

# "Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ



Редактор журнала: Повный Андрей

Сайт журнала «Я электрик!»: [www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)

e-mail: [electroby@mail.ru](mailto:electroby@mail.ru)

Выпуск №12

Август 2008 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Изучаем электроизмерительные приборы	3
Как пользоваться мультиметром	11
Оценка высокоомных сопротивлений мультиметром	18
Приставка для измерения температуры цифровым мультиметром	19
Токовые клещи и мультиметры	20
Токовые клещи и мультиметры Chauvin-Arnoux	24
Новое поколение измерительных приборов для контроля параметров безопасности эксплуатации электроустановок	32
Различные «Отчего?» и «Почему?» в измерениях электрической изоляции	35
Проверка электроустановок и электромашин универсальными приборами «Все в одном»	43
Измерение сопротивления заземления безэлектродным методом без разрыва заземляющего проводника	53
Эксперименты при передаче энергии по одному проводу, без них и получение обратного тока в цепи питания	57

### ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Вы имеете право распространять электронный журнал «Я электрик!» совершенно бесплатно!
2. Вы не имеете права продавать выпуски бесплатного электронного журнала «Я электрик!»
3. Вы не имеете право вносить никаких изменений или дополнений в бесплатный электронный журнал «Я электрик!»

## Изучаем электроизмерительные приборы

### " КОНТРОЛЬКА"

Самый народный и просто необходимый электроизмерительный прибор это обычная лампа накаливания, контрольная лампа ("контролька").

Лампу следует применять небольшой мощности: до 60 ватт. Уникальность контрольной лампы состоит в том, что при замерах, хоть и примерных, величины напряжения, она становится нагрузкой (потребителем) измеряемой цепи.

Является необходимостью при работе с автомобильной электрикой, только электролампа на другое напряжение 12 или 24 вольта, в зависимости от электрооборудования автомобиля.



### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАМЕРАХ КОНТРОЛЬНОЙ ЛАМПОЙ

Контрольную лампу пускать в дело только до электросчетчика.

На руки "контролер" должен надеть диэлектрические перчатки, натянув их раструб на рукава одежды. Эти перчатки в сухом помещении в некоторой степени заменят хозяйственные резиновые перчатки.

Стоять "контролеру" разрешается только на сухом диэлектрическом коврик или сухой диэлектрической дорожке.

Допустимо их заменить хозяйственным резиновым ковриком, который нужно сложить вдвое и поместить на сухой деревянной доске.

Надобность в доске отпадает, когда под резиновым ковриком есть сухой деревянный пол или пол, устланный линолеумом.

Контрольную лампу следует поместить в коробку из изоляционного материала с прорезью для светового сигнала.

Сетчатый металлический чехол предохраняет лампу от ударов, но при взрыве колбы лампы мелкие осколки могут поразить глаза, кожу...

Два проводника к патрону лампы нужно ввести в коробку через разные отверстия.

Это исключит замыкание между проводниками, когда их изоляцию перетрут кромки отверстий.

Поэтому в отверстия для проводников хорошо бы вставить и закрепить пластмассовые втулки со скругленными краями.

Когда проводят проверку наличия напряжения, коробка с лампой должна висеть на проводниках.

Если эту проверку проводят вблизи пола, то коробку с лампой отодвигают от себя на возможно дальнейшее расстояние.

Сами шнуры и провода для проводников выбирают вышеописанного типа, т.е. ШВП-1, ШПС и т.п.

Держатели щупов проводников изготавливают из пластмассы так, как это описывалось ранее.

Фланцы на щупах исключают попадание пальцев на токонесущие части установок, да и на обнаженные концы металлических щупов, вставленных в эти держатели.

Контрольную лампу оснащают электролампой напряжением в 220 В. Бывает, и при этом напряжении колба лампы после прохождения по ней тока взрывается.

Поэтому всегда следует отворачиваться от любой лампы в момент включения. Ну, а если на лампу подать, например, 380 В, то колба сразу разлетится.

Отсюда и рекомендация: запрещается пользование контрольной лампой за пределами электросети, "обслуживаемой" электросчетчиком!!!

Так, на этажном электрощитке, куда выходит проводка из квартиры к электросчетчику в современных многоэтажных домах, неумелый жилец щупами контрольной лампы как раз и "поймает" 380 В.



### ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Индикатор напряжения обычно выполнен в виде отвёртки с окошечком на ручке или прозрачной рукояткой, через которую можно проследить световой сигнал, появление которого говорит о наличии фазы напряжения на жале индикатора-отвёртки.

В рукоятке встроены лампа тлеющего разряда и сопротивление(резистор) не менее 1 МегаОма.

При замерах необходимо коснуться пальцем руки контактного пятка на торце ручки указателя, для обеспечения работы газоразрядной лампы.

Обратите внимание на жало одета ПВХ-трубка, сделайте так же, для предотвращения случайных касаний этим местом токоведущих частей и избежания ненужных замыканий. Обычно указатели напряжения, отвёртки-индикаторы рассчитаны на замер напряжения от 110 до 380 вольт, что и должно быть написано на рукоятке.

ПРОБНИК-ИНДИКАТОР "STDZ"

Основные функции:



1. Проверка напряжения переменного тока: контактным методом *70-250 вольт*; бесконтактным *70-600 вольт*
2. Проверка напряжения постоянного тока: *до 250 вольт*.
3. Проверка полярности: *1.5-36 вольт*.
4. Обнаружение внутреннего обрыва: *0-50 Мом*.
5. Обнаружение СВЧ-утечки: *>5MW/см2*.

Примечания:

1. Пробник нельзя использовать при напряжении выше установленного.
2. Нормальный режим работы при TEMP: от *-10 до +50 Со* и частоте *от 50 до 500 Гц*.
3. При солнечном свете не видно свечение индикатора.
4. Перед замерами пробник должен быть проверен ( ниже ).
5. Нельзя применять под дождём.
6. Отвёрточное лезвие предназначено для замеров, крутить винты, во избежание поломки, не рекомендуется.
7. Пользоваться можно только исправным прибором.
8. При присутствии статического напряжения, могут выдаваться ошибочные показания.
9. Нельзя заменять элементы пробника на элементы с другими параметрами.

Замена батарей:

1. Отверните винт-сенсор с торца ручки против часовой стрелки.

2. Аккуратно поправляя провод вдоль батарей, замените их.
3. Не применяйте пробник-индикатор со снятым винтом-сенсором.
4. Не закручивайте сильно винт, лопнет корпус.



#### Контактный метод

Когда определяете фазу напряжения в сети переменного тока не надо касаться сенсора. В противном случае индикатор будет загораться и при касании фазы и при касании нулевого провода. Во избежании серьезных ошибок не забывайте об этом. Касанием к сенсору определяем нулевой контакт при отключенной сети.



#### Бесконтактный метод

Определяется наличие напряжения в кабелях, розетках, выключателях. Можно обнаружить обрыв в проводе, двигаясь вдоль, до прерывания свечения индикатора.

Так же проверяется наличие высокого напряжения в системах зажигания двигателей. Показываются места скрытой проводки, наличие высокого напряжения в телевизорах и мониторах, напряжение в трансформаторах.



Перед экраном телевизора или электронно-лучевого монитора замеряется расстояние распространения вредного статического поля. У микроволновой печи по периметру дверцы замеряется присутствие утечки высокочастотных полей.

#### Поиск полярности

Можно определять полярность аккумуляторных батарей и элементов питания прикасаясь к одному полюсу лезвием пробника, при этом палец на сенсоре, а к другому пальцем второй руки. Яркое свечение индикатора - положительный (+) вывод элемента, тусклое - отрицательный (-).



#### Проверка на "обрыв"

STDZ пробник ("прозвонка") проверяет электрические цепи на "обрыв" и показывает (грубо) наличие сопротивления в цепи. Касаемся пробником, прижимая сенсор, одного контакта электролампы, другого держимся рукой. Свет от индикатора показывает целостность внутренней цепи.



#### Тест электронных компонентов

Так же, легко определяются электроды на диодах, можно определять переходы на транзисторах.

**НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ТЕХНИКУ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ !**

#### MULTIMETER

266 CLAMP METER токоизмерительные клещи



Еще один вариант китайских производителей. Полезен для измерения переменного тока не разрывая цепи и большого сопротивления для обнаружения плохой изоляции.

Измерения тока происходит за счет обхвата клещами проводника, находящегося под нагрузкой.

Т.е. одного провода из двух или трех в зависимости от количества фаз в сети.

Для измерения, например, тока потребления агрегата холодильника, нужно с задней стороны найти отдельный питающий провод и делать замеры с него.

Вообще, много бытовой техники с трудным доступом к отдельному проводу - пылесосы, холодильники, электропечи, стиральные машины.

При необходимости можно изготовить переходник из удлинителя. Снять первичную изоляцию в одном месте длиной сантиметров 15 и развести провода, чтобы вставить клещи.

В основном ток замеряется при подозрении на междуветковое замыкание электродвигателей бытовой техники. Встроенный в клещи мегометр служит для измерения сопротивления изоляции электрооборудования. Существуют нормы допустимых значений сопротивления оборудования и кабелей.

Бытовую технику производители стараются изготавливать в пластмассовых корпусах, чтобы максимально защитить потребителя от удара током, в том числе из - за плохого сопротивления изоляции электроэлементов.

### МУЛЬТИМЕТР DT-830B

Исключительно всем необходимо уметь пользоваться измерительными приборами.

Вольтамперометр - универсальный прибор (коротко-"тестер", от слова "тест"). Разновидностей очень много, все мы их рассматривать не будем, возьмем самый легкодоступный для всех мультиметр китайского производства DT-830B.

МУЛЬТИМЕТР DT-830B состоит из:

- дисплей ж/к
- переключатель многопозиционный
- гнезда для подключения щупов
- панель для проверки транзисторов
- задняя крышка(будет нужна для замены элемента питания прибора, элемент типа "Крона" 9 вольт)

Положения переключателя разделены на сектора:

**OFF/on** -выключатель питания прибора

**DCV** - измерение напряжения постоянного тока(вольтметр)

**ACV** - измерение напряжения переменного тока(вольтметр)

**hFe** - сектор включения измерения транзисторов

**1.5v-9v** - проверка элементов питания.

**DCA** - измерение постоянного тока (амперметр).

**10A** - сектор амперметра для измерения больших значений постоянного тока(по инструкции измерения проводятся в течение нескольких секунд).

**Диод** -сектор для проверки диодов.

**Om** -сектор измерения сопротивления.



#### Сектор DCV

На данном приборе сектор разделен на 5 диапазонов. Проводятся измерения от 0 до 500 вольт. Напряжение постоянного тока большой величины нам встретится только при ремонте телевизора. Этим прибором при больших напряжениях нужно работать крайне осторожно.

При включении в положение "500" вольт на экране в левом верхнем углу загорается предупреждение HV, о том, что включен самый верхний уровень измерения и при появлении больших значений нужно быть предельно внимательным.



Обычно измерение напряжения ведется переключением больших положений диапазона на меньшие, если вы не знаете величину измеряемого напряжения. Например, перед измерением напряжения на аккумуляторной батарее сотового телефона или автомобиля, на которых написано максимальное напряжение 3 или 12 вольт, то ставим смело сектор в положение "20" вольт. Если поставим на меньшую, например, на "2000" милливольт прибор может выйти из строя. Если поставим на большую - показания прибора будут менее точными.

Когда вы не знаете величину измеряемого напряжения (конечно же в рамках бытового электрооборудования, где оно не превышает величин прибора), тогда выставляете на верхнее положение "500" вольт и делаете замер. Вообще-то, грубо замерять, с точностью до одного вольта, можно на положении "500" вольт.

Если требуется большая точность, переключите на нижнее положение, только чтобы величина измеряемого напряжения не превышала значения на положении выключателя прибора. Этот прибор удобен в измерении именно напряжения постоянного тока в том, что не требует обязательного соблюдения полярности. Если полярность щупов ("+" - красный, "-" - черный) не будет совпадать с полярностью измеряемого напряжения, то в левой части экрана появится знак "-", а величина будет соответствовать измеряемой.



### Сектор ACV

Сектор имеет на данной разновидности прибора 2 положения - "500" и "200" вольт.

С большой осторожностью обращайтесь с измерениями 220-380 вольт.

Порядок измерений и установки положений аналогичен сектору DCV.

### Сектор DCA

Является миллиамперметром постоянного тока и применяется для измерения маленьких токов, в основном в радиоэлектронных схемах. Нам пока не пригодится.

Во избежание поломки прибора, не ставьте переключатель на этот сектор, если забудете и начнете измерять напряжение, то прибор выйдет из строя.

В связи с этим нужно обязательно рассказать поучительную историю. Будучи любопытным ребенком и уже знающим как прозвонить электрическую цепь, например, нить накала лампы или провод на обрыв, с помощью прибора, я не различал, что такое напряжение и ток.

Не помню, что случилось с прибором который, у меня был, но потребовался "тестер" что-то "прозвонить" на обрыв. Попросил у друга. Вася взял у папы. Хороший стрелочный русский Ц - 2 ..., не помню уже какой, Вася дал мне. Измерив, то что надо было, я отложил прибор в сторону и забыл про него. А вспомнил тогда, когда увидел, что на розетке в стене написано **220 В 6А**.

То-ли я захотел убедиться в точности прибора, то-ли в соответствии написанного на розетке, короче, напряжение я померил, оно соответствовало. Конечно переключатель стоял на измерении напряжения, как положено. Теперь не долго думая ставлю переключатель в положение **10 А** измерения тока и вставляю щупы в загадочные дырочки в стене.

Такого взрыва не помню за всю свою жизнь. Прибор разорвало на почерневшие осколки, лицо было как у негера в темноте, уши золотило на пол-часа, хорошо дома не было никого, так бы получил по "полной программе".

Так вот, прежде чем пытаться что-то делать, при малейшем подозрении на присутствии напряжения, нужно знать элементарные вещи: что такое ток, напряжение, сопротивление. Можете прочитать на первой странице книги: <http://www.eleczon.ru/step.html>.

Так идем дальше. Есть еще положение **10 А** измерения постоянного тока (амперметр). Измерения производятся с перестановкой провода из второго гнезда в гнездо **10 А**. Если вам необходимо измерять ток какого - либо электроприбора, можно воспользоваться амперметром, но опять же с большой осторожностью. В инструкции по прибору написано, что измерения тока производить несколько секунд, но я бы не рекомендовал бы лишний раз пользоваться этой возможностью. Если вы будите читать домашние уроки, то узнаете, что есть другие способы узнать примерную величину силы тока и этого будет нам более предостаточно.

### Сектор измерения сопротивления (омметр).

Разделен на положение от **200 Ом** до **2 Мом** (2000000 Ом).

Можно измерять сопротивление от 1 Ома до 2 Мом со следующими нюансами:

Во-первых: китайский мультиметр не является точным прибором и погрешность его показаний довольно велика.

Во-вторых: непредсказуемая большая чувствительность при точных измерениях. В связи с этим, при замыкании щупов между собой, прибор указывает на сопротивление цепи, которой не следует пренебрегать, а считать её за сопротивление провода на щупах, т.е. при измерении маленьких сопротивлений из результата нужно отнять значение, полученное при замыкание щупов.

Например: замеряем сопротивление лампы, т.к. лампа имеет маленькое сопротивление, ставим в положение **200 Ом**.

Сначала замкнем щупы между собой. У меня прибор показал **0.9 Ом** - это значит мы и отнимим, после измерения нужного нам сопротивления. Замеряем на лампе получаем **70.8 - 0,9 = 69.9 Ом**.



Учтите, что показания приблизительны, но в наших случаях с бытовыми электроприборами этого достаточно.

Работа вверх по диапазону сектора не представляет ничего сложного. Если у вас на экране слева показана единица, то сопротивление больше, чем установленное положение переключателя, а если единица на экране при положении выключателя 2000КОм, то можно считать цепь оборванной.

При появлении цифр имеет присутствие некое сопротивление в цепи. Опять же чтобы разобраться в значениях сопротивлений прочитайте первую страничку книги: <http://www.eleczon.ru/step.html>

#### Замена батареи:

Как только вы заметите сбой на дисплее, пропадают цифры или показания не соответствуют с примерными значениями, значит пришла пора заменить батарею. Маленькая крестовая отвертка - задняя крышка - новый элемент 9 V.

#### Сектор Диод.

Одно положение для проверки диодов на пробой (на маленькое сопротивление) и на обрыв (бесконечное сопротивление). Принципы измерения основаны на работе Омметра. Также как и hFE.

#### Сектор hFE

Для измерения транзисторов имеется панелька с указанием в какое гнездо какую ножку транзистора помещать. Проверяются транзисторы обеих n - p - n и p - n - p проводимостей на пробой, обрыв и на большее отклонение от стандартных сопротивлений переходов.

Источник: <http://www.eleczon.ru/class.html>

## Как пользоваться мультиметром

Этот вопрос часто задаётся на форуме, поэтому и был написан этот краткий гайд. Для примера был взят самый распространённый и дешёвый китайский мультиметр за 150 рублей. Точности от такого приборчика ожидать не стоит, но со своими обязанностями он вполне справляется.

Начну с расшифровки переключателя.

DCV – измерение постоянного напряжения

ACV - измерение переменного напряжения

DCA – измерение постоянного тока

hfe – измерение параметров транзистора

temp – измерение температуры, при помощи специального датчика

Измерение сопротивления – значок Ом, у меня нет его на клавиатуре)

На нормальных приборах бывает знак HZ – измерение частоты, ACA - измерение переменного тока, память результатов и.т. д

**Измеряем постоянное напряжение, проверяем батарейку типа Крона.** Для этого выбираем соответствующий предел измерения переключателем, 20 вольт в этом, конкретном случае, вполне подходит. На будущее, если напряжение(ток, сопротивление) неизвестно даже примерно, начинаем измерение с максимальной величины, иначе прибор может выйти из строя..



На приборчике есть красный и чёрный провод. Красный, как и всегда в электротехнике, принято считать плюсом. Включаем его в плюсовой коннектор мультиметра, который не трудно найти, если прочесть надписи около гнезд прибора.



Если полярность измеряемого напряжения перепутать, ничего страшного не произойдёт, просто перед величиной на дисплее возникнет минус.



Вот она китайская точность, в дохлой Кроне обнаружилось почти 10 вольт...

Теперь проведём **измерение переменного напряжения** бытовой электросети. Выбираем нужное положение переключателя и меряем. К этой процедуре всегда надо относиться внимательно, при неверном положении прибор выйдет из строя. Излишне говорить, что перед такими опытами надо убедиться в исправности изоляции проводов и щупов тестера.



**Измерение сопротивления.** Тут всё по такому же сценарию. Устанавливаем предел измерения мультиметра и мерим. 677 Ом, почти суперская точность, номинал резистора 680!



Тут же и есть возможность проверки диодов, но в этом приборчике функция не работала с рождения. При её помощи можно определить полярность диода, проверить р-п переходы транзистора.

Измерение постоянного тока проводится включением мультиметра в разрыв цепи. Не путать с измерением напряжения!

Есть и ещё одна тонкость, которую надо знать. Для измерения тока свыше 0.2А(лампочка от карманного фонарика), помимо установки переключателя, надо ещё и поменять гнездо на самом приборе! Иначе что? Да, угадали, из китайской мыльницы пойдёт дым)



Мы будем измерять ток потребления маленькой лампочки, поэтому предела 200ма должно хватить.



Для измерения больших токов существуют вот такие забавные мультиметры с клипсой-прищепкой. Работает такой прибор просто, по принципу трансформатора, где первой обмоткой является провод, в котором надо измерить ток. Следует заметить одно, прицеплять эту прищепку надо только на один провод. Таким девацсом можно безопасно измерить ток более 1000 Ампер в промышленном проводе, толщиной с детскую руку.



Температура меряется специальным выносным датчиком, у меня его нет. Точность у этого прибора такая, что прока от этой функции не наблюдается.

Между значком Ом и измерителем транзисторов видно точку со скобочками, это вестма полезная опция прозвонки с встроенной пищалкой. Работает примитивно, если есть контакт – пищит, нет контакта – молчит.

Ну вот, вкратце и всё. Если Вы располагаете средствами, то такой дешевый прибор лучше не покупать. Возьмите хотя бы за 1500 рублей... Там и функций будет больше и точность будет на уровне.

Источник: <http://www.casemods.ru/>

### **Дополнительные материалы:**

#### **Как выбрать мультиметр**

Лет двадцать назад самый сложный прибор этого типа мог измерять силу тока, напряжение и сопротивление (отсюда и старое название — авометр). И даже несмотря на всеобщую цифровизацию мультиметров, их старшие аналоговые братья пока не сдали своих позиций — в ряде случаев они по-прежнему незаменимы (например, для быстрой качественной оценки параметров или при измерениях в условиях радиопомех)...

<http://electricalschool.info/main/electroinstrument/130-kak-vybrat-multimetr.html>

#### **Сравнение мультиметров PROFESSIONAL и MASTECH**

Многие электрики и радиолюбители используют недорогие цифровые мультиметры M-830B, M 832 и им подобные. Невозможно представить рабочий стол ремонтника без удобного недорогого цифрового мультиметра. В этой статье рассмотрено устройство цифровых мультиметров 830-серии, наиболее часто встречающиеся неисправности и способы их устранения.

<http://electricalschool.info/main/electroinstrument/133-sravnenie-multimetrov-professional-i.html>

#### **Как устранить повреждения в электропроводке**

Простые повреждения в электропроводке можно устранить самому. При этом следует помнить, что все монтажные работы выполняются только при обесточенной проводке, т. е. вывернутых пробках. Чтобы избежать перегрузок на электропроводку при пользовании большим количеством электроприборов, производят расчет. Например, мощность всех горящих ламп и электроприборов в сумме равна 1000 Вт, а напряжение в сети 220 В, тогда суммарная сила тока составит 4,5 А.



<http://electricalschool.info/main/electroinstrument/56-kak-ustranit-povrezhdenija-v.html>

#### **Как починить разорванный шнур**

Если по каким-то причинам не работает электроприбор, включаемый в розетку, то в первую очередь следует проверить не поврежден ли шнур. Как легче найти место разрыва шнура? Надо сгибать провод по всей длине. В месте разрыва провод оказывает меньшее сопротивление. Если разорван только один провод...

