الباب الثانى

توزيع التيار الكهربى فى المنشآت الكبيرة

توزيع التيار الكهربى فى المنشآت الكبيرة

٢ / ١ - التوزيع الرأسى للقدرة الكهربية

تحتاج المنشآت الكبيرة إلى قدرات عالية لتغذية أحمال الإضاءة وأحمال أجهزة التبريد والتكييف وأحمال المصاعد الكهربية.. إلخ.

وعادة تحتاج المنشآت الكبيرة لمصدر تغذية مستقل يحتوى على محول خفض من جهد عال لجهد منخفض.

والشكل (٢-١) يبين أنظمة التوزيع الرأسية المختلفة المستخدمة فى المنشآت الكبيرة وهم كما يلى:

١- نظام التوزيع بصاعد واحد (الشكل أ)، ويمتاز هذا النظام أن لوحة التوزيع المستخدمة تكون صغيرة وبسيطة. فى حين يعاب عليه أنه عند حدوث أى مشكلة فى الخط الصاعد ينقطع التيار الكهربى عن المنشأة بأكملها، كما أن مساحة مقطع الصاعد تكون كبيرة مما يحتاج لتكلفة عالية فى التركيب. وعادة فإن هذا النظام يستخدم عندما تكون الدرجة الأمنية للمصدر الكهربى غير مهمة.

٢- نظام التوزيع لتغذية الأحمال كمجموعات (الشكل ب)، ويمتاز هذا النظام بسهولة تنفيذه، حيث يحتاج لموصلات لها مساحة مقطع صغيرة، وعند حدوث خطأ فى أحد المغذيات الرئيسية ينقطع التيار الكهربى عن مجموعة الأحمال التى يغذيها هذا المغذى فقط دون الباقى، ولكن يعاب على هذا النظام أنه يحتاج إلى لوحة توزيع كبيرة.

٣- نظام التوزيع المفرد للأحمال (الشكل جـ)؛ ويمتاز هذا النظام بصغر مساحة مقطع الموصلات المستخدمة عن تلك المستخدمة فى النظام الأول والثانى، الأمر الذى يسهل عملية تنفيذه، وعند حدوث مشكلة فى أحد المغذيات ينقطع التيار الكهربى عن دور واحد فقط؛ ولكن يعاب على هذا النظام كبر حجم

لوحة التوزيع، وكبر حجم القنوات التى تمرر فيها الموصلات للأدوار المختلفة، وارتفاع تكلفة التنفيذ.

٤- نظام التوزيع الحلقى للأحمال (الشكل د)، ويمتاز هذا النظام بارتفاع موثوقية الخدمة بمعنى انخفاض معدل انقطاع التيار الكهربى عن الأحمال، وصغر مساحة مقطع المغذيات الرئيسية عن تلك المستخدمة فى النظام الأول والثانى، وصغر حجم لوحة التوزيع عن تلك المستخدمة فى النظام الثانى والثالث، ويكثر استخدام هذا النظام عن الأنظمة السابقة.

٥- نظام التوزيع بصاعدين (الشكل هـ)؛ ويمتاز هذا النظام بارتفاع موثوقية الخدمة بمعنى انخفاض معدل انقطاع التيار الكهربى عن الأحمال وينصح باستخدام هذا النظام فى المبانى الشاهقة الارتفاع.

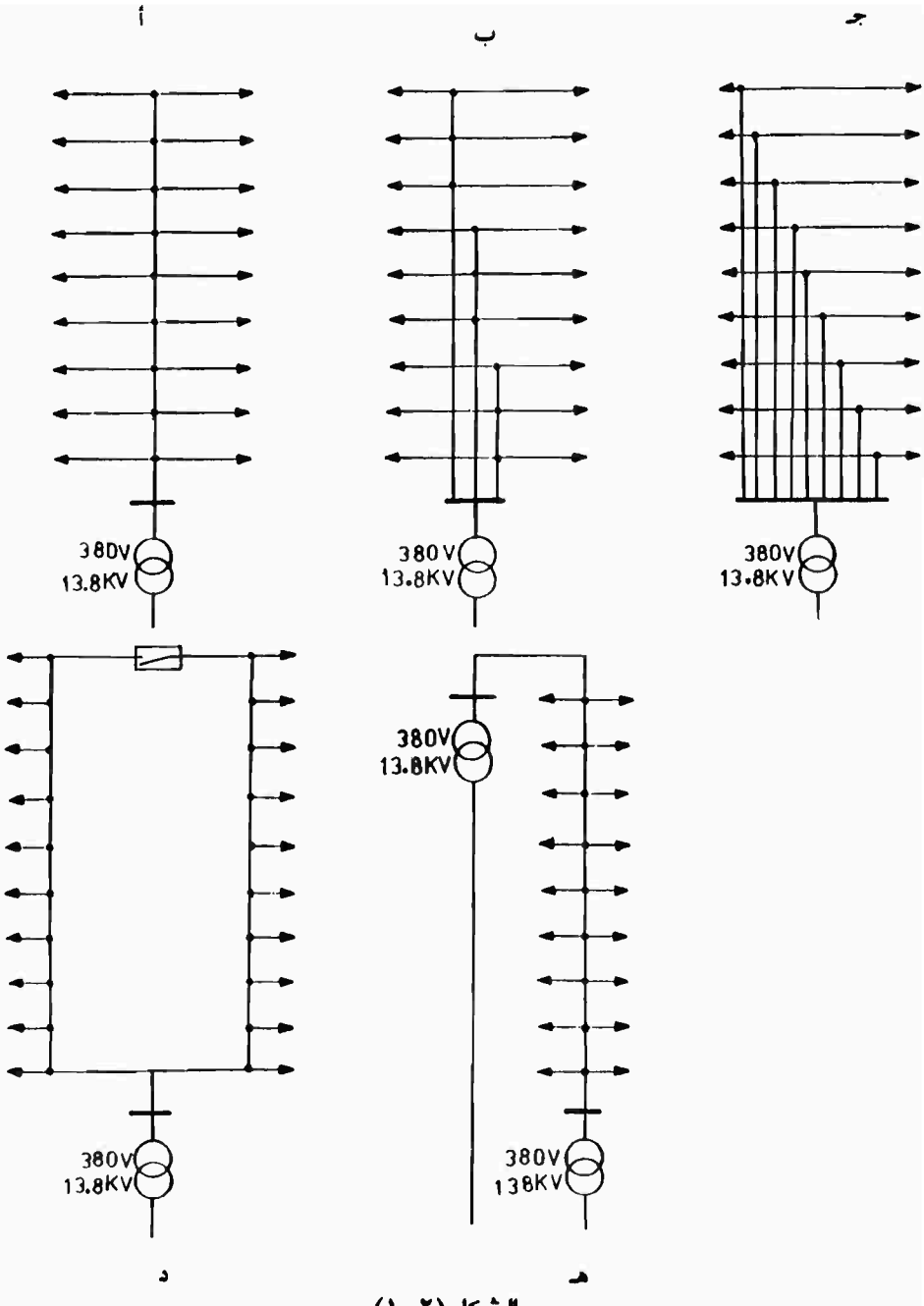
والجدير بالذكر أنه ينصح استخدام أنظمة ترانكات القضبان Busbar trunking system عن استخدام الكابلات فى التغذية الرأسية للمنشآت الكبيرة لما للأول من مميزات نذكر منها ما يلى:

- سهولة التنفيذ وانخفاض تكلفة التركيب بالمقارنة بتكلفة تركيب الكابلات.
- خفة الوزن وصغر الحيز المطلوب فى التركيب.
- ارتفاع سعة التحميل بالمقارنة بسعة تحميل الموصلات والكابلات.
- تحمل ارتفاع درجات الحرارة الناتجة عن زيادة التحميل نتيجة لمقدرة ترانكات القضبان على تشتيت الحرارة.

وعند استخدام ترانكات القضبان كصواعد لتغذية أحمال المنشآت الكبيرة يجب الاهتمام باختيار وسائل التثبيت الجيدة؛ وذلك لأنه عند حدوث قصر ينتج قوى تجاذب وتنافر بين هذه القضبان تكون كبيرة جداً.

ويجب غلق الترانكات بإحكام على هذه القضبان لمنع تراكم القاذورات عليها وللحماية من التلامس المباشر.

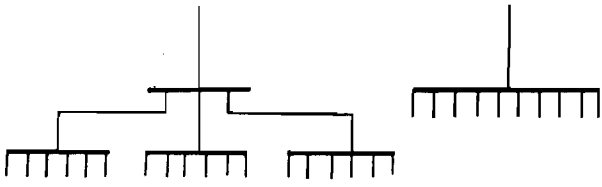
لمزيد من التفاصيل عن ترانكات القضبان والتلامس المباشر إرجع للكتاب الأول من هذه الموسوعة.


