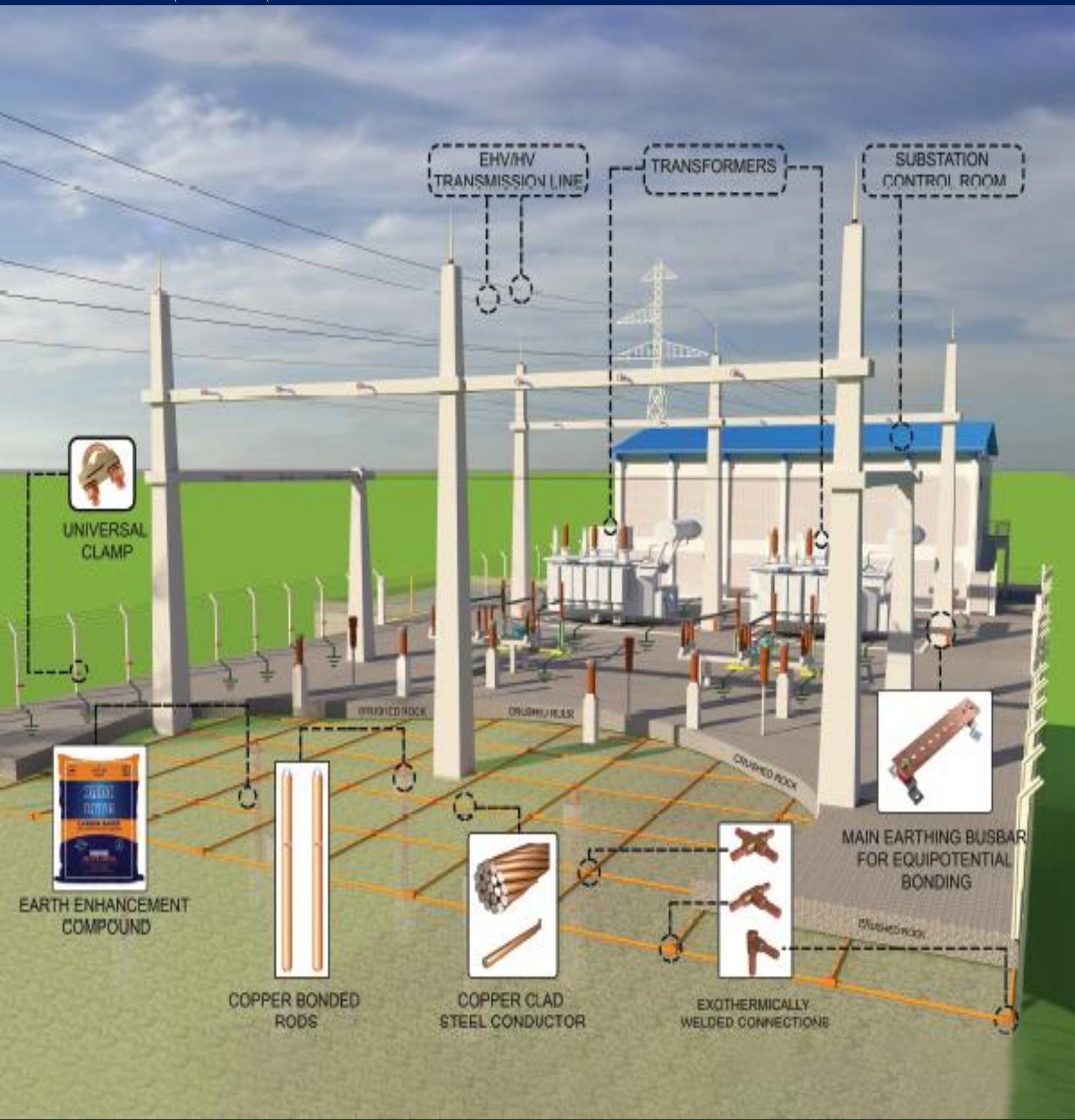
نظام التأريض

الانواع وأسس التصميم

إعداد م/ احمد محرم فؤاد



+201558401486
Eng. Ahmed Moharm

المحتويات

- تعريف بمنظومة الأرضي 2
- انواع انظمة الارضي 3
- مكونات نظام الارضي..... 5
- نموذج لمنظومة الارضي..... 11
- خطوات تصميم الارضي 12
- طرق قياس مقاومة الارضي..... 13
- طريقة استخدام جهاز القياس 15
- نماذج لمشاريع سابقة 17

+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

نظام التأريض Earthing System

لتعريف معنى منظومة التأريض فهي تكون كالتالي.

توصيل المصدر الكهربي واجسام المعدات الكهربية بالارض عن طريق موصلات الى بئر الارضي والمقصود بالمصدر الكهربي هنا هو نقطة تعادل المحول الكهربي المستخدم .

ومن هنا يجب التفريق بين تأريض المصدر الكهربي وتأريض اجسام المعدات او حتى جسم المبنى .

فوائد التأريض :-

1- يحمي الافراد من الصعق الكهربي عند قصور العزل او تسرب التيار الى الاجهزة .
2- يحمى المبنى من خطر الصواعق وذلك بربط شبكة مانعة الصواعق بالارضي.
3- حماية الاجهزة من خطر الارتفاع المفاجئ للجهد.
4- ضمان استمرارية المنظومة الكهربائية بشل سليم وامن .

فكرة العمل

تكمن فكرة عمل منظومة الارضي على قانون اوم والذي ينص على $I = \frac{V}{R}$ ومن هنا فإن التيار يمر في المسار الذي له مقاومة اقل وهذه هي النقطه المراد تحقيقها الحصول على مقاومة ارضي اقل ما يمكن لتوفير مسار امن تمر فيه الشحنات الكهربية عند حدوث تسريب ولا تمر في اجسام الاشخاص .

متطلبات عمل منظومة ارضي

لعمل منظومة ارضي يجب تحديد عنصرين هامين وهما نوع النظام المطلوب و قيمة المقاومة النوعية للتربة

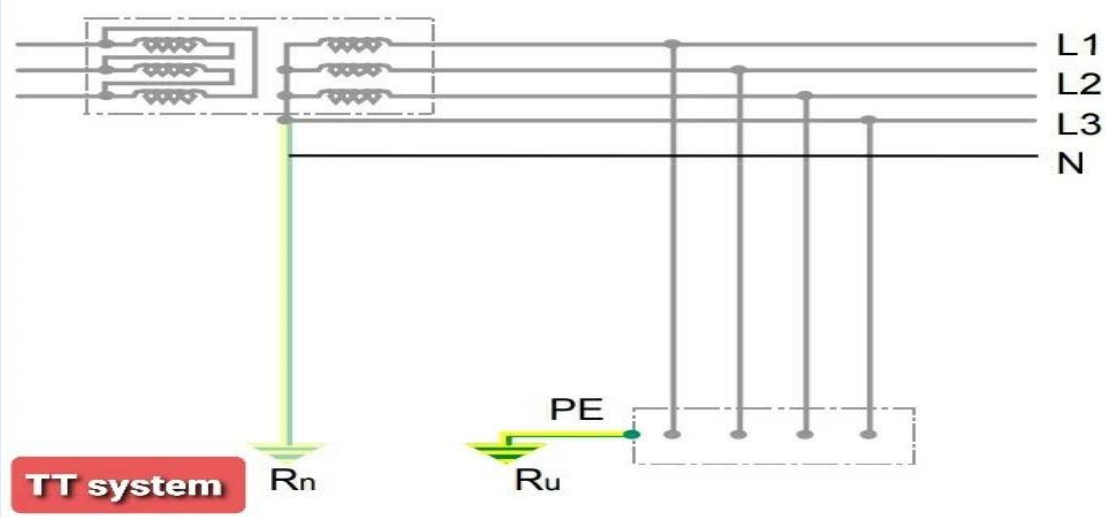
ونوع النظام يمكن تحديدة عن طريق معرفة طبيعة المشروع ومقدار الحماية اللازم توافرها في النظام وبالتبعية يتم اختيار النوع

