[www.virtual-master.info/multimetr.html](http://www.virtual-master.info/multimetr.html)

Омметр + амперметр + вольтметр = мультиметр.

Аналоговые и цифровые мультиметры.

Методы проверки электронных компонентов.

Статья посвящается всем новичкам и просто тем,

для кого принципы измерения электрических характеристик

различных компонентов, до сих пор остаются загадкой…

***Мультиметр - универсальный прибор для измерений.***

Измерение напряжения, тока, сопротивления и даже обычная проверка провода на обрыв не обходится без использования измерительных инструментов. Куда же без них. Даже пригодность батарейки не измерить, а тем более узнать хоть, что-то о состоянии какой-нибудь электронной схемы без измерений просто невозможно.

Напряжение измеряют вольтметром, амперметром меряют силу тока, омметром соответственно сопротивление, но речь в этой статье пойдет о мультиметре, который является универсальным прибором для измерений напряжений, тока и сопротивления.

В продаже можно встретить два основных типа мультиметров: аналоговый и цифровой.

***Аналоговый мультиметр.***

В аналоговом мультиметре результаты измерений наблюдается по движению стрелки (как на часах) по измерительной шкале, на которой подписаны значения: напряжение, ток, сопротивление. На многих (особенно азиатских производителей) мультиметрах шкала реализована не совсем удобно и для того, кто первый раз взял такой прибор в руку, измерение может доставить некоторые проблемы. Популярность аналоговых мультиметров объясняется их доступностью и ценой (2-3$), а основным недостатком является некоторая погрешность в результатах измерений. Для более точной подстройки в аналоговых мультиметрах имеется специальный построечный резистор, манипулируя которым можно добиться немного большей точности. Тем не менее, в случаях когда желательны более точные измерения, лучшим будет использование цифрового мультиметра.

***Цифровой мультиметр.***

Главный отличием от аналогового является то, что результаты измерения отображаются на специальном экране (в старых моделях на светодиодах, в новых на жидкокристаллическом дисплее). К тому же цифровые мультиметры обладают более высокой точностью и отличаются простотой использования, так как не приходится разбираться во всех тонкостях градирования измерительной шкалы, как в стрелочных вариантах.

***Немного подробней о том, что за что отвечает..***

Любой мультиметр имеет два вывода, черный и красный, и от двух до четырех гнезд (на старых российских еще больше ). Черный вывод является общим (масса). Красный называют потенциальным выводом и применяют для измерений. Гнездо для общего вывода помечается как com или просто (-) т.е. минус, а сам вывод на конце часто имеет так называемый "крокодильчик", для того, чтобы при измерении можно было зацепить его за массу электронной схемы. Красный вывод вставляется в гнездо помеченное символами сопротивления или вольты (ft , V или + ), е с л и гнезд больше чем два, то остальные обычно предназначаются для красного вывода при измерениях тока. Помечены как A (ампер), mA (миллиампер), 10A или 20A соответственно..

Переключатель мультиметра позволяет выбрать один нескольких пределов для измерений. Например, простейший китайский стрелочный тестер:

Постоянное (DCV) и переменное (ACV) напряжение: 10В, 50В, 250В, 1000В.

Ток (mA): 0.5мА, 50мА, 500мА.

Сопротивление (обозначается значком, немного похожим на наушники): X1K, X100, X10, что означает умножение на определенное значение, в цифровых мультиметрах обычно указывается стандартно: 200Ом, 2кОм, 20кОм, 200кОм, 2МОм.

На цифровых мультиметрах пределов измерений обычно больше , к тому же часто добавлены дополнительные функции,

***Омметр, амперметр, вольтметр или …***

такие как звуковая "прозвонка" диодов, проверка переходов транзисторов, частотометр, измерение емкости конденсаторов и датчик температуры.

Для того, чтобы мультиметр не вышел из строя при измерениях напряжения или тока, особенно если их значение неизвестно, переключатель желательно установить на максимально возможный предел измерений, и только если показание при этом слишком мало, для получения более точного результата, переключайте мультиметр на предел ниже текущего.

