بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على اشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى اله واصحابه اجمعين ومن تبعهم الى يوم الدين ونعوذ بالله من شرور انفسنا ومن سيئات اعمالنا أما بعد ،

أرجوا ان يحوذ شرح اعجابكم ولا اريد منكم سوى الدعاء لى ولوالدى جزاكم الله خيراً.

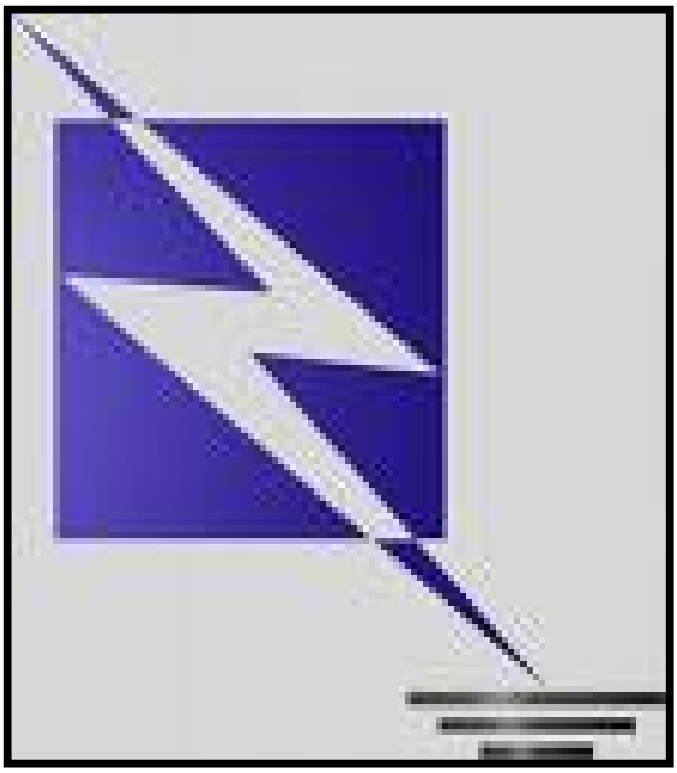
من يريد منكم مراسلتى فعلى :

Eng.eslam.alex@gmail.com

مقدم لكم من : اسلام محمد ، من الاسكندرية - مصر

شكرا لكم.....

التأريض



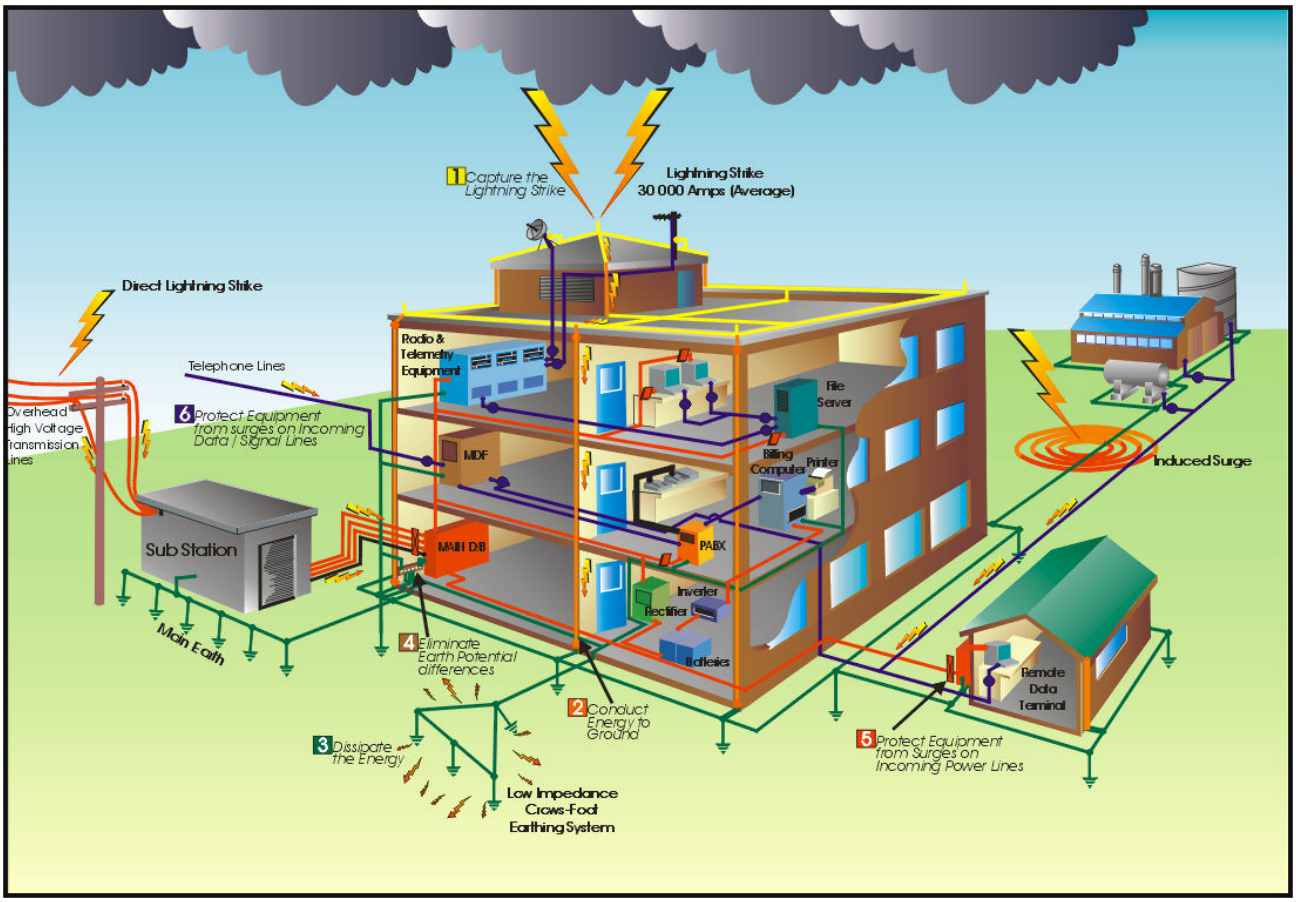
التأريض

تعريف التأريض الوقائى هو ايجاد اتصال بلأرض مع الاجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار عادة ويطلق على هذا النوع تأريض الاجهزة .

أبتداء يمكن اعتبار الكرة الأرضية بأنها كتلة هائلة جدا لاتحمل جهدا كهربائيا اي ان جهدها هو صفر. أما أجزاء المنظومة الكهربائية فيمكن ان تكون ذات جهد معين مقارنة بجهد الارض ،إن الموصلات الحية (Live Conductors) للأجزاء المنظومة الكهربائية تحمل عادة جهدا كهربائيا خلال أشتغالها الأعتيادي، أما الأجزاء المعدنية الاخرى كهياكل وحاويات للأجهزة الكهربائيةفهي لا تحمل جهدا خلال أشتغالها الأعتيادي لكنها يمكن ان تكون ذات جهد عند حدوث عطب كهربائي مما يعرض المنشآت والعاملين الى الخطر إن لم يتم أتخاذ إجراءات وقائية من بينها إيصال تلك الأجزاء إلى الشبكة الأرضية.

لكى نفهم فكرة التأريض فالنأخذ جهاز منزلى بسيط مثل السخان الكهربى يتكون من سلك حرارى معزول عن جسم السخان المعدنى الخارجى ، نفترض الان حدوث انهيار او تلف فى عزل السلك الكهربى ينتج عن هذا ارتفاع جهد الجسم المعدنى الى جهد الخط فاذا لمس اى شخص الجسم المعدنى فأنه يأخذ صدمة كهربية لهذا الشخص.

ولكن عند توصيل جسم السخان الى الارض فان التيار سيسرى من السخان الى باطن الارض وفى الحالة المثالية عندما تكون المقاومة مساوية للصفر فان الشخص الملامس للسخان لان يتعرض لاذى.



الاهداف الرئيسية من عملية التأريض :

1. حماية الاشخاص المجاورة والنتعاملة مع الاجهزة الكهربية.
2. ايجاد وسيلة لحمل تيار الخطأ دون وقوع حرائق او انفجرات .
3. تحسين اداء المنظومة الكهربية.

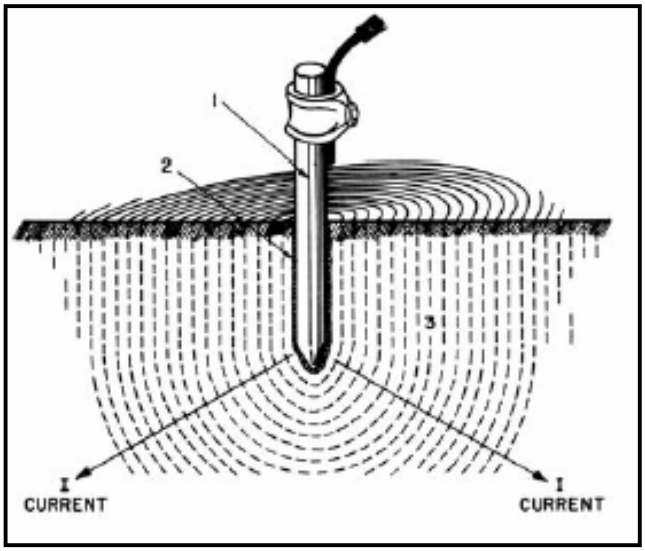
تتكوم منظومة التأريض بشكل عام من :

1. الارض التربة التى يوضع فيها الالكترود.
2. الكترودات التأريض.
3. كابلات التأريض .
4. تجهيزات الربط والوصل.

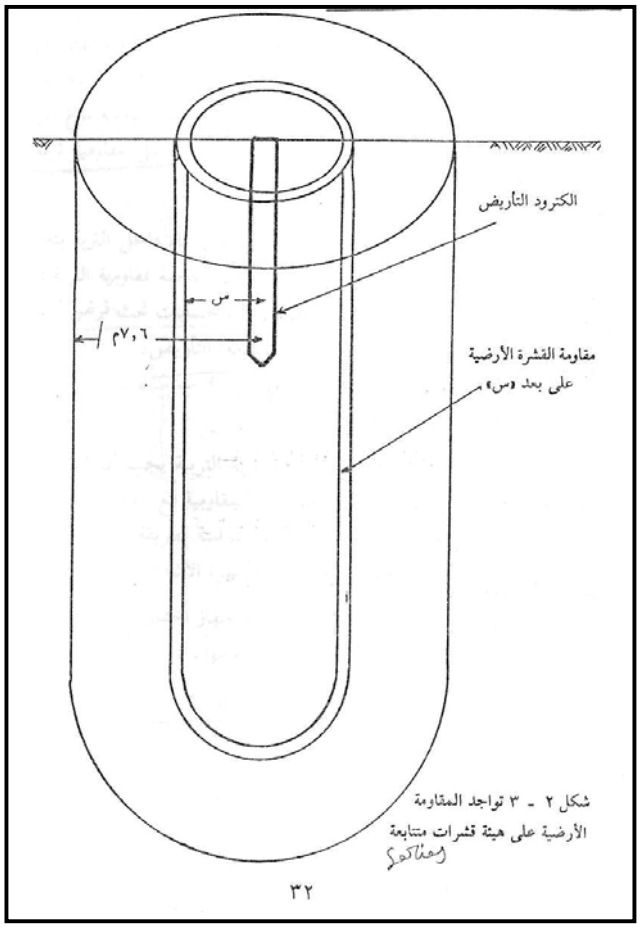
ان المقاومة التى تظهر بعد عملية وضع الالكترود فى الارض تتألف من ثلاث عوامل رئيسية :

1. مقاومة الالكترود المعدنى.
2. مقاومة التلامس بين الالكترود والارض.
3. مقاومة التربة.

يمثل العامل الاول والثانى جزء بسيط من المقاومة الكلية للتأريض ، ولكى نفهم طبيعة مقاومة الارض فمن المفيد معرفة ان المنطقة المدفون بها الالكترود تعرفة بأسم منطقة المقاومة او منطقة انحدار الجهد وذلك لأن التيار المار فى التأريض يحاول الخروج من الالكترود فى جميع الاتجاهات من منطقة ذات جهد عالى الى منطقة ذات جهد منخفض ، وتجدر الاشارة الى حقيقة علمية وهى ان المنطقة المؤثرة على مقاومة التربة لا تتجاوز الثمانية امتار والسبب فى هذا هو ظهور مقاومة التربة على هيئة مقاومات متتالية فى الارض .



من الامور التى يجب اتباعها الاهتمام بدراسة مقاومة التربة ويجب ملاحظة ان مقاومة التربة تتغير بتغير العمق كما انها تعتمد على كمية الاملاح ودرجة تركيزها وبالاضافة الى كمية الرطوبة ودرجة الحرارة ومن المفيد ان نذكر ان وجود مياه سطحية او التربة مبللة ليس شرطاً بأن المقاومة منخفضة اذ ان الماء بطبيعته غير مو صل للتيار الكهربى مجمل القول ان مقاومة التربة تعتمد على مقاومة المحلول الالكتروليتى الموجود فى التربة.



