# الكهرباء

## الرسم الصناعي

### الفصل الدراسي الأول
### الصف الثاني عشر

### الفرع الصناعي

**الناشر**

**وزارة التربية والتعليم**

**إدارة المناهج والكتب المدرسية**

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف: 8-5/4717304 06، فاكس:4637569 06، ص.ب: 1930، الرمز البريدي: 11118
أو على البريد الإلكتروني VocSubjects.Division@ moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2021/30)، تاريخ 2021/2/4م، بدءًا من العام الدراسي 2021/ 2022م.

**الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم**

**الأردن – عمان – ص.ب (1930)**

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2021/7/4082)
ISBN: 978-9957-84-981-8

**لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب:**

أ.د. راتب حمدان العيسى
أ.د. عصام صالح جلهم
د. مازن عبدالرحيم عرباسي
د. زبيدة حسن أبو شويمة
م. باسل محمود غضية
م. حمد عزات عمرو
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

**لجنة تأليف هذا الكتاب:**

د. بلال محمد ربابعة
م. وليد صبري طنينة
م. جبر رشدي العزة
م. محمد سمير شاهين

التحرير العلمي: م.محمدعبداللطيفأبورحمة
التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى
التصميم: عمر أحمد أبو عليان
الرسم: إبراهيم محمد شاكر
التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب
الإنتاج: د. هارون عبدالجليل علي

دقق الطباعة وراجعها : م. عاهد حامد العطوي

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**الطبعة الأولى**
1442 هـ/ 2021 م
**أعيدت طباعته**
2023 م

# قائمة المحتويات


| | | | |
|---|---|---|---|
| المقدمة | | | 5 |
| إرشادات تطبيقية | | | 6 |
| **الوحدة** | | **الموضوع** | **الصفحة** |
| **الوحدة الأولى: أجهزة القياس الكهربائية** | أولًا | عناصر أجهزة القياس ورموزها | 14 |
| | ثانيًا | مخططات لدارات كهربائية تستخدم فيها أجهزة القياس الكهربائية | 16 |
| **الوحدة الثانية: التمديدات الكهربائية** | أولًا | عناصر التمديدات الكهربائية ورموزها | 52 |
| | ثانيًا | مخططات التمديدات الكهربائية | 57 |
| **الوحدة الثالثة: محركات التيار المتناوب** | أولًا | عناصر مخططات دارات محركات التيار المتناوب ورموزها | 88 |
| | ثانيًا | مخططات دارات محركات التيار المتناوب | 90 |
| | **مسرد المصطلحات** | | 108 |
| | **قائمة المراجع** | | 112 |


منهاجي
منصة التعليم الهادف

بسم الله الرحمن الرحيم

# المقدمة

**بسم الله الرحمن الرحيم**

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد...

فانطلاقًا من الرؤية الملكية السامية، يستمرّ المركز الوطني لتطوير المناهج في أداء رسالته المتعلّقة بتطوير المناهج الدراسية؛ بغية تحقيق التعليم النوعي المتميّز. وبناءً على ذلك، جاء هذا الكتاب منسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطّة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومحقّقًا مضامين الإطار العام والخاص للعلوم الصناعية الخاصّة والتدريب العملي والرسم الصناعي لتخصّص الكهرباء، التي تتمثّل في إعداد جيل واعٍ يُقدّر المهن ويحترمها، وذي شخصية إيجابية متوازنة، ومعتزّ بانتمائه الوطني، ومدرك لأهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني التي يُقاس بها تقدّم الدول وتطورها.

يُعدّ تخصّص الكهرباء أحد التخصّصات الأساسية التي تتداخل مع الصناعات المختلفة؛ لذا، أُولِي الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وجرى العمل به بما يتواءم مع متطلّبات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتّع بمهارات مهنية على أساس الكفايات وحاجات سوق العمل. وقد ارتكز تأليف هذا الكتاب المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي.

وبناءً على ذلك، فقد اعتُمدت دورة التعلّم الخماسي المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعلّمية، التي تتضمّن: انظر وتساءل، واستكشف، واقرأ وتعلّم، والإثراء والتوسّع، والقياس والتقويم. كما تضمّن الكتاب خريطة مفاهيمية تُلخّص المفاهيم المهمّة في كلّ وحدة.

لقد روعي في هذا الكتاب توظيف الكثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول والأنشطة والقضايا البحثية؛ لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوّعة، إضافة إلى تضمينه ملحقًا لمسرد المصطلحات باللغة الإنجليزية؛ لتسهيل مَهمّة الطلبة والمهتمّين، وبخاصّة في عملية البحث.

ونحن إذ نُقدّم (الطبعة الأولى) من هذا الكتاب، نأمل أن تنال إعجاب أبنائنا الطلبة ومعلّميهم، وتجعل تعلّم تخصّص الكهرباء أكثر متعة وسهولة وفائدة. راجين تزويدنا بالملاحظات والمقترحات لتطويره وتحسينه.

**المركز الوطني لتطوير المناهج**

## إجراءات السلامة والصّحّة المِهْنية

في ما يأتي بعض الإرشادات التي تجب مراعاتها خلال عملية الرسم:

1- أجلس بطريقة صحيحة تلافيًا لآلام الظهر، خاصّة أنّ عملية الرسم قد تستغرق وقتًا طويلًا.

2- أحرص على نظافة طاولة الرسم ولوحة الرسم وأدواته.

3- أستخدم أدوات الرسم بطريقة مناسبة؛ حرصًا على سلامتي وسلامة زملائي.

4- أتجنّب استخدام أدوات الرسم في قصّ الورق حفاظًا على استقامة أطرافها.

5- أنظّف أدوات الرسم، وأحفظها بعناية بعد الانتهاء من عملية الرسم.

6- أحافظ على ورقة الرسم نظيفة بعد الانتهاء من عملية الرسم، ولا أثنيها.

7- ألتزم تعليمات المعلم في حصّة الرسم.

## إرشادات تساعد الطالب في عملية الرسم

1- أستفيد ممّا تعلّمته سابقًا من مهارات الرسم الأساسية واستخدامات أدوات الرسم، في مبحث الرسم الصناعي للصّف الحادي عشر.

2- أستخدم أدوات الرسم المناسبة للتمرين المطلوب فقط.

3- أثبّت لوحة الرسم بشكل أفقي على طاولة الرسم باستخدام مسطرة (T)

4- أرسم الخطوط الأفقية باستخدام مسطرة (T)، والخطوط العمودية باستخدام الزوايا القائمة (المثلثات) بعد تثبيت قاعدتها على مسطرة (T)

5- لا أرسم الخطوط العمودية باستخدام مسطرة (T) بعد تدويرها 90°، وتثبيت حافّتها على طاولة الرسم من الأعلى.

6- أقرأ مقاييس الرسم من اليسار إلى اليمين؛ مثال: مقياس الرسم (1 : 2) يُقرأ اثنين لواحد.

7- أحرص على تقسيم اللوحة بطريقة مناسبة بعد النظر إلى ما سأرسمه، ومعرفة أبعاده.

8- أحاول التمييز بين الأبعاد التي تمثّل الأقطار أو أنصاف الأقطار على الرسومات؛ تلافيًا لوقوع الأخطاء.

9- أحرص على النظر بطريقة عمودية على المسطرة عند أخذ الأبعاد؛ لضمان دقّة القراءات.

10- أحرص عند استخدام أقلام الرصاص العادية (التي تبرى) لرسم الخطوط والمنحنيات؛ على مكان ملامسة القلم للأداة المستخدمة للمحاذاة؛ لأنّ قطر رأس القلم يتغيّر مع الاستخدام.

11- أحرص عند استخدام الفرجار لرسم الدوائر والمنحنيات على شدّ أذرعه بطريقة مناسبة؛ تلافيًا لفتحه خلال الدوران، كما أحرص على مسك الفرجار من الرأسية الخاصّة لذلك فقط.

12- أحرص على رسم الخطوط التي تجب إزالتها بخطوط خفيفة؛ لأتمكن من محيها بعد الانتهاء من عملية الرسم، حتى لا تترك أثرًا بعد المحي.

13- أحرص على إزالة أثر عمليات المحي مباشرة بقطعة قماش أو بفرشاة خاصّة؛ للمحافظة على نظافة لوحة الرسم.

14- أستخدم الطبعات (الشبلونات) المناسبة حسب الغاية المصمّمة لها:

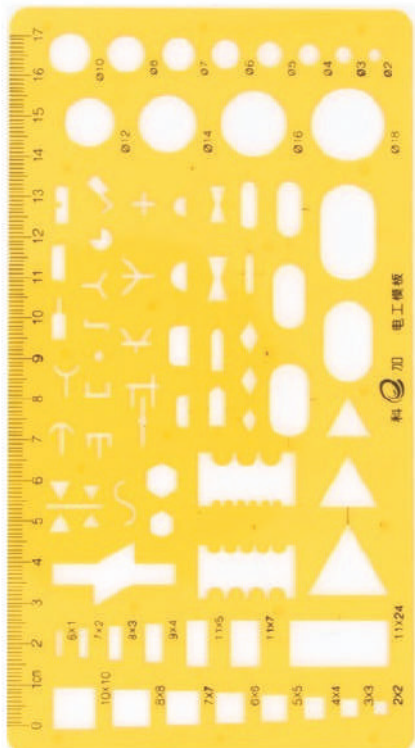
أ - شبلونات رسم المنحنيات، وتستعمل لرسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

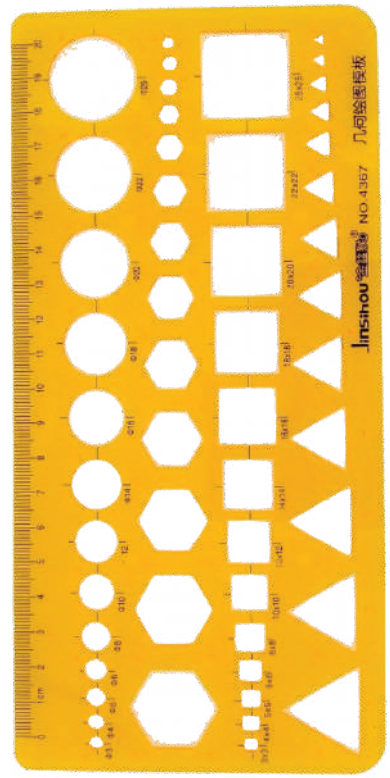
ب - شبلونات رسم الدوائر الصغيرة والأقواس الدائرية والأشكال الهندسية.

جـ - شبلونات خاصّة لرسم الرموز الكهربائية والإلكترونية والميكانيكية.

15- أكتفي عند سماح المعلم لي بمساعدة زميلي، بإرشاده ومساعدته، وليس بالرسم عنه.

16- أحرص على الالتزام بتعليمات وملاحظات المعلم في أثناء عملية الرسم.

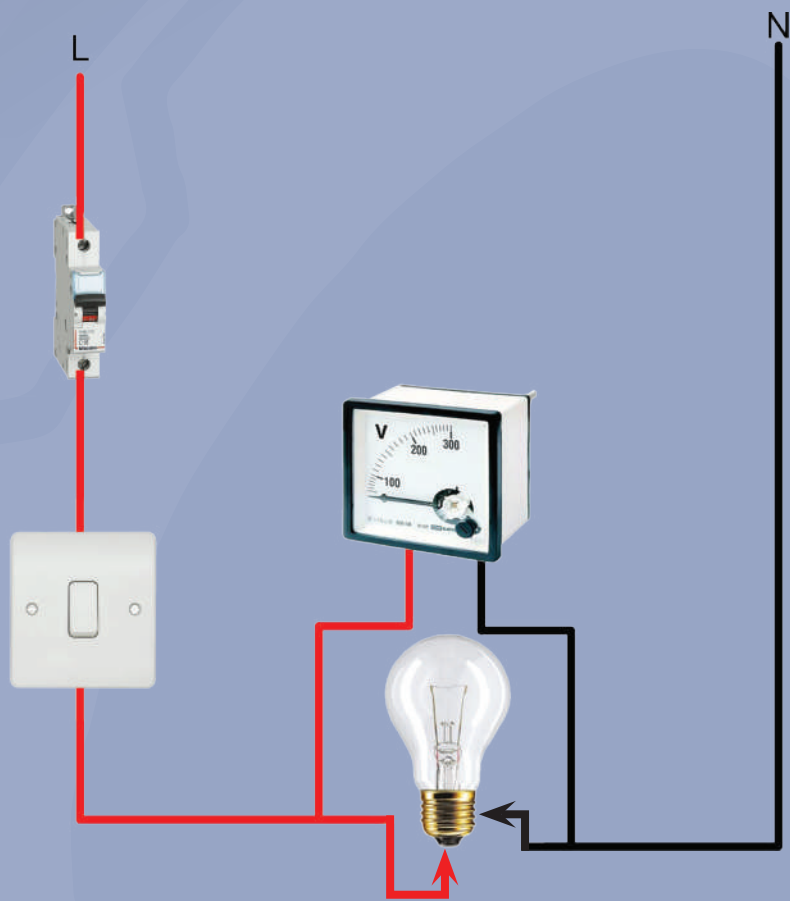




منهاجي
متعة التعليم الهادف

# الوحدة الأولى

## أجهزة القياس الكهربائية
## (Electrical Measuring Instruments)




- ما أهمية أجهزة القياس الكهربائية؟
- كيف توصل هذه الأجهزة؟

لكل حمل كهربائي قدرة وفولتية معينة يعمل بها، ويمكن الكشف عن سلامة عمل الدارات الكهربائية قبل تشغيلها، أو في أثناء ذلك باستخدام أجهزة القياس (الفولتميتر، والأميتر، والأوميتر، والواطميتر، وغيرها) التي تُحدَّد بوساطتها قراءات تُبيِّن لنا سلامة عمل هذه الدارات؛ سواء أكانت أحادية الطور، أم ثلاثية الطور.

تستخدم في بعض الأجهزة مُحوِّلات التيار ومُحوِّلات الفولتية؛ لتحويل قيم التيار والفولتية إلى قيم تستطيع هذه الأجهزة قياسها.

يتعيَّن على العامل الماهر، أن يكون عارفًا بهذه الأجهزة، وكيفية استخدامها، وتفسير رموزها، ويرسم المخططات التي تستخدم فيها؛ لذا تُعِدُّ الشركات الصانعة لأجهزة القياس نشرة كاملة عن كل جهاز، تحتوي على مواصفاته وخصائصه واستخداماته، ومخططات تدل على طرائق توصيله؛ ما يُسهِّل على العامل أداء عمله بصورة صحيحة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُفسِّر الرموز الخاصة بأجهزة القياس.
- يُفسِّر المصطلحات الخاصة بأجهزة القياس.
- يقرأ مخطط دارة كهربائية يُستخدَم فيها الفولتميتر (مخطط تصويري، مخطط رمزي، مخطط مسار التيار، مخطط تفصيلي)، ويرسمه.
- يقرأ مخطط دارة كهربائية يُستخدَم فيها الأميتر (مخطط تصويري، مخطط رمزي، مخطط مسار التيار، مخطط تفصيلي)، ويرسمه.
- يقرأ مخطط دارة كهربائية أحادية الطور يُستخدَم فيها جهاز الواطميتر لقياس القدرة (مخطط رمزي، مخطط مسار التيار، مخطط تفصيلي)، ويرسمه.
- يقرأ مخطط دارة كهربائية أحادية الطور يُستخدَم فيها أجهزة قياس الفولتية والتيار وعامل القدرة (مخطط رمزي، مخطط تفصيلي)، ويرسمه.
- يقرأ مخططًا تفصيليًّا لدارة كهربائية يُستخدَم فيها أجهزة قياس الفولتية والتيار والقدرة وعامل القدرة أحادي الطور، ويرسمه.
- يقرأ مخططًا تفصيليًّا لدارة كهربائية يُستخدَم فيها أجهزة قياس الفولتية والتيار والقدرة وعامل القدرة ثلاثي الطور، ويرسمه.
- يقرأ مخططًا رمزيًّا وتفصيليًّا لدارة كهربائية يُستخدَم فيها أجهزة قياس الأميتر والفولتميتر عن طريق مُحوِّلات التيار ومُحوِّلات الفولتية، ويرسمه.
- يقرأ مخططًا تفصيليًّا لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس التردد في دارة توافق لمُولِّدين على التوازي، ويرسمه.

# الوحدة الأولى: أجهزة القياس الكهربائية

## المحاور الفرعية

أولًا: عناصر أجهزة القياس ورموزها.

ثانيًا: مخططات لدارات كهربائية تستخدم فيها أجهزة القياس الكهربائية.

انظر.. وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلَّم

الإثراء.. والتوسُّع

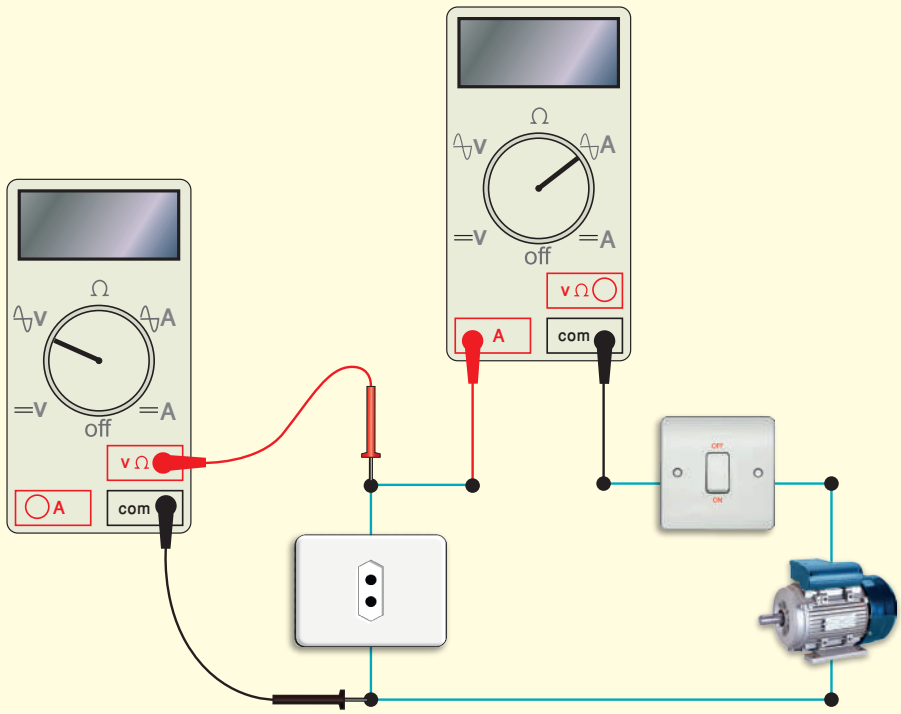
القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

منهاجي
منصة التعليم الهادف

## انظر.. وتساءل

هل يُمكِن رسم الدارات والمخططات الكهربائية دائمًا باستخدام الأشكال الحقيقية للأجهزة والعناصر الكهربائية كما في الشكل الآتي؟




## استكشف

اذهب إلى أحد المشاغل في مدرستك الذي يحوي عددًا من الآلات الكهربائية، وتتبَّع التوصيلات الكهربائية لإحدى الآلات وارسمها، ثم ناقش زملاءك ومعلمك في ما رسمته.

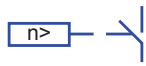
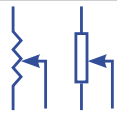
## أولاً: عناصر أجهزة القياس ورموزها

يُبيِّن الجدول الآتي أسماء عناصر أجهزة القياس المستخدمة في الدارات الكهربائية المختلفة ورموزها.

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 1 | جهاز قياس التيار (الأميتر). | |
| 2 | جهاز قياس الفولتية (الفولتميتر). | |
| 3 | جهاز قياس القدرة (الواطميتر). | |
| 5 | جهاز قياس عامل القدرة. | |
| 6 | مُحوِّل تيار. | |
| 7 | مُحوِّل فولتية. | |
| 8 | مقاومة كهربائية ثابتة القيمة. | |
| 9 | ملف. | |
| 10 | مُولِّد تيار مباشر. | |
| 11 | مفتاح مفرد. | |
| 12 | محرك أحادي الطور. | |
| 13 | محرك ثلاثي الطور. | |
| 14 | مصباح. | |
| 15 | قاطع دارة. | |
| 16 | محرك ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة. | |
| 17 | محرك ثلاثي الطور موصول على شكل مثلث. | |



منهاجي
منصة التعليم الهادف

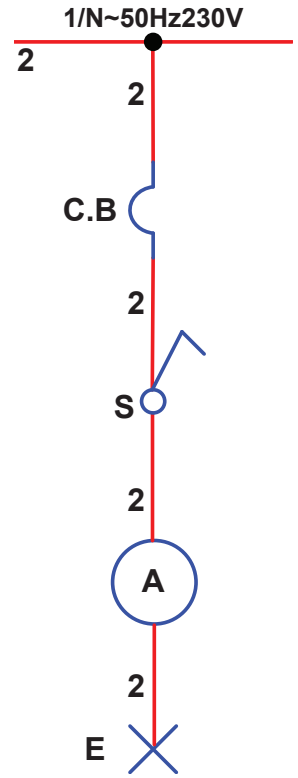
| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 18 | محرك أحادي الطور ذو مواسع. | |
| 19 | خـــط تغذية أحادي الطـــور، مع خط محايـــد، وآخر للحماية الأرضية. | 1/N/PE 50Hz 230V |
| 20 | خـــط تغذيـــة ثلاثي الطور، مـــع خط محايد، وآخـــر للحماية الأرضية. | 3/N/PE 50Hz 400/230V |
| 21 | تيار مستمر. |  |
| 22 | تيار متناوب (متردد). | |
| 23 | نقطة تأريض. | |
| 24 | وصلة ثابتة. | |
| 25 | وصلة قابلة للفك. | |
| 26 | حمل موصول على شكل مثلث. | |
| 27 | حمل موصول على شكل نجمة. | |
| 28 | مواسع ثابت. | |
| 29 | مفتاح طرد مركزي. |  |
| 30 | مفتاح ثلاثي القطب. | |
| 31 | مقاومة متغيرة القيمة. |  |
| 32 | مفتاح انتقاء. | |
| 33 | جهاز قياس التردد. | |
| 34 | مصهر. | |

# ثانيًا: مخططات لدارات كهربائية تستخدم فيها أجهزة القياس الكهربائية

**تُمثّل أجهزة القياس الكهربائية بالمخططات الآتية:**

## 1 - المخطط الرمزي (Single Line Diagram)

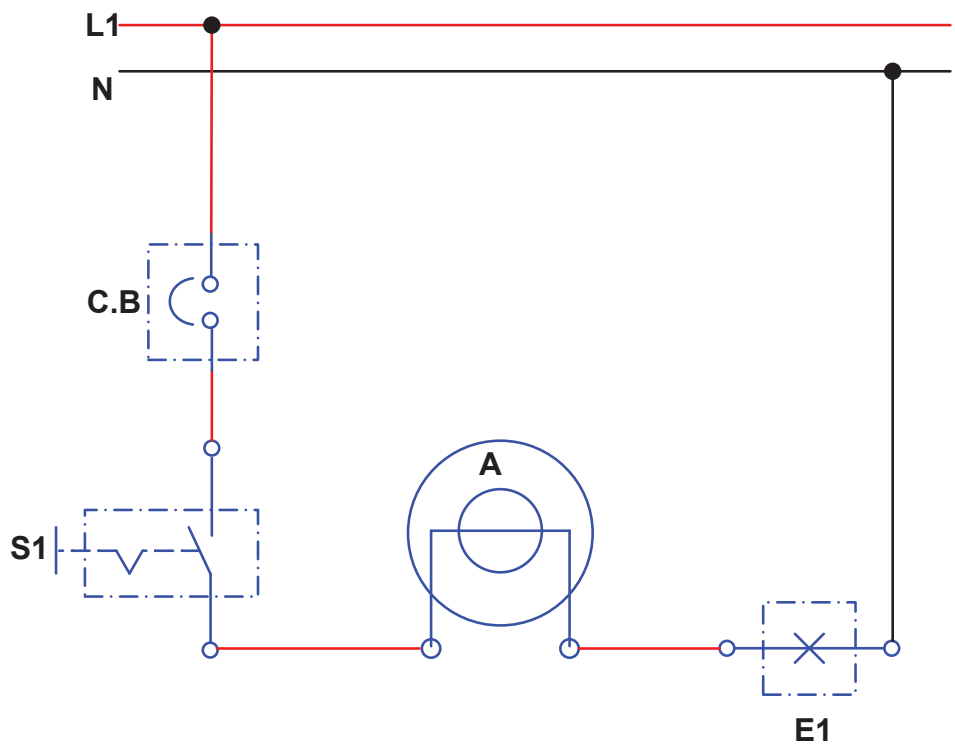
يُعرَف هذا المخطط بنظام الخط الواحد، وهو يُبيِّن عدد الأسلاك المستخدمة، انظر الشكل (1-1) الذي يُمثِّل المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار الذي يسري في المصباح (E) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S).




الشكل (1-1): المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار.

## 2 - المخطط التفصيلي (Exploded Diagram)

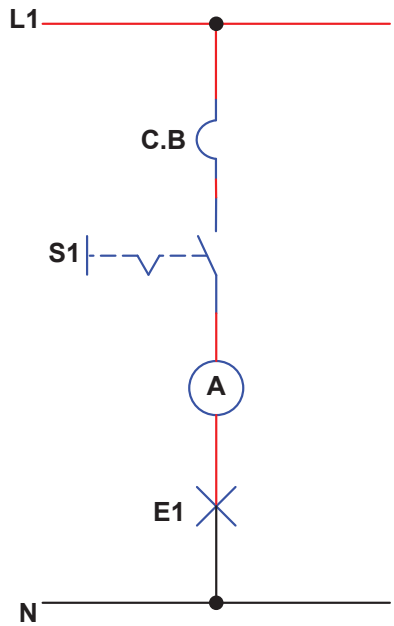
يُبيِّن هذا المخطط الدارات الكهربائية بجميع تفاصيلها، وكيفية توصيلها، انظر الشكل (1-2) الذي يُمثِّل المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار الذي يسري في المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).




الشكل (1-2): المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار.

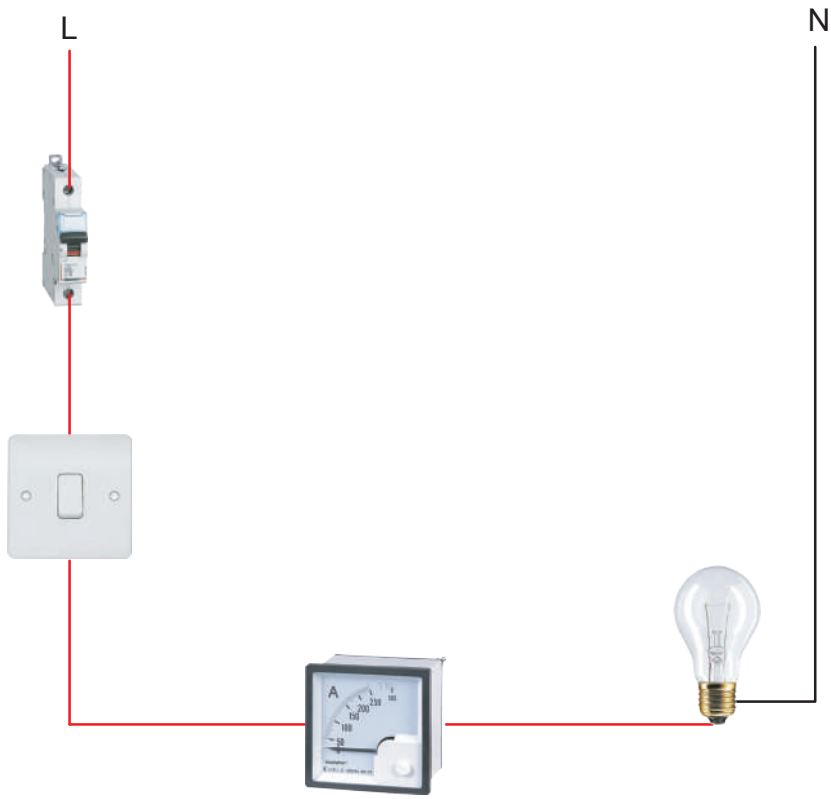
## 3 - مخطط مسار التيار (Current Flow - Diagram)

يُرسَم هذا المخطط بخطوط مستقيمة غير متقاطعة، ويهدف إلى توضيح مسار التيار في الدارات الكهربائية على نحوٍ بسيط، انظر الشكل (1-3) الذي يُمثِّل مخطط مسار التيار لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار الذي يسري في المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).




الشكل (1-3): مخطط مسار التيار لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار.

**4 - المخطط التخطيطي (المخطط التصويري):** مخطط يُشبِه صورة العنصر الحقيقية، انظر الشكل (1-4).




الشكل (1-4): المخطط التصويري لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الأميتر لقياس التيار.

**نشاط**

قارن بين أنواع المخططات الكهربائية، من حيث: الرموز، الاستخدام، مستوى الصعوبة؛ ثم صمّم لوحة جدارية تبين أنواع هذه المخططات والمقارنة بينها، وضعها في الغرفة الصفيّة.

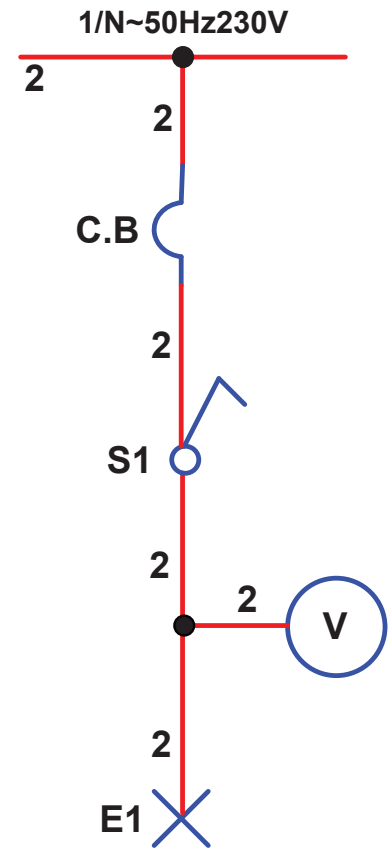
# أمثلة على توصيل أجهزة القياس الكهربائية

تشتمل هذه الأمثلة على رسوم لمخططات تُبيِّن كيفية توصيل أجهزة القياس الكهربائية بأحمال مختلفة؛ ما يساعد الطلبة على حل تمارين هذه الوحدة.

## المثال (1-1)

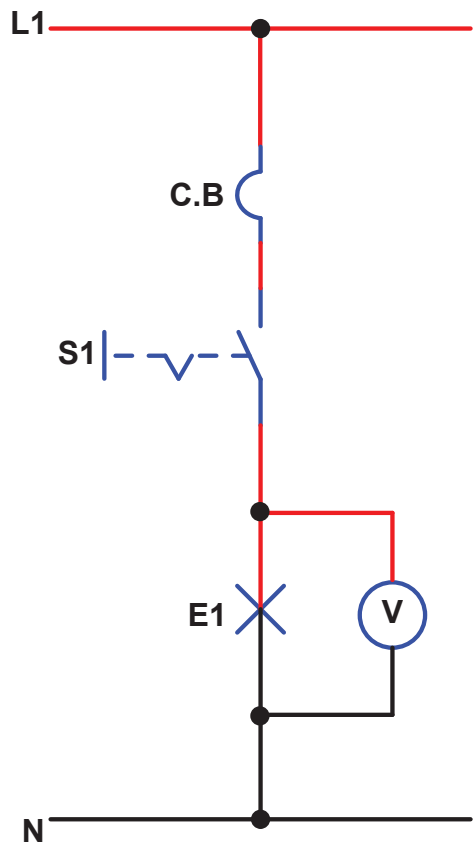
### جهاز قياس الفولتية (الفولتميتر)

يُبيِّن الشكل (1-5/أ) المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية بين طرفي المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).



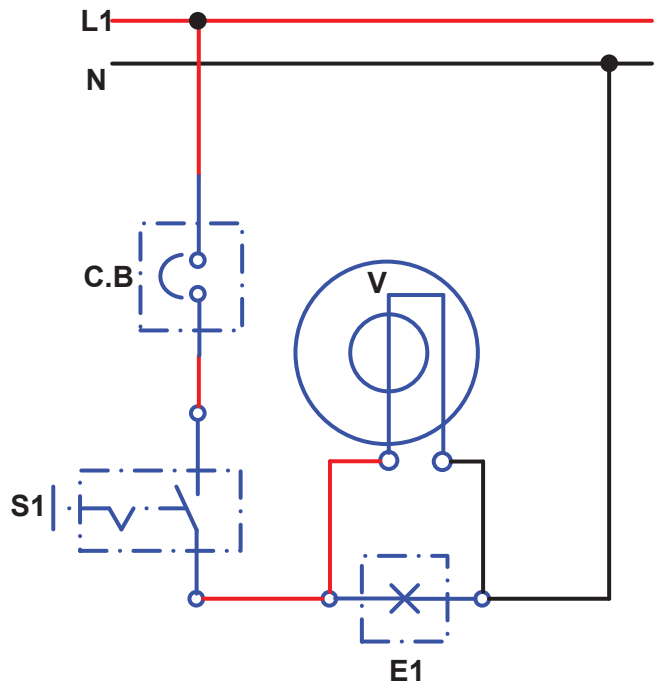

الشكل (1-5/أ): المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية.

يُبيِّن الشكل (1 - 5/ ب) مخطط مسار التيار لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية بين طرفي المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).



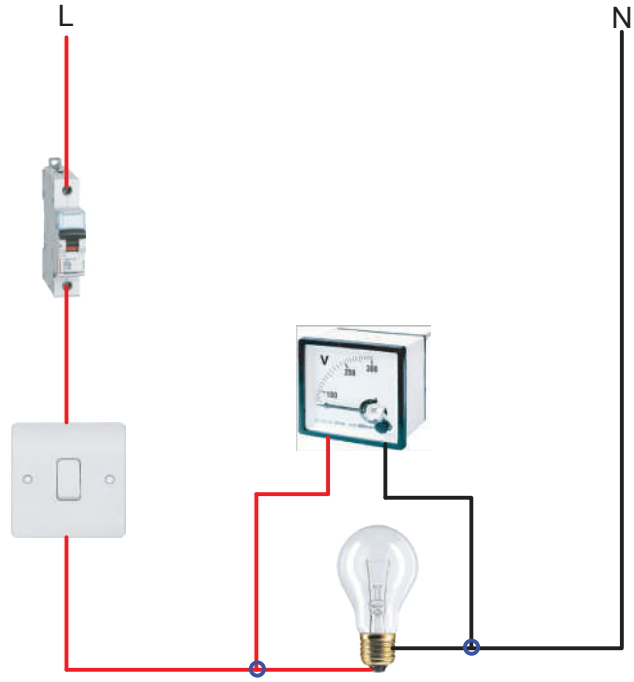

الشكل (1-5/ ب): مخطط مسار التيار لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية.

يُبيِّن الشكل (1-5/جـ) المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية بين طرفي المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).




الشكل (1-5/ جـ): المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية.

يُبيِّن الشكل (1-5/ د) المخطط التخطيطي (التصويري) لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية بين طرفي المصباح (E1) عن طريق قاطع الدارة (C.B) والمفتاح (S1).




الشكل (1-5/ د): المخطط التخطيطي (التصويري) لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية.

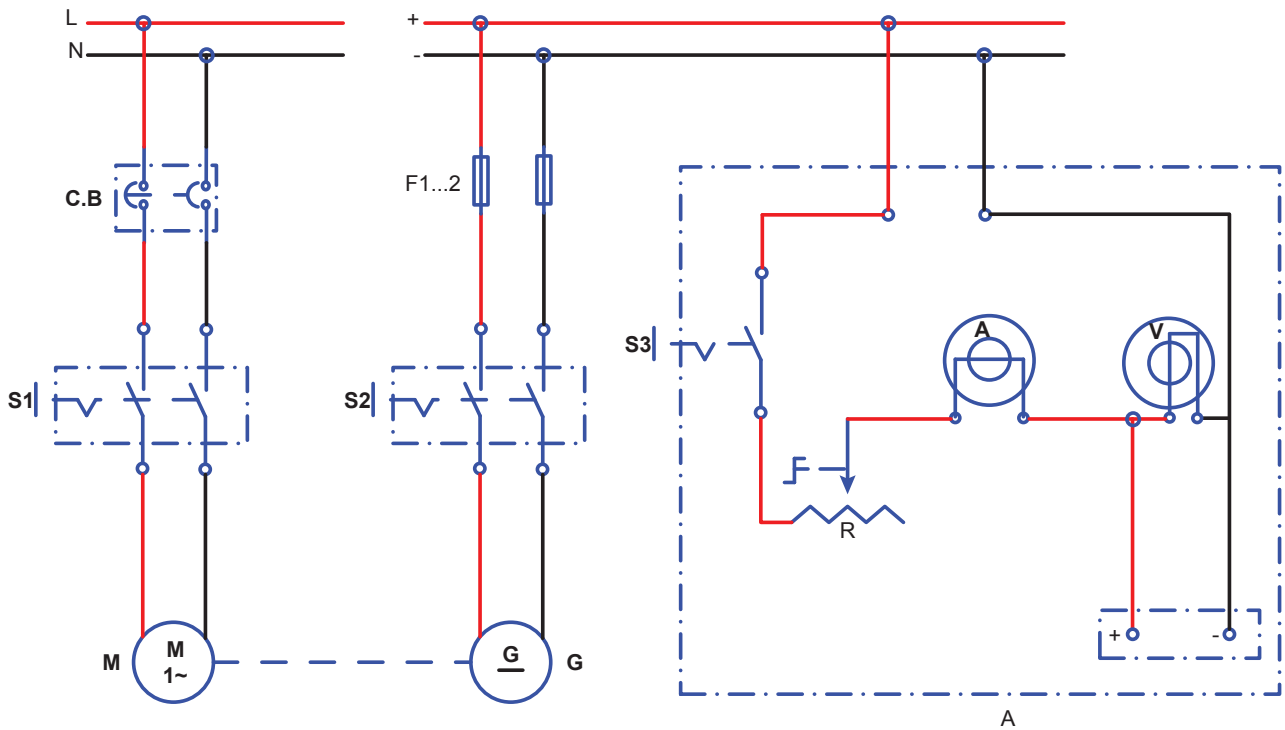
**فكّر**

ناقش زملاءك في كيفية توصيل جهازي الفولتميتر والأميتر بالدارة الكهربائية.

**المثال (2)**

## شاحن البطاريات

يُبيِّن الشكل (1-6) المخطط التفصيلي لشاحن البطاريات (A) الذي يتغذّى بالتيار المستمر من المُولِّد (G)، الذي يستمد حركته من المحرك (M). المطلوب أنشئ جدولاً بمسميات الرموز الواردة في المخطط.

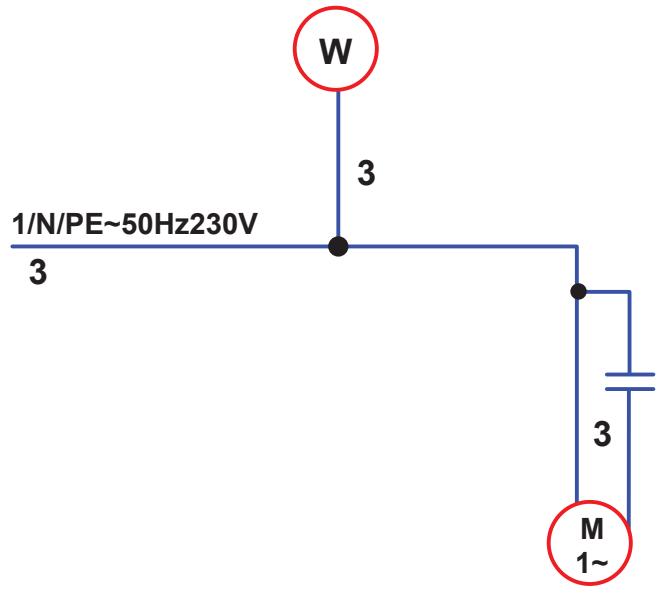



الشكل (1-6): المخطط التفصيلي لشاحن البطاريات.

