

РУКОВОДСТВО ПО ЦИФРОВЫМ МУЛЬТИМЕТРАМ

Руководство по цифровым мультиметрам

Хорошо известный мультиметр — невероятный инструмент, способный устранить неполадки практически в любой электрической системе и любой существующей неисправности. Их можно найти на столах и в шкафах для инструментов каждого электрика, мастера, инженера и техника — самых разных форм, размеров и цветов. Но независимо от того, как часто они используются и какую работу выполняют, всегда можно добиться большего, зная, как они работают.

Важность мультиметра 02

Кому нужен мультиметр? Где я могу получить мультиметр?

Доступно множество типов счетчиков 03

Термины и определения Настольные мультиметры Портативные мультиметры Специальные мультиметры

Тестовые провода и аксессуары 06

Стандартный набор зажимов типа «крокодил» Мини-захваты Удлинители адаптеров для челюстей

Измерение напряжения постоянного тока 10

Ручной выбор диапазона с помощью кнопки диапазона. С помощью кнопки «Мин/Макс». Частота и рабочий цикл.

Измерение напряжения переменного тока 12

Среднеквадратическое значение (RMS) Другие эффекты от переменного тока

Измерение постоянного тока 14

Как проверить ток

Меры предосторожности при измерении тока

Измерение переменного тока 16

Токоизмерительные клещи

Ограничения клещей

Максимизация потенциала токоизмерительных клещей

Сопротивление и непрерывность 18

Преимущества измерения сопротивления. Меры предосторожности в отношении твердотельных устройств с внешним напряжением.

Использование функции непрерывности

Дополнительные возможности измерения 21

Емкостные диоды

Важность мультиметра

Техники-электрики и инженеры имеют в своем распоряжении широкий спектр инструментов. Некоторые из них представляют собой сложные и часто дорогие инструменты для измерения одной конкретной величины, и при правильном использовании они могут во много раз окупить свою стоимость всего за одно или два использования. Однако мультиметр, существовавший с момента появления электроники, по-прежнему остается наиболее широко используемым инструментом в наборе инструментов благодаря своей универсальности.

Основное восприятие мультиметра — это часто используемое название «вольтметр», которое является наиболее распространенной величиной, измеряемой этим инструментом. Обычно это происходит потому, что большинство счетчиков используются для обнаружения неисправностей, а большинство неисправностей возникает в цепях под напряжением. Помимо базового напряжения, существует множество других функций и даже различных режимов этих функций, которые могут помочь любому технику или инженеру стать более опытным в своей работе.

Поскольку вы не ожидаете, что потратите много денег на один инструмент, который используете время от времени, примите то же решение с помощью мультиметра



Кому нужен мультиметр?

Вполне разумно ожидать, что каждый человек хотя бы раз в жизни найдет повод использовать или нуждаться в мультиметре.

Этот подвиг должен быть достаточно простым, если они хотят немного научиться использовать и интерпретировать его значения.

В первую очередь обращаемся к очевидному. Если вы опытный инженер-электрик или техник, работающий с какой-либо электрической системой, вероятно, у вас уже есть мультиметр. Скорее всего, это руководство написано не для вас. Однако знание того, как использовать измерительный прибор, помимо нескольких функций, может оказаться чрезвычайно полезным даже при наличии большого опыта.

Обычные отрасли, в которых используются счетчики, включают, помимо прочего:

- Любые производственные, распределительные и перерабатывающие центры.
- Лесопильные заводы
- ОВК
- Ремонт электропроводки в жилых и коммерческих помещениях.
- Электронная установка

Вторая группа, которой может быть полезно использование мультиметров, — это домовладельцы.

Домовладельцы могут легко использовать счетчик для проверки напряжения в розетках. А именно, если вы выключаете автоматический выключатель на главной панели и хотите проверить, какие розетки принадлежат этой цепи, счетчик может быть быстрым вариантом. Другое применение: если у вас в ящике есть лампочка, вы можете легко использовать измеритель сопротивления, чтобы проверить, работает ли она должным образом. Если это так, вы можете уберечь себя от необходимости выбрасывать ее и тратить деньги на новую лампочку. Поскольку для большинства проектов домашнего мастера не требуется дорогой счетчик, существует множество вариантов.

Другая группа, которой может быть полезно иметь мультиметр, — это автомеханики, особенно в связи с тем, что автомобили становятся все более зависимыми от датчиков и электрических систем управления.

Фактически, они могут достичь точки, когда даже мультиметр станет слишком «простым» инструментом для диагностики, но на данный момент хороший мультиметр необходим. В этой отрасли важно выбирать счетчики, которые могут легче измерять эти автомеханические системы. Когда дело доходит до транспортных средств, рекомендуется иметь измеритель, который может измерять постоянный ток (DC) с помощью небольшой вилки или зажима, поскольку в автомобилях не используется напряжение переменного тока (AC). В следующем разделе клещи будут описаны более подробно.

Еще одним потенциальным пользователем мультиметров являются учителя. Многие считают, что учителя также должны понимать, как решать и решать проблемы, и должны обучать этим навыкам учащихся. Возможно, самое важное в техническом классе или магазине — такие навыки могут сэкономить любому человеку сотни или тысячи долларов в течение жизни, просто имея немного практических знаний. Одна из рекомендаций заключается в том, что если вы обучаете людей и влияете на них, инвестируйте в инструменты, которые могут научить их работать и решать проблемы самостоятельно.

Мультиметр — лишь малая часть этого обсуждения.

Где я могу приобрести мультиметр?

Для большинства общих случаев использования вы можете найти ручные счетчики там же, где и все остальное, — в Интернете. Популярные онлайн-ресурсы, такие как Amazon и eBay, часто предлагают выгодные предложения и широкий выбор, но, что самое приятное, у них есть обзоры, которые могут помочь определить, какая модель лучше всего подойдет как для ваших нужд, так и для вашего кошелька.

Для немного более надежных специализированных счетчиков, магазинов бытовой техники или товаров для дома, таких как Home Depot и Harbour Freight.

продавайте товары среднего класса, которым можно доверять, поскольку в магазинах продаются только инструменты, проверенные многими техническими специалистами.

Что касается инструментов общего назначения, повседневного использования, то количество моделей и марок просто ошеломляет. К счастью, большинство из них вполне хорошо справляются с любой типичной задачей. Просмотрев обычный хозяйственный магазин, вы увидите Klein Tools, Commercial Electric, Cen-Tech, Ames и множество других. Как всегда, обязательно найдите проверенные обзоры, чтобы убедиться, что каждый инструмент имеет функции, необходимые для выполнения ваших задач.

Если вам действительно нужен самый лучший, надежный и безотказный счетчик, есть несколько конкретных вариантов. Например, компании Fluke и Amprobe (обе принадлежат компании Fluke), как правило, являются лучшими в линейке электроизмерительных приборов. Имейте в виду, что надежность, калибровка и точность будут стоить вам дороже. Однако, если это обеспечит вам безопасность и жизнь на работе, вам нужен счетчик, который никогда не подведет.

Другая категория счетчиков — это настольные счетчики с подключаемым модулем. Эти счетчики иногда могут иметь большую точность и лучшую калибровку, чем ручные модели. Вот несколько брендов, которые доказали свою надежность: Meterman, B&K Precision, Keysight и, конечно же, Fluke. Однако они также могут стоить намного дороже, но могут быть полезны для специалистов по тестированию и проверке, которым абсолютно необходим такой уровень точности.

В общем, вы можете рассчитывать потратить от 20 до 200 долларов на хороший счетчик, в зависимости от марки и источника.

Хотя вы, безусловно, захотите приобрести подходящий для работы инструмент; однако, если вы будете использовать его редко, то обязательно приобретите достойный счетчик в нижней части ценового диапазона. Более дорогая марка может быть более долговечной и выдерживать более высокие напряжения, но если вам не нужны эти преимущества, не переплачивайте за них.