شكل ٢ - ٣ تواجد المقاومة الأرضية على هيئة قشرات متتابعة

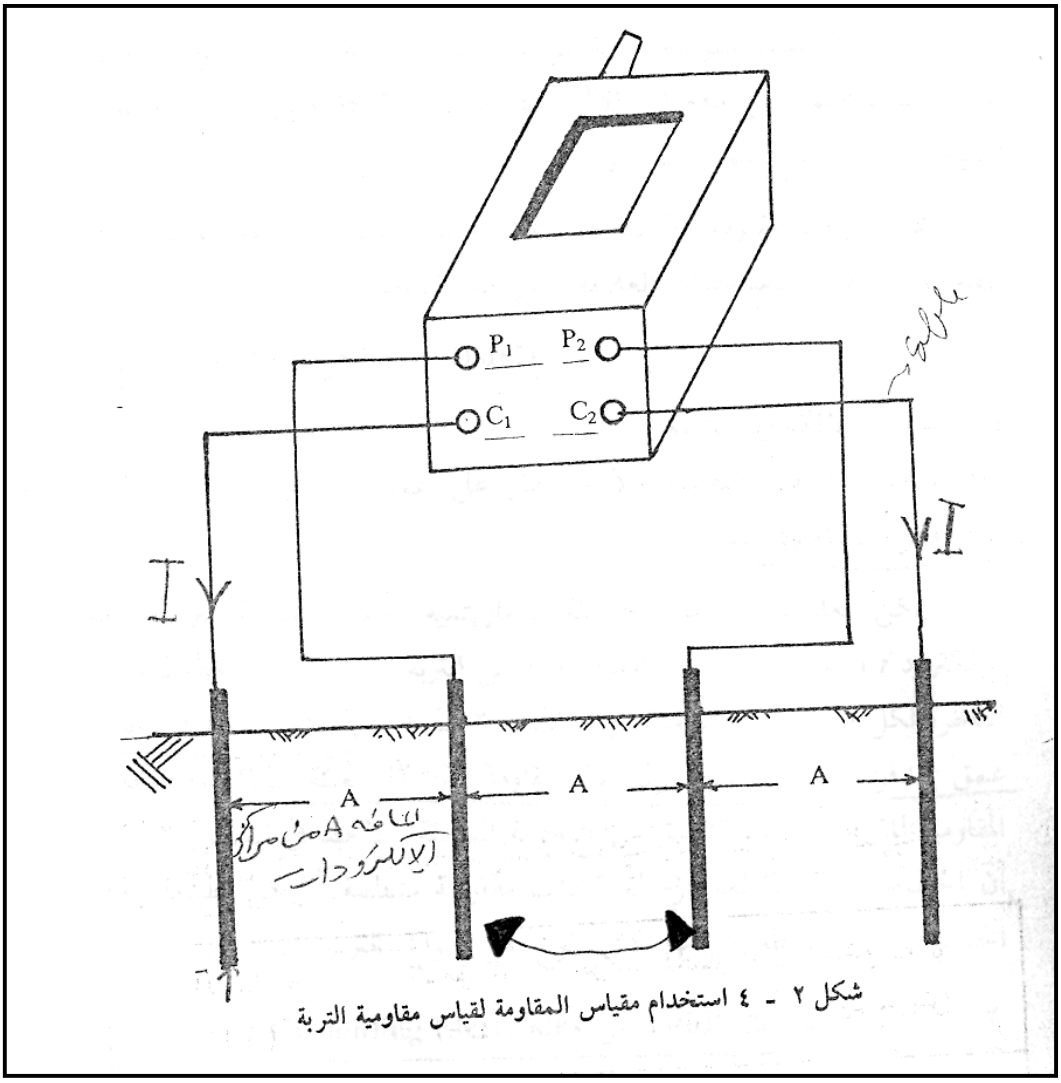
جدول ٢ - ١ مقاومة الكترود طوله٣م وقطره ١٦مم بدلالة بعده س عن سطح الالكترود
(المقاومة الكلية على بعد ٧,٦م = ١٠٠٪)

المسافة س متر	النسبة المئوية التقريبية
,٠٣	٢٥
,٠٦	٣٨
,٠٩	٤٦
,١٥	٥٢
١	٦٨
١,٥	٨٦
٣,٠	٩٤
٤,٦	٩٧
٦,١	٩٩
٧,٦	١٠٠
...	...
٣٠,٥	١٠٤
٣٠٥	١١٧

قياس مقاومة التربة :

يجب ان تتم قياس مقاومة التربة على اعماق مختلفة نظرا لأختلاف المقاومة بأختلاف العمق ولأنه من غير المنطقى ادخال الكترود على اعماق كبيرة لقياس المقاومة فنستخدم طريقة (فنير) والتى تحتاج الى :

1. مقياس اتزان صفرى(null balance meter).
2. اربعة قضبان صلب 600مم وقطر 13مم.
3. اربعة كابلات معزولة.



شكل ٢ - ٤ استخدام مقياس المقاومة لقياس مقاومية التربة

ليس من وجهة النظر الاقتصادية دفع الالكترود للاعماق كبيرة فى الارض لقياس مقاومة التربة ولكن يمكن الاستغناء عن ذلك بدفع 4 الكترودات على عمق 30 سم على خط مستقيم وتؤخذ المسافات بينهم متساوية ويكون الالكترودان الموجودان على الاطراف (C1 ,C2) هما طرفى التيار والالكترودان المتوسطان هما طرفى الجهد (P1 , P2) ، يمر التيار خلال طرفى التيار ويقياس الجهاز فرق الجهد بين طرفى الجهد ويعط المقاومة من العلاقة (الجهد ÷ التيار) .

ان المقاومة التى قراءها الجهاز هى المقاومة المتوسطة لطبقات التربة من سطح الارض وحتى عمق يساوى (D) حيث ان (D=3/4 A) حيث ان (A) هى المسافة بين الالكترودات.
يمكن بعد ذلك تحويل قراءة الجهاز الى مقاومية التربة (اوم.متر) بأستخدام العلاقة :

المقاومية Resistivity $\rho = 2\pi RA$

- حيث ρ: المقاومية المتوسطة (أوم . متر)
- R: قراءة الجهاز (أوم)
- A: المسافة بين الكترودين (متر)

يمكن استخدام الدراسة السابقة فى تحديد قيمة العمق المطلوب لدفن الالكترود بأستخدام العلاقة :

$$r = 0.366 \times \rho \times \log_{10} (3D/d)/D$$

r : مقاومة الالكترود بالأوم.
ρ: مقاومية الأرض المقاسة بالأوم. متر على عمق D متر.
d: قطر الألكترود بالمتر.

الكترودات التأريض :

يمكن تقسيم الالكترودات الى :

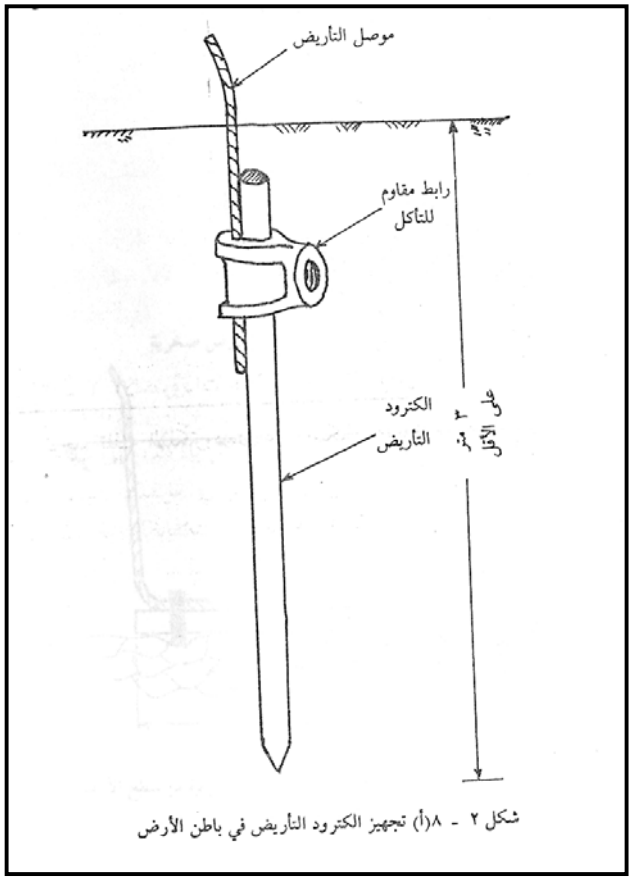
1. الكترودات موجودة فى المبنى وهى كمثل :

- انابيب المياه والغاز المعدنية.
- الهيكل المعدنى للمبنى.
- الاعمدة الحديدية.
- الاعمدة الخراسنية التى تحتوى على حديد تسليح .
- جميع المنشأت المعدنية الموجودة تحت الارض .

2. الالكترودات التى تصنع وتركب لغرض التأريض وهى كمثل :

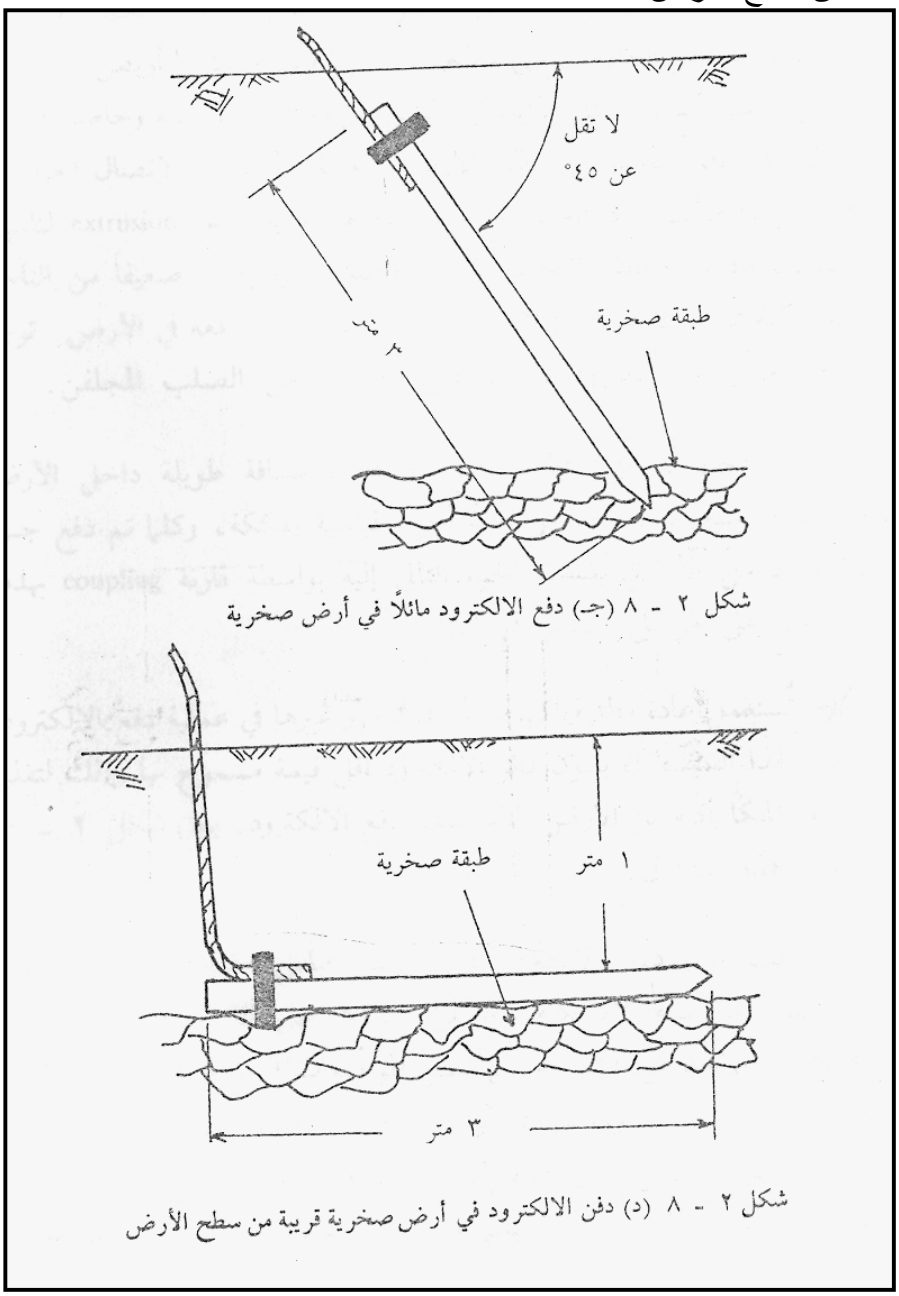
- القضبان المدفونة فى باطن الارض .
- شبكات التأريض.
- قطع الكبلات المدفونة فى التربة .
- الصفائح المدفونة فى الارض.