## المثال (1-3)

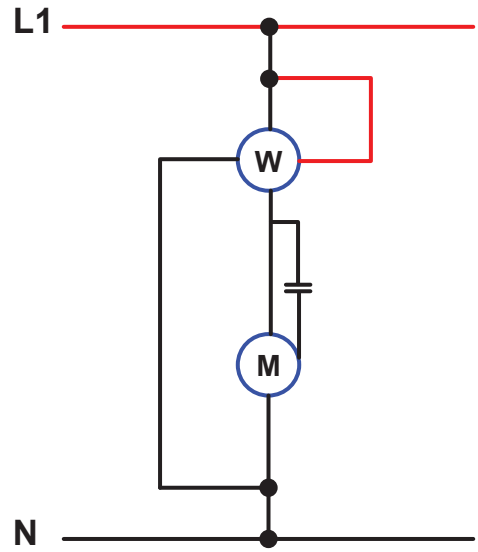
### جهاز قياس القدرة (الواطميتر) أحادي الطور

يُبيِّن الشكل (1-7/ أ) المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس القدرة (الواطميتر) أحادي الطور لقياس قدرة محرك أحادي الطور ذي مواسع التشغيل.



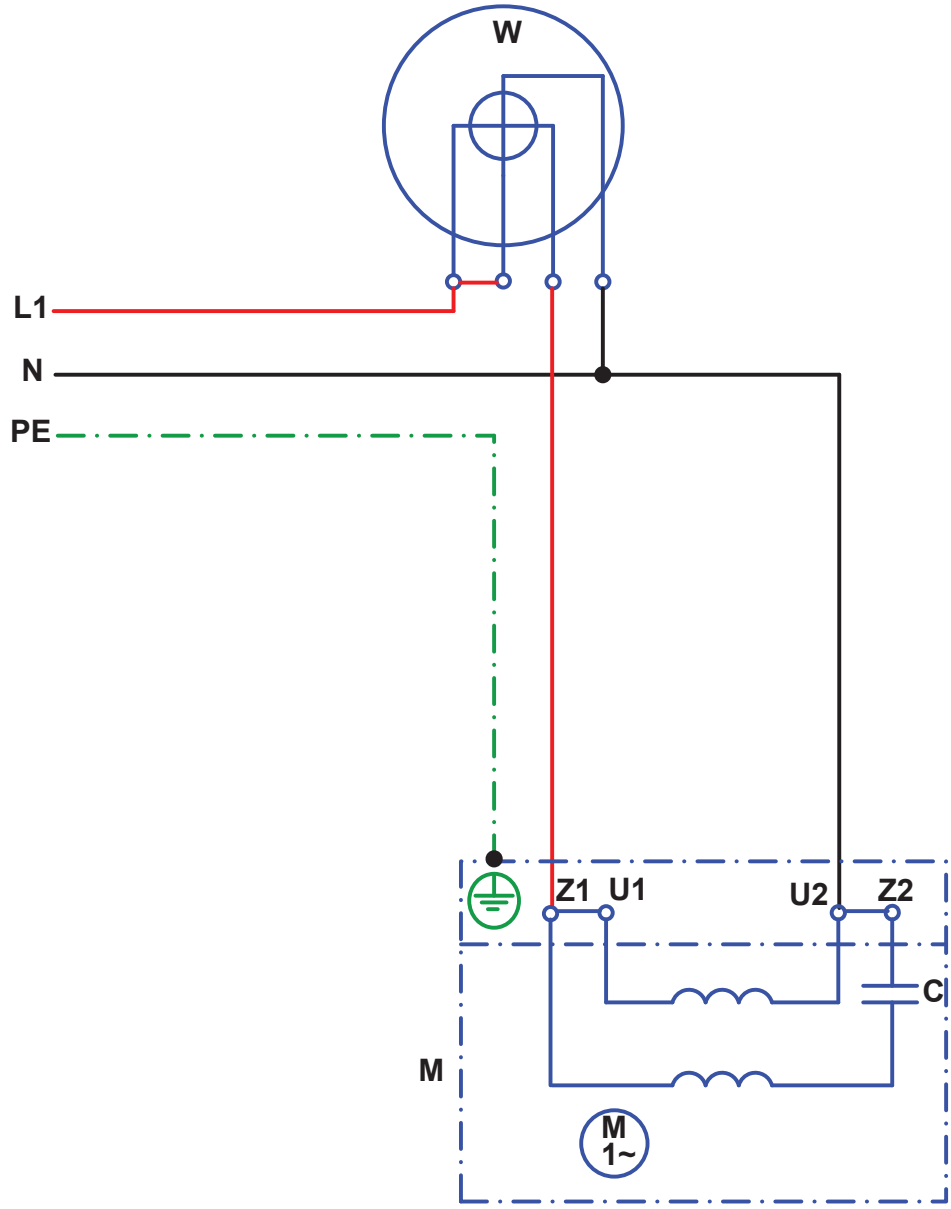

الشكل (1-7/ أ): المخطط الرمزي لدارة كهربائية لقياس قدره محرك أحادي الطور.

يُبيِّن الشكل (7/ ب) مخطط مسار التيار لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس القدرة (الواطميتر) أحادي الطور لقياس قدرة محرك أحادي الطور ذو مواسع التشغيل. يتكوَّن هذا الجهاز من ملفين؛ أحدهما ملف التيار الذي يوصَل على التوالي بالحمل (M)، والآخر ملف الفولتية الذي يوصَل على التوازي بالحمل (M).




الشكل (1-7/ ب): مخطط مسار التيار لدارة كهربائية لقياس قدرة محرك أحادي الطور.

يُبيِّن الشكل (1-7/ جـ) المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس القدرة (الواطميتر) أحادي الطور لقياس قدرة محرك أحادي الطور ذي مواسع التشغيل، الذي يتكوَّن من ملفين؛ أحدهما ملف التيار الذي يوصَل على التوالي بالحمل، والآخر ملف الفولتية الذي يوصَل على التوازي بالحمل.




الشكل (1-7/ جـ): المخطط التفصيلي لدارة كهربائية لقياس قدرة محرك أحادي الطور.

**فكّر**

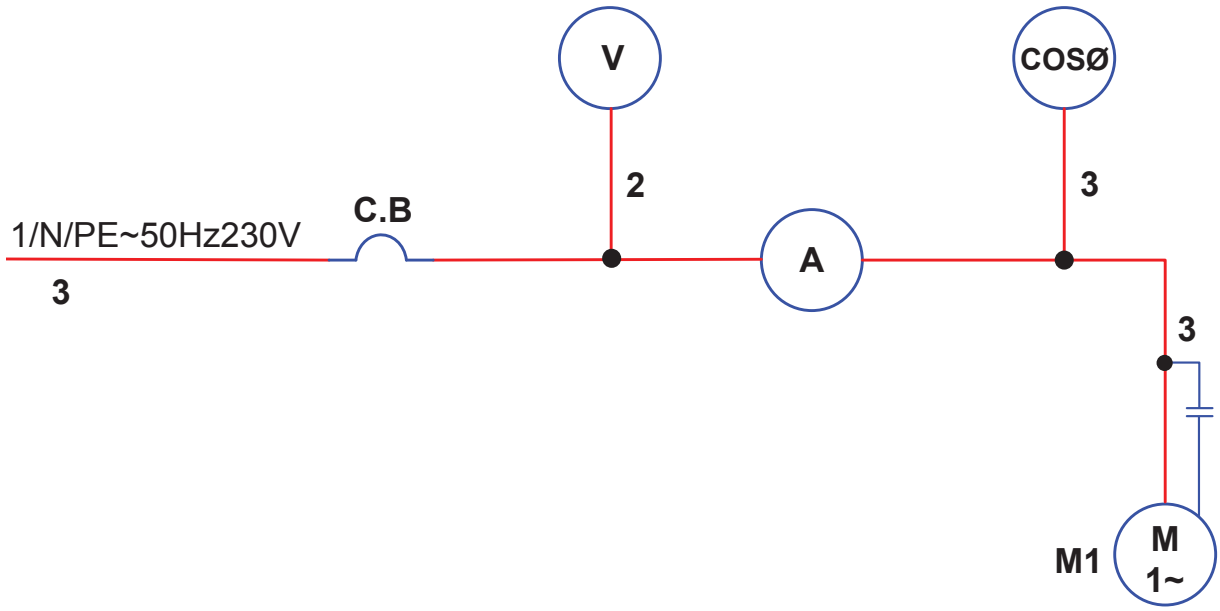
كيف يوصَل جهاز الواطميتر بالدارة الكهربائية؟

إلامَ يرمز الرقم (3) الموجود على السلك في الشكل (1-7/ أ)؟

## المثال (1-4)

### جهاز قياس عامل القدرة (Power Factor) أحادي الطور

يُبيِّن الشكل (1-8/ أ) المخطط الرمزي لطريقة توصيل جهاز عامل القدرة أحادي الطور (cosø) بمحرك أحادي الطور (M1) المتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B). يُستخدَم في الدارة جهازا الفولتميتر (V) والأميتر (A) لقياس فولتية الحمل (M1) وتياره.



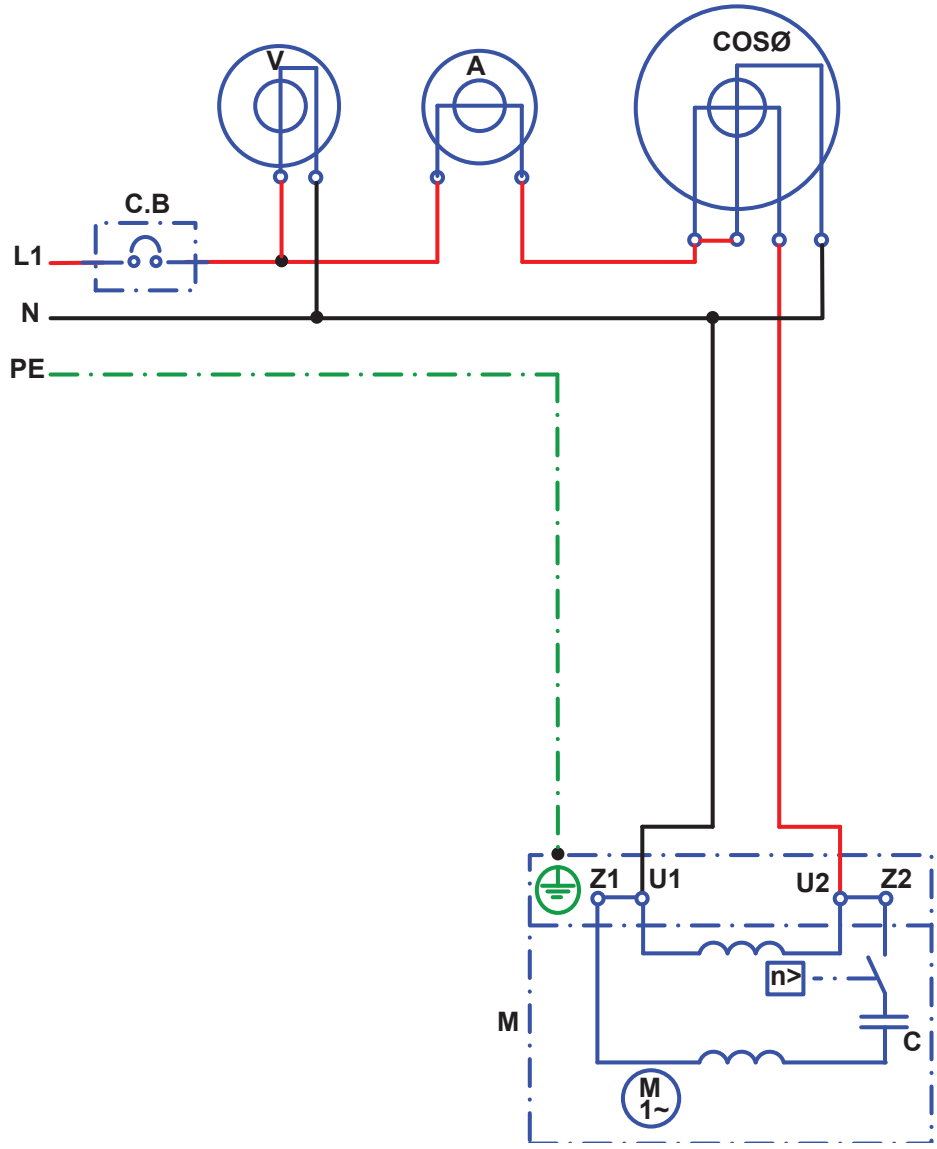

الشكل (1 - 8/ أ): مخطط دارة كهربائية رمزي لقياس عامل القدرة لمحرك أحادي الطور.

**فكِّر**

ما المقصود بعامل القدرة (Power Factor)؟

فيم يُستفاد منه؟ ما قيمته الفضلى؟

يُبيِّن الشكل (1-8/ ب) المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز عامل القدرة أحادي الطور (cosø) بمحرك أحادي الطور ذي مواسع بدء التشغيل (M) المتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B). يُستخدَم في الدارة جهازا الفولتميتر (V) والأميتر (A) لقياس فولتية الحمل (M) وتياره.

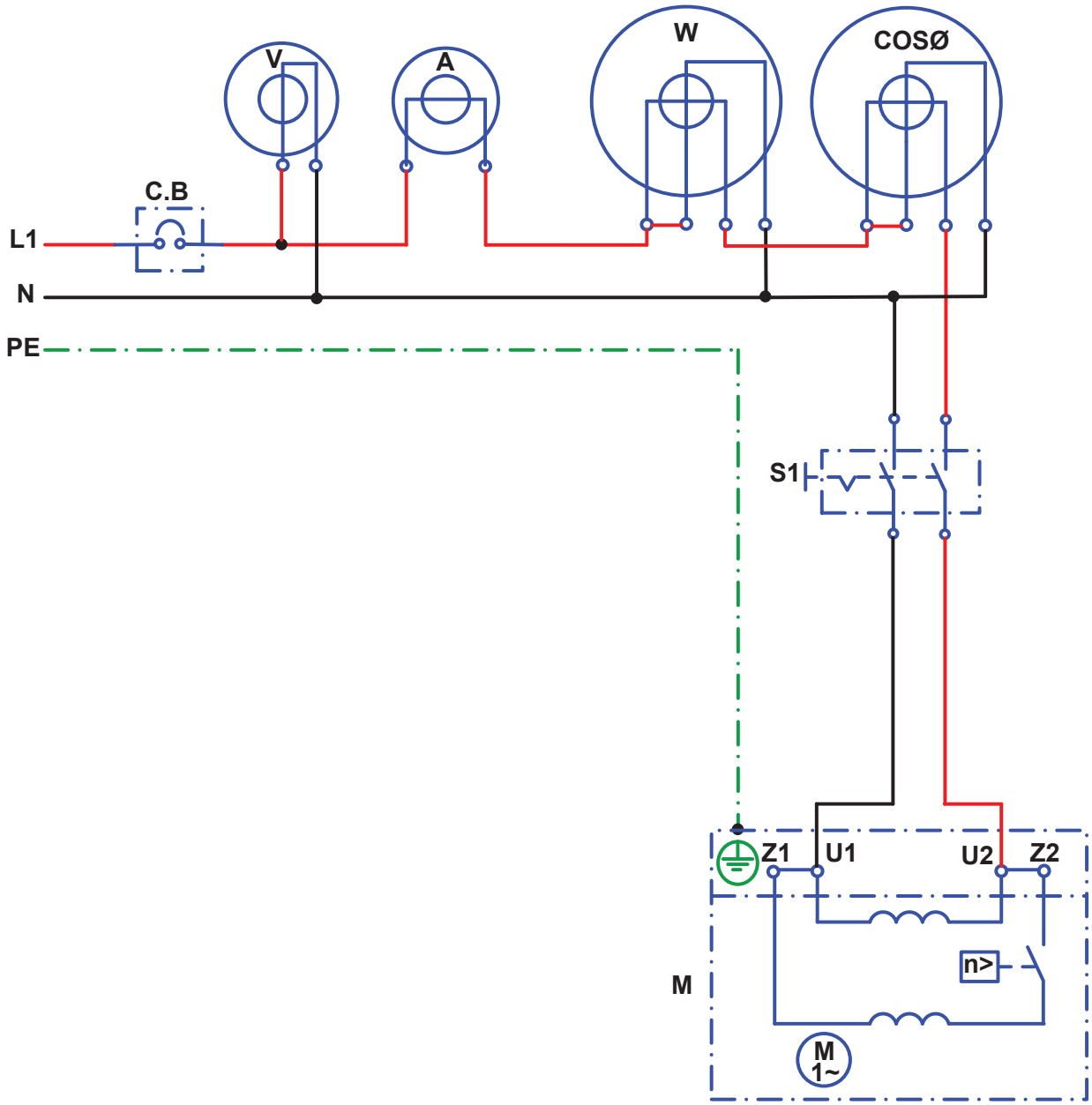



الشكل(1-8/ ب): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس عامل القدرة لمحرك أحادي الطور.

## المثال (1-5)

### جهازا قياس القدرة وعامل القدرة أحادي الطور

يُبيِّن الشكل (1-9) المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهازي قياس عامل القدرة (cosØ) والقدرة (W) أحادي الطور بمحرك أحادي الطور ذي الطور المشطور (M) المتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الفولتميتر (V) والأميتر (A) لقياس فولتية الحمل (M) وتياره.

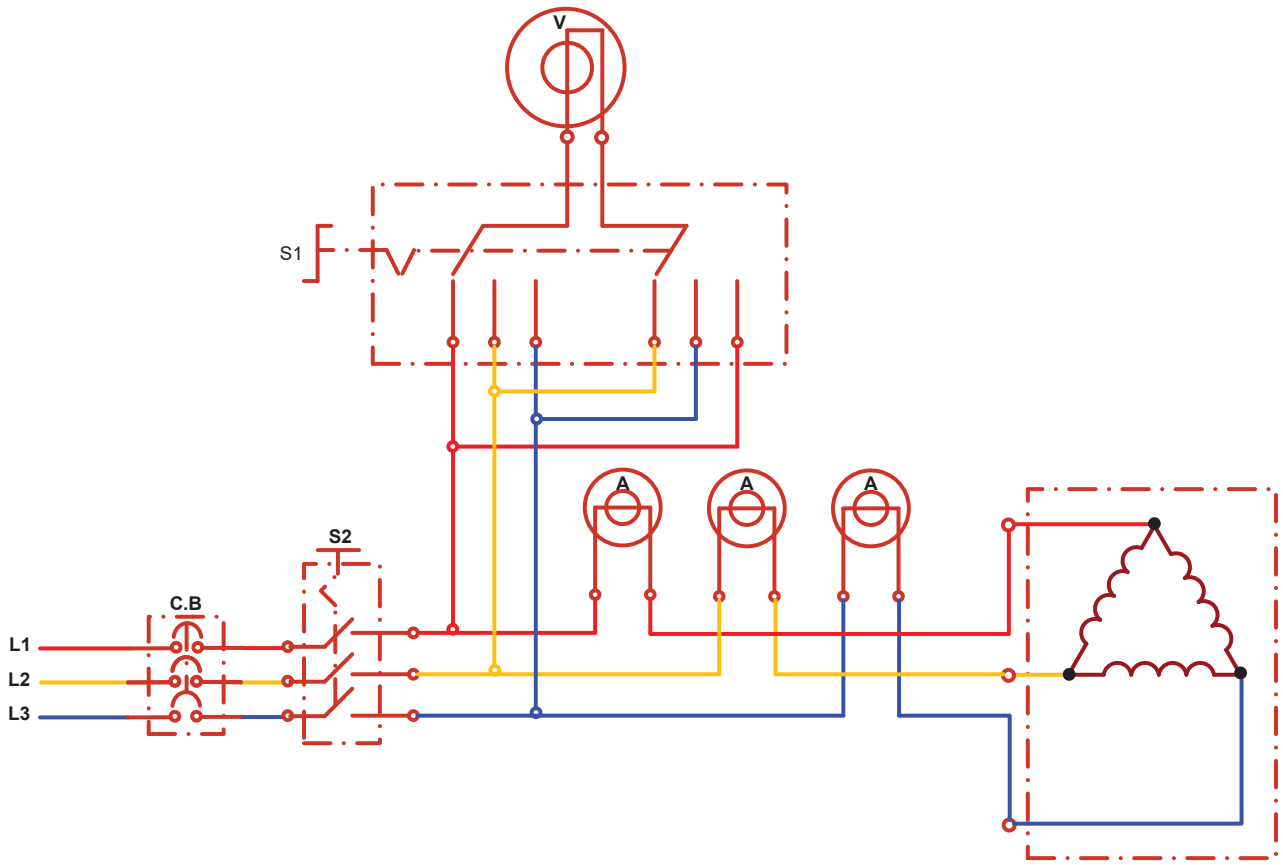



الشكل (1-9): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس القدرة وعامل القدرة لمحرك أحادي الطور.

**المثال (1--6)**

## جهاز قياس الفولتية في دارة حمل ثلاثي الطور

يُبيِّن الشكل (1-10) المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز الفولتميتر بالأطوار الثلاثة لحمل كهربائي موصول على شكل مثلث، وكذلك طريقة توصيل أجهزة قياس التيار لقياس تيار كل خط من خطوط المصدر، علمًا بأن المفتاح (S1) يتحكَّم في توصيل جهاز الفولتميتر بين الأطوار الثلاثة، والمفتاح (S2) يتحكَّم في فصل الدارة ووصلها.




الشكل (1-10): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لطريقة توصيل جهاز الفولتميتر بالأطوار الثلاثة لحمل كهربائي ثلاثي الطور.

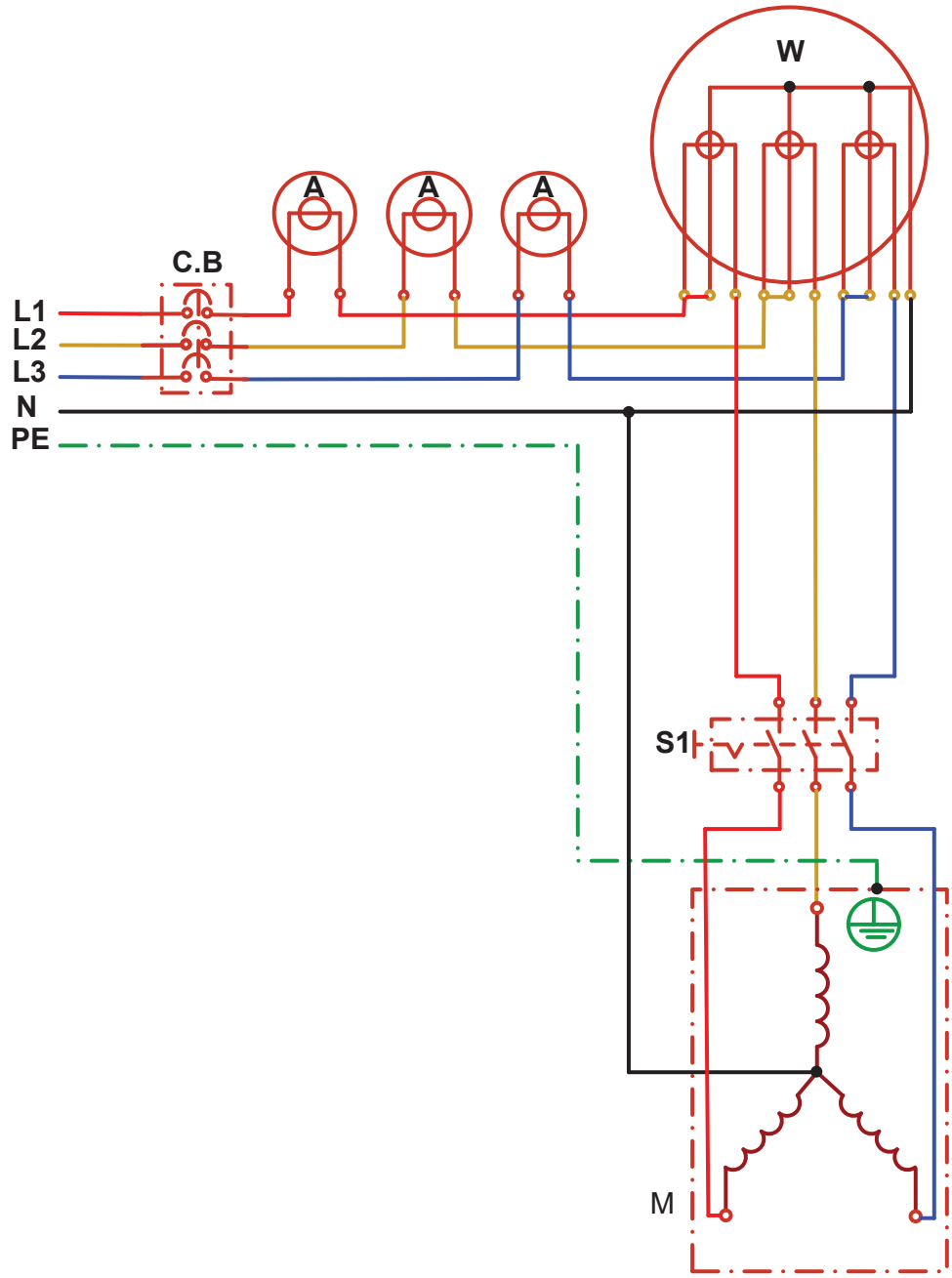


منهاجي
متعة التعليم الهادف

## المثال (1-7)

### جهاز قياس القدرة ثلاثي الطور

يُبيِّن الشكل (1-11) المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس القدرة ثلاثي الطور(W) لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة (M)، ومتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة ثلاثة أجهزة أميتر (A) موصولة على التوالي بخطوط الأطوار الثلاثة لقياس تيار كل خط.

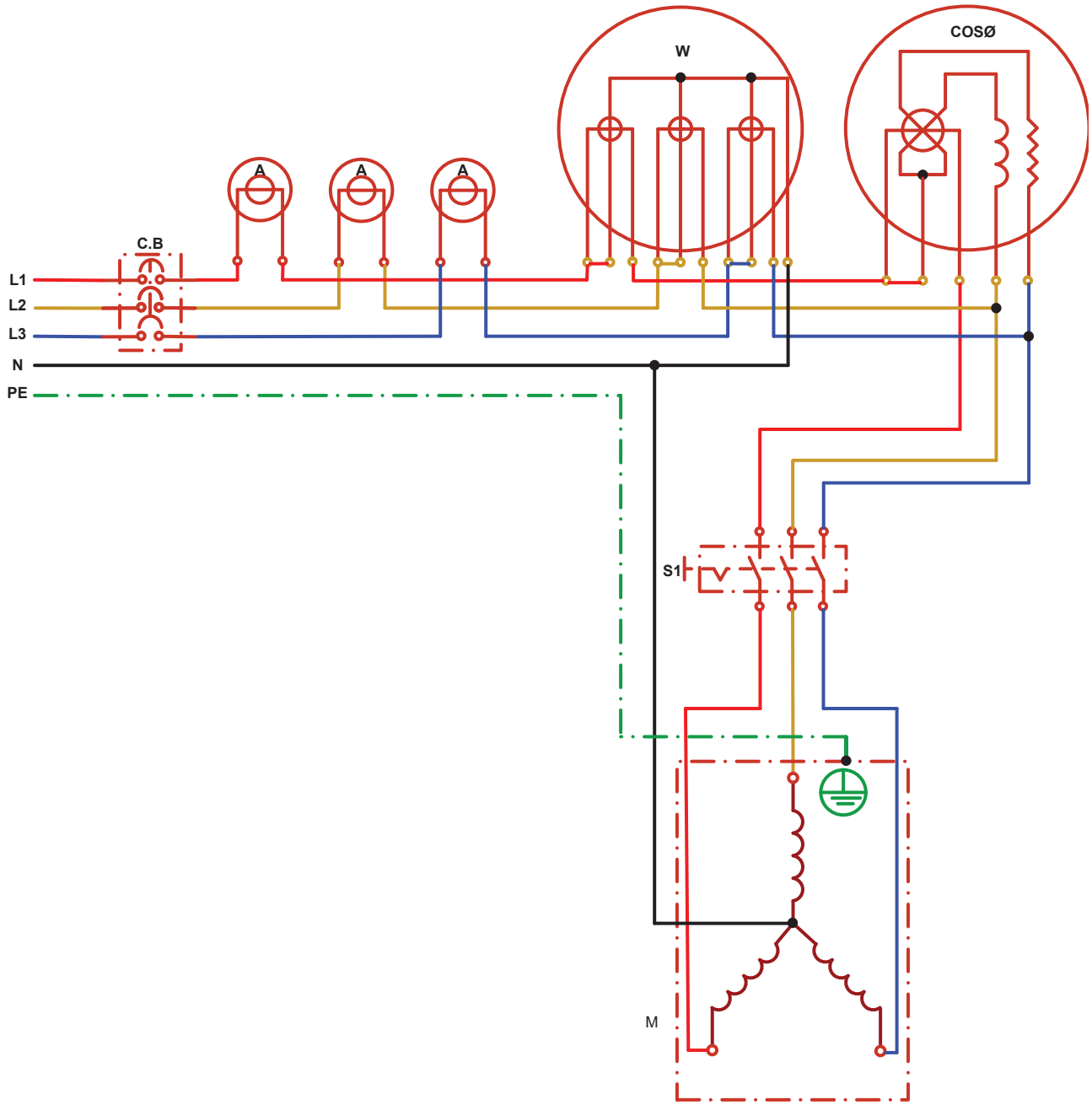



الشكل (1-11): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور.

## المثال (1-8)

### جهاز قياس عامل القدرة والقدرة في دارة حمل ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة

يُبيِّن الشكل (1-12) المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهازا قياس القدرة (W) وعامل القدرة (cosø) ثلاثي الطور لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور (M) موصول على شكل نجمة، ومتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة ثلاثة أجهزة أميتر (A) لقياس تيار كل طور من الأطوار الثلاثة.

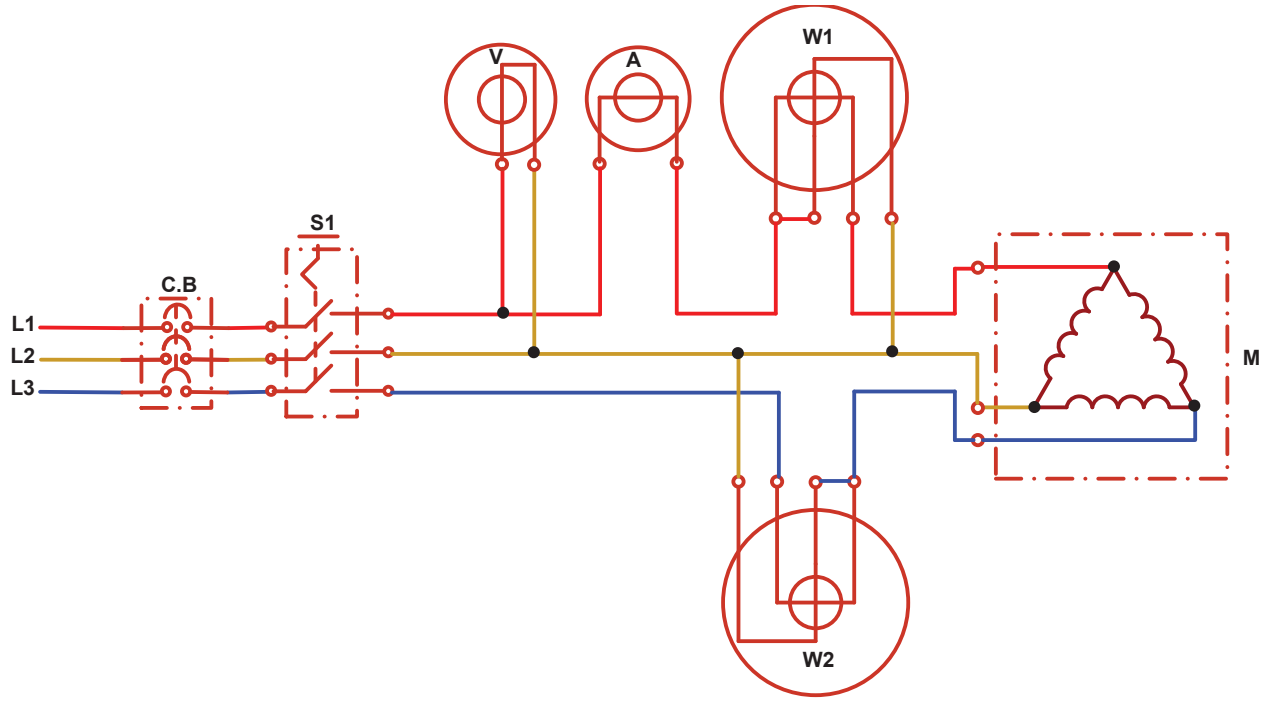



الشكل (1-12): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس القدرة وعامل القدرة لحمل ثلاثي الطور.

**المثال (1-9)**

### استخدام جهازي واطميتر لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور موصول على شكل مثلث

يُبيِّن الشكل (1-13) مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور (M) موصول على شكل مثلث باستعمال جهازي واطميتر (W1) و(W2) متصلين بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الأميتر (A) والفولتميتر (V) لقياس تيار الخط وفولتيته.

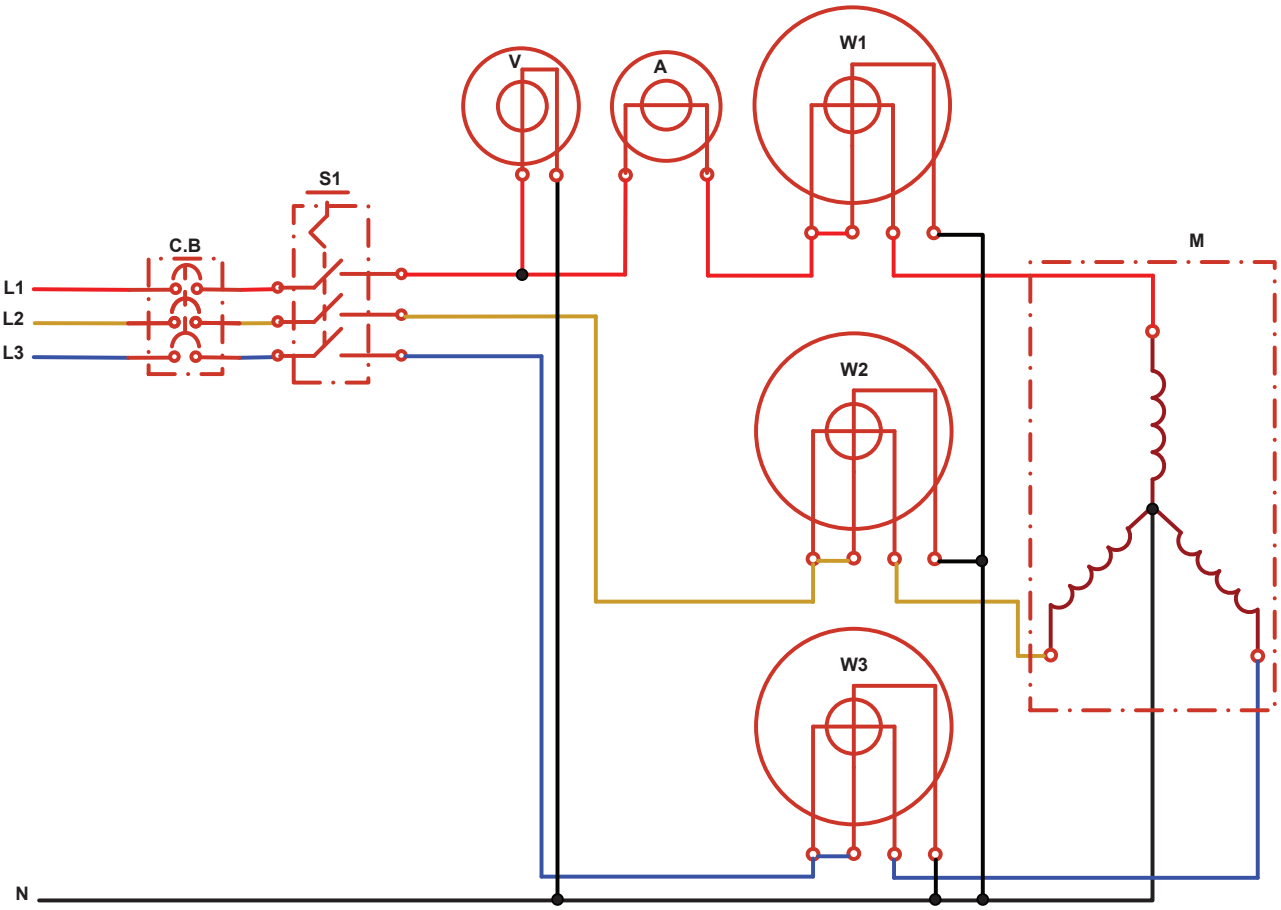



الشكل (1-13): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور باستخدام جهازي واطميتر.

## المثال (1-10)

### استخدام ثلاثة أجهزة واطميتر لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة

يُبيِّن الشكل (1-14) مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور (M) موصول على شكل نجمة باستعمال ثلاثة أجهزة واطميتر أحادية الطور (W1) و(W2) و(W3) متصلة بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الأميتر (A) والفولتميتر (V) لقياس تيار الطور وفولتيته.



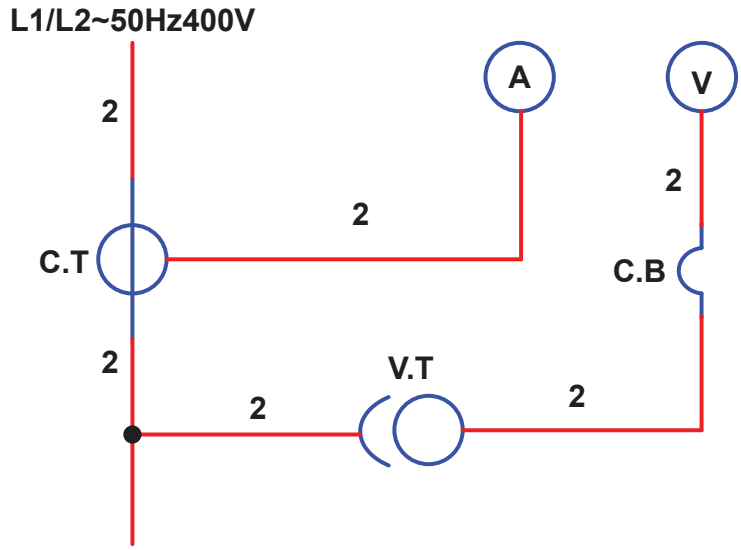

الشكل (1-14): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور باستخدام ثلاثة أجهزة واطميتر.