Хороший мультиметр экономит вам деньги, а в экстремальных обстоятельствах может спасти вам жизнь. Но выбор лучшего счетчика – это только первый шаг. Еще важнее знать, как в полной мере использовать и понимать его функции. Хорошие инструменты без знания того, как ими пользоваться, абсолютно бесполезны. Обладая знаниями, даже имея некачественные инструменты, все равно можно решить многие проблемы. В целом, хороший мультиметр должен сэкономить вам деньги, а в экстремальных обстоятельствах он может спасти вам жизнь. Несмотря на это, выбор лучшего счетчика — это только первый шаг. Еще важнее знать, как в полной мере использовать и понимать его функции. Хорошие инструменты без знания того, как ими пользоваться, абсолютно бесполезны. Обладая знаниями, даже имея некачественные инструменты, все равно можно решить многие проблемы.

Доступно множество типов мультиметров

После понимания того, почему счетчик важен для столь многих различных приложений, следующим шагом будет понимание того, почему существуют

так много специализированных форм вольтметров и мультиметров - конечно, если такой широкий набор существует, все они должны быть полезны для какой-то важной функции.

Существует множество способов классифицировать счетчики, поскольку каждый из них имеет уникальные характеристики. Для целей этой книги они будут условно разделены на три отдельные категории. Эти категории будут включать в себя «настольные», «ручные» и «специальные» счетчики.

Следует отметить, что существует множество профессионалов с гораздо большим опытом, посвятивших свою карьеру приобретению специальных навыков, которые могут служить основанием для различных мнений о потребностях мультиметров. Если вам нужно узнать больше о таком приложении, найдите профессионала в этой области чтобы учиться на этом опыте.

Термины и определения

Прежде чем обсуждать разнообразие доступных мультиметров, рассмотрим несколько основных терминов:

Точность – насколько близко измеренное значение к фактическому значению. Если напряжение батареи составляет 9 В, а мультиметр показывает 9 В, это точные показания. Если напряжение на самом деле составляет 9,12 В, а показания просто показывают 9 В, это все равно точно. но, похоже, в нем не так много уровней точности.

Калибровка – процесс измерения точности по отслеживаемому эталону, обеспечивающий максимально точные измерения.

Точность — сколько десятичных знаков отображается для отображения фактического значения. В реальном мире не существует такого понятия, как 9 вольт. Вероятно, это что-то вроде 8,9875, или, может быть, 9,017, или, скорее всего, очень близко к 9, но не совсем. Точный мультиметр будет показывать все больше и больше цифр; однако точность НЕ означает точность. Он может отображать много цифр, но есть вероятность, что они могут быть неправильными.

Лучший мультиметр будет иметь точность со многими десятичными знаками и калиброванную точность. Невозможно повысить точность мультиметра, можно только купить этот прибор с большим количеством цифр дисплея.

Настольные мультиметры

Эта категория наименее знакома большинству людей, занимающихся бытовыми проблемами или личным использованием прибора под свои узкие задачи, но эта категория имеет самую долгую историю. Эти мультиметры обычно занимают площадь около 1 кв. фута на вершине верстака и имеют высоту от 2 до 3 дюймов. Они включают в себя дисплей, состоящий из 7-сегментных светодиодов (LED) (или более новых цветных дисплеев) с множеством кнопок на передней панели.

Эти измерители востребованы в лабораториях высокоточного тестирования и проектирования из-за их более высокой точности по сравнению с портативными измерителями. Приборы также предназначены для сохранения точности в течение более длительного времени и допускают периодическую калибровку, чтобы гарантировать, что они дают инженеру-технику точные показания.

Некоторые недостатки заключаются в том, что мультиметры настольного типа могут быть дорогими (от сотен до тысяч долларов) и немного громоздкими для повседневного использования, когда мобильность является ключевым фактором. Тем не менее, в качестве стационарных станций они очень востребованы при проектировании и тестировании электрических систем военного назначения, авионики, полупроводников и систем связи.

Для любителей или испытательных станций в электротехнической мастерской комбинация настольного источника питания и мультиметра может стать отличным способом тестирования компонентов и прототипов электронных схем.

MDM8155A



Точность 0,015%
3.5 дюйма экран HD
3 режима триггера

Портативные мультиметры

Эта категория является стереотипным кандидатом на звание «вольтметр». Введите термин в строку поиска, и мгновенно отобразится портативный вариант мультиметра. Если вам нужно проверить повседневный компонент, например, проверить напряжение аккумулятора, это идеальный удобный инструмент. Различия обычно заключаются только в размере и функциях устройства. Они почти всегда имеют круглый циферблат в центре для выбора режимов, жидкокристаллический (ЖК) цифровой дисплей над циферблатом и разъемы для тестовых проводов прямо под циферблатом. Более надежные измерители с более широким набором функций, как правило, физически немного больше, а некоторые из них легко помещаются в кармане, что отлично подходит для быстрого тестирования с низким уровнем риска и малыми инвестициями.

Когда вы исследуете порты подключения тестовых проводов, вы увидите несколько вариантов. У него будет либо два порта: один красный и один черный, либо четыре порта: три красных и один черный.

4-портовый измеритель предназначен для измерения малых токов в цепях, обычно на небольших печатных платах или макетных платах. Эта функция может быть полезна для многих самодельных схем, но ее следует использовать с осторожностью, поскольку даже небольшое неправильное использование может привести к повреждению измерителя тока (амперметра).

Счетчик только с двумя портами не может измерять ток таким образом. Однако эту конфигурацию часто можно встретить в мультиметрах с зажимами или самых маленьких измерителях, способных измерять только напряжение и сопротивление. Например, токоизмерительные клещи могут измерять ток, но не через измерительные провода.

Некоторые отдельные компании или нормативные акты могут диктовать, какие уровни защиты необходимы для мультиметров, и это может привести к тому, что в этих условиях разрешены только дорогостоящие модели. Однако для повседневного использования вам не следует избегать более дешевых вариантов. Доступен такой широкий спектр приборов, что высококачественный специализированный инструмент может стоить менее 10 долларов или пары сотен долларов, но вряд ли больше.



«Карманный» мультиметр. Возможно, не самый презентабельный и функциональный, но работает отлично, имеет прочный корпус и выглядит довольно аккуратно...

Часть 2

Специализированные мультиметры

Количество возможностей и функций каждого мультиметра может быть исчерпывающим, особенно если учесть те, которые предназначены для индивидуальных целей. Вот разбивка наиболее широко доступных или используемых мультиметров.

Измеритель тока с клещами или вилкой обычно используется в промышленности, где используются большие токи и напряжения. Ток, управляющий большими двигателями, был бы слишком велик, чтобы его можно было когда-либо проверить обычным прибором, и было бы чрезвычайно опасно подвергаться воздействию такой контрольной точки с высокой выходной энергией. Эти специальные измерители могут измерять ток, просто разместив их вокруг безопасного изолированного проводника. Обычно они измеряют только переменный ток, но некоторые из них также измеряют небольшую величину постоянного тока, что делает их полезными для поиска и устранения неисправностей в цепях управления.

Большинство клещевых и вилочных измерительных приборов также имеют диск выбора функций и порты для измерительных проводов, которые могут измерять большинство других типичных функций.

Некоторые мультиметры также обладают уникальными полупроводниковыми измерительными свойствами, но они встречаются редко, поскольку в большинстве случаев полупроводниковые детали припаяны к печатной плате, что затрудняет их тестирование с помощью измерителей. Обычно используемые для транзисторов, они могут измерять полярность, коэффициент усиления и ток утечки. Обычно у них есть небольшой набор из 3 или 4 маленьких отверстий, помеченных

буквами E, B и C в определенном порядке. Они хорошо работают с биполярными транзисторами, и вы не будете использовать эту функцию очень часто, но она очень удобна, когда она вам действительно нужна.