تعتبر القضبان المدفونة أنسب وارخص انواع الالكترودات،وذلك ان امكن دفنها الى اكثر من 3 امتار وتكون عادة من الصلب او الحديد او الحديد الملبس بالنحاس ويدفع رأسا بواسطة الدق ، يمكن دفن الالكترود كاملا او ترك جزء على سطح الارض ويكون محميا بصندوق لكى لا يتعرض للتلف.



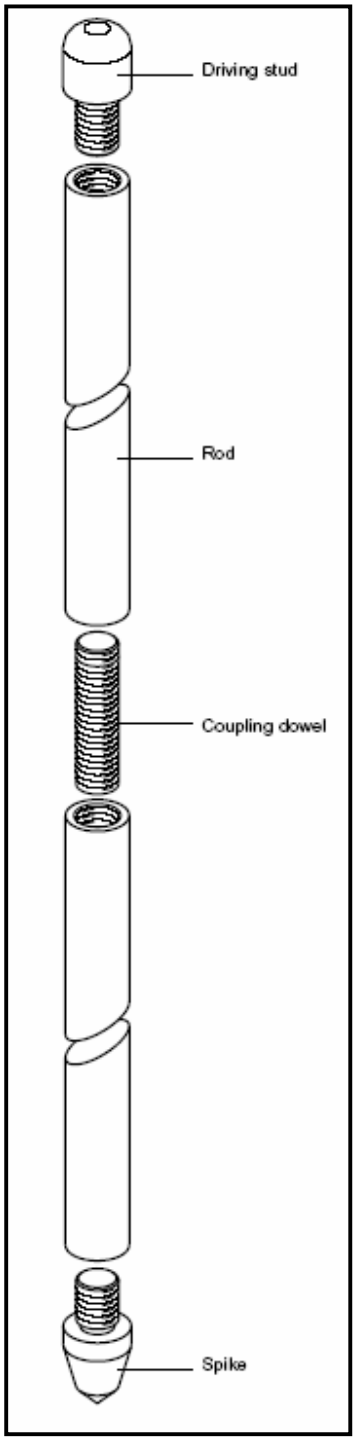
شكل ٢ - ٨(أ) تجهيز الكترود التأريض في باطن الأرض

فى بعض الاحيان تكون الارض صخرية ولا يمكن دفع الالكترود رأسيا فيمكن دفع الالكترود بزاوية لاتقل عن 45 درجة وان يدفن كله فى الارض ، اما فى حالة وجود الصخر بالقرب من سطح الارض فيمكن دفن الالكترود افقيا على عمق حوالى مت من سطح الارض .



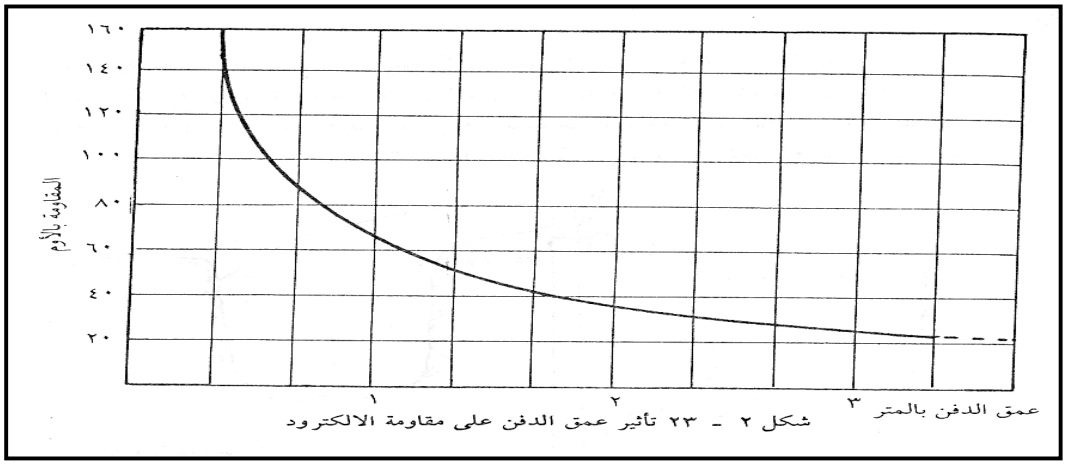
يجدر الاشارة الى انه توجد بعض انواع التربة التى تسبب تآكل سريع للالكترود لذلك يجب الكشف الدورى على الالكترود وقياس مقاومته كل فترة.

ان الاحجام القياسية للالكترود تتراوح من متر الى 3 امتار بقطر 16 مم ويكون على شكل قضبان من الصلب ، فى حالة دفع الالكترود مسافات عميقة يفضل ان يكون الالكترود مفكك وكلما دفع جزء يضاف الاخر بواسطة وصلة ميكانيكية لضمان استمرارية التوصيل.

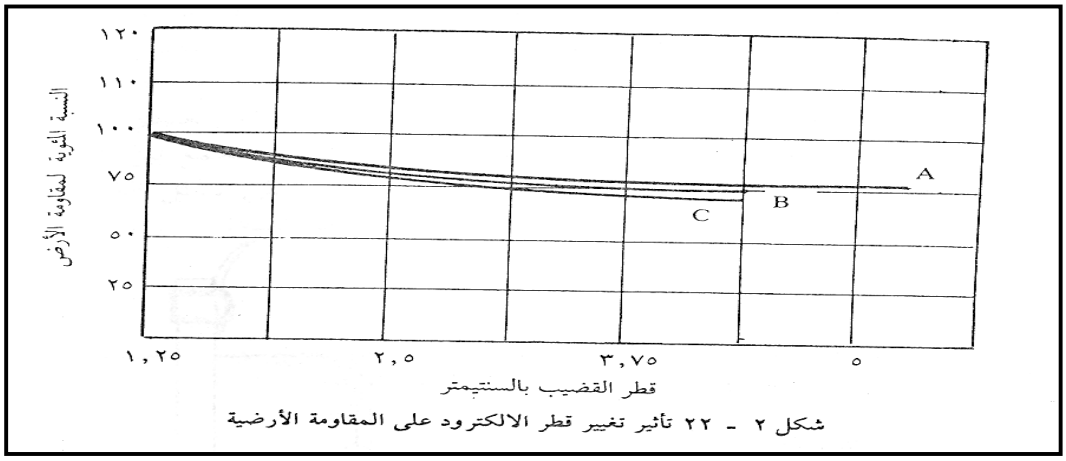


اذا لم تتحقق قيمة مقاومة الارضى المطلوبة فيمكن :

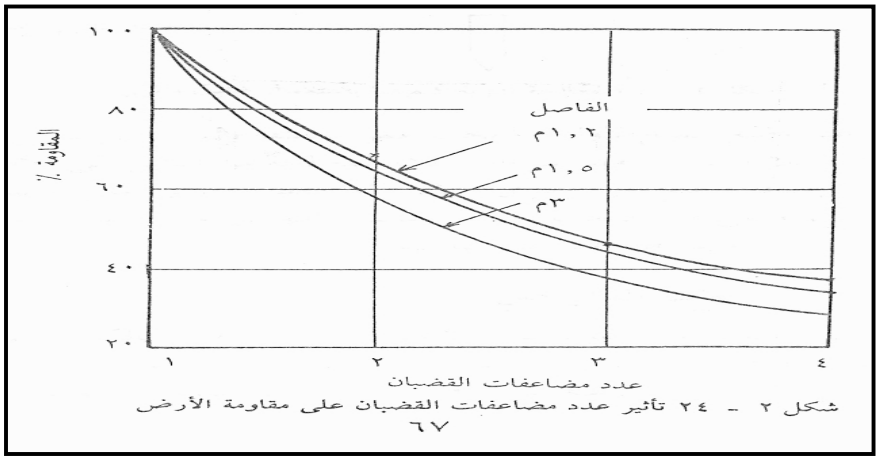
1. زيادة طول الالكترود.
2. زيادة قطر الالكترود(ويكون تأثيرها ضعيف).
3. زيادة عدد الالكترودات على ان لاتقل المسافة بين اى الكترودان عن 2 متر.
4. المعالجة الكيميائية للتربة.



شكل ٢ - ٢٣ تأثير عمق الدفن على مقاومة الالكترود

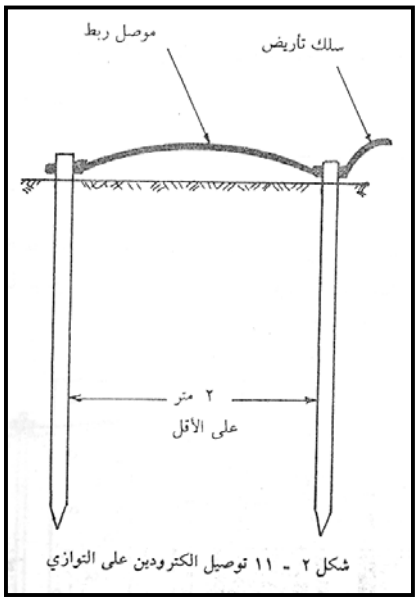


شكل ٢ - ٢٢ تأثير تغيير قطر الالكترود على المقاومة الأرضية



شكل ٢ - ٢٤ تأثير عدد مضاعفات القضبان على مقاومة الأرض

يمكن زيادة عدد الالكترودات لتخفيض المقاومة على ان لاتقل المسافة بين اى الكترودان عن 2 متر ويمكن زيادة الالكترودات الى ثلاثة او اربعة.



شكل ٢ - ١١ توصيل الكترودين على التوازي

يمكن استخدام العلاقات التالية لمعرفة النسبة بين مقاومة مجموعة الكترودات على التوازى ومقاومة الكترود واحد :
حيث ان (P) هى النسبة بين مقاومة المجموعة الى مقاومة الكترود واحد.

α : النسبة بين نصف قطر الالكترود والمسافة بين أي الكترودين متجاورين.

- أ - قضيبين

$$P = \frac{1}{2}(1 + \alpha)$$

- ii - ثلاثة قضبان على مستقيم واحد

$$P = (2 + \alpha - 4\alpha^2) / (6 - 7\alpha)$$

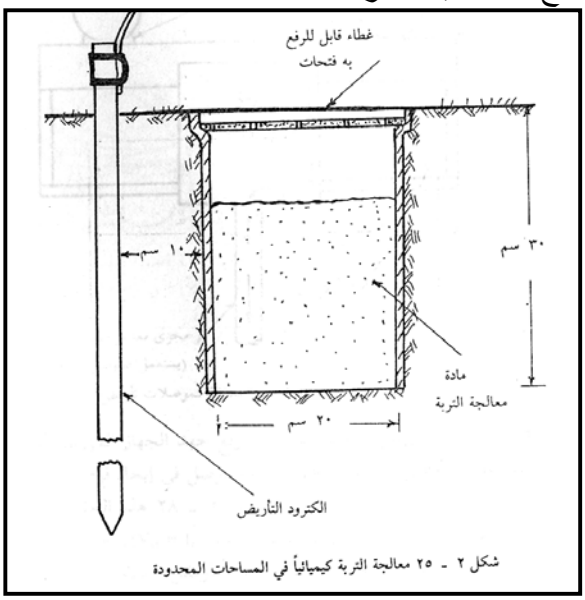
iii - ثلاثة قضبان على شكل مثلث متساوي الأضلاع

$$P = (1 + 2\alpha) / 3$$

iv - أربعة قضبان على مستقيم واحد

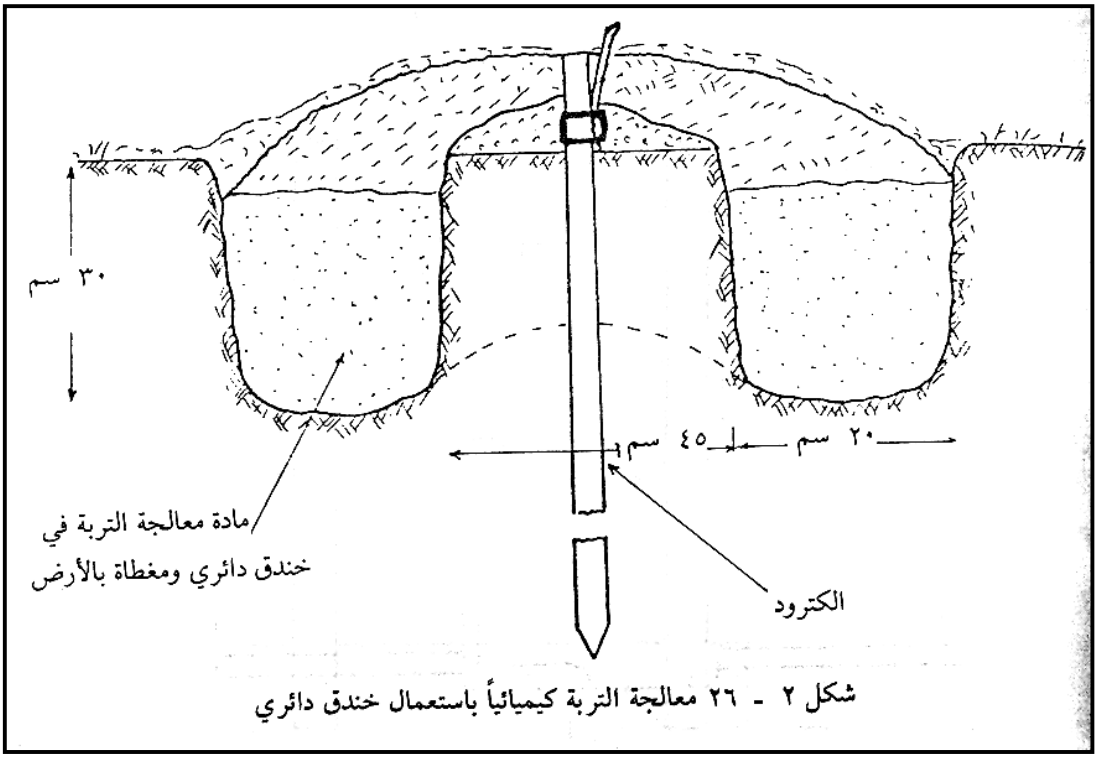
$$P = (12 + 16\alpha - 21\alpha^2) / (48 - 40\alpha)$$

تستخدم المعالجة الكيميائية اذا لم نتمكن من خفض المقاومة بالطرق السابقة ويمكن عمل تلك الطريقة عن طريق عمل حفر على بعد 10 سم من الالكترود وبعمق 30 سم تملئ بمادة معالجة التربة (كبريتات المغنسيوم،كبريتات النحاس ، كلوريد الصوديوم(ملح الطعام)) عند وضع الملح لأول مرة يجب غمره بالماء لينتشر خلال التربة ويمر عليه كل سنتين او ثلاثة لزيادة الملح اذا تطلب الامر .