أ
ب
جـ
380V
13.8KV
380V
13.8KV
380V
13.8KV
380V
13.8KV
380V
13.8KV
380V
13.8KV
د
هـ

الشكل (٢-١)

٢ / ٢ - التوزيع الأفقى للقدرة الكهربية

عادة يتم الانتقال من التوزيع الرأسى إلى التوزيع الأفقى فى الأدوار (الطوابق) من خلال لوحات توزيع بكل طابق، ويعتمد حجم هذه اللوحات على عدد وقدرة الأحمال التى تغذيها. ويمكن تقسيم التوزيع الأفقى إلى توزيع مركزى وتوزيع غير مركزى كما هو مبين بالشكل (٢-٢).



أ ب

الشكل (٢-٢)

أولاً: التوزيع المركزى:

وهو مبين بالشكل (أ) حيث يخصص لوحة توزيع واحدة بكل طابق لتغذية جميع الأحمال، وهذه اللوحة تحتوى على جميع قواطع الحماية اللازمة ، وبالطبع فإن ذلك يحتاج لعدد كبير جداً من الموصلات والكابلات التى تخرج من اللوحة لتغذية الأحمال كلها وهذا بالطبع يؤدى إلى صعوبة تحديد مكان الخطأ عند حدوثة وكذلك زيادة فقد الجهد عند الأحمال.

ثانياً: التوزيع الغير مركزى:

وهو مبين بالشكل (ب) حيث يخصص لوحة توزيع رئيسية بكل طابق، ويتم تغذية كل مجموعة أحمال من لوحة توزيع فرعية وهذا النظام له عدة مميزات.

أ- تقليل عدد الكابلات الخارجة من لوحة التوزيع الرئيسية.

ب- سهولة تحديد مكان الخطأ.

جـ- فصل عدد قليل من الأحمال عند حدوث مشكلة فى أحد لوحات التوزيع الفرعية.

٢ / ٣ - لوحات المفاتيح ولوحات التوزيع

تستخدم كل من لوحات المفاتيح switch boards ، ولوحات التوزيع Distribu-tion boards فى الربط بين محولات الخفض، أو مولدات الطوارئ والأحمال الكهربية بالمنشأة، وفيما يلى أهم الفروقات بين لوحات المفاتيح ولوحات التوزيع.

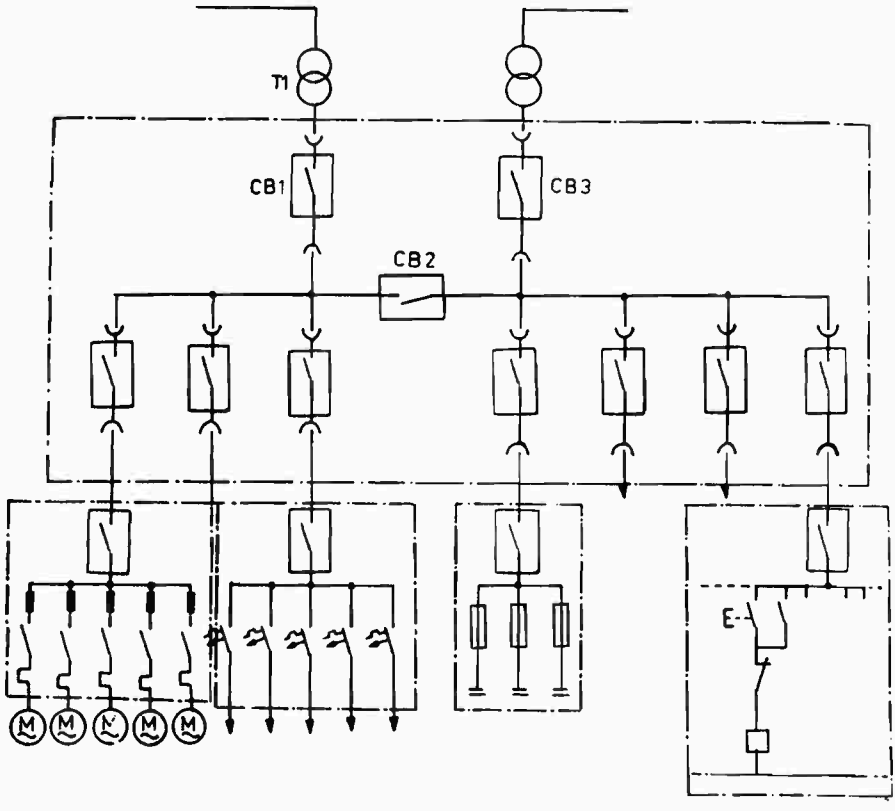
لوحات المفاتيح

- تحتوى على قضبان تصل سعتها إلى 4000A .
- تصنع من ألواح من الصلب .
- يصل ارتفاعها إلى 2.2m .
- تحتوى على قواطع من النوع الثابت، وقواطع من النوع الذى يمكن سحبه خارج اللوحة .
- تحتوى على دوائر تتحمل تيارات قصر تصل إلى 176KA .
- درجة حمايتها تصل إلى IP40 وأحيانا تكون IP54 عند الطلب .

لوحات التوزيع :

- تحتوى على قضبان تصل سعتها إلى 2000A .
- تصنع من ألواح الصلب أو مواد عازلة أو من الزهر الرمادى .
- ارتفاع الصناديق المنفردة لا يزيد عن 1m .
- تحتوى على دوائر تتحمل تيارات قصر تصل إلى 80KA .
- درجة حمايتها تصل إلى IP65 .

والشكل (٢-٣) يعرض مخطط التوزيع لأحد المصانع.



الشكل (٢-٣)

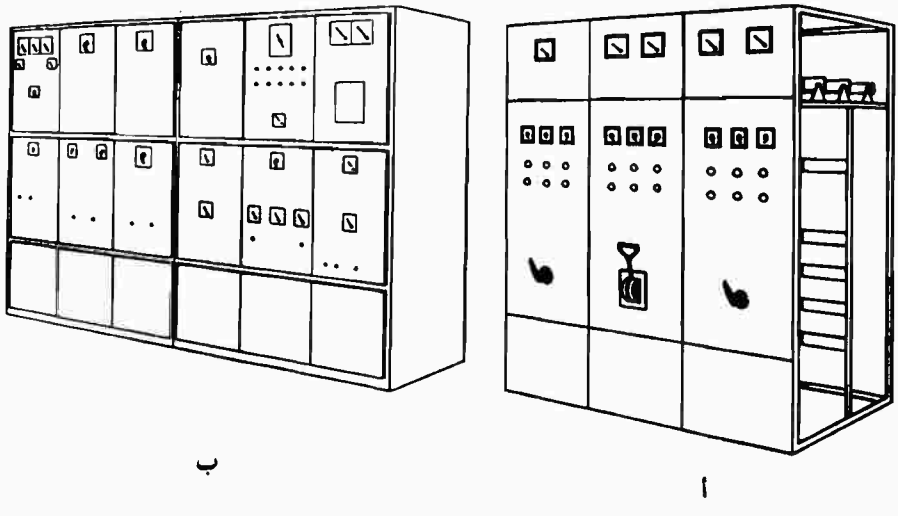
ويحتوى على لوحة مفاتيح 1، ولوحة توزيع محركات 2، ولوحة توزيع إضاءة ومسخنات 3، ولوحة تحسين معامل قدرة 4، ولوحة تحكم 5.

ويلاحظ أن لوحة المفاتيح 1، تحتوى على قاطعين رئيسيين CB1,CB2، لتغذية اللوحة من محولين، والقاطع CB3 للربط بين القضبين BB2,BB1، ويتم تغذية كل لوحة توزيع فى المصنع عبر قاطع فى لوحة المفاتيح، وتستخدم القواطع التالية فى ذلك CB4,CB5,CB6,CB7,CB8,CB9,CB10؛ علماً بأن جميع قواطع لوحة المفاتيح من النوع الذى يمكن سحبه خارج اللوحة، وتزود كل لوحة توزيع بقاطع رئيسى من النوع الثابت لحماية

جميع أحمال اللوحة.

والشكل (٢-٤) يعرض نموذجاً للوحة مفاتيح من النوع المفتوح (الشكل أ) وتوفر هذه اللوحات حماية من تلامس الأشخاص مع الأجزاء الحاملة للتيار من جهة جانب التشغيل للوحة ولكنها غير مغلقة من باقى الجوانب، وتستخدم هذه اللوحات فى الأماكن المغلقة التى لا يصل إليها إلا المختصون فقط.

ونموذجاً للوحات المفاتيح التى على شكل دولاب (الشكل ب). وهذه اللوحات تكون مغلقة من جميع الجوانب؛ وبالتالى تمنع حدوث تلامس للأشخاص مع الأجزاء الحاملة للتيار الكهربى أثناء التشغيل. وتستخدم هذه اللوحات فى الأماكن المفتوحة، ويصل ارتفاع هذه اللوحات إلى 2.2m، وتتكون من عدة مقاطع. ويكون لهذه اللوح باب خلفى وتزود هذه اللوحات أحياناً بأجزاء يمكن سحبها لسحب القواطع الأتوماتيكية خارج اللوحة.



