مقرر الورش لطلاب السنة الأولى قسم التغذية الكهربائية

اعداد المهندسين

م . ممدوح الأخرس

م . عبد الوهاب حداد

م . محمد العبدالله

تدقيق

م . زياد مكاوي

م . عبد الباسط السيد محمد

اشراف

الدكتور المهندس نصر القاسم

مقدمة:

١- اختيار الموصلات والكيابل الخاصة بالمنازل

يوجد عدة معايير لاختيار الموصلات والكيابل ومن ضمن هذه الاعتبارات مايلي:

١. مكان التركيب وبيئة عمل الموصل من حيث درجة الحرارة المحيطة، والتي منها يمكن تحديد نوع الموصل من حيث العازل، فلكل عازل درجة حرارة يستطيع أن يتحملها. وعلى سبيل المثال فإن الموصلات المعزولة بكلوريد الفينيل المتعدد (بي في سي) PVC تتحمل درجة حرارة تصل إلى ٧٠ درجة مئوية بينما يتحمل عازل البولي إيثيلين المتشعب ٩٠ درجة مئوية.

٢. السعة الأمبيرية (Ampacity) للموصلات والكيابل ومدى تحملها للتيار الذي يسري من خلالها. وتحدد هذه السعة من خلال حساب القدرة الإجمالية للأحمال ومعرفة مفاقيد الجهد.

٣. نوع الشبكة الكهربائية يحدد عدد الموصلات المستخدمة في الكيابل (أربعة موصلات بدون حجاب أو مع حجاب معدني أو خمسة أسلاك أو غيرها) وسيتم توضيح ذلك لاحقاً.

٤. نوع المواصفات المتبعة في التركيبات.

وهذا سيمكننا من اختيار مساحة المقطع المناسب للموصلات والكيابل دون هدر أو شح يؤثر على أداء الموصلات مستقبلاً، حيث إن السعة الأمبيرية تتناسب طرداً مع مساحة مقطع الموصل. وسوء التقدير يؤدي عادةً إلى نتائج سيئة، فالزيادة غير المطلوبة في مساحة المقطع يترتب عليها زيادة في التكلفة حيث إن سعرها أغلى لاستهلاكها كميات أكبر من النحاس والعازل، بالإضافة إلى أنه لابد من زيادة أقطار المواسير التي تقلها. أما توفير موصلات بمساحات مقطع أقل من المقنن، فإن ذلك سيؤدي إلى زيادة تحميل تلك الموصلات وزيادة القدرة المنقولة من خلالها والتي تظهر على الشكل حرارة تؤدي إلى تلف العازل الكهربائي مما يعرضها إلى نشوء تيارات قصر قد تؤدي إلى حرائق وتلفيات في حالة عدم وجود نظام وقاية فعال. وفيما يلي سيتم شرح أنواع الموصلات والكيابل وتصنيفها.

٢- ١- أ أنواع الموصلات

١. النحاس:

هو أكثر الأنواع شهرة في الاستخدام كموصل كهربائي وله المميزات التالية :

١) له أفضل موصلية كهربائية مقارنة بالأنواع الأخرى، وتعتمد الموصلية الكهربائية للنحاس على نسبة الشوائب الموجودة به، فكلما كثرت الشوائب قلت الموصلية الكهربائية. كذلك تعتمد الموصلية الكهربائية للنحاس على طريقة السحب للمعدن إذا كانت على البارد أو على الساخن.

٢) له كثافة تيار عالية لذلك فمساحة المقطع للموصل النحاسي لتيار كهربائي معين تكون أقل من الموصلات الأخرى.

٣) المعدن منتظم تماماً.

٤) له مقاومة نوعية أقل.

٥) له قوة احتمال كبيرة.

٦) يمكن تشكيله إلى قضبان ومن ثم سحبه إلى أسلاك.

٧) العيب الوحيد هو تذبذب أسعاره بالشكل كبير حسب العرض والطلب العالمي مما جعل المستهلكين يتجهون للألمنيوم الذي يعتبر سعره أكثر استقراراً وأرخص ثمناً.

٢. الألومنيوم :

الموصل الذي يلي النحاس ويستخدم على نطاق واسع في خطوط النقل الهوائية وخطوط النقل المغلقة بالغاز والكيابل الكهربائية وله المميزات والعيوب التالية:

المميزات:

١) أرخص كثيراً من النحاس.

٢) أخف وزناً.

٣) موقعه مباشرة في الموصلية بعد النحاس.

٤) عند الجهود العالية تتسبب في فقد أقل للتفريغ الهالي (Corona) .

٢- ١- ب العيوب:

١) الألومنيوم التجاري المسحوب على البارد عند درجة حرارة الغرفة له موصلية حوالي ٦١ ٪ مقارنة بموصلية النحاس وهذ يعتبر من العيوب التي تجعل المصنعين يعيدون النظر في استخدامه بسبب رخصه مقارنة مع النحاس.

٢) يكون التيار المقنن حوالي ٧٨٪- ٨٠٪ في كيابل الألمنيوم مقارنة بالنحاس عندما تكون الموصلات لها نفس مساحة المقطع.

٣) من المشاكل الكثيرة التي تواجه الفني عند استخدام كيابل الألمنيوم هي وجود طبقة واقية من التآكل على سطح المعدن يتم وضعها للحماية عند تعرض الموصل للبيئة الخارجية. ونظراً لأن أعمال التوصيل وتثبيت نهايات الأطراف واللحام من المتطلبات الأساسية لكل كيبل، لذلك يجب إزالة تلك الطبقة قبل اللحام. كما أن توصيل كيبل بكيبل آخر باستخدام جلبة التثبيت لاتدوم لفترة طويلة، حيث إن الموصل يرتخي بعد فترة من شد مسمار تثبيت الجلبة مما يسبب نقاط توصيل سيئة والتي ينتج عنها حرارة وتلف.

٤) عند نفس المقاومة تكون مساحة مقطعه أكثر بحوالي ١,٢٧ مرة من مساحة مقطع النحاس مما يتطلب زيادة في كمية العزل والغلاف المعدني الواقي والخارجي.

٥) حيث إن مساحة المقطع أكبر فإنه يتعرض لضغط هواء أكبر مما يتسبب في حركة اهتزازية للموصل أكبر وترخيم أكبر في حالة الكيابل المعلقة.

٢- ١- جـ أنواع الكيابل

تنقسم الكيابل من حيث الاستخدام إلى عدة أنواع ولكل نوع تصميمه الخاص حسب الجهد الذي يعمل عنده الكيبل والظروف البيئية المحيطة التي تتحكم في سعته للتيار ويمكن تلخيص تلك الأنواع إلى:

١. كيابل خاصة بالمنشآت الثابتة كالمنازل.
٢. كيابل خاصة بالخدمات (كيابل الإشارات والهاتف).
٣. الكيابل المعزولة المعدنية.
٤. الكابلات البصرية Fiber obtics cables .
٥. الكابلات المدفونة تحت سطح البحر.
٦. كابلات أنظمة التوزيع Supply distribution cables. وتنقسم بصفة عامة إلى نوعين:
   - كابلات معزولة بالورق Paper Insulated Cables.

- كابلات معزولة باللدائن Polymeric Insulated Cables.

٧. كابلات أنظمة النقل Supply Transmission cables. وتتقسم بصفة عامة إلى نوعين:

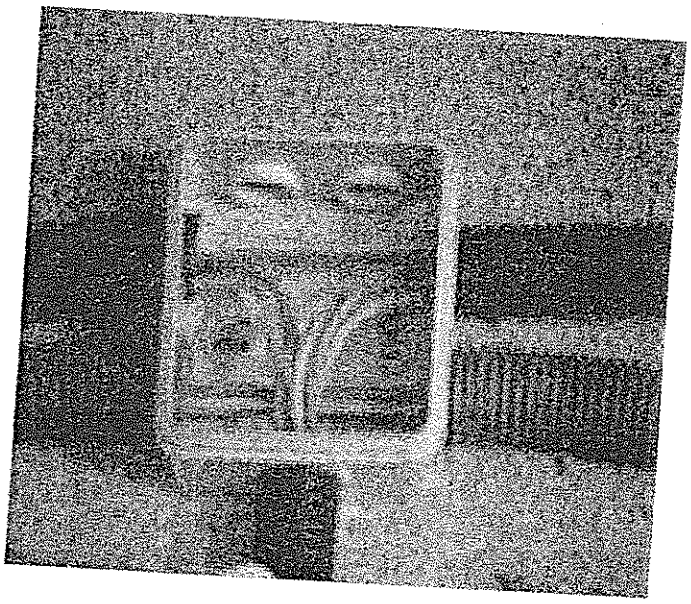
- كابلات معزولة بالورق Paper Insulated Cables.
- كابلات معزولة باللدائن Polymeric Insulated Cables.

وسنتطرق فيما يلي للموصلات والكيابل الأكثر استخداماً وهي كالتالي:

٤- ١- ﻫ الموصلات المغطاة (الأسلاك المعزولة)

و تعتبر الموصلات المغلفة بالمواد العازلة البلاستيكية المصنوعة من اللدائن مثل مركب كلوريد الفينيل المتعدد (بي في سي PVC) أو البولي إيثيلين PE هي الأكثر انتشارا و الأرخص ثمناً للتوصيلات الكهربائية في التركيبات المنزلية . ويتم تمييز أسلاك التوصيل المغلفة بالبلاستيك بألوان متعددة منها البني والرمادي الأحمر و الأخضر والأزرق والأبيض وغيرها ، حيث يتم التعارف على أنها تمثل خطوط الطور أو الفاز L، أما اللون الأسود والأزرق فيمثل عرفاً الخط المحايد N ، ويستخدم اللون الأخضر المخطط باللون الأبيض أو الأصفر للدلالة على موصل التأريض الذي يكون في بعض الأحيان عبارة عن موصل أو شريط غير مغلف بمادة عازلة. وعادةً مايخضع تحديد الألوان للأطوار والمحايد والأرضي للمواصفات الخاصة بكل نظام، فالنظام الأمريكي يختلف عن الأوروبي. ففي أوروبا مثلاً يحدد الطور الأول L_1 باللون البني والطور الثاني L_2 باللون الأسود والطور الثالث L_3 باللون الرمادي بينما يستخدم اللون الأزرق للمحايد N واللون الأخضر المخطط باللون الأصفر للأرضي G، انظر الالشكل (١٠- ٢). وفي أمريكاً تحدد الأطوار الثلاثة عادةً بالألوان السوداء والبرتقالية أو الحمراء والزرقاء بينما يستخدم اللون الأبيض للمحايد N . ويمكن أن تكون الأسلاك مجتمعة على الشكل كيبل ، وفي هذه الحالة تغلف جميعها بمادة بلاستيكية مثل كلوريد الفينيل المتعدد (بي في سي PVC) أو البولي إيثيلين PE. وفي حالة الموصلات المفردة يستخدم في تجميعها أعداد كافية من الكلبسات والأحزمة البلاستيكية لتجنب ارتخائها و لحفظ المنظر منسقا. وفي النظام الأوروبي تقاس مساحة مقطع الموصلات بالملي متر المربع بينما تقاس في النظام الأمريكي بما يسمى مقياس السلك الأمريكي American Wire Gauge (AWG). وفيما يلي سيتم شرح النظام الأمريكي تكون وطريقة التحويل بين القياس الأوروبي والأمريكي. إن كتابة حجم الكيبل في النظام الأمريكي باستخدام AWG بإضافة رقم إلى تلك الحروف (AWG12) وكلما كانت القيمة أصغر كلما زاد حجم الكيبل فكيبل رقمه (AWR12) هو أكبر من

الشكل(١- ٣) أسلاك تمديدات كهربائية مفردة مغطاة بعازل بلاستيكي



٢- ١- و الكيابل ذات العزل المعدني

هذا النوع من التوصيلات الكهربائية يتكون من موصلات ذات قلب واحد أو متعددة القلوب في جديلة واحدة محاطة بعازل من أكسيد المغنيسيوم المضغوط مع غلاف خارجي معدني و مشكلة إلى كيبل صلب مسحوب. في بادئ الأمر كانت الموصلات و الغلاف من النحاس الأحمر ولكن نظراً لارتفاع ثمن النحاس فيستخدم الألمنيوم بدلا منه الآن . و يضاف غلاف خارجي مقاوم للحرارة و مقاوم للحريق لدرجة تفوق جميع الكيابل الأخرى و يمكن لهذا النوع من الكيابل أن يتعرض لتشوهات ملحوظة في الاشكل دون أن يحدث خلل في الناحية الكهربائية. و معدلات التيارات في هذا النوع من الكيابل أعلى بكثير منها في الكيابل المعزولة بكلوريد الفينيل المتعدد (PVC)، وهذا يعني أنها تعمل عند درجات حرارة أعلى و لكن يجب أن يولى فقدان الجهد في المسارات الطويلة عناية و اهتمام.

٢- ١- ز التوصيلات المرنة

عندما تكون الأجهزة مركبة في أماكن ثابتة فإنه عادةً ما تركب كيابل دائمة أو أسلاك قوية من النوع الصلب. وفي حالة وجود تركيبات كبيرة فإن التيار الرئيسي للوحة المفاتيح أو المبنى يمكن أن يحمل بواسطة موصلات عمومية من النحاس الأحمر أو موصلات ثابتة معزولة داخل غلاف معدني . أما بالنسبة للأجهزة القابلة للنقل فيتم توصيلها بواسطة أسلاك مرنة إلى المخارج الثابتة. ومن ذلك نشأت الحاجة إلى الموصلات المرنة لسهولة تغيير مواقعها. ولكن من عيوبها كثرة الأعطال نتيجة للاستخدام السيئ بسبب وجودها مكشوفة.

وفي الاستخدامات المنزلية نجد العديد من التصميمات التي تتسم بمظهرها الجذاب عندما تكون تلك التوصيلات مكشوفة. بينما تمتاز التوصيلات المرنة في أعمال الورش بالقوة و المتانة دون إعطاء المظهر الخارجي أكثر مما يستحق.

اعتبارات الأمان

نعلم بأن الكيابل عبارة عن عنصر سعوي يحتوي على موصل محاط بعازل ثم حجاب معدني في بعض الأحيان. وحيث إن العناصر السعوية تختزن شحنات تظهر على الشكل جهد نتيجة لتيارات الشحن التي تسري فيها عن طريق تطبيق جهد رسمي عليها. ونظراً لما تمثله هذه الشحنات من خطر على الفني وقد يتعرض للصعق الذي قد يعرض حياته للخطر. لذلك فإنه لابد من أخذ الحيطة والاعتبارات التالية عند تركيب أو إصلاح الكيبل.

١- يجب فصل الكيبل من جميع أطرافه.

٢- يجب تأمين الفصل ضد معاودة التيار.

٣- يجب التأكد من عدم وجود جهد وذلك باستخدام كاشفات الجهد المخصصة لذلك عند الجهود العالية، والتي تتميز بوجود مسافة أمان بين الفني والكيبل.

٤- يجب توصيل أطراف الدائرة بالأرض وقصر جميع أجزائها .

٥- يجب أن نقوم بتغطية الأجزاء المكشوفة والمجاورة للكيبل المفصول.

تمديد كيبل الجهد المنخفض

عادة مايتم دفن كيابل التوزيع تحت الأرض مباشرةً بعد وضعها في خنادق ضيقة في العديد من دول العالم، إلا أن الوضع في بعض الدول يختلف حيث يفضل تركيب الكيابل داخل أنفاق وخاصة في المدن المزدحمة ليكون التركيب أقل إزعاجاً لحركة السير ويكون الاستبدال مستقبلاً أسهل. بينما في المناطق الصناعية يكون تركيب الكيابل فوق سطح الأرض توضع على علاقات أو على مجارٍ حديدية مصنعة خصيصاً لهذا الغرض.

تتكون معظم مراحل التركيب لكيابل النقل والتوزيع من الآتي: الفحص الأولي للموقع، وثقوب الاختبار، والشق والحفر، ووضع الكيبل، والتركيب النهائي والدفن. وتختلف المعايير بين كيابل النقل والتوزيع فالاحتياطات التي يتم اتخاذها لكيابل النقل أكثر من التي يتم اتخاذها لكيابل التوزيع. وعلى سبيل المثال نجد أن عمق الحفر لكيابل النقل أكثر من كيابل التوزيع بحيث يكون عمق الخندق أكثر من أي خدمات مجاورة أخرى (كالكيابل والمواسير وغيرها) ويختلف بناءً على ذلك عرض الخندق والتدعيم الجانبي. كما تختلف طريقة إعداد خندق الحفر من ناحية تفادي الزوايا الحرجة (وذلك لوجود زوايا انحناء حرجة لكل كيبل محددة من المصنع) وطبقات الحماية كالطوب وشبك الحماية وعلامات التحذير ونوعية التربة (وذلك لأهمية التوصيل الحراري بالنسبة لكيابل النقل). وكذلك وضع قنوات أو مواسير إضافية لتمرير الكيبل الدليلي وكابلات الألياف البصرية. والخطوات التالية تبين مراحل التركيب المختلفة للكيابل:

عادة مايكون من الضروري حفر ثقوب اختبار وتفتيش وذلك للتعرف على مواقع الخدمات الأخرى ورسم طريق الكيبل بأقل منحنيات ممكنة أو عند الضرورة أن تكون المنحنيات ذات زوايا كبيرة والتي تخفف من حمل الشد للكيبل مما يساهم في تيسير عملية التركيب وخفض التكلفة. ويستخدم لحفر خنادق الكيابل آلات ميكانيكية كما يمكن التعزيز باستخدام الحفر اليدوي. كما تستخدم بعض الطرق المتقدمة في حفر قنوات للكيابل خاصة في مناطق تقاطعات الطرق والسكة الحديد.

ويختلف عمق الحفر للكيابل باختلاف البلدان واختلاف الجهد. وعادةً مايكون ٥٠٠ملم عند جهد ١/٠,٦ كيلوفولت و٨٠٠ملم عند جهد يتراوح بين ٣,٣ إلى ١١ كيلوفولت

يجب إبعاد جميع المواد الناتجة عن الحفر عن الخندق لمردم قريب، وذلك حتى لاتتعرض المصارف القريبة للمياه والأمطار والقنوات للانسداد وحتى لايتعرض العمال أيضاً لأي خطر. وعند إعادة الردم يجب التأكد بأن التربة صالحة للاستخدام ولايوجد بها حصى أو مخلفات أخرى وذلك بفحصها. وعند القيام بأعمال الحفر يجب تأمينها وإحاطتها وإضاءتها حتى لا يسقط فيها المارة والسيارات.

