# الباب التاسع

# فحص التركيبات الكهربية

# فحص التركيبات الكهربية

## ٩ / ١ - مقدمة

بعد الانتهاء من التركيبات الكهربية هناك بعض الفحوصات المتبعة، فمنها ما يجرى بمجرد النظر، ومنها ما يجرى ببعض الاختبارات، ومنها ما يجرى بأخذ قياسات معينة. وعند أخذ القياسات يجب استخدام أجهزة القياس الصحيحة وكذلك إجراء التجارب بالطريقة الصحيحة لتجنب الحوادث، ويتم ذلك بأخذ النقاط التالية فى الاعتبار:

١- عندما يكون التيار المقاس 10 mA يجب ألا يتعدى جهد التلامس 25:50 Vac أو 60:120 Vdc.

٢- يجب أن يفصل جهاز القياس أتوماتيكيًا فى زمن مقداره 0.2S إذا تعدى جهد التلامس الحدود المسموح بها.

٣- عند إجراء قياسات عند جهد التشغيل وتيار تشغيل يصل إلى 10A فإن زمن إجراء القياسات يجب ألا يتعدى (10:50mS) بحيث لا يمثل خطورة على الأشخاص.

٤- عند إجراء بعض القياسات الضرورية للحصول على تيارات القصر عند جهود التشغيل المعتادة يجب التأكد من خلو منطقة القياسات من الأشخاص الغير متخصصين.

وإذا لم تتحقق النقاط ( ١، ٢، ٣ ) يجب إجراء القياسات مع استخدام حواجز، وهذه القياسات يجب إجرائها على جميع أجزاء المنشأة المراد فحصها.

## ٩ / ٢ - قياس مقاومة الأرضى

من المعلوم أن مقاومة الأرضى تساوى مجموع مقاومة قطب الأرضى ومقاومة خط الأرضى ومقاومة موصل الوقاية.

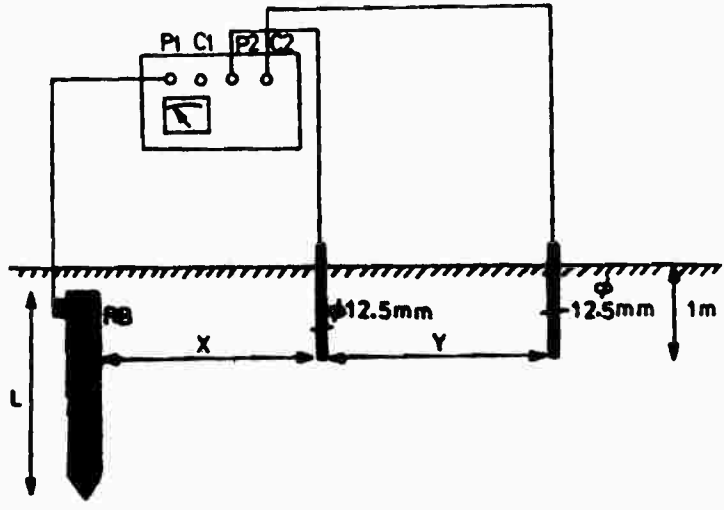
والجدير بالذكر أن قيمة مقاومة الأرضى تتغير من وقت لآخر، حيث إنها تعتمد

على رطوبة التربة فتقل المقاومة كلما زادت رطوبة التربة. وتعتمد طريقة قياس مقاومة الأرضى على نوع نظا م التركيبات الكهربية المستخدم، وعمومًا فإن مقاومة الأرضى المسموح بها هى 5Ω للمنشآت السكنية وأقل من 2Ω للمنشآت الصناعية.

### ٩ / ٢ / ١ - قياس مقاومة الأرضى لنظامى TN , IT

هناك طريقتان متبعتان لقياس مقاومة الأرضى لنظامى TN,IT

**الطريقة الأولى**: ويستخدم فيها جهاز قياس العزل IR والذى له أربعة طراف $P_1$, $P_2$, $C_1$, $C_2$ حيث أن $P_1$, $P_2$ هم أطراف الجهد، $C_1$, $C_2$ هم أطراف التيار. ويتم توصيل $P_1$, $C_1$ مع قطب الأرضى، فى حين يوصل $P_2$ مع مجس، ويوصل $C_2$ مع قطب مساعد. علمًا بأن طول كل من المجس والقطب المساعد 1m وقطرهما 12.5 mm وهذه الطريقة مبينة بالشكل ( ٩-١ ).




