

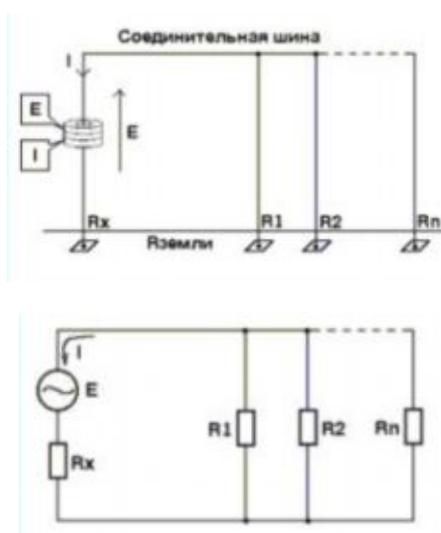
## Измерение сопротивления заземления безэлектродным методом без разрыва заземляющего проводника

Статья

### Измерение сопротивления заземления безэлектродным методом без разрыва заземляющего проводника

Наряду с традиционными методами измерения сопротивления заземления, такими как 2-х, 3-х, 4-х полюсные, при помощи длинных проводов и штырей, 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. Более того данный вид измерения практически незаменим при наших погодных условиях (особенно зимой) когда вбить штырь в землю просто не представляется возможным.

### Принцип действия



Электрическая схема: Рис. 1 и 2

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 (рис. 1 и 2). 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 (настроенный на частоту прилагаемого испытательного напряжения) отсекает все токи, кроме результирующего тока  $I$ , величина которого равна

$$I = E/R_{\text{контурa}}$$

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,

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

Или другими словами, приблизительно:

$$R_{\text{контурa}} = R_x.$$

## Примеры измерений на объекте.

### 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)

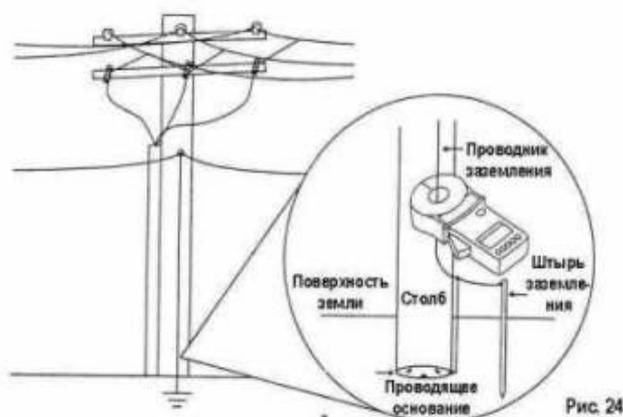
Заметьте, что на рисунке 24 заземление обеспечивается торцом столба и заземленным штырем. Необходимо подключить клещи выше точки соединения проводников от торца столба и от штыря, чтобы измерить общее сопротивление заземления обоих заземлителей.

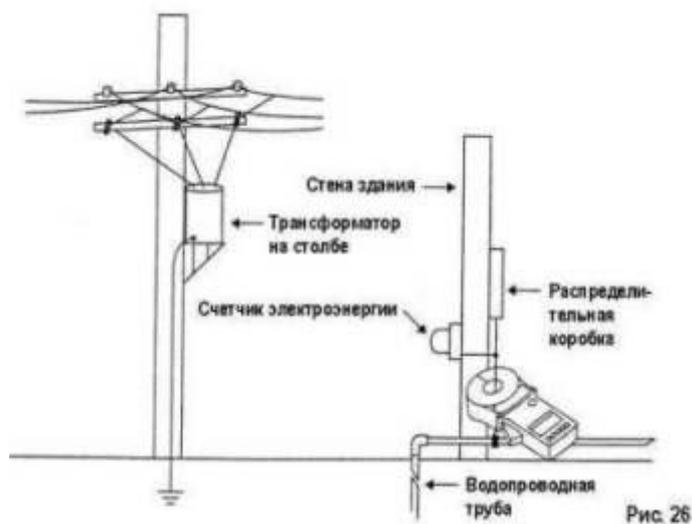
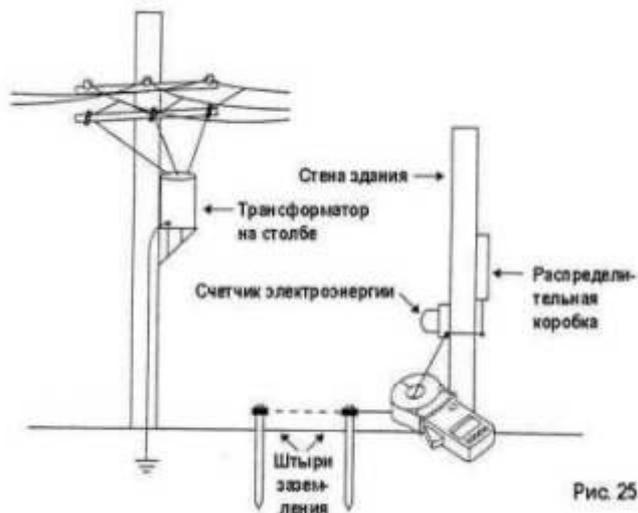
Примечание: большое значение сопротивления может быть вызвано:

плохим заземлением штыря;

отключенным проводником заземления;

большим сопротивлением контактов или мест срачивания 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.

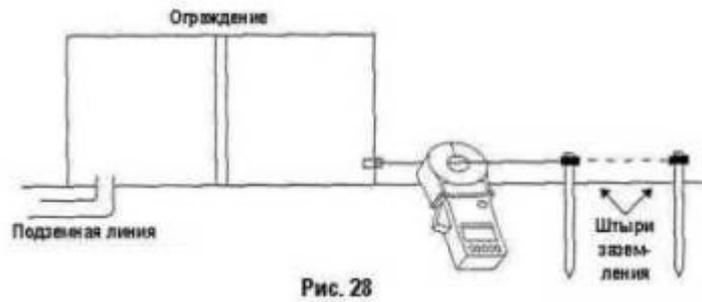
Присутствует опасное напряжение.



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.

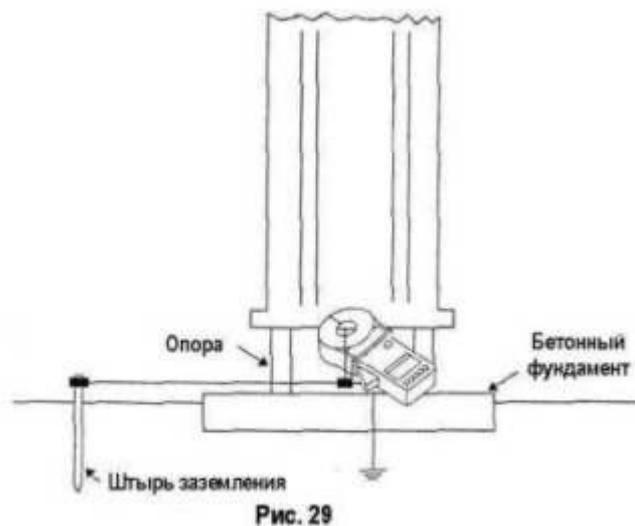
Обычно, если вы получили очень низкое значение сопротивления, то это означает, что вы подключились к петле и вам следует переместить точку измерения ближе к штырю. На рис. 28 штырь заземления вне ограждения. Чтобы получить правильный результат, выберите точку подключения клещей, как показано на рисунке.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



## 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.



## Приборы для измерения сопротивления заземления безэлектродным методом

Клещи **С.А.6410**, **С.А.6412**, **С.А.6415** – компании Chauvin Arnoux (Франция)



Измерители сопротивления заземления производства фирмы Chauvin Arnoux (Франция) – токовые клещи моделей **С.А. 6410**, **С.А. 6412** и **С.А. 6415** предназначены для оперативного контроля устройств заземления без их отключения и использования вспомогательных электродов. Все модели данных измерителей сопротивления заземления дают возможность производить точные измерения сопротивления заземления в диапазоне от 0,1 до 1200 Ом с разрешением 0,01 – 50 Ом. Точность измерений сопротивления заземления в диапазоне 0,10 – 1,00 Ом составляет  $\pm 1,5 \% \pm 0,02$  Ом.

Модели **С.А 6415** и **С.А. 6412** измеряют ток и токи утечки в диапазоне от 1 мА до 30 А rms. Модель **С.А 6415** имеет возможность звуковой сигнализации по установленным пороговым значениям и оснащена памятью, в которой может храниться до 99 результатов измерений сопротивления заземления.