وتستخدم المواسير والقنوات لتركيب كيابل التوزيع. ويستخدم حالياً في بريطانيا نوع من القنوات يسمى RIGIDUCT® وتصنع هذه القنوات ببثق ماسورتين ذات كثافة عالية في نفس الوقت بحيث تكون إحداها داخل الأخرى. وتجعد الماسورة الخارجية لزيادة الصلابة والمرونة وتكون الماسورة الداخلية ناعمة وذات معامل احتكاك منخفض. ويتراوح طول القناة مابين ٣ إلى ٦م. ويتم التوصيل بين القنوات باستخدام جلب ضغط، ويتم اتباع تعليمات المصنع في ذلك. كما يمكن تركيب عدة قنوات بنفس الطريقة والمبدأ. وعادةً ماتحاط القنوات برمل ناعم، ونادراً ماتدعم بصب خرسانة حولها. وقبل تركيب الكيبل داخل القنوات يجب التأكد من عدم وجود مخلفات داخلها، ويتم سحب فرشة داخل القنوات لتنظيفها. وإذا كانت القنوات لا تستعمل في الحال فيجب وضح حبل بلاستيكي يصل بين بداية ونهاية القنوات لسحب الكيبل لاحقاً، وإقفال نهايات القنوات لحماية القنوات من دخول أي مخلفات أو رطوبة لها. كما يجب أن يكون الشكل البداية للقناة على الشكل فوهة الجرس وذلك للسماح بدخول الكيبل بسهولة. وإذا كان حمل التيار للكيبل مهماً للغاية وأردنا تحسين الانتقال الحراري فيمكن ضخ مادة بنتونايت Bentonite داخل القناة.

١. أدوات العمل

تتكون أدوات العمل من طوب ورمل ناعم ومواسير وأحزمة ربط وشبك حماية ولفات بلاستيك تحذيرية.

٢. طريقة العمل

١. يتم حفر الخندق للعمق المطلوب.
٢. تردم أرضية الخندق بالرمل الناعم بارتفاع ٢٠سم وتساوى الردمية.
٣. يوضع الكيبل مباشرةً على الفرشة الناعمة من الرمل والتي يبلغ ارتفاعها عادة حوالي ٢٠سم. أو توضع المواسير وتردم ويتم تمديد الكيبل داخلها.
٤. تردم الكيابل بالرمل الناعم بارتفاع ٢٠سم تقريباً.
٥. يوضع طوب خرساني على سطح الرمل موضحاً عليه جهد الكيبل.
٦. يوضع رمل بارتفاع ١٥سم أعلى الطوب.
٧. تردم المواسير بالرمل بارتفاع يقارب ١٥سم.
٨. يوضع طوب خرساني موضحاً عليه جهد الكيبل.

٩. يردم الطوب بالرمل الناعم بارتفاع ٥سم تقريباً.

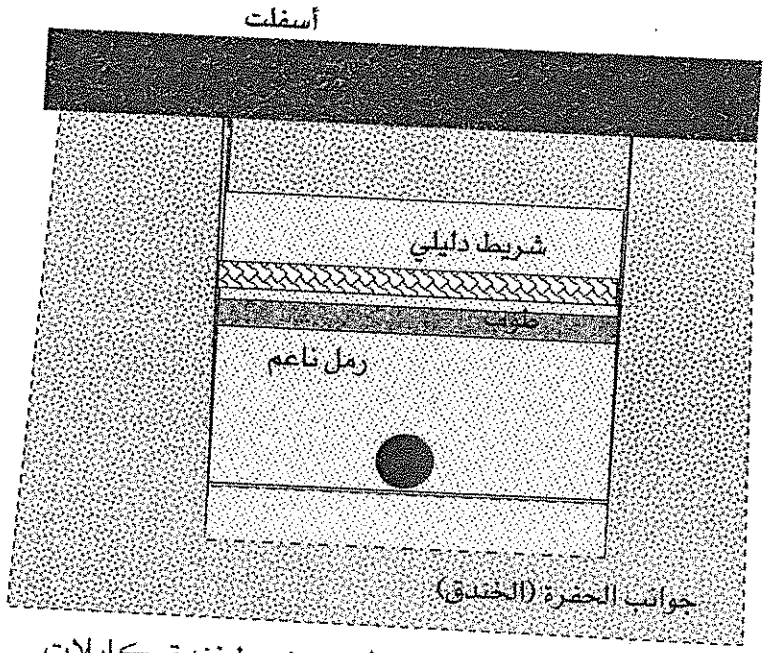
١٠.يوضع شبك للحماية على السطح.

١١.ثم يردم الشبك بالرمل الناعم بارتفاع ٥سم تقريباً ثم يضاف رمل بالحصى بارتفاع ٢٥سم تقريباً ويدك.

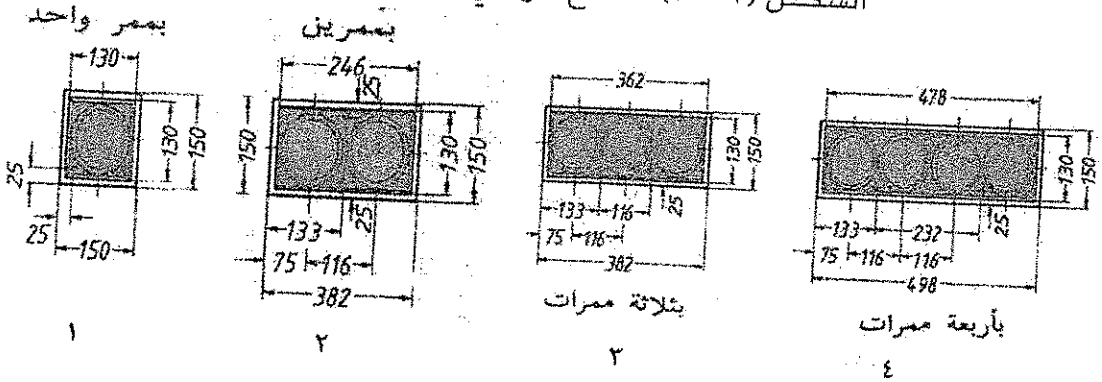
١٢.يوضع الشريط البلاستيكي التحذيري.

١٣.يحضر الجزء المتبقي من الخندق للأسفلت إذا كان الخندق محفوراً في شارع مسفلت.

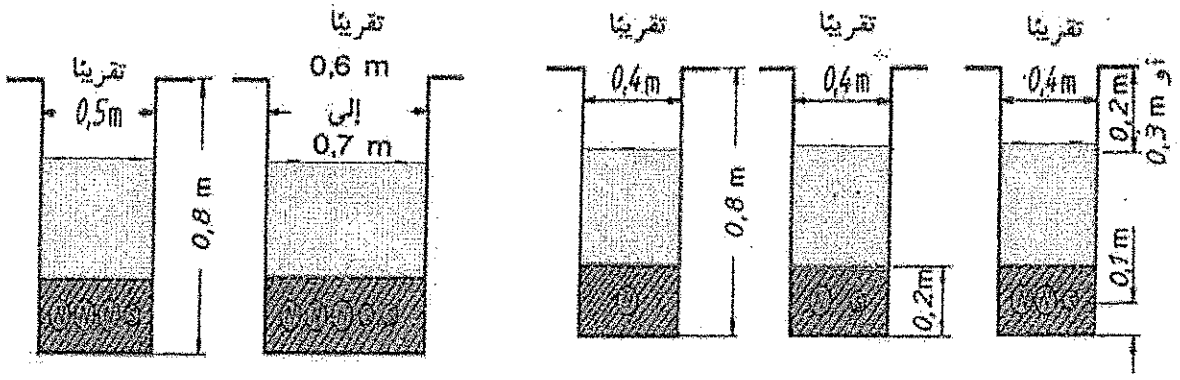
والأشكال (٢- ٣) و(٣- ٣) و(٤- ٣) تبين مقطعاً عرضياً لخندق كيابل.



الشكل (٢- ٣) مقطع عرضي لخندق كابلات.



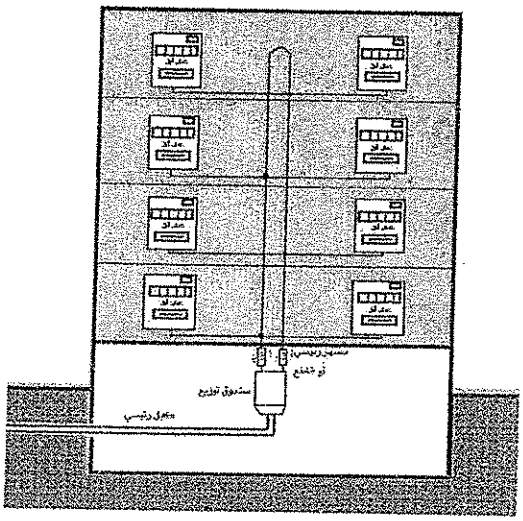
الشكل (٣- ٣)



الشكل (٤- ٣)

تمديد الكيبل الرئيسي إلى الدوائر الفرعية

عادةً ماتقوم شركة الكهرباء بتمديد الكيبل الرئيسي من محطة التحويل الفرعية إلى المستهلك ويستخدم في الغالب كيبل مساحة مقاطعها ١٦ أو ٢٥ملم^2. أما إذا كان التمديد لمجمع سكني كبير فإن الشركة تقوم باختيار مساحة مقطع أكبر للكيبل تتناسب مع الأحمال المتوقعة، ويتم تركيب محطة تحويل داخل أو بالقرب من المجمع. وتقوم بتوصيل الكيبل الرئيسي بالقاطع الرئيسي أو المصهرات الرئيسية للمبنى ، ثم يليها توصيل العداد (أو العدادات إذا كانت العمارة مكونة من عدة شقق ، حيث يكون موقعها مركزياً). حيث يجب أن يكون موقع العداد مناسباً وخارج المنزل وداخل دولاب لحمايته من العوامل البيئية المؤثرة. أما بعد مرحلة العداد فهي من مهمة المستهلك، حيث يقوم بتركيب مفاتيح لحماية الدوائر الفرعية للمبنى وتركيب لوحات التوزيع بعد تجهيز التوصيلات الداخلية. ولاتقوم الشركة بتوصيل مصدر الطاقة (فتح القاطع الرئيسي أو توصيل المصهرات الرئيسية) إلا بعد المعاينة والتأكد من مطابقة التوصيلات للمواصفات المفروضة. ولقد تم التطرق للقواطع الكهربائية وشرحها في الفصل الأول من هذا المنهج، ويمكن الرجوع لها لمزيد من التوضيح. ويبين لنا الاشكل (٥- ٣) رسماً توضيحياً لمواقع عناصر الدائرة من كيبل وقاطع رئيسي ولوحة توزيع (طبلون)، تحتوي على مفاتيح حماية للدوائر الفرعية من زيادة التيار أو مفاتيح للوقاية من تيار الخلل. حيث يتضح وجود القاطع الرئيسي قبل العدادات والدوائر الفرعية، ليقوم بحماية جميع عناصر الشبكة المنزلية. ويمكن توضيح ذلك أكثر من خلال التمارين التالية.



الشكل (٥- ٣) رسم توضيحي لتوصيل عدة عدادات في مجمع سكني

٣- ٣ العدد المستخدمة في التركيبات المنزلية

لاشك في أننا نعلم جميعاً أهمية العدد اليدوية و الأدوات الكهربائية المستخدمة في التركيبات المنزلية. حيث إن لكل استخدام عدة معينة تسهل مهمة الفني وتبسط له عملية التركيب مع وجود عامل أمان يتناسب مع نوع المهمة. كما يجب على الشخص أن يكون متمرساً ومتدرباً على طريقة الاستخدام الصحيح لتلك العدد ، كما يجب عليه أن يفرق بين الأنواع المستخدمة في التركيبات والأنواع المستخدمة في الصيانة والتي يجب أن تكون عازلة لجهد يصل إلى ١٠٠٠ فولت وذلك لوجود جهد كهربائي. و يوضح الالشكل (٦- ٣) أهم العدد المستخدمة في التركيبات الكهربائية و هي كالتالي :

١- زرادية متعددة الأغراض للقطع وتقشير وثني الموصلات.

٢- قصافة أسلاك، لتقطيع وتقشير الأسلاك.

٣- زرادية ذات رأس مدبب، لتقطيع وثني الأسلاك الدقيقة والتعامل معها في الأماكن الضيقة وبخاصة أسلاك الهاتف.

٤- قشارة أسلاك، لتقشير العازل البلاستيكي الموجود على الموصلات.

٥- سكين كهربائية، لتقشير العازل الموجود على الموصلات والكيابل.

٦- مطرقة متعددة الأغراض، للتكسير والتثبيت.

٧- منشار حديدي لقص المواسير والكابلات.

٨- موازين ماء و ثقل وخيوط، لوزن التركيبات الكهربائية (مثل علب المفاتيح والأفياش والطبلونات وغيرها) أفقياً ورأسياً وموازاتها عند النقاط المختلفة للحصول على الشكل نهائي مرتب وأنيق.

٩- مثقاب آلي، لتثبيت التركيبات الكهربائية المختلفة.

١٠- مفاتيح مختلفة المقاسات، لتثبيت أطراف الكيابل في الطبلونات وشد التركيبات الكهربائية المختلفة، مثل المراوح والثريات وغيرها.

١١- مفاتيح قابلة للتعديل، لتثبيت أطراف الكيابل في الطبلونات وشد التركيبات الكهربائية المختلفة، مثل المراوح والثريات وغيرها، وتتميز بقابليتها لتعديل مقاسها ويمكن استخدام مقاس مناسب ليغني عن عدة كاملة من المفاتيح الأخرى.

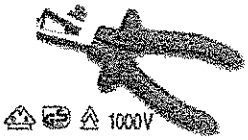
١٢- أشرطة قياس، لقياس الأبعاد المختلفة لمواقع التركيبات وكذلك بالنسبة للموصلات.

١٣- مفكات براغي، لفك و ربط البراغي و المسامير الصغيرة ، ويوجد عدة أنواع منها المستوي والنوع المربع والذي يسمى فيليب والمفكات السداسية.

١٤- قفازات عازلة، لحماية اليد من الخدوش وعزلها عن الأسلاك المكهربة، عند حدوث تلامس بالخطأ.

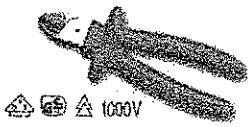
١٥- أجهزة قياس متعددة الأغراض، لقياس الجهود والتيارات والمقاومات واستمرارية الموصلات.

١٦- سلم أمان معزول، للوصول للنقاط المرتفعة ويشترط أن يكون السلم مطابقاً للمواصفات المتعلقة بالأمان من حيث الثبات وعزله كهربائياً (وعادة ماتكون هذه الأنواع مصنعة من الألياف الزجاجية.



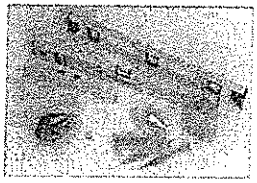
قشارة أسلاك

زرادية ذات رأس مدبب

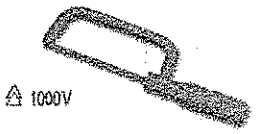


قصافة أسلاك

زرادية متعددة الأغراض

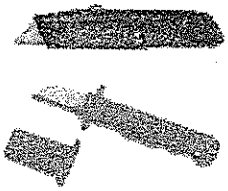


موازين ماء وثقل

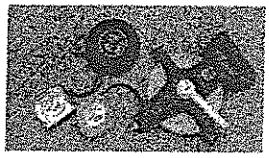


منشار

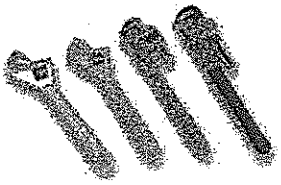
مطرقة



سكين كهربائي

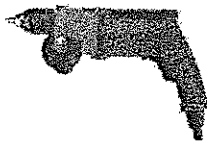


أشرطة قياس

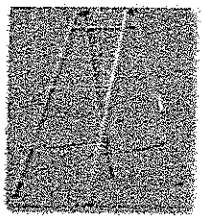


مفاتيح قابلة للتعديل

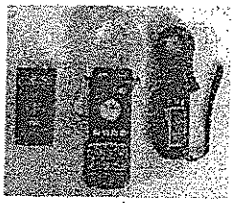
مفاتيح



مثقاب آلي



سلم أمان معزول



أجهزة قياس

قفازات

مفكات براغي

الشكل (٦- ٣) أهم العدد المستخدمة في التركيبات الكهربائية.

٢- ٤ اختيار مساحة مقطع الموصلات

إن أهم خطوة في التركيبات الكهربائية قبل تنفيذ التمديدات هي معرفة مساحات مقاطع الموصلات والكيابل المناسبة. وحيث إن ذلك يحدد بمعرفة التيار المار فيه عند درجات الحرارة التشغيلية، وتسمى هذه بالسعة التيارية (الأمبيرية) Ampacity. لذلك لابد من التعرف على كيفية تحديد السعة الأمبيرية لاختيار مساحة مقطع الموصلات والكيابل التي سوف تستخدم، وذلك حتى تكون الموصلات والتركيبات الكهربائية بما فيها الأجهزة الموصلة عليها في مأمن من زيادة التيار الذي قد يسبب تلفيات.

ولاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة نأخذ في الاعتبار المتطلبات التالية:

١- استغلال أحسن سعة تيارية للموصل.

٢- عدم تجاوز فقد الجهد المسموح به ٢,٥ ٪ .