وقيمة المقاومة تختلف على حسب عدة عوامل سنتناول شرحها

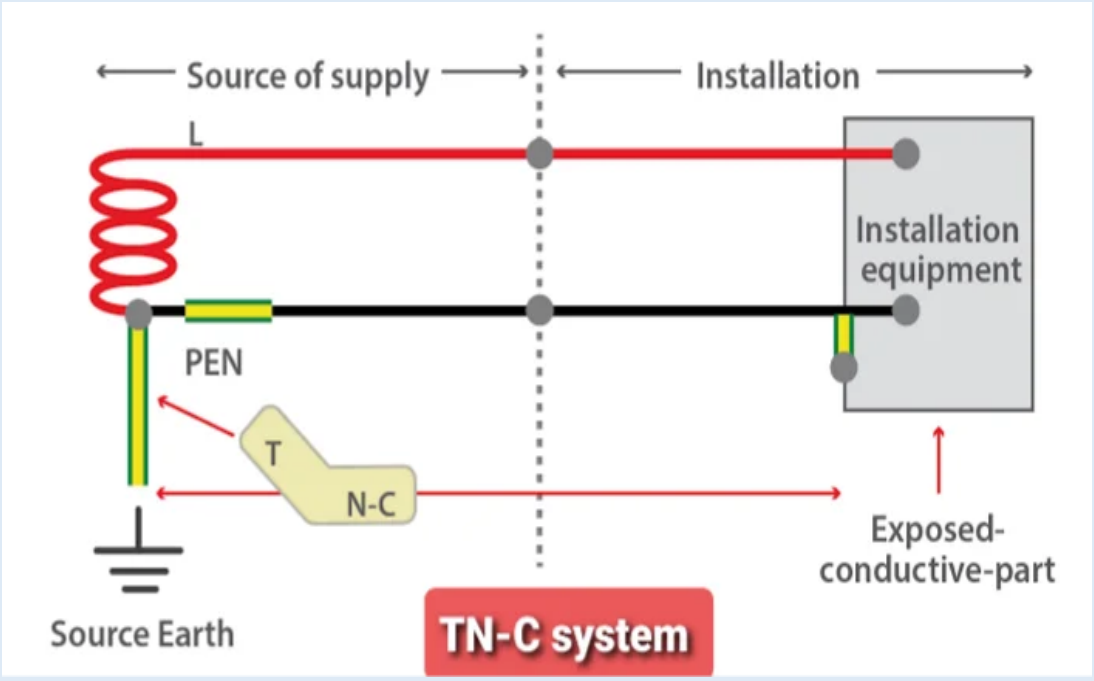
+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

انواع انظمة الارضي

1- تأريض بنوع TT وهنا يكون نظام تأريض المصدر الكهربي منفصل عن تأريض المعدات الكهربائية ولا يحدث بينهم اي تلامس .

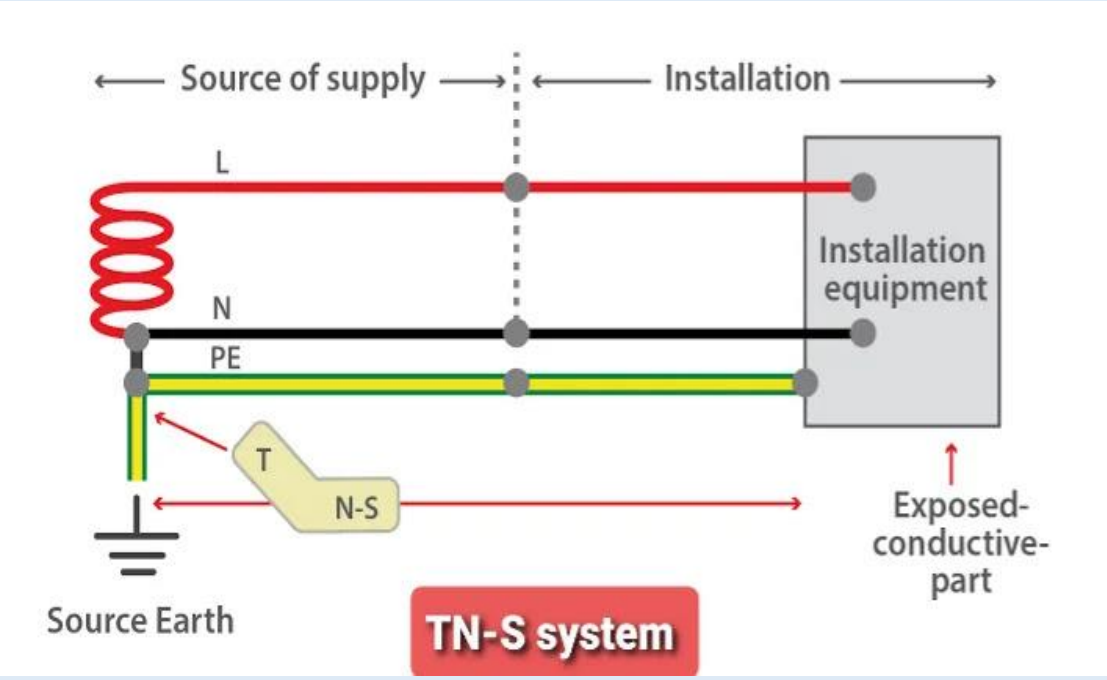


2- تأريض بنوع TNC وهنا يكون تأريض نقطة تعادل المحول مع خط التعادل فيكون هناك خط واحد يدمج التأريض والتعادل

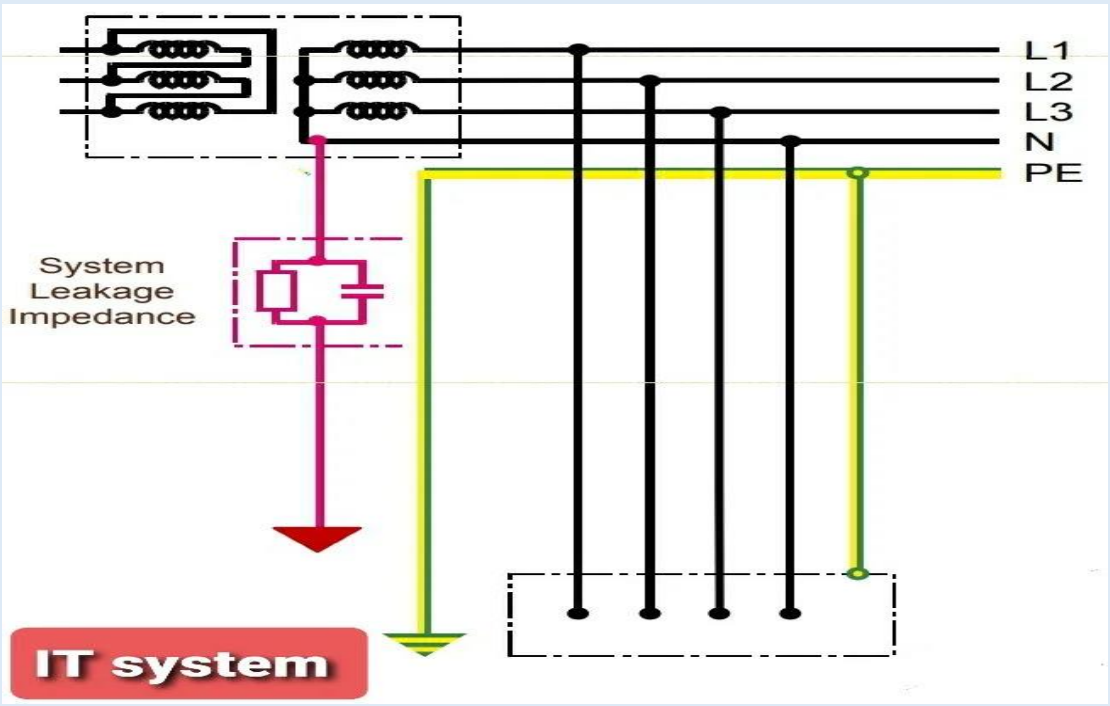


+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

3-نظام TNS وهنا يكون تأريض نقطة التعادل مع تاريض المعدات في نفس المنظومة



3 نظام IT وهنا يكون التأريض للأجهزة فقط ولا يتم تأريض نقطة تعادل المحول او يتم توصيلها بمقاومة عاليه لتقليل مقدار التيار المارر عند حدوث خطأ في الشبكة.



