

الكتاب التاسع
فحص التركيبات الكهربائية

obeikandi.com

فحص التركيبات الكهربائية

١ / ٩ - مقدمة

بعد الانتهاء من التركيبات الكهربائية 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 في الاعتبار:

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

٢- يجب أن يفصل جهاز القياس أتموماتيكياً في 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 $(10:50\text{ms})$ 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.

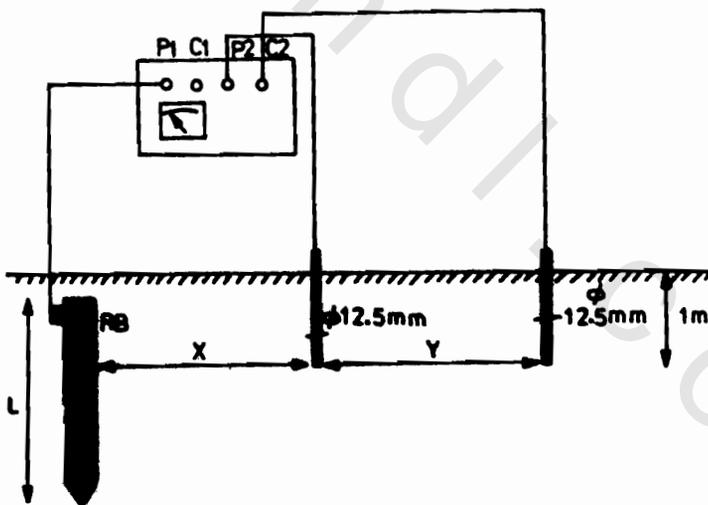
والجددير بالذكر أن قيمة مقاومة الأرضى تتغير من وقت لآخر، حيث إنها تعتمد

على رطوبة التربة فتقل المقاومة كلما زادت رطوبة التربة. وتعتمد طريقة قياس مقاومة الأرضى على نوع نظام التركيبات الكهربائية المستخدم، وعموماً فإن مقاومة الأرضى المسموح بها هي 5Ω للمنشآت السكنية وأقل من 2Ω للمنشآت الصناعية.

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

هناك طريقتان متبعتان لقياس مقاومة الأرضى لنظامى TN,IT

الطريقة الأولى: يستخدم فيها جهاز قياس العزل IR والذي له أربعة أطراف 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. علماً بأن طول كل من المجس والقطب المساعد $1m$ وقطرهما 12.5 mm وهذه الطريقة مبينة بالشكل (٩-١).



الشكل (٩-١)

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

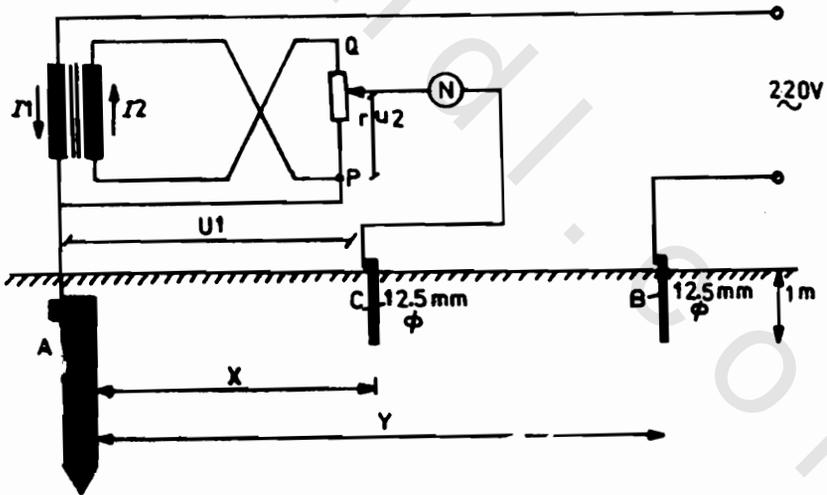
الجدول (١-٩)

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 بهرنند Behrend's Method.

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



الشكل (٢-٩)

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 (٢-٩) يعطى قيم المسافات X, Y المبينة بالشكل (٢-٩) تبعاً لبيانات القطب الأرضي A .

