

”شیوه نامه اجرایی نظارت بر طراحی و اجرای
استاندارد برق

کلیه اماکن بر اساس مباحث مقررات ملی
ساختمان و مقررات اجرایی وزارت نیرو“

”اصول و مبانی سیستم زمین“

* تهیه و تنظیم : ابوالفضل اسدی

* سازمان نظام مهندسی ساختمان استان یزد

* مرداد ۹۶

شیوه نامه اجرایی نظارت بر طراحی و اجرای استاندارد تاسیسات برق کلیه اماکن

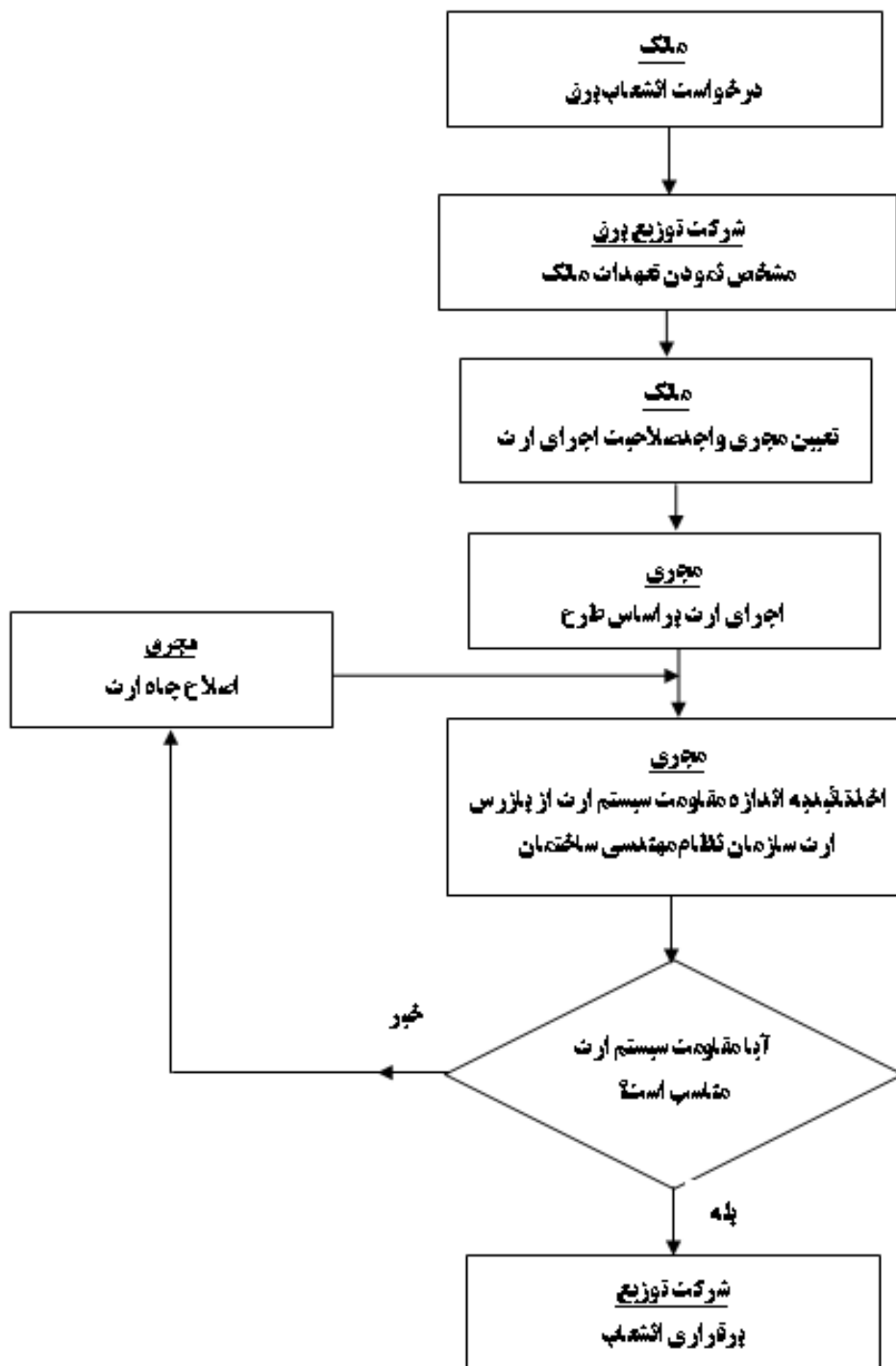
در راستای اجرایی نمودن شیوه نامه اجرایی نظارت بر طراحی و اجرای استاندارد تاسیسات برق کلیه اماکن، موضوع تفاهم نامه سه جانبه وزارت خانه های راه و شهرسازی، نیرو و سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور، متقاضیان برق مکلفند علاوه بر اقدامات لازم برای برقراری انشعاب برق ، گواهی تأییدیه فنی اجرای ارت ساختمان را مطابق مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم) برای وصل انشعاب برق به شبکه ارائه نمایند .

با توجه به اهمیت موضوع ارت ساختمانها و با هدف اطمینان از کاهش سطح خطر مشترکین و عموم جامعه مقرر گردید ، بخش ارت ساختمانها مطابق با گردش کار زیر برای انشعابهای برق دائم و موقت از تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۰۱ و در سراسر استان انجام گردد.

گردش کار

- ارائه درخواست انشعاب برق از دفاتر پیشخوان (شرکت توزیع نیروی برق استان یزد) توسط متقاضی
- تعیین تعهدات متقاضی توسط شرکت توزیع نیروی برق
- انتخاب مجری ارت توسط متقاضی از لیست تأیید صلاحیت شده موجود در دفاتر پیشخوان
- دریافت فرم پیوست قرارداد فروش انشعاب برق توسط مجری سیستم ارت از سازمان نظام مهندسی ساختمان و تشکیل پرونده توسط سازمان
- تعیین بازرس ارت توسط سازمان نظام مهندسی
- هماهنگی مجری با بازرس جهت نظارت، تایید تجهیزات و اندازه گیری ارت
- هریک از فرم ها در ۴ نسخه با رنگ های مختلف تأیید می گردد. (۱- پرونده متقاضی ، شرکت توزیع ۲- متقاضی ۳- مجری ارت ۴- سازمان)
- ارزیابی مجری توسط بازرس برای هر یک از محل های چاه ارت در برکه های فوق

گردش کار اجرای سیستم ارت در برقراری انشعاب برق





شرکت توزیع نیروی برق
استان یزد

پیوست قرارداد فروش انشعاب
(سیستم ارت ساختمان)



شماره تقاضا.....
تاریخ تقاضا.....
پیوسته.....

متقاضی محترم

بر اساس تفاهم نامه سه جانبه تامین برق ساختمانها مابین شرکت توانیر، وزارت راه و شهرسازی و سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور متقاضیان برق مکلفند علاوه بر اقدامات لازم برای برقراری انشعاب، گواهینامه تاییدیه فنی اجرای چاه ارت ساختمان را مطابق مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم) برای وصل انشعاب برق به شبکه ارائه نمایند. لذا شما می توانید با مراجعه به یکی از شرکت های مجری مورد تایید (طبق لیست پیوست) نسبت به اجرای سیستم اتصال زمین استاندارد اقدام و نتیجه را به شرح ذیل به این شرکت اعلام نمایید

مشخصات فردی (اشخاص حقیقی) متقاضی

نام..... نام خانوادگی..... نام پدر..... شماره شناسنامه..... شماره ملی.....
آدرس محل اجرای ارت..... تلفن تماس.....
مشخصات سازمان (اشخاص حقوقی)
نام موسسه..... شماره ثبت..... تاریخ ثبت..... نام مقام مسئول.....

پروانه دار ☐ ندارد ☐ به شماره..... شهرداری ناحیه منطقه..... تعداد کنتور مورد تقاضا..... کفکار..... سه فاز.....
نوع کاربری ☐ خانگی ☐ صنعتی ☐ تجاری ☐ عمومی ☐
سیستم ارتینگ طراحی شده: چاه ☐ چاه و میله ☐ میله و شبکه ☐ عمومی ☐
تعداد..... حلقه چاه، تعداد..... میله، مش سائز و طول تقریبی کابل ارت از خروجی چاه/مش..... میلی متر مربع..... متر خاک
زغال..... کیلوگرم، نمک..... کیلوگرم، خاک رس..... متر مکعب سایر مواد کاهنده مقاومت زمین به نام.....
عمق چاه ارت..... متر صفحه اتصال زمین مسی به ابعاد طول..... میلی متر و عرض..... میلی متر و قطر..... میلی متر سیم مسی
نمره..... میلی متر مربع و به طول..... متر کابلشوی مسی نمره.....
پلاک مشخصه اتصال زمین شده است؟ ☐ بله ☐ خیر
جوشچه و درجه جهت اتصال زمین مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر
جعبه و شینه اتصال زمین مجموعه استاندارد و در محل مناسب نصب شده است؟ ☐ بله ☐ خیر

مشخصات شرکت مجری

نام شرکت..... شماره ثبت..... تلفن تماس..... آدرس شرکت.....
نام مدیر عامل..... صحت موارد چاه ارت ساختمان به آدرس فوق مورد تایید این شرکت مجری می باشد.
موارد فوق توسط این شرکت مجری با مشخصات اعلام شده در مورخ..... انجام شده است و این شرکت تعهد می نماید در هنگام اندازه گیری همبندی الکتریکی اصلی و فرعی انجام نشده است.
مهر و امضای مجری

اخذ تایید ناظر ساختمان به عهده مالک است
مسئولیت تکمیل و صحت اطلاعات فرم به عهده مجری است
اندازه گیری مقاومت چاه ارت ساختمان پس از احدث در مورخ..... به میزان..... اهم تایید می گردد و به مدت شش ماه دارای اعتبار می باشد.
موارد فوق مورد تایید است.

