جامعة المنارة

كلية هندسة العمارة

# تجهيزات مباني 1

الدكتور المهندس

علاء الدين أحمد حسام الدين

6

# مفردات المقرر

- مقدمة.
- مكونات الشبكة الكهربائية السورية.
- المفاهيم الأساسية في الكهرباء.
- المشاريع الكهربائية والتمديدات.
- التأريض.

# تمديدات التيار القوي وحساباتها

## تشمل تمديدات التيار القوي ما يلي:

1. تمديدات الإنارة.
2. تمديدات المآخذ والقوى المحركة.
3. تمديدات شبكة إنارة الطوارئ.
4. تمديدات شبكة التأريض
5. تمديدات شبكة الحماية من الصواعق.

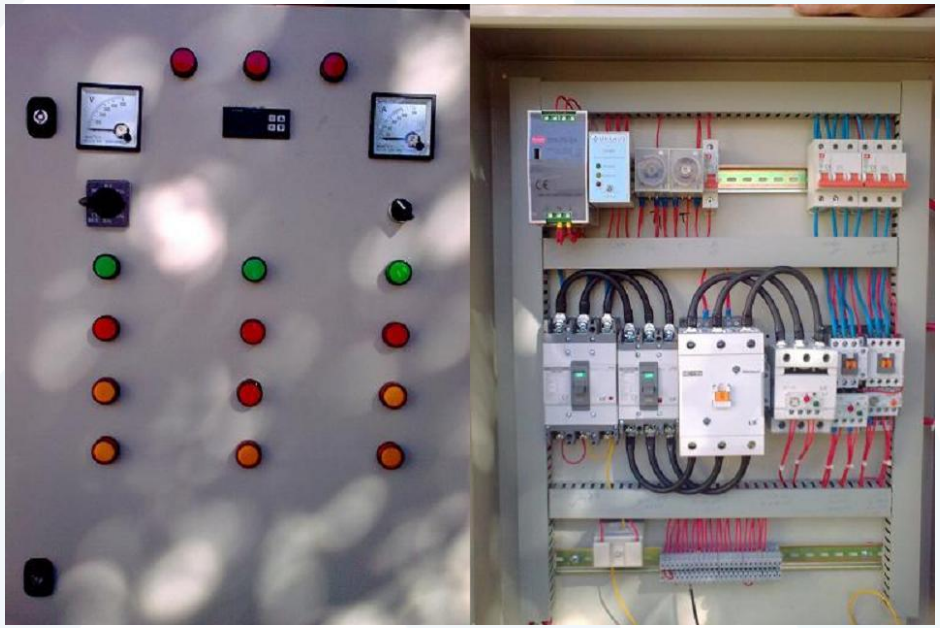
1. **تمديدات الإنارة:** وتتضمن كافة القساطل والأسلاك المعزولة أو الكابلات والمفاتيح والفواصم والقواطع والمصابيح التي تؤمن بمجملها إضاءة موقع محدد.

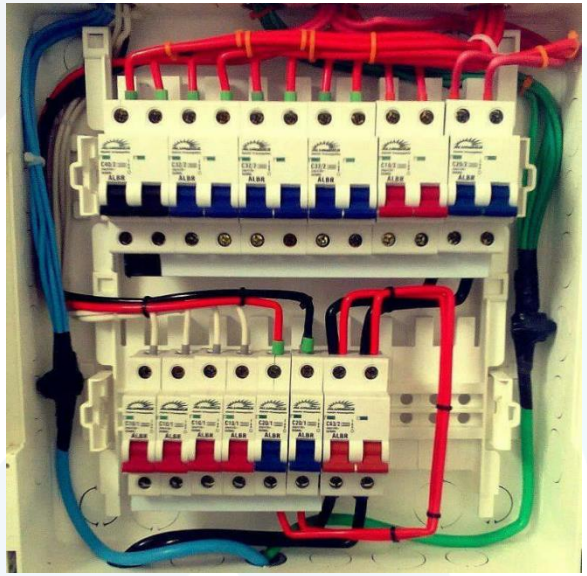
# اللوحات الكهربائية electrical panels

أغلب الأعطال التي تسبب الحرائق في الأبنية تحدث في اللوحات الكهربائية بسبب عدم تنفيذها بشكل صحيح. وتعد اللوحات الكهربائية من التجهيزات الهامة في أي منظومة كهربائية كبيرة أو صغيرة، فهي تمثل نقاط تمركز وتوجيه وتنظيم ومتابعة للطاقة الكهربائية، وسنتحدث فقط عن اللوحات المستخدمة في مجال التوتر المنخفض 220 V أو 380 V، والتي تركب داخل المباني.

يجب وضع اللوحة داخل المبنى بشكل لا يتعارض مع حرية الحركة، وتدخل لها نواقل التغذية من الشبكة إلى قاطع رئيس، ومن ثم عبر قواطع فرعية إلى دارات التغذية. وظيفة القواطع هي توصيل وفصل التيار الكهربائي عن الحمل وفصل الحمل أوتوماتيكياً عند حدوث عطل في الحمل.

توضع اللوحات المستخدمة في التغذية المنزلية داخل الجدار، أما اللوحات التي تغذي الأحمال الكبيرة فتوضع داخل المبنى بحيث تكون محمية من المياه أثناء التنظيف، وتقسم اللوحات من حيث الحجم وفق الحمل الكلي والأحمال الفرعية إلى لوحات صغيرة ولوحات كبيرة.





يجب أن تكون اللوحات (والتجهيزات الكهربائية) محمية من دخول الأجسام الغريبة، ومن دخول السوائل إلى التجهيزات، وهذا ما يعرف بالرمز IP (Ingress Protection) يليه رقمان يدلان على درجة الحماية وفق المؤثرات التالية:

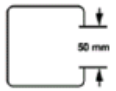
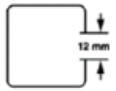
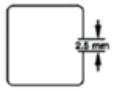
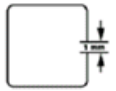
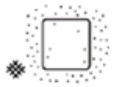
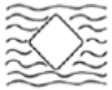
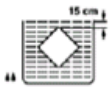
IP X X

الحماية من التماس مع الأجسام الحية والأجسام الغريبة

الحماية من دخول السوائل

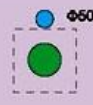
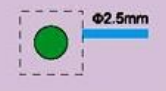
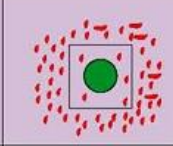
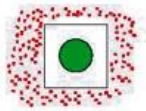
| الحماية | الرقم | الحماية | الرقم |
|---|---|---|---|
| لا يوجد حماية | 0 | لا يوجد حماية | 0 |
| من تساقط قطرات الماء بشكل عمودي | 1 | الحماية مؤمنة ضد حدوث التماس براحة اليد ومن دخول أجسام غريبة ذات حجم أكبر من 50 mm. | 1 |
| من تساقط قطرات الماء بزاوية حتى 15 عن الشاقول | 2 | الحماية مؤمنة ضد حدوث التماس بالأصابع، ومن دخول أجسام غريبة ذات حجم متوسط أكبر من 12 mm. | 2 |
| من تساقط قطرات الماء بزاوية حتى 60 عن الشاقول، مثل مياه الأمطار | 3 | الحماية مؤمنة ضد حدوث التماس بالعدة أو الأسلاك ...الخ، ومن دخول أجسام غريبة ذات حجم صغير أكبر من 2.5 mm. | 3 |
| الحماية مؤمنة ضد رش المياه من كل الاتجاهات | 4 | الحماية مؤمنة ضد حدوث التماس بالعدة أو الأسلاك ...الخ، ومن دخول أجسام غريبة ذات حجم صغير أكبر من 1 mm. | 4 |
| الحماية مؤمنة ضد صب المياه من كل الاتجاهات | 5 | الحماية كاملة ضد حدوث أي تماس، وحماية ضد تراكم الغبار. | 5 |
| الحماية مؤمنة ضد غمر المياه من كل الاتجاهات | 6 | الحماية كاملة ضد حدوث أي تماس، وحماية ضد دخول الغبار. | 6 |
| الحماية مؤمنة ضد الغطس المؤقت في المياه، ويتم الاختبار بالغطس بالمياه لمدة 30 دقيقة، وعلى عمق 1 m. | 7 | مثال: درجة الحماية لجهاز ما IP23 فهذا يعني أن الحماية مؤمنة من دخول أجسام غريبة ذات قطر أكبر من 12 mm ومن رزاز الماء المتساقط بزاوية حتى $60^{o}$ عن الشاقول مثل مياه الأمطار. | |
| الحماية مؤمنة ضد الغطس الدائم في المياه. | 8 | | |