<http://electricalschool.info/main/electroremont/63-kak-pochinit-razorvannyj-shnur.html>

### Как отремонтировать елочную гирлянду

Наиболее часто встречающаяся неисправность елочной гирлянды, это перегорание одной или нескольких лампочек. Чтобы отремонтировать гирлянду, необходимо среди достаточно большого количества лампочек, ее составляющих, найти неисправную. Можно, конечно, проверить пробником каждую лампочку отдельно, но это долго и не рационально. Быстро определить перегоревшую лампочку можно...

<http://electricalschool.info/main/electroremont/65-kak-otremontirovat-elochnuju-girjandu.html>

### Что делать, если погас свет и обесточилась квартира

Прежде всего, нужно выяснить, при каких обстоятельствах это произошло. Если, например, свет погас в момент включения электроприбора, значит, причина, по всей вероятности, в нем. Прибор нужно немедленно отключить и без проверки больше не включать. Если это произошло при включении люстры, то чаще всего при этом перегорела лампа, а от броска тока выбило пробку. Если причина выбивания пробок осталась пока не известной, следует...

<http://electricalschool.info/main/electroremont/84-cto-delat-esli-pogas-svet-i.html>

### Простейшие способы проверки исправности электрорадиоэлементов

Для проверки проволочного и непроволочного резисторов постоянного и переменного сопротивления необходимо проделать следующее: произвести внешний осмотр; проверить работу движущего механизма переменного резистора и состояние его частей; по маркировке и размерам определить номинальную величину сопротивления, допустимую мощность рассеяния...

<http://electricalschool.info/main/electroremont/80-prostejjshie-sposoby-proverki.html>

### Проверка схем вторичной коммутации под напряжением

Рассмотрим проверку под напряжением схем оперативных цепей (управления, защиты, автоматики, сигнализации, блокировки). Проверка схемы под напряжением проводится при отключенной силовой цепи после проверки правильности монтажа электрических цепей, настройки аппаратуры и испытания изоляции. Предварительно должны быть также проверены все контактные соединения на клеммниках и аппаратах (отверткой), а также полярность подаваемого напряжения...

<http://electricalschool.info/main/naladka/117-proverka-skhem-vtorichnoj-kommutacii.html>



### Диагностика УЗО перед установкой

Чтобы исключить ложные срабатывания УЗО и быть уверенным, что оно сработает в нужный момент, необходимо выполнить следующее: Измерить ток утечки в зоне защиты УЗО. Он должен не превышать  $1/3$  номинального отключающего дифференциального тока УЗО. Произвести измерения силы тока при включенных на максимальную мощность электроприборов на данном участке электропроводки. Номинальный ток на который рассчитано УЗО, должен быть больше...

<http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/124-diagnostika-uzo-pered-ustanovkojj.html>

## Методы поиска неисправностей в электрических схемах электрооборудования кранов

Электрооборудование башенного крана состоит из большого числа электродвигателей, электрических аппаратов и приборов, связанных между собой электропроводкой, длина которой достигает нескольких тысяч метров. В процессе работы крана могут возникать повреждения в электрических схемах. Эти повреждения могут быть вызваны выходом из строя элементов машин и аппаратов, обрывом электропроводки и повреждением изоляции. Неисправности электрической схемы устраняют в два этапа. Сначала ищут...

<http://electricalschool.info/main/electroshemy/102-metody-poiska-neispravnostejj-v.html>



### Как проверить правильность показаний электросчетчика

Учет электроэнергии, потребляемой всеми приборами и лампами, имеющимися в квартире, производится электросчетчиками. По их показаниям и вычисляется оплата за пользование электроэнергией. Если возникнут сомнения в правильности показаний счетчика, его можно легко проверить. Для этого надо...

<http://electricalschool.info/main/uchet/141-kak-proverit-pravilnost-pokazanij.html>

## Школа для электрика. Все секреты мастерства

Устройство, проектирование, монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования.

Новый информационный электротехнический сайт.

**«Школа для электрика» - сайт, как для новичков, так и для профессионалов!**

На сайте - статьи, книги, полезные советы, другие материалы.

Задача этого сайта предельно проста - поиск и установка правильных смысловых связей, хороших ответов на вопросы, которые ставит жизнь, перед людьми, занимающимися монтажом, наладкой, эксплуатацией и ремонтом электрооборудования, как на профессиональной основе, так и в быту.

Каждая статья доступна для обсуждения и комментирования, поэтому приветствуется обмен мнениями на сайте в пределах заданной каждой статьей темы!

**Адрес сайта «Школа для электрика. Все секреты мастерства»:**

<http://www.electricalschool.info/>



# Оценка высокоомных сопротивлений мультиметром

*А. ПШЕНИЧНЫЙ г. Харьков, Украина*

Хочу поделиться опытом необычного использования зарубежных карманных мультиметров фирм **Mastech (M-830)**, **ALDA (M838)** и др., расширяющего их возможности.

Для мультиметров этого класса верхний предел измерения сопротивлений не превышает 2 МОм. При необходимости ориентировочной оценки сопротивления свыше 2 МОм, особенно при ремонте радиоаппаратуры с минимальным набором измерительных приборов, рекомендую поступать следующим образом.

Переключатель вида измерений мультиметра надо установить в режим измерения постоянного напряжения на пределе 2 В (2000 мВ). Один из щупов мультиметра установить в гнездо "А". Один из выводов проверяемого резистора установить в отверстие гнезда "С" (коллектор) панельки для подключения транзисторов (на этом контакте панельки постоянное напряжение около 3,1 В).

Концом щупа прикасаются к другому выводу резистора. На индикаторе мультиметра высветится показание (напряжения), обратно пропорциональное сопротивлению резистора. Точнее, показание в мВ:  $U_{и} = 3,1(R_x + R_{и})/R_{и}$ , где  $R_x$ ,  $R_{и}$  - проверяемое и входное сопротивления измерителя в МОм.

По результатам пробных измерений я составил таблицу, в которой сопротивлению, указанному в левой колонке, соответствует определенное показание цифрового индикатора в режиме вольтметра.

Величина сопротивления, МОм	Показания индикатора, мВ
1,0	1500
1,5	1225
2,4	915
3,0	750
3,6	650
5,1	500
33 и далее до 100 МОм	90 и менее до 1

Очень удобно таким способом ориентировочно оценивать (по скорости зарядки) емкость конденсаторов от 1000 пф и выше, а также качество их диэлектрика.

При замыкании вышеописанной цепи индикатор мультиметра будет менять ряд показаний а порядке убывания. Установившееся показание укажет остаточную утечку диэлектрика конденсатора. Для более точного результата переключатель вида измерений можно установить в положение "200 мВ". Чем больше емкость конденсатора, тем дольше меняются показания индикатора. Хорошему диэлектрику соответствуют показания цифр 0-2 в младшем разряде индикатора.

И еще об одном использовании мультиметра. Очень оперативно и удобно при наличии в мультиметре режима звуковой прозвонки сопротивления до 1 кОм определять емкость оксидных конденсаторов по продолжительности звукового сигнала, зачастую даже не выпаивая конденсатор из конструкции. Для этого щупами прибора прикасаются к выводам конденсатора без соблюдения полярности в положении переключателя вида измерений "звуковая прозвонка".

Источник: <http://www.sires.narod.ru/>

## Приставка для измерения температуры цифровым мультиметром

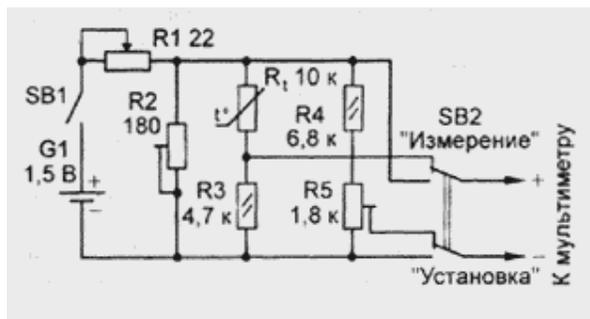
*В. Ратновский г. Самара*

Простая приставка, содержащая шесть резисторов (схема приведена на рисунке), позволяет использовать цифровой вольтметр (или мультиметр) для измерения температуры с разрешающей способностью 0,1°C и тепловой инерцией в 10...15 с. При таком быстродействии его можно применять и для измерения температуры тела. В измерительный прибор вносить изменений не требуется, а изготовление приставки доступно и начинающим радиолюбителям.

В качестве датчика применен полупроводниковый терморезистор СТЗ-19 с номинальным сопротивлением 10 кОм при  $t = 20^\circ\text{C}$ . Вместе с дополнительным резистором R3 он образует одну половину измерительного моста. Вторая половина моста - делитель напряжения из резисторов R4 и R5, последний при калибровке устанавливают начальное значение выходного напряжения. Мультиметр используется в режиме измерения постоянного напряжения на пределах 200 или 2000 мВ. Соответствующим выбором сопротивления резистора R2 изменяют чувствительность измерительного моста.

Непосредственно перед измерением температуры переменным резистором R1 устанавливают напряжение питания измерительной цепи равным тому, при котором производилась первоначальная калибровка. Включают приставку для отсчета измеряемой температуры кнопочным выключателем SB1, а перевод из режима измерения в режим установки напряжения - переключателем SB2.

Расчет включаемого последовательно с терморезистором дополнительного резистора R3 производят по формуле  $R3 = R_{TM}(B - 2T_M)/(B + 2T_M)$ , где  $R_{TM}$  - сопротивление терморезистора в середине температурного диапазона; B - постоянная терморезистора;  $T_M$  - абсолютная температура в середине измерительного диапазона  $T = t^\circ + 273$ .



Такая величина R3 обеспечивает минимальное отклонение характеристики от линейной.

Постоянная терморезистора определяется по измерению сопротивлений  $R_{T1}$  и  $R_{T2}$  терморезистора при двух значениях температуры  $T_1$  и  $T_2$  и последующим вычислением по формуле  $B = \ln(R_{T1}/R_{T2})/(1/T_1 - 1/T_2)$ .

Напротив, при известных параметрах терморезистора с отрицательным ТКС его сопротивление для некоторой температуры  $T$  можно определить по формуле  $R_T = R_{T20} e^{(B/T - B/293)}$ , где  $R_{T20}$  - сопротивление терморезистора при температуре  $20^\circ\text{C}$ .

Калибровку приставки производят в двух точках:  $T_{K1} = T_M + 0,707(T_2 - T_1)/2$  и  $T_{K2} = T_M - 0,707(T_2 - T_1)/2$ , где  $T_M = (T_1 + T_2)/2$ ,  $T_1$  и  $T_2$  - начало и конец температурного диапазона.

В процессе первоначальной калибровки со свежим элементом питания сопротивление переменного резистора R1 устанавливают максимальным, чтобы по мере потери емкости и снижения напряжения элемента можно было сохранять напряжение на мосте неизменным (приставка потребляет ток около 8 мА). Регулированием подстроечных резисторов R2, R5 добиваются соответствия в трех знаках показаний цифрового индикатора мультиметра значениям температуры терморезистора  $T_{K1}$  и  $T_{K2}$ , контролируемой точным термометром. При его отсутствии

воспользуйтесь, например, медицинским термометром для контроля температуры в пределах его шкалы и стабильной температурой таяния льда - 0°C.

В качестве мультиметра автором использован M-830 фирмы Mastech. Резисторы R2, R5 лучше применить многооборотные (СП5-1В, СП5-14), а R1 - однооборотный, например ППБ; резисторы R3 и R4 - МЛТ-0,125. Для включения питания и переключения режима приставки можно взять кнопочные переключатели П2К без фиксации.

В изготовленной приставке были установлены границы диапазона измеряемой температуры - T1 = 15°C; T2 = 45°C. В случае измерений в диапазоне положительных и отрицательных значений температуры по шкале Цельсия индикация знака получается автоматически.

Источник: <http://www.chipinfo.ru/>

### Бесплатная электронная книга «Секреты ремонта утюгов»

В один прекрасный день, включив утюг в розетку и прождав 5 – 10 минут, Вы понимаете, что он не работает. Такой красивый, удобный, привычный ... и не работает. Выход – выкинуть и купить новый – не самый лучший вариант. Значит, нужен ремонт. В 80% случаев утюг можно вернуть в рабочее состояние. В 20% перегорает нагревательный элемент и в этом случае действительно дешевле выкинуть его и порадовать себя новой покупкой.



Если Вы хотите научиться качественно ремонтировать современные утюги, то в этом Вам поможет электронная книга «Секреты ремонта утюгов. Правила эксплуатации, поиск неисправностей, методы ремонта».

<http://electricalschool.info/main/electroremont/69-sekrety-remonta-utjugov.html>



### Бесплатная электронная книга "Интернет для электрика"



С чего начать свое путешествие по просторам Интернета специалисту-электрику? Где и как максимально быстро и эффективно искать нужную, очень часто узкоспециализированную информацию?

Фактически книга "Интернет для электрика" - это справочник по информационным электротехническим ресурсам как русскоязычного, так и англоязычного Интернета.

<http://electrolibrary.info/main/webelectrik.htm>

# Токовые клещи и переносные мультиметры

*Валерий Авербух*

Этот обзор посвящен наиболее распространенным электроизмерительным приборам, без которых не обходится ни одно предприятие. Эти приборы — переносные мультиметры. Также рассмотрены и токовые клещи, поскольку сейчас большая часть из них представляет собой мультиметры с датчиками тока той или иной конструкции, и невозможно рассматривать эти группы приборов отдельно.



## 1. Конструкции магнитопроводов устройств для бесконтактного измерения силы тока без разрыва цепи

Токовые клещи для бесконтактного измерения силы тока без разрыва измеряемой цепи представляют собой магнитопровод, замыкаемый вокруг проводника с измеряемым током, играющим роль первичной обмотки.

Для измерения силы только переменного тока выходной сигнал снимается со вторичной обмотки, наложенной на этот сердечник. Погрешность преобразования таких трансформаторов обычно составляет порядка  $\pm 0,5...2\%$  и в той или иной мере зависит от расположения токовой шины относительно магнитопровода. Это существенно хуже, чем у трансформаторов тока с неразъемным сердечником, где достигается погрешность  $0,1\%$ . Однако удобство работы во многих случаях перевешивает этот недостаток. Нижняя граница полосы пропускания таких устройств обычно нормируется от 10 до 30 Гц, верхняя — от 65 Гц до  $0,5...5$  кГц, в некоторых случаях достигая 100 кГц (модель C160 французской компании Chauvin-Arnoux).

Кроме конструкции, описанной выше, для измерения силы только переменного тока без разрыва цепи применяются и другие устройства. Некоторое распространение получила конструкция с магнитопроводом в виде одеваемой на шину жесткой незамкнутой вилки. Она проще, но дает значительную погрешность и зависимость от положения токовой шины. Например, модель A7 фирмы APPA имеет погрешность  $\pm(30\% + 3 \text{ ед. отсчета})$ .

Для работы с шинами большого размера и сложной формы используется так называемый «пояс Роговского». Он представляет собой гибкую цилиндрическую вторичную обмотку, намотанную на немагнитном сердечнике (шнуре) и замыкаемую вокруг играющей роль первичной обмотки шины с током (серии AmpFlex A100 и AmpFlex A101 компании Chauvin-Arnoux, серия CP-Flex испанской компании Circutor). Погрешности и полоса пропускания «пояса Роговского» одного порядка с погрешностями, которые дают стандартные клещи переменного тока. Преимуществом его является высокая линейность, определяемая отсутствием магнитного сердечника, недостатком — чувствительность, существенно меньшая, чем у токовых клещей стандартной конструкции. Поэтому в комплект поставки таких устройств может входить усилитель, как, например, у AmpFlex A100.

Если необходимо измерять силу как постоянного, так и переменного тока, в зазорах магнитопровода клещей размещают датчики Холла, преобразующие магнитное поле в напряжение. При протекании тока по силовой шине, охватываемой магнитопроводом, датчики Холла вырабатывают напряжение, пропорциональное силе измеряемого тока. Погрешности таких клещей несколько больше, чем у клещей переменного тока трансформаторного типа — обычно  $\pm 1...3\%$ .

Нижняя граница полосы пропускания — постоянный ток, значения верхней границы ниже, чем у клещей переменного тока трансформаторного типа — обычно 2...10 кГц.

## **2. Выполняемые функции, схемотехника и конструкции переносных мультиметров**

В состав любого мультиметра входят измерительная схема, устройство индикации (дисплей) и узел питания, роль которого обычно выполняет батарея гальванических элементов или аккумулятор. Большинство современных мультиметров имеют устройства для реализации дополнительных сервисных функций, облегчающих процесс измерения.

В течение многих лет самыми распространенными электроизмерительными приборами были переносные мультиметры без усилительных элементов и сервисных функций, использующие индикацию и измерительную схему на основе микроамперметров постоянного тока. Такие приборы измеряли напряжения и силу постоянного и переменного тока (средне-выпрямленное значение), а также сопротивление по постоянному току. Главные преимущества — дешевизна и отсутствие необходимости в питании при измерении напряжения и силы тока. Недостатки: большие погрешности измерения, низкая чувствительность, нелинейность шкалы при измерениях переменного напряжения, переменного тока и сопротивления.

Необходимость получения приемлемой устойчивости к механическим сотрясениям определяла использование микроамперметров с током полного отклонения 25...100 мкА. Подвеска подвижной части их выполнялась на игольчатых подшипниках. В результате сухого трения в них имеет место гистерезис, то есть показания зависят от того, с какой стороны стрелка подходит к установившемуся значению. Погрешность таких микроамперметров лежит обычно в пределах 2...3 % полной шкалы, и ниже опуститься практически невозможно.

Дополнительным источником погрешности при измерении на переменном токе является нелинейность за счет падения напряжения на открытых диодах детектора (для кремния — около 0,6 В). Эти погрешности значительны при напряжениях, сравнимых с этим значением, и снижаются с увеличением измеряемого напряжения. Верхняя граница полосы пропускания таких мультиметров на переменном токе обычно лежит в пределах от 0,5 до 10 кГц.

Схема, используемая при измерении сопротивлений, приводит к гиперболической зависимости показаний от измеряемого сопротивления, существенно увеличивающей погрешность. Так, если погрешность по постоянному току составляет 2,5 % полной шкалы, при измерении сопротивления, соответствующего четверти шкалы, погрешность составляет около 10 %, середине — 5 %, трем четвертям — 10 %, 90%–25 %. Это приемлемо далеко не всегда.

Удобство аналоговой индикации для быстрого считывания результатов, особенно в случаях плохой видимости или плохого зрения оператора, так же, как и дешевизна, определяют устойчивое сохранение на рынке некоторого количества таких мультиметров, несмотря на их недостатки.

Введение в измерительные схемы мультиметров активных элементов — транзисторов и аналоговых интегральных схем (чаще всего — операционных усилителей) — позволило поднять чувствительность, использовать более прочные механически микроамперметры меньшей чувствительности, линеаризовать шкалы переменного напряжения, переменного тока и сопротивления.

Выпрямление переменного напряжения обычно выполняется схемами на операционных усилителях с диодами в цепи обратной связи, обеспечивающими высокую линейность. Если такие схемы работают на микро-амперметре, и постоянные времени фильтров детектора невелики, то измеряется среднее значение, при значительных постоянных времени измеряется пиковое значение переменного напряжения, а дисплей показывает эффективное значение, пересчитанное для синусоидального сигнала (модель Protek 5050 фирмы Hung Chang). Измерение сопротивления производится схемой с источником тока, обеспечивающей хорошую точность, линейность и существенно расширяющей диапазон измерения. Например, в вышеупомянутом мультиметре Protek 5050 максимально измеряемое сопротивление — 1000 МОм. Наличие внутреннего источника питания позволяет добавлением несложных аналоговых схем получить функции измерения

емкости, частоты, температуры, тестирования диодов, транзисторов, а также проверки целостности цепей с контролем при помощи звуковой индикации. Сервисные функции в таких приборах отсутствуют.

Широкое распространение получили приборы, основным элементом измерительной схемы которых является однокристалльный вольтметр интегрирующего типа, управляющий жидкокристаллическим дисплеем. Обычно такие микросхемы имеют разрешение 3 1/2, 3 3/4 и 4 1/2 десятичных разряда, то есть максимальные показания дисплеев составляют 1999, 3999 и 19 999 соответственно. Ряд таких микросхем имеют сервисную функцию остановки измерения с запоминанием последнего значения. Так построено большинство имеющихся на рынке недорогих приборов, в частности производимых в Юго-Восточной Азии. Приборы устойчивы к сотрясениям, прочность их определяется практически только корпусом.

Выпрямление переменного напряжения обычно выполняется схемами типа «идеального диода» с операционными усилителями, обеспечивающими высокую линейность, причем измеряется пиковое значение переменного напряжения, а дисплей показывает эффективное значение, вычисленное для сигнала синусоидальной формы. Измерение сопротивления производится схемой с источником тока, обеспечивающей хорошую линейность и точность. Погрешности измерения постоянного и переменного напряжения, а также сопротивления обычно порядка 0,5...3 %, силы тока несколько выше — 2...3 %. Многие из таких мультиметров измеряют также емкость, иногда — температуру, частоту и имеют режим прозвонки цепей.

Аналоговая индикация удобнее для быстрого считывания, цифровая — для считывания точных значений результатов измерения. Чтобы совместить преимущества цифровой и аналоговой индикации, некоторые приборы имеют и жидкокристаллический дисплей, и микроамперметр. Так, например, выполнена модель С. А 5011 компании Chauvin-Arnoux. Другой вариант сохранения в цифровых мультиметрах преимуществ аналоговой индикации — введение на дисплей дополнительной строки или дуги аналоговой индикации. Такая имитация микроамперметра получила широкое распространение.