امضای مالک ساختمان یا نماینده مالک
مهر و امضای بازرس برق سازمان نظام مهندسی ساختمان

- نسخه پرونده

- نسخه مالک

- نسخه مجری

- نسخه سازمان نظام مهندسی

• بدون برچسب هولوگرام فاقد اعتبار می باشد.

فرم پیوست قرارداد فروش انشعاب برق

سیستم اتصال زمین (EARTHING & GROUNDING):

به منظور ایجاد ایمنی و حفاظت لازم برای افراد در برابر برق گرفتگی، عملکرد مناسب سیستم از لحاظ فنی و همچنین کنترل نویز در برخی از سیستمها، ایجاد سیستم اتصال زمین ضروری است:

اتصال زمین سیستم (system grounding): اتصال نقطه خنثی مولدهای برق، ترانسفورماتور و همچنین سیم نول شبکه خطوط هوایی در هر فاصله ۲۰۰ متری به الکترود سیستم اتصال زمین.

اتصال زمین حفاظتی (equipment grounding): اتصال بدنه فلزی کلیه وسایل، دستگاههای حامل جریان برق و همچنین اسکلت و اجزای فلزی به سیستم اتصال زمین ساختمان.

اصطلاحات و تعاریف:

- ☐ جرم کلی زمین
- ☐ زمین آرام (Quiet ground)
- ☐ زمین نویزی (noisy ground)
- ☐ تداخل ناشی از میدان الکترو مغناطیسی (Electro Magnetic Interference (EMI)
- ☐ ولتاژ تماس (Touch Voltage)
- ☐ ولتاژ گام
- ☐ الکتروود زمین (Earth electrode)
- ☐ مقاومت اتصال زمین
- ☐ حوزه مقاومت الکتروود ارت

اهداف اجرای سیستم زمین:

۱. تامین حفاظت جانی انسانها
۲. عملکرد مناسب دستگاهها
۳. کنترل نویز

سه ویژگی مهم یک سیستم زمین :

- ✓ امپدانس الکتریکی بسیار پائین Low Electrical Impedance
- ✓ مقاومت مکانیکی بسیار بالا High Mechanical Resistance
- ✓ مقاومت بالا در برابر خوردگی High Corrosion Resistance

استانداردهای معتبر در مبحث ارتینگ :



DIN-VDE 0100 ❖

DIN-VDE 0141 ❖

DIN-VDE 0151 ❖

DIN-VDE 0800 ❖

IEEE Std. 142 ❖

IEEE Std. 80 ❖

IEEE Std. 81 ❖

BSi 7430 ❖

NEC 2008 ❖

تأثير جريان الكتریکی بر بدن :

تأثير جريان الكتریکی عبوری از بدن تابع سه عامل فرکانس جريان، میزان جريان و مدت زمان عبور این جريان می باشد.

<u>Alternating Current (60 Hertz)</u> (milliamperes)	<u>Direct Current</u> (milliamperes)	<u>Effects</u> (milliamperes)
0.5-1	0-4	Perception حس و درک
1-3	4-15	Surprise (reactor current)
3-21	15-80	Reflex action (let-go current)
21-40	80-160	Muscular inhibition گرفتگی عضلات
40-100	160-300	Respiratory block قطع تنفس
Over 100	Over 300	Usually fatal مرگ

انواع زمین کردن :

□ زمین کردن الکتریکی (Ground System)

اهداف:

- ✓ کاهش تنش الکتریکی ناشی از اثرات کلیدزنی و صاعقه
- ✓ تامین و کنترل جریان اتصالی در حد قابل قبول
- ✓ کاهش عدم تعادل ولتاژ
- ✓ محدود کردن ولتاژ نقطه نول

انواع (IEEE Std C37.101-1993):

- 1-Solidly ground
- 2-Resistance ground
- 3-Reactance ground
- 4-Transformer ground
- 5-Isolated ground or ungrounded

زمین حفاظتی (Safety Ground) 

انواع :

1-Equipment Ground 2-Lightning Ground 3-Electrostatic Ground
4-Isolated Ground 5-Transformer Ground 6- Ground Reference
Signal

تقسیم بندی سیستم های فشار ضعیف از نظر روش زمین کردن

حرف اول از سمت چپ:

T: یک نقطه از سیستم به طور مستقیم به زمین وصل شده است.

I: تمام قسمت های برقدار نسبت به زمین عایق بوده یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانس زمین شده است.

حرف دوم از سمت چپ:

T: بدنه هادی ها از نظر الکتریکی به طور مستقیم و مستقل از اتصالات سیستم نیرو به زمین متصل شده اند.

N: بدنه هادی ها به طور مستقیم به نقطه زمین شده سیستم نیرو متصل شده اند.

حرف سوم از سمت چپ در صورت وجود:

C: وظیفه هادی خنثی و تامین حفاظت بر عهده هادی مشترک (PEN) می باشد.

S: حفاظت بر عهده هادی است که از هادی خنثی یا هادی زمین شده مجزا می باشد.

□ سیستم IT

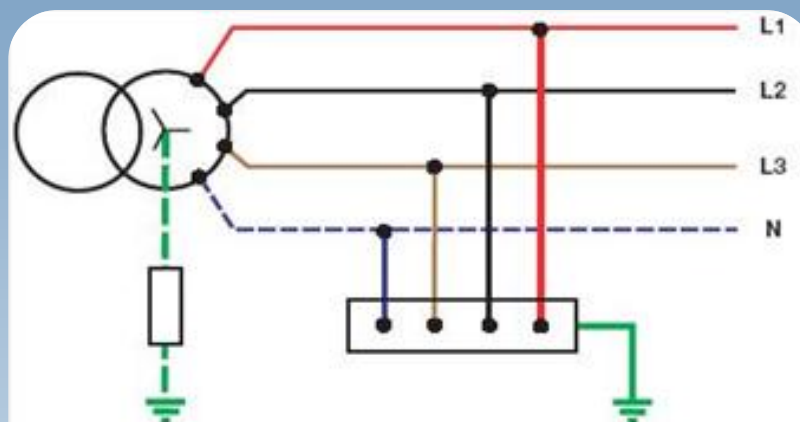
در سیستم IT اولین اتصال به بدنه در سیستم، سبب قطع برق تجهیزات نمی شود و در همان حال تماس با بدنه تجهیزات سبب برق گرفتگی نمی گردد. بعضی از مواردی که استفاده از سیستم IT در آنها توصیه می شود عبارتند از :

- اتاق های عمل ICU و CCU

- معادن روباز و زیر زمینی

- کوره های مواد مذاب

- صنایع شیمیائی و مهمات سازی



IT (neutral isolated or via impedance) wiring diagram:

The neutral point is either not connected to earth, or is so via an impedance (1000 to 2000 Ohms).

impedance (1000 to 2000 Ohms):
The neutral point is either not connected to earth, or is so via an
IT (neutral isolated or via impedance) wiring diagram:

در سیستم IT پس از اولین اتصالی و در هنگامی که هنوز فرصت رفع عیب و ترمیم سیستم پیدا نشده است چنانچه دومین اتصالی اتفاق بیفتد جریان اتصال کوتاه در این حالت بالا رفته ولتاژ تماس بین بدنه هادی که فازها به آن اتصال شده با زمین بالا خواهد رفت و خطرات زیاده خواهد داشت.

□ سیستم TN

در این سیستم اتصال هر فاز به زمین مشابه وصل مستقیم فاز به نول است. جریان اتصال کوتاه شدیدی از مدار و فاز معیوب عبور کرده و فیوز به تنهایی می تواند مدار معیوب را سریعاً قطع نماید و نیاز به رله های جریان باقیمانده یا RCD ندارد. ولی مشکل اصلی را می توان دو عامل دانست :

✓ عبور جریان اتصالى بسيار شديد و در حد ۲۰ كيلو آمپر در لحظات بسيار کوتاه قبل از

قطع فيوز مى تواند موجبات جرقه ، آتش سوزى و يا انفجار فيوز ها و كليدهاى حفاظتى شود.

✓ ملاحظات تجربى و تئورى نشان مى دهد كه مهم ترين اتفاق خطرناك پارگى هادى خنثى

N، حفاظتى PE و يا حفاظتى/خنثى PEN در اين سيستم مى باشد.

