الباب الأول

المدخل العملى للتركيبات الكهربية

المدخل العملى للتركيبات الكهربية

١ / ١ - توصيل التيار الكهربى للمنشآت السكنية

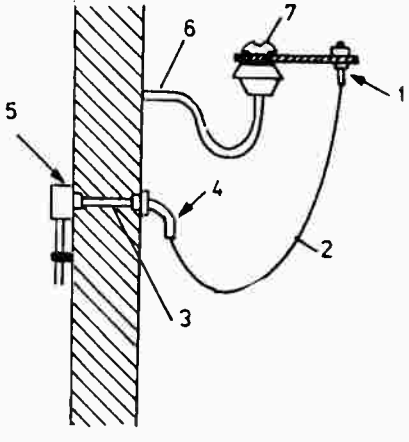
يتم إدخال التيار الكهربى للمنازل والمنشآت السكنية إما عن طريق أسلاك هوائية وذلك فى القرى والمدن الصغيرة، أو عن طريق كابلات أرضية وذلك فى المدن الكبيرة. والجدير بالذكر أن مهمة إدخال التيار الكهربى للمنشآت السكنية تقوم به شركات توزيع الكهرباء.

أولاً: طريقة توصيل التيار الكهربى للمنازل باستخدام الأسلاك الهوائية

يتم نقل التيار الكهربى من محولات التوزيع بالأحياء السكنية على أعمدة رأسية مثبتة بالشوارع. ويجب أن تكون بارتفاع مناسب ولاتسمح للأشخاص بملامسة الموصلات الحاملة للتيار الكهربى والمثبتة على عوازل من الخزف.

ويتم توصيل التيار الكهربى للمنازل عن طريق الخطوط الهوائية بالطريقة المبينة بالشكل (١ - ١).

حيث إن:



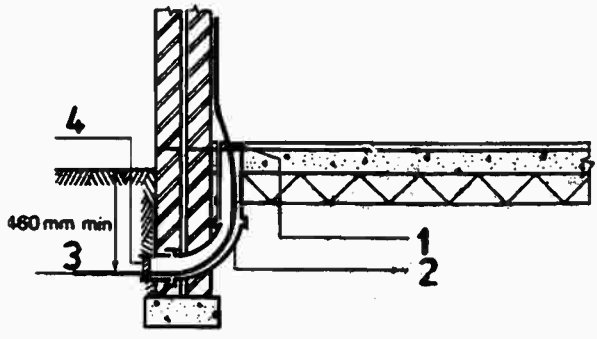
وصله للكابل مع الموصل الهوائى	1
كابل	2
ماسورة داخل الحائط	3
كوع	4
علبة توصيل بالمنزل	5
ركيزة من الصلب	6
عازل خزفى على شكل جرس	7

الشكل (١ - ١)

ثانيا : طريقة توصيل التيار الكهربى عن طريق الكابلات الأرضية

حيث يمرر الكابل داخل ماسورة معدنية قطرها يساوى 2 بوصة، ويتم غلق مدخل ومخرج الماسورة بالبوتومين لمنع تسرب الرطوبة لداخل الماسورة، وتدفن هذه الماسورة على عمق 460mm فى الطرق الجانبية وتدفن على عمق 760mm فى الطرق الرئيسية. وعادة لايوصى بإمرار كابلات بجوار الأشجار؛ لأن جذور الأشجار قد تمزق الكابلات عند نموها، وقد تسبب صعوبات ومشاكل عند نزعها. وينصح عادة بأن يكون مسار الكابل أقصر ما يمكن من محول التوزيع إلى المنزل ويفضل بأن يكون محاذياً للأسوار والطرق.

والشكل (١ – ٢) يبين طريقة توصيل التيار الكهربى للوحة الخدمة بالمنزل بواسطة كابل أرضى.



الشكل (١ – ٢)

حيث إن :

بوتومين	1
ماسورة قطرها 2 بوصة	2
الكابل الداخلى	3
بوتومين	4

١ / ٢ – العدد المستخدمة فى التركيبات الكهربية :

الشكل (١–٣) يعرض أهم العدد المستخدمة فى التركيبات الكهربية حيث إن :

١ – زرادية جامعة وتقوم بقطع وتقشير وثنى الأسلاك الكهربية .

٢ – قطاعة وقشارة أسلاك وتستخدم فى قطع الأسلاك وتقشيرها .

٣ – زرادية ببوز طويل وتستخدم فى ثنى الأسلاك ووضعها فى الأماكن الضيقة .

٤ – منشار حدادى ويستخدم فى قطع مواسير البلاستيك والحديد المستخدمة فى التمديدات الكهربية وأغراض أخرى .

٥ – جاكوش .

٦ – أجنة وتستخدم مع الجاكوش فى عمل المجارى فى الحوائط لإمرار مواسير البلاستيك المستخدمة فى التمديدات الكهربية وكذلك حفر الحائط لدفن علب التوصيل وعلب المفاتيح .

٧ – ميزان ماء ويستخدم فى ضبط المستوى الأفقى والرأسى خصوصاً للوحة التوزيع وعلب المفاتيح وعلب التوزيع من أجل المظهر الجمالى للمفاتيح والبرايز وعلب التوزيع .

٨ – سكينة وتستخدم فى تعرية الكابلات .

٩ – ميزان خيط ويستخدم فى ضبط المستويات الرأسية لمواسير الصلب ومواسير البلاستيك والقنوات المختلفة .

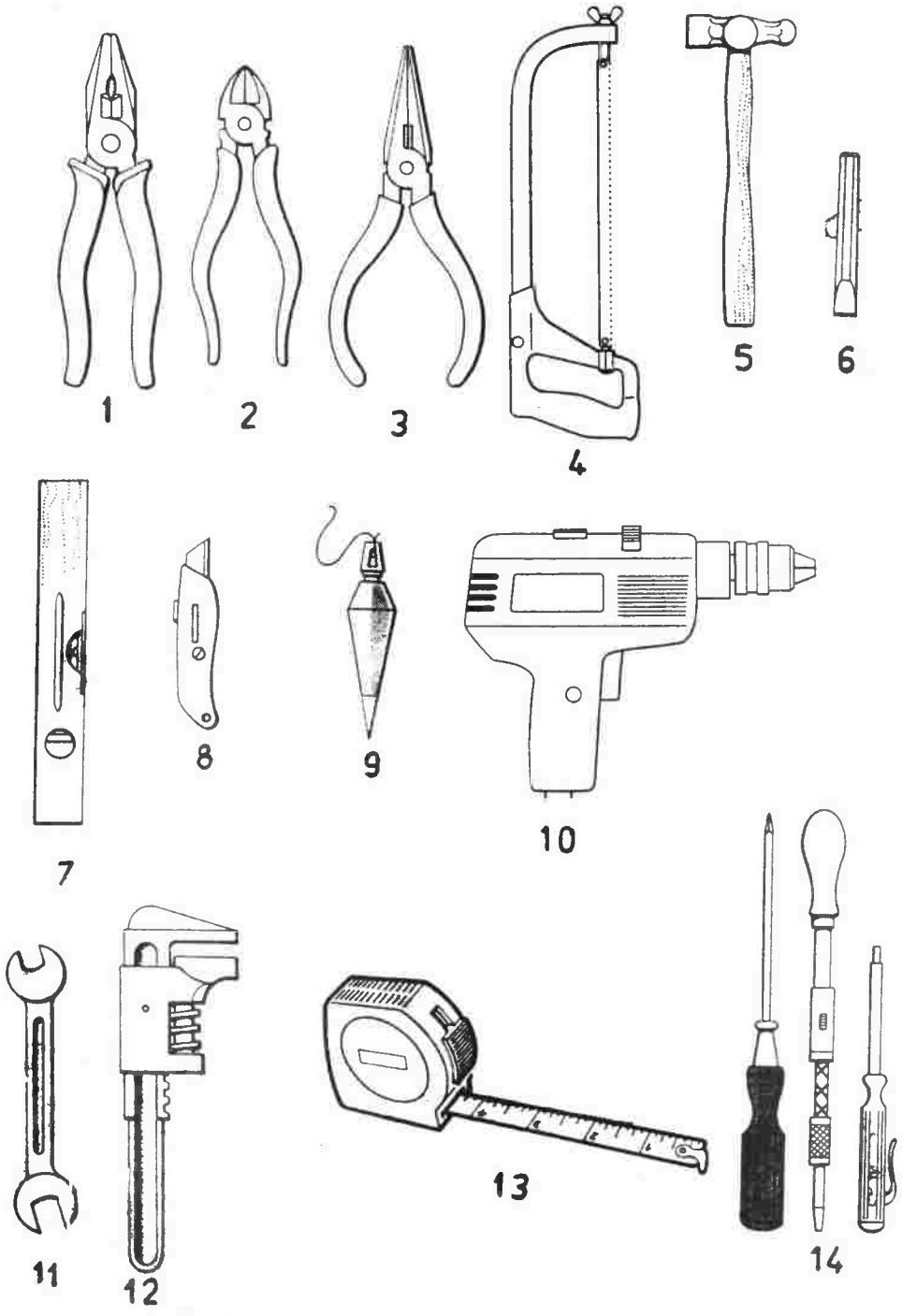
١٠ – دريل (مثقاب يدوى) ويستخدم فى عمل الثقوب اللازمة فى التركيبات الكهربية ويستخدم معه مقاسات مختلفة من البنط (الريش) .

١١ – مفتاح بلدى ويستخدم فى ربط وفك الصماويل .

١٢ – مفتاح قابل للمعايرة ويستخدم فى ربط وفك مواسير الصلب .

١٣ – مقياس أطوال شريطى .

١٤ – مفكات يدوية وتستخدم فى فك ورباط البراغى والمسامير الصغيرة وهم من اليمين إلى اليسار مفك اختبار ومفك عدل بسقاطه – ومفك مربع+ .

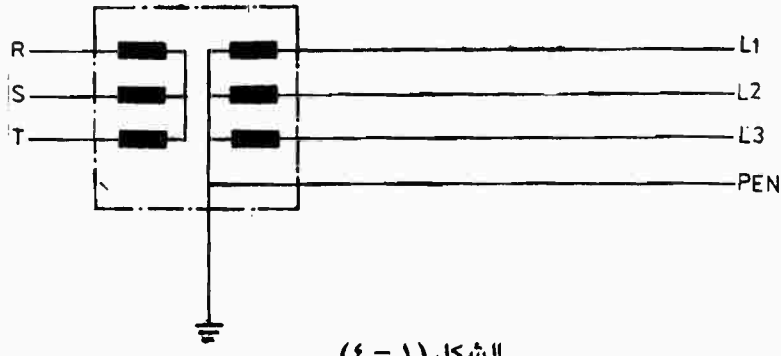


الشكل (١ – ٣)

١ / ٣ - توزيع التيار الكهربى فى الأحياء السكنية :

عادة يتم توزيع التيار الكهربى فى الأحياء السكنية بنظام الأوجة الثلاثة والأسلاك الأربعة، ويتكون من الأوجة L1,L2,L3، وخط التعادل والوقاية PEN وهو يمثل خط التعادل وخط الوقاية مندمجين معاً. وهناك جهدان لنظام التوزيع الأول 380/220V والثانى 220/127V.