شكل ٢ - ٢٥ معالجة التربة كيميائياً في المساحات المحدودة

كما يمكن عمل طريقة الخندق والتى يتم الحفر حول الالكترود وملئه بالمادة المعالجة .



شكل ٢ - ٢٦ معالجة التربة كيميائياً باستعمال خندق دائري

يمكن استخدام الجدول التالى لحساب مقاومة اى نوع من انواع الالكترودات المختلفة :

جدول ٢ ـ ٦ علاقات لحساب المقاومة الأرضية بالأوم (الأبعاد بالسنتيمتر)*

١ ـ الكترود نصف كروي نصف قطره a.

$$R = \frac{\rho}{2\pi a}$$

٢ ـ قضيب مدفوع في الأرض طوله L ونصف قطره a.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a} - 1\right)$$

٣ ـ قضيبان مدفوعان بينهما مسافة S و $(S > L)$.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a} - 1\right) + \frac{\rho}{4\pi S}\left(1 + \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2L^4}{5S^4} \cdots\right)$$

٤ ـ قضيبان مدفوعان بينهما مسافة S و $(S < L)$.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a} + \ln\frac{4L}{S} - 2 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^4}{512L^4} \cdots\right)$$

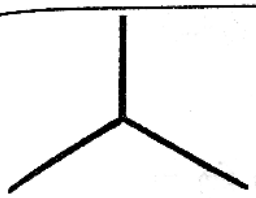
٥ ـ سلك طوله 2L مدفون أفقياً على عمق $\frac{S}{2}$.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a} + \ln\frac{4L}{S} - 2 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^4}{512L^4} \cdots\right)$$

٦ ـ سلك زاوية قائمة، طوله الذراع L والعمق $\frac{S}{2}$.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a} + \ln\frac{2L}{S} - 0.2373 + 0.2146\frac{S}{L} + 0.1035\frac{S^2}{L^2} + 0.0424\frac{S^4}{L^4} \ldots\right)$$

٧ ـ نجمة ثلاثية، طول الذراع L والعمق $\frac{S}{2}$.

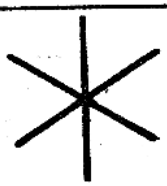


$$R = \frac{\rho}{6\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a} + \ln\frac{2L}{S} + 1.071 - 0.209\frac{S}{L} + 0.238\frac{S^2}{L^2} - 0.054\frac{S^4}{L^4} \ldots\right)$$

٨ ـ نجمة رباعية، طول الذراع L والعمق $\frac{S}{2}$.

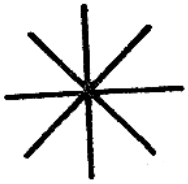
$$R = \frac{\rho}{8\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a} + \ln\frac{2L}{S} + 2.912 - 1.071\frac{S}{L} + 0.645\frac{S^2}{L^2} - 0.145\frac{S^4}{L^4} \ldots\right)$$

٩ ـ نجمة سداسية، طول الذراع L والعمق $\frac{S}{2}$.



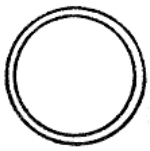
$$R = \frac{\rho}{12\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a} + \ln\frac{2L}{S} + 6.851 - 3.128\frac{S}{L} + 1.758\frac{S^2}{L^2} - 0.490\frac{S^4}{L^4} \ldots\right)$$

١٠ ـ نجمة ثمانية، طول الذراع L والعمق $\frac{S}{2}$.



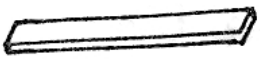
$$R = \frac{\rho}{16\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a} + \ln\frac{2L}{S} + 10.98 - 5.51\frac{S}{L} + 3.26\frac{S^2}{L^2} - 1.17\frac{S^4}{L^4} \ldots\right)$$

١١ - حلقة من السلك، قطر الحلقة D وقطرالسلك d وعمق الدفن $\frac{S}{2}$.



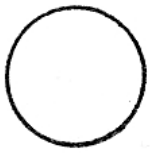
$$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D}\left(\ln\frac{8D}{d} + \ln\frac{4D}{S}\right)$$

١٢ - شريحة مدفونة أفقياً، الطول L - المقطع (b × a) والعمق $\frac{S}{2}$.



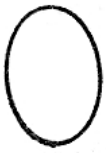
$$R = \frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} - 1 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^4}{512L^4} \ldots\right)$$

١٢ - صفيحة دائرية مدفونة أفقياً، نصف القطر a والعمق $\frac{S}{2}$.



$$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi S}\left(1 - \frac{7}{12}\frac{a^2}{S^2} + \frac{33}{40}\frac{a^4}{S^4} \ldots\right)$$

١٣ - صفيحة دائرية مدفونة رأسياً، نصف القطر a والعمق $\frac{S}{2}$.



$$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi S}\left(1 + \frac{7}{24}\frac{a^2}{S^2} + \frac{99}{320}\frac{a^4}{S^4} \ldots.\right)$$

* علاقات تقريبية حيث ρ مقاومية الأرض أوم - سنتيمتر.

قياس مقاومة الكترود التأريض :

يجب قياس مقاومة الالكترود بعد وضعه فى الارض ويجب ان تكون هناك قياسات دورية للاطمئنان على قيمة تلك المقاومة ، من اكثر الطرق دقة طريقة الهبوط فى الجهد (fall of potential method) تتمت قراءة المقاومة على النحو التالى :

1. يوصل طرف التيار(C1) مع طرف الجهد (P1) ثم يتم توصيلها بالالكترود بحيث يكون جهاز القياس عند الالكترود.
2. يوصل طرف التيار(C2) بالكترود مساعد يدفع فى الارض من 30 سم الى 60 سم على مسافة لاتقل عن 40 متر .
3. يوصل طرف الجهد (P2) بالكترود مساعد يدفع فى الارض من 30 سم الى 60 سم على مسافة مساوية لـ(61.8%) من المسافة بين الكترود(C2) وبين الالكترود الاصلى المراد قياسه.
4. يولد الجهاز الجهد وتقرأ قيمة المقاومة.

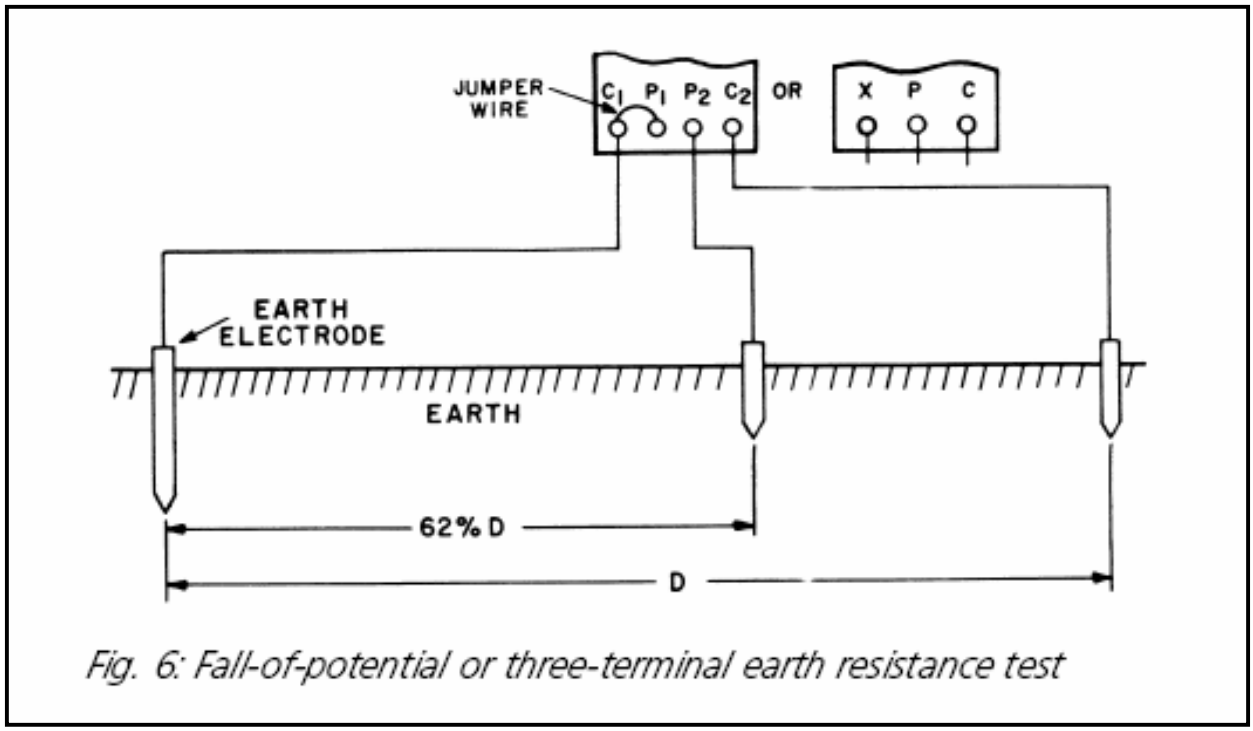
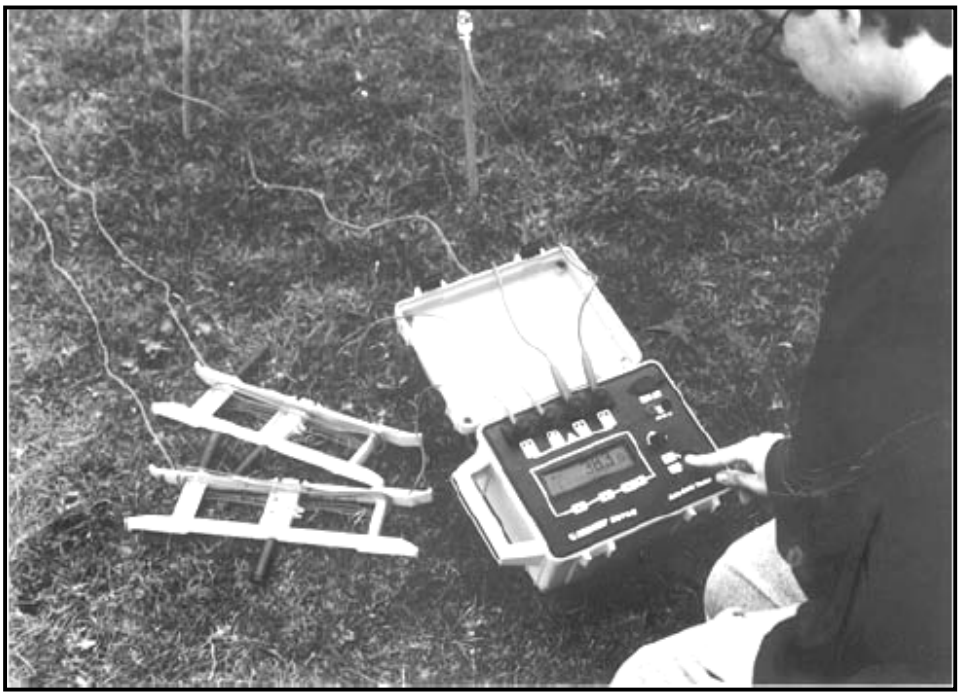


Fig. 6: Fall-of-potential or three-terminal earth resistance test

يجب مراعة الاتى عند القراءة :

1. لاتقل المسافة بين الالكترود المراد قياسه وبين الكترود التيار عن 20 متر بأى حال من الاحوال وكلما زادت المسافة زادت الدقة.
2. فى حالة تكون نظام التأريض من مجموعة الكترودات يجب فصل الالكترود عن اى دائرة خارجية.