سيستم TN كه خود به سه گونه مختلف مى باشد كه عبارتند از :

• TN-C-S

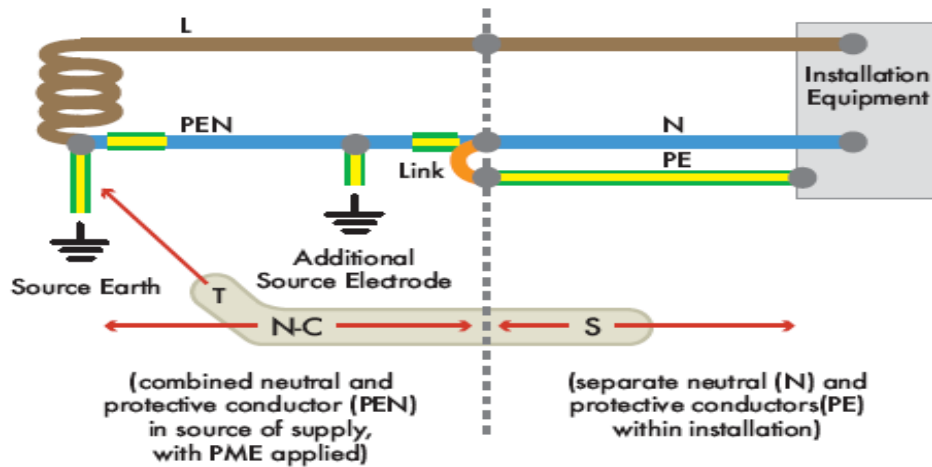
• TN-C

• TN-S

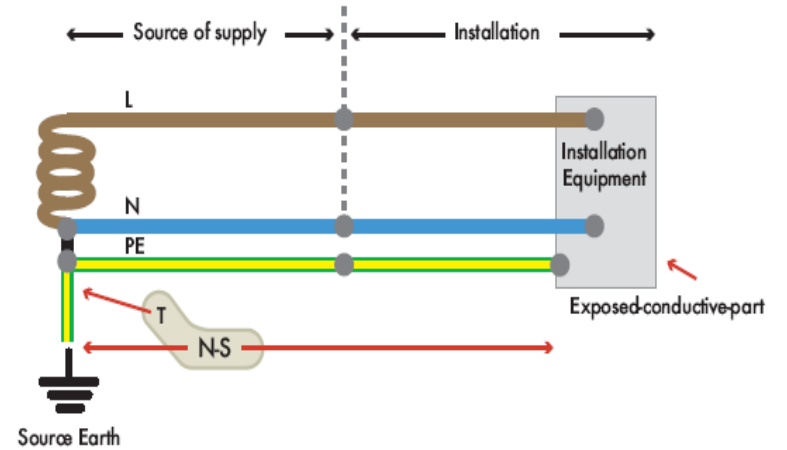


TN-C-S system

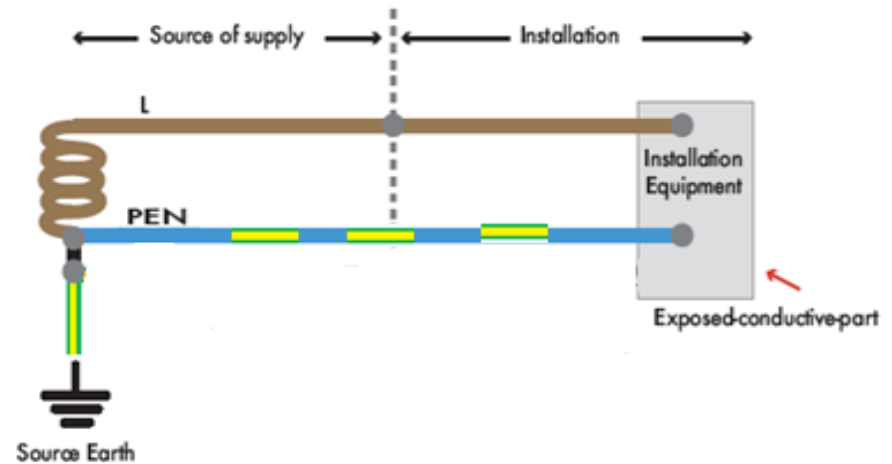
Fig 1: TN-S system

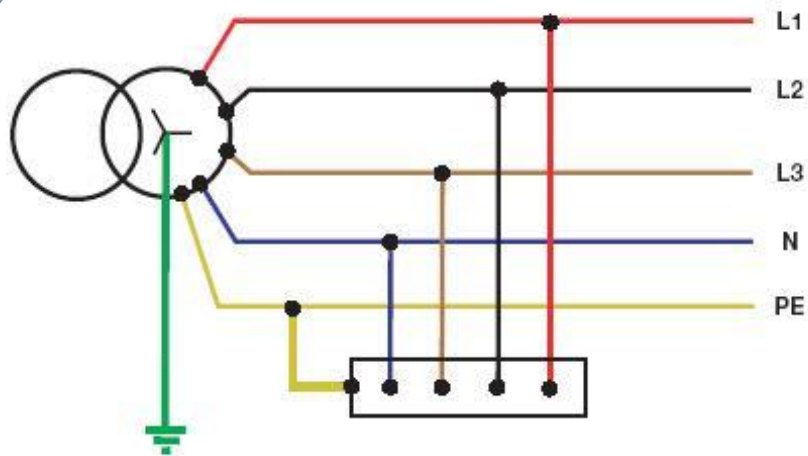


TN-S system



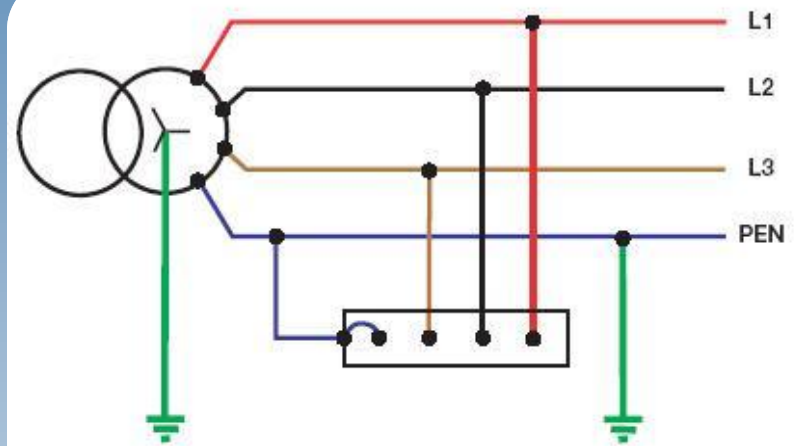
TN-C system





TN-S wiring diagram:

The neutral conductor and the protective conductor are separate.



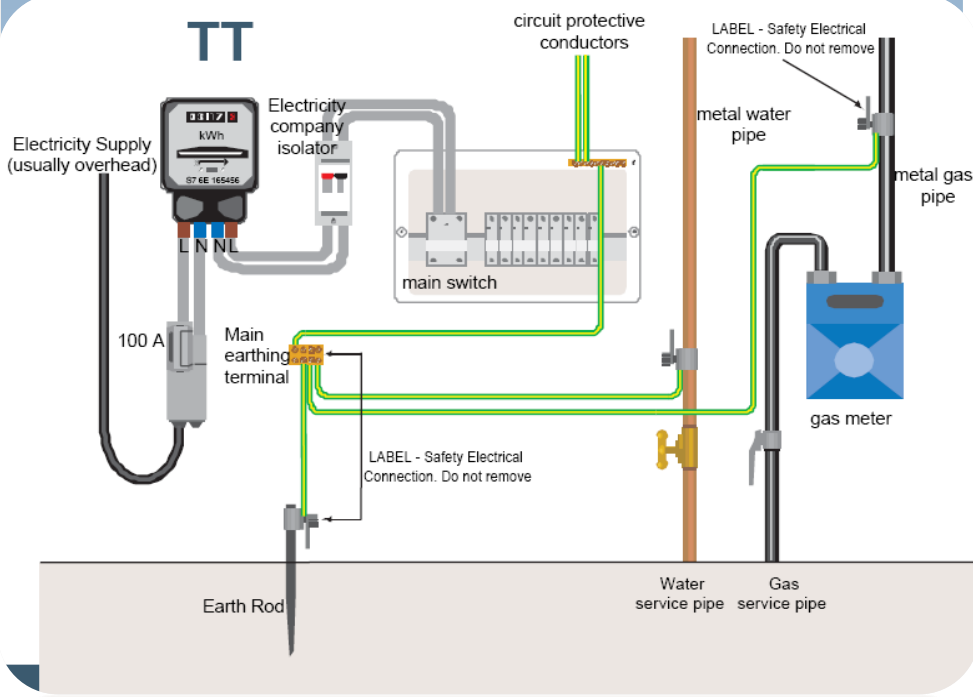
TN-C wiring diagram:

The neutral conductor and the protective conductor are the same conductor: PEN.

است از کلیدهای جریان تفاضلی یا RCD استفاده گردد.



The neutral point of the supply is connected to earth.
The exposed conductive parts of the installation are connected to an earth rod; either a separate earth rod or to the neutral earth rod.



جدول زیر به طور خلاصه این ۵ سیستم را از نظر ویژگی های ایمنی، قابلیت اطمینان، نویز و اغتشاش، در دسترس بودن و نیاز به تعمیرات کمتر را مقایسه می کند.

	TN-C	TN-S	TT	IT(1)	IT(2)	Observations
safety						
■ of persons	+	+	+	++	-	Uc # 0 on 1 st fault (IT)
■ fire	--	-	+	++	-	TN-C not recommended
■ explosions	--	-	+	++	-	TN-C strictly prohibited
availability- (further to 1 fault)	+	+	+	++	+	depends on discrimination of the SCPDs or RCDs (easier to implement)
maintenability	-	-	+	++	-	the IT authorises preventive and even predictive maintenance
reliability of the installation	-	+	++	++	+	advantage for small Ids (damage- electrodynamic forces)
disturbances						
■ radiation transmission EM	-	-	+	++	-	advantage for small Id
■ equipotentiality of PE	--	+	++	+	+	pay attention to harmonics in TN-C

(1) : 1st insulation fault.

(2) : 2nd fault.

