حماية التركيبات الكهربائية من تيار تسرب الأرضي

تقديم

ولعل من المهم الإشارة إلى ضرورة استخدام القواطع ذات الحساسية للحماية من التسرب الأرضي للتيار وهى ما يطلق عليها (Earth Leakage Circuit Breakers) لما في ذلك من أهمية في منع حدوث تسرب التيار الكهربائي.

الجزء الأول : عام

١/١ تعاريف

من أهم المصطلحات الكهربائية الشائعة الاستعمال في مجال الكهرباء .

الفولت : (VOLT)

هو وحدة قياس الجهد الكهربائي ويرمز له بالرمز (V).

الأمبير: (AMPEER)

هو وحدة قياس شدة التيار الكهربائي المار في السلك ويرمز له بالرمز (I).

الوات : (WATT)

هو وحدة قياس القدرة الكهربائية ويرمز له بالرمز (W).

الوات ساعة :

نظراً لأن الوات يوضح كمية القدرة الكهربائية المستهلكة عند لحظة معينة فإنه لا يعطينا أي مقياس حقيقي لإحمال كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال فترة معينة من الوقت لكن إذا ما ضربنا القدرة الكهربائية المستهلكة بالوات في عدد الساعات التي تم استهلاكها فيها فإننا نحصل على إجمالي كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال تلك الفترة ووحداتها وات ساعة (W+).

الكيلو وات ساعة :

هي وحدة الطاقة التي يدفع ثمنها المستهلك من خلال عداد الكهرباء وهى تعادل ١٠٠٠ وات ساعة ويرمز لها بالرمز ك.و.س (KWH).

وتقاس القدرة في دوائر التيار المتغير التي تحتوي على مقاومات فقط بالوات.

ونظراً لأن معظم دوائر التيار المتغير تحتوي على ممانعات فإن حاصل ضرب (الفولت × الأمبير) يعطي فولت أمبير وليس وات.

وللحصول على القدرة الحقيقية بالوات فإننا نضرب الفولت × الأمبير × معامل القدرة للدائرة.

معامل القدرة (Power Factor)

هو النسبة بين القدرة الكهربائية المستفاد منها بالكيلو وات إلى القدرة الكلية بالكيلو فولت أمبير.

الهبوط في الجهد : (VOLTAGE DROP)

عند مرور التيار الكهربائي في موصل فإن جزءاً من الطاقة يفقد في ذلك الموصل وتعتمد قيمة الفقد على نوعية الموصل واختلاف مقاومته ، ونتيجة لذلك يحدث هبوط في الجهد في خط مسار الكهرباء وهذا الهبوط بتسبب في اختلاف قيمة الجهد الكهربائي عند المنبع عنها عند النهاية.

وهذا الهبوط في الجهد يظهر على شكل ارتفاع في درجة حرارة الموصلات مما يؤدي إلى فقدان الطاقة نتيجة لذلك وأيضاً يؤثر على تشغيل الأجهزة بدرجة خطيرة. لذلك فإن الهبوط في الجهد يجب أن يبقى أصغر ما يمكن ويتحقق هذا باختيار مقطع الموصلات المناسب ولا يجب أن يزيد الهبوط في الجهد فيما بين المحول وأبعد نقطة عن ٥% .

قاطع الدائرة الكهربائية (CIRCUIT BREAKER)

هو جهاز لتوصيل التيار يدوياً وفصله آلياً عند مرور تيار أكبر من القيمة المقننة لهذا القاطع.

قاطع الحماية من التسرب الأرضي : EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER

هو جهاز مماثل للقاطع السابق إلا أنه مزود بوسيلة حساسة لمرور تيار قد يصل على عدة (ميللي أمبير) فقط وهو يستخدم لحماية الإنسان عند ملامسته للأجزاء المكهربة.

قطب التأريض :

هو القطعة المعدنية المدفونة في الأرض والموصلة بموصلات التأريض

NEC : النظام العالمي للكهرباء (NATIONAL ELECTRIC CODE)

TW: سلك معزول بمادة الثرموبلاستيك يصلح للتمديد في الأماكن الرطبة والجافة .

T: سلك معزل بمادة الثرموبلاستيك يصلح للتمديد في الأماكن الجافة.

الجزء الثاني : الطرق المختلفة لحماية التركيبات الكهربائية

تتكون التركيبات الكهربائية في المباني عموماً من العناصر التالية :

- الكابل المغذي للمبنى.
- لوحة التوزيع الكهربائية .
- تمديدات الدوائر الكهربائية .