***Начинаем измерения.***

Проверка напряжения, сопротивления, тока.

Измерить напряжение проще некуда, если постоянное ставим dcv, если переменное acv, подключаем шупы и смотрим результат, если на экране ничего нет, нет и напряжения. С сопротивлением так же просто, прикасаемся щупами к двум концам того, чье сопротивление нужно узнать, таким же способом в режиме омметра прозваниваются провода и дорожки на обрыв. Измерение силы тока отличаются тем, что щупы мультиметра должны быть врезаны в цепь, как будто это один из компонентов этой самой цепи.

***Проверка резисторов.***

Резистор должен быть выпаян из электрической цепи хотя бы одним концом, чтобы быть уверенным в том, что никакие другие компоненты схемы не повлияют на результат. Подключаем щупы к двум концам резистора и сравниваем показания омметра со значением которое указано на самом резисторе. Стоит учитывать и величину допуска (возможных отклонений от нормы), т.е. если по маркировке резистор на 200кОм и допуском ± 15%, его действительное сопротивление может быть в пределах 170-230кОм. При более серьезных отклонениях резистор считается неисправным.

Проверяя переменные резисторы, измеряем сперва сопротивление между крайними выводами (должно соответствовать номиналу резистора), а затем подключив щуп мультиметра к среднему выводу, поочередно с каждым из крайних. При вращении оси переменного резистора, сопротивление должно изменяться плавно, от нуля до его максимального значения, в этом случае удобней использовать аналоговый мультиметр наблюдая за движением стрелки, чем за быстро меняющимися цифрами на жидкокристалическом экране.

***Проверка диодов.***

Если имеется функция проверки диодов, то все просто, подключаем щупы, в одну сторону диод звониться, а в другую нет. Если данной функции нет, устанавливаем переключатель на 1кОм в режиме измерения сопротивления и проверяем диод. При подключении красного вывода мультиметра к аноду диода, а черного к катоду, вы увидите его прямое сопротивление, при обратном подключении сопротивление будет настолько высоко, что на данном пределе измерения вы не увидите ничего. Если диод пробит, его сопротивление в любую сторону будет равно нулю, если оборван, то в любую сторону сопротивление будет бесконечно большим.

***Проверка конденсаторов.***

Для проверки конденсаторов лучше всего использовать специальные приборы, но и обычный аналоговый мультиметр может помочь. Пробой конденсатора легко обнаруживается путем проверки сопротивления между его выводами, в этом случае оно будет равно нулю, сложнее с повышенной утечкой конденсатора. При подключении в режиме омметра к выводам электролитического конденсатора соблюдая полярность (плюс к плюсы, мунус к минусу), внутренние цепи прибора заряжают конденсатор, при этом стрелка медленно ползет вверх, показывая увеличение сопротивления. Чем выше номинал конденсатора, тем медленнее движется стрелка. Когда она практически остановится, меняем полярность и наблюдаем как стрелка возвращается в нулевое положение. Если что-то не так, скорее всего есть утечка и к дальнейшему использованию конденсатор не пригоден . Стоит по тренироваться , так как, лишь при определенной практике можно не ошибиться.

***Проверка транзисторов.***

Обычный биполярный транзистор представляет собой два диода, включенных навстречу один другому. Зная, как проверяются диоды, несложно проверить и такой транзистор. Стоит учесть, что транзисторы бывают разных типов, p-n-p когда их условные диоды соединены катодами, и n-p-n когда они соединяются анодами. Для измерения прямого сопротивления транзисторных p-n-p переходов, минус мультиметра подключается к базе , а плюс поочередно к коллектору и эмиттеру. При измерении обратного сопротивления меняем полярность. Для проверки транзисторов n-p-n типа делаем все наоборот. Если еще короче, то переходы база-коллектор и база-эмиттер в одну сторону должны прозваниваться, в другую нет.