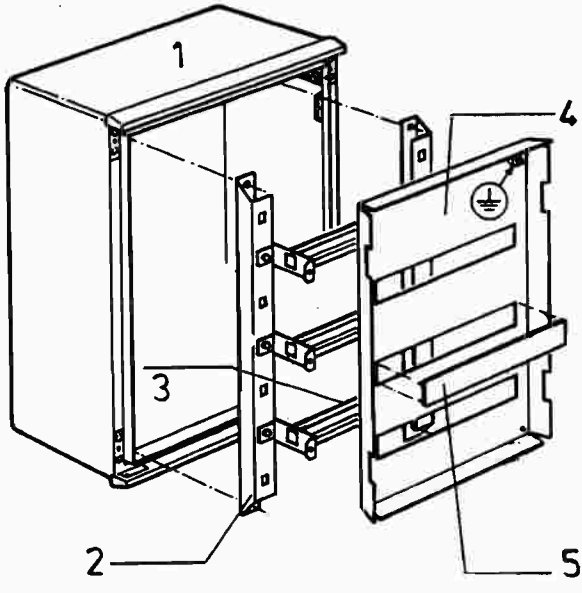
ب

أ

الشكل (٢-٤)

أما لوحات التوزيع فتستخدم فى توزيع التيار الكهربى عند الأحمال، وتتواجد بمقاسات مختلفة، وتكون مصنوعة من البلاستيك أو الصلب، وتوضع هذه اللوحات إما بجوار العداد أو تغذى من لوحة مفاتيح، وتحتوى هذه اللوحات على قواطع مصغرة، وقواطع تسرب أرضى وقواطع مقولبة.

وتصل درجة حماية هذه اللوحات إلى IP 55، وتثبت هذه اللوحات إما على الحائط أو بداخل الحائط أو تقف حرة.

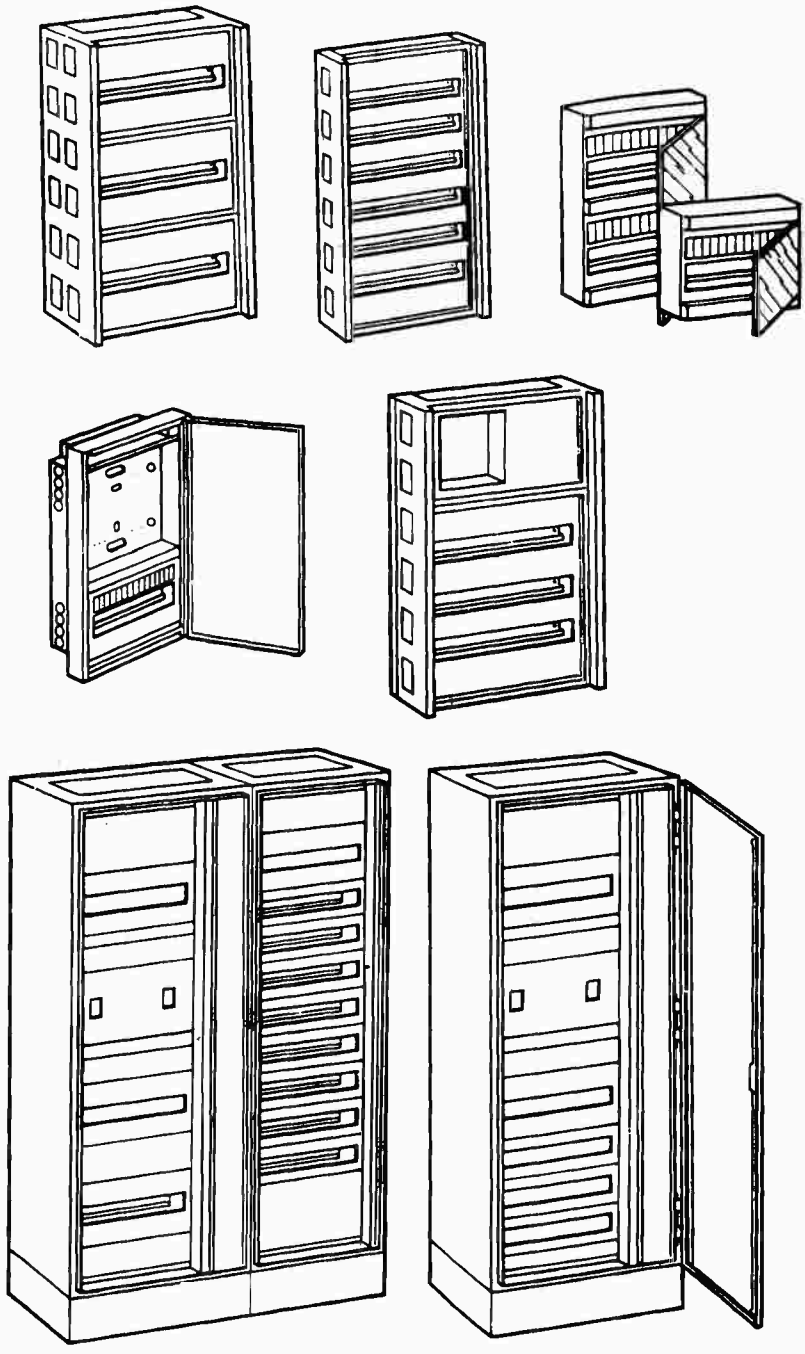


الشكل (٢- ٥)

والشكل (٢- ٥) يعرض نموذجًا للوحات توزيع فرعية، وهى تتكون من صندوق 1، وهيكل 2يحمل قضبان أوميجا 3لتثبيت القواطع عليه، ولوح أمامى به فتحات 4 تقابل قضبان أوميجا لإخراج الجزء البارز من القواطع، وذلك حتى يسهل لأى شخص وصل وفصل القواطع. وتوجد أغطية 5 لتغطية الأماكن غير المستخدمة؛ أى الأماكن الفارغة التى لم يوضع فيها قواطع ويوجد للوحة باب خارجى ولكنه غير ظاهر. وتتواجد اللوحات الفرعية بأبعاد مختلفة. وفيما يلى بعض أبعاد اللوحات Atlantic 55 المنتجة بشركة Legrand الفرنسية والتى تثبت فوق الحائط؛ علمًا بأن هذه الأبعاد بالملى متر.

300 x 200 x 160	7000 x 300 x 250
300 x 400 x 200	800 x 600 x 250
400 x 300 x 200	800 x 800 x 250
500 x 400 x 200	1000 x 600 x 250
400 x 600 x 250	1000 x 800 x 250
500 x 400 x 250	1000 x 800 x 400
600 x 400 x 250	1200 x 800 x 400
600 x 600 x 250	1400 x 800 400

والشكل (٢- ٦) يعرض نماذج مختلف للوحات التوزيع



الشكل (٢-٦)

٢ / ٤ - التأريض الوقائى Protection earthing

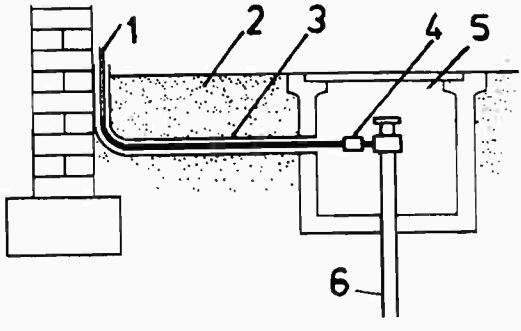
التأريض الوقائى هو توصيل جسم غير موصل للتيار الكهربى مثل هياكل الأجهزة الكهربية بالأرضى، والغرض من التأريض الوقائى هو حماية الأشخاص من الصدمة الكهربية عند ملامسة هياكل الأجهزة الكهربية المعدنية أثناء حدوث تلف داخلى فى عزلها، ويتكون نظام التأريض الوقائى من:

- قطب أرضى - موصل أرضى - موصل وقاية - وصلات

٢ / ٤ / ١ - قطب الأرضى

يوجد عدة أشكال لقطب الأرضى وهى كما يلى:

١ - عمود مغموس فى التربة حيث يستخدم عمود من النحاس قطره 15mm أو 20mm. وطوله حوالى 2.5m أو يستخدم عمود من الصلب المطلى بالنحاس قطره 15mm وسمك طبقة النحاس 2.5mm، وعادة يكون رأس العمود مدببًا لسهولة غرسه بالأرض، وتوضع نقطة اتصال موصل الأرضى مع العمود فى غرفة تفتيش. والشكل (٢-٧) يبين عمود أرضى مغروس فى التربة؛ علماً بأنه ينصح باستخدام الأعمدة الأرضية مع المبانى الموجودة فى الأماكن الريفية لاتساع الأرض الخالية أمامها.