از انواع سیستمهای مذکور تنها استفاده از سیستم اتصال به زمین نوع TN الزامی است مگر آنکه استفاده از سیستمهای TT یا IT بنا به دلایلی مجاز اعلام گردد.

شرایط ایجاد الکترود زمین انشعابات فشار ضعیف

❑ مشترکین با کنتور تا ۳۲ آمپر یک فاز یا سه فاز: الکترود زمین ساده

❑ مشترکین با کنتور از ۳۲ آمپر بالاتر تا ۷۵ آمپر سه فاز یا مجموعه ای دارای چندین کنتور متمرکز در یک نقطه (مجموع جریان هر فاز از ۷۵ آمپر تجاوز نکند): دو الکترود زمین ساده در فاصله حداقل ۴ متری یا یک الکترود ساده ولی به عمق ۴ متر.

❑ مشترکین با کنتور بیش از ۷۵ آمپر سه فاز یا مجموعه ای دارای چندین کنتور متمرکز در یک نقطه که مجموع جریان هر فاز از ۷۵ آمپر تجاوز کند: اتصال به زمین اساسی مشابه پست ترانسفورماتور تغذیه کننده آن.

❑ مجموعه هایی که کنتور آنها در بیش از یک نقطه و بصورت انفرادی نصب شده و فاصله آنها بیش از ۸ متر باشد، برای هر نقطه مطابق یکی از موارد بالا عمل خواهد شد.

انواع الکترود های متداول مورد استفاده در سیستم زمین

الکترود صفحه ای

صفحه ای از جنس مس یا فولاد گالوانیزه با ابعاد حداقل ۵۰۰*۵۰۰*۵ mm.

Plates The approximate resistance to earth of a plate (R) in ohms (Ω) can be calculated from the following equation:

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\left(\frac{\pi}{2A}\right)}$$

where

ρ is the resistivity of the soil (assumed uniform), in ohm metres ($\Omega \cdot m$);

A is the area of one face of the plate, in square metres (m^2).

الکتروود میله ای

- میله هایی از جنس مس، فولاد با روکش مس، فولاد زنگ نزن و یا فولاد گالوانیزه.
- الکتروودهای میله ای از جنس مس با قطر ۱۲mm و میله های فولاد با پوشش مس با قطر ۱۶mm و لوله های گالوانیزه (لوله آب) با قطر حداقل ۱inch.
- عدم کاربرد در مناطق خشک که رسیدن به لایه های مرطوب خاک در عمق کم امکان پذیر نیست.

The resistance to earth of a rod or pipe electrode R , in ohms (Ω), is given by the following equation:

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

where

- L is the length of the electrode, in metres (m);
- d is the diameter, in metres (m);
- ρ is the resistivity of the soil, in ohm metres ($\Omega \cdot m$) (assumed uniform).

الکترودهای سطحی

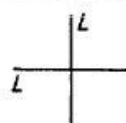
- تسمه مسی بدون روکش قلع با ضخامت مس حداقل ۲mm یا تسمه فولادی گالوانیزه گرم با سطح مقطع حداقل ۱۰۰mm² و یا سیم مسی لخت ۲۵ mm².
- مناسب برای نقاطی که حفر چاه و رسیدن به لایه مرطوب خاک غیرممکن یا دشوار باشد.
- ضخامت الکتروود تسمه ای نباید بیش از یک هشتم پهنای آن باشد.
- عمق دفن پیشنهادی از ۰,۶ تا ۲ متر
- طول الکتروود سطحی در چهار حالت برای دو نوع خاک رس و آهکی در جدول ذیل نشان داده

شده است.

نوع الکتروود	جنس خاک	طول الکتروود (برحسب متر)
تک رشته ای (—) تسمه ای و سیم گرد	رس	۵۰
	آهکدار	۲۰۰
دو رشته عمود بر هم تسمه ای و سیم گرد (۶)	رس	۴۰
	آهکدار	۱۵۰
ستاره (۷) تسمه و سیم گرد	رس	۳۰
	آهکدار	۱۱۰
چهار رشته عمود بر هم صلیبی (+) تسمه	رس	۳۰
	آهکدار	۱۰۰
صلیبی سیم گرد	آهکدار	۵۰

مقاومت این نوع الکتروود توسط روابط ذیل محاسبه می گردد.

Table 5 — Coefficients for strip or round conductor electrodes

Electrode arrangement	Coefficient		
	P	Q	
		Strip	Round
Single length ^{a)} 	2	-1	-1.3
Two lengths at 90° 	4	0.5	0.9
Three lengths at 120° 	6	1.8	2.2
Four lengths at 90° 	8	3.6	4.1

^{a)} Where two or more straight lengths, each of length L in metres (m) and of separation s in metres (m), are laid parallel to each other and connected together the combined resistance can be calculated from the following equation:

$$R_n = FR_1$$

where

R_n is the resistance of n straight conductors in parallel, in Ω ;

R_1 is the resistance of one straight conductor in isolation calculated from the equation and coefficients given above, in Ω .

F has the following value:

for two lengths, $F = 0.5 + 0.078(s/L)^{-0.307}$

for three lengths, $F = 0.33 + 0.071(s/L)^{-0.408}$

for four lengths, $F = 0.25 + 0.067(s/L)^{-0.451}$ provided that $0.02 \leq (s/L) \leq 0.3$.

For a strip or round conductor electrode the resistance R , in ohms (Ω) is given by the following equation:

$$R = \frac{\rho}{P\pi L} \left[\log_e \left(\frac{2L^2}{wh} \right) + Q \right]$$

where

L is the length of the strip or conductor, in metres (m);

h is the depth of electrode, in metres (m);

w is the width of strip or diameter of conductor, in metres (m);

ρ is the resistivity of soil, in ohm metres ($\Omega \cdot m$);

P and Q are coefficients given in Table 5 for different arrangements of electrode.

□ الکترودهای متفرقه:

- اجزای هادی تاسیسات و تجهیزات که در همبندی برای پایین آوردن مقاومت کل مورد استفاده قرار می گیرند.
- از غلاف فلزی و زره کابل ها به شرطی که حداقل به طول ۳۰۰ متر در زیر خاک مدفون باشد.
- سازه های قسمت های فلزی که در پی های ساختمان قرار گرفته اند می توانند به عنوان الکتروود زمین موثر به حساب آیند.
- برای مصارف با شدت جریان پایین می توان از سیم لختی با نمره ۵۰ به صورت چنبره ای با شعاع بیرونی ۴۰cm و تعداد ۵ حلقه به عنوان الکتروود زمین استفاده نمود.
- برای تاسیسات نمی توان از لوله های آب، گاز و ... به عنوان تنها وسیله اتصال به زمین استفاده نمود.
- مقاومت کل سیستم الکترودهای اتصال به زمین (بدون اتصال به نول) باید کمتر از ۲ اهم باشد.
- مقاومت کل الکترودهای اتصال به زمین تا شعاع ۱۰۰ متری پست برق نباید از ۵ اهم تجاوز کند.