***И еще пару советов напоследок.***

При использовании стрелочного мультиметра, положите его на горизонтальную поверхность, так как в других положения точность показаний может заметно ухудшится. Не забывайте откалибровать прибор, для этого просто сомкните щупы между собой и переменным резистором (потенциометром) добейтесь, чтобы стрелка смотрела точно на ноль. Не следует оставлять мультиметр включенным, даже если на аналоговом приборе на переключателе нет положения - выкл. не оставляйте его в режиме омметра, так как в этом режиме постоянно е рвется заряд батареи, лучше поставить переключатель на измерение напряжения.

В общем, пока это все, что хотелось сказать, думаю, у новичков отпадет много вопросов по этому поводу, а вообще в этом деле тонкостей настолько много, что рассказать обо всем просто невозможно. По большей части такому даже не учат. Оно приходит само собой. И только с практикой. Так, что практикуйте с ь , измеряйте , те с тируйте и с каждым разом ваш и знания будут все сильнее, а пользу от этого вы увидите уже при следующей неполадке. Только не забывайте про технику безопасности, как никак большие токи и высокие напряжения могут доставить и неприятностей!

[pryriz.org.ua/](http://pryriz.org.ua/)...[/testirovanie.htm](file:///C%3A%5Cwww%5Ctestirovanie.htm)

Методы тестирования (проверки) электронных компонентов

При ремонте любого электронного изделия приходится сталкиваться с проверкой радиоэлементов. При кажущейся простоте этот процесс имеет свои особенности. Возникают вопросы, касающиеся тестирования и тогда, когда радиолюбитель решает заменить старенький тестер на новый, с цифровой индикацией, когда появляются новые типы полупроводниковых приборов, таких как цифровые транзисторы, и т.д. В этой главе приведены ответы на многие вопросы, связанные с тестированием радиоэлементов.

В главе изложены основные вопросы их тестирования как с применением стрелочных или аналоговых мультиметров (АММ), так и с применением цифровых мультиметров (ЦММ).

***Тестирование конденсаторов***

Тестирование конденсаторов при использовании мультиметров, имеющих режим проверки конденсаторов, проблем не вызывает. Если же мультиметр такого режима не имеет, то для проверки используется омметр (только при использова­нии АММ). Он позволяет определить пробой или утечку конденсатора. К омметру, включенному на верхнем пределе измерения, подключают конденсатор. О про бое свидетельствует низкое (несколько Ом) сопротивление конденсатора. Если конденсатор исправен, то стрелка АММ сначала отклонится (если емкость конденсатора примерно 0,47 мкФ и более), а затем вернется на нулевую отметку. Величина и время отклонения стрелки зависит от емкости конденсатора по принципу: чем больше, тем больше. При проверке электролитических конденсаторов следует соблюдать полярность подключения мультиметра. Если же стрелка отклонилась на какую-то величину и АММ показывает какое-то сопротивления,. то это говорит об утечке конденсатора. ЦММ такие измерения производить не позволяет. Этот способ проверки не обеспечивает 100%-й гарантии того, что если отклонений при проверке не выявлено, то конденсатор исправен, и требует обязательного выпаивания его из схемы. Главным критерием работы конденсатора является выполнение им своих функций в работающей схеме. Полученные в результате такой проверки результаты могут говорить об исправности конденсатора, однако он может быть неисправен и работать в схеме не будет.