+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

وفي الجدول التالي مقارنة بين الانواع المختلفه لأنظمة التأريض

نظام التاريض	المزايا	العيوب	التطبيق
TN-S	تكلفة قليلة	▪ تيار العطل كبير ▪ جهد التلامس كبير	يكثر استخدامه في المباني السكنية
TN-C	أقل تكلفة	▪ تيار العطل كبير ▪ جهد التلامس كبير ▪ لا يوفر حماية ضد الحريق	لا يوصى باستخدامه في المباني السكنية لضعف درجات الأمان فيه
TT	▪ تيار العطل صغير ▪ *جهد التلامس يمكن التحكم فيه بتوصيل المواسير المعدنية وهيكل المبنى المعدني بالأرضي*	▪ يتطلب إستخدام أجهزة الحماية التفاضلية ELCB-RCD ▪ لا يصلح في المواقع ذات مقاومة عالية للأرضي	▪ في المواقع العامة ▪ في التركيبات التي تخضع لتعديلات بصفة دورية
IT	▪ أعلى إعتمادية (ضمان عدم إنقطاع التيار) ▪ جهد تلامس آمن	▪ تحتاج مراقبة مستمرة لكشف العطل الأول ▪ تتطلب عمالة مدربة ▪ أعلى تكلفة	▪ المستشفيات ▪ مواقع تتطلب استمرار الخدمة

لنتعرف الان على مكونات نظام التأريض والذي يتضمن الاتي.

1- بئر التأريض Earthing pit

- والذي يكون عبارة عن غرفة صغيرة 30cm*30cm مصنوعة من الخرسانه او من بوليمرات ولها غطاء لتوفير امكانية الوصول.

الكتورد التأريض Earth Rod

- وهو عبارة عن قضيب معدني يصل الى الارض على اعماق محدده طبقا للحسابات التي سنستعرضها
- مواد تصنيع الكترود التأريض

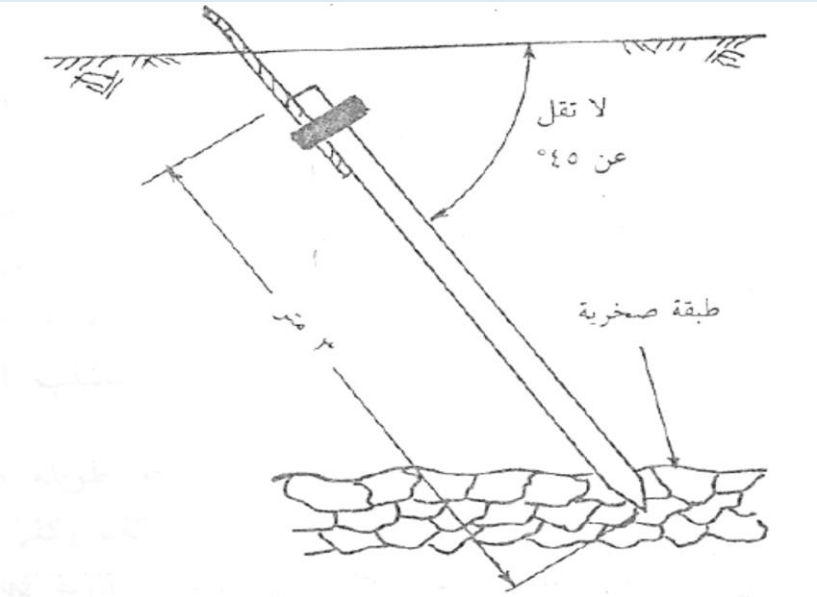
عادة ما تكون قضبان الأرض عالية الجودة مصنوعة من النحاس الصلب أو الفولاذ المقاوم للصدأ أو الفولاذ النحاسي.، لكن قضيب الصلب المحفور بالنحاس هو الأكثر شيوعًا ، نظرًا لمزيج من القوة ومقاومة التآكل و تكلفة منخفضة نسبيًا.

تتوفر قضبان النحاس الصلب والفولاذ المقاوم للصدأ مستوى عالٍ جدًا من مقاومة التآكل على حساب القوة فتكون أقل وتكلفة أعلى.

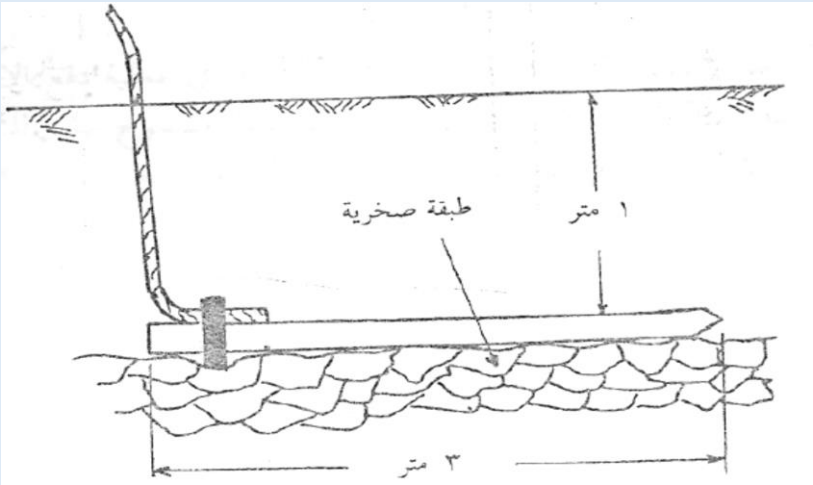
وتعتبر القضبان المدفونة أنسب وأرخص أنواع الإلكترودات وذلك أن أمكن دفنها إلى أكثر من 3 أمتار ويدفع بصورة رأسية ملامسة للتربة, ويمكن دفن الألكترود كاملا أو ترك جزء على سطح الأرض ويكون محميا بصندوق لكي لا يتعرض للتلف.

ويختلف طوله وقطره حسب المقاومة المراد تحقيقها.

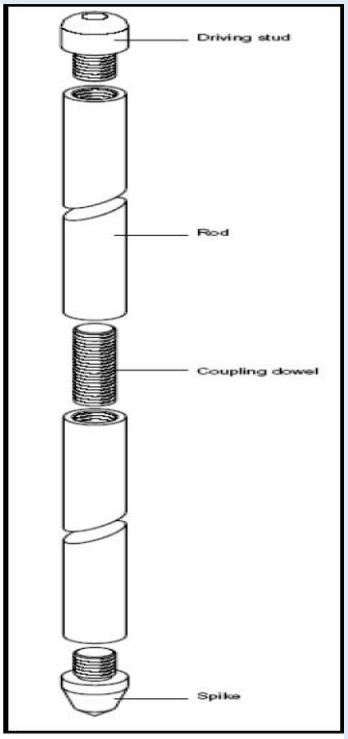
- أما إذا كانت الأرض صخرية ولا يمكن دفع الألكترود رأسيا فيمكن دفع الألكترود بزاوية مائلة لا تقل عن 45 درجة عن المستوى الرأسي وأن يدفن كله في الأرض.



- أما في حالة وجود الصخر بالقرب من سطح الأرض فيمكن دفن الألكترود أفقيا على عمق متر من سطح الأرض.



ويجدر الإشارة إلى أنه توجد بعض أنواع التربة التي تسبب تأكل سريع الألكترود لذلك يجب الكشف الدوري على الألكترود وقياس مقاومته كل فترة
. أن الأحجام القياسية للألكترود تتراوح من متر إلى 3 أمتار بقطر 16مم وفى حالة دفع الألكترود مسافات عميقة يفضل أن يكون مفكك وكلما دفع جزء يضاف الأخر بواسطة وصلة ميكانيكية لضمان استمرارية التوصيل كما هو موضح بالشكل.



- **قطر القضيب**

أحد المفاهيم الخاطئة الشائعة هو أن قطر Rod له تأثير جذري على خفض مقاومة الأرض. هذا ليس صحيحا! كما يظهر الرسم البياني ، فإنك تقوم فقط بخفض قيمة المقاومة بنسبة 9.5 في المائة عن طريق مضاعفة قطر الالكترود (مما يعني زيادة وزن وتكلفة القضيب بنسبة 400 بالمائة تقريبًا!) وبالتالي فإن الأساس المنطقي هو: استخدام أكثر Rod اقتصادي تسمح به ظروف التربة لا يتعدى قطره عن mm18 .

2- موصلات التأريض Earth conductor

- وهو عبارة عن موصلات من النحاس اما على شكل كابل مجدول معزول PVC باللون الاصفر-الاخضر وذلك الكابل هو الخاص بتأريض الاجهزة داخل المباني

- او يكون موصل نحاس عاري Bare copper conductor ويستخدم في توصيل شبكة الارضي المدفونة في الارض وسبب استخدامه دون عزل حتى تزداد مساحة توصيلة بالارض فيساعد على تفريغ الشحنات اذا مرت فيه وهو في الاصل الغرض من المنظومة بالكامل .

