

## نظم التأريض وطرق قياس مقاومتها

يمكن تعريف الأرضي أو التأريض بأنه اتصال كهربائي عمل عن قصد بين جهاز كهربائي أو شبكة أجهزة من جهة وكتلة الأرض من جهة أخرى. لذا فإن التأريض مطلوب لتوفير السلامة للمنظومة الكهربائية وللعاملين في المنشأة .

أهمية وميزة الأرضي الجيد يمكن تقديرها مما يلي:

أولا : الأرضي يحمي الأفراد من خطر الصق الكهربائي الناتج عن قصور العزل أو انهياره.

ثانيا : يقي من خطر التفريغ الكهربائي.

ثالثا : يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد التغذية (Voltage Surges)

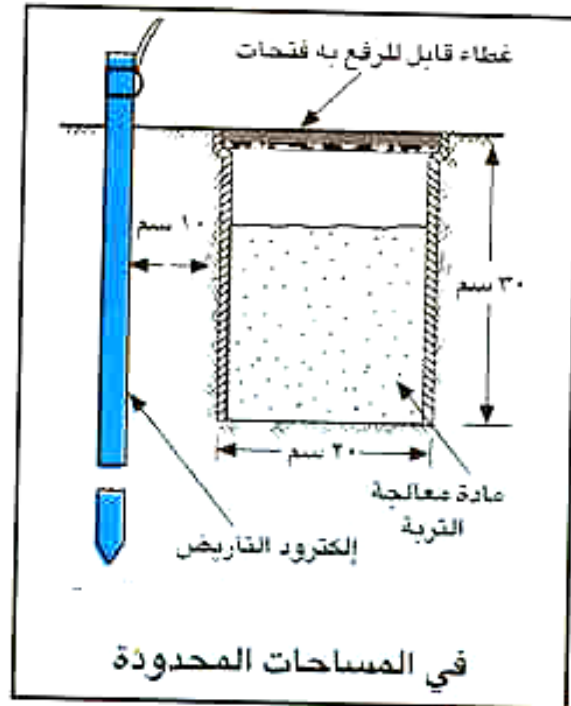
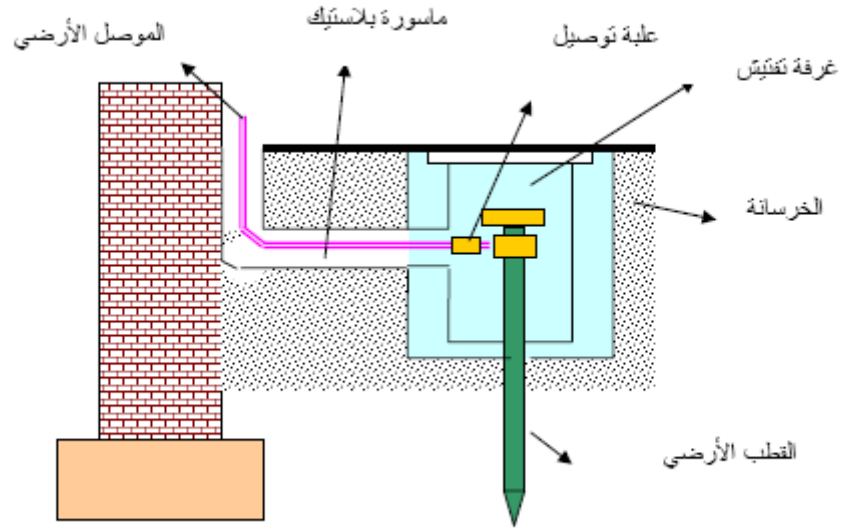
رابعا : يؤمن تشغيلًا مناسبًا للمعدات والمنظومات الكهربائية.

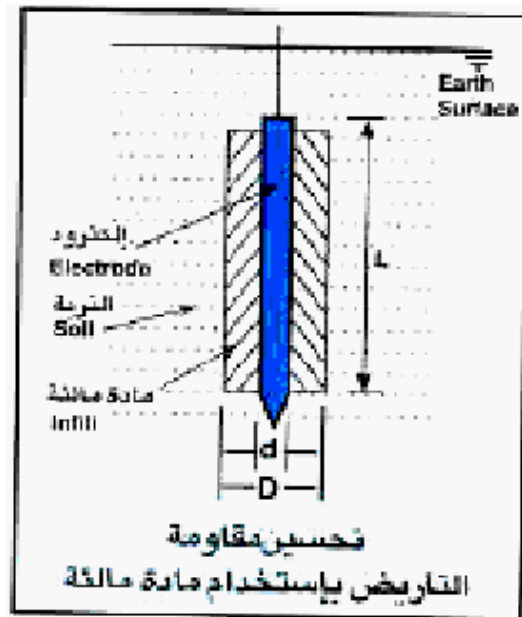
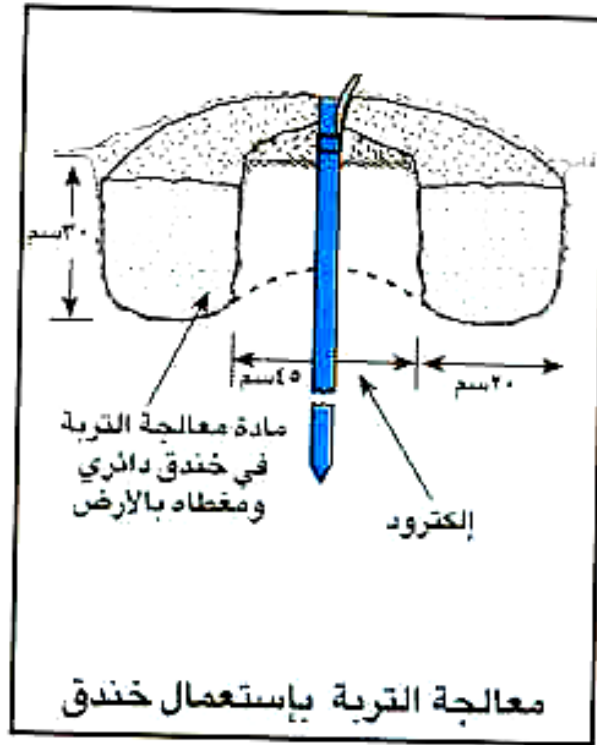
يمكن اعتبار الكرة الأرضية بأنها كتلة مائلة جدا لا تحمل جهدا كهربائيا اي ان جهد ما هو صفر. أما أجزاء المنظومة الكهربائية فيمكن ان تكون ذات جهد معين مقارنة بجهد الأرض. إن الموصلات الحية (Live Conductors) للأجزاء المنظومة الكهربائية تحمل عادة جهدا كهربائيا خلال اشتغالها الاعتيادي، أما الأجزاء المعدنية الأخرى كهياكل وحاويات للأجهزة الكهربائية فهي لا تحمل جهدا خلال اشتغالها الاعتيادي لكنها يمكن ان تكون ذات جهد عند حدوث عطب كهربائي مما يعرض المنشآت والعمال الى الخطر إن لم يتم اتخاذ إجراءات وقائية من بينها إيصال تلك الأجزاء إلى الشبكة الأرضية. وعادة في الحالات العادية فإن الأجزاء المعدنية كهياكل وحاويات للأجهزة الكهربائية يكون الجهد الكهربائي لها أعلى من جهد الأرض مالم تكن متصلة بالأرض .