**الشكل (٩-١)**

والجدول ( ٩-١ ) يبين قيم الأبعاد X,Y تبعًا لطول عمود الأرضى L

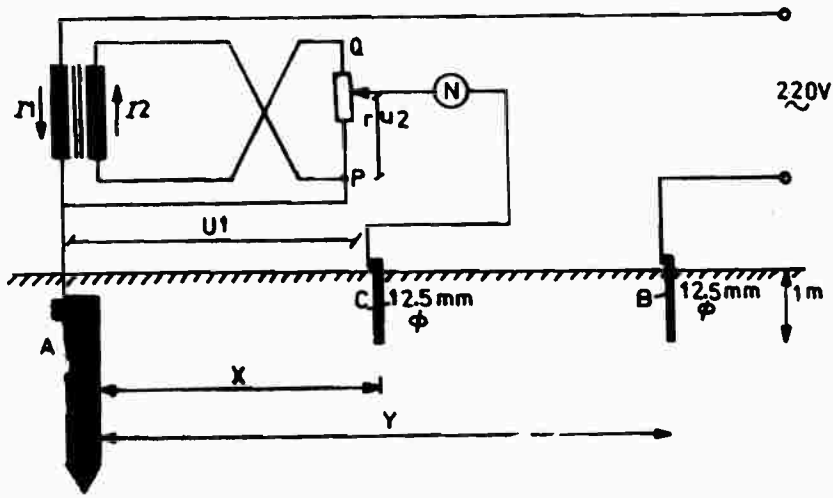
**الجدول ( ٩-١ )**

| y (m) | x (m) | y (m) |
|---|---|---|
| ≤ 4 | 20 | 20 |
| ≥ 4 | 15 | 40 |

وفى حالة قياس مقاومة أرضى عبارة عن شبكة تأريض يجب أن تكون المسافة بين القضيب المساعد والموصل بالنقطة $P_2$ والحدود الخارجية لشبكة التأريض x لا تقل عن 5D حيث إن D هو القطر المتوسط لشبكة التأريض، أما المسافة y فيجب ألا تقل عن 40m .

**الطريقة الثانية**: وتسمى هذه الطريقة بهرند Behrend's Method .

والشكل ( ٩-٢ ) يبين طريقة بهرند فى قياس مقاومة الأرضى لنظامى TN , IT .




**الشكل (٩-٢)**

وتستخدم هذه الطريقة قطب مساعد B ، ومجس C ، حيث إن طولهما 1m، وقطرهما 13mm، ويستخدم كذلك محول تيار بنسبة تحويل 1:1 وجهاز أميتر له تدريج موجب وآخر سالب ونقطة صفر ويسمى بجهاز كشف الصفر Zero detector . والجدول ( ٩-٢ ) يعطى قيم المسافات x,y المبينة بالشكل ( ٩-٢ ) تبعًا لبيانات القطب الأرضى A .

**الجدول ( ٩-٢ )**

| نظام التأريض | x (m) | y (m) |
|---|---|---|
| قطب أرضي واحد طوله يصل إلى 10m | 20 | 40 |
| قطب أرضي واحد طوله 10m | 2 L | 2 L |
| شبكة تأريض قطرها المتوسط D | 2.5 D | 2.5 D |

ويتم تحريك الذراع المنزلق لمجزئ الجهد R فى الاتجاه الذى يجعل جهاز كشف الصفر يقرأ صفرًا، فى هذه الحالة يصبح

$U_1 = U_2$

$I_1 R_A = I_2 r$

وحيث إن $I_1 = I_2$ لأن نسبة تحويل محول التيار 1:1 لذلك فإن

$R_A = r \rightarrow 9.1$

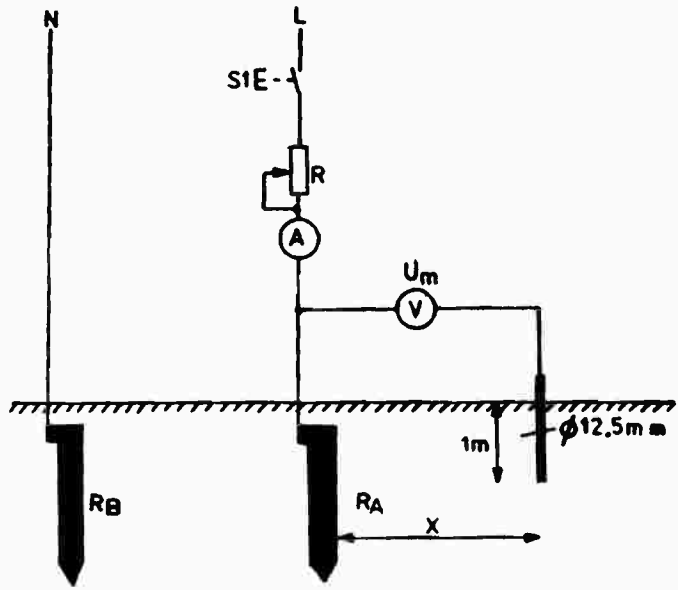
حيث إن مقاومة الأرضى $R_A$

**٩ / ٢ / ٢ - قياسى مقاومة الأرضى لنظام TT**

يوجد طريقتان لقياس مقاومة الأرضى لنظام TT

**الطريقة الأولى :**

الشكل ( ٩-٣ ) يبين الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة الأرضى لنظام T T باستخدام جهاز فولتميتر وجهاز أميتر.




