

زمان برگزاری وبینار

شنبه ۱۱ شهریور
ساعت ۱۷

با حضور:

جناب آقای دکتر کاظم نهبندانیان
عضو کمیته منتخب کشوری وزارت علوم
در تدوین سرفصل دروس رشته مهندسی
برق (قدرت) حرفه ای

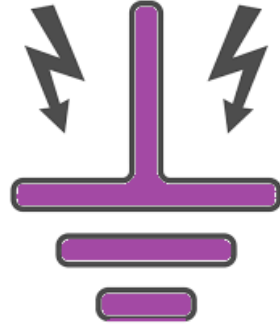


برگزاری وبینار در نرم افزار آدوبی کانکت

ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر:

www.btmco.ir 09045240852 021-339-40961

شرکت تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق بهروز



وبینار

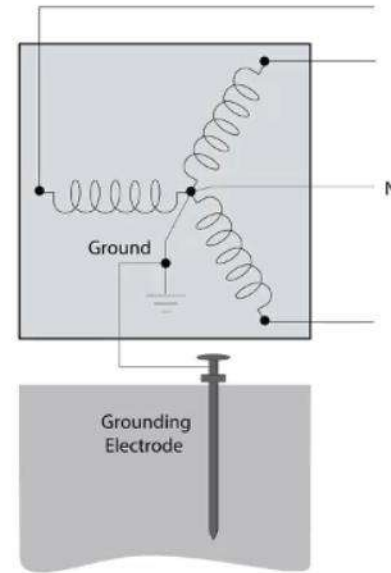
ارتسنجی و میکرو اهم متر



انواع زمین در شبکه های الکتریکی

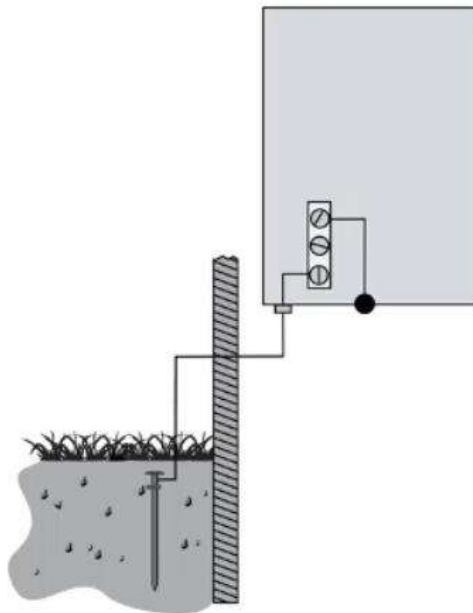
۱- زمین الکتریکی

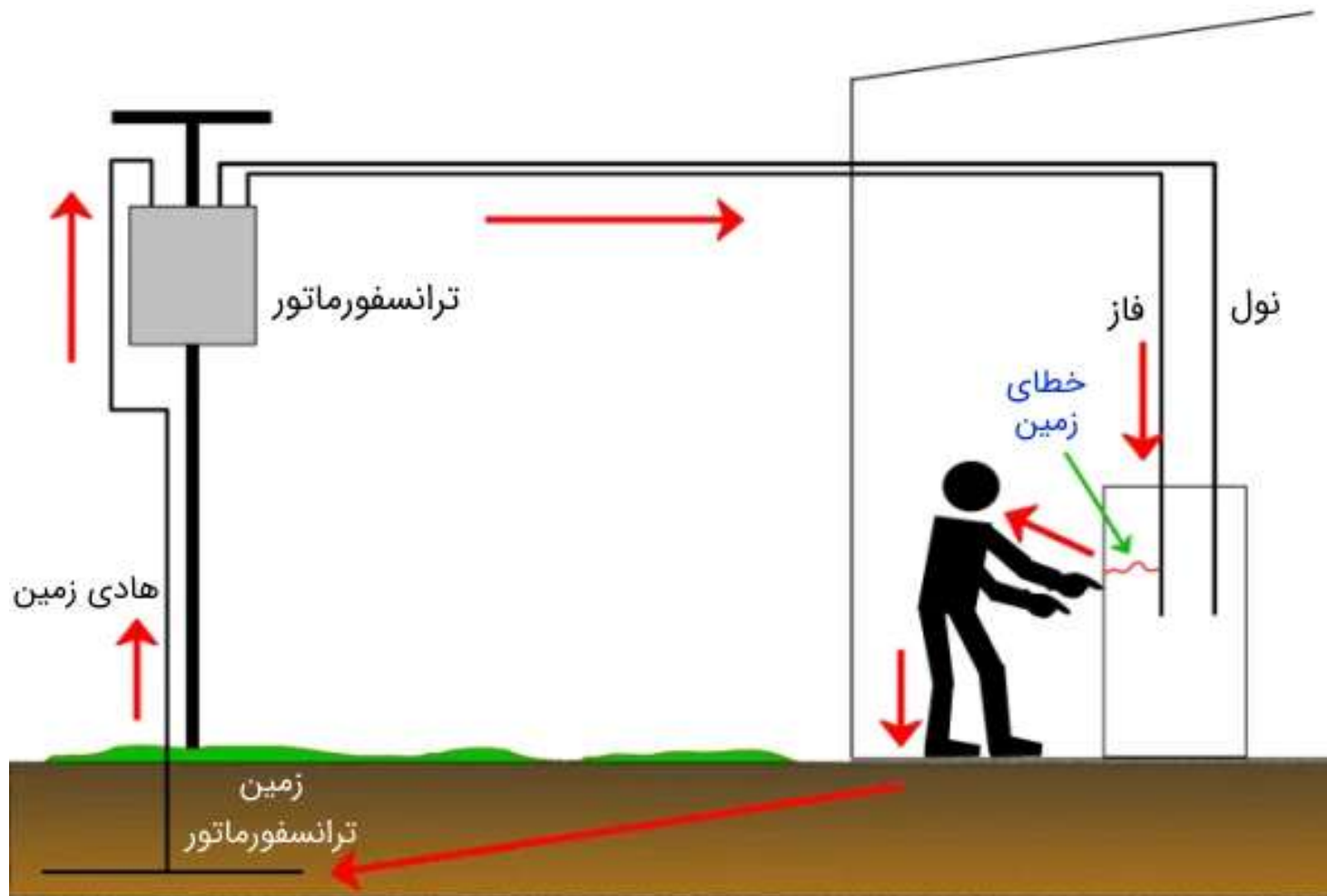
اتصال نقطه صفر ترانسفورماتور یا ژنراتور به زمین

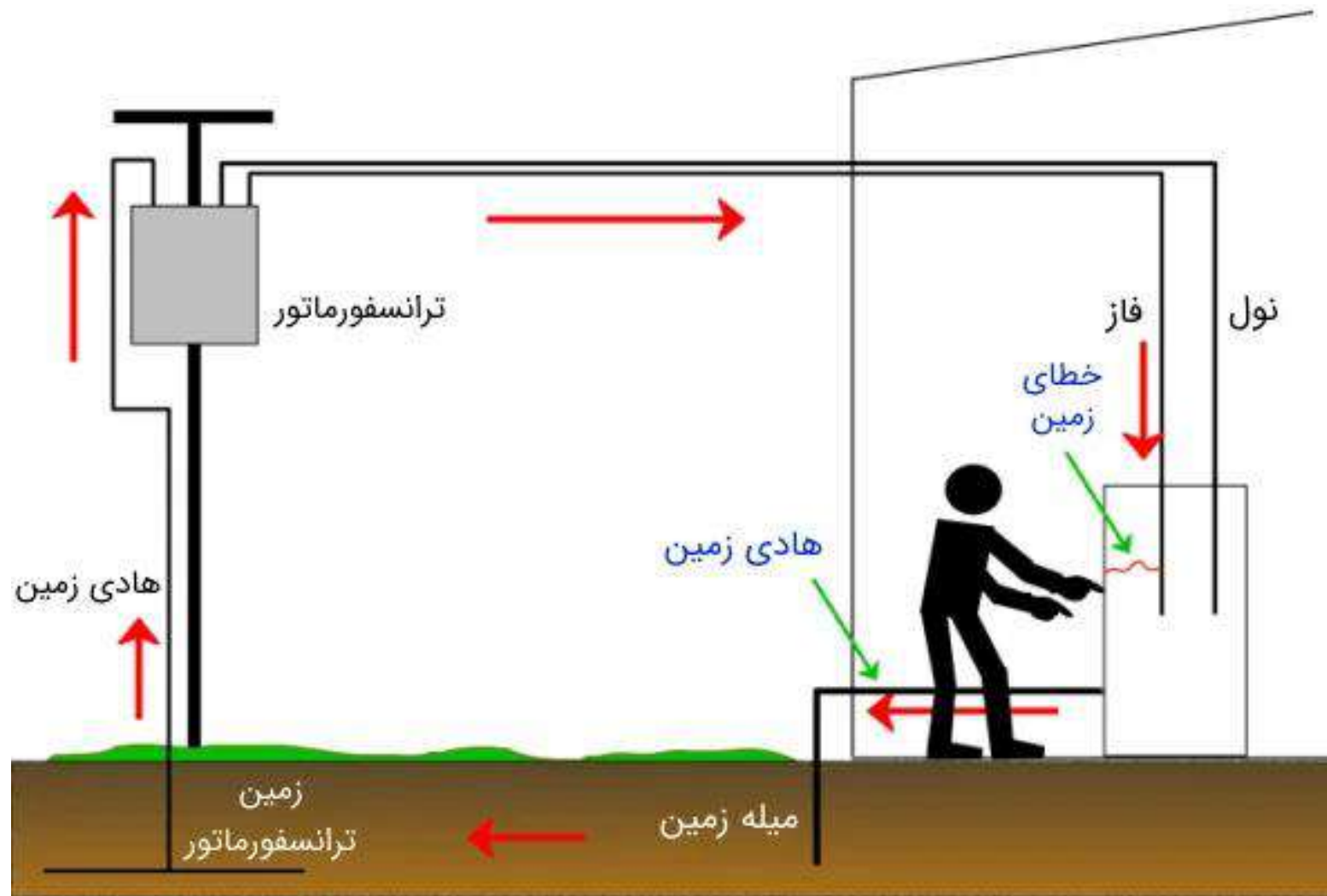


۲- زمین حفاظتی

اتصال قسمت های فلزی تجهیزات الکتریکی به سیم زمین (ارت)