ولحساب تيار الحمل الإجمالي لكل دائرة فرعية لتحديد مساحة مقطع الموصل للدائرة وكذلك أجهزة الحماية المناسبة والحمل الإجمالي لجميع الدوائر لتحديد مساحة مقطع الكيبل الرئيسي القاطع الرئيس أو المصهر، فإنه لابد من معرفة القدرة الإجمالية لجميع الأحمال لكل دائرة فرعية ولجميع الدوائر. حيث سبق في الفصل الثاني من هذا المقرر شرح القدرة P(واط) والتيار والجهد وكيفية حسابها بمعرفة الجهد V (فولت) والتيار I (أمبير) ومعامل القدرة Cos Ø، أو استنتاج التيار بمعرفة القدرة والجهد ومعامل القدرة. وعند معرفة تيار الحمل فإنه يمكن إيجاد مساحة المقطع التي تحقق أفضل سعة تيارية (أمبيرية) للموصل وبعد ذلك يتم الاختبار للتأكد من عدم تجاوز فقد الجهد المسموح به. وتعتمد شدة التيار المار في الموصل أو الكيبل على نوع الدائرة التي يستخدم فيها الموصل وعدد الأوجه وإذا ماكانت وجهاً واحداً أو ثلاثة أوجه، وتستخدم المعادلات التالية لإيجاد شدة التيار :

$$I = \frac{P}{U \times Cos\phi} \qquad (A)$$ إحادي الطور (الأوجه)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times Cos\phi} \qquad (A)$$ ثلاثي الطور (الأوجه)

علماً بأن شدة التيار هي تيّار الوجه I_p بالنسبة للأحمال أحادية الوجه، وهي تيار الخط I_L بالنسبة للأحمال ثلاثية الوجه. وكذلك فإن الجهد هو جهد الوجه V_p بالنسبة للأحمال أحادية الوجه، وهو جهد الخط V_L بالنسبة للأحمال ثلاثية الوجه

وبعد حساب التيار فإنه يمكن معرفة مساحة مقاطع الموصلات وأكبر كمية تيار تتحملها Iz عند درجات حرارة لاتزيد عن ٣٠°م من الجدول (٤- ٣). ولإيجاد ذلك يجب أن نعرف مسبقاً مايلي :

١- تيار الحمل المراد توصيله.

٢- نوع المجموعة والتي تعتمد على طريقة تمديد الموصلات والتي يمكن إيجازها كالتالي:

- **مجموعة ١ : عبارة عن موصل أو عدة موصلات ممددة داخل مواسير.**
- **مجموعة ٢ : عبارة عن كيبل عادي .**
- **مجموعة ٣ : موصلات أحادية الفرع هوائية.**

٣- نوع المادة المصنوع منها الموصل وإذا ماكانت نحاساً أو ألمنيوم.

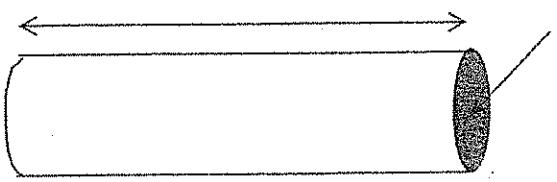
٤- درجة الحرارة المحيطة

٥- ٣ حساب مساحة مقاطع الموصلات بعد الأخذ في الاعتبار هبوط الجهد وفقد القدرة في الموصل

نعلم بأن الموصلات لها مقاومة تعتمد على نوع المعدن وجودته في التوصيل (تقاس بالموصلية σ التي هي عكس المقاومية ρ). وحيث إن الموصلات المستخدمة في التركيبات المنزلية لها أطوال مختلفة تعتمد على بعد نقطة التوصيل في الدائرة الفرعية عن لوحة التوزيع الداخلية (الطبلون)، لذلك نجد أن مساحة المقطع للموصل تعتمد على كمية الجهد المفقود في الخط أيضاً بعد أخذه في الاعتبار مع تيار الحمل الذي سبق أن شرحنا كيفية استخلاص مساحة مقطع الموصل من الجداول بمعرفته.

وقبل الشروع في شرح المعادلة التي تحسب المقطع المستعرض نشرح المصطلحات التالية:

١. **المقاومة R:** وهي مقدار مقاومة الموصل للتوصيل ولسريان التيار. وتختلف باختلاف نوع الموصل وتتناسب قيمتها طرداً مع طوله l (بالمتر) وعكساً مع مساحة مقطعه A (بالمتر المربع). ووحدة قياسها الأوم Ω وتعطى من العلاقة التالية: (Ω) $R = \rho \frac{l}{A}$ حيث إن ρ هي المقاومة النوعية، وسيتم شرحها أدناه.



المقاومية ρ: هي المقاومة النوعية لمادة الموصل، وهي قيمة ثابتة للموصل الواحد، وتساوي مقاومة موصل من هذه المادة طوله متر ومساحة مقطعه متر مربع. ووحدة قياسها هو الأوم_متر (Ω-m). وتحسب من المعادلة التالية: $(\Omega - m)$ $\rho = \frac{RA}{l}$.

٢. الموصلية σ: وهي عبارة عن مقدرة الموصل على التوصيل النوعي وسهولة سريان التيار. وهي مقلوب المقاومة النوعية ρ. وحدة قياسها بالسيمنز لكل متر (S/m). وتحسب من العلاقة التالية: (S/m) $\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{RA}$

ويبين الجدول التالي (٨- ٣) المقاومة النوعية ρ والموصلية σ لبعض المعادن:

المعدن	المقاومة النوعية ρ $(\Omega\text{-m}) \times 10^{-8}$	الموصلية ρ $(S/m) \times 10^{6}$
النحاس	١,٧٢	٥٨
الألمنيوم	٢,٧٥	٣٦
الفضة	١,٦٢	٦١,٧
البلاتين	١٠,٦	٩,٤

الجدول (٨- ٣) المقاومة النوعية والموصلية لبعض المعادن.

٣-٦ تركيب وسائل التشغيل وتثبيتها

تختلف الطرق المستخدمة لتركيب وسائل التشغيل وتثبيتها باختلاف نوع الوسيلة ومكان تركيبها. فنجد أن مواقع المصابيح الكهربائية تختلف من موقع إلى آخر، فإذا كانت المنشأة صناعية فإنها تختلف عن المنشآت السكنية. وكذلك تختلف مواقع وطرق التثبيت بحسب نوع المصابيح وإذا ماكانت هالوجينية أو تنجستون أو فلورسنت. وكذلك تختلف طرق تركيب الثريات بحسب نوعها وحجمها وثقلها. وبصفة عامة فإن العديد من التجهيزات الكهربائية يمكن تثبيتها عن طريق عمل ثقوب مناسبة لحجم وثقل التجهيزات، وذلك باستخدام المثقاب الآلي، ثم وضع مشقبيات داخل هذه الثقوب. وتثبت التجهيزات بربطها بمسامير يتم شدها بالثقوب.

ويراعى في تصميم توصيلات الأسلاك المستخدمة للتركيبات بصفة عامة الناحية الاقتصادية و مدى تحملها وكذلك عمرها الافتراضي ونوعية الأداء المطلوب منها، و طبيعة المبنى تحدد كيفية توفر الشروط السابقة. وأياً كانت الكيفية المستخدمة فيجب أن يوضع الأمان للأشخاص و للمنشأة فوق الاعتبارات الأخرى. فمتطلبات المجمعات الصناعية تختلف عن متطلبات المجمعات السكنية. فالتركيبات يمكن أن تكون على أسطح الجدران أو بداخلها أو على الأسقف أو على السطح.

وتكون الموصلات ممدودة إما داخل مواسير مصنوعة من الصلب أو البلاستيك أو داخل قنوات مربعة أو مستطيلة لها غطاء متحرك يمكن إزاحته وإعادة تركيبه عند تركيب أو فحص أو تغيير الموصلات. كما يمكن تمديد الموصلات المجمعة على الشكل كيبل خارجياً وتثبيتها بواسطة كلبسات مثبتة على السطح. و فيما يلي نستعرض الأنواع المختلفة للمواد المستخدمة في تمديد الموصلات الكهربائية والملحقات الضرورية في توصيلات المواسير من أكواع على الشكل (T) و علب توزيع:

القنوات

عادةً مايتم تمديد الموصلات داخل قنوات على الشكل مجارٍ مصنوعة من الحديد أو البلاستيك وخاصةً من مادة كلوريد الفينيل المتعدد (بي في سي) PVC، كما تصنع في بعض الأحيان من مادة البولي إيثيلين. ويكون لهذه القنوات غطاء طولي يسهل من عملية التركيب أو التفتيش أو تغيير الموصلات بداخلها، حيث يمكن إزاحتها وإعادة تركيبها بسهولة. ويمكن لهذه القنوات أن تكون ظاهرة أو مخفية داخل الجدران أو الأسطح الصناعية. ومن المزايا الأخرى لهذه القنوات استيعابها لأعداد كبيرة من الموصلات ووجود تهوية جيدة تساعد في زيادة السعة الأمبيرية لهذه الموصلات.

المواسير و هي أكثر الطرق استخداماً حيث إن لها مميزات عديدة أهمها أنه يمكن سحب الأسلاك و إعادة التوصيلات عند الحاجة إلى ذلك بدون أن يحدث أي تأثير على المنشأة أو تشطيبها. و يراعى التقليل من الوصلات الشكل (T) و كذلك الأكواع حتى تتم عملية السحب و الشد للأسلاك بسهولة وذلك عن طريق سستة مصنوعة من شريط صلب مرن أو من البلاستيك. ويوجد عدة أنواع من المواسير يمكن سردها في التالي:

(أ) مواسير الصلب :

تستخدم مواسير الصلب بصورة واسعة في التطبيقات الصناعية. ويمكن أن تدفن هذه المواسير في الحوائط أثناء عملية البناء، كما تستخدم في الأعمال المسطحة لتوفير الوقاية للأسلاك لصلابتها و يمكن عمل احتياطات مناسبة لتصبح واقيه من الماء. و لحماية هذه المواسير يتم دهنها بدهان أسود في الداخل و الخارج و تستخدم مواسير مجلفنة أو مشبعة بالزنك في الأماكن شديدة البرودة.

ويجب أن تكون الماسورة واسعة بحيث يكون هناك حيز كافٍ لسحب الموصلات وإتاحة المجال لعملية التبادل الحراري، حيث إن مرور التيارات في الموصلات يولد مفاقيد تتناسب مع مربع التيار

($P=I^2R$) وتنتج على الشكل حرارة. و يلاحظ أنه كلما كان المسار مستقيماً كلما كانت هنالك فرصه لزيادة عدد الأسلاك في الماسورة.

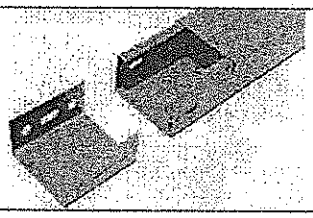
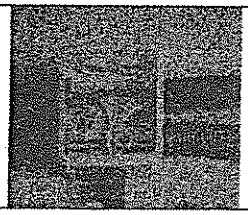
(ب) مواسير النحاس و الألمنيوم :

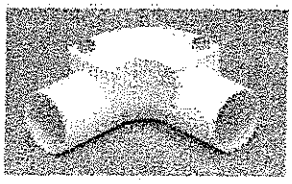
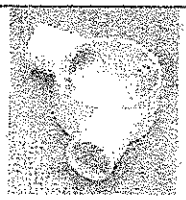
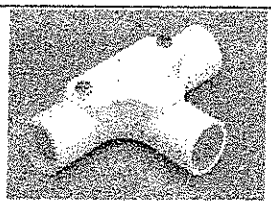
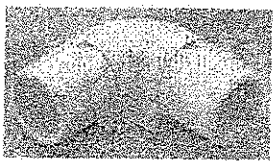
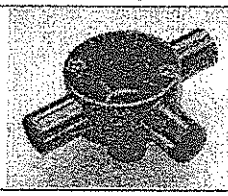
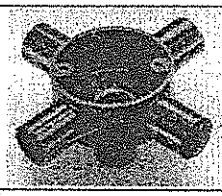
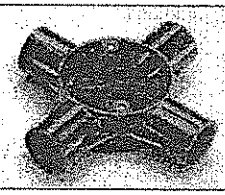
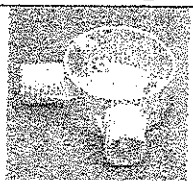
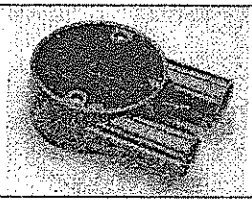
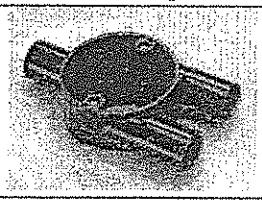
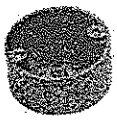
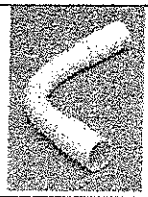
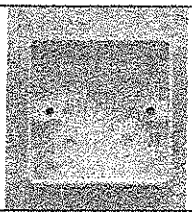
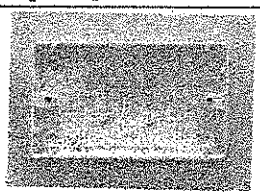
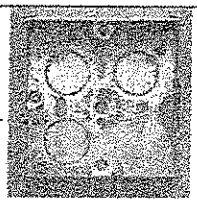
تستخدم المواسير النحاسية أو مواسير الألمنيوم في بعض التطبيقات. وعادةً مايكون استخدامها في نطاق ضيق. حيث إن تكلفة مواسير النحاس عالية مقارنةً بالمعادن أو المواد الأخرى، أما الألمنيوم فإن استخدامه يتم نسبةً إلى خفة وزنه، مما يؤدي إلى توفير التكاليف و الجهد.

و نشير هنا إلى أنه لابد من تأريض جميع المواسير المعدنية سواء المصنوعة من الصلب أو النحاس أو الألمنيوم برباط يوضع على طرف معدن الماسورة بعد التأكد من خلوه من الدهانات والمواد العازلة. حيث يتم ربط طرف الموصل الأرضي بشبكة الوقاية PE بعروة نحاسية يتم تثبيتها بمحيط الماسورة عن طريق مسمار مقلوظ أو عن طريق اللحام. كما يجب التأكد من استمرارية التوصيل عند نقاط التقاء المواسير، وإذا استدعى الأمر فيمكن توصيل قنطرة جيدة التوصيل بين كل ماسورة والأخرى. وتؤخذ هذه الاحتياطات لضمان تسرب التيار للأرض عند حدوث ملامسة أو قصر بين أحدالموصلات والمواسير وذلك كوقاية للأفراد والمنشآت.

(ج) مواسير البلاستيك:

تنقسم المواسير البلاستيكية إلى نوعين، نوع مرن يمكن تمديده بين أي نقطتين بالشكل متعرج أو مستقيم، ونوع صلب. وتكون المواسير البلاستيكية أكثر مرونة من الصلب، فهي تثنى بسهولة إلى الالشكل المطلوب وتتوفر بعدة مقاسات و يمكن قلوظتها إذا كانت سميكة أو تلصق مع بعضها البعض بمادة لاصقة أو تلحم. ويتزايد استخدامها يوماً بعد الآخر في التطبيقات السكنية و التجارية. وتصنع هذه المواسير عادةً من مادة كلوريد الفينيل المتعدد (بي في سي) PVC، كما تصنع في بعض الأحيان من مادة البولي إيثيلين.

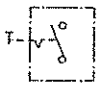
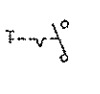
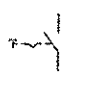
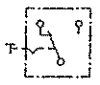
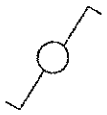
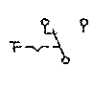
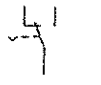
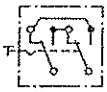
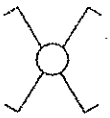
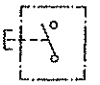
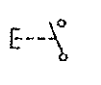
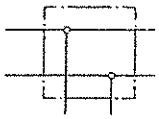
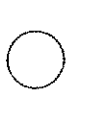
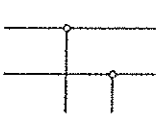
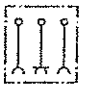
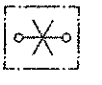
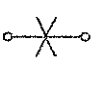
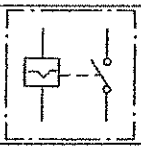
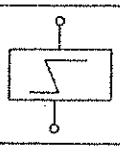
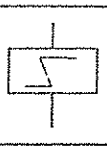
		
علبة توزيع حديد	مواسير مرنة موصلة بعلبة توزيع بلاستيك	ماسورة بلاستيكية صلبة PVC

			
كوع تفتيش	علبة تفتيش	مثلث تفتيش T	كوع تفتيش سريع
			
علبة توزيع للتوصيل السقفي بثلاثة مخارج	علبة توزيع للتوصيل السقفي بأربعة مخارج	علبة تفتيش بأربعة مخارج	علبة تفتيش بمخرجين
			
علبة تفتيش بمخرجين أماميين	علبة تفتيش بمخرجين أماميين ومخرج خلفي	علبة	وصلة زاوية (كوع عادي)
			
علبة توزيع بلاستيك مربعة ٣٨×٣٨مم	علبة توزيع بلاستيك ٨٧×٢٤٠مم	علبة توزيع حديد ٧٥×٧٥مم	علبة توزيع حديد ٧٥×١٣٥مم

الشكل (٨- ٣) الأكواع على الشكل (T) وعلب التوزيع والتفتيش والمواسير.