**الشكل (٩-٣)**

وفى البداية نضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم يتم الضغط على الضاغط $S_1$. فإذا كانت قراءة الفولتميتر أكبر من (50Vac)، فإن هناك احتمال قطع موصل الأرضى ويجب إيقاف التجربة. أما إذا كان جهد القياس أقل من ذلك يمكن الاستمرار فى التجربة مع تقليل المقاومة R بحيث لا تتعدى قراءة الفولتميتر (50Vac) وكلما ازداد تيار الاختبار ازدادت دقة النتائج. ويمكن حساب قيمة مقاومة الأرضى من المعادلة 9.2.

$$R_A = \frac{Um}{I} \rightarrow 9.2$$

**حيث إن:**

$R_A$ مقاومة الأرضى.

U قراءة الفولتميتر.

I قراءة الأميتر.

والجدول (٩-٣) يعطى قيمة x تبعًا لخواص أرضى الحمل A.

الجدول ( ٩-٣ )

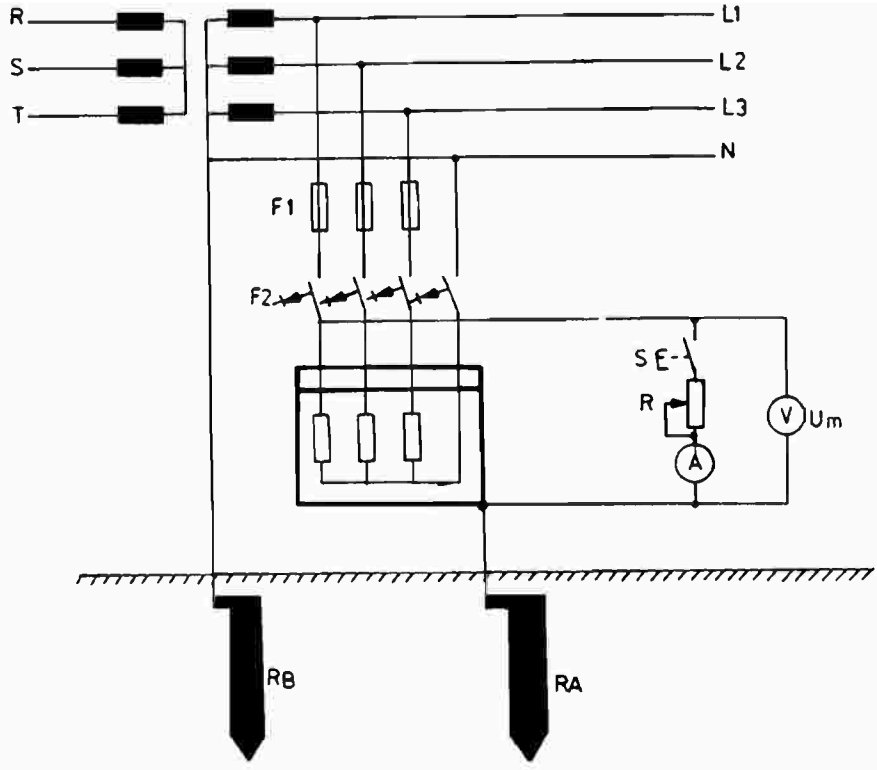
| مواصفات أرضى الحمل | x |
|---|---|
| قضيب طوله L ≤ 10m | 20 m |
| قضيب طوله L>10m | 2 L |
| نظام تاريض قطره المتوسط D | 2.5 D |

**وفيما يلى بعض المعلومات الهامة**

- مدى تدريج جهاز الأميتر أكبر من 10A .
- جهاز الفولتميتر له مقاومة داخلية يساوى 300 Ω/V وأقل مقاومة له 3000Ω.
- قيمة المقاومة المتغيرة R يساوى 20:22000Ω وقدرتها 20W.

**الطريقة الثانية :**

( الشكل ٩-٤ ) يبين الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة أرضى الحمل فى نظام TT باستخدام جهاز فولتميتر وجهاز أميتر وقاطع تسرب أرضى.




**الشكل (٩-٤)**

وفى البداية يتم ضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم نضغط على الضاغط S فإذا كان جهد التلامس على جسم الجهاز الكهربى أقل من 50Vac، فإن جهاز الفولتميتر يقرأ (220-50= 170 V) ، وإذا كانت قراءة الفولتميتر أقل من 170V فإن هذا يعنى أن جهد التلامس أكبر من 50Vac وفى هذه الحالة يجب إيقاف التجربة فى الحال.