Другой удобный инструмент для проверки, небольшой тестер цепей, можно условно назвать «мультиметром», за исключением того, что он не измеряет цепи под напряжением, поэтому он не может измерять напряжение и ток. Этот небольшой тестер цепей предназначен для измерения широкого спектра устройств и компонентов и дает вам информацию, которую большинство стандартных измерителей не имеют, например, последовательное сопротивление конденсаторов или индуктивность дросселя, расположение выводов транзистора.

Последний тип – это мультиметры для измерения сопротивления изоляции, которые относятся к мегаомметрам (часто называемым мегомметрами), которые выдают большие напряжения, позволяющие проверять чрезвычайно высокие сопротивления. Они могут быть полезны для устранения неисправностей изоляции между линией и землей в двигателях или изоляции между проводниками в пучке проводов. Мультиметры для измерения изоляции могут считывать цепи в нормальном диапазоне, как и обычный мультиметр, но его также можно безопасно разместить в диапазоне выходного напряжения до 1000 В и более, просто от батарей типа AA или 9 В. Следует отметить, что никогда и никогда не используйте эти функции для проверки сопротивления цепей с небольшими компонентами, поскольку выходное напряжение почти наверняка разрушит их, даже при небольшом выходном токе.



GM3125, мегомметр, измеритель сопротивления изоляции

Тестовые провода и аксессуары

Никто никогда не купит по-настоящему дорогую машину без установленного руля. Вы никогда не купите хороший новый дом и не заметите тот факт, что в нем нет дверных ручек. Аналогично, это ужасная идея – инвестировать в качественный мультиметр и забыть учесть измерительные провода – в конце концов, это единственный способ подключения счетчика к внешнему миру



Широкий ассортимент тестовых проводов и насадок.

Когда дело доходит до тестовых проводов, существует удивительное разнообразие. Большинство мультиметров будут включать стандартный набор по умолчанию с одним набором каждого красного и черного кабеля с заостренным серебряным наконечником. Они работают достаточно для большинства задач и поэтому называются комплектом по умолчанию, но не во всех ситуациях. Как и в случае с типами мультиметров, существует множество различных вариантов в зависимости от варианта использования и ситуации.

Учитывая это, наиболее распространенными являются:

- Стандартный набор
- Зажимы типа «крокодил».
- Мини-захватчики
- Адаптеры челюстей
- Расширения

Стандартный набор

Базовые провода мультиметра всегда должны включать в себя набор из двух кабелей: один красный, другой черный. Обычно они имеют около 3/4 дюйма открытого металла на конце, заканчивающегося заостренным кончиком. Примерно на расстоянии 1/4 дюйма от конца находится небольшой выступ, используемый для крепления измерительного провода внутри некоторых устройств, таких как промышленные клеммные колодки, или для крепления дополнительного фитинга, который захватывает металл, давая ему возможность подключиться, не соскальзывая с конца.

Существует несколько вариантов этого базового типа троса, и один из них, который часто оказывается полезным, включает в себя очень короткий резьбовой буртик в начале металлического наконечника. Многие концевые крепления, такие как зажимы типа «крокодил» и захваты, могут использовать эту резьбу для обеспечения надежного крепления. Хотя это не всегда важно, это обеспечивает некоторую безопасность при проведении измерений.

Крупный план нескольких «стандартных» измерительных отведений. Они включают в себя стандарт по умолчанию, с небольшой резьбой, и изолированные острые наконечники слева направо.



Другой распространенный вариант — близок к обычному отведению, но на самом конце обнажается только очень тонкая точка. При измерении очень маленьких точек, расположенных близко друг к другу, прикосновение двух проводов может вызвать короткое замыкание и мгновенный непоправимый выход из строя. Плотно изолированные выводы помогают обеспечить безопасность схемы при выполнении таких крошечных измерений.

Зажимы типа «крокодил»

Эти зажимы, названные в честь пасти аллигатора, предназначены для надежного соединения с контрольными точками на

печатные платы или оголенные концы проводов. Когда один провод надежно зажат, одна рука остается свободной, что позволяет обеспечить безопасность.

Приборы и органы управления могут быть отрегулированы по мере необходимости.

В большинстве случаев они просто надеваются или навинчиваются на конец обычного измерительного провода. В других случаях это может быть внешний кабель, который крепится как к измерительному проводу, так и к печатной плате. У этого метода есть несколько недостатков, а

именно склонность кабеля отрываться от конца измерительного провода. В отдельных случаях эта проблема могла быть безобидной, но, если ситуация была сложной или потенциально опасной, вы, возможно, не захотите идти на такой риск.

Последний вариант — иногда зажимы типа «крокодил» постоянно располагаются на концах кабелей измерительных проводов. Другими словами, зажимы «посвящены» только образу пасти аллигатора. Если вы обнаружите, что зажимы вам нужны большую часть времени, возможно, эти кабели станут хорошей инвестицией.

Мини-захваты

Эти насадки похожи на зажимы типа «крокодил», но на конце имеется небольшой подпружиненный крючок. Это может быть полезно для измерения значений на печатной плате, где единственной точкой доступа является конец провода сквозного резистора или диода, едва оголенный на открытом воздухе. Они ограничены проводами очень маленького диаметра, поэтому их лучше всего использовать в ситуациях, когда они расположены слишком близко или слишком малы для зажимов типа «крокодил».



Мини-захваты, один из которых встроен в провода, а другой представляет собой крепление для конца удлинительного кабеля.

Как и «крокодилы», их можно найти в виде внешних кабелей или специальных тестовых проводов. Существуют даже комплекты концевых переходников с захватами на конце гибкого инструмента длиной 6 дюймов для конца удлинителя.

Челюстные адаптеры

Эти челюсти часто очень похожи на зажимы пасти аллигатора, но открываются они так же, как шприц, если сжать ручку. Они обычно гораздо более точны, чем кончики аллигатора, и предназначены для высокоточных измерений.



Адаптер для конца удлинительного кабеля, напоминающий шприц.

В большинстве промышленных испытаний и испытаний печатных плат не особо часто используются зажимы. Когда необходимо выполнить сложное, но, при этом, очень безопасное соединение, не стоит всегда доверять стандартным аллигаторам, при том, что адаптеры для челюстей будут очень надежным соединением.

Расширения/удлинения

Удлинительные кабели открывают множество других возможностей. Оба конца этих кабелей могут входить в вилку основания мультиметра. Так что другой конец свободен для подключения любого из множества насадок. Вы даже можете смешивать и сочетать их в зависимости от того, чего требует конкретный случай.



Удлинительный кабель с одинаковыми разъемами на обоих концах. Любой конец может подключаться к мультиметру или к насадкам.

Одним из примеров является случай, когда кто-то использовал обычные кабели типа «банан» в качестве удлинителя мультиметра; однако учтите, что эти кабели не изолированы, как удлинители этого прибора. Банановый тип работает, но необходимо соблюдать осторожность и, вероятно, не следует использовать его для реализации точных измерений, поскольку характеристики сопротивления не предназначены для такого рода измерений. При проектировании пробников мультиметра, они намеренно добавляют очень и очень небольшое сопротивление. Другие пробники также могут добавить сопротивление, достаточное для снижения точности показаний.



Подборка из нескольких наконечников, которые можно добавить к концам удлинителей для увеличения возможностей при выполнении очень сложных задач при выполнении конкретных измерений. Советы по завершению этих расширений могут быть самыми разными, включая, помимо прочего, упомянутые выше..

Прежде всего, убедитесь, что у вас есть правильный инструмент для правильной работы. Если вы собираетесь инвестировать в приборы и научиться правильно их использовать, вам также необходимо иметь подходящее оборудование для взаимодействия этих инструментов с реальным миром. Учитывая, что целые наборы проводов и аксессуаров обычно можно найти примерно за 20 долларов или меньше, обеспечение простых и надежных измерений может оказаться необременительной инвестицией.

