



Namatek
True Education

SUBSTATION
EARTH

EARTH ELECTRODE
SYSTEM A
RAFT AREA

EARTH ELECTRODE
SYSTEM B
COUNTRY END

Earthing system

www.namatek.com

سیستم زمین

فهرست مطالب

۱. سیستم زمین چیست؟
۲. انواع سیستم زمین
۳. الکتروود اتصال به زمین
۴. انواع سیستم اتصال زمین
۵. مقاومت ویژه خاک سیستم زمین
۶. استاندارد IEC 60364 سیستم زمین

سیستم اتصال به زمین از مهم ترین سیستم هایی است که برای حفاظت از افراد و تجهیزات در هر سازه ای بکار می رود. برای آشنایی با نحوه نصب و انواع مختلف این سیستم، مقاله زیر را از دست ندهید.

سیستم زمین چیست؟

سیستم زمین یک مجموعه به هم پیوسته از هادی های فلزی است که در زیر فونداسیون ساختمان به کار می رود. تعدادی الکتروود را در عمق چند متری زمین دفن می کنند و تمام هادی های ساختمان و بدنه تجهیزات را به این سیستم متصل می کنند. اگر بدنه تجهیزات برق دار شود در این صورت جریان اتصال کوتاه وارد زمین می شود و مانع از برق گرفتگی افراد می شود.

اهداف سیستم زمین

شبکه های زمین برای چندین هدف طراحی شده اند. از جمله این اهداف می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. ایمنی اشخاص با توجه خطرات الکتریکی

۲. حفاظت از تجهیزات در برابر خطرات الکتریکی

به طور کلی اجرای سیستم زمین برای رسیدن به مقاومت کم طراحی می شود تا جریان های خطا و جریان های فرکانس بالا را از افراد و تجهیزات الکترونیکی دور کند.

محاسبات فنی سیستم زمین

برای سایزینگ هادی ارت و نول استانداردهای مختلفی وجود دارد اما آنچه که در مبحث ساختمان اهمیت دارد، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳ است. مقررات ملی ساختمان نحوه سایزینگ کابل ارت در ساختمان را مشخص کرده است.

انواع سیستم زمین

داشتن شناخت کامل از نوع سیستم زمین و انتخاب صحیح روش های ایمنی و وسایل حفاظتی در تاسیسات الکتریکی الزامی است. به طور کلی سه نوع سیستم نیرو TT، TN و IT متداول می باشد.

مفهوم حروف اختصاری بکار رفته در نام گذاری سیستم زمین در زیر آمده است.

۱. حرف اول از سمت چپ بیانگر نوع رابطه سیستم نیرو با زمین

T: یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است.

I: قسمت های برق دار سیستم نسبت به زمین عایق اند یا یک نقطه از سیستم با امپدانس بزرگ زمین شده است.

۲. حرف دوم از سمت چپ بیانگر نوع رابطه بدنه هادی با زمین

T: بدنه هادی به صورت مستقیم و مستقل از اتصال زمین (PE) به زمین وصل شده است. یعنی خودمان در محل آن را زمین کردیم.

N: بدنه هادی مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم وصل است.

علاوه بر دو حرف اصلی تعیین کننده نوع سیستم زمین، در مورد سیستم های TN برای مشخص کردن نحوه استفاده از هادی های حفاظتی (PE) و خنثی (N) از حروف اضافی استفاده می شود.

S: بدنه هادی از طریق هادی مجزا (PE) به نقطه خنثی (N) در مبدا سیستم وصل است.