Оптимальным способом быстрой проверки емкостей, без выпаивания их из схемы, на работоспособность является следующий. Необходимо произвести внешний осмотр схемы. Конденсаторы с раздутым корпусом, с потеками электролита, коррозией у выводов, с греющимся во время работы корпусом необходимо проверить заменой. Особенно критична такая проверка для импульсных блоков питания. Дополнительной информацией о неисправностях конденсаторов фильтров питания является пониженное напряжение питания, специфические помехи на изображении телевизора, повышенный уровень фона аудио тракта. Хороший результат дает подключение параллельно проверяемому исправного конденсатора (подключать следует при отключенном питании устройства). При неисправностях конденсаторов в импульсных схемах, например в задающем генераторе кадровой развертки телевизора, проверку конденсатора на работоспособность можно про извести путем подключения заведомо исправного и по характеру изменений на экране принимают решение о необходимости его замены. Наиболее часто выходят из строя электролитические конденсаторы, иногда полиэтилентерефталатные в высоковольтных цепях строчной развертки. Редко керамические, слюдяные конденсаторы. Наилучшие результаты при тестировании конденсаторов дает использование простого генератора импульсов, построенного на интегральном таймере типа КР1006ВИ1 (зарубежные аналоги — таймеры серии 555). При проверке конденсатор включают во времязадающую цепочку и по периоду следования импульсов при известном значении R вычисляют значение емкости по формуле:

С = T / R

Следует быть очень осторожными при проверке конденсаторов в высоковольтных схемах (схемы строчной развертки, импульсных блоков питания). После выключения устройства с помощью разрядной цепи конденсаторы необходимо разрядить. Для этого используют разрядную цепь из резистора сопротивлением 2 кОм...1 МОм, соединенного одним выводом с корпусом или общим проводом

На рис. 8.1 приведена схема разрядника со светодиодной индикацией.

Рис. 8.1

В качестве включенных встречно-параллельно диодов применяются кремниевые диоды общего назначения. Падение напряжения на диоде в прямом направлении составляет около 0,75 В, поэтому на сборке из четырех диодов оно составит около 2.8...3 В. В пробнике применяется два светодиода для того, чтобы обеспечить индикацию независимо от полярности его включения.

Говоря о проверке электролитических конденсаторов, следует упомянуть об их так называемом эквивалентном последовательном сопротивлении (ЭПС). На его величину влияет, а с течением времени не в лучшую сторону, состояние обкладок конденсатора, внутренних контактов, состояние электролита. При соответствии емкости номиналу иногда оказывается, что ЭПС возросло, а это приводит к тому, что схема либо не работает, либо работает неправильно. За рубежом выпускаются специальные приборы для проверки ЭПС, но на практике оценить ЭПС электролитического конденсатора можно довольно просто с помощью осциллографа. Для этого следует подать на осциллограф с генератора импульсов или звукового генератора сигнал частотой около 100 кГц (некритично) и включить в разрыв сигнального провода испытуемый конденсатор, если он используется в схеме как разделительный, или замкнуть сигнальный провод через испытуемый конденсатор на общий провод, если он используется как конденсатор фильтра. В первом случае уровень сигнала не должен ни измениться, ни исказиться. Во втором случае вместо меандра или синусоиды наблюдается прямая линия. Если этого не происходит — конденсатор необходимо заменить.

***Тестирование полупроводниковых диодов***

При тестировании диодов с помощью АММ следует использовать нижние пре­делы измерений. При проверке исправного диода сопротивление в прямом направлении составит несколько сотен Ом, в обратном направлении — бесконечно большое сопротивление. При неисправности диода АММ покажет в обоих направлениях сопротивление близкое к 0 или разрыв при пробое диода. Сопротивление переходов в прямом и обратном направлениях для германиевых и кремниевых диодов различно.

Проверка диодов с помощью ЦММ производится в режиме их тестирования. При этом, если диод исправен, на дисплее отображается напряжение на р- n переходе при измерении в прямом направлении или разрыв при измерении в обратном направлении. Величина прямого напряжения на переходе для кремниевых диодов составляет 0,5...0,8 В, для германиевых — 0,2...0,4 В. При проверке диода с помощью ЦММ в режиме измерения сопротивления при проверке исправного диода обычно наблюдается разрыв как в прямом, так и в обратном направлении из-за того, что напряжение на клеммах мультиметра недостаточно для того, чтобы переход открылся.

