جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

# الرسم الصناعي

# الصناعي / الثاني

# كهرباء

تأليف

المهندس
مهدي صالح الحمداني

د. المهندس
علي حسين نعمان

أ. د. المهندس
كريكور سيروب كريكور

المهندسة
عامرة ماجد ثابت

المهندسة
ديار ريشارد حبيب

المهندس
سلام حميد حسن

لجنة التنقيح

لجنة من المديرية العامة للتعليم المهني

الطبعة التاسعة

1447 هـ - 2025 م

بسم الله الرحمن الرحيم

## المقدمة

تستمر المديرية العامة للتعليم المهني بتحديث الكتب المدرسية للاختصاصات الصناعية بضمنها اختصاص الكهرباء، وحيث أن مادة الرسم الصناعي أحدى تلك الكتب الفنية المتخصصة التي تعنى بتعريف الطالب بالرموز الفنية العالمية للتوصيلات والتركيبات الكهربائية المختلفة التي تتلائم مع المفردات التي وردت في كتاب مادة العلوم الصناعية لنفس المرحلة.

يحتوي كتاب الرسم الصناعي على الرموز الكهربائية لعناصر الدوائر الكهربائية ورموز عناصر التحكم والحماية ورموز الالات الكهربائية كذلك رموز عناصر الإلكترونيات القدرة بالإضافة الى توصيلات الاضاءة والتجهيزات المنزلية ودوائر السيطرة والتحكم وكذلك توصيلات التشغيل والتحكم والحماية للمحركات الكهربائية .

تتضمن كل لوحة في الكتاب توصيلة لدائرة كهربائية ما لكي تمكن الطالب من التعرف على تركيب الدائرة والتركيبات التي تحتويها ثم طريقة التوصيل والقياسات المعتمدة لكل جزء من الدائرة ، ثم يتبعه التمرين الذي يشابه المثال مع بعض الاضافات ويطلب من الطالب ان يجتهد في توصيلاتها الملائمة لكل تمرين وبذلك يتدرب الطالب على طريقة الربط الصحيح ودقة الابعاد لتوصيل الدوائر الكهربائية المتنوعة مما يجعله مهيئاً لمواجهة متطلبات سوق العمل من حيث قراءة الخرائط الكهربائية أو عمل مخططات التأسيسات والتوصيلات الكهربائية المختلفة .

نرجوا من الله عز وجل أن تكون قد وفقنا في جهدنا هذا، آملين من الاخوان مدرسي المادة أن يرفدونا بملاحظاتهم حول الكتاب والاخطاء التي قد ترد سهلة لغرض الاخذ بها في الطبعات اللاحقة مع شكرنا وأعتزازنا.

المؤلفون

2010

# الفهرست

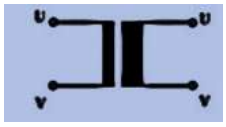
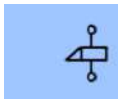
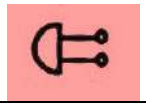
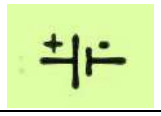
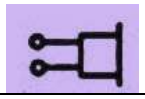
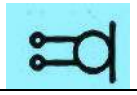
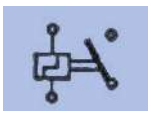

| ت | أسم اللوحة أو التمرين | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | لوحة رقم ( 1 ) الرموز الكهربائية – الرموز الكاملة | 5 |
| 2 | لوحة رقم ( 1 ) الرموز الكهربائية – الرموز المختصرة | 9 |
| 3 | لوحة رقم ( 2 ) – تأسيس مخزن تجاري | 11 |
| 4 | تمرين رقم ( 2 ) | 13 |
| 5 | لوحة رقم ( 3 ) – مفتاح باب مغناطيسي | 14 |
| 6 | تمرين رقم ( 3 ) | 15 |
| 7 | لوحة رقم ( 4 ) – اجهزة قياس الطاقة الكهربائية | 16 |
| 8 | تمرين رقم ( 4 ) | 18 |
| 9 | لوحة رقم ( 5 ) – اجهزة القياس وطرق ربطها | 19 |
| 10 | تمرين رقم ( 5 ) | 20 |
| 11 | لوحة رقم ( 6 ) – مفتاح تحويل بأتجاهين(C.O.S ) | 22 |
| 12 | تمرين رقم ( 6 ) | 23 |
| 13 | لوحة رقم ( 7 ) – توصيلة السيطرة عن بُعد | 24 |
| 14 | تمرين رقم ( 7 ) | 25 |
| 15 | لوحة رقم ( 8 ) – مولدات التيار المستمر ذات التغذية الخارجية | 26 |
| 16 | تمرين رقم ( 8 ) | 27 |
| 17 | لوحة رقم ( 9 ) – مولدات التوالي للتيار المستمر | 28 |
| 18 | تمرين رقم ( 9 ) | 29 |
| 19 | لوحة رقم ( 10 ) – مولدات التوازي للتيار المستمر | 30 |
| 20 | تمرين رقم ( 10 ) | 31 |
| 21 | لوحة رقم ( 11 ) – المولدات المركبة للتيار المستمر | 32 |
| 22 | تمرين رقم ( 11 ) | 33 |
| 23 | لوحة رقم ( 12 ) – محركات التيار المتناوب أحادية الطور | 34 |
| 24 | تمرين رقم ( 12 ) | 36 |

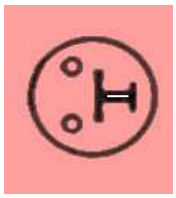
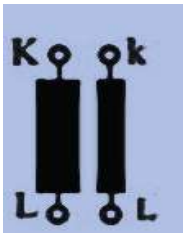
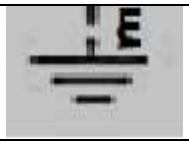
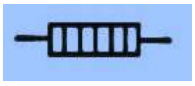
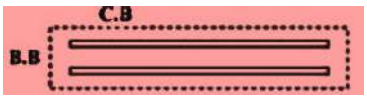
| | | |
|---|---|---|
| 25 | لوحة رقم ( 13 ) – محركات التيار المتناوب (المحرك العام) | 37 |
| 26 | تمرين رقم ( 13 ) | 39 |
| 27 | لوحة رقم ( 14 ) – مولد التيار المتناوب ذو الطور الواحد | 40 |
| 28 | تمرين رقم ( 14 ) | 41 |
| 29 | لوحة رقم ( 15 ) رسم الموجة الجيبية | 43 |
| 30 | تمرين رقم ( 15 ) | 44 |
| 31 | لوحة رقم ( 16 ) – موحدات التيار المتناوب (موحد موجة كاملة) غير محكوم | 46 |
| 32 | تمرين رقم ( 16 ) | 47 |
| 33 | لوحة رقم ( 17 ) – مبدلات التيار المتناوب (موحد موجة كاملة نوع قنطرة) غير محكوم | 48 |
| 34 | تمرين رقم ( 17 ) | 50 |
| 35 | لوحة رقم ( 18 ) – تشغيل محرك بالسيطرة عن بُعد | 51 |
| 36 | تمرين رقم ( 18 ) | 52 |
| 37 | لوحة رقم ( 19 ) دائرة تحويل الفولتية المتناوبة الى فولتية مستمرة محكومة باستخدام الثايرستور | 53 |
| 38 | لوحة رقم ( 20 ) – دائرة تشغيل الثايرستور بأستخدام متسعة ومقاومة | 54 |
| 39 | تمرين رقم ( 20 ) | 55 |
| 40 | لوحة رقم ( 21 ) – ربط الخلايا الشمسية على التوازي | 56 |
| 41 | تمرين رقم ( 21 ) | 58 |
| 42 | لوحة رقم ( 22 ) – دائرة تشغيل أنارة ليلية بأستخدام الخلايا الشمسية | 59 |
| 43 | تمرين رقم ( 22 ) | 60 |
| 44 | لوحة رقم ( 23 ) – دائرة تشغيل احمال التيار المتناوب أحادية الطور متصلة بخلايا شمسية | 61 |
| 45 | لوحة رقم ( 24 ) – دائرة تشغيل الاحمال ثلاثية الاطوار متصلة بخلايا شمسية | 62 |
| 46 | المراجع | 63 |

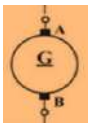
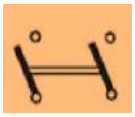
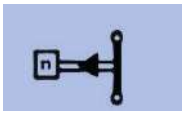
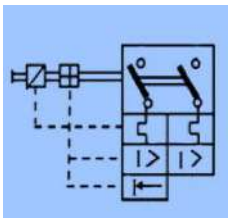
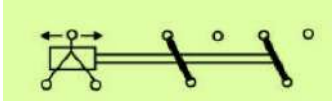
# لوحة رقم ( 1 ) الرموز الكهربائية

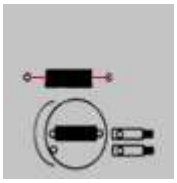
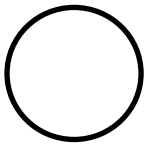
## ( أ ) الرموز التنفيذية ( الكاملة )

في هذه اللوحة توجد الرموز الكهربائية المستخدمة في هذا الكتاب مع مراعاة وصف الرمز وابعاده .

| ت | وصف الرمز الكهربائي | الرمز الكهربائي ( التنفيذي ) | القياس |
|---|---|---|---|
| 1 | محولة خافضة للجهد |  | ملف جهة الفولتية القليلة ( 15 X 3 mm )<br>ملف الفولتية العالية ( 15 X5 mm )<br>اطراف التوصيل ( 5 mm ) |
| 2 | مفتاح باب مغناطيسي |  | المستطيل ( 5 x 10 mm )<br>المثلث عرض ( 5 mm )<br>نقاط التوصيل قطر ( 2 mm ) |
| 3 | جرس كهربائي |  | نصف دائرة قطر ( 10 mm )<br>اطراف التوصيل ( 10 mm )<br>نهايات الاطراف دائرة قطر ( 3 mm ) |
| 4 | بطارية تيار مستمر |  | الطرف الموجب ( 10 mm )<br>الطرف السالب ( 5 mm )<br>الاطراف ( 10 mm ) |
| 5 | سماعة (مكبر صوت) |  | مربع ( 10 mm )<br>الضلع الاطول للمربع ( 12 mm )<br>الاطراف ( 10 mm ) مع دائرة قطر ( 2 mm ) |
| 6 | لاقطة كهربائية |  | دائرة قطر ( 10 mm )<br>الخط المماس للدائرة ( 10 mm )<br>الاطراف ( 10 mm ) مع دائرة ( 2 mm ) |
| 7 | مفتاح ضاغط<br>بوش بوتم | | طرف التوصيل خط ( 10 mm )<br>المربع ثلاثي الاضلاع ( 4 mm )<br>التنقيط ( 10 mm )<br>دائرة التوصيل ( 2 mm ) |
| 8 | مفتاح لاقط (كونيكتر) |  | المستطيل ( 7 x 5 mm )<br>طرف التوصيل ( 10 mm )<br>الخطوط بين المستطيل وطرف التوصيل ( 10 mm )<br>دائرة التوصيل ( 2 mm ) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | مصباح اعتيادي | | دائرة قطر( 10 mm )<br>الاطراف خطوط ( 5 mm ) |
| 10 | مفتاح ضاغط ذو فولتية قليلة |  | الدائرة الخارجية قطر ( 20 mm )<br>الدائرة الداخلية ( 2 mm )<br>اللوامس الكبير خط ( 10 mm )<br>الصغير خط ( 5 mm )<br>بين الخطين مستطيل ( 4 x 2 mm ) |
| 14 | محول تيار احادي الطور |  | الملف الكبير ( 15 X 5 mm )<br>الملف الصغير ( 15 X 3 mm )<br>الاطراف ( 5 mm )<br>الدائرة قطر ( 2 mm )<br>رموز الاطراف ( k , L ) |
| 15 | حماية حرارية أو مصهر( فيوز ) | | المستطيل ( 15 X 5 mm )<br>يمر خلال المستطيل خط التغذية |
| 16 | أرضي للحماية |  | اربعة خطوط بابعاد ( 10 ، 7,5,3 mm )<br>الخط الذي يربط بالأرضي متقطع بأبعاد ( 3 mm ) |
| 17 | مأخذ للتيار ( سوكت ثنائي القطب) | | الدائرة الكبيرة قطر ( 20 mm )<br>القوس الداخلي نصف دائرة قطر ( 16 mm )<br>اللوامس عرض ( 4 mm ) والطول ( 5 mm ) |
| 18 | محرك تيار متناوب احادي الطور | | الدائرة قطر ( 20 mm ) |
| 19 | مقاومة حرارية (هيتر) |  | المستطيل ( 5 x 15 mm )<br>الاطراف ( 5 mm ) |
| 20 | باص بار |  | المستطيل الداخلي ( 55 x 2 mm)<br>المستطيل الخارجي ( 65 x 14 mm ) |
| 21 | مفتاح تحويل اوتوماتيك ATS | | الدوائر قطر ( 2 mm )<br>المستطيل ( 10 x5 mm)<br>لوامس التوصيل ( 10 mm ) |

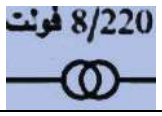
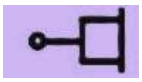
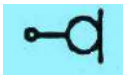
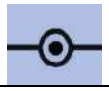
| | | | |
|---|---|---|---|
| 22 | ملفات الاقطاب المغناطيسية للمولد (تغذية خارجية ) | | الملف (15 x 5 mm )<br>الدوائر قطر (2 mm ) |
| 23 | مولد تيار مستمر |  | الدائرة الكبيرة قطر (20 mm )<br>الفرش الكاربونية (5 x 5 mm)<br>الدوائر الصغيرة قطر (2 mm ) |
| 24 | مقاومة متغيرة | | المستطيل (20 x 5 )<br>نصف دائرة قطرها (5 mm )<br>الدوائر الصغيرة (2 mm ) |
| 25 | مكثف ( متسعة ) | | الصفائح (10 mm ) المسافة بين اللوحين (2 mm ) |
| 26 | مفتاح توصيل ثنائي القطب |  | اللوامس (10 mm )<br>الدوائر قطر (2 mm )<br>المسافة بين الدوائر (15 mm ) |
| 27 | مفتاح الطرد المركزي |  | اللامس (10 mm )<br>الدوائر قطر (2 mm )<br>المربع (5 mm )<br>المثلث (3 mm )<br>المسافة بين اللامس والمربع (10 mm ) |
| 28 | مفتاح ذو حماية حرارية ومغناطيسية وضد رجوع التيار المعاكس |  | المستطيل (40 x 25 mm )<br>اللوامس (10 mm )<br>الحماية الحرارية داخل مربع (10 mm )<br>الحماية المغناطيسية داخل مربع (10 mm )<br>الدوائر الصغيرة (2 mm )<br>المربعين الخارجيين (5 mm )<br>المربع في الاسفل (10 mm ) |
| 29 | مفتاح مغناطيسي يعمل بالاتجاهين |  | المستطيل (5 x 12 mm )<br>الدوائر قطر (2 mm )<br>اللوامس (10 mm ) |