أما إذا كانت قراءة الفولتميتر أكبر من 170V نستمر فى إجراء التجربة ونقوم بتقليل المقاومة R إلى أن يحدث فصل القاطع التسرب الأرضى.

أما إذا لم يفصل قاطع التسرب الأرضى دل على أن مقاومة الأرضى كبيرة جداً ونحصل على قيمة مقاومة الأرضى من المعادلة 9.3

$$R_A = \frac{U\text{-}Um}{I} \rightarrow 9.3$$

**حيث إن :**

| | |
|---|---|
| مقاومة الأرضى | $R_A$ |
| جهد المصدر الكهربى | U |
| قراءة الفولتميتر لحظة فصل القاطع | Um |
| قراءة الأميتر لحظة فصل القاطع | I |

## ٩ / ٣ - اختبار قاطع التسرب الأرضى ELCB

### أولاً : اختبار قاطع التسرب الأرضى فى نظام TN

الشكل ( ٩-٥ ) يبين طريقة اختبار قاطع التسرب الأرضى فى نظام TN . علمًا بأن المقاومة الداخلية للفولتميتر المستخدم يجب ألا تقل عن 10kΩ.

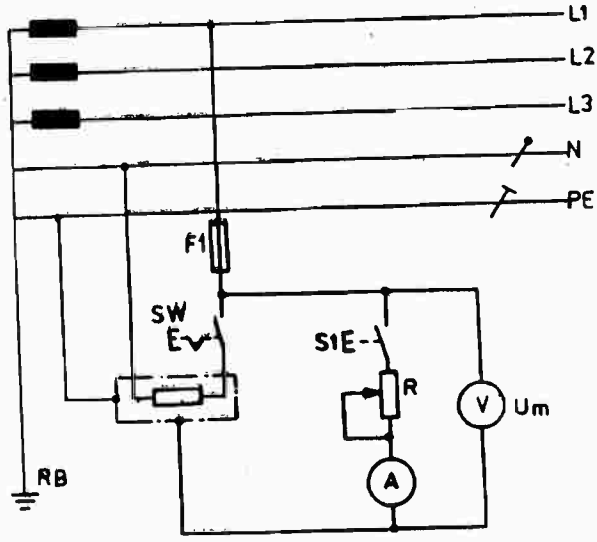
ولاختبار قاطع التسرب الأرضى نضغط على الضاغط T، ثم نغير قيمة المقاومة $R_P$ حتى يفصل قاطع التسرب فى هذه الحالة نسجل قراءة الأميتر والفولتميتر لحظة فصل القاطع. ويمكن الحصول على جهد التلامس من المعادلة 9.4.

$$Uc = U - Um \rightarrow 9.4$$

**حيث إن :**

| | |
|---|---|
| جهد التلامس | Uc |
| جهد الوجه | U |
| قراءة الفولتميتر | Um |

ويجب ألا يتعدى جهد التلامس 50Vac مع الإنسان، 25Vac مع الحيوان، بالإضافة إلى أن تيار التسرب الفعلى يجب ألا يتعدى 30mA وتتراوح قيمة المقاومة $R_P$ ما بين (10:10000Ω)




**الشكل (٩-٥)**

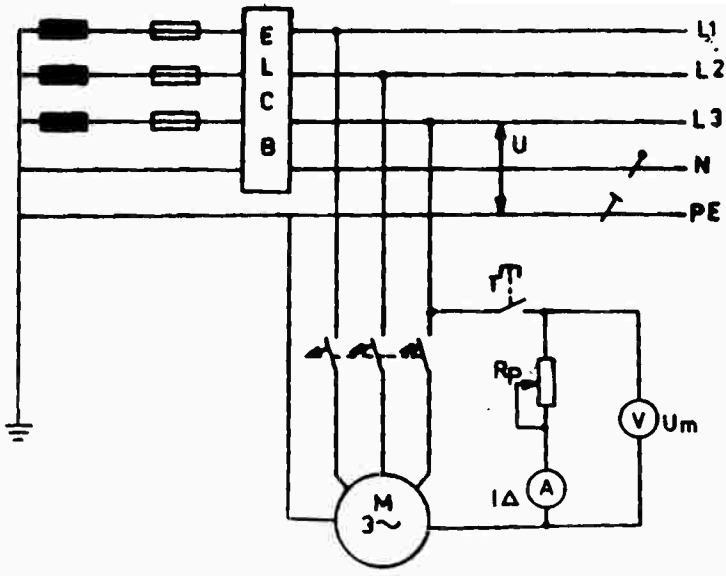
**ثانيًا: اختبار قاطع التسرب الأرضي ELCB المستخدم في نظام TT**