# Reference Table of IP Rating Code

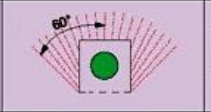
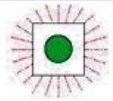
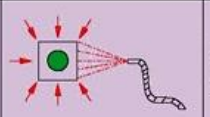
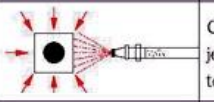
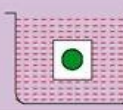
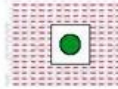
| 1st Digit | Symbol | Solid Object Protection | 2nd Digit | Symbol | Water Protection |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | Not protected | 0 | | Not protected |
| 1 |  | Protected against solid objects greater than 50mm | 1 | | Protected against vertically dripping water |
| 2 |  | Protected against solid objects greater than 12.5mm | 2 | | Protected against dripping water when tilted up to 15° |
| 3 |  | Protected against solid objects greater than 2.5mm | 3 | | Protected against spraying water |
| 4 |  | Protected against solid objects greater than 1.0mm | 4 | | Protected against splashing water |
| 5 |  | Protected from the amount of dust | 5 | | Protected against jetting water |
| 6 | | Dust tight | 6 |  | Protected against powerfully jetting water |
| IP 6 6<br>Code Letters — 1st Digit — 2nd Digit | | | 7 |  | Protected against temporary immersion in water |
| | | | 8 | | Protected against continuous immersion in water |

IP □ □

Prevent solid class

| | Test | Protection |
|---|---|---|
| 0 | Exempt from testing | Inherent protection |
| 1 |  | Protected against solid bodies larger than 50mm(eg:accidental contact with the hand) |
| 2 | | Protected against solid bodies larger than 12.5mm (eg:finger of the hand) |
| 3 |  | Protected against solid bodies larger than 2.5mm (eg:tools, wires) |
| 4 | | Protected against solid bodies larger than 1mm (eg:fine tools, small wires) |
| 5 |  | Protected against dust (no harmful deposit) |
| 6 |  | Completely protected against dust |

Water-proof class

| | Test | Protection |
|---|---|---|
| 0 | Exempt from testing | Inherent protection |
| 1 | | Protected against vertically-falling drops of water (condensation) |
| 2 | | Protected against drops of water falling at up to 15° from the vertical |
| 3 |  | Protected against drops of rainwater at up to 60° from the vertical |
| 4 |  | Protected against projections of water from all directions |
| 5 |  | Protected against jets of water from all directions |
| 6 |  | Completely protected against jets of water of similar force to heavy seas |
| 7 |  | Protected against the effects of immersion |
| 8 |  | Protected against the effects of prolonged immersion under specified conditions |

## Ingress Protection (IP) According to EN 60529 / DIN 40050

### IP68 Protection Against Dust

| | | |
|---|---|---|
| 0 | No protection | No contact protection, no protection against solid particles and foreign bodies. |
| 1 | Protection against large foreign bodies | Protection against large contact area with hands and foreign bodies 6 > 50mm. |
| 2 | Protection against medium foreign bodies | Protection against contact with fingers, protection against foreign bodies 6 >12.5 mm. |
| 3 | Protection against small foreign bodies | Protection against tool contact foreign bodies, wires or the like with 0 > 2.5 mm. |
| 4 | Protection against foreign grains | Protection against tool contact, foreign bodies, wires or the like with 0 > 1 mm. |
| 5 | Dust-protected | Full contact protection. Protection against dust deposits inside. |
| 6 | Dust-tight | Full contact protection. Protection against dust penetration. |

### IP68 Protection Against Water

| | | |
|---|---|---|
| 0 | No protection | No protection against water. |
| 1 | Protection against dripping water | Protection against vertical water drops. |
| 2 | Protection against inclined water drops | Protection against inclined water drops (any angle up to 15° to vertical line). |
| 3 | Protection against spray-water | Protection against spray water from an angle of 60° to vertical line. |
| 4 | Protection against splash-water | Protection against splash water from all directions. |
| 5 | Protection against water jets | Protection against water jets from any angle. |
| 6 | Protection against powerful water jets | Protection against powerful water jets from any angle. |
| 7 | Protection against immersion | Protection against water penetration 1m below the surface. |
| 8 | Protection against submersion | Protection against pressure water for an indefinite time (customer tailored). |

# ملاحظة:

عند الرغبة في الدلالة على حماية واحدة فقط (ضد التماس ودخول الأجسام الغريبة فقط، أو ضد دخول الماء فقط)، يجب وضع نقطة أو شحطة صغيرة مكان الحماية غير الموجودة.

مثال:

عندما تكون درجة الحماية لجهاز ما : IP . 3، فهذا يعني:

الرقم اليساري (.) يعني أنه لا يوجد دلالة على الحماية ضد التماس ودخول الأجسام.

الرقم اليميني (3) يعني أن الحماية مؤمنة ضد تساقط مياه الأمطار بزاوية حتى 60 عن الشاقول.

## مثال:

عندما تكون درجة الحماية لجهاز ما : IP 5 . ، فهذا يعني:

الرقم اليساري (5) يعني أن الحماية كاملة ضد حدوث أي تماس، وضد تراكم الغبار.

الرقم اليميني (.) يعني أنه لا يوجد دلالة على الحماية ضد المياه.

# التمديدات الخارجية والتمديدات المكملة للمباني

## (البنى التحتية الكهربائية)

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

# الغاية من استعمال أقنية التمديدات الكهربائية في الأبنية والمنشآت هي حماية الأسلاك والكابلات ميكانيكياً، وتسهيل عملية الصيانة وسحب وتبديل هذه النواقل عند الضرورة

# الأقنية والحوامل المستخدمة في التمديدات الكهربائية

## 1. تجهيز الأقنية وتثبيتها:

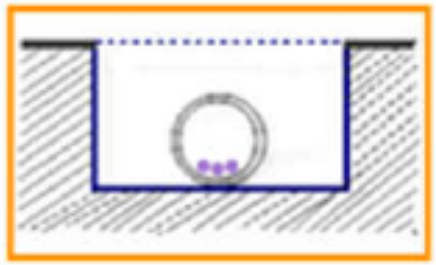
توجد أنواع مختلفة من المجاري المستخدمة للتركيب في أنظمة التمديدات الكهربائية منها الأقنية. والقناة هي غلاف مغلق مخصص لتمرير النو اقل والكابلات ضمنه، ويمكن أن تكون القناة مصنوعة من مواد معدنية أو من مواد عازلة وبأشكال مختلفة. والأنابيب الكهربائية (القساطل) هي نمط من أنماط الأقنية.

# أنواع الأقنية حسب استخداماتها

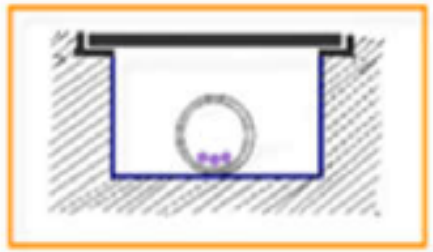
1. قساطل (أنابيب) ظاهرة.

2. قساطل (أنابيب) مخفية.

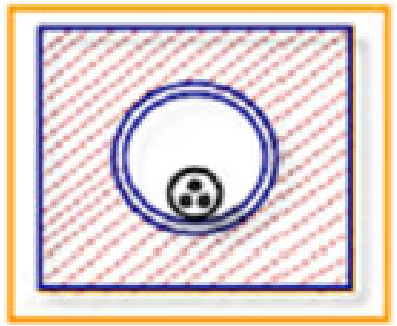
3. قساطل (أنابيب) ممددة ضمن مجرى أرضي مفتوح أو مهوّى.



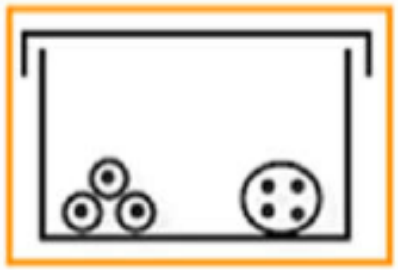
4. قساطل (أنابيب) ممددة ضمن مجرى أرضي مغلق.



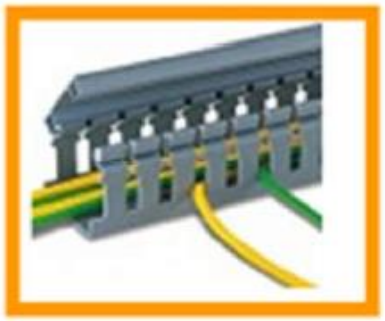
5. قساطل عبور (اجتياز) ممددة ضمن جدران.



6. أقنية مغلقة ظاهرة مع غطاء.



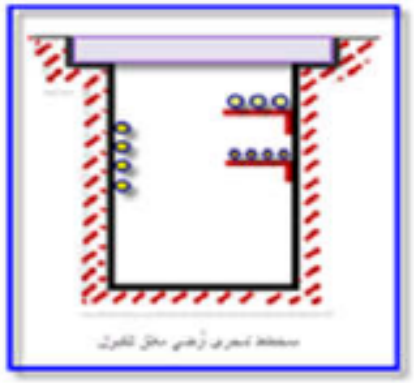
7. أقنية مغلقة ذات شقوق جانبية.