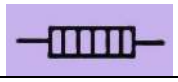
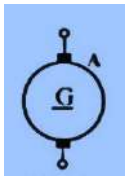
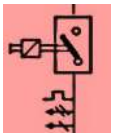
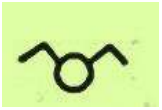
| | | | |
|---|---|---|---|
| 30 | مولد توافقي طور واحد ( الساكن والدوار ) |  | الملفات مستطيل (15 x 5 mm )<br>الدائرة الكبيرة قطر (20 mm )<br>القوس ثلث دائرة (20 mm )<br>اللوامس (10 x 3 mm )<br>الفرش الكاربونية (3x3 mm )<br>الدوائر الصغيرة قطر(2 mm ) |
| 31 | الثنائي ( الدايود ) | | مثلث متساوي الاضلاع (5 mm )<br>خط (5 mm ) للطرف السالب |
| 32 | الثايرستور | | مثلث متساوي الاضلاع (5 mm )<br>خط (5 mm ) للطرف السالب<br>الدائرة قطر (2 mm )<br>طرف البوابة بزاوية طولها (5 mm ) |
| 33 | نقاط ربط غير متصلة |  | دائرة قطرها (2 mm ) دون تضليل |
| 34 | نقاط ربط | | دائرة قطرها (2 mm ) تكون مظلله |

# لوحة رقم ( 1 ) الرموز الكهربائية

## ( ب ) الرموز ( المختصرة )

**في هذه اللوحة توجد الرموز الكهربائية المختصرة المستخدمة في هذا المنهاج مع مراعاة وصف الرمز وابعاده .**

| ت | وصف الرمز الكهربائي | الرمز الكهربائي ( المختصر ) | القياس |
|---|---|---|---|
| 1 | محولة خافضة للجهد |   | دائرة قطر ( 15 mm ) المسافة بين مركزي الدائرتين ( 10 mm ) |
| 2 | مفتاح باب مغناطيسي | | المستطيل ( 5 x 3 mm ) المثلث عرض ( 3 mm ) الدوائر قطر ( 2 mm ) |
| 3 | جرس كهربائي | | نصف دائرة قطر ( 10 mm ) |
| 4 | بطارية تيار مستمر | | الطرف الموجب ( 10 mm ) الطرف السالب ( 5 mm ) |
| 5 | سماعة ( مكبرصوت ) |  | مربع ( 10 mm ) الضلع الاطول للمربع ( 12 mm ) الطرف ( 10 mm ) مع دائرة قطر ( 2 mm ) |
| 6 | لاقطة كهربائية |  | دائرة قطر ( 10 mm ) الخط المماس للدائرة ( 10 mm ) الطرف ( 10 mm ) مع دائرة ( 2 mm ) |
| 7 | مفتاح ضاغط | | الدائرة الكبيرة قطر (10 mm) والدائرة الصغيرة ( 2 mm ) |
| 8 | بوش بوتم |  | الدائرة الكبيرة قطر ( 6 mm ) والدائرة الصغيرة (2 mm) |
| 9 | مفتاح توقيت التيار | | مستطيل ( 6 x 4 mm ) مع تموج داخلي مناسب |
| 10 | مصباح اعتيادي | | ضلعان متقاطعان ( 10 mm ) بزاوية ( 45 ) درجة |
| 11 | مفتاح ضاغط ذو فولتية قليلة | | الدائرة الكبيرة قطر ( 6 mm ) والدائرة الصغيرة ( 2 mm ) |
| 12 | محول تيار احادي الطور | | دائرتان قطر كل دائرة ( 10 mm ) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13 | مأخذ للتيار<br>(سوكت ثنائي القطب) | | نصف دائرة قطرها (5 mm ) مع خط مماس للدائرة طوله (5 mm) |
| 14 | محرك احادي الطور | | دائرة قطرها (20 mm ) |
| 15 | مسخن |  | مستطيل (15 x 5 mm ) |
| 16 | مولد تيار مستمر |  | دائرة قطرها ( 20 mm ) |
| 17 | مقاومة متغيرة | | مستطيل (20 x 5 mm ) مع نصف دائرة قطرها ( 5 mm ) واطراف التوصيل دائرة قطرها ( 2 mm) |
| 18 | مفتاح ذو حماية حرارية ومغناطيسية ورجوع التيار |  | مستطيل (20 x 10 mm) تحوي دوائر قطرها (2 mm ) مع لسان توصيل (10 mm ) ومربع طول ضلعه (4 mm ) |
| 19 | مفتاح مفرد | | دائرة قطرها (5 mm ) مع توصيلة |
| 20 | مفتاح مزدوج |  | دائرة قطرها (5 mm ) مع توصيلة من طرفيه |
| 21 | مفتاح درج | | دائرة قطرها (5 mm ) مع توصيلة مائلة |

# لوحة رقم ( 2 )

## تأسيس مخزن تجاري

دائرة رقم ( 1 ) تحتوي على ( محرك تيار متناوب ثلاثة اطوار ، مفتاح ، مصهرات ) ، يستعمل سلك نحاسي ($2.5\ mm^2$ ) اخل أنابيب .

دائرة رقم ( 2 ) تحتوي على ( الانارة ومأخذ )

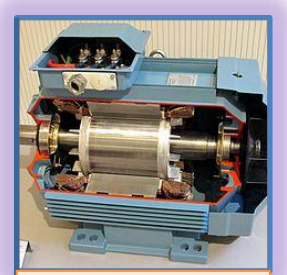
في المحل مفتاح توالي يسيطر على ( مصباح في المعرض ) و ( مأخذ عدد (2 ) و التأسيس داخل أنابيب مخفية مع سلك ($1.5\ mm^2$ ) ملم$^2$ مع مصهر (10 A ).

دائرة رقم ( 3 ) تحتوي على ( جهاز Isok ) والتأسيس داخل انابيب تحت البياض (مخفية ) والسلك نحاسي ($1.5\ mm^2$ ).

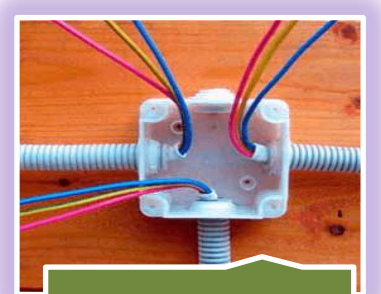
**هل تعلم عزيزي الطالب**

ان سلك نحاسي بمساحة ($1.5\ mm^2$ ) يتحمل تيار كهربائي (15-7 A )

وان سلك نحاسي ($2.5\ mm^2$ ) يتحمل تيار كهربائي (22-15 A)

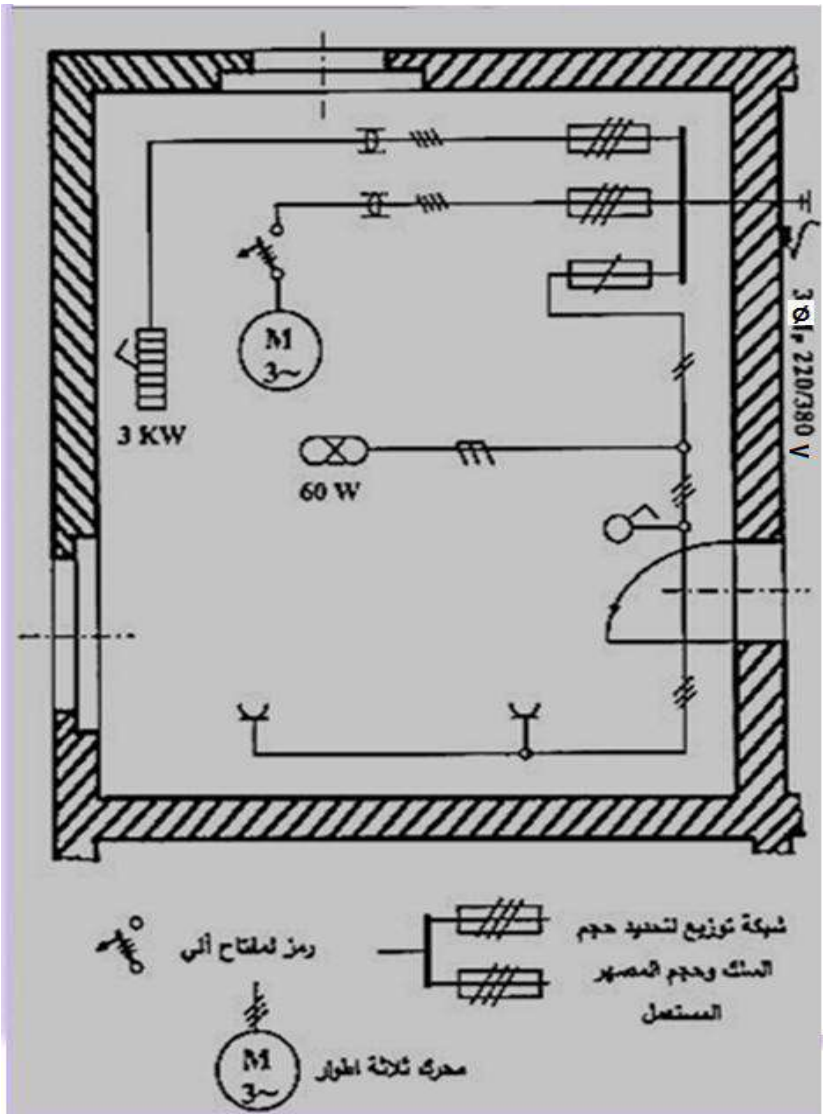


محرك تيار متناوب ثلاثي الاطوار



التأسيس داخل الانابيب

مفتاح مفرد

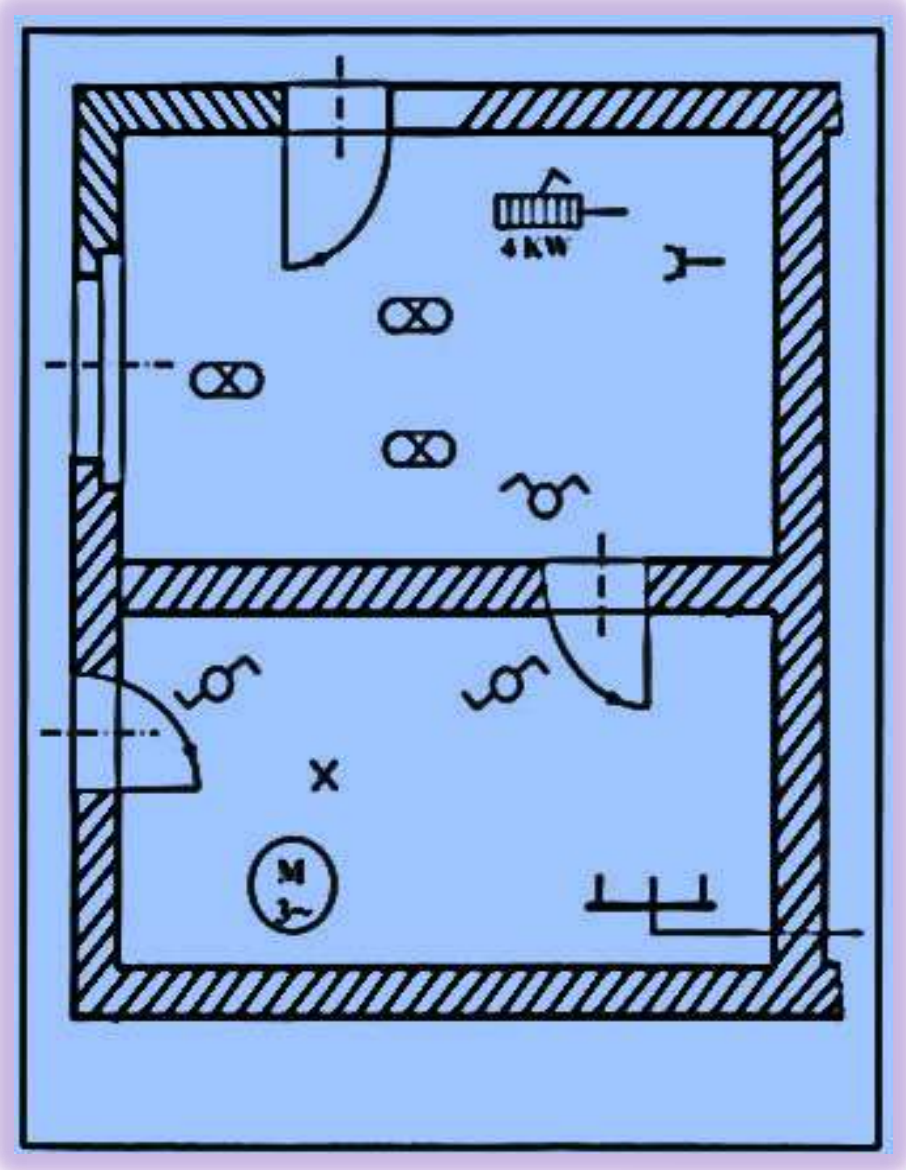


1. توضع مفاتيح الانارة من الجهة المفتوحة للباب وعلى مسافة ( 25 – 15 cm)
2. المسافة بين سلك التأسيس وفتحات الابواب والشبابيك والجدران والسقوف (30 cm)
3. يجب توصيل الخط الفعال (الحار ) الى مفاتيح السيطرة والحماية