Как упоминалось выше, при использовании детекторов типа идеального диода с операционными усилителями, в зависимости от соотношения частоты сигнала и постоянной времени фильтра после детектора, получают среднее или пиковое значение переменного напряжения на его входе. Это делает точность прибора зависимой от формы (или искажения) сигнала. Для получения не пересчитанного, а реального действующего значения переменного напряжения применяют микросхемы детекторов истинного среднеквадратичного значения (True RMS). При этом зависимость показаний от формы сигнала значительно уменьшается. Кроме того, появляется возможность измерять эффективное значение суммы переменного и постоянного напряжений. Количество мультиметров с такими детекторами неуклонно растет. Детекторы истинного среднеквадратичного значения могут иметь очень широкую полосу пропускания. Например, микросхема типа AD834 производства Analog Devices работает до частоты 500 МГц. Однако из соображений экономии энергии питающих батарей в переносных мультиметрах обычно используются микросхемы с полосой 20 кГц, а зачастую и гораздо ниже. Погрешность измерения при этом обычно составляет 2 %. В лучших моделях удается довести погрешность до 0,2 % и полосу до 100 кГц (модель 8060A фирмы Fluke).

Появление недорогих микропроцессоров с малым потреблением энергии существенно расширило возможности переносных мультиметров, особенно это касается набора реализуемых функций. Появились автоматическая калибровка и выбор диапазона. Стало возможным запоминать максимальные, минимальные и средние значения за время измерений, накапливать результаты измерений, проводить измерения через заданный интервал времени.

Появились мультиметры, позволяющие измерять активную, реактивную и кажущуюся мощность, фазовый сдвиг, коэффициент нелинейных искажений, отношение пикового и эффективного значений и амплитуду каждой из гармоник. Дисплеи стали многострочными и получили возможность отображать одновременно несколько величин, например, ток, частоту и коэффициент нелинейных искажений. По точности новые мультиметры приблизились к стационарным приборам. В ряде случаев для выполнения всех функций переносного мультиметра приходится использовать более одного микропроцессора, например, в модели F27 компании Chauvin-Arnoux.

Нередко в ходе производства работ по наладке и обслуживанию промышленных установок необходимо вести запись изменения параметров с последующей их обработкой. Для этой цели используются временные системы сбора и обработки информации, обычно состоящие из мультиметра с последовательным интерфейсом и портативного компьютера. Для выполнения этой задачи в ряд моделей переносных мультиметров введен последовательный интерфейс, превращающий их в устройство связи системы с объектом измерения. Чаще всего используется интерфейс стандарта RS-232, наиболее распространенного в настоящее время.

Для того чтобы быть уверенным в результатах измерения, желательно увидеть форму измеряемого сигнала, убедиться в отсутствии неприемлемых искажений и помех. Поэтому, когда возможно, параллельно измерительному прибору включают осциллограф. С этой целью в некоторые переносные мультиметры встроены миниатюрный цифровой осциллограф. Причем подобные решения сегодня по силам не только таким лидерам мирового приборостроения, как Fluke (модели 863, 865, 867), но и сравнительно небольшим компаниям из Юго-Восточной Азии, например Hung Chang (модели S2400 и S2800). Цены мультиметров определяются точностью и набором выполняемых функций. Сегодня они лежат в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч долларов, что требует от покупателя четкого определения круга задач, для которых приобретается прибор.

При выборе средства измерения (СИ) необходимо обратить внимание на то, внесен ли его тип в Государственный реестр средств измерения, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

Все отечественные СИ проходят процедуру испытаний с целью утверждения типа, при которых проводится экспертиза (а при необходимости и коррекция) правильности выбора и определения метрологических характеристик, инструкций по эксплуатации и поверке. При положительном результате экспертизы документов и экспериментальных исследований на СИ выдается сертификат об утверждении типа и соответствующая запись вносится в упомянутый Реестр. Существует перечень СИ, тип которых должен быть утвержден обязательно. В частности, это СИ, предназначенные для использования при взаиморасчетах, как, например, весы и счетчики электроэнергии, или применение которых связано с опасностью для жизни и здоровья людей — например, медицинские приборы. Если СИ не входит в этот перечень, как рассматриваемые мультиметры, проводить утверждения типа вообще не обязательно.

Однако именно наличие утверждения типа является юридическим основанием для использования полученных с применением данного СИ результатов измерения в тех случаях, когда они должны быть документированы, например, при контроле качества изделий или разрешении спорных ситуаций. СИ, не внесенные в Государственный реестр, не подлежат поверке. Отметим, что обязательным требованием разрешения деятельности предприятий сервиса, включая небольшие мастерские по ремонту бытовых электроприборов, является наличие поверенных СИ, за чем следят надзорные органы Госстандарта.

Нередко импортирующие организации по незнанию или из экономических соображений сертифицируют СИ только на безопасность (сертификат соответствия по ГОСТ Р), но не проводят испытания с целью утверждения типа. При этом СИ могут на законных основаниях без ограничения ввозиться, продаваться, использоваться при исследованиях, разработках, наладочных работах и т. д., но результаты, полученные с их использованием, не имеют юридической силы, даже если эти СИ имеют очень высокие характеристики и изготовлены всемирно известными фирмами.

В случае необходимости СИ иностранного производства, уже находящиеся в России, по заявке как продавца, так и покупателя, могут быть подвергнуты испытаниям с целью утверждения типа и включены в Госреестр. При этом может быть утвержден тип без ограничения количества ввозимых СИ, на партию или на единичные образцы СИ с указанием их числа и заводских номеров.

Сведения о СИ, внесенных в Государственный реестр СИ, допущенных к применению в Российской Федерации, можно получить, отправив запрос по адресу [104.vniims@mtu-net.ru](mailto:104.vniims@mtu-net.ru).

Источник: <http://www.compitech.ru/>

# Токовые клещи и мультиметры Chauvin-Arnoux

*Сергей Шахматов*

Основанная в 1893 году Рафаэлем Шова и Рене Арну фирма Chauvin-Arnoux является старейшей независимой компанией в области электроизмерительной техники. Chauvin-Arnoux сыграла важную роль в истории измерительной техники в двадцатом столетии. За целый век своего существования компания зарегистрировала более 350 патентов и торговых марок, среди которых токовые клещи и мультиметр (первоначальное название «Универсальный тестер» — зарегистрированная торговая марка).

В настоящее время, имея сертификат ISO 9001 и 1400 человек персонала, фирма по-прежнему подтверждает свое призвание: разработка и производство приборов для измерения и контроля электрических и физических параметров. Перечень производимого оборудования включает широкую гамму мультиметров и токовых клещей, мегомметров и измерителей сопротивления заземления; анализаторов сетей, комплексных приборов для проверки электроустановок, измерители мощности и искажений, регистраторы, тестеры, эмуляторы электросетей и нагрузок, осциллографы, генераторы, источники питания, термометры, гигрометры, люксметры, анемометры, тахометры и шумомеры. 11 % оборота фирмы ежегодно направляется на разработку новых моделей и проведение научно-технических исследований. Фирма непрерывно вводит новшества и расширяет свои позиции на рынке XXI века.

Лидерские позиции Chauvin-Arnoux в области измерительной техники быстро превратили ее в транснациональную корпорацию. У Chauvin-Arnoux восемь дочерних предприятий в Германии, Австрии, Испании, Италии, Великобритании, Швейцарии, Китае и Соединенных Штатах. Фирма имеет 120 агентов и 2200 дистрибьюторов, 750 из них — в США.

Производя более 5000 типов изделий, в том числе ряд уникальных устройств, не имеющих аналогов, и поставляя их на пять континентов, Chauvin-Arnoux имеет восемь производственных предприятий — шесть фабрик во Франции, имеющих сертификат ISO9001 и расположенных в Нормандии и Лионе, а также заводы в Милане (Италия) и Дувре (США, Нью-Гемпшир).

В Европе и по всему миру сервисное обслуживание выполняется дочерними предприятиями фирмы и уполномоченными агентами.

## **1. Бесконтактные датчики тока (токовые клещи)**

### **1.1. Введение**

Датчики тока в виде клещей разработаны для расширения возможностей измерения цифровых мультиметров, измерителей параметров мощности, осциллографов, портативных осциллографов, регистраторов, самописцев и различных других приборов. При тестировании для бесконтактного измерения без разрыва цепи клещи смыкаются вокруг проводника с током. Выходные значения в виде напряжения или тока прямо пропорциональны измеряемому току. Это дает возможность проводить измерения и выводить значения на дисплей приборов с небольшим диапазоном входных значений напряжения или тока.

При измерениях проводник с током не разрывается и остается электрически изолированным от входов измерительного прибора. В результате этого низковольтные входы могут быть переведены в третье состояние (с высоким импедансом) или заземлены. Для выполнения измерения с помощью токового датчика нет необходимости прерывать подачу электроэнергии, что устраняет простои, обходящиеся подчас очень дорого.

Измерение действительных среднеквадратических значений в диапазоне частотных характеристик датчика возможно при использовании токового датчика Chauvin-Arnoux с мультиметром RMS, предназначенным для измерения среднеквадратических значений. В большинстве случаев измерение среднеквадратических значений ограничивается не возможностями данных токовых датчиков, а приборами, к которым они подключены. Наилучшие результаты измерения обеспечиваются использованием датчиков, обладающих высокой точностью, хорошей частотной характеристикой и минимальным фазовым сдвигом. Chauvin-Arnoux предлагает широкий выбор токовых датчиков для измерения постоянного и переменного тока. Несколько токовых датчиков Chauvin-Arnoux имеют патенты на их уникальную схему, конструкцию и дизайн.

## 1.2. Токовые датчики для измерения переменного тока. Принцип работы

Токовый датчик для измерения параметров переменного тока может рассматриваться как разновидность обычного трансформатора тока. Трансформатор (рис. 1) имеет две катушки на общем железном сердечнике. Ток  $I_1$  подается на катушку  $B_1$ , наводя через общий сердечник ток  $I_2$  на катушке  $B_2$ . Число витков на каждой катушке и значение напряжения определяются отношением:

$N_1 I_1 = N_2 I_2$ , где  $N_1$  и  $N_2$  — число витков на каждой катушке, из чего следует:  $I_2 = N_1 I_1 / N_2$  и  $I_1 = N_2 I_2 / N_1$ .

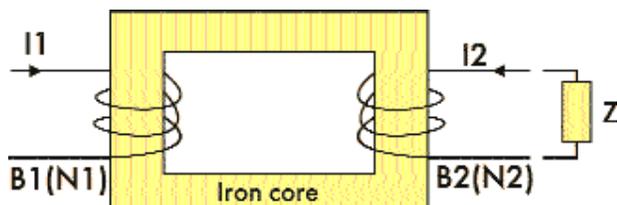


Рис. 1

Тот же самый принцип используется в токовом датчике (рис. 2). На замкнутом магнитопроводе в виде клещей, замкнутых на проводнике, находится катушка  $B_2$ , по которой протекает электрический ток  $I_1$ .  $B_1$  — это проводник, на котором пользователь проводит измерения при количестве оборотов, образуемых проводником, равном единице. Токовый датчик, замкнутый вокруг проводника, вырабатывает выходной ток, значения которого определяются количеством витков на катушке  $B_2$ , по формуле:  $I_2$  (выход датчика) =  $(N_1 / N_2) \times I_1$ , где  $N_1 = 1$  или, иначе, выходное значение тока датчика =  $I_1 / N_2$  (где  $N_2$  это число витков на катушке датчика).

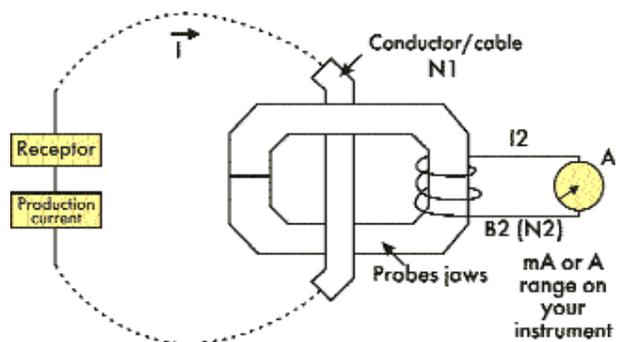


Рис. 2

Часто бывает очень трудно измерить  $I_1$  непосредственно, так как значение силы тока слишком велико, чтобы подавать его непосредственно на цепь измерительного прибора, или просто потому, что недопустимо разрывать цепь. Для обеспечения приемлемого выходного значения на катушке датчика размещается большое количество витков.

Количество витков на катушке датчика в большинстве случаев имеет кратные значения (например, 100, 500 или 1000).

Если  $N_2$  равно 1000, в этом случае клещи имеют соотношение  $N_1/ N_2$  или  $1/1000$ , которое обозначается как 1000:1. Еще один способ выразить данное соотношение — это сказать, что выходное значение датчика 1 мА/А есть выходное значение 1 мА ( $I_2$ ) для 1А (или 1А@1000А), появляющееся на дисплее датчика.

Существует множество других возможных соотношений: 500:5, 2000:2, 3000:1, 3000:5 и т. д. — для различного применения. В большинстве случаев токовый датчик используется с цифровым мультиметром. Рассмотрим в качестве примера токовый датчик с соотношением 1000:1 (модель С30) с токовым выходом и соотношением 1мА/А. Данное соотношение означает, что ток, протекающий через захваты токовых клещей, преобразуется в ток на выходе следующим образом:

Выход датчика подключается к цифровому мультиметру в режиме измерения переменного тока в соответствующем диапазоне значений для преобразования выходного сигнала датчика. Затем для определения параметров тока в проводнике необходимо умножить показания мультиметра на соотношение датчика (например, значение 150 мА в диапазоне измерения 200 мА соответствует силе тока  $150 \text{ мА} \times 1000 = 150 \text{ А}$  в измеряемом проводнике).

Входной ток проводника, А	Выходной ток датчика, мА
1000	1 А
750	750
250	250
10	10

Токовые клещи могут использоваться и с другими приборами, измеряющими ток в диапазоне, соответствующем выходу датчика, если данные измерительные приборы имеют требуемое входное сопротивление (рис. 3).

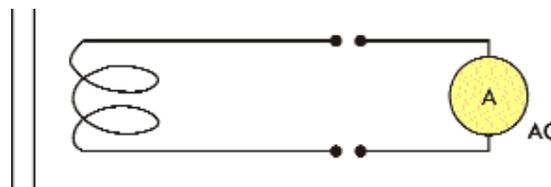


Рис. 3

Токовые датчики могут также иметь выходы как по току, так и по напряжению для осуществления измерений тока теми приборами, которые имеют только входы по напряжению (регистрирующие устройства, осциллографы и т. д. — рис. 4 и 5).



Рис. 4

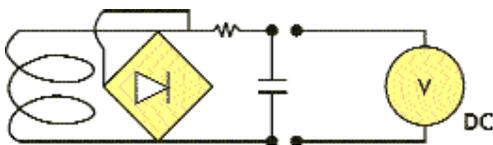


Рис. 5

Это просто осуществить согласованием токового выхода датчика с датчиком, имеющим на выходе напряжение (модель Y4N или Mini1). В таких случаях напряжение на выходе датчика в милливольтках пропорционально измеряемому току (например, 1мВ/А переменного тока).

### 1.3. Токовые клещи для измерения постоянного и переменного тока. Принцип работы

В отличие от традиционных преобразователей переменного тока, измерение параметров переменного и постоянного тока часто осуществляется посредством измерения напряженности магнитного поля, созданного проводником тока в полупроводниковом кристалле в соответствии с эффектом Холла.

Когда тонкий полупроводник (рис. 6) располагается под прямым углом к магнитному полю ( $B$ ) и на него подается ток ( $I_d$ ), на концах полупроводника возникает напряжение ( $V_h$ ). Это напряжение известно как напряжение Холла, в честь американского ученого Эдвина Холла, который первым открыл данное явление.

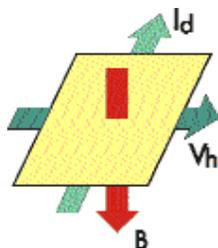


Рис. 6

Когда ток возбуждения  $I_d$  в устройстве Холла поддерживается постоянным, напряженность магнитного поля  $B$  является прямо пропорциональной току в измеряемом проводнике. Таким образом, выходное напряжение  $V_h$  соответствует данному току. Подобная схема имеет два важных преимущества для измерения параметров тока:

- поскольку напряжение Холла зависит не от изменения направления магнитного поля, а только от значения его напряженности, данное устройство может быть использовано для измерения постоянного тока;
- когда напряжение магнитного поля изменяется вследствие изменения тока в проводнике, реакция на изменение происходит мгновенно. Таким образом, форма электромагнитной волны переменного тока может быть определена и измерена с высокой точностью и небольшим фазовым сдвигом.

Основная конструкция датчика в виде токовых клещей показана на рис. 7 (в зависимости от типа токового датчика используются один или два генератора Холла).

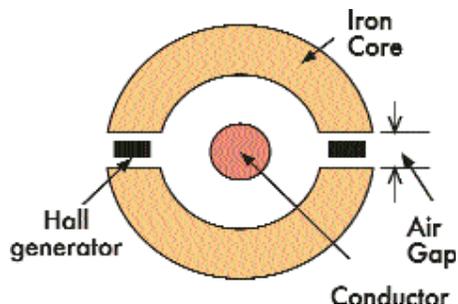


Рис. 7

Большинство токовых датчиков Chauvin-Arnoux для измерения переменного и постоянного тока построены на рассмотренном выше принципе с использованием запатентованной электронной схемы, объединяющей преобразование сигнала для передачи на линейный выход и цепь компенсации температуры.

Токовые датчики имеют широкий динамический диапазон и частотную характеристику, а также выходной линейный сигнал высокой точности. Они могут применяться во всех областях измерения тока до 1500 А. Постоянный ток может быть измерен без дорогих, мощных шунтов. Переменный ток частотой до нескольких килогерц может быть измерен с точностью, требуемой для измерения сложных сигналов, а также для измерения среднеквадратических значений.

Выходной сигнал токового датчика измеряется в милливольтмах (мВ DC при измерении постоянного тока и мВ AC при измерении переменного тока). Выход датчика может быть подключен к большинству приборов, имеющих вход для измерения напряжения, как мультиметр, осциллограф, портативный осциллограф, самописец и т. п.

Chauvin-Arnoux также предлагает конструкции клещей, такие как K1 и K2, разработанные для измерения постоянного тока очень небольшой величины с использованием магнитного насыщения.

Датчики для переменного и постоянного тока позволяют измерять и выводить на дисплей действительные среднеквадратические для значения для переменного (AC), постоянного тока (DC) или их суммы (AC+DC).

#### 1.4. Примеры применения. Измерение переменных и постоянных токов

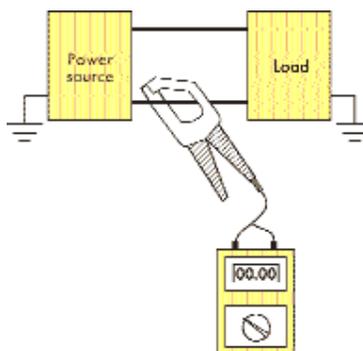


Рис. 8

Измерение переменного тока (рис. 8): модель датчика тока: Y2N Коэффициент преобразования 1000:1 Выходной сигнал: 1 мА AC/AAC. Мультиметр: установите диапазон измерения 200 мА AC (переменного тока). Считываемое значение на мультиметре: 125 мА AC. Сила тока в проводнике:  $125 \text{ мА} \times 1000 = 125 \text{ А AC}$ .

Измерение постоянного тока (рис. 8):

модель датчика тока PАС 21  
1 мВ DC/A DC (датчик Холла).  
Мультиметр: установлен диапазон измерения 200 мВ DC.  
Показания на приборе: 160 мВ DC.  
Сила тока в проводнике: 160 А DC.  
Измерение переменного тока: модель датчика PАС 11  
Коэффициент преобразования 1 мВ/A (датчик Холла).  
Мультиметр: установлен диапазон измерения 200 мВ AC.  
Показания на приборе: 120 мВ AC.  
Сила тока в проводнике: 120 А AC.  
Измерение постоянного тока DC: микродатчик К1  
Коэффициент преобразования 1 мВ/мА  
Мультиметр: установлен диапазон измерения 200 мВ DC.  
Показания измерительного прибора: 7,4 мВ DC.  
Сила тока в проводнике: 7,4 мА DC.  
Измерение малых значений тока,  
измерение на петлях проводника,  
измерение тока утечки и другие измерения

Предлагается большое число датчиков, измеряющих малое значение тока. Например, К1 и К2 имеют чувствительность 50 мА DC, а модель К2 может быть использована для измерения на кольцах из проводника с током 4–20 мА.

Пример: петля 4–20 мА, модель датчика К2, выход: 10мВ/мА  
Мультиметр: установите диапазон измерения 200 мВ DC.  
Показание мультиметра: 135 мВ DC (постоянного тока).  
Сила тока в петле: 13.5 мА DC (постоянного тока).

Если измеряемое значение слишком мало, для использования датчика или для увеличения точности измерения можно замкнуть клещами несколько петель проводника тока. Значение тока определяется отношением показаний прибора к количеству витков проводника, охваченных токовыми клещами (показания датчика необходимо разделить на количество витков, замкнутых клещами).

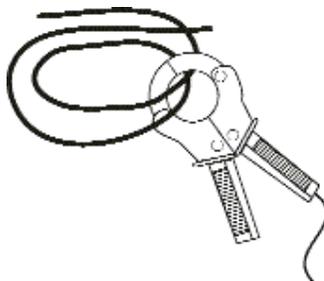


Рис. 9

Пример: (рис. 9), модель датчика С30, коэффициент трансформации 1000:1  
Цифровой измерительный прибор: установите диапазон измерения 200 мА AC. Сделайте 10 петель из проводника и замкните вокруг них токовые клещи. Показание измерительного прибора: 60 мА AC.  
Сила тока в проводнике:  $60 \text{ мА} \times 1000 / 10 = 6000 \text{ мА} = 6 \text{ А}$ .

Когда токовые клещи замкнуты вокруг двух проводников с различной полярностью, прибор покажет разницу значений тока двух проводников. Если значения равны, будет показано нулевое значение (рис. 10). Если прибор выдает значение, отличное от «0», то показывается значение утечки тока для данной нагрузки. Для измерения малых значений тока или для измерения утечки

необходимо использовать токоизмерительные клещи, предназначенные для измерения небольших значений, как, например, модель В2.