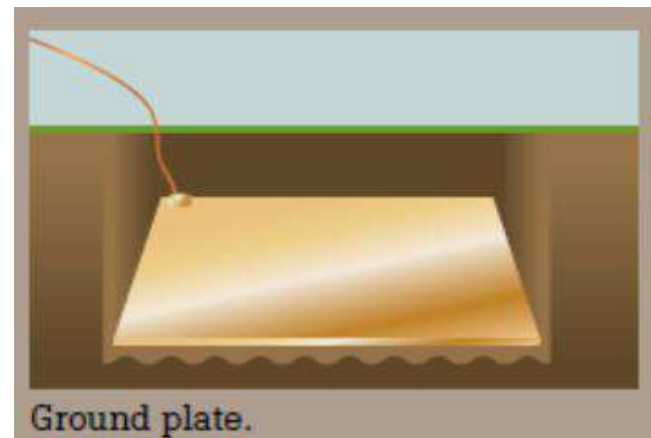
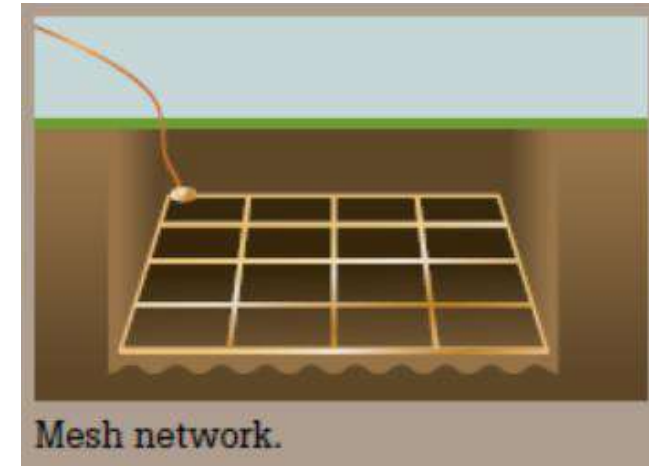
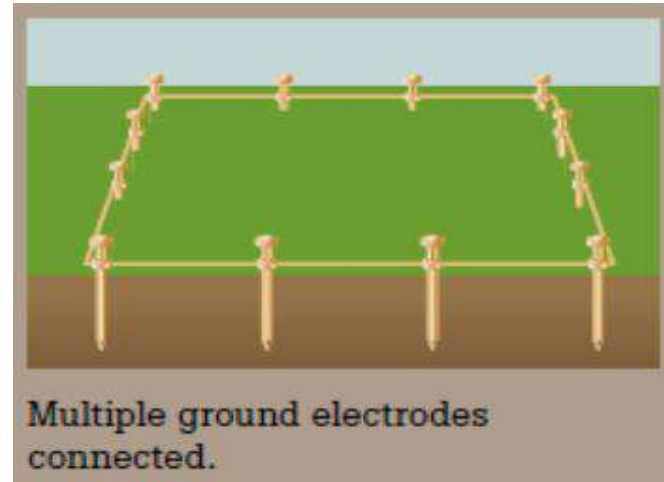
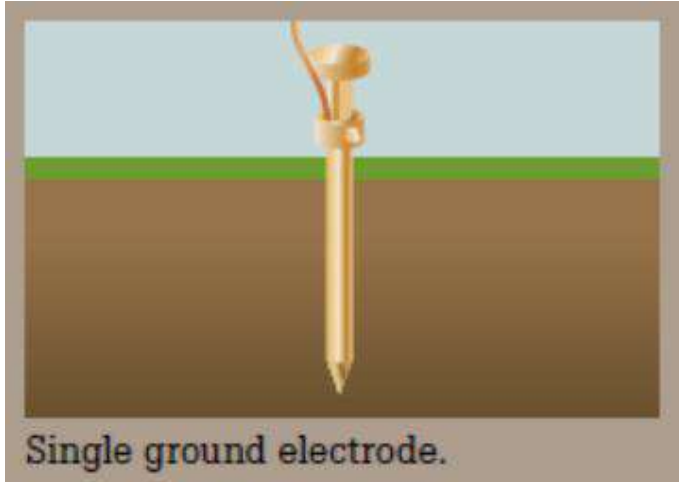
عوامل موثر در سیستم زمین حفاظتی

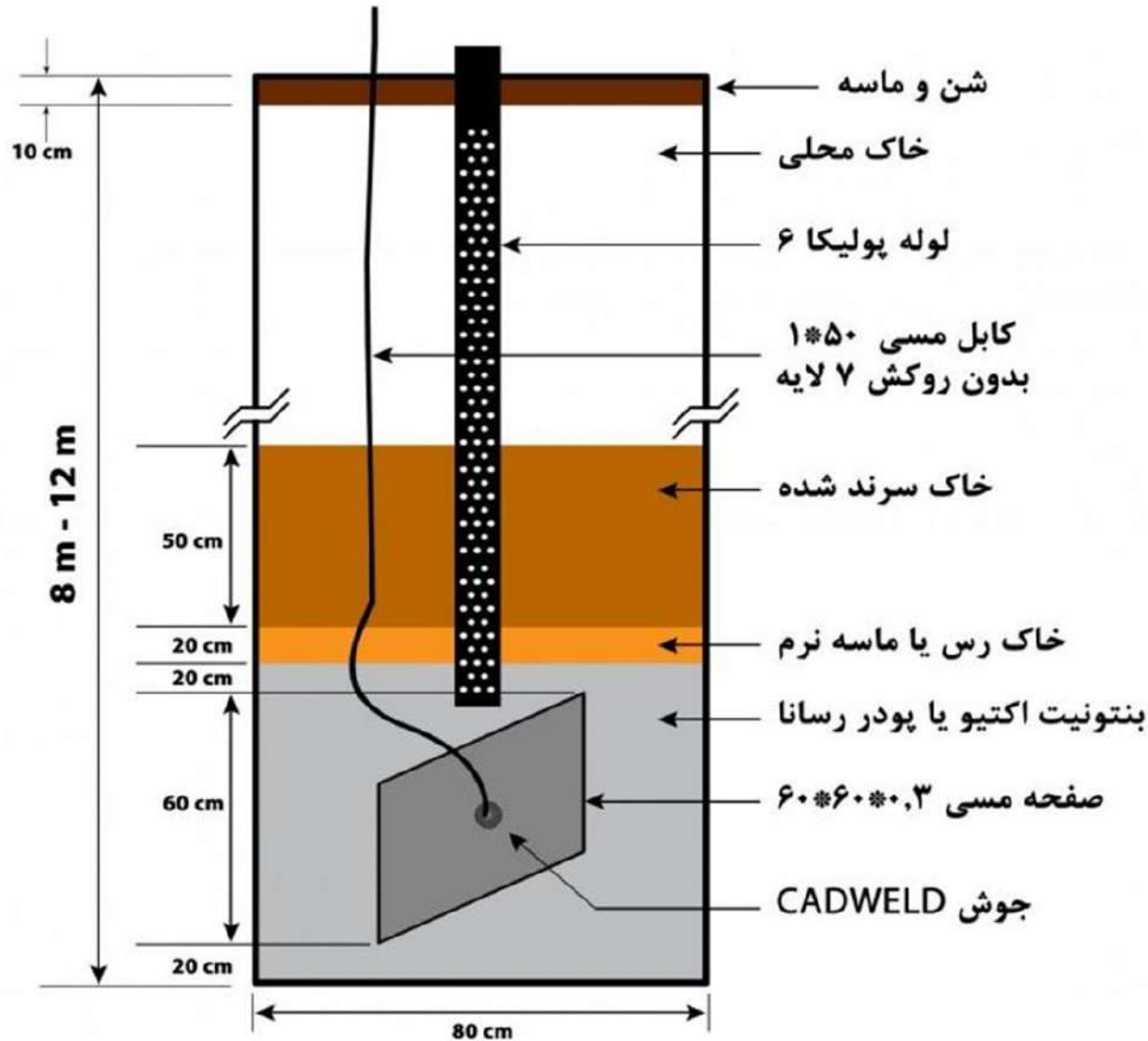
– خاک : جنس، مقاومت ویژه، رطوبت و دما

– الکتروود زمین : جنس، اندازه و روش نصب

– اتصالات : اتصال هادی ها به الکتروود زمین، هم بندی

انواع طراحی سیستم اتصال زمین





- مقدار مقاومت کل یک الکتروود زمین از سه جزء اصلی تشکیل شده است:
- مقاومت خود الکتروود که به موادی که از آن ساخته شده و اتصالات به آن بستگی دارد.
 - مقاومت تماس بین الکتروود و خاکی که در آن نصب شده است.
 - مقاومت خاک اطراف

Equivalent Resistance Circuit of an Earth electrode System

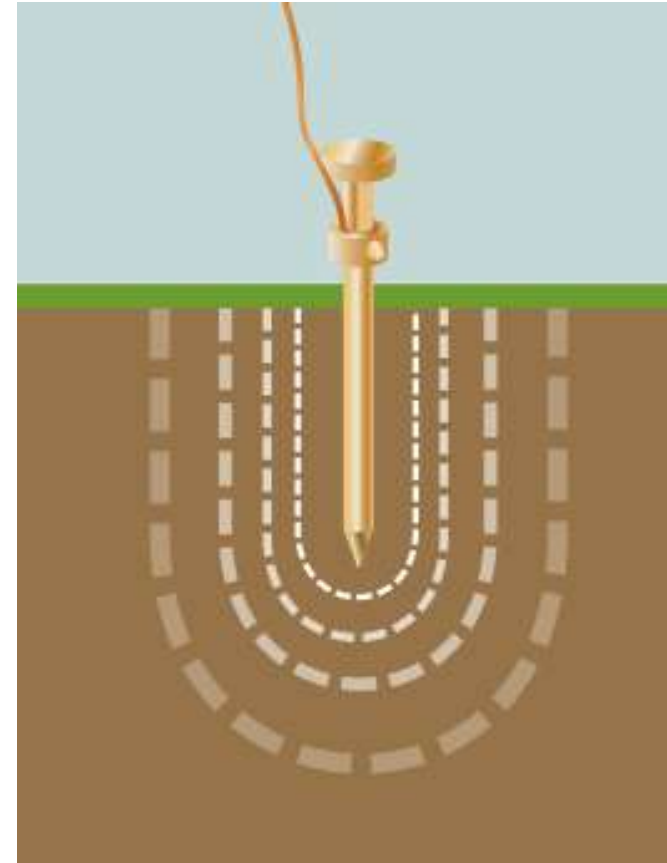
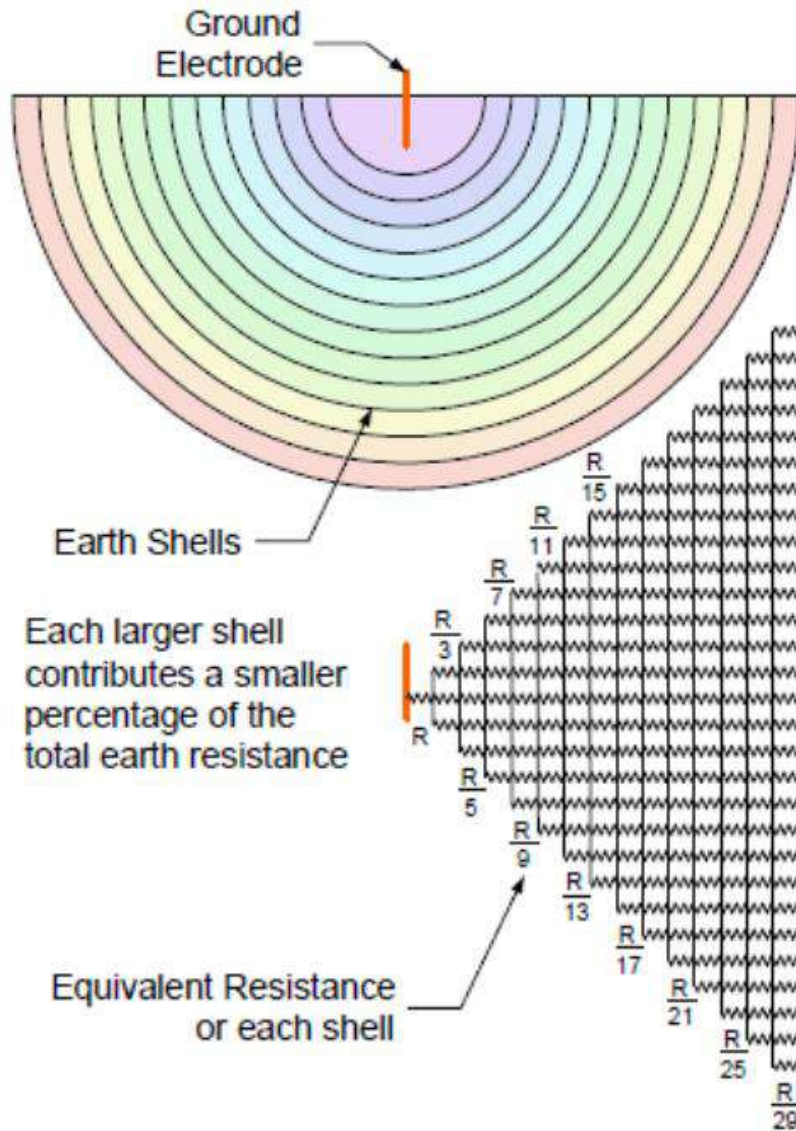
The ground electrode and its connection