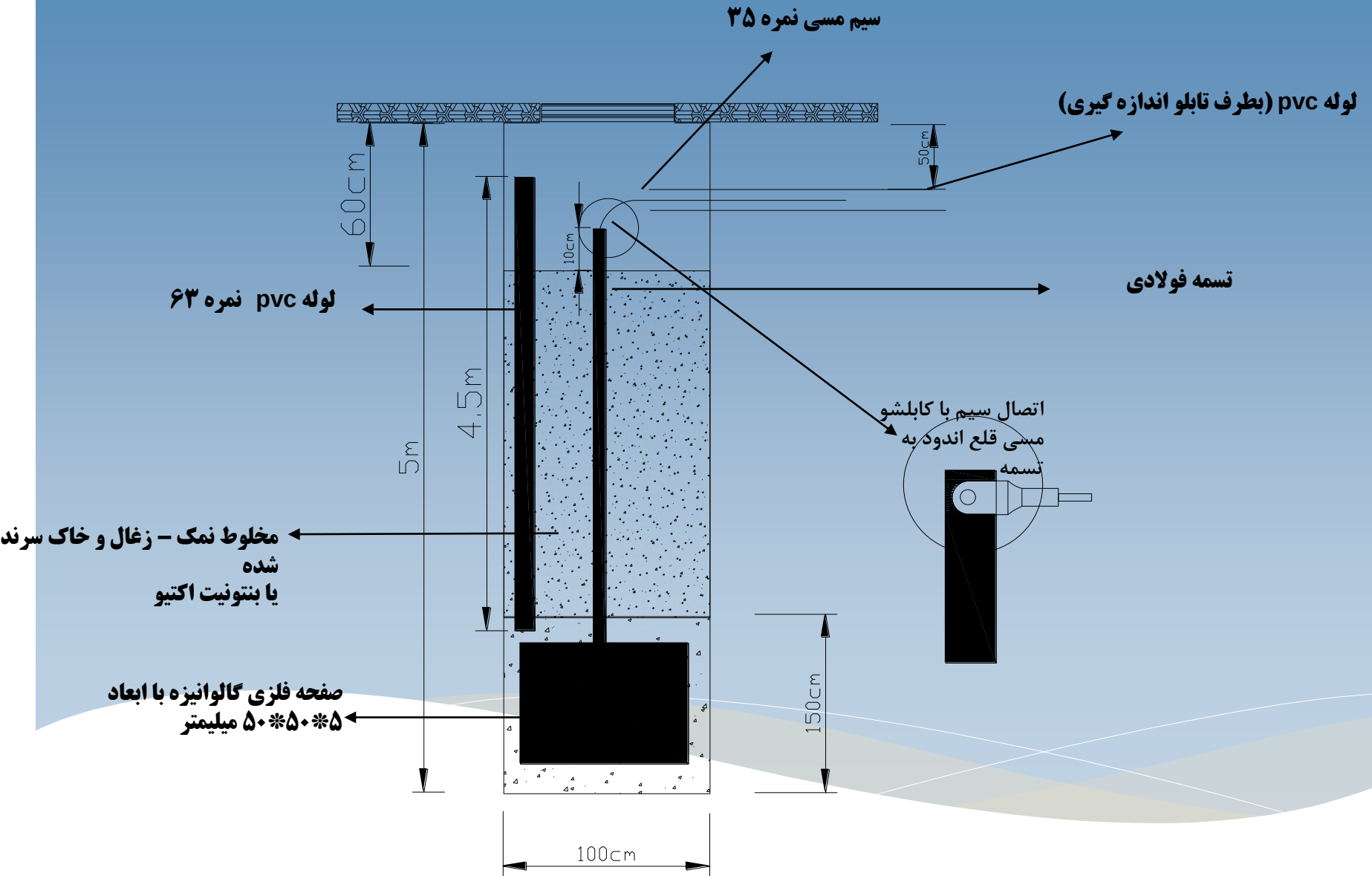
اجرای چاه ارت

نحوه اجرای سیستم اتصال زمین با نمک و زغال :

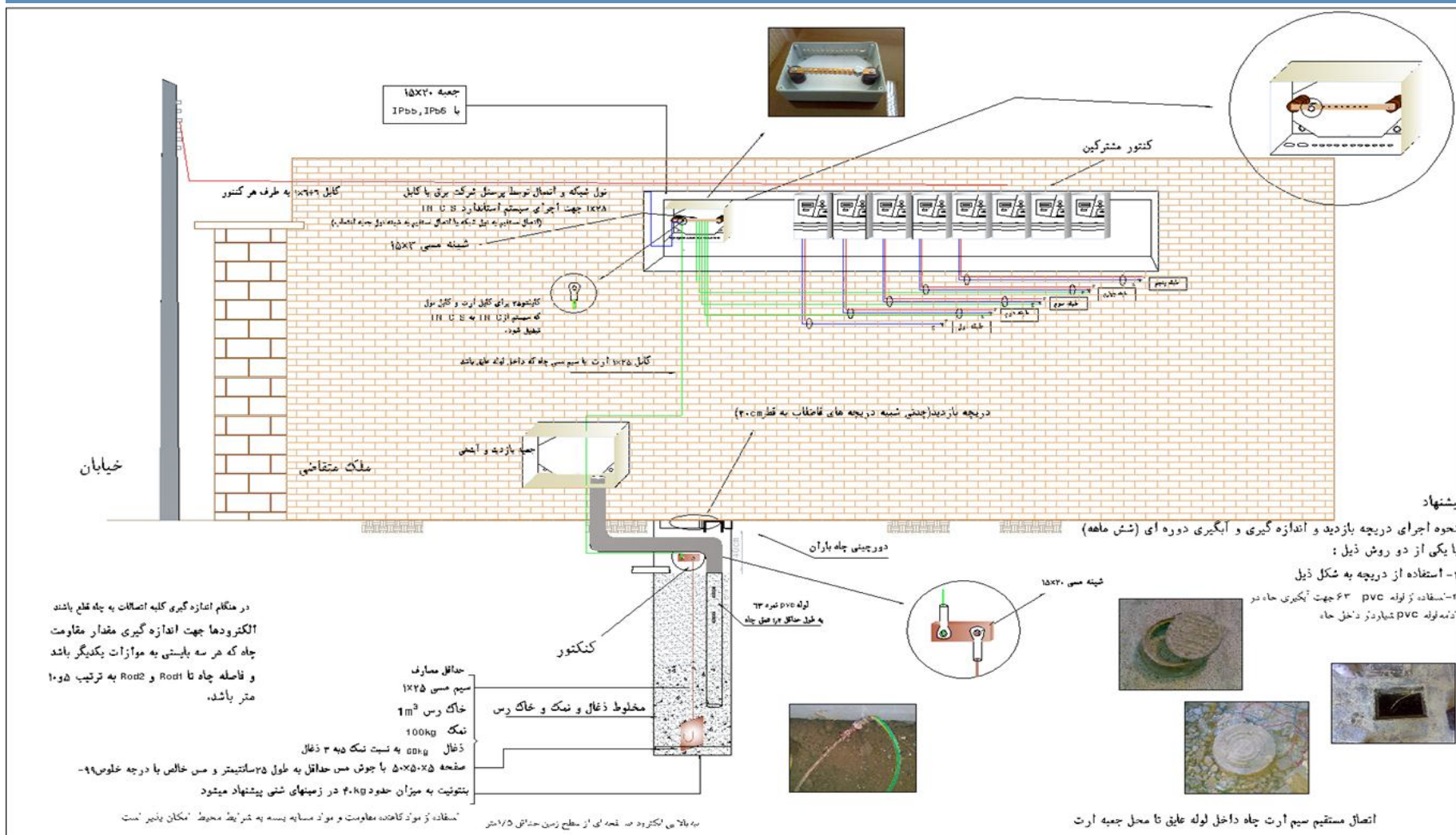
- حفر چاه به عمق ۵ متر (تا رسیدن به خاک مرطوب) در محل مناسب ترجیحا نزدیک به کنتور برق و در محل دارای خاک مرطوب دائمی.
- صفحه مذکور در کف چاه به صورت عمودی قرار داده می شود.
- پر کردن چاه به وسیله مخلوط نمک و زغال و خاک رس به نسبت وزنی ۱ و ۰/۵ و ۱۰ مجموعا تا ارتفاع ۱/۵ متر.
- در صورت استفاده از بنتونیت، پر کردن چاه بصورت دوغاب سفت تا ارتفاع ۲۵ سانتیمتر بالای سطح صفحه و پر کردن مابقی چاه به نسبت پنجاه ، پنجاه با مخلوط خاک و بنتونیت.
- ایجاد حوضچه بازدید به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در بالای چاه با دریچه ای به ابعاد ۴۰*۴۰ سانتیمتر از جنس فلز یا پلی اتیلن.

- اتصال سیم ارت به الکتروود صفحه ای حداقل در دو نقطه مجزا.
- اتصال سیم ارت با جوش نقره یا جوش ترمیت به الکتروود صفحه ای.
- تاثیر نهایی مواد کاهنده مقاومت به صورت فوری قابل حصول نیست و برای دسترسی به نتیجه قطعی باید بین ۱ تا ۴ ماه صبر نمایید.
- سیم مسی اتصال زمین از عمق نیم متر از سطح زمین پس از اتصال محکم به تسمه فلزی در داخل لوله PVC مناسب (به منظور حفاظت) قرار گرفته و در داخل همین لوله تا محل شینه اتصال زمین واقع در تابلو برق لوازم اندازه گیری هدایت گردد.
- جعبه اتصال آزمون باید بر روی سطح نزدیکی دیوار به الکتروود مربوط و در ارتفاع حداقل ۱.۵ متر از کف نصب گردد.

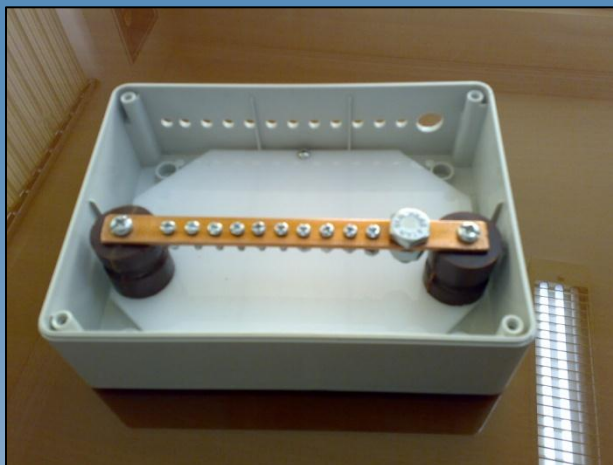
شما تیک اجرایی سیستم زمین حفاظتی :