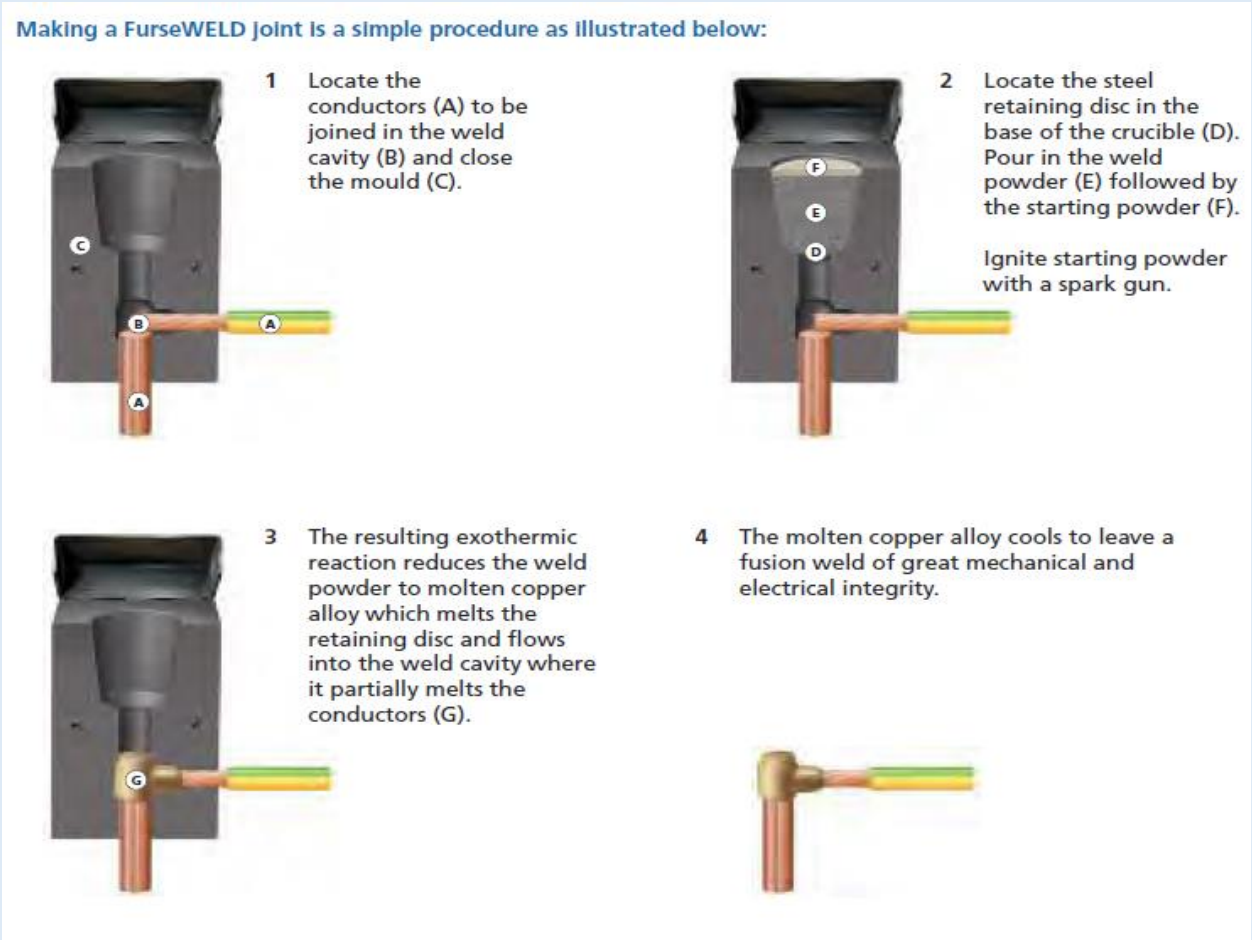
- يوجد قاعدة هامه عند اختيار كابلات التأريض وهي

1- اذا كان مساحة مقطع phase اقل من او تساوي 16mm2 فيتم اختيار سلك التأريض مثل الفازه
2- اذا كان مساحة مقطع phase من 16mm2 الى 35mm2 فيتم اختيار سلك التأريض 16
3- اذا كان مساحة مقطع phase اكبر من 35mm2 فيتم اختيار سلك التأريض نصف مساحة الفازه

4- مكونات الربط Bonding

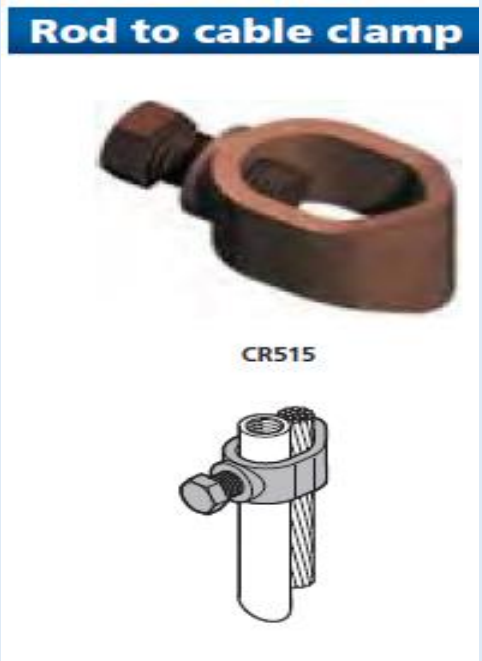
- يلزم ربط الالكترود داخل بئر التأريض مع الموصلات حتى الاجهزة المراد تأريضها كما يلزم ربط الموصلات بحديد التسليح لأساسات المبنى لتوفير الحمايه اللازمه وهناك انواع للربط منها

- الربط بين كابلين Cable to Cable thermos weld وفيه يتم لحام كابلين ببعضهم والغرض من هذا اللحام هو اتمام ربط الكابلات مع بعضها وهنا نتحدث عن الموصلات العاريه Bare . ويتم اللحام طبقا للخطوات الموضحة



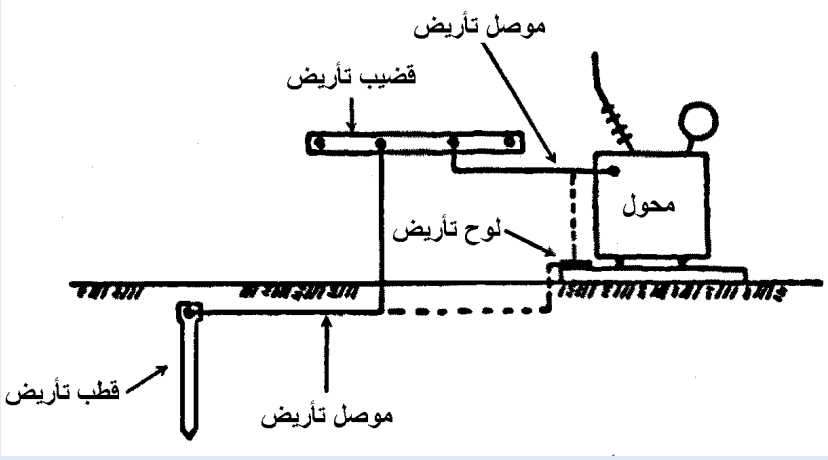
+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

- الربط بين كابل والكترود Rod clamp ويستخدم لربط الموصل Bare مع الالكترود داخل البئر.