The resistance of the surrounding body of earth

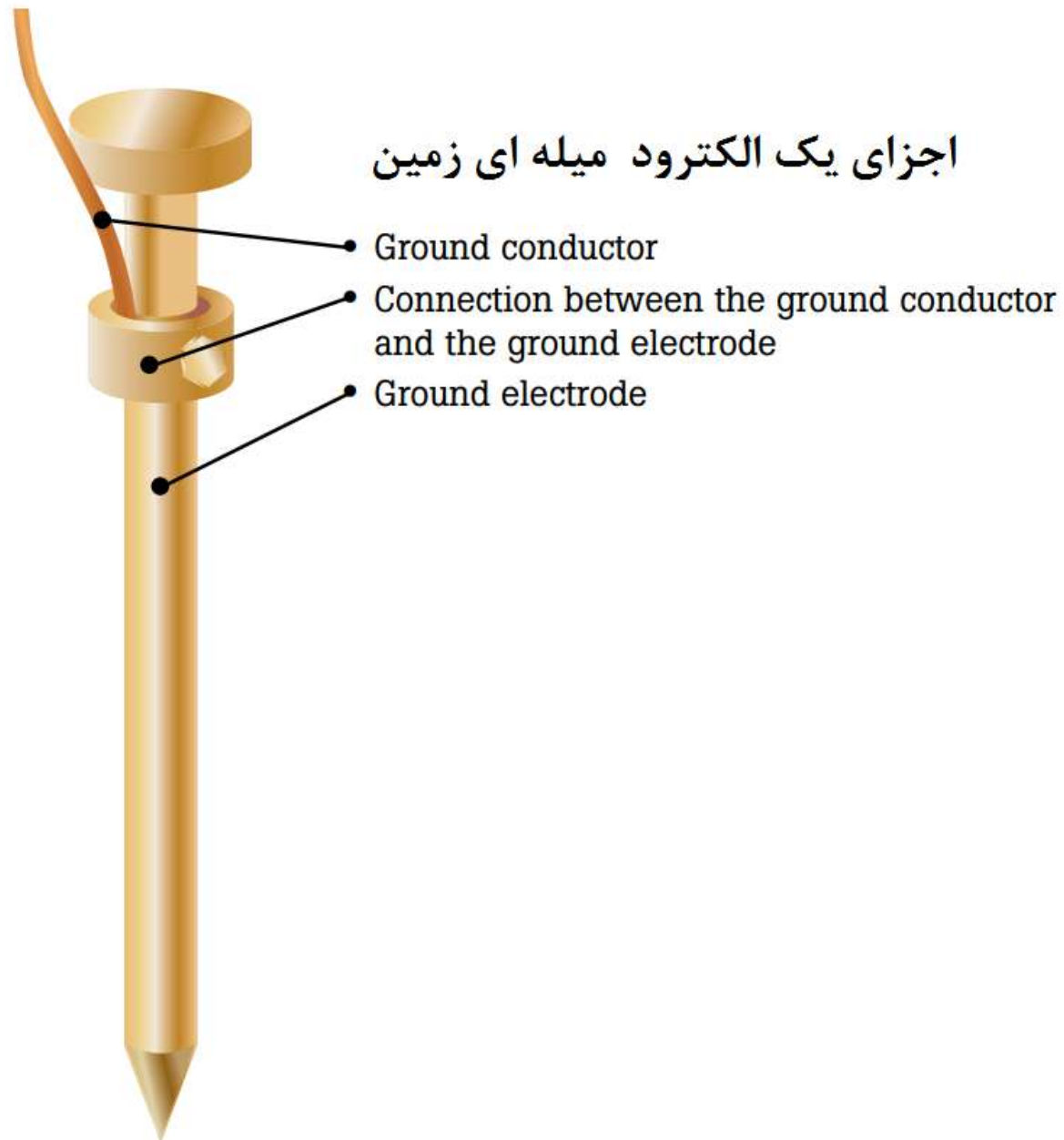


The contact resistance of the surrounding earth to the electrode

Concentric Earth Shells Around an Earth electrode



اجزای یک الکتروود میله ای زمین



دلایل خرابی و خوردگی میله های سیستم ارت:

۱-رطوبت بالای خاک

۲-نمک های قلیایی زیاد خاک

۳-تغییرات دمای خاک

اگر تغییر مقاومت زمین بیش از ۲۰٪ باشد، باید بررسی های لازم فنی انجام شده و مقاومت را کاهش دهیم.

در استاندارد nfpajeee مقدار مقاومت زمین را ۵ اهم و کمتر از آن را تاکید می کند.

عوامل تاثیر گذار بر مقاومت زمین در نوع میله ای:

طول میله الکتروود زمین باید حداقل ۲/۵ متر باشد.

۱- طول وعمق الکتروود زمین

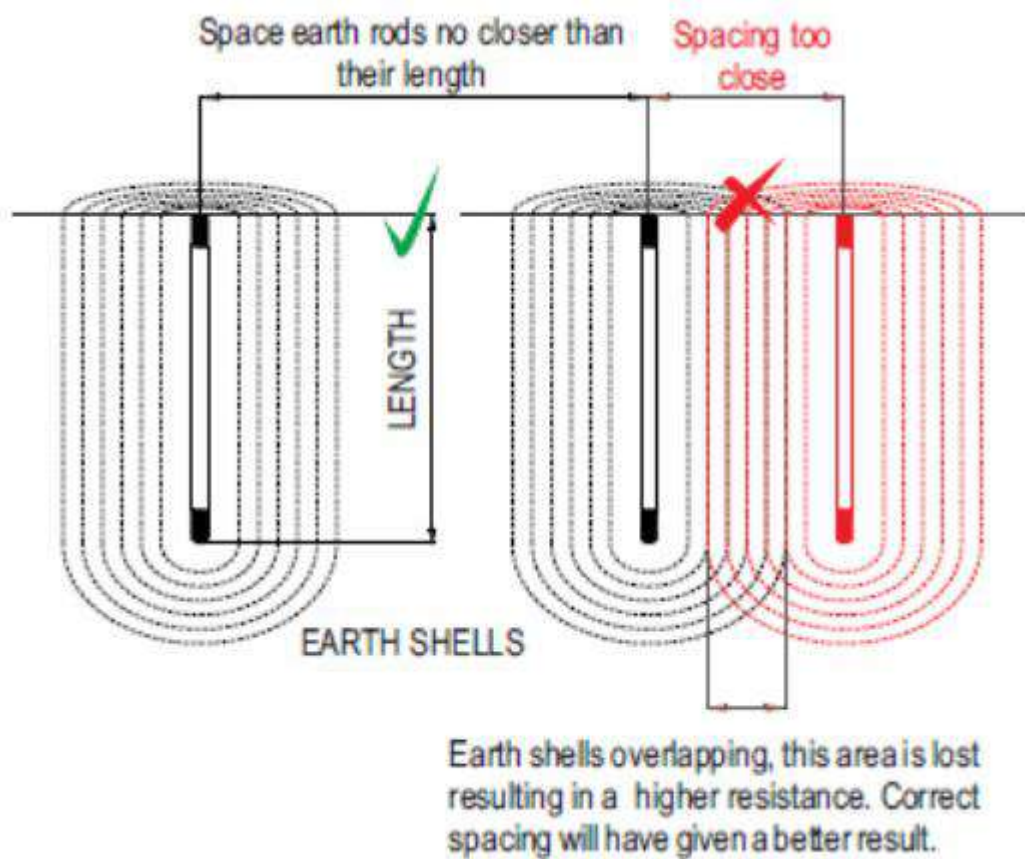
۲- قطر الکتروود زمین

۳- تعداد الکتروودهای زمین

۴- نوع خاک و طراحی سیستم اتصال به زمین

۱- با تغییر طول وعمقی که میله های الکتروود زمین در خاک کوبیده می شود می توان بطور چشمگیری مقاومت زمین را کاهش دهیم. بطور مثال اگر طول میله های زمین را دو برابر نمایم تقریباً ۴۰٪ باعث کاهش مقاومت زمین خواهد شد.

۲- قطر الکتروود زمین تاثیر زیادی در کاهش مقاومت نخواهد داشت. بطور مثال اگر قطر الکتروود زمین را دو برابر نمایم مقاومت حدود ۱۰٪ کاهش می یابد.



۳- افزایش تعداد میله های الکتروود زمین که با یکدیگر بصورت موازی متصل شده باشند باعث کاهش مقاومت زمین خواهد شد. در این حالت باید فاصله استاندارد را بین میله بصورت منظم انتخاب کرده تا تاثیر پذیری کاهش مقاومت انجام شود. در این حالت باید حداقل فاصله بین الکتروودها برابر عمق میله قرار گرفته در زمین باشد.

محاسبه مقاومت الکترودهای میله ای سیستم ارت

SINGLE EARTHROD ELECTRODE - ELECTRODE RESISTANCE

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 \right] \quad \text{Equation 1}$$

Where:

R = electrode resistance, Ω

ρ = soil resistivity, Ωm

L = length of electrode buried in soil, m

d = outer diameter of earth rod, m

MULTIPLE EARTHROD ELECTRODE-ELECTRODE RESISTANCE

$$R_n = R \left(\frac{1 + \lambda a}{n} \right) \quad \text{Equation 2}$$

$$a = \frac{\rho}{2\pi R s} \quad \text{Equation 3}$$

Where:

R = single rod resistance in isolation, Ω - (Equation 1)

s = rod spacing, m

ρ = soil resistivity, Ωm

λ = multiplying factor (see table 2 or 3)

n = number of electrodes (see table 2 or table 3)

L = length of electrode buried in soil, m

d = outer diameter of earth rod, m

TABLE 2		TABLE 3	
# of electrodes	Factor	# of electrodes	Factor
n	λ	n	λ
2	1.00	2	2.71
3	1.66	3	4.51
4	2.15	4	5.48
5	2.54	5	6.13
6	2.87	6	6.63
7	3.15	7	7.03
8	3.39	8	7.36
9	3.61	9	7.65
10	3.81	10	7.9
		12	8.32
		14	8.67
		16	8.96
		18	9.22
		20	9.44

TABLE 1 Source: IEEE142/BS 7430

Soil Type	Average Resistivity Ωm
Well graded gravel	600-1000
Poorly graded gravel	1000-2500
Clayey gravel	200-400
Silty sand	100-800
Clayey sands	50-200
Silty/clayey sand with slight plasticity	30-80
Fine sandy soil	80-300
Inorganic clays of high plasticity	10-55
Surface soils	1-50
Clay	2-100
Sandy clay	100-150
Moist gravel	50-700
Dry gravel	700-1200
Limestone	5-10000
Porous limestone	30-100
Quartz, crystalline limestone	100-1000
Sandstone	20-2000
Granites	900-1100
Concrete	300-500

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی خاک

- عمق از سطح

- نوع و غلظت مواد شیمیایی محلول در خاک

- مقدار رطوبت

- دمای خاک

مقاومت خاک به الکترولیت موجود در خاک بستگی دارد. وجود آب های سطحی

لزوماً نشان دهنده مقاومت کم نخواهد بود

الزامات اندازه گیری

* رعایت موارد ایمنی

* دستگاه اندازه گیری استاندارد

* انتخاب روش مناسب با توجه به موقعیت و نوع سیستم

* دقت اندازه گیری

* زمان اندازه گیری (رطوبت و دما، فصول مختلف)

* اندازه گیری ولتاژ و جریان های سرگردان، گردشی و القایی

* انجام کار توسط یک متخصص

روش های اندازه گیری مقاومت زمین

1. **Four-point method (Wenner method)** روش چهار سیمه
2. **Three terminal methods (falloff potential method/ 68.1% method)** روش سه سیمه
3. **Two-point method (dead earth method)** روش دو سیمه (ارت مرده)
4. **Clamp-on test method** روش حلقوی (کلمپی)
5. **Slope method** روش شیب
6. **Star delta method** روش آرایش ستاره و مثلث

مدل های مختلف دستگاه های اندازه گیری

*مدل دو سیمه (ارت مرده)



 KYORITSU

KEW 4300
EARTH TESTER



KEW 4105DL



MODEL 4102A-H

HIOKI

EARTH TESTER

FT6031-50



*مدل چهار سیمه (اندازه گیری مقاومت و مقاومت ویژه زمین)