الجدول (٢-٩)

نظام التأسيس	x (m)	y (m)
قطب أرضي واحد طوله يصل إلى 10m	20	40
قطب أرضي واحد طوله 10m	2 L	2 L
شبكة تأسيس قطرها المتوسط D	2.5 D	2.5 D

ويتم تحريك الذراع المنزلق لمجزئ الجهد R في الاتجاه الذى يجعل جهاز كشف الصفر يقرأ صفراً، 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 الأرضي R_A

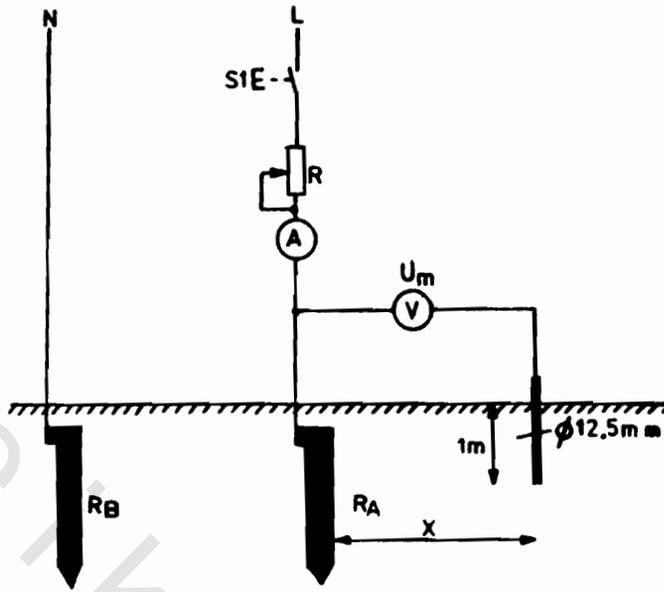
٢ / ٢ / ٩ - قياسى مقاومة الأرضى لنظام TT

يوجد طريقتان لقياس مقاومة الأرضى لنظام TT

الطريقة الأولى :

الشكل (٣-٩) يبين الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة الأرضى لنظام TT

باستخدام جهاز فولتميتر وجهاز أميتر.



الشكل (٣-٩)

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

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

حيث إن:

.RA مقاومة الأرضي

.U قراءة الفولتميتر

.I قراءة الأميتر

والجدول (٣-٩) يعطى قيمة X تبعاً لخواص أرضي الحمل A.

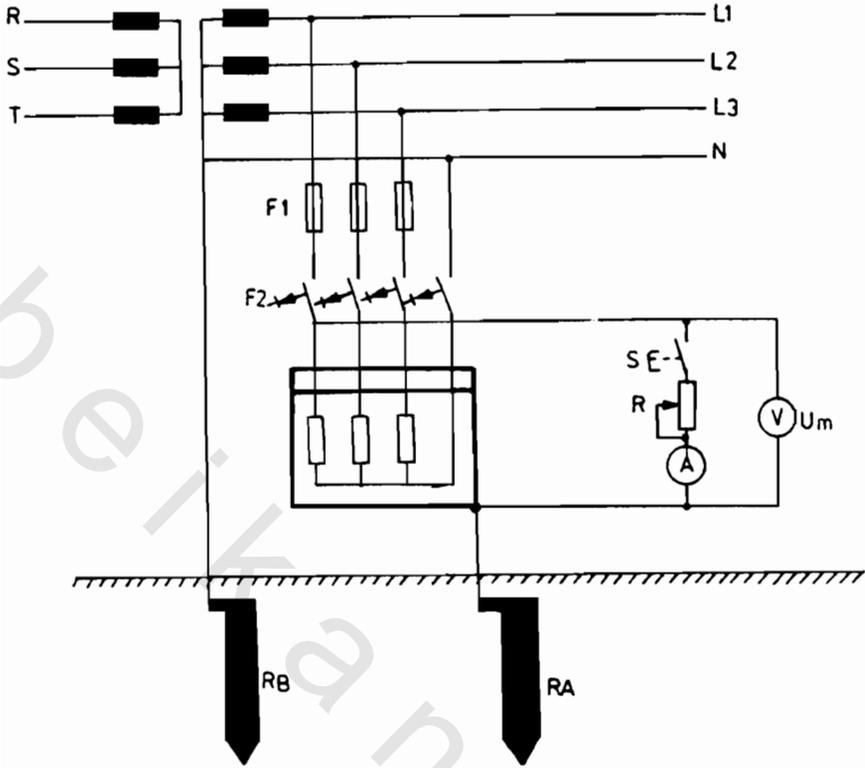
الجدول (٩-٣)

مواصفات أرضى الحمل	x
قضييب طوله $L \leq 10m$	20 m
قضييب طوله $L > 10m$	2 L
نظام تاريض قطره المتوسط D	2.5 D

وفيما يلي بعض المعلومات الهامة

- مدى تدريج جهاز الاميتر أكبر من 10A .
 - جهاز الفولتميتر له مقاومة داخلية يساوى $300 \Omega/V$ وأقل مقاومة له 30000Ω .
 - قيمة المقاومة المتغيرة R يساوى $20:22000 \Omega$ 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)

وفي 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 وفي هذه الحالة يجب إيقاف التجربة في الحال.