١/٢ الكابل المغذي للمبنى :

يتم حماية الكابل المغذي للمبنى بواسطة القاطع العمومي الموجود في لوحة التوزيع.

٢/٢ لوحة التوزيع الكهربائية :

وتتكون من :

- قاطع عمومي يتم تحديد سعته بالأمبير بما يتناسب مع مقطع الكابل المغذي للوحة.
- مجموعة من القواطع الفرعية لحماية الدوائر الفرعية الموصلة لوحدات الإنارة أو المخارج ويتم تحديد سعة القواطع الفرعية كل على حده حسب مقدار الحمل الموصل عليه.

٣/٢ تمديدات الدوائر الكهربائية :

هي عبارة عن الموصلات المستخدمة في نقل التيار الكهربائي من لوحة التوزيع حتى نقطة الإضاءة أو مخارج البرايز لمختلف الأغراض.

٤/٢ طريقة عمل القاطع :

يتكون قاطع الدائرة من موصل يتحمل مرور تيار بقيمة محدودة فإذا زادت هذه القيمة يفصل القاطع وتفتح الدائرة ويتوقف مرور التيار ويعمل القاطع كمفتاح لوصل وفصل التيار . ويتم اختيار القاطع عند حمل ١١٠% من التيار المقنن بدون فصل.

وعند تصميم هذه القواطع فإنها تكون معدة لتحمل تيار أكبر من تيارها الأصلي بنسب متفاوتة ولمدد زمنية مختلفة.

٥/٢ تحديد سعة القاطع :

تعتمد سعة القاطع على مساحة مقطع الموصلات الموصلة عليه ويجب أن تكون سعته متناسبة مع مقدار التيار المار في الموصلات وفيما يلي جدول يوضح مساحة مقطع الموصلات وسعة القاطع المناسب لكل منها من واقع (National Electric Code)

جدول رقم (١)

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	سعة القاطع بالأمبير
٢,٥	١٥
٤	٢٠

٦	٣٠
١٠	٤٠
١٦	٥٠

الجزء الثالث : التأريض GROUNDING

١/٣ أهمية التأريض :

يتم تأريض دوائر الأجهزة المختلفة للحد من ارتفاع الجهد الناتج من تأثير الصواعق أو تلامس موصلات الدوائر مع موصلات ذات جهد أعلى . كما يستخدم التأريض في المحافظة على ثبات الجهد أثناء التشغيل العادي وتسهيل عمل قواطع الوقاية من التسرب الأرضي .

ولأهمية تمديد موصل التأريض مع الدوائر المختلفة فقد أصدرت هذه الوزارة التعميم الوزاري رقم ١/١٧٠٠/ع بتاريخ ١٤٠٥/١٠/٢٩هـ بضرورة فرض نظام التأريض على جميع المنشآت أياً كان نوعها لما له من فائدة في التقليل من الحوادث .

٢/٣ أدوات التأريض :

وهى عبارة عن موصل تأريض وقطب تأريض :

١/٢/٣ موصل التأريض (GROUNDING CONDUCTOR):

موصل التأريض هو موصل من النحاس أو الألمنيوم معزول باللون الأخضر أو اللون الأخضر/الأصفر ويتم تمديده مع موصلات الدوائر الكهربائية فيما بين لوحة التوزيع الفرعية والمخرج الكهربائي أما موصل تأريض اللوحات الفرعية والعمومية فيتم تمديده عن موصلات النحاس أو الألمنيوم وإما أن يكون عارياً أو معزولاً مصمتاً أو مجدولاً يربط اللوحات الفرعية مع اللوحات العمومية من جهة ويربط اللوحات العمومية مع قطب التأريض من الجهة الأخرى. ويوضح الجدول التالي مقاطع موصلات التأريض بالنسبة لمقطع الموصل الحامل للتيار.

جدول رقم (٢)

مقطع أكبر موصل نحاس حامل للتيار (مم٢)	مقطع موصل الأرضي الرئيسي (مم٢)
١	١
١,٥	١,٥
٢,٥	٢,٥
٤	٤
٦	٦
١٠	١٠
١٦	١٦
٢٥	١٦
٣٥	١٦
٥٠	٢٥
٧٠	٣٥
٩٥	٥٠
١٢٠	٧٠

١٥٠	٧٠
١٨٥	٩٥
٢٤٠	١٢٠
٣٠٠	١٥٠
٤٠٠	١٨٥

المعدات والأجهزة الواجب تأريضها في المباني :

لعمل شبكة تأريض جيدة للمبنى فإنه من الضروري أن يتم تأريض العناصر التالية :

- كل الأجسام المعدنية رأسياً ويزيد طولها عن ٢٤٠سم أو الممدة أفقياً ويزيد طولها عن ١٥٠سم والمعرضة للملامسة .
- كل الأجهزة الكهربائية .
- جميع مخارج البرايز ووحدات الإناره.