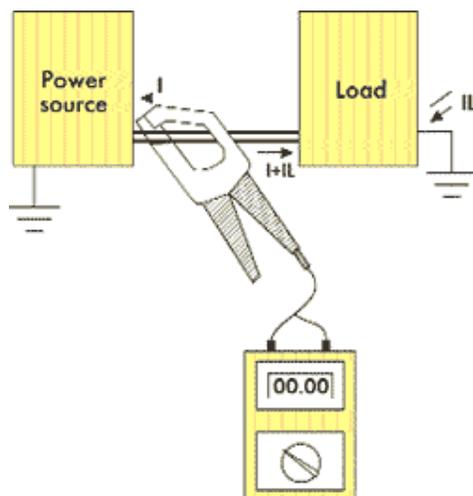


Рис. 10

Ток утечки на землю может быть измерен непосредственно при использовании следующей простой модели (рис. 11).

Пример: (рис. 11), модель клещей MINIPINCE 1 Коэффициент преобразования 1мВ/мА  
Мультиметр: установите диапазон измерения 200 мВ АС. Показание измерительного прибора: 10 мВ АС. Ток утечки: 10 мА АС.

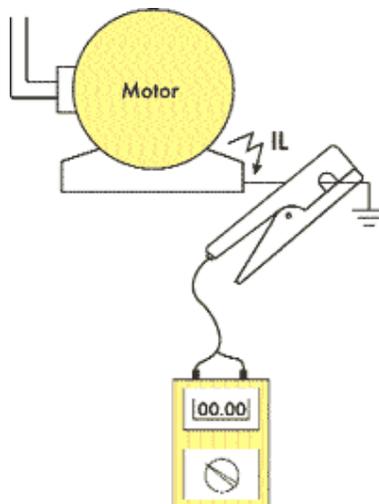


Рис. 11

Источник: <http://www.compitech.ru/>

## Новое поколение измерительных приборов для контроля параметров безопасности эксплуатации электроустановок

подавляющее большинство современных людей вряд ли может представить себе нормальную жизнь без электричества. В той или иной форме оно сопровождает нас 24 часа в сутки с самого рождения. Дома, на работе, на улице мы постоянно сталкиваемся с различными электроустановками (ЭУ). Под этим понятием скрывается любое сочетание взаимосвязанного электрооборудования в пределах данного пространства или помещения. Но при неосторожном использовании это безусловное благо цивилизации может принести много бед. Чтобы этого не случилось, были разработаны различные методы защиты людей и оборудования.

эксплуатации ЭУ напрямую зависит от исправности защит. Поэтому необходимо регулярно контролировать состояние их элементов. Производством измерительных приборов для контроля безопасности, надежности и работоспособности различных элементов защит электроустановок и занимается компания «Радио-Сервис», официальным дилером которой является наше предприятие.

Одним из основных видов защиты является применение разного рода изоляции токоведущих частей. Самый простой, но весьма эффективный метод контроля ее состояния — замер сопротивления изоляции.

Основные метрологические характеристики	E6-24	E6-24/1
Диапазон измерения R <sub>x</sub> , МОм	0,01-10 000 ± 3%	0,01-1 000 ± 3%
Испытательные напряжения, В	500, 1000, 2500	100, 250, 500, 1000
Измерение переменного напряжения, В	400 ± 5%	400 ± 5%
Максимальный измерительный ток, не более, мА	1 мА	
Рабочий диапазон температур	-30°C до +50°C	
Габариты, мм	120×250×40	
Вес, кг	1,0	

Рисунок 1



Нужно отметить, что в целях обеспечения надежности ЭУ и качественного прогноза ее остаточного ресурса следует рассматривать не столько мгновенное значение сопротивления изоляции, сколько динамику его изменения во времени, т.к. обычно процесс старения диэлектрика носит экспоненциальный характер. При подобном методе оценки качества изоляции на первый план выступает достоверность показаний, которая складывается из базовой погрешности прибора, его разрешающей способности и дополнительной погрешности, обусловленной температурой окружающей среды, ее влажностью и т.д., а у приборов со стрелочной индикацией еще и ошибкой параллакса зрения.

**Цифровые мегаомметры семейства E6-24** измеряют напряжение на объекте, сопротивление изоляции, вычисляют коэффициент абсорбции. Приборы позволяют программировать время измерений от 1 до 10 минут, автоматически запоминают последнее значение R<sub>X</sub>, R<sub>60</sub> и R<sub>15</sub>, а также рассчитывают коэффициент абсорбции. Все эти параметры можно вывести на дисплей нажатием одной кнопки. Широкий температурный диапазон эксплуатации (-30°C до +50°C) достигнут за счет применения светодиодного индикатора. Все это позволит Вам получить достоверные показания практически в любых условиях.

В последнее время, в связи с участвовавшими случаями т.н. «электрических» пожаров сложилось устойчивое выражение — «возгорание произошло по вине неисправной электропроводки». В действительности ни один такой пожар не происходил и не произойдет по этой причине.

Короткое замыкание в проводке или включенном оборудовании, при исправной защите, в принципе не может быть причиной пожара. Ведь гравитация не станет причиной гибели десантника, если его парашют исправен. Поэтому правильный выбор защиты ЭУ от сверхтоков (чаще всего это автоматические выключатели) поможет Вам избежать пожара. Основным критерием выбора служит ожидаемый ток короткого замыкания. Его можно измерить, кратковременно создав искусственное КЗ или рассчитать, измерив сопротивление петли его протекания. В первом случае на сеть, пусть и кратковременно, падает аварийная нагрузка, зачастую срабатывают защитные автоматы, а порой возникает и реальная авария.

**Измеритель сопротивления петли «фаза-нуль» ИФН-200** разработан в качестве замены приборов М417, Щ41160, ЭК0200, ЕР-180 и аналогичных. Использование метода измерения падения напряжения на эталонном резисторе позволило снизить тестирующие токи, избежать срабатывания устройств защиты от перегрузки и мощных электромагнитных импульсов, которые могут стать причиной сбоя в работе оборудования, подключенного к испытываемой сети, отказаться от теплонагруженных элементов и снизить вес прибора.

Рисунок 2



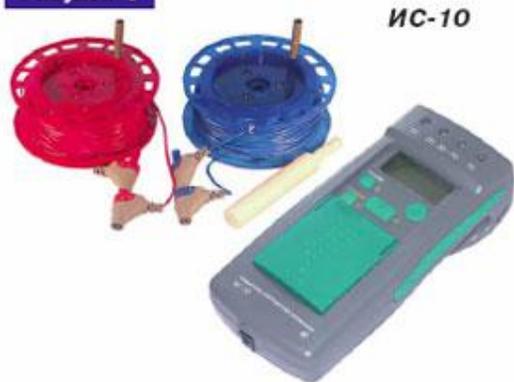
Тестирование в течение нескольких периодов напряжения повышает точность и объективность проводимых измерений за счет исключения влияния переходных процессов. Прибор позволяет измерить полное сопротивление петли, выделить его активную и реактивную составляющие, угол сдвига фаз тока и напряжения, а также

Основные метрологические характеристики	ИС-10
Диапазон измерения сопротивления контура заземления	1 мОм - 9,99 кОм (± 3% + 3 епр)
Максимальный тестовый ток	250 мА / 128 Гц
Фильтрация помехи	до 24 В
Измерение напряжения (амплитудное значение)	до 300 В (± 5% + 3 епр)
Количество ячеек памяти	40
Рабочий диапазон температур	-15°С до +55°С
Габариты, мм	120×250×40
Вес, кг	0,8

рассчитать ожидаемый ток КЗ. Кроме того, ИФН-200 можно использовать в режиме омметра для замера сопротивления металlosвязи током 200-300 мА с разрешением 10 мОм. Все эти параметры можно одновременно или последовательно вывести на высокоинформативный ЖК-дисплей, снабженный подсветкой и функционирующий при температуре от -15°С, а также записать во встроенную память.

к потенциалу земли. Низкое сопротивление цепи заземления обеспечивает стекание тока пробоя на землю. В результате постороннее напряжение как можно быстрее устраняется, чтобы не подвергать его опасному воздействию персонал и оборудование.

Рисунок 3



**Измеритель сопротивления ИС-10** разработан с учетом требований 7-го издания ПУЭ (глава 1.7), где норма сопротивления заземления ставится в зависимость от удельного сопротивления грунта. Этот прибор позволяет не только измерить сопротивление заземления классическими 3-х и 4-х проводным методами, но и, установив расстояние между электродами, автоматически рассчитать удельное сопротивление грунта в Ом\*м, что существенно облегчит контроль соответствия действующим нормам основной электрической характеристики заземляющего устройства — сопротивление растеканию тока с заземлителя на землю. Кроме того, ИС-10 измеряет сопротивление металlosвязи током

свыше 200 мА с разрешением 1 мОм и сохраняет в памяти до 40 результатов измерений.

Встроенный вольтметр облегчает выбор направления измерения, а система подавления помехи позволяет получать достоверные результаты при большом шумовом фоне. С помощью токоизмерительных клещей КТИ-10 можно произвести экспертную оценку состояния единичного заземлителя в многоэлементном заземлении без его отсоединения от шины, а также измерить переменный ток до 250 мА.

Все описанные выше приборы внесены в Госреестр средств измерений РФ, Казахстана, Узбекистана, Белоруссии, Украины. В августе 2007г. получены Сертификаты военного назначения

Основные метрологические характеристики	ИФН-200
Измерение полного, активного и реактивного сопротивления петли «фаза-ноль»	0,01-200 Ом ( $\pm 3\% + 2$ емр)
Вычисление тока короткого замыкания	до 22 кА
Максимальный измерительный ток в цепи	25 А
Измерение сопротивления постоянному току	0,01-999 Ом ( $\pm 3\% + 2$ емр)
Измерение напряжения	30-280 В ( $\pm 2\% + 2$ емр)
Вычисление угла сдвига фаз тока и напряжения	0°...+60°
Количество ячеек памяти	35 на каждый режим
Рабочий диапазон температур	-15°C до +55°C
Габариты, мм	120×250×40
Вес, кг	0,9

Удобный эргономичный корпус приборов выполнен из ударопрочного АБС пластика, в пыле- и брызгозащищенном исполнении со степенью защиты IP42, что позволяет проводить замеры в сложных метеоусловиях практически без ограничений.

Входы всех приборов защищены от неправильного включения или внезапной подачи напряжения на измеряемый объект в процессе проведения замера.

Питание осуществляется от стандартной необслуживаемой аккумуляторной батареи. При подключении к сети автоматически происходит подзарядка батареи. Система контроля ее состояния сигнализирует о разряде, а также предотвращает перезаряд, позволяет контролировать степень заряда и автоматически

выключает прибор через 2 минуты после окончания использования.

Приборы компактны, неприхотливы в эксплуатации и недороги.

Источник: <http://www.kipkr.ru/>

### Электрические измерения. Учебник



Автор: Панфилов В.А. В учебнике изложены базовые понятия метрологии и электрических измерений. Рассмотрены основные методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин. Приведены сведения об устройстве, принципах действия, особенностях применения измерительных приборов и преобразователей. Для студентов средних профессиональных учебных заведений.

Год выпуска - 2008. Объем - 288 стр.

Заказать книгу можно здесь:

<http://electrolibrary.info/bestbooks/book/329484.php>

**Книги для электриков с доставкой по почте:**

<http://electrolibrary.info/bestbooks/>

## Различные «Отчего?» и «Почему?» в измерениях электрической изоляции



Эту историю очень часто можно услышать от кого угодно: подержанная посудомоечная машина, которую вы сторговали по дешевке, вскоре превращается в нечто такое, что следовало бы называть не бытовым удобством, а скорее помехой в жизни: она начинает выключать размыкатель цепи каждый раз, когда вы приступаете к мытью посуды! В подобных случаях наверняка стоило бы проверить изоляцию.

Для того, чтобы гарантировать хорошее рабочее состояние и безопасность электрических приборов и установок, все проводники должны быть изолированы, что достигается трубчатой изоляцией и оплеткой на проводах и изоляционным лаковым покрытием на обмотках. Так как качество этих изоляторов со временем ухудшается, то токи утечки могут перетекать с одного проводника на другой и, в зависимости от серьезности неисправности изоляции (самым худшим сценарием является короткое замыкание), вызывать повреждения различной степени тяжести.

Любое оборудование, выявленное как имеющее некую неисправность изоляции, потенциально способно само выйти из строя, вызвать возгорание или привести к неправильному функционированию всей данной установки, что, в свою очередь, включает в работу защитные механизмы, в число которых может входить и выключение электропитания этой установки...

Некоторые устройства, которые особенно чувствительны (больничные операционные, опасная химическая промышленность...), имеют установку параметров нейтрали типа IT (см. стандарты IEC 60364 и NF C15-100), которая "терпит" первую неисправность изоляции фазы "земля" и выключает электропитание только при возникновении какой-нибудь второй неисправности.

Для того чтобы вовремя получать предостережения и в результате защищаться от рисков, связанных с неадекватной или плохой изоляцией, необходимо выполнять измерения изоляции. Это справедливо не только для электрической аппаратуры, но и для сетей электропитания, к которым эта аппаратура подсоединяется. Эти измерения выполняются, когда новое или реконструированное оборудование вводится в строй, и затем периодически проводятся таким образом, чтобы оценивать качества изоляции по мере ее старения.

### ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕСТ

Часто возникает путаница из-за того, что эти два различных метода для определения качества изолятора неправомерно отождествляют друг с другом.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕСТ выражает способность изолятора выдерживать избыточное напряжение средней продолжительности без возникновения дуги (искрового разряда). В практической ситуации такое избыточное напряжение могло бы существовать по причине вспышки молнии или индукции, генерируемой, например, из-за какой-то неисправности на линии электропитания.

Главная цель диэлектрического теста - убедиться в том, что масштабы утечки по поверхности (просачивания) и дистанции воздушной изоляции в данной конструкции продолжают оставаться такими, как они определены в нормах и стандартах. Этот тест часто проводится путем приложения напряжения переменного тока, но он также может быть проделан с использованием избыточного напряжения постоянного тока.

Получаемым результатом является некая величина напряжения, обычно выражаемая в киловольтах (кВ). Когда диэлектрический тест проводится на некоем неисправном изоляторе, то он имеет, в той

или иной мере, разрушающий характер в зависимости от мощности используемого тестового инструмента. Вот почему этот тест резервируется для нового или реконструированного качественного оборудования, и только те устройства, которые проходят этот тест, вводятся в действие.



**С.А.6121 - это тестер оборудования, который выполняет диэлектрический тест на избыточные напряжения 1000 В, 1250 В и 1500 В при мощности 500 ВА в соответствии с Директивой Европейского Союза EN 60204.**

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ представляет собой неразрушающий метод измерения, когда он выполняется при нормальных тестовых условиях. Измерение производится посредством приложения напряжения постоянного тока, более низкого чем используемое для диэлектрического теста, и цель его состоит в том, чтобы дать результат, выраженный в кОм, МОм или ГОм. Эта величина сопротивления выражает качество изоляции между двумя проводящими элементами и дает хорошее указание в отношении риска протекания тока утечки. Неразрушающий характер этого метода полезен при осуществлении слежения

за старением изоляции на каком-нибудь участке электрического оборудования или на промышленной установке по мере хода времени; по той же причине этот метод также может эффективно использоваться в качестве одного из средств планово-предупредительного ремонта. Это измерение выполняется с использованием тестера изоляции, который также известен как "Мегаомметр".

#### КАКОВ УРОВЕНЬ ИЗМЕРЯЕМОЙ ИЗОЛЯЦИИ?

На практике установка или участок оборудования в первую очередь обесточивается, а затем к ней прикладывается тестовое напряжение постоянного тока, из которого мы получаем величину сопротивления изоляции. Во время измерения изоляции по отношению к "земле" рекомендуется устанавливать положительной полюс тестового напряжения на "землю", чтобы избежать любых проблем, вызываемых поляризацией "земли" при проведении повторных тестов.

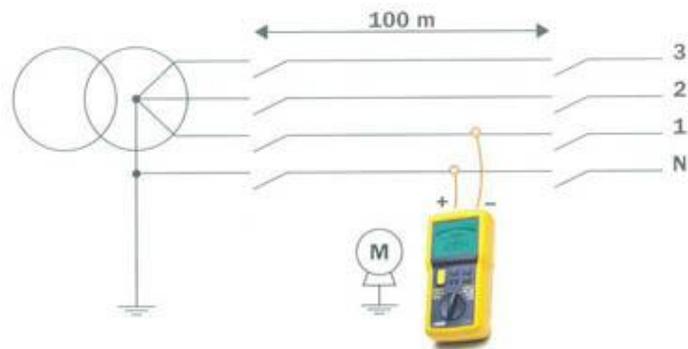
Все стандарты, относящиеся к электрическим установкам и оборудованию, определяют условия измерений и минимальные пороговые значения для измерений изоляции.



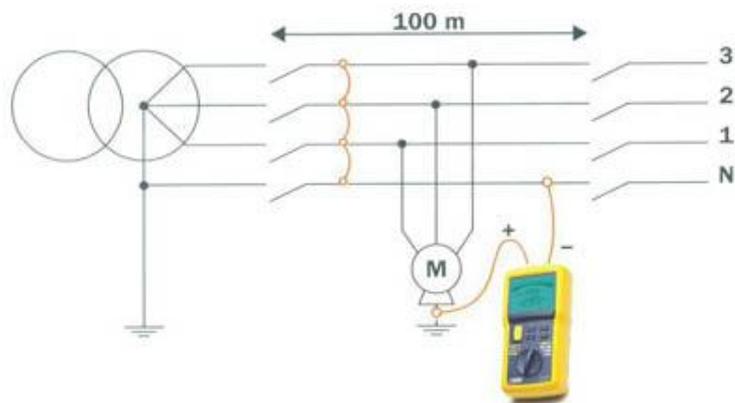
#### ИЗМЕРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Хорошо известный стандарт NF C15-100, относящийся к электрическим установкам низкого напряжения, устанавливает, что сопротивление изоляции должно измеряться (установка обесточена) на секциях длиной 100 метров следующим образом:

а. Перед эксплуатацией, при отсоединенных токоприемниках, между каждым активным проводником (фазовым и нейтральным проводниками), чтобы проверить и убедиться, что ни один из них не пострадал от каких-нибудь повреждений изоляции в процессе монтажа и установки.



в. Перед эксплуатацией, со связанными активными проводниками и подсоединенными приемниками, чтобы проверить изоляцию на всех проводниках по отношению к "земле". Если установка содержит чувствительные электронные механизмы, то перед измерениями рекомендуется проверить и убедиться, что фазовый и нейтральный проводники надежно соединены.

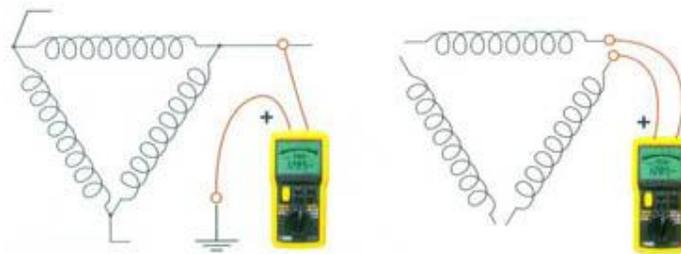


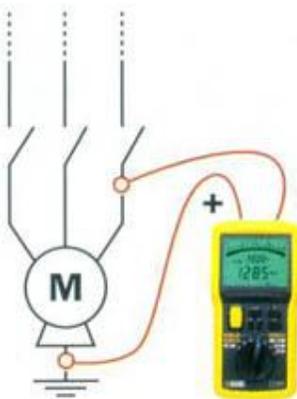
Эти измерения также периодически выполняются на третичных или промышленных установках.

\* Вполне возможно выполнять измерения на более коротких секциях, однако величина [сопротивления] изоляции становится обратно пропорциональной по отношению к длине, например, для 50-метровой секции:  $R$  изоляции 50 м = 2 x  $R$  изоляции 100 м

#### ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ НА РОТАЦИОННОМ МОТОРЕ

Качество изоляции может быть проверено по отношению к "земле" или между отдельными обмотками.





Мы можем также проверить изоляцию - по отношению к "земле" - на моторе, подсоединенном к данной установке.

Тестовые напряжения 500 В и 1000 В наиболее широко используются во время тестирования ротационных моторов низкого напряжения (менее 1000 В). На тех ротационных моторах, которые работают при напряжении выше 1000 В (среднее напряжение), тестовыми напряжениями при проверке изоляции являются, как правило, 2500 В или 5000 В постоянного тока.



Тестирование изоляции на обмотках электромотора

#### ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ НА ТЕЛЕФОННЫХ КАБЕЛЯХ



Измерения изоляции выполняются на качественных новых кабелях (еще не бывших в эксплуатации) при напряжении 250 В или 500 В, затем при 50 В или 100 В для снятия показаний о неисправностях линий на кабелях уже бывших в эксплуатации. Измерения могут быть сделаны между парами линий и экранировкой, подсоединенной к "земле", или между металлической экранировкой и "землей".

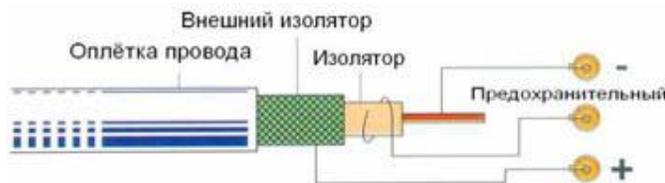
Разработанный для "телекоммуникационных измерений", прибор С.А. 6531 имеет диапазоны измерений при напряжениях 50 В или 100 В для того, чтобы проверять изоляцию между пучком свободных пар и экранировкой, подсоединенной к "земле". Удобно то, что он показывает длину телефонной линии непосредственно в километрах, поскольку линейная емкость может быть запрограммирована в нанофарадах на километр (nF/km).

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОГО УРОВНЯ:

Использование предохранительной цепи

В случае высоких уровней изоляции (свыше 1 ГОм) измерения иногда могут быть ошибочными по причине протекания токов утечки через влажные и пыльные поверхности изоляции. Зачастую техники хотят проверить только внутреннее качество изоляции, поэтому, чтобы сделать точные измерения, поверхностные токи утечки (которые, в противном случае, снизили бы измеренную величину сопротивления) должны быть ликвидированы таким образом, чтобы в изоляции сохранялось только протекание траверсного тока.