- الربط بين موصل وحديد التسليح مع اساسات المبنى

- الشكل التالي يوضح نموذج مبسط لمنظومة التأريض



- وقطب الأرضي عبارة عن واحد أو أكثر من الأجسام المعدنية المدفونة في الأرض والمتصلة ببعضها البعض كهربيا ومزودة بواحد أو أكثر من أطراف التوصيل لإتاحة التوصيل إليها من سطح الأرض. ويستخدم قطب التأريض في استقبال تيار الكهرباء الأرضي من الشبكات والمعدات المؤرضة ونشره في الأرض التي يسري خلالها إلى أن يتم تجميعه وإعادته إلى نظام التغذية مرة أخري من خلال قطب أو أقطاب تأريض النظام.
- أما موصلات وقضبان التأريض فهي الموصلات والقضبان المستخدمة في توصيل الشبكات أو المعدات المؤرضة بأقطاب التأريض المخصصة لتوصيلها بالأرض.
- وبصفة عامة يجب أن تصمم نظم التأريض بحيث توفر الحماية للأشخاص من أي احتمال لتعرضهم لصدمة كهربائية عند ملامستهم لأجسام المعدات الكهربائية المؤرضة وبحيث تمنع تعرض المعدات المستهلكة للكهرباء في المباني أو معدات شبكات الكهرباء المغذية لها لتيارات أو جهود تفوق قدرتها على التحمل. ويقتضي ذلك تصميم أقطاب وموصلات وقضبان التأريض بحيث تكون قادرة على القيام بهذه المهمة في جميع الأحوال، أي تحت ظروف التشغيل العادية للمعدات والشبكات وعند تعرضها لظروف غير عادية متمثلة في الأخطاء الأرضية وغيرها.
- **تصميم منظومة الارضي**

-والمقصود هنا هو اختيار مكونات النظام بحيث تحقق المسار الامن بقيمة مقاومة تكون محددة في المواصفات الفنية للمشروع وفي الغالب تكون بقيمة 2Ω لانظمة القوى و 0.5Ω لانظمة التيار الخفيف وتكون خطوات التصميم كالتالي.

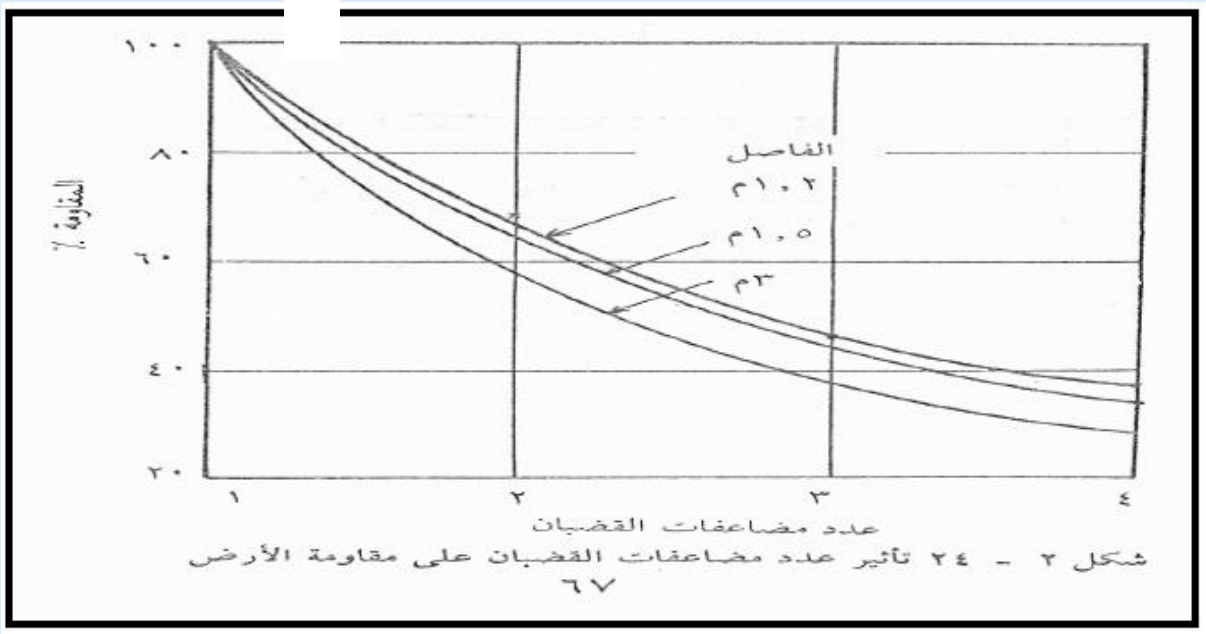
1- تصميم قضبان الارضي earth Rod

يكون تصميم الRod على اساس قيمة المقاومة المطلوب تحقيقها في شبكة الارضي ويمكن تحقيق المقاومة بطريقتين وهما

1) وضع املاح معدنية داخل بئر الارضي وعمل معالجة للتربة وهنا يتم استخدام الكترود واحد فقط وتلك الطريقة كانت شائعة فيما مضى ولكن تكمن المشكله في ان التربة تحتاج لمعالجة بصفه دورية

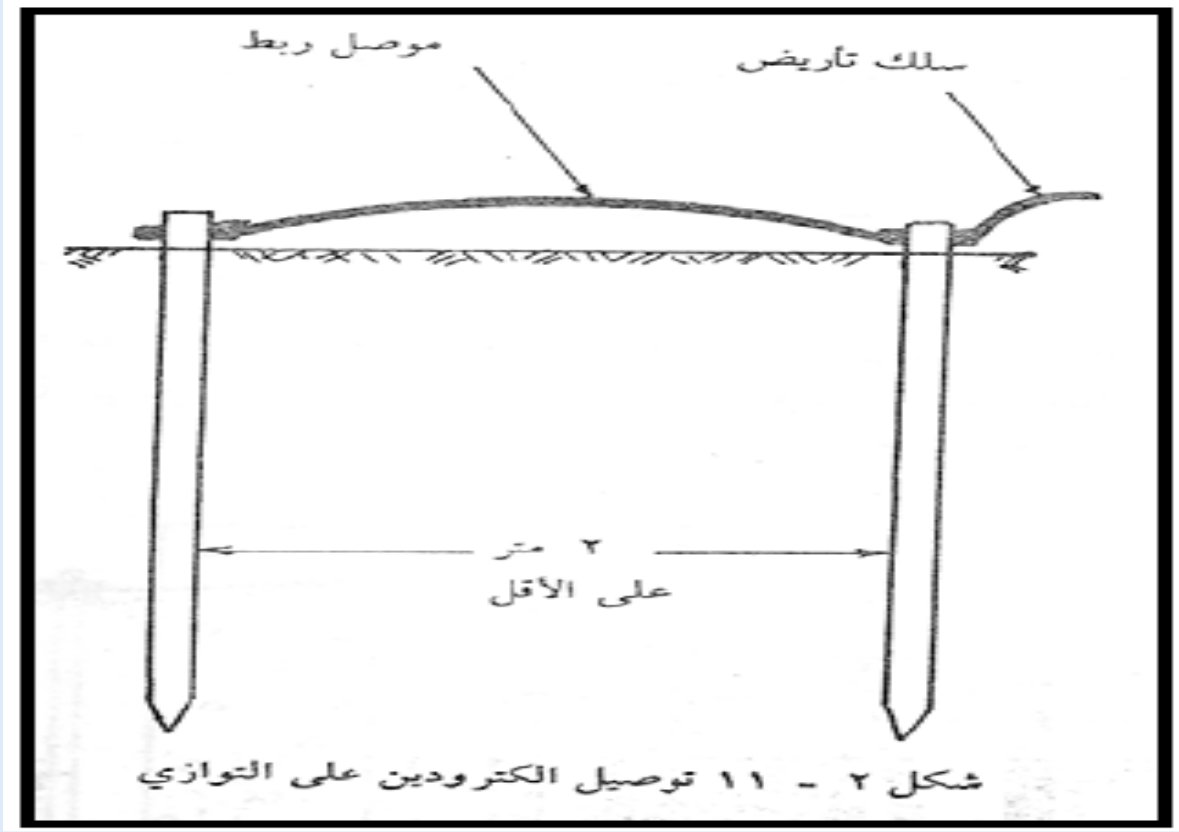
+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

2) وضع عدة الكترودات توصل بالتوازي بطرق مختلفه واعداد مختلفه على ألا تقل المسافة عن 2 متر للحصول على القيمة المطلوبة لمقاومة الارضي وهي الاكثر استخدام وفاعلية



شكل ٢ - ٢٤ تأثير عدد مضاعفات القضبان على مقاومة الأرض

٦٧



شكل ٢ - ١١ توصيل الكترودين على التوازي

ويمكن استخدام العلاقات التالية لمعرفة النسبة بين مقاومة مجموعة الكترودات على التوازي ومقاومة الكترود واحد

حيث أن (P) هي النسبة بين مقاومة المجموعة إلى 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

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

وتختلف قيمة المقاومة النوعية بإختلاف نوع التربة كما هو موضح في الجدول التالي.