٢/٢/٣ قطب التأريض : (GROUNDING ELECTRODE)

يمكن استخدام أحد الوسائل التالية كقطب للتأريض وهى :

١- تمديدات المواسير المعدنية للمياه .

٢- أسياخ التسليح للمبنى.

٣- موصل معدني يتم تمديده حول المبنى وعلى لا يقل عن ٧٥سم من سطح الأرض.

كما يمكن استخدام أقطاب التأريض الصناعية التالية :

قطب تأريض صناعي (MADE ELECTRODE)

وهو عبارة عن قضيب أو ماسورة معدنية لا يقل طولها ٢٤٠سم تدفن رأسياً ملامسة للتربة إلا إذا كانت الأرض صخرية فيمكن وضعها مائلة ٤٥ درجة على المستوى الرأسي أو تدفن في خندق على عمق ٧٥سم من سطح الأرض على الأقل.

لوح التأريض (PLATE ELECTRODE):

وهو عبارة عن لوح معدني قد يكون من النحاس يسمك ١,٥ مم أو من الحديد بسمك لا يقل عن ٦,٣٥ مم . ويجب ألا تقل المساحة المعرضة للتربة عن ٠,١٨٦م٢.

وعموماً يجب أن يكون قطب التأريض الملامس للتربة خالياً من الشحوم أوالزيوت لأنها تضعف خصائص قابلية التأريض للتوصيل الكهربائي .

٣/٣ الطرق المختلفة لخفض مقاومة التأريض :

بعد الانتهاء من تأريض المبنى واللوحات العمومية والفرعية يتم قياس مقاومة التأريض بواسطة أجهزة خاصة بذلك فإذا لوحظ أنها تزيد عن الحد المسموح به وهو ٢٥ أوم فإنه يلزم خفض هذه القيمة باستخدام طريقة أو أكثر من الطرق التالية :

زيادة قطر قضيب التأريض :

زيادة قطر قضيب التأريض لتزيد المساحة المعرضة لملامسة التربة إلا أن زيادة قطر القضيب لا يتبعها خفض ملموس في مقاومة التأريض بالإضافة إلى أنه لا يفضل استخدام أقطار أكبر من ١٨مم.

زيادة طول قضيب التأريض :

يمكن أن يتم ربط أكثر من قضيب عن طريق جلبه وصل من نفس المعدن للحصول على الطول المناسب ورغم أن الطول الموصى باستخدامه في (NEC) هو ٢٤٠سم للتربة العادية إلا أنه يمكن زيادة هذا الطول إلى ١٥ متر لأنواع التربة الرديئة.

زيادة عدد قضبان التأريض :

يمكن استخدام أكثر من قضيب مدفون في الأرض على مسافات لا تقل عن ٢٤٠سم بين القضيب والآخر وذلك للحصول على أفضل قيمة ممكنة لمقاومة التأريض.

معالجة التربة كيميائياً :

تعالج التربة المحيطة بقضيب التأريض كيميائياً للحصول على مقاومة للتأريض بأحد الطرق التالية:-

أ) تعمل حفره مجاورة لقضيب التأريض وتبعد عنه بمسافة لا تزيد عن ١٠سم وتملأ بأملاح كبريتات المغنيسيوم أو كبريتات النحاس أو ملح صخري حتى منسوب ٣٠سم من سطح الأرض ويصعب تنفيذ هذه الطريقة في حالة عدم توفر فراغ كافي بجوار قضيب التأريض .

ب) أو يتم عمل خندق دائري حول قضيب التأريض بحيث لا يقل القطر الداخلي للخندق عن ٤٥سم وعمق ٣٠سم . ويملأ هذا الخندق بالمواد الكيميائية السابق ذكرها . ويجب ألا يكون هناك اتصال مباشر بين المواد الكيمائية وقضيب التأريض حتى لا يتسبب في تكوين طبقة من الصدأ على ذلك القضيب . والكمية التي يفضل وضعها تكون في حدود ١٨ إلى ٤٠ كيلو جرام من مادة كبريتات النحاس لرخص ثمنها وجودة توصيلها الكهربائي ويستمر مفعول هذه الكمية لمدة سنتين ثم يكرر وضعها مرة أخرى .ويتم غمر بئر التأريض في بادئ الأمر بالماء حتى يساعد على تسرب المواد الكيميائية للتربة أما بعد ذلك فإن مياه الأمطار كافية للقيام بهذه العملية.