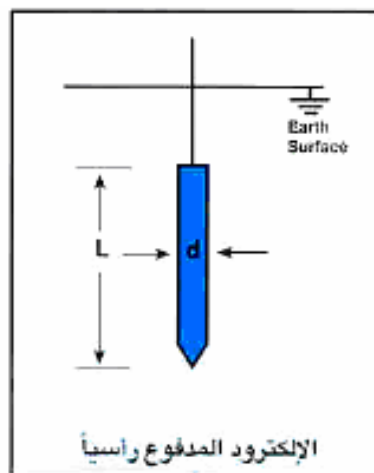
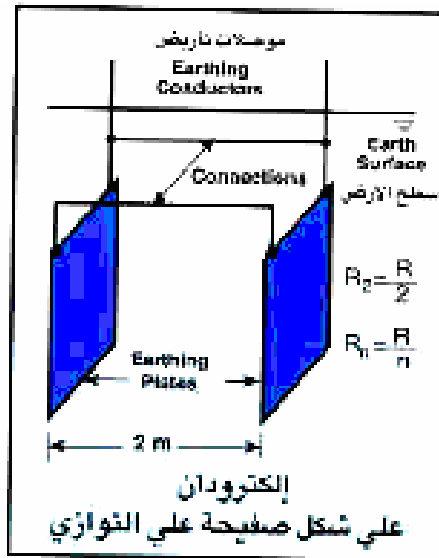
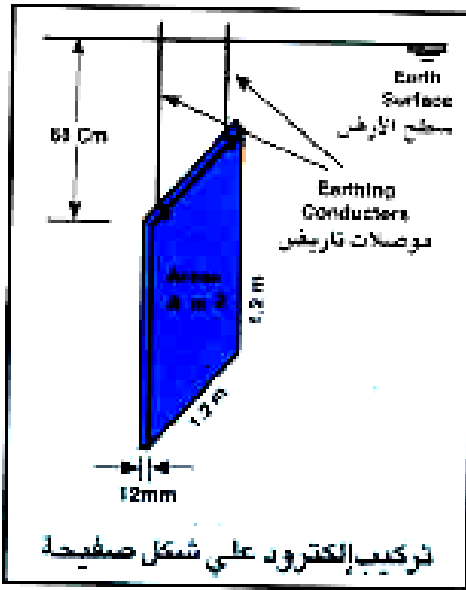
يمكننا الحصول على ارضي مناسب للدور السكنية مثلا باستخدام قضيب معدني واحد أو أكثر يدفن في التربة لغرض تحقيق التماس مع كتلة الأرض.

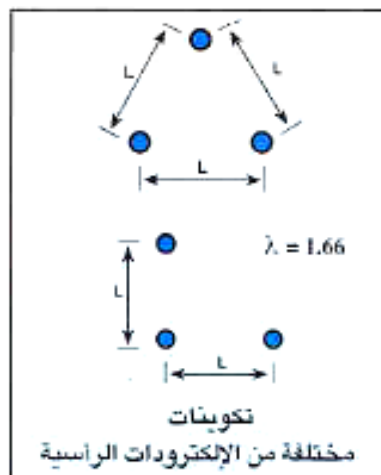
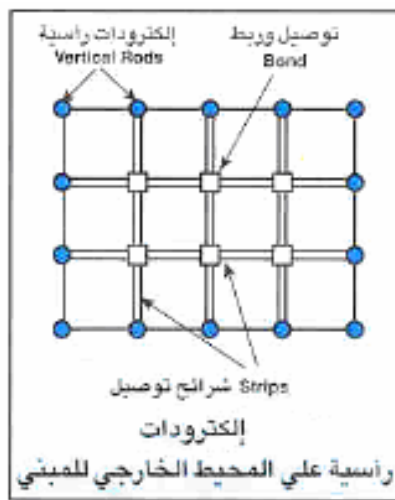
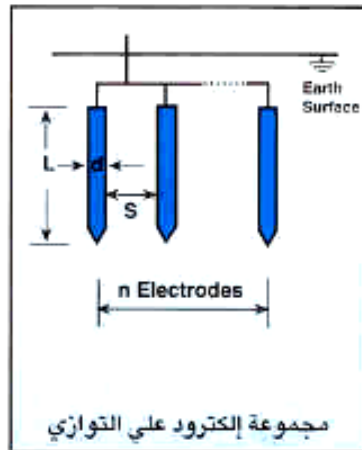
توفر قضبان على شكل مقاطع يمكن ربطها ببعضها لغرض الحصول على قضيب بالطول المطلوب وتغرز في الأرض بواسطة الدق للوصول إلى طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية الواطئة وبالتالي الحصول على مقاومة ارضي واطئة .

وللحصول على مقاومة اقل يستخدم غالبا عدة قضبان تربط ببعضها على التوازي بواسطة موصلات أرضية لتكوين شبكة أرضية .









من شروط الأرضي الجيد أن تكون مقاومته اقل ما يمكن و تتراوح عادة بين ١ - ٥ أوم ، إلا أن الحصول على مثل هذه القيم في تربة ذات مقاومة نوعية عالية لا يمكن الوصول إليه ببساطة باستخدام عدد معقول من الأقطاب الأرضية وهذا يعني كلف عالية ، لذا فان من الضروري حساب أعلى قيمة مقاومة يسمح بها على أساس المقاومة الكلية لدائرة العطب الأرضي التي تسمح بمرور تيار عطب كافي لاشتغال جهاز الحماية (صهيرة ، قاطع دورة أو مناولة) لعزل الدائرة الكهربائية المعطوبة.

### تعريف:

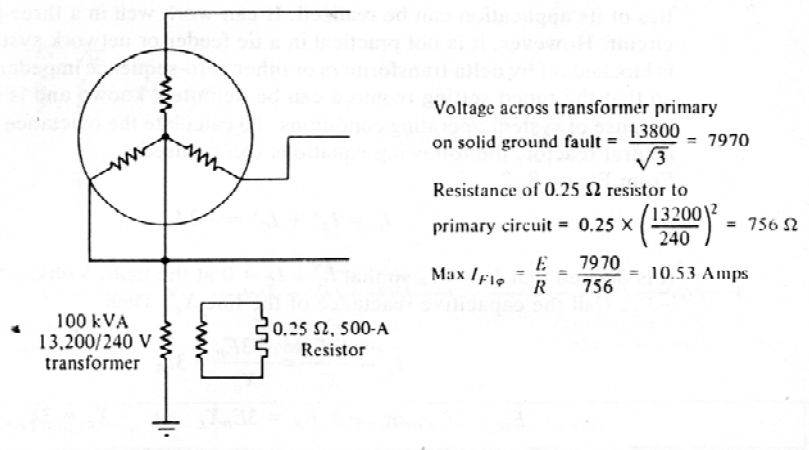
١- الشبكة الأرضية .. هي مجموعة الموصلات التي يتم بواسطتها إيجاد اتصال كهربائي جيد بين الاجزاء و الهياكل المعدنية المكشوفة وبين كتلة الارض.