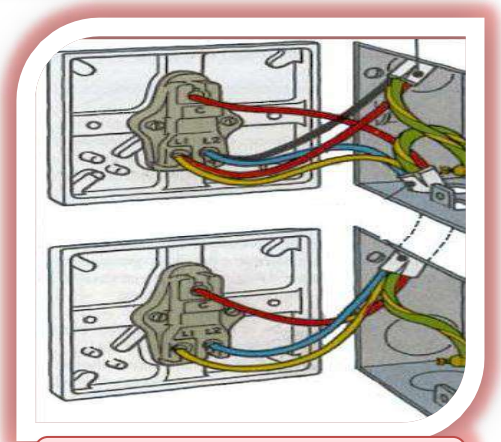
مصباح ٦٠ واط

## تمرين رقم ( 2 )

**أرسم الدائرة الكهربائية في ادناه مبيناً التوصيلات الكهربائية وعدد الاسلاك لكل رمز كهربائي**



المفتاح المزدوج

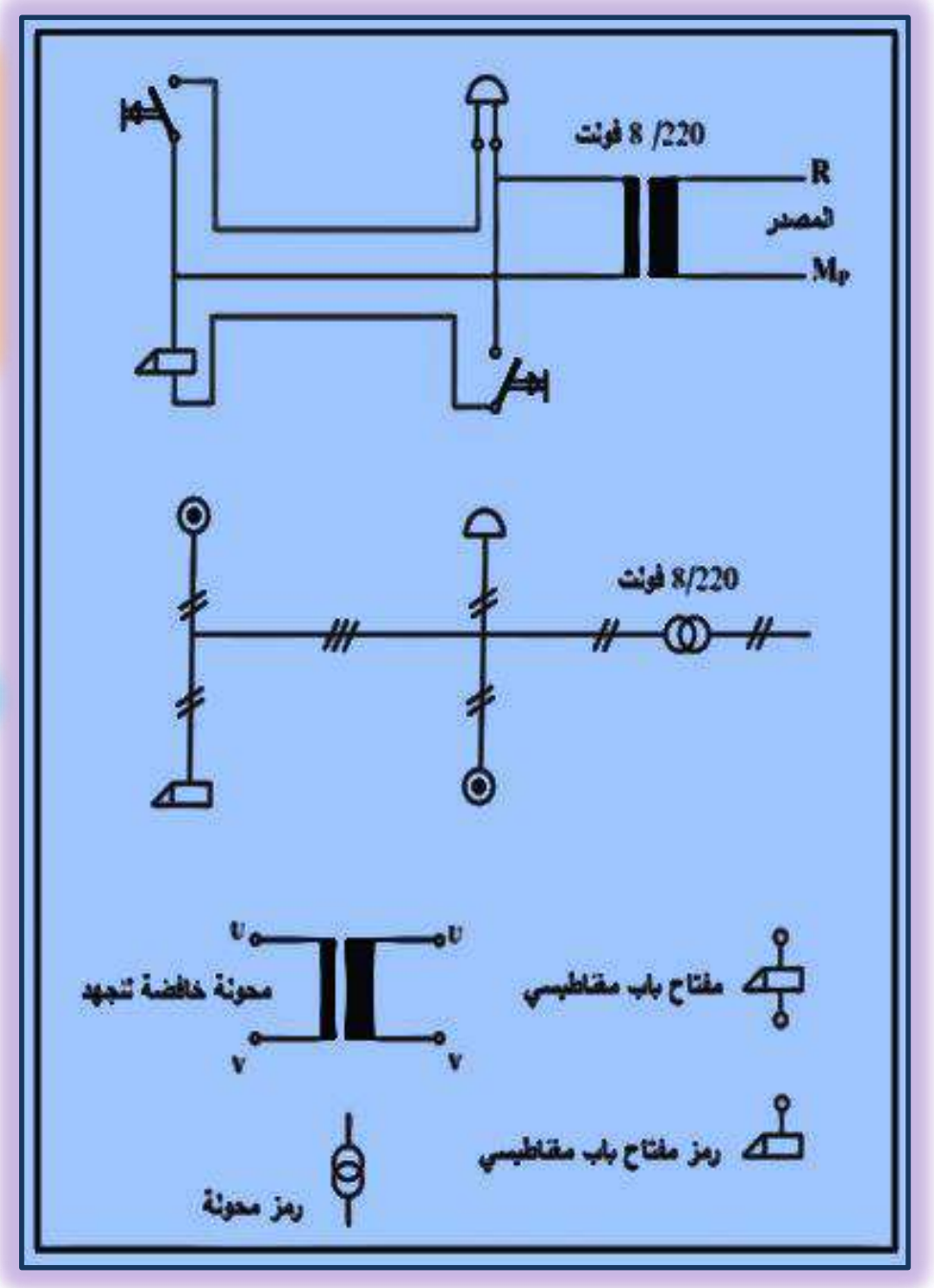


مفتاح توصيلة درج

# لوحة رقم ( 3 )

## مفتاح مغناطيسي لفتح وغلق باب

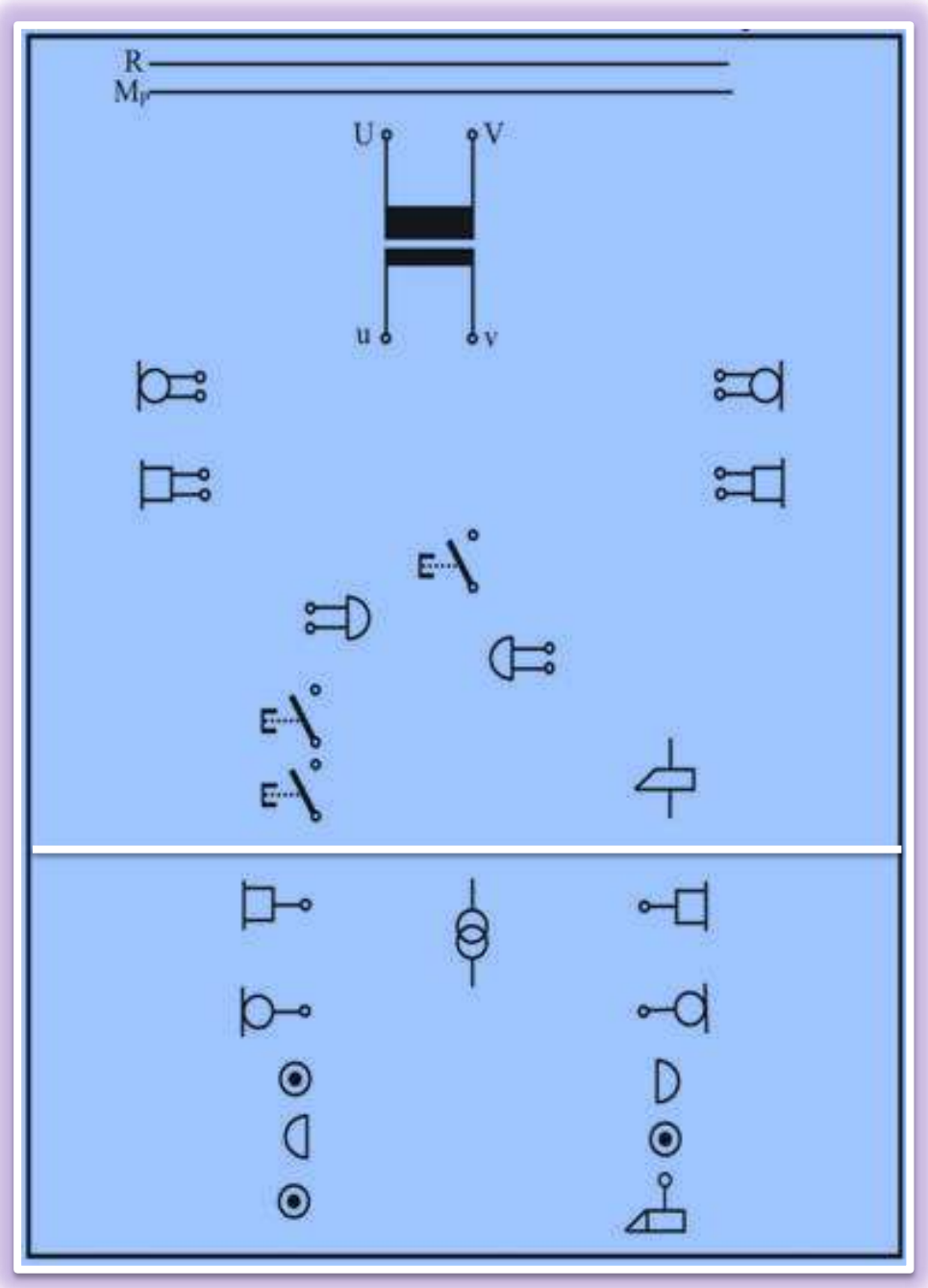
يستعمل هذا المفتاح عندما تكون الباب بعيدة عن الدار ولضمان أمان اكبر يمكن فتحها بصورة غير مباشرة بواسطة مفتاح مغناطيسي ، يعمل كل من المفتاح والجرس على جهد منخفض عن طريق محولة ( 12 / 220 V ) للحماية من الصدمة الكهربائية اثناء العمل ، أدناه توضيح طريقة توصيل هذه الدائرة الكهربائية .



## تمرين رقم ( 3 )

أرسم دائرة محادثة ونداء مع الجرس عدد ( 2 ) مع ضاغط عدد ( 2 ) ، مفتاح باب مغناطيسي يتحكم بفتح وغلق الباب عن بعد داخل الدار وان جميع الدوائر تتغذى من محول خافض ( 12 / 220 V ) ، ثم ارسم الدائرة المختصرة للتمرين .

بعض انواع مفاتيح الضغط



# لوحة رقم ( 4 )

## اجهزة قياس الطاقة الكهربائية

يستخدم جهاز قياس الطاقة (Energy Meter) لقياس كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال فترة زمنية معينة، وهي أجهزة ذات أهمية كبيرة يعتمد عليها لمحاسبة المستهلكين على كمية الطاقة المستهلكة في فترة زمنية محددة، ولذا يجب أن تكون ذات دقة عالية. وتعطي قيمة الطاقة غالبًا بالكيلو واط ساعة (kWh) حيث إن kWh هي الطاقة التي يستهلكها حمل قدرته واحد kW خلال ساعة من الزمن. وهناك أنواع مختلفة من العدادات، وأكثر هذه الأنواع شيوعًا واستعمالًا هي العدادات الحثية.

جهاز قياس الطاقة

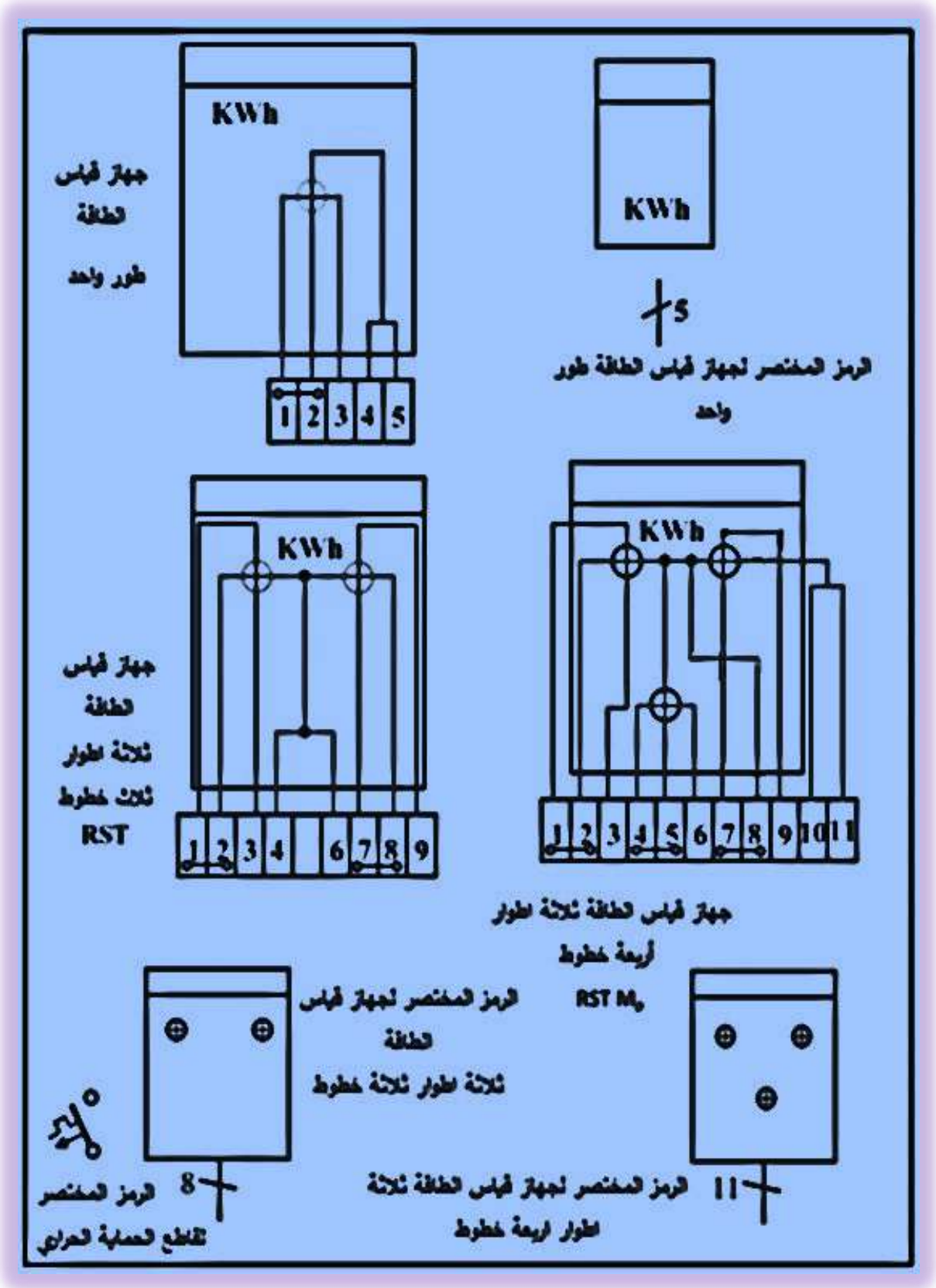
عزيزي الطالب

تستخدم اجهزة القياس لحساب

معدل استهلاك الطاقة لكل ساعة

وحسب قراءة المقياس

اجهزة قياس الطاقة ( قياس الوحدات الكهربائية ) للمستهلك ترسم كما مبينة أدناه .