أما إذا كانت قراءة الفولتميتر أكبر من 170V نستمر في 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

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

حيث إن :

RA مقاومة الأرضى

U جهد المصدر الكهربى

Um قراءة الفولتميتر لحظة فصل القاطع

I قراءة الاميتر لحظة فصل القاطع

٣ / ٩ - 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 . علماً بأن المقاومة الداخلية للفولتميتر المستخدم يجب ألا تقل عن $10k\Omega$.

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

$$U_c = U - U_m \rightarrow 9.4$$

حيث إن :

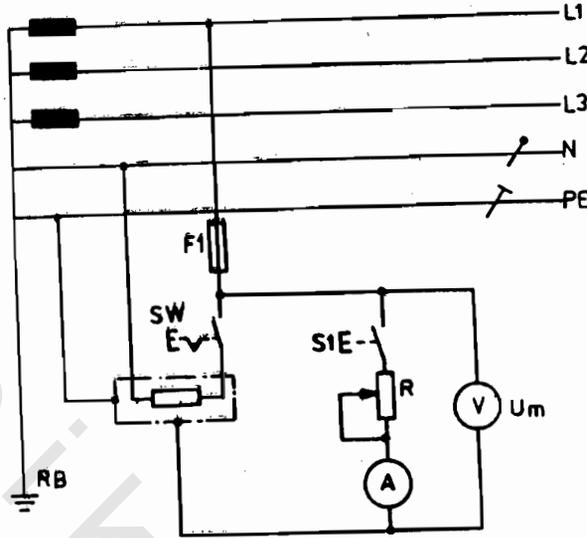
Uc جهد التلامس

U جهد الوجه

Um قراءة الفولتميتر

ويجب ألا يتعدى جهد التلامس 50Vac مع الإنسان، 25Vac مع الحيوان، بالإضافة إلى أن تيار التسرب الفعلى يجب ألا يتعدى 30mA وتراوح قيمة المقاومة

R_p ما بين $(10:10000\Omega)$



الشكل (٥-٩)

ثانياً: اختبار قاطع التسرب الأرضي ELCB المستخدم في نظام TT

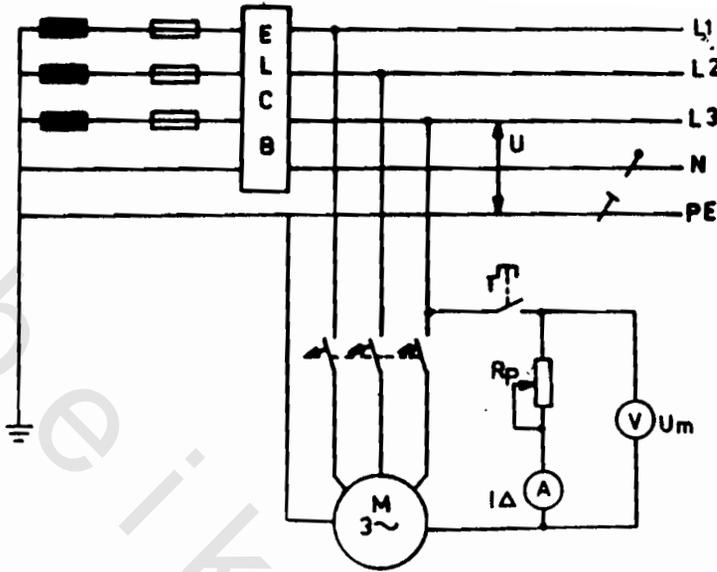
الشكل (٦-٩) يبين طريقة اختبار ELCB المستخدم في نظام TT، ويجب ألا تقل مقاومة الفولتميتر الداخلية عن $10\text{ k}\Omega$ ، فعند الضغط على الضماغط T مع تغيير قيمة المقاومة R_p والتي تتراوح ما بين $(10:10000\Omega)$ حتى يفصل ELCB، في هذه الحالة نسجل قراءة الأميتر والفولتميتر لحظة فصل القاطع، ويمكن الحصول على قيمة جهد التلامس من المعادلة 9.4. ويجب أن يكون U_c 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:

I_{Δ} قراءة الأميتر

$I_{\Delta N}$ تيار التسرب المقنن للقاطع



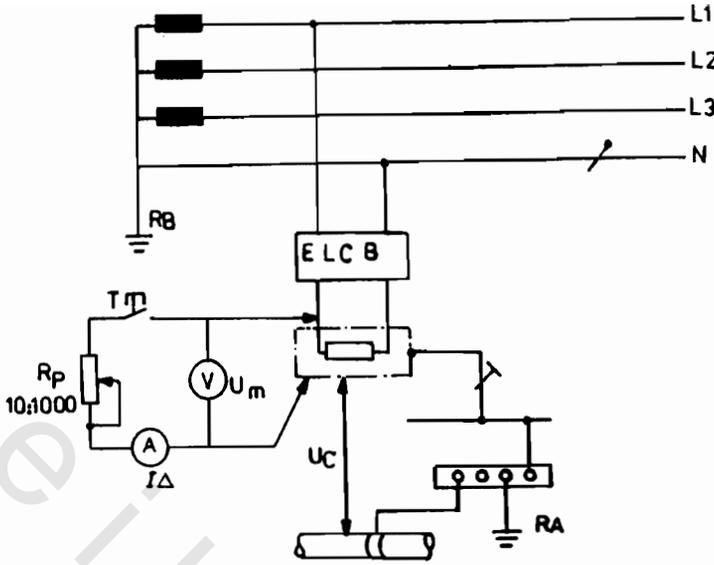
الشكل (٩-٦)

٩ / ٤ - قياس معاوقة مسار القصر

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

حيث إن:

R_B	مقاومة أرضى المصدر
R	مقاومة متغيرة ($20\Omega - 45k\Omega$)
A	جهاز أميتر له تدريج يصل إلى 30A
V	جهاز فولتميتر مقاومته الداخلية $300\Omega/V$
S_1	ضاغط
SW	مفتاح ON - OFF



الشكل (٧-٩)

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

$$Z_s = \frac{U - U_m}{I} \quad (\Omega) \rightarrow 9.6$$

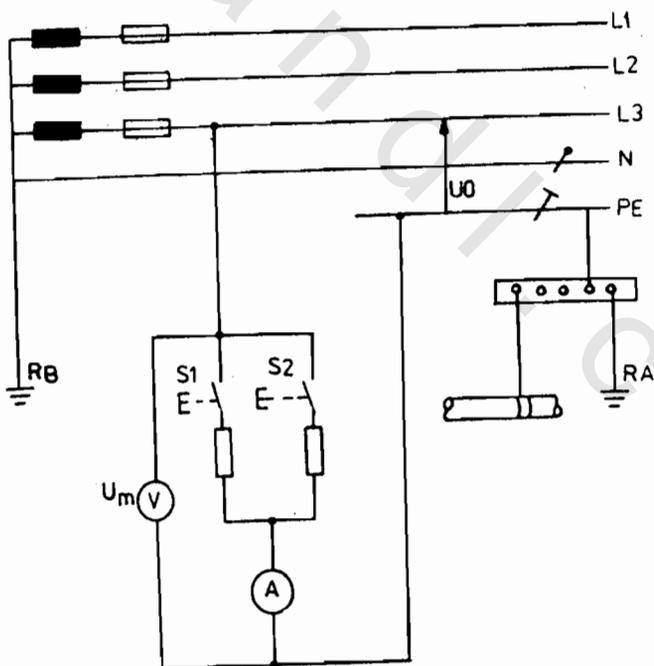
حيث إن:

Z _s	معاوقة مسار القصر
I	قراءة الأميتر
U _m	قراءة الفولتميتر
U	جهد المصدر

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

والشكل (٩-٨) يبين طريقة قياس معاوقة مسار القصر في نظام TT، حيث إن RP تساوى 22Ω عندما يكون جهد المصدر U مساوياً 220V وتساوى 12Ω عندما يكون جهد المصدر U مساوياً 127V أما قيمة RV فتساوى 20RP . وفي البداية يتم الضغط على الضاغط S1، فإذا كان U_m (قراءة الفولتميتر) تساوى U (جهد المصدر) نحرر S1 ونضغط على S2 ونحصل على معاوقة القصر من المعادلة 9.7.