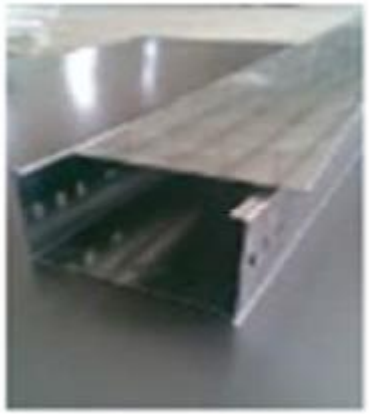
8. أقنية مغلقة ظاهرة ذات تقسيمات داخلية مع غطاء.

9. أقنية مغلقة مع مأخذ.

10. أقنية أرضية مغلقة للكابلات.

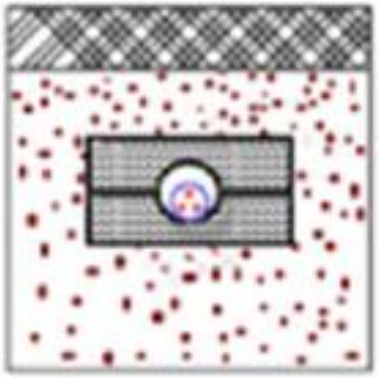


11. نفق طولاني.

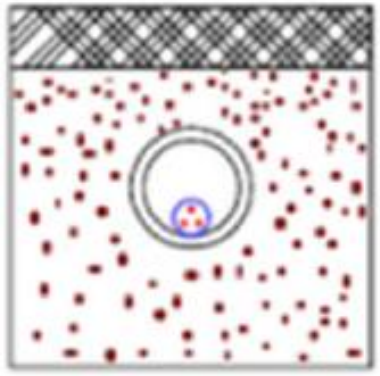


12. حوامل كابلات بغطاء (رفوف).

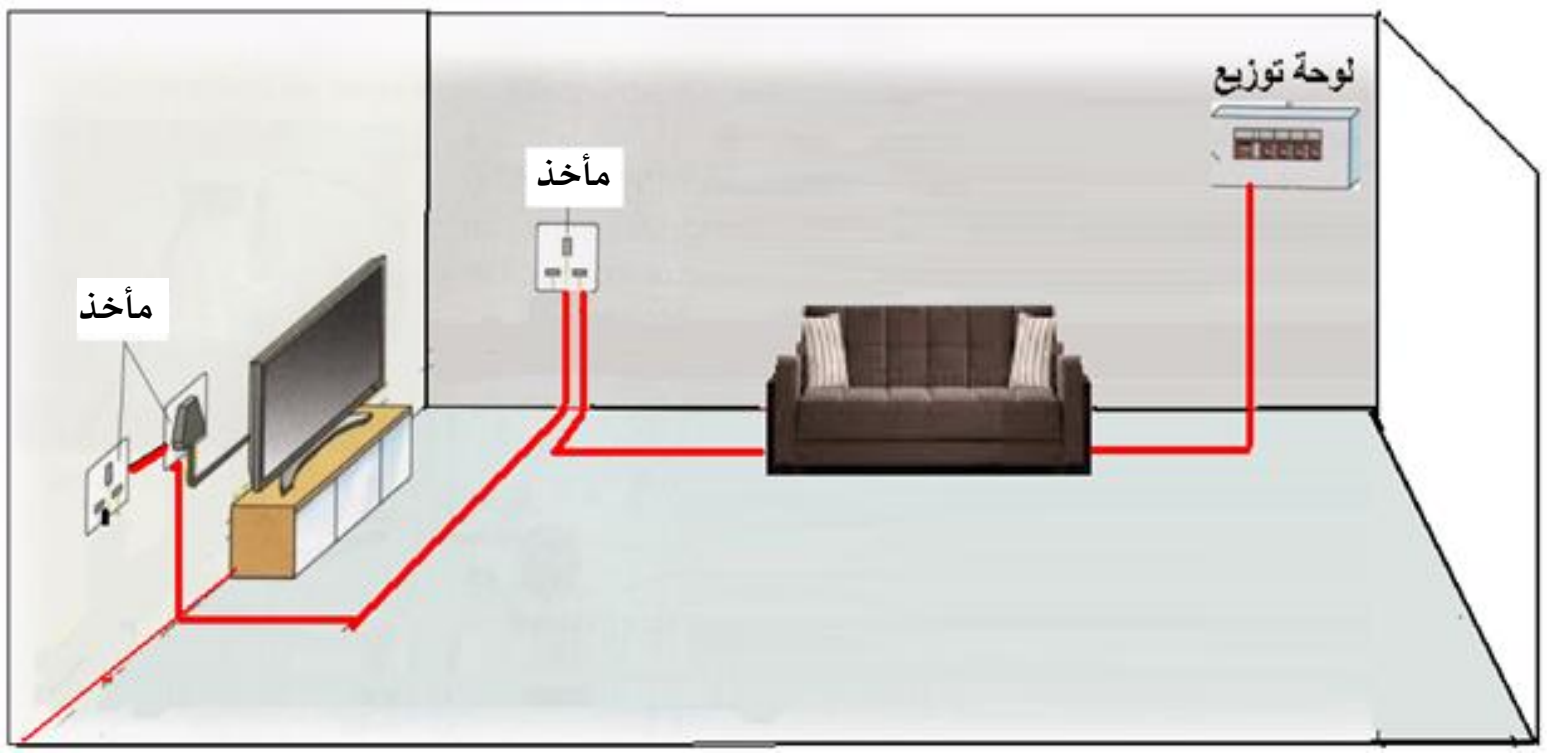
13. أقنية أرضية مغموسة بالبيتون.



14. أقنية بيتونية مسبقة الصنع.



15. أقنية أرضية في التربة.


لوحة توزيع
مأخذ
مأخذ

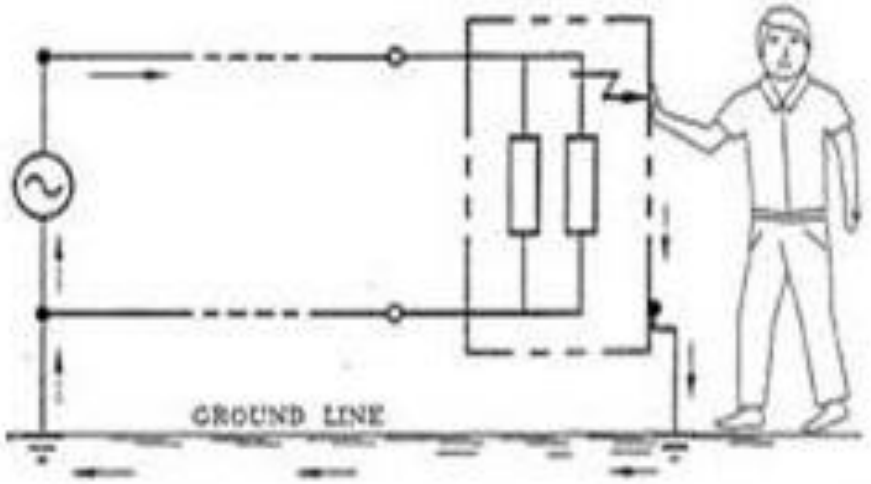
جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

# التأريض

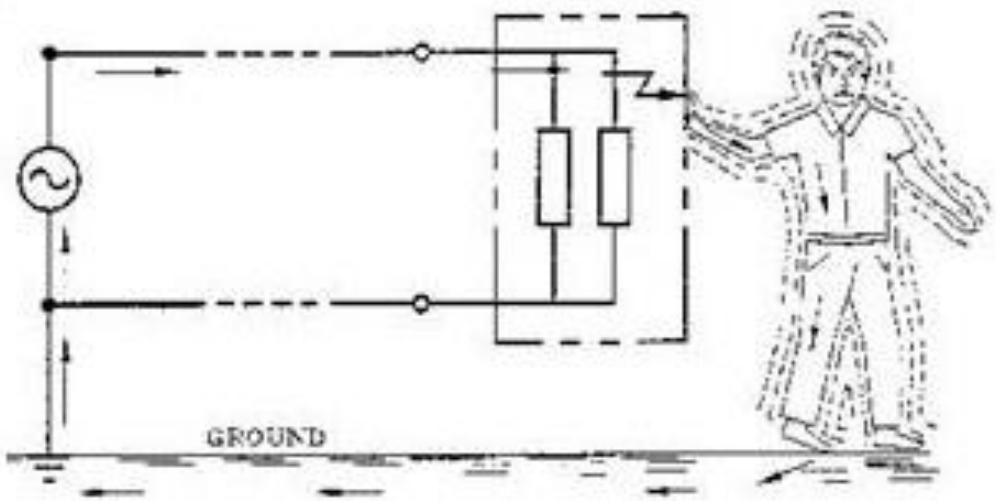
# Earthing Protection

يمكن تعريف الأرضي أو التأريض بأنه اتصال كهربائي نُفّذ عن قصد بين جهاز كهربائي من جهة، وبين كتلة الأرض من جهة أخرى. والتأريض مطلوب لتوفير السلامة للمنظومة الكهربائية وللعاملين في المنشأة.