الشكل ( ٩-٦ ) يبين طريقة اختبار ELCB المستخدم في نظام TT، ويجب ألا تقل مقاومة الفولتميتر الداخلية عن 10 kΩ، فعند الضغط على الضاغط T مع تغيير قيمة المقاومة $R_p$ والتي تتراوح ما بين (10:10000Ω) حتى يفصل ELCB، في هذه الحالة نسجل قراءة الأميتر والفولتميتر لحظة فصل القاطع، ويمكن الحصول على قيمة جهد التلامس من المعادلة 9.4. ويجب أن يكون Uc أقل من 50Vac في حالة الإنسان، وأقل من 25Vac في حالة الحيوان، كما يجب أن تتحقق المعادلة 9.5.

$$I\Delta \leq I\Delta N \rightarrow 9.5$$

**حيث إن:**

| | |
|---|---|
| قراءة الأميتر | $I\Delta$ |
| تيار التسرب المقنن للقاطع | $I\Delta N$ |



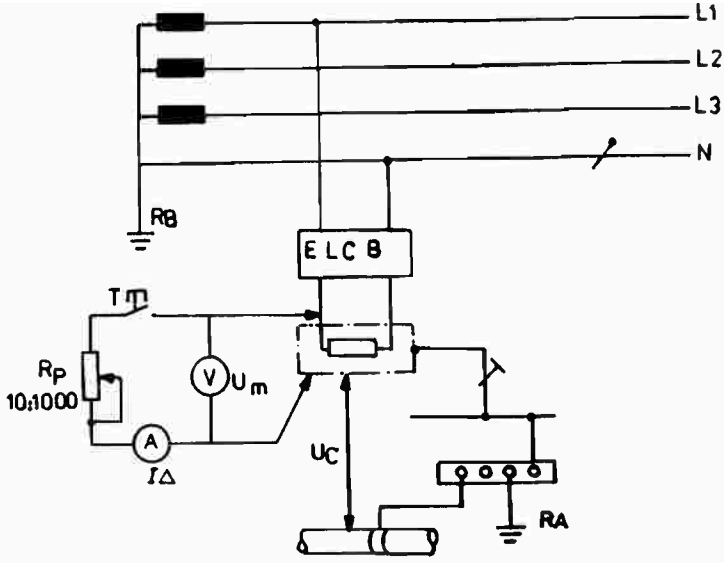

**الشكل (٩-٦)**

## ٩ / ٤ - قياس معاوقة مسار القصر

الشكل ( ٩-٧ ) يعرض دائرة قياس معاوقة مسار القصر فى نظام TNCS

**حيث إن :**

| | |
|---|---|
| مقاومة أرضى المصدر | $R_B$ |
| مقاومة متغيرة (20Ω- 45kΩ) | R |
| جهاز أميتر له تدريج يصل إلى 30A | A |
| جهاز فولتميتر مقاومته الداخلية 300Ω/V | V |
| ضـــاغط | $S_1$ |
| مفتاح ON - OFF | SW |




**الشكل (٩-٧)**

وعندما يكون المفتاح SW مفتوحًا تكون قراءة الفولتميتر مساوية تقريبًا جهد المصدر U، أما إذا كانت قراءة الفولتميتر فى بداية التجربة صفرًا أو قيمة صغيرة يجب التوقف عن أداء التجربة لوجود مشكلة فى التوصيل، وفى البداية يتم ضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم يتم الضغط على S1 ونبدأ فى تقليل قيمة المقاومة R وصولاً لأقل قيمة لها بشرط ألا تقل قراءة الفولتميتر عن 170V (باعتبار أن جهد المصدر 220V وجهد التلامس الأقصى 50V) فى هذه الحالة فإن معاوقة مسار القصر نحصل عليها من المعادلة 9.6.