***Тестирование транзисторов***

В общем тестирование транзисторов аналогично тестированию диодов, так как саму структуру транзистора p - n -р или п-р-п можно при проверке представить как два диода (рис. 8.2), с соединенными вместе либо выводами катода, либо анода, представляющими собой вывод базы транзистора. При тестировании ЦММ прямое напряжение на переходе исправного транзистора составит 0,45...0,9 В.

Дополнительно следует проверять сопротивление (падение напряжения) между коллектором и эмиттером, которое для исправного транзистора должно быть определено как очень большое, за исключением описанных ниже особенностей. Однако есть свои особенности и при проверке транзисторов. Н а них мы и остановимся подробнее.

Одной из особенностей является наличие у некоторых типов мощных. транзисторов встроенного демпферного диода, который включен между коллектором и эмиттером, а также резистора номиналом около 50 Ом между базой и эмиттером. Это характерно в первую очередь для транзисторов выходных каскадов строчной развертки. Из-за этих дополнительных элементов нарушается обычная картина тестирования транзисторов. При проверке таких транзисторов следует сравнивать проверяемые параметры с такими же параметрами заведомо исправного однотипного транзистора. При проверке ЦММ транзисторов с резистором в цепи база-эмиттер напряжение на переходе Б-Э будет близким или равным 0 В.

Другими "особенными" транзисторами являются транзисторы, включенные по схеме Дарлингтона (составные транзисторы). Внешне они выглядят как обычные,

Тестирование цифровых транзисторов затруднено. И если с помощью АММ можно наблюдать отличия в прямом и обратном сопротивлениях переходов, то проверка с помощью ЦММ результатов не дает. В этом случае лучший вариант при сомнениях в работоспособности — замена на заведомо исправный транзистор.

***Тестирование однопереходных и программируемых однопереходных транзисторов***

Однопереходный транзистор (ОПТ ) отличается наличием на его вольтамперной характеристике участка с отрицательным сопротивлением. Наличие такого участ ка говорит о том, что такой полупроводниковый прибор может использоваться для генерирования колебаний (ОПТ , туннельные диоды и др.).

ОПТ используется в генераторных и переключательных схемах. В отечественной литературе автор не встречал понятия "программируемый ОПТ ", только — ОПТ. Однако ввиду большой насыщенности рынка зарубежной электронной техникой и элементной базой следует научиться их отличать. Это несложно: общим для них является трехслойная структура (как у любого транзистора) с двумя р- n переходами;

ОПТ имеет выводы, называемые база 1 (Б1), база 2 (Б2), эмиттер. Он переходит в состояние проводимости, когда напряжение на эмиттере превышает значение критического напряжения переключения, и находится в этом состоянии до тех пор, пока ток эмиттера не снизится до некоторого значения, называемого током запирания. Все это очень напоминает работу тиристора; программируемый ОПТ имеет выводы, называемые анод (А), катод (К) и управляющий электрод (УЭ). По принципу работы он ближе к тиристору. Переключение его происходит тогда, когда напряжение на управляющем электроде превышает напряжение на аноде (на величину примерно 0,6 В — прямое напряжение р- n перехода). Таким образом, изменяя с помощью делителя напряжение на аноде, можно изменять напряжение переключения ("программировать" его) такого прибора.

Чтобы проверить исправность ОПТ и программируемого ОПТ следует измерить омметром сопротивление между выводами Б1 и Б2 или А и К для проверки на пробой. Н о наиболее т очные результаты можно получить , собрав схему для проверки ОПТ (для ОПТ — рис. 8.5, для программируемого ОПТ — рис. 8.6).

***Тестирование динисторов , тиристоров , симисторов***

Динисторы, тиристоры, симисторы представляют собой полупроводниковые при боры четырехслойной структуры р- n - p - n . Часто при пояснении принципа работы их изображают в виде соединенных между собой, как показано на рис. 8.7, транзисторов разной проводимости. Как видно из рисунка, тиристор имеет три вывода: анод (А), катод (К) и управляющий электрод (УЭ). Напряжение, приложенное к р- n переходу одного из транзисторов, обеспечивает отпирание тиристора.С помощью мультиметра динистор можно проверить только на пробой между выводами А и К (при исправном тиристоре участок А-К не прозваниваются), а тиристор и симистор, кроме того, и на исправность р- n перехода между УЭ и К. Наилучшие результаты проверки тиристоров и симисторов обеспечивает испытательная схема, изображенная на рис. 8.8.