والشكل (١-٤) يعرض نظام التوزيع المستخدم فى الأحياء السكنية.



الشكل (١ - ٤)

فعندما يكون جهد نظام التوزيع 380/220V يعنى هذا أن جهد الخط (فرق الجهد بين وجهين) يساوى 380V. فى حين أن جهد الوجه (فرق الجهد بين وجه وخط PEN) يساوى 220V. وعندما يكون جهد نظام التوزيع 220/127V يعنى هذا أن جهد الخط يساوى 220V فى حين أن جهد الوجه يساوى 127V. والمعادلة 1.1 تعطى العلاقة بين جهد الخط U وجهد الوجه Uo

$$U=\sqrt{3}\,Uo \rightarrow 1.1$$

ويجب ألا يزيد الانخفاض فى الجهد عند أبعد حمل عن محولات التوزيع بالأحياء السكنية عن 5% من الجهد المقنن للحمل، فإذا كان الجهد المقنن لحمل أحادى الوجه 220V فإن أقل جهد مسموح به عند هذا الحمل يساوى 209V.

١ / ٤ - عدادات قياس الكيلو وات ساعة:

تستخدم عدادات Kwh (كيلو وات ساعة) لقياس الطاقة الفعالة المستهلكة عند الأحمال ويوجد عدة أنواع من هذه العدادات حسب عدد الأوجه وعدد الأسلاك وهى كما يلى:

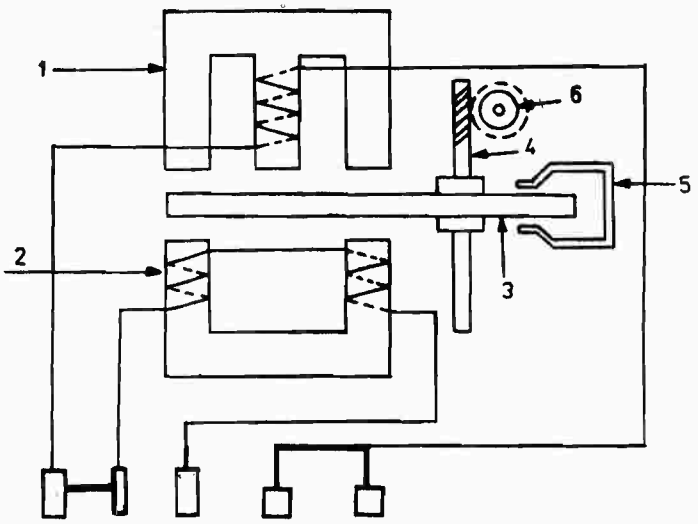
١ - عداد وجه واحد.

٢ - عداد ثلاثى الوجه بثلاثة موصلات.

٣ - عداد ثلاثى الوجه بأربعة موصلات.

والشكل (١-٥) يوضح التركيب الداخلى لعداد أحادى الوجه أحادى القطب بطريقة مبسطة حيث يتكون من:

مغناطيسيان كهربيان فالمغناطيس 1 له قلب حديدى على شكل حرف E مصنوع من رقائق من الحديد السليكونى، ويوضع حول ساقه الأوسط ملفات الجهد، وتوصل هذه الملفات مع جهد المصدر الكهربى.

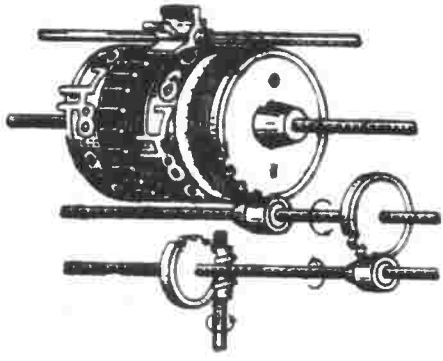


الشكل (١ - ٥)

والمغناطيس 2 له قلب على هيئة حرف U ويصنع من رقائق الحديد السليكونى، ويوضع حوله ملفات التيار، ويمر فيه تيار الحمل ويوضع بين المغناطيسين الكهربين

قرص من الألومنيوم 3 يدور حول محور رأسى 4، موضوع بين كراسى تحميل، ويدور هذا القرص داخل مغناطيس فرملى 5 على شكل حرف U، وعند مرور تيار كهربى فى ملف التيار وتوصيل ملف الجهد مع جهد المصدر يتولد مجالين مغناطيسين فى الثغرة الهوائية الموجودة بين المغناطيسين الكهربين، فيتولد فى قرص الألومنيوم تيارات دوامية تتناسب مع شدة المجالين الكهربيين وتتولد قوتان تعملان على دوران القرص، أحدهما ناتجة من التيار الدوامى الناتج من مجال ملف الجهد مع مجال ملف التيار، والثانية ناتجة من التيار الدوامى الناتج من ملف التيار مع مجال ملف الجهد وهما متساويتان. فيدور القرص بسرعة تعتمد على القدرة اللحظية المستهلكة فى الحمل، وتنتقل هذه الحركة بواسطة مجموعة تروس 6 إلى مسجل قراءة العداد والذى يتكون عادة من ست أو سبع اسطوانات مدون على سطح كلٍّ منها أحد الأعداد 0:9

والشكل (١-٦) يعرض صورة للمسجل ذات الاسطوانات.

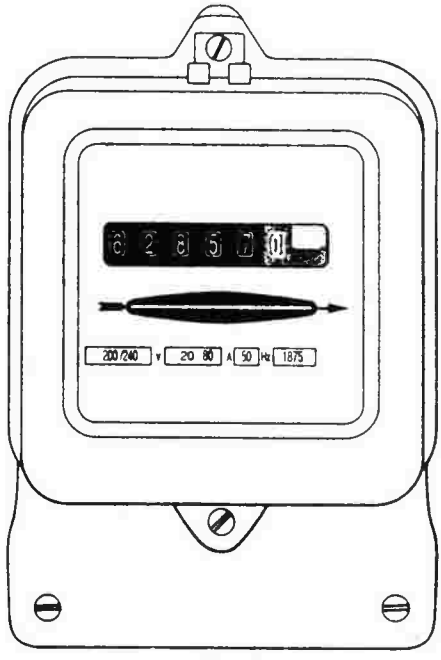


الشكل (١ - ٦)

أما الشكل (١-٧) فيعرض صورة لعداد كهربى أحادى الوجه، ويلاحظ أن جهد تشغيله 200/240V، أما تياره فهو 20A ويمكن للعداد أن يتحمل حملاً زائداً لفترة زمنية صغيرة يصل إلى 80A، ويعمل هذا العدد عند تردد 50HZ، ورقم إنتاجه 1875. ويلاحظ أن قراءته (62857 KW).

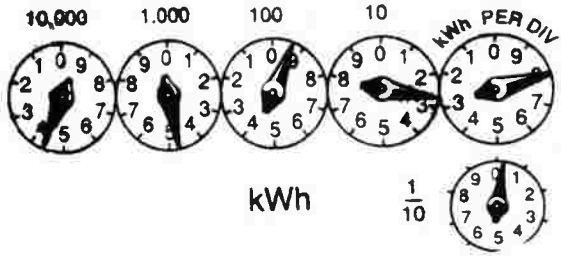
والجدير بالذكر أنه يوجد عدادات تحتوى على خمسة أو ستة مؤشرات، وتدور هذه المؤشرات على تدريجات مستديرة كلٌّ منها مقسم إلى عشرة أقسام متساوية، ويوضع بجوار كل تدريج قيمة المضاعف. ويعاب على هذا النوع من العدادات

صعوبة قراءتها، إذ تؤخذ قراءة كل تدريج على حدة مما ينجم عن ذلك الكثير من الأخطاء.



الشكل (١ – ٧)

والشكل (١–٨) يعرض نموذجاً لمؤشرات أحد العدادات.

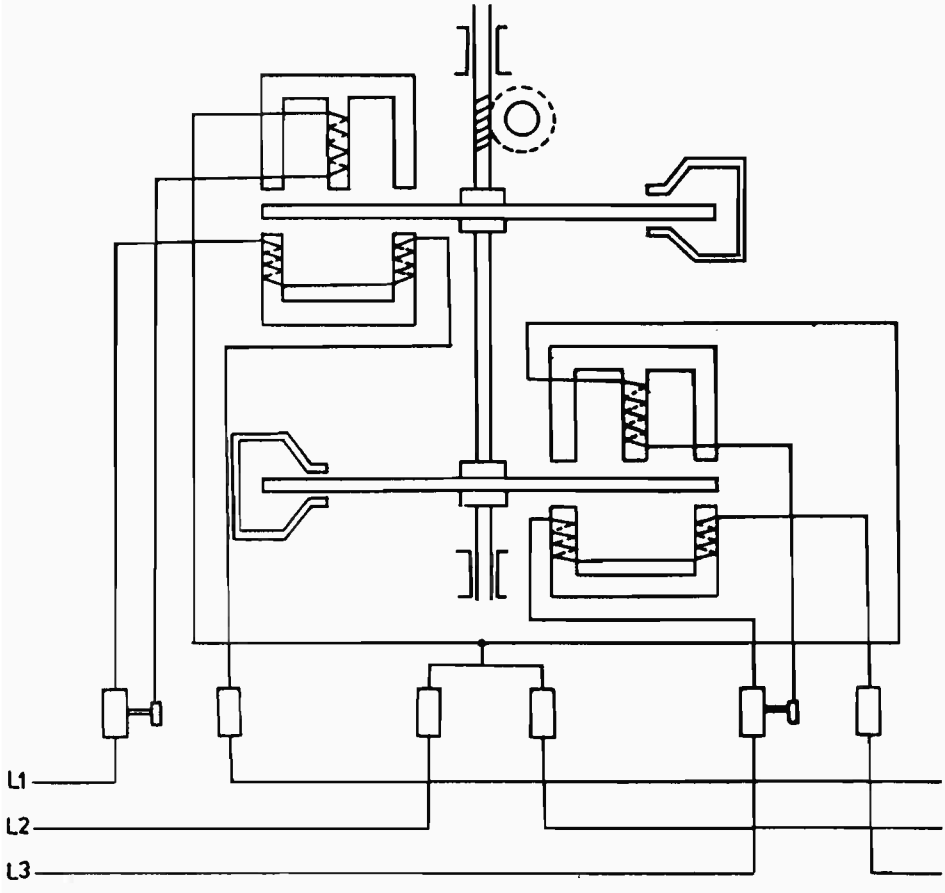


الشكل (١ – ٨)

حيث إن قراءة هذا العداد تساوى:

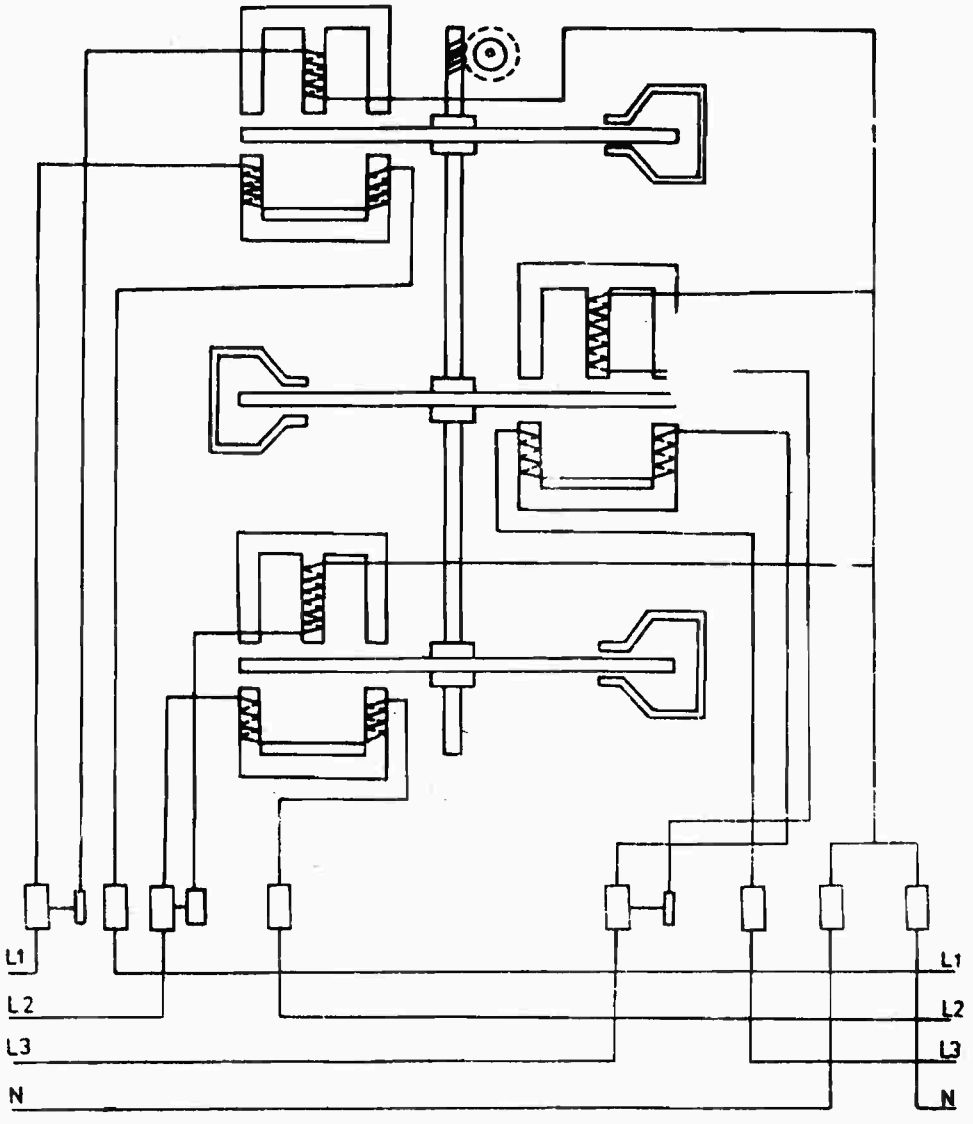
= 4.4 x 10000 + 4.8 x 1000 + 9.3 x 100 + 2.7 x 10 + 8 x 1+ 9.8 x 5.1 = 49765.98 KW

والجدير بالذكر أن عداد Kwh الثلاثى الوجه لايختلف فى تركيبه عن العداد الأحادى الوجه فمثلاً: يتكون العداد الثلاثى الوجه ذات الثلاثة أسلاك من عدادين وجه واحد، ولهذا العداد مجموعتان من ملفات الجهد ومجموعتان من ملفات التيار وتحتوى على قرصين مثبتين على عمود مشترك كما هو مبين بالشكل (١-٩).



الشكل (١ - ٩)

أما عداد Kwh الثلاثى الوجه ذات الأربعة أسلاك فيتكون من ثلاثة عدادات أحادية الوجه، ولهذا العداد ثلاث مجموعات للجهد وثلاث مجموعات للتيار تؤثر على الأقراص الثلاثة المثبتة على عمود واحد كما هو مبين بالشكل (١-١٠).



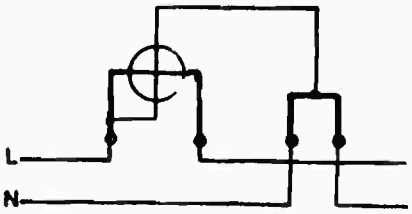
الشكل (١ – ١٠)

وفيما يلى لوحة البيانات لأحد العدادات الثلاثية الوجه ذات الأربعة أسلاك :

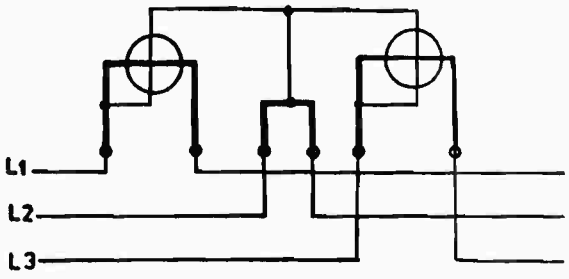
Enertec	
Schlumberger	
3ph,4w	٣ أوجه و ٤ أسلاك
50 (100) A, 127/220V	١٢٧ / ٢٢٠ فولت، ٥٠ (١٠٠) أمبير
60HZ, C = 16wh/rev	ثابت = ١٦ وات ساعة / دورة
85Q A 931546	

وهذه اللوحة خاصة بعداد ثلاثى الوجه بأربعة أسلاك يعمل عند جهد 220/ 127V، وتياره المقنن 50A ويتحمل تيار عند زيادة الحمل يصل إلى 100A ويعمل هذا العداد عند تردد 60HZ وثابت العداد يساوى 16wh/rev .

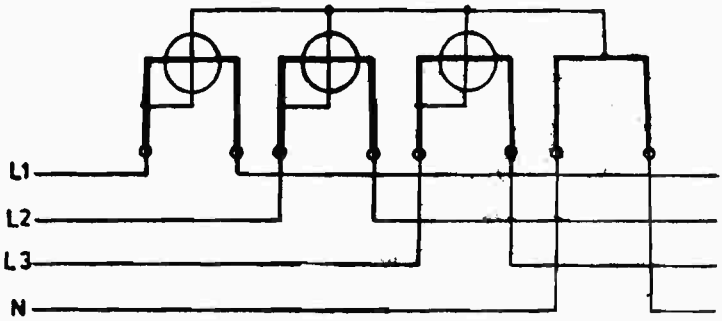
وفيما يلى الرموز المفصلة للأنواع المختلفة للعدادات :



1



2



3

فالرمز 1 لعداد أحادى الوجه **قطب واحد**

والرمز 2 لعداد ثلاثى الوجه **بثلاثة أسلاك**

والرمز 3 لعداد ثلاثى الوجه **بأربعة أسلاك**

١ / ٥ - التأريض الوقائى Protection earthing

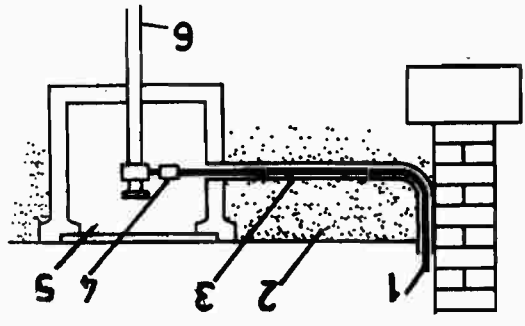
التأريض الوقائى هو توصيل جسم غير موصل للتيار الكهربى مثل هياكل الأجهزة **الكهربية بالأرضى، والغرض من التأريض الوقائى هو** حماية الأشخاص من الصدمة **الكهربية عند ملامسة هياكل الأجهزة الكهربية** المعدنية أثناء حدوث تلف داخلى فى عزلها ويتكون نظام التأريض الوقائى من:

- قطب أرضى - موصل أرضى - موصل وقاية - وصلات.

١ / ٥ / ١ - قطب الأرضى

يوجد عدة أشكال لقطب الأرض وهى كما يلى:

١ - **عمود مغروس فى التربة حيث يستخدم عمود** من النحاس قطره 15mm أو **20mm، وطوله حوالى 2.5. أو يستخدم عمود** من الصلب المطلى بالنحاس **قطره 15mm، وسمك طبقة النحاس 2.5mm**. وعادة يكون رأس العمود مدبب لسهولة غرسه بالأرض، وتوضع نقطة اتصال موصل الأرضى مع العمود فى غرفة تفتيش. والشكل (١-١١) يبين عمود أرضى مغروس فى التربة؛ علماً بأنه ينصح باستخدام الأعمدة الأرضية مع المبانى الموجودة فى الأماكن الريفية لاتساع الأرض الخالية أمام المبانى.

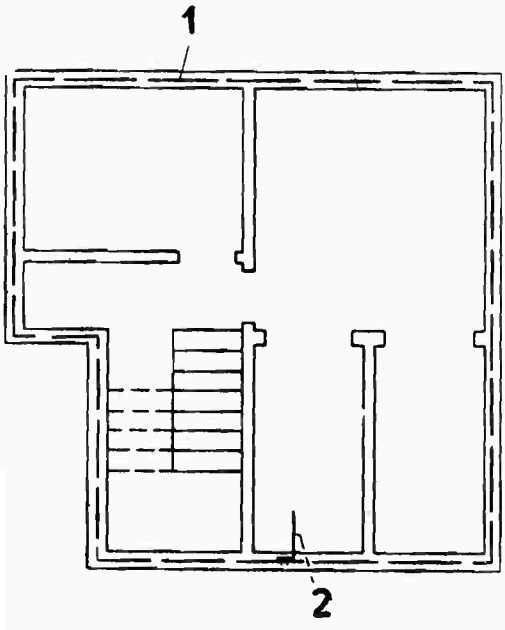


الشكل (١-١١)

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 (30 x 3.5mm) أو (25 x 4mm) 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 القاع وذلك فى المحيط الخارجى لأساس المنشأة كما هو مبين بالشكل (١–١٢).