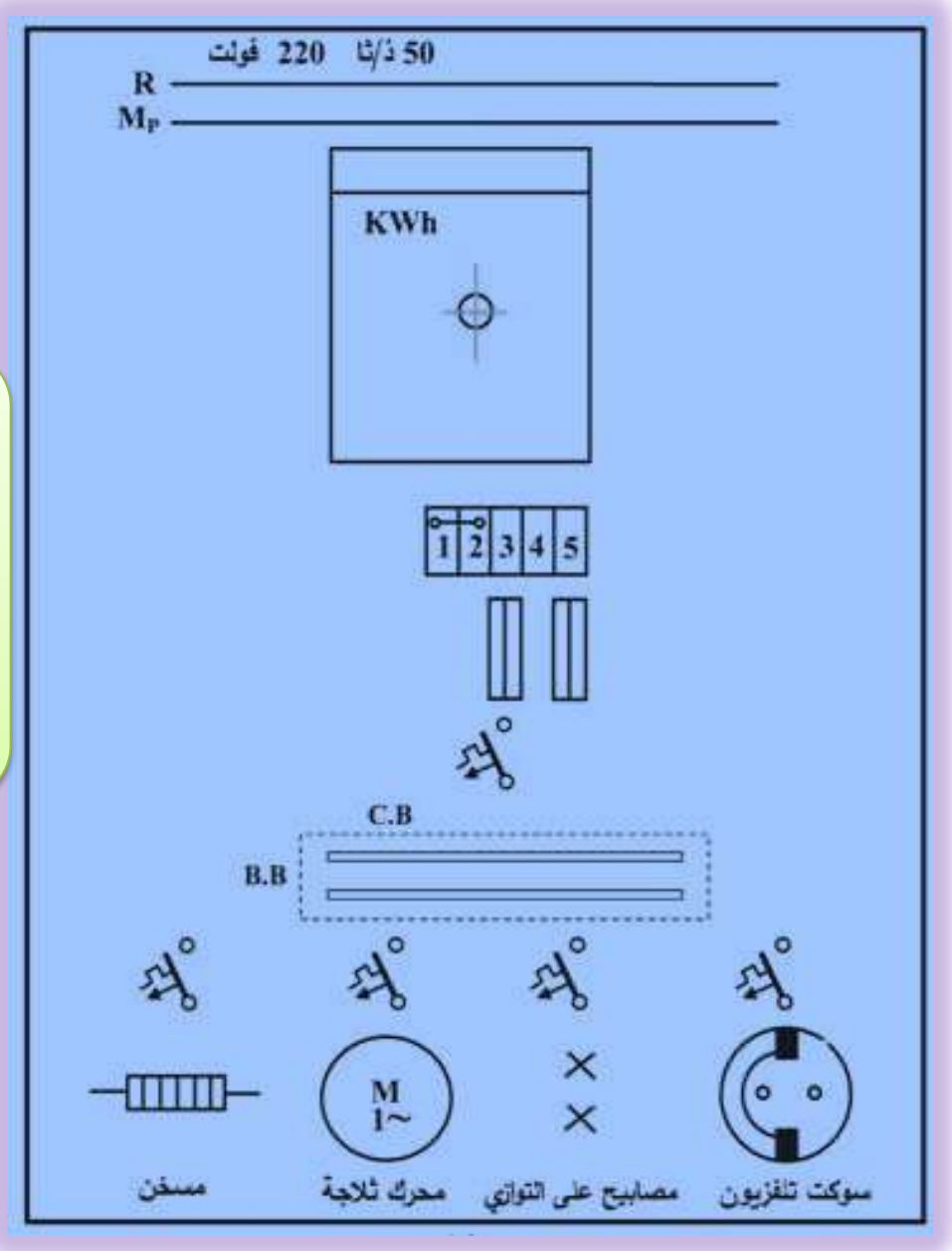


## تمرين رقم ( 4 )

أرسم الدائرة الكهربائية الكاملة والمختصرة لدار يحتوي على الاجهزة التالية: عداد قدرة (جهاز قياس القدرة طور واحد) مع مصهرين لحماية الدائرة وقواطع حماية حرارية لحماية الدوائر الفرعية، وقاطع رئيس لحماية الدار، الدوائر الفرعية تحتوي على نقطة مأخذ (سوكت) تلفزيون، مصابيح عدد (2) على التوازي، محرك ثلاجة ، مسخن، تغذى جميعها من مصدر تيار متغير طور واحد (220 V ) ( 50 ) ذ / ثا ، ثم أرسم التوصيلة المختصرة للتمرين .

**ملاحظة : عدد القواطع الحماية الحرارية للدوائر الفرعية يساوي أربعة .**

إن أكثر الأنواع شيوعًا هو المأخذ الجداري الذي يستخدم في العديد من المنازل لتغذية مختلف الأجهزة بالطاقة الكهربائية




تكون جميع الدوائر الكهربائية في حالة off

# لوحة رقم ( 5 )

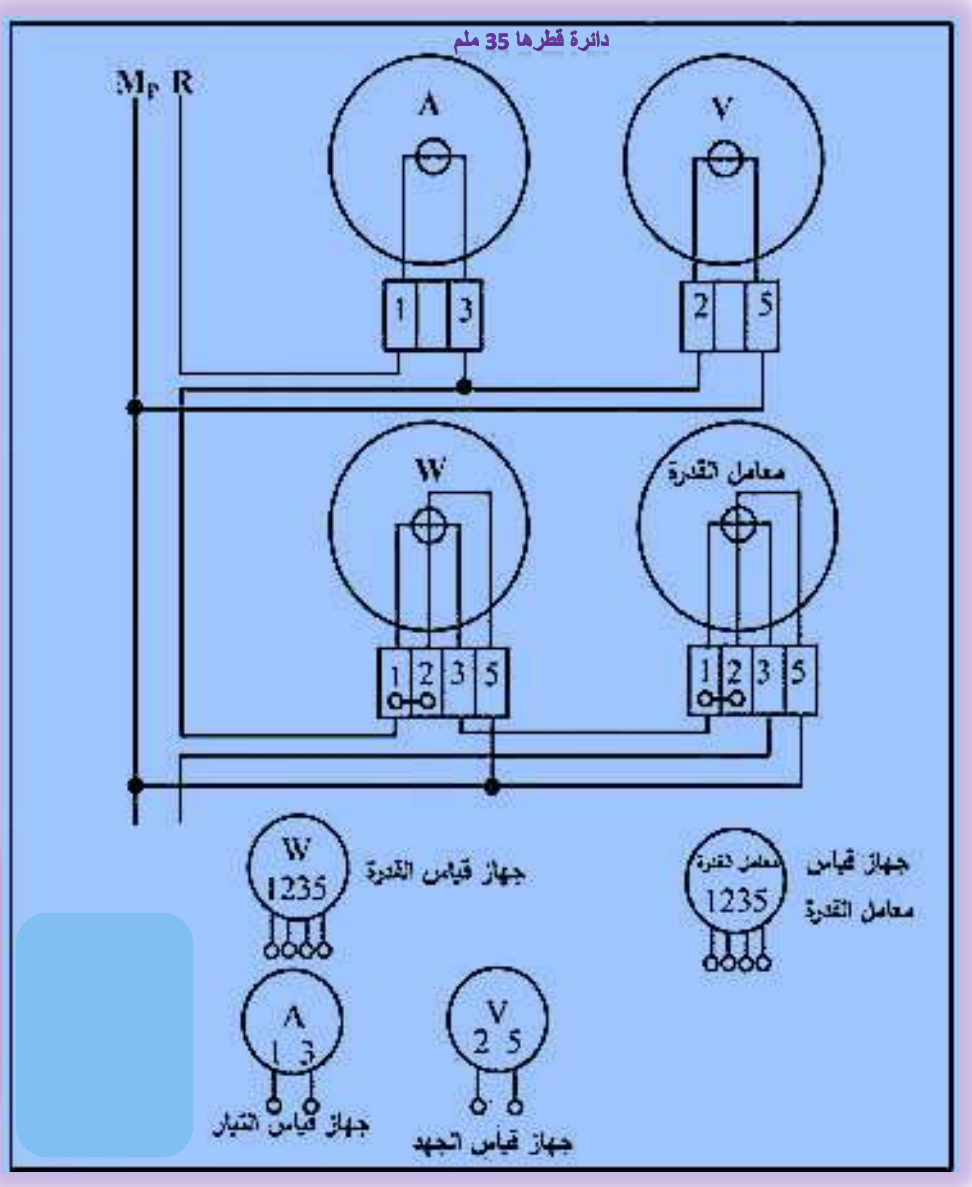
## أجهزة القياس وطرق ربطها

يحتوي جهاز قياس التيار ( الامبير ميتر ) على ملف ويشار اليه بالرقمين ( 1 ، 3 ) ، بينما في جهاز قياس الجهد ( الفولت ميتر ) يشار الى ملف الجهد فيه بالرقمين ( 2 ، 5 ) ولكن في جهاز قياس القدرة وجهاز قياس معامل القدرة يحتويان على ملفي التيار والجهد ، اي ان كل منهما يأخذان الارقام ( 1,2,3,5 ) ومن الطبيعي ان يوصل ملف الجهد على التوازي مع الدائرة وملف التيار على التوالي مع الدائرة الكهربائية ، كما مبين في الرسم أدناه .

اميتر

فولتميتر

جهاز قياس معامل القدرة

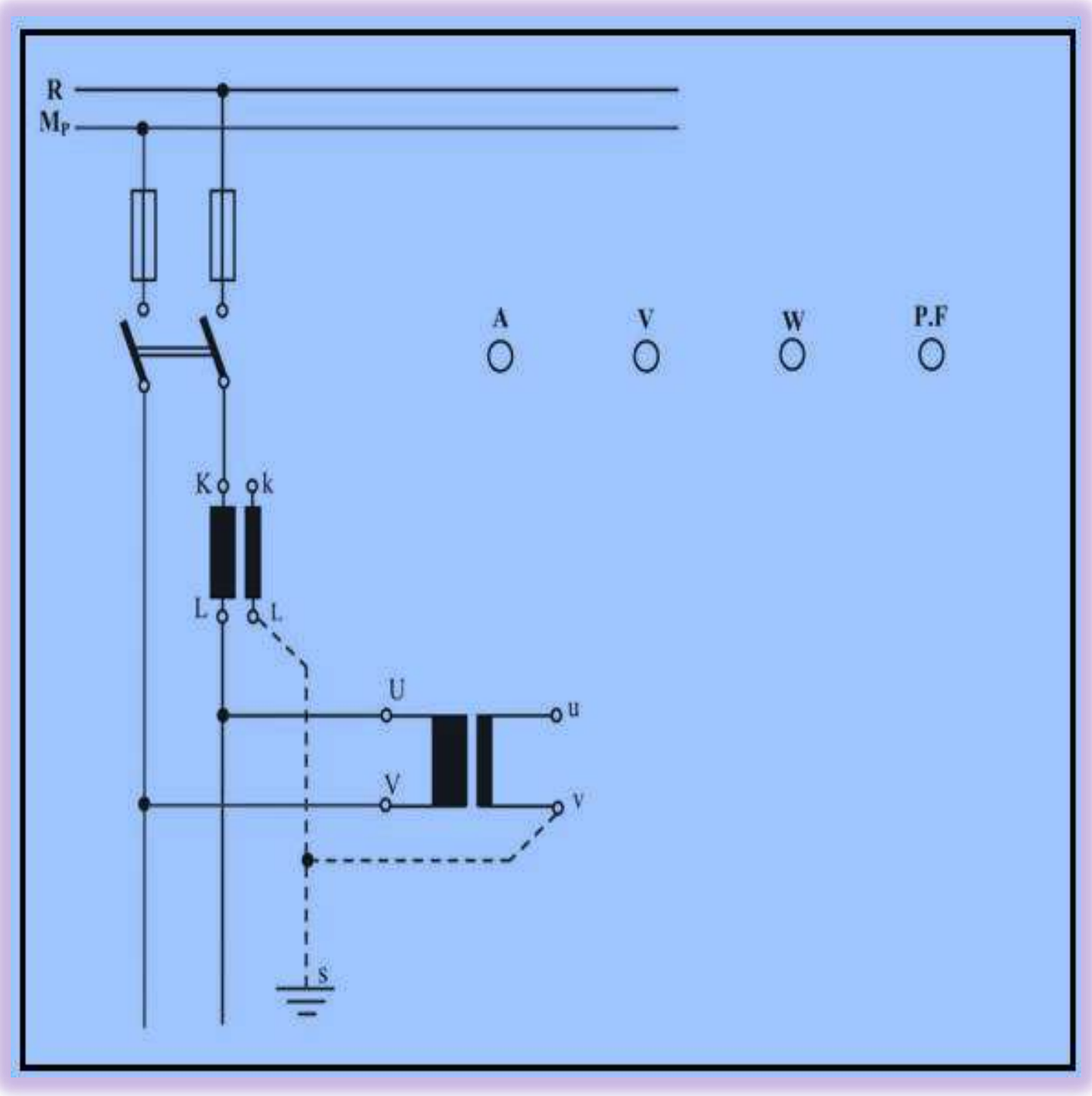


## تمرين رقم ( 5 )

أرسم دائرة كهربائية تحتوي على أجهزة قياس التيار والجهد والقدرة ومعامل القدرة ، موصلة الى شبكة تيار متغير طور واحد عن طريق محول تيار ومحول للجهد وحماية أرضي لهما ومفتاح ذو قطبين ومصهرين حيث يتم ربط اجهزة قياس التيار الى محولة التيار أما جهاز قياس الجهد فيربط الى محولة الجهد مع مراعاة ان المحولات تربط الى االخط الارضي لحماية المعدات والاجهزة والاشخاص.