٢- بئر الأرضي .. (Earth Pit) هو مجموعة من الموصلات أو الأقطاب (Electrodes) التي تدفن أو تغرز في الأرض بحيث توفر تماسا جيدا و بأقل مقاومة ممكنة مع التربة المحيطة بها و بذلك تشكل واسطة الأتصال بين أجزاء الشبكة الأرضية الأخرى وكتلة الأرض.

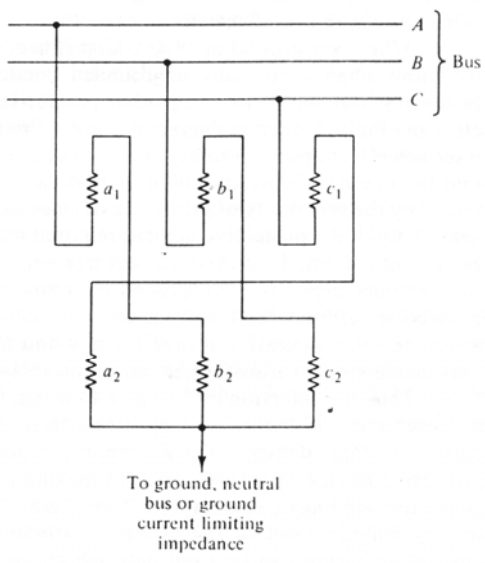
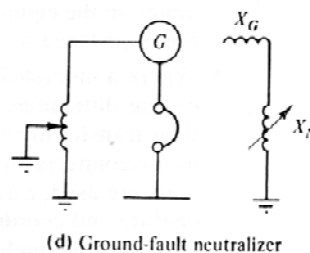
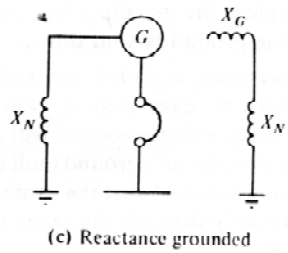
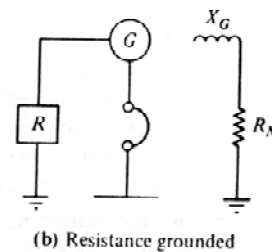
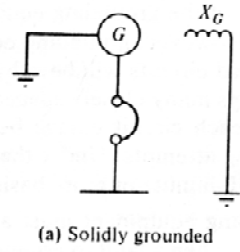
٣- موصل الأرضي الرئيسي .. (Main Earthing Lead) الموصل الرئيسي الذي يربط مجموعة المعدات و الأجهزة الكهربائية إلى الأرضي.

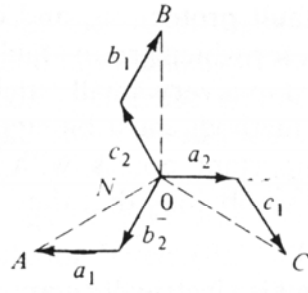
٤- موصل الربط .. (Bonding Lead) الموصل الذي يربط بين ميكل أو حاوية الجهاز أو المعدة الكهربائية إلى موصل الأرضي الرئيسي.

٥- التأريض الوظيفي .. ( Functional Earthing - System grounding ) و هو تأريض نقطة الحيادي (Neutral Point) لمحولات القدرة و تأريض النقاط المشتركة (Common Points) لمحولات التيار وذلك لأسباب تشغيلية .

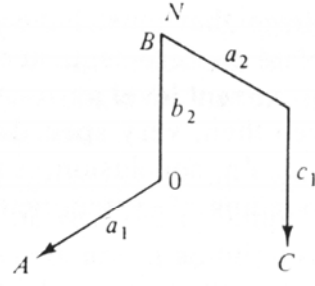


تأريض نظم القوى الكهربائية باستخدام محول توزيع أحادي الطور





Normal voltage conditions on coils



B-phase-high resistance resistance current limiting impedance

### نظم تأريض نظم القوى الكهربائية

٦- التأريض الإستاتيكي .. (Static Earthing) ويستخدم لغرض ضمان تسرب الشحنات المستقرة التي تولد في الحاويات والأوعية والخزانات نتيجة تصادم السوائل الهيدروكربونية بحدران تلك الحاويات والأوعية والخزانات أثناء التحميل أو التفريغ حيث إن توفر تأريض جيد يؤدي إلى تسرب الشحنات المتولدة إلى الأرض وعدم تكون جهد خطر على تلك الأوعية والخزانات والحاويات.

٧- التأريض لغرض الحماية من الصواعق .. (Lightning Protection Earthing) ويستخدم لغرض تسريب التيارات العالية جدا التي تنتج عند حدوث تفريغ كهربائي ناتج عن الصواعق وبذلك تتم حماية المنشآت من أخطار الحريق والدمار الذي يمكن أن ينتج عند عدم وجود حماية من الصواعق.

٨- التأريض لغرض الصيانة (Maintenance earthing) ويستخدم أثناء إجراء الصيانة في المعدات الكهربائية ويتم ربط النظام مع نظام التأريض المنفذ بالموقع .

٩- تأريض الأجهزة الإلكترونية : يستخدم هذا النظام لتأريض الأجهزة الإلكترونية بعيدا عن التأثيرات الناشئة من المعدات الكهربائية ذات القدرات العالية .