$$Zs = \frac{U\text{-}Um}{I} \ (\Omega) \rightarrow 9.6$$

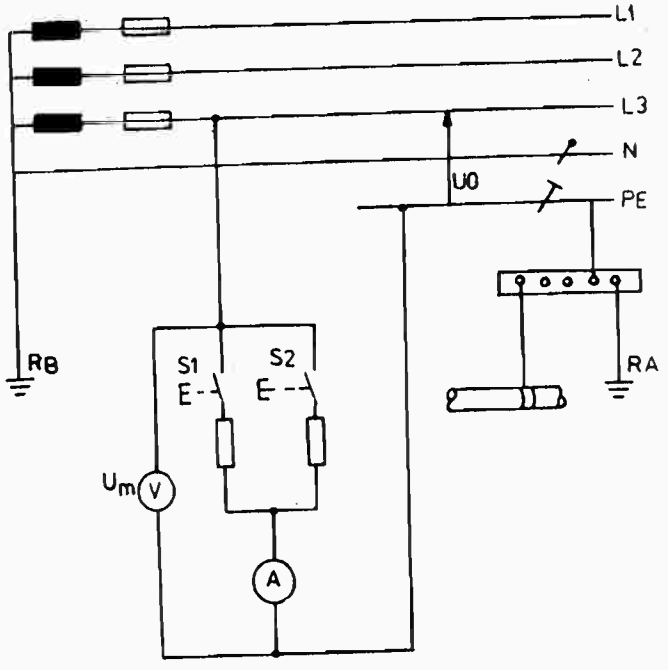
**حيث إن:**

| | |
|---|---|
| معاوقة مسار القصر | Zs |
| قراءة الأميتر | I |
| قراءة الفولتميتر | Um |
| جهد المصدر | U |

وعادة تكون معاوقة مسار القصر الحقيقية أكبر من القيمة المقاسة فى حالة استخدام كابلات الألومنيوم مساحة مقطعها $120mm^2$، أو الخطوط الهوائية المصنعة من النحاس والتى مساحة مقطعها $33mm^2$، والخطوط الهوائية التى مساحة مقطعها $50mm^2$ وذلك بنسبة 10%.

والشكل ( ٩-٨ ) يبين طريقة قياس معاوقة مسار القصر فى نظام TT، حيث إن $R_P$ تساوى 22Ω عندما يكون جهد المصدر U مساويًا 220V وتساوى 12Ω عندما يكون جهد المصدر U مساويًا 127V أما قيمة $R_V$ فتساوى $20R_P$. وفى البداية يتم الضغط على الضاغط $S_1$، فإذا كان Um ( قراءة الفولتميتر ) تساوى U ( جهد المصدر ) نحرر $S_1$ ونضغط على $S_2$ ونحصل على معاوقة القصر من المعادلة 9.7.

$$Z_S = R_P \left( \frac{U-Um}{Um} \right) (\Omega) \rightarrow 9.7$$



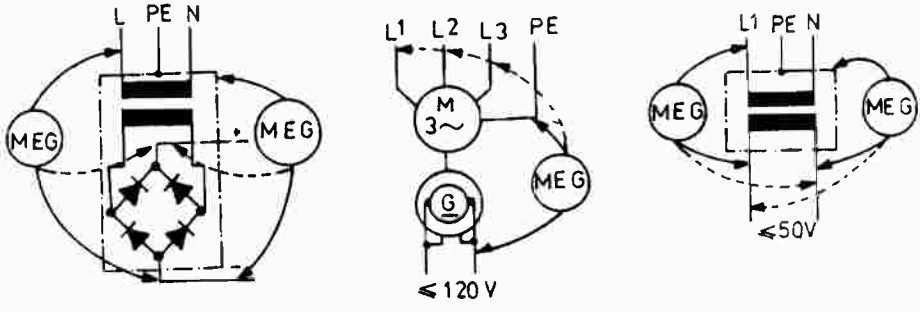

**الشكل (٩-٨)**

## ٩ / ٥ - اختبارات العزل

الشكل ( ٩-٩ ) يبين طرق اختبار عزل مصادر القدرة المختلفة، فالشكل ( أ ) يوضح كيفية اختبار عزل محول كهربى خرجه أقل من 50V حيث يتم اختبار العزل بين الملف الابتدائى وجسم المحول وكذلك الملف الثانوى وجسم المحول.

والشكل ( ب ) يوضح طريقة اختبار عزل وحدة عزل وحدة محرك مولد، بحيث إن خرج المولد أقل من أو يساوى 120Vdc، حيث يتم اختبار العزل بين الأوجه الثلاثة للمحرك $L_1, L_2, L_3$ ، وخط الوقاية PE مع خرج المولد.

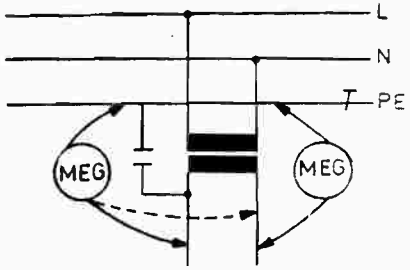
والشكل ( جـ ) يوضح طريقة اختبار عزل مصادر القدرة الالكترونية حيث يتم اختبار خرج المصدر الأقل من أو يساوى 120 Vdc مع الهيكل الخارجى وكذلك مع الملف الابتدائى للمحول. وإذا كانت الثنائيات المستخدمة Diodes يخشى عليها من جهد اختبار العزل 500 Vdc يمكن نزعها وإجراء اختبار العزل على المحول كما بالشكل ( أ ).