يكون جهاز قياس التيار مربوط من جهة طرف المحولة الخافضة للتيار وبنفس الطريقة يربط جهاز قياس الجهد الى طرف المحولة الخافضة للجهد مع مراعاة ان جهازي قياس التيار وجهاز قياس الجهد من نوع الذي يقيس التيار المتردد ( AC )

ان التأريض يستخدم لحماية الاشخاص من التعرض للصدمة الكهربائية اثناء عمل الاجهزة والمعدات الكهربائية


R
MP
A
V
W
P.F
K
k
L
L
U
u
V
v
S

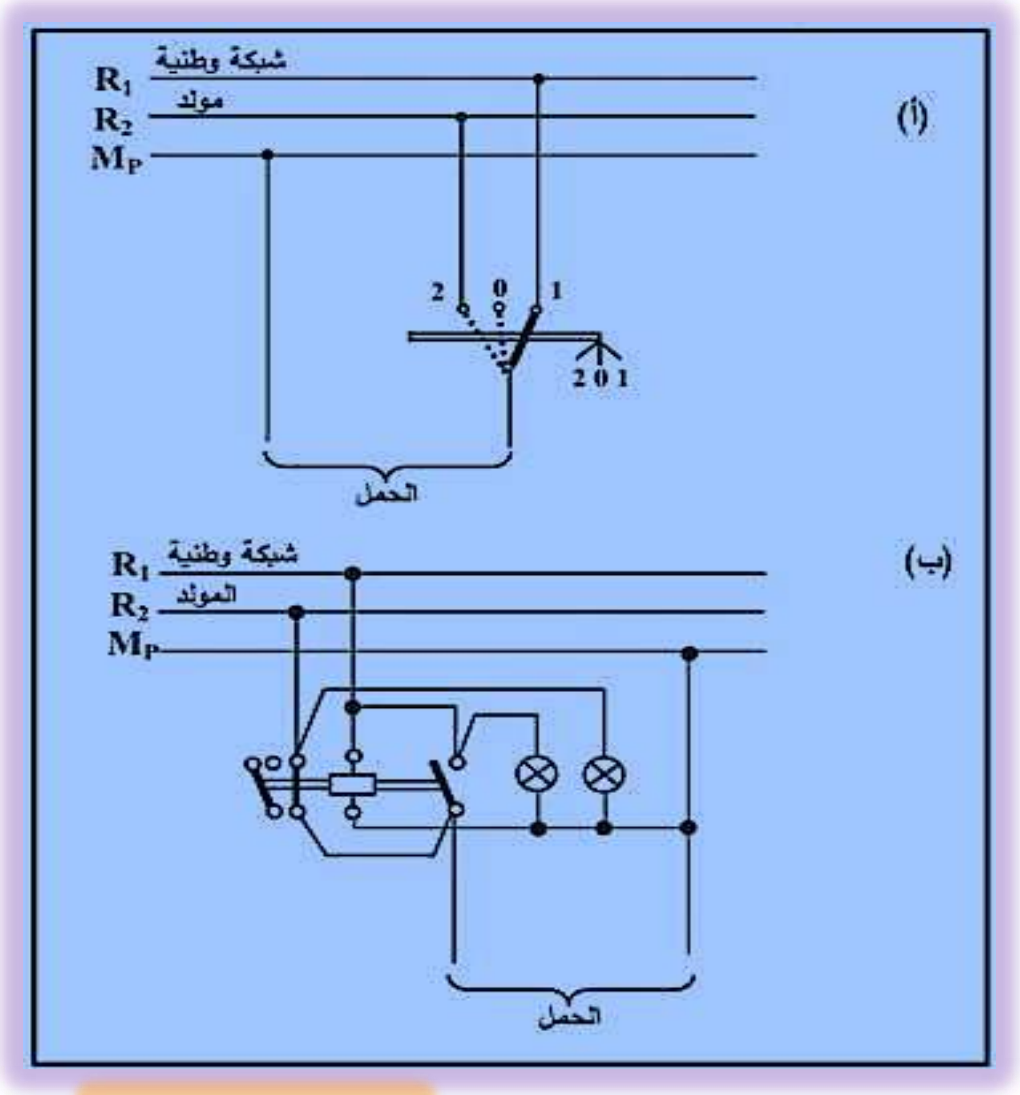
# لوحة رقم ( 6 )

## مفتاح تحويل بأتجاهين Change Over Switch ( C.O.S)

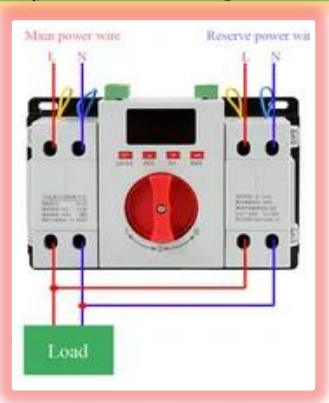
يستعمل مفتاح التحويل لتغيير التغذية الكهربائية بين المولد والشبكة الوطنية ويكون على نوعين :

أ. مفتاح تحويل يدوي (Manual ) .

ب. مفتاح تحويل تلقائي ( Automatic ) باستعمال مرحل (Contactor ) .



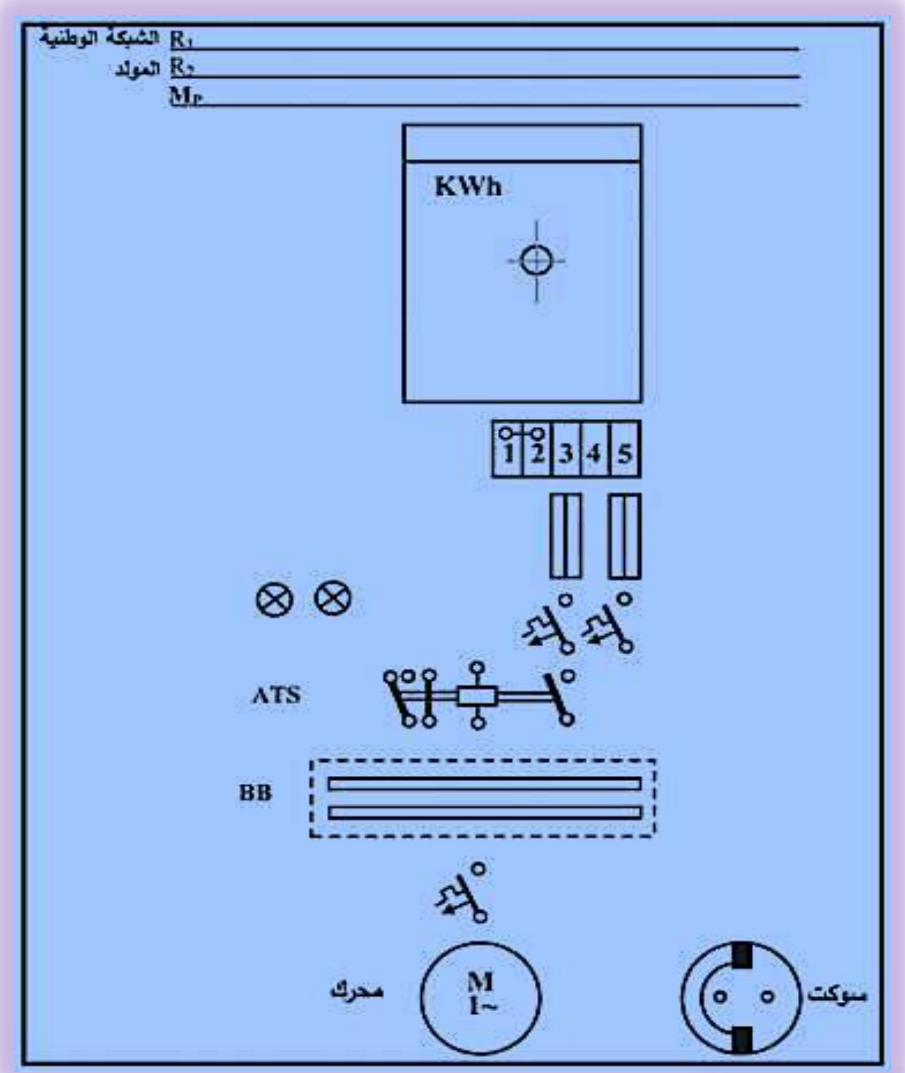

مفتاح تحويل تلقائي



## تمرين رقم ( 6 )

أرسم الدائرة الكهربائية الكاملة التي تحتوي على جهاز قياس الطاقة ومصهرين ومفتاح تحويل آلي، موصلة الى مصدر (50 Hz – 220 V) لخطي تغذية من مولد خارجي وشبكة وطنية لتغذية حمل عن طريق قواطع دورة حرارية ويتكون الحمل من محرك طور واحد ونقطة مأخذ غير مقيدة .

**ملاحظة : يوجد مصباحين إشارة لبيان وجود التيار في كل من الشبكة الوطنية والمولد .**



مصابيح الاشارة

الباسبار

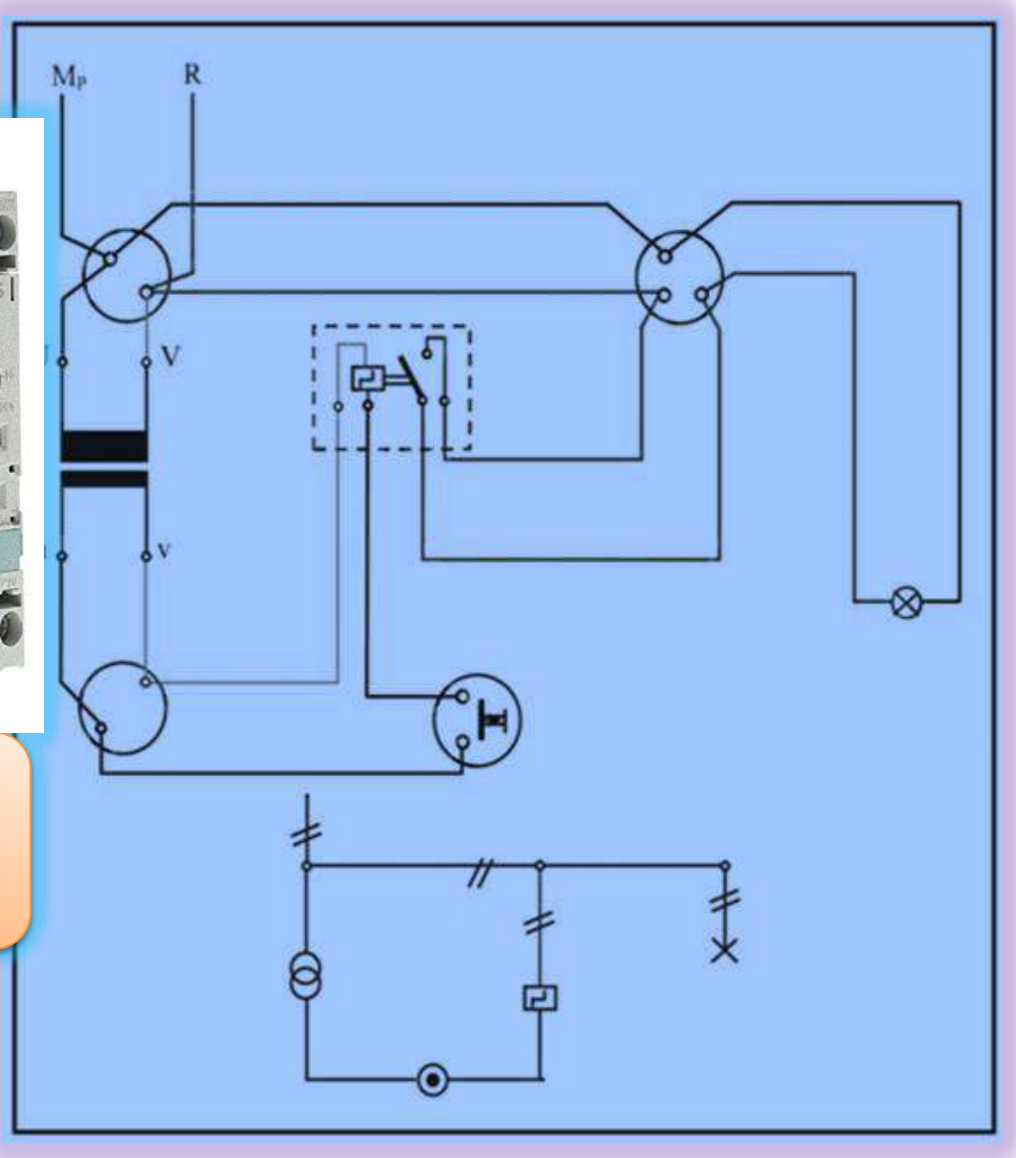
# لوحة رقم ( 7 )

## توصيلة السيطرة عن بُعد

يمكن إضاءة المصباح أو أي جهاز آخر بصورة غير مباشرة بوساطة مفتاح توقيت التيار ( Current Relay ) حيث يمكن تشغيل المصباح بمصدر جهد (220 V)، بينما التحكم بملف مفتاح توقيت التيار بجهد قليل ويفضل أحياناً استخدام جهد تيار مستمر واطئ ليكون عديم الخطورة وبمسافات بعيدة .

تستعمل محولة جهد خافضة لتغذية ملف مفتاح التوقيت .