الشكل (٢-٧)

حيث إن:

الموصل الأرضى	1
الخرسانة	2
ماسورة بلاستيك	3
علبة توصيل	4
غرفة تفتيش	5
القطب الأرضى	6

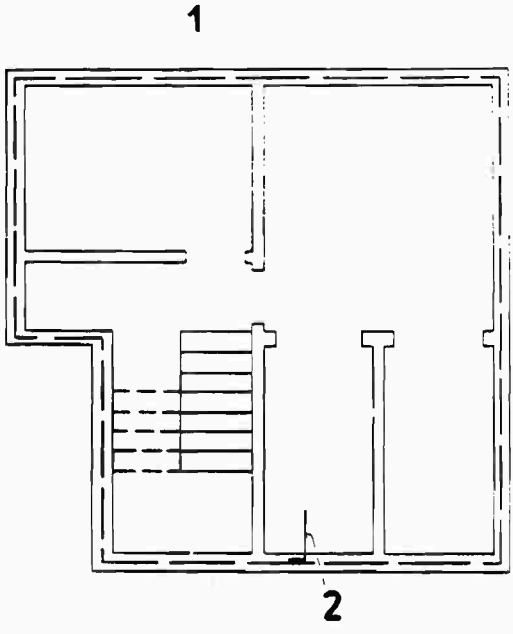
٢ - قطب مدفون فى خرسانة أساس المنشأة ويصنع من الصلب المجلفن، أبعاده (30x3.5mm) أو (25x4mm)، أو من حبل من الصلب قطره لايقل عن 10mm. ويدفن شريط الصلب أو حبل الصلب على شكل مسار مغلق فى

الأساس على ارتفاع 4cm من القـــاع وذلك فى المحـــيط الخارجى لأساس المنشأة كما هو مبين بالشكل (٢-٨)

حيث إن :

القطب الأرضى 1

موصل الأرضى 2



الشكل (٢-٨)

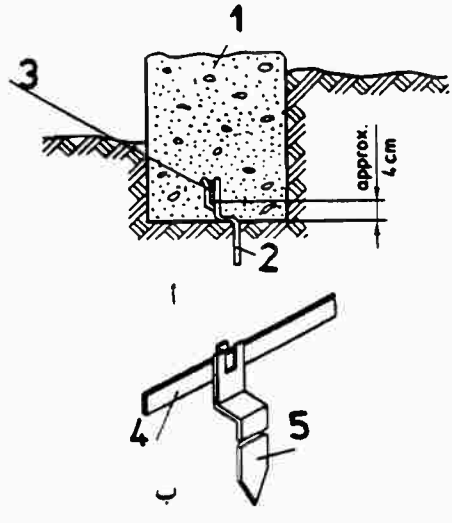
وعادة تستخدم ركائز توجيه لتمديد شريط الأرضى داخل الأساس على ارتفاع 4cm من قاع الأساس بالطريقة المبينة بالشكل (٢-٩)

حيث إن :

الخرسانة 1

ركيزة توجيه 2.5

الموصل الأرضى 3.4



الشكل (٢-٩)

٣ – استخدام أسياخ حديد المسلح كقطب أرضى، فمن المعلوم أن أسياخ الحديد الموجودة فى أساس المنشأة تكون على شكل شبكة متصلة فيما بينها، لذلك

يتم توصيل أحد أسياخ الحديد الغليظة مع موصل من النحاس بواسطة قافيز، ويفضل أن يكون هذا الاتصال داخل علبة مغلقة فوق سطح الأرض حتى يسهل الكشف عنها من حين لآخر لأن هذه الوصلة عادة تتعرض للتآكل.

٤ - تثبيت مسمار مسلح فى جدار الدور الأول للمنشأة وذلك للمنشآت القديمة والتى لم يُعَدْ لها قطب أرضى من قبل وذلك فى الأماكن التى تمتاز بمستوى مياه جوفية مرتفع مثل: منطقة الدلتا بجمهورية مصر العربية.

٢ / ٤ / ٢ - موصلات الأرضى وموصلات الوقاية

أولاً: موصلات الأرضى

تقوم هذه الموصلات بتوصيل القطب الأرضى بلوحة الدخول للمنشأة.

والجدول (٢-١) يبين الأبعاد الصغرى لموصل الأرضى والذى يصنع من شريط من النحاس أو الصلب أو حبل من النحاس والصلب.

الجدول (٢-١)

موصلات الأرضى	بحماية ميكانيكية	بدون حماية ميكانيكية
بحماية ضد الصدأ والتآكل بواسطة غلاف واقى	نفس مساحة مقطع خط الوقاية	- شريط أو حبل من النحاس مساحة مقطعه $16mm^2$ - شريط أو حبل من الصلب مساحة مقطعه $16mm^2$
بدون حماية ضد الصدأ والتآكل	- شريط من النحاس مساحة مقطعه $25mm^2$ - شريط من الصلب المجلفن المسحوب على الساخن مساحة مقطعه $50mm^2$	

وينصح عادة بإمرار موصلات الأرضى فى مواسير بلاستيكية داخل الأرض، وكذلك ينصح باستخدام وصلة ثنائية المعدن عند وصل موصل الأرضى مع قطب الأرضى حتى تكون هى أسرع جزء يحدث له تحلل كهربى وليس القطب الأرضى ولا الموصل الأرضى، وتوضع هذه الوصلات داخل غرفة تفتيش حتى يسهل الوصول إليها وتغييرها إذا لزم الأمر (ارجع للشكل ٢-٧).

ثانيا : موصلات الوقاية (PE)

وهى تكون معزولة بلون أصفر/أخضر ،أو تكون موصلات من النحاس العادى.

والجدول (٢-٢) يبين مساحة مقطع موصلات الوقاية بدلالة مساحة مقطع الأوجه، فإذا كان موصل الوقاية يستخدم لعدة دوائر تستخدم أكبر مساحة مقطع خاصة بأوجه هذه الدوائر.

الجدول (٢-٢)

مساحة مقطع الأوجه	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	90	120	150
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70

علماً بأن موصل الوقاية يستخدم فى توصيل هياكل الأجهزة والمعدات الموجودة بالمنشأة بقضيب الأرضى الموجود بلوحة التوزيع للمنشأة.

وفيما يلى بعض التوصيات عند استخدام موصل الوقاية وهى كما يلى :

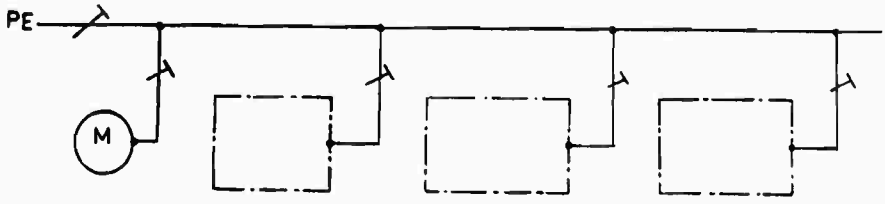
١ – يمدد موصل الوقاية مع الأوجه المختلفة داخل ماسورة واحدة أو مجرى واحد ويكون لون عزله أصفر/أخضر.

٢ – لايجوز تأمين موصل الوقاية بمصهر حماية ولايجوز أن يكون قابل للفصل من الدائرة.

٣ – يحظر توصيل موصل الوقاية مع القطب الأرضى مباشرة دون التوصيل بالموصل الأرضى.

٤ – يجب أن يكون لكل جهاز موصل وقاية خاص به متفرع من موصل الوقاية الرئيسى، ويمنع توصيل الهياكل الأرضية للأجهزة الكهربية والمطلوب تأريضها بالتسلسل بواسطة موصل الوقاية.

والشكل (٢-١٠) يبين طريقة التوصيل الصحيحة للأجهزة مع موصل الوقاية.



الشكل (٢-١٠)

٢ / ٥ - المصهرات Fuses

تعتبر المصهرات الكهربية هى إحدى عناصر الحماية الهامة من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل أو القصر، وهى تتميز بمقدرتها العالية على فصل الدوائر الكهربية عند زيادة التيار.

وفيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع المصهرات:

١ - التيار المقنن للمصهر (In) وهو أكبر تيار يمر بالمصهر بدون أن يحدث تلف لعنصر الانصهار للمصهر، ويعبر عنه بالأمبير ويكون احد القيم التالية:

2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100

- تيار الفصل التقليدى (I_F) وهو التيار الذى يحدث انصهار لعنصر المصهر فى زمن أقل من خمس ثوانى (5S).

- معامل الانصهار ويساوى النسبة بين تيار الفصل التقليدى (I_F)، والتيار المقنن للمصهر (In).

ويمكن تقسيم المصهرات بصفة عامة إلى:

١ - مصهرات يعاد تشعيرها.

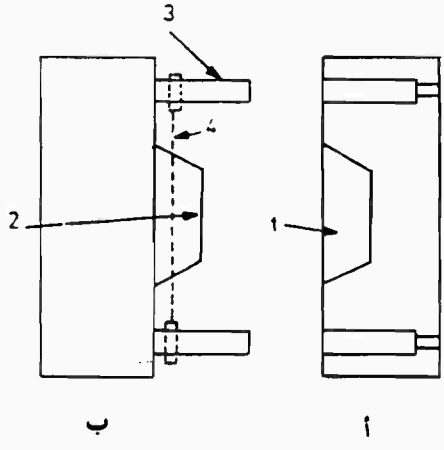
٢ - مصهرات خرطوشية.

٢ / ٥ / ١ - المصهرات التى يعاد تشعيرها

وهذه المصهرات كانت تستخدم فى الماضى بكثرة ومازالت تستخدم إلى الآن ببعض المنشآت، حيث يوضع سلك رفيع بين طرفى تلامس المصهر فإذا انصهر هذا السلك يستبدل بآخر، ويتراوح معامل انصهار المصهرات التى يعاد تشعيرها حوالى 2 فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30A فإن تيار الانصهار للمصهر (تيار الفصل

التقليدى) يساوى 60A تقريباً.