الشكل (١–١٢)

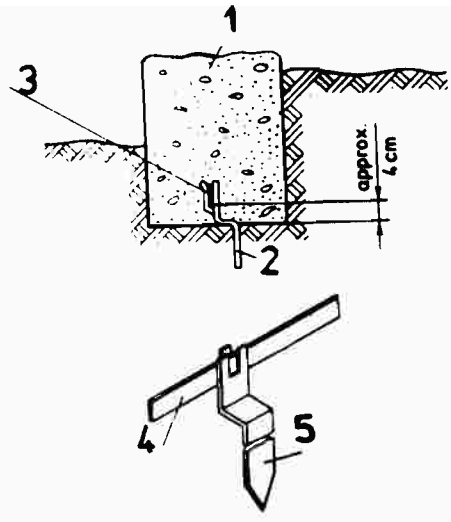
حيث إن :

القطب الأرضى	1
موصل الأرضى	2

وعادة تستخدم ركائز توجيه لتمديد شريط الأرضى داخل الأساس على ارتفاع 4cm من قاع الأساس بالطريقة المبينة بالشكل (١–١٣)

حيث إن :

الخرسانة	1
ركيزة توجيه	2,5
الموصل الأرضى	3,4



الشكل (١-١٣)

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 على ارتفاع لا يزيد على نصف متر من الأرض وذلك للمنشآت القديمة والتى لم يعد لها قطب أرضى من قبل وذلك فى الأماكن التى تمتاز بمستوى مياه جوفية مرتفع مثل منطقة الدلتا بجمهورية مصر العربية.

١ / ٥ / ٢- موصلات الأرضى وموصلات الوقاية

أولا: موصلات الأرضى

تقوم هذه الموصلات بتوصيل القطب الأرضى بلوحة الدخول للمنشأة.

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

الجدول (١ - ١)

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

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 ١-١٣).

ثانيا : موصلات الوقاية (PE) :

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

والجدول (١-٢) يبين مساحة مقطع موصلات الوقاية بدلالة مساحة مقطع الأوجه، فإذا كان موصل الوقاية يستخدم لعدة دوائر تستخدم أكبر مساحة مقطع خاصة بأوجه هذه الدوائر لتعيين مساحة مقطع موصل الوقاية.

جدول (١-٢)

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 المعزولة mm^2	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70

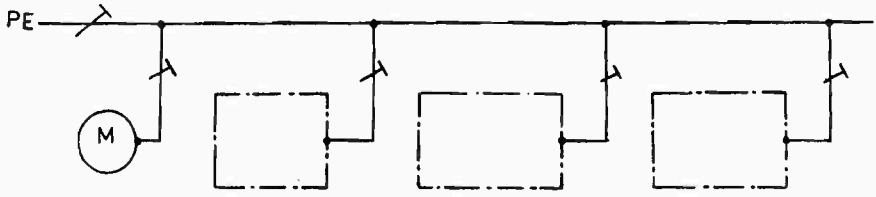
علماً بأن موصل الوقاية يستخدم فى توصيل جميع هياكل الأجهزة والمعدات الموجودة بالمنزل بقضيب الأرضى الموجود بلوحة التوزيع للمنزل. وفيما يلى بعض التوصيات عند استخدام موصل الوقاية وهى كما يلى :

١- يمدد موصل الوقاية مع الأوجة المختلفة داخل ماسورة واحدة أو مجرى واحد ويكون لون عزله أصفر وأخضر.

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 (١-١٤) يبين طريقة التوصيل الصحيحية للأجهزة مع موصل الوقاية.



الشكل (١-١٤)

١ / ٦ - 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 أحد القيم التالية:

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

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

- معامل الانصهار ويساوى النسبة بين تيار الفصل التقليدى IF والتيار المقنن للمصهر In.

ويمكن تقسيم المصهرات بصفة عامة إلى:

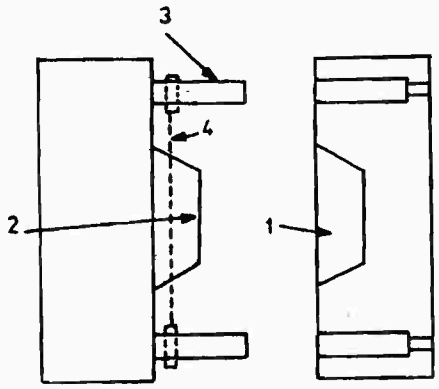
١ - مصهرات يعاد تشعيرها 1

٢ - مصهرات خرطوشية 2

١ / ٦ / ١ - المصهرات التى يعاد تشعيرها

وهذه المصهرات كانت تستخدم فى الماضى بكثرة ومازالت تستخدم إلى الآن ببعض المنازل، 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 32A، فإن تيار الانصهار للمصهر (تيار الفصل التقليدى) يساوى 60A تقريباً.

والشكل (١-١٥) يعرض قطاعًا لمصهر يعاد تشعيره ويتكون من قاعدة (أ) وجسم المصهر (ب).



حيث إن:

1 تجويف بقاعدة المصهر الخزفية

2 بروز خزفى بجسم المصهر الخزفى

3 نقط تلامس المصهر

4 عنصر الانصهار (السلك الرفيع)

الشكل (١-١٥)

والجدول (١-٣) يبين أقطار أسلاك النحاس المستخدمة فى تشعير المصهرات التى يعاد تشعيرها تبعاً للتيار المقنن للحمل.

الجدول (١-٣)

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 .

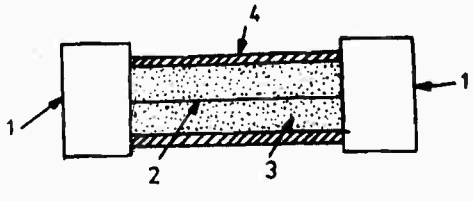
٤ – خواصها الكهربية قد تتغير نتيجة لأن عناصر انصهارها معرضة للعوامل الجوية مما يؤدى إلى تعرض عناصر انصهارها للأكسدة .

١ / ٦ / 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 (١-١٦) يعرض قطاعاً فى مصهر خرطوشى بسيط .

حيث إن :



الشكل (١-١٦)

1 طرف توصيل معدنى

2 عنصر الانصهار (سلك رفيع)

3 مادة إطفاء شرارة (كوارتز)

4 أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك

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

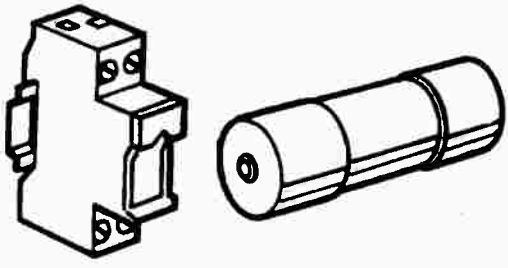
وفيما يلى أهم مميزات المصهر الخرطوشى:

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.

ويعاب على المصهر الخرطوشى ارتفاع سعره، كما أنه يحتاج لاستبداله عند انصهار عنصر انصهاره.



الشكل (١–١٧)

والشكل (١–١٧) يعرض صورة لمصهر خرطوشى (الشكل أ) وصورة لحامل مصهر خرطوشى من إنتاج شركة Legrand الفرنسية (الشكل ب).

١ / ٧ – قواطع الدائرة المصغرة MCB'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:

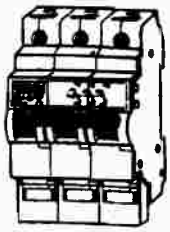
١ – زمن الفصل لها قصير جداً عند حدوث قصر بالدائرة.

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:



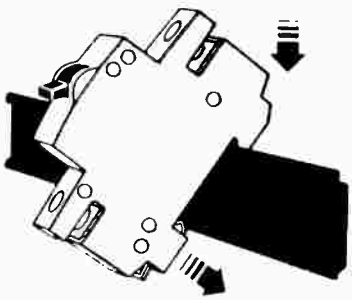
– قاطع بقطب واحد 1Pole

– قاطع قطبين 2Pole

– قاطع ثلاثة أقطاب 3Pole

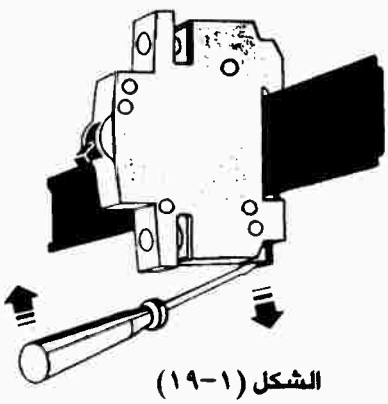
– قاطع أربعة أقطاب 4Pole

والشكل (١–١٨) يعرض نموذجًا لقاطع قطب واحد (الشكل أ)، ونموذجًا لقاطع ثلاثة أقطاب (الشكل ب) **الشكل (١–١٨)**



أما الشكل (١–١٩) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أوميجا (الشكل أ)، وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحد من على قضيب أوميجا (الشكل ب).

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



الشكل (١–١٩)

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

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

٣ – تيار الفصل البطئ It وهو التيار الذى يحدث فصل للقاطع فى زمن أقل من ساعة واحدة 1hr ويساوى عادة (1.45In).

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

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 أنواع أخرى من الخواص مثل: G,K.

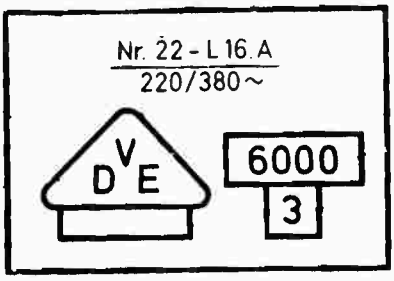
علماً بأن القواطع التى لها خواص L,B تستخدم فى حماية الموصلات والكابلات، أما القواطع التى لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية.

والجدول (١–٤) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التى لها خواص B,C,L,U,K,G.

الجدول (١–٤)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل البطئ فى زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظى فى زمن يتراوح ما بين 0.1:5S
B	6:63	1.45 In	(3:5) In
C	6:63	1.45 In	(5:10) In
L	6:10	1.9 In	(3.6:5.25) In
	16:25	1.75 In	(3.6:4.9) In
	32:63	1.6 In	(3.12:3.55) In
U	0.5:10	1.9 In	(5.25:12) In
	12:15	1.75 In	(4.9:11.2) In
	32:63	1.6 In	(4.5:10.4) In
K	6:63	1.25 In	(7:10) In
G	0.5:63	1.35 In	(7:10) In

والشكل (١-٢٠) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية حيث إن :



الشكل (١-٢٠)

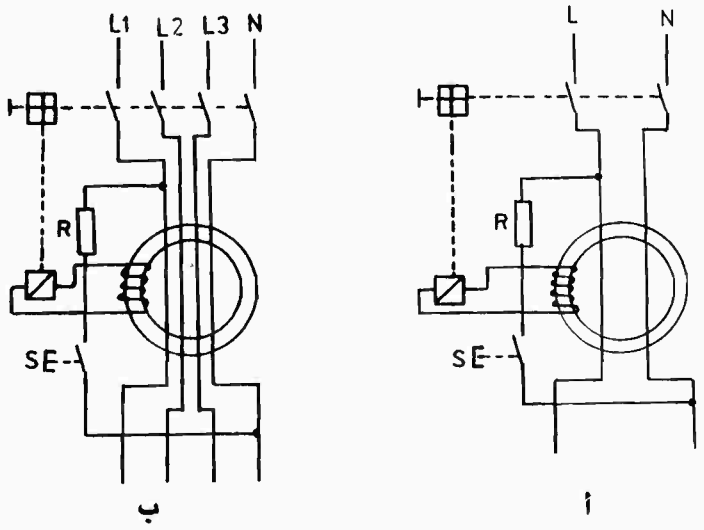
القيمة الحجمية للقاطع وتساوى	1.13 In
التيار المقنن	Nr22
جهد التشغيل المقنن	16
هذا القاطع يخضع للمواصفات	220/38 0V~
القياسية الألمانية BDE	DVE
سعة تيارالقصر	6000
قسم تحديد التيار للقاطع	3

وقسم 3 يعنى أن القاطع يقوم بتحديد القصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى .

١ / 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 ناتجًا 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 السكنية .

والشكل (١-٢١) يعرض التركيب الداخلى لقواطع التسرب الأرضى .



الشكل (١-٢١)

فقاطع التسرب الأرضى ذو القطبين والمبين (بالشكل أ) يتكون من ريشتين متصلتين بموصلين يمران داخل محول تيار صغرى ZVT، ويوصل الملف الثانوى لمحول التيار بريلاى الفصل القاطع. ففى الوضع الطبيعى يتم الضغط على ضاغط تشغيل آلة الوصل S للقاطع فتغلق ريش القاطع ويكون تيار التسرب I_Δ مساويا 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 تسرب لبعض التيار الراجع E_N بحيث يكون التيار المتسرب I_Δ أكبر من تيار التسرب المقنن للقاطع والتى $I_{\Delta N}$ تساوى 30mA لمعظم قواطع التسرب المستخدمة فى المنازل 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 :

$$I\Delta = IL \geq I\Delta N$$

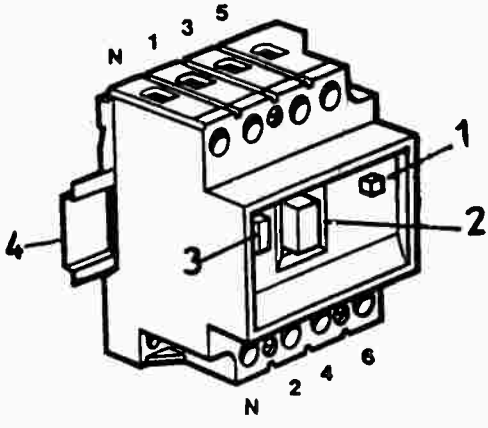
أما قاطع التسرب الأرضى الرباعى الأقطاب والمبين (بالشكل ب) فإنه لايختلف فى عمله عن قاطع التسرب الأرضى الثنائى القطب.

ففى الوضع الطبيعى يكون تيار التسرب Iδ مساوياً

$$I\Delta = IL, + IL2 + EL3 + IN = O$$

وعند حدوث تسرب من أحد الأوجه إلى الأرض بتيار قيمته أكبر من تيار التسرب الأرضى المقنن للقاطع (IδN) يحدث فصل لحظى للقاطع.

والشكل (١ – ٢٢) يعرض نموذجاً لقاطع تسرب أرضى رباعى القطب من إنتاج شركة Legrand الفرنسية مثبت على قضيب أوميجا.



الشكل (١-٢٢)

حيث إن:

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

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 IδN: وهو أقل تيار تسرب أرضى يحدث فصل للقاطع.

وفيما يلى أهم قيم تيارات التسرب الأرضى القياسية:

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

٣ – جهد التشغيل Un : وفيما يلى أهم جهود التشغيل المقننة القياسية التى تعمل عندها قواطع التسرب الأرضى بالڤولت .

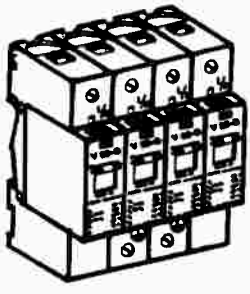
120, 220, 240. 380. 440

١ / 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 والمجمدات ... إلخ .

والشكل (١ – ٢٣) يعرض صورة لمحدد موجات مفاجئة من صناعة شركة Bet-termann الألمانية بأربعة أقطاب .



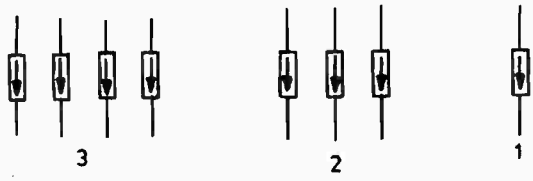
الشكل (١-٢٣)

وفيما يلى رموز محددات الموجات العابرة للجهد :

فالرمز 1 لمحدد قطب واحد .

والرمز 2 لمحدد ثلاثة أقطاب .

والرمز 3 لمحدد بأربعة أقطاب .



١ / ١٠ - الأنظمة المختلفة للتأريض :

حتى يسهل علينا تناول الأنظمة المختلفة للتأريض والمستخدمة فى التركيبات الكهربية سنبدأ بإعطاء مدلول الأحرف المستخدمة مع هذه الأنظمة .

فعادة يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف .

فالحرف الأيسر يبين العلاقة بين المصدر الكهربى والأرضى وهذا الحرف يكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

I تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

والحرف الثانى يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

N تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

الحرف الثالث والرابع يعطيان دلالة عن مواصفات خط الوقاية PE وخط التعادل N ويكونا أحد الحرفين التاليين .

C تعنى أن خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر مجتمعين معاً فى خط الوقاية والتعادل PEN .

S تعنى وجود خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر الكهربى .

ويوجد ثلاثة أنظمة رئيسية للتأريض مستخدمة فى التركيبات الكهربية وهم كما يلى :

- نظام TN وفيه يكون الحمل مؤرض بأرضى المصدر .
- نظام TT وفيه كلٌّ من المصدر والحمل مؤرض بأرضى خاص ومستقل .
- نظام IN وفيه المصدر معزول والحمل مؤرض .

وسوف نتناول فى الفقرات التالية كلاً من نظام TN ونظام TT بمزيد من التفصيل.

١ / ١٠ / ١ - نظام TN :

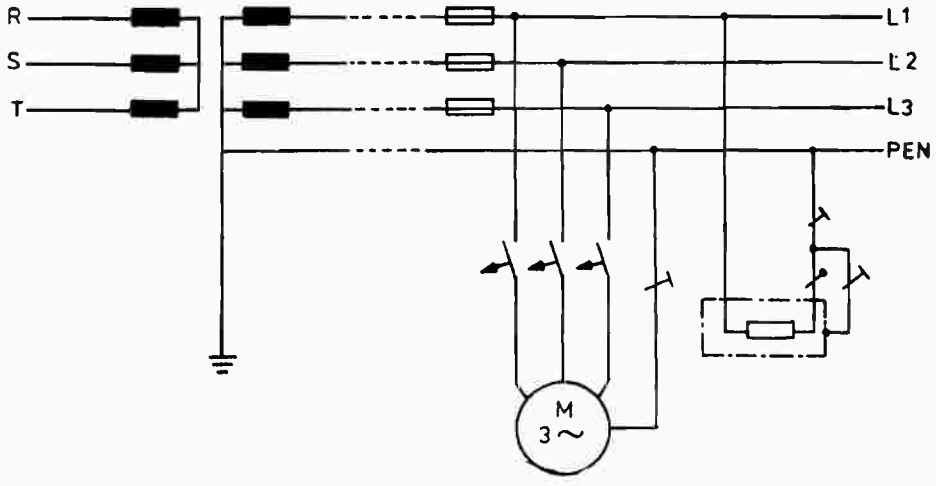
ينقسم هذا النظام إلى الأنظمة التالية :

أ - نظام TN-C

حيث يكون خط التعادل والوقاية مجتمعين معاً فى خط **PEN**.

والشكل (١-٢٤) يبين نظام TN-C يغذى حملين أحدهما ثلاثى الأوجه وهو عبارة عن محرك كهربى ثلاثى الأوجه، والآخر حمل أحادى الوجه عبارة عن سخان كهربى، ويلاحظ أن المحرك تم تأريضه بتوصيل نقطة التأريض الخاصة به بخط PEN.

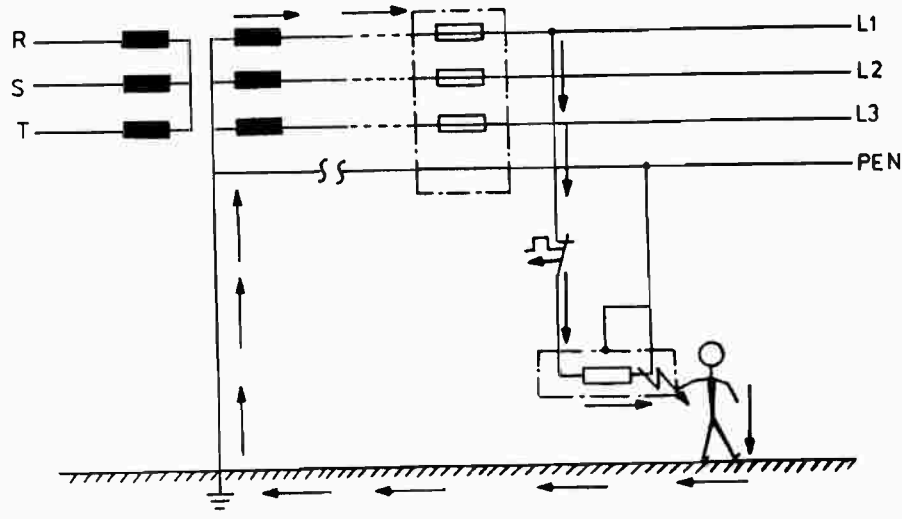
أما الحمل الأحادى الوجه فتم توصيل خط تعادل وأيضاً خط تأريضه بخط PEN.



الشكل (١-٢٤)

والجدير بالذكر أن هذا النظام كان يستخدم فى الماضى فى الدول الأوروبية ولم يعد ينصح باستخدامه والسبب يتضح من الشكل (١-٢٥).