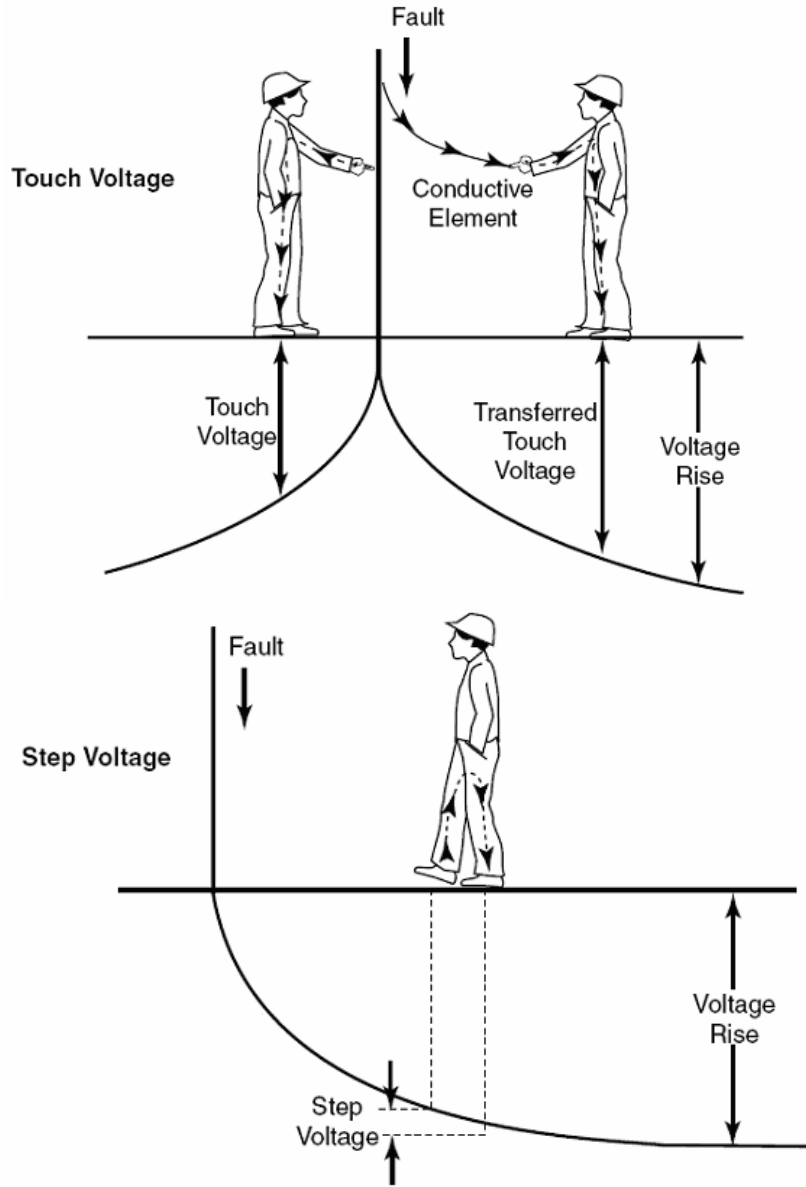
### المبادئ العامة لتصميم الشبكة الأرضية :

١- تقليل فرق الجهد بين الأجزاء المعدنية المكشوفة المتجاورة وكذلك بينها والأرض من ناحية أخرى . . ويكون ذلك بالربط متساوي الجهد (Equipotential Bonding) بين الأجزاء المعدنية المتجاورة من ناحية وكذلك ربطها بشبكة أرضية ذات مقاومة كهربية صغيرة قدر الإمكان من ناحية أخرى حيث يؤدي ذلك إلى تقليل جهد



## (Touch & Step Voltage) و بالتالي إلى حماية الأشخاص من الصعقات

المميتة.



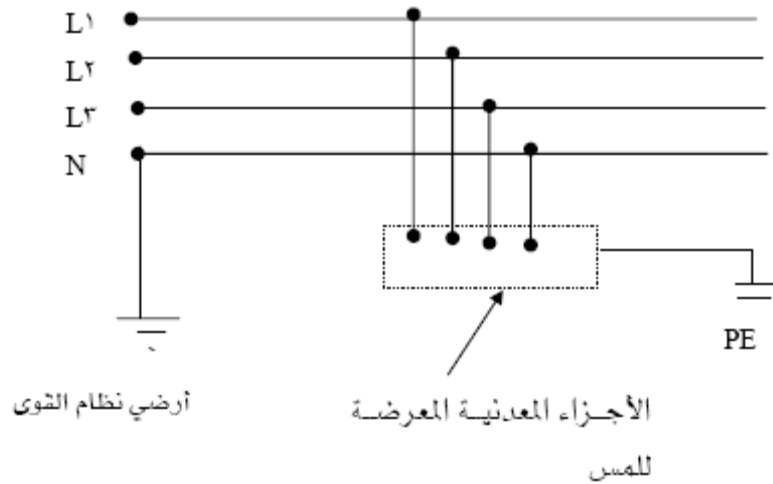
٢- تقليل ممانعة القطب الأرضي : يكون ذلك باستخدام موصلات للشبكة الأرضية ذات حجوم مناسبة تجعل مقاومتها قليلة إضافة إلى اختيار نوع أقطاب الأرضي المدفونة في التربة وأعداد ما وأعماق دفنها ومناطق دفنها بحيث توفر أقل مقاومة ممكنة إلى كتلة الأرض.

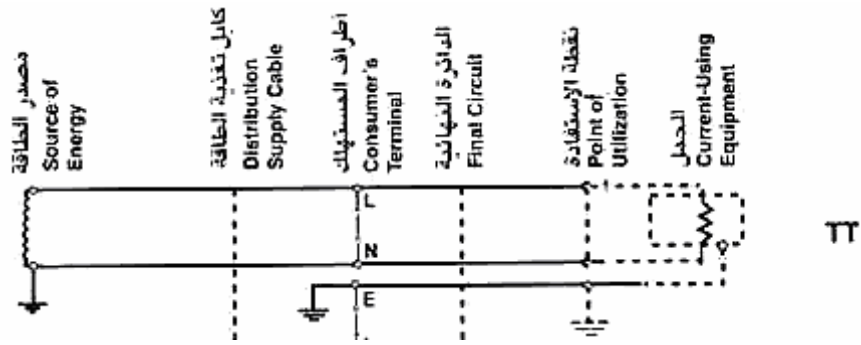
أن تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي تؤدي بالنتيجة إلى سريان تيارات عالية خلالها عند حدوث تماس للدائرة الكهربائية مع الأرض وهو مدف نسعى إليه حيث يؤدي ذلك إلى تحسس أجهزة الحماية الكهربائية وبالتالي إلى قيامها بقطع التيار عن الجزء المعطوب أي عزله عن الأجزاء السليمة من الدائرة الكهربائية وخلال وقت قصير جدا فتوفر الحماية الكافية للتأسيسات من الاعطاب و الحرائق وحماية الاشخاص من خطر الصاعقة الكهربائية. إن زمن القطع يتراوح عادة بين جزء من الثانية الواحدة وبضع ثواني ويتناسب عكسيا مع مقدار تيار العطب الأرضي وجهد التماس.

نظم التأسيس المتبعة في دوائر الجهد المنخفض تتكون ممايلي:

١- في منظومة كهربائية من نوع TT تكون ممانعة دائرة العطب الأرضي فيها من مقاومة موصلات الدائرة و موصلات الشبكة الأرضية هي مقاومة واطئة جدا عادة، ثم مقاومة أقطاب الارض عند كل من جهة المصدر (مقاومة نقطة الحيادي للمحولة الى الارض ) وجهة المستهلك، ويفترض ان تكون مقاومتها صغيرة (جزء من الأوم لغاية بضع أومات) ان كانت اقطاب الارضى بحالة جيدة، وأخيرا مقاومة منطقة العطب وتتبع مقاومتها طبيعة ونوع العطب.