В качестве источника питания используется источник постоянного тока напряжением 12 В с допустимым током нагрузки не менее 200 мА. Резистор R 1 ограничивает ток через испытуемый прибор, а резистор R 2 — через его управляющий электрод. Схема обеспечивает тестирование тиристоров и симисторов малой и средней мощности. Для проверки прибора необходимо:

1. Включить его в схему, как показано на рис. 8.8.

2.Кратковременно соединить его УЭ с резистором R 2. Прибор должен открыться, напряжение + U тест станет равным нулю. Прибор остается открытым и при отключенном от R 2 управляющем электроде.

3. Разорвать цепь питания анода (УЭ при этом соединен с К) и замкнуть ее вновь. Прибор должен находиться в закрытом состоянии. + U тест при этом равно 12 В.

При тестировании симисторов следует повторить п.п. 2, 3, и R 2 при этом должен быть запитан от отрицательного полюса источника питания. Результат такого тестирования позволяет убедиться в исправности прибора. Тем не менее окончательным результатом тестирования следует считать исправную работу полупроводникового прибора в том устройстве, где он установлен. Динисторы (по-другому их называют еще диаки и сидаки) не имеют вывода УЭ, и они открываются при превышении напряжения на аноде некоторого значения, указываемого в параметрах на данный тип прибора. Как было сказано выше, проверка с достижении протекающего тока значения заданного тока удержания — закроется. После такой проверки необходимо ее повторить, изменив полярность приложенного к динистору напряжения. При проверке в качестве источника напряжения переменного тока во избежание опасности поражения следует использовать трансформатор.

***Определение структуры и расположения выводов транзисторов, тип которых неизвестен***

При определении структуры транзистора, тип которого неизвестен, следует путем перебора (шесть вариантов) определить вывод базы, а затем измерить прямое напряжение на переходах. **Прямое напряжение на переходе Б-Э всегда на несколько милливольт выше прямого напряжения на переходе Б-К** (при пользовании АММ сопротивление перехода Б-Э в прямом направлении несколько выше сопротивления перехода Б-К). Это связано с технологией производства транзисторов, и правило применимо к обыкновенным биполярным транзисторам, за исключением некоторых типов мощных транзисторов, имеющих встроенный демпферный диод. Полярность щупа мультиметра, подключенного при измерениях на переходах в прямом направлении к базе транзистора укажет на тип транзистора: если это "+" — транзистор структуры п-р-п, если "-" — структуры р-п-р.

***Тестирование полевых МОП – транзисторов***

Существует несколько разных способов тестирования полевых МОП-транзисторов. Например такой:

Проверить сопротивление между затвором — истоком (3-И) и затвором — стоком (3-С). Оно должно быть бесконечно большим.

Соединить затвор с истоком. В этом случае переход исток — сток (И-С) должен прозваниваться как диод (исключение для МОП-транзисторов, имеющих встроен­ную защиту от пробоя — стабилитрон с определенным напряжением пробоя).Характерной неисправностью полевых МОП-транзисторов является короткое замыкание 3-И и 3-С. Другим способом является использование двух омметров. Первый включается для измерения между И-С, второй — между И-3. Второй омметр должен иметь высокое входное сопротивление — около 20 МОм и напряжение на выводах не менее 5 В. При подключении второго омметра в прямой полярности транзистор.

откроется (первый омметр покажет сопротивление близкое к нулю), при изменении полярности на противоположную транзистор закроется. Недостаток этого способа — требования к напряжению на выводах второго омметра. Естественно, ЦММ для этих целей не подходит. Это ограничивает применение такого способа тестирования.