نوع التربة	المقاومة النوعية (أوم . متر)	
	القيمة التقريبية	القيمة المتوسطة
تربة رطبة	50 - 10	30
تربة طينية زراعية	200 - 20	100
تربة رملية رطبة	600 - 200	450
تربة رملية جافة	1500 - 500	1000
تربة صخرية	مقاومة عالية جدا	-------

+201558401486 Eng. Ahmed Moharm

لذلك فإن خطوات تصميم الارضي تكون على اساس تحقيق مقاومة مطلوبة عن طريق احد الطرق التي تمت مناقشتها وعند الوصول الى تلك القيمة او اقل منها يتم ربط بين الالكترودات بموصلات الارضي العارية ثم يتم الربط بين تلك الالكترودات وال earth bar الموجود داخل غرفة المحول لتأريض نقطة تعادل المحول ومن ثم يمكن تأريض الاجهزة المختلفه عن طريق بئر الارضي

وبعد تنفيذ تلك الخطوات يلزم قياس المقاومة للتأكد من صحة الحسابات التي تمت .

يجب قياس مقاومة الألكترود بعد وضعه في الأرض ويجب أن تكون هناك قياسات دورية للاطمئنان على قيمة هذه المقاومة , وتوجد عدة طرق لقياس مقاومة الأرضي نظرا لتطور الأجهزة الخاصة بقياس مقاومة الأرضي ومن اكثر الطرق المستخدمه في قياس مقاومة الارضي هي

طريقة الهبوط في الجهد

تعتبر طريقة الهبوط في الجهد من أكثر الطرق دقة ويتم قياس المقاومة على النحو التالي :-

1- يوصل طرف التيار (C1) مع طرف الجهد (P1) ثم يتم توصيلها بالألكترود بحيث يكون جهاز القياس عند الألكترود.

2- يوصل طرف التيار (c2) بالكترود مساعد يدفع في الأرض من 30 سم إلى 60 سم.

3- يوصل طرف الجهد (P2) بالكترود مساعد يدفع في الأرض من30 سم إلى 60 سم على مسافة مساوية لـ(61,8 %) من المسافة بين الكترود (C2) وبين الألكترود الأصلي المراد قياسه.

4- يولد الجهاز الجهد وتقرأ قيمة المقاومة.

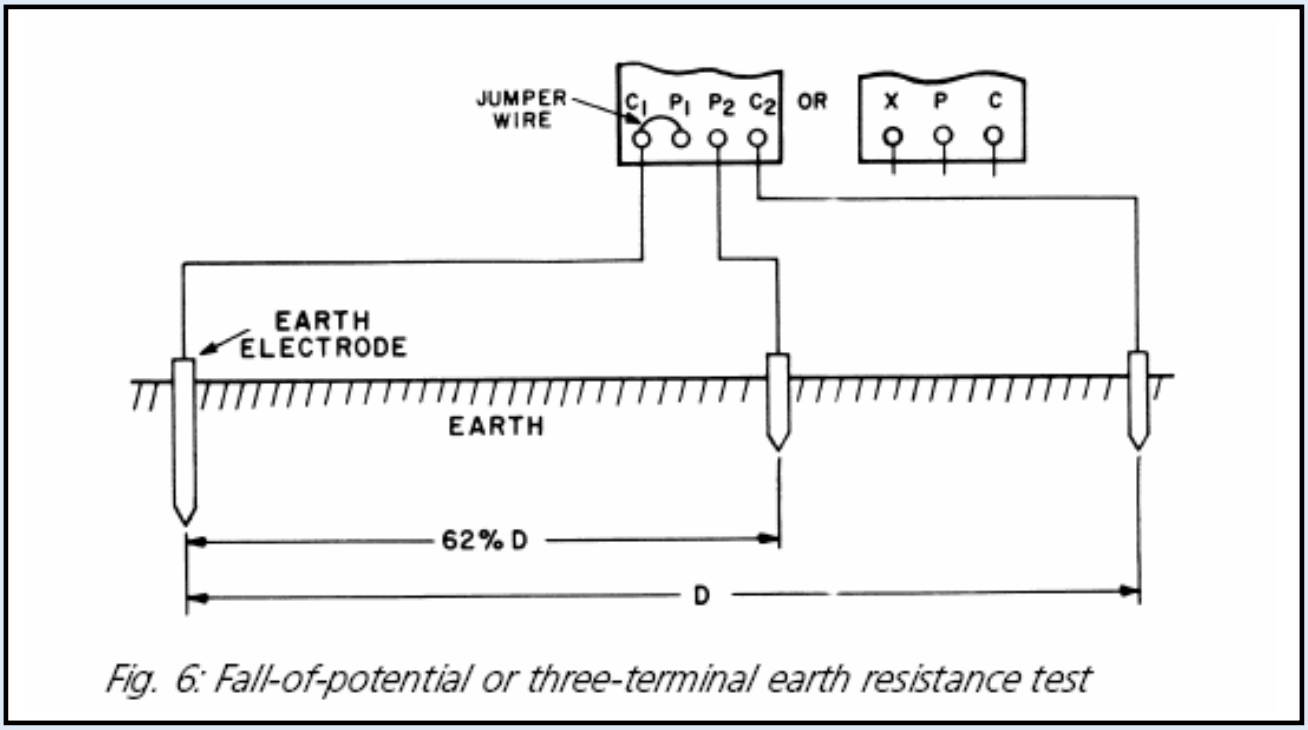
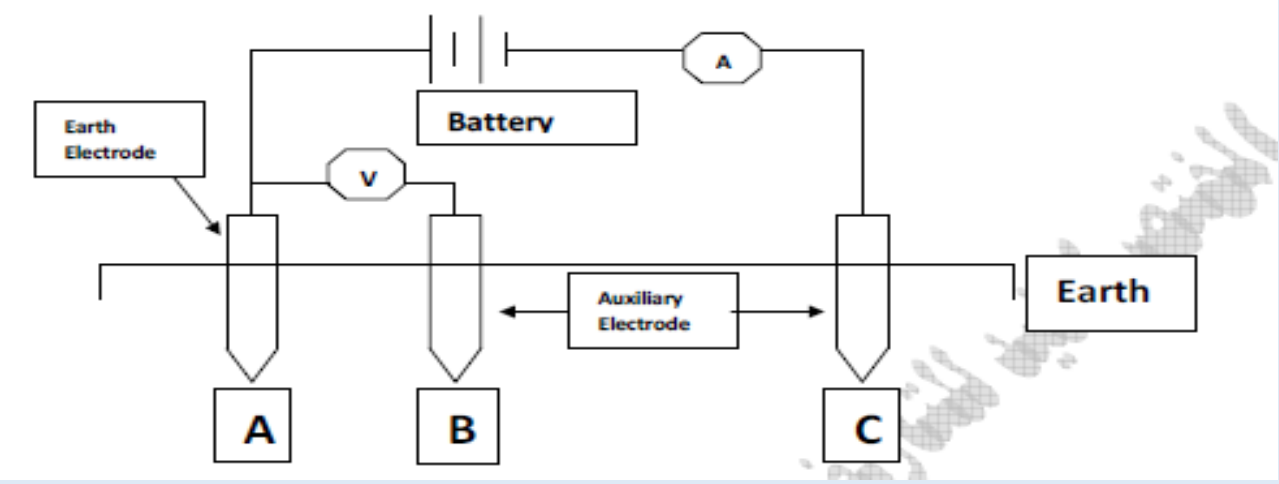


Fig. 6: Fall-of-potential or three-terminal earth resistance test

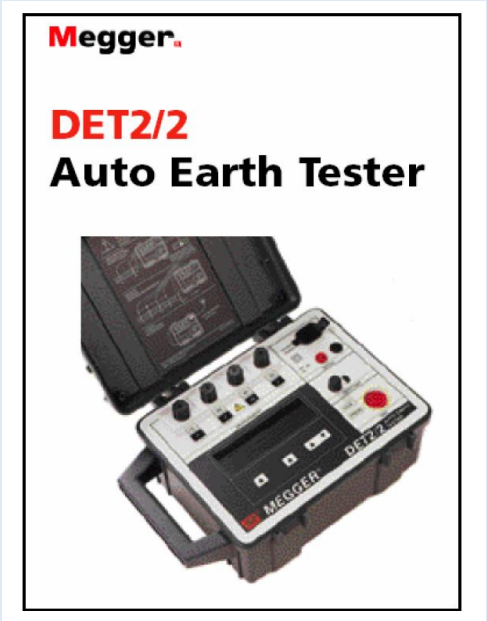
ويتم إضافة أقطاب مساعدة لقياس مقاومة القطب المراد حساب مقاومته بقانون أوم (Ra = Vab / I)
بحيث يمر تيار من القطب (a) إلى القطب (c) عن طريق الأرضي, ويقاس فرق الجهد بين القطبين (b,a) وعند التطبيق بالقانون أعلاه نحصل على مقاومة القطب (a) وهى المراد حسابها.