نقشه نمونه برای ارتباطات چاه ارت و نول شبکه





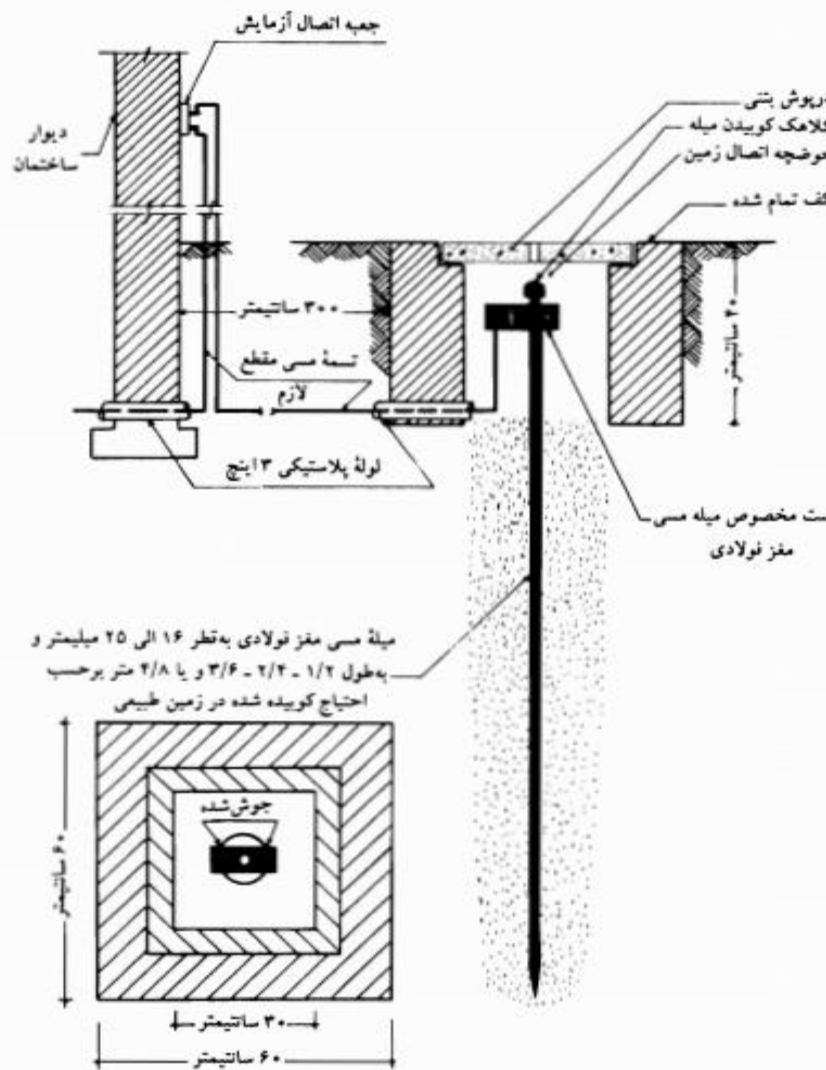


تست باکس

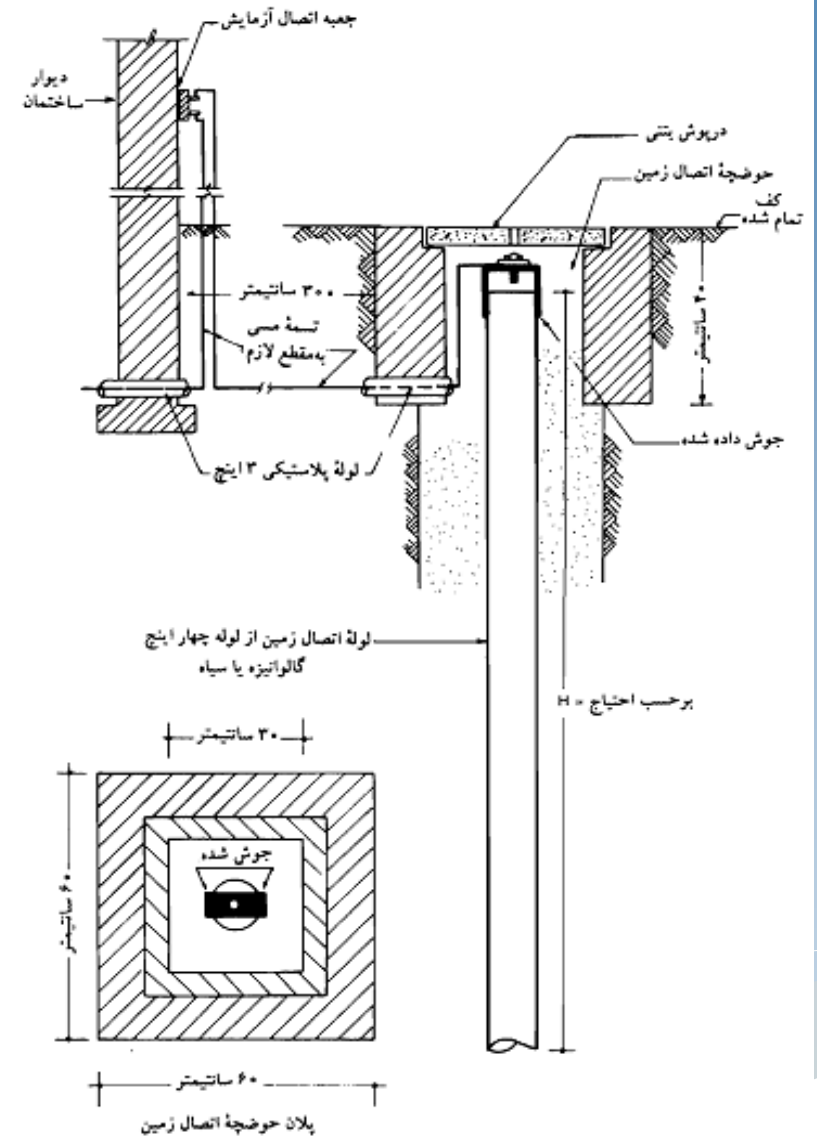


دریچه های بازدید

جزیات نصب سیستم زمین با الکترو د میله ای



جزیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترو د میله مسی مغز فولادی.



جزیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترو د لوله ای.

الکتروود زمین ساده:

- کاربرد در زمانی است که ایجاد الکتروود زمین اساسی برای همه مشترکان برق عملی و اقتصادی نباشد.
- فقط برای وصل به هادی خنثی فشار ضعیف کاربرد دارد.
- لوله گالوانیزه به قطر حداقل ۱ inch که در زمین کوبیده یا دفن خواهد شد.
- حداقل طول لوله در زمین بکر نباید از ۲ متر کمتر باشد.
- لوله باید یکپارچه، سالم و بدون خراشیدگی و زنگ زدگی باشد.
- لوله در دو طرف دارای بریدگی ۴۵ درجه باشد تا راحت تر در زمین فرو برود.
- در صورتیکه لوله دفن گردد باید چاهی حداقل به عمق ۲ متر در زمین بکر حفر گردد و با ۵ لایه پودر ذغال چوب و ۵ لایه نمک سنگ به تناوب (ضخامت هر لایه ۱۵cm) پر گردد.

مواقعی که بیش از یک میله ارت یا چاه داشته باشیم از دو رابطه زیر به همراه جداول مربوط به این دو فرمول مقاومت محاسبه می گردد.

R : مقاومت یک میله ارت تک بر حسب اهم.

S : فاصله بین میله ارت های مجاور بر حسب متر.

ρ : مقاومت ویژه خاک بر حسب اهم متر.

λ : از جداول ۲ و ۳ محاسبه می شود.

N : تعداد میله ارت ها.

Table 3 — Factors for electrodes arranged in a hollow square

Number of electrodes (n) along each side of the square	Factor λ
2	2.71
3	4.51
4	5.48
5	6.14
6	6.63
7	7.03
8	7.36
9	7.65
10	7.90
12	8.32
14	8.67
16	8.96
18	9.22
20	9.40
NOTE The total number of electrodes around the square is $4(n-1)$.	

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

$$\text{in which } a = \frac{\rho}{2\pi R s}$$

Table 2 — Factors for parallel electrodes arranged in line

Number of electrodes (n)	Factor λ
2	1.00
3	1.66
4	2.15
5	2.54
6	2.87
7	3.15
8	3.39
9	3.61
10	3.81

- سیستم حفاظت در برابر صاعقه باید از سیستم اتصال به زمین تاسیسات برقی فشار ضعیف یا فشار متوسط ساختمان کاملاً جدا باشد. فاصله الکترودها نباید از ۲۰ متر یا دو برابر عمق الکترودهای قائم (هر کدام بیشتر باشد) نزدیکتر باشد.
- در صورت نیاز به نصب چندین الکترودها، فاصله بین الکترودها نباید از دو برابر طول الکترودها کمتر باشد و ثنیا کلیه الکترودها باید با تسمه مسی $25 \times 3 \text{ mm}$ به یکدیگر متصل شوند.

اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی خاک

- پارامتر با اهمیت جهت طراحی سیستم های ارت.
- وابسته به میزان رطوبت خاک، ترکیبات شیمیایی، نمک های محلول در خاک، اندازه و نحوه توزیع دانه های خاک.
- مقاومت ویژه خاک به سه روش عملی قابل اندازه گیری است، اما جهت مواردی که امکان اندازه گیری عملی وجود ندارد جدول زیر بسته به جنس خاک محدوده مقاومت ویژه را به صورت

تقریبی ارائه می دهد.