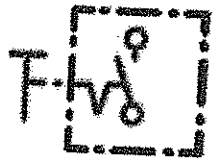
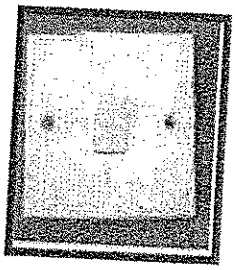
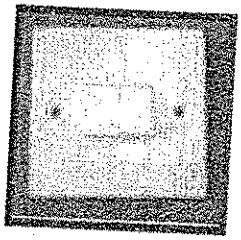
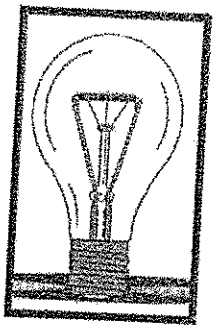
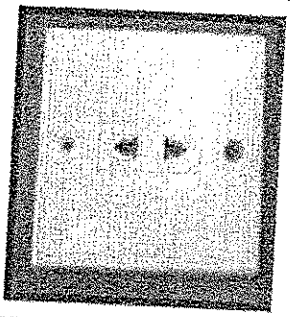
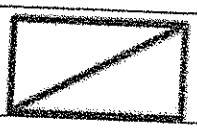
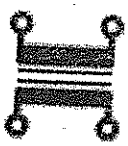
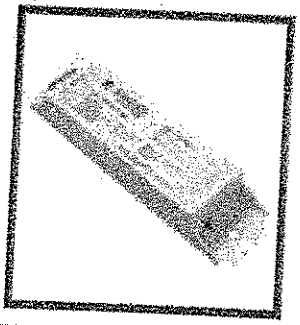
٣- ٧ قراءة الرسوم الفنية و وثائق الدائرة الخاصة :

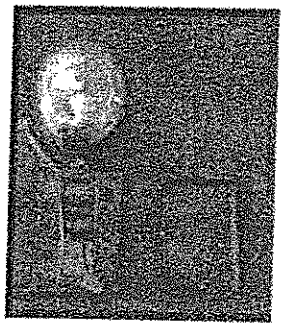
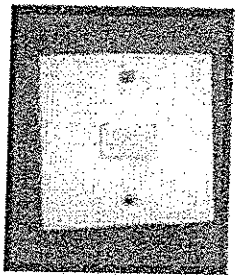
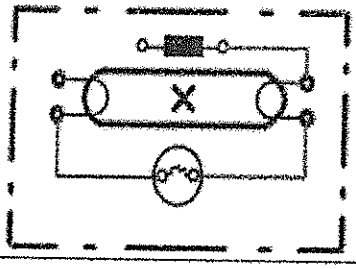
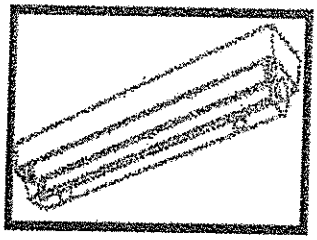
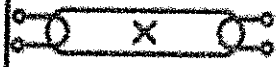
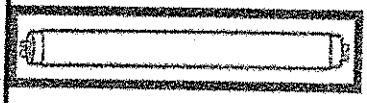
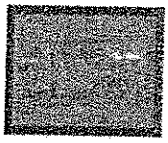
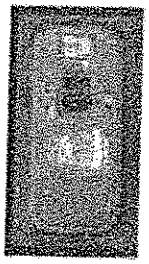
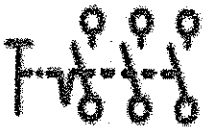
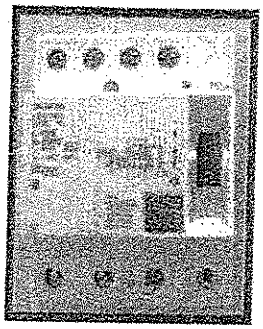
لمعرفة لوائح ووثائق تنفيذ التركيبات الكهربائية التي تم إيجازها في الفصل الأول من هذا المنهج، فإننا سنستعرض أنماط ورموز عناصر التركيبات المنزلية وخاصة التي تستخدم في التمديدات، مثل المفاتيح والبرايز وعلب التوزيع واللمبات، كما هو موضح في الجدول (١٢- ٣)

الجهاز	١	٢	٣	٤
مفتاح مفرد				
مفتاح طرف سلم				
مفتاح وسط سلم				
مفتاح ضاغط				
علبة توزيع				
بريزة				
لمبة				
مفتاح صدمة التيار				

جـدول (١٢- ٣) رموز عناصر التمديدات الكهربائية.

بعض الرموز المستخدمة فى الدوائر البسيطة والتنفيذية

	الدائرة البسيطة	الدائرة التنفيذية	
مفتاح مفرد			
مفتاح مزدوج			
لمبة			
بريزة			
مصدر القدرة			
خط ارضى			
محول			

	الدائرة البسيطة	الدائرة التنفيذية	
جرس			
ضاغط			
لمبة فلورسنت			
زجاجة لمبة فلورسنت			
بادئ اضاءة (ستارتر)			
قاطع حرارى مفرد			
قاطع ثلاثى			

سوف نقوم في هذا الجزء بتنفيذ بعض التمارين الخاصة بالمنازل، والتي تعطي المتدرب فكرة عن كيفية التخطيط للتمديدات الكهربائية وتطبيق ماتعلمه من رموز للعناصر المستخدمة في التنفيذ وكيفية تنفيذ ذلك على أرض الواقع.

المواد والمعدات المطلوبة

- ورق رسم مقاس A3 وأدوات رسم.
- مسطرة رسم تحوي رموزاً كهربائية.
- مواسير تمديدات.
- لوحة توزيع (طبلون) بها قاطع رئيسي وقواطع فرعية.
- كيبل رئيسي بأربعة أسلاك ١٦ملم^{٢} مغلف بعازل PVC.
- أسلاك ٢,٥ ملم^{٢}.
- لمبات سلم وفلورسنت ومفاتيح مفردة ومفاتيح طرف سلم (ذات اتجاهين) ومفاتيح وسط سلم (تصالب) و انتركوم يحتوي على ضواغط تشغيل الجرس الكهربائي وقفل الباب بمحولات الخفض الصغير وبرايز ومفاتيح صدمة التيار.
- عدد العمل.

الشروط

- تنفيذ التمرين في الورشة باستخدام المواد الخام التي يحتاجها التمرين.

مستوى الأداء المطلوب

- تنفيذ التمرين في الورشة بنسبة ١٠٠٪.

احتياطات السلامة

- يجب تطبيق احتياطات السلامة المطلوبة خلال تنفيذ التمرين.

الخطوات

- ارسم مخططاً مبدئياً للدوائر الفرعية للتمارين التالية موضحاً فيها المسقط والدائرة الرمزية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار مستخدماً الرموز القياسية لذلك.
- ثبت علب التوزيع.
- مدد المواسير حسب المخطط وثبتها على الحوائط الخاصة بالتمارين وذلك باستخدام العدد الخاصة بالكهربائي (انظر الوحدة الثالثة) بعد تثبيت أطرافها بعلب التوزيع.
- مرر الأسلاك بعد تمييزها وترقيمها من خلال المواسير.
- وصل التمارين حسب المخططات وثبت أطراف الموصلات في عناصر التمديدات الكهربائية كالبرايز واللمبات والمفاتيح وغيرها.
- وصل الدائرة بلوحة التوزيع .
- راجع الدائرة مرة أخرى واستدع المدرب لفحص التوصيلات قبل توصيلها بالمصدر واختبارها.
- شغل الدائرة بتوصيل القاطع الرئيسي والمفاتيح الفرعية لها.
- اكتب تقريراً عن كل ما قمت به.

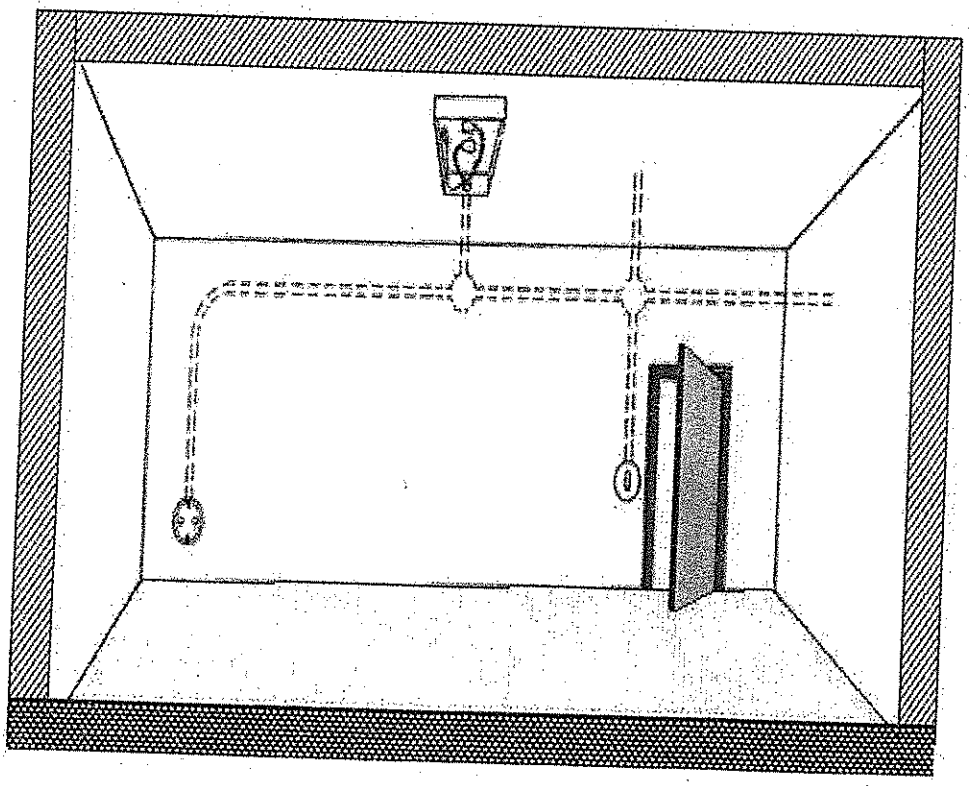
وفيما يلي نوضح التمارين التي يمكن تنفيذها باستخدام الأدوات والخطوات المذكورة أعلاه. وذلك لربط ماتعلمه المتدرب خلال هذا هذه الوحدة والوحدة السابقة بواقع العمل.

٣- ٩ التمارين العملية

سوف نقوم في هذا الجزء بتنفيذ التمارين الخاصة بالمنازل والتي تعزز الجانب المهاري اليدوي لدى المتدرب وهذه التمارين عبارة عن أغلب الدوائر المنفذة في الحياة العملية . كما سيقوم المدرب مع المتدرب باختبار تشغيل هذه التمارين .

التمرين الأول: تشغيل لمبة بمفتاح مفرد مع البريزة

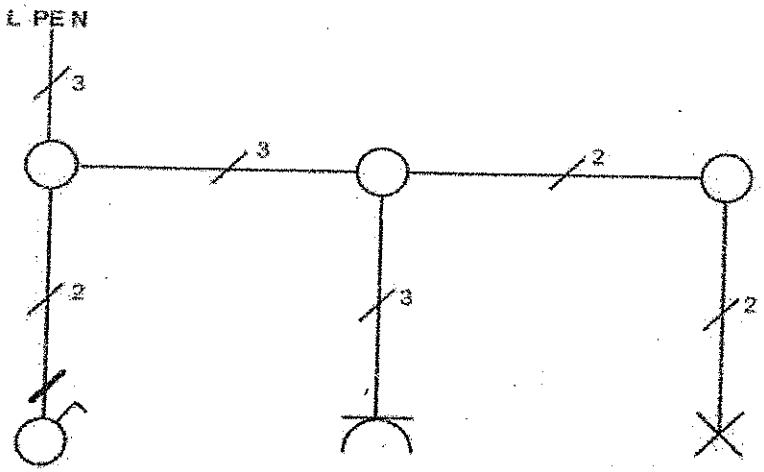
الهدف من التمرين هو تعريف المتدرب بكيفية التحكم بإضاءة مصباح كهربائي ، وتركيب بريزة مؤرضة وذلك بتطبيق ماتم دراسته في الفصول السابقة والرسم التالي يوضح مسقطاً أفقياً لغرفة يوجد بها بريزة مع لمبة يتم إضاءتها بواسطة مفتاح مفرد.



الشكل (٩- ٣)

أ- **الدائرة الرمزية**

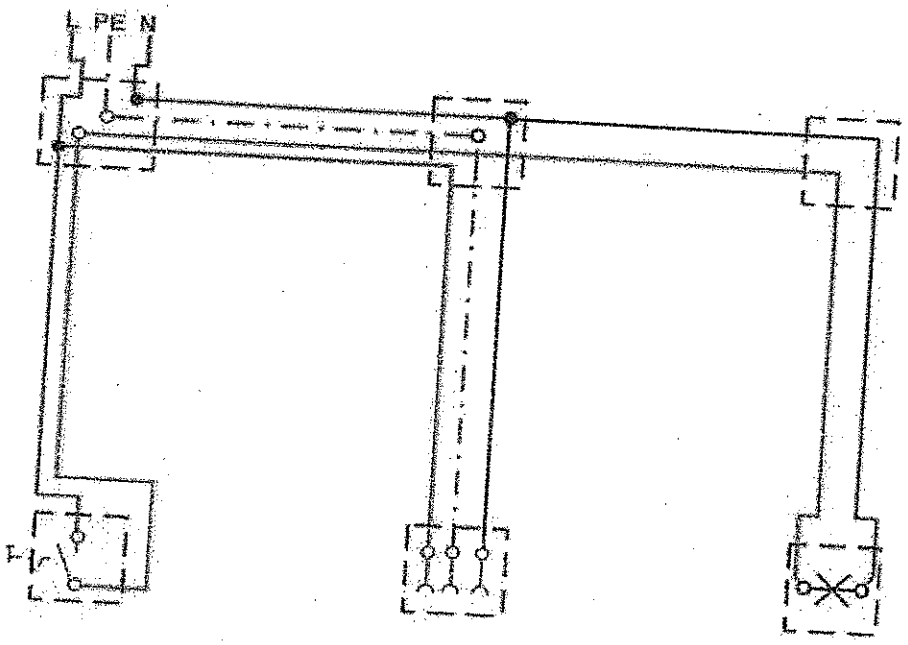
تبين هذه الدائرة عدد الأسلاك والأجهزة المستخدمة ولا تعطي أي معلومات عن طريقة الأداء أو مسار التيار .



الدائرة الخطية

الشكل (١٠- ٣)

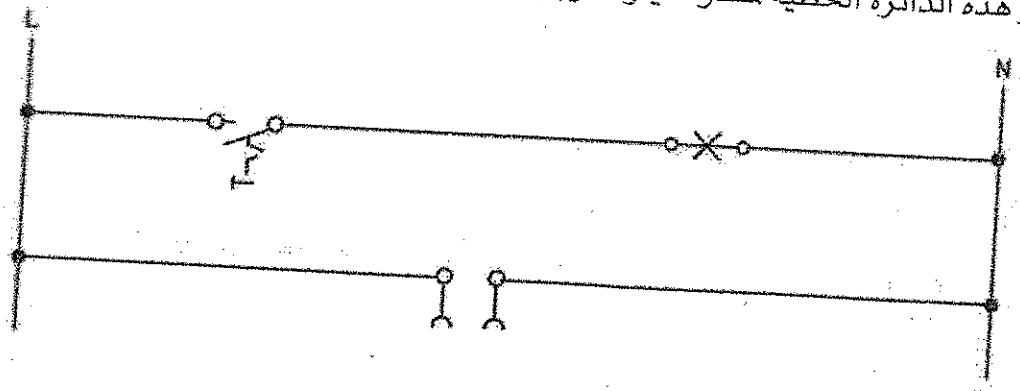
ب- **الدائرة التنفيذية:** في هذة الدائرة يتم تمثيل كل مكونات التركيبات الكهربائية بكل تفاصيل وحداتها مثل مفاتيح وعلب التوزيع والأجهزة الكهربائية بالإضافة إلى أسلاك التوصيل. وفي هذة الدائرة يمكن التعرف على طريقة العمل .



الشكل (١١- ٣)

ج- الدائرة الخطية لمسار التيار

تظهر هذه الدائرة الخطية لمسار التيار الترتيب الكهربائي لمكونات الدائرة

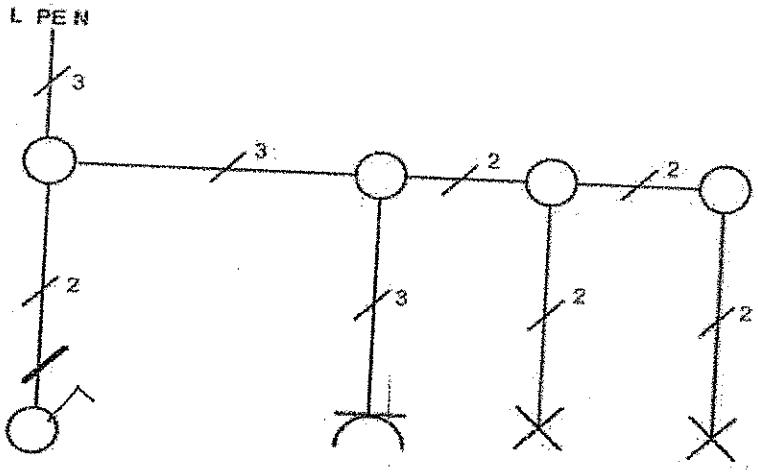


الشكل (١٢- ٣)

التمرين الثاني : تشغيل لمبتين بمفتاح مفرد :

الهدف من التمرين هو تشغيل لمبتين بواسطة مفتاح مفرد ، ويمكن المتدرب من تطبيق مهارة توصيل أكثر من لمبة على مفتاح مفرد.