**الشكل (٩-٩)**

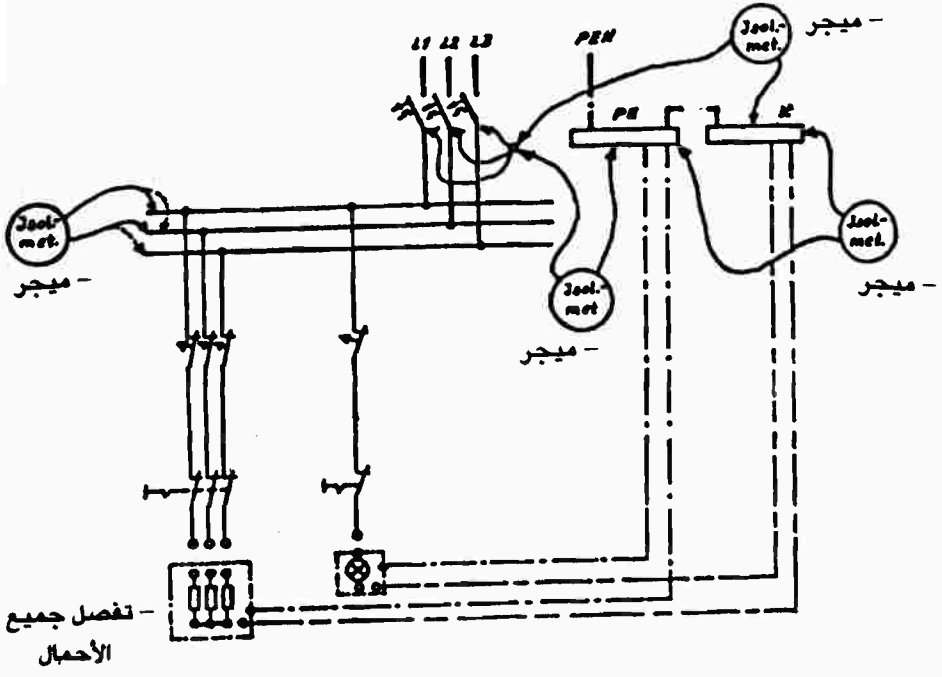
والشكل ( ٩-١٠ ) يبين طريقة اختبار عزل محول الأمان Safety transformer.

والجدير بالذكر أن الملف الثانوى لمحول الأمان يوصل بالأرضى فى حالة عدم وجود عزل جيد بين الملف الثانوى والملف الابتدائى، وعند الاختيار يجب نزع وصلة التأريض للملف الثانوى ثم يجرى الاختبار بين الملف الثانوى والابتدائى وجسم المحول بجهد مقداره 1500 V لمدة دقيقة واحدة.



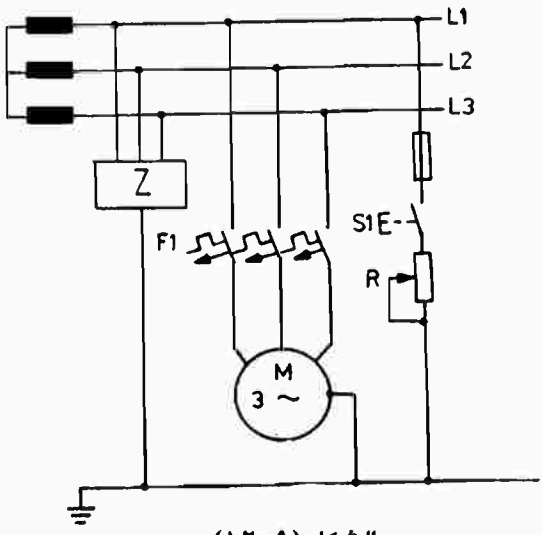

**الشكل (٩-١٠)**

والشكل ( ٩-١١ ) يبين طريقة اختبار العزل بين كلٍّ من ($L_1$-$L_2$)، ($L_1$-$L_3$)، -($L_2$ ،($L_3$، ($L_1$-$L_2$-$L_3$-N)، (PE, N) ويجب أن تكون مقاومة العزل أكبر من 1MΩ لمصدر كهربى TNS حيث يجب فصل الخط الواصل بين قضيب N وقضيب PE، وكذلك فصل جميع الأحمال الكهربية.




**الشكل (٩-١١)**

## ٩ / ٧ - اختبار جهاز مراقبة العزل




الشكل (٩-١٢)

الشكل ( ٩-١٢ ) يبين الدائرة المستخدمة لاختبار جهاز مراقبة العزل حيث إن قيمة المقاومة R تتراوح ما بين (5:60kΩ). ولاختبار جهاز مراقبة العزل Z يتم الضغط على الضاغط $S_1$ وتقلل قيمة المقاومة R حتى تضيء لمبة الإنذار لجهاز مراقبة العزل، فى هذه الحالة تصبح قيمة المقاومة R مساوية أو أكبر من المقاومة المعاير عليه جهاز مراقبة العزل وحيث إن مقاومة الاختبار R موصلة بالتوازى مع مقاومة عزل النظام لذلك فإن جهاز مراقبة العزل يعمل قبل وصول قيمة المقاومة R للمقاومة المعاير عليها جهاز مراقبة العزل.