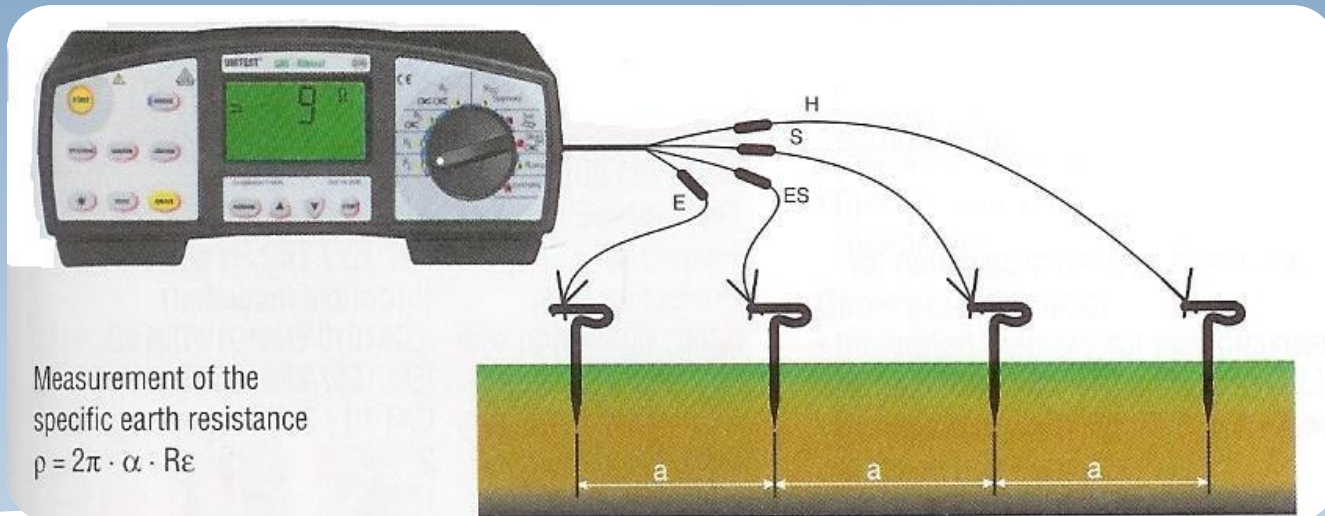
شرایط جوی				نوع خاک
آبهای زیرزمینی (چشمه آب شور)	شرایط صحرائی و ریزش باران کم (کمتر از ۲۵۰ mm در سال)	ریزش باران معمولی و زیاد (بیش از ۵۰۰ mm در سال)		
		مقادیر احتمالی اهم - متر	گستره مقادیر واقعی اهم - متر	
گستره مقادیر واقعی اهم - متر	گستره مقادیر واقعی اهم - متر	گستره مقادیر واقعی اهم - متر	مقادیر احتمالی اهم - متر	
۱ الی ۵	*	*	۵	خاک رس آبرفتی
۱ الی ۵	۱۰ الی ۱۰۰	۵ الی ۲۰	۱۰	خاک رس
---	۵۰ الی ۳۰۰	۱۰ الی ۳۰	۲۰	خاکهای آهک دار
---	---	۳۰ الی ۱۰۰	۵۰	سنگ آهک خلل و فرج دار (مانند گچ)
---	---	۳۰ الی ۱۰۰	۱۰۰	سنگ سیاه خلل و فرج دار (سنگهای رستی و سنگ سیاه Keuper)
---	---	۱۰۰ الی ۱۰۰۰	۳۰۰	گوارتز ، سنگ آهک متراکم و بلوری (مانند مرمر)
۳۰ الی ۱۰۰	بیش از ۱۰۰۰	۳۰۰ الی ۳۰۰۰	۱۰۰۰	تخته سنگهای رس و سنگهای رستی
---	---	---	۱۰۰۰	گرانیت
---	---	بیش از ۱۰۰۰	۲۰۰۰	شیست و سنگ آذرین
* به سطح آب محل بستگی دارد				

* به سطح آب محل بستگی دارد

❑ چهار الکترودی (wenner)

در این روش به دستگاه اندازه گیری مقاومت ۴ پین نیاز می باشد. ۴ الکتروود باید در فواصل مساوی و روی یک امتداد با فاصله $a(m)$ از یکدیگر کوبیده شوند. ρ از رابطه $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$ قابل محاسبه می باشد که مقاومت ویژه خاک در اعماق a متری اندازه گیری خواهد شد.

در این روش عمق کوبیدن الکتروودها در زمین نباید از یک بیستم فاصله آنها بیشتر باشد.



Measurement of the
specific earth resistance
 $\rho = 2 \pi \cdot a \cdot R_e$

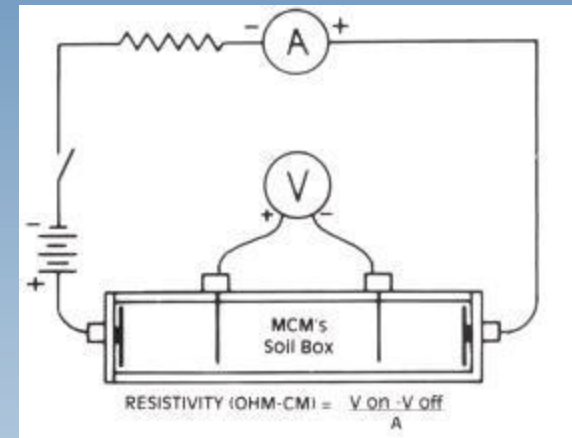
$\rho = 2 \pi \cdot a \cdot R_e$
specific earth resistance
Measurement of the

مانند روش قبل الکترودها در یک خط مستقیم نصب می شوند ولی مانند حالت قبل فواصل الکترودها از یکدیگر برابر نیستند.

فاصله الکترودهای جریان از یکدیگر خیلی بیشتر از فاصله الکترودهای ولتاژ از یکدیگر است ولی الکترودها در وسط و نزدیک به هم قرار داده می شوند و در هر بار اندازه گیری فقط الکترودهای جریان جابجا می شوند.

روش Soil Box

در این روش از خاک منطقه در عمقی که می خواهیم مقاومت آن را اندازه گیری کنیم نمونه برداشته و درون جعبه اندازه گیری می ریزیم و با تزریق جریان از طریق دو الکترود اطراف و اندازه گیری پتانسیل توسط دو الکترود وسط می توان مقاومت ویژه خاک را اندازه گیری نمود.

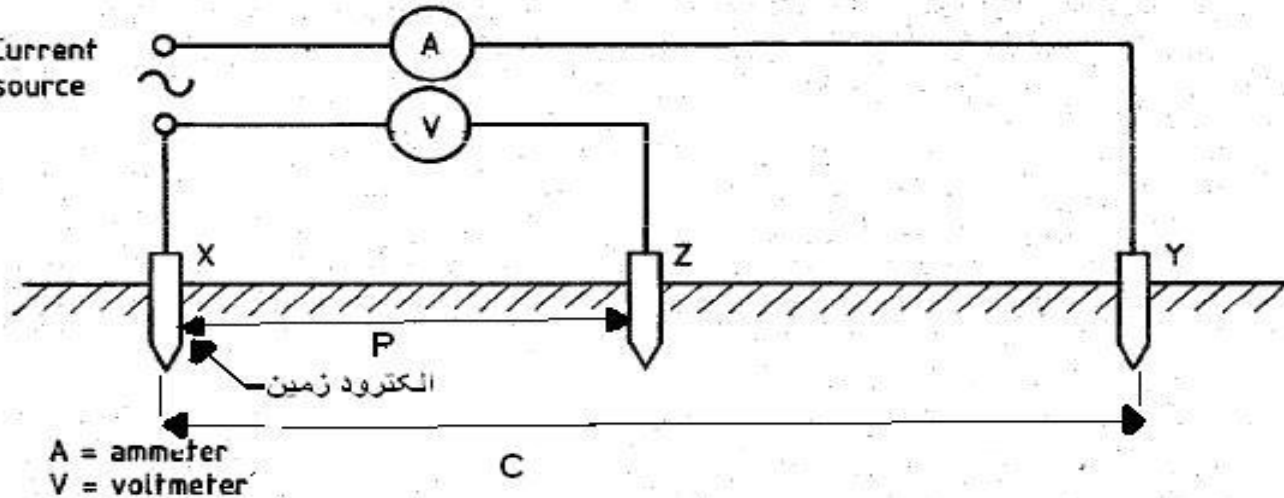


عیب این روش نسبت به روش ۴ پین ورنر این است که برای اندازه گیری مقاومت ویژه در اعماق خاک حتماً بایستی حفاری نمود و در نتیجه قطعاً نتایج نسبت به خاک منطقه و شرایط واقعی سایت تفاوت خواهد داشت.

اندازه گیری مقاومت شبکه زمین

روش افت ولتاژ fall of potential

اگر سیستم مورد نظر یا همان X یک میله ارت یا صفحه ارت ساده باشد. الکتروود Y را ۳۰ تا ۵۰ متر دورتر از میله ارت و Z را هم وسط یعنی $C \frac{1}{2}$ قرار داده و عدد را می خوانیم. اگر 5 متر الکتروود Z را به سمت X نزدیک کرده و عدد دوم را بخوانیم و در مرحله سوم 5 متر به سمت Y رفته و عدد سوم را بخوانیم یعنی الکتروود Y روی ۳۰ تا ۵۰ هر عددی که امکان کوبیدن هست مانده و تغییری نکند ولی الکتروود وسط در ۳ نقطه حرکت کرده و ۳ عدد بدست آید و اعداد خوانده شده نزدیک هم باشند و اختلاف آنها بیش از ۵٪ نباشد میانگین ۳ عدد خوانده شده همان R شبکه یا صفحه ارت است، اگر