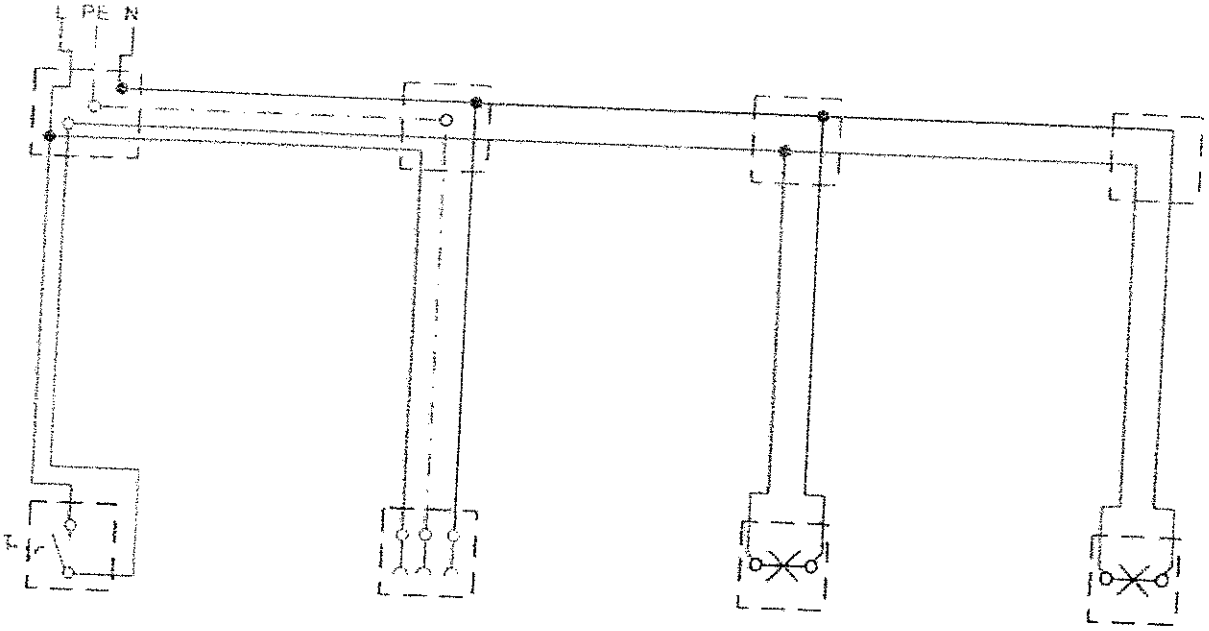
الدائرة الرمزية



الدائرة الخطية

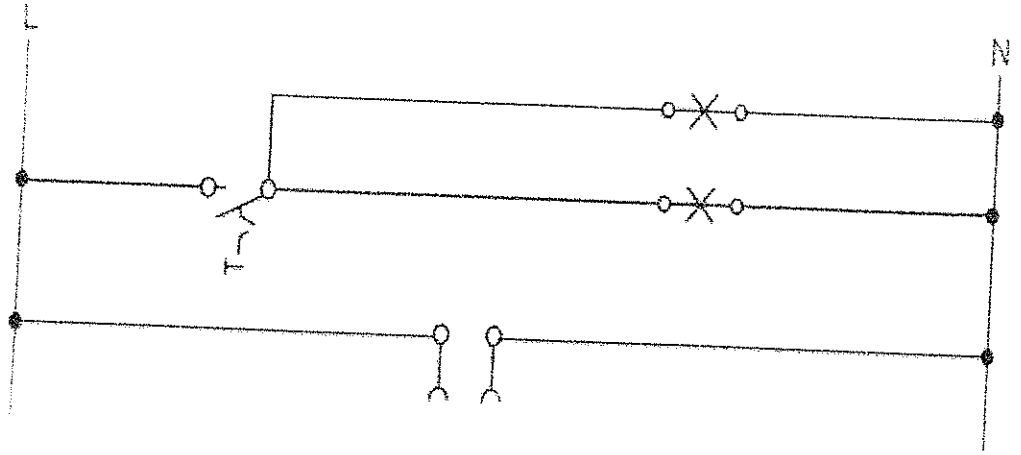
الشكل (١٣- ٣)

الدائرة التنفيذية



الشكل (١٤- ٣)

دائرة مسار التيار :

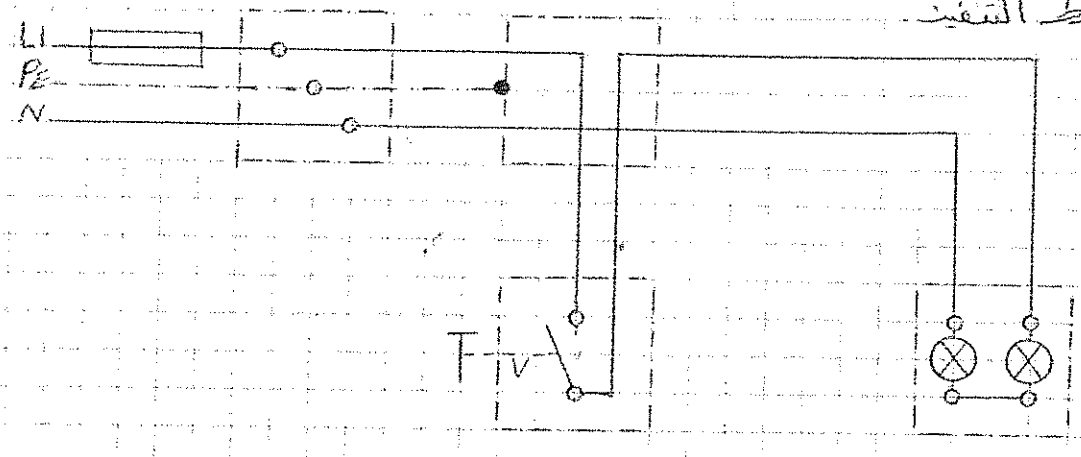


الشكل (١٥- ٣)

Subject:

ـ اسم التمرين.	توصيل إنارة مصباحين عن طريق مفتاح مفرد على التسلسل	ـ رقم التمرين	ـ ٣ ـ
ـ الغاية منه.	التعرف على توصيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد على التسلل	ـ النادي:	

ـ مخطط التنفيذ



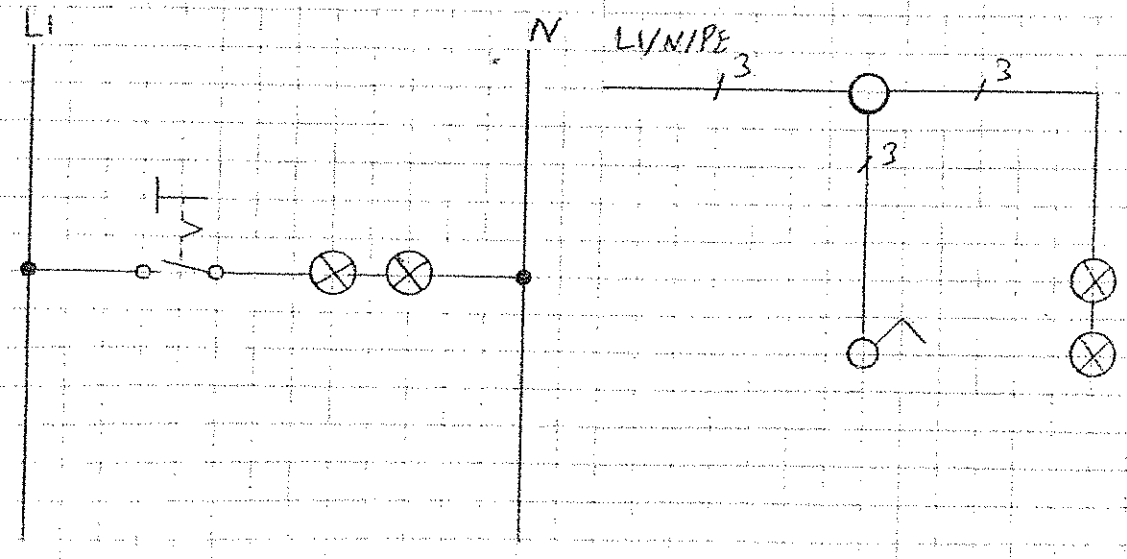
ـ ملاحظة ... في الوصل التسلسلي التيار ثابت والتوتر مجزئ.

ـ في الوصل التفرعي التوتر ثابت والتيار مجزئ.

في حالة إنارة المصباح في الوصل التفرعي أكثر من حالتها في الوصل التسلسلي

ـ مخطط التمديد

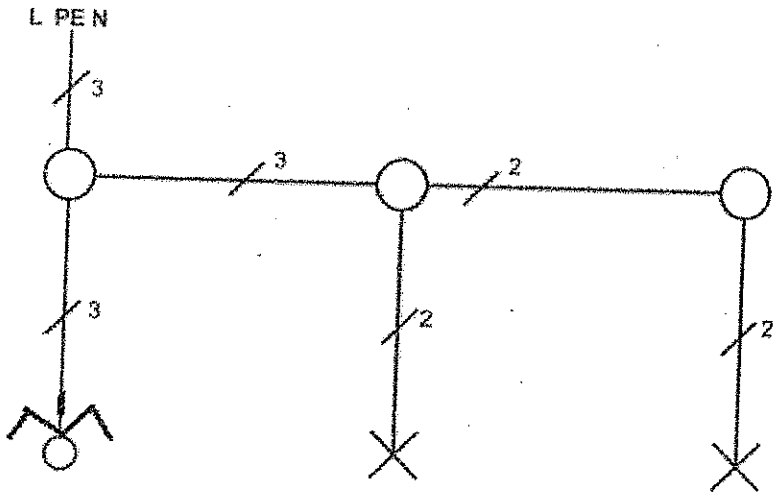
ـ مخطط مسار التيار الطبيعي



التمرين الثالث : تشغيل لمبتين بمفتاح مزدوج : (ثريا)

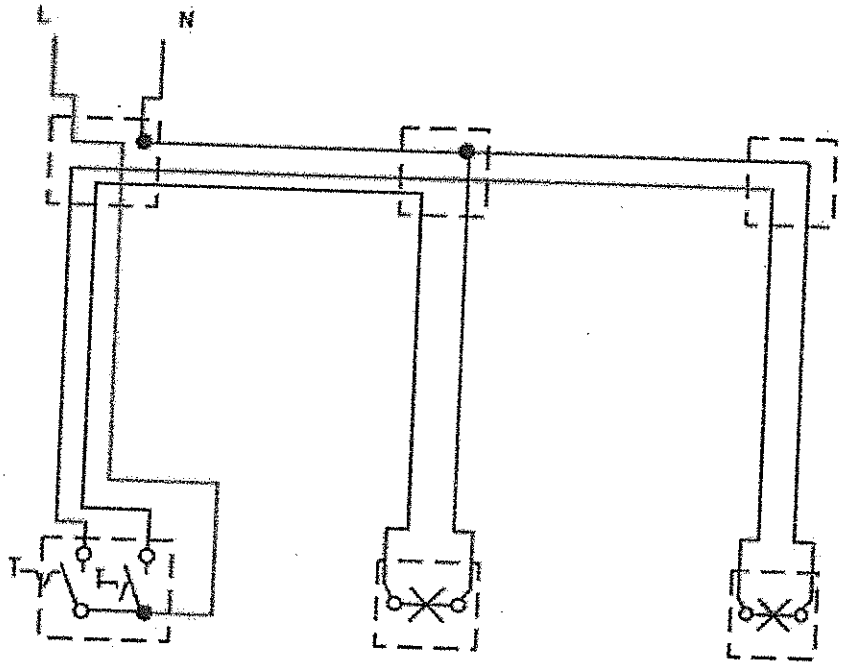
الهدف من التمرين هو التعرف على طريقة توصيل واستخدام المفتاح المزدوج في تشغيل لمبتي (ثريا)

الدائرة الرمزية



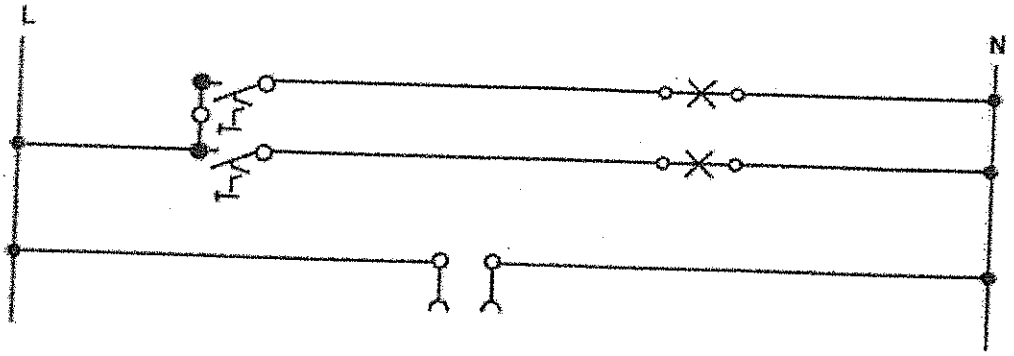
الشكل (١٦- ٣)

الدائرة التنفيذية :



الشكل (١٧- ٣)

دائرة مسار التيار :

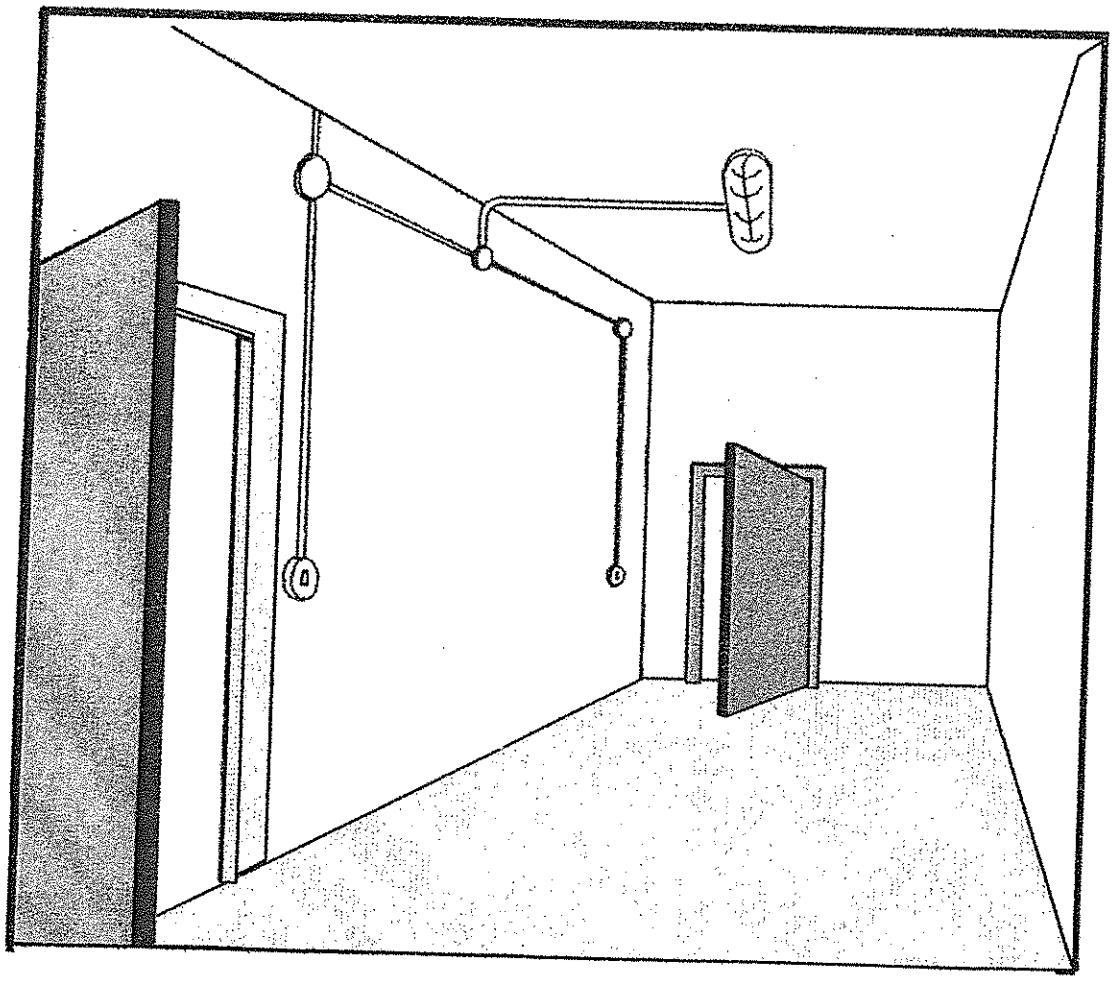


الشكل (١٨- ٣)

التمرين الرابع : ~~تشغيل لمبة بمفتاح طرف سلم (ذات اتجاهين)~~ إدارة مفتاح ~~تبديل~~ (دركسيون) مع ~~ت~~

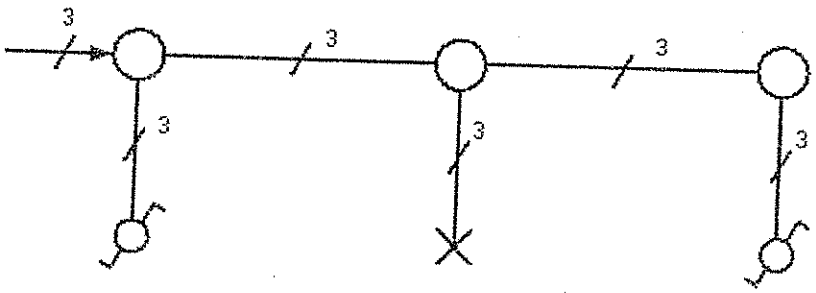
الهدف من التمرين هو تعريف المتدرب بكيفية التحكم بإضاءة ~~مصباحين~~ مصباح من مكانين مختلفين حسب ماتقتضية الحاجة العملية وذلك باستخدام مفتاحين (~~طرف سلم وتلوب~~) دركسيون

الشكل التالي يوضح مسقطاً أفقياً لغرفة ذات مدخلين يتم التحكم في إضاءتها من مكانين مختلفين



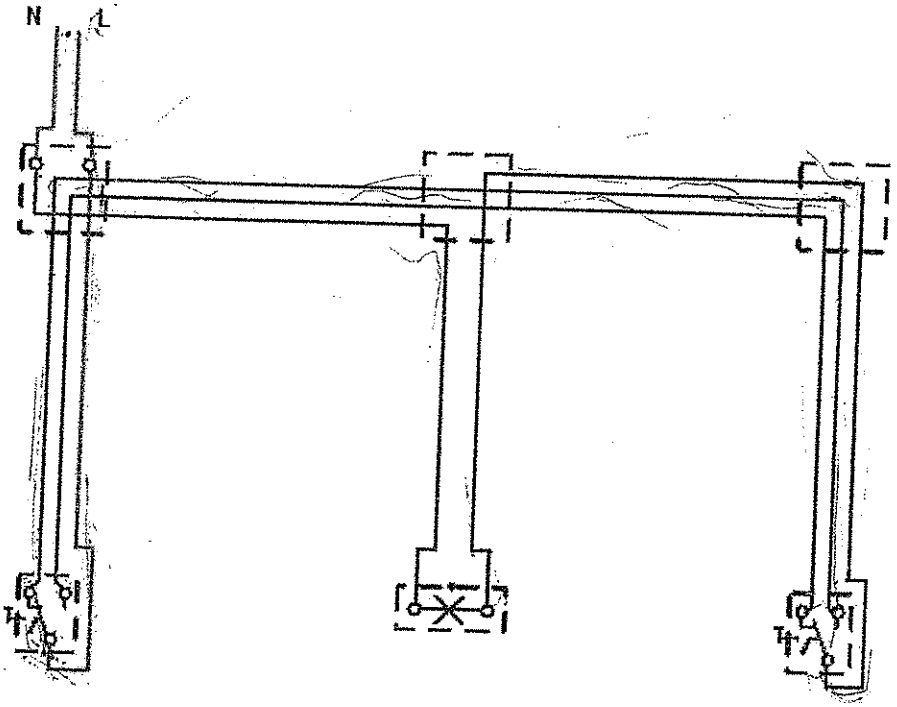
الشكل (١٩- ٣)

