

Как пользоваться мультиметром



Сегодня мы, наконец, добрались до темы измерительных приборов. Начнем с цифровых мультиметров. Это один из самых важных и нужных приборов, используемых в процессе ремонта разнообразного оборудования. С помощью такого девайса можно получить кучу информации, провести большое количество измерений, и во многих случаях точно продиагностировать неисправность. До

появления современных цифровых мультиметров все пользовались обычными приборами со стрелочной шкалой. Безусловно, у них есть свои плюсы, но в большинстве случаев цифровой прибор намного предпочтительнее, так как, во-первых, не надо вглядываться в шкалу, отвлекаясь от ремонтируемого девайса и рискуя что-нибудь коротнуть, во-вторых, показания хорошо настроенных цифровых мультиметров, как правило, намного точнее «стрелочных» аналогов.



Опловотсос. Очень удобная штука для выпайки радиоэлементов из схемы.



Обычный недорогой (около 200 р.) паяльник, имеет контакт для заземления и регулировку мощности и температуры с автоматической поддержкой установленных значений.



Наш мультиметр, прибор средний по качеству и возможностям, стоит около 1000 р.

Какие бывают мультиметры

Существует много видов приборов, от самых дешевых и простых, до жутко дорогих и по-настоящему универсальных. Отличаются такие мультиметры качеством, точностью измерений и, конечно же, функциями. Стоит добавить, что приборы также бывают поддельными - ушлые китайцы подделывают мультиметры многих известных фирм. Говорить о качестве, точности и сроке службы таких девайсов, думаю, не стоит, и так все понятно.

Что умеют мультиметры

Как уже было сказано выше, все зависит от навороченности девайса. Тем не менее, существует определенный набор возможностей, которые поддерживают абсолютно все модели. Прежде всего, это измерение постоянного и переменного напряжения, измерение сопротивления и силы тока. В большинстве мультиметров также присутствует возможность измерения коэффициента усиления транзисторов, и есть режим для тестирования диодов. Самый дешевый мультиметр, имеющий все перечисленные выше «способности», стоит порядка 150–300 деревянных рублей. Наверняка, он также будет поддерживать еще какие-либо скромные, но полезные фишки, например, прозвонку цепи на короткое замыкание, низкочастотный генератор и т.п. Недостатком таких недорогих приборов является, в первую очередь, маленький размер экрана и, как правило, достаточно узкие пределы измерений. Например, дешевый девайс умеет мерить сопротивление в пределах от 0.1 Ом до 2 МОм, в то время как модели «средней» ценовой категории - от 0.1 Ом до 200 МОм. Это также касается и остальных характеристик прибора. Более дорогие приборы, поддерживающие дополнительные интересные функции, стоят от 800 до 5000 рублей. Помимо приведенных возможностей, они умеют измерять температуру, емкость конденсаторов, индуктивность катушек и т.д. Естественно, предпочтительней покупать приборы этого класса, так как, по-

метров также присутствует возможность измерения коэффициента усиления транзисторов, и есть режим для тестирования диодов. Самый дешевый мультиметр, имеющий все перечисленные выше «способности», стоит порядка 150–300 деревянных рублей. Наверняка, он также будет поддерживать еще какие-либо скромные, но полезные фишки, например, прозвонку цепи на короткое замыкание, низкочастотный генератор и т.п. Недостатком таких недорогих приборов является, в первую очередь, маленький размер экрана и, как правило, достаточно узкие пределы измерений. Например, дешевый девайс умеет мерить сопротивление в пределах от 0.1 Ом до 2 МОм, в то время как модели «средней» ценовой категории - от 0.1 Ом до 200 МОм. Это также касается и остальных характеристик прибора. Более дорогие приборы, поддерживающие дополнительные интересные функции, стоят от 800 до 5000 рублей. Помимо приведенных возможностей, они умеют измерять температуру, емкость конденсаторов, индуктивность катушек и т.д. Естественно, предпочтительней покупать приборы этого класса, так как, по-

Чтобы купить мультиметр, не опасаясь напороться на откровенную халтуру, лучше всего сделать это в каком-нибудь известном фирменном магазине типа «Чип и Дип» или «Бурый Медведь». Естественно, цена в таком магазине будет несколько выше, чем на Митино-базаре, но зато можно отбросить опасения по поводу его происхождения и качества. Помни, что скупой платит дважды!