Измерение напряжения постоянного тока

Считывать постоянное напряжение с большинства цифровых мультиметров чрезвычайно просто: поверните шкалу к значку напряжения постоянного тока и поместите измерительные провода в две открытые точки контакта цепи, и на экране появится число. Но это простое чтение — лишь

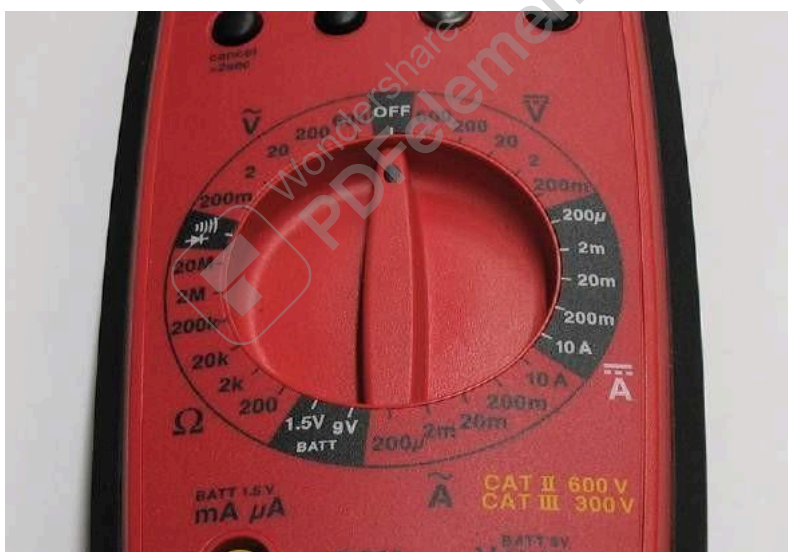
поверхностное представление о функции, которая призвана быть гораздо более эффективной, чем простое считывание.

На некоторых счетчиках, особенно на аналоговых мультиметрах старой модели, большинство показаний необходимо выбирать так, чтобы они считывались в правильном диапазоне. Если вы хотите измерить конкретное напряжение, необходимо выбрать соответствующий диапазон значений. Они называются мультиметрами с ручным диапазоном измерения в отличие от обычного типа с автоматическим диапазоном.

Ручной выбор диапазона

Чтобы использовать измерители такого типа, необходимо сначала определить, какое напряжение вы собираетесь измерять или хотя бы близкое к этому. Если перед вами промышленная система управления, вероятным измерением будет 24 Вольта. Небольшая компьютерная плата 3,3–5 вольт может быть более пригодной.

Каким бы ни было это целевое напряжение, вам нужно будет выбрать диапазон со значением чуть выше этого числа. Иногда диапазоны могут включать 1, 10, 100 и 1000 вольт или, возможно, 2, 20, 200 и 2000 вольт. В этом сценарии тестирования 24-вольтовой системы вы должны выбрать диапазон 100 или 200 В соответственно, поскольку диапазон 10 или 20 В слишком мал.



Ручной измеритель диапазона, показывающий выбор от 200 мВ до 600 В, а также диапазоны тока и сопротивления.

Если выбранный диапазон слишком мал, на мультиметре будет отображаться «OL», что означает «превышение предела». Некоторые люди могут сказать «перегрузка», что является точным описанием, но подразумевает опасную ситуацию. Однако в данной ситуации это было неправдой и не опасно — просто диапазон выше предела.

На аналоговом счетчике; однако стрелка мгновенно переместится в дальнюю часть дисплея. Это эквивалент отображения «OL» на экране.

Если выбор диапазона слишком велик, например, если вы ожидаете получить сигнал напряжением 5 В, но помещаете измеритель в диапазон 1000 В, прибор может показывать просто

5. По сути, у вас нет никакого способа узнать, действительно ли это значение равно 4,6 или, может быть, 5,3 вольт.

Слишком большой диапазон приведет к очень неточным показаниям, поскольку большая часть цифр дисплея предназначена для отображения больших чисел. На аналоговом дисплее, если полный диапазон составляет 1000 Вольт, измерение в 5 Вольт вряд ли даже сдвинется с места. Иглы указателя, и трудно принять правильное решение, когда этот самый указатель едва сдвинулся с места.

Использование кнопки диапазона

Большинство эффективных мультиметров имеют либо ручной выбор диапазона на циферблате, либо кнопку с надписью «диапазон», но обычно и то и другое.

Эта кнопка может быть полезна для обнаружения коротких замыканий и устранения неисправностей компонентов параллельного управления, хотя эта функция часто полностью игнорируется.

В наборе из нескольких параллельных нормально открытых кнопок одна из них может сломаться, закортиться или выйти из строя пружина внутри, что приведет к постоянному соединению. Эту ситуацию может быть сложно устранить, поскольку напряжение всегда будет равно 0, независимо от того, какая кнопка вышла из строя. Вам придется удалять их одну за другой и каждый раз проверять, чтобы найти тот, показатель, который снова повышает напряжение до 24.

Вместо этого вы можете выбрать самый низкий диапазон или нажимать кнопку «диапазон» на измерителе, пока не будет выбран самый низкий диапазон. На некоторых мультиметрах может быть функция «мВ», которая также может работать.

При измерении падения напряжения на цепи параллельных точек вы должны увидеть всего несколько милливольт. Автоматический диапазон всегда будет показывать 0 В, если вы не измените этот диапазон вручную. Эти несколько милливольт возникают из-за крошечного сопротивления контактов переключателя. Маленький, но не совсем 0.

Когда вы нажимаете параллельные кнопки по одной, эквивалентное сопротивление (и, следовательно, напряжение) уменьшится вдвое, потому что теперь и неисправный переключатель, и рабочий замкнуты. Небольшое показание в милливольт должно стать еще меньше.

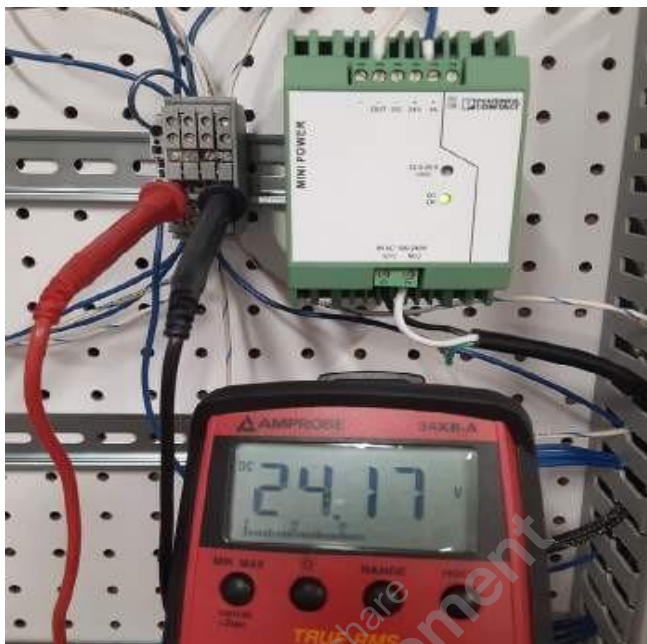
Как только вы наконец протестируете неисправный компонент, показания не должны измениться — он уже был закрыт, вы не измените его, нажав на соответствующую клавишу.

Теперь вы нашли неисправный параллельный переключатель, не отсоединяя пробник.

Короткое замыкание аналогично: вы можете определить разницу между падением напряжения в несколько милливольт на исправном проводе и падением напряжения практически в 0 вольт при коротком замыкании.

Использование кнопки «Мин/Макс»

В большинстве случаев существует возможность записи минимального или максимального напряжения, что на один шаг лучше, чем простое мгновенное показание, которое показывает только «вот прямо сейчас».



Мультиметр может отображать мгновенные значения напряжения или минимальное/максимальное значение для обнаружения скачков напряжения или пропадания напряжения.

Это обнаружение может измерить величину падения напряжения в источниках питания при включении большого емкостного устройства или обратный импульс от индуктивной нагрузки, которая была отключена.