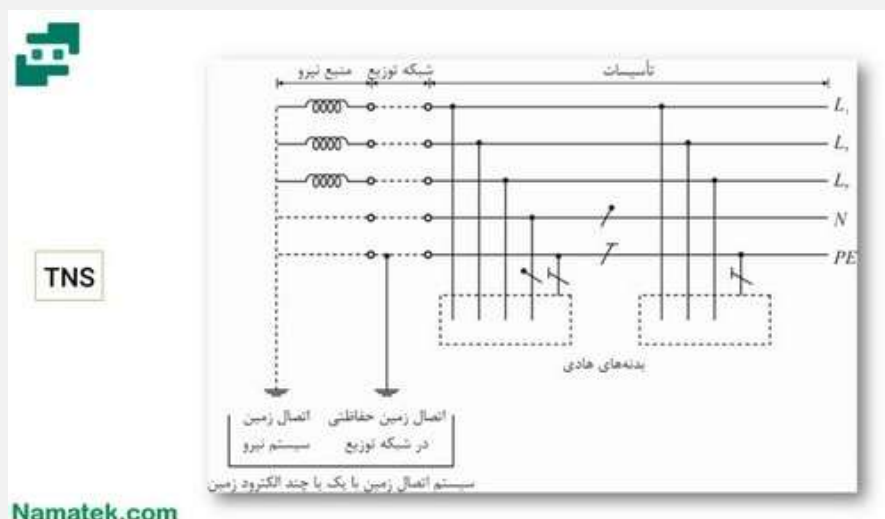
C: بدنه هادی به هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) متصل است.

سیستم زمین TN

در این سیستم، منبع تغذیه مستقیماً به زمین وصل شده است و بدنه فلزی تجهیزات برقی و هادی های بیگانه در تاسیسات به نقطه نول منبع وصل شده اند. سیستم TN خود به سه مدل مختلف تقسیم می شود که در زیر مفصلاً توضیح داده شده است:

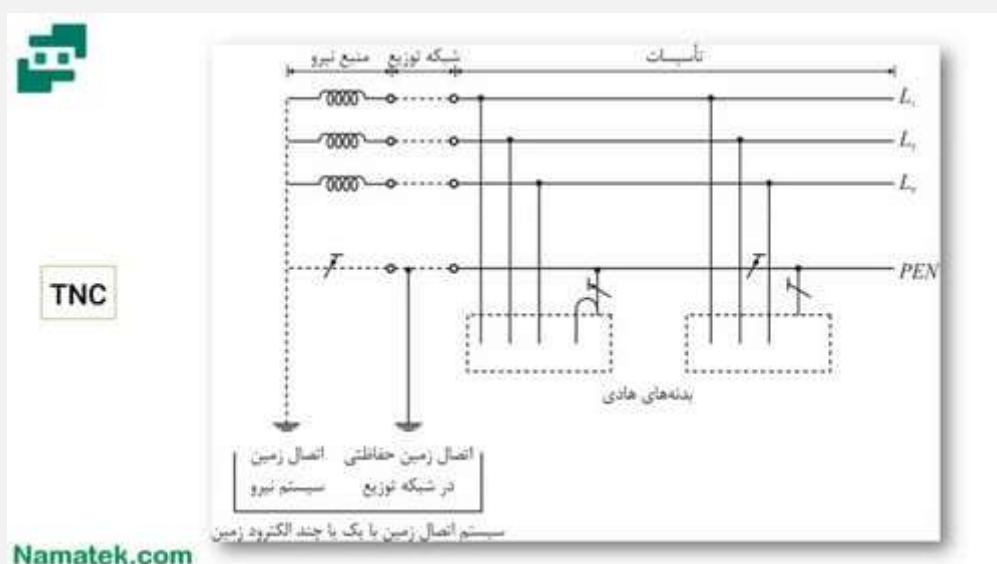
سیستم زمین TN-S

در این سیستم هادی های نول N و زمین PE از یکدیگر جدا هستند. نقطه نول منبع و بدنه فلزی تاسیسات و نقطه زمین سیستم هر سه به یکدیگر متصل اند و مستقیماً به زمین وصل شده اند. الکترود سیستم زمین یک یا چند قطعه هادی است که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شده باشند.