KEW 4106 EARTH RESISTANCE & RESISTIVITY TESTER



www.btmco.ir

FLUKE

Fluke 1625-2 GEO Earth Ground Tester



شرکت تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق بهروز

*مدل حلقه ای (کلمپی)

HIOKI

**CLAMP ON EARTH
TESTER FT6380**



شرکت تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق بهروز

 **KYORITSU**

MODEL 4200

EARTH CLAMP TESTER



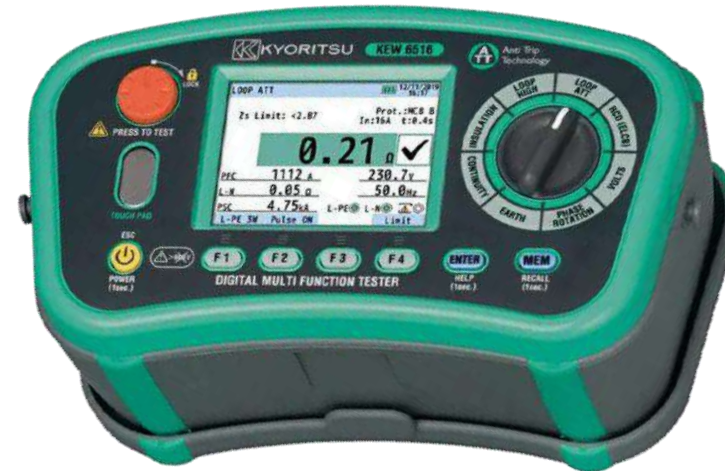
www.btmco.ir

FLUKE

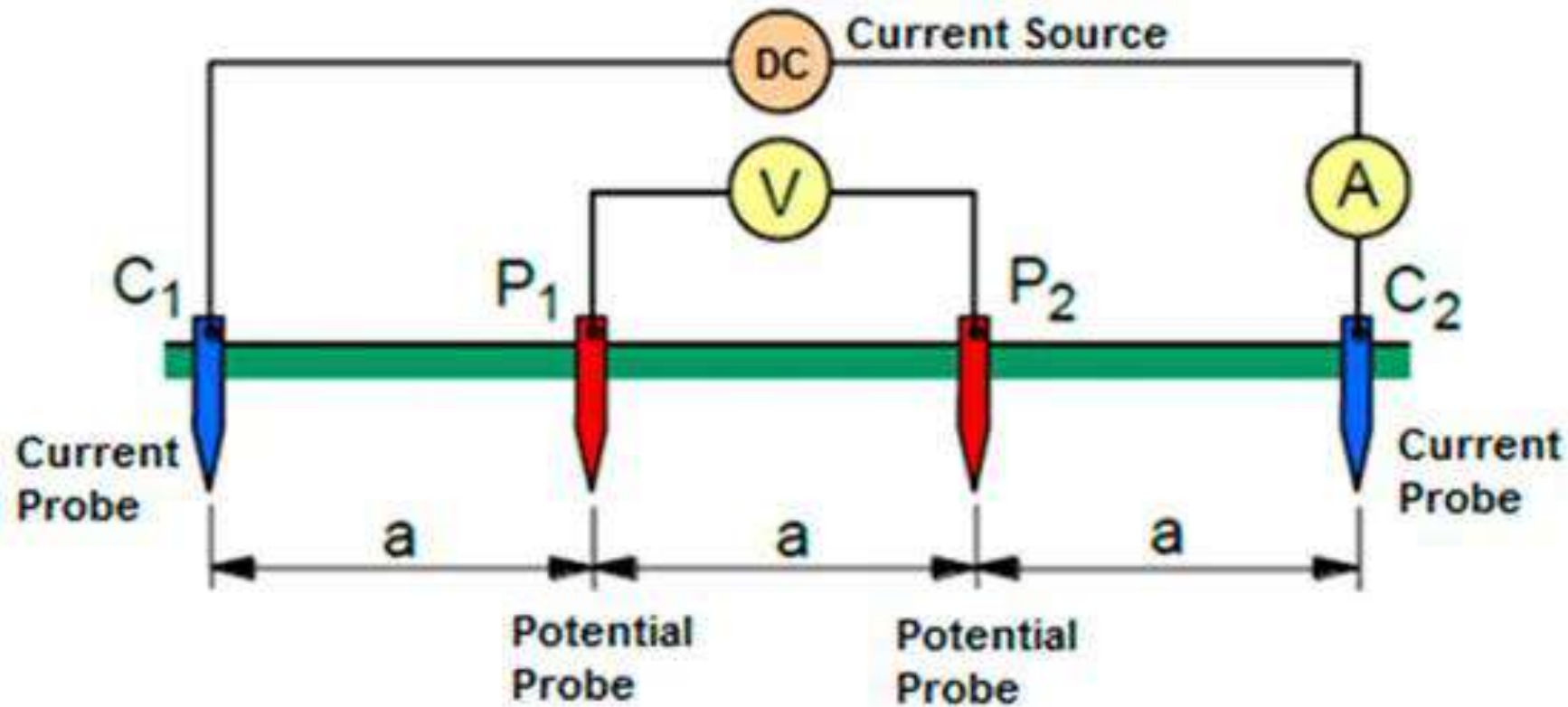
**Fluke 1630-2 FC
Earth Ground Clamp**

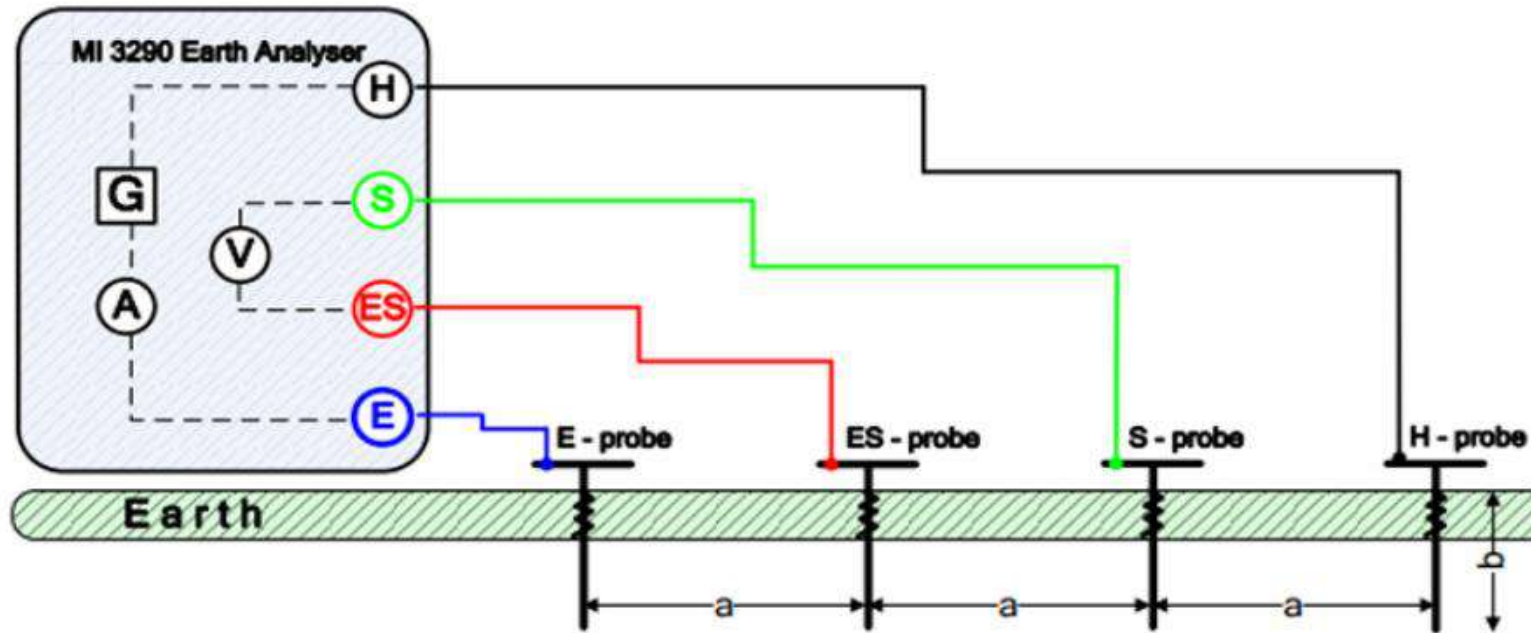


MULTI-FUNCTION TESTER



روش اندازه گیری مقاومت الکتریکی ومقاومت ویژه زمین بروش چهار سیمه

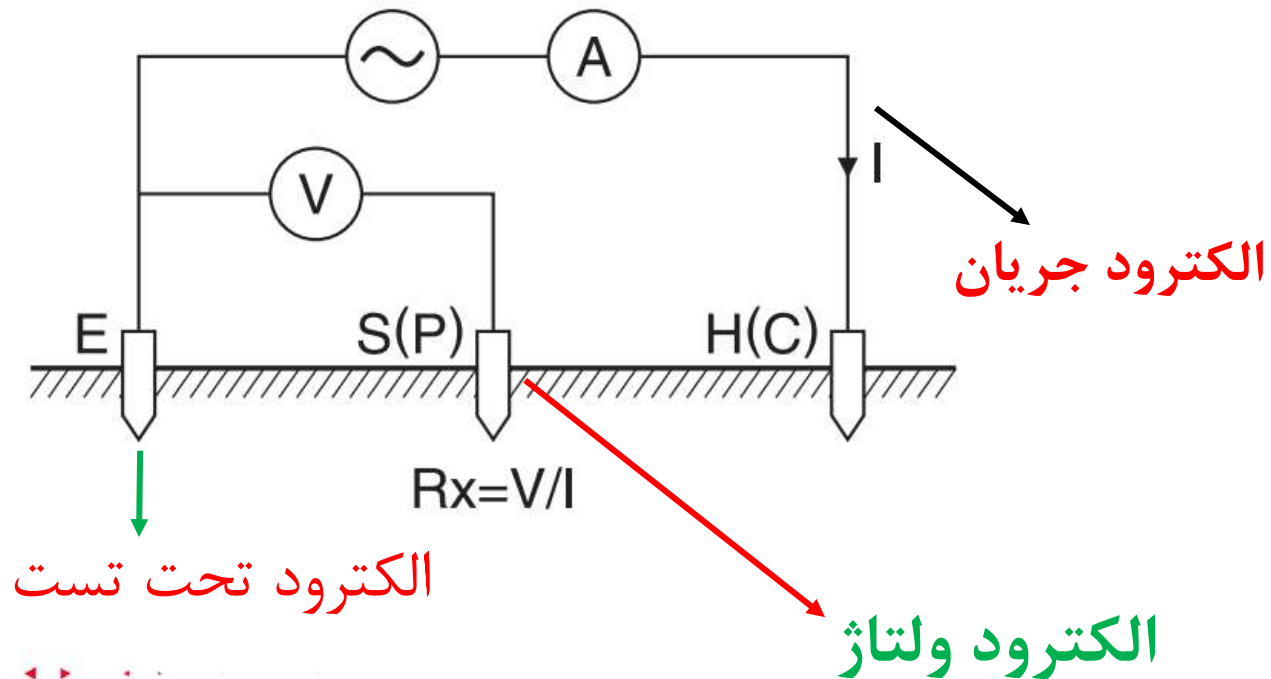




$$\rho_E = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot R_W}{1 + \frac{2 \cdot a}{\sqrt{a^2 + 4 \cdot b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