٤/٣ المقاومة النوعية للتربة :

تختلف المقاومة النوعية للتربة حسب نوعها ودرجة الرطوبة وفق ما يتضح من الجدول التالي :

جدول رقم (٣)

نوع التربة	المقاومة النوعية	
	القيمة التقريبيةأوم . متر	القيمة الوسطيةأوم . متر
تربة رطبة	١٠ ــ ٥٠	٣٠
تربة طينية زراعة	٢٠ ــ ٢٠٠	١٠٠
تربة رملية رطبة عمق ٢ متر	٢٠٠ ــ ٦٠٠	٤٥٠
تربة رملية جافة	٥٠٠-١٥٠٠	١٠٠٠
صخر جامد عمق ٢ متر	٢٠٠-٢٠٠٠	١٥٠٠
تربة حجرية	٣٠٠ ــ ٨٠٠	٣٠٠٠
تربة صخرية	مقاومة عالية جداً	

٥/٣ التيار الكهربائي المسموح بمروره في موصل التأريض

جدول رقم (٤)

مقطع موصل التأريض (مم٢)	التيار المسموح بمروره مدة طويلة بالأمبير		التيار اللحظي المسموح بمروره خلال ثانية واحدة بالأمبير	
	نحاس	ألمنيوم	نحاس	ألمنيوم
١٦	١٥٠	-	٢٥٠٠	-
٢٥	٢٠٠	١٦٠	٤٠٠٠	٢٧٠٠
٣٥	٢٨٠	٢٠٠	٥٥٠٠	٣٧٠٠
٥٠	٤٨٠	٢٥٠	٨٠٠٠	٥٣٠٠
٧٠	٥٩٠	٣٢٠	١١٥٠٠	٧٤٠٠
٩٥	٧٨٠	٤٣٠	١١٦٠٠	١٠٥٠٠

٢١٠٠٠	٣٢٥٠٠	٧٦٠	١٣٨٠	١٨٥

الجزء الرابع : الحماية من تيار التسرب الأرضي

١/٤ قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي :

يتم حماية الدوائر الكهربائية الفرعية بقواطع فرعية عادية سعة ١٥ أمبير أو ٢٠ أمبير إلا أنها قيمة مرتفعة جداً بمقارنتها بما ينتج عنها من أخطار حيث أن مرور تيار كهربائي صغير في حدود ٦٠ مللي أمبير في جسم الإنسان يسبب وفاته.

ولهذا يفضل استخدام قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي ، وهذه القواطع مماثلة للقواطع العادية من حيث الشكل إلا أنها حساسة جداً لمرور التيار الكهربائي (مهما صغرت قيمته) في أي مسار يختلف عن الموصل المحدد لمروره كان يكون هذا المسار من خلال جسم الإنسان مثلاً. وفي هذه الحالة ، عند مرور تيار بسيط قد يصل إلى جزء من المللي أمبير فإن هذا النوع من القواطع يفصل الدائرة .

٢/٤ أنواع قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي :

لهذه القواطع نوعان :

النوع الأول : يستطيع فصل الدائرة عندما تكون قيمة التيار المار فيها بحدود ٦ مللي أمبير.

النوع الثاني :يصلح لفصل الدوائر التي يزيد تيارها عن ٢٠ مللي أمبير ويوصي (NEC) باستخدام قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي في بعض الدوائر الكهربائية للمباني التجارية والسكنية وخاصة الموجودة في الأماكن المبتلة.

٣/٤ العلاقة بين شدة تيار التسرب الأرضي ومدة سريانه في جسم الإنسان .