мимо всего сказанного выше, делаются они намного качественней «младших» аналогов и «живут» дольше.

Пределы измерения

Наш мультиметр может измерять, скажем, значения сопротивления в пределах от 0.1 Ом до 200 МОм и имеет 7 пределов измерений, от 200 Ом до 200 МОм. У неподготовленного читателя может возникнуть вопрос, а зачем столько пределов измерений? Это сделано для того, чтобы точно знать величину, отображаемую на экране мультиметра. Предположим, ты измеряешь сопротивление резистора на 20 кОм, но ты не знаешь его значения и видишь на экране цифру 20. Если бы не было пределов, а измерение сопротивления было бы на одном пределе (0 – 200 МОм), было бы непонятно, что это за цифра, то ли 20 Ом, то ли 20 кОм, а может 20 МОм. Кроме того, при помощи пределов настраивается точность измерений: чем точнее установленный предел соответствует измеряемому элементу, тем точнее будет результат измерения.

Используем мультиметр

Теперь рассмотрим каждую отдельно взятую возможность мультиметра подробнее и разберемся, как им правильно пользоваться, чтобы ничего не сжечь. Начнем со шкалы измерения сопротивления.

Сопротивление

Шкала сопротивления используется для проверки многих параметров: например, для измерения сопротивления резисторов, выявления неисправных элементов с пониженным сопротивлением, для измерения обратного сопротивления диодов.

Как уже было сказано, наш мультиметр имеет 7 пределов: это 200 Ом, 2 кОм, 200 кОм, 2 МОм, 20 МОм, 200 МОм. Такие широкие пределы практически полностью соответствуют потребностям среднестатистического радиолюбителя. Развлечения ради также можно проверить электрическое сопротивление своего тела. Неправильной установкой пределов измерения сопротивления мультиметр испортить нельзя.

Измерение сопротивления

Предположим, имеется резистор без маркировки и нужно узнать сопротивление этого резистора. Все очень просто. Ставим переключатель на нижний предел измерения сопротивления (200 Ом), измеряем - на экране как была, так и осталась единица, значит сопротивление резистора больше, чем позволяет изме-



1. Режим прозвонки. 2. Режим измерения емкости (F). 3. Режим измерения переменного тока (~A). 4. Режим измерения постоянного тока (A). 5. Режим проверки коэффициента усиления транзисторов (hFE). 6. Режим измерения сопротивления. 7. Режим измерения температуры. 8. Режим измерения постоянного напряжения (V). 9. Режим измерения переменного напряжения (~V).



В зависимости от того, куда подключены щупы, будут производиться разные измерения. Черный щуп вставляется в 4 гнездо, как ты видишь, на фотографии оно тоже черное. Щупы можно вставить и наоборот - от этого ничего не изменится, различие по цветам сделано для удобства.

1. Гнездо для измерения тока величиной более 200 мА. 2. Гнездо для измерения тока до 200 мА. 3. Гнездо для измерения напряжений, сопротивлений и прозвонки. 4. Общий щуп. 5. Гнездо для проверки транзисторов.

рять этот предел. Переходим на следующее деление, и так далее, до тех пор, пока мультиметр не согласится выдать нам нормальную информацию.