## المثال (1-11)

### استخدام مُحوِّلات التيار والفولتية في دارة أجهزة قياس التيار والفولتية

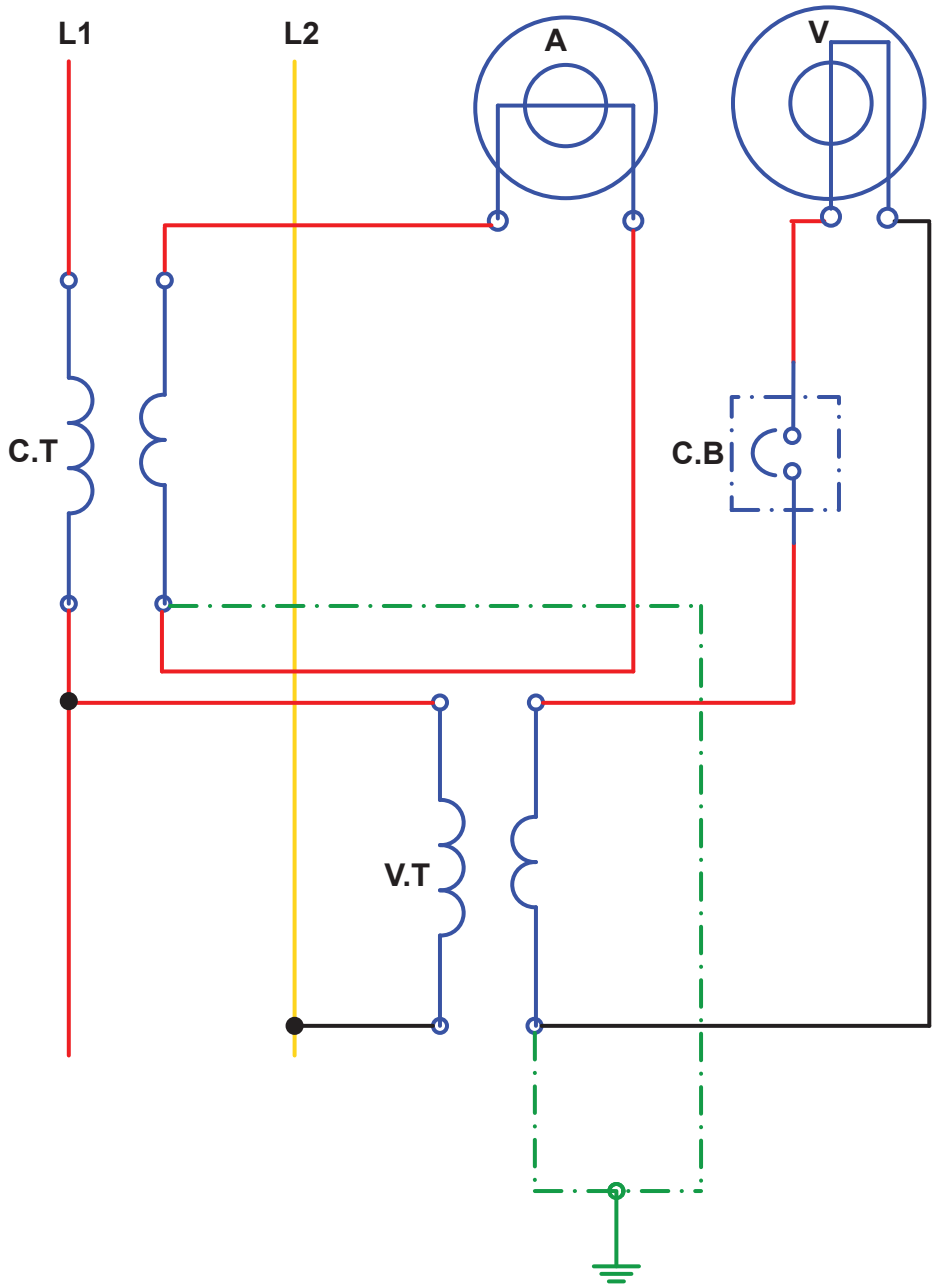
يُبيِّن الشكل (1-15/ أ) مخطط دارة كهربائية رمزي لطريقة توصيل جهاز الأميتر (A) عن طريق مُحوِّل التيار(C.T) الموصول على التوالي بالخط (L1)، وتوصيل جهاز الفولتميتر (V) بمُحوِّل الفولتية (V.T) الموصول على التوازي بالمصدر الكهربائي بين (L1) و (L2) عن طريق قاطع الحماية (C.B).

تُستخدَم مُحوِّلات التيار والفولتية لتخفيض قيم تيار الخط وفولتيته العالية، وقياسها باستعمال جهازي الأميتر والفولتميتر.



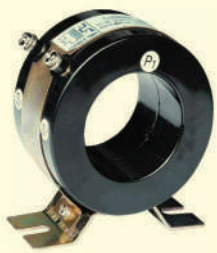

الشكل (1-15/ أ): مخطط دارة كهربائية رمزي لقياس التيار والفولتية باستخدام مُحوِّلات التيار والفولتية.

يُبيِّن الشكل (1-15/ ب) مخطط دارة كهربائية تفصيلي لطريقة توصيل جهاز الأميتر (A) عن طريق مُحوِّل التيار (C.T) الموصول على التوالي بالخط (L1)، وتوصيل جهاز الفولتميتر (V) بمُحوِّل الفولتية (V.T) الموصول على التوازي بالمصدر الكهربائي بين (L1) و (L2) عن طريق قاطع الحماية (C.B).




الشكل (1-15/ ب): مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس التيار والفولتية باستخدام مُحوِّلات التيار والفولتية.

**فكّر**



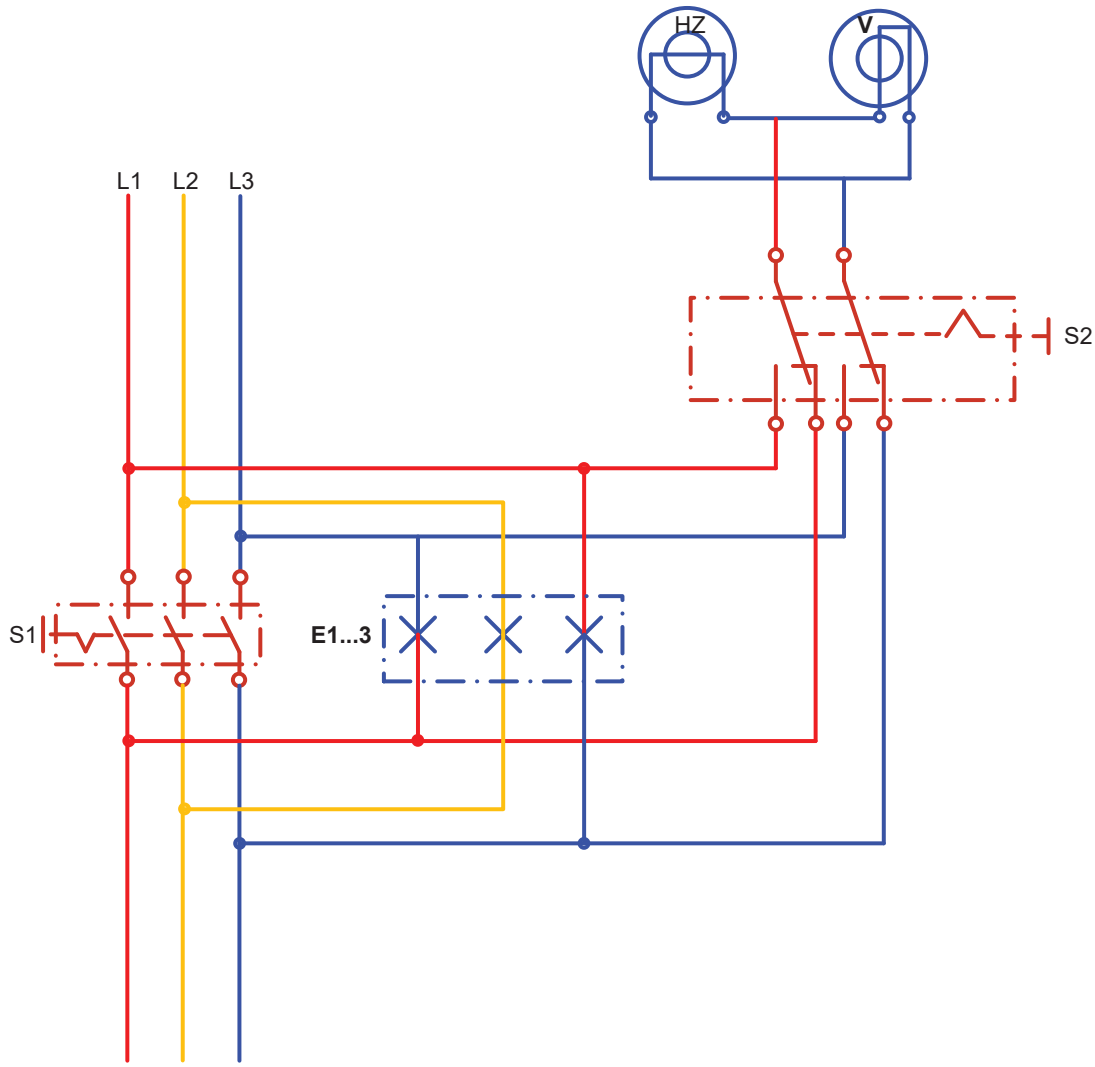
ما وظيفة مُحوِّل التيار (Current Transformer)؟

وما وظيفة مُحوِّل الفولتية (Voltage Transformer)؟

**المثال (1-12)**

## جهاز قياس التردد

يُبيِّن الشكل (1-16) المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز قياس التردد في دارة توافق لمُولِّدين على التوازي؛ للتحقُّق من تردد كل مُولِّد عن طريق المفتاح (S2). أمّا جهاز الفولتميتر فيُستخدَم للتحقُّق من فولتية المُولِّدين، في حين يُستخدَم المفتاح (S1) للربط بين المُولِّدين، علمًا بأن دارة التوافق تعمل تبعًا لحالة المصابيح (مضيئة، معتمة).




الشكل (1-16): مخطط تفصيلي لطريقة توصيل جهاز قياس التردد في دارة توافق لمُولِّدين على التوازي.

مُستعملًا أحد برامج الرسم باستخدام الحاسوب، مثل: (Visio)، و(Work Bench)، و(Multi Sim)، ارسم بعض المخططات الكهربائية كما في الشكل (1-13)، والشكل (1-12)، ثم اعرضها على معلِّمك.

القياس والتقويم

# تمارين على توصيل أجهزة القياس الكهربائية

## التمرين (1-1)

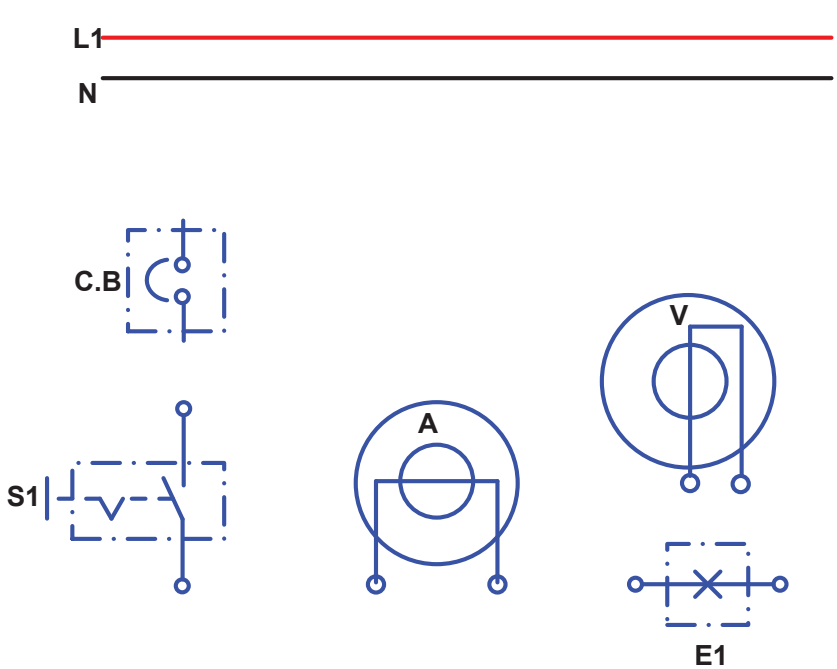
يُبيِّن الشكل (1-17/ أ) المخطط الرمزي لطريقة توصيل جهازي الأميتر (A) والفولتميتر (V) بالمصباح (E1) عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1)، في حين يُبيِّن الشكل (1-17/ ب) عناصر المخطط التفصيلي لهذه الطريقة.

**المطلوب**

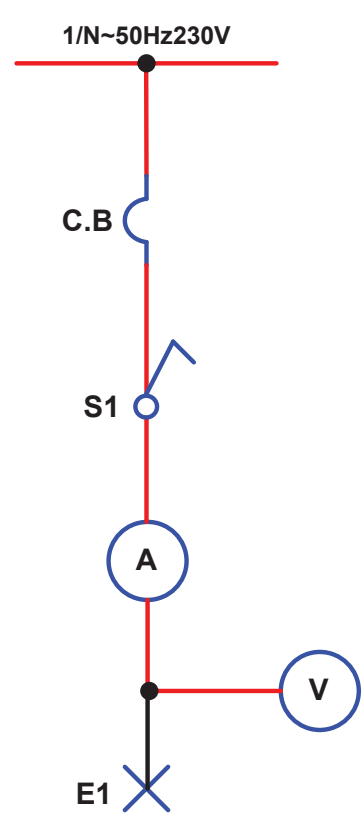
1 - بيِّن عدد الخطوط على المخطط الرمزي.

2 - صل عناصر المخطط التفصيلي بناءً على المخطط الرمزي للدارة.

3 - ارسم مخطط مسار التيار لهذه الدارة.




الشكل (1-17/ ب)



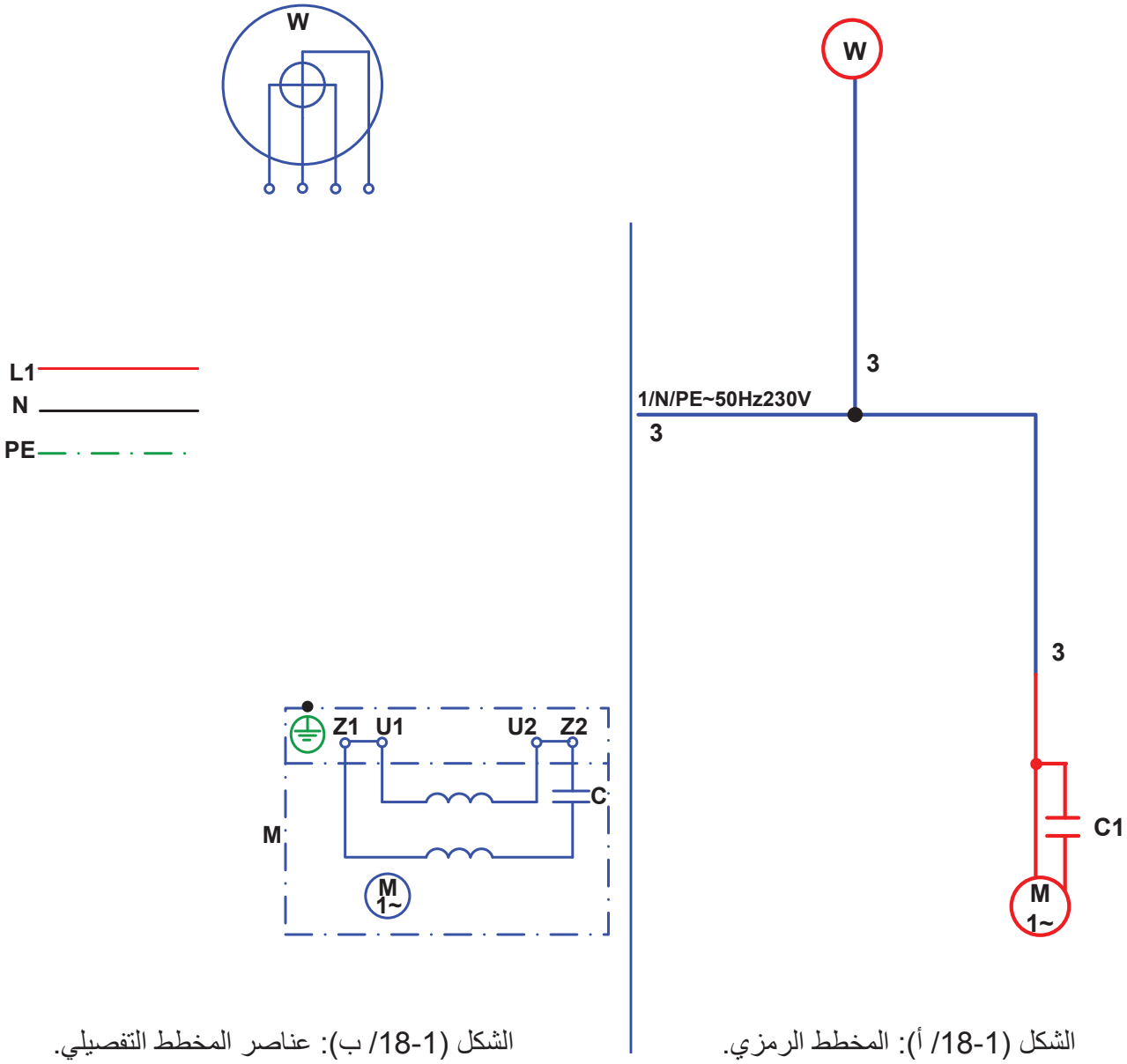

الشكل (1-17/ أ).

## التمرين (1-2)

يُبيِّن الشكل (1-18/ أ) المخطط الرمزي، والشكل (1-18/ ب) يُبين عناصر المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز قياس القدرة أحادي الطور (W) بمحرك أحادي الطور ذي مواسع دائم (M).

**المطلوب**

صل عناصر المخطط التفصيلي بناءً على المخطط الرمزي للدارة.




الشكل (1-18/ أ): المخطط الرمزي.

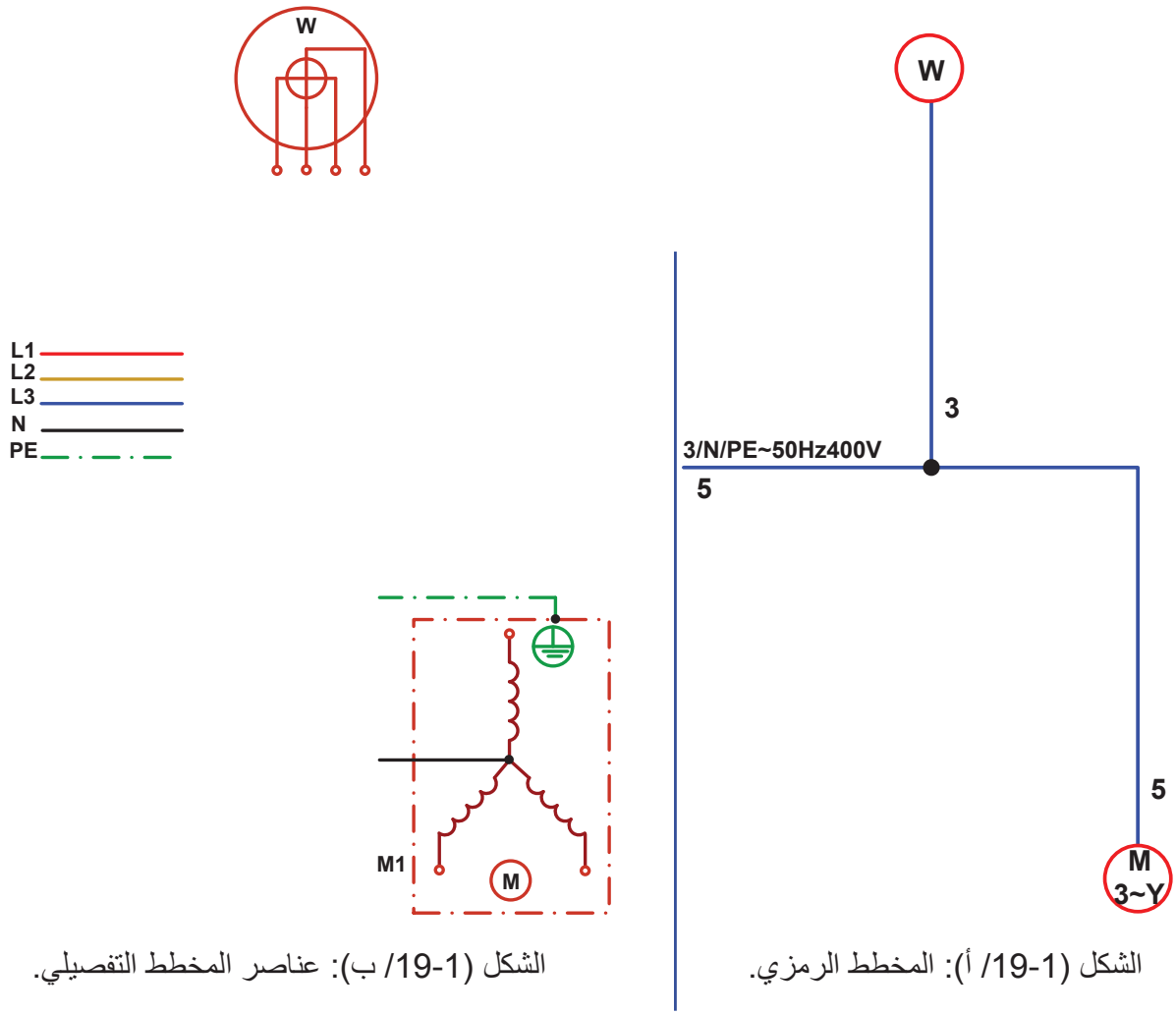
الشكل (1-18/ ب): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-3)

يُبيِّن الشكل (1-19/ أ) المخطط الرمزي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهاز قياس القدرة أحادي الطور (W) لقياس قدرة حمل متزن/ محرك ثلاثي الطور (M) موصول على شكل نجمة، ومتصل بالمصدر الكهربائي، في حين يُبيِّن الشكل (1-19/ ب) عناصر المخطط التفصيلي لهذه الدارة.

**المطلوب**

صل عناصر المخطط التفصيلي بناءً على المخطط الرمزي للدارة.




الشكل (1-19/ أ): المخطط الرمزي.



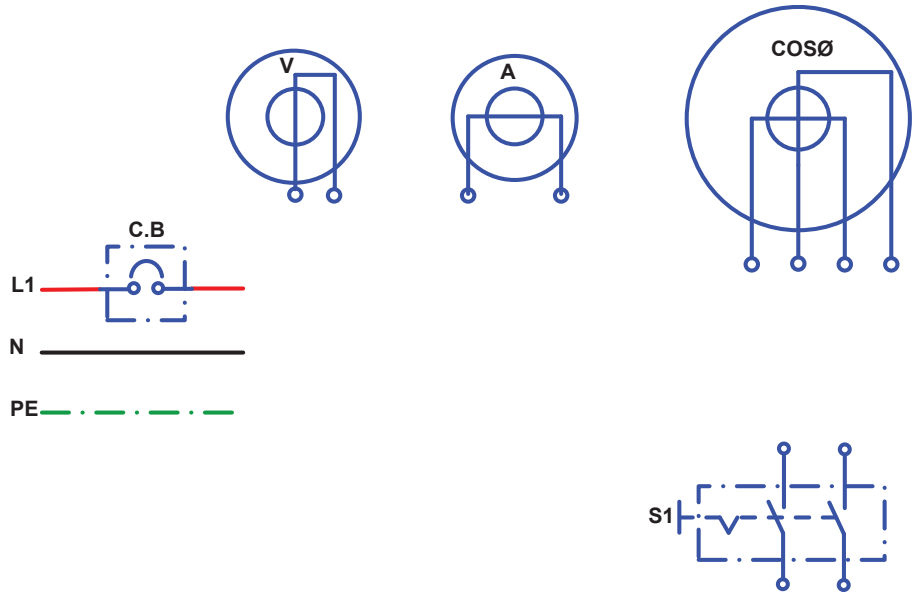

الشكل (1-19/ ب): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-4)

يُبيِّن الشكل (1-20) عناصر مخطط دارة كهربائية تفصيلي لطريقة توصيل جهاز قياس عامل القدرة (cosø) أحادي الطور بمحرك أحادي الطور ذي مواسع دائم (M)، ومتصل بالمصدر الكهربائي أحادي الطور عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الفولتميتر(V) والأميتر (A) لقياس فولتية المحرك (M) وتياره.

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.



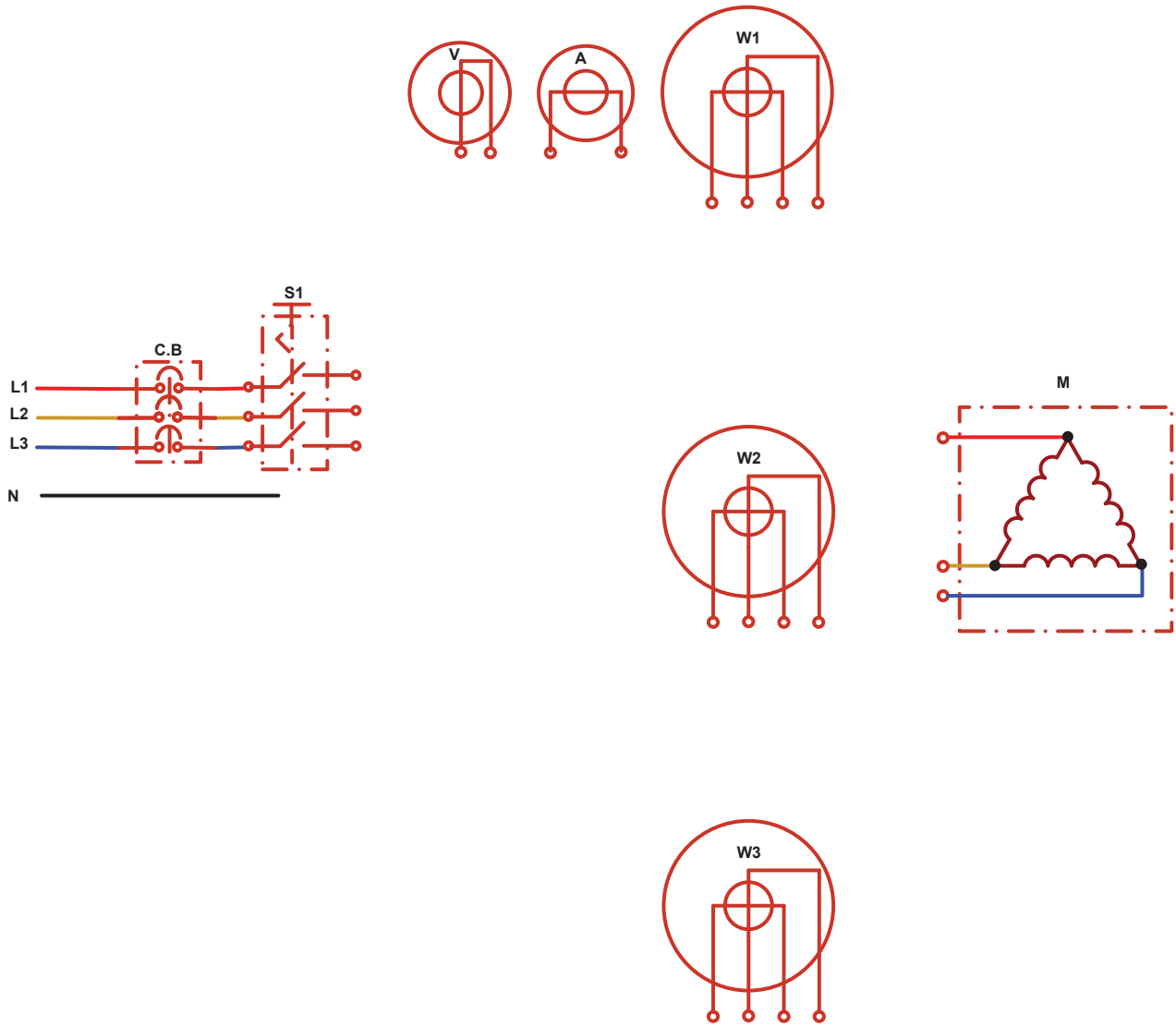

الشكل (1-20):: عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-5)

يُبيِّن الشكل (1-21) عناصر مخطط دارة كهربائية تفصيلي لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور (M) موصول على شكل مثلث باستعمال ثلاثة أجهزة واطميتر أحادية الطور (W1) و(W2) و(W3) متصلة بالمصدر الكهربائي ثلاثي الطور عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الأميتر (A) لقياس تيار الخط، والفولتميتر (V) لقياس فولتية الطور.

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.



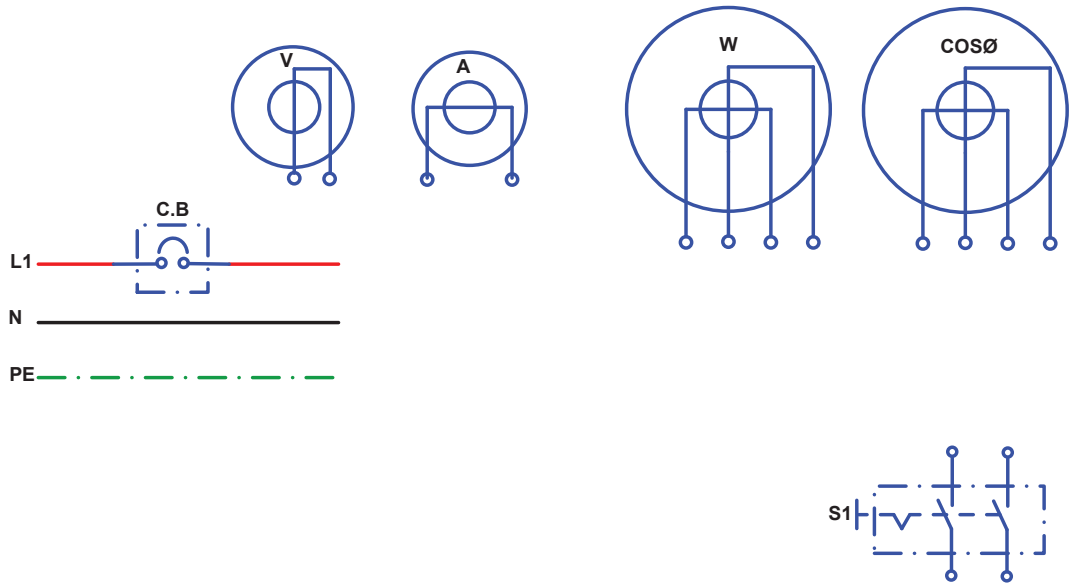

الشكل (1-21): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-6)

يُبيِّن الشكل (1-22) عناصر مخطط دارة كهربائية تفصيلي لطريقة توصيل جهازي قياس عامل القدرة (cosø) والقدرة (W) أحادي الطور بمحرك أحادي الطور ذي مواسعين (M) ومتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة جهازا الفولتميتر (V) والأميتر (A) لقياس فولتية الحمل (M) وتياره.

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.



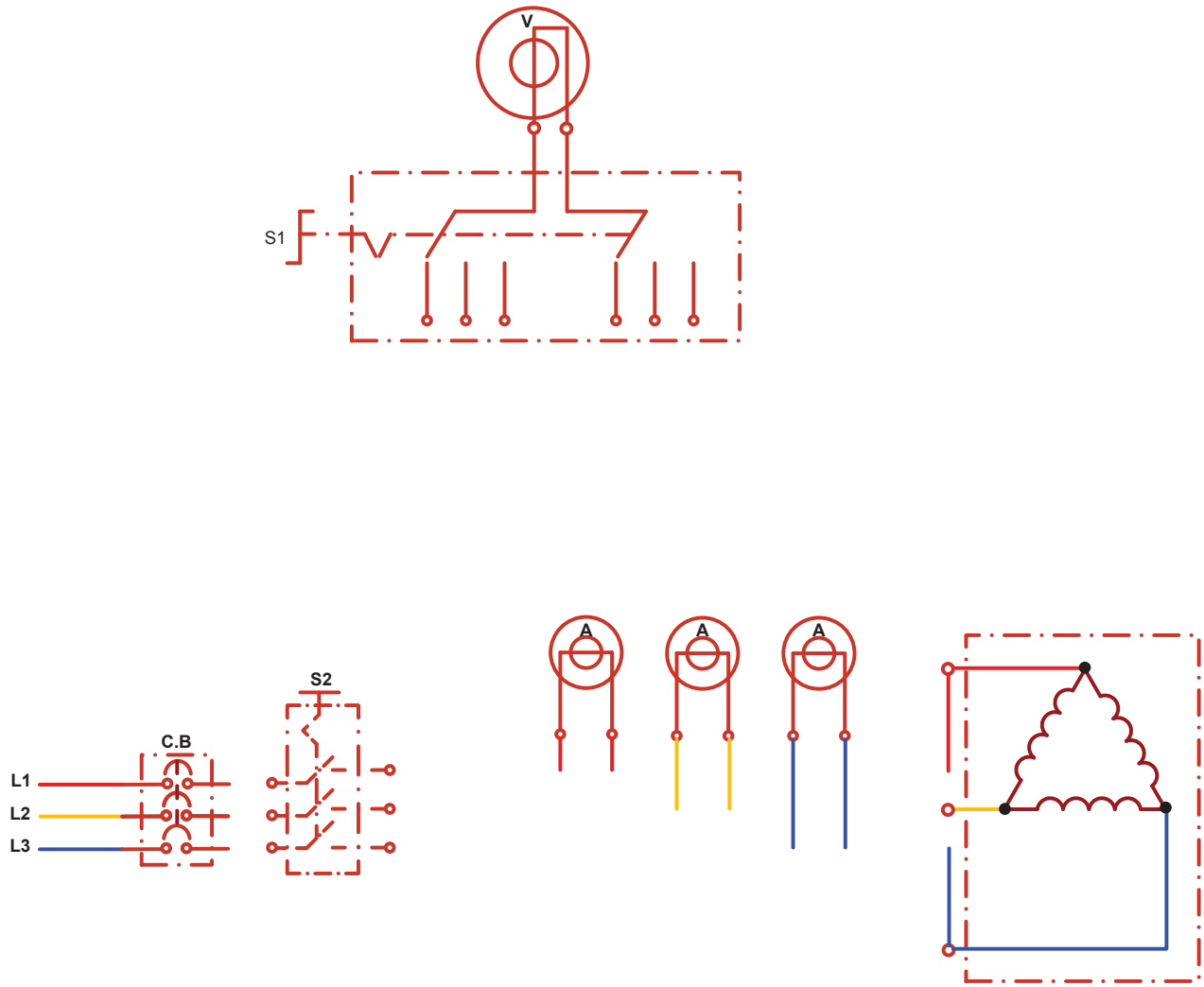

الشكل (1-22): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-7)

يُبيِّن الشكل (1-23) عناصر المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز الفولتميتر بالأطوار (A) الثلاثة لحمل كهربائي موصول على شكل مثلث، وكذلك طريقة توصيل أجهزة قياس التيار لقياس تيار كل خط من خطوط المصدر، علمًا بأن المفتاح (S1) يتحكَّم في توصيل جهاز الفولتميتر بين الأطوار الثلاثة، والمفتاح (S2) يتحكَّم في فصل الدارة ووصلها.

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.



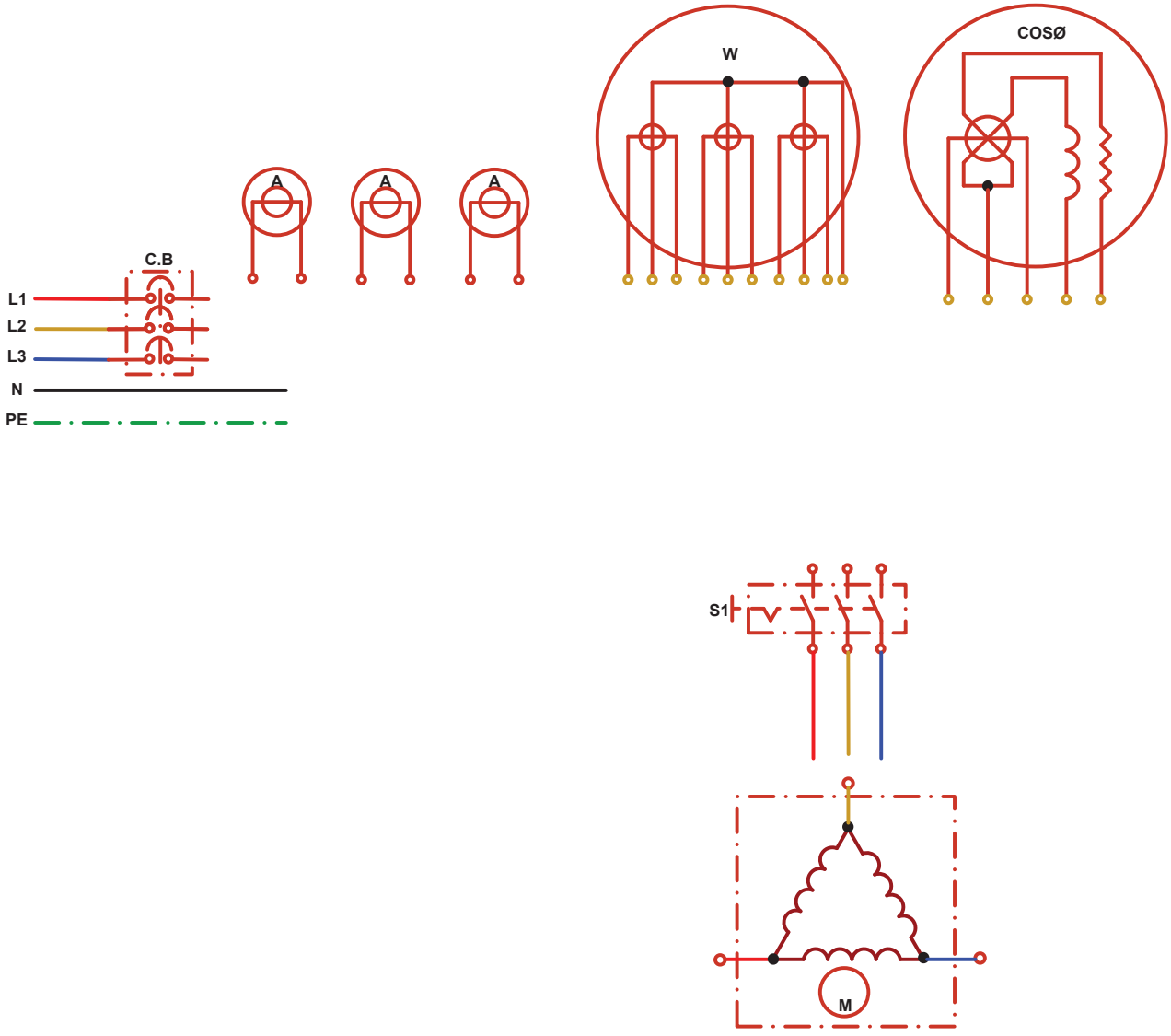

الشكل (1-23): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-8)

يُبيِّن الشكل (1-24) عناصر المخطط التفصيلي لدارة كهربائية يُستخدَم فيها جهازا قياس القدرة (W) وعامل القدرة (cosø) ثلاثي الطور لقياس قدرة حمل ثلاثي الطور (M) موصول على شكل مثلث، ومتصل بالمصدر الكهربائي عن طريق قاطع الحماية (C.B) ومفتاح التشغيل (S1). يُستخدَم في الدارة ثلاثة أجهزة أميتر (A) لقياس تيار كل طور من الأطوار الثلاثة.

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.




الشكل (1-24): عناصر المخطط التفصيلي.

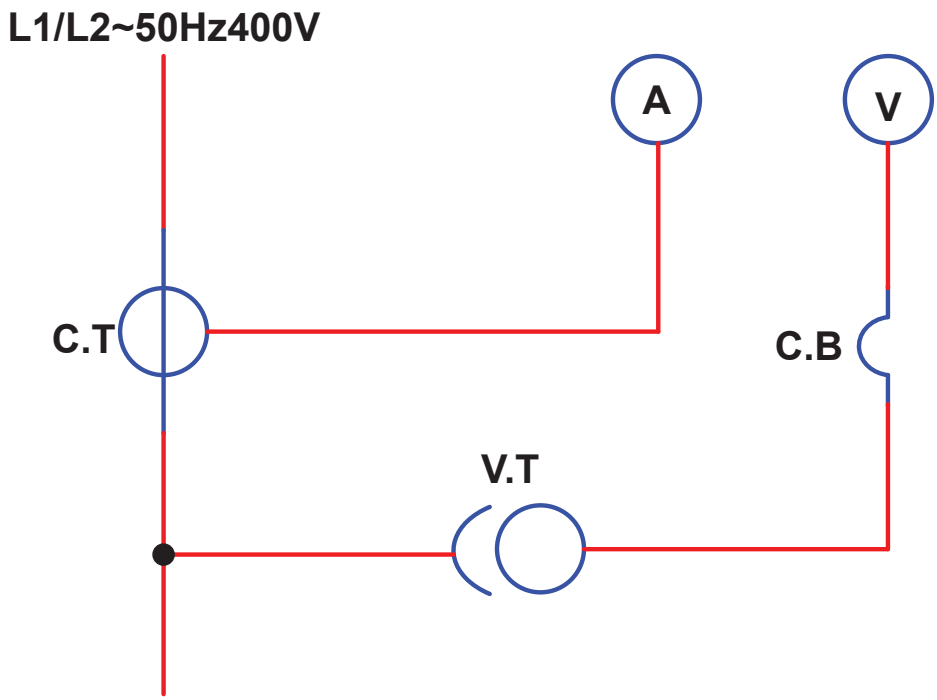
## التمرين (1-9)

يُبيِّن الشكل (1-25/ أ) المخطط الرمزي، والشكل (1-25/ ب) عناصر المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز الأميتر (A) عن طريق مُحوِّل التيار (C.T) الموصول على التوالي بالخط (L1)، وتوصيل جهاز فولتميتر (V) بمُحوِّل الفولتية (V.T) الموصول على التوازي بالمصدر الكهربائي بين (L1) و(L2) عن طريق قاطع الحماية (C.B).