أ- الدائرة الرمزية



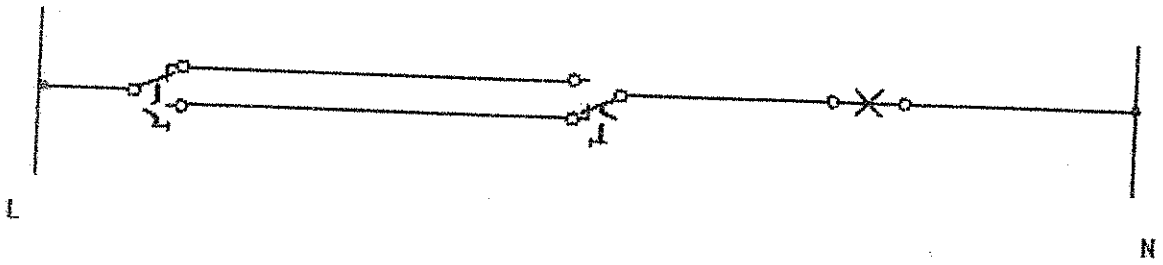
الشكل (٢٠- ٣)

ب- الدائرة التنفيذية:



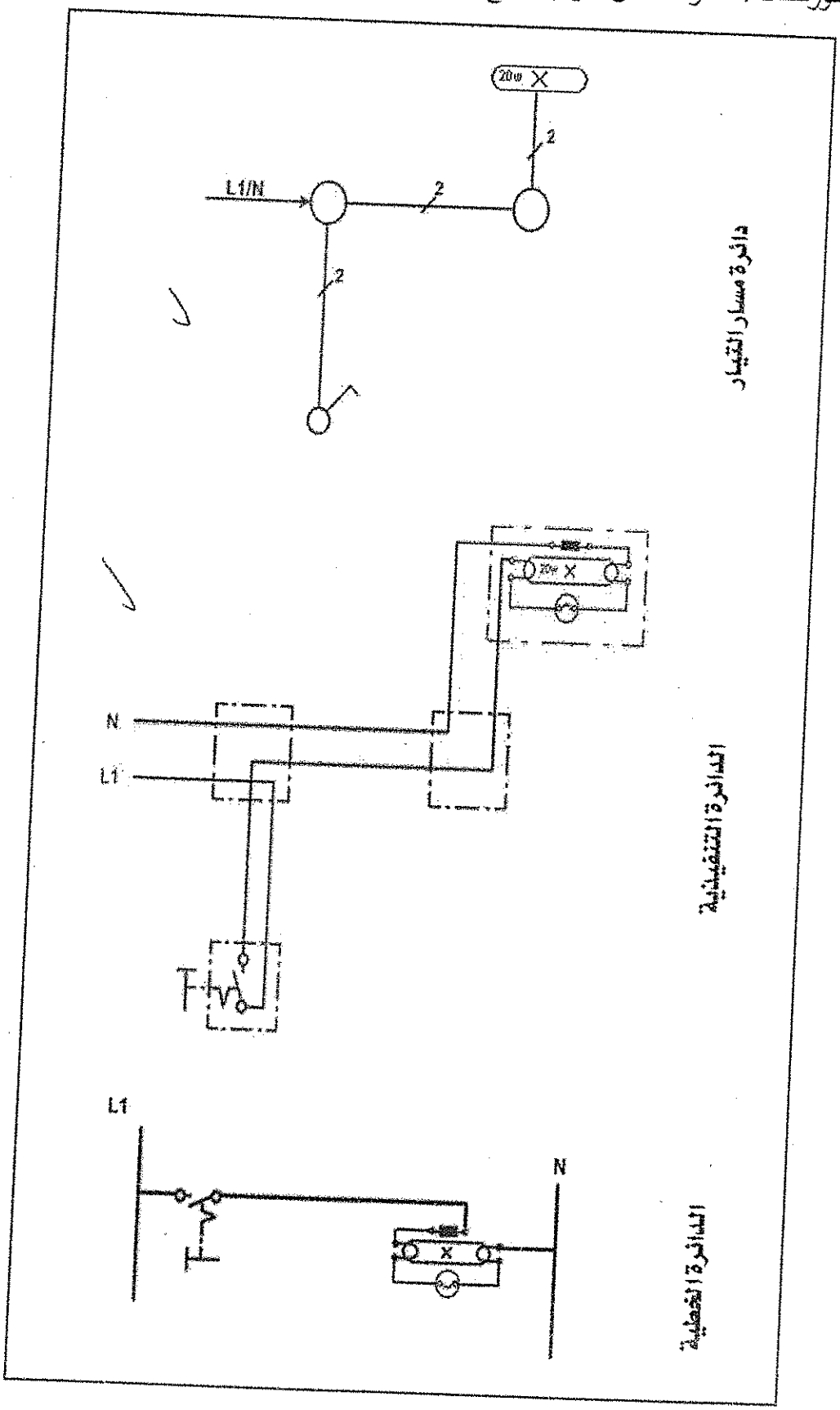
الشكل (٢١- ٣)

ج- الدائرة الخطية لمسار التيار



الشكل (٢٢- ٣)

الشكل (2- 7) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباح فلورسنت (20 وات) عن طريق مفتاح مفرد.

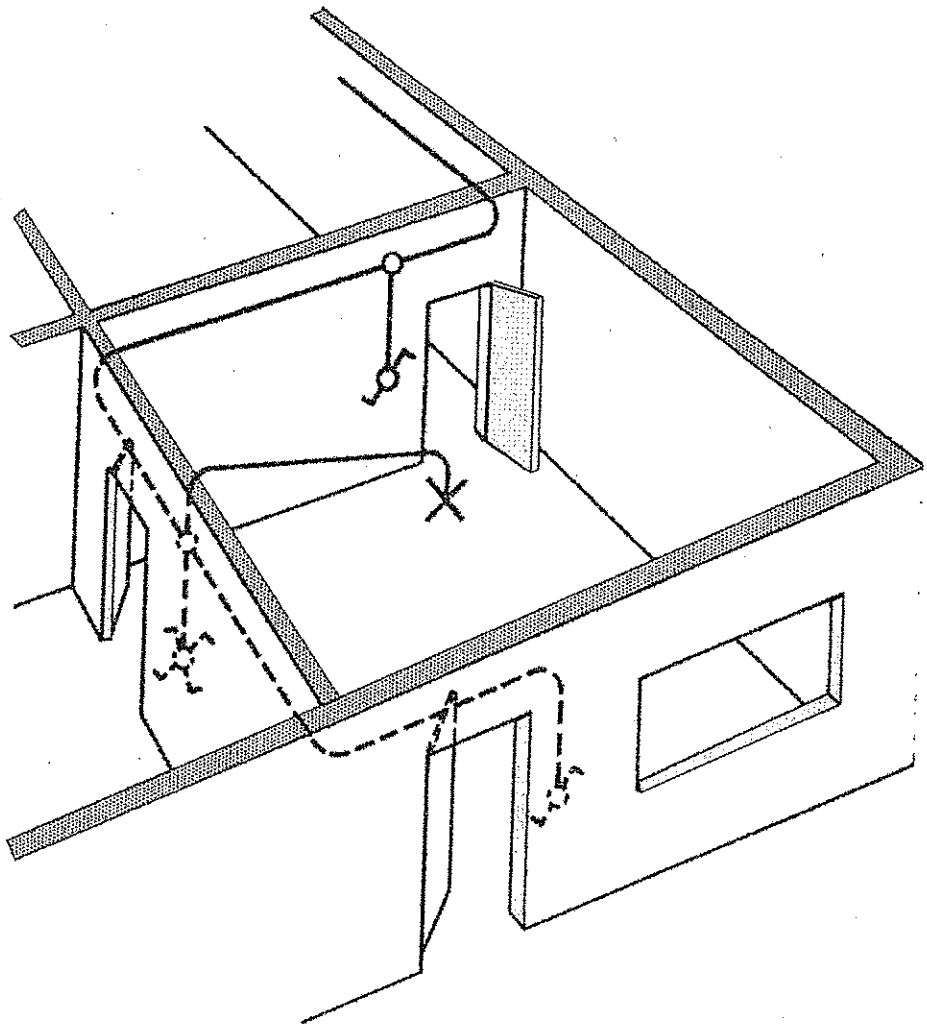


شكل (2- 7)

دارة مفتاح ~~تبادل~~ (تريل دركسيون) مع مصباح كهربائي واحد.

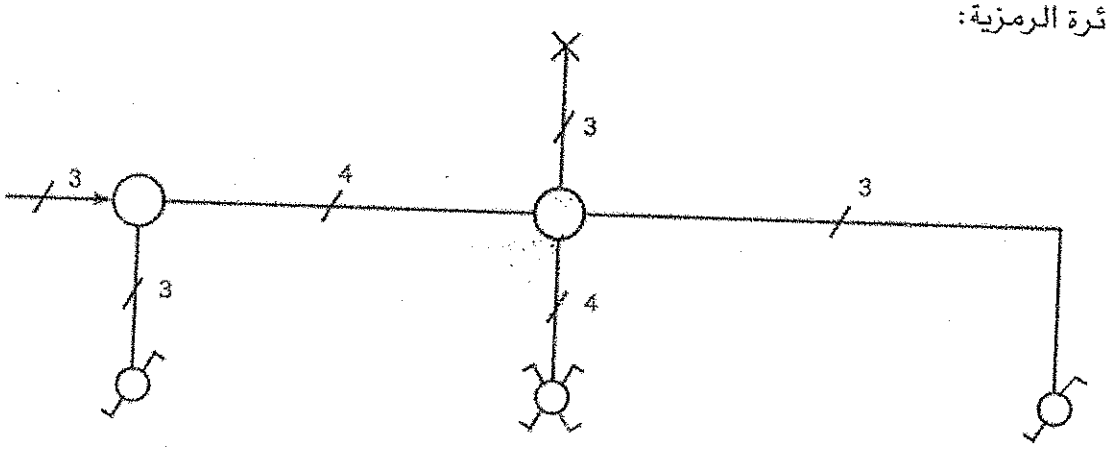
التمرين ~~الخامس~~ الرابع: تشغيل لمبة ~~فلورسنت~~ بمفتاح ~~وسلم تبادل~~ (تريل دركسيون)

الشكل التالي يوضح مسقطاً أفقياً لغرفة ذات ثلاثة مداخل يتم التحكم في إضاءة لمبة ~~الفلورسنت~~ عن طريق ~~مفتاحين لرفت سلم ومفتاح تبادل~~. ثلاثة مفاتيح ~~كهربائية~~ (تريل دركسيون)



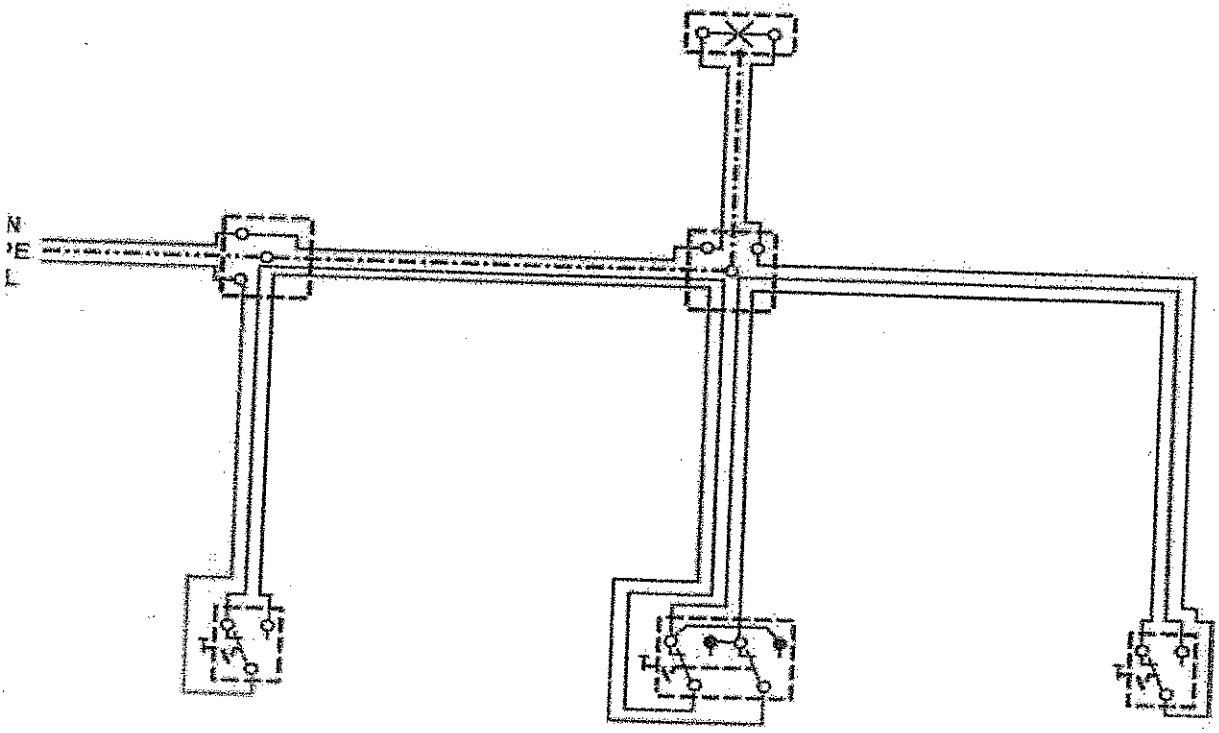
الشكل (٢٣- ٣)

أ- الدائرة الرمزية:



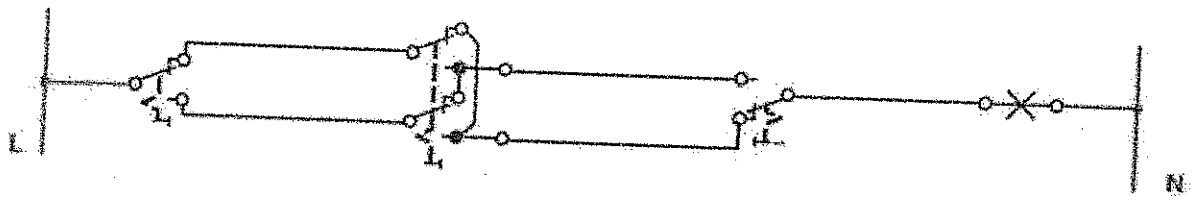
الشكل (٢٤- ٣)

ب- الدائرة التنفيذية:



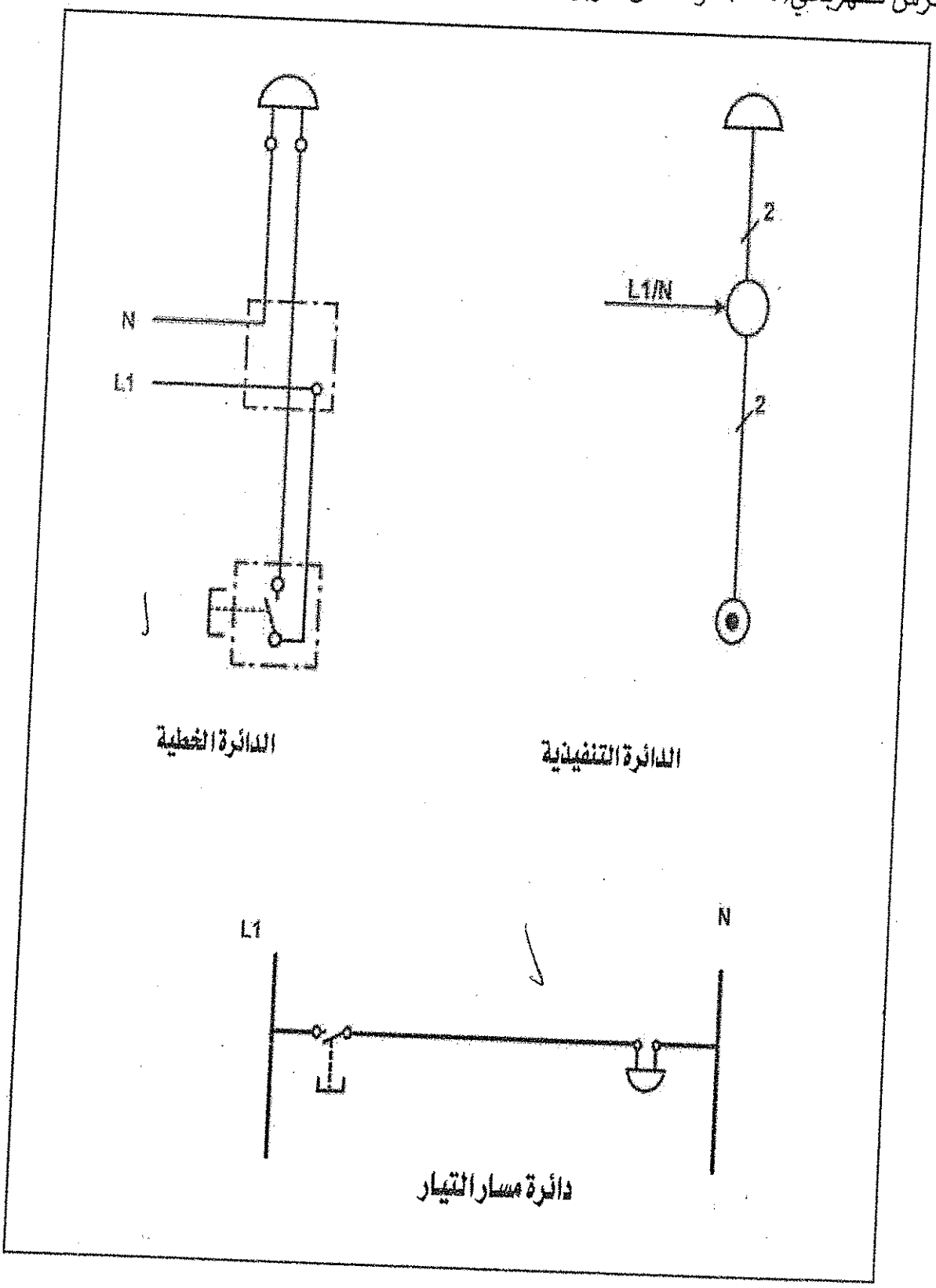
الشكل (٢٥- ٣)

ج- دائرة مسار التيار



الشكل (٢٦- ٣)

الشكل (2- 8)يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل جرس كهربائي(220) فولت عن طريق ضاغط .