Постоянное напряжение

Для измерения постоянного напряжения используется специальная шкала, состоящая из 5 пределов: это 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В и 1000 В. При ремонте бытовой аппаратуры данного количества пределов вполне достаточно. Верхнего предела прибора 1000 В может не хватить только при ремонте мониторов/телевизоров, так как здесь может возникнуть необходимость замерить более высокое напряжение (до 20 кВ). В процессе измерения напряжения нужно быть предельно внимательным и аккуратным, чтобы не перепутать предел измерения и ничего не коротнуть. Если при измерении напряжения 300–400 В случайно поставит предел 200 мВ, то прибор может сгореть.

Измерение постоянного напряжения

Если величина измеряемого напряжения точно неизвестна (но оно в пределах не более 1000 В), начинать измерения нужно с самого высокого предела, двигаясь в сторону уменьшения (если нужно). Для примера, измеряем напряжения компьютерного БП. Обрати внимание, что если черный провод (COM) мультиметра подключен к минусу, а красный к плюсу, то на экране просто отображается напряжение, если же щупы поменять местами, на экране перед цифрами появится знак «-», таким образом можно определять полярность напряжения.

Переменное напряжение

Шкала измерения переменного напряжения практически ничем не отличается от шкалы постоянного напряжения, за исключением того, что на этой шкале на один предел меньше: 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 750 В. Диапазон измеряемых таким образом напряжений маловат, но обычно этого хватает. В остальном ситуация такая же, как и с измерением постоянного напряжения.

Измерение переменного напряжения

Для примера можно померить напряжение в электрической сети 220 В. При этом нужно быть очень аккуратным, чтобы не устроить короткое замыкание и не схватиться за оголенную часть щупа.

Измерение постоянного и переменного тока

Для измерения тока на мультиметре есть две шкалы, для измерений переменного тока и постоянного тока. На шкале постоянного тока имеется четыре предела: 2 мА, 20 мА, 200 мА, 20 А. Со шкалой переменного напряжения все так же, только нет предела 2 мА. Данного диапазона вполне достаточно любому радиолюбителю. В процессе измерения тока надо быть очень осторожным, чтобы не спалить девайс. Следи, чтобы пределы были выставлены правильно! Для измерения тока на любом мультиметре присутствуют дополнительные разъемы для щупов.

Измерение силы тока

Измерение напряжения и тока проходят еще в школе, мы надеемся, все помнят, что ток измеряется последовательным включением мультиметра (амперметра) в электрическую цепь. Для примера можно взять обычную лампочку от карманного фонаря и подключить ее последовательно с прибором к адаптеру 5 В. Когда по цепи пойдет ток и лампочка загорится, прибор покажет значение тока.

Измерение емкости

Эта шкала предназначена для проверки емкости конденсаторов. К сожалению, на недорогих мультиметрах пределы измерений очень маленькие, тем не менее данное «умение» прибора может оказаться очень полезным. В нашем случае на этой шкале имеется 5 пределов: 2 нФ, 20 нФ, 200 нФ, 2 мкФ и 20 мкФ. Таким образом, можно сделать вывод, что в данном случае сделан упор на возможность измерения малых емкостей, в то время как в радиоловительской практике наиболее часто возникает необходимость проверки конденсаторов емкостью до 1000 мкФ. Для измерения емкости на приборе имеется дополнительный разъем с маркировкой Сх. Выставив на шкале прибора необходимый предел, нужно вставить ножки конденсатора в разъем, после чего прибор покажет емкость этого конденсатора. Испортить мультиметр неправильно выставленным пределом в данном случае невозможно.

Теперь поговорим о дополнительных возможностях, часто присутствующих в мультиметрах

Измерение температуры

Для измерения температуры в комплекте с девайсом идет специальный термодатчик, подключающийся к разъему на приборе. Средний диапазон измеряемых температур находится в пределах от -20 до 1000 градусов по Цельсию.

Прозвонка

Этот режим предназначен для обнаружения коротких замыканий в цепи. Сопротивление границы срабатывания составляет 70 Ом. Таким образом, если сопротивление между щупами меньше 70 Ом, прибор издает высокочастотный звук (писк).