سیستم زمین TN-C

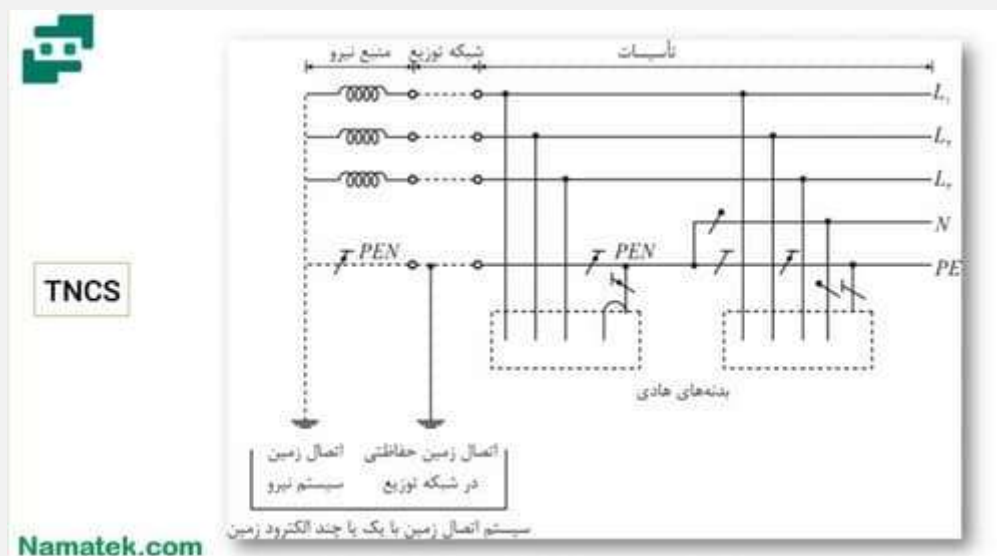
در اتصال زمین TNC هادی نول N و ارت PE به یکدیگر متصل هستند و به آنها اتصال PEN گفته می شود. سیم PEN مستقیماً وارد چاه ارت می شود و از آن به عنوان سیم خنثی استفاده می شود که به بدنه تجهیزات متصل می شود.



سیستم زمین TNCS

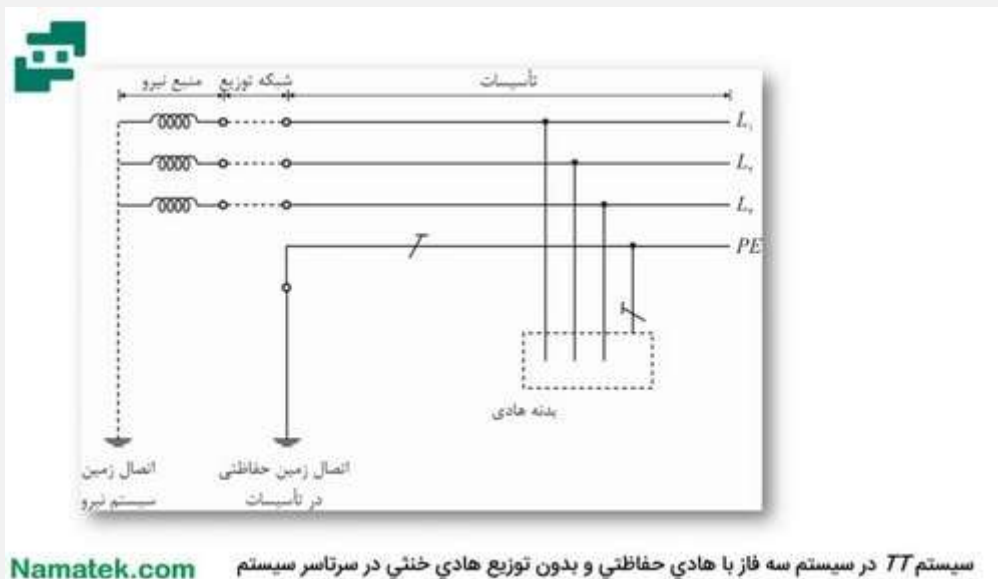
می توان سیستم زمین TN-S و TN-C را به صورت همزمان در یک سیستم استفاده کرد. یعنی در بخشی از تاسیسات الکتریکی ساختمان سیم نول و ارت جدا از هم باشند و در بخشی دیگر به صورت مشترک. فقط این نکته مهم باید توجه شود که اتصال زمین TNC نباید در پایین دست اتصال