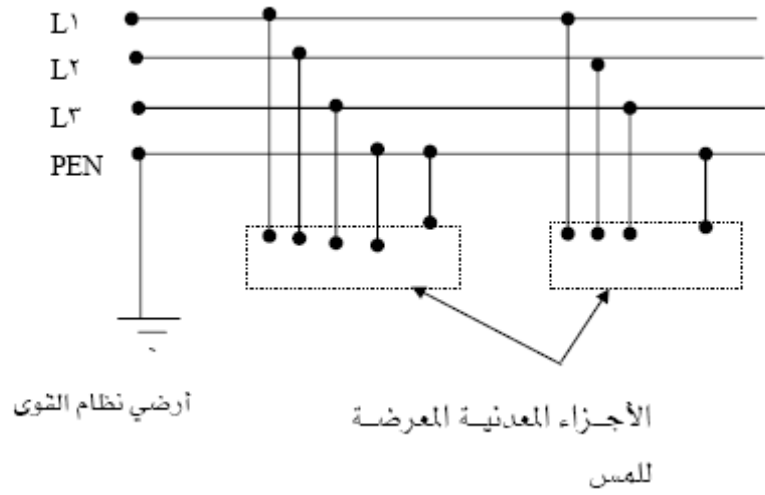
في هذا النوع من المنظومات تشكل مقاومة الاقطاب الارضية الجزء الأكبر من المقاومة الكلية لدائرة العطب الارضى، لذا تلعب دورا رئيسيا في فعالية شبكة الارضى ككل ويتطلب الامتثال بمراقبتها وصيانتها دوريا.

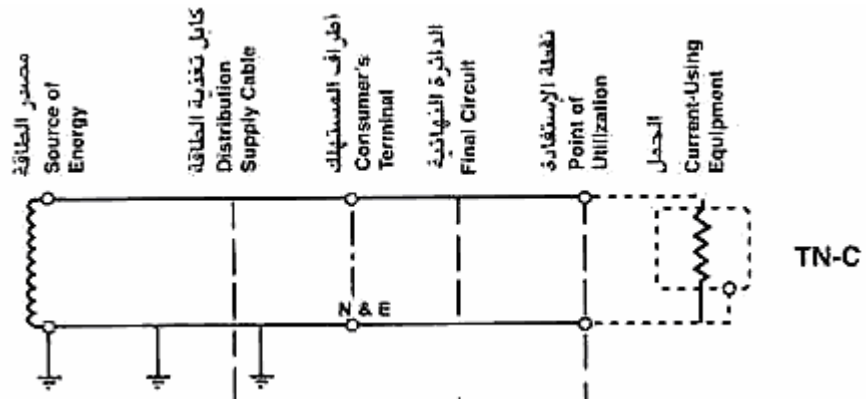




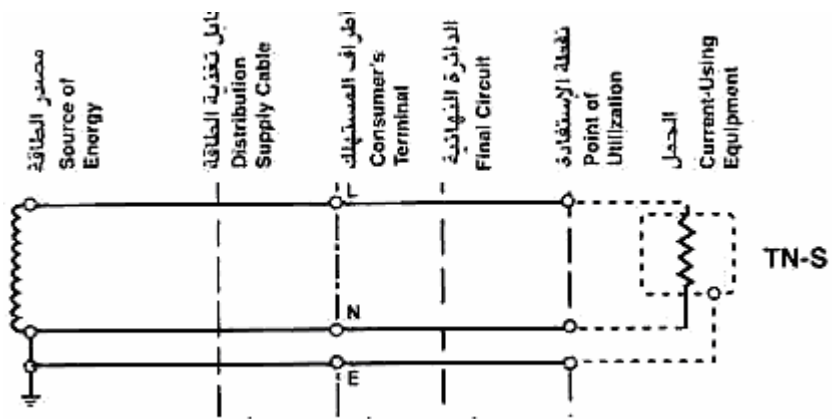
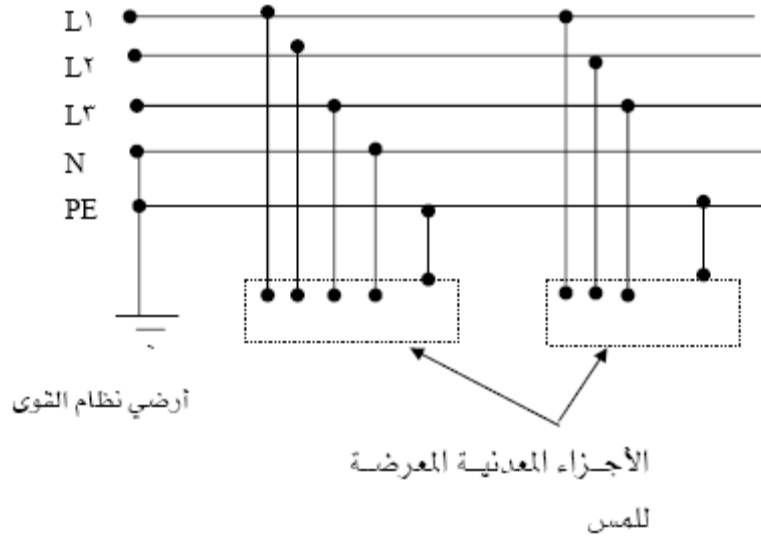
منظومة TT

٢- في منظومة تغذية كهربائية من نوع .. TN تكون دائرة ممانعة العطب الأرضي منا كليا من موصلات الدائرة و موصلات الشبكة الأرضية إضافة إلى منطقة العطب دون الاعتماد على مقاومة أقطاب الأرضي، لذا تكون اجهزة الحماية الكهربائية في الدوائر الكهربائية المرتبطة بهذه المنظومات ذات تحسس وفعالية أكبر في عزل دوائر العطب الأرضي من مماثلتها في منظومات من نوع TT