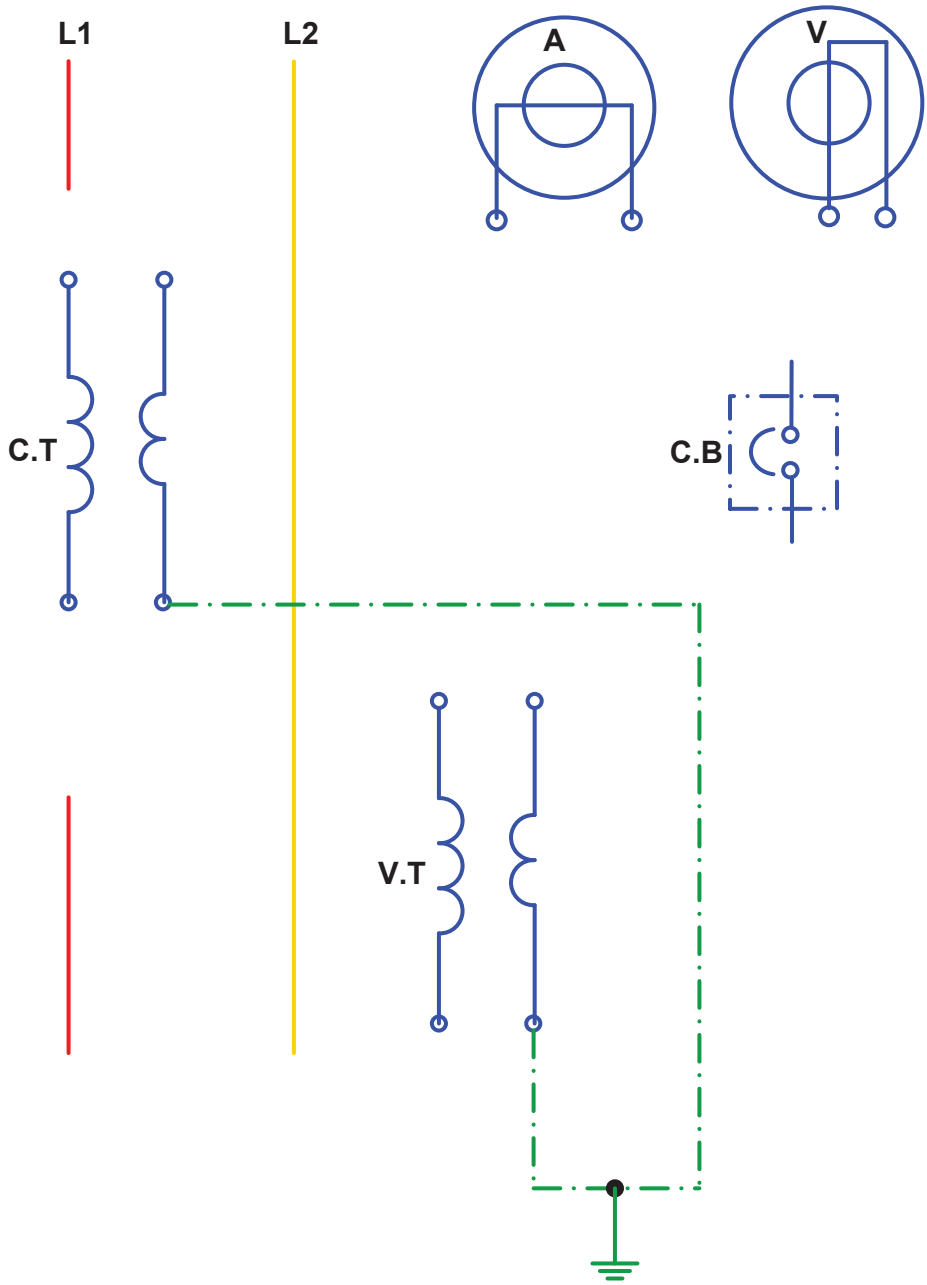
**المطلوب**

1 - ارسم المخطط الرمزي، مُبيِّنًا عدد الخطوط عليه.

2 - صل عناصر المخطط التفصيلي بناءً على المخطط الرمزي للدارة.




الشكل (1-25/ أ): المخطط الرمزي.



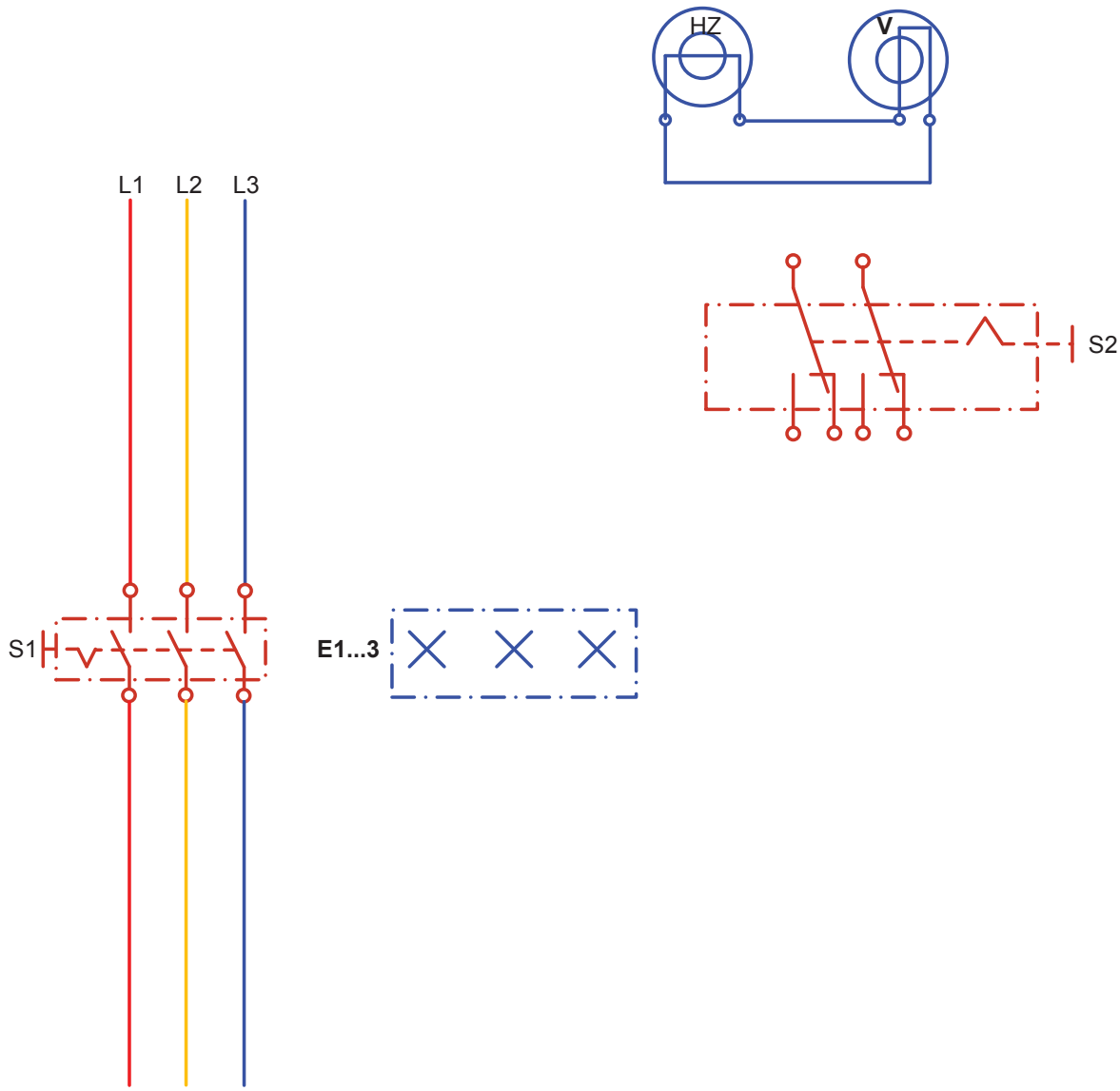

الشكل (1-25/ ب): عناصر المخطط التفصيلي.

## التمرين (1-10)

يُبيِّن الشكل (1-26) عناصر المخطط التفصيلي لطريقة توصيل جهاز قياس التردد في دارة توافق لمُولِّدين على التوازي؛ للتحقُّق من تردد كل مُولِّد عن طريق المفتاح (S2). أمّا جهاز الفولتميتر فيُستخدَم للتحقُّق من فولتية المُولِّدين، في حين يُستخدَم المفتاح (S1) للربط بين المُولِّدين، علمًا بأن دارة التوافق تعمل تبعًا لحالة المصابيح (مضيئة، معتمة).

**المطلوب**

صل عناصر هذا المخطط بالطريقة الصحيحة.




الشكل (1-26): عناصر المخطط التفصيلي.

# الوحدة الثانية

## التمديدات الكهربائية

- هل يمكن تنفيذ التمديدات الكهربائية من دون مخططات؟
- ما أنواع مخططات التمديدات الكهربائية؟
- ما أهمية استخدام المخططات الكهربائية في تنفيذ التمديدات الكهربائية؟

يُقصَد بالتمديدات الكهربائية جميع الأجهزة والمعدات والأسلاك والأنابيب ولوحات التوزيع والمجاري والصناديق ذات العلاقة بها، التي تُركَّب أو تُثبَّت على نحوٍ دائم أو مؤقت (ظاهرة، أو مخفية) في مرفق ما، وصولًا إلى استخدام الطاقة بصورة صحيحة، والتوصيل الآمن للمعدات الذي يُوفِّر الحماية والأمان لعمّال التركيب، والإصلاح، والصيانة.

توجد أنواع عديدة من التمديدات، منها: تمديدات المنازل، تمديدات المباني الصناعية والتجارية والمدارس والفنادق والمستشفيات، وسيقتصر الحديث في هذه الوحدة عن التمديدات الكهربائية المنزلية.

تُصنَّف التمديدات الكهربائية المنزلية إلى أنواع (أنظمة) كثيرة، منها: الإنارة، والقدرة، والجهد المنخفض، وإنارة الطوارئ، ودارات التلفاز المغلقة.

1 - **تمديدات الإنارة (Lighting Installations):** تمديدات خاصة بإيصال الطاقة الكهربائية لأغراض الإنارة في المرافق والمباني المختلفة.

2 - **تمديدات دارات القدرة:** تمديدات خاصة بالمقابس، وإيصال الطاقة الكهربائية إلى الأجهزة الكهربائية، مثل: المكيف، والتلفاز، والثلاجة، والغسالة.

3 - **تمديدات دارات الجهد المنخفض:** تمديدات خاصة بمقابس الهاتف، واللاقط، والستلايت، والتلفاز، والإنترنت، ودارات الإنتركم، وإنذار الحريق، والإنذار من السرقة.

تعرض هذه الوحدة لرموز التمديدات الكهربائية وعناصرها، وكذلك قراءة مخططات التمديدات الكهربائية ورسمها.

**يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:**

- يُفسِّر رموز مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية.
- يُميِّز مصطلحات مخططات التمديدات الكهربائية المنزلية.
- يقرأ مخططات إنارة رمزية وتنفيذية (تفصيلية) باستعمال مفتاح تبادلي لإضاءة مصباح فلوري، ويرسمها.
- يقرأ مخططات إنارة رمزية وتنفيذية (تفصيلية) باستعمال مفتاح مُصلَّب لإضاءة مصباحين على التوازي، ويرسمها.
- يقرأ مخططات إنارة رمزية وتنفيذية (تفصيلية) من مكانين باستعمال مرحل زمني وضواغط.
- يقرأ مخطط إنارة رمزيًّا لمنزل.
- يقرأ مخطط مقابس قدرة (مقابس) رمزيًّا لمنزل.
- يقرأ مخططات فولتيات منخفضة (ستالايت، هاتف، تلفاز، إنتركم، حاسوب) لمنزل.
- يقرأ مخطط إنارة لمنزل مُكوَّن من عِدَّة غرف، وحمّامات، وصالة استقبال، وغرفة معيشة، ومطبخ، ومدخل للمنزل، وبرندة، وتراس، ودرج.
- يقرأ مخطط مقابس لمنزل مُكوَّن من عِدَّة غرف، وحمّامات، وصالة استقبال، وغرفة معيشة، ومطبخ، ومدخل للمنزل، وبرندة، وتراس، ودرج.
- يقرأ مخطط دارة التأريض لمنزل.
- يُفسِّر رموز مخططات التمديدات الصناعية.
- يُميِّز مصطلحات مخططات التمديدات الصناعية.
- يقرأ مخططات إنارة لورشة، أو مشغل صغير.
- يقرأ مخططات مقابس لورشة، أو مشغل صغير.

# الوحدة الثانية: التمديدات الكهربائية

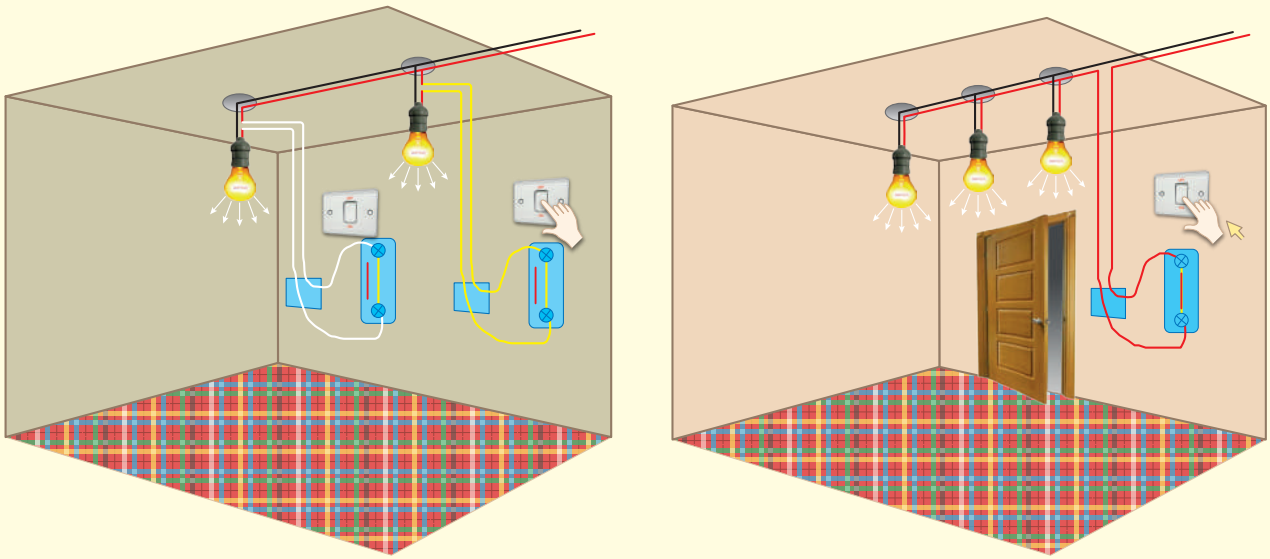
## المحاور الفرعية

أولًا: عناصر التمديدات الكهربائية ورموزها.

ثانيًا: مخططات التمديدات الكهربائية.

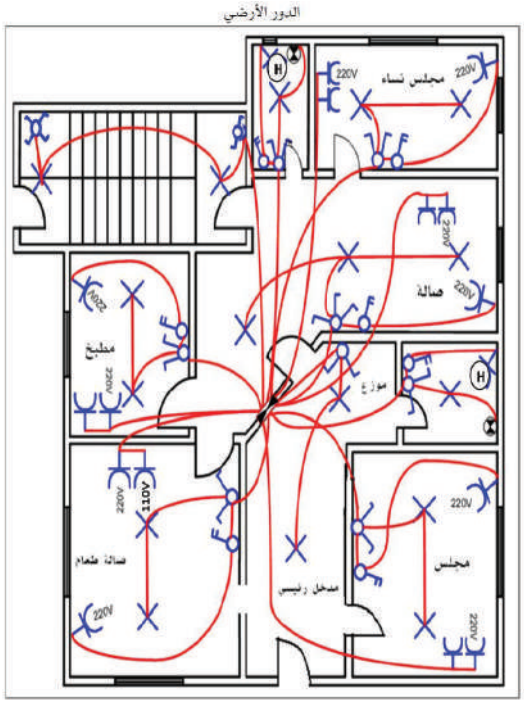
## انظر وتساءل

هل يُمكِن رسم دارات الإنارة في المنازل بأشكالها الحقيقية في مخططات التمديدات الكهربائية كما في الشكل الآتي؟



## استكشف

أحضر أنت وزملاؤك عددًا من المخططات الكهربائية المستخدمة في بناء المنازل والعقارات؛ لاستكشاف الرموز المستخدمة في عملية رسم هذه المخططات.



## أولاً: عناصر التمديدات الكهربائية ورموزها

يمكن التعبير عن التجهيزات والعناصر المستخدمة في التمديدات الكهربائية بوساطة الرسوم والمخططات، وما فيها من رموز يمكن الرجوع إليها بسهولة، وتُرفَق غالبًا بالمخططات. يُبيِّن الجدول (1) بعض رموز عناصر وحدات التمديدات الكهربائية الشائعة الاستعمال، ورموز العناصر المستعملة في هذه الوحدة، ودلالة كل منها.

نظرًا إلى وجود كثير من التفاصيل الخاصة بالأجهزة والمعدات، وتطوراتها المتسارعة؛ فإنه يمكن للمهندس المُصمِّم اعتماد رموز خاصة لبعض هذه العناصر؛ شرط وضع هذه الرموز ومسمياتها في جدول الرموز، أو على مخطط هذه الرموز.

الجدول (2-1): أسماء عناصر وحدات التمديدات الكهربائية، ورموزها.

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 1 | مفتاح إنارة مفرد. | |
| 2 | مفتاح إنارة مزدوج. | |
| 3 | مفتاح إنارة ثلاثي. | |
| 4 | مفتاح إنارة رباعي. | |
| 5 | مفتاح دركسيون. | |
| 6 | مفتاح متصالب (مُصلَّب). | |
| 7 | ضاغط مع مصباح إشارة. | |
| 8 | وحدة إنارة فوق السور (فانوس). | |
| 9 | وحدة إنارة مخفية في الجدار. | |

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 10 | وحدة إنارة ضد الماء مثبتة على الجدار. | |
| 11 | هاتف إنتركم. | |
| 12 | خط أرضي. | |
| 13 | وحدة إنارة عادية متدلية (سقفية). | |
| 14 | وحدة إنارة عادية مثبتة على الجدار. | |
| 15 | وحدة إنارة جلوب سقفية ضد الماء. | |
| 16 | وحدة إنارة نقطية (Spot Light). | |
| 17 | وحدة إنارة جلوب ضد البخار. | |
| 18 | وحدة إنارة جلوب جانبية ضد الماء. | |
| 19 | وحدة إنارة فلورية (فلورسنت) 1×40w. | |
| 20 | وحدة إنارة فلورية 2×40w مع عاكس. | |
| 21 | وحدة إنارة فلورية 1×40w مع غطاء جلاتين. | |
| 22 | وحدة إنارة فلورية 2×40w مع غطاء جلاتين. | |
| 23 | وحدة إنارة فلورية 2×40w مع غطاء جلاتين ضد الماء. | |
| 24 | وحدة إنارة فلورية 4×20w مع غطاء مربع. | |

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 25 | مؤقت درج. | |
| 26 | مخرج هاتف لجهاز حاسوب. | |
| 27 | مقبس (إبريز) عادي أحادي الطور. | |
| 28 | مقبس قدرة أحادي الطور. | |
| 29 | مقبس قدرة (Power) ثلاثي الطور. | |
| 30 | مقبس عادي مطري ضد الماء. | |
| 31 | مقبس قدرة ضد الماء. | |
| 32 | مقبس مزدوج. | |
| 33 | مقبس قدرة مع مفتاح. | |
| 34 | مقبس هوائي للتلفاز. | |
| 35 | صندوق تلفاز. | |
| 36 | مقبس إنتركم. | |
| 37 | مقبس هاتف. | |
| 38 | صندوق هاتف. | |
| 39 | مقبس ستالايت. | |

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 40 | ضاغط جرس. | |
| 41 | كبل ذو ثلاثة أسلاك. | |
| 42 | كبل ذو أربعة أسلاك. | |
| 43 | لوحة توزيع كهربائية فرعية. | |
| 44 | لوحة توزيع كهربائية رئيسة. | |
| 45 | قاطع دارة. | |
| 46 | تمديد أسلاك مخفية في السقف والحائط. | |
| 47 | تمديد أسلاك مخفية في الأرضية. | |
| 48 | تمديد أسلاك مكشوفة (فوق القصارة). | |
| 49 | مصهر. | |
| 50 | وصلة ثابتة. | |
| 51 | وصلة قابلة للفك. | |
| 52 | تمديد في القصارة. | |
| 53 | ملف خانق. | |
| 54 | بادئ لمصباح فلوري. | |

| الرقم | اسم العنصر | الرمز |
|---|---|---|
| 55 | اتصال ميكانيكي. | |
| 56 | إعاقة الرجوع الذاتي. | |
| 57 | تشغيل بالضغط. | |
| 58 | تشغيل يدوي. | |
| 59 | لوحة توزيع فولتيات مخفضة رئيسة (MLVB) | |

تتولّى المكاتب الهندسية المتخصصة عمليات التصميم والإشراف على تنفيذ التمديدات الكهربائية عن طريق إعداد المخططات الكهربائية؛ وهي رسوم تخطيطية تُبيِّن رموز العناصر والوحدات الكهربائية الخاصة بالمنشأة، وكيفية التوصيلات في ما بينها، وبالشبكة الكهربائية تحقيقًا للهدف المنشود.

تساعد هذه المخططات المُنفِّذ أو المُشرِف على تحديد المتطلبات اللازمة وطريقة التنفيذ، وتتضمَّن المصطلحات والمعلومات والبيانات الفنية المختلفة، التي تُسهِّل عملية التنفيذ وأعمال الصيانة وما يتبعها من تعديلات.

يُستخدَم في رسم المخططات يدويًّا (لغرض التعليم) أنواع مُتعدِّدة من الطبعات (الشبلونات)، تؤدي كلٌّ منها وظيفة مُحدَّدة، علمًا بأن رسم المخططات في المكاتب والمنشآت الهندسية والفنية يكون غالبًا باستخدام الحاسوب وبرمجيات الرسم، مثل برنامج (Elecrical AutoCAD).

**أنواع المخططات الكهربائية**

تُصنَّف المخططات الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية إلى الأنواع الآتية:

1 - المخطط الرمزي (الخطي) (Single Line Diagram).

2 - المخطط التفصيلي (التنفيذي) (Exploded Diagram).

3 - مخطط مسار التيار (Current Flow Diagram).

**في ما يأتي بيان لهذه الأنواع من المخططات، وأمثلة عليها:**

**1 - المخطط الرمزي (Single Line Diagram)**

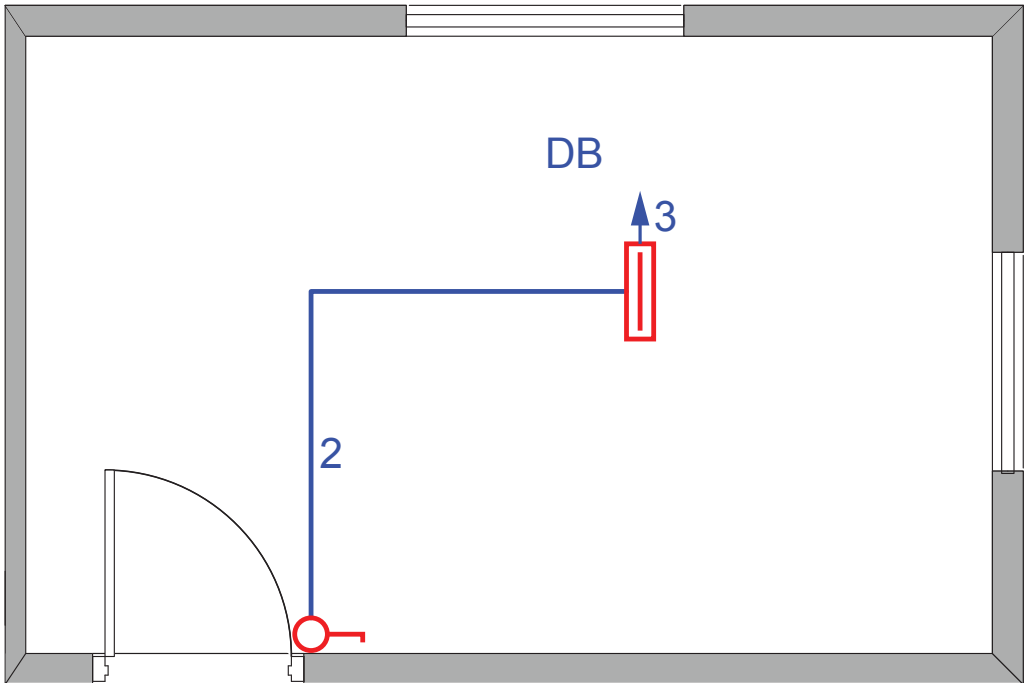
يُعرَف هذا المخطط أيضًا بمخطط الخط الواحد، ويستخدمه الفنيون في التمديدات الكهربائية، ويوضع على المساقط الأفقية المعمارية للمباني؛ لبساطته، وقلة خطوطه، لكنه لا يتضمَّن أيَّ معلومات عن التوصيل.

**وهذه بعض أشكاله:**

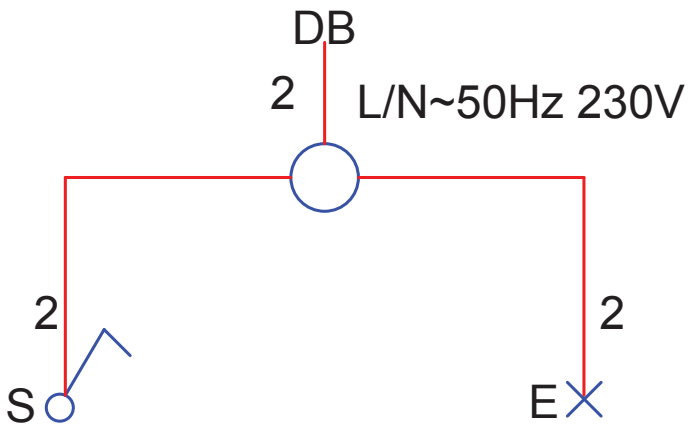
أ - **مخطط الإنارة:** يشمل هذا المخطط عناصر الإنارة المستخدمة في التمديدات الكهربائية، ومسارات الخطوط (التوصيلات)، وعددها.

يُبيِّن الشكل (1) مخطط إنارة رمزيًّا لتمديد غرفة تحتوي على مصباح يضاء من مكان واحد باستعمال مفتاح مفرد (مفتاح أحادي القطب)، ويُبيِّن المخطط عدد الخطوط، وخط تغذية الدارة المتجه إلى القاطع في لوحة التوزيع (DB)،علمًا بأن المخطط الرمزي للإنارة قد لا يرتبط

بالمسقط المعماري كما في الشكل (2-1).

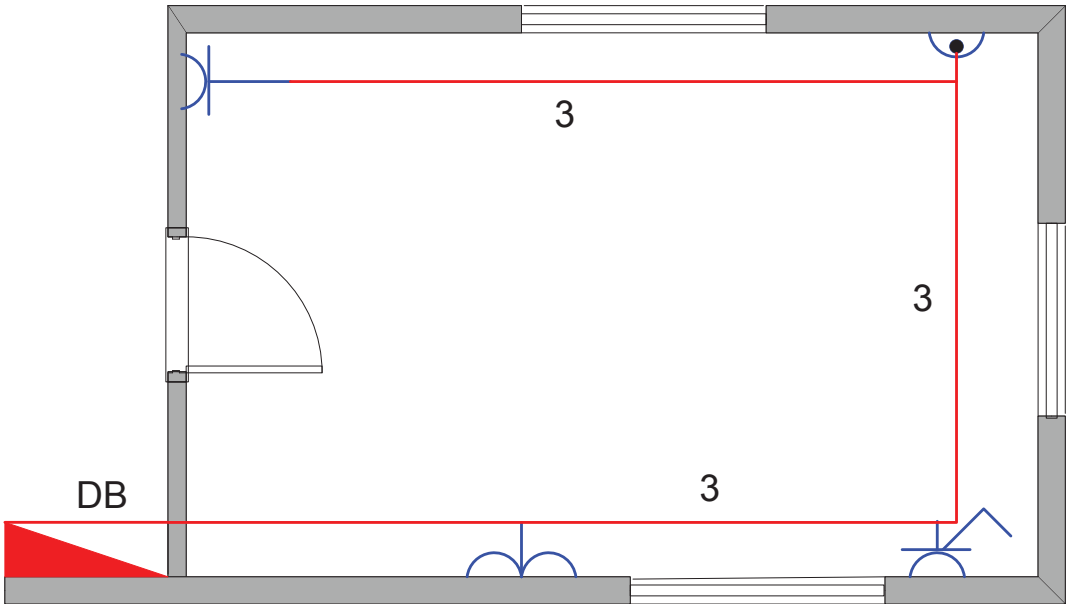



الشكل (2-1): مخطط إنارة رمزي لمصباح في غرفة يضاء بمفتاح مفرد.




الشكل (2-2): مخطط إنارة رمزي لمصباح يضاء بمفتاح مفرد.

**ب- مخطط القدرة (المقابس، أو الأباريز):** يشمل هذا المخطط عناصر القدرة، ومسارات الخطوط، وعددها كما في الشكل (2-3) الذي يُمثِّل المخطط الرمزي لتوزيع مقابس أحادية الطور في غرفة.

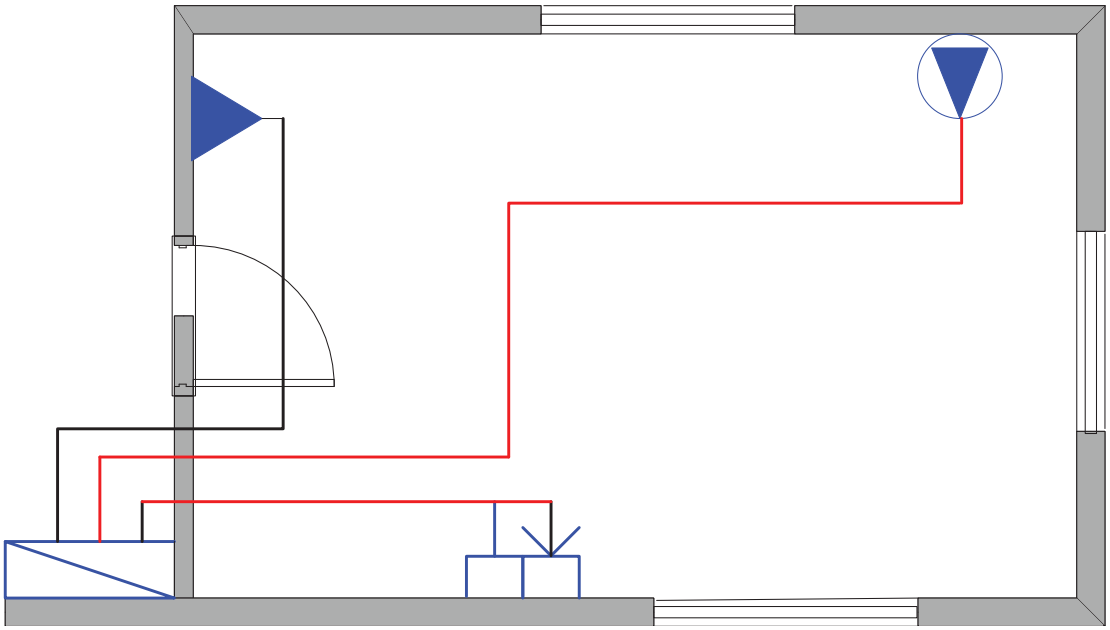



الشكل (2-3): مخطط قدرة رمزي لتوزيع مقابس أحادية الطور في غرفة.

**جـ- مخططات الفولتيات المنخفضة (ستالايت، هاتف، تلفاز، إنتركم، حاسوب)**

تشمل هذه المخططات تمديد مقابس الهاتف، والستلايت، وهوائي التلفاز، والإنتركم، والحاسوب وغير ذلك من أجهزة الفولتيات المنخفضة.

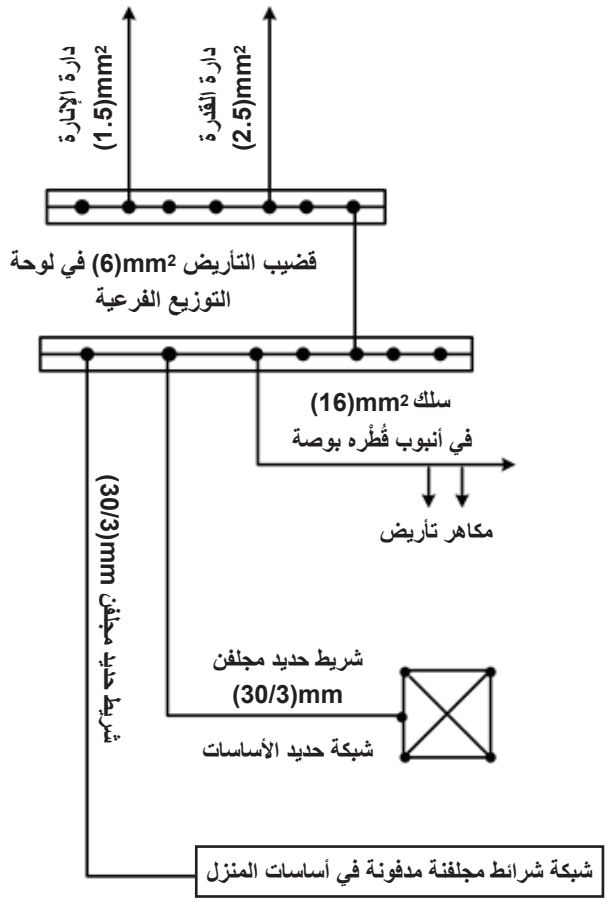
يُبيِّن الشكل (2-4) المخطط الرمزي لتمديد مقابس فولتيات منخفضة.



الشكل (2-4): مخطط رمزي لتمديد مقابس فولتيات منخفضة.

د - **مخطط التأريض:** يُبيِّن هذا المخطط طريقة وصل خط التأريض من المكاهر، أو شبكة الحديد، أو ألواح التأريض، فضلًا عن لوحة التوزيع الفرعية.

يعرض الشكل (2-5) مثالًا على مخطط رمزي لتوصيل مكاهر تأريض وشبكة حديد الأساسات وشبكة شرائط مجلفنة مدفونة في أساسات المنزل، وكذلك أبعاد مقاطع الخطوط الواصلة بين هذه العناصر ولوحة التوزيع، ومساحة مقطع الأسلاك المغذية للأحمال.




الشكل (2-5): مخطط تأريض رمزي.

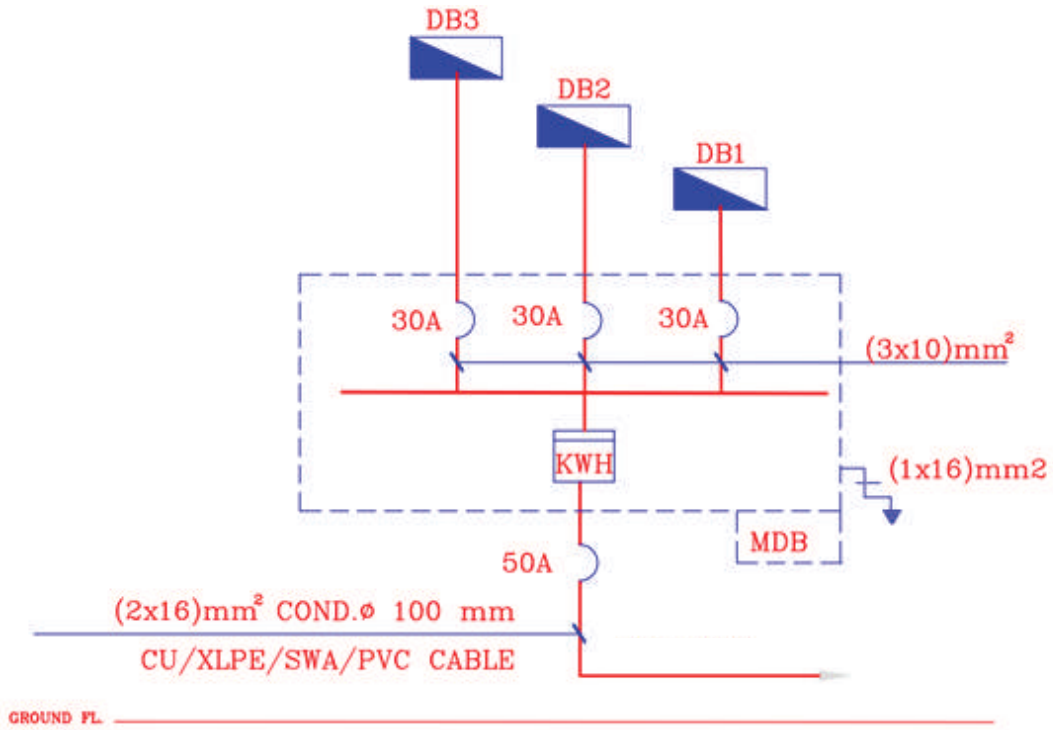
هـ- **مخطط لوحة التوزيع الكهربائية (Electrical Distribution Boards):** يُبيِّن هذا المخطط لوحة التوزيع (Distribution Board :DB) وما تحويه من قاطع رئيس، وقواطع فرعية، وموصلات، وكيفية تغذية اللوحة من المصدر، وتوزيع الدارات الكهربائية، والبيانات الفنية لكل دارة، وكيفية تغذيتها للأحمال، أو اللوحات الفرعية.

تعمل لوحات التوزيع الكهربائية على تزويد المبنى بالتيار الكهربائي، وتوزيع مصدر الكهرباء عليه. وفيها توضَع الأسلاك أو الكبل الرئيس، ثم يُوزَّع على القواطع، ومنها إلى الدارات (الإنارة، المقابس، ...).

تُصنَّف القواطع المستخدمة في المخططات بحسب عدد الأقطاب إلى قاطع أحادي القطب (Single Pole :SP)، وقاطع أحادي القطب مع محايد (Single Pole & Neutral :SPN)، وقاطع ثنائي القطب (Double Pole :DP)، وقاطع ثلاثي القطب (Triple Pole :TP)، وقاطع ثلاثي القطب مع محايد (Triple Pole & Neutral :TP)، وقاطع رباعي القطب (Four Pole :4P).

أمّا لوحات التوزيع فتنقسم إلى لوحات رئيسة، وأخرى فرعية.

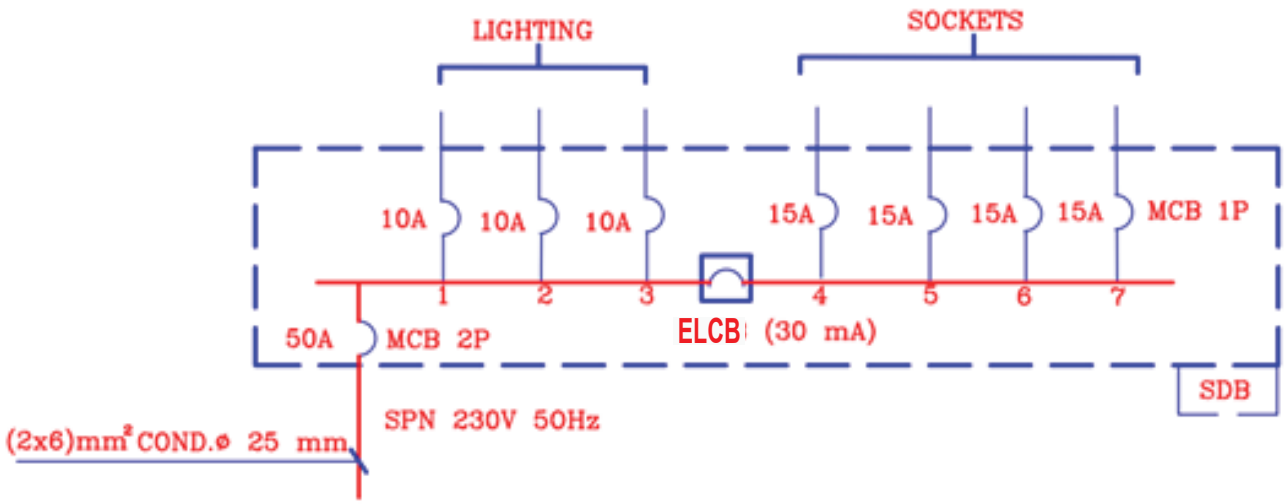
يُبيِّن الشكل (2-6) مخططًا رمزيًّا للوحة توزيع كهربائية رئيسة (Main Distribution Board :MDB)، ويُبيِّن الشكل (2-7) مخططًا رمزيًّا للوحة توزيع فرعية (Sub Distribution Board :SDB)، ويظهر في اللوحة قاطع حماية الدارة من التسرُّب الأرضي (Earth Leakage Circuit Breaker :ELCB)، أو قاطع حماية الدارة من التيار المتبقي (Residual Current Circuit Breaker :RCCB)، الذي يَحول دون تعرُّض الأشخاص للصدمات الكهربائية؛ إذ أنه يتحسَّس أيَّ تسرُّب للتيار يزيد على مقدار حساسيته للتيار المُتسرِّب (مثل S = 30 mA)، فيفصل التيار، ثم يُعاد توصيله قبل الدارات والقواطع الخاصة بتوزيع القدرة.