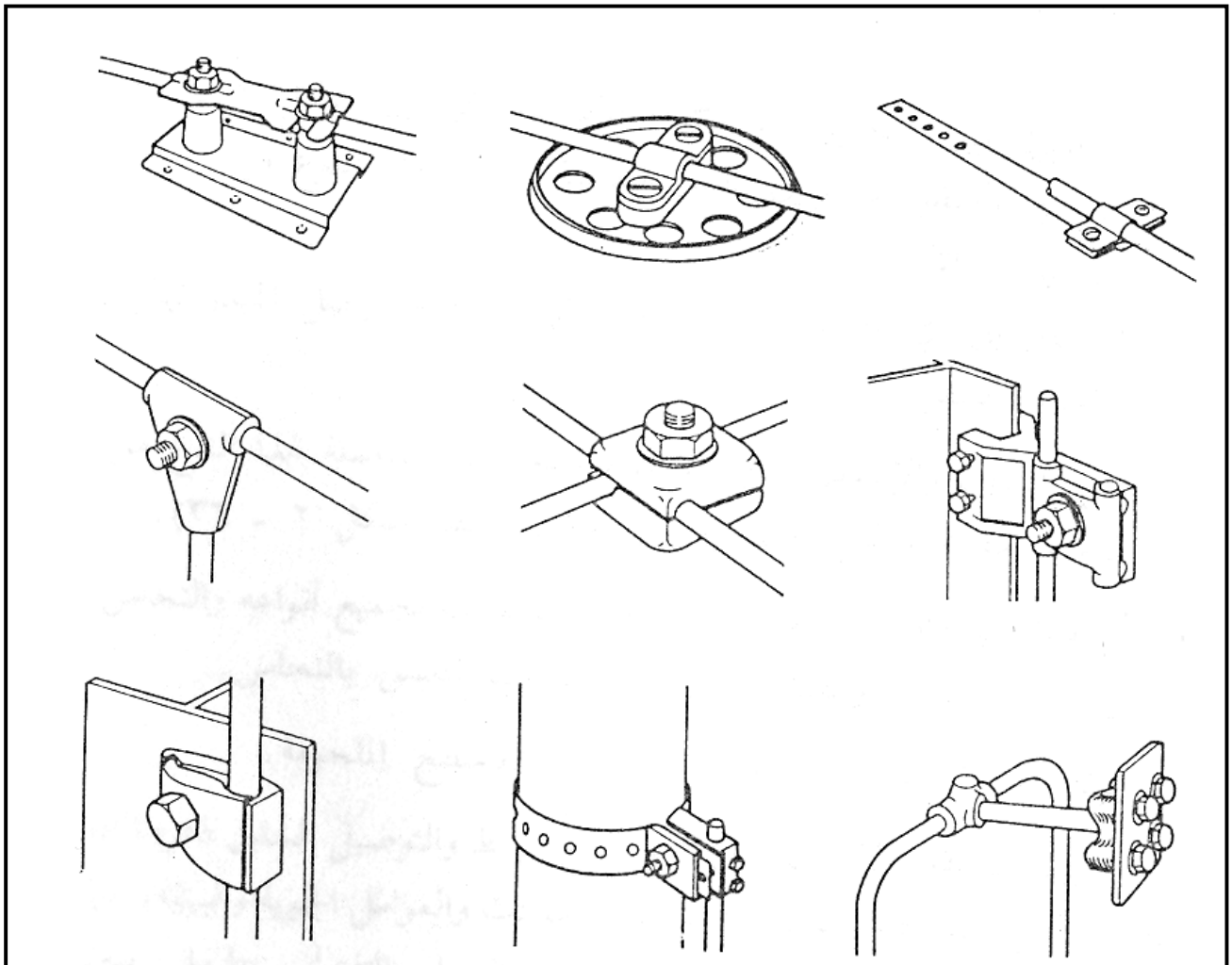


عملية الربط :

تعتبر عملية الربط عملية مهمة جداً للتأكد من وجود مسار دائم وذى معاوقة منخفضة لتيار الخطأ فى الارضى فيجب الربط بين كل أجزاء منظومة الارضى للتأكد من انها كلها على اتصال كهربى واحد.

لاتوجد طريقة مناسبة لكل عمليات الربط انما يتم اخيار الطريقة المناسبة لكل حالة حسب الطرق التالية :

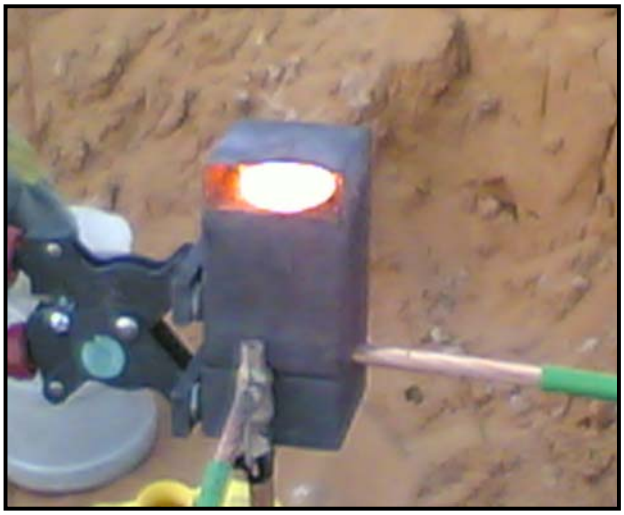
1. الربط الميكانيكى وتتم عن طريق قواميط ومسامير يتم اختيارها حسب الحالة ، يرعى دائما ان تكون القواميط والمسامير من نفس نوع المعدن كما يرعى النظافة التامة للقواميط .

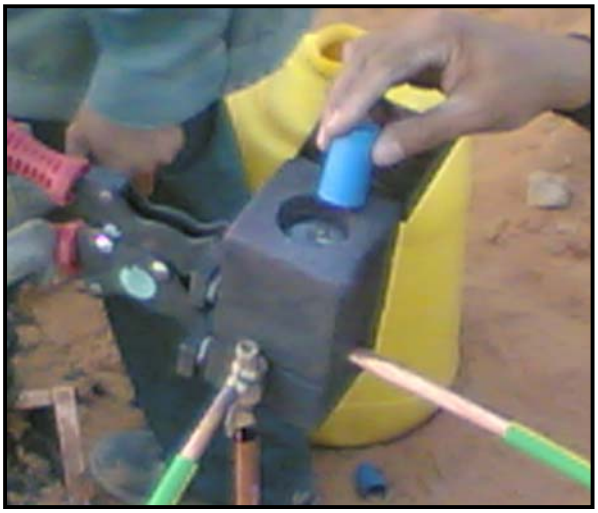


شكل ٢ ـ ٣٣ بعض أنواع الربط والتوصيل الميكانيكي

2. التوصيل بالكبس وتستخدم جلب نحاس ومكبس هيدروليكى.

3. التوصيل بالحام ويمكن استخدام لحام النحاس او اللحام الطارد للحرارة (EXOTHERMIC WELDING) والذى يمكن من خلاله لحام نحاس بنحاس او نحاس بالصلب ويستخدم هذا النوع من اللحام الحرارة الناتجة من تفاعل مسحوق اكسيد النحاس والالومنيوم داخل قالب من الجرافيت وعند الانصهار يمر المصهر الى غرفة اللحام الموجود بها الطرفان المطلوب لحامهم ويكون المصهر ربطة شديدة بين الطرفين.





جهاز قياسات الارضى (Megger DET2/2) :

المميزات العامة لجهاز قياسات الارضى (Megger DET2/2) :

1. دقة عالية تصل الى 1 ملى اوم.
2. صحة قراءات عالية فى قراءت مقاومة التربة ومقاومة الكترود التأريض.
3. فولت الاختبار 50 فولت للأمان.
4. بطاريات قوية قابلة للشحن.
5. جهاز قوى داخل جسم يتحمل ظروف التشغيل الصعبة.
6. ميزاتان قويتان وهى وجود فلتر على القراءات وامكانية استخدام تيار اختبار عالى القيمة.

مواصفات الجهاز:

Megger

DET2/2
Auto Earth Tester

Resistivity tests assist in the design of a correct earth system and avoid the cost of re-working electrode installations.

Earth testing kits, which include suitable test spikes and test leads, are available separately.

specifications

Earth Resistance Range
0,010 Ω to 19,99 kΩ (auto-ranging), 1 mΩ resolution.

Accuracy (23°C ±2°C)
±0,5% of reading ±2 digits

Service Error
±5% of reading ±2 digits ±10 mΩ (meets VDE service error over 50 mΩ)

Comply with Standards

BS 7430 (1991)

VDE 0413 Part 7 (1982)

Test Frequency
105 to 160 Hz reversing d.c. (50 Hz operation default to 128 Hz, 60 Hz operation default to 150 Hz) Set in steps of 0,5 Hz

Test Current
50 mA max (selectable high and low levels)

Maximum Output Voltage
< 50 V r.m.s.

Maximum Interference
Typically 40 V peak-to-peak (50/60 Hz, sinusoidal nature)

Display
Alphanumeric L.C.D. (130 x 35 mm) giving test information and a large (20 mm) 3½-digit reading)

Temperature Coefficient
< ±0.1% per °C over the temperature range -10 to +40°C
0,05% per °F from 14 to 104°F

Temperature Range
Operating: -10 to +40°C (14 to 104°F)
Storage: -20 to +60°C (-4 to +140°F)

Humidity
Operating: 90% RH max. at 40°C (104°F)

Environmental Protection
The instrument is waterproof to IP54

Flash Test: 3 kV a.c.

Voltage Withstand
In the event of a system fault, the instrument will withstand 240 V a.c. applied between any two terminals.

Power Supply
Internal
Rechargeable, sealed lead-acid battery.
12 V (nominal), 2,6-Ah capacity.
Battery voltage over which basic accuracy is maintained is 11,0 to 13,5 V.

Battery life: Approximately 5 hrs. continuous use.

Battery charging time: 6 hrs. max. (from completely exhausted), charging current automatically controlled to stop over-charging.

Charging supply required: 100 to 130 V or 200 to 260 V, 50/60 Hz.

Power consumption: 9 W max. at 12 V.

Safety
The instruments meet the requirements of IEC1010-1.

EMC
In accordance with IEC 61326 including amendment No. 1.

Dimensions:	245 H x 344 W x 158 D mm (9,6 H x 13,5 W x 6,25 D in. approx.)
Weight:	5 kg (11 lb approx.)

Maximum Current Spike (Loop) Resistance

High Range	Low Current	Current
(RE)	(RC)	(RC)
0,010 to 0,499 Ω	5 kΩ	1 kΩ
0,500 to 1,999 Ω	5 kΩ	3 kΩ
2,000 to 19,99 Ω	10 kΩ	5 kΩ

(over 20 Ω RC > 20 kΩ)