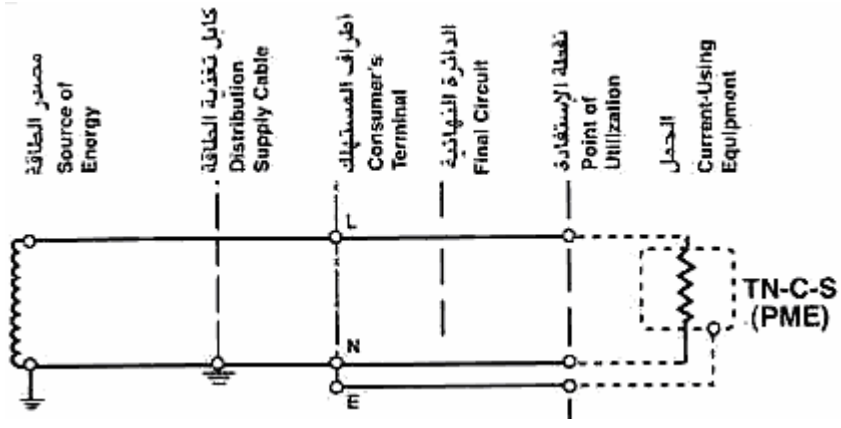




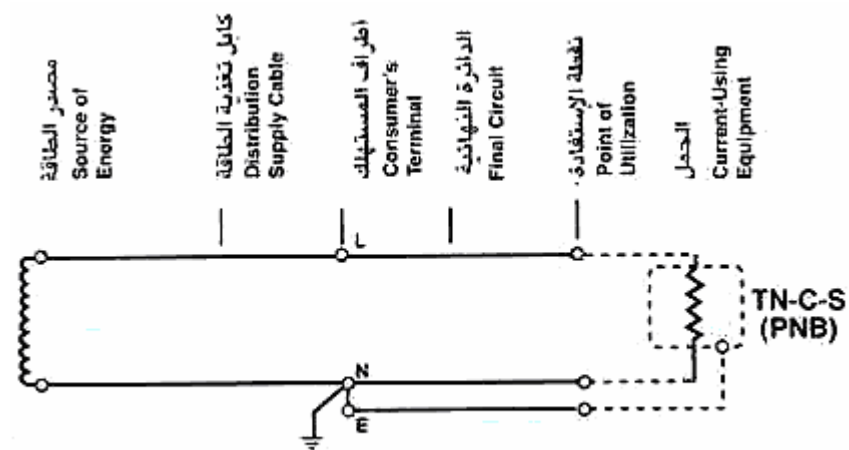
منظومة TN-C



منظومة TN-S



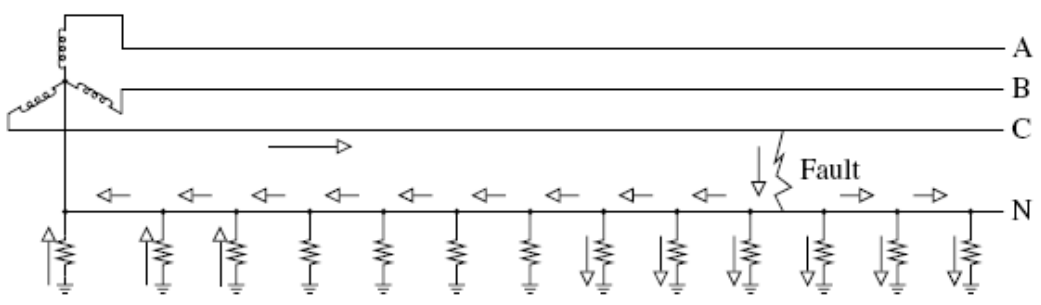
منظومة TN-C-S



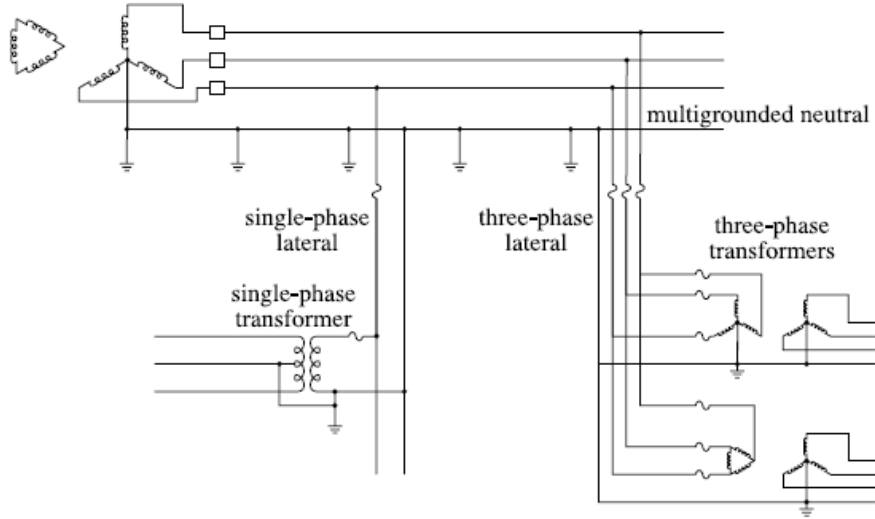
منظومات TN

منظومة TN-C-S

منظومات TN

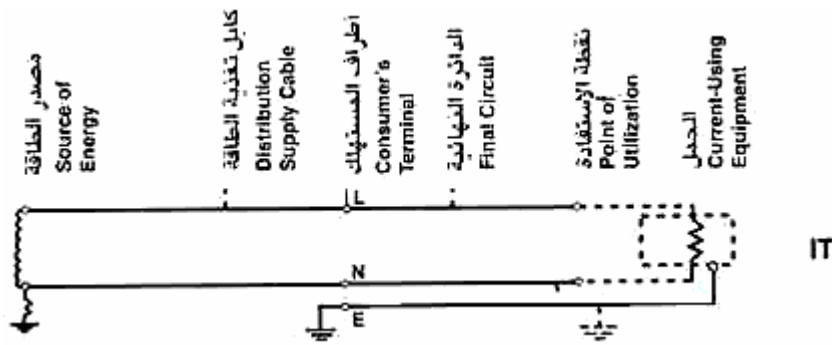


سريان التيار الكهربى عند حدوث إنهيار للعزل الكهربى لأحد الأطوار لمنظومة TN-S

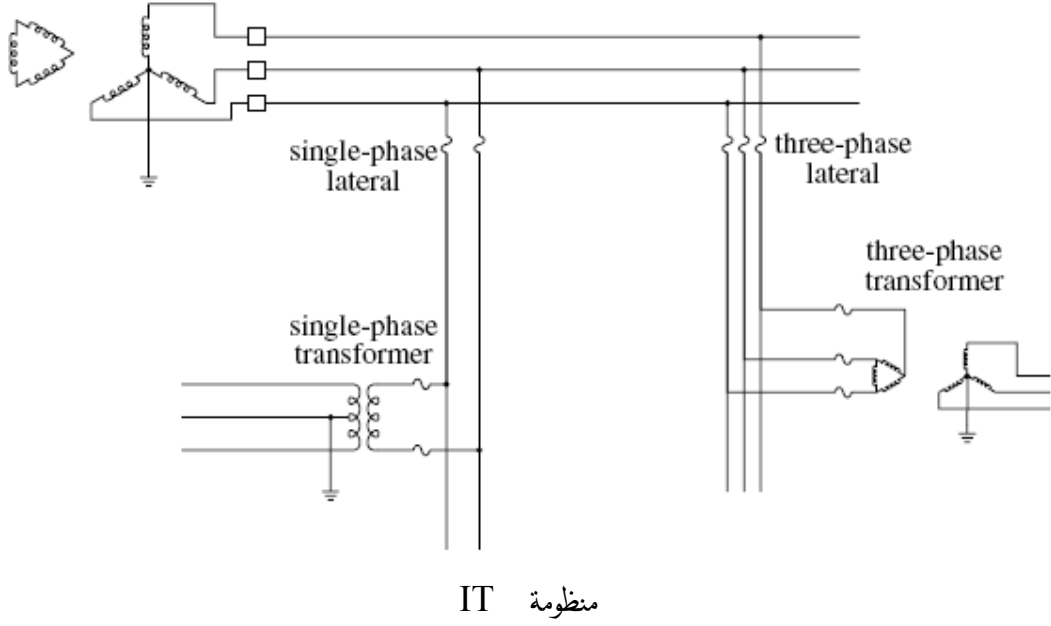


منظومة TN-C

٣- في منظومة كهربائية من نوع IT تكون ممانعة دائرة العطب الأرضي فيها من مقاومة موصلات الدائرة و موصلات الشبكة الأرضية مي مقاومة صغيرة جدا عادة، ثم مقاومة أقطاب الارض عند جهة المصدر ومذه مقاومتها عاليه جدا . في هذا النوع من المنظومات تشكل مقاومة العزل الكهربى عند المصدر الأساس لعمل أجهزة الحماية المستخدمة في الدائرة ويوصى بإستخدام أجهزة خاصة للتنبؤ بإنهيار العزل الكهربى عند المصدر . وتستخدم مذه المنظومة في الأماكن التى تصنف على أنها مناطق خطرة ويكثر بها أسباب الحرائق .