Однако существует ограничение на использование функции мин/макс. Мультиметр считывает и сохраняет напряжение в течение определенного периода времени с определенной задержкой между показаниями. Если всплеск слишком быстрый, вы можете его полностью пропустить. Если это произойдет вне периода времени считывания, то это считывание также может быть пропущено. Если вы ожидаете, что скачки или падения будут происходить очень регулярно, возможно, вам придется задействовать осциллограф. Существуют специальные промышленные осциллографы, представляющие собой портативные устройства, которые визуализируют изменение напряжения.

Это показание может быть чрезвычайно полезным, когда устройства управления время от времени отключаются, и вы хотите выяснить причину. Поместив измеритель на линию входного напряжения и позволив ему записывать данные, вы можете найти «виновника». Если минимальное напряжение упадет всего на несколько вольт, этого может быть достаточно, чтобы выключить контроллер, но подозрение, вероятно, заключается в включении большого устройства. Если напряжение упадет почти до нуля, вероятно, произошло короткое замыкание, и источник питания на мгновение отключился в целях защиты.

Симптом в любом случае один и тот же (контроллер ненадолго теряет питание), но дополнительная информация может помочь улучшить работу, принять осознанное решение и найти причину.

Другое распространенное использование этой функции — обнаружение неисправностей, связанных с перегрузкой по току выключателя. В таких ситуациях клещи могут измерить ток и записать наибольшее значение именно в тот момент, когда сработал выключатель. Даже если выключатель не сработал, но вы заметили, что ток все равно на мгновение увеличился и стал чуть ниже точки срабатывания выключателя, можно провести более точный анализ устранения неполадок.

Цель мультиметра – не устранять проблемы, а предоставлять вам достаточно информации для принятия правильного решения.

Номинальное значение напряжения постоянного тока на мультиметре можно определить довольно просто. Дополнительные знания о сочетании этого считывания с ручным выбором диапазона и функциями мин/макс могут принести больше информации и точности в считывание напряжения и, в конечном итоге, в решение электрических неисправностей.

Частота и рабочий цикл

При измерениях постоянного и переменного тока циклическая частота, указанная на циферблате как Гц, может определять частоты синусоидальных и прямоугольных волн. Они полезны для проверки правильности частоты 50/60 Гц для домашнего напряжения или более высоких частот для тестирования звука и сигналов в естественных аналоговых формах сигналов. Частота постоянного тока чаще всего используется для прямоугольных волн, таких как несущая частота сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). В дополнение к простой частоте, эти модулируемые сигналы ШИМ имеют процент времени ВЫСОКИЙ и НИЗКИЙ. Это может напрямую коррелировать со скоростью двигателя или яркостью света — оба являются обычными применениями сигналов ШИМ. Эта функция мультиметра часто используется для проверки работы таких элементов управления ШИМ, когда скорость двигателя регулируется выше или ниже.

Измерение напряжения переменного тока

Чтобы измерить напряжение постоянного тока с помощью мультиметра, просто поместите вывод COM в контрольную точку, а вывод V в точку измерения. Показания должны показывать постоянное, неизменное напряжение в этой точке. Это может быть идеально для цепей, питающихся от батарей и источников питания переменного тока в постоянный.

В каждом аспекте промышленных и бытовых электросистем существует еще один не менее важный тип измерения напряжения — напряжение переменного тока. Просто измерить напряжение не так уж и сложно, на самом деле оно мало чем отличается от постоянного тока, но понимание того, какое влияние переменный ток оказывает на цепь, может быть чрезвычайно важным.

Поскольку переменный ток означает переменный ток, это означает, что энергия подается путем приложения напряжения в обоих направлениях, меняя направление приложение много раз в секунду. В США это 60 раз в секунду, в Великобритании и других частях мира — 60 раз в секунду, 50 раз в секунду, что, похоже, просто основано на исторической стандартизации в определенных частях мира, а не из-за какой-то прослеживаемой научной причины.

Частота чередования означает, что максимальное напряжение будет достигать 60 раз в секунду (хотя и ненадолго), а затем такое же количество раз падать до минимального напряжения (опять же ненадолго). Напряжение будет находиться в положительном и отрицательном состоянии

одинаковое количество времени, что может быть важно понимать при измерении такого рода напряжения.

Среднеквадратичное значение (RMS)

В общем, может быть важно, чтобы существовало два разных способа считывания напряжения. Это связано с тем, что на шкале измерения постоянного тока вы можете видеть напряжение только как снимок именно этого момента. Если есть какое-либо отклонение, оно будет отображаться как минимум так быстро, как может обновляться ЖК-экран. Попытка использовать эту же шкалу для измерения переменного напряжения была бы слишком быстрой, чтобы ее можно было увидеть. Напряжение будет меняться на сотни вольт 60 раз в секунду. Мгновенное напряжение будет меняться слишком быстро, чтобы экран мог успевать за ним, и слишком быстро, чтобы его можно было прочитать, даже если бы экран был способен читать так быстро.



Измерители истинных среднеквадратичных значений всегда будут измерять напряжение переменного тока, что обозначается синусоидальной линией над V.

В этих чередующихся случаях мультиметр меньше интересуется мгновенное значение, а значение за длительный период времени или то, сколько энергии вы действительно можете получить от приложенного напряжения. Это можно назвать «сколько напряжения постоянного тока вам нужно будет подать, чтобы получить ту же выходную мощность». Существуют математические формулы, связывающие минимум и максимум с эквивалентным выходом постоянного тока.

Для получения этих значений используется несколько стратегий. Поскольку математические формулы могут показаться простым решением, они не всегда используются, поскольку реальные ситуации не всегда свободны от ошибок и аномалий.

Вместо этого есть несколько других методов:

1. Используйте реальную схему преобразования постоянного тока, чтобы превратить переменное напряжение в постоянное и измерить выходной сигнал нагрузочного резистора. Иногда это небольшой обогреватель и измеряется температура. Это работает для всех видов необычных переменных волн.
2. Преобразуйте переменный ток в постоянный, чтобы получить среднее значение, а затем масштабируйте это значение до правильного среднеквадратического значения (RMS). Простые средние значения могут быть непростыми, поскольку среднее значение переменной волны равно нулю. Несмотря на то, что он кажется простым и легким, он работает только для идеальных волн, что не всегда возможно в реальном мире.
3. Некоторое время измеряйте и записывайте напряжения, затем рассчитывайте среднеквадратичное значение, которое имеет сложную основу, но сводится к индивидуальным расчетам для каждой волны.

Из этих трех вариантов первый вариант и последний вариант часто могут привести к лучшим результатам, когда волна не очень хорошая и 'идеальная'. Это называется «True RMS», и его можно увидеть напечатанным на большинстве мультиметров более высокого уровня.

Необходимо также учитывать влияние переменного напряжения на конденсаторы и катушки индуктивности. В частности, реакция конденсаторов и катушек индуктивности на переменное напряжение является функцией частоты приложенного переменного напряжения. Поэтому часто важно учитывать приложенную частоту переменного напряжения, а не только само напряжение.

В цепях чистого постоянного тока через конденсаторы не протекает ток — они обеспечивают бесконечное сопротивление постоянному напряжению. Однако конденсаторы пропускают ток при приложении переменного напряжения. Ток через конденсатор увеличивается с увеличением частоты. Этот ток через конденсатор может радикально изменить рабочие свойства цепи, если ток течет тогда, когда этого быть не должно. В случае емкостной цепи переменный ток будет выше постоянного тока. Если присутствуют оба, конденсатор можно даже использовать для удаления сигнала постоянного тока (так называемый «соединительный конденсатор»).

С другой стороны, индукторы не оказывают сопротивления постоянному напряжению, но обеспечивают дополнительное сопротивление при приложении переменного напряжения. Когда напряжение меняется, сопротивление увеличивается, поскольку индуктор сопротивляется изменению тока, а не самому току. В этих индуктивных цепях переменный ток будет меньше постоянного тока.

Во многих случаях присутствует как постоянная, так и переменная часть напряжения, которая не идеально чередуется с одними и теми же положительными и переменными сторонами отрицательного уровня. Некоторые счетчики способны это измерить; однако с одним только мультиметром это может быть сложно, поэтому осциллограф мог бы быть более полезным.