زمین TNS قرار بگیرد چون قطعی سیم نول در بالا دست منجر به قطع هادی های حفاظتی در بخش پایین دست می شود.



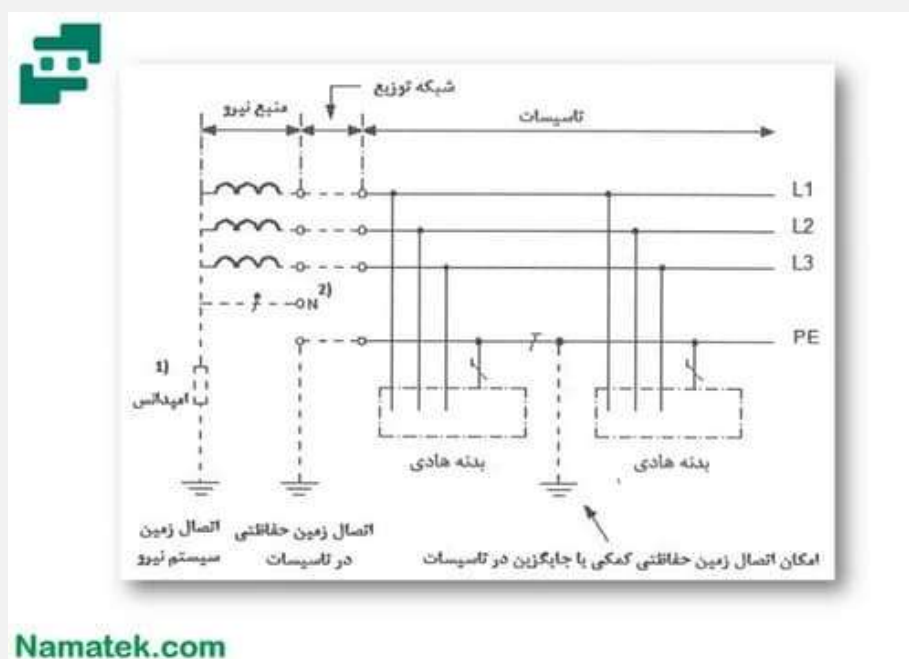
سیستم زمین TT

در سیستم زمین TT یک نقطه منبع تغذیه (ژنراتور نیروگاه) به صورت مستقیم به زمین وصل شده است. تمام بدنه فلزی تجهیزات برقی به الکترود زمین جداگانه متصل شده اند که ممکن است این الکترود از لحاظ الکتریکی مستقل از الکترود منبع باشد.



سیستم زمین IT

در این سیستم نقطه نول منبع تغذیه ایزوله شده یا نقطه نول با امپدانس (مقاومت) زمین شده است. تمام بدنه فلزی تجهیزات مستقیماً با سیم ارت به زمین متصل می شوند. در این سیستم سیم نول وجود ندارد.



الکترو د اتصال به زمین

الکترو د زمین به میله ای رسانی معمولاً از جنس مس یا فولاد گفته می شود که در خاک دفن شده و کل سیستم زمین ساختمان به آن وصل می شود. این الکترو د باید به گونه ای طراحی شود که کمترین میزان مقاومت را داشته باشد تا جریان اتصال کوتاه وارد زمین شود و از تجهیزات یا بدن افراد عبور نکند. متداول ترین الکترو دهایی که در ساختمان استفاده می شوند به قرار زیر اند:

الکترو د قائم

الکترو دهای قائم به خاطر تماس بیشتر لایه های خاک در طول قائم الکترو د و همچنین در مواردی که فضای کافی در دسترس نباشد از متداول ترین نوع الکترو دها هستند. انواع الکترو دهای قائم با روش کوبیده شدن در زمین و یا به روش دفنی (حفر چاه) نصب می شوند.