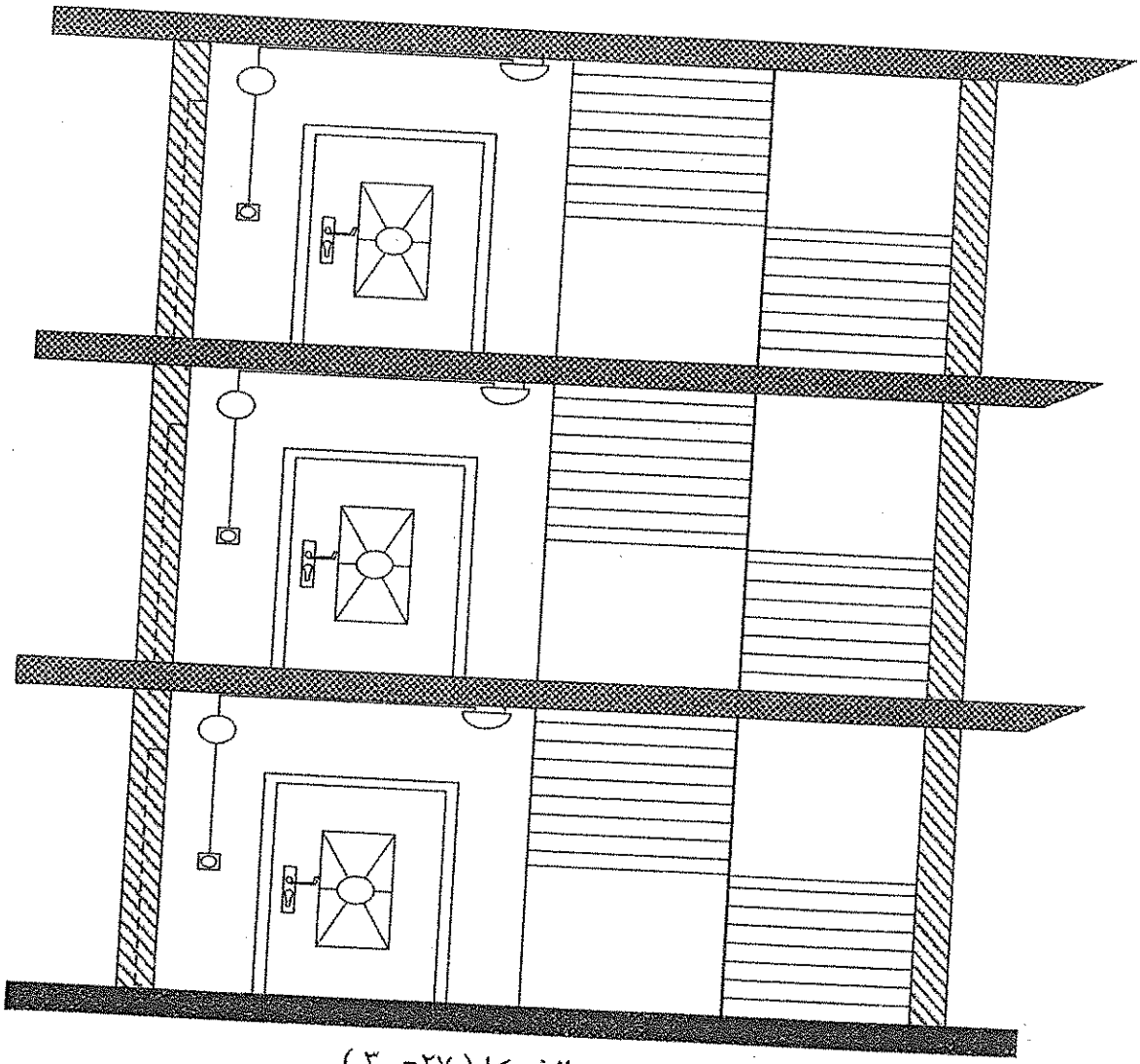


شكل (2- 8)

كباس ومؤقت زمني

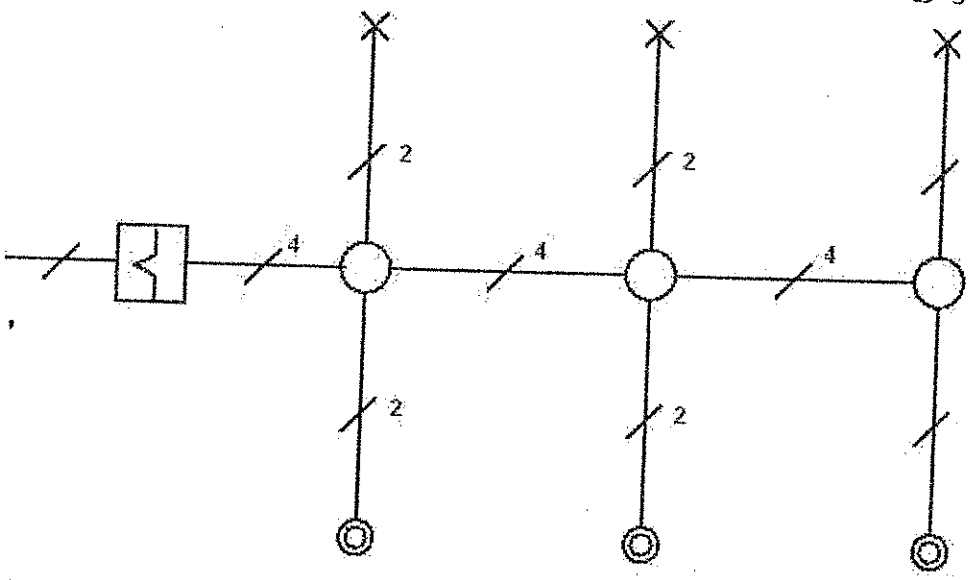
التمرين السادس: تشغيل لمبات بواسطة مفتاح صمامة التيار (جهود مختلفة)

الاشكل (٢٧- ٣) يوضح مبنى مكوناً من ثلاثة أدوار حيث يمكن تشغيل إضاءة اللمبات من أي دور بواسطة ضواغط ومفتاح صمامة التيار ومؤقت زمني



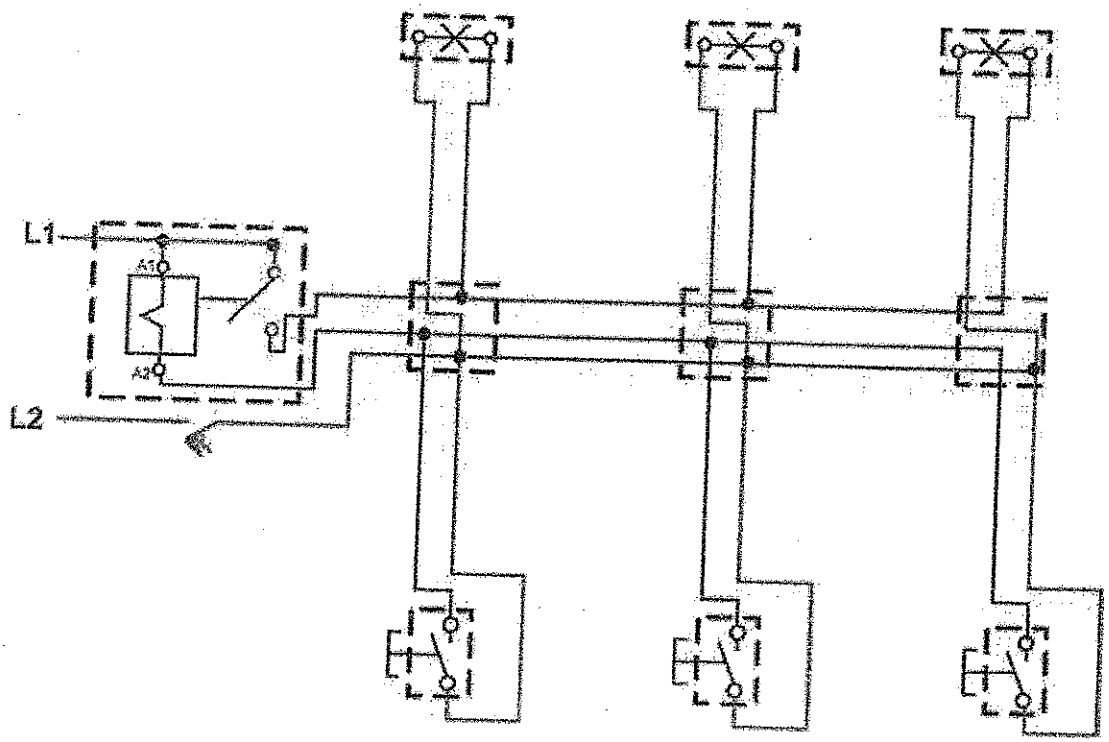
الشكل(٢٧- ٣)

أ- الدائرة الرمزية :



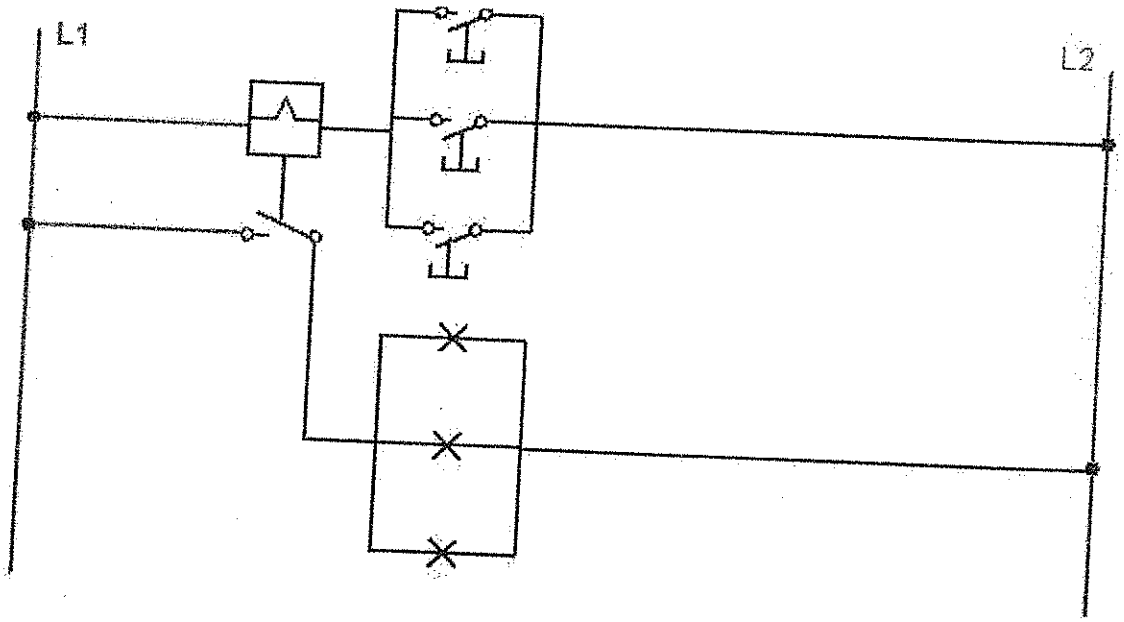
الشكل (٢٨- ٣)

ب- الدائرة التنفيذية :



الشكل (٢٩- ٣)

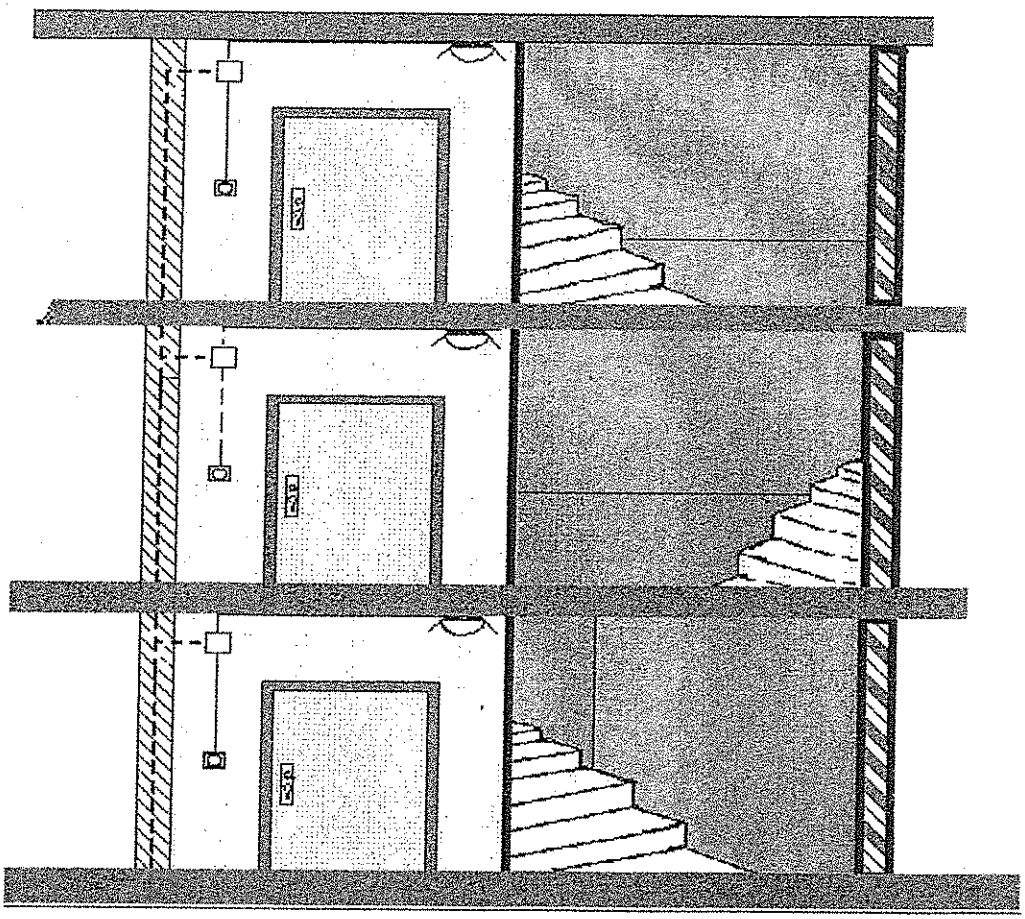
ج- الدائرة الخطية لمسار التيار



الشكل (٣٠- ٣)

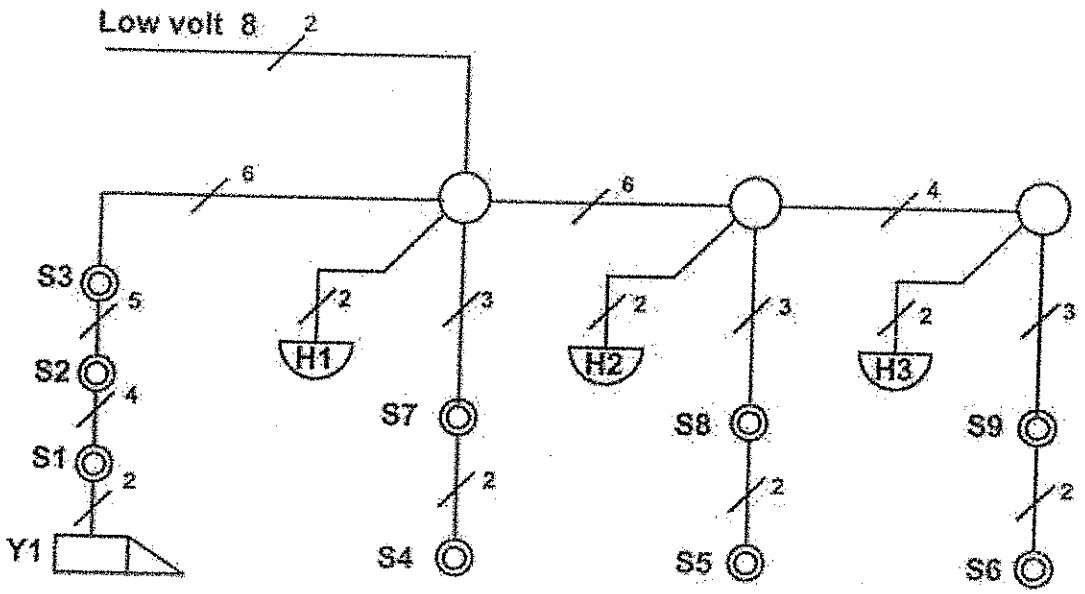
التمرين الخامس: تشغيل الجرس الكهربائي وقفل الباب بمحولات الخفض الصغير

الالشكل (٣١- ٣) يوضح مبنى من ثلاثة طوابق حيث يمكن فتح قفل الباب أو تشغيل الجرس الكهربائي من أي طابق بواسطة الضواغط.