الشكل (2-6): مخطط رمزي للوحة توزيع كهربائية رئيسة (MDB).

**فكِّر**

ماذا تعني الرموز الآتية: (2x16)mm² COND.ø 100mm CU/XLPE/SWA/PVC CABLE ؟

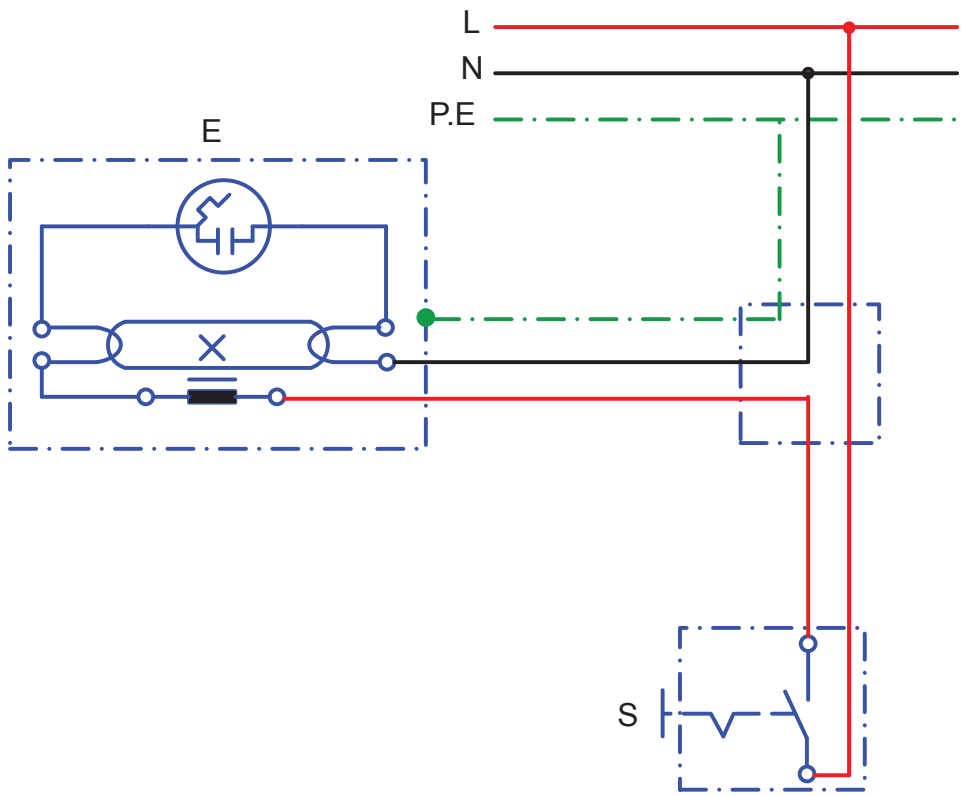



الشكل (2-7): مخطط رمزي للوحة توزيع فرعية (SDB).

## 2 - المخطط التفصيلي (التنفيذي) (Exploded Diagram)

يُبيِّن هذا المخطط جميع تفاصيل الدارة الكهربائية، وطريقة توصيلها، وفي ما يأتي بعض أشكاله:

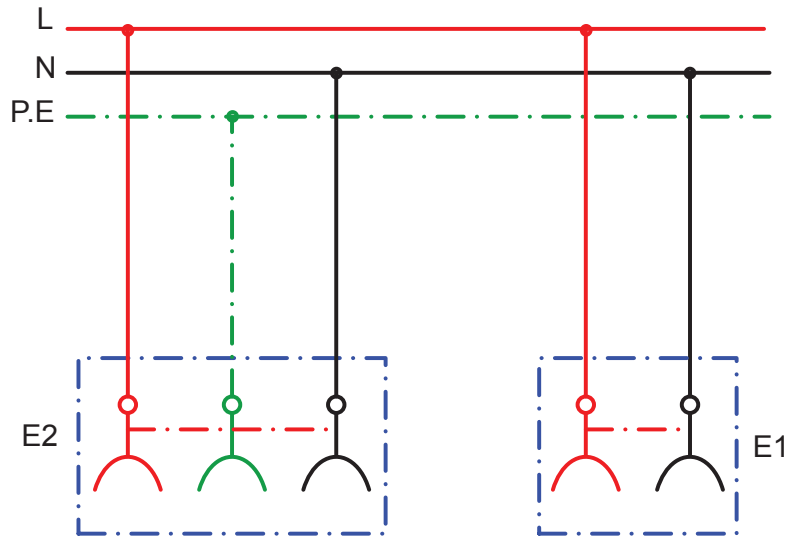
أ - **مخطط الإنارة:** يُبيِّن الشكل (2-8) مخططًا تفصيليًّا لدارة إنارة مصباح فلوري (E) من مكان واحد باستخدام مفتاح مفرد (S).




الشكل (2-8): مخطط تفصيلي لدارة إنارة مصباح فلوري (E) باستخدام مفتاح مفرد (S).

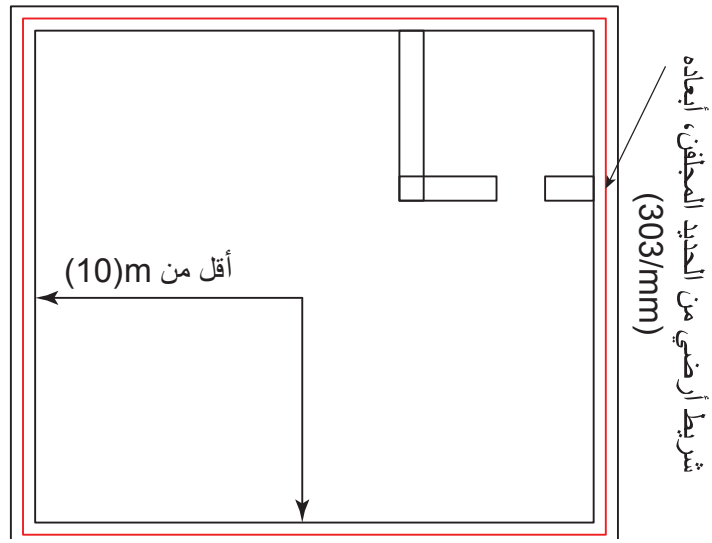
**ب- مخطط القدرة:** يُبيِّن الشكل (2-9) مخططًا تفصيليًّا لدارة توصيل مقبس عادي (E1) ومقبس قدرة (E2) بمصدر كهربائي أحادي الطور مُكوَّن من ثلاثة خطوط، هي:

خط التيار (L: Line)، والخط المحايد (N: Neutral)، وخط الحماية الأرضي (PE: Protective Earth)، أو (G: Ground).



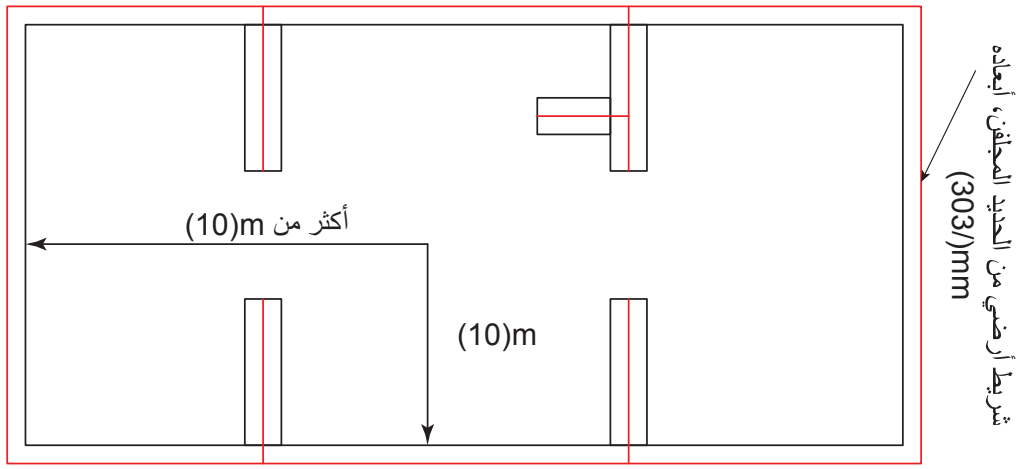

الشكل (2-9): مخطط تفصيلي لدارة توصيل مقبس عادي (E1) ومقبس قدرة (E2) بمصدر كهربائي أحادي الطور.

**جـ - مخطط تفصيلي للتأريض باستخدام شرائط أرضية مدفونة في أساسات البناء:** يُبيِّن الشكل (2-10/ أ) مخططًا تفصيليًّا لتأريض منزل باستخدام الشرائط الأرضية المدفونة في الجدران الخارجية للأساس فقط؛ إذ لا حاجة إلى إمرار شريط أرضي بجدران الأساس الداخلية؛ لأن المسافة بين مركز الأساس والجدران أقل من (10m).




الشكل (2-10/ أ): مخطط تفصيلي لتأريض منزل باستخدام شرائط أرضية مدفونة في الجدران الخارجية للأساس فقط.

أمّا الشكل (2-10/ ب) فيُبيِّن مخططًا تفصيليًا لتأريض منزل باستخدام الشرائط الأرضية المدفونة في أساسات المنزل، والمارَّة بجدران الأساس الداخلية والخارجية؛ لأن المسافة بين مركز البناء وجدران الأساس الخارجية أكثر من (10)m.

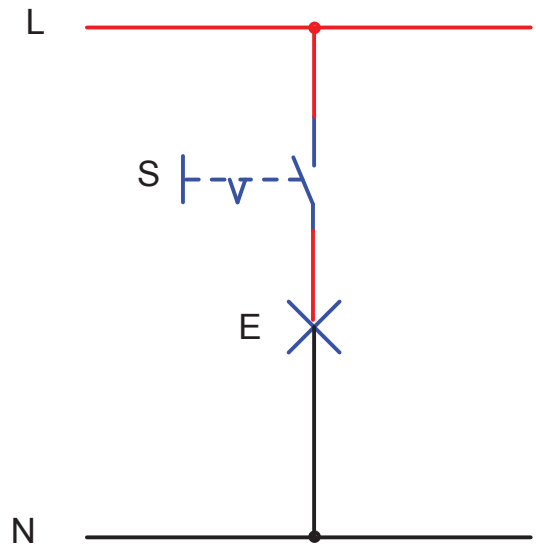



الشكل (2 - 10/ ب): مخطط تفصيلي لتأريض منزل باستخدام الشرائط المدفونة في جدران الأساس الداخلية والخارجية.

### 3 - مخطط مسار التيار (Current Flow Diagram)

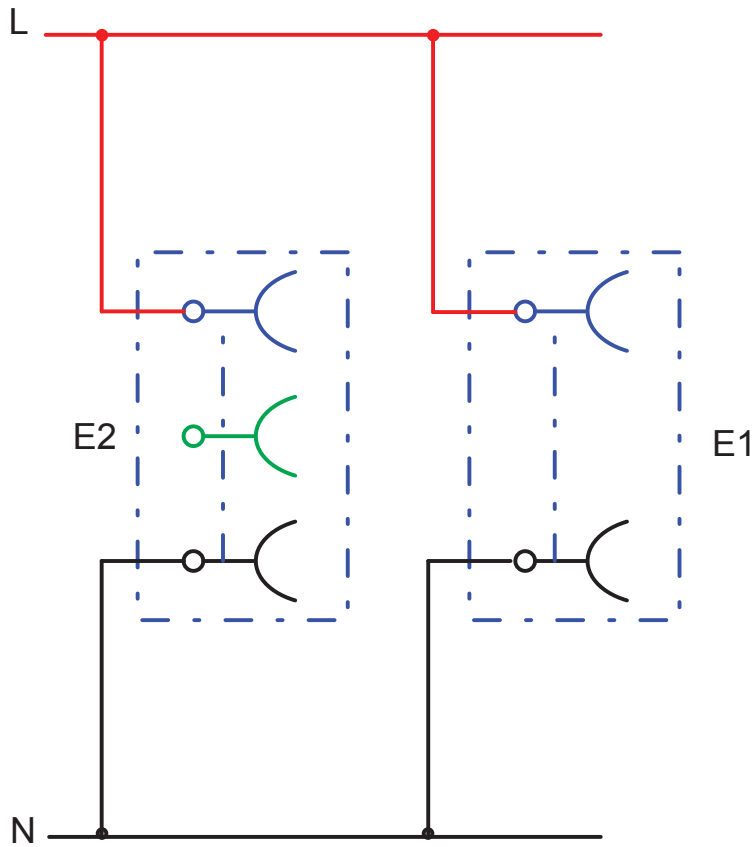
يُرسَم هذا المخطط بخطوط مستقيمة غير متقاطعة؛ لتوضيح مسار التيار في الدارات الكهربائية بطريقة بسيطة وواضحة، وفهم طريقة عمل المخطط الرمزي والمخطط التنفيذي من دون التركيز على أماكن وجود الأجهزة، وفي ما يأتي بعض أشكاله:

أ - **مخطط الإنارة:** يُبيِّن الشكل (2-11) مخطط مسار التيار لدارة إنارة مصباح (E) من مكان واحد باستخدام مفتاح مفرد (S).




الشكل (2-11): مخطط مسار التيار لإنارة مصباح (E) باستخدام مفتاح مفرد (S).

ب - **مخطط القدرة:** يُبيِّن الشكل (2-12) مخطط مسار التيار لدارة توصيل مقبس عادي (E1) ومقبس قدرة (E2) بمصدر كهربائي أحادي الطور ثلاثي الخطوط (L، N، PE).




الشكل (2-12): مخطط مسار التيار لدارة توصيل مقبس عادي (E1) ومقبس قدرة (E2) بمصدر كهربائي أحادي الطور.

**فكّر**

قارن بين أنواع المخططات الكهربائية الثلاثة (الرمزي، التفصيلي، مسار التيار)، من حيث: طريقة الرسم، الاستخدام، أشكال الرموز.

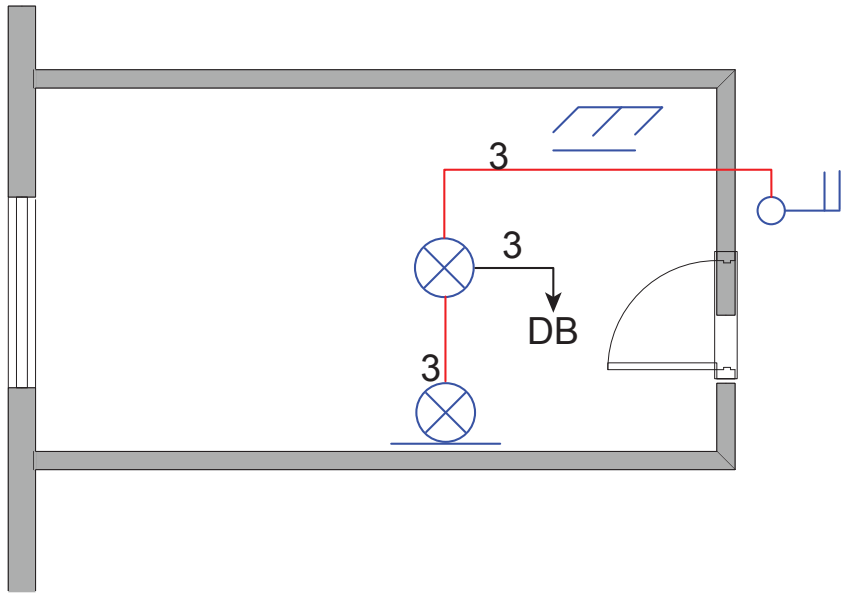
أنشئ جدولاً يوضح هذه المقارنه، واعرضه على ملاءك.

# أمثلة على المخططات الكهربائية

**تتضمَّن هذه الأمثلة رسوم ومخططات كهربائية مختلفة تساعد على حل تمارين هذه الوحدة.**

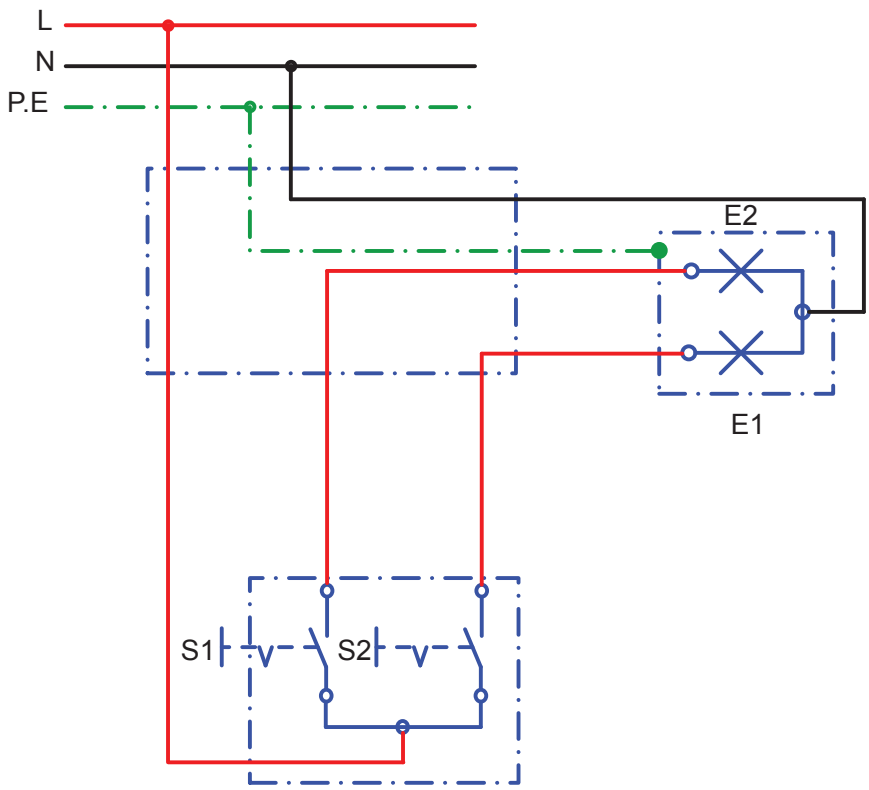
## المثال (2-1)

1 - يُبيِّن الشكل (2-13) المخطط الرمزي لتمديد حمّام وداراته الكهربائية المراد تنفيدها بطريقة التمديد الداخلي، والمُكوَّنة من مصباحين يمكن إضاءتهما باستعمال مفتاح مزدوج، علمًا بأن هذا المخطط يُبيِّن عدد الخطوط، والخط المتجه إلى قاطع لوحة التوزيع (DB).



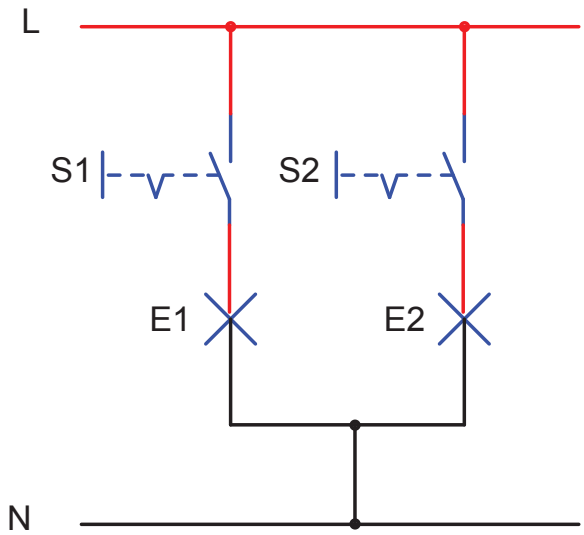

الشكل (2-13): المخطط الرمزي لتمديد دارات إنارة حمّام.

2 - يُبيِّن الشكل (2-14) المخطط التفصيلي للدارة الكهربائية المُوضَّحة في الشكل (13)؛ لتمديد دارات إنارة حمّام مُكوَّنة من مصباحين (E1، E2)، يمكن إضاءة أيٍّ منهما أو إطفاؤه باستعمال مفتاح (S1) للمصباح (E1)، ومفتاح (S2) للمصباح (E2).




الشكل (2-14): المخطط التفصيلي لتمديد دارات إنارة حمّام.

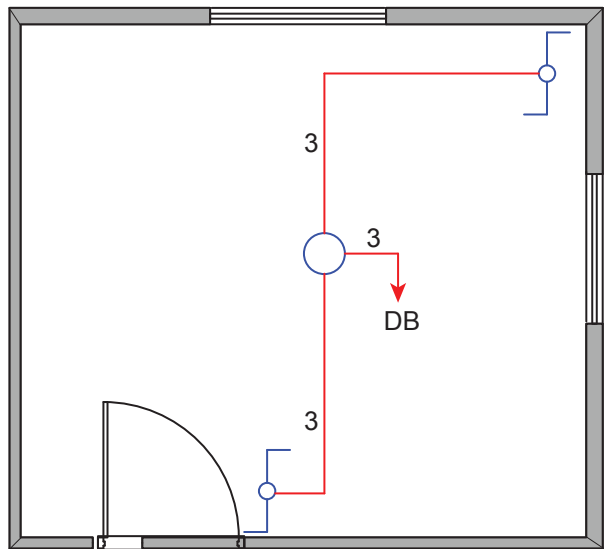
3 - يُبيِّن الشكل (2-15) مخطط مسار التيار لتمديد دارات إنارة حمّام مُكوَّنة من مصباحين (E2 ،E1)، يمكن إضاءة أيٍّ منهما أو إطفاؤه باستعمال مفتاح (S1) للمصباح (E1)، ومفتاح (S2) للمصباح (E2).




الشكل (2-15): مخطط مسار التيار لتمديد دارات إنارة حمّام.

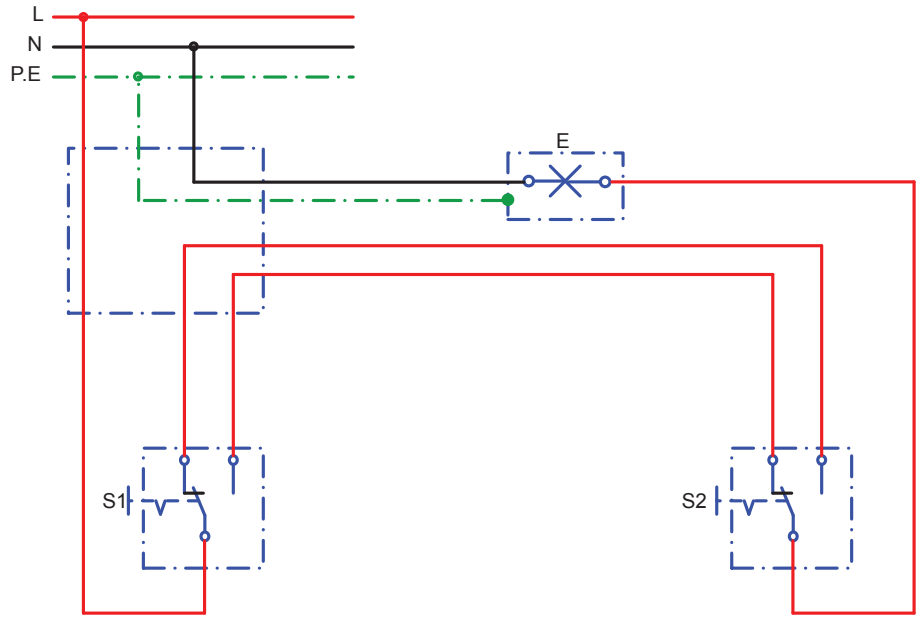
## المثال (2-2)

1 - يُبيِّن الشكل (2-16) المخطط الرمزي لتمديد إنارة غرفة نوم مُكوَّنة من مصباح يمكن إضاءته أو إطفاؤه من مكانين مختلفين، ويظهر عليه عدد الخطوط، والخط المتجه إلى قاطع لوحة التوزيع (DB).



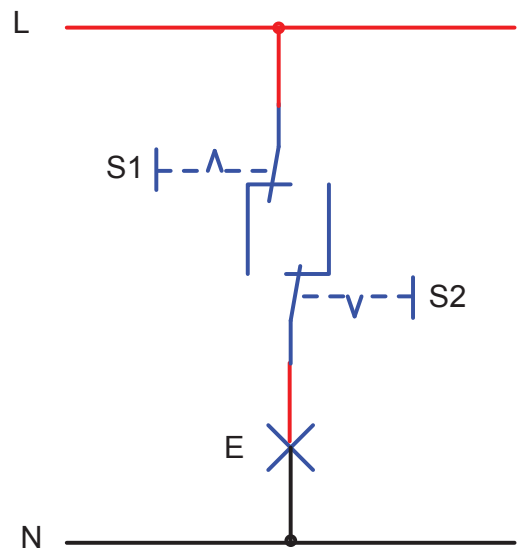

الشكل (2-16): المخطط الرمزي لتمديد إنارة غرفة نوم من مكانين.

2 - يُبيِّن الشكل (2-17) المخطط التفصيلي للدارة الكهربائية المُوضَّحة في الشكل (2-16)، والمُكوَّنة من مصباح (E) يمكن إضاءته أو إطفاؤه من مكانين مختلفين باستعمال المفتاحين التبادليين (S1)، و(S2).




الشكل (2-17): المخطط التفصيلي لتمديد إنارة غرفة نوم من مكانين باستعمال مفتاحين تبادليين.

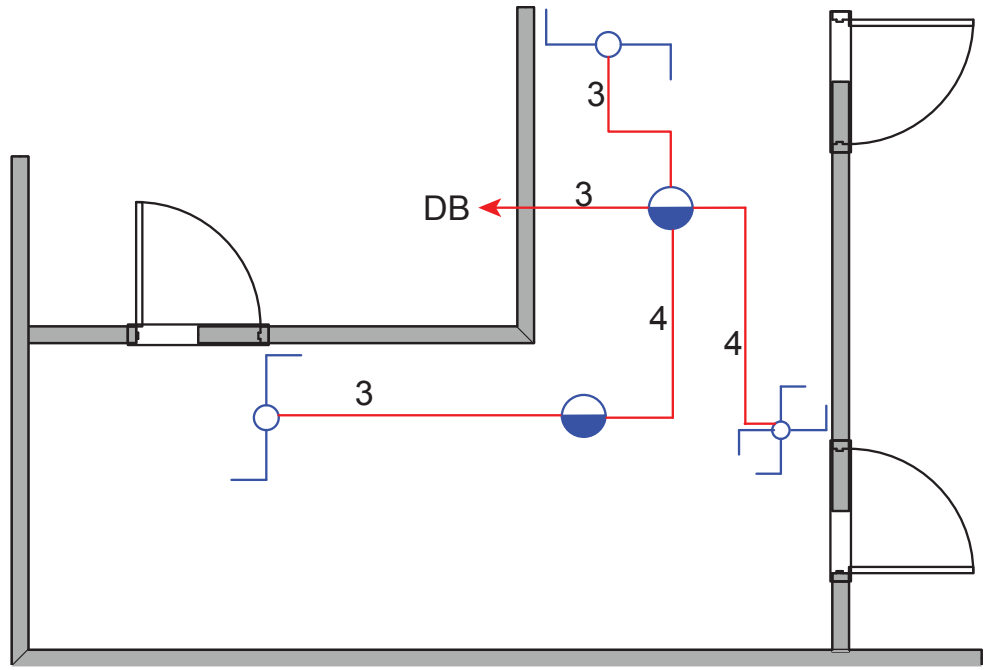
3 - يُبيِّن الشكل (2-18) مخطط مسار التيار لإنارة مصباح (E) وإطفائه من مكانين مختلفين باستعمال المفتاحين التبادليين (S1)، و(S2).




الشكل (2-18): مخطط مسار التيار لإنارة مصباح (E) وإطفائه من مكانين مختلفين باستعمال مفتاحين تبادليين.

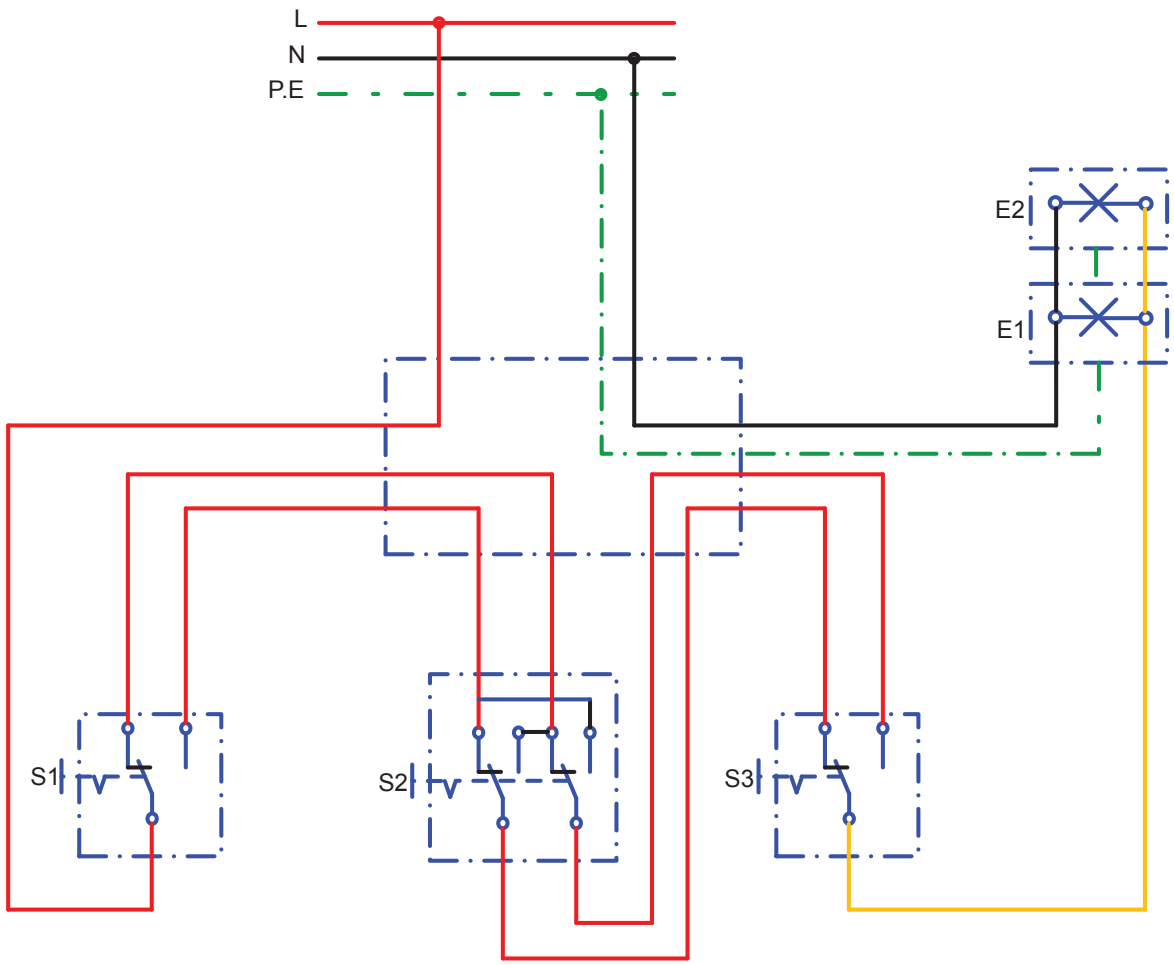
## المثال (2-3)

1 - يُبيِّن الشكل (2-19) المخطط الرمزي لإنارة مُوزِّع في شقة، دارته الكهربائية مُكوَّنة من وحدتي إنارة يمكن إضاءتهما وإطفاؤهما من ثلاثة مواقع مختلفة.




الشكل (2-19): المخطط الرمزي لإنارة مُوزِّع شقة وإطفائه من ثلاثة مواقع.

2 - يُبيِّن الشكل (2-20) المخطط التفصيلي للمُوزِّع الظاهر في الشكل (2-19)، الذي يُوضِّح طريقة توصيل الدارة الكهربائية لإضاءة مصباحين (E1، E2) وإطفائهما من ثلاثة مواقع باستعمال المفتاحين التباديليين (S1) و (S3) والمفتاح التصالبي (S2). وفيه يُستخدَم خط الحماية الأرضي لتأريض العناصر الكهربائية المعدنية المُبيَّنة في الشكل.



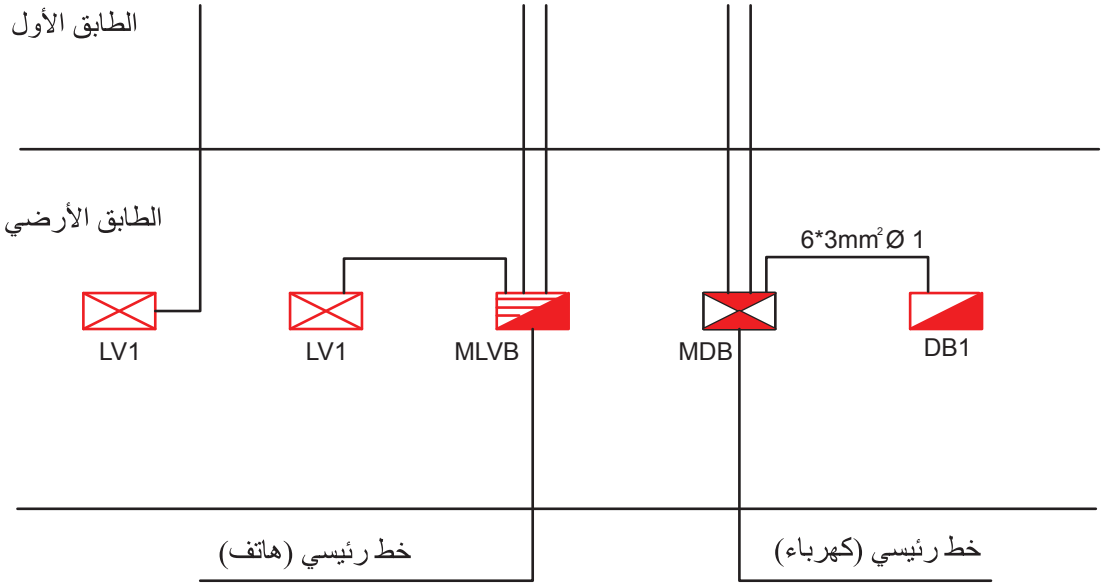

الشكل (2-20): المخطط التفصيلي لإضاءة مصباحين (E1، E2) وإطفائهما من ثلاثة مواقع باستعمال المفتاحين التباديليين (S1) و (S3) والمفتاح التصالبي (S2).

**نشاط**

ارسم مخطط مسار التيار للمخطط الرمزي المُبيَّن في الشكل (2-19) لإضاءة مصباحين (E1، E2) وإطفائهما من ثلاثة مواقع باستعمال المفتاحين التباديليين (S1)، و(S3) والمفتاح التصالبي (S2).

## المثال (2-4)

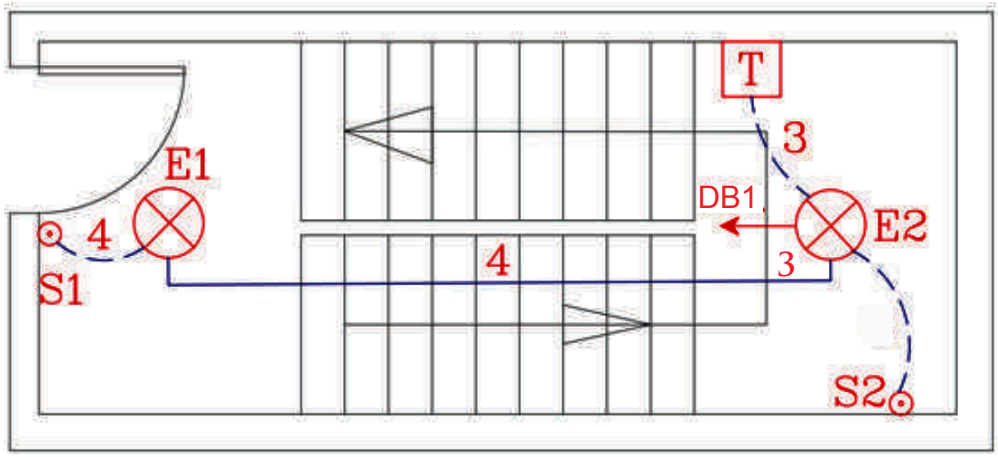
يُبيِّن الشكل (2-21) المخطط الصاعد لمواقع اللوحات الكهربائية الفرعية والرئيسة ولوحات الفولتية المنخفضة، ويُبيِّن أيضًا نظام الكهرباء، ونظام الفولتية المنخفضة الذي يشمل نظامي الهاتف والستلايت.




الشكل (2-21): المخطط الصاعد لمواقع اللوحات الكهربائية الفرعية والرئيسة، ولوحات الفولتية المنخفضة.

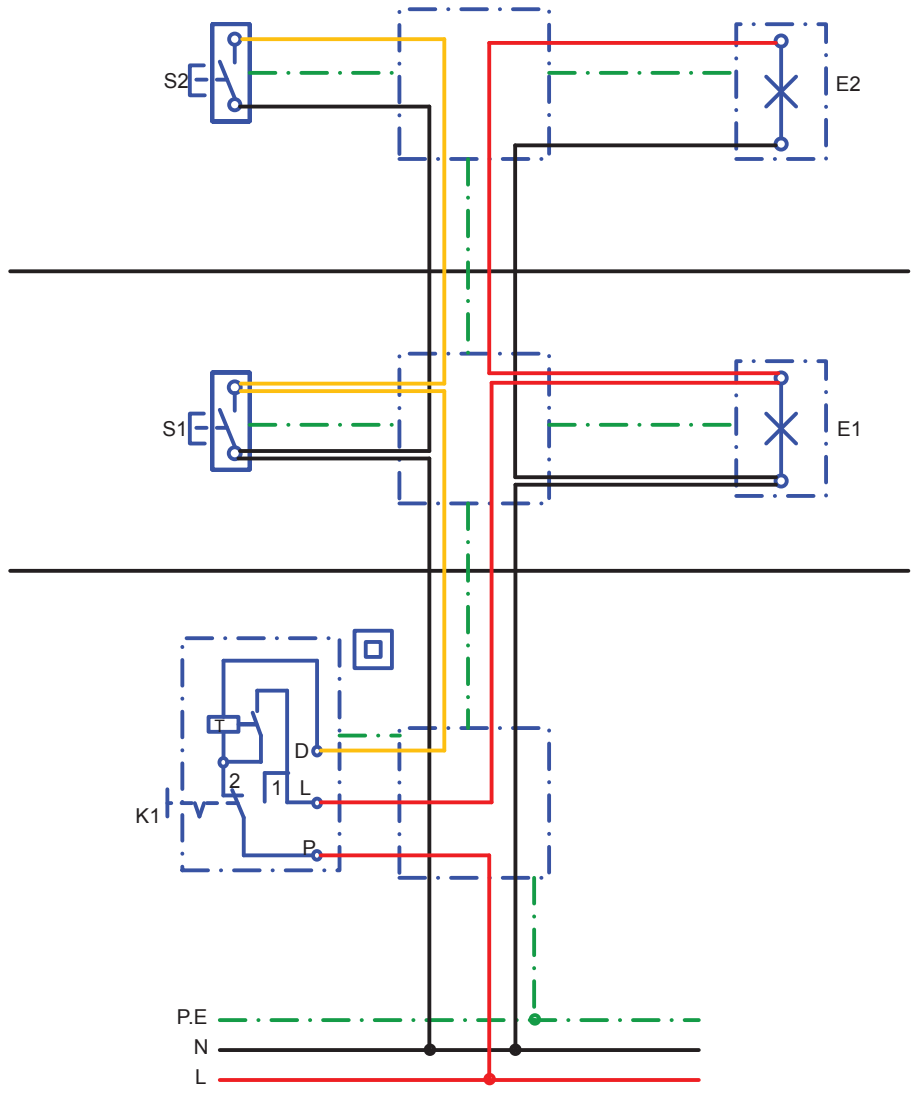
## المثال (2-5)

1 - يُبيِّن الشكل (2-22) المخطط الرمزي لإنارة وحدتي إنارة دَرَج لمنزل مُكوَّن من طابقين باستعمال مرحل زمني وضاغطي تشغيل.