Проверка коэффициента усиления транзисторов

Если вкратце, то в этом режиме мы проверяем способность транзистора усиливать входной сигнал. h_{fe} - коэффициент усиления по постоянному току транзистора. Дело в том, что, как правило, два отдельно взятых, полностью одинаковых транзистора имеют разное значение этого коэффициента. От экземпляра к экземпляру оно может очень сильно отличаться, а это, в свою очередь, имеет большое влияние на качество работы устройства, в котором данный транзистор используется в качестве усилителя. На мультиметре имеется специальный разъем, в который вставляется транзистор (так же, как конденсатор). Поддерживаются транзисторы как pnp, так и npn типа.

Генератор низкочастотного сигнала

Этот режим прибора, к примеру, можно использовать для выявления места неисправности каскадов звукового усилителя, двигаясь по всей цепочке усиливающих элементов. В любом хоть сколь угодно качественном усилителе их несколько: как минимум, предварительный усилитель и усилитель мощности.

Тренируемся на БП

Как известно, с помощью мультиметра при определенной сноровке можно находить значительное количество неисправностей.

В качестве примера продемонстрируем практический поиск неисправности в компьютерном блоке питания.

В данном БП присутствует короткое замыкание во входных цепях. Компьютер, в котором был установлен этот блок, просто отключился с громким хлопком внутри БП.

Предварительный осмотр показал причину хлопка: в результате пробоя одного из элементов буквально взорвался стеклянный предохранитель, и от него остались одни ножки.

Оценив конструктивные особенности данного блока питания, и найдя наиболее подходящую принципиальную схему, мы отметили часть схемы, где вероятность подобного замыкания наиболее высока (Рис. 1).

Первым потенциальным виновником короткого замыкания в цепи вполне может быть диодный мост, выпрямляющий переменный ток, поступающий из фильтра. Чтобы проверить это, выпаиваем выпрямитель целиком (в других БП вместо него может быть 4 диода) (Рис. 2).

Выставляем на мультиметре режим прозвонки (он же режим проверки диодов) и начинаем искать источник замыкания. Проверка показала, что диодный мост в полном порядке. Выпаяв выпрямитель, мы разделили электрическую цепь на две части.

Теперь проверяем фильтры. Для этого меняем предохранитель и включаем блок в сеть. На входе выпрямителя измеряем напряжение. Для этого выставляем на мультиметре предел 750 В по шкале переменного напряжения. Все в порядке - напряжение на выходе фильтра чуть меньше 220 В. Таким образом, мы сразу выяснили, что с фильтрами, стоящими на входе 220 вольт, также все в порядке, и неисправность нужно искать дальше (Рис. 3).

Следующие на очереди - два больших электролитических конденсатора. Высыхание последних часто приводит к короткому замыканию и повреждению многих элементов блока питания. Конденсаторы проверяем так же, как и диодный мост, в режиме прозвонки. За-

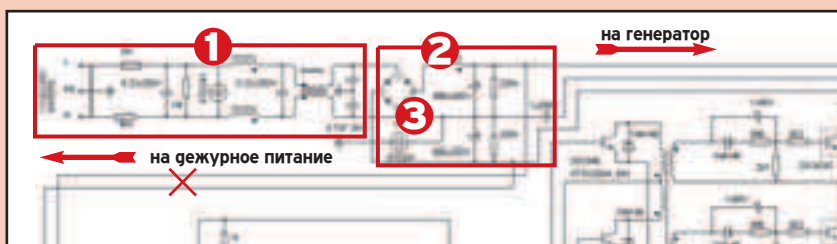


Рис. 1 Выпаяв диодный мост, мы разорвали схему на две части (фильтр и выпрямитель). Проверка показала, что источник замыкания находится после выпрямителя, а сам выпрямитель исправен. Теперь мы можем проверить наличие напряжения на выходе фильтра (перед входом выпрямителя) и сопротивление в цепи дежурного питания. Для дальнейшей проверки снова разрываем цепь, идущую уже от выпрямителя по двум направлениям: к дежурному питанию и к генератору (мы разрываем связь между дежуркой и выходом выпрямителя).
1. Сетевой фильтр. 2. Схема выпрямителя. 3. Диодный мост, который мы выпаиваем.