Процесс измерения переменного напряжения довольно прост и почти идентичен измерениям постоянного тока. Просто поместите два провода мультиметра в соответствующие точки схемы и измерьте разницу напряжений.

Имейте в виду, что важно знать разницу между мгновенными значениями постоянного тока и эквивалентными среднеквадратичными значениями переменного тока, чтобы знать, какое из них (значений) лучше выбрать в зависимости от конкретного случая.

Измерение постоянного тока

Измерение напряжения является наиболее распространенной функцией мультиметра по уважительной причине. В общем, напряжение — это потенциальная возможность потребления энергии в цепи. Однако наличие потенциала не означает, что энергия используется должным образом или используется вообще. Другое электрическое свойство, ток, присутствует только тогда, когда электричество находится в движении. Понимание тока может дать понимание того, что само по себе напряжение часто не может показать.

В качестве примера того, где ток может быть полезным свойством, представьте себе тестирование неисправной катушки реле 24 В в цепи. Если реле вышло из строя, велика вероятность, что катушка разомкнута или имеет «бесконечное» сопротивление. Один только вольтметр покажет 24 вольта на поперечном напряжении катушки, но это напряжение также будет существовать, даже если катушка была в «идеальном» рабочем состоянии. Быстрое измерение тока покажет ноль ампер в неисправном реле, но вместо этого в работающем устройстве будет правильный ток, возможно, от 100 до 200 миллиампер или более.

Часто существуют альтернативы измерению тока, многие из которых специально разработаны для этого применения. Несмотря на его использование, большинство технических специалистов избегают измерения тока и пытаются получить эту информацию другими методами, поскольку процедура измерения тока может быть сложной и, если ее выполнить неправильно, может привести к повреждению мультиметра.

Как тестировать ток

Прежде чем начать, следует сделать одно важное замечание: в этом разделе не рассматриваются клещевые или вилочные измерители тока. Хотя эти модели выполняют важную функцию в промышленных условиях, устраняя многие проблемы безопасности; на данный момент мы рассмотрим только стандартный метод измерения линейного тока — в разделе измерения переменного тока эти методы будут описаны позже.

Измерительные пробники для измерения тока должны быть подключены немного иначе, чем для измерения напряжения. Точка COM продолжает оставаться общим соединением для всех измерений. Третья (а часто и четвертая) точка будет зарезервирована и отмечена буквами mA и A соответственно, обозначая соединения для проверки тока в миллиамперах и амперах. Порт mA будет ограничен всего несколькими десятками ампера. Порт A выдерживает ток примерно до 10 ампер, но обязательно проверьте безопасные номиналы для вашего собственного прибора.

Многие измерители подадут звуковой сигнал, если функциональный диск установлен на проверку усилителя, а измерительный провод не вставлен в правильный порт или наоборот. Соединения и функции должны совпадать. Если звучит этот звуковой сигнал, проверьте правильность проводов и набора функций.

Для измерения тока цепь должна быть отключена, чтобы мультиметр фактически стал частью цепи. Ток — это скорость электрического потока, поэтому это похоже на измерение потока

жидкости или газа с помощью турбинного расходомера – он должен находиться непосредственно на пути потока. Это сильно отличается от напряжения, которое должно касаться только двух открытых металлических частей в цепи, чтобы получить относительное напряжение между ними.

При разомкнутой цепи красный положительный провод измерителя размещается на открытом соединении ближе к стороне +V цепи, а черный COM-провод ближе к общей земле. При измерении переменного тока полярность не имеет значения, но для понимания черный провод считается источником, а белая нейтраль – общим возвратом.

Измерение с положительным знаком будет указывать на то, что ток течет правильно от + к – через измерительный прибор. Если число отрицательное, ток течет в обратном направлении, или, возможно, мультиметр был подключен неправильно, или существует проблема в конструкции цепи, из-за которой ток течет в обратном направлении через эту конкретную точку.

Меры предосторожности при измерении тока

Поскольку мультиметр должен выдерживать весь поток в цепи, его необходимо защитить от опасных уровней тока. Множество предохранителей защищает хрупкие внутренние схемы прибора.



Доступ к предохранителям обычно можно найти рядом с аккумуляторным отсеком. В двух испытательных диапазонах тока используются два предохранителя – обязательно используйте правильный диапазон!

Обычно порт mA защищен примерно на 400 mA, а порт A выдерживает ток примерно до 10 A (хотя точные значения обычно напечатаны на каждом приборе). Если этот ток будет превышен, предохранитель выйдет из строя и разомкнется.

Эта ситуация может быть опасной, поскольку ток больше не будет течь в мультиметре, что дает технику ложное чувство безопасности, когда кажется, что тока нет, но на самом деле схема только ждет, пока этот прибор будет отключен, и ток будет мгновенно течь снова. Поскольку на ЖК-экране обычно нет индикации, указывающей на неисправный предохранитель, невозможно точно узнать, когда произойдет это событие.

Другая проблема безопасности возникает из-за того, что теперь пользователь должен разорвать цепь и создать новую точку отказа. Пользователь находится прямо на пути потока и должен проявлять особую осторожность, чтобы не допустить, чтобы другой провод измерителя коснулся чего-либо, кроме соответствующих точек. Дело не только в плохих измерениях, это может даже привести к катастрофам.

Вот почему этого избегают, когда это возможно.

Если вам необходимо измерить ток с помощью встроенного измерителя, всегда сначала используйте вилку усилителя большей мощности. Если он показывает значение ниже предела мА, то использование этой вилки также безопасно. Проверьте мультиметр в заведомо исправной цепи (один из вариантов — светодиод и резистор на 9-вольтовой батарейке). Это гарантирует целостность предохранителей. Затем вы можете отключить питание, чтобы выполнить соединения используя клеммные колодки или другие соединительные клеммы — в общем, старайтесь не просто перерезать провода. После этого повторно подайте питание, проведите тест, затем отключите питание, чтобы восстановить цепь.

В целом измерение тока может занять больше времени, и необходимо соблюдать правила техники безопасности; однако это может привести к получению информации, которая испытания напряжения невозможно провести без большой дополнительной работы.

Измерение переменного тока

Использование мультиметра для измерения тока часто не рекомендуется из-за сложности отсоединения какой-либо детали в цепи, а затем правильного размещения прибора в линии, чтобы не произошло повреждения, поскольку можно легко перегореть предохранитель, если счетчик размещен не совсем ровно. Немного не так. Несмотря на проблемы, это может быть ценная функция прибора; однако стоит подчеркнуть: это больший риск, чем при измерении напряжения или сопротивления.

В целом, переменный ток является важной величиной, которую необходимо изучить в случае промышленных условий. При использовании больших устройств, таких как двигатели, важно знать потребление тока во время запуска и во время работы. В обычном приборе их было бы много, те же риски, но в этом случае токи, скорее всего, будут достигать десятков или сотен ампер.

Даже при правильном использовании мультиметры могут выйти из строя.

В большинстве этих промышленных портативных приборов один их конец предназначен для подпружиненного зажима или иногда стационарной вилки, которую можно разместить вокруг провода для измерения тока, не помещая пользователя или прибора на пути измерения тока.

Токоизмерительные клещи

Инновационная концепция, используемая для косвенного измерения переменного тока, основана на одной из старейших концепций электроники — магнитной индукции в катушках переменного тока.

В токоизмерительных клещах катушка из железа находится внутри петли, которая открывается, чтобы можно было разместить провод внутри, а затем закрывается, чтобы завершить катушку, как в трансформаторе. Вторичная катушка внутри корпуса счетчика может определять входной ток, считывая генерируемое напряжение на небольшом фиксированном нагрузочном резисторе.



Стандартные клещи с подпружиненными зажимами для измерения больших токов переменного тока.