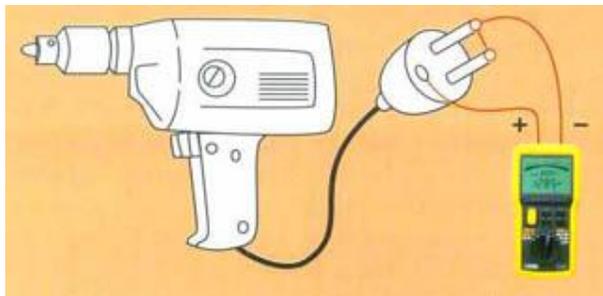
Эта процедура выполняется простым подсоединением защитного электрода прибора, измеряющего изоляцию, к какой-нибудь точке между тестовыми точками "+" и "-". Защитный электрод вводит короткое замыкание в схему измерений и изменяет направление поверхностных токов таким образом, что они не замеряются. Защитный электрод подсоединяется к точке, где поверхностные токи предположительно являются преобладающими (поверхность изоляции на кабеле или трансформаторе и т.п...), поэтому технику необходимо хорошо представлять возможное течение тока через тестовый элемент для того, чтобы выбрать наилучшую позицию для подсоединения защитного электрода.



Использование защитного электрода наряду с положительным и отрицательным тестовыми электродами позволяет вам выполнять более тонкие и точные измерения изоляции высокого уровня.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ И МОТОРЫ

Существует столь же много стандартов, относящихся к бытовым электроприборам, сколь разнообразны сами электроприборы. Тестовое напряжение 500 Вольт постоянного тока является наиболее общераспространенным и может быть применено к машинам (стандарт EN 60204), домашним бытовым электроприборам (стандарт EN 60335), электрическим распределительным щитам (стандарт EN 60204) и осветительной арматуре (стандарт EN 60204). Минимальные пороговые значения могут варьироваться от одного стандарта к другому, но и здесь соотношение 1000 Ом/В опять служит в качестве эталонной точки.



ТЕЛЕФОННЫЕ УСТАНОВКИ

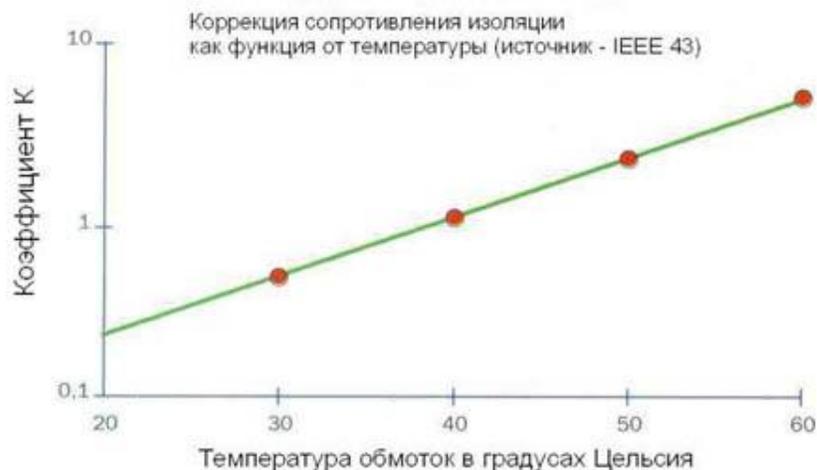
На телефонных линиях, сопротивление изоляции новых кабелей без нагрузки и длиной менее 2 километров должно составлять, по крайней мере, 1000 МОм (и 2000 МОм/км для кабелей длиной свыше 2 км). Для проложенных кабелей соответствующие величины равны 750 МОм и 1500 МОм.

На линиях, которые находятся в эксплуатации, допустимое сопротивление изоляции меньше, чем на новых кабелях, однако оно не должно снижаться более чем в два раза.

### ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Два фактора окружающей среды вступают в игру при выполнении измерений изоляции:

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ изменения могут заставить сопротивление изоляции меняться почти экспоненциально. В случае выполнения работ по техническому обслуживанию на установке, содержащей несколько моторов, очень важно, чтобы все измерения проводились в аналогичных температурных условиях. В противном случае рекомендуется корректировать все результаты таким образом, чтобы все они базировались на некоей фиксированной эталонной температуре. Например, стандарт IEEE 43 в отношении ротационных моторов говорит, что, в качестве аппроксимации, вы должны делить сопротивление изоляции на 2 для каждых 10 градусов повышения температуры (и наоборот). Ниже приводится кривая коррекции, демонстрируемая этим руководящим документом:



ВЛАЖНОСТЬ влияет на изоляцию в зависимости от уровня загрязнения поверхности изоляции. Всегда должны приниматься меры предосторожности, чтобы измерение не производилось, если температура ниже точки росы. Пристальное внимание к этим двум факторам позволит вам получать приемлемые и сопоставимые результаты и, следовательно, выполнять прогностическое техническое обслуживание высокого качества, гарантирующее, что электрическое оборудование будет служить вам наилучшим образом.



В комплекте принадлежностей к мегаомметру S.A6549 может поставляться цифровой термометр вместе с пробником для окружающего воздуха для оптимизации измерения тестовых условий.

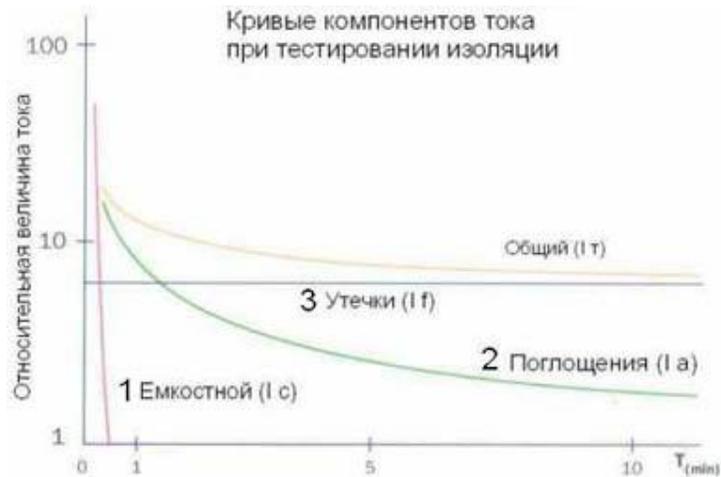
### ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ

Интерпретация результатов является важной частью любого измерения. Как мы уже видели, показываемые прибором величины измерений для данного конкретного случая могут дать вам неопределенные результаты, например, если не учитывается изменение температуры, даже в том случае, когда, как предполагается, условия влажности должны быть стабильными.

Два метода, описанные ниже, нацелены на то, чтобы производить интерпретацию измерений и обнаружение ухудшения качества изоляции с течением времени при помощи более простой процедуры.

МЕТОД, ОСНОВАННЫЙ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕСТОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Этот метод обладает тем преимуществом, что он не подвержен значительному влиянию температуры (благодаря своему сравнительному характеру), а это означает, что он может быть легко выполнимым, без необходимости корректировать результаты. Это особенно подходит для прогностического техобслуживания ротационных моторов и мониторинга их изоляции. Пользуясь этим методом, помните о различных токах, которые текут во время измерения сопротивления по изоляционному материалу (смотрите график).



Кривая (3): Эта последняя кривая представляет ток утечки, который характеризует сопротивление изоляции.

Кривая (1): Соответствует току зарядки емкостного элемента тестируемой цепи. Этот кратковременный ток быстро падает, по прошествии нескольких секунд доходя до 10 или около того, становясь незначительным по сравнению с измеряемым током утечки ( $I_f$ ).

Кривая (2): Ток поглощения диэлектрика уменьшается намного более медленно. Он обеспечивает энергию, необходимую молекулам изоляции для того, чтобы ориентировать себя соответственно приложенному электрическому полю.

СУЩЕСТВУЕТ ДВЕ ВОЗМОЖНОСТИ, КОГДА ТЕСТОВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПРИКЛАДЫВАЕТСЯ В ТЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ:

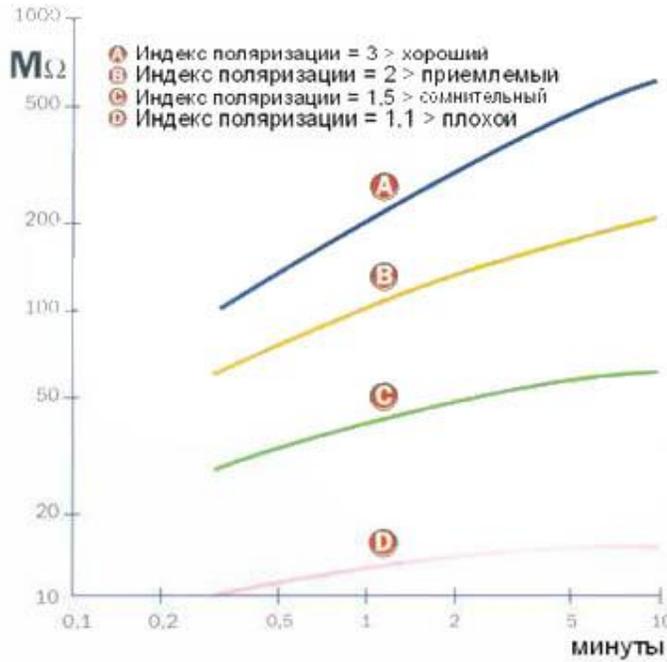
a. Изоляция является превосходной (изоляционный материал чистый, сухой и находится в хорошем состоянии).

В этом случае ток утечки очень низкий, и измерение подвергается сильному влиянию токов зарядки емкостного элемента тестируемой цепи и поглощения диэлектриком. Время измерения сопротивления изоляции, таким образом увеличивается с увеличением продолжительности периода приложения тестового напряжения, в то время как так вихревые токи (токи Фуко) уменьшаются. Время, необходимое для того, чтобы измерение на хорошем изоляционном материале стало стабильным, зависит от природы самого изоляционного материала. В случае старых видов изоляции стабильная величина, как правило, достигается спустя 10 или 15 минут. В случае некоторых современных типов изоляционного материала (например, эпокси-мика или полиэстер-мика) измерение может стать стабильным приблизительно через 2 или 3 минуты.

b. Изоляция плохая (изоляционный материал является поврежденным, грязным и влажным).

В этом случае ток утечки является высоким (и постоянным) и оставляет далеко позади токи зарядки емкостного элемента тестируемой цепи и поглощения диэлектриком. Измерение сопротивления изоляции очень быстро достигает некой устойчивой и постоянной величины.

### Типичные изменения сопротивления изоляции как функции времени измерения



Из этих кривых, показывающих изменение в изоляции как функцию от продолжительности приложения тестового напряжения, вы можете видеть, что возможно не только снять "абсолютное" измерение изоляции, но также и выразить качество этой изоляции в форме некоего соотношения. Например, частное от величины сопротивления изоляции, измеренной через 10 минут приложения тестового напряжения, разделенной на эту величину, измеренную всего лишь через 1 минуту, дает нам то, что мы называем "Индексом поляризации (PI)". Однако, этот индекс сам по себе недостаточен. Он только лишь дополняет абсолютные величины изоляции, установленные в стандартах или определенные изготовителями ротационных моторов.

$$PI = R \text{ изоляции при 10 минутах} / R \text{ изоляции при 1 минуте}$$

- Если  $PI < 1$  Изоляция является опасной
- Если  $PI < 2$  Изоляция является сомнительной
- Если  $PI < 4$  Изоляция является хорошей
- Если  $PI > 4$  Изоляция является превосходной

Как мы уже указывали выше, ток диэлектрического поглощения в новейших изоляционных материалах падает намного более быстро, чем в их предшественниках. Поэтому в некоторых случаях измерение может стабилизироваться через 2 или 3 минуты. "Коэффициент диэлектрического поглощения" (DAR), т.е. соотношение величин сопротивления изоляции спустя 1 минуту и спустя 30 секунд, также можно использовать для оценки состояния некоторых современных изоляционных материалов.

$$DAR = R \text{ изоляции в 1 минуту} / R \text{ изоляции в 30 секунд}$$

Если  $DAR < 1,25$  Изоляция является несоответствующей  
Если  $DAR < 1,6$  Изоляция является хорошей  
Если  $DAR > 1,6$  Изоляция является превосходной

Вариации в коэффициентах PI и DAR могут сделать прогностическое техобслуживание намного более легкой задачей, когда необходимо наблюдать за большим количеством оборудования.

### МЕТОД, ОСНОВАННЫЙ НА ВЛИЯНИИ ВАРИАЦИИ ТЕСТОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ (измерение по этапам)



Присутствие загрязнений (пыль, вкрапления загрязняющего вещества...) или сырости на поверхности изоляционных материалов, как правило, отражается в измерениях, основанных на продолжительности приложения тестового напряжения (DAR, PI...). Однако, из-за старения некоторых изоляционных материалов определенные виды повреждений могут иногда проходить тест этого типа незамеченными в тех случаях, когда тестовое напряжение является низким по сравнению с диэлектрическим напряжением тестируемого изоляционного материала. Однако, значительное увеличение тестового напряжения могло бы привести к пробое изоляции в любой слабой точке, приносящее с собой заметное падение измеряемой величины.

Для того чтобы этот метод работал, соответствующее тестовое напряжение (5 к 1) прилагается в один или более этапов равной продолжительности (например, 1 минуту), в то же время оставаясь ниже обычного тестового напряжения ( $2 V_T + 1000 \text{ В}$ ). Результаты этого метода совершенно не зависят от природы изоляционного материала и от температуры, поскольку он основывается не на внутренней характеристике измеряемого материала, а на эффективном снижении его сопротивления после тестов одной и той же продолжительности, но с разным напряжением. Падение сопротивления изоляции между первым и вторым тестом на 25% или более указывает на ухудшение ("вырождение") данного изоляционного материала.

### КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫБОРА МЕГАОММЕТРА

Здесь приводятся несколько критериев, которые, как мы думаем, должны помочь вам выбрать тестер изоляции, лучше всего соответствующий вашим потребностям.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Для какого вида оборудования он предназначен: электрические установки, бытовые электроприборы, телефония...? Номинальное напряжение, нормы производителей, стандарты? Какое тестовое напряжение: 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 В постоянного тока? Какой диапазон измерений: килоомы, Мегаомы, Гигаомы?

### ПРОСТОТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Какой вид дисплея: стрелочный циферблат с логарифмической шкалой, цифровой жидкокристаллический дисплей, аналоговый пунктирный или штриховой граф? Вспомогательные устройства: программируемые сигналы пороговых значений, подсветка, дистанционно управляемый зонд.

### РЕЖИМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Какая частота и какие рабочие условия? Должен ли этот аппарат всегда быть под рукой? Необходимость в долгом сроке работы аккумуляторной батарейки...? Источник электропитания: магнитно-электрический генератор, перезаряжаемая аккумуляторная батарейка? Какие другие измерения должны будут выполняться: электропроводность, ток, напряжение...? Одно- или многофункциональный инструмент для тестирования моторов или установок?

Источник: <http://www.diagnost.ru/about.htm>

## Проверка электроустановок и электромашин универсальными приборами «Все в одном»

Для электроустановок и электромашин, соответствующих стандартам (в частности EN60204-1), гарантируется защита потребителя от риска поражения электротоком. Но любые средства защиты, какой бы исходной эффективностью они не обладали, требуют регулярного контроля. И поэтому такой контроль должен быть простым и иметь разумную цену. Вслед за эпохой инструментов с одной функцией (будь то простые тестеры или мощные приборы, предназначенные для данного вида измерений) наступает эпоха многофункциональных приборов по принципу "все необходимые функции в одном приборе". Такое стало возможным благодаря новым технологиям и приведением стандартов в соответствие с потребностями рынка.

В XX веке наблюдалось всё более широкое применение электричества в профессиональной сфере и в повседневной жизни. Это привело к огромному развитию электросетей и потребовало определить правила устройства электроустановок. Чтобы гарантировать безопасность для человека электроустановок и подключённых к ним электроприборов, естественным образом появились стандарты, которые постоянно совершенствуются по мере развития электроустройств. Однако, эффективность средств защиты гарантируется только при регулярной проверке, подтверждающей их исправность.

Идеальным решением стал бы инструмент, способный выполнить все необходимые проверки в соответствии с нормами и дать ответ о соответствии электроустановок и электроприборов нормам. Имеется большой практический интерес в таком решении, потому что цена такого инструмента может быть существенно меньше общей цены необходимого для измерений комплекта специализированных приборов. Техническое обслуживание и калибровка всего одного прибора также существенно дешевле, чем набора приборов.

Такого рода прибор имеет прекрасное будущее в электрическом секторе Франции и других европейских стран. В этом контексте согласование европейских электрических стандартов будет не только облегчать движение товаров и услуг, но также и способствовать контролю их качества. Хотя и был достигнут значительный прогресс в некоторых вопросах, два проекта ещё ждут своего завершения: европейские нормы относительно электроустановок и, второй, относительно бытовых электроприборов.

### **Риски, связанные с электричеством**

Широкий диапазон возможного применения электричества привёл к его повсеместному распространению. Применение электричества можно разделить на две категории: малые токи (электроника, связь) и большие токи (электричество, электротехника, силовая электроника и т.п.). В случае малых токов риск, связанный с неправильным применением электричества, заключается в нарушении работы систем и сокращению срока их службы. В случае больших токов имеется не только риск поломки оборудования, но и подвергается опасности человеческая жизнь. Когда уровни токов и напряжений несут такие риски, требуется особо эффективные меры защиты.

### **Стандарты, регламентирующие электрическую безопасность**

Столкнувшись с опасностью электричества, национальные организации по стандартизации установили строгие правила относительно устройства электроустановок и электрооборудования. Постоянно совершенствуясь по мере развития техники, эти правила исключают любую небрежность, которая могла бы привести к драматическим последствиям. В этих случаях власти также могут принять защитные меры. Кроме того, с ростом мирового обмена и торговли, становится жизненно необходимой разработка международных стандартов. Построение Европейского Союза

существенно стимулирует работу в этом направлении и сегодня стандарты по электрической безопасности интенсивно согласовываются.

#### ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

При отсутствии европейских норм по электрической безопасности установок, эта область регулируется рядом национальных стандартов.

Великобритания	BS 7671 (IEE 16 <sup>th</sup> )
Франция	NF C 15-100
Германия	VDE 0100
Италия	CEI 64-8
Испания	RTB MIE
Австрия	OVE ON1
Швейцария	NIN/NIV

Все эти стандарты базируются на международном стандарте IEC 364 и

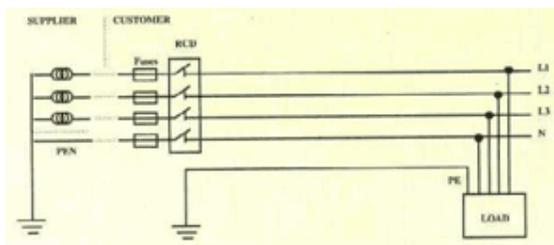
фактически копируют его. Однако имеются нюансы и небольшие расхождения между стандартами. В число необходимых тестов, предписанных этими стандартами, входит проверка заземления, петли, УЗО (RCD), изоляции и её целостности, проверка последовательности фаз. Конечно эти проверки сильно зависят от того проводятся ли они в системах земля-земля, земля-нейтраль или системах с изолированной нейтралью.

#### Напоминания относительно установки систем

Установка любой системы должна быть проведена так, чтобы система выполняла свои функции и была безопасна для использующих её людей.

Безопасность будет обеспечена, если контактное напряжение которое может появиться на заземлённых частях оборудования не превышает 50 В эфф.в сухих условиях (или 25 В эфф.во влажных условиях).

Системы земля-земля (подача заземлённой нейтрали / оборудование потребителей имеет местное заземление)

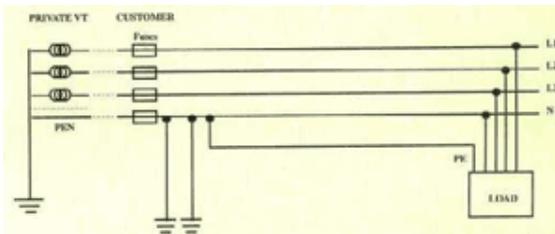


Использование: обязательно во Франции в установках с питанием от общественных сетей низкого напряжения.

Безопасность: защита от любого аварийного электротока, благодаря местному заземлению установок плюс их подключению к заземлённой нейтрали. Дифференциальное устройство (RCD)

отключает питание, как только напряжение достигло предела  $V_L = 50 \text{ В}$  (25 В). Соотношение между сопротивлением заземления и напряжением рассогласования:  $R_{earth} \cdot I_{dn} < V_L$  (при нарушении этого условия RCD отключает питание).

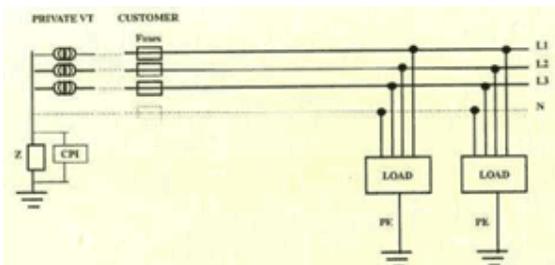
Системы земля-нейтраль (подача заземлённой нейтрали / оборудование потребителей заземлено на нейтраль)



Использование: в установках с питанием от отдельной трансформаторной станции (производство или сфера услуг).

Безопасность: защита от любого аварийного электротока с помощью нейтрали, по которой в этом случае течёт ток короткого замыкания. Защита оборудования обеспечивается, благодаря отключению питающего напряжения в случае повышенного тока (срабатывают автоматические размыкатели цепи или плавкие предохранители).

Системы с "изолированной землёй" (подача незаземлённой изолированной нейтрали / оборудование потребителей имеет местное заземление)



Использование: в установках с питанием от отдельной трансформаторной станции и работающих под надзором технической службы (обычно в промышленности).