Диаметр окна захвата: 32 мм, ширина раскрытия захвата: 35 мм. Габаритные размеры: 235 x 100 x 55 мм, вес: 1 кг.

Внесены в Государственный реестр РФ средств измерений

Цена варьируется от 1500 до 1800 евро

Уникальный прибор СА 6472 - Тестер заземления и удельного сопротивления используется для быстрого и всестороннего теста всех заземленных систем, собирая все функции заземления в одном приборе. При использовании с модулем **С.А** 6474, тестер измеряет заземление опор линий электропередач.



Все типы измерения заземления и измерение заземления на опорах линий электропередач (модуль **С.А** 6474)

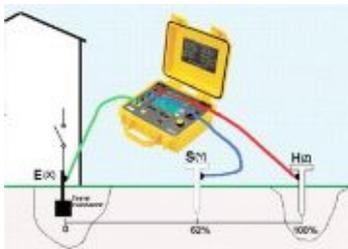
Удельное сопротивление (методы Венера и Шлумбергера)

Соединение заземлителей

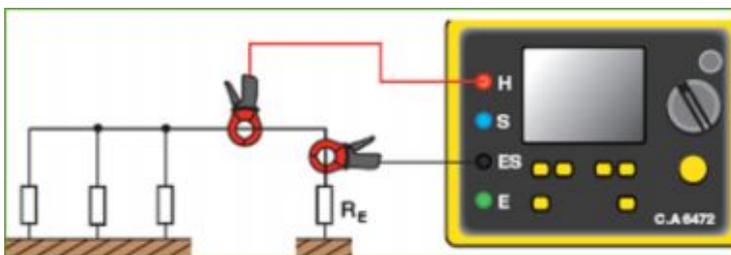
Сопротивление грунта

Проводимость / Сопротивление

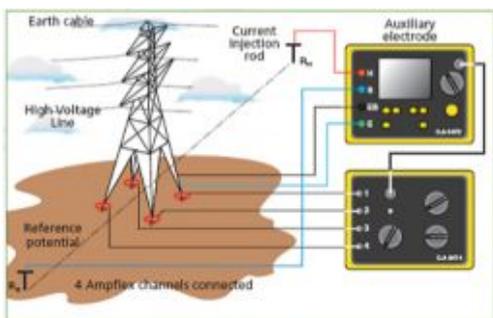
## Измерения стандартным способом с разрешением 0,001 Ом



## Измерение безэлектродным методом



## Измерение заземления опор высоковольтных линий без их отключения



Цена тестера в комплекте с парой токовых клещей необходимых для измерения безэлектродным методом – 125 000 руб.

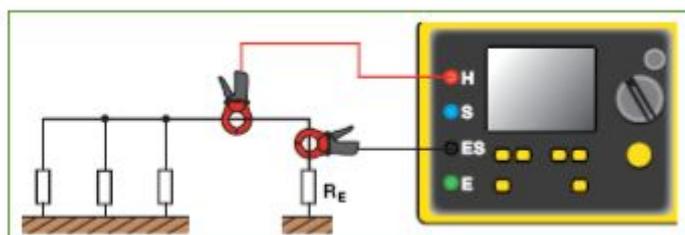
Комплект C.A 6472 + C.A 6474 + **набор проводов 100м** + **клещи** - 372 000 руб.

## Новый тестер СА 6470С (Франция)



Прибор СА 6470С представляет собой тестер для проверки заземления, который может выполнять все четыре типа измерения сопротивления заземления.

Прибор имеет следующие функциональные возможности: измерение по нажатию на одну кнопку, трех- и четырехполюсное измерение сопротивления заземления при помощи штырей, четырехполюсное измерение сопротивления грунта, двухполюсное измерение сопротивления на переменном токе, выборочное тестирование без отсоединения заземляющего проводника (1 клещи), безэлектродное тестирование контура заземления (2 клещей), автоматическая или ручная регулировка частоты до 512 Гц, переключаемое напряжение измерения 16/32 В, программируемые пределы и настройки, проверка целостности со звуковым сигналом.



Диаметр обхвата клещей 52 мм.

Размеры приборов 133 x 187 x 250 мм, вес 3,1 кг (включая батареи).