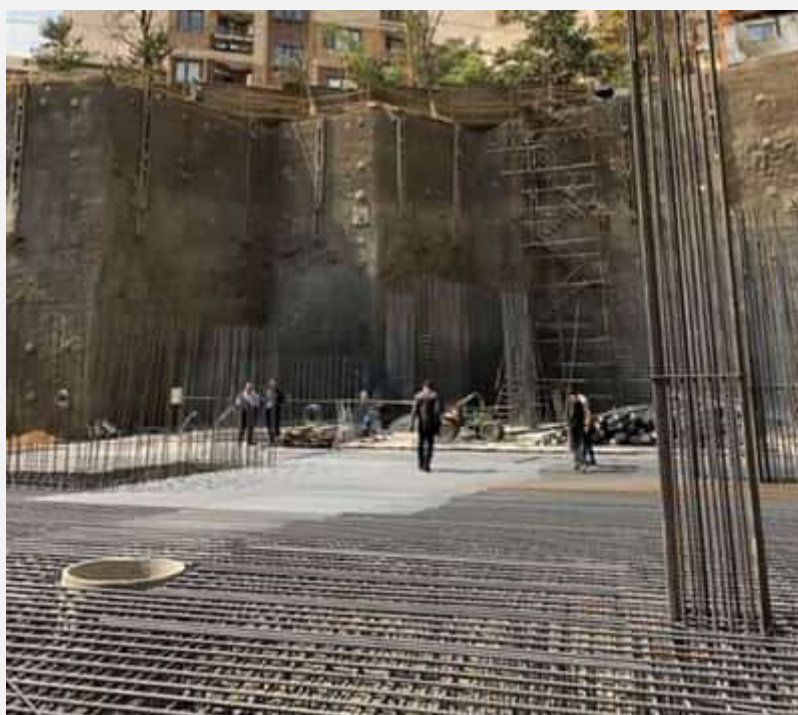
الکترو د افقی

استفاده از این الکترو د زمانی مطرح است که امکانات و محوطه با وسعت کافی جهت اجرای آن وجود داشته باشد. الکترودهای افقی در شکل های مختلف در عمق ۰/۵ تا ۰/۸ متری از سطح زمین نصب می شوند.



الکترو د زمین فونداسیون

یکی از انواع الکترودهای افقی محسوب می شوند. بتن به کار رفته در فونداسیون ساختمان ها به دلیل رسانایی مطمئن و سطح تماس وسیع با خاک می تواند گزینه مناسبی برای استفاده به عنوان الکترو د زمین باشد.



نحوه اتصال به میلگردهای فونداسیون ساختمان در شکل زیر مشخص شده است.



الکترو د صفحه ای

در مناطق با خاک مرطوب و نمناک از الکترو د صفحه ای کم عمق استفاده می شود. الکترو د های صفحه ای هزینه بالایی دارند به همین دلیل کمتر استفاده می شوند.