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



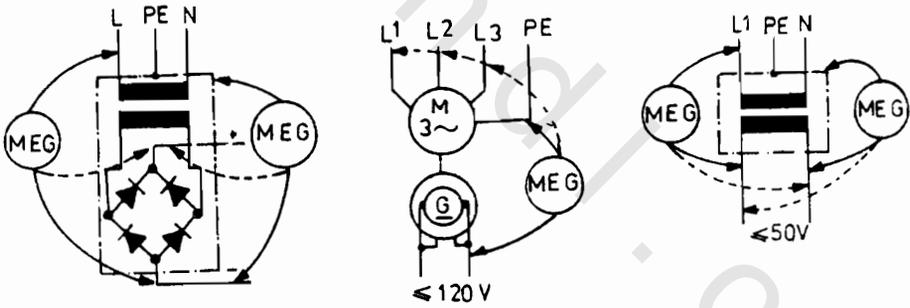
الشكل (٩-٨)

٥ / ٩ - اختبارات العزل

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

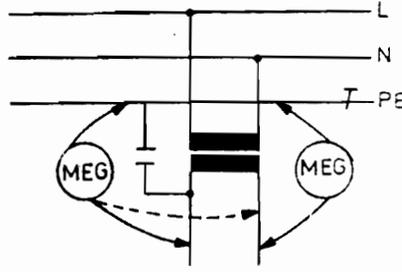
والشكل (ب) يوضح طريقة اختبار عزل وحدة عزل وحدة محرك مولد، بحيث إن خرج المولد أقل من أو يساوى 120Vdc، حيث يتم اختبار العزل بين الأوجه الثلاثة للمحرك L1, L2, L3، وخط الوقاية PE مع خرج المولد.

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).



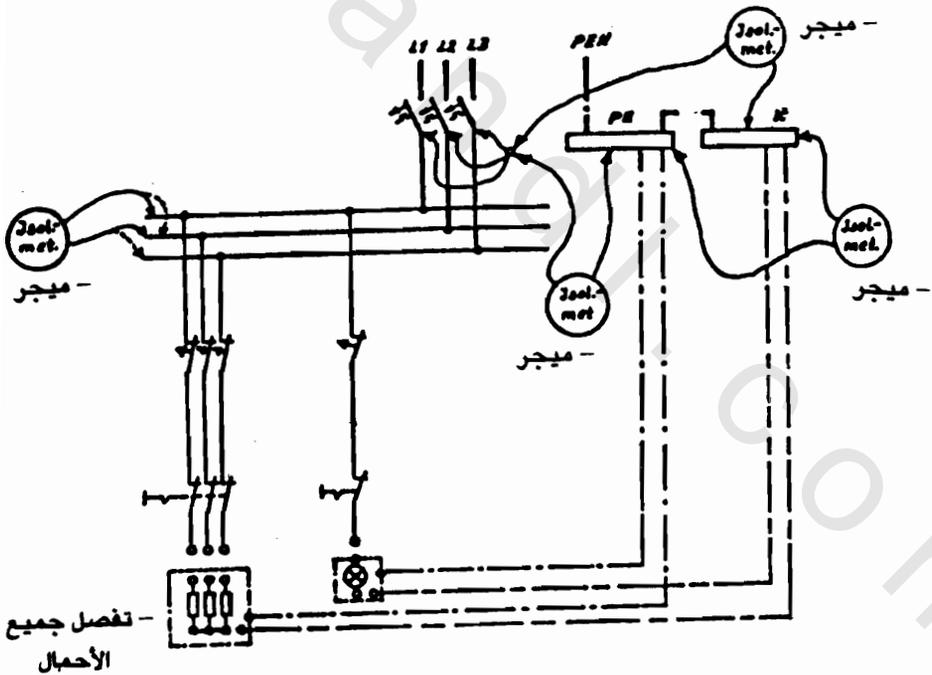
الشكل (٩-٩)

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 التاريض للملف الثانوى ثم يجرى الاختبار بين الملف الثانوى والابتدائى وجسم المحول بجهد مقداره 1500 V لمدة دقيقة واحدة.