Этот метод намного быстрее и безопаснее, чем обычные линейные приборы. Эти приборы не находятся на пути прохождения электричества и, следовательно, не подвергается воздействию тока, который мог бы вывести из строя предохранитель. Никакой ток цепи под напряжением вообще не проходит через прибор. Поскольку для установки токовых клещей не требуется разрыв цепи и последующий ремонт после измерения, считывание происходит намного быстрее.

Ограничительные особенности токовых клещей

Хотя эти приборы могут быть отличным выбором для промышленных условий, у клещей есть несколько ограничений, которые следует учитывать.

Во-первых, они обычно предназначены только для измерения переменного тока, точно так же, как трансформаторы реагируют только на входы переменного тока. В некоторых клещах постоянного тока датчик Холла расположен на самом кончике измерителя и может также измерять постоянный ток — даже очень небольшие его величины. Это может быть очень удобный инструмент в вашем наборе инструментов, но не думайте, что все клещи переменного тока измеряют постоянный ток одинаковым образом.

Во-вторых, эти измерители обычно не подходят для измерения малых токов переменного тока. Часто точность составляет всего лишь 0,1 ампер, поэтому попытка измерения меньшего значения, например, в современной цепи светодиодного освещения, может привести к отображению на дисплее нулевого ампера. Однако в примере с двигателями и контакторами такая точность не требуется. Отсутствие точности также означает, что вы не можете быть

полностью уверены в точности измерения, поскольку оно отображает только интервалы в 0,1 ампер за раз.

Кроме того, следует отметить, что вы можете приобрести «клещи для измерения утечек», которые специально разработаны для измерения очень малых токов, хотя это не обычный тип промышленных клещей.

Еще одним ограничением измерений является требование наличия одного изолированного проводника для измерения. Поскольку измерение основано на одном чередующемся пути, если обе линии L и N находятся в зажиме вместе, направления тока будут компенсировать друг друга, и результатом будет нулевой ток.

Этот результат также применим к измерениям трехфазного тока.

Проводники должны быть разделены настолько, чтобы зажим можно было разместить только вокруг одного провода за раз.

Максимизация потенциала токоизмерительных клещей

Есть несколько способов преодолеть некоторые препятствия, возникающие при измерениях клещами, и максимально использовать их потенциал.

Начнем с того, что если у вас есть прибор, который не имеет функции клещей, это не всегда означает, что вам нужно его покупать новый инструмент. Существует множество адаптеров, или технически «преобразователей», которые преобразуют переменный ток, измеряемый клещами, в выходной сигнал в милливольтках. Этот адаптер можно подключить к обычному мультиметру, и милливольты будут считываться как амперы. Часто они измеряют как переменный, так и постоянный ток и могут стоить намного меньше, чем новый отдельно взятый прибор.

Чтобы бороться с недостаточной точностью при небольших показаниях тока, можно использовать простой трюк. Как и при намотке трансформатора, увеличение количества витков провода приведет к увеличению наведенного напряжения. Если вы немного расслабили провод переменного тока, пропустите его через зажим несколько раз. Показания на дисплее счетчика должны умножаться с каждым циклом.

Когда будет достигнута необходимая точность, просто разделите показания на количество раз, когда проволока проходит через зажимы, чтобы определить реальный ток.



Проведение провода через зажимы умножит показания тока, что даст гораздо лучшее показание. На этом изображении обязательно разделите полученный ток на /3, поскольку провод проходит через зажимы 3 раза.

Для устройств, которые необходимо подключать к розетке, шнур может ограничить возможность разделения проводников. Если вы хотите аккуратно снять изоляцию с оболочки кабеля и обнажить три провода, это может усложнить задачу. Однако, существуют разветвители линии тока, которые часто выглядят как пластиковая «цифра 8» и размещаются между розеткой и вилкой кабеля, чтобы обеспечить измерение тока с помощью клещей.

В целом, накладные измерители тока могут быть безопасным и быстрым инструментом устранения неполадок, особенно для технических специалистов. Они могут быть полезны при измерении больших токов переменного тока.

К сожалению, для измерения напряжения и тока — как постоянного, так и переменного — необходимо подключение к активному источнику питания. Что делать, если вам необходимо выявить проблемы при отключении цепи или выходе из строя блока питания?

Напряжение и ток вам не помогут.

Сопротивление и непрерывность

В большинстве ситуаций измерение напряжения или тока наиболее полезно для выявления неисправности в цепи управления.

Напряжение требует только подачи питания; нагрузка не обязательно должна быть активной. Ток требует, чтобы в цепи активно протекало электричество, хотя клещевые счетчики позволяют

провести простое измерение. Однако если питание необходимо отключить от схемы, то ни одно из этих двух измерений не сможет правильно показать какую-либо информацию, и необходимо использовать альтернативу.

Одним из решений является измерение сопротивления. Значения сопротивления показывают, сколько электричества может пройти через устройство, если к нему будет подано напряжение. Сопротивление, измеряемое в Омах, представляет собой соотношение между напряжением и током. Высокое сопротивление приводит к малому току, а низкое сопротивление приводит к высокому току.



Проверка сопротивления контактора показывает сопротивление катушки около 97 Ом. Согласно паспорту детали, значение должно составлять 98 Ом, значит, этот работает хорошо.

Значение сопротивления, равное нулю или близкое к нулю, считается «коротким» замыканием и может привести к срабатыванию предохранителя или выключателя с чрезмерным током. С другой стороны, очень высокое значение сопротивления, которое измеритель показывает как OL, представляет собой «разомкнутую» цепь, и ток будет почти нулевым.

Преимущества при измерениях сопротивления

При правильном использовании значение сопротивления может фактически сказать больше, чем могут показать только напряжение или ток. В цепи управления напряжение всегда имеет тенденцию теряться либо на нагрузочном устройстве, либо в первой точке, в которой цепь «разомкнута». Среди других причин это может быть разомкнутый переключатель или обрыв провода, но в любом из этих источников падение напряжения будет равным полному напряжению источника и не дает нам никаких указаний на то, сколько электричества течет.

Фактически, разомкнутый переключатель с полным напряжением приведет к нулевому току, в то время как устройство нагрузки с полным падением напряжения будет иметь некоторый ненулевой ток, даже если измерения одинаковы.

Сопротивление позволяет технику проверить два отдельных факта о цепи. Во-первых, если подать напряжение, потечет ток.

Если в цепи существует некоторое сопротивление, то можно с уверенностью сказать, что при этом будет протекать некоторый ток.

Схема правильно подключена и запитана.

Второй факт, полученный из сопротивления, — это значение тока, который будет протекать при подаче питания. Это факт

измерения напряжения не могут определить, поэтому в некоторых случаях сопротивление может быть более важным, чем само напряжение.

Если катушка реле частично вышла из строя, она все равно может потерять все напряжение источника, как и раньше, хотя потребление тока может быть другим. Сопротивление может доказать, что реле будет проводить некоторый ток, и оно может точно показать, какой ток будет протекать.

Согласно закону Ома, для схемы управления с одной нагрузкой просто разделите напряжение источника (24 В, или 120 В и т. д.) на измеренное сопротивление. Это и будет результирующий ток.

Поскольку для проведения испытаний сопротивления необходимо отключить питание, важно понимать функцию измерителя, чтобы проводить правильные испытания, показывающие правильную информацию.

Меры предосторожности в отношении внешнего напряжения

Первое, что важно понять, это то, что прибор вырабатывает собственное напряжение (от батареи) для передачи электроэнергии через испытательное устройство. Испытательное устройство сбрасывает некоторое напряжение, а измерительный прибор сбрасывает оставшуюся часть с помощью последовательного делителя напряжения. Используя соотношение внутреннего фиксированного сопротивления и измеренного напряжения к напряжению батареи, можно легко рассчитать и отобразить сопротивление испытательного устройства.

Однако если выводы подключены к цепи под напряжением, внутреннее измеренное сопротивление может превышать напряжение источника батареи. Этот «невозможный» сценарий отображается на дисплее как отрицательное значение.