Безопасность: защита от любого аварийного электротока, благодаря заземлению нейтрали трансформатора через высокое или бесконечное сопротивление. В результате аварийное напряжение не является опасным и только включает звуковую сигнализацию или визуальные средства сигнализации. В случае повторения неисправности включается замыкание нейтрали на землю и защита обеспечивается как в случае с заземлённой нейтралью.

Преимущества: работа не прерывается после первого случая неисправности (представляет особый интерес для производства).

### Измерение цепи заземления

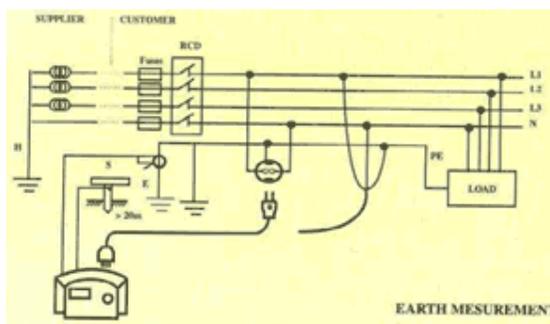
Дифференциальные системы защиты используют заземление для создания пути аварийному току. Величина сопротивления заземления очень важный элемент в цепи защиты.

Работая вместе с автоматом выключения питания, цепь заземления ограничивает напряжение заземлённых частей оборудования на безопасном уровне, а значит и контактное напряжение, которому подвергается человек при контакте с оборудованием. Таблица ниже показывает

необходимое сопротивление заземления в зависимости от тока рассогласования для предельного безопасного напряжения 50 В (сухие условия):

Номинальный ток рассогласования	Максимальный уровень сопротивления заземления
30 мА	1667 Ом
100 мА	500 Ом
300 мА	167 Ом
500 мА	100 Ом

Метод измерения. Измеряемый ток утечки от фазы в землю замыкается через заземлённую нейтраль (ток в цепи E-N). Заземлённый штырь S, установленный на удалении минимум 20м можно использовать как "нулевой" потенциал по отношению к измеряемому потенциалу. Сопротивление заземления определяется измеренными током и напряжением. Этот метод требует подсоединения к электросети, но его преимущество в том, что он для проведения измерения не требует отсоединения установки от заземления.



Замечание: в случае нескольких параллельных заземлений использование токовых клещей позволяет измерить конкретный ток и измерить сопротивление каждого заземления отдельно.

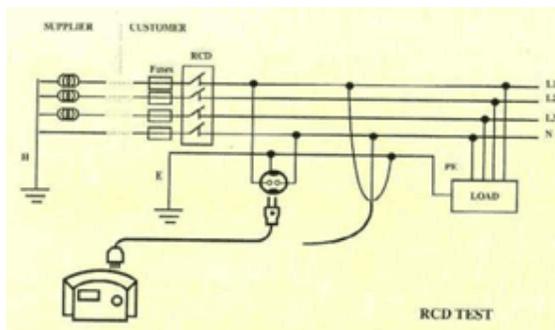
Замечание. При измерении сопротивления заземления широко применяется вариант, когда питание подается прямо с прибора. В этом случае для проведения измерений необходимо отключить оборудование от заземления и установить в землю дополнительный штырь для подачи в него тока (поскольку теперь замыкание тока через заземлённую нейтраль невозможно).

### Проверка устройств защиты, контролирующих остаточный ток (RCD) .

RCD (Residual Current Device) – защитное устройство контроля остаточного тока – прерывает аварийный ток, когда он вызывает на цепях заземления напряжение выше безопасного (контактное напряжение более 50 В или 25 В).

Метод проверки. Есть две проверки, необходимые для подтверждения исправности устройства RCD:

- Измерение времени отключения: выполняется подачей тока неисправности фиксированного значения, равного или пропорционального номинальному значению тока срабатывания данного типа RCD.
- Измерение тока отключения: на устройство подаётся возрастающий ток, пока RCD не сработает. Это может произойти при токе в диапазоне 50 – 100% от номинального тока отключения.



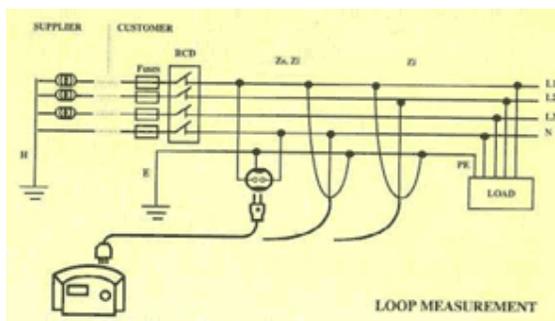
### Измерение сопротивления петли

Возможны два типа измерений:

- Измерение петли заземления: в городских условиях, когда невозможно измерить заземление традиционным способом с применением дополнительного штыря заземления, измерение сопротивления петли заземления ( $Z_s$ ) позволяет достаточно точно определить сопротивление заземления системам земля-земля. Это измерение избыточное, т.к. включает измерение сопротивления заземления питающего трансформатора (очень низкое) и сопротивление линии.
- Измерение сопротивления петли фаза-нейтраль (или фаза-фаза): такое же по принципу, как и измерение петли заземления, это измерение определяет сопротивление или импеданс внутренних цепей сети (фаза/нейтраль или фаза-фаза) и таким образом позволяет рассчитать токи короткого замыкания.

В системах земля-земля, земля-нейтраль или системах с изолированной землёй конечной целью является расчёт защиты от токов (посредством плавких предохранителей, автоматических выключателей), от которых не спасает защита RCD.

Метод измерения. При измерении петли заземления ток течёт от фазы к земле и возвращается через заземление нейтрали (петля, контур тока). При измерении внутренней петли ток течёт от фазы в нейтраль или в другую фазу и замыкается через трансформатор подстанции (петля, контур тока).



### Проверка изоляции

Токи неисправностей, возникающие в установках, прерываются с помощью устройств защиты таких, как УЗО, плавкие предохранители и автоматические выключатели. Эти токи появляются или в результате реальной аварии или по причине плохой изоляции между проводниками.

Измерение сопротивления изоляции позволяет контролировать процесс старения установок и, например, избегать риска неожиданного срабатывания УЗО.

Метод проверки. Измерение обычно производится на обесточенных частях. Для измерения применяется постоянное напряжение. Обычно оно подаётся на две точки, но в некоторых более совершенных приборах выполняется автоматическое измерение между тремя точками (в результате измеряется сопротивление изоляции между точками фаза-корпус установки, фаза-нейтраль и нейтраль-корпус установки).

Если измеряемое сопротивление слишком мало, то невозможно проводить измерение при фиксированном постоянном напряжении (требуется источник напряжения слишком большой мощности) и для измерения прибор генерирует ток 1мА.

### Контроль проводимости соединения

Служит для проверки отсутствия обрывов в проводниках заземления, по которым должны течь токи неисправностей. При измерении используется ток минимум 200 мА .

Метод проверки. Подключите прибор к двум точкам: выводу заземления вашего здания и поочерёдно к различным доступным точкам заземления.



### Контроль последовательности фаз

Этот тест позволяет проверить последовательность фаз в 3-фазной установке, чтобы затем правильно подключать к ней различные 3-фазные нагрузки (моторы, трансформаторы и т.п.).

Метод проверки. Подключите прибор к трём фазам так, чтобы добиться положительного (L1 - L2 - L3) или отрицательного (L1 – L2 – L3) направления сдвига фаз.

С.А6115 - тестер "всё-в-одном" для стандарта IEE 16

Соответствие электроустановок требованиям качества и нормам безопасности предполагает выполнение стандартных тестов. Европейский лидер на рынке измерительных инструментов представляет новый универсальный инструмент С.А 6115, предназначенный специально для выполнения всех тестов, предписанных стандартом IEE 16. Этим компактным и простым в использовании прибором компания Chauvin Arnoux задаёт новый стандарт как в техническом, так и в эргономическом аспекте. Этот прибор значительно сокращает время измерений в полевых условиях и дешевле при покупке и в эксплуатации, чем комплект соответствующих приборов, выполняющих только одну функцию.

### Особенности инструмента

Защищая прибор крепким корпусом, мы позаботились также об эргономике прибора.

Благодаря широкому экрану с подсветкой, прибором легко пользоваться в любое время суток.

Чтобы исключить ошибки оператора, прибор автоматически проверяет состояние тестируемой установки (положение фаз, присутствие напряжения на цепи заземления, разрыв цепи заземления ...) прежде, чем начать тесты. Каждый пользователь может просто сравнить результаты измерения с требованиями своих нормативных документов, причём в приборе можно устанавливать пределы для каждого вида измерения. При выходе параметра за установленные пределы включаются визуальный и звуковой предупреждающий сигнал. Прибор обеспечен встроенным NiMH аккумулятором, который заряжается прямо от сети. Это избавляет вас от неприятных сюрпризов в полевых условиях (разрядка батареи) и гарантирует постоянную готовность к работе.

C.A 6115 – типичный пример прибора “всё-в-одном” – может использоваться для контроля и сертификации всех аспектов электрической безопасности установок. Это делает прибор стандартом для специалистов по электрике.

До 800 результатов измерений могут сохраняться в памяти и затем могут быть распечатаны на принтер формата А6 или А4 или переданы на компьютер. Прибор управляется с помощью программы, работающей под Windows. Программа позволяет хранить и просматривать полученные от прибора данные. Можно создавать протоколы измерений (таблица результатов измерений) и файлы, пригодные для дальнейшей обработки программой электронных таблиц такой, как например Excel.



Прибор также позволяет вводить параметры с компьютера (программируется порог для каждой функции измерения, можно сохранить в приборе координаты пользователя, чтобы они появлялись при распечатке результатов, можно выбрать язык для печати, и т.д.).

Естественно, прибор соответствует последним международным стандартам IEC / EN 61-57, который включает точные требования к характеристикам и рабочим параметрам тестеров электроустановок.

Естественно, прибор соответствует последним международным стандартам IEC / EN 61-57, который включает точные требования к характеристикам и рабочим параметрам тестеров электроустановок.

### Измерения, обусловленные нормами

Напряжение, частота и ток при измерениях: переменные и постоянные напряжения находятся в диапазоне 5 – 440 В. Диапазон частот 15,3 – 450 Гц. При помощи токовых клещей прибор C.A 6115 может измерять токи утечки в диапазоне от нескольких миллиампер (для выявления неисправностей) до 300 А.

*Проверка изоляции:* прибор C.A 6115 выполняет измерение изоляции между двумя точками при напряжении 100 В, 250 В или 500В, а также между тремя точками при быстром автоматическом измерении.

*Проверка RCD:* для этой функции прибор C.A 6115 имеет калиброванные значения тока 10, 30, 300 и 500 мА, а также позволяет выбрать любое значение в диапазоне 6 мА – 1 А с точностью 1 мА. Могут проверяться AC-RCD (RCD, работающие с переменным током) и A-RCD (RCD, работающие с разнополярными импульсами тока и с постоянным током).



Прибор измеряет время отключения и точное значение тока отключения при особенно точном режиме "Ramp". Ток постепенно увеличивается с шагом 3%, продолжительность каждого значения тока равна 200 мс. В результате определяется ток, при котором RCD срабатывает (при повышении наклона кривой роста тока увеличивается ошибка определения тока срабатывания).

Одновременно с этим тестом можно измерять дефектное напряжение, сопротивление петли и ток короткого замыкания.

*Проверка заземления:* прибор C.A 6115 может проводить проверку заземления при помощи единственного вспомогательного штыря заземления. Это означает, что не требуется отключать цепи заземления от штыря заземления и проверка требует меньше времени.

Возможна выборочная проверка ветвей заземления (в случае нескольких параллельных заземлений), для чего используются токовые клещи. Это особенно полезно в системах с заземлением через нейтраль (earth-neutral systems), тогда общий проводник заземлённой нейтрали (PEN) остаётся постоянно подключенным к заземлению.

Когда имеется несколько параллельных заземлений, измерение сопротивления отдельных ветвей заземления очень легко провести при помощи токовых клещей, подключаемых непосредственно к прибору С.А 6115. Клещи также могут быть использованы для измерения токов утечки при проблемах с изоляцией.

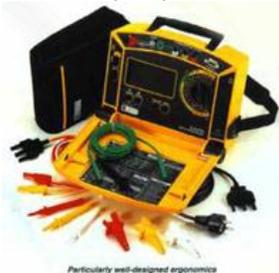
Для этого теста возможна автоматическая запись или печать результатов через программируемый интервал времени. Поскольку сопротивление заземления зависит от температуры и влажности, эта возможность оказывается очень полезной для контроля стабильности сопротивления заземления.

*Измерение сопротивления петли:* проводится проверка сопротивления и импеданса контуров фаза-земля, фаза-нейтраль и фаза-фаза вместе с определением тока короткого замыкания.

В системах земля-земля, измерение сопротивления петли позволяет быстро определить сопротивление цепи заземления установки без применения дополнительного штыря заземления. В результате измерения сопротивления петли определяется избыточная величина, в которую включено сопротивление заземления нейтрали понижающего MV / LV трансформатора и сопротивление линий.

Если измеренная величина удовлетворяет требованию к сопротивлению заземления, то собственно сопротивление заземления удовлетворяет требованию тем более.

Благодаря применению новой высококачественной системы, которая запатентована Chauvin Arnoux, теперь возможно проводить измерение сопротивления петли даже при токах 30 мА, стекающих в RCD, без риска срабатывания RCD! Отсутствие этой фундаментальной возможности у многих инструментов, представленных на рынке, является их большим недостатком.



Здесь также возможна автоматическая запись результатов измерения или их печать через заданный промежуток времени.

*Проверка проводимости цепи:* в нормальном ("norm") режиме это измерение является средним от двух измерений, сначала при токе одной полярности, затем - обратной. В классическом ("classic") режиме ток течёт в одном направлении и звуковой сигнал показывает, когда результат хуже заданного уровня.

*Проверка последовательности фаз:* прибор определяет и показывает на экране положительное или отрицательное направление.

### Очень полезный инструмент

Очень часто набор приборов для измерения на электрооборудовании ограничивается мультиметром или простым тестером. Развитие норм и правил привело к необходимости выполнять точные проверки, которых сегодня трудно избежать. Все необходимые проверки может провести единственный прибор С.А 6115. Этот прибор предназначен для экипировки компаний с тем, чтобы их менеджеры были уверены в отсутствии дефектов в установках потребителей. Кроме того, запись измерений и передача их на компьютер облегчает весьма полезное сохранение данных в досье пользователя.

Подробные технические характеристики прибора С.А6115 для измерения параметров электроустановок. <http://www.diagnost.ru/CA6115.htm>

### ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Стандарты на проверку электрооборудования обычно требуют тестирования диэлектрика, изоляции, непрерывности цепи заземления, времени разряда и измерения тока утечки. Поскольку в разных стандартах указаны разные значения, невозможно сделать обзор всех стандартов. Новый стандарт EN60204-1 "Machines" регулирует вопросы безопасности для вновь вводимых или уже

установленных "производственных машин". Достоинство предписанных этим стандартом проверок в том, что они представляют проверки, которые выполняются для любого электрооборудования.

### **Проверка диэлектрика**

Проверка прочности диэлектрика позволяет контролировать поведение электромашины при всплесках напряжения (и значит предотвратить возможные поломки, короткие замыкания, взрывы и т.п. ).

Метод проверки. Необходимо приложить напряжение между проводником и точкой РЕ (вывод для подключения заземления на установке). Необходимо повторить проверку дважды под напряжением минимум 1000 В при 500 ВА в течение 1с.

### **Проверка изоляции**

Проверяя изоляцию между несущими напряжением частями и частями свободными от напряжения, вы можете контролировать процесс старения оборудования и уменьшить риск неожиданного пробоя изоляции.

Метод проверки. Проводится проверка изоляции между проводниками силовых цепей и цепью заземления. При напряжении проверки 500 В (постоянное) сопротивление изоляции должно быть минимум 1 МОм.

### **Проверка проводимости**

Токи неисправности должны замыкаться на землю. Проверка проводимости цепи заземления подтверждает низкое сопротивление цепи, что необходимо для эффективной защиты.

Метод проверки. Проводим проверку соединения между точкой РЕ (конец кабеля заземления) и различными точками цепи заземления. При постоянном токе 10 А продолжительностью более 10 с падение напряжения на проводнике заземления не должно превышать определённого порога, который зависит от размера сечения проводника: 3,3 В для сечения 1мм<sup>2</sup>; 2,6 В для сечения 1,5 мм<sup>2</sup>; 1,9 В для сечения 2,5 мм<sup>2</sup>.

### **Измерение времени разряда**

После преднамеренного или нет отключения питания электромашины, её доступные или внутренние части не должны иметь опасного напряжения (например, выводы подключения питания).

Метод измерения. Измеряется время необходимое для разряда после выключения питания. Для доступных частей время разряда до напряжения 60 В должно быть менее 1 с, а для внутренних частей – менее 5 с.

### **Значительные изменения в средствах измерения**

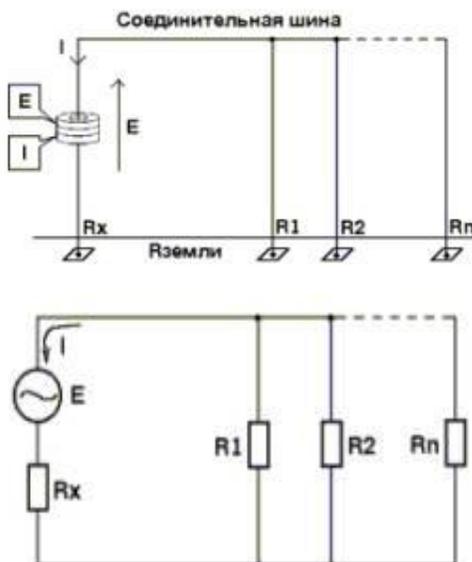
Новые измерительные приборы, выполняющие измерения в соответствии со стандартами (IEC 1010, IEC 61557 , ...), дают монтажникам оборудования, службам эксплуатации, отделам контроля качества, организациям надзора и т.д. все необходимые возможности для проверки и сертификации электроустановок и электрооборудования. Выполняя измерения в соответствии со стандартами, новые приборы могут запоминать наборы результатов измерений, распечатывать результаты или отправлять данные на компьютер, где они могут обрабатываться дальше удобными средствами программ Windows. Прибору С.А 6121 очень легко быть лучшим в классе приборов для проверки электромашин. Его характеристики прямо базируются на нормах стандарта EN 60204-1.

Источник: <http://www.diagnost.ru/about.htm>

## Измерение сопротивления заземления безэлектродным методом без разрыва заземляющего проводника

Наряду с традиционными методами измерения сопротивления заземления, такими как как 2-х, 3-х, 4-х полюсные, есть еще один. Этот новый уникальный метод исключает необходимость отключения параллельных систем заземления и поиска удобных точек для установки дополнительных электродов заземления. Это позволяет существенно сэкономить время и дает возможность пользователям, а именно, подрядчикам, обслуживающему персоналу промышленных установок и электромонтерам коммунальных служб, выполнять измерения в местах, где невозможно применение других методов, например, внутри зданий или на опорах линий электропередач.

*Принцип действия*



Любое заземляющее устройство в электрической системе, имеющее множество точек соединения с землёй, может быть схематически представлено в виде электрической цепи, состоящей из ряда простых контуров (рисунки выше). Когда испытательное напряжение  $E$  посредством специального трансформатора прикладывается к заземляющему стержню (проводник с сопротивлением  $R_x$ ), то по цепи начинает протекать результирующий ток  $I$ . Результирующий ток  $I$  улавливается приёмной катушкой. Внутренний фильтр прибора отсекает все токи, кроме результирующего тока  $I$ , величина которого равна  $I = E/R_{\text{контур}}$

Зная величину  $E$  (задаётся генератором) и  $I$  (измеряется) можно вычислить  $R$  контура (эта величина и отображается на экране прибора). Фактически, сопротивление контура  $R$  контура складывается из следующих величин:

$R_x$  - искомое значение;

$R_{\text{земли}}$  (величина, значение которой обычно гораздо меньше 1 Ома);

$R_1 // R_2 \dots // R_n$  (пренебрежимо малое значение: случай параллельного соединения ряда низкоомных цепей (заземлителей));

$R$  соединительной шины (величина, значение которой, обычно гораздо меньше 1 Ома).

Таким образом,

$R_{\text{контура}} = R_x + R_{\text{земли}} + (R_1 // R_2 \dots // R_n) + R_{\text{соединительной шины}}$ ,

и, приблизительно:

$R_{\text{контура}} = R_x$ .

*Примеры измерений на местности*

#### ИЗМЕРЕНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА, СМОНТИРОВАННОГО НА СТОЛБЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

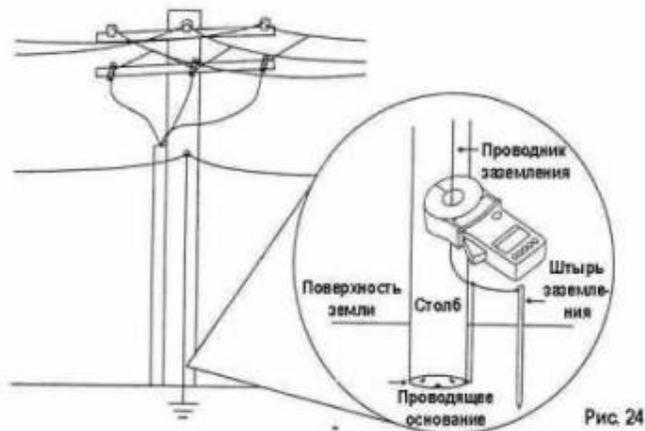
Снимите защитную крышку с провода заземления и обеспечьте достаточно свободного места для захвата проводника клещами тока. Клещи должны свободно охватывать проводник заземления. Клещами можно захватить и непосредственно штырь заземления.