Еще один способ похож на второй. Сначала кратковременно соединяют между собой выводы 3-И для того, чтобы снять имеющийся на затворе заряд. Далее к выводам И-С подключают омметр. Берут батарейку напряжением 9 В и кратко временно подключают ее плюсом к затвору, а минусом — к истоку. Транзистор откроется и будет открыт некоторое время после отключения батарейки за счет сохранения заряда. Большинство полевых МОП-транзисторов открывается при напряжении 3-И около 2 В.

При тестировании полевых МОП-транзисторов следует соблюдать особую осторожность, чтобы не вывести его из строя статическим электричеством.

***Тестирование светодиодов***

Электрическая проверка исправности светодиодов видимого и инфракрасного (ИК) излучения аналогична проверке обычных диодов. Отличие заключается в их более высоком прямом напряжении при тестировании с использованием ЦММ. Типовыми значениями прямого напряжения на переходе являются:

для ИК диодов 1,2 В;

для светодиодов красного свечения 1,85 В;

для светодиодов желтого свечения 2 В;

для светодиодов зеленого свечения 2,15 В;

для светодиодов синего свечения около 3 В.

Это средние значения, которые могут отличаться на 0,5...0,6 В, и способ нельзя назвать надежным при определении цвета свечения светодиода по прямому напряжению на его переходе.

***Тестирование оптопар***

При подаче напряжения на вывод светодиода фотодиод открывается, и выходное напряжение становится равным 0 В. В закрытом состоянии фотодиода оно равно напряжению источника питания.

При подаче напряжения на вывод светодиода фотодиод открывается, и выходное напряжение становится равным 0 В. В закрытом состоянии фотодиода оно равно напряжению источника питания.

При проверке термисторов следует учитывать их функциональное назначение в тех схемах, где они работают.

***Тестирование стабилитронов***

Стабилитроны при их проверке с использованием АММ ведут себя как обычные диоды. Проверить их при помощи ЦММ можно только если напряжение стабили зации стабилитрона составляет доли вольта. В противном случае ЦММ показы вает разрыв цепи. Наиболее надежный способ — проверка напряжения стабили зации стабилитрона в схеме (рис. 8.11).

Значение резистора R2 справедливо для стабилитронов с напряжением стабилизации до 20 В. В любом случае рассчитать его несложно, имея под рукой справочник. Iст— справочное значение тока стабилизации:

R = Uист./ Iст

Наиболее часто встречающейся неисправностью является пробой стабилитрона.

***Расположение выводов транзисторов***

При тестировании транзисторов необходимо знать их расположение выводов. Наиболее точную информацию дает справочник. Однако, если сузить вопрос наиболее часто встречающимися неисправностями транзисторов, то можно сказать, что наиболее часто выходят из строя транзисторы выходных каскадов строчной развертки, выходных каскадов усилителей мощности радиопередающих устройств и транзисторы блоков питания. Транзисторы для выходных каскадов строчной развертки выпускаются в основном в корпусах двух типов: металлическом ТО-3 и пласт массовом — Т О-ЗР. На рис. 8.12 изображено расположение выводов для корпуса ТО-3 (вид снизу) и корпуса ТО-ЗР (вид со стороны маркировки). Следует помнить, что у таких транзисторов, имеющих встроенный демпферный диод сопротивление между Б-Э в обратном направлении будет около 50 Ом, и транзистор считается исправным, если измеренное значение сопротивления составляет не менее 10 Ом. В оконечных каскадах усилителей мощности чаще всего применяются транзисторы в металлокерамических корпусах с крестообразным расположением выводов (рис. 8.13). В некоторых радиоэлектронных приборах в оконечных каскадах усилителей мощности передающих устройств и устройствах электропитания используются транзисторы в корпусах для поверхностного монтажа ( SOT 23, SOT 323 и т.д.). Чаще всего они имеют расположение выводов, изображенное на рис. 8.14. Оно может быть либо нормальным (изображение слева), либо обратным (изображение справа).