Если вы видите на экране отрицательное значение, немедленно отсоедините провода. Надеюсь, это не повредило мультиметр, но высокое напряжение может быть опасным. Если измеритель измеряет диапазон вручную, шкалы с самым низким сопротивлением будут наиболее вероятно повреждены внешним напряжением.

Чтобы быть абсолютно уверенным в том, что вы можете предотвратить эту проблему с внешним напряжением, просто отсоедините один из проводов, ведущих к устройству. Это гарантирует, что устройство не может быть частью активной цепи. Если возможно, просто (и осторожно) полностью отключите устройство от цепи и истощите всю накопленную энергию, кратковременно прикоснувшись к проводам, чтобы исключить возможность подачи внешнего напряжения.



Чтобы гарантировать правильные показания, попробуйте удалить хотя бы одно соединение резистора, изолируя компонент от остальной части схемы.

Тестирование твердотельных устройств

Другое предостережение, которое заслуживает внимания при работе со всей современной электроникой, — это попытка тестирования твердотельных устройств. В чисто резистивных цепях фраза «линейный» означает постоянное сопротивление для всех напряжений — поднимите напряжение, и ток также увеличится с той же скоростью. Однако для твердотельных устройств, таких как диоды и транзисторы, величина приложенного напряжения может изменить сопротивление.

Здравый смысл здесь может ввести в заблуждение, поскольку тестируемое устройство может показывать допустимое значение сопротивления при отключении от цепи, что заставляет технического специалиста полагать, что устройство работает правильно. Однако при возврате в цепь и изменении напряжения в цепи это может радикально изменить сопротивление. В этих случаях важно использовать тесты напряжения, когда схема находится под напряжением, для тестирования полупроводников.

Часто резистор небольшого номинала включают последовательно с полупроводниковым устройством. Отсюда вы можете измерить напряжение резистора вместе с его известным сопротивлением и рассчитать ток.

Использование функции непрерывности

Во многих случаях точное значение сопротивления не является полезной информацией, а только эффективностью теста. В случае проверки проводов на обрыв и выключателей на разомкнутое состояние сопротивление будет либо бесконечным, либо практически нулевым. Функция непрерывности регистрирует звуковой сигнал, если сопротивление низкое.

Обычно пороговые значения непрерывности составляют порядка 10–100 Ом, поэтому соблюдайте осторожность при использовании этой функции тестирования. Если вы пытаетесь обнаружить короткое замыкание, но обратное сопротивление на втором параллельном пути составляет менее 100 Ом, возможно, прозвучит звуковой сигнал непрерывности, даже если вы не обнаружили короткое замыкание, а только параллельный путь. Эта ошибка приведет к неправильному анализу. Используйте функцию непрерывности только в том случае, если все другие возможные цепи имеют достаточно высокое сопротивление.

Непрерывность — полезная функция, если вы осознаете ее возможные ограничения.

Чтобы проверить порог непрерывности вашего собственного мультиметра, подключите провода +V и COM к средней и внешней клеммам потенциометра. Затем включите функцию непрерывности и поворачивайте диск до тех пор, пока звуковой сигнал не включится и не выключится небольшими движениями в любом направлении. Наконец, вернитесь к стандартной функции сопротивления, чтобы прочитать точный порог непрерывности.

Дополнительные возможности измерения

Напряжение, ток и сопротивление составляют основу закона Ома, и на основе этих трех измерений большинство неисправностей устраняется с легкостью. Однако, когда изменения в схеме могут произойти быстро или когда сами компоненты не ведут себя предсказуемо, линейно, необходимо использовать несколько других вариантов измерения.

Ёмкость

Первый дополнительный вариант измерения — ёмкость. Чтобы понять ёмкость, важно сначала понять, что такое конденсатор. Конденсатор — это устройство хранения электрической энергии, имеющее некоторые свойства, аналогичное батареям, но с другим химическим составом. Эти устройства накапливают и разряжают заряд быстрее, чем обычная батарея, поэтому они полезны, когда напряжение быстро растет и падает.



Измерение ёмкости. Обратите внимание на подключение проводов счетчика и указанный символ, соответствующий отрицательному (-) символу на конденсаторе.

Конденсаторы выполняют множество функций и, следовательно, имеют различные конструкции: электролитические, керамические, танталовые и многие другие. Многие мультиметры способны измерять емкость этих конденсаторов, выраженную в единицах микрофарад (мкФ).

Измерения конденсаторов должны проводиться вне цепи, как и резисторы. Параллельные компоненты могут изменить значение емкости, а любое внешнее напряжение ухудшит точность показаний.

Некоторые конденсаторы (особенно электролитические) поляризованы, причем один из выводов обозначен как отрицательный (-) или положительный (+). Выводы мультиметра должны соответствовать этой полярности. Керамика и многие другие конструкции неполярны, что означает, что их можно тестировать независимо от направления. Однако крупные электролитические типы могут находиться за пределами диапазона измерения счетчика. Если вы собираетесь измерять такие большие устройства, обратитесь к руководству.



Этот конденсатор находится за пределами возможностей измерителя. Вероятно, ненамного, так как ёмкость конденсатора указана на 3900 мкФ, но измеритель может измерять до 4000 мкФ. Допуск конденсатора, должно быть, немного вывел его за пределы диапазона измерения.

Имейте в виду, что конденсаторы имеют немного больший допуск, чем большинство других устройств, причем многие из них считают +/- 20% приемлемым значением. Это может значительно увеличить или уменьшить фактическое значение емкости устройства, даже если оно все еще полностью функционально.

Диоды

Другой вариант измерения — тестирование диодов. Хотя тестирование диодов не является широко распространенной практикой в системах управления, оно может быть полезно для анализа цепей. В таком пространстве схемы выпрямительные диоды в источниках питания представляют собой простое расположение 4х диодов в последовательно-параллельной комбинации. Биполярные транзисторы также можно протестировать для проверки работы напряжения база-эмиттер.

В системе управления диоды размещаются параллельно с индуктивными устройствами, такими как соленоиды или катушки контактора. Без этих диодов большие скачки напряжения могут повредить или вывести из строя оборудование системы управления. Часто эти диоды

монтируются в корпус катушки устройства или могут быть прикреплены внутри тех же клеммных колодок, что и два провода, питающие нагрузочное устройство.



Диоды проверяются с соблюдением полярности, ожидается напряжение от 0,4 до 0,7 В в зависимости от предельного тока диода.

Некоторые мультиметры также могут проверять правильную работу светодиодов. Однако даже самым маленьким красным и зеленым светодиодам потребуется напряжение около 2 вольт для свечения и пропускания тока. Многие тесты диодов с помощью мультиметра не дают напряжения, превышающего 1 В, и вполне вероятно, что светодиод не будет демонстрировать никакого падения напряжения или свечения при тестировании в качестве диода. Обязательно используйте альтернативный метод проверки светодиодов и не думайте, что он не сработал.

Температура

На многих мультиметрах имеются символы измерения температуры в градусах Фаренгейта и Цельсия. Они предназначены для использования с адаптером термодпары типа К с красными и черными разъемами, которые вставляются вместо обычных проводов.



Ассортимент датчиков типа К и адаптеров для измерения температуры.

Термопары генерируют небольшое напряжение при разных температурах, поэтому их расположение выводов идентично испытанию напряжением. Выбор °F или °C преобразует небольшое напряжение, измеренное измерителем, в эквивалентное показание температуры на дисплее.

ВЫВОДЫ

Некоторые измерители обеспечивают дополнительные измерения значений усиления биполярных транзисторов, а также иногда для индукции, нагрузочного тестирования небольших батарей и функций мощных диодов для тестирования светодиодов.

Имея подходящий инструмент и зная, как его использовать, вы готовы безопасно справиться практически с любой электрической неисправностью, собрать правильные данные и сделать наилучшие предположения. Если вы сможете сэкономить хотя бы небольшое количество времени и заменить нужные детали, ваш вклад в устранение электрической неисправности будет иметь неизмеримую ценность.

А теперь постройте что-нибудь потрясающее.