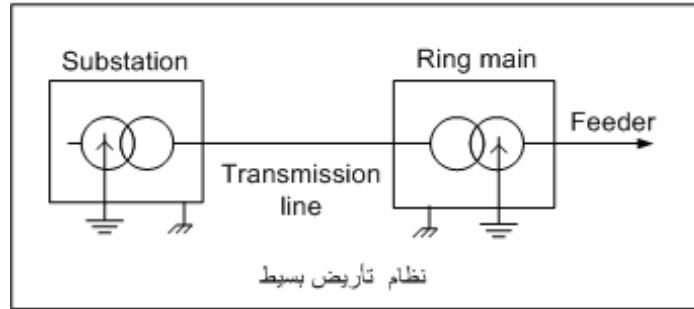


منظومة IT



### نظم تأريض محطات التحويل

الشكل التالي يوضح نظم التأريض المختلفة لشبكة كهربية صغيرة و مبسطة تتكون من محطة تحويل Substation و خط نقل للطاقة Transmission line و محطة توزيع Ring main ذات جهد منخفض.

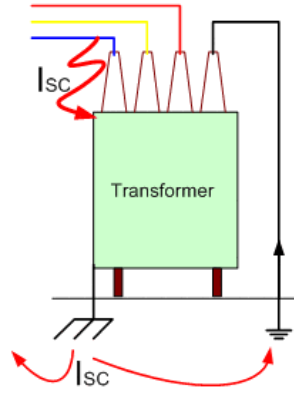


### ونظم التأريض تنقسم إلى:

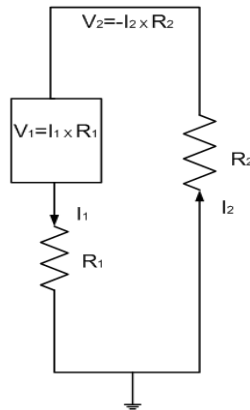
- ١- تأريض وقائي للجهد العالي (تأريض جميع الأجزاء المعدنية Frames و أغلفة الكابلات)
- ٢- تأريض نقطة التعادل Neutral earthed
- ٣- تأريض وقائي للجهد المنخفض (تأريض جميع الأجزاء المعدنية Frames وأغلفة الكابلات)

وعند تصميم أنظمة التأسيس يجب مراعاة الآتي:

أولاً : بالنسبة لمحطات التحويل الفرعية التي لا يخرج منها أي دوائر جهد منخفض يفضل استخدام نظام تأريض مشترك لنقطة التعادل والتأريض الوقائي للجهد أقل من 3,3 ك.ف ذلك لعدة أسباب. إذا حدث أي قصر short circuit بين موصل وجسم المعدة المؤرض كما هو موضح بالشكل التالي فإنه يمر تيار القصر بالكامل من خلال وصلة التأريض الوقائي. ويمر جزء منه في موصل نقطة التعادل وفي مدة الحالة سوف يرتفع جهد الأجسام المعدنية المؤرضة.



بمقدار قيمة حاصل ضرب تيار القصر في الأرض لالكثود التأريض الوقائي ( $I_1 \times R_1$ ) في حين أن جهد نقطة التعادل سوف تكون قيمته ( $- I_2 \times R_2$ ) كما هو موضح بالشكل التالي

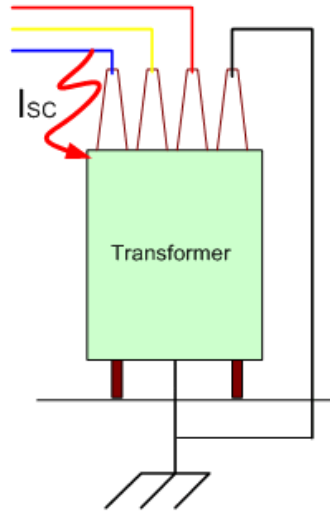




ومما سبق يجب ان:

- ١- يعزل موصل نقطة التعادل عن جميع الأجزاء المعدنية بحيث يتحمل العزل أقصى جهد يمكن ان يرتفع اليه هذا الموصل ( و يتحدد هذا الجهد بحجم تيار القصر و حجم مقاومات التاريز.
- ٢- ضمان عدم إمكانية لمس موصل التعادل و اى جزء معدنى فى نفس الوقت.

وجدير بالذكر ان احتمال مرور تيارات كبيرة بين نقطتى الأرض فى مساحة ارض محدودة تكون هناك خطورة عالية جدا. أما فى حالة استخدام نقطة تاريز واحدة ( نقطة مشتركة بين الأرضى و نقطة التعادل) كما هو موضح بالشكل التالي نجد ان الخطر الوحيد هو ارتفاع جهد الأجزاء المعدنية عند حدوث الخطاء.



و من الممكن التغلب على مذة المشكله بأختيار نظام تاريز له مقاومة منخفضة للأرض و تركيب أجهزة و قاية سريعة العمل بحيث لا تتخطى قيمة جهد اللمس الحد الأقصى المسموح به.

## قياس مقاومة نظم التأريض

### المقاومة النوعية للتربة :

تعتمد المقاومة النوعية للتربة على مجموعة من العوامل الهامة منها :

١- نوعية الأملاح الموجودة بالتربة

٢- حجم حبيبات التربة

٣- التقارب بين الحبيبات

٤- الرطوبة بالتربة

٥- درجة حرارة التربة

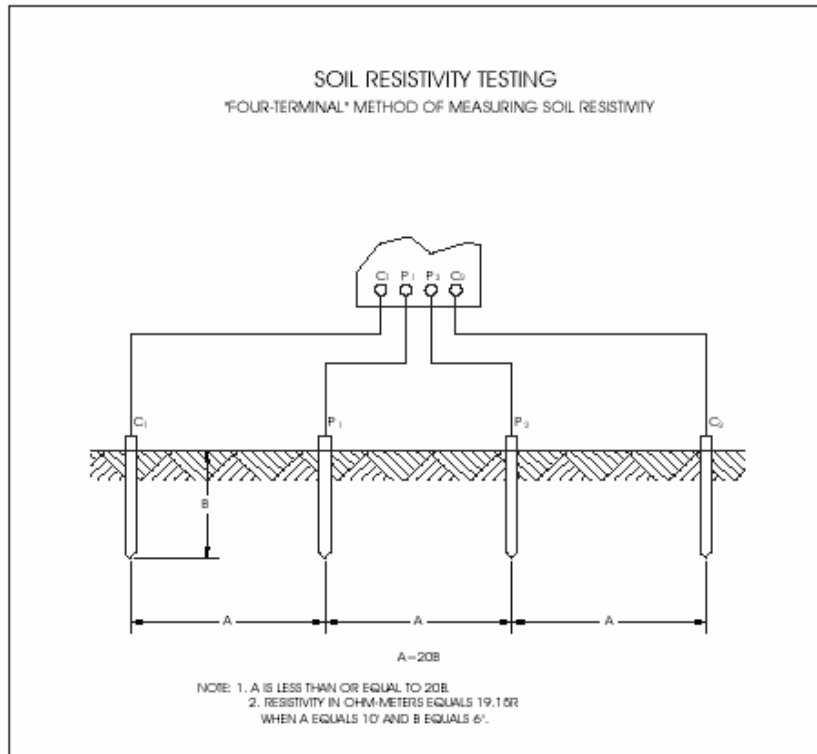
والجدول التالي يعطى المقاومة النوعية لمجموعة مختلفة