Регулятор выставлен в режим прозвонки.

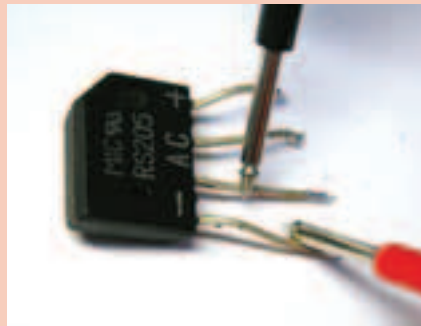


Рис. 2 Прозваниваем диодный мост. Какой щуп к какой ножке прикладываем - неважно, проверять надо в обе стороны. В одну сторону сопротивление должно быть порядка 500 Ом, в обратную - больше мегаома. Диод должен прозваниваться при подключении красного щупа к аноду, а черного к катоду. Соответственно, ориентируясь по схеме выпрямителя на принципиальной схеме, прозванивать надо ножки: 1-2, 1-3, 2-4, 3-4.

Прибор показал, что все диоды прозваниваются только в одну сторону, значит диодный мост в порядке, короткого замыкания нет.

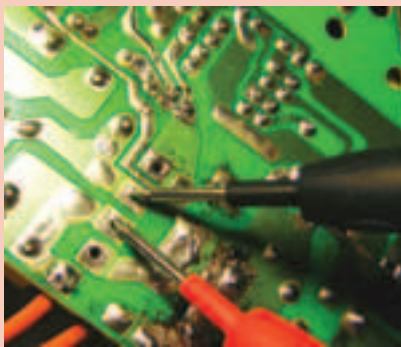


Рис. 3 Измеряем напряжение на выходе фильтра и выходе выпрямителя. Щупы ставим на вход выпаянного выпрямителя. Полярность не имеет значения, так как ток переменный.

Переключатель установлен на измерение напряжения, предел 750 В

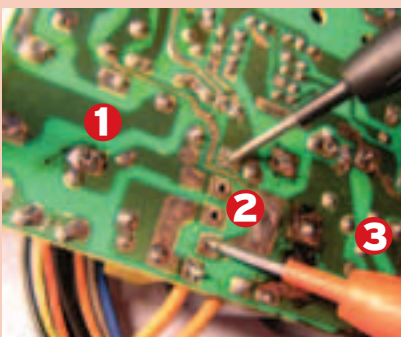
Напряжение близко к 220 В, значит с фильтром все в порядке. Если бы поломка была в этой части, то в данной точке напряжения не было бы.



Рис. 4 Прозваниваем силовой конденсатор. Черный щуп (земля) прикладываем к ножке, помеченной «-», красный - к ножке «+».

Конденсатор должен зарядиться, поэтому какое-то время сопротивление будет возрастать. Цифры показывают постепенно возрастающее сопротивление конденсатора.

Когда конденсатор зарядится, мультиметр должен показать это.



Измеряем сопротивление на выходе выпрямителя. 1. Фильтр. 2. Тут была диодная сборка. 3. Схема выпрямителя.

Мультиметр показал короткое замыкание

Если бы с этой частью схемы было все нормально, ты увидел бы примерно следующее (предел 200 МОм).