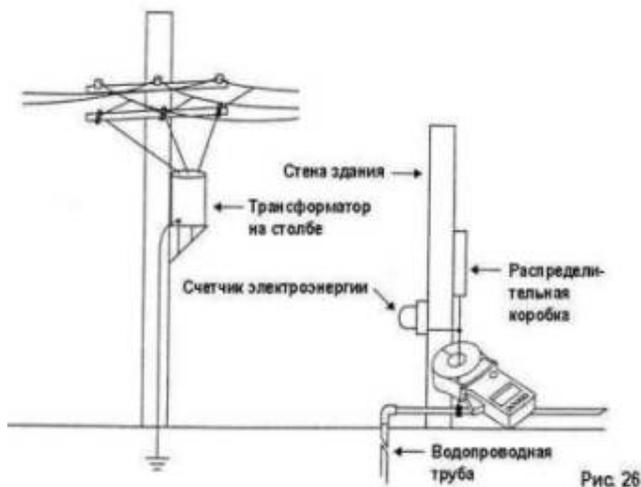
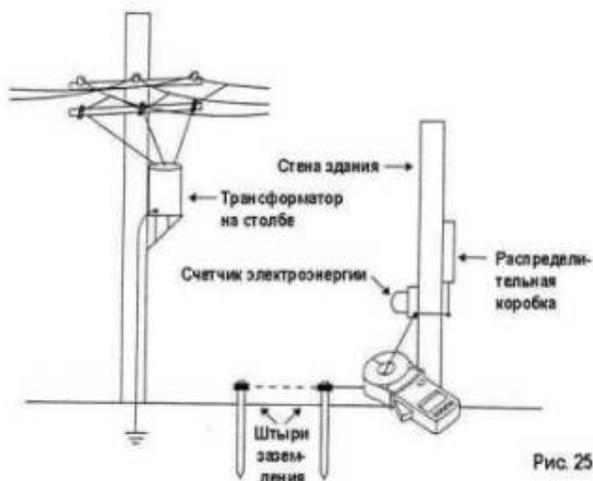
Примечание: клещи должны находиться на электрическом пути от нейтрали системы или проводника заземления к штырю или штырям (в зависимости от исполнения)

Заметьте, что на рисунке 24 заземление обеспечивается торцом столба и заземленным штырем. Необходимо подключить клещи выше точки соединения проводников от торца столба и от штыря, чтобы измерить общее сопротивление заземления обоих заземлителей.

Примечание: большое значение сопротивления может быть вызвано:

- А. плохим заземлением штыря;
- В. отключенным проводником заземления;
- С. большим сопротивлением контактов или мест сращивания проводника; осмотрите клещи, соединение на конце штыря, нет ли заглублённых трещин на стыках.





#### ИЗМЕРЕНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ КОРОБКЕ ИЛИ НА СЧЕТЧИКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Следуйте в основном методике показанной на предыдущих рисунках. Заметьте на рис. 25, что заземление может быть исполнено в виде группы штырей или, как показано на рис. 26, в качестве заземления может быть использована выходящая из земли водопроводная труба. Можно использовать одновременно оба вида заземления. В этом случае следует выбирать точку измерения на нейтрали так, чтобы измерить общее сопротивление заземления системы.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА ТРАНСФОРМАТОРЕ, УСТАНОВЛЕННОМ НА ПЛОЩАДКЕ

- Замечание. Никогда не открывайте ограждение трансформатора. Это - имущество коммунальной службы. Данное измерение может выполнять только специалист.
- Соблюдайте все необходимые меры безопасности.
- Присутствует опасное напряжение.



Рис. 27

Определите и посчитайте все штыри заземления (обычно имеется единственный штырь). Если штыри заземления находятся внутри ограждения, обратитесь к рис. 27, а если за пределами ограждения – к рис.28. Если имеется единственный штырь заземления и он находится внутри ограждения, то для измерения следует подключиться к проводнику сразу после контакта проводника со штырем. Часто, от зажима на штыре возвращается к нейтрали или внутрь ограждения несколько проводников.

Во многих случаях, наилучшее измерение можно получить при помощи клещей, подключенных непосредственно к заземленному штырю. При этом измеряется исключительно сопротивление устройства заземления. Подключайте клещи только в той точке, где имеется единственный путь для тока, текущего в нейтраль.

Обычно, если вы получили очень низкое значение сопротивления, то это означает, что вы подключились к петле и вам следует переместить точку измерения ближе к штырю. На рис. 28 штырь заземления вне ограждения. Чтобы получить правильный результат, выберите точку подключения клещей, как показано на рисунке. Если внутри ограждения имеется несколько штырей в разных углах, надо определить, как они подключены, чтобы правильно выбрать точку измерения.

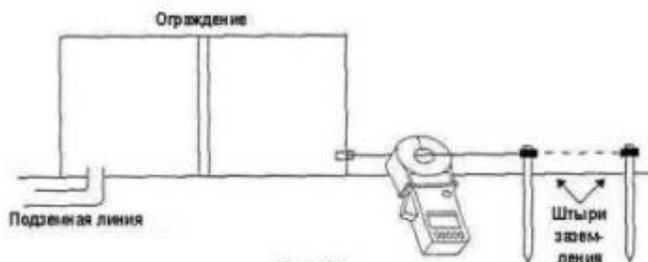


Рис. 28

## ПЕРЕДАЮЩИЕ СТОЙКИ

Соблюдайте все необходимые меры безопасности. Присутствует опасное напряжение.

Найдите проводник заземления около фундамента стойки. Заметьте, что существует много конфигураций. Будьте осторожны при определении проводников заземления. На рис. 29 показана одна стойка на бетонном фундаменте с внешним проводником заземления. Точка подключения клещей должна находиться выше места электрического соединения частей системы заземления, которая может быть выполнена в виде группы штырей, пластин, витков или элементов фундамента.

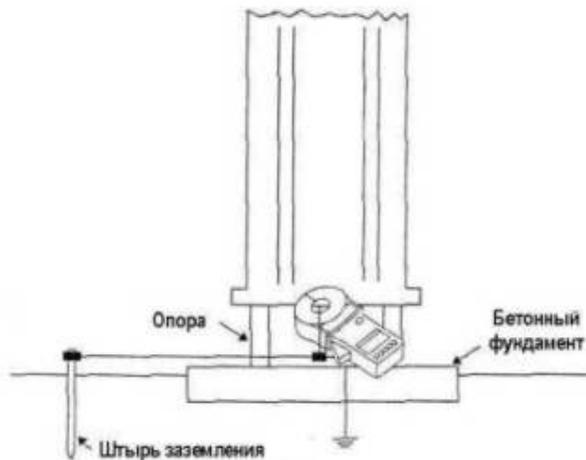


Рис. 29

*Приборы для измерения сопротивления заземления безэлектродным методом*



#### Тестер Metrel MI 2124 (Earth Clamp)

Прибор позволяет производить, как 2-х, 3-х, 4-х полюсные измерения сопротивления заземления, так и измерение сопротивления заземления, описанным выше, безэлектродным методом. Измерение проводится с помощью пары токовых клещей, одни из которых работают в качестве генератора, вторые измеряют наведенный ток. Измерение безэлектродным методом обеспечивает точность  $\pm 10\%$ .

Диаметр обхвата клещей до 55 мм. Габаритные размеры прибора 155 x 95 x 190 мм, масса (без принадлежностей, с батареями) – 1,3 кг

**Подробное описание и характеристики прибора:**

[http://www.metrel.com.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=35&Itemid=55](http://www.metrel.com.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=55)

Источник: <http://www.etalonpribor.com.ua/>

# Эксперименты по передаче энергии по одному проводу, без них и получение обратного тока в цепи питания

*Краснов Дмитрий*

Посвящаю Лене К.

Всё началось с того, что около года назад я решил собрать электрошокер, во время наладки которого я случайно заметил, что подключенный тестер как то не так себя ведёт, сейчас уж и не помню точно как тогда было дело. Конечно слышал в то время об опытах Авраменко (“Техника – Молодёжи”, №1, 1991г.), опытах Н. Теслы. Но практической информации не было, разве что о диодной вилке узнал из “Техники-Молодёжи”. Почему получилось с электрошокером не знаю, возможно, что-нибудь не так сделал, использовал не те детали и т. д. Далее стал совершенствовать: подключил вилку, убрал сердечник, подключил светодиод, может ещё что-то модернизировал точно не помню. Я почему то тогда сразу всё это всерьёз не воспринял.

Подробное описание опытов и наблюдаемых явлений будет ниже, а пока описание конструкции самого генератора. Извиняюсь за то что в описании содержится много возможно не нужных вещей, я старался как можно точнее отразить схему своего устройства, чтобы была доказана его работоспособность.

Описание схемы генератора и технологии его изготовления

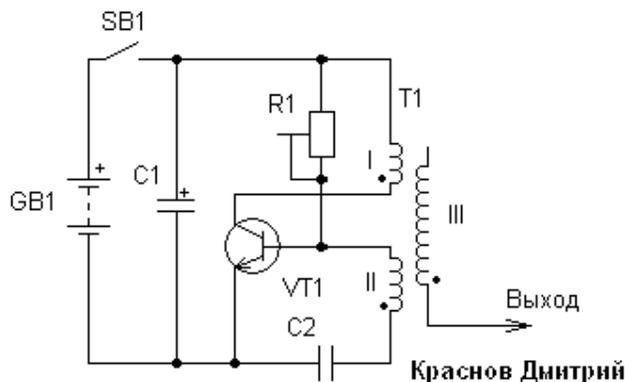


Рис. 1. Схема генератора.

Для повторения эксперимента необходимо собрать генератор, схема которого приведена на рисунке 1.

Схема представляет собой обычный преобразователь постоянного напряжения в переменное которым питается трансформатор T1. Возможно также, что схема выполняет ещё какую-то не вполне традиционную роль

1. Батарея питания GB1. В первых опытах (около года назад) я использовал одну обычную квадратную батарейку постоянного тока на 4,5 В. Во второй серии опытов (кон. июня 2004г.- нач. июля 2004г.) мной были использованы две последовательно включённые квадратные батарейки по 4,5 В, причём одна новая, а другая та же что использовалась в первых опытах.

2. Кнопка SB1. В общем, я думаю любая малогабаритная кнопка.
3. Конденсатор C1. Полярный конденсатор К50-12 номиналом 10мкФ\*25В.
4. Транзистор VT1. Транзистор *n-p-n* марки КТ819В в пластмассовом корпусе.
5. Резистор R1. Резистор подстроечный номиналом 6,8 КОм.
6. Конденсатор C2. Плоский квадратный конденсатор марки Н30 номиналом 10нФ.
7. Трансформатор Т1. Мною было собранно два трансформатора. Первый трансформатор был собран для первых опытов, второй во время второй серии опытов.

Первый трансформатор имеет следующие характеристики:

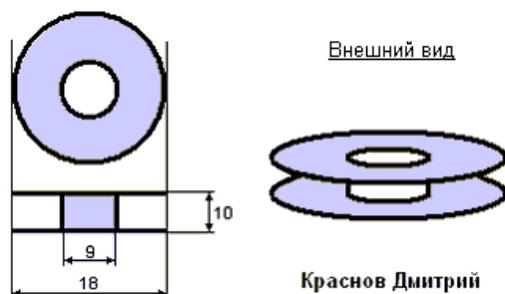


Рис. 2. Конструкция каркаса первого трансформатора (размеры в мм).

Катушка I имеет 6 витков медного провода диаметром 0,15 мм, катушка II имеет 20 витков медного провода диаметром 0,25 мм, катушка III содержит  $1800 \pm 10$  витков медного провода диаметром 0,12 мм. Тип проводов точно не знаю, но что-то вроде ПЭТВ или ПЭЛ.

Трансформатор намотан на самодельном каркасе. Конструкция каркаса приведена на рисунке 2. Диск каркаса склеены каждый из двух слоёв картона (толщиной 0,4 мм), кольцо склеено из нескольких слоёв бумаги намотанных на подходящий каркас.

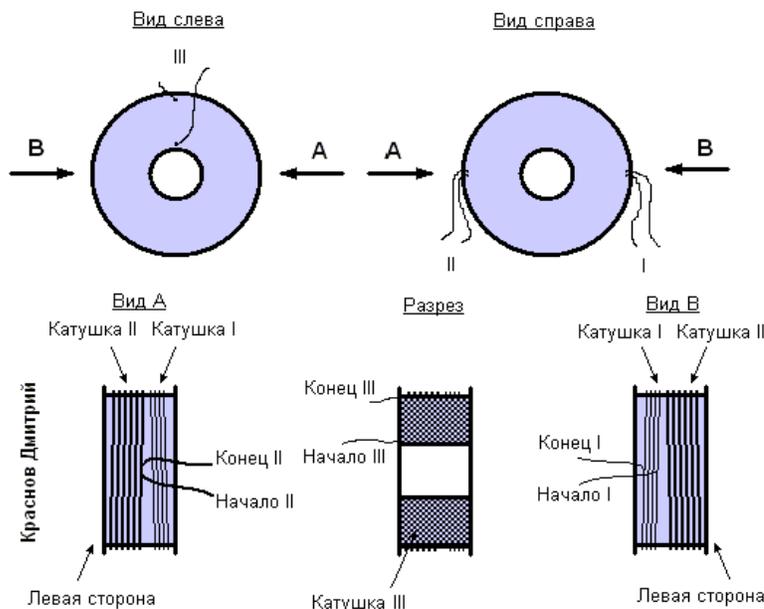


Рис. 3. Намотка катушек.

Намотка осуществляется следующим образом. На кольцо каркаса накладывается один слой изоляционного материала (что-то типа слюды). Поверх него наматывается катушка III, первый виток к витку (от себя слева направо), а далее в навал более или менее ровно по всей поверхности катушки (выводы III катушки расположены слева). Поверх III катушки накладывается один слой того же изоляционного материала. Далее в два слоя наматывается катушка II. Начиная приблизительно от середины, мотая к левому краю и обратно к середине, желательнее виток к витку (выводы II катушки закреплены справа). На оставшейся свободной половине трансформатора наматывается катушка I, намотка осуществляется также от себя виток к витку начиная от середины и заканчивая у правого края (выводы I катушки закреплены также справа диаметрально противоположно выводам II катушки). Намотка всех трёх катушек должна быть выполнена в одну сторону (от себя). И, наконец поверх намотанных катушек накладывается ещё слой изоляционного материала.

Намотка катушек трансформатора приведена на рисунке 3.

Второй трансформатор имеет следующие характеристики:

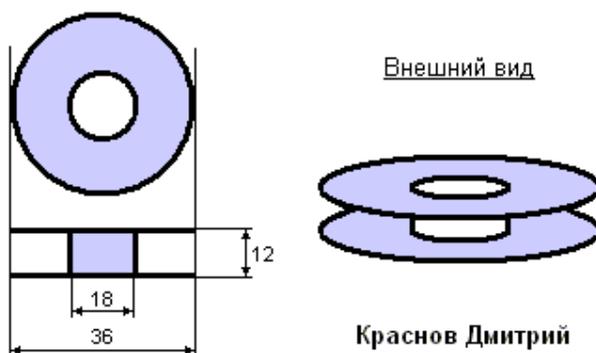


Рис. 4. Конструкция каркаса второго трансформатора (размеры в мм).

Катушка I намотана медным проводом диаметром 0,25 мм, катушка II намотана медным проводом диаметром 0,39 мм, катушка III намотана медным проводом диаметром 0,18 мм. Все катушки второго трансформатора имеют такое же количество витков как и соответствующие катушки первого трансформатора. Тип проводов так же что-то вроде ПЭТВ или ПЭЛ. Конструкция и технология изготовления второго трансформатора такая же как и у первого. На рисунке 4 приведены размеры каркаса.

При подключении трансформаторов к генератору особое внимание следует уделить тому, чтобы начала (помечены точками на схеме) и концы катушек были подключены соответствующим образом.

Трансформаторы сердечников не имеют. Хотя первый трансформатор работает и с броневым ферритовым сердечником, но хуже. Работу второго трансформатора с сердечником не проверял.

Монтаж генератора.

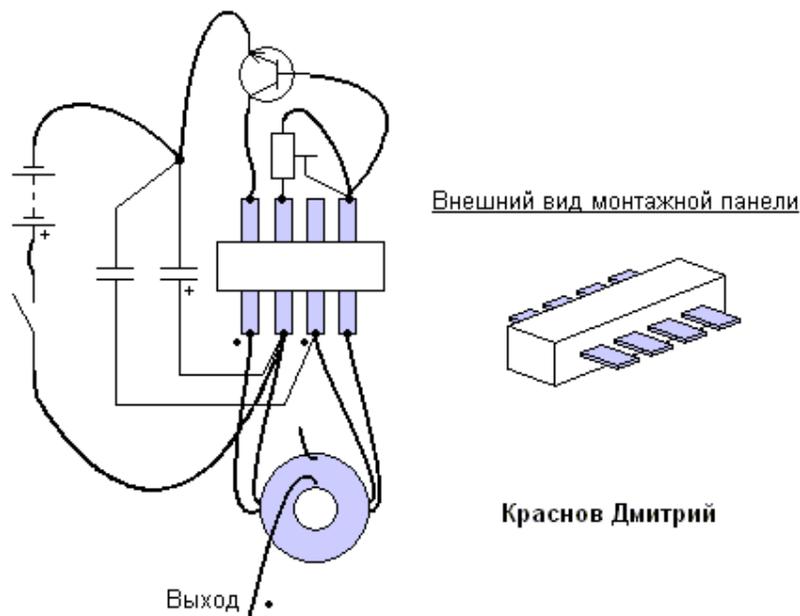


Рис. 5. Монтаж генератора.

Схема генератора собрана на монтажной панельке (рис. 5) размерами 30×8×8 мм с четырьмя парами выводов. Все соединения схемы выполнены пайкой.

Жирными кривыми линиями на рисунке показаны вспомогательные соединительные провода (за исключением трансформатора, где использовалась проволока, которой намотана катушка) представляющие собой обычный медный семи жильный провод диаметром (без изоляции) 0,5 мм и длиной в среднем около 5 см, тонкими прямыми линиями показаны выводы самих деталей. То есть, если у конденсатора тонкая прямая линия, то значит конденсатор подключен к панельке своим выводом без вспомогательного соединительного провода. Обращаю внимание, что желательно использовать подстроечный резистор припаянный непосредственно к панельке. Так как с переменным резистором который подключен проводами у меня хуже работает. Трансформаторы подключаются по одному, то есть либо первый либо второй. Катушки трансформатора подключены той же проволокой которой намотаны, длиной около 4-8 см. Начало III катушки имеет длину 7 см, конец III катушки можно вообще не оставлять, так как в экспериментах он почти не участвует, а можно на всякий случай оставить, сделать длиной около 4 см и намотать его поверх изоляции трансформатора.

Настройка генератора.

Для работы генератора следует учитывать все описанные мелочи. Правильно собранный генератор в настройке не нуждается. В начале следует лишь поставить подстроечный резистор в среднее положение, далее по ходу работы производят подстройку до получения наилучших результатов эксперимента. Какие либо изменения в схеме генератора необходимые для проведения опытов будут описаны ниже.

*Эксперименты и наблюдаемые явления*

Описания явлений даны приблизительно в хронологическом порядке.

Первая серия экспериментов (около года назад).

Для этой серии экспериментов использовался первый трансформатор, одна 4,5 вольтовая батарейка питания и тестер Ц4324. Все эксперименты проводились на деревянном столе покрытом плёнкой.

1. Передача переменного напряжения по одному проводу.

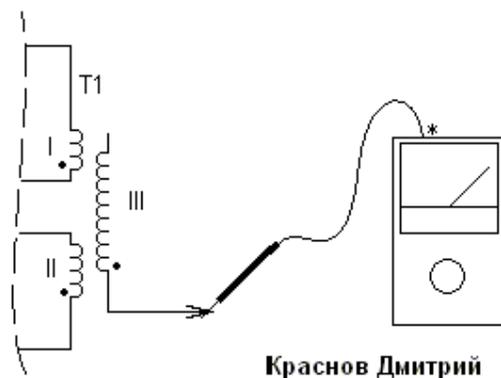


Рис. 6. Подключение тестера.

Для наблюдения этого явления я использовал тестер с двумя щупами длиной около 1 метра каждый. Тестер включается на переменный тип измерения на любом пределе и подключается одним щупом к выходу (начало III катушки) трансформатора, второй щуп никуда не подключается его вообще можно убрать (рис. 6).

Тем не менее важное значение имеет оба ли щупа присутствуют и какой куда подключен. Максимальное отклонение стрелки наблюдается в том случае, когда щуп идущий от гнезда тестера (\*) подключен к выходу трансформатора, а второй щуп идущий от гнезда тестера (V, mA, -Ком, +Om) никуда не подключен (рис. 7.а). Минимальное отклонение стрелки наблюдается тогда, когда один щуп идущий от гнезда (V, mA, -Ком, +Om) подключен к выходу трансформатора, второй щуп отсутствует (рис. 7.б).

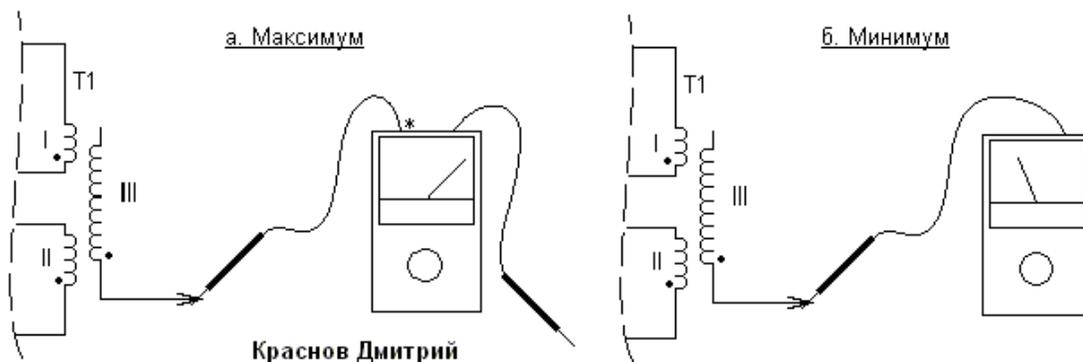


Рис. 7.

Отклонения стрелки, но в меньшей степени наблюдается также при подключении тестера к концу III обмотки трансформатора.

2. Подключение диодной вилки.