اعداد با هم اختلاف زیادی

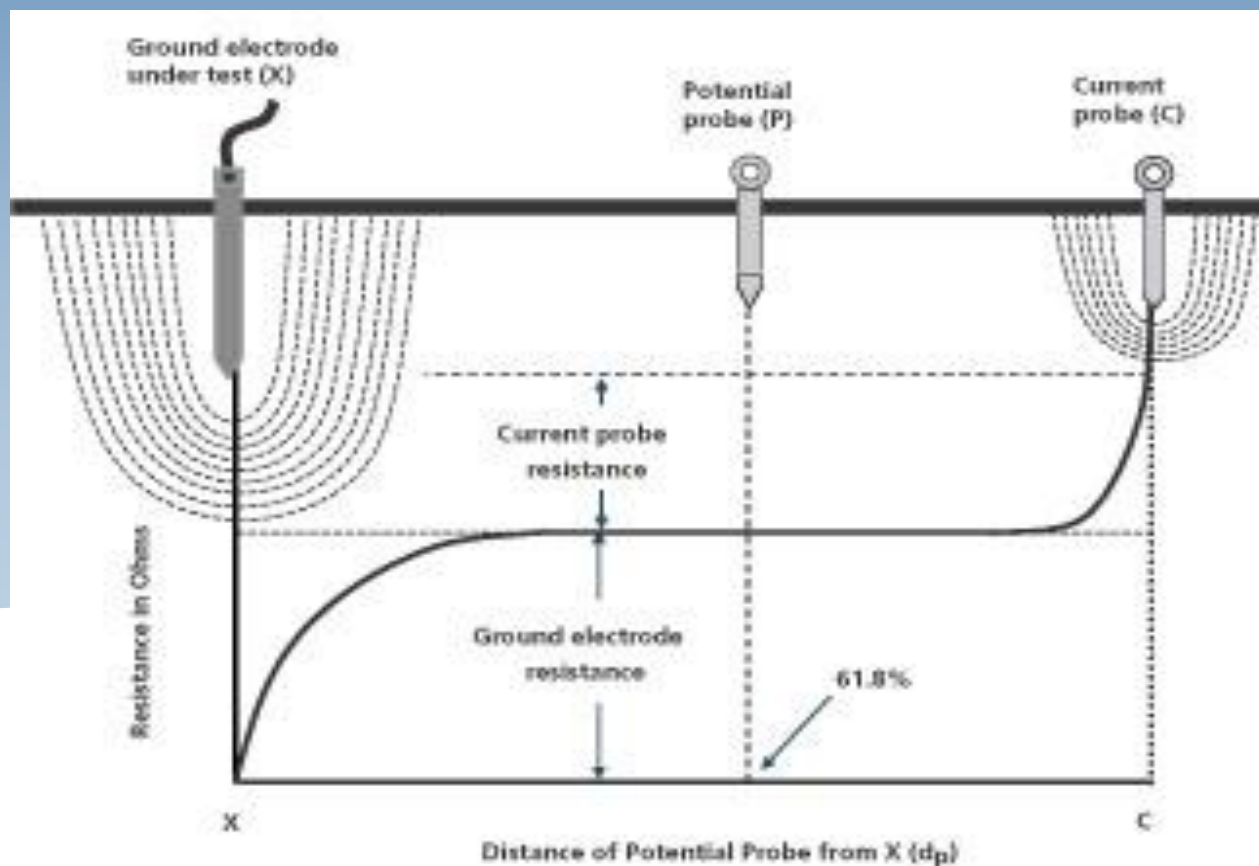
داشتند بایستی C را بیشتر

کنیم و آزمایش را تکرار کنیم

روش ۶۲٪

این روش مورد تایید و توصیه اکثر استانداردها از جمله استانداردهای BS و IEEE می باشد و اخیرا در تمامی پروژه ها از این روش جهت اندازه گیری مقاومت شبکه های ارت استفاده میشود.

فاصله الکتروود ولتاژ تا سیستم ارت اندازه گیری شده باید ۶۲٪ فاصله الکتروود جریان تا سیستم ارت باشد.



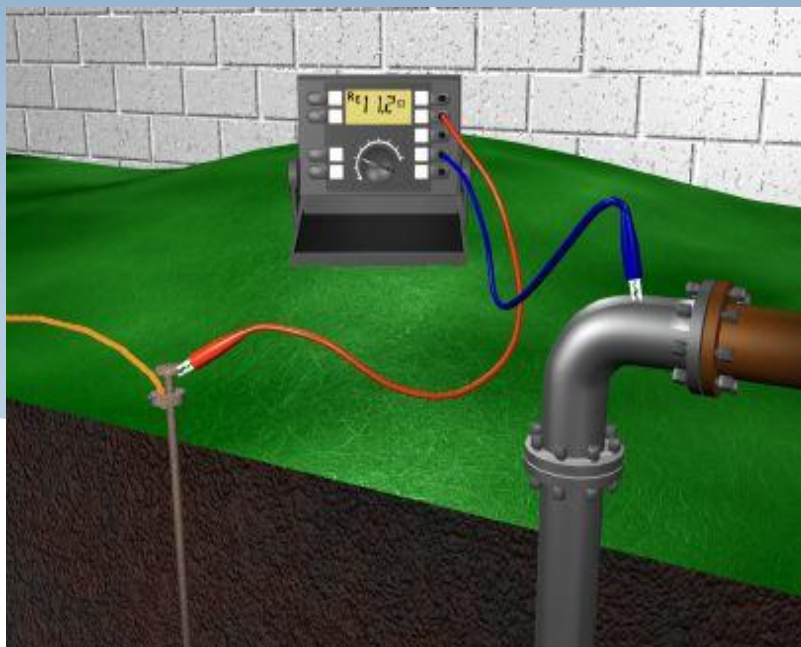
• این روش برای شبکه های زمین گسترده نیز قابل انجام است به شرطی که بتوان به قسمت تخت منحنی رسید که لازمه این کار سیم کشی در طول های زیاد است .

• در شبکه های ارت گسترده ، فاصله الکتروود جریان از شبکه ارت بایستی حداقل ۵ برابر بزرگترین ابعاد شبکه و یا فاصله الکتروود ولتاژ حداقل ۴ برابر بزرگترین ابعاد شبکه ارت باشد.

روش دو الکترودی □

موقعی که امکان کوبیدن الکتروود و یا فضای لازم جهت سیم کشی وجود ندارد، در صورتی که نزدیک میله ارت مزبور یک سیستم لوله کشی گسترده آب مدفون یا فونداسیون گسترده وجود داشته باشد به راحتی و بدون کوبیدن الکتروود می توان مقاومت شبکه ارت را با تقریب بالائی به دست آورد.

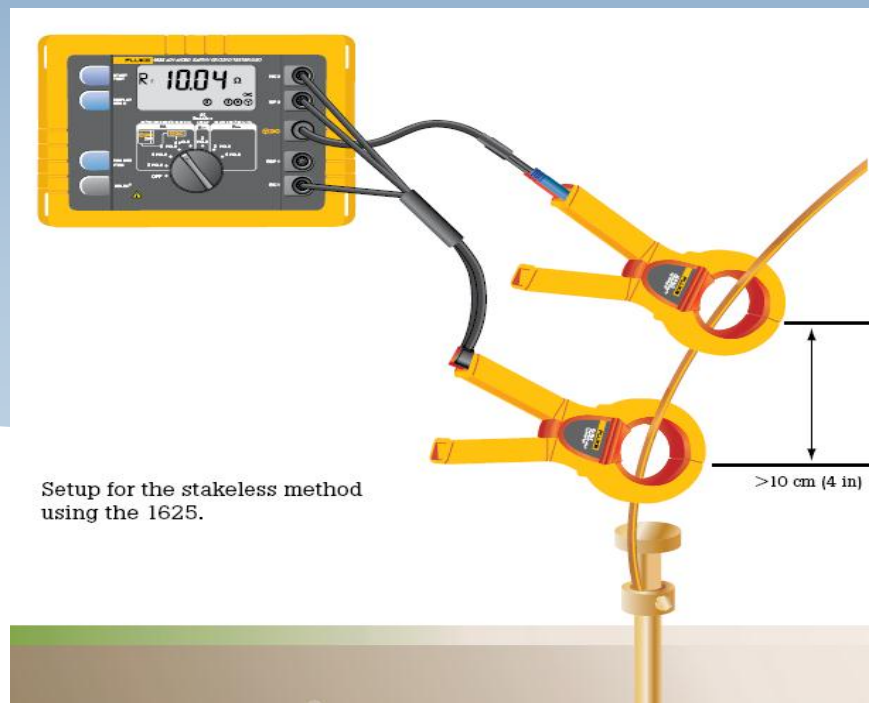
روش کار به این صورت است که یک سیم از چاه ارت و سیم دیگر نول یا ارت گسترده را به دستگاه ارت تستر وصل کرده در حالت دو پین تست را انجام می دهیم.



اندازه گیری بدون کوبیدن میله با روش تزریق جریان

توسط یکی از انبرک ها ولتاژی به سیم زمین القا می شود و توسط حلقه دوم در همان محل جریان عبوری از حلقه زمین ناشی از این ولتاژ اندازه گیری شده و دستگاه مقاومت شبکه زمین را نشان خواهد داد .

این روش به طور مشخص برای مواقعی که چند میله یا چاه ارت با هم موازی شده و تشکیل یک شبکه ارت گسترده و موازی را داده اند بسیار کاربردی می باشد .



ضرورت همبندی سیستم زمین

همبندی سیستم عبارت است از اتصال اجزای مختلف سیستم اتصال به زمین به یکدیگر به منظور هم پتانسیل کردن اجزای مختلف تاسیسات.

به منظور هم پتانسیل کردن باید قسمت هایی از هادی های بیگانه به ترمینال اصلی سیستم زمین همبندی شوند.

سیمهای همبندی لوله های آب و گاز باید حتی الامکان نزدیک به نقطه ورود آنها به ساختمان و بعد از کنتور باشد. (در فاصله حدودا ۶۰۰mm از کنتور)

قسمت های هادی بیگانه سیستم باید به کلیه بدنه های هادی که به طور همزمان در تماس اند، اتصال فلزی مستقیم داشته باشد.