الشكل (2-22): المخطط الرمزي لإنارة دَرَج.

2 - يُبيِّن الشكل (2-23) المخطط التفصيلي لدارة إنارة مصباحي الدَّرَج (E2، E1) المُوضَّحة في الشكل (2-22)، لمنزل مُكوَّن من طابقين، باستعمال المرحل الزمني (T) والضاغطين (S1،S2). يعمل المرحل الزمني على توفير الإنارة الدائمة في الوضع (1)، والإنارة المؤقتة في الوضع (2) باستعمال المفتاح التبادلي (k1).



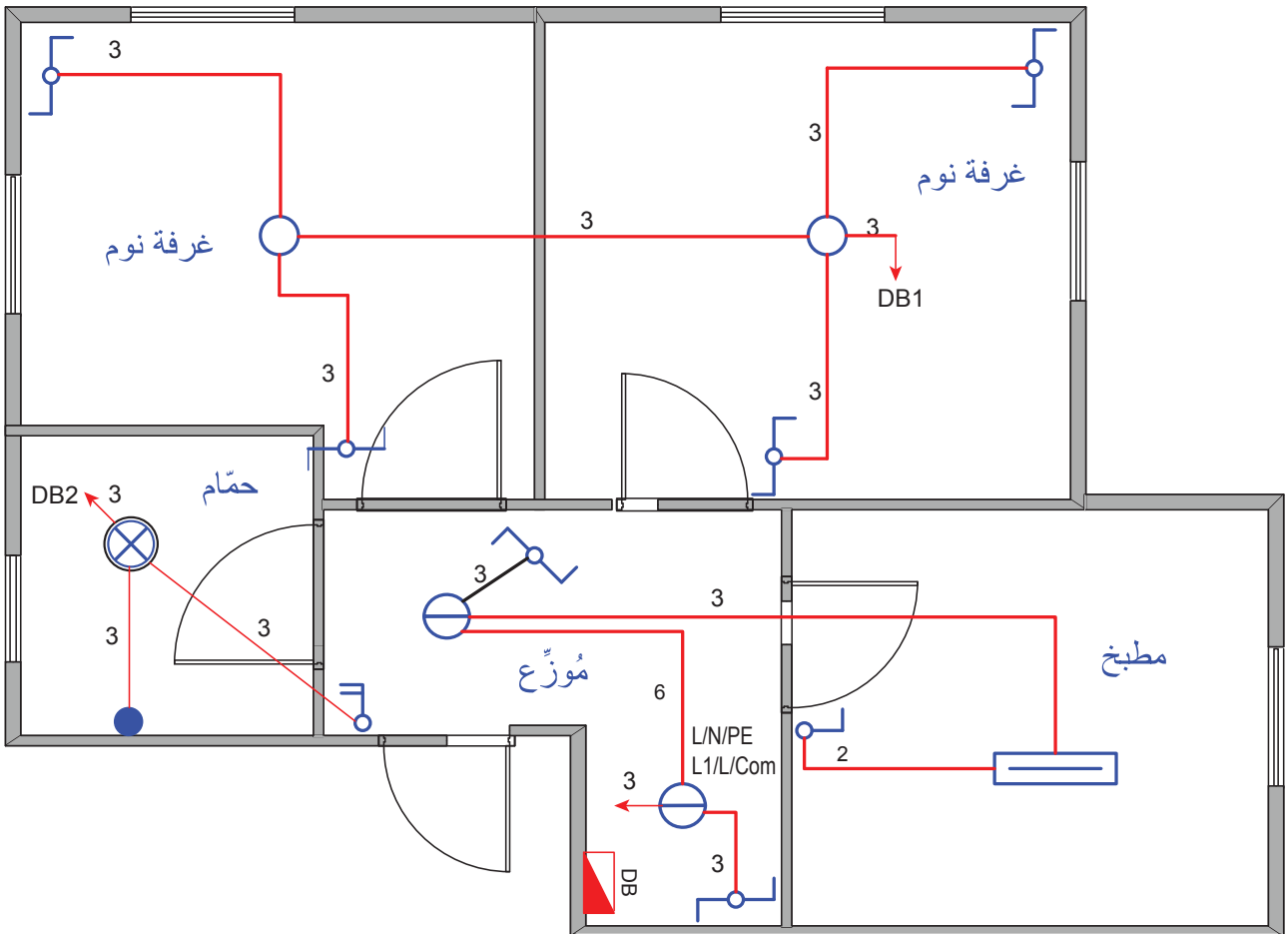

الشكل (2-23): المخطط التفصيلي لدارة إنارة مصباحي الدرج (E2، E1) المُوضَّحة في الشكل (22 - 2)، لمنزل مُكوَّن من طابقين، باستعمال المرحل الزمني (T) والضاغطين (S2، S1).

**نشاط**

ارسم مخطط مسار التيار للمخطط الرمزي المُبيَّن في الشكل (2-22)، والمخطط التفصيلي المُبيَّن في الشكل (2-23) لإنارة دَرَج باستعمال مرحل زمني وضواغط تشغيل.

## المثال (2-6)

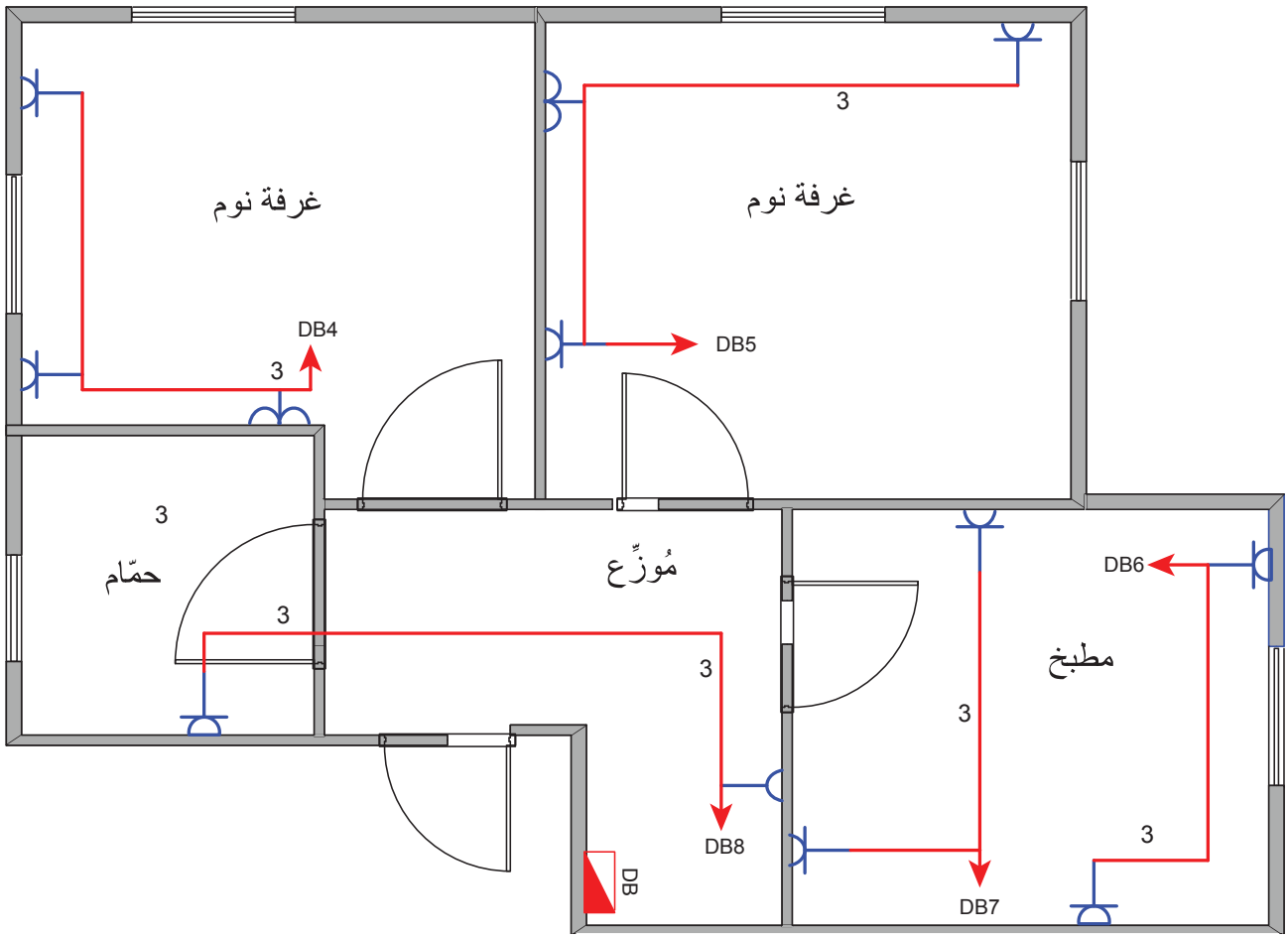
يُبيِّن الشكل (2-24) المخطط الرمزي لإنارة منزل مُكوَّن من غرفتين ومطبخ وحمّام ومُوزِّع (ملحوظة: هذا المخطط للقراءة فقط).




الشكل (2-24): المخطط الرمزي لإنارة منزل.

## المثال (2-7)

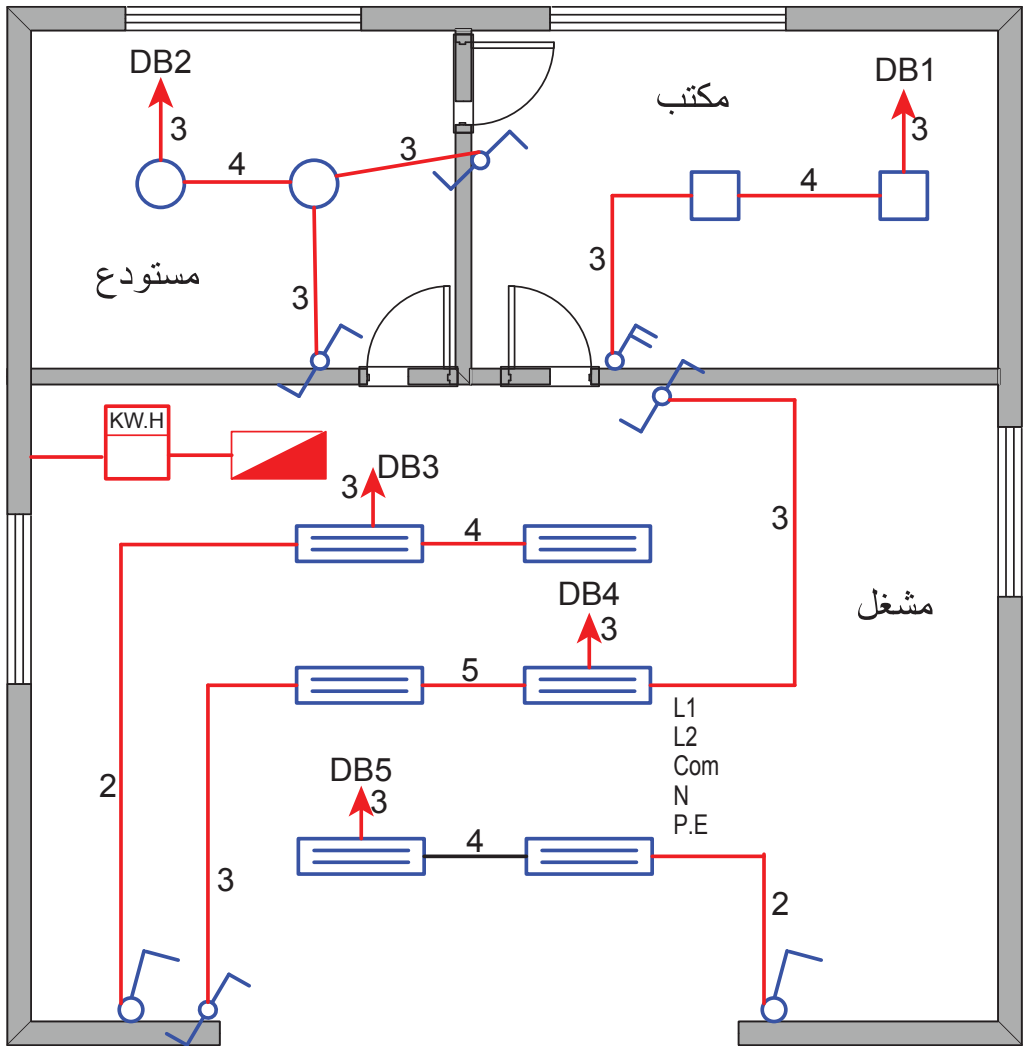
يُبيِّن الشكل (2-25) المخطط الرمزي لتمديد مقابس القدرة لمنزل مُكوَّن من غرفتين ومطبخ وحمّام ومُوزِّع.




الشكل (2-25): المخطط الرمزي لتمديد مقابس القدرة لمنزل.

## المثال (2-8)

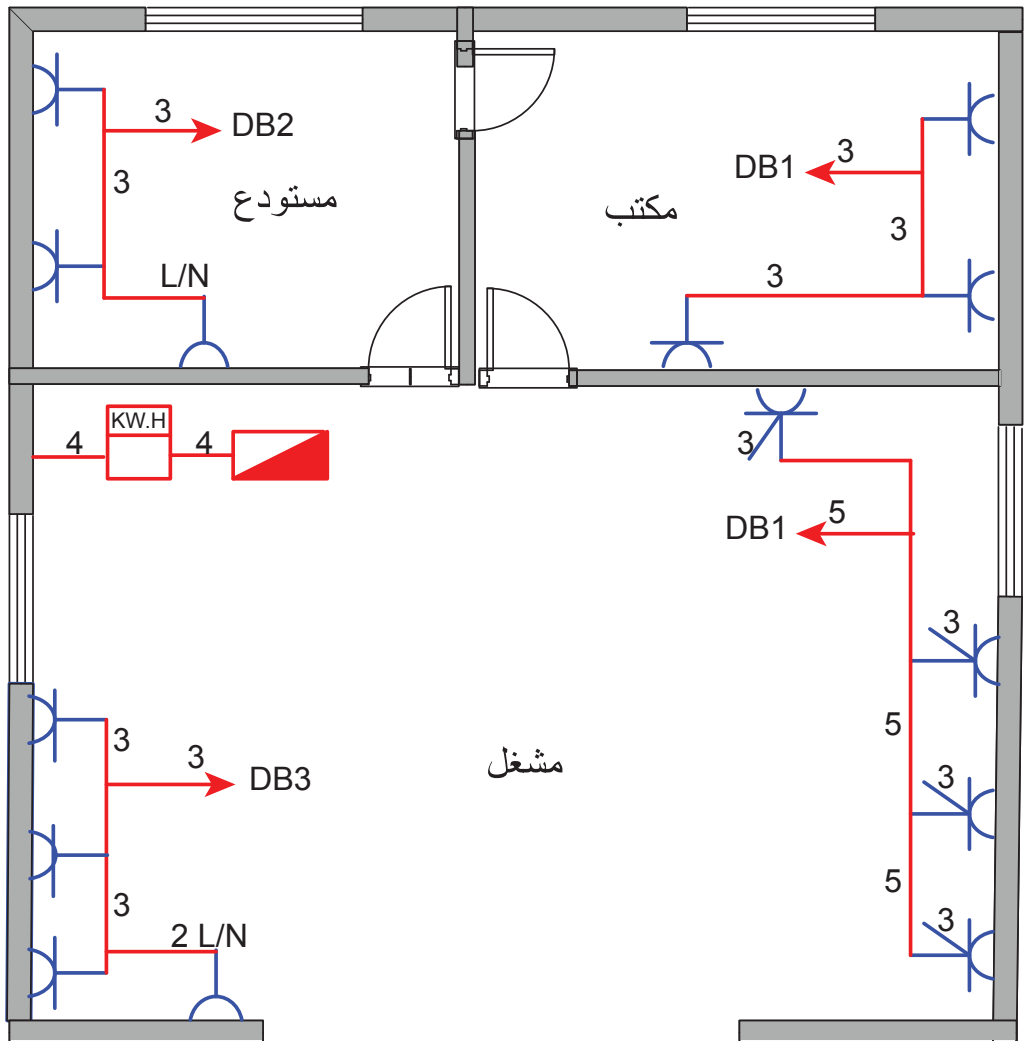
يُبيِّن الشكل (2-26) المخطط الرمزي لإنارة ورشة مُكوَّنة من مشغل ومكتب ومستودع.




الشكل (2-26): المخطط الرمزي لإنارة ورشة.

## المثال (2-9)

يُبيِّن الشكل (2-27) المخطط الرمزي لتمديدات مقابس القدرة أحادية الطور وثلاثية الطور لورشة مُكوَّنة من مشغل ومكتب ومستودع.




الشكل (2-27): المخطط الرمزي لتمديدات مقابس القدرة لورشة.

- ابحث في مكتبة المدرسة، أو في شبكة الإنترنت عن رموز أخرى للعناصر الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية، ثم اكتب تقريرًا عنها، ثم اقرأه أمام الزملاء في الصف.
- نظِّم زيارة إلى مكتب هندسي؛ لتتعرَّف كيفية عمل تصاميم الأعمال الكهربائية للمباني، والرموز الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية، ومهام كلٍّ من الرسّام، والمهندس الكهربائي، والعلاقة بين الفني الكهربائي والمكتب الهندسي وصاحب المشروع.

القياس والتقويم

# تمارين على التمديدات الكهربائية

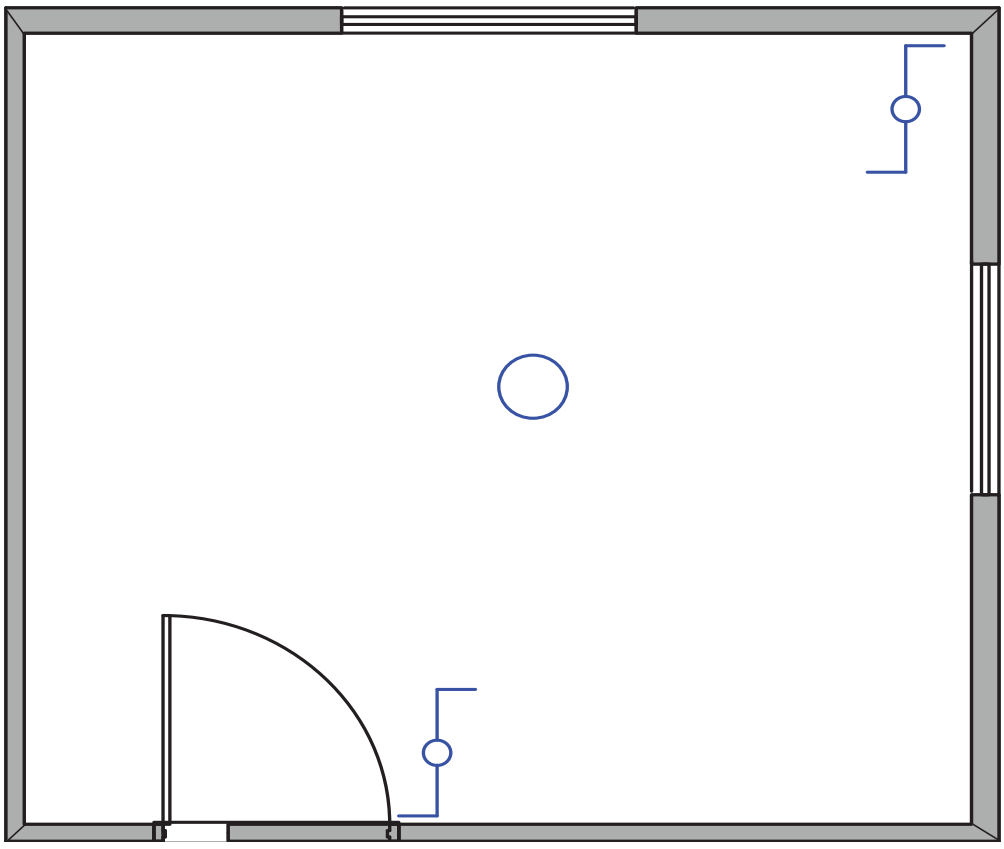
## التمرين (2-1)

يُبيِّن الشكل (2-28) عناصر المخطط الرمزي لإنارة مصباح فلوري في غرفة نوم من موقعين، في حين يُبيِّن الشكل (2-29) عناصر المخطط التفصيلي لهذه الإنارة.

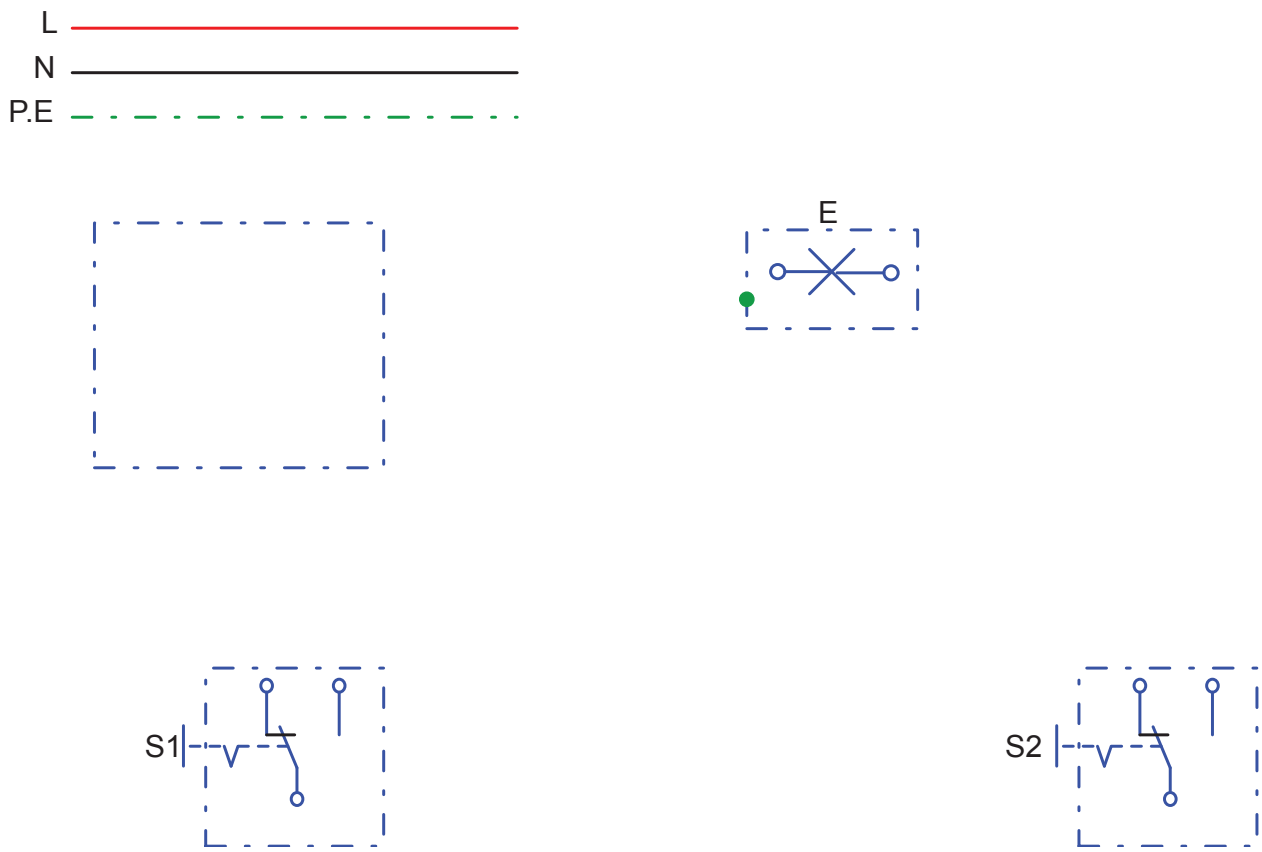
**المطلوب**

1 - أكمل رسم عناصر المخطط الرمزي المُوضَّح في الشكل (2-28)، مُبيّنًا عدد الأسلاك على خطوط التوصيل بين العناصر الكهربائية.

2 - صل عناصر المخطط التفصيلي للدارة المُبيَّنة في الشكل (2-29) اعتمادًا على المخطط الرمزي للدارة.



الشكل (2 - 28): عناصر المخطط الرمزي.




الشكل (2-29): عناصر المخطط التفصيلي.

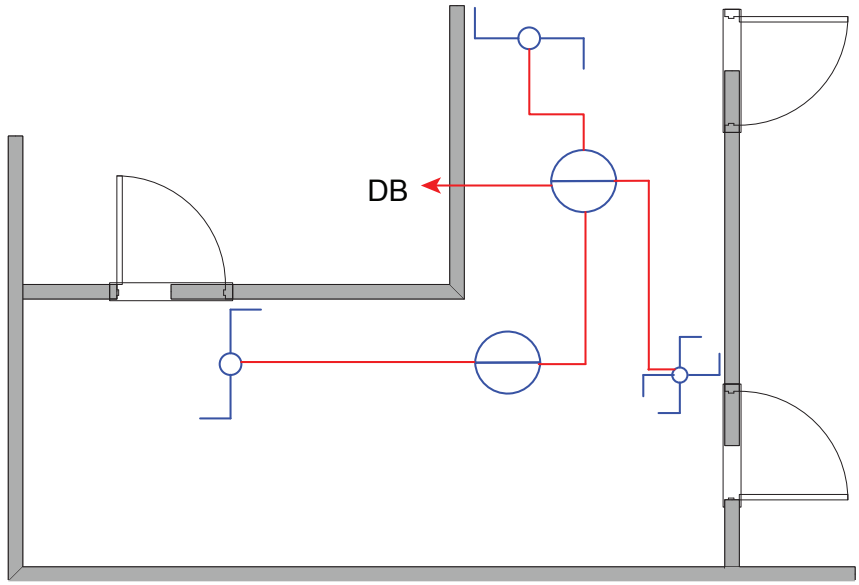
## التمرين (2-2)

يُبيِّن الشكل (2-30) عناصر المخطط الرمزي لإنارة وحدتي إنارة على التوازي من ثلاثة مواقع، في حين يُبيِّن الشكل (2-31) عناصر المخطط التفصيلي لهذه الإنارة.

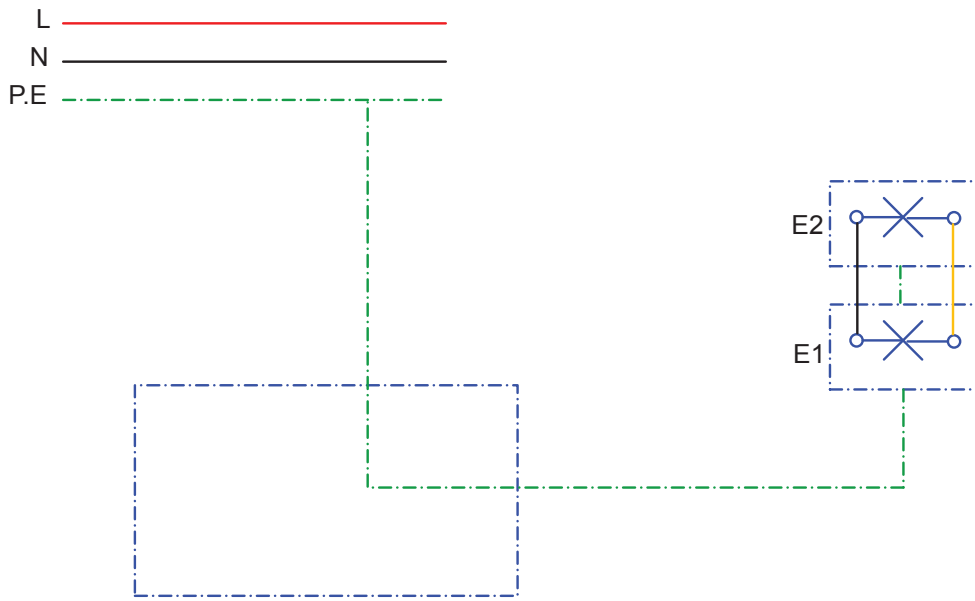
**المطلوب**

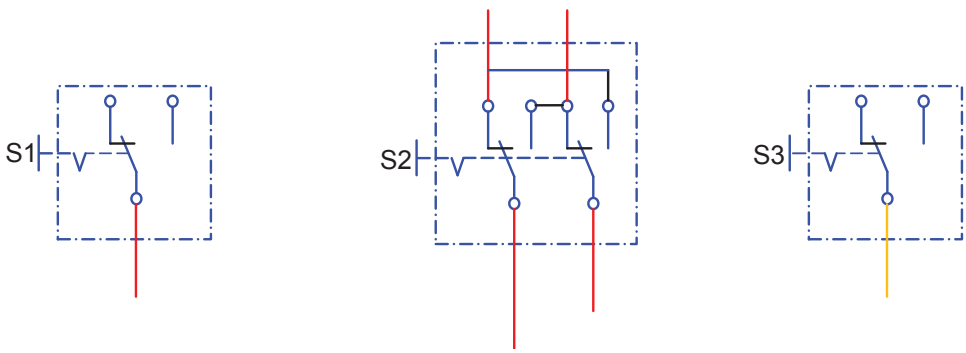
1 - ارسم عناصر المخطط الرمزي المُوضَّح في الشكل (2-30)، مُبيِّنًا عدد الأسلاك على خطوط التوصيل بين العناصر الكهربائية.

2 - صل عناصر المخطط التفصيلي للدارة المُبيَّنة في الشكل (2-31) اعتمادًا على المخطط الرمزي.




الشكل (2-30): عناصر المخطط الرمزي.




الشكل (2-31): عناصر المخطط التفصيلي.

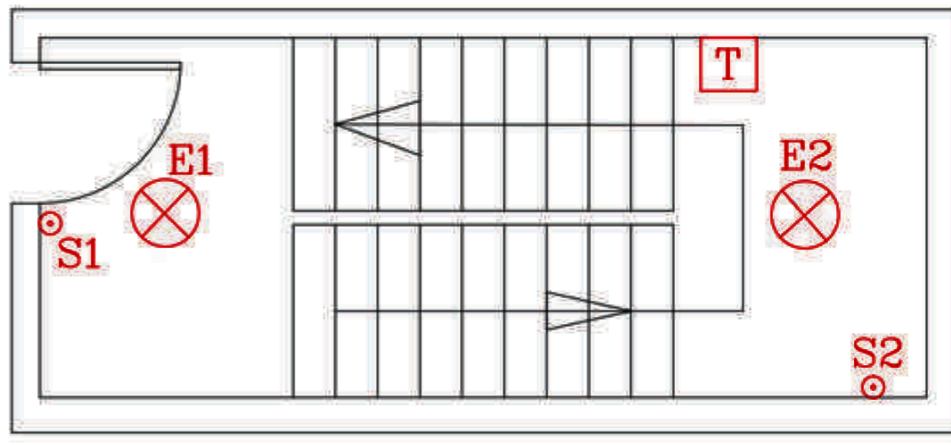
## التمرين (2-3)

يُبيِّن الشكل (2-32) عناصر المخطط الرمزي لإنارة دَرَج منزل مُكوَّن من طابقين (يحتوي كل طابق على وحدة إنارة، وعلبة توصيل، وضاغط) عن طريق مرحل زمني (T)، في حين يُبيِّن الشكل (2-33) عناصر المخطط التفصيلي لهذه الإنارة.

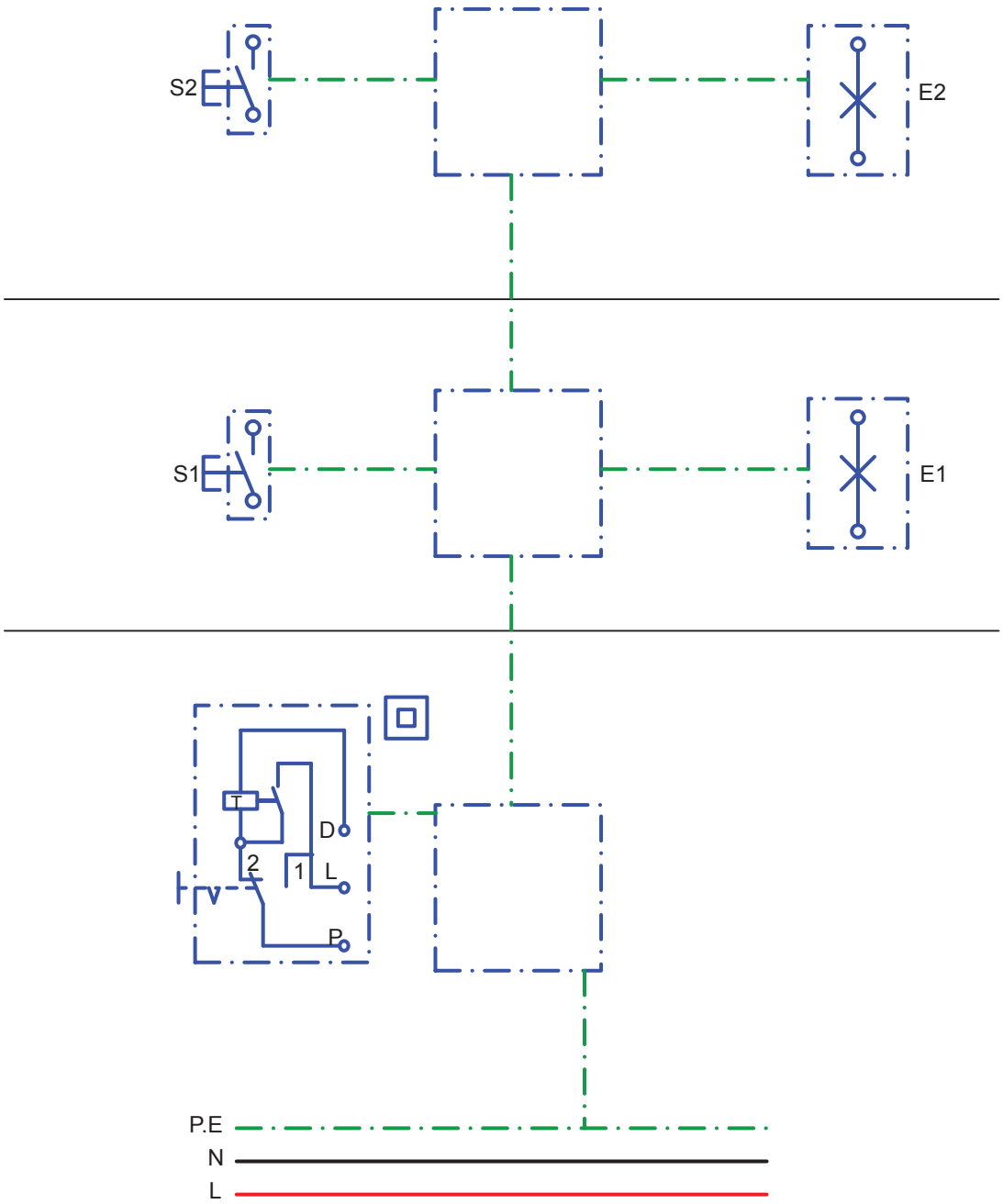
**المطلوب**

1 - ارسم عناصر المخطط الرمزي المُوضَّح في الشكل (2-32)، مُبيِّنًا عدد الأسلاك على خطوط التوصيل بين العناصر الكهربائية.

2 - صل عناصر المخطط التفصيلي للدارة المُبيَّنة في الشكل (2-33) اعتمادًا على المخطط الرمزي للدارة.




الشكل (2-32): عناصر المخطط الرمزي.




الشكل (2-33): عناصر المخطط التفصيلي.



منهاجي
متعة التعليم الهادف

## التمرين (2-4)

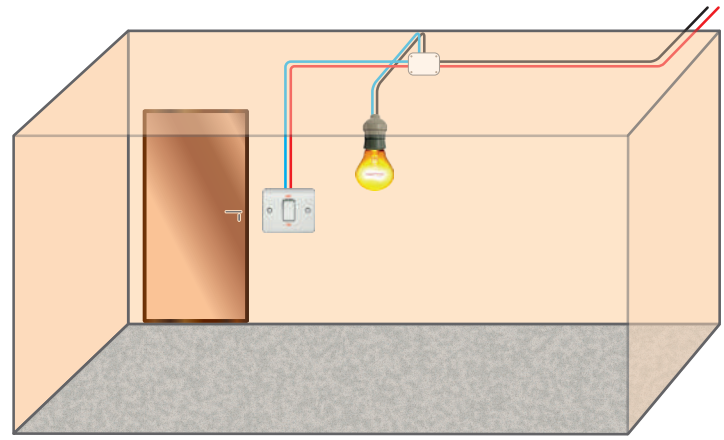
يُبيِّن الشكل (2-34) التمثيل ثلاثي الأبعاد لدارة إنارة غرفة.

**المطلوب**

1 - اذكر اسم دارة الإنارة.

2 - ارسم المخطط الرمزي (أحادي السلك) للدارة على المخطط ثنائي الأبعاد لهذه الغرفة المُبيَّن في الشكل (2-35).

3 - ارسم المخطط التفصيلي لهذه الدارة على المخطط ثنائي الأبعاد لهذه الغرفة.

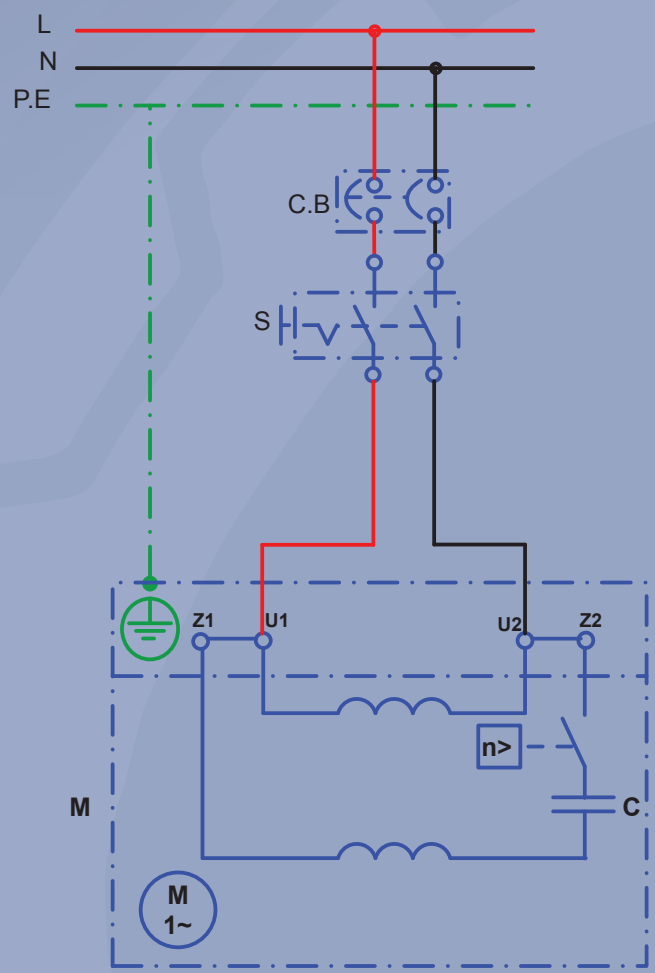


الشكل (2-34): تمثيل ثلاثي الأبعاد لدارة إنارة غرفة.

الشكل (2-35): مخطط ثنائي الأبعاد (المسطح) لغرفة.

# الوحدة الثالثة

## محركات التيار المتناوب




- كيف يمكن التمييز بالرسم بين اللف المتسلسل واللف المتداخل؟
- ما الفرق بين المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لدارات التيار المتناوب؟

منهاجي
منصة التعليم الهادف

يُقصَد بمخططات دارات محركات التيار المتناوب مخططات تشغيل المحركات أحادية الطور وثلاثية الطور (نجمة، مثلث) باستعمال مفاتيح يدوية، ودارات حمايتها، وإعادة لف هذه المحركات.

تعرض هذه الوحدة للرموز المستخدمة في دارات التشغيل والتحكُّم لمحركات التيار المتناوب، وكذلك قراءة المخططات الكهربائية، ورسمها.