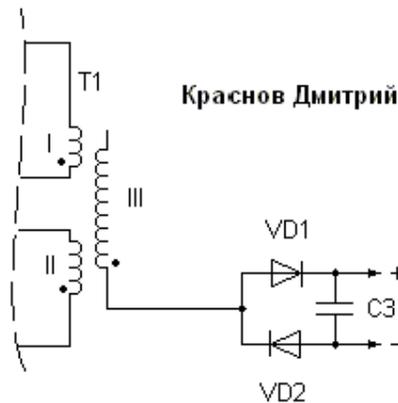


Рис. 8. Диодная вилка.

Схема вилки и её подключение приведено на рисунке 8.

Вилка состоит из двух одинаковых диодов VD1, VD2 марки КД503А или КД503Б и необязательного, хотя с ним лучше работает, поэтому лучше всё же поставить, конденсатора С3 марки Н30 и номиналом 10нФ.

а. Для наблюдения появления на концах вилки постоянного тока, к вилке подключается тестер Ц4324 для измерения напряжения (предел около 30 в.) или силы тока (на одном из самых низких пределов) по постоянному току (рис. 9).

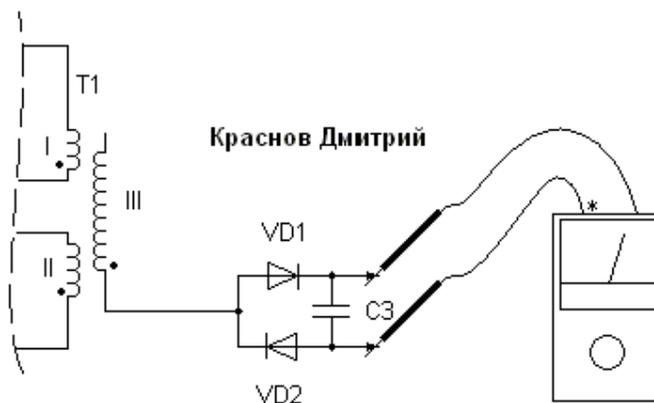


Рис. 9. Измерение напряжения.

Кроме того измерения можно проводить и по переменному току, подключив тестер к одному или двум выводам вилки.

То есть переменное напряжение диодами полностью не выпрямляется.

б. Также вместо тестера можно подключить светодиод VD3 типа АЛ307 (рис. 10).

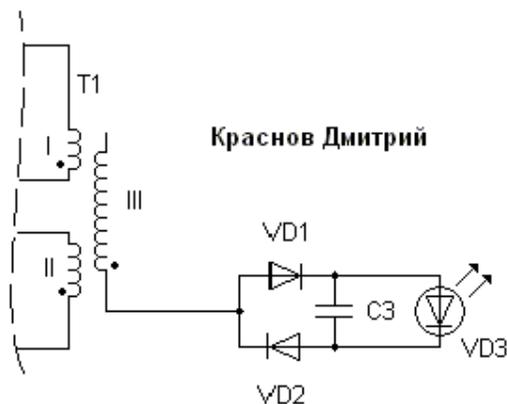


Рис. 10. Подключение светодиода.

3. Подключение лампы дневного света (ЛДС).

Описание ЛДС будет дано ниже.

Схема подключения ЛДС к трансформатору приведена на рисунке 11.

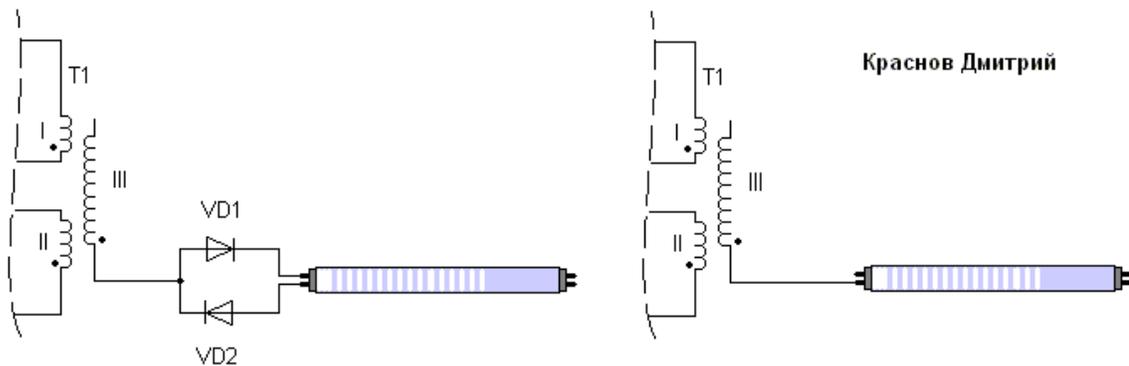


Рис. 11. Подключение ЛДС (два варианта).

ЛДС к трансформатору можно подключать как с помощью вилки так и без неё. После включения устройства лампа должна светиться на 1/2 - 2/3 своей длины. Настройкой подстроечного резистора можно получить в лампе бегущие, чередующиеся тёмно-светлые кольца. Движение происходит от подключенного конца к свободному концу лампы (на рисунке слева на право). Свечение лампы не сильное, поэтому опыт рекомендуется проводить при слабом освещении.

*Примечание:* В выше описанных экспериментах подключение вилки со светодиодом и лампы осуществлялось непосредственно к выходу трансформатора без использования удлиняющих проводов.

4. Подключение тестера, светодиода и ЛДС на удлиняющем проводе.

Схема подключения тестера, и светодиода на удлиняющем проводе приведена на рисунке 12. Опять же конденсатор можно не использовать.

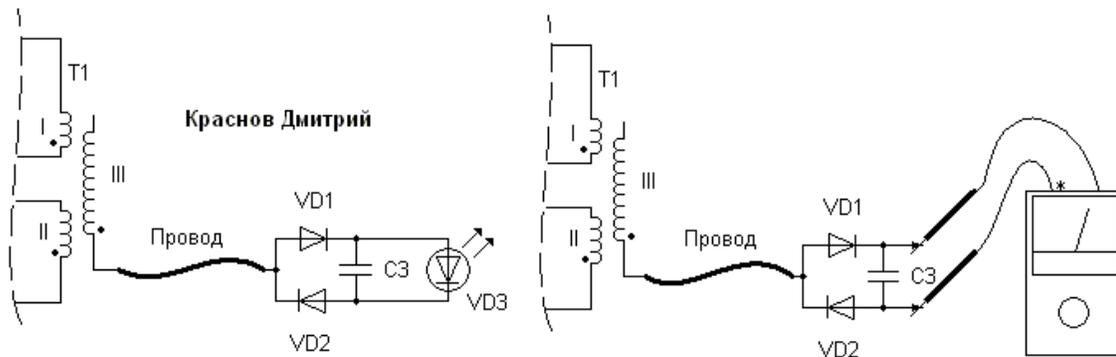


Рис. 12. Подключение на удлиняющем проводе.

В качестве удлиняющего провода использовался обычный двух жильный телефонный провод длиной 3,1метр, жилы которого были свиты вместе (другого просто не нашлось). Свечение светодиода и показания тестера не много уменьшились, но всё же были. При подключении ЛДС на удлиняющем проводе свечение ЛДС не наблюдается.

*Примечание: Можно повесить лампу за питающий провод длиной около 20 см, чтобы исключить контакт с поверхностью стола (проводил во второй серии экспериментов).*

#### 5. Передача энергии без проводов.

Стрелка тестера, настроенного на переменный тип измерений, щупы которого лежат рядом (расстояние пока не велико) с генератором начинает отклоняться при включении генератора. Вывод: стрелка отклоняется, значит совершается работа, а значит затрачивается энергия, но ведь тестер ни к чему не подключен???

#### 6. Влияние нахождения различных предметов в зоне работы генератора.

Это явление можно наблюдать при проведении предыдущего эксперимента, если поводить рукой над генератором, щупами и тестером. В результате этих действий будет заметно колебание стрелки тестера. То есть рука в данном случае является приёмником излучения (поля), кстати, по моему токи около генератора наводятся в любых проводящих предметах. Это явление очень схоже с теорией и опытами Н. Теслы ([KUASAR.NAROD.RU/LIBRARY/TESLA/ENERG.HTM#0001](http://KUASAR.NAROD.RU/LIBRARY/TESLA/ENERG.HTM#0001)).

Вторая серия экспериментов (конец июня 2004г. – начало июля 2004г.).

В этих экспериментах в основном проводятся количественные измерения, а также используется второй трансформатор, две квадратные батарейки включенные последовательно дающие напряжение около 7 вольт и тестер Ц4324. Все эксперименты проводятся на деревянном столе покрытом плёнкой.

#### 1. Измерение напряжения выхода.

Тестер включенный на измерение:

- переменного тока/напряжения и подключенный как показано на рисунке 6 зашкаливает на любом пределе измерений.
- постоянного напряжения и подключенный как показано на рисунке 9 показывает: с конденсатором С3 значение 79 В, без конденсатора 76 В.
- постоянного напряжения и подключенный как показано на рисунке 12 показывает: с конденсатором С3 значение 72 В, без конденсатора 68 В.

- постоянного тока и подключенный как показано на рисунке 9 только без конденсатора С3 и без дополнительной нагрузки показывает ток 1,6 мА.

*Примечание: значения могут различаться в зависимости от состояния батарей питания.*

2. Зарядка конденсатора от диодной вилки.

Используется схема аналогичная той что изображена на рисунке 8, только конденсатор С3 заменяется на полярный конденсатор марки К50-12 номиналом 20 мкФ 300 В. Далее генератор включают на (5-10 сек.) для зарядки конденсатора, после чего генератор выключают и измеряют тестером постоянное напряжение на конденсаторе (можно не отключая конденсатор от диодов). После такой зарядки тестер у меня показывает 79 В на пределе измерений тестера в 120 В. Кстати разряжая конденсатор, накоротко замыкая выводы, наблюдается довольно мощная искра. То есть как я полагаю, конденсатор действительно заряжается от одного проводника.

3. Явление смены полярности или присутствие обратного тока в диодной вилке.

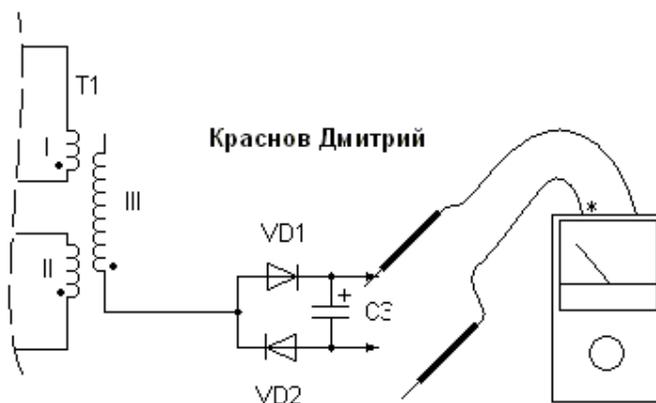


Рис. 13. Обратный ток в диодной вилке.

Для наблюдения явления используется схема изображённая на рисунке 9 только без конденсатора (может и с ним конечно работает не пробовал). Тестер настраиваю на измерение постоянного напряжения (предел измерений 120 В) или силы тока (предел измерений 6 мА). Включаю генератор тестер показывает 76 В (или 1,6 мА если тестер настроен на измерение силы тока), далее отключаю один щуп тестера (рис. 13). Показания тестера становятся равными нулю.

Далее начинаю убавлять предел измерений тестера. При пределе тестера 1,2 В (0,06 мА) стрелка тестера начинает отклоняться в обратную сторону. Заметьте, тестер включен на постоянный тип измерений и касание осуществляется одним щупом причём именно тем что изображён на рисунке 13.

4. Переменное напряжение на батарее питания.

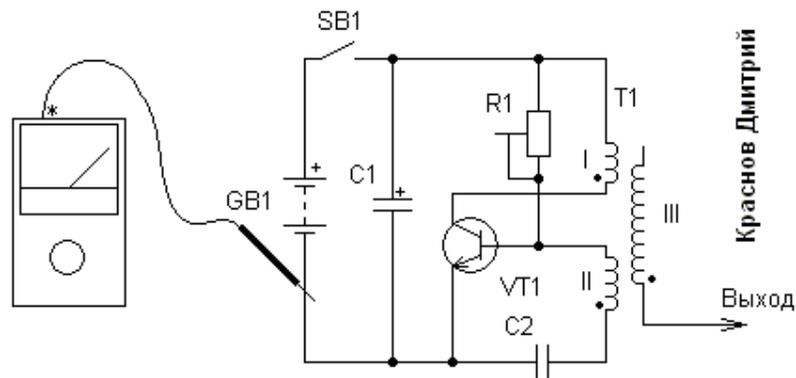


Рис. 14. Переменный ток в цепи питания.

Стрелка тестера зашкаливает если одним щупом тестера (настроенного на переменный тип измерений тока / напряжения) касаться одного (любого) вывода батарейки питания (рис. 14). Я случайно коснулся пальцем контакта кнопки, в результате чего получил небольшой ожог.

*Примечание: возможно именно такой же эффект наблюдался в опытах Тесла в результате которых вышли из строя генераторы электростанции.*

5. Снижение потребляемой мощности при подключении нагрузки.

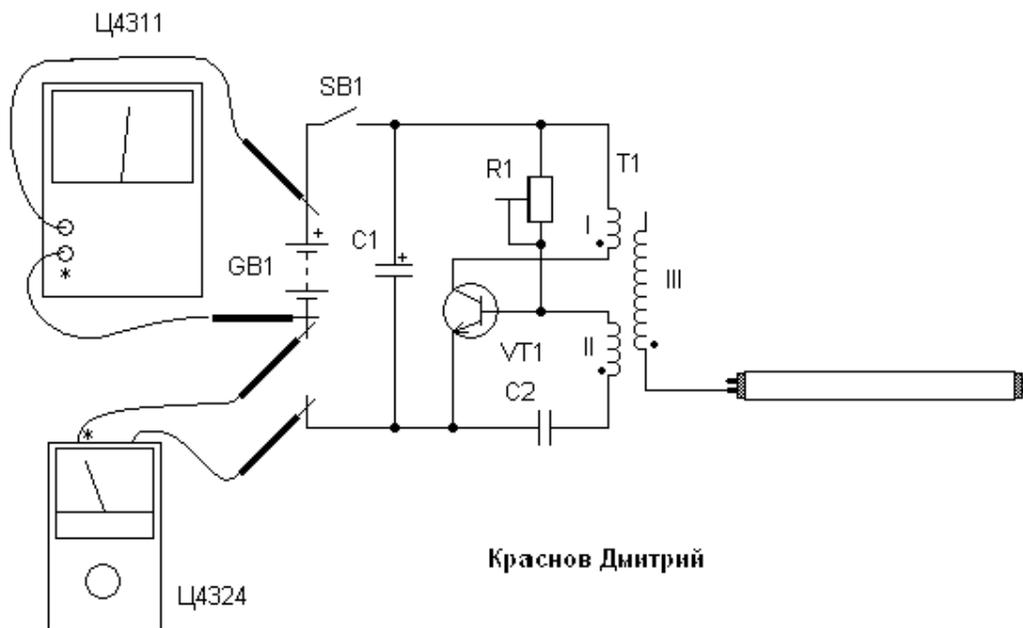


Рис. 15. Снижение потребляемого тока под нагрузкой.

Для этого эксперимента используется дополнительный тестер Ц4311 для измерения потребляемого напряжения, тестер Ц4324 используется для измерения потребляемого тока. Подключение тестеров приведено на рисунке 15.

Тестер Ц4324 настраивается на предел измерения постоянного тока 3000 мА, а тестер Ц4311 настраивается на предел измерения постоянного напряжения 15 В.

В качестве нагрузки используется ЛДС мощностью 40 Вт подключенная без вилки к выходу генератора. Особое значение следует уделить размерам лампы: длина 1,2 метра, диаметр трубы 36 мм, особенно это важно будет в следующем опыте.

Генератор отключен напряжение на батарее 7 В.

Включаем генератор:

- лампа отключена: напряжение падает до 4,5 В, потребляемый ток 250 мА.
- лампа подключена: напряжение падает до 4,5 В, потребляемый ток 180 мА.

*Примечание: данные могут отличаться в зависимости от состояния батарей питания (новые, разряженные).*

6. Получение обратного тока в цепи питания.

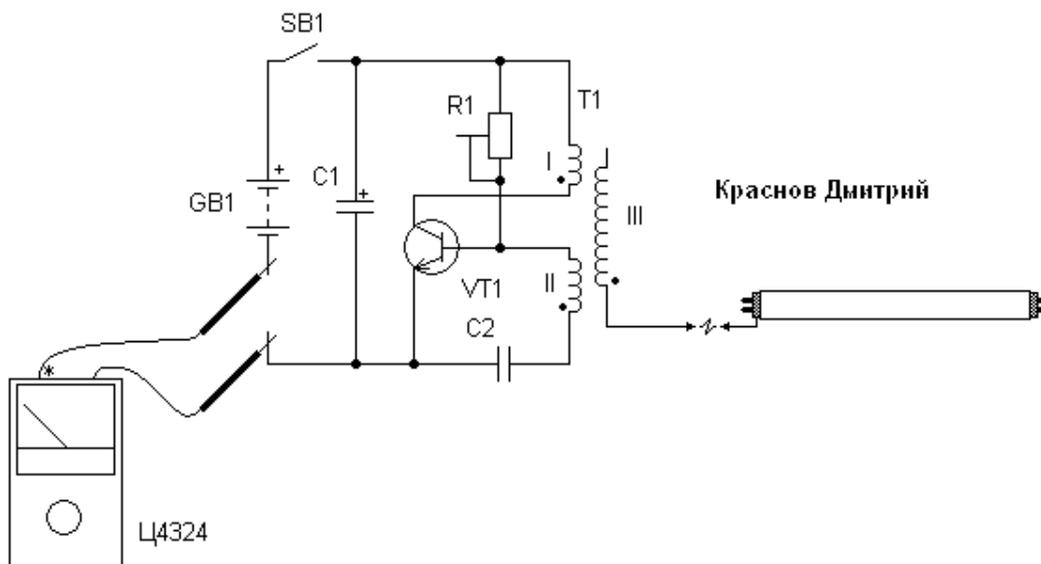


Рис. 16. Обратный ток.

Наверное это самый сложный опыт для повторения в виду неустойчивости его работы. Для этого эксперимента используется схема приведённая на рисунке 16.

Для измерений потребляемого тока в этом опыте необходимо использовать обязательно тестер Ц4324 настроенный на измерение постоянного тока на пределе 3000 мА, на других пределах измерений и с другим тестером обратного тока у меня не наблюдается. Искровой промежуток создаётся следующим образом Выходной конец катушки III накладываю (без крепления) на алюминиевую накладку конца лампы, далее включаю генератор и двигаю лампу из стороны в сторону таким образом чтобы между лампой и концом проволоки создавалась искра. В результате этих действий стрелка тестера начинает ходить из стороны в сторону, то приближаясь к нулю, то удаляясь от него, в определённый момент стрелка устремляется к нулю, а затем уверенно

отклоняется далее за нуль. Главное здесь поймать положение лампы при котором наступило данное явление. Кроме показаний обратного тока тестера также в этот момент наблюдается свечение ЛДС и искра между лампой и проволокой катушки.

*Примечание: Также работает и с первым трансформатором, но сложнее поймать момент. Обязательно используйте ЛДС описанную ранее так как с ЛДС другого типа (которые я пробовал) явление наблюдается хуже либо же вообще не наблюдается. Кстати можно подключить тестер Ц4311 для измерения напряжения питания, но с ним опять же сложнее поймать момент.*

Как я уже говорил в форуме сайта фирмы ООО “Скиф” [www.skif.biz](http://www.skif.biz) данное явление можно трактовать по разному. Можно конечно всё списать на погрешности тестера и погрешности измерений, но можно предположить что именно при условиях описанных выше (определенная ЛДС (резонатор), определённый тестер и его предел (индуктивность, сопротивление) и т. д.) и наблюдается явление генерации обратного тока в цепи питания. Данное явление очень схоже с получением обратного тока в опытах Чернетского хотя есть и различие заключающееся в количестве питающих нагрузку проводов

7. Искровой разряд на любой проводящий предмет.

При достаточно близком поднесении отвёртки, грифеля карандаша к выходному концу (именно выходу) трансформатора наблюдается слабый искровой разряд, при поднесении к другому концу ничего нет.

8. Притяжение проволочного проводника.

Из-за того что выходной провод III катушки является тонкой проволокой наблюдается притяжение проволоки к близко расположенным (1-2мм) металлическим предметам (подобно наэлектризованной эбонитовой палочке притягивающей бумажки). Особенно это заметно при настройке искры в 6 эксперименте, что даже мешает, так как искровой промежуток слипается.

### **Заключение**

Опыты Тесла, Авраменко, Чернетского и все вышеописанные эксперименты как мне кажется одного поля ягоды.

Данные явления ещё требуют больших исследований, но всё как всегда упирается в средства.

Большая просьба к тем кто захочет повторить данное устройство, обязательно сообщите о проведенных опытах и наблюдаемых явлениях.

**Р. С.** Все вопросы, предложения и замечания можно направлять на E-mail: [razum\\_i\\_chuvstva@rambler.ru](mailto:razum_i_chuvstva@rambler.ru) или на форум сайта фирмы ООО “Скиф” [WWW.SKIF.BIZ](http://WWW.SKIF.BIZ) Краснову Дмитрию.

Источник: <http://skif.biz>



Редактор бесплатного электронного  
журнала «Я электрик!»

Повный Андрей

Надеюсь 12-й номер журнала «Я электрик!»  
Вам понравился, и Вы открыли что-то новое  
для себя!

WWW: <http://electrolibrary.info>

Email: [electroby@mail.ru](mailto:electroby@mail.ru)

Гомель, Беларусь

### Мои проекты:

<http://electrolibrary.info> – «Электронная электротехническая библиотека»

<http://electricalschool.info/> - «Школа для электрика. Все секреты мастерства»

<http://electrolibrary.info/blog/> - Мой светотехнический блог «LIGHTING BLOG»

<http://electrolibrary.info/electrik.htm> - Электронный журнал «Я электрик!»

<http://electrolibrary.info/bestbooks/> - Электротехническая литература по почте

Почтовая рассылка «Электротехническая энциклопедия» -

<http://electrolibrary.info/subscribe/>

<http://povny.bogspot.com> – Блог «Интернет для электрика»