المؤقت الزمني للتيار

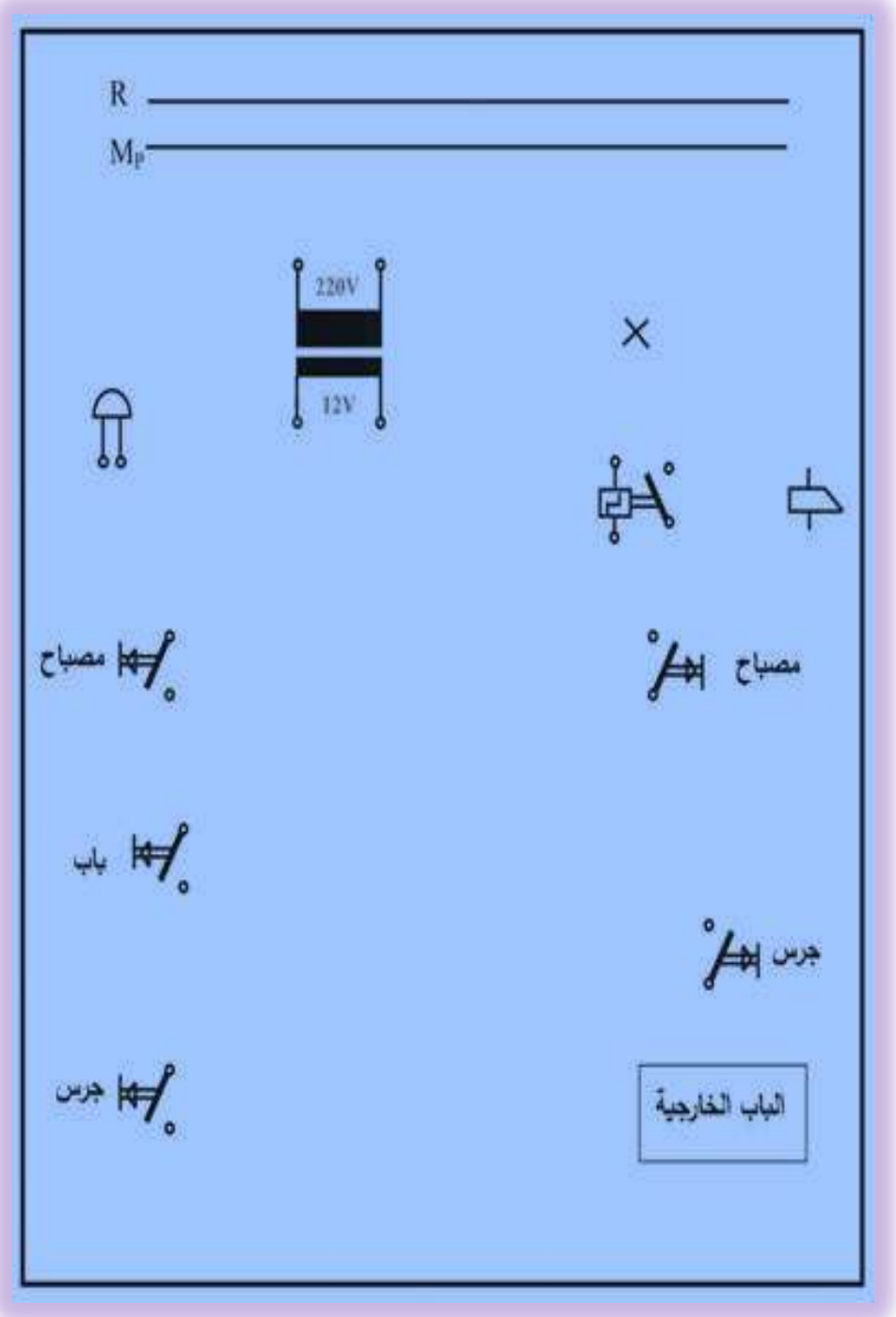


## تمرين رقم ( 7 )

أرسم الدائرة الكهربائية لتشغيل مفتاح باب مغناطيسي مع مصباح يعمل بوساطة مرحل تيار ومنبه جرس عدد ( 2 ) ومفتاح عدد ( 2 ) لتشغيل مفتاح الباب المغناطيسي والمصباح عبر محول خافض .

**ملاحظة : توجد محولة خافضة للجهد ( 220 / 12 v ) فولت للمنبه والمفتاح المغناطيسي ومفتاح مرحل تيار .**

ان الالتزام بقواعد السلامة المهنية من ارتداء الملابس والقفازات والاحذية العازلة واستخدام الادوات والمعدات بصورة صحيحة يقيك التعرض للصدمة الكهربائية وانجاز العمل بصورة جيدة



# لوحة رقم ( 8 )

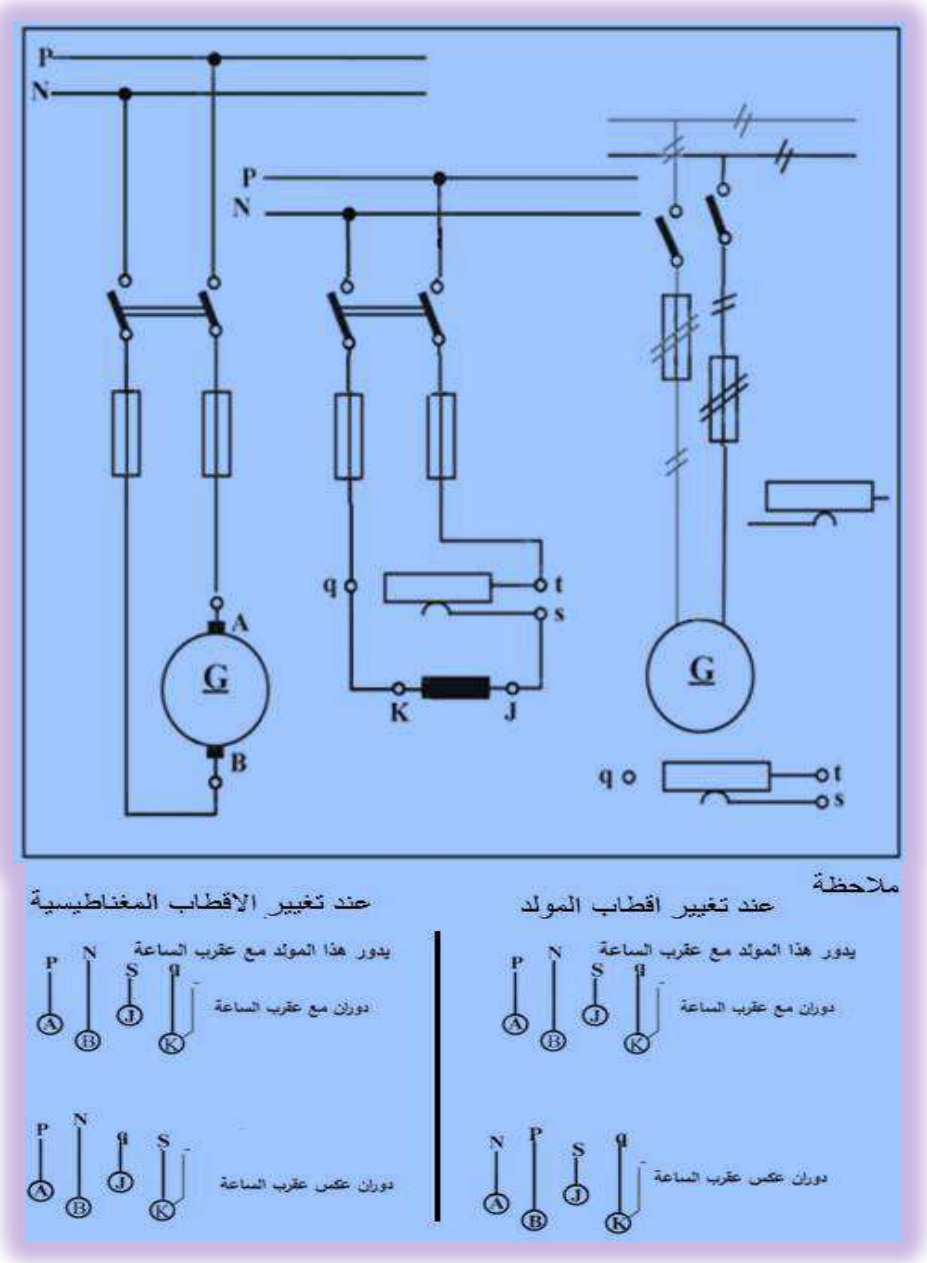
## مولدات التيار المستمر ذات التغذية الخارجية

يمثل الرسم أدناه مولد تيار مستمر ذو تغذية خارجية ونلاحظ أن نقاط توصيل ملفات الاقطاب المغناطيسية تتمثل بالتقاط ( K-J ) ، تتغذى بمصدر خارجي ونقاط أطراف المقاومة المتغيرة ( منظم الجهد ) ، التي تتحكم بمقدار الفيض المغناطيسي والذي يؤثر على تحديد ( ق. د . ك ) الخارجة من أطراف المولد ونقاطها هي ( q-t-s ) أما أطراف الجزء الدوار(المنتج) للمولد فهي ( A-B ) ويكون توصيلها عبر الفرش الكاربونية .

**ملاحظة : يجب الالتزام بتسمية نقاط التوصيل في مولدات ومحركات التيار المستمر .**

**تطبيقات المولد المستمر ذات التغذية الخارجية**

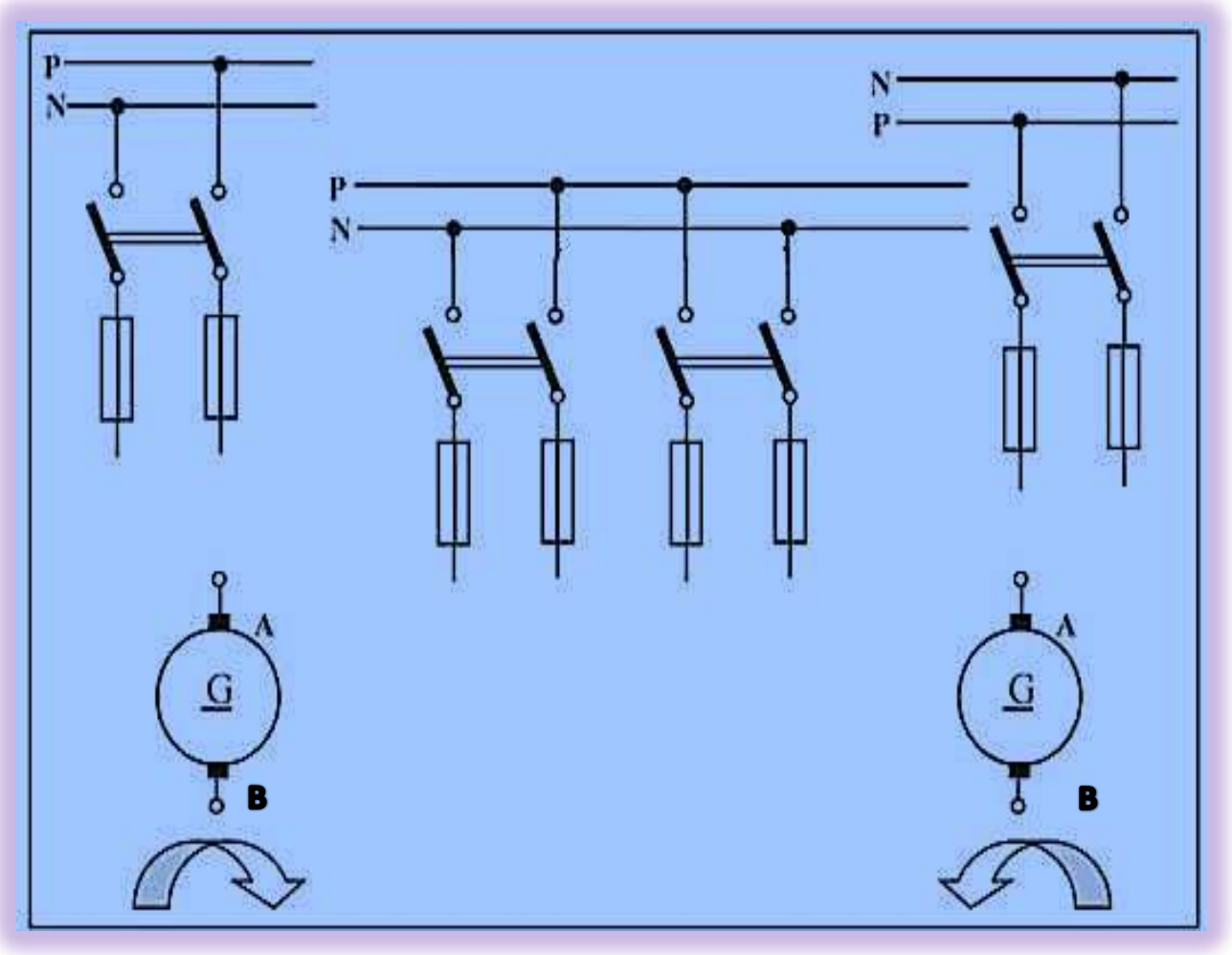
1- تستخدم للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر عن طريق الجهد مثل طريقة ( وارد ليونارد )
2- تستخدم في توليد التيار المستمر للمولدات التزامنية داخل محطات تجهيز الطاقة الكهربائية



## تمرين رقم ( 8 )

أرسم مولدتين ( ذات تغذية خارجية ) على التوازي يتغذيان من مصدر واحد ، يدور المولد الاول بأتجاه عقرب الساعة والثاني يدور عكس عقرب الساعة .

أرسم الدائرة الكاملة لذلك مستخدماً المفاتيح والمصهرات المناسبة .