المقاومة النوعية أوم . سم	المادة
٣٥٠	رماد
٨٠٠-٢٠	فحم
٢٠٠٠٠-٤٥٠٠	أرض نصف متفحمة
١٤٠٠	أرضية حدائق ٥٠ % رطوبة

٤٨٠٠	أرضية حداثق ٢٠ ٪ رطوبة
٢٢٠٠	طمي ٤٠ ٪ رطوبة
٣٣٠٠	طمي ٢٠ ٪ رطوبة

### قياس المقاومة النوعية للتربة

يتم قياس المقاومة النوعية للتربة باستخدام طريقة وينر ( طريقة أربعة أقطاب - Four electrode method ) والمبنة في الشكل التالي :



ويراعى مايلي عند القياس :

- 1-  $a = 0.5 A$
- 2- C1 and C2 current electrodes
- 3- P1 and P2 Potential electrodes
- 4- Measured resistivity at depth = 1.5 A

### طرق قياس مقاومة نظم التأريض

١- طريقة مبوط الجهد

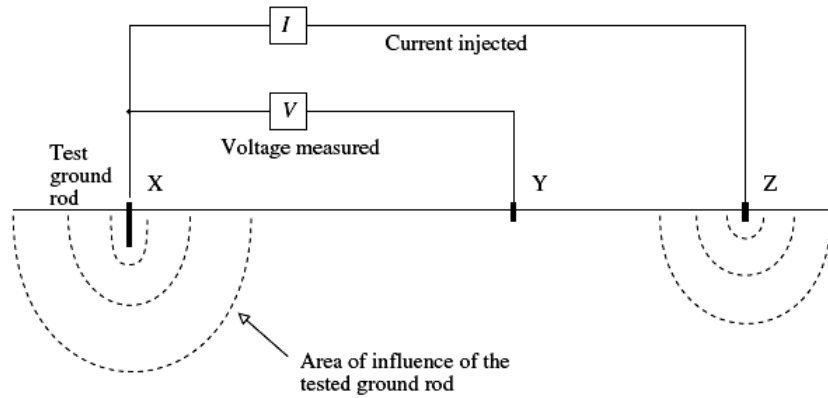
٢- طريقة ٦٢ %

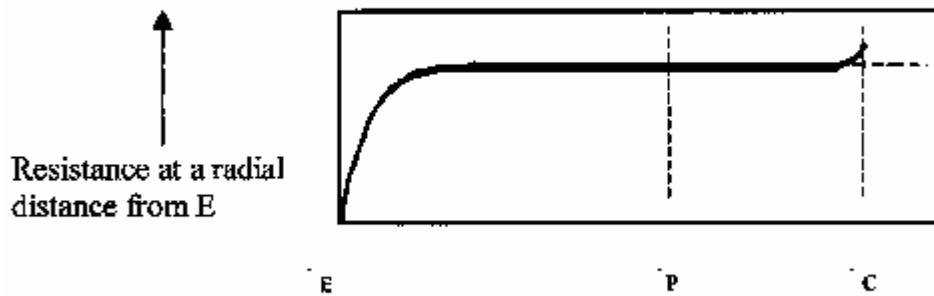
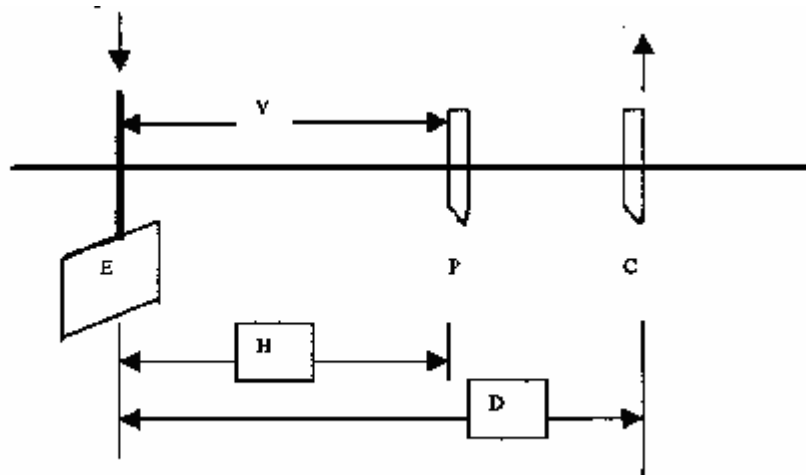
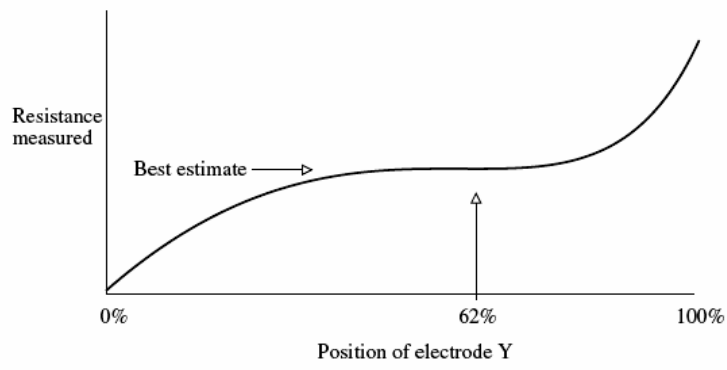
٣- طرق أخرى

- باستخدام تقطين
- طريقة الميل
- طريقة النجمة والمثلث
- طريقة الفتطرة

ولكن الطرق الشائعة الإستخدام هي طريقة مبوط الجهد أو طريقة ٦٢ %

### طريقة مبوط الجهد





أقل مسافة بين أقطاب التيار، متر	المافة بين منتصف نظام التأسيس وقطب الجهد، متر	أبعاد نظام التأسيس، متر
٣٠	١٥	١
٤٠	٢٠	٢
٦٠	٣٠	٥
٨٥	٤٣	١٠
١٢٠	٦٠	٢٠
٢٠٠	١٠٠	٥٠
٢٨٠	١٤٠	١٠٠

والشكل التالي بين الرسم التوضيحي لعمل جهاز يدوي لقياس مقاومة نظم التأسيس