فعند ملامسة شخص لهيكل جهاز أحادى الوجه مؤرض فى نظام TNC عند انقطاع خط PEN له فإن الشخص سوف يتعرض لصدمة كهربية، حيث سيكون فرق



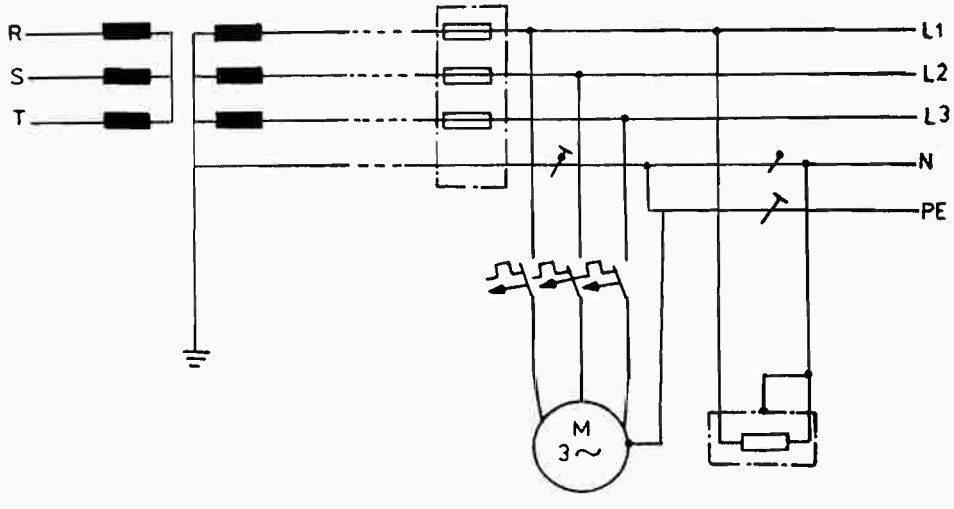
الشكل (١-٢٥)

الجهد بين يد الشخص وقدميه مساوياً لجهد المصدر إذا كان هذا الشخص غير مرتدى لحذاء عازل وغير واقف على أرض عازلة.

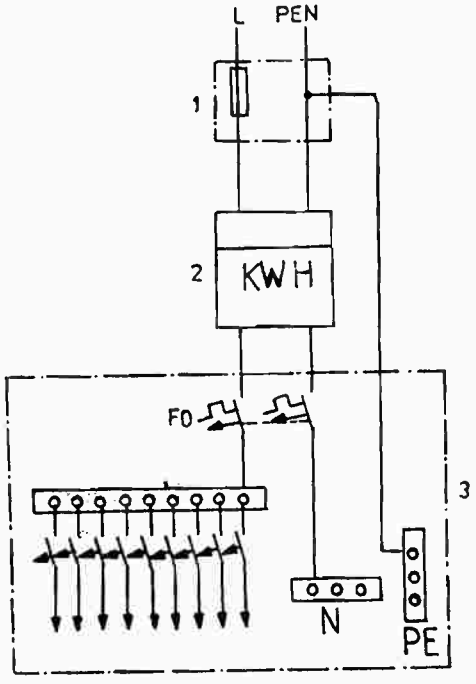
ب - نظام TNCS :

عادة يكون المصدر الكهربى الثلاثى الوجه الداخل للمنشآت السكنية عند لوحة الدخول يتكون من أربعة أسلا وهم: L_1, L_2, L_3, PEN ، وعند لوحة التوزيع يتفرع خط الوقاية والتعادل PEN ليخرج منه خط الوقاية PE وخط التعادل N.

والشكل (١-٢٦) يعرض نموذجاً لنظام TNCS.



الشكل (١-٢٦)



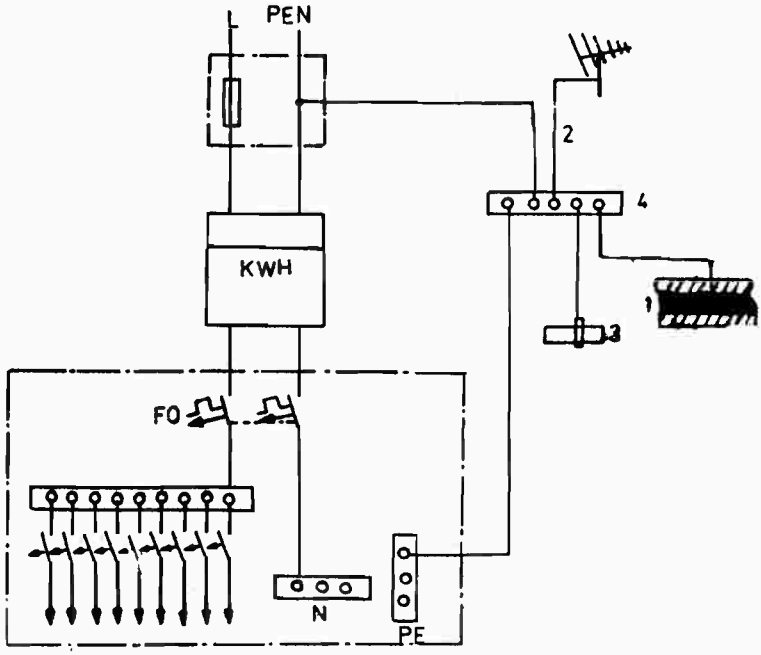
الشكل (١-٢٧)

أما الشكل (١-٢٧) فيوضح طريقة تنفيذ نظام TNCS هذا النظام من لوحة خدمة (الكوفرية) 1 وتحتوى على مصهر حماية وكذلك عداد كهربى Kwh رقم 2 ولوحة توزيع 3.

ويوجد نظام مشتق من نظام TNCS وفيه يتم إعادة تأريض خط PEN للمصدر عند الحمل ثم فصل PE عن N بعد ذلك .

وهذا النظام معمول به فى بعض الدول العربية مثل: المملكة العربية السعودية.

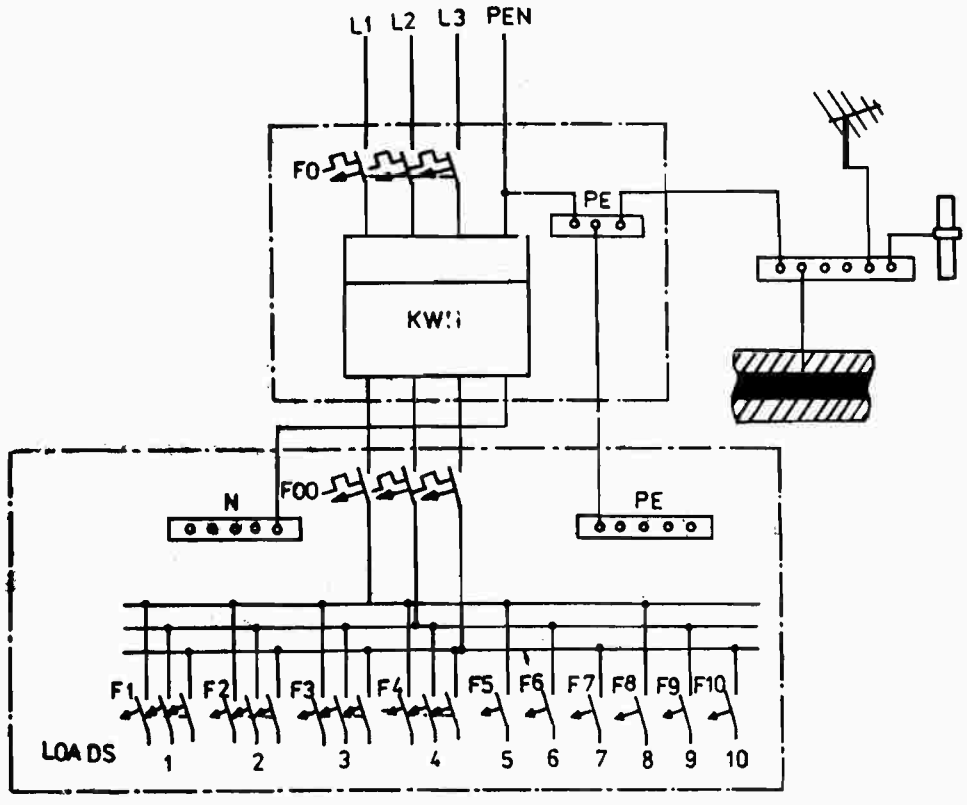
والشكل (١-٢٨) يوضح طريقة تنفيذ نظام TNCS وجه واحد يعاد تأريضه فى المنزل بأرضى المنزل والذى هو عبارة عن شريط من الصلب المجلفن المدفون فى الخرسانة أو ماسورة من الحديد المجلفن قطرها بوصة وطولها zm مثل مواسير الماء 1، وتوصل جميع الأجزاء المعدنية بالمنزل مثل هوائى التليفزيون 2 ومواسير الماء 3 .. إلخ بقضيب معادلة الجهد equipotential equalization 4، لتوفير الوقاية المطلوبة للإنسان ويتكون هذا النظام من لوحة خدمة تحتوى على مصهر رئيسى وأيضاً عداد كهربى أحادى الوجه، ولوحة توزيع تحتوى على قواطع دائرة مصغرة حيث يستخدم فيها قاطع دائرة قطبين كقاطع رئيسى ومجموعة من قواطع دائرة أحادية الوجه لتغذية الأحمال الكهربية للمنزل.



الشكل (١-٢٨)

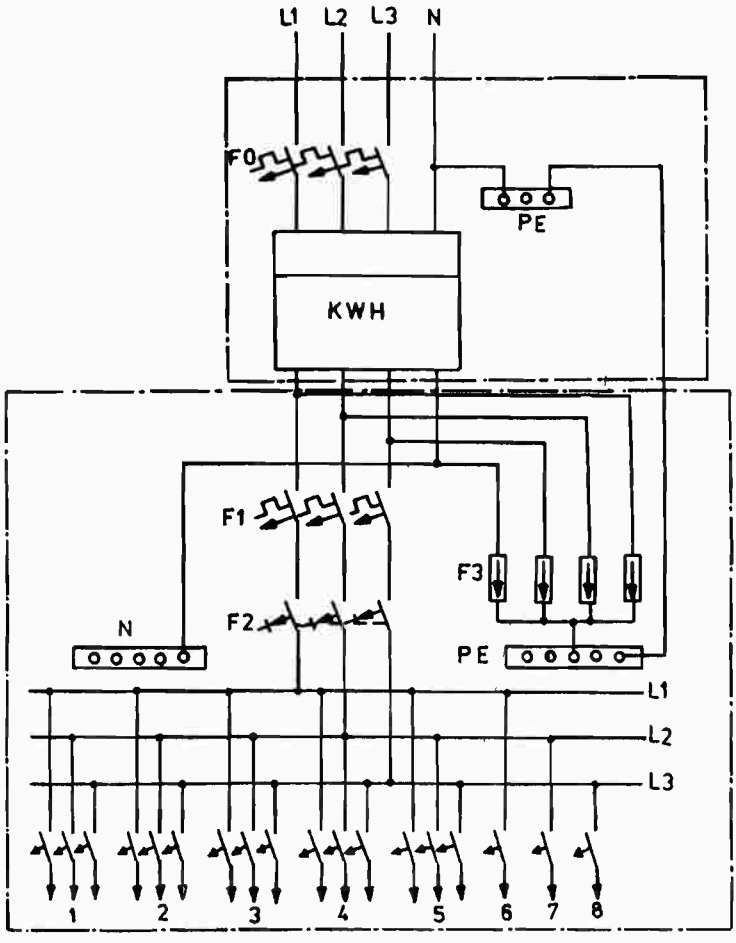
أما الشكل (١-٢٩) فيعرض نظام TNCS ثلاثى الأوجه لفيلا كبيرة حيث يعاد تأريضه فى الفيلا.