Maximum Potential Spike (Loop) Resistance

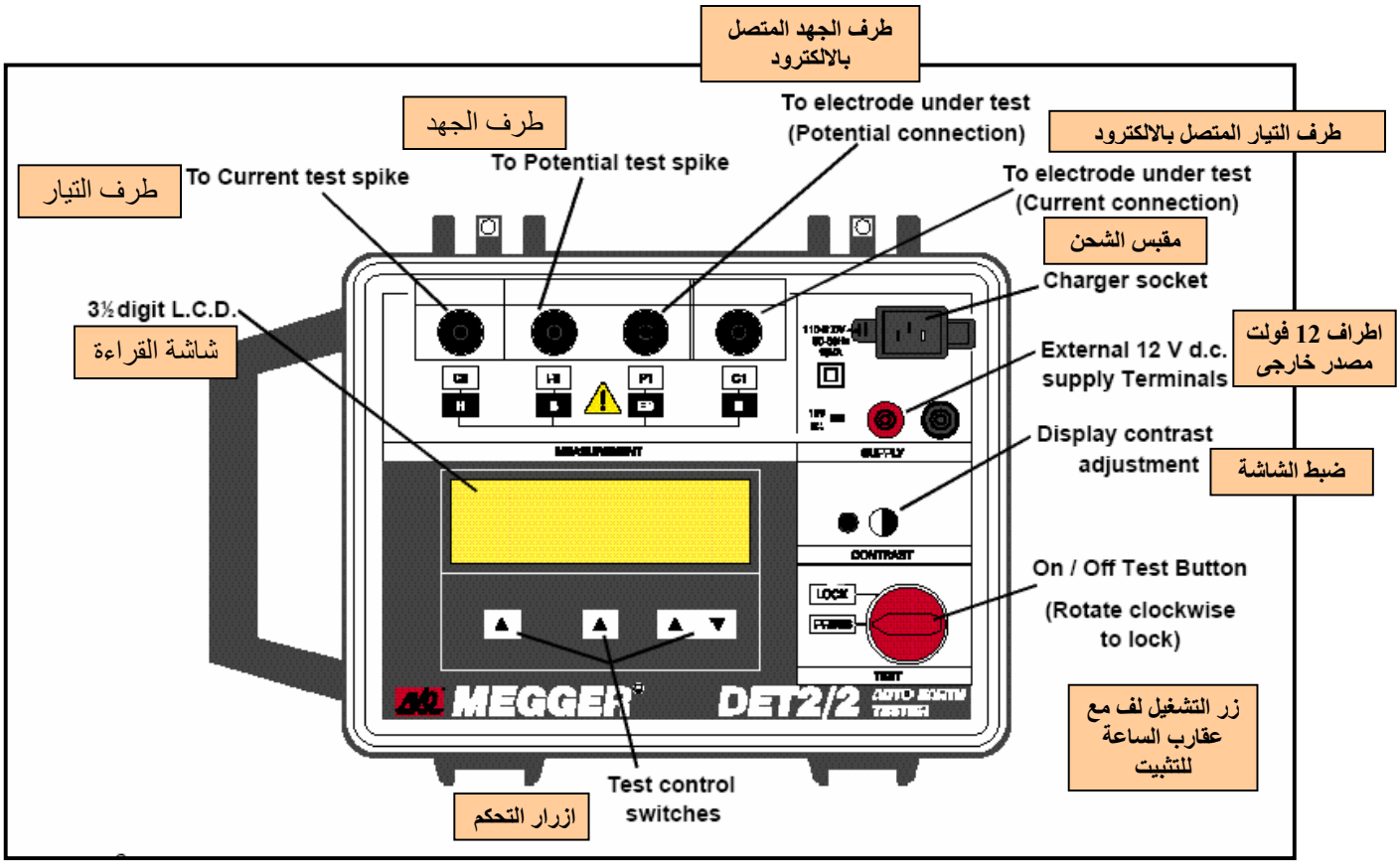
High Range	Low Current	Current
(RE)	(RP)	(RP)
0,010 to 0,499 Ω	11 kΩ	11 kΩ
0,500 to 1,999 Ω	21 kΩ	11 kΩ
2,000 to 19,99 Ω	21 kΩ	11 kΩ

(over 20 Ω RP > 20 kΩ)

ORDERING INFORMATION

Item (Qty)	OrderCode.
Auto Earth Tester	DET2/2
Included Accessories	
Mains supply lead for battery charging	
Operating instruction book	6171-728
Optional Accessories	
Earth testing kit	6310-755
Comprising carrying case and pouch containing: Four galvanised steel spikes ('L' shape) 10 mm dia. (0.4 in. dia. approx) x 350 mm (14 in. approx) long 30 m (98,5 ft approx) of cable on a winder 50 m (164 ft approx) of cable on a winder Two 3 m leads complete with connectors and clips Hammer	
Reel of cable, 50 m [164 ft. approx]	6121-119

الشكل العام للجهاز :



تعليمات الامان اثناء قياس مقاومة الارضى:

1. ممنوع لمس اى من الاسلاك او الالكترودات اثناء عمل الجهاز حتى لايتعرض الشخص لصدمة كهربية.
2. اثناء العمل بالقرب من فولت عالى يجب ارتداء قفازات واحذية امان.
3. يجب تركيب فيوزات امان عند العمل على ارضى متصل بشبكة الارضى خصوصاً عند الجهود العالية.
4. يجب ان يكون الافراد مدربون وعلى علم ببنود الامان .

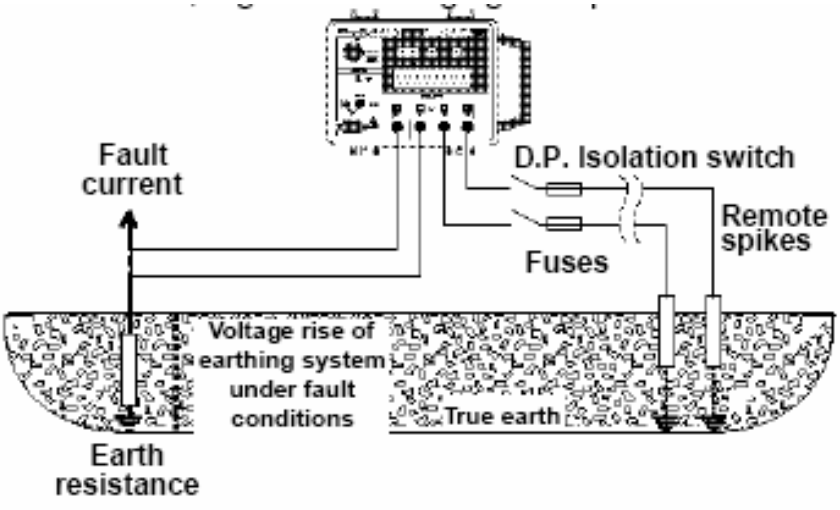
تعليمات امان الجهاز :

1. يجب فصل الجهاز بأى توصيلات خارجية عند شحن البطارية.
2. لاتشحن الجهاز ببطارية السيارة وهى متصلة بالسيارة.
3. قبل شحن البطارية تأكد من الفيوزات السليمة والاختيار الصحيح للفولت.

قواعد الامان عند التعامل مع ألكترود ارضى به تيار خطأ أرضى :

يجب قبل البدأ فى قياس الارضى فصل الكترود التأريض من النظام واذا لم يكن هذا ممكناً يجب عمل تأريض مؤقت لحين قياس التأريض ، عند حدوث تيار خطأ يمر بالارضى او عند القياس بالقرب من محطات القوى او محطات التوزيع يكون هناك احتمال ارتفاع جهد الارض الى قيم كبيرة ممكن ان تعلو فوق 1000 فولت لذالك يجب عمل التالى :

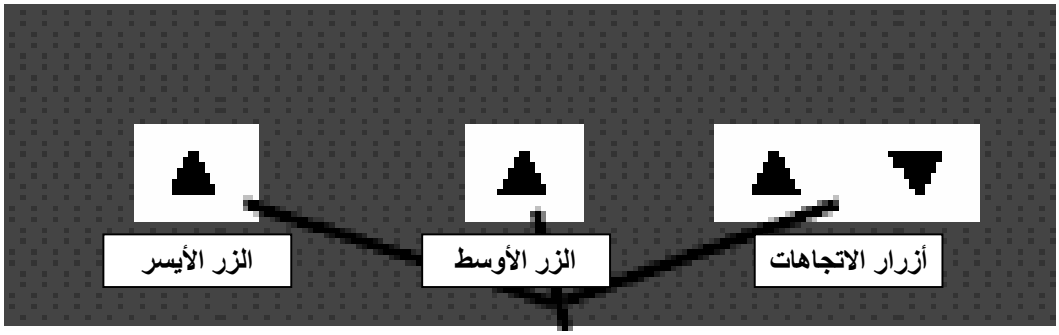
1. الاشخاص الموجودة والقائمة على قياس الارضى يجب ان تكون مدربة وان لاتلمس الكترود التأريض او أى من اطراف قياس الارض بالجهاز ويفضل استخدام قفازات وأحذية أمان .
2. الطرفان (P2 & C2) يجب ان يتصالو عن طريق مفتاح عازل مزدوج لعزل الاطراف قبل البدأ فى الاختبار ويستخدم فيوز (100 mA) لحماية الجهاز عند حدوث الخطأ حيث أن الخطأ من الممكن ان يدمر الجهاز، اذا كان المفتاح غير متاح يكون اخر خطوة فى الاختبار هى توصيل الاطراف بالجهاز .



A method of disconnection where fault conditions may occur.

تغيرات الأعدادات الابتدائية :

تغيرات البداية تتم قبل البدأ في عملية الاختبارلقياسات الارضى وتشمل تغير اللغة والتردد واختبار الكترودات الاختبار.



تغير لغة الجهاز :

1. الضغط على زر التشغيل مع الزر الأيسر معا فيظهر أعدادات اللغة على الشاشة .
2. بالضغط على الزر الأوسط نختار اللغة المطلوبة ثم نضغط على الزر الأيسر مرة أخرى ، يتم اختيار اللغة وإظهار أعدادات التردد .

تغير التردد :

1. ان الترددات المتاحة فى الجهاز هى (108 هرتز وتستخدم للترددات عند 16 هرتز ، 128 هرتز وتستخدم عند الترددات 50 هرتز ، 150 هرتز وتستخدم للترددات عند 60 هرتز).
2. يمكن التغير فى التردد بمقدار 0.5 هرتز بأستخدام ازرار الاتجاهات .
3. يستخدم الزر الاوسط للتغير بين الترددات وعند الاستقرار على التردد يستخدم الزر الايسر لتثبيت الاختيار

تثبيت اعدادات الاختبار :

1. بعد أختيار الاعدادات الاختبار من تيار وتردد وفلترة نضغط على زر الاعلى فى التجاهات مطولاً.
2. تظهر على الشاشة قبول الاعدادات ونضغط الزر الاوسط للموافقة و الزر الايسر للا.

أختبار الكترودات الاختبار(Pspike test) :

الغرض من هذا الاختبار هو التأكد من توصيل الكترودات الاختبار بطريقة سليمة وجيدة وتتم كما يلى :

1. يتم توصيل الكترود التيار (C2) بالجهاز ويدفن على بعد حوالى 50 متر من الكترود التأريض .
2. يتم توصيل الكترود الجهد الى (P2) ويوصل فى منتصف المسافة بين الكترود التأريض والكترود التيار.
3. يتم تشغيل الاختبار من الجهاز ويراعى تجنب تلامس الاسلك ببعضها.

الاجراءات العامة لتشغيل الجهاز وقياس الارضى :

1. أكمل توصيل الاطراف بالجهاز وتأكد من كل الاطراف صحيحة .
2. أبدأ تشغيل الجهاز ببدأ زر التشغيل .
3. أبدا (Pspike test) للتأكد من أن الاطراف صحيحة والمقاومة بينهما مقبولة.
4. لعمل (Pspike test) اضغط الزر الاوسط لتختار (Pspike test) ثم اضغط الزر الايسر لعمل الاختبار ، نتيجة الاختبار تظهر على الشاشة ويتغير الاختيار (Pspike) الى (REPEAT) وللعودة الى قياس الارضى نضغط على الزر الاوسط والمعنون بـ(MEASURE).
5. أذا ظهر أى من الرسائل التى تفيد أن القياس الحقيقى للارضى لا يمكن قياسه يمكن اتباع احد هذه الخيارات (تغير تردد القياس ، تغير قيمة تيار القياس من تيار منخفض الى تيار عالى ، تشغيل الفلتر).
6. لتغير تردد القياس يستخدم ازرار الاتجاه لزيادة ونقصان التردد .
7. لتغير قيمة تيار القياس من تيار منخفض الى تيار عالى نضغط على الزر الاوسط حتى نختار اعداد التيار ويستخدم الزر الايسر للتغير ما بين (‘**LoCurrent**‘ and ‘**Hi Current**‘) يفيد التيار العالى للتغلب

على مقاومة الكترود القياس العالية ، يتم مراقبة مقاومة الكترود القياس فلو كانت عالية جدا تظهر رسالة خطأ تفيد بذلك.

8. لتشغيل الفلتر نضغط على الزر الأوسط حتى نختار إعداد الفلتر ونضغط على الزر الأيسر لتشغيل أو إيقاف الفلتر يساعد الفلتر في قياس الارضى مع وجود تشويش فى القياس.