والشكل (٢-١١) يعرض قطاعاً لمصهر يعاد تشعيره، ويتكون من قاعدة المصهر (أ) وجسم المصهر (ب).



الشكل (٢-١١)

حيث إن :

1 تجويف بقاعدة المصهر الخزفية

2 بروز خزفى بجسم المصهر الخزفى

3 نقط تلامس المصهر

4 عنصر الانصهار (السلك الرفيع)

والجدول (٢-٣) يبين أقطار أسلاك النحاس المستخدمة فى تشعيره المصهرات التى يعاد تشعيره تبعاً للتيار المقنن للحمل.

الجدول (٢-٣)

التيار المقنن (A)	3	5	10	15	20	25	30	45	60	80	100
قطر سلك النحاس mm	0.15	0.2	0.35	0.5	0.6	0.75	0.85	1.25	1.53	1.8	2

وتمتاز المصهرات التى يعاد تشعيرها برخصها وسهولة استبدال عنصر انصهارها بدون أى تكلفة ولكن يعاب عليها ما يلى :

١ – لاتوفر للدائرة الحماية المطلوبة إذا استبدل عنصر انصهارها بآخر أغلظ.

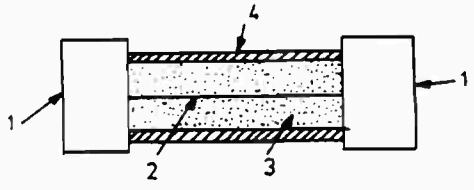
٢ – عنصر الانصهار قد يؤدى إلى تلف المصهر بأكمله عند قطعه نتيجة للشرارة الكهربية التى تحدث.

٣ – زمن انصهار عنصر الانصهار كبير. وهذا قد يضر ببعض الأجهزة الحساسة.

٤ – خواصه الكهربية قد تتغير نتيجة لأن عنصر انصهاره معرض للعوامل الجوية مما يؤدى إلى تعرضه للأكسدة.

٢ / ٥ / ٢ - المصهرات الخرطوشية

عنصر انصهار هذه المصهرات يكون داخل أنبوبة من السيراميك أو الزجاج. وتملأ هذه الأنبوبة عادة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل: الكوارتز. ويوصل عنصر الانصهار بنقطتين توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة. والشكل (٢-١٢) يعرض قطاعاً فى مصهر خرطوشى بسيط.



حيث إن:

طرف توصيل معدنى	1	
عنصر الانصهار (سلك رفيع)	2	
مادة إطفاء الشرارة (كوارتز)	3	
أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك	4	

(الشكل ٢-١٢)

وتستخدم المصهرات الخرطوشية فى حماية الأجهزة الكهربية والالكترونية ومآخذ التيار ويكون معامل انصهارها حوالى 1.5، فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30A فإن تيار انصهاره يكون 45A تقريباً.

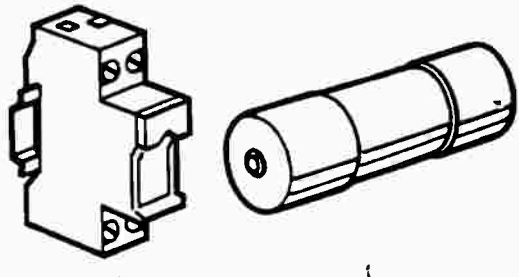
وفيما يلى أهم مميزات المصهرات الخرطوشية:

١ - يحدث إخماد للقوس الكهربى الناتج عن عملية انصهار المصهر.

٢ - زمن انصهار عنصر انصهاره صغير.

٣ - له خواص ثابتة لأن عنصر انصهاره غير متعرض للأكسدة.

والشكل (٢-١٣) يعرض صورة لمصهر خرطوشى (الشكل أ)، وصورة لحامل مصهر خرطوشى (الشكل ب) من إنتاج شركة Legrand الفرنسية



ب أ

الشكل (٢-١٣)

٢ / ٦ - قواطع الدائرة المصغرة Miniature C.B'S

وتستخدم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S فى وصل وفصل الدوائر الكهربية سواء فى الأحوال العادية أو فى حالات الخطأ. والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بتوصيل وقطع الدائرة عند حالات التشغيل العادية وذلك يدوياً. أما قاطع الدائرة فيقوم بتوصيل وفصل الدائرة يدوياً وذلك عند حالات التشغيل العادية وكذلك يقوم بفصل الدائرة آلياً عند حالات الخطأ.

وفيما يلى أهم مميزات قواطع الدائرة المصغرة:

١ - زمن الفصل لها قصير جداً عند حدوث قصر بالدائرة.

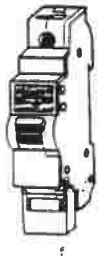
٢ - يمكن إعادتها للعمل بسهولة بعد إزالة أسباب الخطأ.

٣ - يمكن استخدامها كمفتاح رئيسى للدائرة.

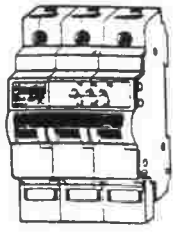
٤ - يمكن فصلها وتشغيلها تحت الحمل بدون خوف من حدوث شرارة.

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة تصنع بعدد مختلف من الأقطاب مثل:

- قاطع بقطب واحد 1pole
- قاطع قطبين 2pole
- قاطع ثلاثة أقطاب 3pole
- قاطع أربعة أقطاب 4pole



أ



ب

والشكل (٢-١٤) يعرض نموذجاً لقاطع قطب واحد (الشكل أ)، ونموذجًا لقاطع ثلاثة أقطاب (الشكل ب)

أما الشكل (٢-١٥) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أوميجا (الشكل أ)، وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحد من قضيب أوميجا (الشكل ب).

الشكل (٢-١٤)

وتستخدم عدة مصطلحات فنية مع قواطع الدائرة المصغرة وهى كما يلى:

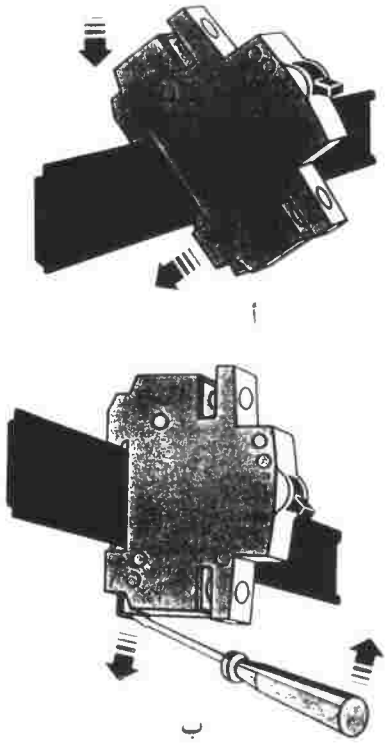
١ – التيار المقنن In: وهو التيار الذى يمر فى القاطع بدون إحداث فصل للقاطع

٢ – تيار الفصل اللحظى: هو أقل تيار يعمل على فصل القاطع فى زمن يتراوح ما بين (0.2: 5S) وتعتمد قيمة هذا التيار على خواص القاطع ويطلق عليه أحيانا بتيار الفصل المغناطيسى.

٣ – تيار الفصل التقليدى It: وهو التيار الذى يحدث فصل للقاطع فى زمن أقل من ساعة واحدة 1hr

ويساوى عادة (1.45In) ويطلق عليه أحيانا بتيار الفصل الحرارى.

٤ – سعة تيار القصر وهو أقصى تيار يمكن مروره فى القاطع لحظة القصر.



(الشكل ٢-١٥)

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة يتوفر منها عدة أنواع تختلف فيما بينها فى الخواص الكهربية. (خواص الزمن والتيار) ويمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة تبعاً لخواصها الخاضعة للمواصفات العالمية IEC إلى:

١ – قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) وتقابل خواص L (قديمة).

٢ – قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) وتقابل خواص U (قديمة).

٣ – قواطع دائرة لها خواص D (حديثة).

والجدير بالذكر أن الشركات العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواعاً أخرى من الخواص مثل: G,K

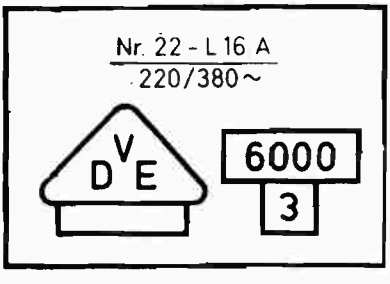
علماً بأن القواطع التى لها خواص L,B تستخدم فى حماية الموصلات والكابلات، أما القواطع التى لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية.

والجدول (٢-٤) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التى لها خواص B,C,L,U,K,G.

الجدول (٢-٤)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل التقليدى فى زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظى فى زمن يتراوح ما بين 0.1:5S
B	6:63	1.45In	(3:5)In
C	6:63	1.45In	(5:10)In
L	6:10	1.9In	(3.6:5.25)In
	16:25	1.75In	(3.6:4.9)In
	32:63	1.6In	(3.12:4.55)In
U	0.5:10	1.9In	(5.25:12)In
	12:15	1.75In	(4.9:11.2)In
	32:63	1.6In	(4.5:10.4)In
K	6:63	1.25In	(7:10)In
G	0.5:63	1.35In	(7:10)In

والشكل (٢-١٦) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية.