ويلاحظ أن لوحة الخدمة تحتوى على قاطع دائرة Fo، وعداد ثلاثى الوجه **Kwh** ويدخل أربعة أسلاك للوحة الخدمة وهم: $L_1, L_2, L_3,$ PEN ، ويخرج من لوحة الخدمة خمسة أسلاك وهم: $L_1, L_2, L_3,$ PE، ويوصل قضيب **PE** داخل لوحة الخدمة بأرضى الفيلا والذى يكون إما عمود أرضى أو شريط أرضى من الخرسانة أو أسياخ الحديد المدفونة فى الخرسانة، وفى نفس الوقت يتم توصيل أرضى الفيلا بقضيب معادلة الجهد والذى يثبت عادة أسفل لوحة الخدمة ويوصل به جميع الأجزاء المعدنية بالمبنى، وبهذه الطريقة يكون جهدجميع الأجزاء المعدنية بالفيلا متساوٍ وهذا يمنع حدوث فرق جهد بين هذه الأجزاء عند أى ظروف، الأمر الذى يمنع حدوث صدمة كهربية للأشخاص. وخرج لوحة الخدمة يغذى لوحة التوزيع داخل الفيلا.



الشكل (١-٢٩)

أما الشكل (١-٣٠) فيعرض نظام TNCS ثلاثى الأوجه يتكون من لوحة خدمة تحتوى على قاطع ثلاثى القطب Fo ، وعداد ثلاثى الوجه بأربعة أسلاك. ولوحة توزيع تحتوى على أربعة محددات لموجات الجهد العابرة F_3 ومجموعة من القواطع لحماية الأحمال المختلفة من زيادة التيار F_1، وقاطع تسرب أرضى لحماية الأشخاص من التسرب الأرضى F_2، وبهذا النظام يمكن حماية الإنسان من الصدمة الكهربية وحماية الأجهزة الحساسة مثل: التليفزيونات والتسجيلات Hi Fi والكومبيوترات... إلخ من قفزات الجهد العابرة والناتجة من الصواعق أو وصل وفصل الأحمال الكهربية، وكذلك حماية الأحمال الكهربية من زيادة التيار.

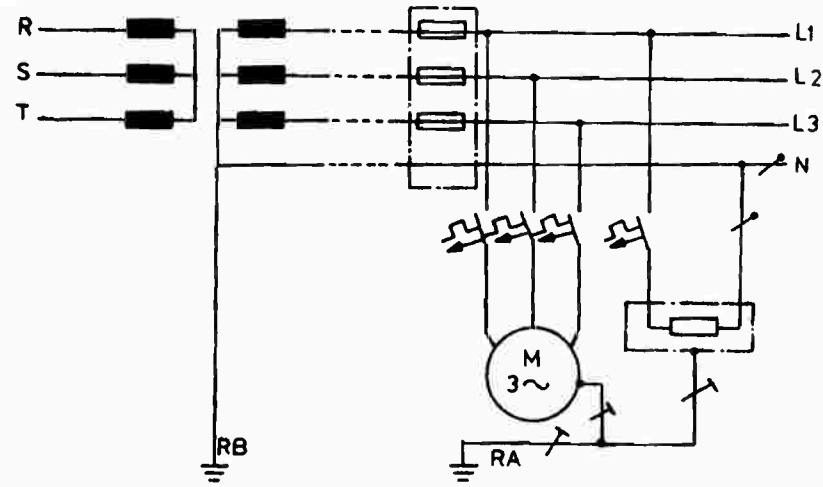


الشكل (١-٣٠)

١ / ٢ - نظام TT

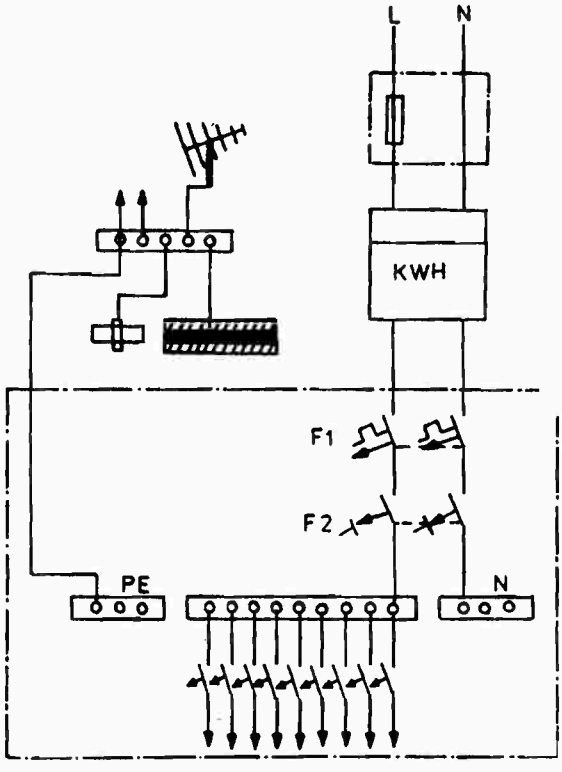
الشكل (١-٣١) يبين نظام TT يغذى حملين أحدهما ثلاثى الأوجه والآخر أحادى الوجه.

ويستخدم هذا النظام عادة فى التمديدات الكهربية فى الأماكن الزراعية وكذلك فى المنازل القروية وهذا لايمنع إمكانية استخدامه فى المدن الكبرى.



الشكل (١-٣١)

والشكل (١-٣٢) يعرض مخطط توصيل نظام TT أحادى الوجه يتكون من لوحة خدمة تحتوى على مصهر رئيسى وكذلك عداد Kwh، ولوحة توزيع تحتوى على قاطع دائرة رئيسى قطبين F_1، وقاطع تسرب أرضى رئيسى قطبين F_2 ومجموعة من قواطع الدائرة الأحادية الوجه لتغذية الأحمال المختلفة. وعادة تكون لوحة الخدمة (الكوفرية) خارج الشقة أما العداد فيكون أحيانا بجوار لوحة التوزيع داخل الشقة السكنية وأحياناً يكون خارج الشقة السكنية.



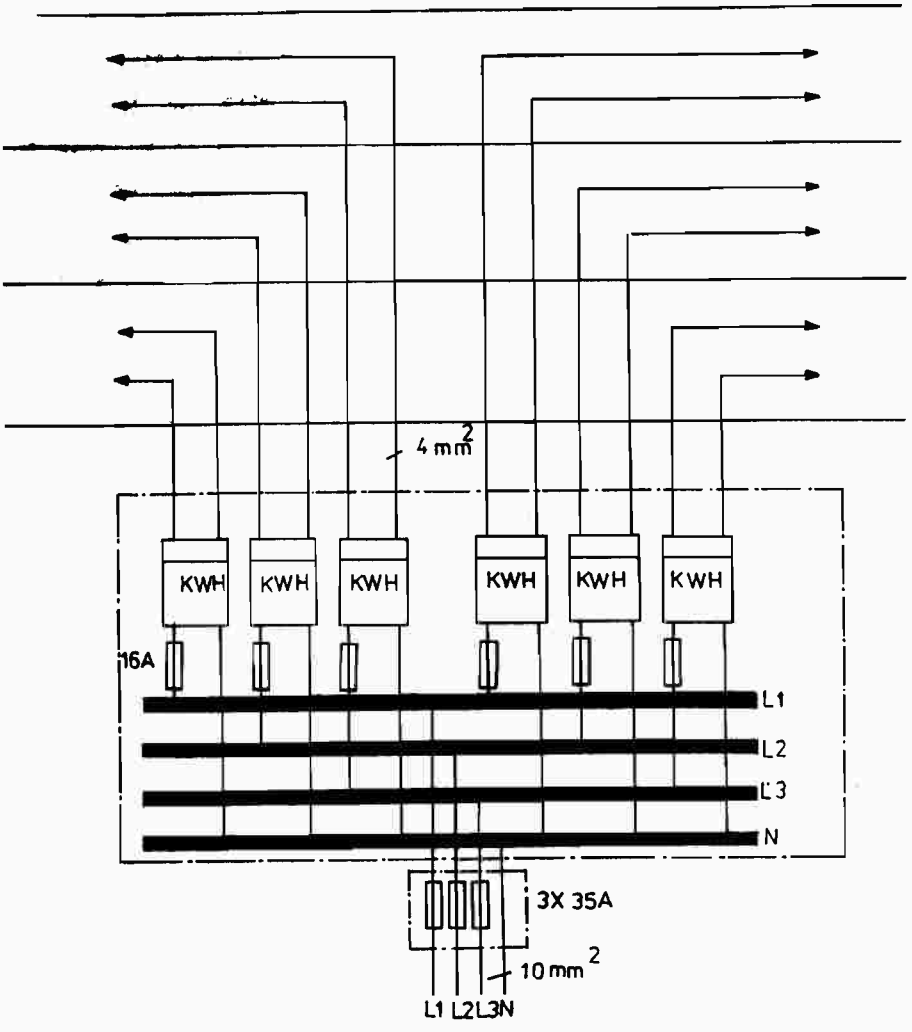
الشكل (١-٣٢)

ونصيحتى لجميع القائمين على التمديدات الكهربية فى جمهورية مصر العربية استخدام نظام (TNCS) الذى يعاد تأريضه فى المنازل مع استخدام قطب أرضى عبارة عن ماسورة من الحديد المجلفن قطرها وتدفن فى فناء المنزل أو بجوار المنزل أو بجوار المنزل، وبالإضافة إلى استخدام قاطع تسرب أرضى فى لوحة توزيع كل شقة.