رسائل الجهاز وهى موضحة بالجدول التالي :

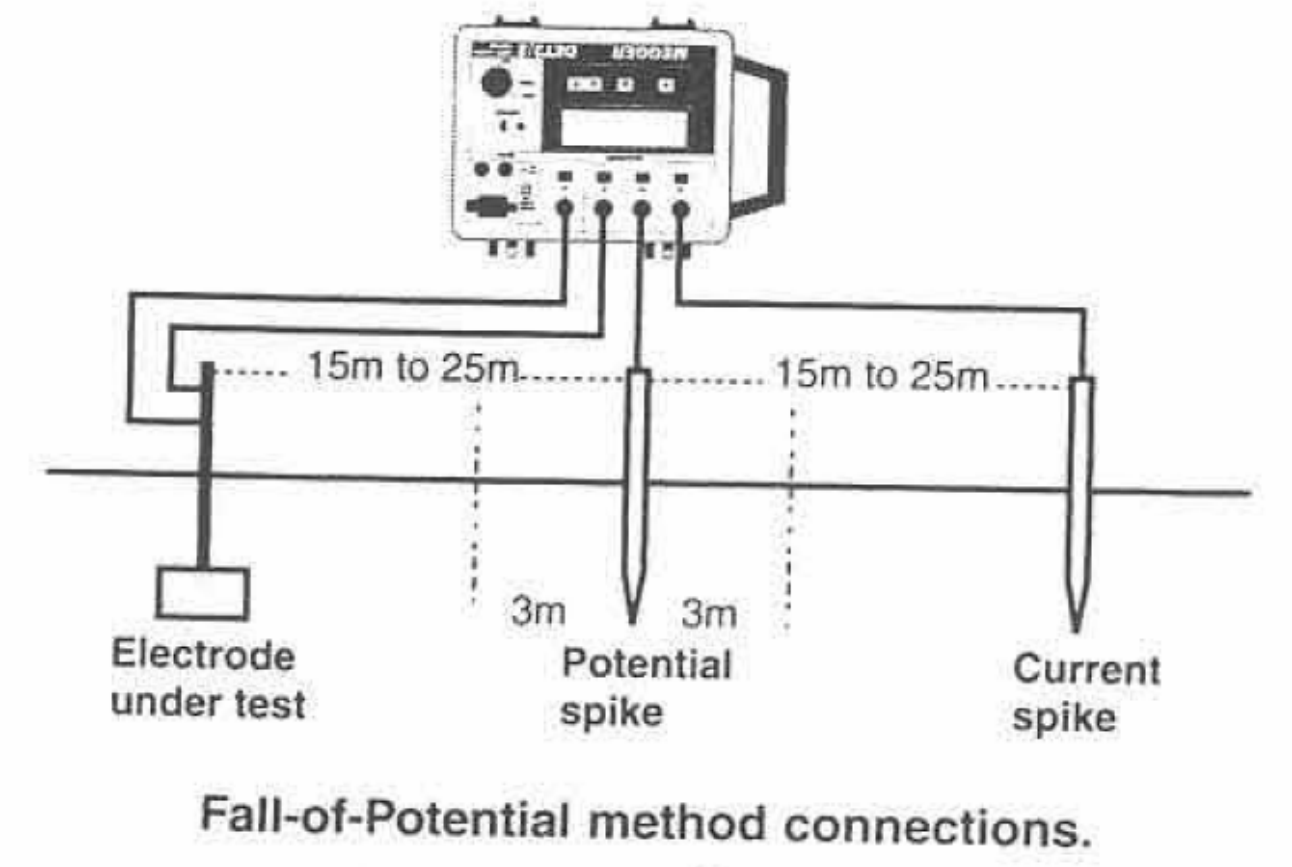
وهى توضح ان الجهاز يقوم بعمل بعض الحسابات الداخلية ولكن ازرار الاتجاهات يمكنها العمل خلال هذه الرسالة حتى يمكن التغير فى الاعدادات قبل ظهور القيمة وتظهر هذه الرسالة بشكل متكرر عند وجود تشويش فى القياس.	**“Please wait...”** **“Please wait... zeroing”**
تعنى هذه الرسالة ان التيار قليل جدا وان المقاومة اكبر من 500 كيلو أوم ، اذا عرضت الرسالة وكان (C1 & C2) متصلين فأن ذلك يتسبب فى ضرر للجهاز.	**“Open Circuit Current Terminals”**
تظهر الرسالة اذا كان الكترودا الجهد (P1 & P2) معكوسين	**“Check connections voltage terminals”**
تظهر اذا كان التشويش فى الجهد اكبر من المقبول ، تغير التردد لايمكنه حل المشكلة لو فى الامكان توقيف مصدر التشويش او تقليل مقاومة الكترود الاختبار بتبليل الارض او دق الكترود اعمق فى التربة.	**“High current noise”** **“High voltage noise”**
تظهر هذه الرسائل عند وجود تشويش عالى المستوى او عند وجود خطأ بالجهاز او توصيل خطأ بالاطراف.	**“Invalid current”** **“Invalid voltage”** **“Invalid current zero”** **“Invalid voltage zero”** **“Current zero too big”** **“Voltage zero too big”** **“Noisy current zero”** **“Noisy voltage zero”**

ان الاعدادات التى قمت بحفظها داخل الجهاز لايمكن للجهاز تحميلها حاول مرة اخرى او ادخل الأعدادات يدوياً اذا فشلت المهمة أتصل بالضمان أو الصيانة	**“Setup data retrieval error”**
تظهر رسالة الخطأ هذه عند بدأ الجهاز عند ظهورها أغلق الجهاز وأتصل بالضمان أو الصيانة	**“Calibration data retrieval error Refer to handbook”**

تقنيات قياس الارضى :

1- تقنية انحدار الجهد :

هذه التقنية هي الأساسية في قياسات الارضى ولكنها تنفذ على مستوى أنظمة الارضى الصغيرة مثل الكترود واحد أو عدة الكترودات.

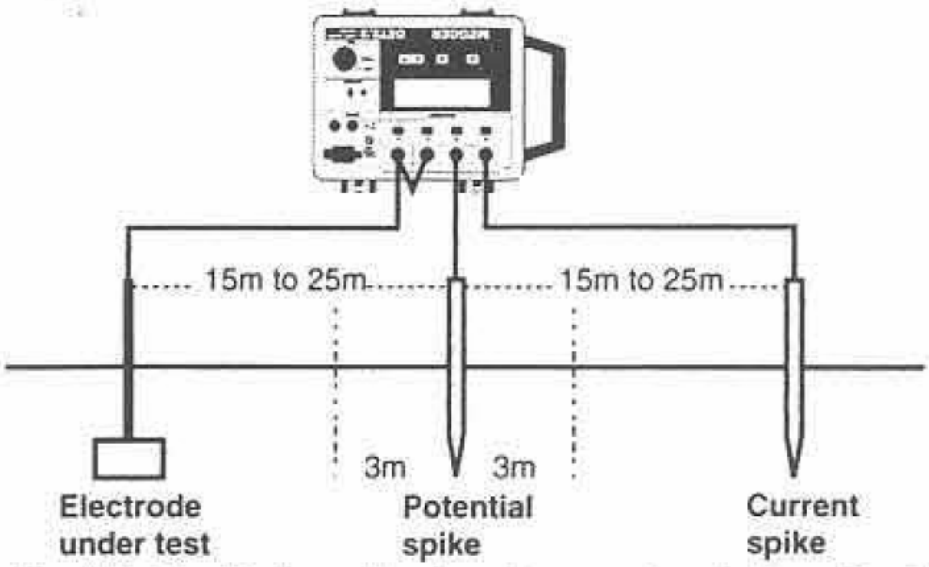


Fall-of-Potential method connections.

يوضع الكترود التيار (C2) على بعد من 30 الى 50 متر من الكترود التأريض ويوضع الكترود الجهد (P2) فى منتصف المسافة بين الكترود التأريض والكترود التيار ويوصل (C1 & P1) بالكترود التأريض وتؤخذ قياس الارضى ثم يحرك الكترود الجهد (P2) 3 متر من موضعه الاصلى ويؤخذ قياس ثم 3 متر من موضعه الاصلى فى الاتجاه الأخر ويؤخذ قياس إذا كانت القياسات متفقة فيما بينها وفى الحدود المقبولة يحسب المتوسط ويكون هو الناتج النهائي.

يجب الانتباه أن يكون الالكترودات على خط مستقيم واحد وان الأسلاك لا تلمس إحداها الأخرى.

يجب الحذر عند استخدام سلك واحد للتوصيل الى الكترود التأريض لأن ذلك يؤدى الى دخول مقاومة السلك فى القياس فيجب القيام بها عندما يستخدم سلك قصير ، كما يمكن قياس مقاومة السلك بتوصيله (C2 & P2) وتشغيل الجهاز طبعا لانحتاج هذا عند توصيل الارضى بسلكين منفصلين .

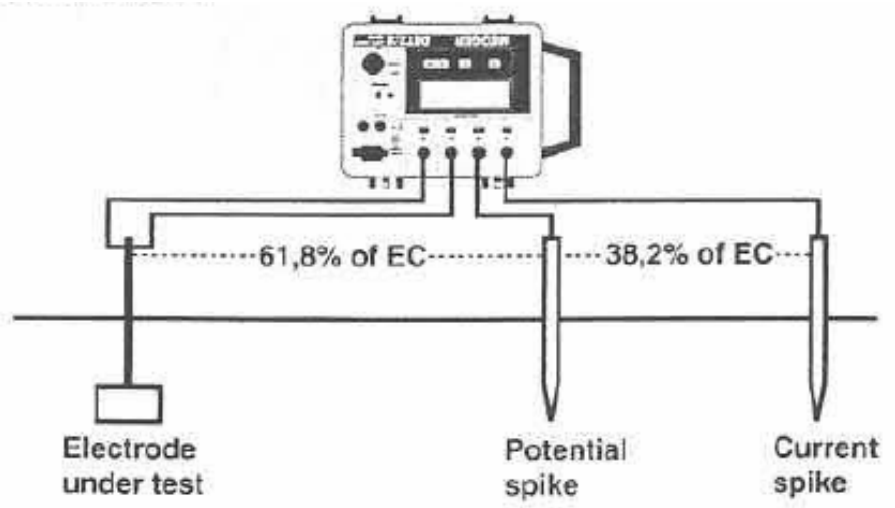


Fall-of-Potential method using a single lead to the earth electrode.

تقنية قاعدة 61.8% :

لقياس الارضى الحقيقى بطريق انحدار الجهد يجب ان ننتبه الى أن الالكترودا التيار لايتدخل احدهما فى مجال الاخر حيث لكل منهما مجاله الخاص ويجب ان يكون الكترود الجهد بين المجالين وان لايكون متدخل فى مجال الاخر ، ولقياس المقاومة الحقيقية يجب وضع الكترود الجهد على مسافة 61.8% من المسافة الكلية بين الكترود التيار والكترود التأريض .

يجب الانتباه الى ان تكون الالكترودات على خط مستقيم واحد وان تربة الارض متاجنسة .



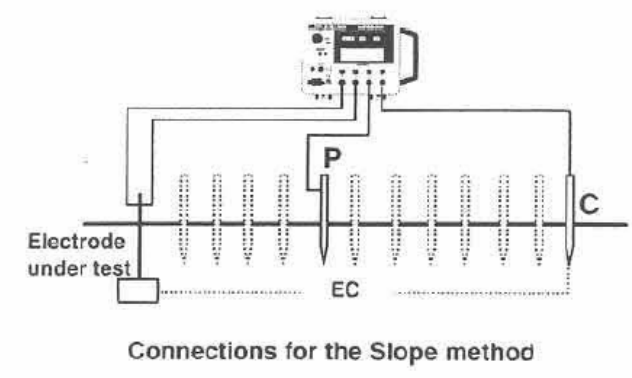
Connections for the 61,8% Rule.

يوضع الكترود التيار على مسافة من 30 الى 50 متر ويوضع الكترود الجهد على مسافة 61.8% من المسافة الكلية ،عند قياس شبكة ارضى يجب زيادة المسافة الموضوع عليها الكترود التأريض الجدول التالى يوضح المسافات التى يجب ان يوضع عليها الالكترودات :

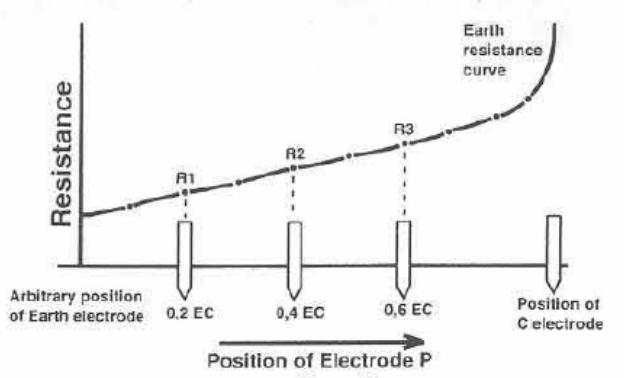
Maximum dimension in metres	Distance to Potential spike in metres from centre of earth system	Distance to Current spike in metres from centre of earth system
5	62	100
10	93	150
20	124	200

3- تقنية ميل المنحنى :

تستخدم هذه التقنية في قياس منظومات التأريض الكبيرة او منظومات التأريض التى يكون مركزها غير متاح أو مساحة الارض المتاحة ليست كبيرة كما انها تعطى قيمة اكثر صحة من الطرق السابقة،يوضع الكترود التيار على مسافة 50 متر ثم يقاس مقاومة الارضى على مسافات متتالية متساوية ويجب ان يكون الالكترودات الثلاثة على خط مستقيم، يأخذ على الاقل 6 قراءات ويرسم منحى بهذه القراءات (القراءة التى تشذ عن المنحنى يعاد قياسها او تهمل)



Connections for the Slope method



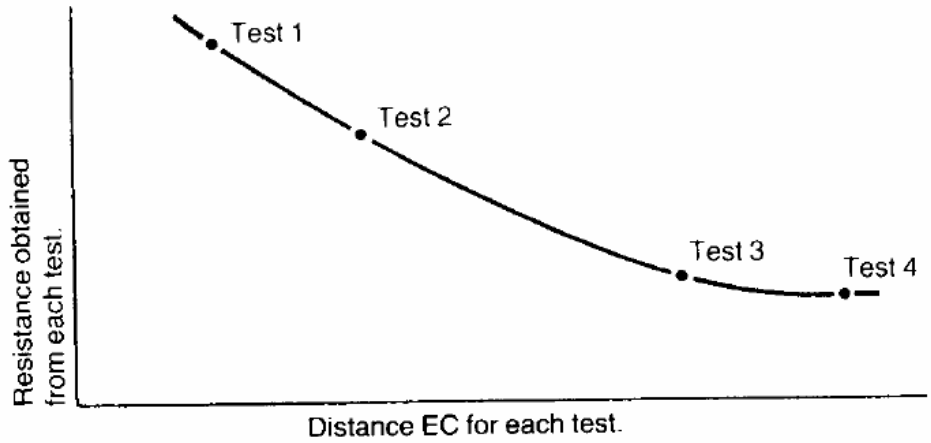
لو ان المسافة بين الكترود التأريض و الكترود التيار هى (EC) فأن القراءات التى سنأخذها ستكون عند المسافات (0.2 EC , 0.4 EC , 0.6 EC) وتكون قراءات الارضى عندها (R1 , R2 , R3) ونحسب الميل الذى هو المعامل (μ) والذى يساوى :

$$\mu = \frac{(R3-R2)}{(R2-R1)}$$

من الجدول القياسي للمعامل (μ) نجد قيمة (**Pt / Ec**) حيث أن **Pt** هي المسافة التي يكون عندها مقاومة منظومة التأريض الحقيقية بمعرفة (EC) نضربها فى (**Pt / Ec**) ونوجد **Pt** ومن المنحنى نوجد القيمة الحقيقية لمقاومة المنظومة.