ويجب مراعاة الأتي عند القراءة :-

لا تقل المسافة بين الألكترود المراد قياسه وبين الكترود التيار عن 20 متر وكلما زادت المسافة زادت الدقة.
في حالة تكون نظام التأريض من مجموعة الكترودات يجب فصل الألكترود عن اى دائرة خارجية.
وتوجد عدة أنواع لأجهزة قياس مقاومة الأرضى ولكل جهاز طريقة خاصة حسب الشركة المصنعة .

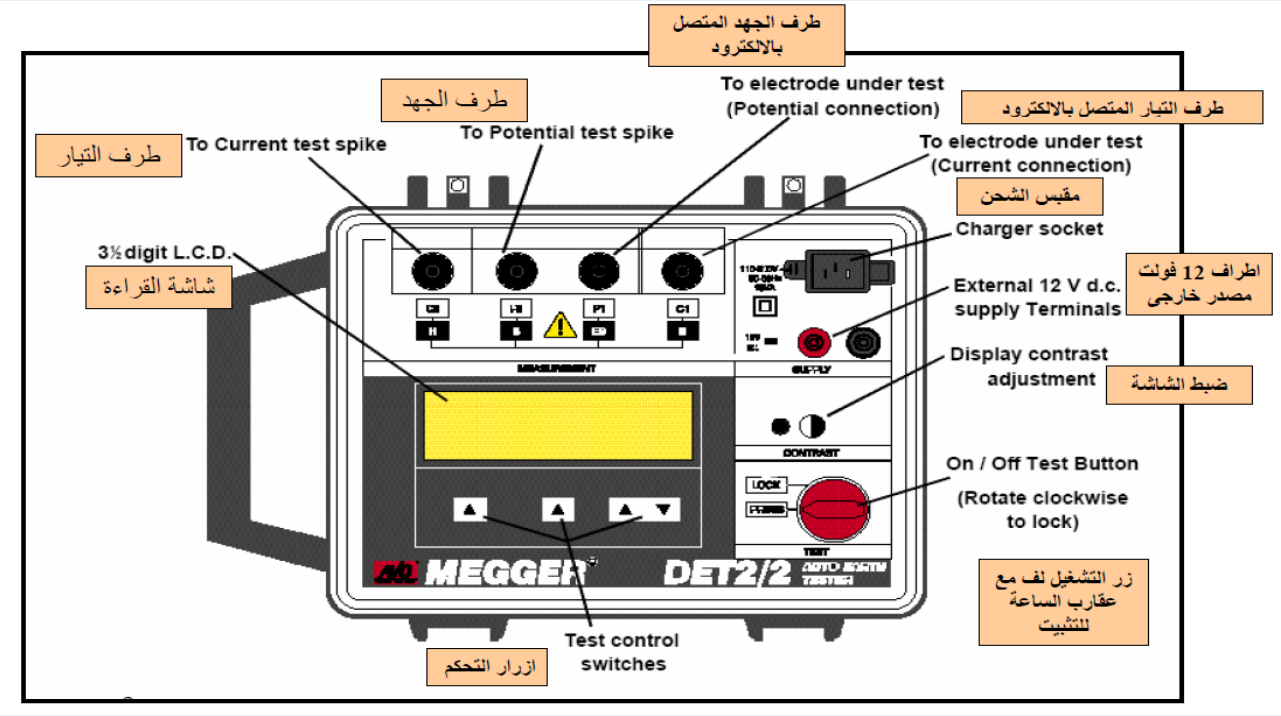
جهاز قياسات الارضى (Megger DET2/2) :



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

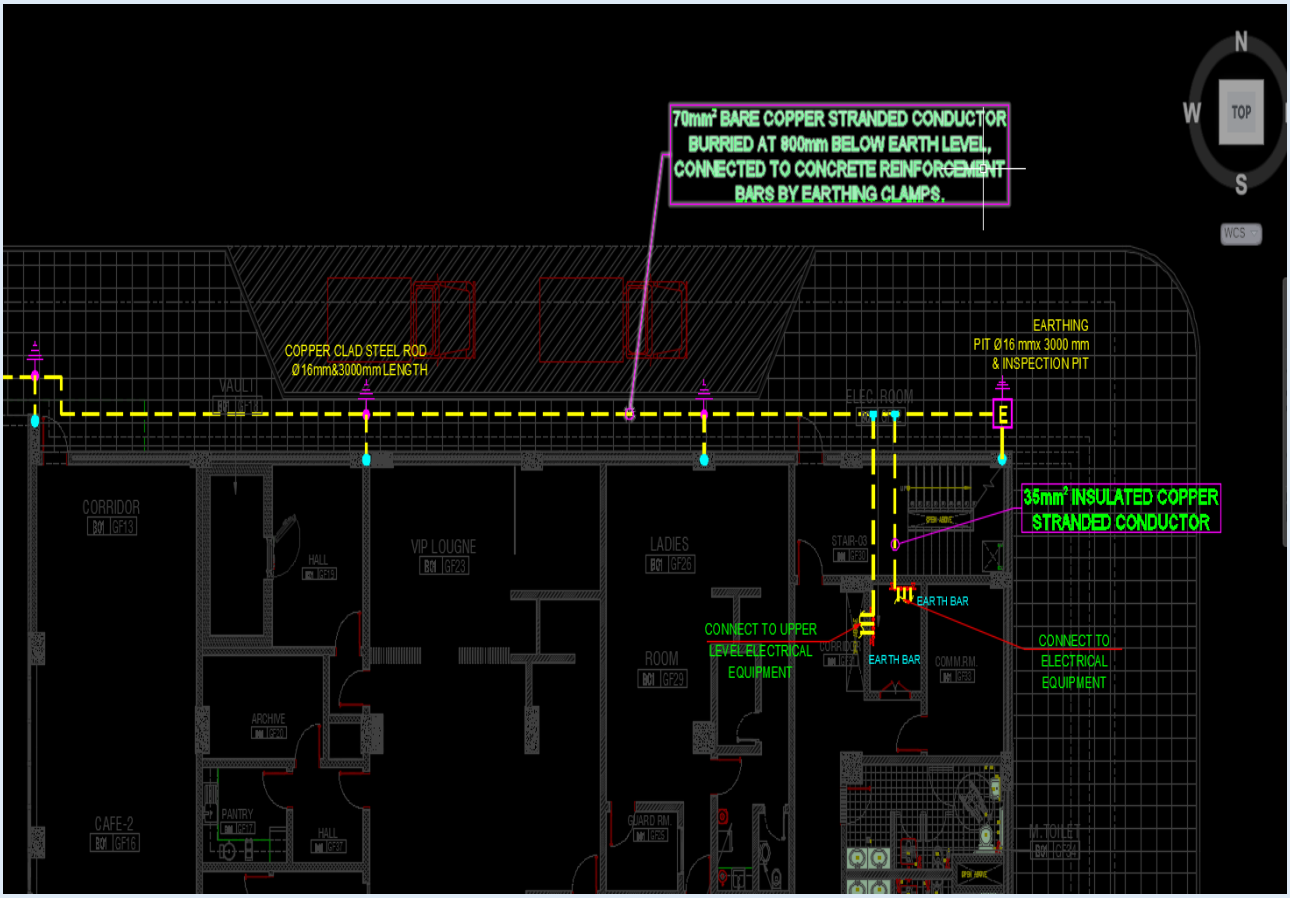
1- دقة عالية تصل إلى ا مللي أوم.
2- صحة قراءات عالية في قراءات مقاومة التربة ومقاومة الكترود التأريض.
3- جهد الاختبار 50 فولت للأمان.
4- بطاريات قوية قابلة للشحن.
5-جهاز قوى داخل جسم يتحمل ظروف التشغيل الصعبة.
6- وجود فلتر علي القراءات وإمكانية استخدام تيار اختبار عالي القيمة.