ويُعدّ التأريض في الشبكات الكهربائية وسيلة فعّالة وهامة للمحافظة على سلامة الأشخاص من أخطار الكهرباء ولحماية الأجهزة والمعدات الكهربائية.

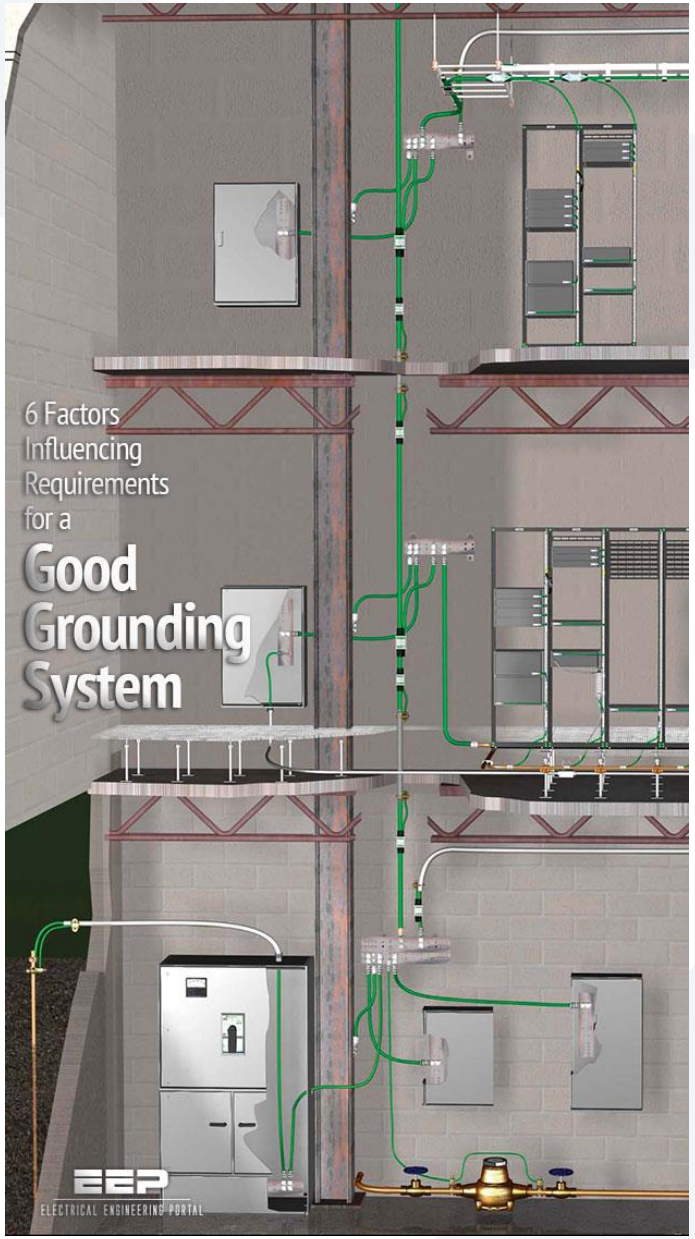


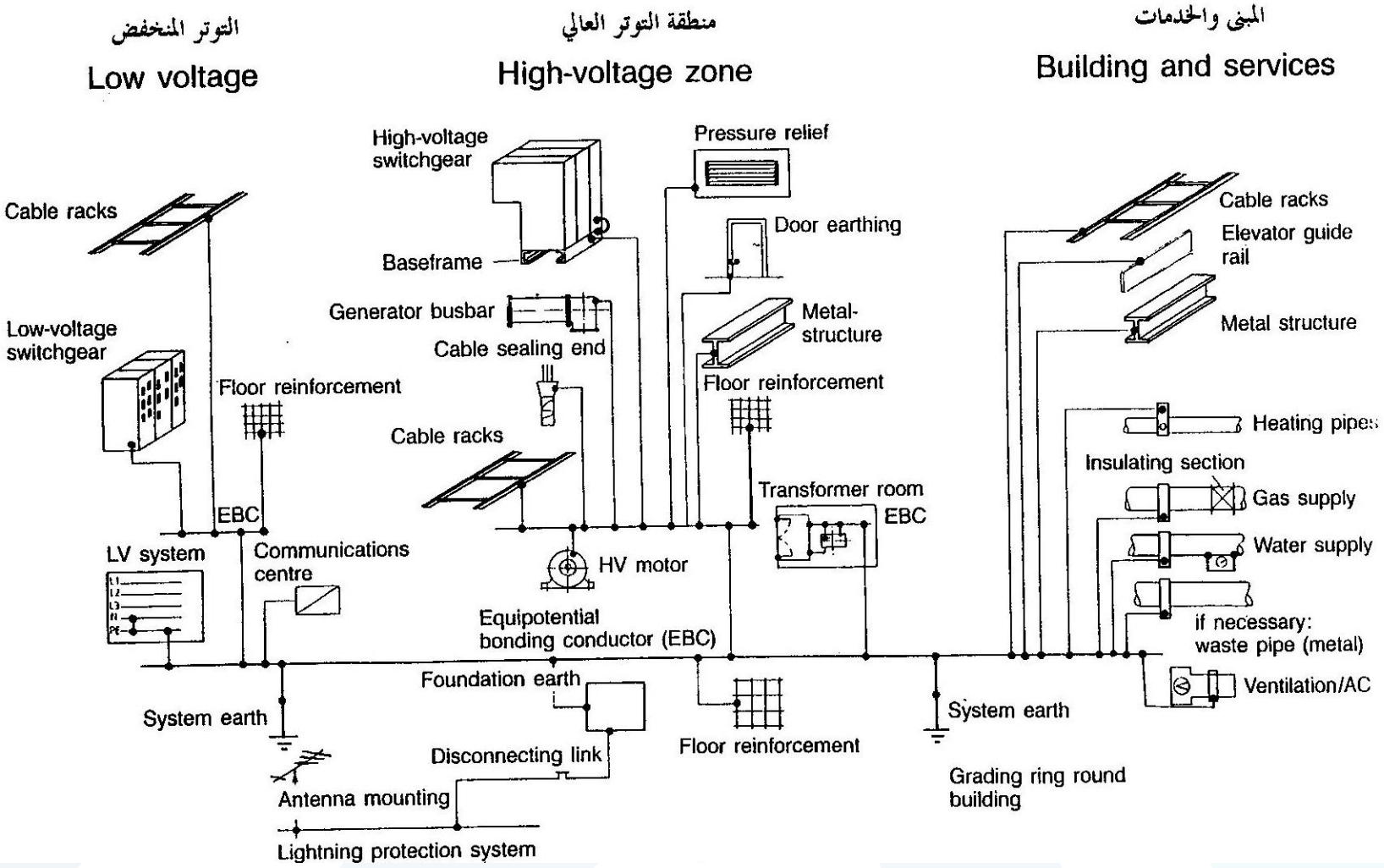

Safety in a Grounded Equipment




Danger of an Ungrounded Equipment in a Grounded System

من شروط التأريض الجيد أن تكون مقاومته أقل ما يمكن، وتتراوح عادة بين 1-5Ω.