روش اندازه گیری مقاومت الکتریکی زمین بروش سه سیمه

Principle of Earth Resistance Measurements



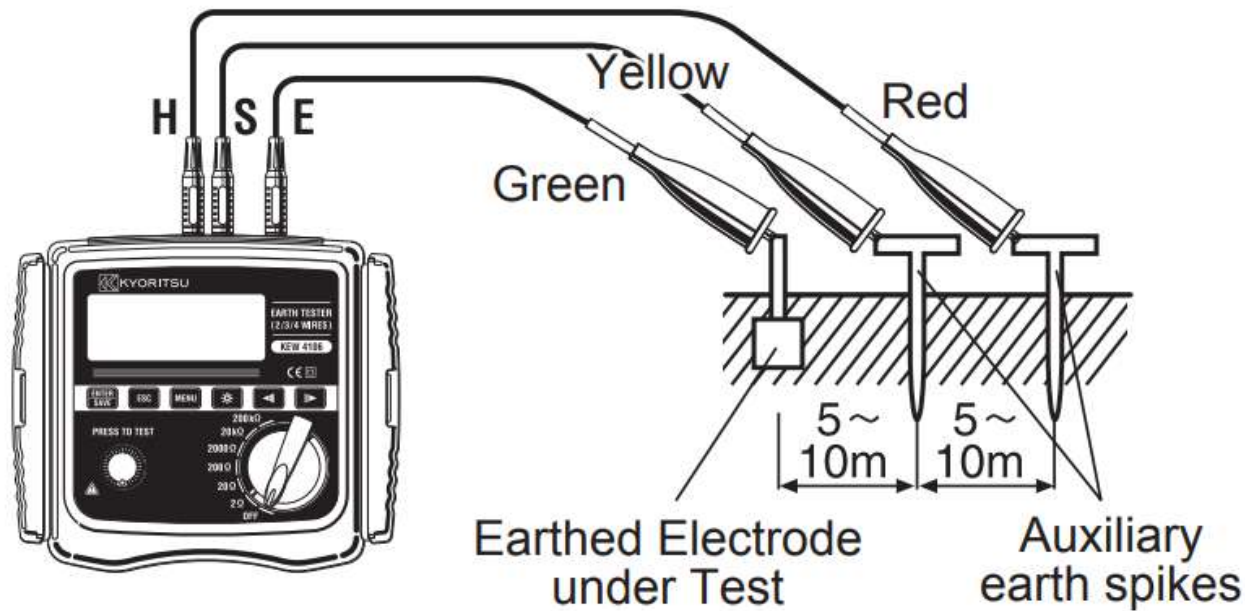
*عدم اتصال الکتروود تحت تست به شبکه
(اتصال از شبکه باز شود)

*روش بسیار دقیق

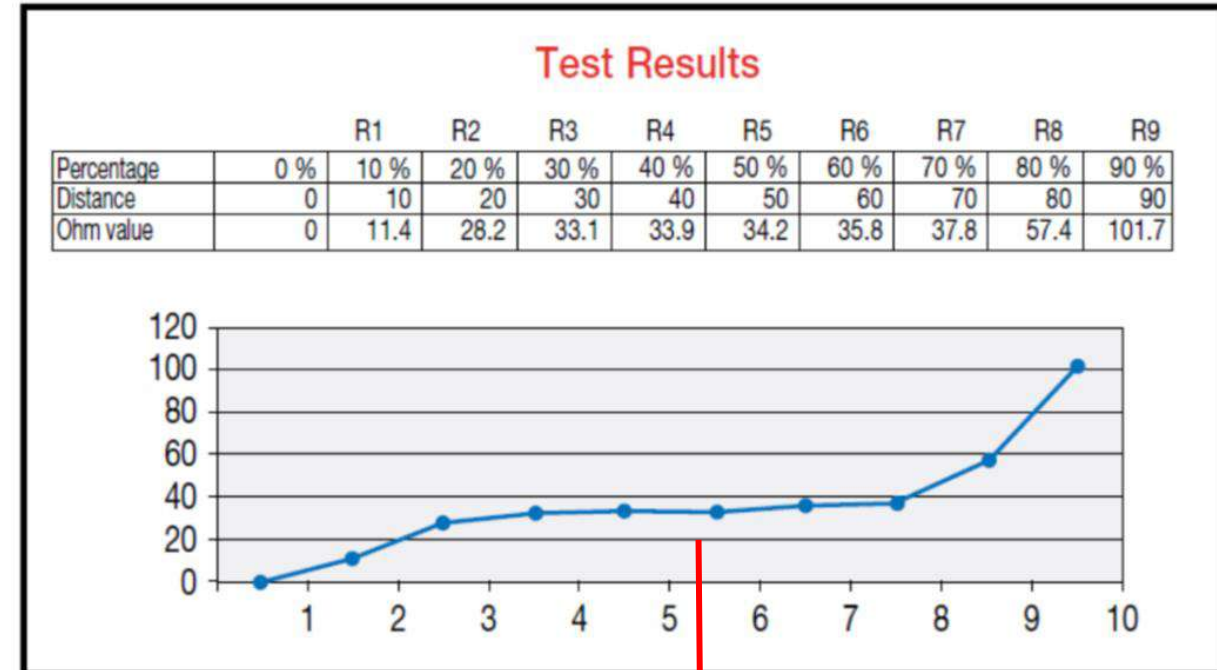
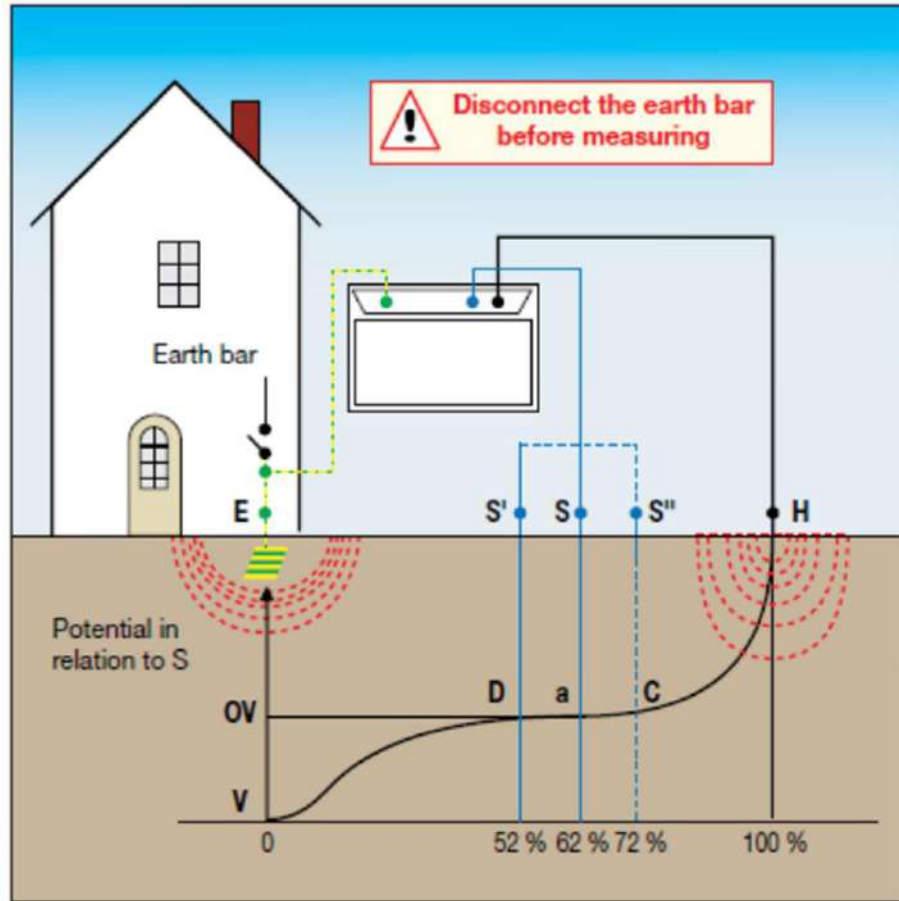
*عدم تداخل مقاومتی

• نکته: قرارگیری الکتروود ولتاژ و جریان و اصلی در یک خط

Connection of Auxiliary Earth Spikes and Test Leads

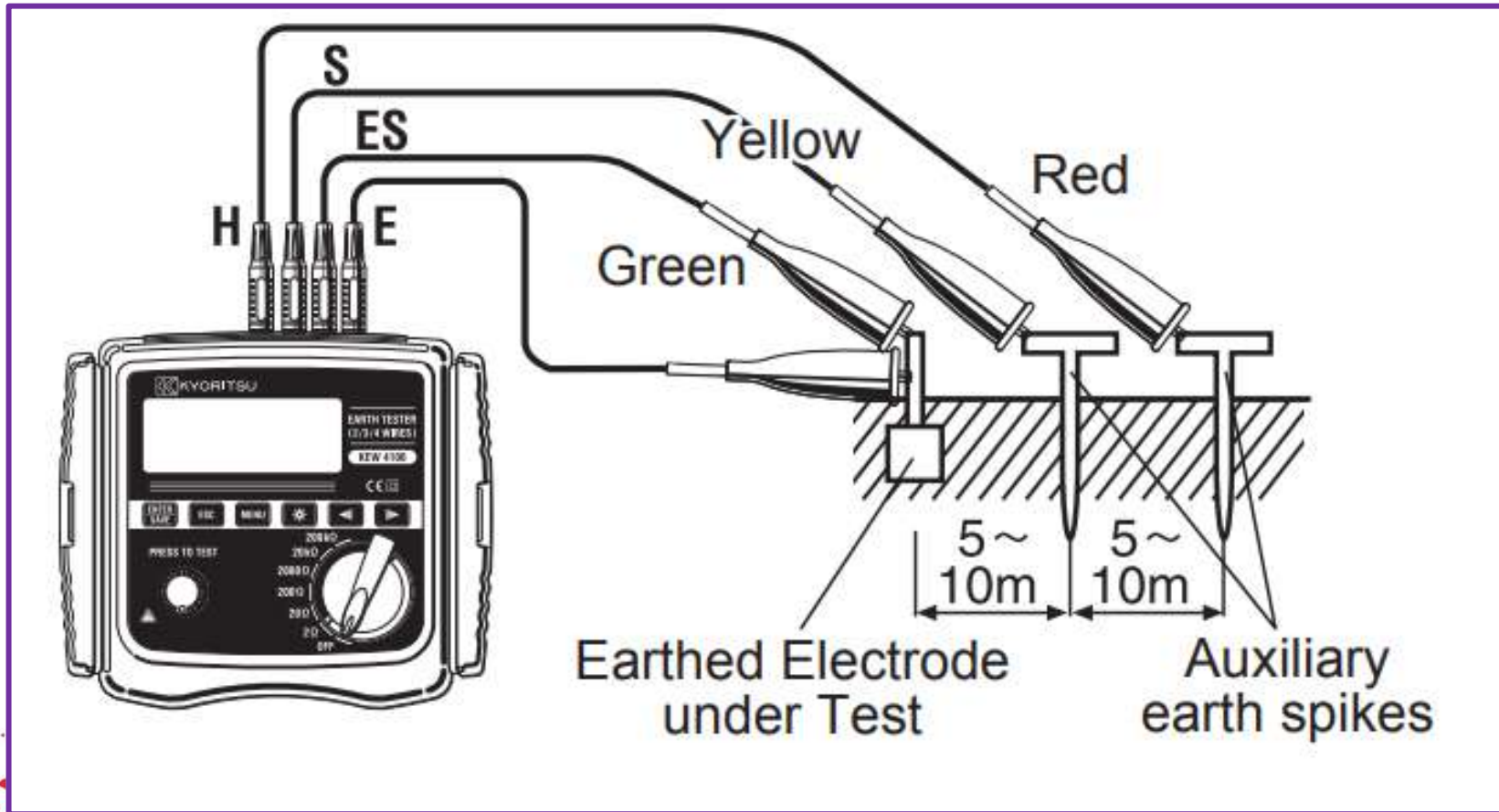


اندازه گیری مقاومت الکتریکی زمین بروش ۶۲٪ --> روش سه سیمه (تغییر در جابجایی الکتروود ولتاژ)