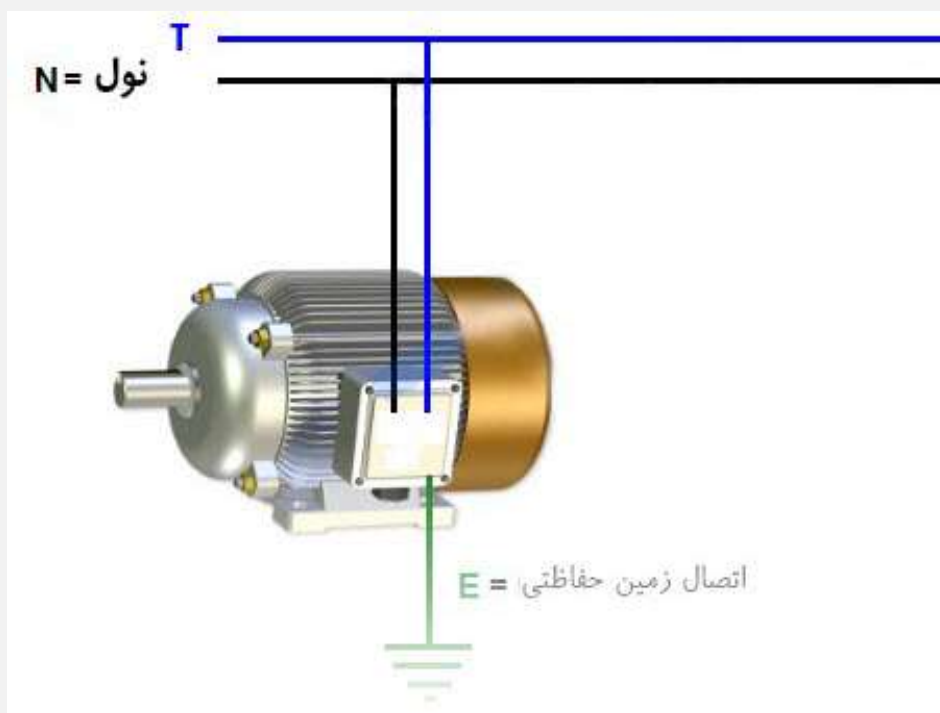
انواع سیستم اتصال زمین

اتصال به زمین برای حفاظت جان انسان و حیوان، تامین شرایط کارکرد صحیح تاسیسات برقی و حفاظت آنها به کار می رود. انواع مختلف اتصال زمین در ادامه آموزش داده می شود:



اتصال زمین حفاظتی

گاهی بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی را با هدف حفاظت از برق گرفتگی افرادی که در تماس با آن تجهیز هستند، زمین می کنیم.