6 Factors
Influencing
Requirements
for a
Good
Grounding
System
EEP
ELECTRICAL ENGINEERING PORTAL


التوتر المنخفض
Low voltage
منطقة التوتر العالي
High-voltage zone
المبنى والخدمات
Building and services
Cable racks
Low-voltage switchgear
Floor reinforcement
EBC
LV system
Communications centre
High-voltage switchgear
Baseframe
Generator busbar
Cable sealing end
Cable racks
HV motor
Pressure relief
Door earthing
Metal-structure
Floor reinforcement
Transformer room
EBC
Equipotential bonding conductor (EBC)
Foundation earth
Disconnecting link
Floor reinforcement
Cable racks
Elevator guide rail
Metal structure
Heating pipes
Insulating section
Gas supply
Water supply
if necessary: waste pipe (metal)
Ventilation/AC
System earth
Grading ring round building
System earth
Antenna mounting
Lightning protection system

# مكونات منظومة التأريض:

1. تربة الأرض Earth
2. نو اقل التأريض Grounding Conductors
3. أقطاب التأريض Grounding Electrode
4. تجهيزات الوصل والربط Bonding

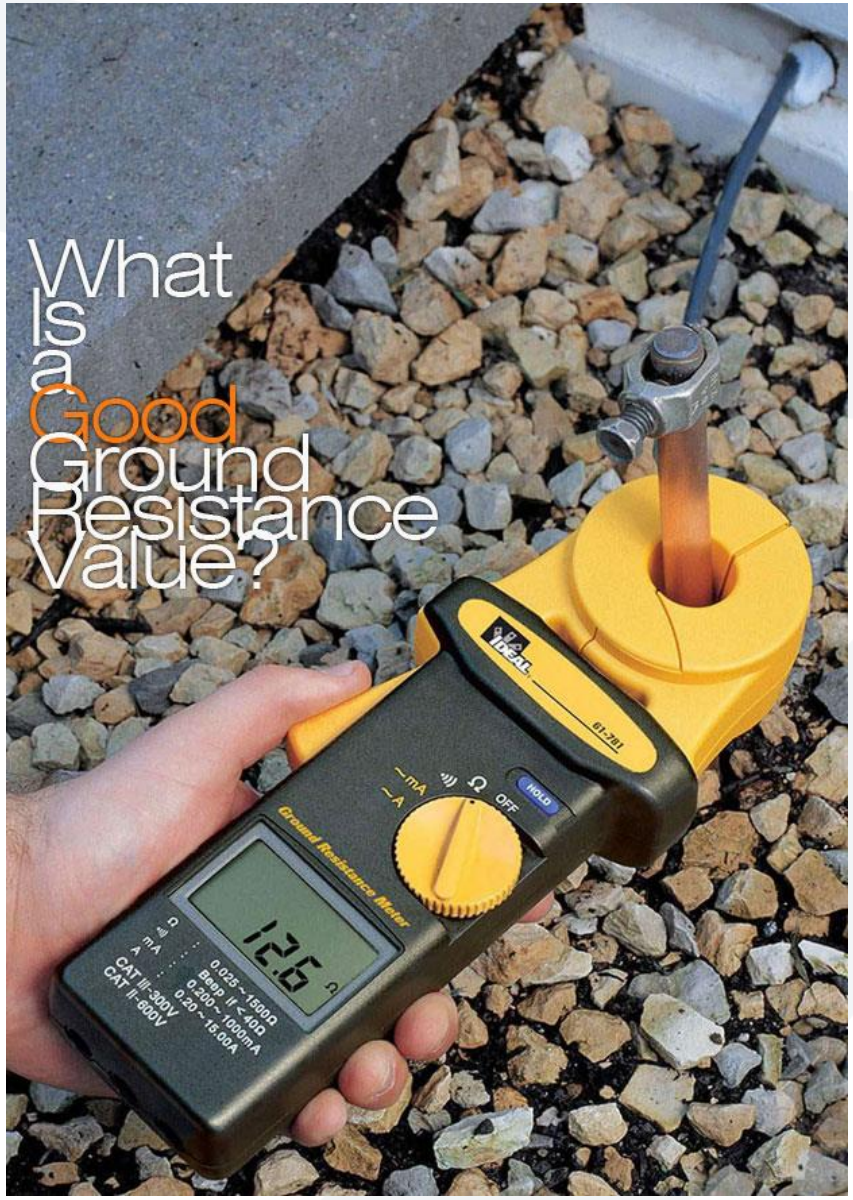
# 1. تربة الأرض Earth

حيث يوضع فيها وتد التأريض. وتختلف كل تربة في طبيعتها فمنها التربة الطينية والرملية والصخرية ومنها الجافة والرطبة ومنها التي تحتوي علي أملاح ومعادن وكل هذه العوامل تؤثر في مقاومة تربة الأرض **Earth Resistance** والتي يمر فيها تيار الخطأ من خلال قطب التأريض.

المقاومة النوعية للتربة ρ، هي مقاومة مكعب من التربة طول ضلعه 1 cm أو 1 m. وتقاس بواحدة [Ω×cm] ، [Ω×m].

تتأثر المقاومة النوعية للتربة بالرطوبة وبالتركيب الكيميائي وتركيز الأملاح المنحلة بالماء ودرجة الحرارة. وتختلف هذه العوامل من مكان لآخر، وكلما قلّت قيمة هذه المقاومة كلما كان نظام التأريض ذا مردود أفضل. يبين الجدول التالي فكرة عن قيم هذه المقاومة التي تعد دليلاً عاماً عند تصميم الشبكة.

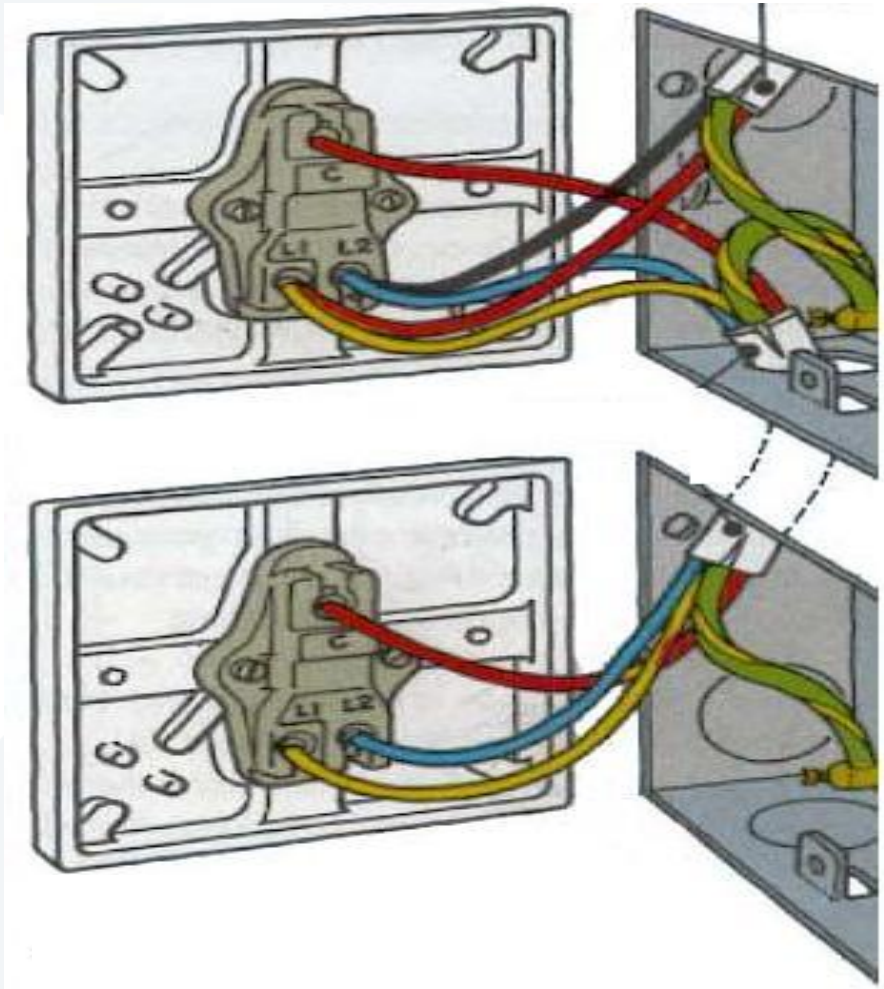
| نوع الأرض | مجال المقاومة النوعية [Ω·m] | المقاومة النوعية الوسطية [Ω·m] |
|---|---|---|
| رطبة، ملحية، مستنقعات | 10 - 50 | 30 |
| طينية – زراعية | 20 - 200 | 100 |
| رملية رطبة | 100 - 600 | 200 |
| بيتون | 100 - 500 | 300 |
| بحصة رطبة | 300 - 1000 | 500 |
| رملية جافة | 500 - 1500 | 1500 |
| بحصة جافة | 1000 - 2000 | 1500 |
| صخرية - حجرية | 2000 - 8000 | 3000 |




ويجب تأكيد قيم المقاومة النوعية للتربة بإجراء قياس عملي لها لأن قيمتها لا تعتمد على الطبقات السطحية فقط، بل تتأثر بالتكوين الجغرافي للطبقات السفلية.

## 2. نواقل التأريض (Grounding Conductor):

هي أسلاك من النحاس أو الألمنيوم المعزولةً باللون الأخضر أو اللون الأخضر/الأصفر، يتم تمديدها مع أسلاك الدارات الكهربائية بين لوحة التوزيع الفرعية والمخرج الكهربائي، أما ناقل تأريض اللوحات الفرعية والرئيسية فيكون من النحاس أو الألمنيوم، وقد يكون إما معزولاً أو بدون عزل، وهو يربط اللوحات الفرعية مع اللوحات الرئيسية من جهة ويربط اللوحات الرئيسية مع وتد التأريض من الجهة الأخرى.