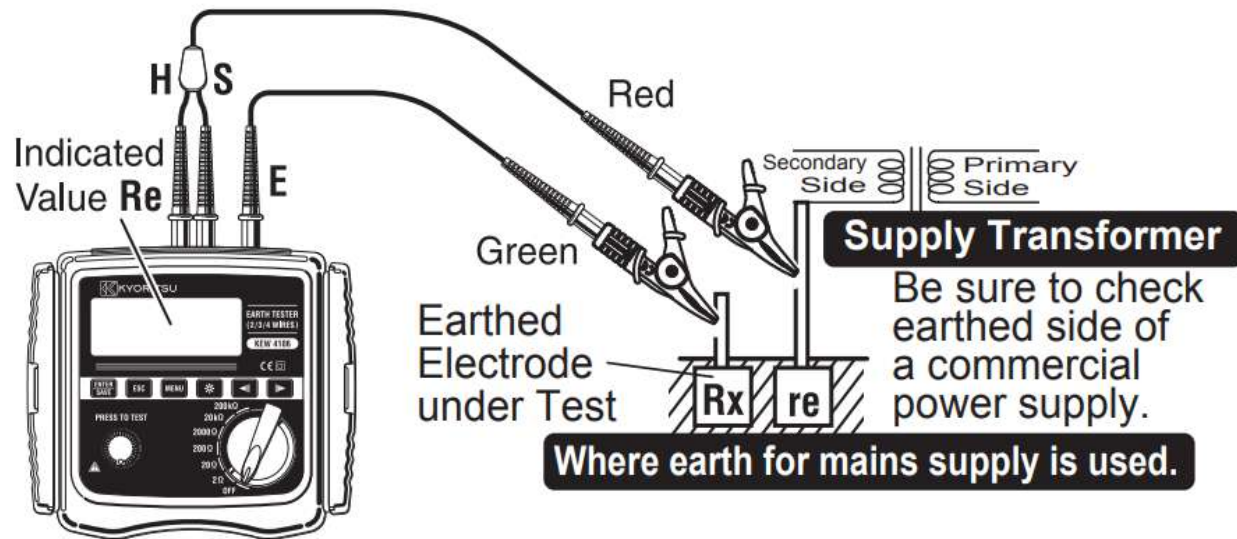


تغییرات کم و تقریباً خط مستقیم
(انتخاب صحیح مکان های میله های کمکی جریان ولتاژ)

روش سه سیمه با دستگاه چهار سیمه برای حذف مقاومت های مسیر پراب ها

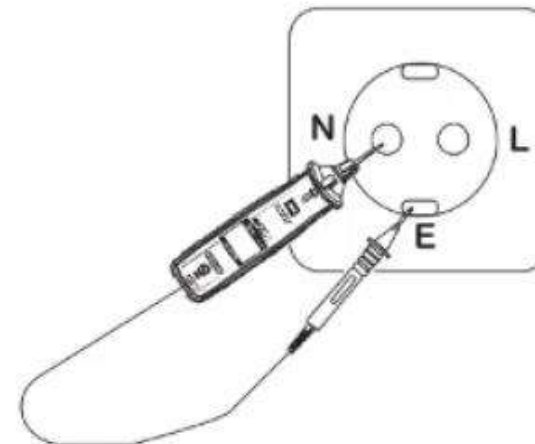


اندازه گیری مقاومت الکتریکی زمین و چند هادی بروش دوسیمه (ارت مرده)



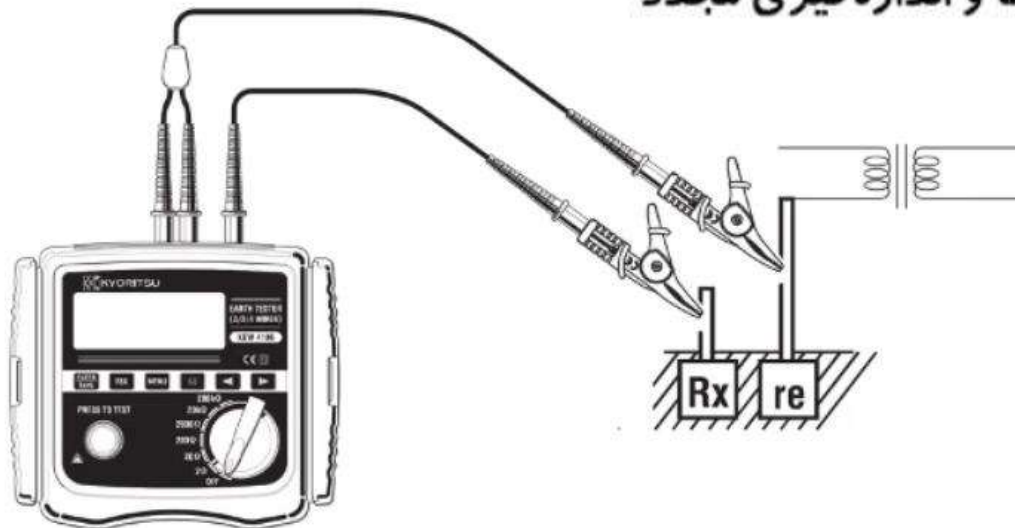
$$R_e = R_x + r_e$$

- نیاز به حداقل یک الکتروود کمکی
- الکتروود کمکی: هادی بیگانه، سیم **PEN** شبکه توزیع و ...
- الکتروود کمکی: بزرگ، با مقاومت پائین و دور از الکتروود اصلی
- حاصل اندازه گیری: **جمع مقاومت** الکتروود اصلی و الکتروود کمکی

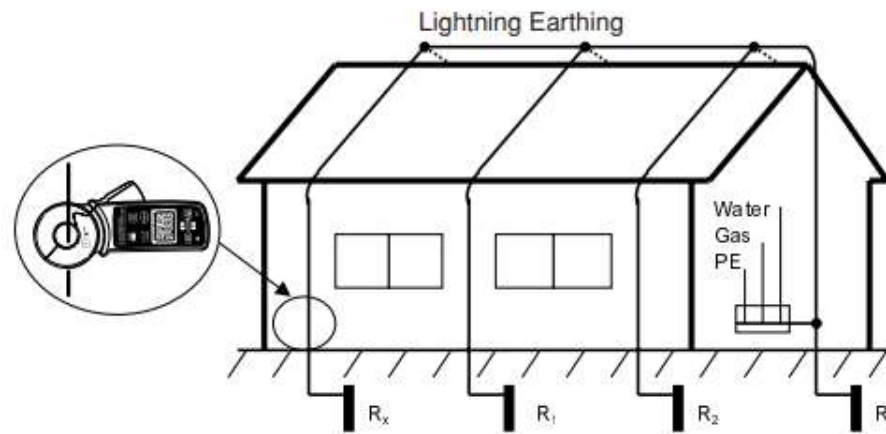
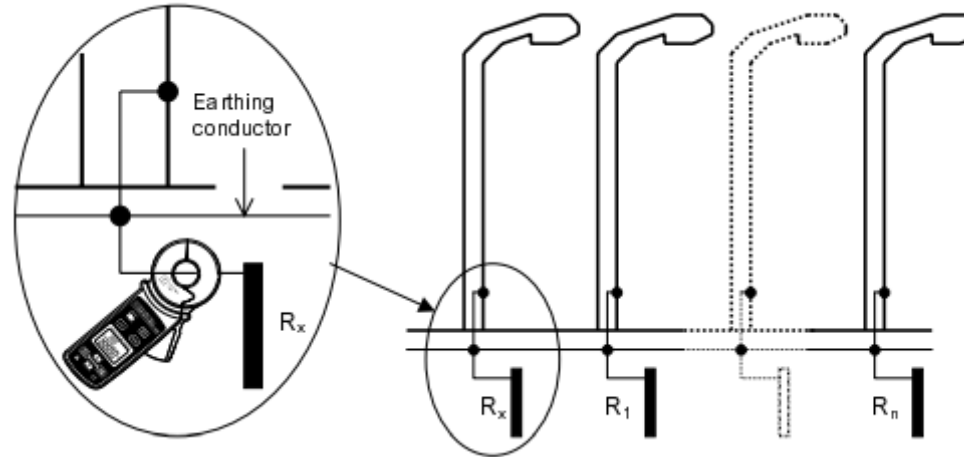
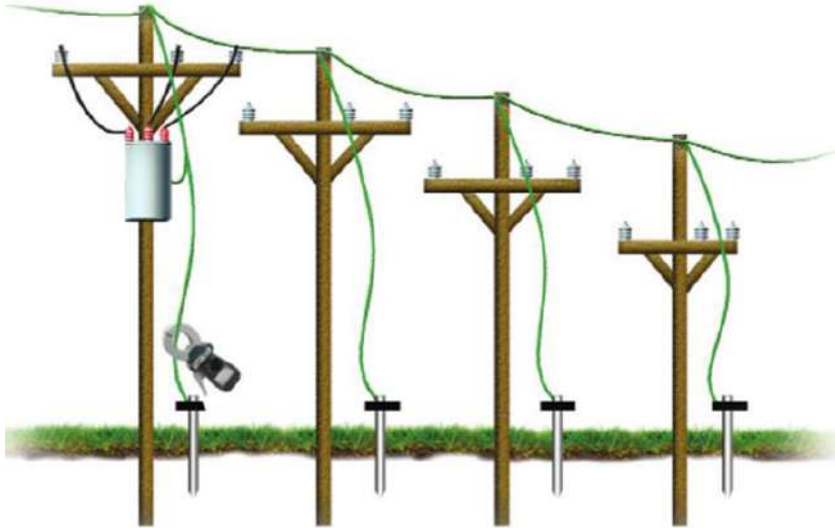