# ملحق-١ الوحدات والمضاعفات والأجزاء

## ١- الوحدات الأساسية

| الكمية | الوحدة | الاختصار |
|---|---|---|
| التيار | أمبير | A |
| الطول | متر | m |
| الكتلة | كيلو جرام | Kg |
| درجة الحرارة | كيلفن | $K^0$ |
| الزمن | الثانية | S |

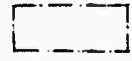
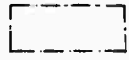
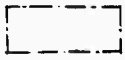
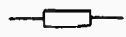
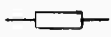
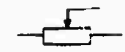
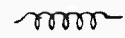
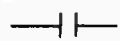
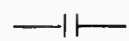
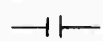
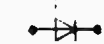
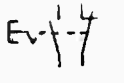
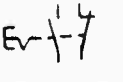
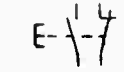
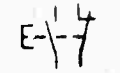
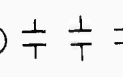
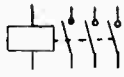
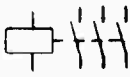
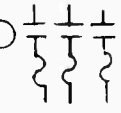
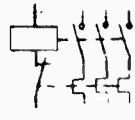
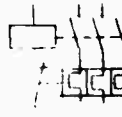
## ٢- الوحدات المشتقة

| الكمية | الوحدة | الاختصار | الكمية | الوحدة | الاختصار |
|---|---|---|---|---|---|
| القدرة | وات | W | مساحة المقطع | ملى متر مربع | $mm^2$ |
| التردد | هيرتز | HZ | القطر | ملى متر | mm |
| الجهد | ڤولت | V | الزمن | دقيقة | min |
| المقاومة | أوم | Ω | | ساعة | hr |
| المقاومة النوعية | أوم. متر | Ω.m | | سنة | year |
| درجة الحرارة | درجة مئوية | C° | | | |

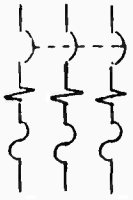
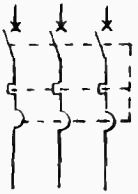
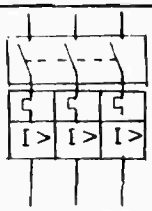
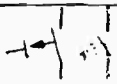
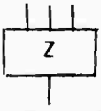
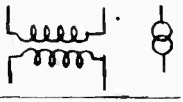
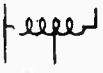
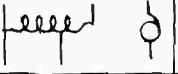
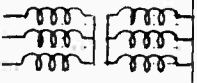
## ٣- المضاعفات والأجزاء

| المضاعف | الاختصار | المدلول | الجزء | الاختصار | الجزء |
|---|---|---|---|---|---|
| ميجا | M | $10^6$ | ملى | m | $10^{-3}$ |
| كيلو | K | $10^3$ | ميكرو | μ | $10^{-6}$ |
| | | | نانو | n | $10^{-9}$ |

# ملحق -٢ مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

| الوصف | أمريكى | عالمى | ألمانى |
|---|---|---|---|
| الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى | A<br>B<br>C | 1<br>2<br>3 | L1<br>L2<br>L3 |
| خط التعادل | N | N | N |
| خط الوقاية | G | PE | PE |
| خط التعادل والوقاية | | PEN | PEN |
| هيكل جهاز |  |  |  |
| أرضى جهاز | | | |
| مقاومة | |  |  |
| مجزئ جهد | |  | |
| ملف |  | | |
| مكثف |  |  |  |
| ثنائى ( موحد ) | | |  |
| مفتاح انضغاطى بريشتين | |  |  |
| ضاغط بريشتين مفتوحة ومغلقة | |  |  |
| كونتاكتور |  |  |  |
| كونتاكتور مع متمم حرارى |  |  |  |

# تابع مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

| الوصف | أمريكى | عالمى | ألمانى |
|---|---|---|---|
| قاطع دائرة مقولب أو مفتوح بوقاية حرارية ومغناطيسية |  |  |  |
| قاطع دائرة مصغر قطب واحد | | | |
| قاطع تسرب أرضى قطبين | | |  |
| محدد جهد قطب واحد | | | |
| مصهر قطب واحد | | | |
| جهاز مراقبة عزل ثلاثة أوجه | | |  |
| محول وجه واحد |  | | |
| محول ذاتى وجه واحد |  |  | |
| محول ثلاثى الوجه Y - Y | |  | |
| جهاز Kwh | | | |
| جهاز أميتر | | | |
| جهاز فولتميتر | | | |