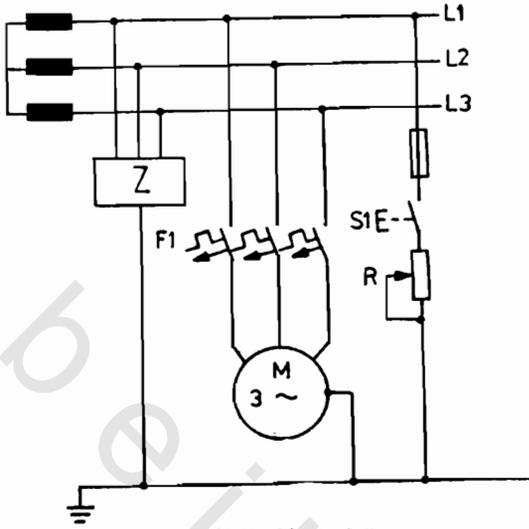
الشكل (٩-١٠)

والشكل (٩-١١) يبين طريقة اختبار العزل بين كلٍّ من (L2-، (L1-L3)، (L1-L2) و (PE, N)، (L1-L2-L3-N)، L3) ويجب أن تكون مقاومة العزل أكبر من $1M\Omega$ لمصدر كهربى TNS حيث يجب فصل الخط الواصل بين قضيب N وقضيب PE، وكذلك فصل جميع الأحمال الكهربائية.



الشكل (٩-١١)

٧/٩ - 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 S1 وتقلل قيمة المقاومة R حتى تضىء لبة الإنذار لجهاز مراقبة العزل، في هذه الحالة تصبح قيمة

المقاومة R مساوية أو أكبر من المقاومة المعايير عليه جهاز مراقبة العزل وحيث إن مقاومة الاختبار R موصلة بالتوازي مع مقاومة عزل النظام لذلك فإن جهاز مراقبة العزل يعمل قبل وصول قيمة المقاومة R للمقاومة المعايير عليها جهاز مراقبة العزل.

obeikandi.com

ملحق ١- الوحدات والمضاعفات والأجزاء

١- الوحدات الأساسية

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

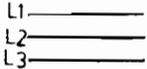
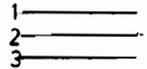
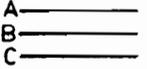
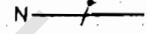
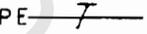
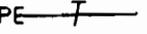
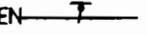
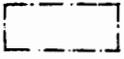
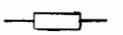
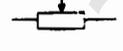
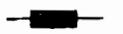
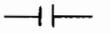
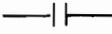
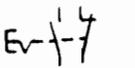
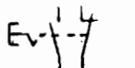
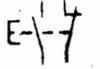
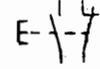
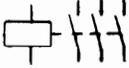
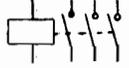
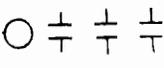
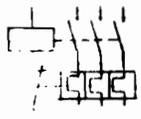
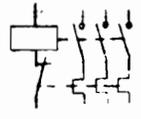
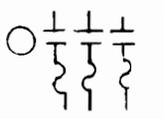
٢- الوحدات المشتقة

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

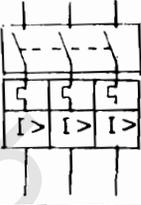
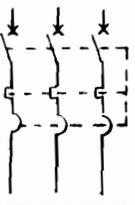
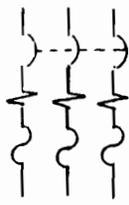
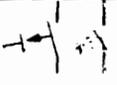
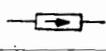
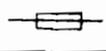
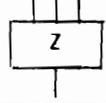
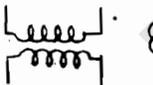
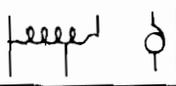
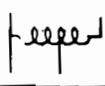
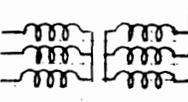
٣- المضاعفات والأجزاء

الجزء	الاختصار	الجزء	المدلول	الاختصار	المضاعف
10 ⁻³	m	ملى	10 ⁶	M	ميغا
10 ⁻⁶	μ	ميكرو	10 ³	K	كيلو
10 ⁻⁹	n	نانو			

ملحق ٢- مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

ألماني	عالمي	أمريكي	الوصف
			الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربائي
			خط التعادل
			خط الوقاية
			خط التعادل والوقاية
			هيكل جهاز
			أرضي جهاز
			مقاومة
			مجزئ جهد
			ملف
			مكثف
			ثنائي (موحد)
			مفتاح انضغاطي بريستين
			ضاغط بريستين مفتوحة ومغلقة
			كونتاكور
			كونتاكور مع متمم حراري

تابع مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

ألماني	عالي	أمريكي	الوصف
			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 ذاتي وجه واحد
			محول ثلاثي الوجه Y - Y
			جهاز Kwh
			جهاز أميتر
			جهاز فولتميتر