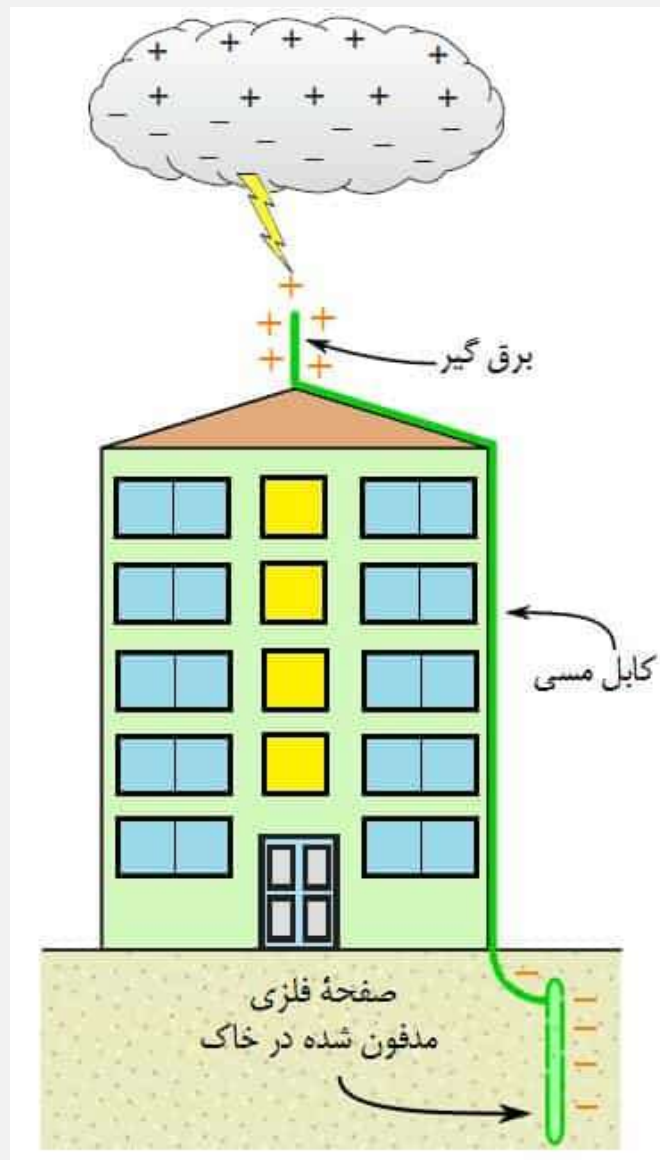
اتصال زمین ایمنی

ممکن است گاهی نقطه خنثی تجهیزات پست های برق به زمین وصل شود. این تجهیزات می تواند ترانسفورماتور و ژنراتور باشد.



اتصال زمین صاعقه گیر

در قسمت بالایی ساختمان از برق گیر استفاده می شود که برای جلوگیری از آسیب رساندن صاعقه به سازه است.



اتصال زمین عملیاتی

اتصال نقاطی از سیستم برای اطمینان از کار دائم برخی از تجهیزات است. هدف از این اتصال به زمین ایمنی و حفاظت در برابر برق گرفتگی نیست. مثلا تجهیزات سیگنالینگ و اتوماسیون شامل این مورد می شوند.

مقاومت ویژه خاک سیستم زمین

از آن جایی که کارایی الکترودهای زمین به شکل، ابعاد و همچنین شرایط خاک منطقه (مقاومت مخصوص خاک) وابسته است، شناخت ما نسبت به خاک منطقه بسیار مهم است و ما باید جایی را برای احداث سیستم زمین انتخاب کنیم که مقاومت ویژه خاک پایینی داشته باشد.

مقاومت مخصوص خاک چیست؟

با واحد اهمتر بیان می شود و نشانگر این است که خاک منطقه تا چه حد در برابر عبور جریان از خود مقاومت نشان می دهد. هر چقدر مقاومت مخصوص خاک کمتر باشد شرایط بهتری برای ایجاد سیستم زمین در منطقه است.

اندازه گیری مقاومت ویژه خاک

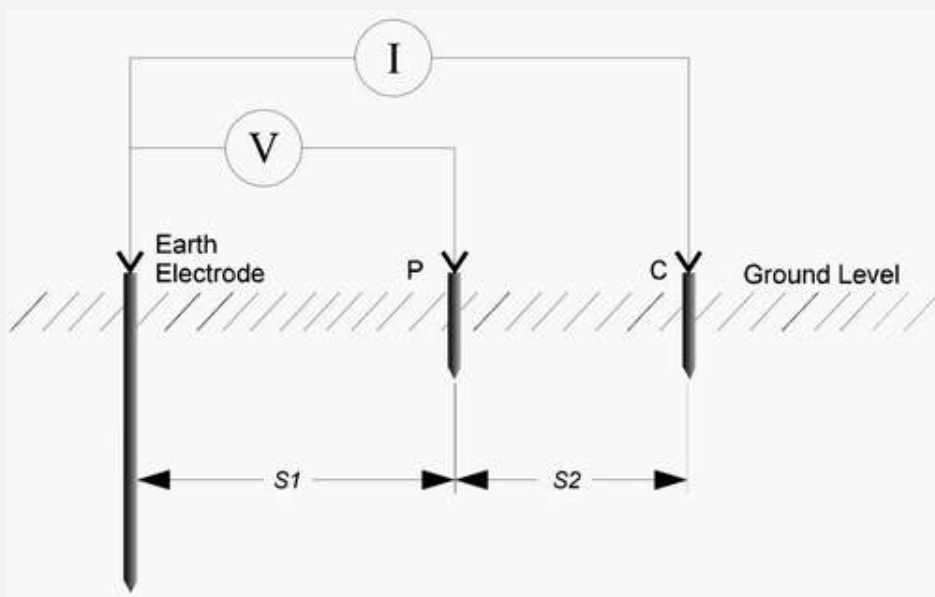
دو روش اصلی برای اندازه گیری مقاومت ویژه خاک در منطقه وجود دارد.