(الشكل (٢-١٦)

حيث إن :

القيمة الحجمية للقاطع Nr22

وتساوى 1.13In

التيار المقنن 16

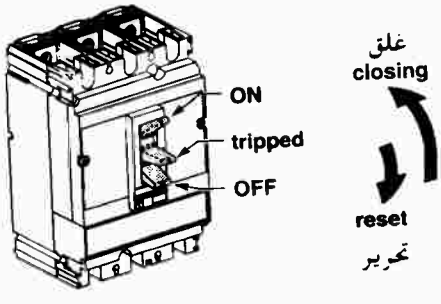
جهد التشغيل المقنن	220/380V~
هذا القاطع يخضع للمواصفات القياسية الألمانية VDE	DVE
سعة تيار القصر	6000
قسم تحديد التيار للقاطع وقسم 3 يعنى أن	3

القاطع يقوم بتحديد تيارالقصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى

٢ / ٧ قواطع الدائرة المقولبة MCCB'S

تتشابه خواص قواطع الدائرة المقولبة مع قواطع الدائرة المصغرة لحد كبير فى الخواص، عدا أن الأولى تتوافر بسعات عالية لتيار التشغيل تصل إلى 4000A. وتستخدم قواطع الدائرة المقولبة لحماية الموصلات والكابلات الرئيسية والمحركات والمحولات والمولدات وماكينات اللحام والأفران ودوائر تحسين معامل القدرة.. إلخ.

والشكل (٢-١٧) يعرض نموذجاً لقاطع مقولب يعمل بيد تشغيل يدوية وله ثلاثة أوضاع وهى: وضع الغلق ON، ووضع الفتح OFF، ووضع الفصل عند زيادة الحمل Tripped. **وفيما يلى أهم مميزات القواطع المقولبة:**



الشكل (٢-١٧)

١ - تكون مزودة بنظام ميكانيكى يجعل عملية فتح وغلق القاطع تتم بسرعة بغض النظر عن سرعة تحريك ذراع القاطع وهذا يقلل من تآكل نقاط تلامس القاطع.

٢ - تزود هذه القواطع بمكان لمعايرة تيار الفصل الحرارى ومكان آخر لمعايرة تيارالفصل المغناطيسى؛ علماً بأن بعض القواطع يكون لها تيار فصل مغناطيسى ثابت غير قابل للمعايرة.

٣ - يوجد أنواع من هذه القواطع مزود بإمكانية إضافة موديول فصل عند انخفاض الجهد UVT، وموديول فصل توازى SHT، وموديول تسرب أرضى وموديول

ريش إضافية AX .

٤ – لها سعات قطع Rupture capacity تصل إلى 80KA .

٥ – بعضها معد لضبط تيار الفصل الحرارى للأوجه الثلاثة، وكذلك لخط التعادل، وكذلك ضبط تيار الفصل المغناطيسى للأوجه الثلاثة، وكذلك لخط التعادل

٦ – يمكن استخدام MCCB'S فى الأماكن ذات درجات الحرارة المرتفعة كالمسابك والغلايات لأنها تكون مزودة بمعادلة ضد درجات الحرارة العالية .

والجدول (٢–٥) يعرض بعض الأنواع المنتجة فى شركة Legrand الفرنسية

الجدول (٢–٥)

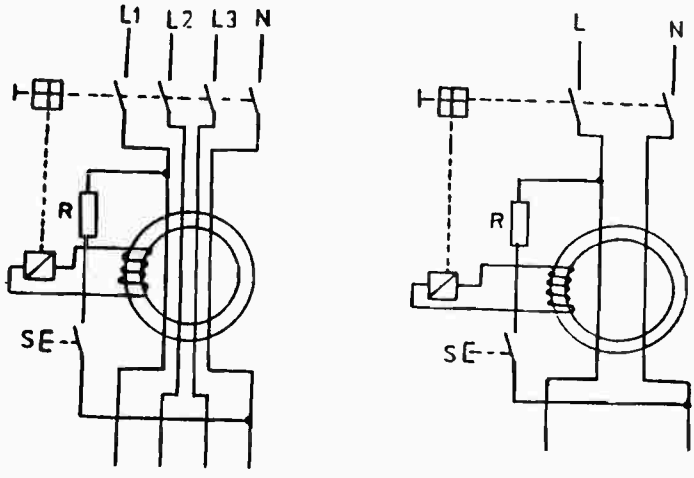
الرمز	DPX125	DPX160	DPX250	DPX320	DPX400	DPX500	DPX630	DPX800
حدود معايرة التيار الحرارى	90:125	100:160	160:250	250:320	320:400	400:500	500:630	630:800
حدود معايرة التيار المغناطيسى	1250	6000	875:2500	1600:3200	2000:4000	2500:5000	3150:6300	4000:8000

٢ / ٨ – قواطع التسرب الأرضى ELCB'S

تستخدم قواطع التسرب الأرضى لفصل الدائرة بمجرد تسرب تيار صغير للأرضى يصل إلى 30mA فى أغلب الأحوال . فمن الممكن أن يكون هذا التسرب ناتج عن ملامسة شخص ما لأحد الخطوط الكهربية .

وحيث إن هذا التيار قد يسبب إصابة الشخص بالصدمة الكهربية، كما أن أجهزة الوقاية من زيادة التيار (المصهرات – القواطع) غير قادرة على فصل الدائرة عند حدوث مثل هذا التسرب؛لذا كان استخدام قواطع التسرب الأرضى من الأمور اللازمة فى المنشآت .

والشكل (٢–١٨) يعرض التركيب الداخلى لقواطع التسرب الأرضى



ب أ

الشكل (٢-١٨)

فـقـاطع التـسـرب الأرضى ذو القطبين والمبين بالشكل (أ) يتكون من ريشـتين متصلين بموصلين يمران داخل محول تيار صغرى ZVT، ويوصل الملف الثانوى لمحول التيار بريلاى الفصل للقاطع. ففى الوضع الطبيعى يتم الضغط على ضاغط تشغيل آله الوصل S للقاطع فتغلق ريش القاطع ويكون تيار التسرب IΔ مساوياً الفرق بين التيار المار فى الوجه L، والتيار الراجع فى خط التعادل N، وحيث إنهما متساويان لذلك فإن

$$I\Delta = I_L - I_N = O$$

وعند حدوث تسرب لبعض التيار الراجع IN بحيث يكون التيار المتسرب IΔ أكبر من تيار التسرب المقنن للقاطع IΔN فى هذه الحالة يفصل قاطع التسرب ريشه

حيث إن : $I\Delta = I_L - I_N \geq I\Delta N$

وعادة تزود هذه القواطع بدائرة لاختبار القاطع تتكون من ضاغط T ومقاومة R، فعند الضغط على الضاغط T يمر التيار من الوجه L إلى خط التعادل مروراً بالمقاومة R خارج محول التيار، فيحدث فصل للقاطع حيث تختار المقاومة R؛ بحيث تسبب

إمرار تيار أكبر من $I_{\Delta N}$ للقاطع. وفى هذه الحالة يكون:

$$I_{\Delta}=I_L \geq I_{\Delta N}$$

أما قاطع التسرب الأرضى الرباعى الأقطاب والمبين بالشكل (ب) فإنه لايختلف فى عمله عن قاطع التسرب الأرضى الثنائى القطب.

ففى الوضع الطبيعى يكون تيار التسرب I_{Δ} مساوياً:

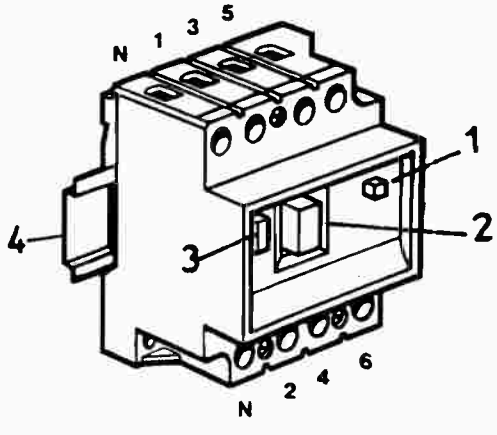
$$I_{\Delta}=I_{L1}+I_{L2}+I_{L3}+I_N = O$$

وعند حدوث تسرب من أحد الأوجه إلى الأرض بتيار قيمته أكبر من تيار التسرب الأرضى المقنن للقاطع ($I_{\Delta N}$) يحدث فصل لحظى للقاطع.

والشكل (٢-١٩) يعرض نموذجاً لقاطع تسرب أرضى رباعى القطب من إنتاج شركة **Legrand** الفرنسية مثبت على قضيب أوميجا.