١ / ١١- توزيع التيار الكهربى فى المنشآت المتعددة الطوابق:

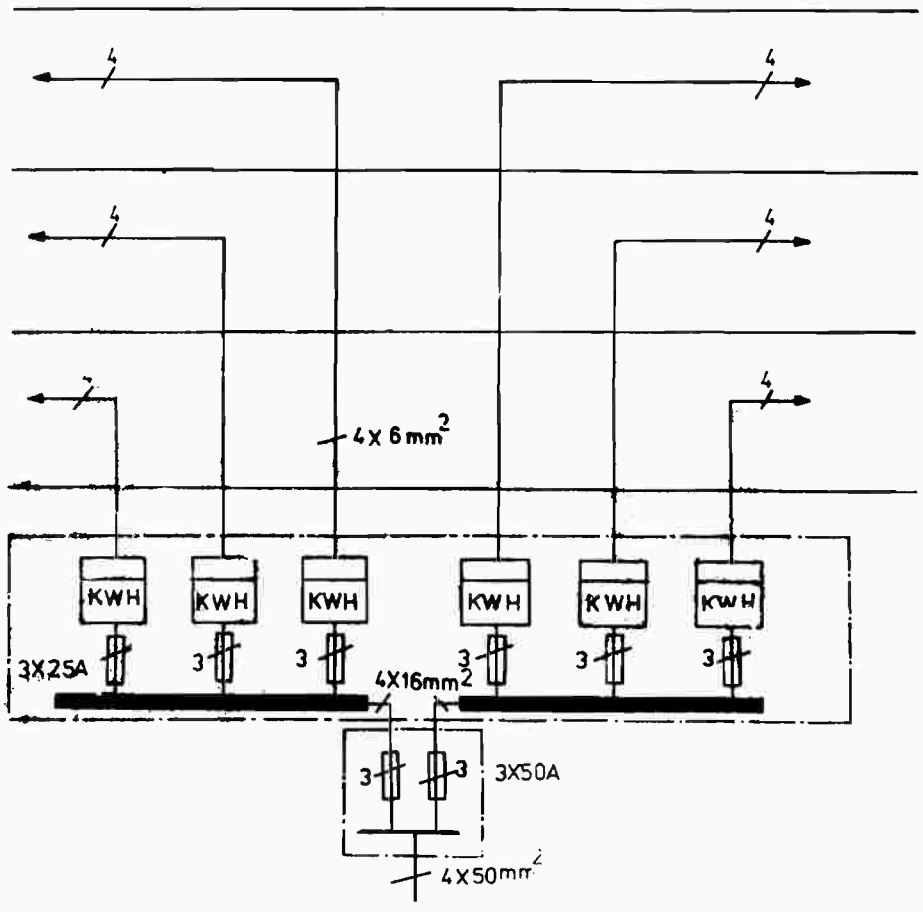
توضع العدادات الكهربية الخاصة بالشقق المختلفة فى المنشآت السكنية المتعددة الطوابق إما مجموعة فى مدخل المنشأة أو موزعة بجوارأو بداخل كل شقة.

والشكل (١-٣٣) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة ثلاثة طوابق وبها ست شقق، حيث توضع ستة عدادات فى مدخل العمارة. وتغذى كل شقة من عداد أحادى الوجه ويستخدم هذا النظام فى الإسكان المتوسط.



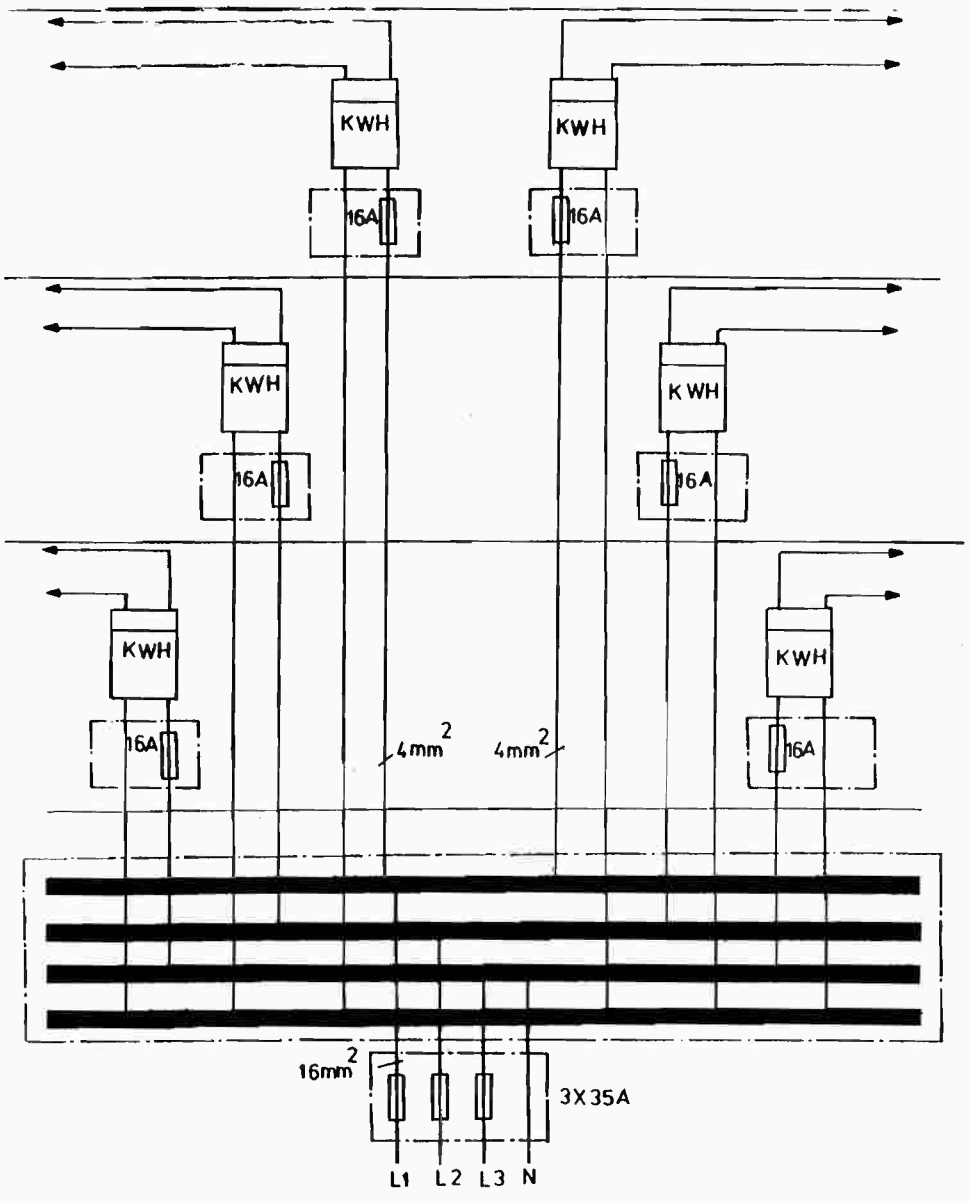
الشكل (١-٣٣)

والشكل (١-٣٤) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى الأحادى الخط لعمارة سكنية ثلاثة طوابق بها ست شقق، حيث توضع ستة عدادات ثلاثية الأوجه عند مدخل العمارة وهذا النظام معمول به للإسكان المتميز (السوبر لوكس) وذلك لارتفاع أحمال كل شقة.



الشكل (١-٣٤)

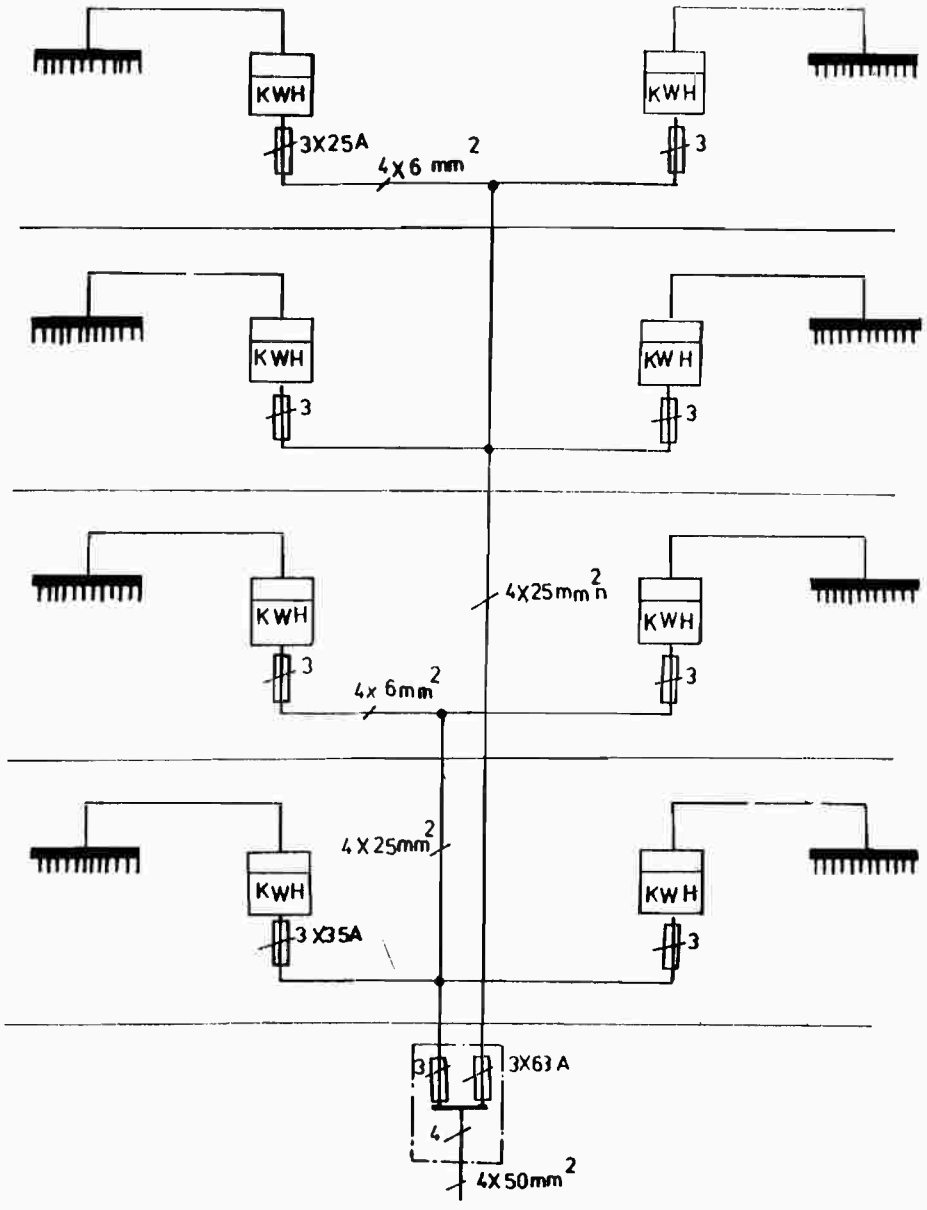
والشكل (١ – ٣٥) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة ثلاثة طوابق وبها ست شقق حيث يوضع عداد أحادى الوجه بداخل كل شقة وفى بعض الأحيان يوضع هذا العداد بجوار باب الشقة ناحية السلم بحيث يسهل لقارئ العدادات أخذ القراءة بدون الدخول للشقق.



الشكل (١-٣٥)

والشكل (١-٣٦) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة أربعة طوابق وبها ثمانى شقق، حيث يوضع عداد ثلاثى الوجه بداخل كل شقة؛ علماً بأن العدادات

الكهربية الثلاثية الأوجه تستخدم عادة مع الشقق الفاخرة التى تحتوى على أحمال كهربية كثيرة.



الشكل (١-٣٦)