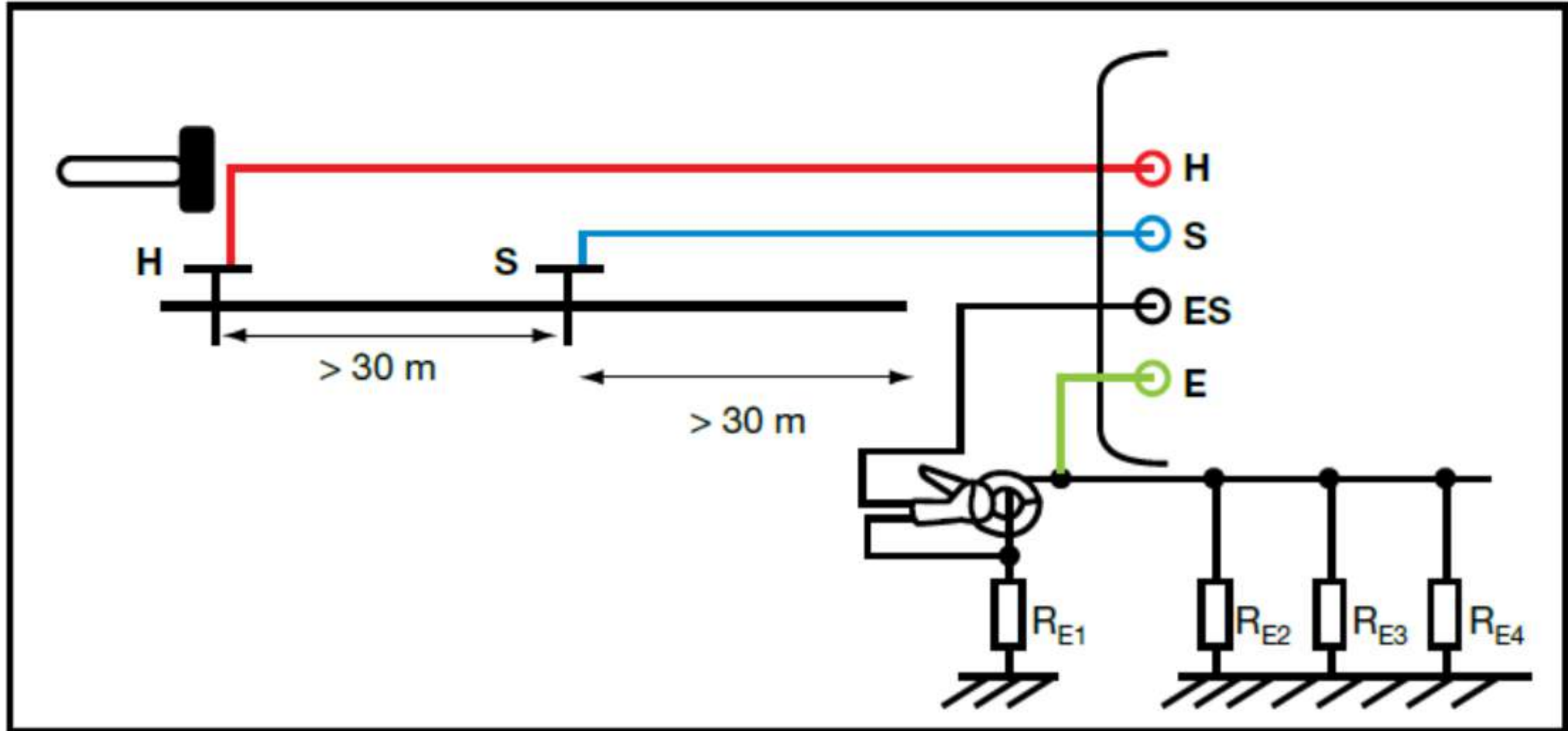
مزایا و معایب

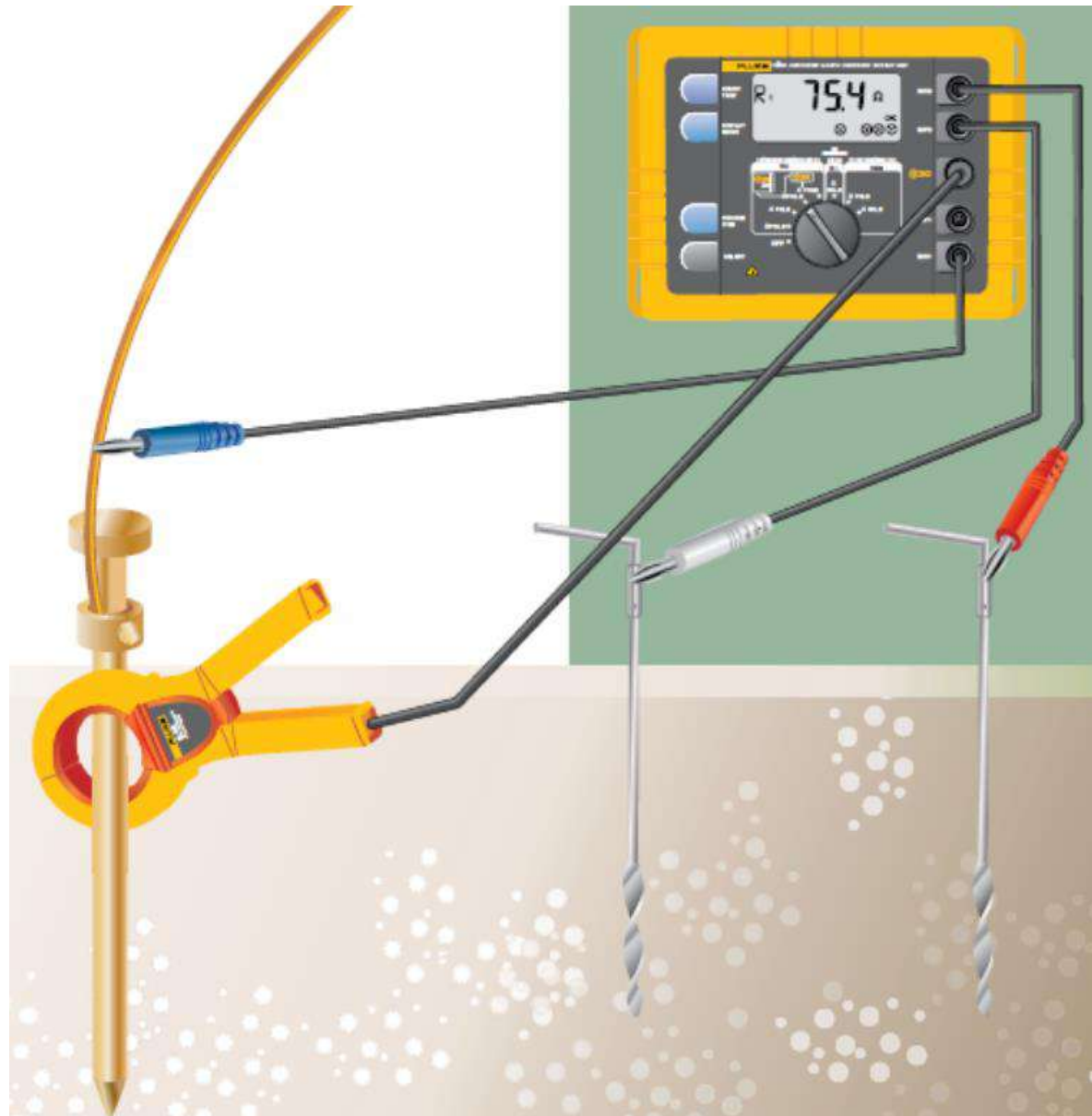
- عدم نیاز به نصب الکتروود کمکی، ساده و سریع
- استفاده جهت مقایسه‌ی مقادیر با روش‌های مختلف
- دقت ناکافی در سیستم‌های زمین با مقاومت خیلی کم مثلا شبکه‌های زمین
- تداخل ناحیه‌ی مقاومتی در صورت نزدیک بودن الکتروود کمکی به الکتروود تحت تست
- عدم توانایی در اعتبار سنجی مثلا تغییر فاصله بین الکتروودها و اندازه‌گیری مجدد

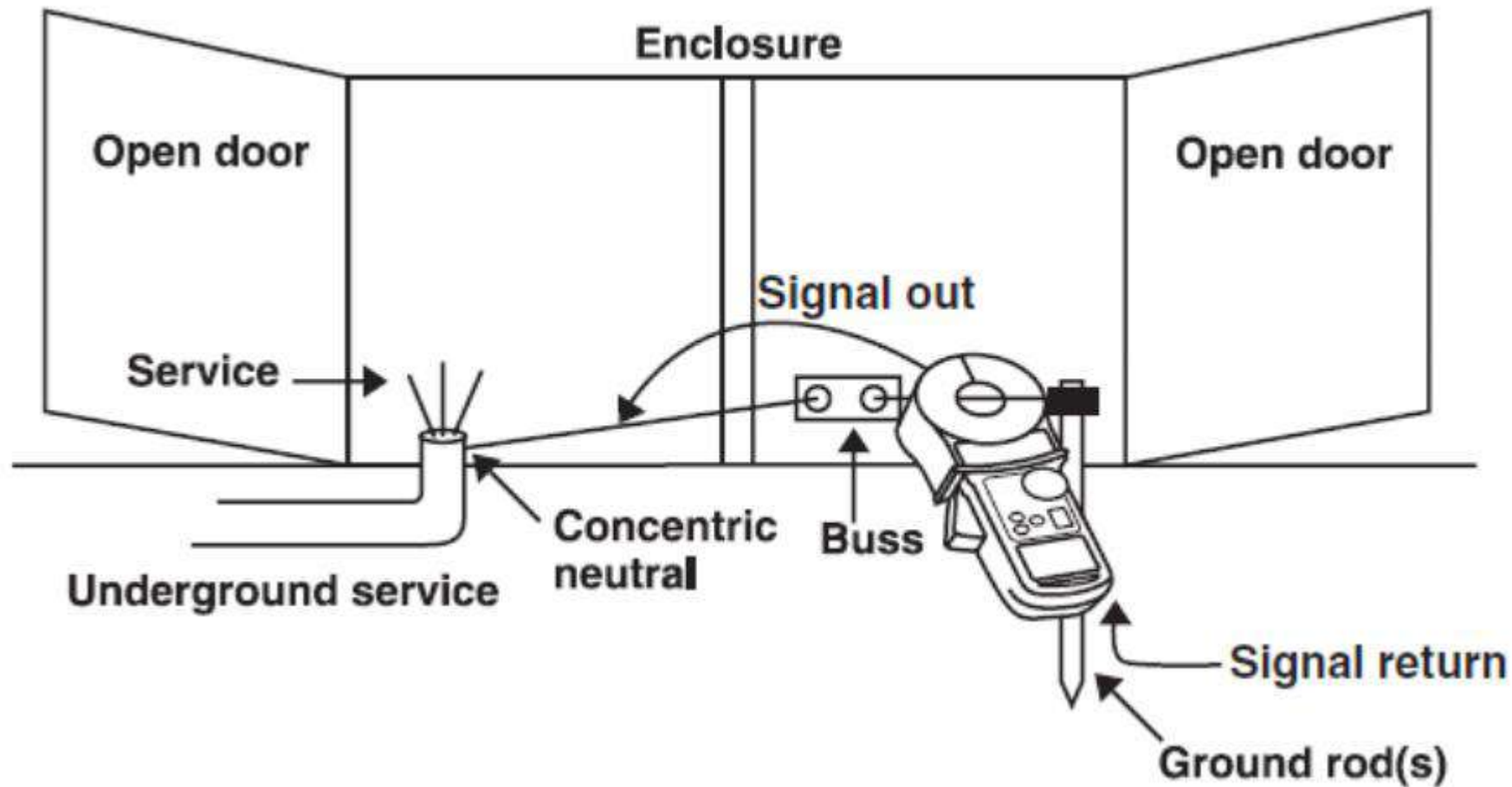


اندازه گیری مقاومت الکتریکی زمین بروش حلقوی (کلمپی)