فيما يلي جدول يوضح تأثير مرور تيار التسرب الأرضي في جسم الإنسان :

تيار التسربمللي أمبير	مدة سريان التيار	التأثير البيولوجي على جسم الإنسان
٠ ــ ٠,٥	مستمر	التيار غير محسوس وليس له تأثير
٠,٥ ــ ٥	مستمر	يبدأ الجسم بالإحساس بالتيار ويمكن للإنسان التخلص من المصدر إلا أنه يترك آثاراً في مكان التلامس
٥ ــ ٣٠	عدة دقائق	يصعب الانفصال عن مصدر الكهرباء ويسبب ارتفاع ضغط الدم وضيق تنفس
٣٠ ــ ٥٠	بضع ثواني	عدم انتظام نبض القلب – يرتفع ضغط الدم مع إغماء
٥٠ ــ عدة مئات	أقل من مدة النبضة	الشعور بصدمة قوية
	أطول من مدة النبضة	إغماء مع ظهور آثار عند نقط التلامس
أكثر من عدة مئات	أقل من مدة النبضة	إغماء مع ظهور آثار عند نقط التلامس
	أطول من مدة النبضة	إغماء – موت أو حريق

جدول رقم (٦)

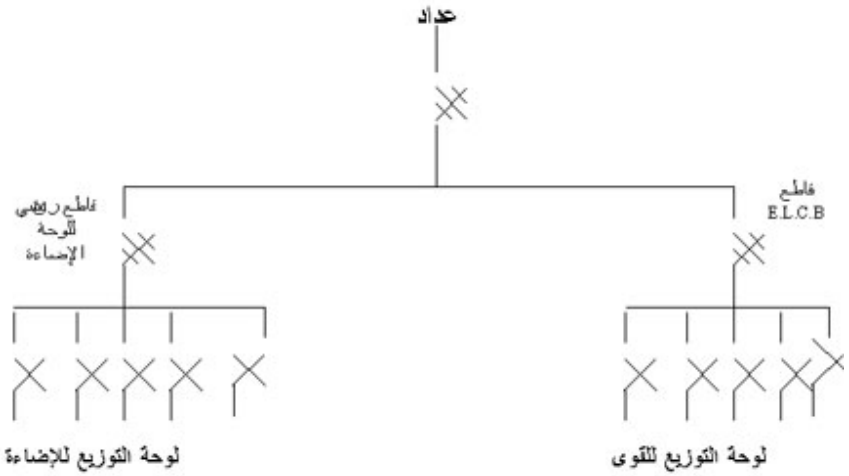
اسم المدينة	تشيكوسلوفاكيا	ألمانيا الغربية	سويسرا	فرنسا	بلجيكا	هولندا
الجهد الكهربائي الآمن (فولت)	٢٠	٢٤	٣٦	٢٤	٣٥	٥٠

٤/٤ أماكن تركيب قواطع الحماية ضد التسرب الأرضي (Elcb) :

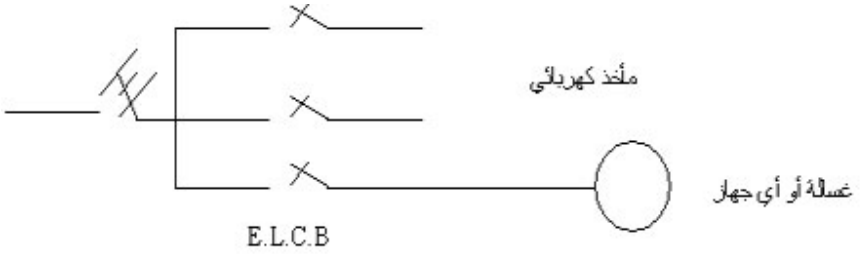
١/٤/٤ يمكن أن يوضع قاطع (Elcb) على الخط الرئيسي للوحة التوزيع وفي هذه الحالة تكون حمايته شاملة لجميع الدوائر .

ومن مساويء هذه الطريقة أنه لو كان هناك أي تسرب للأرض من وحدة إضاءة مثلاً فإن ذلك يتسبب في قطع التيار الكهربائي عن كل اللوحة.

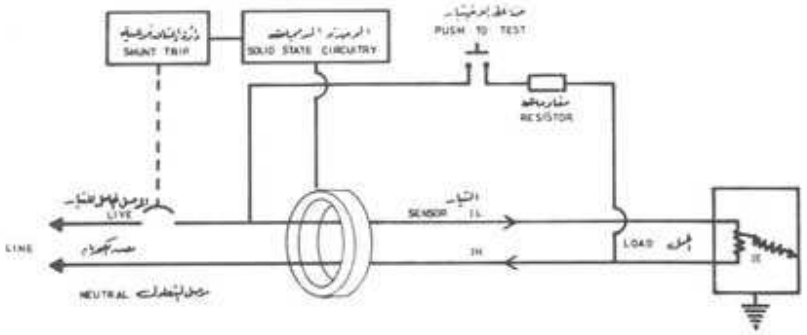
٢/٤/٤ أن يكون هناك لوحتان متجاورتان إحداهما للإضاءة والأخرى للقوى ويوضح قاطع (Elcb) قبل لوحة القوى بحيث يحمي فقط الأجهزة والآلات الكهربائية التي تتصل بدوائر القوى.