ملاحظات :

1. اذا كانت قيمة المعامل (μ) غير موجودة بالجدول فيجب تحريك الكترود التيار بعيداً عن منظومة التأريض.
2. بأخذ القياسات عند مسافات مختلفة وتم رسم هذه القياسات بمنحنى نجد ان كلما بعدت مسافة الكترود التأريض كلما أعطى قيمة أفضل فى القياس



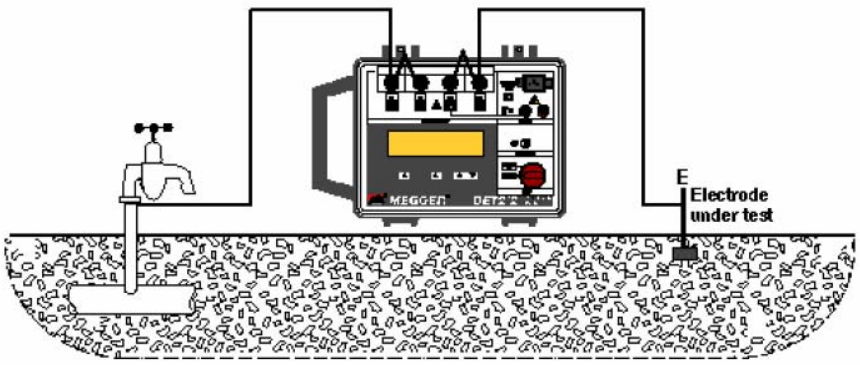
3. غير واقعى ان نتوقع نسبة خطأ أقل من 5%

4- تقنية الارضى الميت :

تستخدم هذه الطريقة فى حالة عدم وجود مكان لوضع الكترودات الاختبار أو عدم وجود مساحة كافية يستخدم فى هذه الحالة مساورة مياه الشرب والتى يشار اليها بلارضى الميت ، يجب الانتباه الى ان هذه الطريقة غير مستحبة كما يجب الانتباه انه لا توجد اى قطع بلاستكية فى ماسورة مياه الشرب أو اى عازل كهربى فى الماسورة.

تتم عملية القياس كما يلى :

1. يتم توصيل (C1 & P1) معاً ويتم توصيلهم بالكترود التأريض.
2. يتم توصيل (C2 & P2) معاً ويتم توصيلهم بماسورة المياه.



‘Dead’ earth testing

3. يشغل الجهاز وتسجل القراءة.

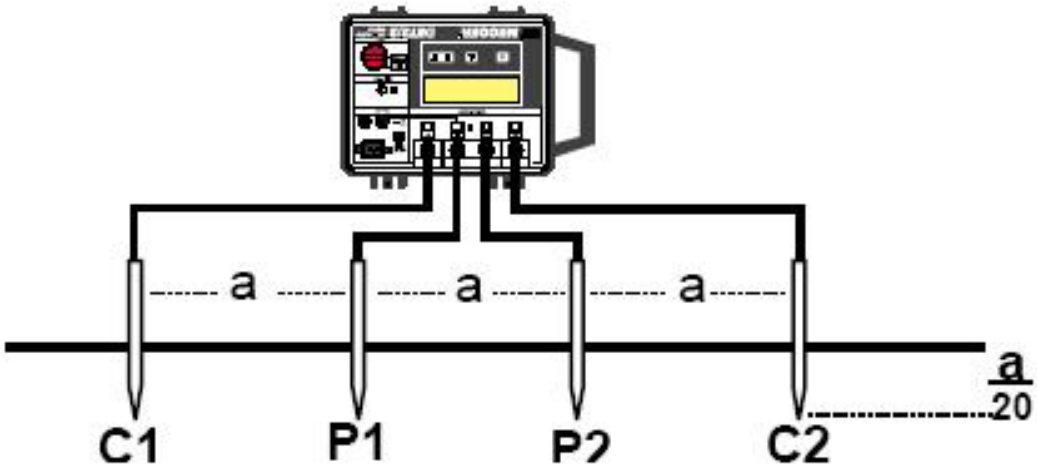
يجب الانتباه الى ان القراءة هى مجموع مقاومة الالكترود مع ماسورة المياه فأذا كانت مقاومة ماسورة المياه مهملة فلا مانع ، يدخل فى المقاومة ايضا مقاومة سلك الاختبار والذى يمكن قياسه بتوصيل الطرفين ببعضهما وتشغيل الجهاز وتطرح هذه القيمة من المقاومة الكلية .

قياس مقاومة التربة :

تعتمد مقاومة التربة على العديد من العوامل التى تؤثر فى مقاومتها نذكر منها نوع التربة وتجانسها ونسبة الرطوبة ومن المهم قبل البدأ فى عمل منظومة التأريض القيام بقياسات مقاومة التربة لتحديد اماكن دفن الالكترودات وكذلك عمق الدفن وعدد الالكترودات فعمل مسح لمقاومات التربة يوفر الكثير من التكاليف فى انشاء منظومة التأريض.

الجدول التالى يبين تباين مقاومات التربة اعتماداً على نوع التربة ونسبة الرطوبة :

Material	Specific resistance in -cms	Information source
Ashes	350	Higgs
Coke	20 - 800	
Peat	4500 - 20000	
Garden earth - 50% moisture	1400	Ruppel
Garden earth - 20% moisture	4800	Ruppel
Clay soil - 40% moisture	770	Ruppel
Clay soil - 20% moisture	3300	
London clay	400 - 2000	
Very dry clay	5000 - 15000	
Sand - 90% moisture	13000	Ruppel
Sand - normal moisture	300000 - 800000	
Chalk	5000 - 15000	
Consolidated Sedimentary rocks	1000 - 50000	Broughton Edge & Laby

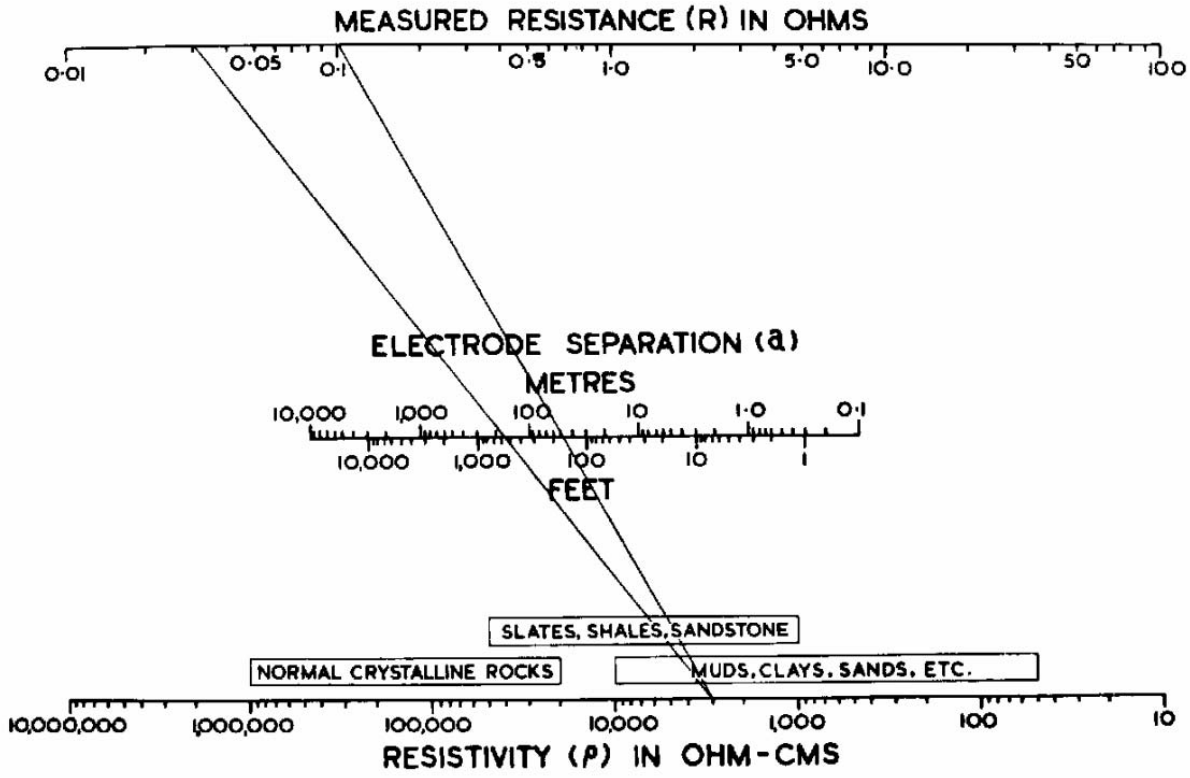


Soil resistivity measurement.

طريقة قياس مقاومة التربة تكون بأستخدام اربع الكترودات تدفن على مسافات متساوية وعلى خط مستقيم وتدفن بعمق لا يزيد عن (1/20) من المسافة بين اى الكترودين يشغل الجهاز وتسجل قراءة المقاومة منها يمكن حساب مقاومية التربة عن طريق المعادلة :

$$\rho = 2\pi RA$$

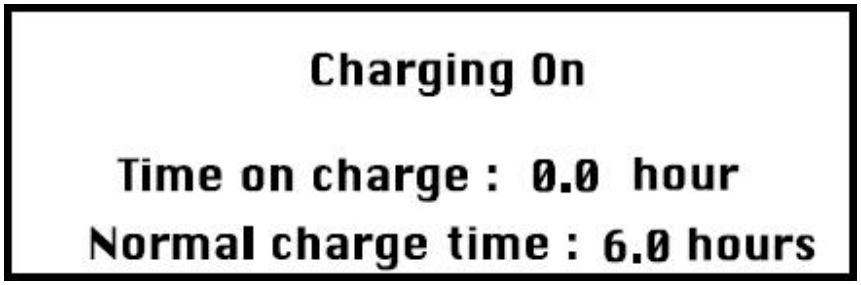
او يمكن استخدام رسم (nomogram overleaf) :



Resistivity calculation Nomogram

شحن البطارية :

مقدار شحن البطارية يظهر دائماً على شاشة الجهاز يستحسن شحن البطارية كاملة قبل القيام بالقياسات ، يستخدم فى الشحن مصدر تيار متردد والوقت اللازم للشحن فى حدود الست ساعات (القياس خلال الشحن ممنوع) يمكن استخدام مصدر تيار متردد من 100 فولت الى 260 فولت (الجهاز لايشحن اذا كان الفولت من 130 الى 200 فولت) ويظهر على الشاشة رسالة (Power Supply too low) .



خطوات الشحن :

1. اطفأ الجهاز .
2. لوكان الجهاز متصل بمصدر خارجى يتم فصله.
3. افصل الجهاز من اى اسلاك اختبار.
4. وصل مصدر التيار المتردد و تظهر على الشاشة رسالة (Charging On).

يجب استخدام مقبس كهربى مناسب (الارضى لون السلك اخضر مخطط أصفر ، المتعادل أزرق ، الحى بنى)

ملاحظات :

1. لا تترك البطارية بدون شحن مدة أكبر أعد شحن البطارية كل 6 أشهر .
2. البطارية يجب أن تشحن فى جو جاف.
3. تشحن البطارية فى جو متجدد الهواء.

المراجع :

1. كتاب (التأريض الوقائى) ا.د/عبد المنعم موسى الاستاذ الدكتور بكلية الهندسة جامعة الاسكندرية – مصر
2. الانترنت