تضم هذه المخططات الدارات الكهربائية لمحركات أحادية الطور وثلاثية الطور، والدارات الكهربائية للمحرك العام، وإعادة لف ملفات العضو الساكن للمحركات أحادية الطور والمحركات ثلاثية الطور.

**يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:**

- يُفسِّر الرموز الخاصة بمحركات التيار المتناوب.
- يقرأ المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لتشغيل محرك أحادي الطور ذي مواسع باستعمال مفتاح تشغيل يدوي ومصهرات حماية، ثم يرسمه.
- يقرأ المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي ومخطط مسار التيار للمحرك العام، ثم يرسمها.
- يقرأ المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لتشغيل محرك ثلاثي الطور (نجمة) باستعمال مفتاح تشغيل يدوي ومصهرات حماية، ثم يرسمهما.
- يقرأ المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لتشغيل محرك ثلاثي الطور (مثلث) باستعمال مفتاح تشغيل يدوي ومصهرات حماية، ثم يرسمهما.
- يقرأ مخططًا دائريًّا لملفات العضو الساكن لمحرك أحادي الطور (12 مجرى/ قطبان/ طبقة واحدة/ لف متداخل)، ثم يرسمه.
- يقرأ مخططًا انفراديًّا لملفات العضو الساكن لمحرك أحادي الطور (24 مجرى/ 4 أقطاب/ طبقة واحدة/ لف متسلسل)، ثم يرسمه.
- يقرأ مخططًا انفراديًّا لملفات العضو الساكن لمحرك ثلاثي الطور (24 مجرى/ 4 أقطاب/ طبقة واحدة/ لف متداخل)، بحيث يكون عدد المجموعات مساويًا لعدد الأقطاب، ثم يرسمه.
- يقرأ مخططًا دائريًّا لملفات العضو الساكن لمحرك ثلاثي الطور (24 مجرى/ 4 أقطاب/ طبقة واحدة/ لف متداخل)، بحيث يكون عدد المجموعات مساويًا لنصف عدد الأقطاب، ثم يرسمه.

# الوحدة الثالثة: محركات التيار المتناوب

## المحاور الفرعية

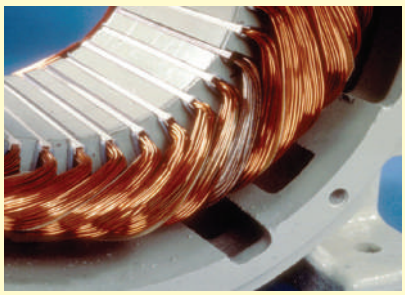
أولًا: عناصر مخططـــات دارات محركات التيار المتناوب ورموزها.

ثانيًا: مخططات دارات محركات التيار المتناوب.

القياس والتقويم

منهاجي
منصة التعليم الهادف

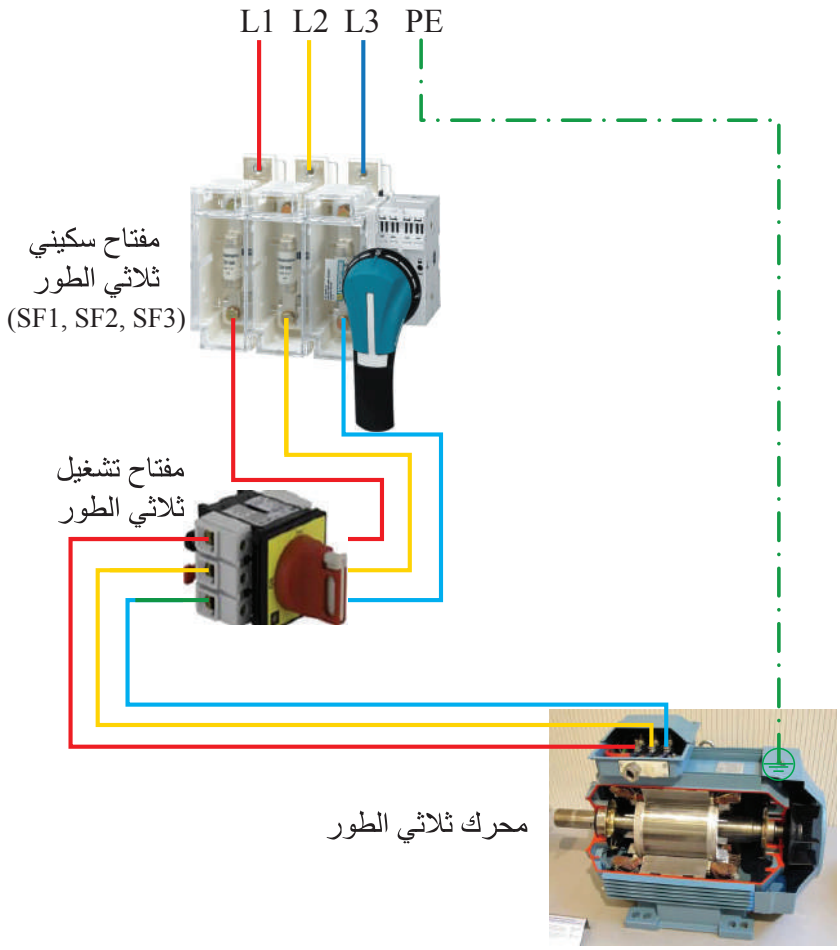
انظر وتساءل



ما نوع المخطط الذي يُمكن استخدامه لرسم لف المحركات الكهربائية؟

## استكشف

هل يُمكِن رسم جميع الدارات الكهربائية لمحركات التيار المتناوب بصورة المخطط التصويري كما في الشكل الآتي؟




المخطط التخطيطي (التصويري) لدارة تشغيل محرك ثلاثي الطور.



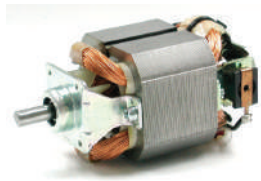
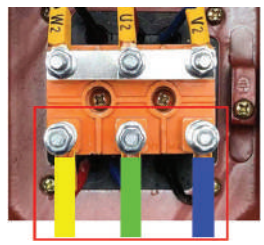
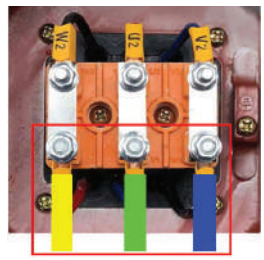
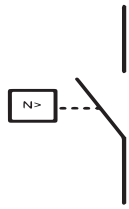
منهاجي
متعة التعليم الهادف

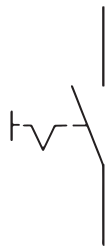
## أولًا: عناصر مخططات دارات محركات التيار المتناوب ورموزها

يُمكِن التعبير عن العناصر والوحدات المستخدمة في محركات التيار المتناوب بالرسوم والمخططات، وما فيها من رموز يسهل الرجوع إليها.

يُبيِّن الجدول (3-1) عناصر محركات التيار المتناوب، وصورها، ورموزها.

الجدول (3-1): أسماء عناصر محركات التيار المتناوب، وصورها، ورموزها.

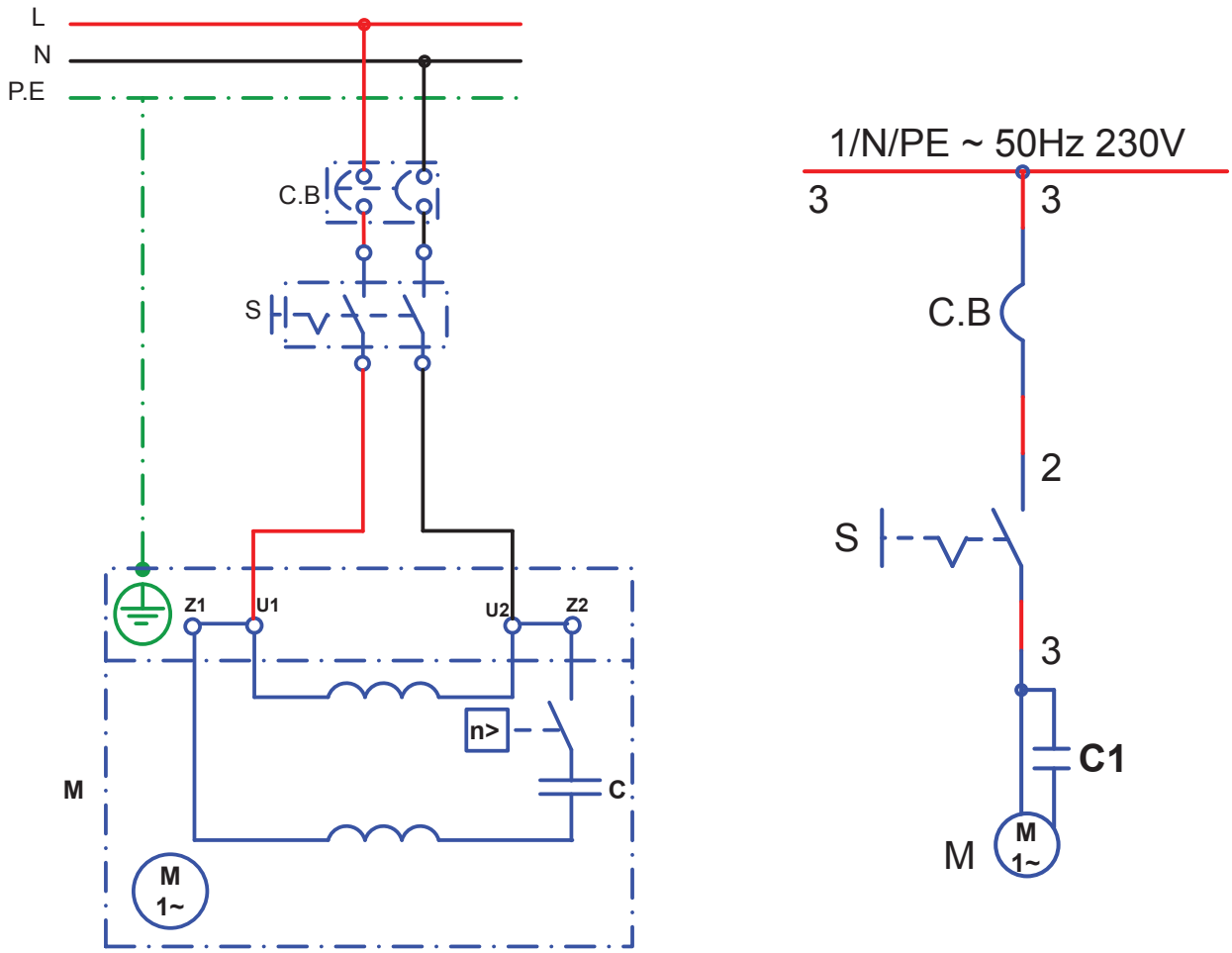
| الرقم | اسم العنصر | الصورة | الرمز |
|---|---|---|---|
| 1 | محرك أحادي الطور. | | M<br>1~ |
| 2 | محرك عام. |  | M<br>~ |
| 3 | محرك ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة. |  | M<br>3~Y |
| 4 | محرك ثلاثي الطور موصول على شكل مثلث. |  | M<br>3~Δ |
| 5 | مفتاح طرد مركزي. | |  |

| الرقم | اسم العنصر | الصورة | الرمز |
|---|---|---|---|
| 6 | مصهر. | | |
| 7 | قاطع دارة. | | |
| 8 | مفتاح تشغيل يدوي. | |  |
| 9 | مفتاح سكيني ثلاثي الطور. | | |

## أمثلة على دارات محركات التيار المتناوب ولف المحركات الكهربائية

### المثال (3-1)

يُبيِّن الشكل (3-1/ أ) المخطط الرمزي لدارة محرك أحادي الطور(M) ذي مواسع غير دائم، يتصل بالمصدر عن طريق قاطع الدارة (C.B) ثنائي القطب، ومفتاح التشغيل اليدوي (S)، في حين يُبيِّن الشكل (3-1/ ب) المخطط التفصيلي للدارة نفسها، علمًا بأن المخطط التفصيلي يُبيِّن طريقة توصيل ملفات المحرك بالمصدر، وتوصيل جسم المحرك بخط الحماية الأرضي (PE).



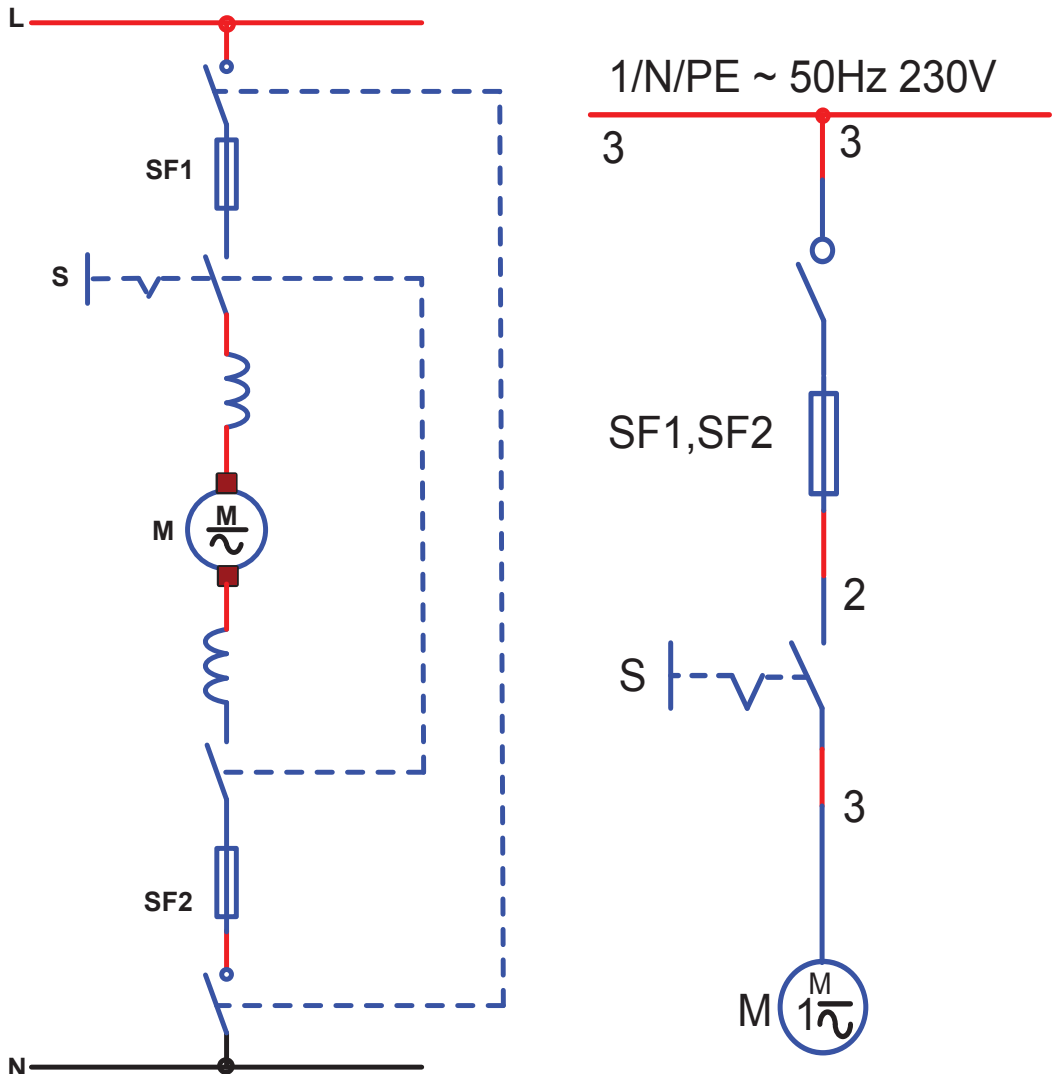

(ب) المخطط التفصيلي.

(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3-1): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لدارة تشغيل محرك أحادي الطور.

## المثال (3-2)

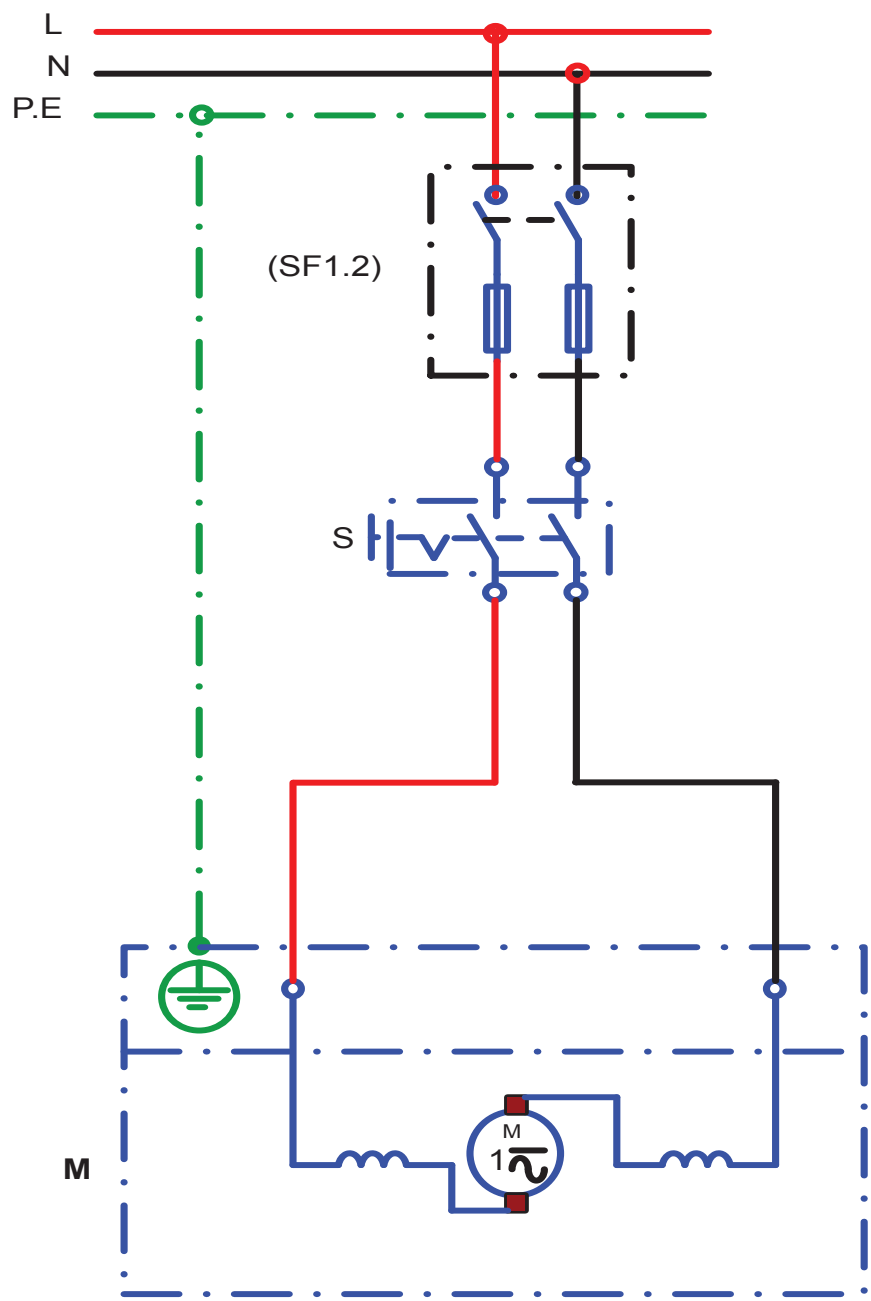
يُبيِّن الشكل (3-2/ أ) المخطط الرمزي لدارة المحرك العام (M)، ويُبيِّن الشكل (3 - 2/ ب) المخطط التفصيلي للدارة نفسها. أمّا الشكل (3-2/ ج) فيُبيِّن مخطط مسار التيار لهذه الدارة. يتصل المحرك بالمصدر عن طريق مفتاح سكيني ذي مصهرين (SF1، SF2)، ومفتاح تشغيل يدوي (S)، علمًا بأن المخطط التفصيلي يُبيِّن طريقة توصيل المحرك العام من الداخل وبالمصدر، وتوصيل جسم المحرك بخط الحماية الأرضي (PE).




(ب) مخطط مسار التيار.

(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3-2): المخطط الرمزي، والمخطط التفصيلي، ومخطط مسار التيار لتشغيل المحرك العام.



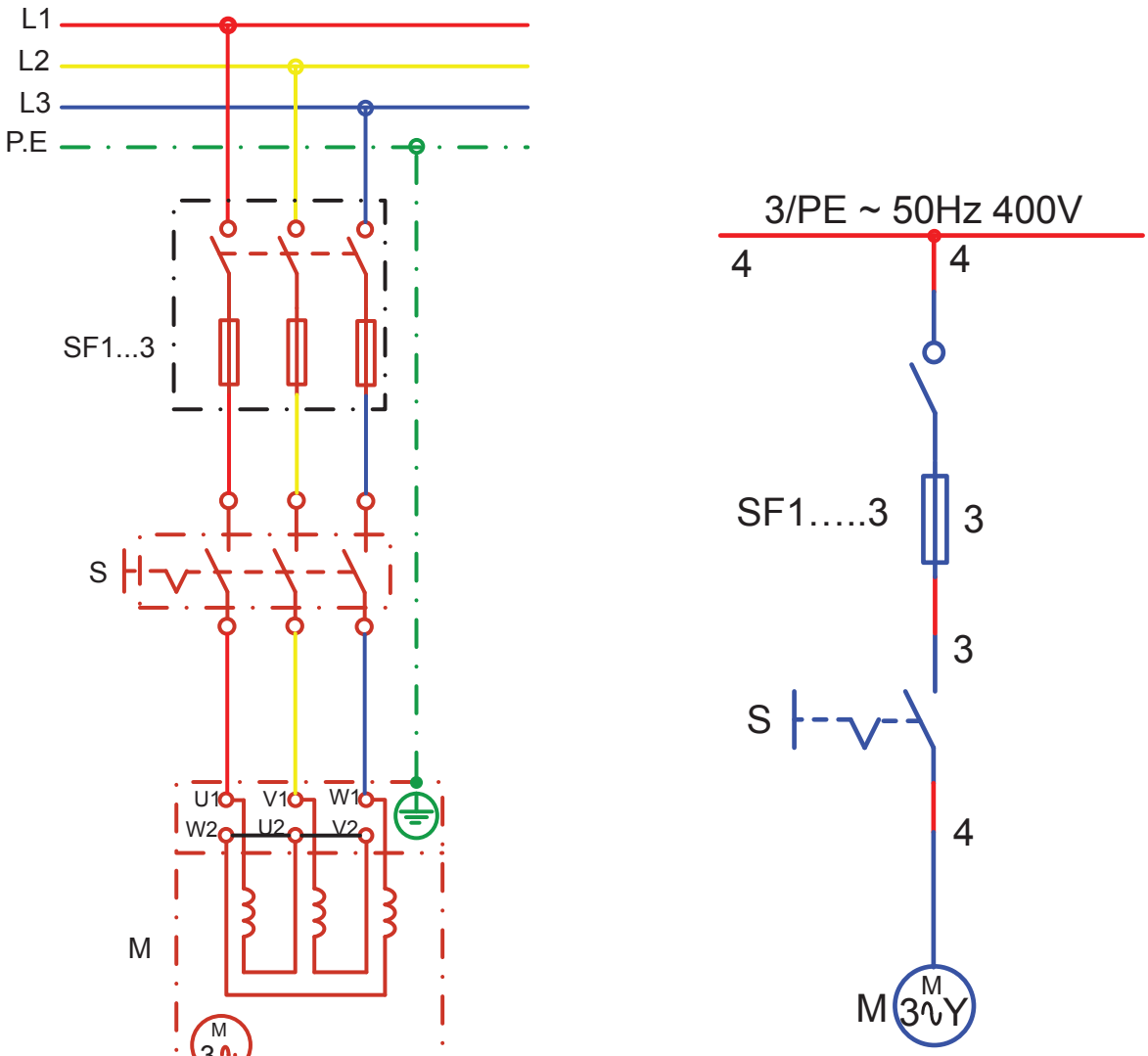

(جـ) المخطط التفصيلي.

**تذكّر**

يُطلَق على المحرك الذي يعمل بالتيار المتناوب والتيار المستمر اسم المحرك العام، وهو يحوي ملفات الأقطاب والمنتج.

## المثال (3-3)

يُبيِّن الشكل (3-3/ أ) المخطط الرمزي لدارة محرك ثلاثي الطور (M) موصول على شكل نجمة، ومتصل بالمصدر باستعمال مفتاح سكيني ذي ثلاثة مصهرات (SF1، SF2، SF3)، ومفتاح تشغيل ثلاثي الطور (S)، في حين يُبيِّن الشكل (3-2/ ب) المخطط التفصيلي للدارة نفسها، علمًا بأن المخطط التفصيلي يُبيِّن طريقة توصيل الملفات بالمصدر، وتوصيل جسم المحرك بخط الحماية الأرضي (PE).




(أ) المخطط الرمزي.

(ب) المخطط التفصيلي.

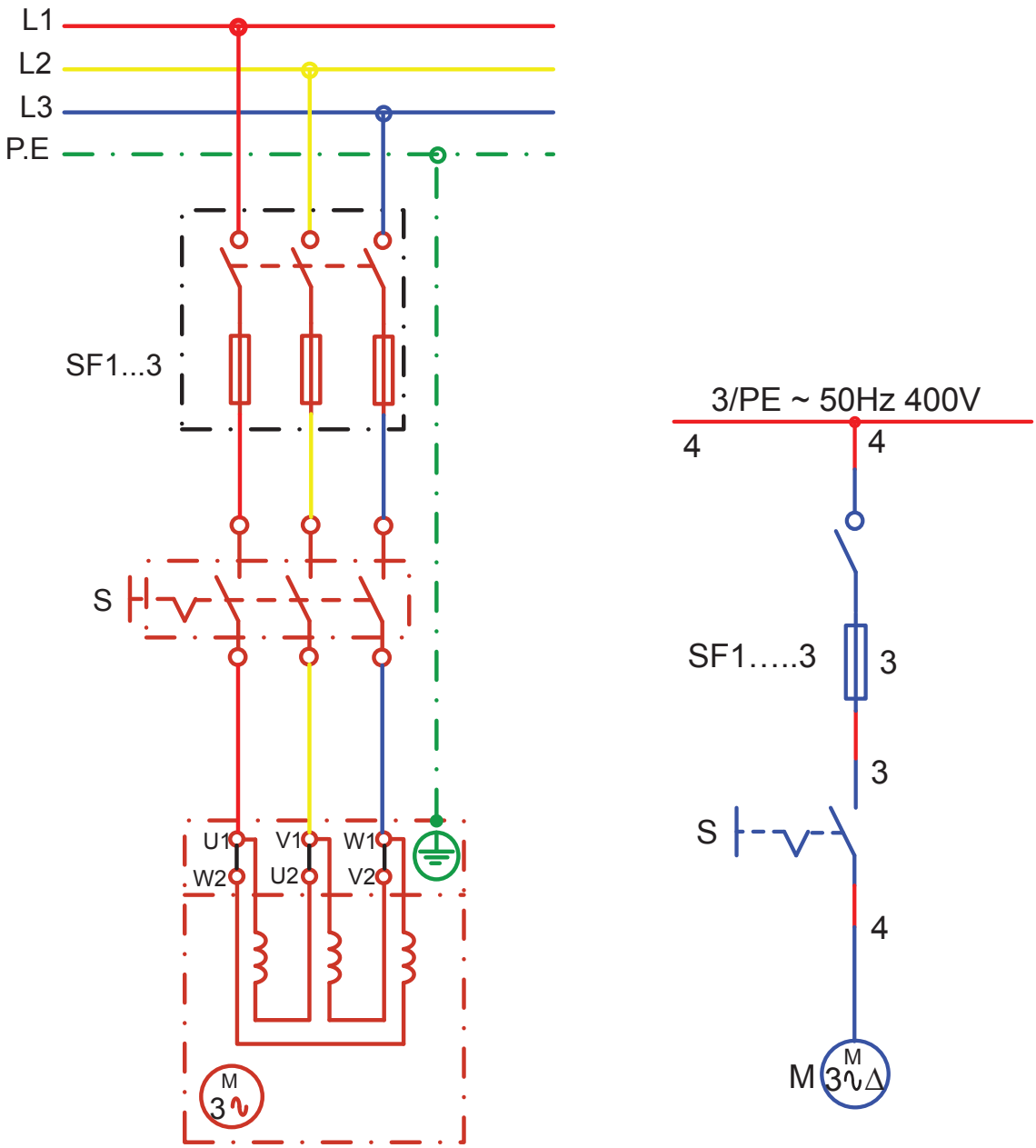
الشكل (3-3): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لدارة تشغيل محرك ثلاثي الطور (نجمة).

**تذكَّر**

توجد طريقتان لتوصيل ملفات محرك ثلاثي الطور بمصدر تيار ثلاثي الطور (نجمة، مثلث).

## المثال (3-4)

يُبيِّن الشكل (3-4/ أ) المخطط الرمزي لدارة محرك ثلاثي الطور (M) موصول على شكل مثلث، ومتصل بالمصدر باستعمال مفتاح سكيني ذي ثلاثة مصهرات (SF3، SF2، SF1)، ومفتاح تشغيل ثلاثي الطور (S)، في حين يُبيِّن الشكل (4/ ب) المخطط التفصيلي للدارة نفسها، علمًا بأن المخطط التفصيلي يُبيِّن طريقة توصيل الملفات بالمصدر، وتوصيل جسم المحرك بخط الحماية الأرضي (PE).



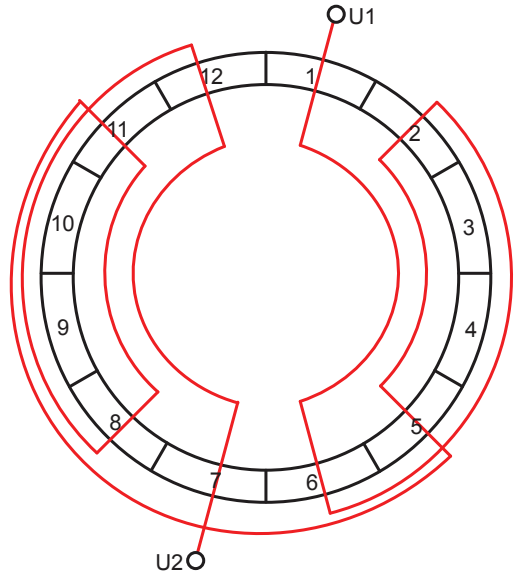

(ب) المخطط التفصيلي.

(أ) المخطط الرمزي.

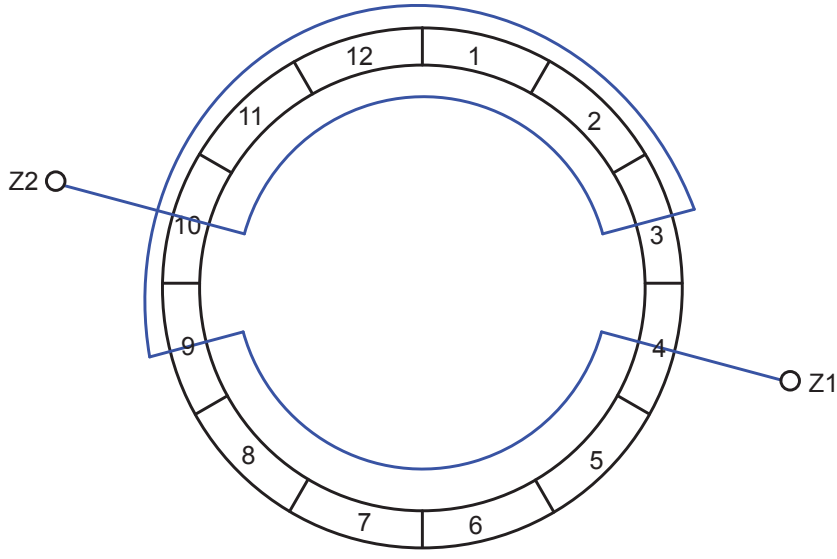
الشكل (3-4): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لدارة تشغيل محرك ثلاثي الطور (مثلث).

## المثال (3-5)

يُبيِّن الشكل (3-5/ أ) ملفات المجموعتين الأولى والثانية لملفات التشغيل، ويُبيِّن الشكل (3-5/ ب) ملفات المجموعتين الأولى والثانية لملفات البدء للعضو الساكن، لمحرك أحادي الطور يحوي (12) مجرى، وقطبين، علمًا بأن نوع اللف متداخل، وهو ذو طبقة واحدة، ومرسوم رسمًا دائريًّا.




الشكل (3-5/ أ): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات التشغيل.



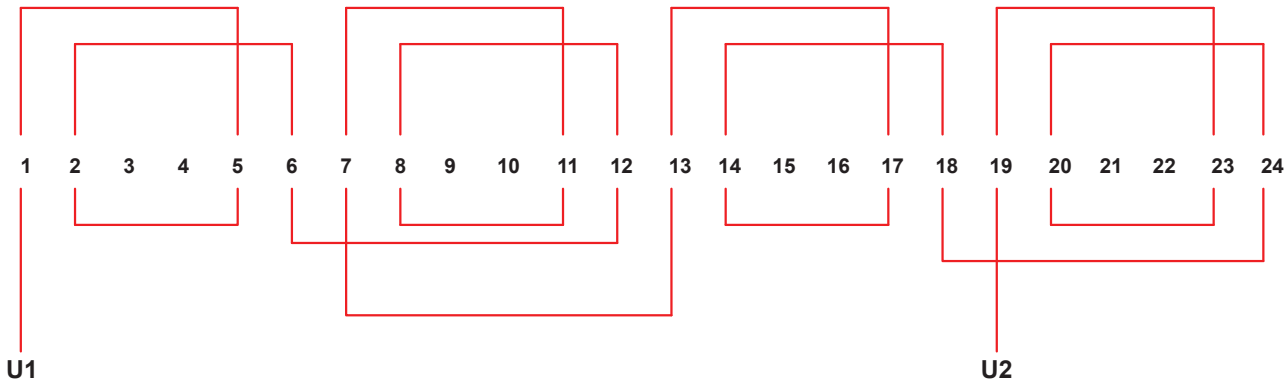

الشكل (3-5/ ب): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات البدء.

**فكّر**

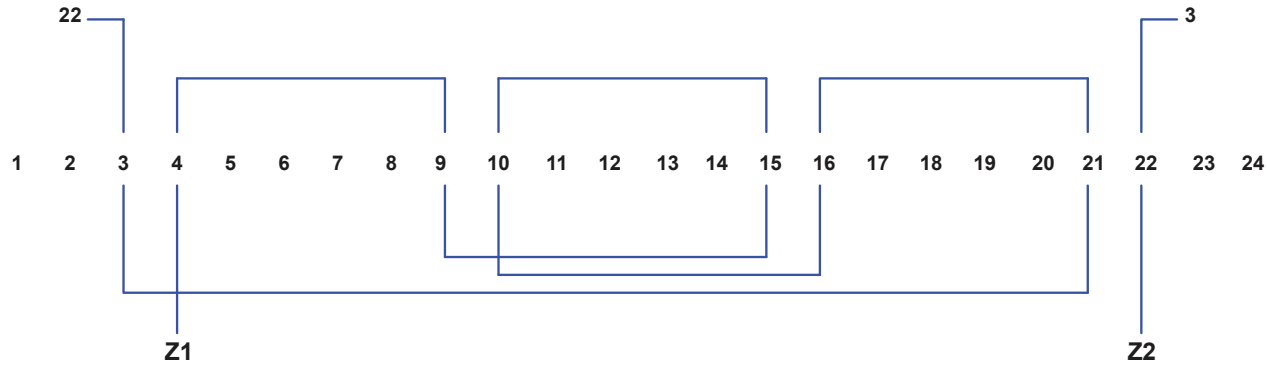
كيف يُمكِن تمييز اللف المتداخل من اللف المتسلسل بالنظر إلى الرسم؟

## المثال (3-6)

يُبيِّن الشكل: (3-6/ أ)، والشكل (6/ ب) ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة لملفات التشغيل والبدء على الترتيب، لمحرك أحادي الطور يحوي (24) مجرى، و(4) أقطاب، علمًا بأن نوع اللف متسلسل، وهو ذو طبقة واحدة، ومرسوم رسمًا انفراديًّا.




الشكل (6/ أ): ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة لملفات التشغيل.




الشكل (3-6/ ب): ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة لملفات البدء.

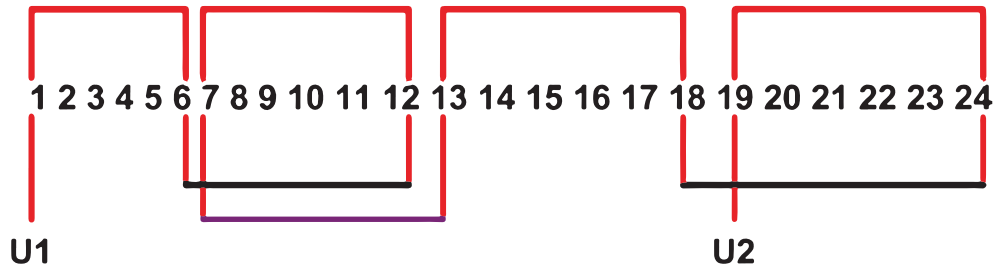
**تذكَّر**

إذا كان عدد مجموعات الملفات يساوي عدد الأقطاب، فيجب توصيل نهاية كل مجموعة بنهاية المجموعة التي تليها، وتوصيل بداية كل مجموعة ببداية المجموعة التي تليها. أمّا إذا كان عدد مجموعات الملفات يساوي نصف عدد الأقطاب، فيجب توصيل نهاية كل مجموعة ببداية المجموعة التي تليها.

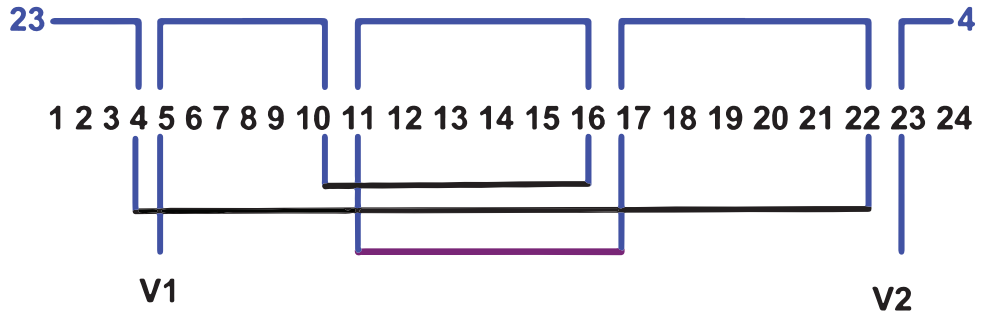
## المثال (3-7)

تُبيِّن الأشكال (3-7/ أ)، و(3-7/ ب)، و(3-7/ ج) ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة لملفات الطور الأول (U)، والطور الثاني (V)، والطور الثالث (W) على الترتيب، لمحرك ثلاثي الطور يحوي (24) مجرى، و(4) أقطاب، وطبقة واحدة، علمًا بأن نوع اللف متداخل، وعدد المجموعات يساوي عدد الأقطاب، وهو مرسوم رسمًا انفراديًّا.

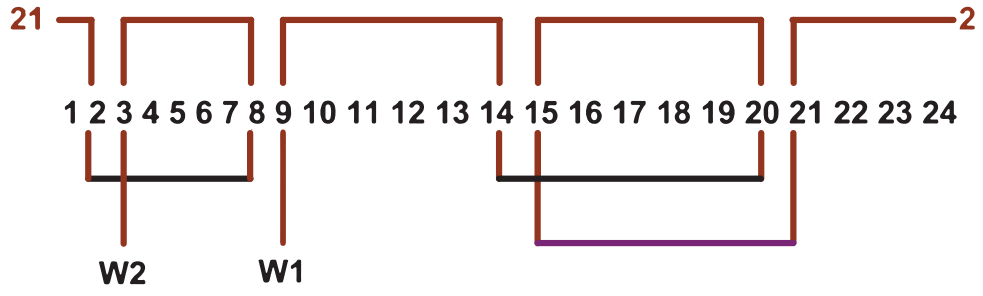
يُلاحَظ في اللف المتسلسل أن لجميع الملفات الاتساع نفسه؛ أيْ لها عدد المجاري نفسه بين بداية الملف ونهايته. أمّا في اللف المتداخل فيُلاحَظ وجود ملف اتساعه كبير، وفي داخله ملفات أصغر منه اتساعًا.