метим, что когда конденсатор разряжен, он имеет маленькое сопротивление, а на щупах мультиметра присутствует небольшое напряжение, поэтому при прозвонке конденсатора имеет место кратковременное срабатывание сигнала, после чего он заряжается, и прибор перестает пищать (Рис. 4). Хотя возможности мультиметра не позволяют проверить емкость таких конденсаторов, тем не менее, можно попробовать измерить ее, на тот случай, если конденсатор в предсмертном состоянии и потерял почти всю свою емкость. Для этого проверяем конденсатор на самом большом пределе. После извлечения из платы и проверки конденсаторы были возвращены на свое место - они оказались исправны. Тем не менее, контактная площадка первого конденсатора звонится на короткое замыкание, что, теоретически, может свидетельствовать о коротком замыкании в генераторе. Далее возможные источники короткого замыкания разделились на два направления: напряжение от выпрямителя идет к генератору и схеме формирования дежурного напряжения. И там, и там могло пробить какие-либо элементы. Для того чтобы выяснить дальнейшее направление поисковых работ, необходимо разорвать цепь в месте, отмеченном на схеме крестом. После разрыва цепи выяснилось, что узел, формирующий дежурное напряже-

ние, ни при чем. Как и предполагалось, виновником оказался генератор, а вернее, один из транзисторов, полностью пробитый во всех направлениях, то есть все контакты транзистора были замкнуты между собой (Рис. 5).


К сожалению, после извлечения транзистора короткое замыкание никуда не делось - видимо, сгоревший транзистор «утащил» за собой что-то еще. Очевидно, что неисправность кроется где-то в обвязке этого транзистора. После беглого взгляда на принципиальную схему стало ясно, что первыми возможными пострадавшими являются диод и резистор. Диод стоит между коллектором и эмиттером транзистора, резистор - в цепи базы. При внимательном осмотре резистор оказался чуть подгоревшим (по сравнению с точно таким же, стоящим рядом), и не прозванивался тестером.

Выставив на мультиметре предел в 200 кОм, мы измерили сопротивление исправного резистора - оно оказалось 2.65 кОм. Такой резистор был найден и довольно быстро установлен на место старого (Рис. 6).

Затем был вынут диод из обвязки транзистора. Он также оказался замкнут накоротко. В результате его замены замыкание в цепи исчезло. Диод и транзистор на замену были взяты из другого блока питания. После установки всех элементов на печатную плату и

проверки качества пайки, блок питания был включен в сеть и без проблем запустился, выдавая положенные напряжения.

Выводы



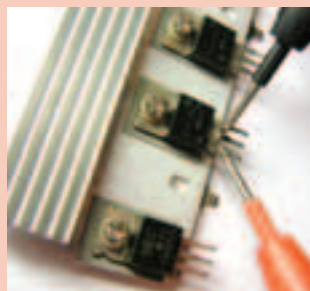
Безусловно, нам повезло, что при сгорании блока питания не пострадали наиболее нежные элементы схемы, например, ШИМ, иначе этот блок не удалось бы так просто отремонтировать. Тем не менее, этот БП мы отремонтировали при помощи немногочисленных инструментов и только одного прибора - мультиметра. Как видишь, ничего особо сложного тут нет. Надо не бояться и быть аккуратным, тщательно продумывать каждое действие. И помни, главное - не сделать хуже.



Рис. 5 Силовые транзисторы придется снять вместе с радиатором, иначе их не проверить, а также не подлезть к другим элементам схемы.



Силовые транзисторы успешно извлечены.



Прозваниваем транзюки. Проверять транзистор надо относительно его базы, от базы к эмиттеру и от нее же к коллектору. В зависимости от вида транзистора, он должен прозваниваться или от базы, или к базе, коллектор с эмиттером прозваниваться не должны.



Вот что показывает прибор, значит транзистор не замкнул накоротко. Прибор показывает сопротивление транзисторного перехода в Ом-ах.



Резюки залило электролитом из конденсаторов. Скорее всего, их придется заменить.



Рис. 6 Выясним номинал идентичного сопротивления, чтобы подобрать подходящее на замену (предел - 20 кОм).



Номинал сопротивления - 2.65 кОм.