- روش سه نقطه ای یا تک راد
- روش چهار نقطه ای یا روش ورنر



اندازه گیری مقاومت ویژه خاک به روش سه نقطه

در این روش یک الکتروود میله ای تا عمق معینی در زمین کوبیده شده و مقاومت آن به یکی از روش های مورد تایید استانداردها اندازه گیری می شود.



سپس الکتروود مورد نظر را تا عمق بیشتری در خاک فرو برده و مجدداً اندازه گیری انجام می شود. این کار برای همه عمق های مورد نظر تکرار شده و در هر عمق با جایگذاری مقاومت اندازه گیری شده در رابطه زیر مقدار مقاومت ویژه محاسبه می شود.

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

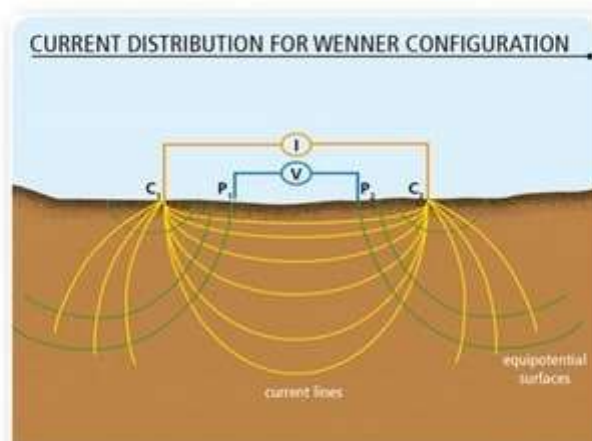
R	مقاومت الکتروود میله ای بر حسب اهم
L	طول الکتروود میله ای بر حسب متر
d	قطر الکتروود میله ای بر حسب متر
ρ	مقاومت ویژه خاک بر حسب اهم-متر

اندازه گیری مقاومت ویژه خاک به روش چهار نقطه ای

در این روش چهار میله در امتداد یک خط راست در زمین کوبیده می شود که همگی با فاصله معین و برابر از یکدیگر قرار گرفته اند. جریان تستی بین دو میله بیرونی گذرانده می شود و ولتاژ بین دو میله درونی به کمک یک ولتمتر اندازه گیری می شود. سپس از روی نسبت ولتاژ به جریان، مقاومت بدست می آید.



اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک به روش چهار نقطه



Namatek.com

اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک به روش ورنر

در این روش هر چهار میله اندازه‌گیری در امتداد یک خط راست، با فاصله مساوی از یکدیگر (a) و در عمق مشخصی (b) کوبیده می‌شوند. در فرمول زیر نحوه محاسبه دقیق و تقریبی مقاومت ویژه خاک در این روش را مشاهده می‌کنید:



$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

می‌توان در رابطه فوق از b در برابر a چشم‌پوشی نمود و از رابطه ساده شده زیر استفاده کرد:

$$\rho = 2\pi aR$$

در این رابطه rho مقاومت ویژه متوسط خاک از سطح تا عمق a می‌باشد.

استاندارد IEC 60364 سیستم زمین

اساندارد IEC 60364 برای تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف، حفاظت برای ایمنی و حفاظت در برابر شوک الکتریکی است.

استانداردهای مختلف دیگری در زمینه نحوه اجرا و نظارت بر سیستم زمین وجود دارد که در زیر نام برده شده اند:

• استاندارد IEC 61936.1

• استاندارد IEEE std80

• استاندارد IEEE std 142

• استاندارد NFPA 70

• استاندارد DIN 18014

• استاندارد BS 7430