الشكل (3-7/ أ): ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة للطور الأول (U).




الشكل (3-7/ ب): ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة للطور الثاني (V).



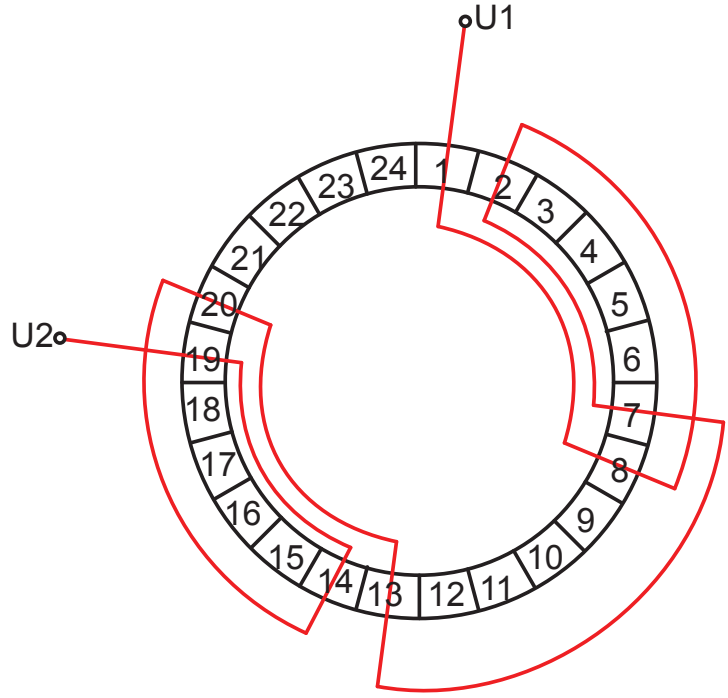

الشكل (3-7/ ج): ملفات المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة للطور الثالث (W).

**ملحوظة**

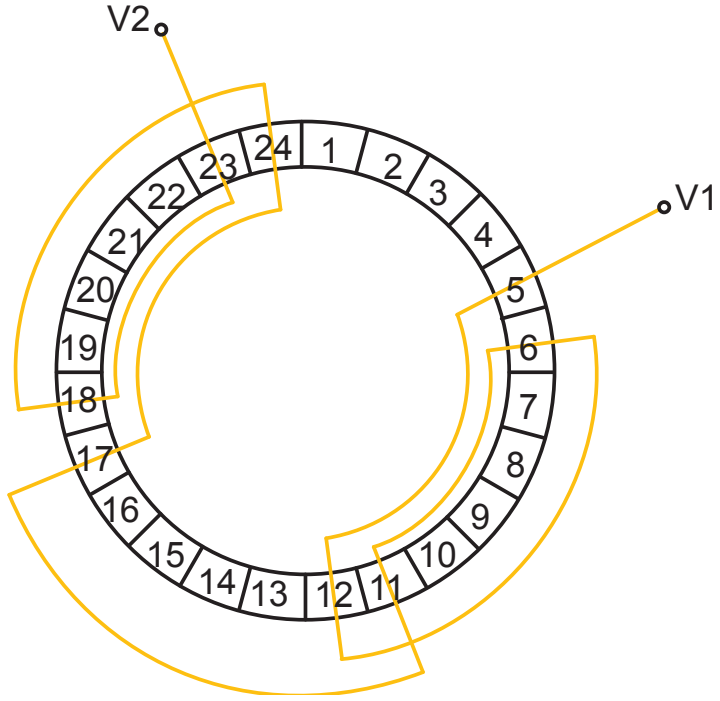
اختير اللون البنفسجي لتوصيل البدايات، واللون الأسود لتوصيل النهايات.

## المثال (3-8)

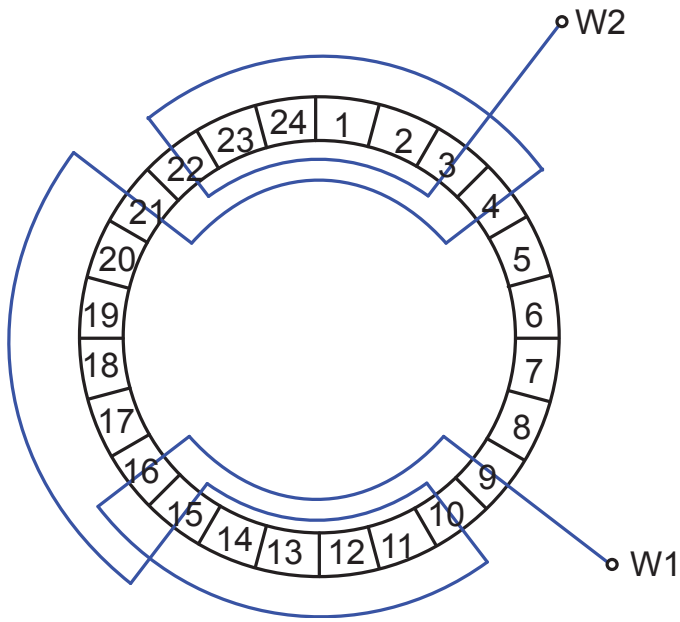
تُبيِّن الأشكال (3-8/ أ)، و(3-8/ ب)، و(3-8/ ج) ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات الطور الأول (U)، والطور الثاني (V)، والطور الثالث (W) على الترتيب، لمحرك ثلاثي الطور يحوي (24) مجرى، و(4) أقطاب، علمًا بأن نوع اللف متداخل، وهو ذو طبقة واحدة، وعدد المجموعات يساوي نصف عدد الأقطاب.




الشكل (3-8/ أ): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات الطور الأول.




الشكل (3-8/ ب): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات الطور الثاني.




الشكل (3-8/ جـ): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات الطور الثالث.

- ابحث أنت وزملاؤك في المجموعة عن الطرائق الشائعة لإعادة لف ملفات العضو الساكن لمحركات التيار المتناوب، ثم اكتب تقريرًا عنها، ثم اقرأه أمام الزملاء في الصف.
- مُستعملًا أحد برامج الرسم باستخدام الحاسوب، مثل: (Visio)، و(Work Bench)، و(Electrical AutoCAD)، أعد رسم الشكل (3-2)، والشكل (3-4)، والشكل (3-8).

القياس والتقويم

# تمارين على دارات محركات التيار المتناوب ولف المحركات الكهربائية

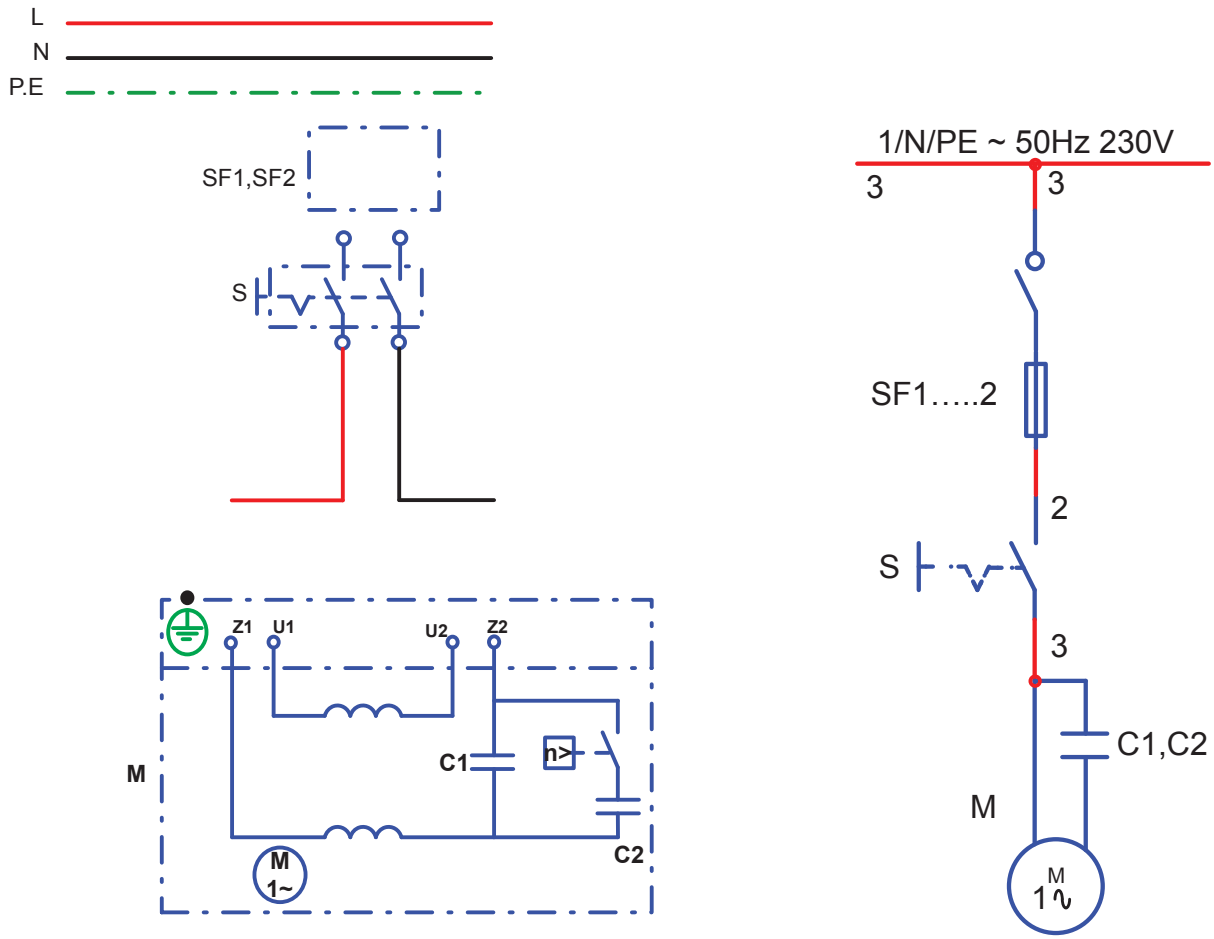
## التمرين (3-1)

يُبيِّن الشكل (3-9/ أ) المخطط الرمزي لمحرك أحادي الطور ذي مواسعين، ويُبيِّن الشكل (9/ ب) عناصر المخطط التفصيلي للمحرك نفسه.

**المطلوب**

1 - ارسم المخطط الرمزي.

2 - أكمل رسم عناصر المخطط التفصيلي بصورة صحيحة، مستعينًا بالمخطط الرمزي.




(ب) عناصر المخطط التفصيلي.

(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3 - 9): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لمحرك أحادي الطور ذي مواسعين.

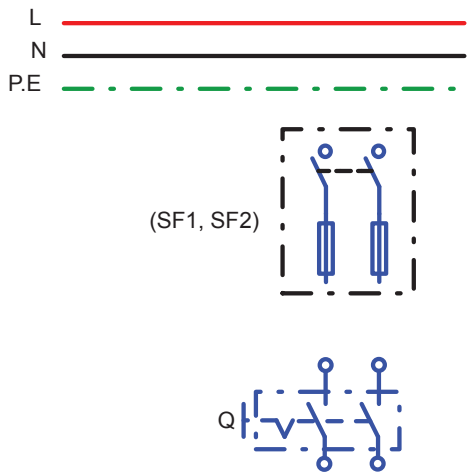
## التمرين (3-2)

يُبيِّن الشكل (3-10/ أ) المخطط الرمزي لمحرك عام موصول بالمصدر باستعمال مفتاح سكيني ذي مصهرين (SF2، SF1)، ومفتاح تشغيل أحادي الطور(Q)، في حين يُبيِّن الشكل (3-10/ ب) عناصر المخطط التفصيلي للمحرك نفسه.

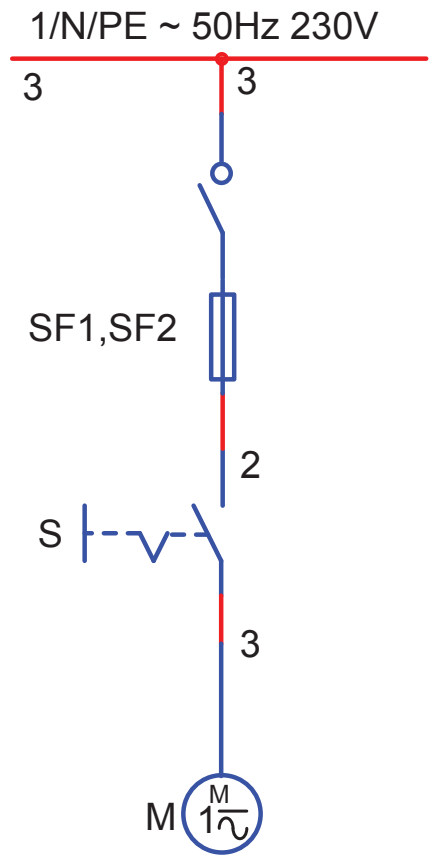
**المطلوب**

1 - ارسم المخطط الرمزي.

2 - أكمل رسم عناصر المخطط التفصيلي بصورة صحيحة، مستعينًا بالمخطط الرمزي.




(ب) عناصر المخطط التفصيلي.




(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3-10): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي للمحرك العام.

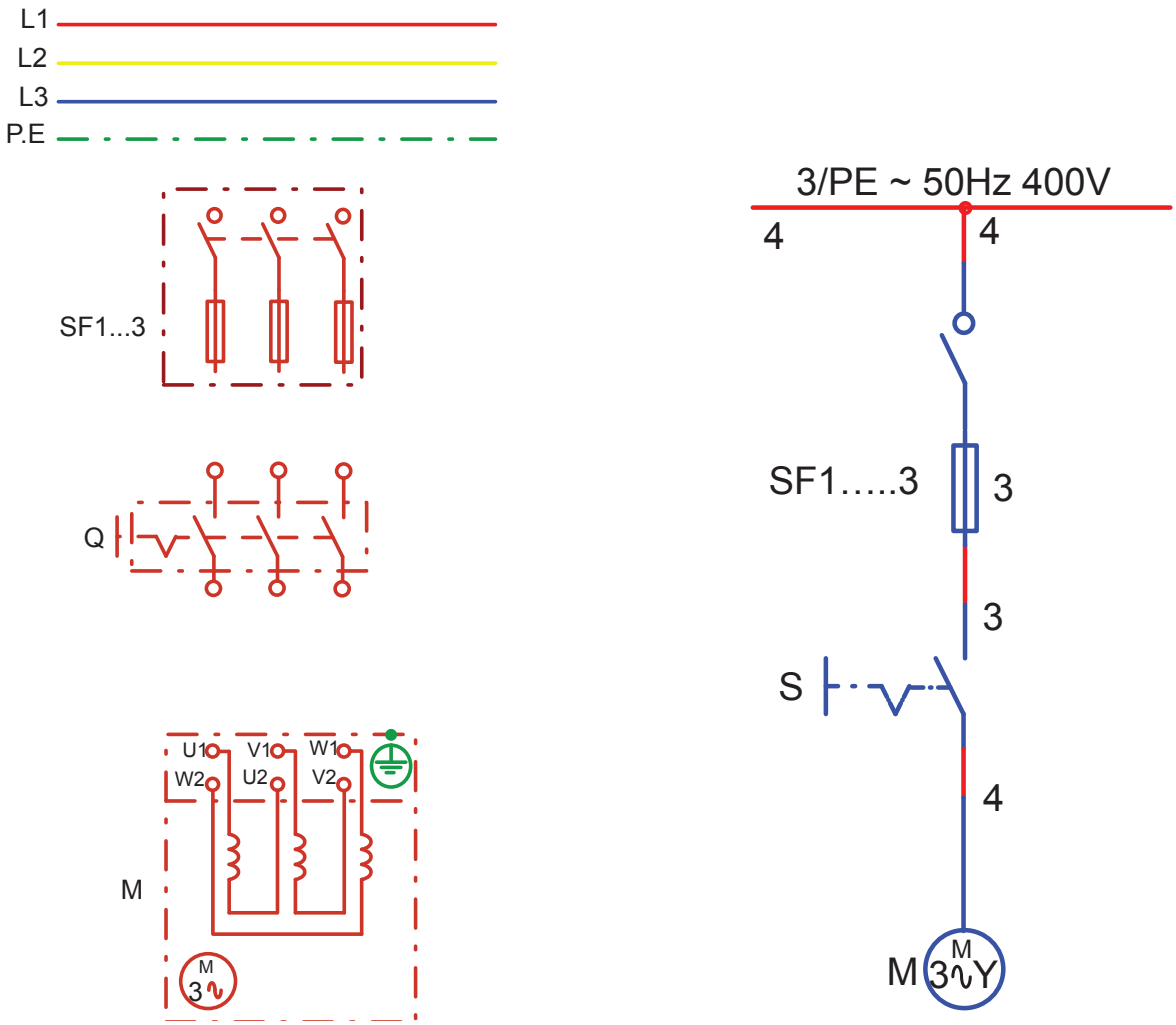
## التمرين (3-3)

يُبيِّن الشكل (3-11/ أ) المخطط الرمزي لمحرك ثلاثي الطور موصول بالمصدر على شكل نجمة باستعمال مفتاح سكيني ثلاثي الطور ذي مصهر (SF1 ...3) ومفتاح تشغيل (Q)، في حين يُبيِّن الشكل (3-11/ ب) عناصر المخطط التفصيلي للمحرك نفسه.

**المطلوب**

1 - ارسم المخطط الرمزي المُبيَّن في الشكل (3-11/ أ).

2 - أكمل رسم عناصر المخطط التفصيلي بصورة واضحة، مستعينًا بالمخطط الرمزي.




(ب) عناصر المخطط التفصيلي.

(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3-11 ): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لمحرك ثلاثي الطور موصول على شكل نجمة.

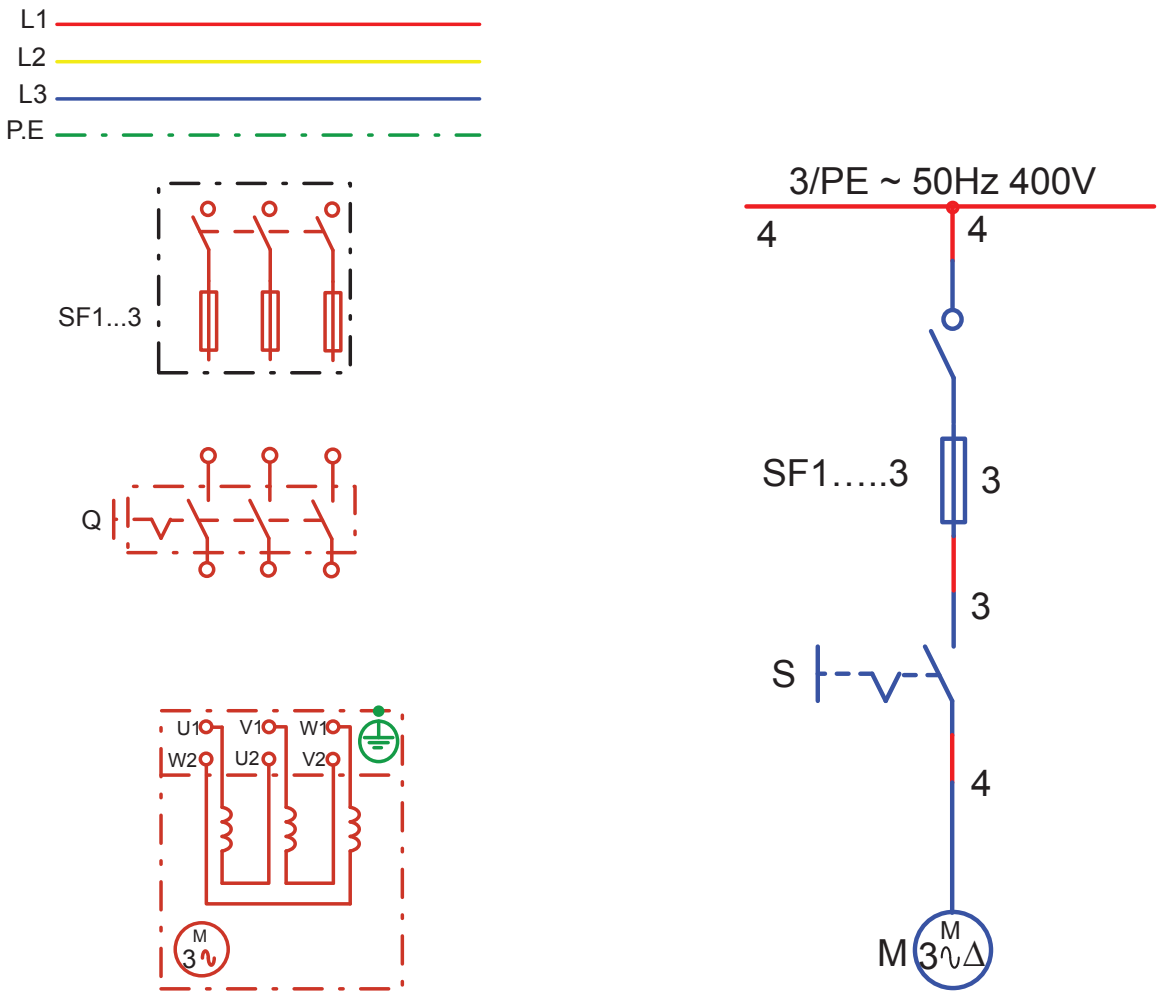
## التمرين (3-4)

يُبيِّن الشكل (3-12/ أ) المخطط الرمزي لمحرك ثلاثي الطور موصول بالمصدر على شكل مثلث باستعمال مفتاح سكيني ثلاثي الطور ذي مصهر (SF1 ...3) ومفتاح تشغيل (Q)، في حين يُبيِّن الشكل (3-12/ ب) عناصر المخطط التفصيلي للمحرك نفسه.

**المطلوب**

1 - ارسم المخطط الرمزي.

2 - أكمل رسم عناصر المخطط التفصيلي بصورة صحيحة، مستعينًا بالمخطط الرمزي.




(ب) عناصر المخطط التفصيلي.

(أ) المخطط الرمزي.

الشكل (3-12): المخطط الرمزي والمخطط التفصيلي لمحرك ثلاثي الطور موصول على شكل مثلث.

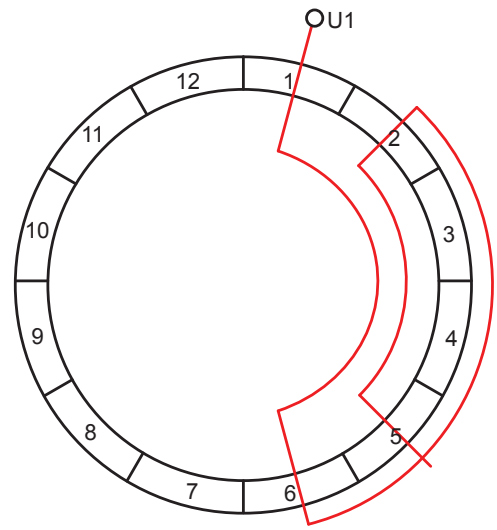
## التمرين (3-5)

يُبيِّن الشكل (3-13/ أ)، والشكل (3-13/ ب) ملفات المجموعة الأولى من ملفات التشغيل وملفات البدء على الترتيب، لملفات العضو الساكن لمحرك أحادي الطور يحوي (12) مجرى، وقطبين، علمًا بأن نوع اللف متداخل، وهو ذو طبقة واحدة.

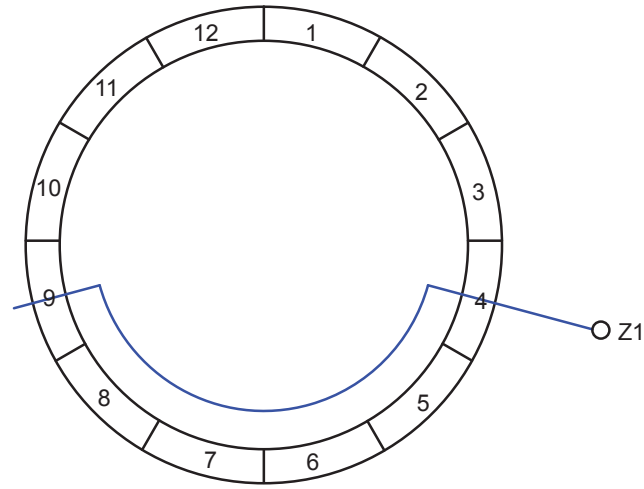
**المطلوب**

1 - ارسم رسمًا دائريًّا ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات التشغيل.

2 - ارسم رسمًا دائريًّا ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات البدء.




الشكل (3-13/ أ): ملفات المجموعة الأولى من ملفات التشغيل.




الشكل (3-13/ ب): ملفات المجموعة الأولى من ملفات البدء.

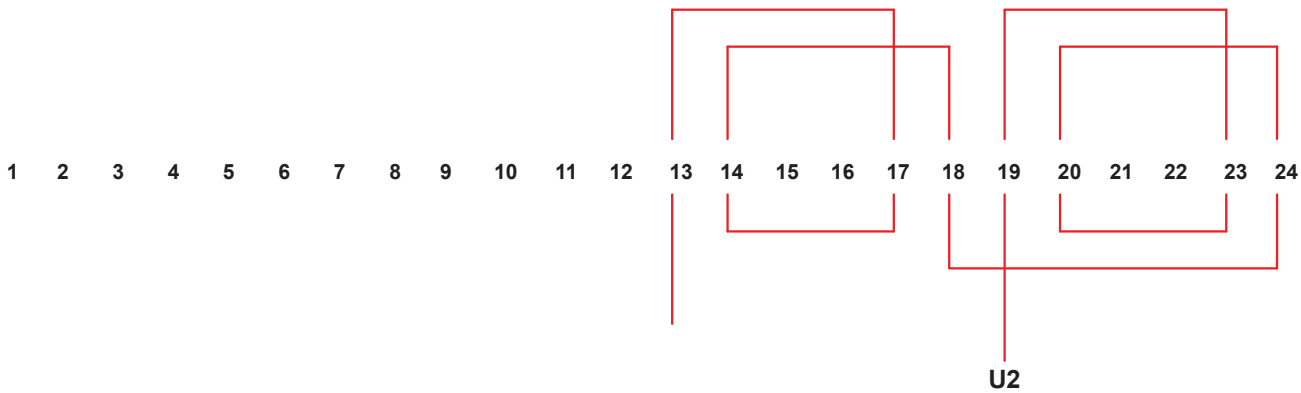
## التمرين (3-6)

يُبيِّن الشكل (3-14/ أ)، والشكل (3-14/ ب) ملفات المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة لملفات التشغيل، وملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات البدء على الترتيب، لملفات العضو الساكن لمحرك أحادي الطور يحوي (24) مجرى، و(4) أقطاب، علمًا بأن نوع اللف متسلسل، وهو ذو طبقة واحدة.

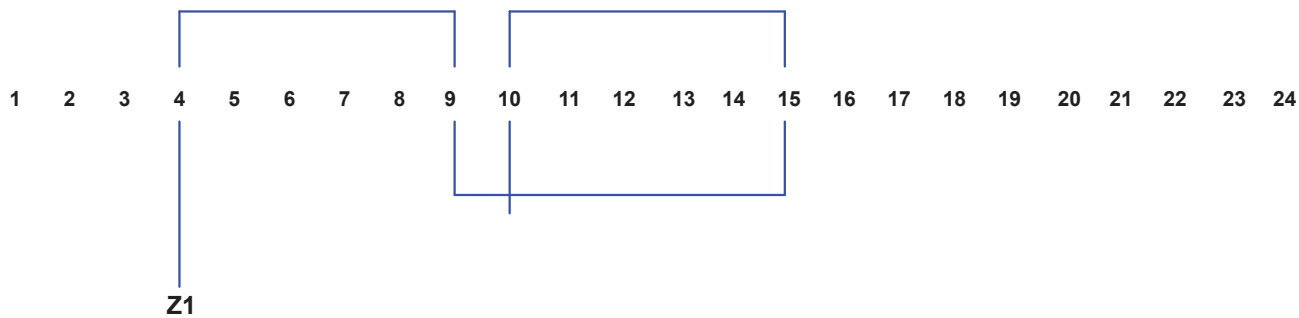
**المطلوب**

1 - ارسم رسمًا انفراديًّا ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات التشغيل، وملفات المجموعتين المُبيَّنة في الشكل (3-14/ أ).

2 - ارسم رسمًا انفراديًّا ملفات المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة لملفات البدء، وملفات المجموعتين المُبيَّنة في الشكل (3-14/ ب).




الشكل (3-14/ أ): ملفات المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة لملفات التشغيل.




الشكل (3-14/ ب): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية لملفات البدء.

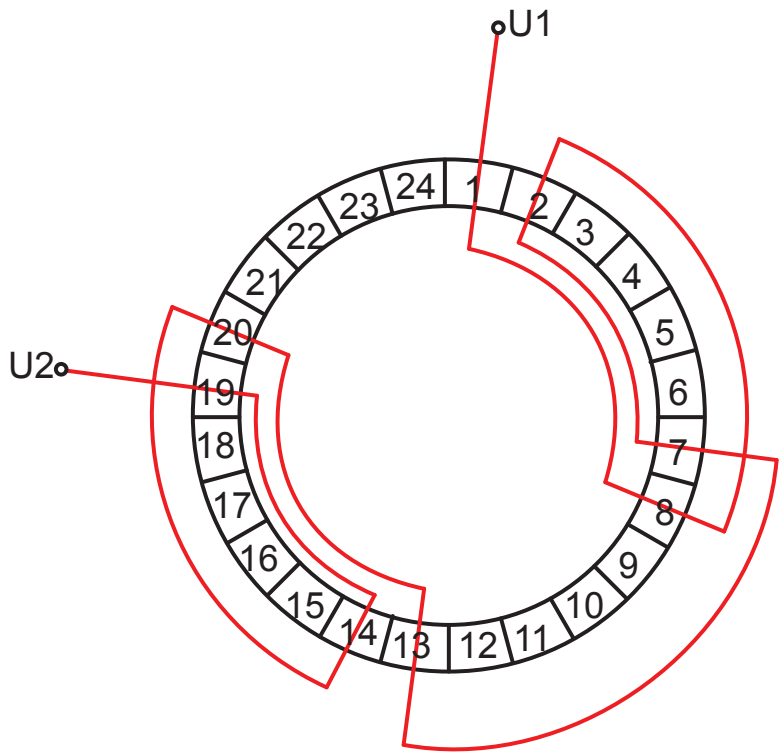
## التمرين (3-7)

يُبيِّن الشكل (3-15) ملفات الطور الأول لمحرك ثلاثي الطور، يحوي (24) مجرى، و (4) أقطاب، علمًا بأن عدد المجموعات يساوي نصف عدد الأقطاب، وهو ذو طبقة واحدة، وملفوف لفًّا متداخلًا.

**المطلوب**

1 - ارسم رسمًا دائريًّا ملفات الطور الأول المُبيَّنة في الشكل (3-15).

2 - ارسم ملفات الطور الثاني الذي يبدأ بالمجرى (5)، وملفات الطور الثالث الذي يبدأ بالمجرى (9) بالطريقة نفسها.




الشكل (3-15 ): ملفات الطور الأول.

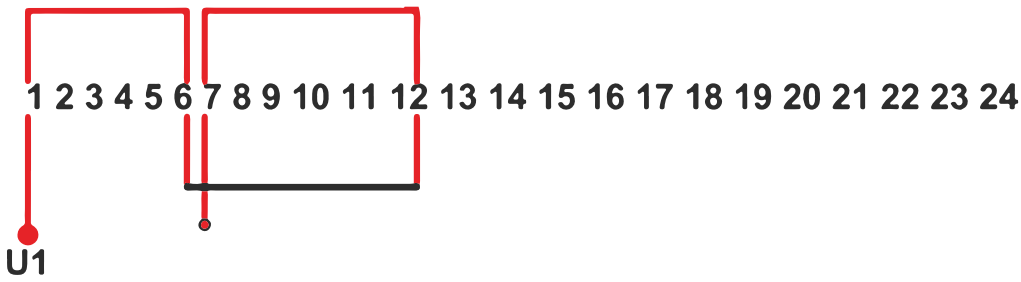
## التمرين (3-8)

يُبيِّن الشكل (3-16/ أ)، والشكل (3-16/ ب) ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية للطور الأول والطور الثاني لمحرك ثلاثي الطور، يحوي (24) مجرى، و(4) أقطاب، علمًا بأن عدد المجموعات يساوي عدد الأقطاب، وهو ذو طبقة واحدة، وملفوف لفًّا متداخلًا.

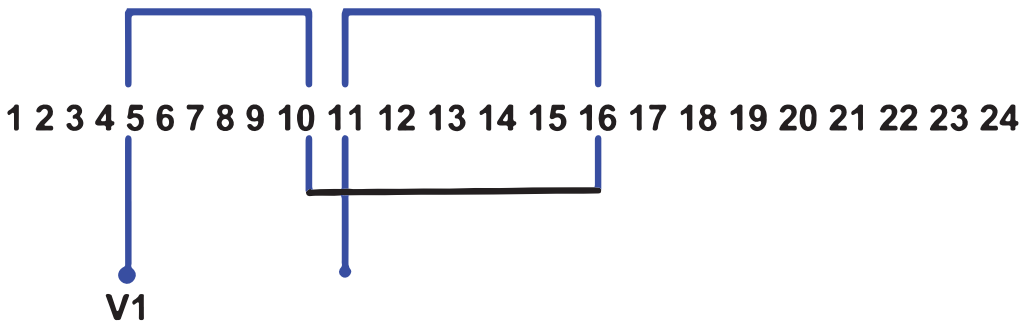
**المطلوب**

1 - أكمل الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول وملفات الطور الثاني المُبيَّنة في الشكل (3-16/ أ)، والشكل (3-16/ ب).

2 - ارسم ملفات الطور الثالث الذي يبدأ بالمجرى (9) بالطريقة نفسها.




الشكل (3-16/ أ): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية للطور الأول.




الشكل (3-16/ ب): ملفات المجموعة الأولى والمجموعة الثانية للطور الثاني.

# مسرد المصطلحات

| المصطلح بالإنجليزية | المصطلح بالعربية |
|---|---|
| Magnetic protection | حماية مغناطيسية |
| A.C machine | آلة تيار متردد |
| Alternating - current | تيار متغير |
| Ampere - meter | أمبير ميتر |
| Battery | بطارية |
| Bell | جرس |
| Busbar | قضبان |
| Cable | كبل |
| Capacitor | مواسع |
| Centrifugle - switch | مفتاح طرد مركزي |
| Choke coil | ملف خانق |
| Circuit - Breaker | قاطع دارة |
| Climbing supply | تغذية نحو الأعلى |
| Connection –box | علبة وصل |
| Control | تحكم |
| Crossing - switch | مفتاح مُصلَّب |
| Current flow - diagram | مخطط مسار التيار |
| Current transformer | مُحوِّل تيار |
| Delta - connection | توصيل على شكل مثلث |
| Detachable connection | وصلة قابلة للفك |
| Direct - current | تيار مباشر |
| Distribution - board | لوحة توزيع |
| Distribution box | صندوق توزيع |
| Door –intercom | وحدة اتصال داخلي |

| المصطلح بالإنجليزية | المصطلح بالعربية |
|---|---|
| Double - pole switch | مفتاح مزدوج |
| Dropping supply | تغذية نحو الأسفل |
| Earth leakage | تسرُّب أرضي |
| gnihtraE | تأريض |
| Electric - installations | تمديدات كهربائية |
| Electrical door opener | فاتح باب كهربائي |
| Electrical symbols | رموز كهربائية |
| Electromagnetic current - trip | قاطع تيار كهرومغناطيسي |
| Exploded - diagram | مخطط تفصيلي |
| Fan | مروحة |
| Fire detector | كاشف حريق |
| Fluorescent lamp | مصباح فلوري |
| Frequency | ذبذبة، تردد |
| Fuse | مصهر |
| Heater | سخّان |
| Inductot (coil) | ملف (محاثة) |
| Industrial - installations | تمديدات صناعية |
| Insulating cover | غلاف عازل |
| Isolator | مفتاح سكيني |
| Lamp | مصباح |
| Lighting - installations | تمديدات إنارة |
| Lighting unit | وحدة إنارة |
| Line of four wires | خط من أربعة أسلاك |
| Line of pipe | تمديد في أنابيب |
| Loudspeaker | سمّاعة |
| Microphone | ميكروفون |

| المصطلح بالإنجليزية | المصطلح بالعربية |
|---|---|
| Negative pole | قطب سالب |
| Neutral line | خط محايد |
| Nominator | مبيِّن رقمي |
| Ohm - meter | أوموميتر |
| Over current | زيادة التيار |
| Over current trip and short circuit trip | مفتاح ذو قاطع حراري ومغناطيسي |
| Permanent connection | وصلة ثابتة |
| gulP | قابس |
| Positive pole | قطب موجب |
| Power factor - meter | جهاز قياس عامل القدرة |
| Power supply unit | وحدة تغذية |
| Pump | مضخة |
| Push - button | مفتاح ضاغط |
| Push - button - off | ضاغط إيقاف |
| Push - button - on | ضاغط تشغيل |
| Relay | مرحل |
| Resistor | مقاومة |
| Selector - switch | مفتاح انتقاء |
| Signal lamp | مصباح إشارة |
| Single - diagram | مخطط رمزي |
| Single - phase supply | خط تغذية أحادي الطور |
| Single - phase transformer | مُحوِّل أحادي الطور |
| Single - pole switch | مفتاح مفرد |
| Single phase - generator | مُولِّد أحادي الطور |
| Single phase - motor | محرك أحادي الطور |
| Slip ring | حلقة انزلاق |

| المصطلح بالإنجليزية | المصطلح بالعربية |
|---|---|
| Socket | مقبس |
| Star - connection | توصيل على شكل نجمة |
| Starter | بادئ |
| remrofsnart nwod petS | مُحوِّل خفض |
| Technical term | مصطلح فني |
| Telephone socket | مقبس هاتف |
| Television aerial socket | مقبس هوائي للتلفاز |
| Thermal - switch | مفتاح حراري |
| Thermal protection | حماية حرارية |
| rotareneg esahp - eerhT | مُولِّد ثلاثي الطور |
| Three - phase motor | محرك ثلاثي الطور |
| Three - phase supply | خط تغذية ثلاثي الطور |
| Three - phase transformer | مُحوِّل ثلاثي الطور |
| Time - relay | مرحل زمني |
| Tow way - switch | مفتاح تبادلي |
| Travel - switch | مفتاح تشغيل |
| Trip - coil | ملف فصل |
| Universal motor | محرك عام |
| Variable - resistance | مقاومة متغيرة |
| Volt - meter | فولتميتر |
| Voltage Transformer | مُحوِّل فولتية |
| Watt - hour - meter | عدّاد طاقة |
| Watt - meter | واطميتر |
| Wire in plaster | خط تمديد في القصارة |
| Wire on plaster | خط تمديد فوق القصارة |
| Wire under plaster | خط تمديد تحت القصارة |

# قائمة المراجع


**أولًا: المراجع العربية**

1 - م. أحمد عبد المتعال، **الأسس العملية في التركيبات الكهربائية، الموسوعة العلمية في التركيبات الكهربائية**، دار النشر للجامعات، مصر، 2000م.

2 - الكودات الأردنية للأعمال الكهربائية (إنارة، تأريض).

3 - محمود الجيلاني، **المرجع في التركيبات والتصميمات الكهربية**، جامعة القاهرة/ مصر، 2013م.

4 - نقابة المهندسين الأردنيين، **التعليمات الفنية التي تعمل بموجبها المكاتب الهندسية**، 2019م.

5 - هاني عبيد، **تخطيط وتصميم التمديدات الكهربائية في المشاريع الكبرى**، دار الشروق للنشر والتوزيع، 2001م.

**ثانيًا: المراجع الأجنبية**

1 - Blackie, **Technical Drawing for Electrical Engineering**, 2013.

2 - Alfred Still - Charles S. Siskind, **Electrical Machine Design**, 2018.

3 - Fachzeichnen, **Standard Handbook for Electrical Engineres**, (12th Edition) England, Mc. Craw, 2000.

4 - I.E.C; Graphical Symbols for Diagrams, Switzerland, Geneve 2017.

5 - RAMSAY; **Engineering Instrumentation & Control**, Thornes, 2012.

6 - Brian SCADD, **Wiring Systems Finding for Installation Electricians** Fourth Edition, 2015.

7 - Theraja, **A Textbook of Electrical Technology**, CHAND, 2013.

تم بحمد الله