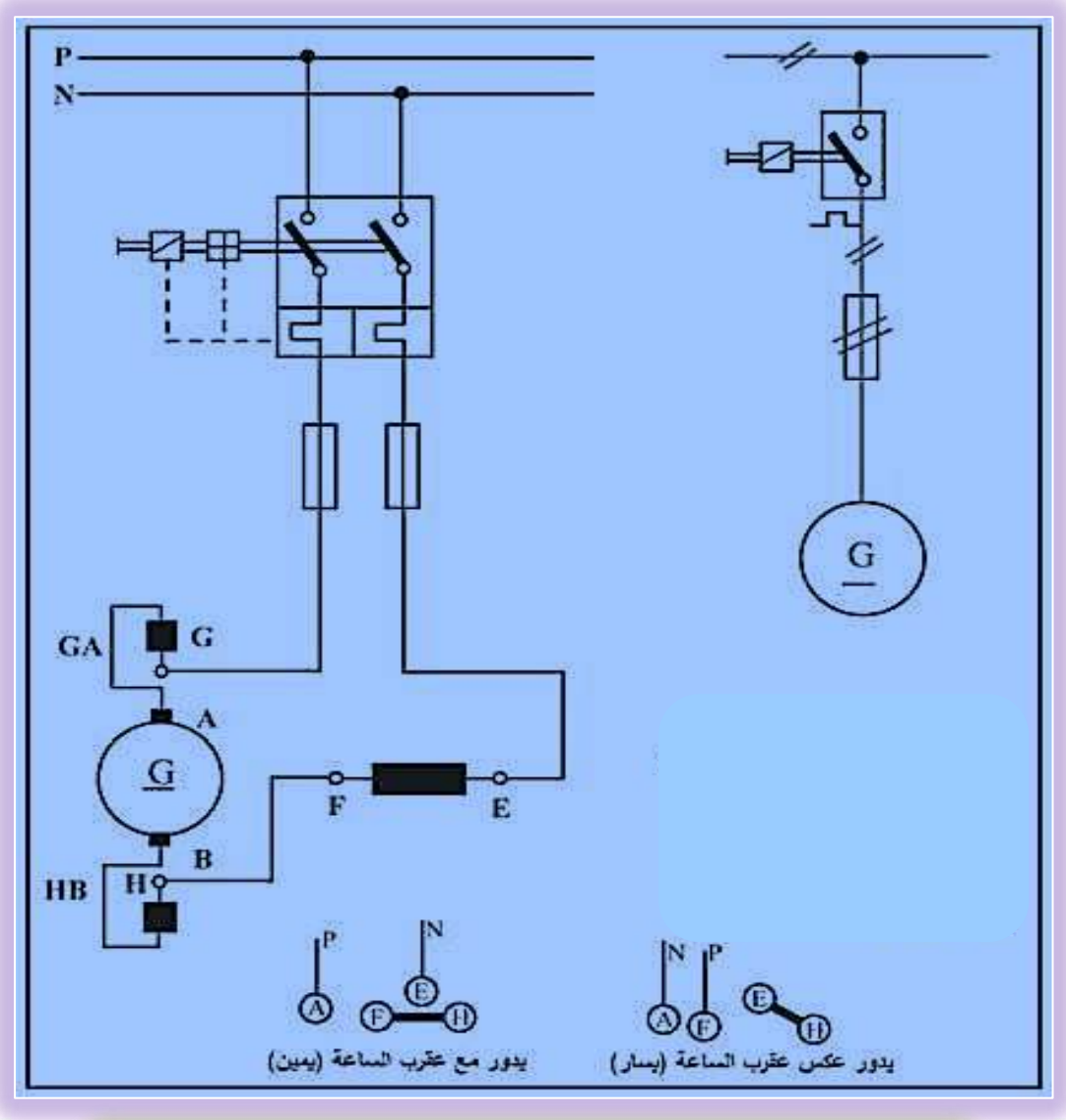


يكون تغيير اتجاه دوران المولد أما بعكس قطبية الاقطاب المغناطيسية او اطراف المولد وليس كلاهما

# لوحة رقم ( 9 )

## مولدات التوالي للتيار المستمر

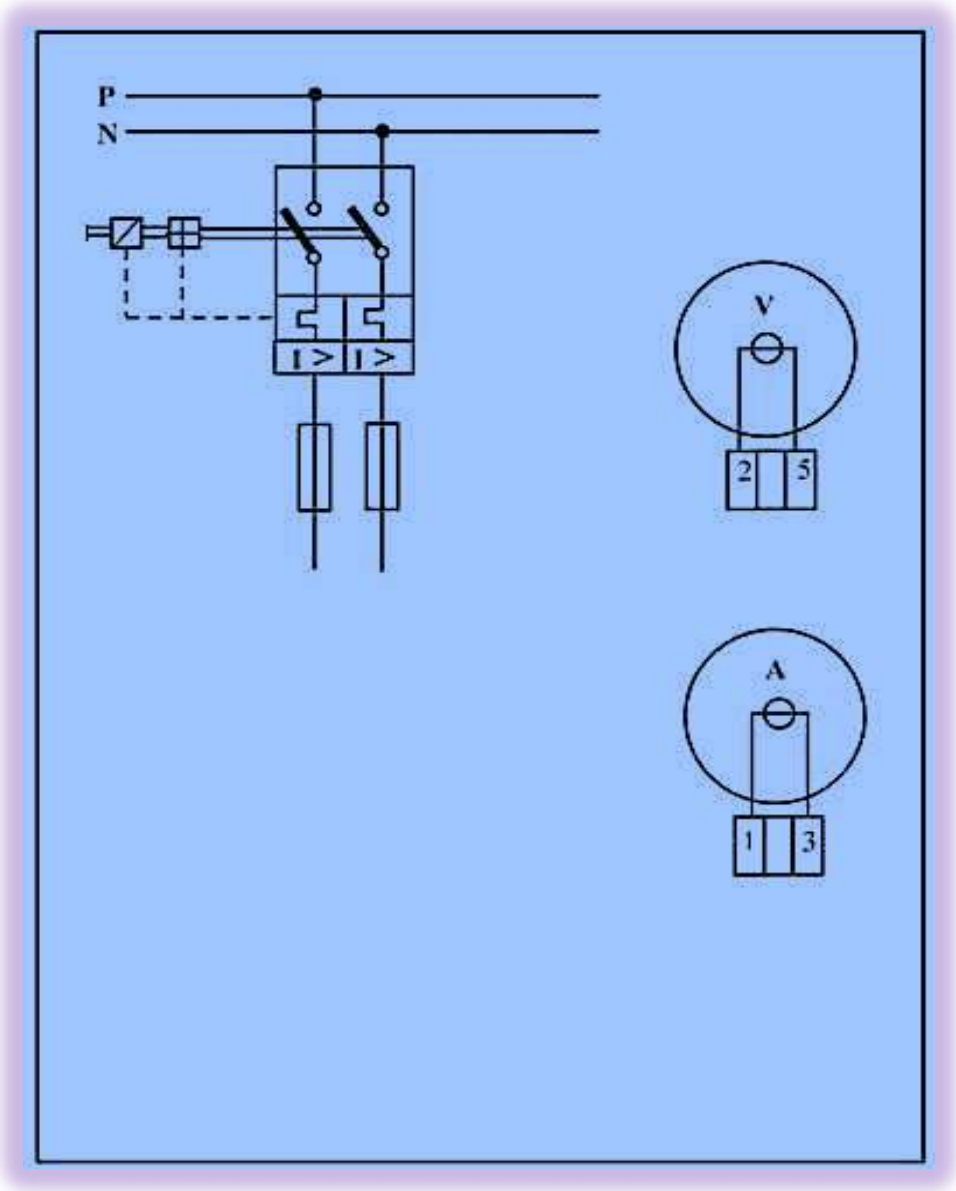
لمولد تيار مستمر ذو تغذية ذاتية يتم توصيل ملفات الاقطاب المغناطيسية على التوالي مع ملفات المنتج ( الآرميجر ) وتمثل الحروف ( E-F )أطراف ملفات التوالي بينما لملفات الاقطاب المساعدة بالحروف ( H-B ) و ( G-A ) وتربط الملفات الثلاثة فيما بينها على التوالي وتوصل أطراف المولد الى الشبكة لتغذيتها بمصدر تيار مستمر عن طريق مفتاح ذو حماية حرارية كما موضح في الرسم .




تستخدم مولدات التوالي للتيار المستمرعند الاحمال التي تحتاج الى جهد متغيرمثل أنظمة الجر الكهربائية وصهر الالمنيوم وانواع اخرى من التحليلات الكيمياوية

## تمرين رقم ( 9 )

أرسم لوحة تحتوي على مولد توالي ذو أقطاب مساعدة يدور عكس عقرب الساعة يغذي شبكة تيار مستمر عن طريق مفتاح ذو حماية حرارية ضد زيادة التيار مع جهازي قياس التيار والفولتية للمولد مع مصهرا لحماية الدائرة .



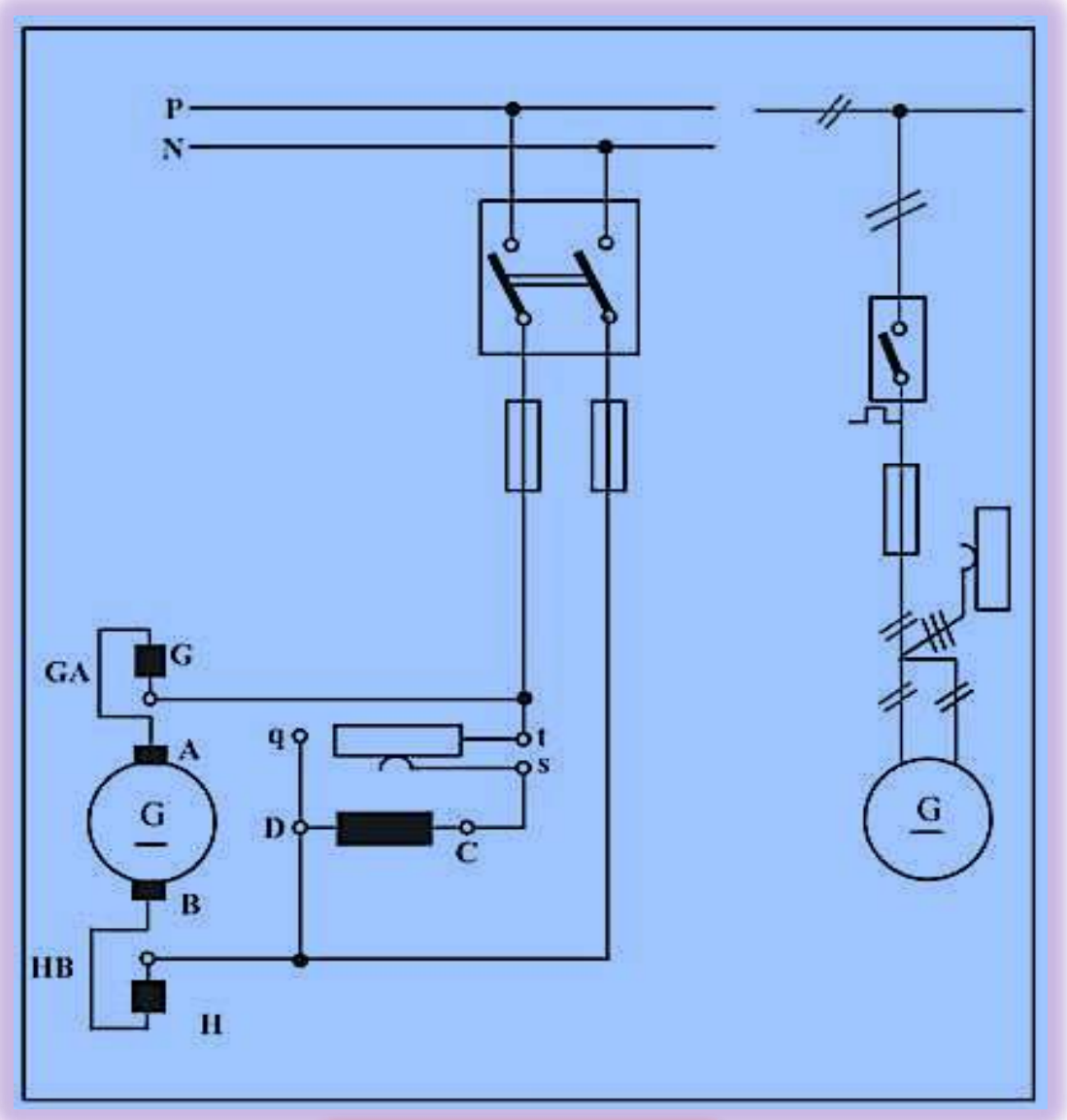
خطوات استخدام جهاز الاوفوميتر

1- تحديد نوع القياس ( تيار او جهد ) .
2- تحديد نوع الطاقة ( مستمر أو متناوب ) .
3- وضع المقياس على أعلى قيمة لحماية الجهاز من التلف.
4- عند عدم إعطاء قيمة عندها تحول الى تدريج أقل للقراءة