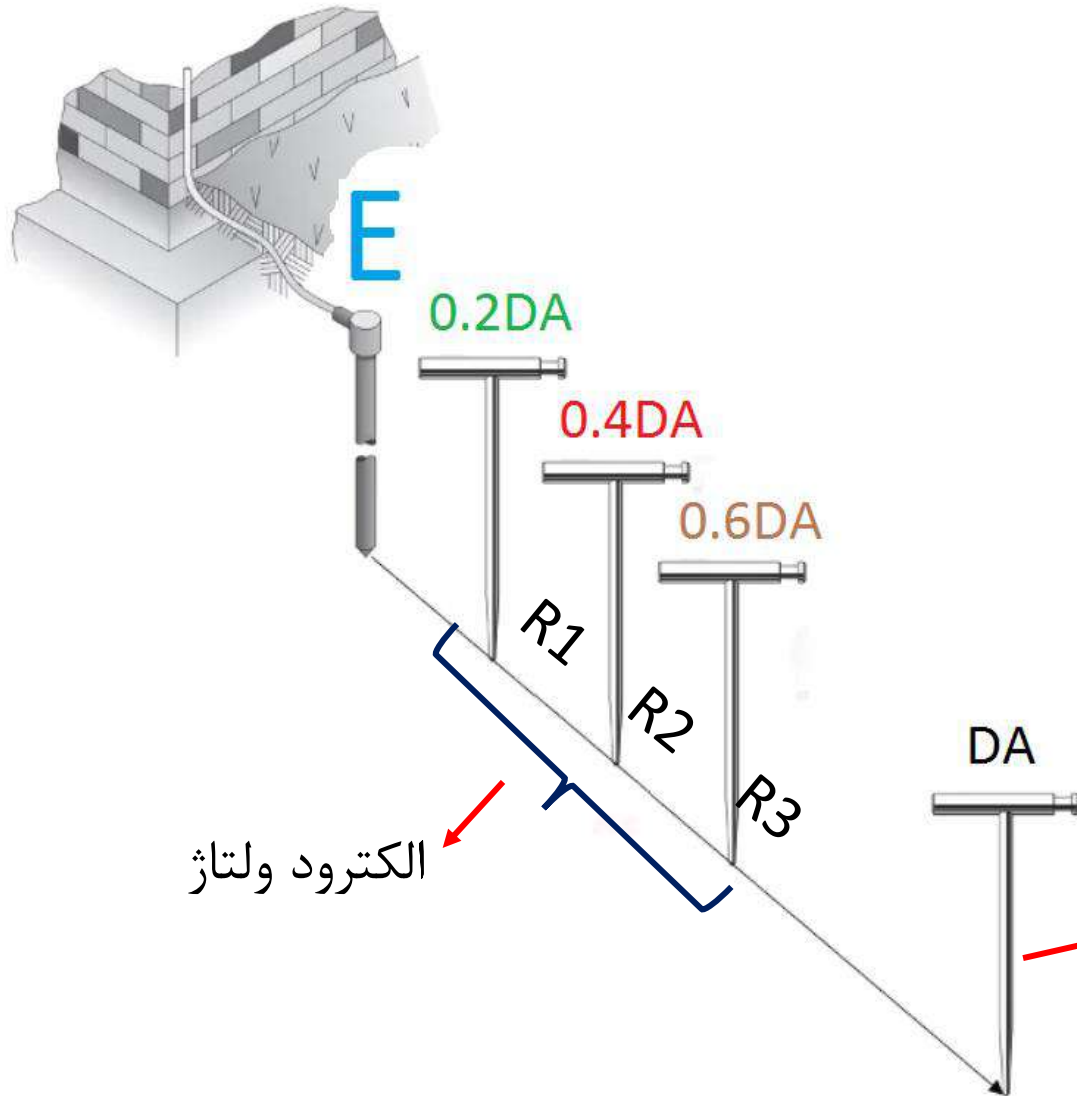






روش شیب

- عدم دست یابی به ناحیه صاف منحنی بعلت:
- نبود فضای کافی جهت نصب الکترودهای کمکی با فاصله‌ی مناسب
- مشخص نبودن مرکز موثر سیستم زمین
- اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق در سیستم‌های گسترده
- قرار دادن الکتروود جریان در دورترین حالت ممکن
- قرار دادن الکتروود ولتاژ در سه نقطه مثلا ۰/۲ و ۰/۴ و ۰/۶ فاصله الکتروود جریان
- اندازه گیری مقاومت سه نقطه و به دست آوردن شیب

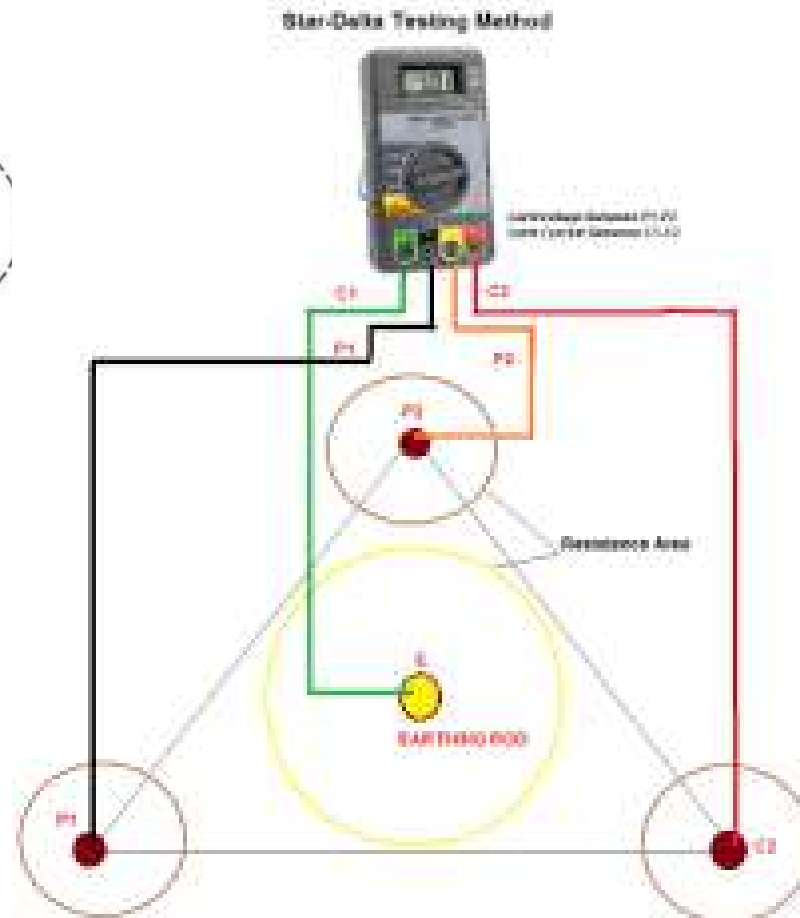
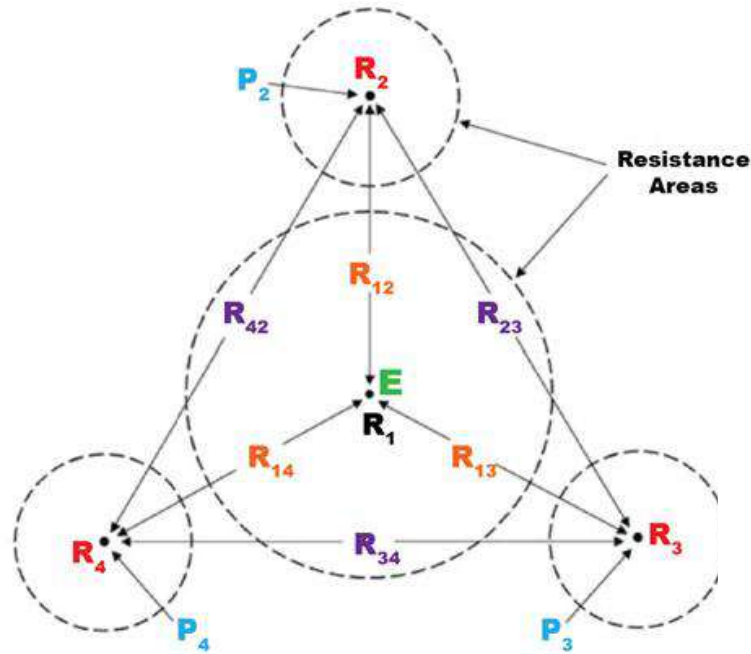


شیب خط $m = \frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1}$

الکتروود ولتاژ

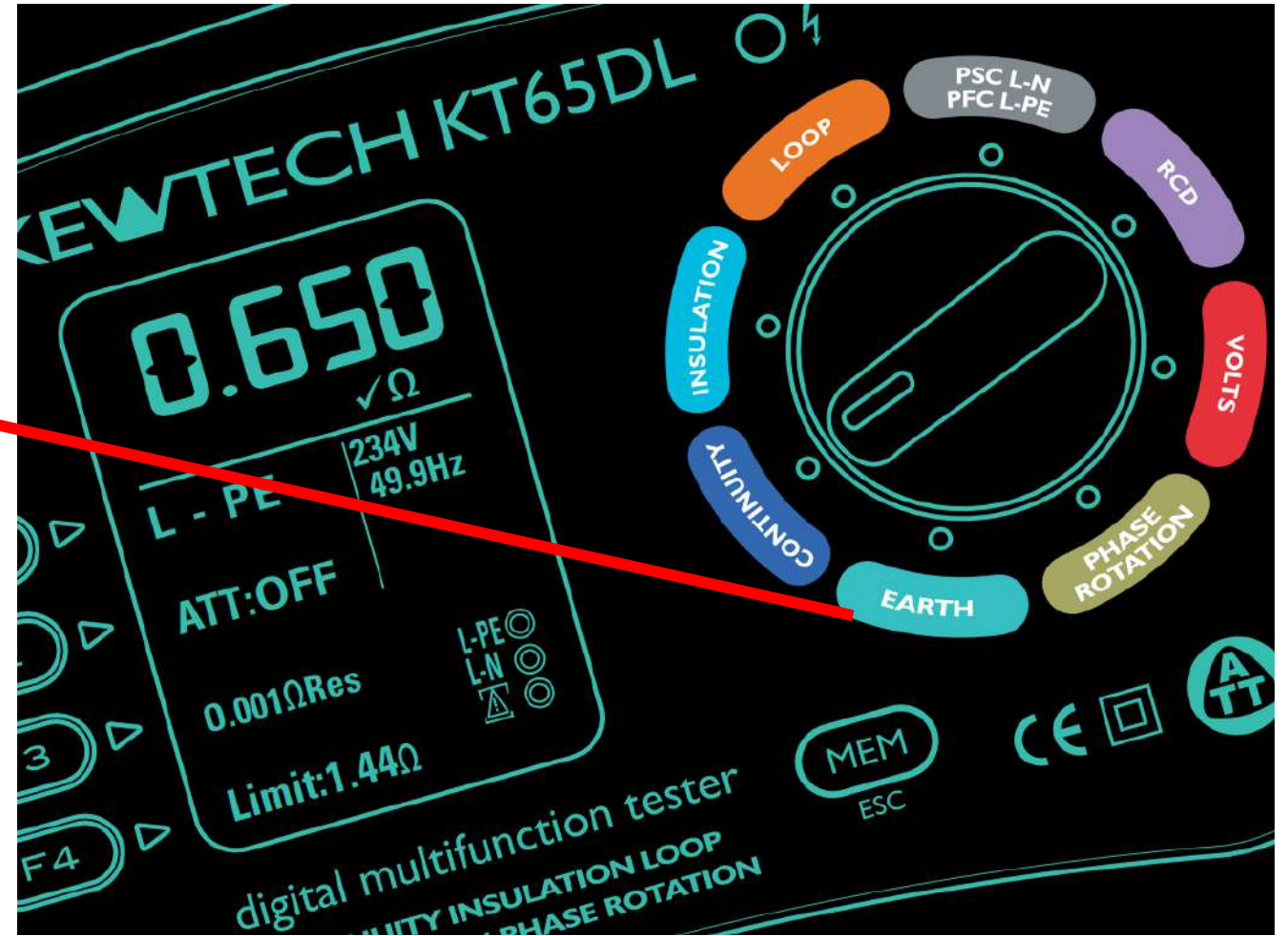
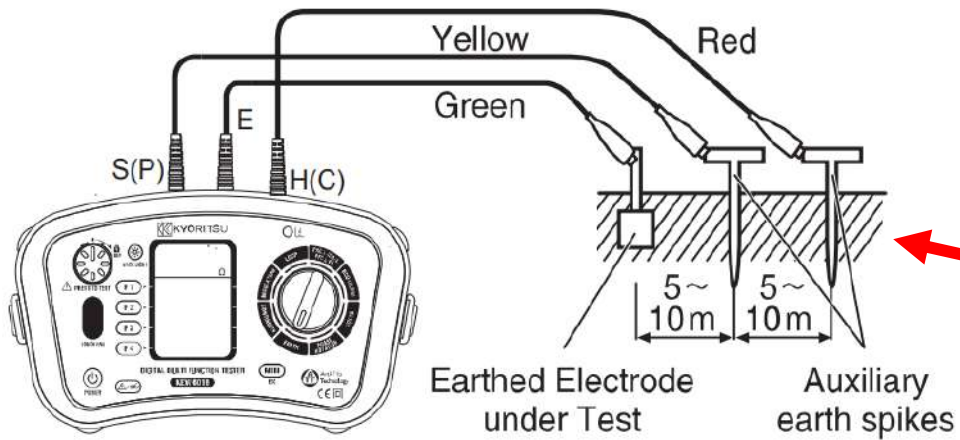
الکتروود جریان

روش آرایش ستاره و مثلث



- نبود فضای کافی جهت نصب الکتروودها
- عدم پاسخ گویی روش‌های دیگر (سه سیمه و...)
- تست یا اعتبار سنجی مقادیر به دست آمده
- گسترده بودن سیستم زمین

MULTI-FUNCTION TESTER



میکرو اهم متر

سنجش مقاومت های بسیار کوچک $0.1 \mu\Omega$ — 1Ω

بروش تزریق جریان DC Test currents from 10A to 600 A



MOM2
HANDHELD 200 A MICRO-OHMMETER



DLRO10X
DIGITAL MICRO-OHMMETER

- *اندازه گیری مقاومت کنتاکت کلید های قدرت
- *اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ترانسفورماتورهای با تعداد دور کم ومقطع بالا
- *اندازه گیری مقاومت مقدار واحد کابل های مقطع بالا