L1
L2
L1
L2

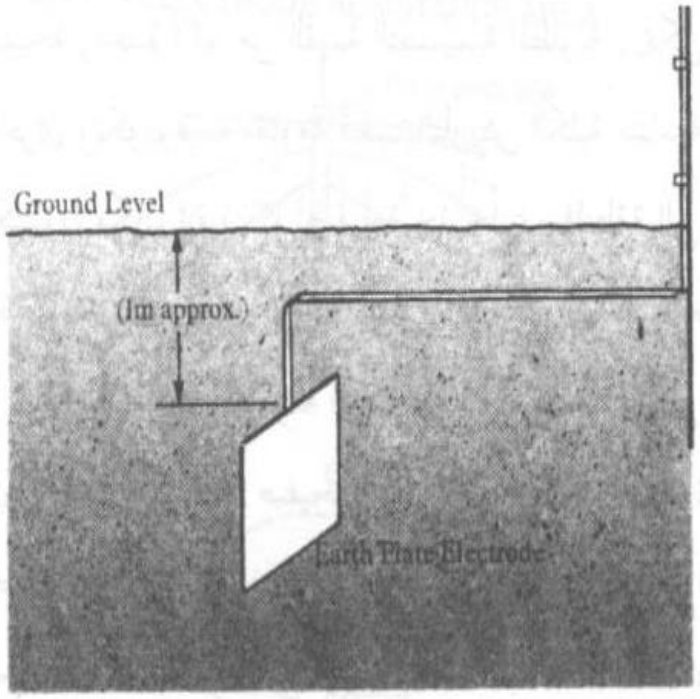
## 3. وتد التأريض (Grounding Electrode):

هي قطعة معدنية مطمورة في التربة تحقق اتصالاً كهربائياً مع الأرض يسمح بانتقال التيار الكهربائي من المنشآت والتجهيزات المعدنية لحظة وقوع ارتفاع في قيمة التوتر لسبب ما. يمكن تنفيذ التأريض بإحدى الوسائل التالية:

1. صفيحة (لوح أرضي).
2. أنابيب أرضية.
3. شرائط ونواقل معدنية.
4. وتد أرضي.
5. مجموعة أوتاد أرضية.

## 1. صفيحة أو لوح أرضي (PLATE ELECTRODE) :

تطمر الصفيحة رأسياً في الأرض وليس أفقياً، بحيث تكون حافتها العليا على عمق 1 m على الأقل من سطح الأرض. ويتم وصل ناقل الحماية الأرضية جيداً في منتصف هذه الصفيحة، ويحظر استعمال الفحم في تغطية سطح اللوحة. ويتم دفن اللوحة في أرض رطبة.




تحسب مقاومة الأرضي للصفائح المربعة الشكل والموضوعة رأسياً تحت الأرض بالعلاقة:

$$R_S = \frac{0.25 \cdot \rho}{l}$$

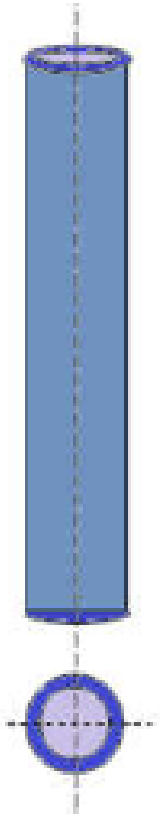
حيث:

- $\rho$ - المقاومة النوعية للتربة $[\Omega.m]$.
- $l$ - طول ضلع الصفيحة المربعة $[m]$.

## مثال:

المطلوب حساب مقاومة الأرضي للوحة أرضية مربعة الشكل، يبلغ طول ضلعها 1m، علماً أن اللوحة مطمورة في أرض زراعية.

$$R_S = \frac{0.25 \cdot \rho}{l} = \frac{0.25 \times 100}{1} = 25\ \Omega$$



## 2. الأنابيب الأرضية:

تستعمل أنابيب من الفولاذ بقطر يتراوح بين (1-2 inch) وبطول يتراوح بين (1–6 m). ويجب أن تكون الأنابيب مغلفنة (مطلية بالتوتياء أو الرصاص)، وفي حال استخدام عدة أنابيب لمأخذ أرضي واحد، فلا بد من وجود مسافة بينها تبلغ 3 m على الأقل.

تحسب مقاومة الأرضي للأنابيب الأرضية بالعلاقة:

$$R_S = \frac{0.9 \cdot \rho}{l}$$

حيث:

$\rho$ - المقاومة النوعية للتربة [Ω.m].

$l$- طول الأنبوب [m].

## مثال 1:

المطلوب حساب مقاومة الأرضي لأنابيب أرضية مطمورة على عمق 3m في أرض زراعية.

$$R_S = \frac{0.9 \cdot \rho}{l} = \frac{0.9 \times 100}{3} = \frac{90}{3} = 30\ \Omega$$

## مثال 2:

كم يبلغ طول الأنابيب الأرضية، إذا كانت مقاومة الأرضي في أرض زراعية هي $10\Omega$.

$$l = \frac{0.9 \cdot \rho}{R_S} = \frac{0.9 \times 100}{10} = 9\ m$$

لذلك يمكن وصل 3 أنابيب طول الواحد 3m، والمسافة بين كل منها 3m على الأقل.

## 3. الشرائط والنواقل المعدنية:

يتم دفن الشرائط والنواقل المعدنية تحت سطح الأرض على عمق يتراوح بين (0.5–1 m)، وتكون الشرائط والنواقل مصنوعة إما من الحديد المغلفن أو من الحديد غير القابل للصدأ، وتحسب مقاومة الأرضي للشرائط أو النواقل المعدنية المدفونة على عمق 0.5m في الأرض لأطوال تتراوح بين (10-25 m) من العلاقة:

$$R_S = \frac{2.1 \cdot \rho}{l}$$

حيث:

ρ - المقاومة النوعية للتربة [Ω.m].

l- طول الشريط [m].

## مثال 1:

كم تبلغ مقاومة الأرضي لشريط معدني طوله 50m عند تركيبه في أرض زراعية.

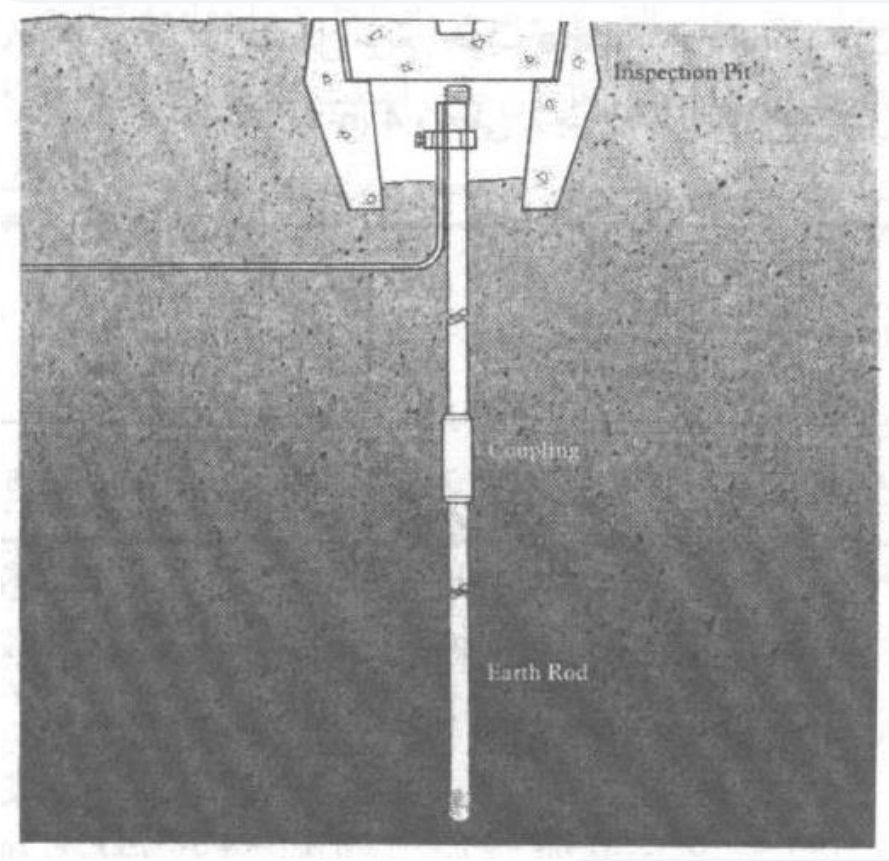
$$R_S = \frac{2.1 \cdot \rho}{l} = \frac{2.1 \times 100}{50} = 4\ \Omega$$

## مثال 2:

كم يبلغ طول ناقل أرضي معدني مركب في أرض زراعية إذا كانت مقاومة الأرضي $3.5\Omega$.

$$l = \frac{2.1 \cdot \rho}{R_S} = \frac{2.1 \times 100}{3.5} = 60\ m$$

## 4. الوتد الأرضي:




يكون هذا الوتد من الحديد المزيبق المغلفن بطول 1-2.5 m وأكثر، وتحتوي نهايته العلوية على قبعة من الحديد المغلفن بشكل سدادة لتسهيل دق ودخول الوتد في التربة.
يجب الإبقاء على القسم العلوي للوتد دون طمر، وتعمل له فتحة تفتيش من البيتون بأبعاد داخلية (40×40 cm) للتمكن من الكشف على وصلة الناقل الأرضي مع الوتد، والتي يجب أن تتم جيداً بواسطة حلقة ذات برغي غير قابل للصدأ، كما في الشكل.