حيث إن:

ضاغط الاختبار	1
ضاغط التشغيل الانضغاطى	2
ضاغط تحرير القاطع	3
قضيب أوميجا	4



الشكل (٢-١٩)

وأهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع قواطع التسرب الأرضى ما يلى:

١ - **التيار المقنن In**: وهو التيار الذى يصمم القاطع على حمله بدون أى خطورة عليه، وفيما يلى أهم قيم التيارات القياسية لهذه القواطع بالأمبير

6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100

٢ - **تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$**: وهو أقل تيار تسرب أرضى يحدث فصل للقاطع.

6mA, 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA

وفيما يلى أهم قيم تيارات التسرب الأرضى القياسية :

٣ - جهد التشغيل UN : وفيما يلى أهم جهود التشغيل المقننة القياسية التى تعمل عندها قواطع التسرب الأرضى بالفولت .

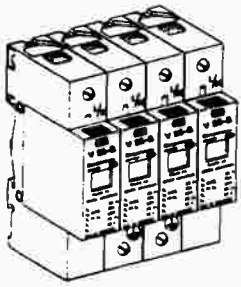
120, 220, 240, 380, 440

٢ / ٩ - محددات الموجات العابرة للجهد Surge Arrestor

تستخدم هذه المحددات مع الأجهزة الحساسة لارتفاع الجهد والناتج عن أسباب خارجية مثل : الصواعق الكهربية، أو أسباب داخلية مثل : الوصل والفصل للأحمال الكهربية .

وينصح باستخدام محددات الموجات العابرة للجهد مع الأجهزة الحساسة لارتفاع الجهد مثل : أجهزة التليفزيون وأجهزة التسجيل HI-FI وأجهزة الكومبيوتر - المجمدات ... إلخ .

والشكل (٢-٢٠) يعرض صورة لمحدد موجات مفاجئة من صناعة شركة Better-mann الألمانية بأربعة أقطاب .



الشكل (٢-٢٠)

٢ / ١٠ - الأنظمة المختلفة للتأريض

حتى يسهل علينا تناول هذه الأنظمة سنبدأ بإعطاء مدلول الأحرف Letters المستخدمة مع هذه الأنظمة **حيث يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف :**

- **الحرف الأول** يبين العلاقة بين المصدر والأرضى وهذا الحرف يكون واحداً من الحرفين التاليين :

T وتعنى أن نقطة النجما للملف الثانوى لمحول التوزيع.

I وتعنى أن المصدر معزول عن الأرضى أو نقطة النجما لمحول المصدر مؤرضة عبر مقاومة كبيرة.

- **الحرف الثانى** يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحروف التالية:

T تعنى أن الحمل مؤرض مباشرة.

I تعنى أن الحمل مؤرض عبر أرضى المصدر.

- **الحرف الثالث والرابع** وتعطى بيان عن مواصفات خط الوقاية PE، وخط التعادل N فى نظام TN، ويكون أحد الحرفين التاليين أو كليهما معاً.

C تعنى أن خط الوقايةPE وخط التعادل N مجتمعان معاً فى خط PEN

S تعنى أن يوجد موصل للوقاية PE وآخر للتعادل N.

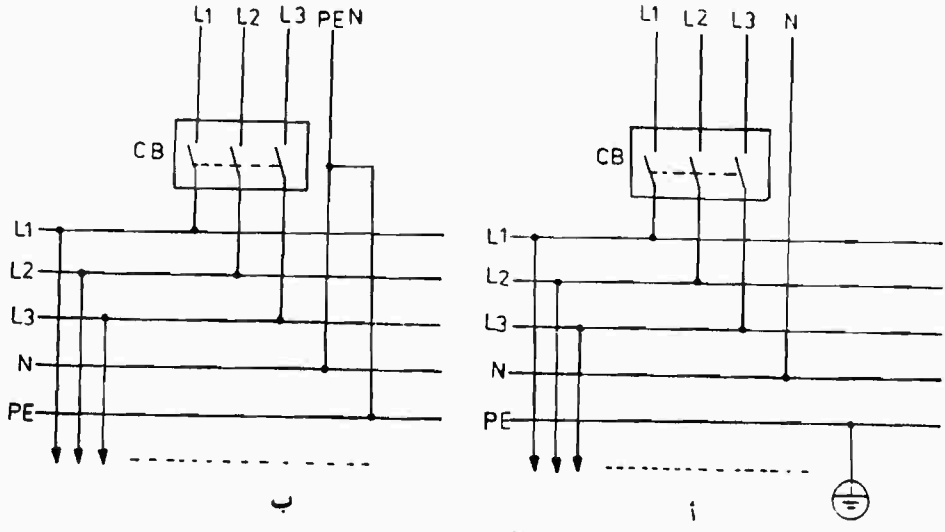
ويوجد ثلاثة أنظمة مختلفة للتأريض وهم كما يلى:

- نظام TN وفيه المصدر مؤرض والحمل مؤرض بأرضى المصدر.
- نظام TT وفيه المصدر مؤرض والحمل مؤرض بأرضى خاص به.
- نظام IT وفيه المصدر معزول والحمل مؤرض بأرضى خاص به.

ويندرج تحت نظام TN ثلاثة أنظمة أخرى وهم كما يلى:

- نظام TNCS وفيه خط الوقاية والتعادل مجتمعان معا فى خط PEN ويتم فصلهما عند الحمل إلى خط الوقاية PE، وخط التعادل N.
- نظام TNC وفيه خط الوقاية والتعادل مجتمعان معاً فى خط PEN.
- نظامن TNS وفيه خط الوقاية PE منفصل عن خط التعادل N.

والشكل (٢-٢١) يعرض نظام TNCS (الشكل أ)، ونظام TT، أو IT (الشكل ب) فإذا كان المصدر مؤرض فإن النظام يكون TT، وإذا كان المصدر غير مؤرض فإن النظام يكون IT.



(الشكل ٢-٢١)

٢ / ١١ - الكابلات Wiring Cables

يمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى:

- كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors
- كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التى تعمل عند جهد أقل من 1KV:

١ - قلب معدنى Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربى ويكون مصمت Sol-id، أو شعيرات مجدولة Stranded، ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصليتهما العالية للتيار الكهربى.

٢ - العازل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدنى عن الوسط المحيط بالكابل ويصنع العازل من أحد العوازل التالية:

أ - البولى فينيل كلورايد PVC ويتميز هذا العازل بأنه لايتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات العضوية والقلويات والأحماض وغير قابل للاشتعال.

ويعاب أنها تصبح مرنة عند $80^{o}C$؛ لذلك فإن الكابلات المعزولة بعازل PVC يمنع زيادة درجة حرارتها عن $70^{o}C$.

ب - البولى إيثيلين PE وله خواصه كهربية أدنى من PVC، ويستخدم كعازل

على نطاق ضيق، ويوجد منه نوعان، النوع الأول منخفض الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها $70^{O}C$. والنوع الثانى عالى الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها $115^{O}C$.

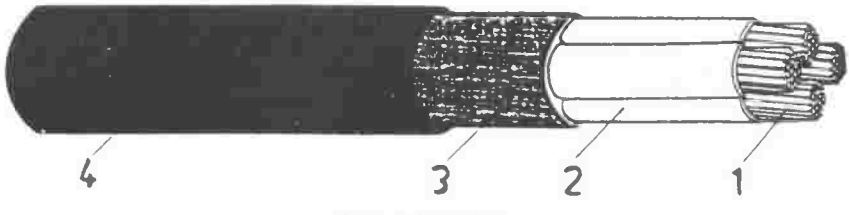
جـ – المطاط Rubber وعادة يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل: مطاط الايثيلين بروبلين EPR وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط إيثيلين بروبلين $90^{O}C$ ويعاب عليه أنه يشتعل.

د – البولى إيثيلين التشابكى XLPE ويتحمل درجات حرارة تصل إلى $90^{O}C$ ويتحمل أيضاً درجة الحرارة التى تنتج عن القصر والتى تصل إلى $250^{O}C$ لفترة زمنية قصيرة ويعاب على هذه العوازل قساوتها العالية الأمر الذى يؤدى لصعوبة ثنيها وتداولها فى المسارات الضيقة، بالإضافة إلى ارتفاع سعرها.

٣ – الفرشة وتقوم بإعطاء الكابل الشكل المستدير وتصنع من مواد عازلة مثل: PVC,EPR,PE.

٤ – طبقة الحماية وتستخدم هذه الطبقة لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة المحيطة بالكابل وتصنع من عوازل PVC أو مادة البولى ايثيلين عالية الكثافة HPDE.

والشكل (٢-٢٢) يعرض نموذجاً لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية وبفرشة مصنوعة من PVC.



الشكل (٢-٢٢)

حيث إن:

قلب من النحاس المجدول	1
عزل PVC	2
الفرشة مع الحشو	3
طبقة الحماية ومصنوعة من PVC	4

٢ / ١٢ - اختيار مساحة مقطع الموصلات

لاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة تأخذ المتطلبات التالية بعين الاعتبار:

١ - استغلال أحسن سعة تيارية للكابل

٢- عدم تعدى فقد الجهد المسموح به (2.5%)

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التى تحقق المتطلب الأول ، ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب الثانى .

٢ / ١٢ / ١ - اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية.

