которых трансформатор необходимо отключить от сети.
5. Изучить какие максимальные температуры масла допускаются в разных конструкциях трансформаторов.
6. Изучить основные характеристики трансформаторного масла, их влияние на электрическую прочность масла.

Порядок выполнения работы

1. По литературе рассмотреть конструкции силовых трансформаторов по способу охлаждения его обмоток.
2. Указать от чего зависит периодичность проведения осмотров трансформаторов, кем она устанавливается.
3. Указать при каких условиях необходимо проведение внеочередных осмотров силовых трансформаторов.
4. Указать какие параметры силовых трансформаторов контролируются при осмотрах.
5. Пояснить действия персонала при возникновении факторов требующих отключения трансформатора.
6. Перечислить факторы при которых трансформатор необходимо отключить от сети.
7. Перечислить основные параметры трансформаторного масла подвергающиеся контролю.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы охлаждения силовых трансформаторов известны?
2. Какие виды осмотров трансформаторов производятся на подстанциях?
3. От каких факторов зависит периодичность осмотров трансформаторов?
4. Кто утверждает график периодических осмотров трансформаторов?
5. Когда проводятся внеочередные осмотры трансформаторов?
6. Что контролируется при осмотре трансформатора?
7. Какие температурные режимы являются оптимальными?
8. В каких случаях трансформатор необходимо отключить от сети?
9. Как и когда контролируются основные параметры масла в трансформаторе?

Практическая работа №12. Приёмка в ремонт и разборка асинхронного электродвигателя.

Цель работы

Изучить порядок приёмки в ремонт и разборки асинхронного электродвигателя.

Задачи работы

1. Познакомиться с техническими условиями ремонта.
2. Охарактеризовать различные виды ремонтов.
3. Изучить необходимость применения предремонтных испытаний электрических машин.
4. Изучить порядок разборки электрических машин в зависимости от их габаритов и веса.
5. Ознакомиться с приспособлениями и инструментом применяемом при разборке электрических машин.
6. Ознакомиться с порядком дефектации электрических машин, составлением технологических карт ремонта.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническими условиями соблюдаемыми при ремонте электродвигателей, с технологическими картами по ремонту электрических машин.
2. Рассмотреть различные виды ремонта электрических машин, перечень работ выполняемых при этих ремонтах.
3. Изучить порядок проведения предремонтных испытаний и последовательность их проведения.
4. Изучить последовательность разборки машин малой и большой мощности, применяемый инструмент и приспособления.
5. Рассмотреть порядок замены подшипников, удаление обмоток из круглого и прямоугольного провода, удаление стержневых обмоток роторов.
6. Изучить порядок дефектации частей электрических машин, составление технологических карт ремонта, применяемое оборудование и приборы.

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к ремонту электрических машин?
2. Какие виды работ выполняются при текущем ремонте электрических машин?

3. Какие виды работ выполняются при капитальном ремонте электрических машин?
4. Какой порядок и объём предремонтных испытаний электрических машин?
5. Описать последовательность снятия подшипников и подшипниковых щитов.
6. Для снятия каких деталей применяются съёмники?
7. Описать способы извлечения различных видов обмоток статоров и роторов электрических машин.
8. В чём заключается процесс дефектации электрических машин?
9. Какие повреждения электрических машин приводят к их полной выбраковке?

Список литературы

1. Вершинин О.Е., Мироненко И.Г. Монтаж радиоэлектронной аппаратуры и приборов. – М.:В.ш.,1991
2. Борисов В.Г. Юный радиолюбитель. – М.: Радио и связь, 1985
3. Ельянов М.М. Практикум по радиоэлектронике. – М.: Просвещение, 1971
4. Зайцев Ю.В., Марченко А.Н. Полупроводниковые резисторы в радиосхемах - М.: Энергия, 1971
5. Марченко А.Н. Переменные резисторы. – М.:Энергия,1980
6. Пляц О.М. Справочник по электровакуумным, полупроводниковым приборам и интегральным схемам.- Минск.: Вышэйшая школа, 1976
7. Справочник Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги.- М.: КУБК-А,1997
8. Справочник Диоды.- М.: КУБК-А,1997
9. Справочник Транзисторы средней мощности.- М.: КУБК-А,1997
10. Справочник Транзисторы большой мощности.- М.: КУБК-А,1997
11. Бурда А.Г.Обучение в электромонтажных мастерских. Учеб.изд. для техникумов, М.: Радио и связь, 1986
12. Белевцев А.Т. Монтаж радиоаппаратуры и приборов М.:В.ш.,1975