ناقل أرضي
وصلة بين الناقل الأرضي والوتد
وتد أرضي

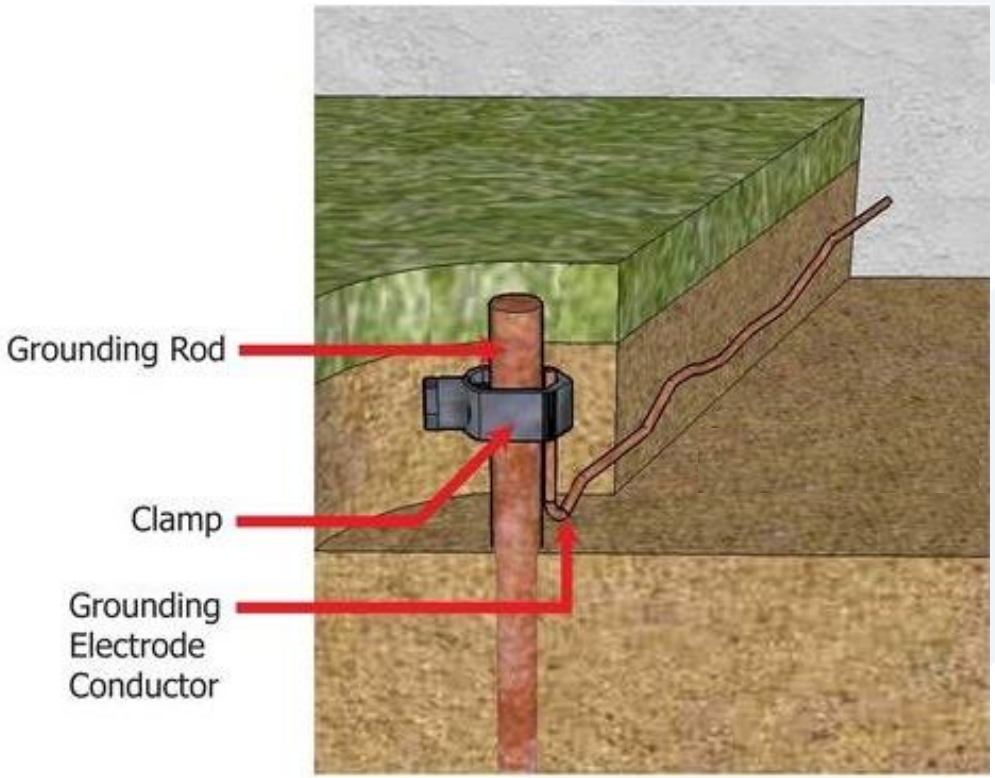
تغطى فتحة التفتيش بواسطة غطاء من الفونت على أن يبقى سطحه الخارجي بسوية الأرض المجاورة، وتحسب مقاومة الأرضي في هذه الحالة من العلاقة:

$$R_S = \frac{\rho}{l}$$

حيث:

$\rho$ - المقاومة النوعية للتربة [$\Omega$.m].

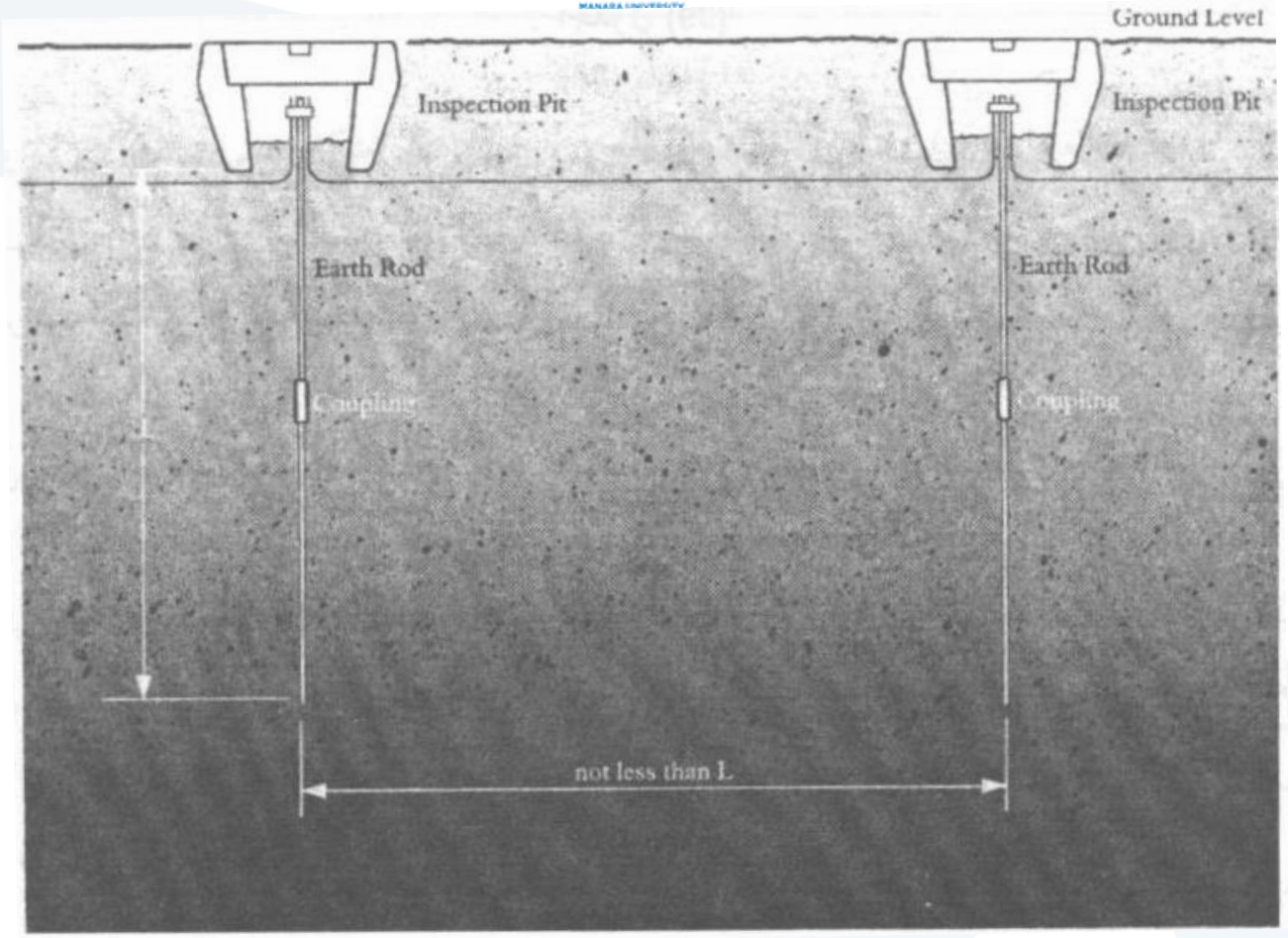
$l$- طول الوتد [m].