تعتمد شدة التيار المار فى الكابل على نوع التيار (متردد - مستمر) ونوع الدائرة التى يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه - ثلاثية الوجه) والمعادلات 2.3 و 2.2 و 2.1 تستخدم لتعيين شدة التيار.

١ - تيار مستمر

$$I = \frac{P}{U} \quad (A) \rightarrow \quad 2.1$$

٢ - تيار متردد - فى دائرة أحادية الوجه

$$I = \frac{P}{U \cos \phi} \quad (A) \rightarrow \quad 2.2$$

٣ - تيار متردد فى دائرة ثلاثية الوجه

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\ U \cos \phi} \quad (A) \rightarrow \quad 2.3$$

حيث إن:

القدرة المسحوبة	P
شدة التيار المار	I
الجهد	U
معامل القدرة	$\cos \phi$

علما بأن: I تكون تيار الوجه فى حالة الأحمال الأحادية الوجه وتكون تيار الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه، وكذلك فإن U جهد الوجه فى حالة الأحمال الأحادية الوجه، وجهد الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه.

والجدول (٢-٦) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعًا لتيار الحمل وطريقة التمديد فى درجة حرارة محيطة 30°C . وكذلك يعطى التيار المقنن لجهاز الحماية من زيادة التيار اللازم لحماية الموصلات ذات مساحات المقطع المختلفة.

الجدول (٢ - ٦)

مساحة المقطع	المجموعة 1				المجموعة 2				المجموعة 3			
	الكابل		• جهاز الوقاية		الكابل		• جهاز الوقاية		الكابل		• جهاز الوقاية	
mm^2	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A
0.75	-	-	-	-	12	-	6	-	15	-	10	-
1.0	11	-	6	-	15	-	10	-	19	-	10	-
1.5	15	-	10	-	18	-	10**	-	24	-	20	-
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	48	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	64	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	85	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	-	125	-	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	-	160	-	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	-	200	-	292	230	250	200	344	268	315	200
150	-	-	-	-	335	263	250	200	391	310	315	250
185	-	-	-	-	382	301	315	250	448	353	400	315
240	-	-	-	-	453	357	400	315	528	414	400	315
300	-	-	-	-	504	409	400	315	608	479	500	400
400	-	-	-	-	-	-	-	-	726	569	630	500
500	-	-	-	-	-	-	-	-	830	649	630	500

حيث إن :

المجموعة 1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممدة داخل قناة .

المجموعة 2 كابل متعدد القلوب مثل كابلات PVC ، والكابلات المدرعة ، والكابلات المغلفة بالرصاص ، والكابلات الشريطية .

المجموعة 3 كابلات موضوعة فى الهواء بعزل XLPE بحيث إن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر أحدهم .

* عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات ، يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل .

** يمكن استخدام أجهزة الوقاية بتيار 16A مع الموصلات الثنائية القلب .

AL ألومنيوم

CU نحاس

والجدول (٢ – ٧) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعا لمساحة مقطع موصلات الأوجه والمصنوعة من النحاس.

الجدول (٢ - ٧)

موصل الوجه mm^2	1.5	2.5	4	6	10	25	35	70	95	120	150	185	240
موصل الوقاية داخل كابل mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	16	35	50	70	70	95	120
موصل الوقاية ممدد بمفرده mm^2	2.5	2.5	4	6	10	16	16	35	50	50	50	50	50

٢ / ١٢ / ٢ – التحقق من فقد الجهد باستخدام مساحة المقطع المختارة

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعًا لشدة التيار وطريقة التمديد يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به والذى يساوى 2.5%،

وعادة لا يعمل بهذه الطريقة إلا فى المنشآت الكبيرة والتى تكون المسافة بين الاحمال ولوحة التوزيع كبيرة.

والمعادلة 2.4 تستخدم فى حالة دوائر الوجه الواحد.

$$Ud\% = \frac{200\ I\ \rho\ L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.4$$

والمعادلة 2.5 تستخدم فى حالة الدوائر ذات الثلاثة أوجه

$$Ud\% = \frac{173\ I\ \rho\ L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.5$$

حيث إن :

طول الكابل من لوحة التوزيع إلى الحمل (m)	L
جهد الوجه (حمل وجه واحد) جهد الخط (حمل ثلاثى الأوجه)	U
المقاومة النوعية وتساوى 0.0178 للنحاس 0.0294 للألومنيوم	P
وذلك عند درجة 20°C .	
النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد	Ud%
تيار الوجه (حمل وجه واحد) تيار الخط (حمل ثلاثى الأوجه)	I

مثال :

سخان كهربى يعمل عند جهد 220V وقدرته 6KW ، فإذا كانت المسافة بين الموقد ولوحة التوزيع 20m فما هى مساحة مقطع الموصلات المناسبة.

الإجابة :

أولا : تعيين مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية للكابل

حيث إن :

$$I = \frac{P}{U\ Cos\ \phi}$$

وباعتبار أن معامل القدرة $Cos\ \phi = 1$

لذا فإن :

$$= \frac{6000}{220} = 27.2\ A$$

ومن الجدول (٢-٢) فإن مساحة مقطع كابل PVC الممد فى قناة بقلب نحاس هو $6mm^2$.

ثانيًا : التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد

حيث إن :

$$Ud\% = \frac{200\ I\ \rho\ L\ Cos\ \phi}{U\ A}$$

$$= \frac{200 \times 27.2 \times 0.0178 \times 20 \times 1}{220 \times 6}$$

$$= 1.46$$

وحيث إن النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أقل من 2.5%؛ لذلك فإن اختيار كابل مساحة مقطعة $6mm^2$ لتغذية هذا الموقد الكهربى لاختيار موفق.

علمًا بأنه فى حالة إذا كانت النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أكبر من 2.5% تختار مساحة مقطع الكابل التالية (الأكبر) ويتم إعادة التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد وصولا للاختيار الموفق.

٢ / ١٣ - مواسير الصلب ومواسير البلاستيك PVC

أولا : مواسير الصلب

يوجد نوعان من هذه المواسير وهما : مواسير صلب بخط لحام - مواسير صلب بدون خط لحام، وتتوفر مواسير الصلب بأطوال 3.75m وبالأقطار التالية

. (16, 20, 25 , 32mm)

والجدير بالذكر أن مواسير الصلب الموجودة فى هذه الأيام من النوع الثقيل Heavy gauge steel والتى يمكن ثنيها وقلوظتها باستخدام العدد المناسبة. والجدول (٢-٨) يبين عدد الموصلات التى يمكن تمديدها فى مقاسات مختلفة من مواسير الصلب.

الجدول (٢ - ٨)

مساحة المقطع mm^2 / قطر الماسورة mm	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال : ما هو عدد الموصلات التى مساحة مقطعها $2.5mm^2$ يمكن تمديدها فى ماسورة صلب قطرها 25mm.

الإجابة :

من الجدول (٢-٨) فإن عدد الموصلات يساوى 18 .

ثانيًا : مواسير PVC .

لقد ازداد استخدام مواسير PVC فى الآونة الاخيرة لمميزاتها المتعددة عن مواسير الصلب، فهى خفيفة الوزن ولا تحتاج لتأريضها فهى معزولة ولا تتعرض لصدأ ويسهل ثنيها وقطعها بدون أى آلات خاصة، ويمكن تثبيت الأدوات فى هذه المواسير إما بالكبس أو اللصق بمادة لاصقة أو بواسطة سن قلاووظ وهذا نادراً ما يستخدم. وتحتاج مواسير PVC لإمرار موصل الوقاية PE بداخلها حيث يتم توصيله مع الاجهزة التى تحتاج لتأريض.

والجدول (٢ - ٩) يبين معامل الموصلات الممدة مسافة قصيرة أقصر من 3m ، أو طويلة وتحتوى على انحناءات.

الجدول (٢ - ٩)

مساحة المقطع mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10
تمديد قصير	22	31	43	58	88	146
تمديد طويل بانحناءات	16	22	30	43	58	105

والجدول (٢-١٠) يبين معامل مواسير PVC تبعًا لقطر الماسورة وطولها .

الجدول (٢ - ١٠)

طول التمديد m / قطر الماسورة mm	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
16	188	182	177	171	167	162	158	154	150	143	136	130	125	120
20	303	294	286	278	270	263	256	250	244	233	222	213	204	196
25	543	528	514	500	487	475	463	452	442	422	404	388	373	358
32	947	923	900	878	857	837	818	800	783	770	720	692	667	643

مثال :

ماسورة بلاستيك طولها 6m مطلوب تمديد الموصلات التالية بها :

$6x1mm^2 + 6x1.5mm^2 + 4x2.5mm^2$

المطلوب تعيين أقل حجم مناسب للماسورة .

الإجابة :

من الجدول (٢ – ٩) فإن معامل الموصلات يساوى بالترتيب : 16 , 22 , 30

وبالتالى فإن المعامل الكلى للموصلات يساوى :

$16 \times 6 + 22 \times 6 + 30 \times 4 = 348$

ومن الجـدول (٢ – ١٠) عند تمديد طوله 6m فإن معامل الماسورة التى قطرها 25mm هو 422 وهو مناسب فى هذه الحالة .