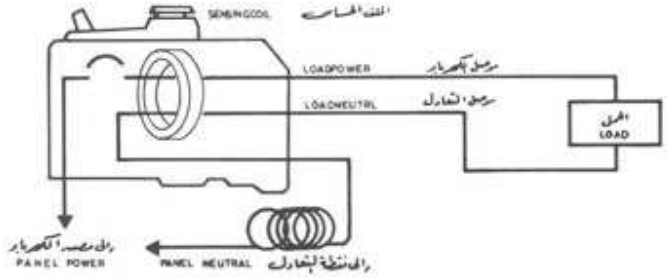


٣/٤/٤ يمكن أن يستخدم قاطع (Elcb) لحماية جهاز معين فقط كغسالة مثلاً ويتم ذلك بتوصيلة قبل المآخذ الكهربائية (البريزة) والغسالة أو أي جهاز آخر يراد حمايته بشرط أن يتم توصيل الجهاز بالأرض .



كما يمكن أن يستخدم لحماية جزء من سكن أو مبنى أو فراغات معينة .





قاطع فرعي مزود بحماية من تيار التسرب الأرضي

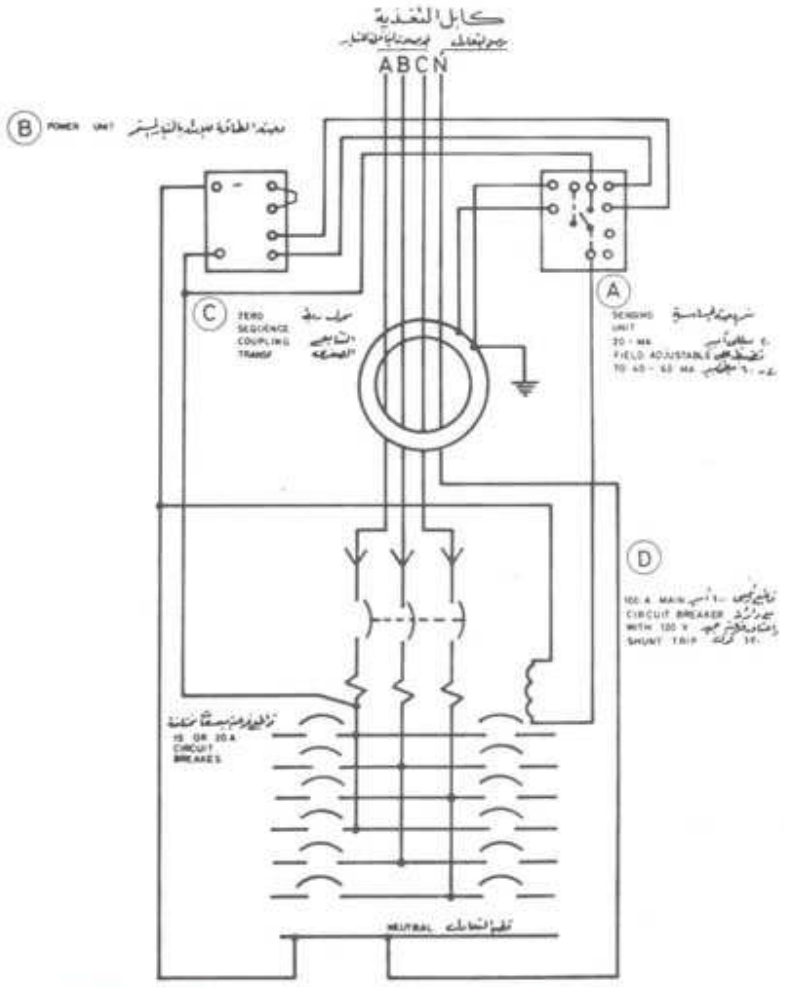
BRANCH EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER

حماية كل المبنى من تيار التسرب الأرضي

MAINS PROTECTION

حماية بعض أجزاء المبنى من تيار التسرب الأرضي

INDIVIDUAL PROTECTION



لوحة توزيع بقاطع عمومي مزود بحماية من تيار التسرب الأرضي
PANEL BOARD WITH MAIN EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER

AHMAD AL-HADIDY
JORDAN –ZARQA
TEL – 0777409465
HADIDY_66@YAHOO.COM