طريقة تشغيل الجهاز وقياس مقاومة الأرضي



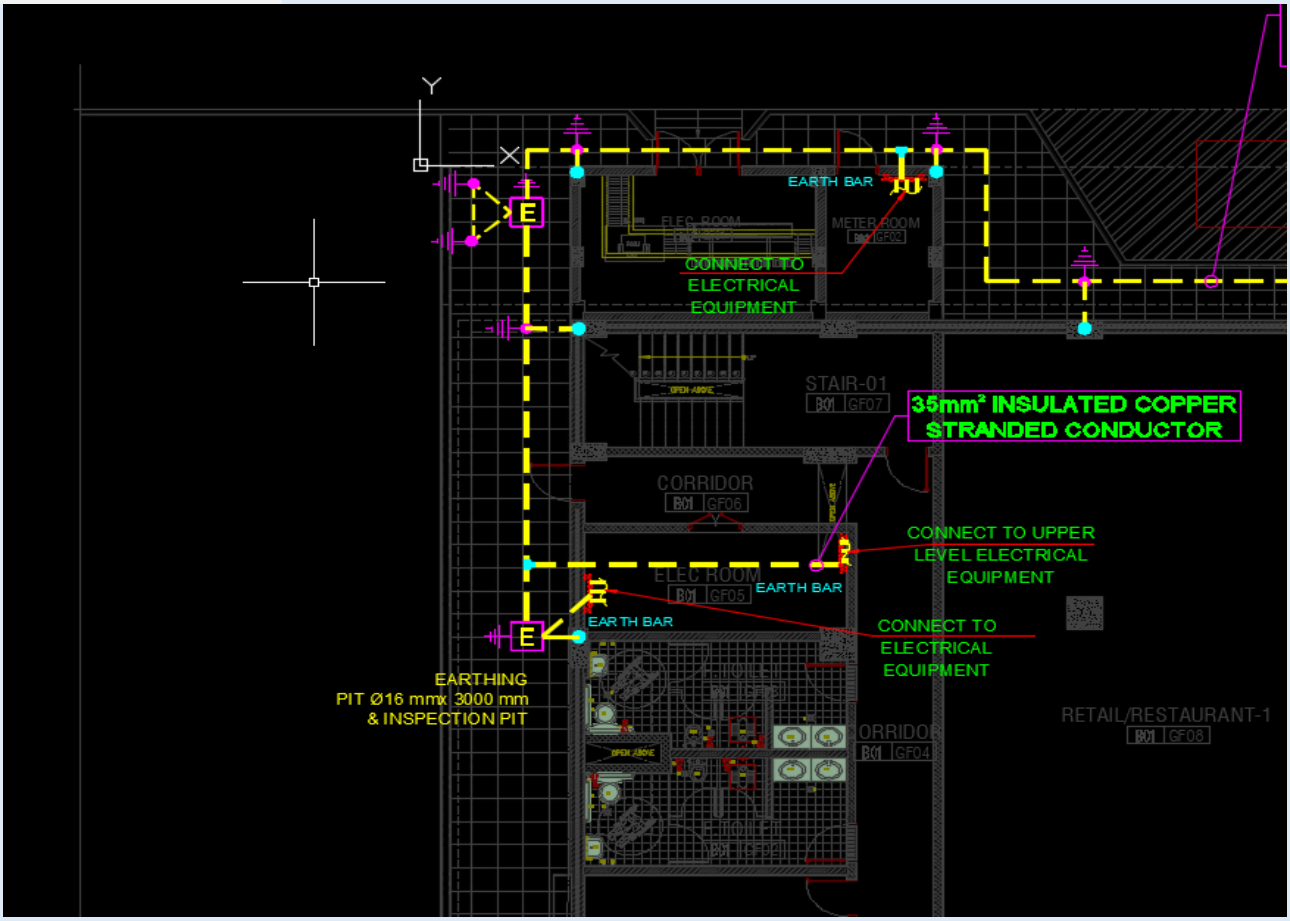
- توصيل الأطراف بالجهاز والتأكد من أن كل الأطراف صحيحة.
- بدء تشغيل الجهاز بالضغط علي زر التشغيل.
- تغييرات الإعدادات الابتدائية تتم قبل البدء عملية الاختبار لقياس الأرضي وتشمل تغيير اللغة والتردد واختبار الكترودات الاختبار.
- أبدأ (Pspike Test) للتأكد من أن الأطراف صحيحة والمقاومة بينهما مقبولة.
- لعمل (Pspike Test) أضغط الزر الأوسط لتختار (Pspike Test) ثم أضغط الزر الأيسر لعمل الاختبار , نتيجة الاختبار تظهر على الشاشة ويتغير الاختيار (Pspike) إلى (Repeat) وللعودة إلي قياس الأرضي نضغط على الزر الأوسط والمعنون بـ(Measure).
- إذا ظهر اى من الرسائل التي تفيد أن القياس الحقيقي الأرضي لا يمكن قياسه يمكن أتباع أحد هذه الخيارات (تغيير تردد الجهاز, تغيير قيمة تيار القياس من تيار منخفض إلى تيار عالي, تشغيل الفلتر).
- لتغيير تردد القياس يستخدم أزرار الاتجاه لزيادة ونقصان التردد.
- لتغيير قيمة تيار القياس من تيار منخفض إلى تيار عالي نضغط على الزر الأوسط حتى نختار إعداد التيار ويستخدم الزر الأيسر للتغيير مابين (Lo Current ,Hi Current), يفيد التيار العالي للتغلب على مقاومة الكترود القياس العالية, يتم مراقبة مقاومة الكترود القياس فلو كانت عالية جدا تظهر رسالة خطأ تفيد بذلك.

نماذج لمشاريع سابقة

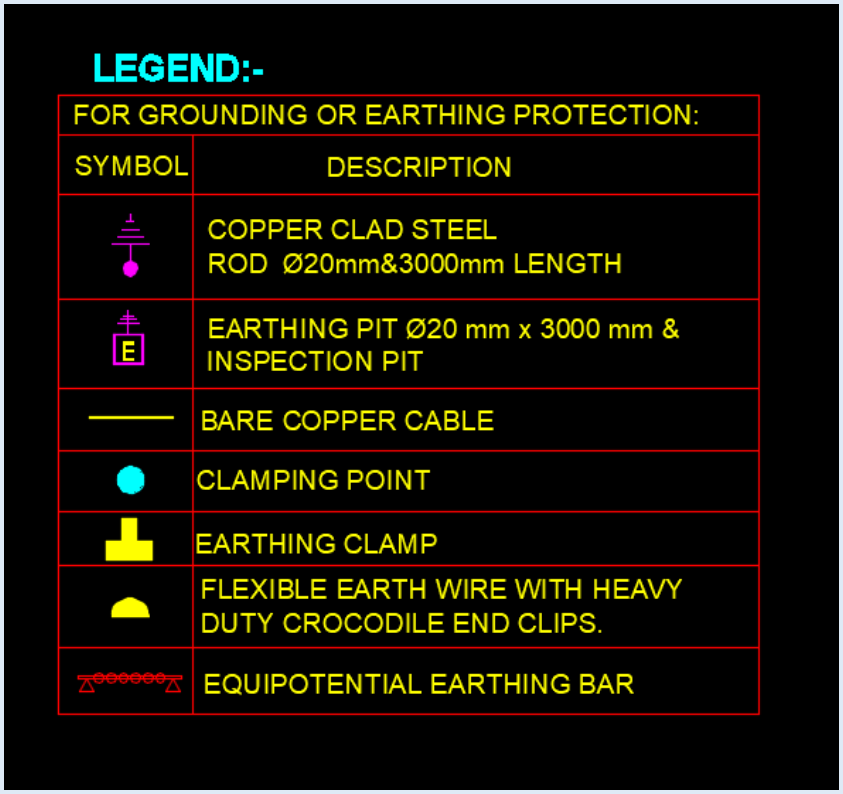


تأريض اجزاء المبنى ولوحات الكهرباء عن طريق موصلات و الكترودات

+201558401486 Eng. Ahmed Moharm



تأريض غرفة الكهرباء واللوحات الكهربية عن طريق شبكة الارضي للمنظومة بالكامل



المصادر والمراجع

- **كتاب التأريض ومانعات الصواعق للدكتور عبد المنعم موسي**
- **كتاب التأريض الوقائي للدكتور أسر على زكى**
- **مجموعة مواقع من على شبكة الانترنت**

وبهذا قد انتهيت من شرح منظومة الارضي متمنيا من الله ان اكون قد وفقت في نقل المعلومات التي جمعتها من مصادر مختلفه لتكون متاحه للجميع داعيا الله ان ينفع بها كل من يقرأها. على ان يكون هذا الاصدار هو الاول وليس الاخير في ذلك الموضوع ومواضيع اخرى بإذن الله تعالى.

اعداد م/ احمد محرم