Grounding Rod
Clamp
Grounding
Electrode
Conductor

## 5. مجموعة أوتاد أرضية:

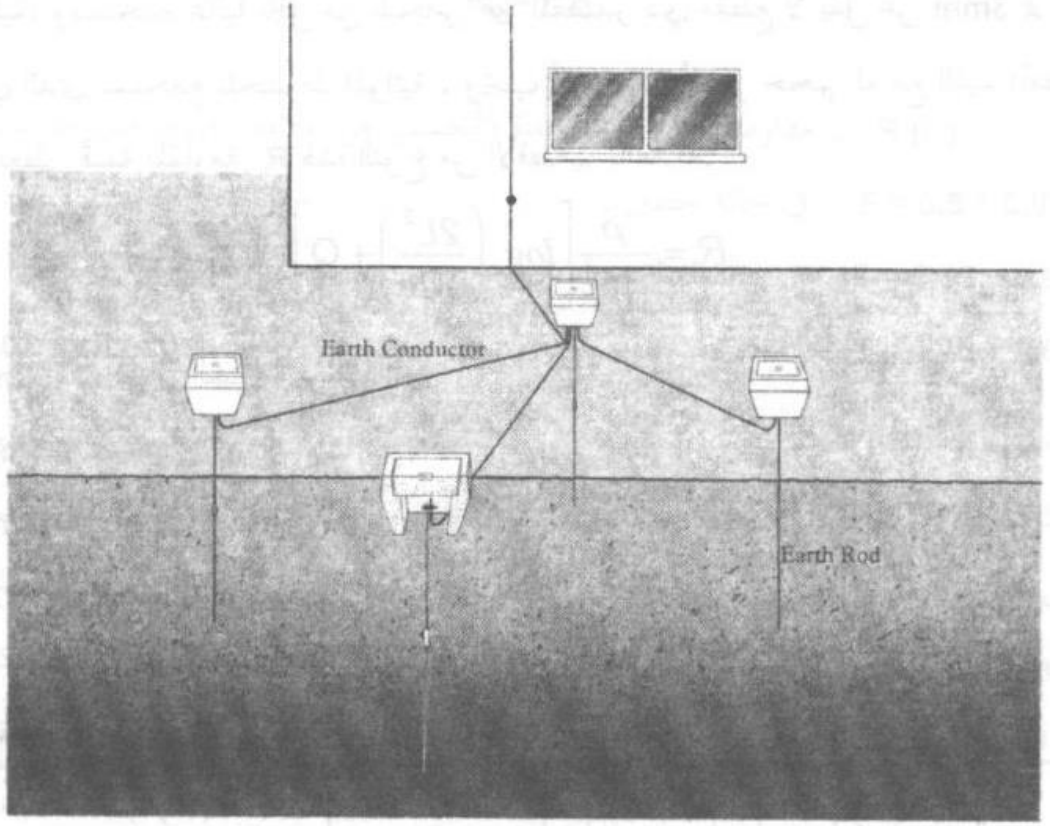
تستخدم هذه الطريقة عندما يتعذر الحصول على مقاومة منخفضة للمآخذ الأرضية، حيث يتم ربط وتدين أو ثلاثة أو أكثر على التفرع حسب الضرورة على أن تبعد عن بعضها مسافة (1.5 – 2m).

إذا لم يحقق وتد واحد المقاومة المطلوبة يمكن زيادة طوله أو استعمال وتد آخر يدفن بجانب الأول بحيث لا تقل المسافة بينهما عن طول الوتد الواحد (ويمكن أن تكون المسافة مساوية ضعف طول الوتد)، ثم يتم التوصيل بينهما بالتوازي. وإذا لم نصل إلي القيمة المطلوبة يتم استعمال وتد آخر ويوصل معهم، وهكذا حتى نصل إلي القيمة المطلوبة. ويجب ألا تزيد مقاومة الوتد الواحد عن 25 Ω بالنسبة للمواصفات الأمريكية و 5 Ω بالنسبة للمواصفات الألمانية. يبين الشكل التالي طريقة ربط قطبين أحدهما بالآخر، والمسافة الدنيا التي يجب تحديدها بينهما.




المسافة بين قطبي تأريض موصولين تفرعياً.

إذا لم يكن ممكناً تحقيق الوصل التفرعي بين الأقطاب، يمكن الوصل بينها على شكل قدم الوزّة كما في الشكل التالي مع المحافظة على تحقيق العمق والمسافة المطلوبين.

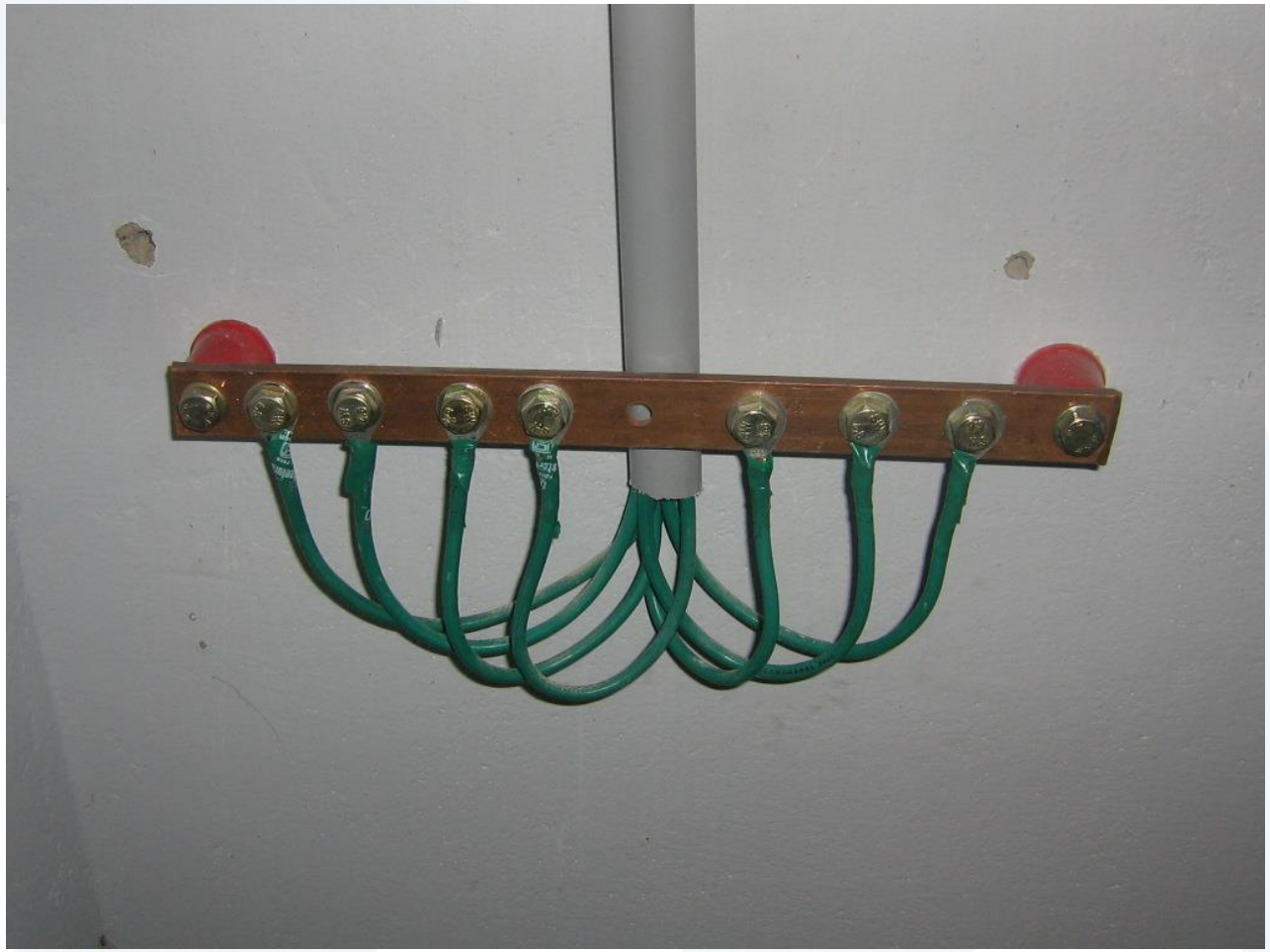


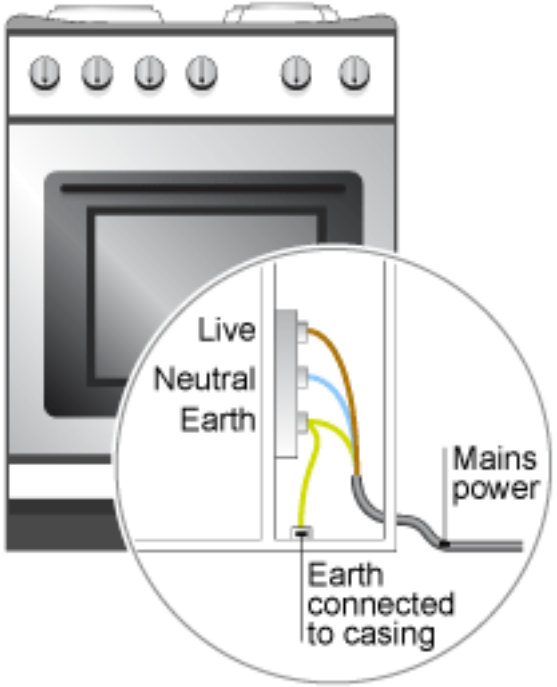
## 4. تجهيزات الوصل والربط Bonding :

### مرابط التأريض Earthing Clamps :

صممت مرابط التأريض بأشكال مختلفة لتناسب التطبيقات المطلوبة، وإن هذا التوسع في أشكالها يعود سببه لضمان التماس الجيد والمتين بين أجزاء شبكة التأريض، هذا التماس الجيد له دوران أساسيان: الأول الإقلال من قيمة مقاومة التأريض، والثاني ضمان مرور تيار العطل بدرجة أفضل لتفريغه في الأرض، وفيما يلي عرض لأهم هذه المرابط:

RANGE
HOLD
HIOKI 3288
25.78
DIGITAL CLAMP ON HITESTER
COM




Live
Neutral
Earth
Mains power
Earth connected to casing