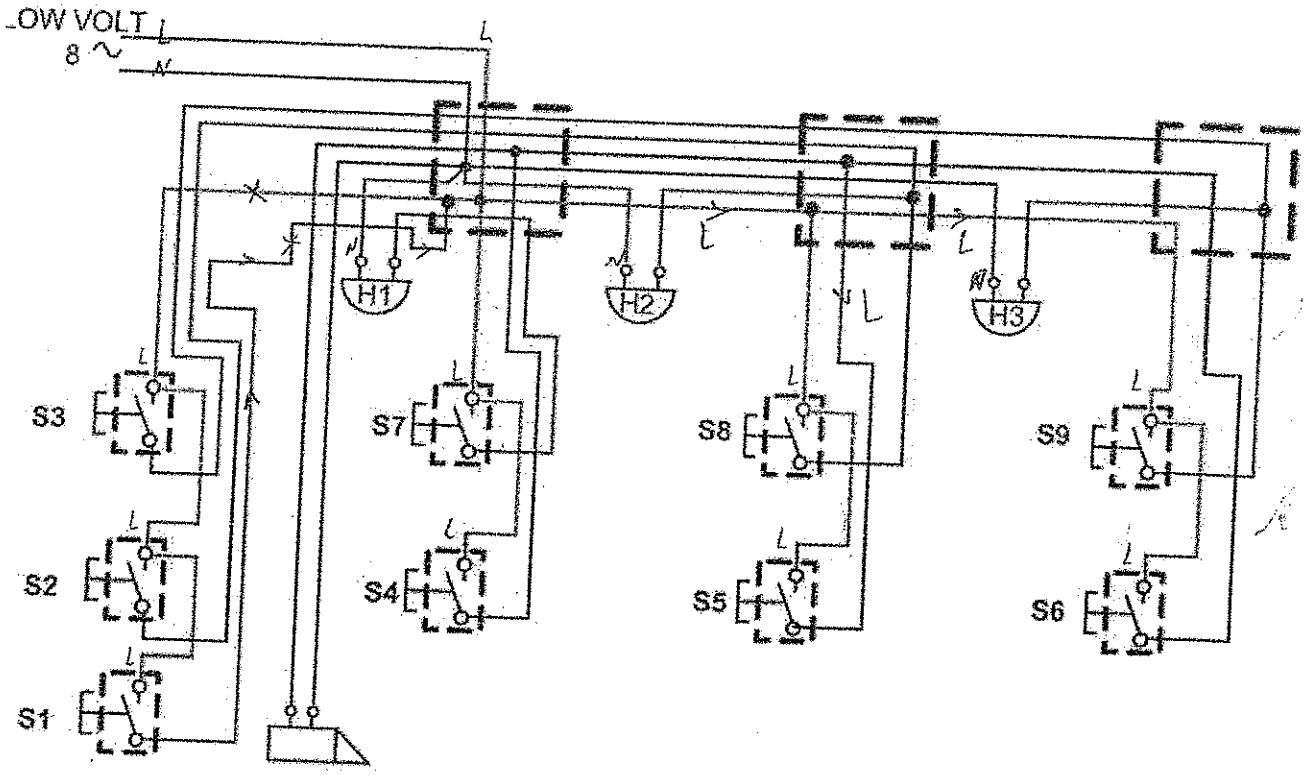
الشكل (٣١,٣)

أ- الدائرة الرمزية



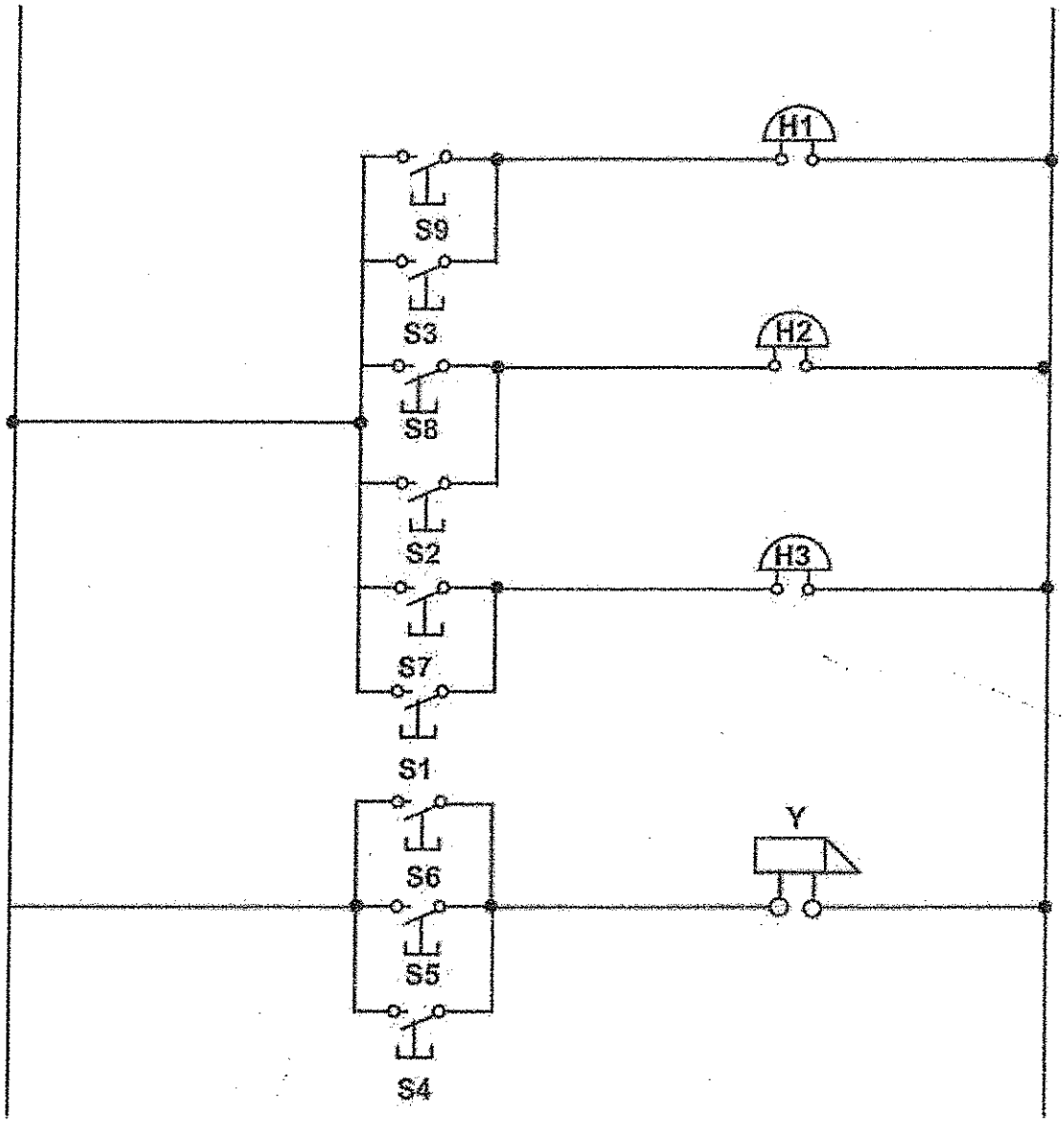
الشكل (٣٢- ٣)

ب- الدائرة التنفيذية:



الشكل (٣٣- ٣)

ج- الدائرة الخطية لمسار التيار



$S_4 - S_5 - S_6$ كبابات لفتح القفل

$S_1 - S_7$ كبابات لمرور ط ٢

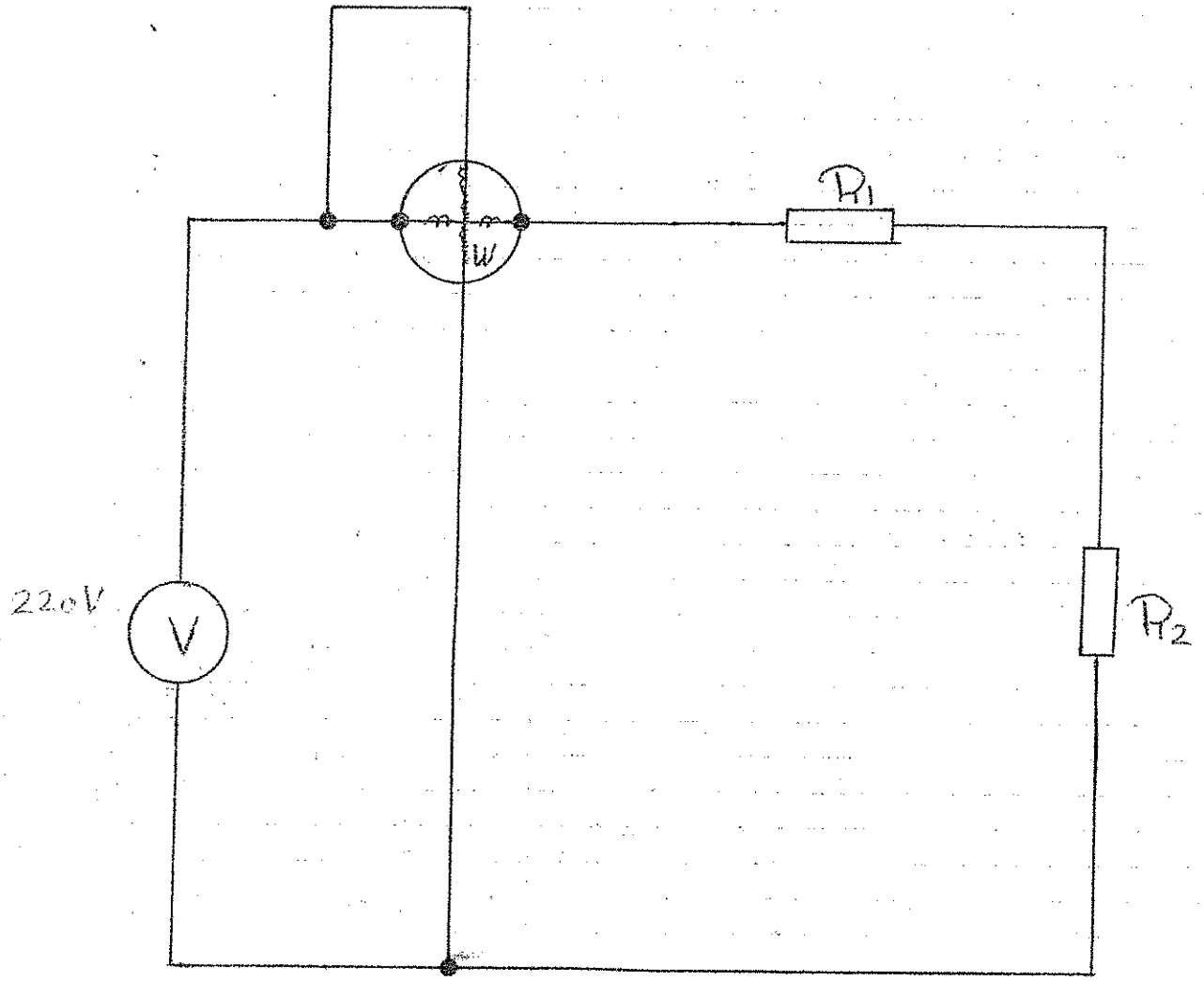
$S_2 - S_8$ " " ط ٣

$S_3 - S_9$ " " ط ١

الشكل (٣٤- ٣)

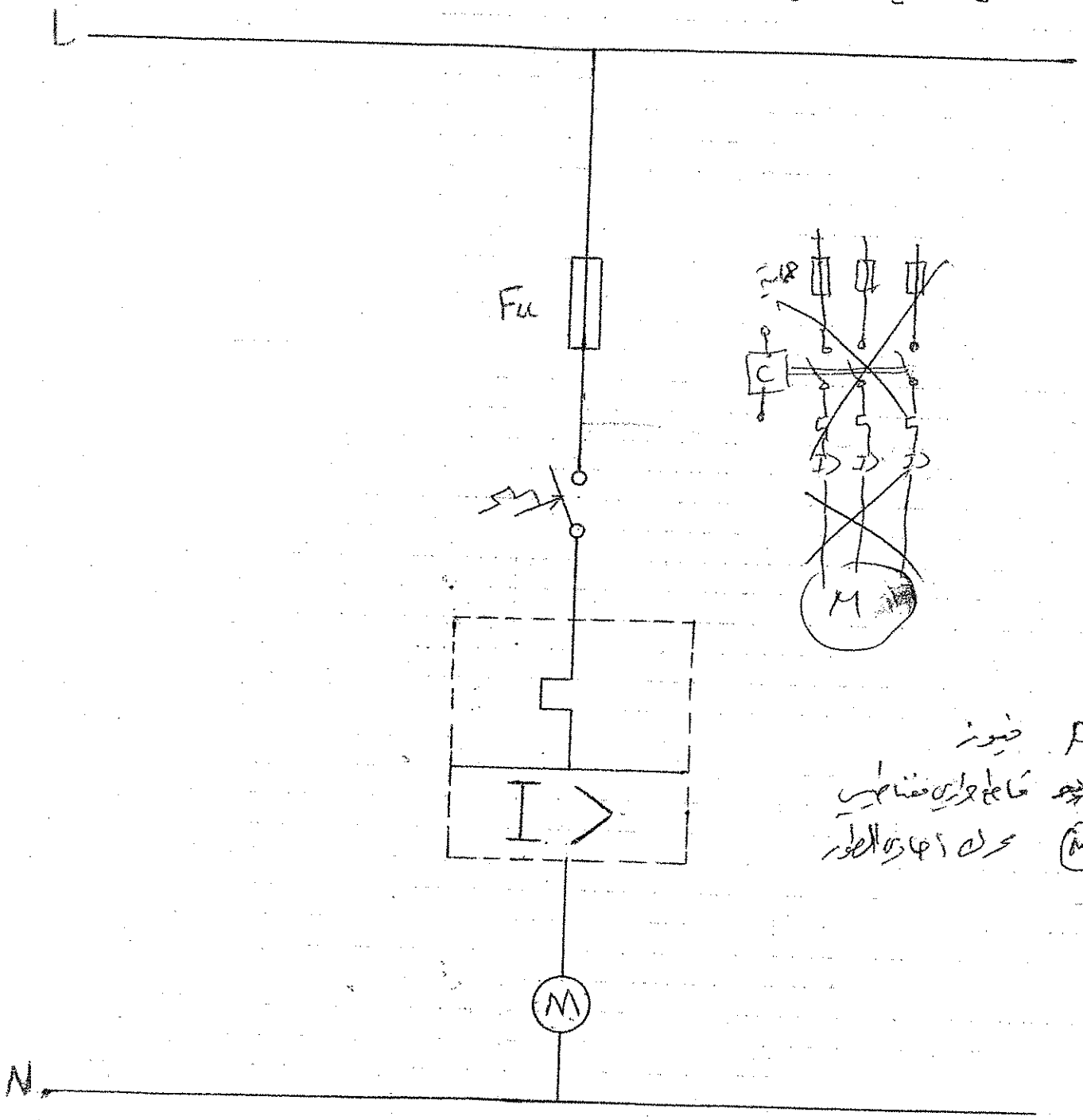
التمرين ١١ :

دائرة وصل مقاومات مع مقياس استطاعة .



التمرين ١٢ :

دارة حماية محرك عن طريق قاطع حراري مغناطيسي
لتشغيل محرك أحادي الطور *



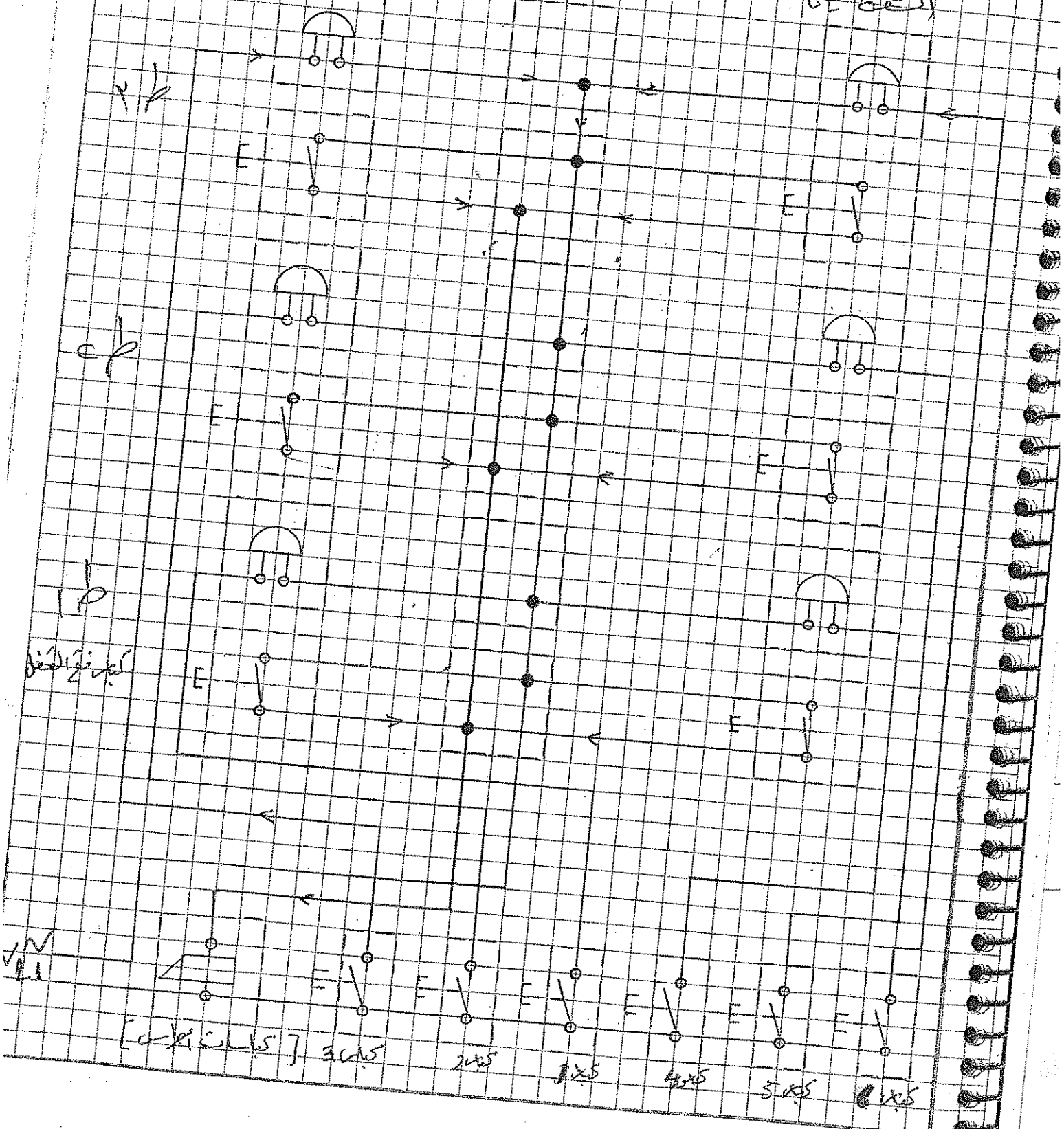
Fu فيوز
قاطع حراري مغناطيسي
(M) محرك أحادي الطور

الدرس ١٣ :

Subject: كوطا سيرفيتة

الاسم : توصيل مانع بابات وأجراس لبناء مؤلف من أربع طوابق — الرقم :

الهدف : التعرف على طريقة عمل مانع البابات والأجراس — التاريخ :



طريق النجاح

التمرين (١٢)

دائرة العداد الكهربائي المنزلي (الأحادي الطور)

حيث يتكون العداد الأحادي الطور من ملفين

أ- ملف التيار ويوصل على التسلسل مع الحمل
ويوصل بين النقطتين 1 - 3

ب- ملف التوتر ويوصل على التفرع مع الدخل
220V ويوصل بين النقطتين 2 - 5

- حيث يوصل النقطتين 1 - 2
- يوصل التفاضل 4 - 5 - 6