# لوحة رقم ( 10 )

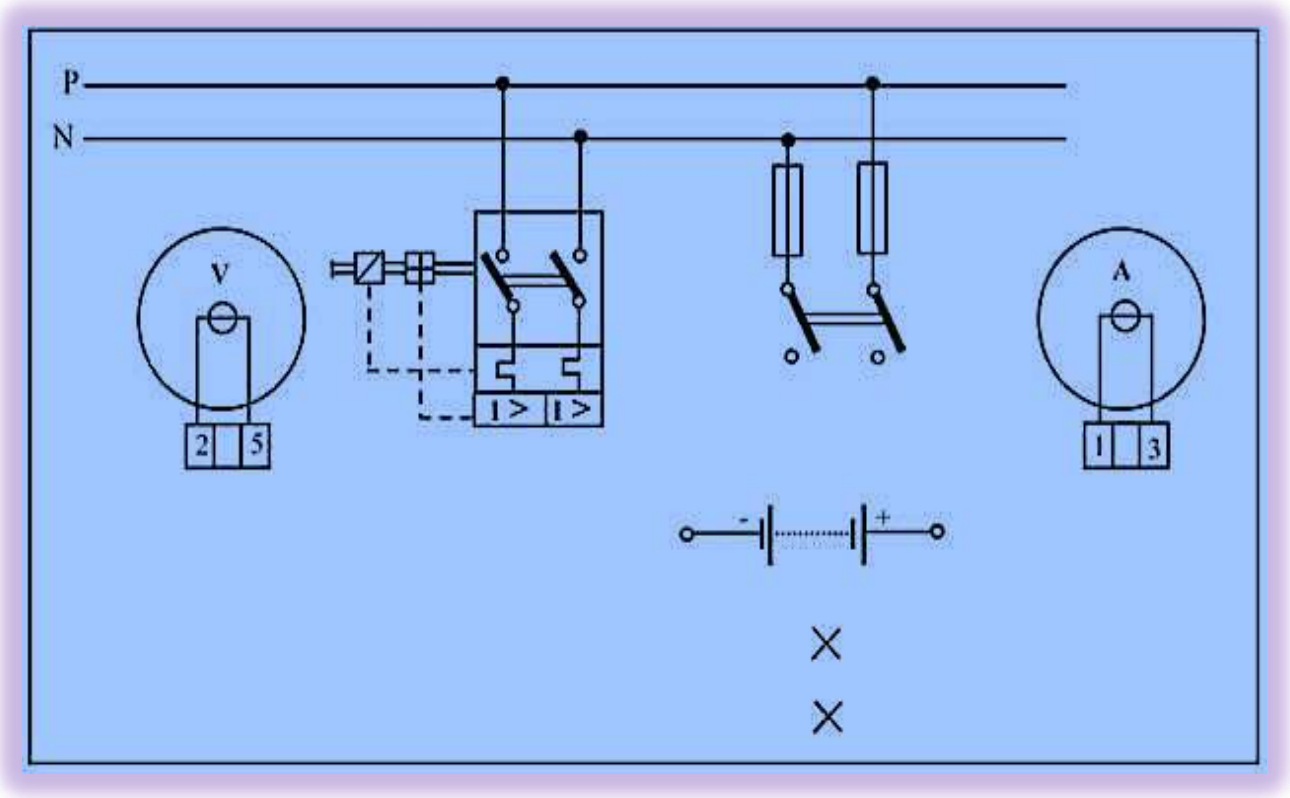
## مولدات التوازي للتيار المستمر

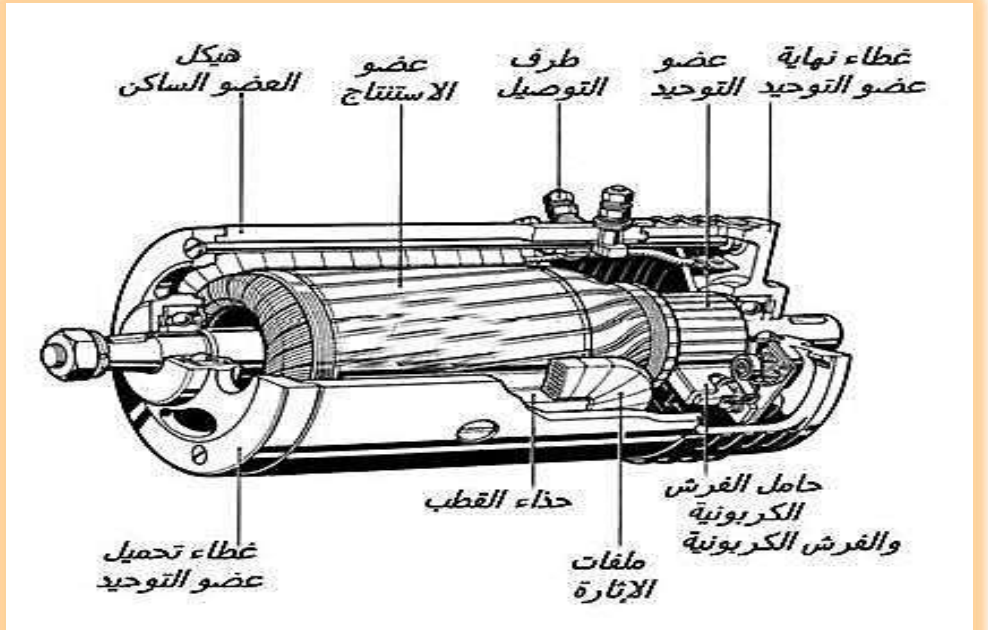
مولد تيار مستمر نوع (توازي) ذو أقطاب مساعدة تغذية ذاتية، يغذي الشبكة عن طريق مفتاح قاطع دورة اعتيادي مع مصهرات ومنظم للتيار (مقاومة متغيرة) لتحديد مقدار الفيض المغناطيسي في ملفات الاقطاب المغناطيسية المتصلة على التوازي (DC) وبذلك يمكن تحديد مقدار ( ق . د . ك ) المتولدة على أطراف المولد كما موضح في الرسم أدناه .



## تمرين رقم ( 10 )

أرسم الدائرة الكهربائية لمولد تيار مستمر ( توازي ) الربط مع ملفات اقطاب مساعدة يعمل على شحن مجموعة من البطاريات للاستفادة منها لانارة مصباحين على التوازي مستعملاً مفتاح حماية حرارية ومغناطيسية ( ضد زيادة التيار ) للمولد وقاطع دورة ، عند تغذية البطاريات والمصابيح وجهاز قياس الجهد للمولد وجهاز قياس التيار للبطارية .

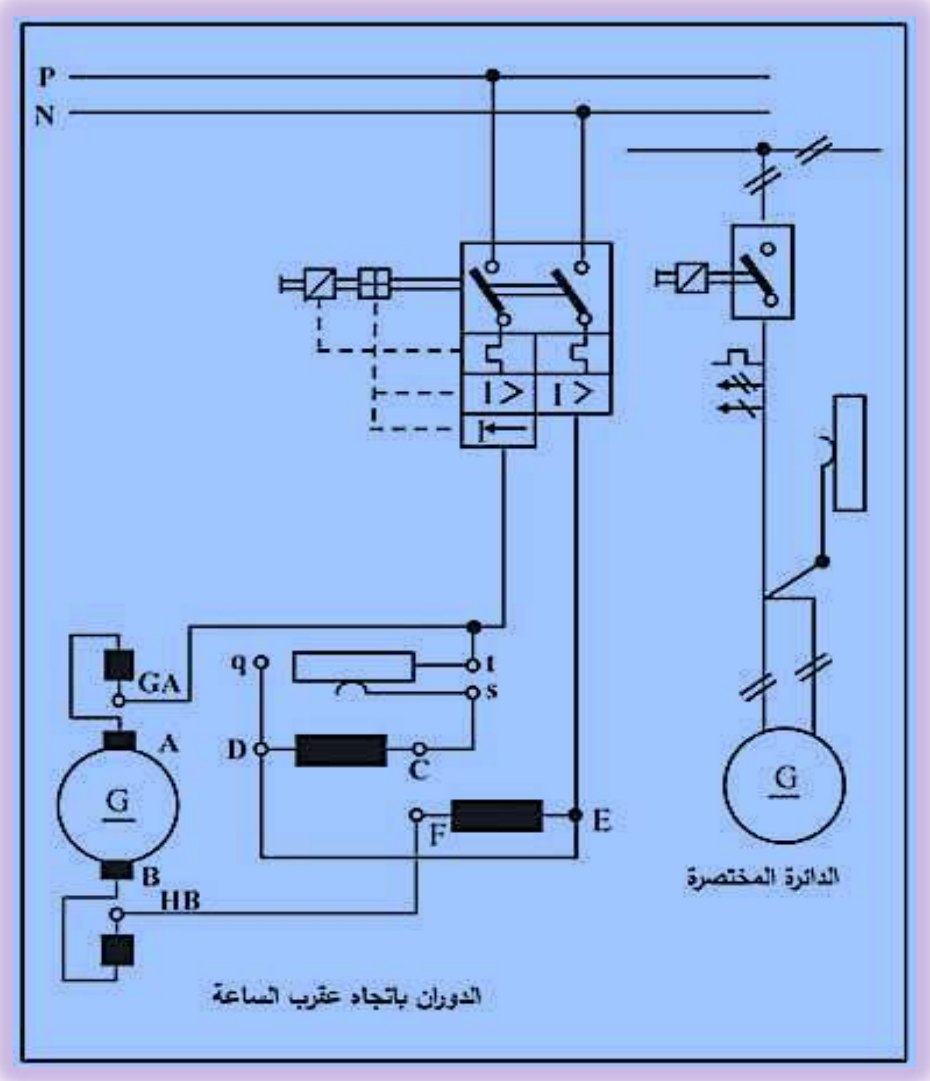


# لوحة رقم ( 11 )

## المولدات المركبة للتيار المستمر

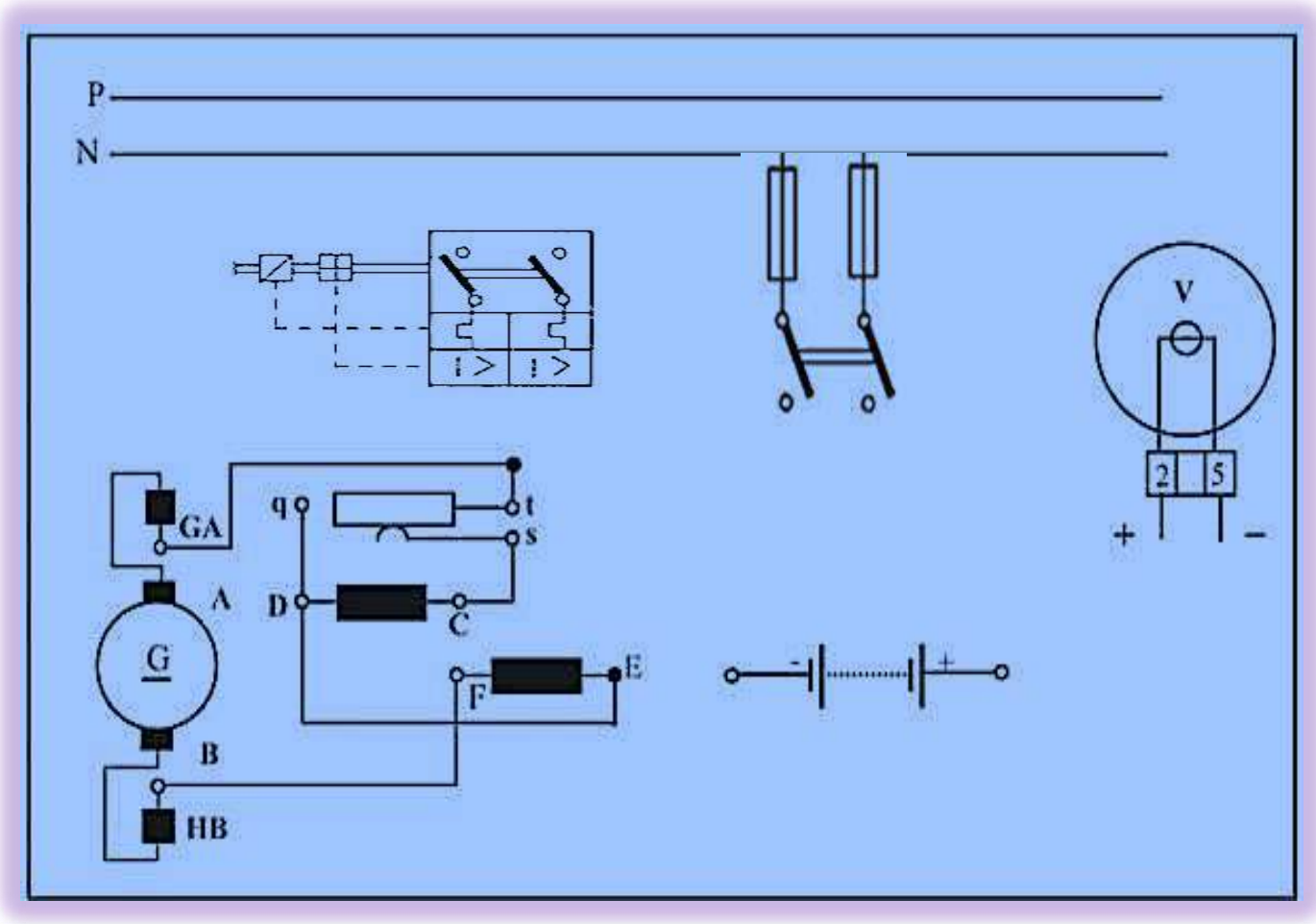
مولد تيار مستمر ذو تغذية ذاتية (مركب) يحتوي هذا النوع على ملفات التوالي ويرمز لها ( F - E) وملفات التوازي ويرمز لها (D – C) يغذي شبكة تيار مستمر (P – N) عن طريق مفتاح ذو وسيلتين حماية ( مغناطيسية وحرارية ) وحماية ضد رجوع التيار المعاكس مع مخطط الدائرة المختصرة




تستخدم مولدات التيار المستمر لتعويض انخفاض الجهد داخل المغذيات .تستخدم مولدات التيار المستمر لتوفير مصدر طاقة لبيوت الشباب والنزلاء والمكاتب

## تمرين رقم ( 11 )

أرسم دائرة كهربائية تحتوي على مولد تيار مستمر ( مركب ) تغذية ذاتية والاقطاب المساعدة متصلة مع طرفي المنتج ، يغذي شبكة ( P – N ) عن طريق مفتاح مغناطيسي حراري ضد زيادة التيار ، يمكن شحن بطارية من شبكة التيار المستمر ، عن طريق مفتاحي قطع ومصهرين وجهاز قياس الجهد لبيان مقدار جهد الشحن .

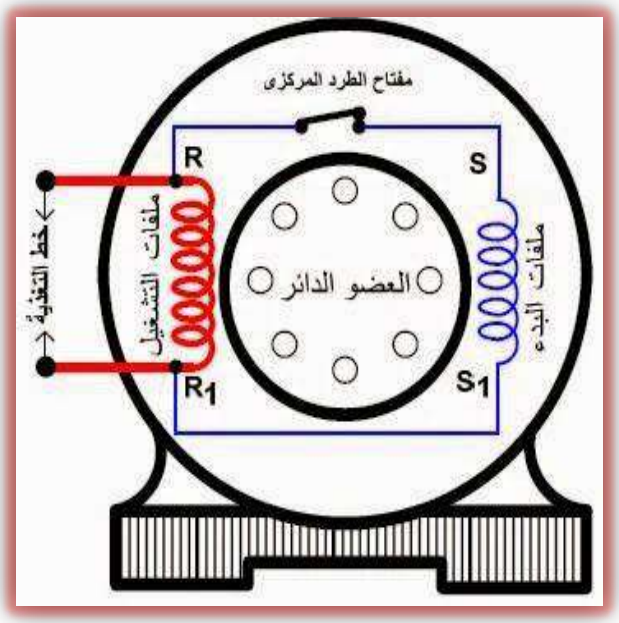


# لوحة رقم ( 12 )

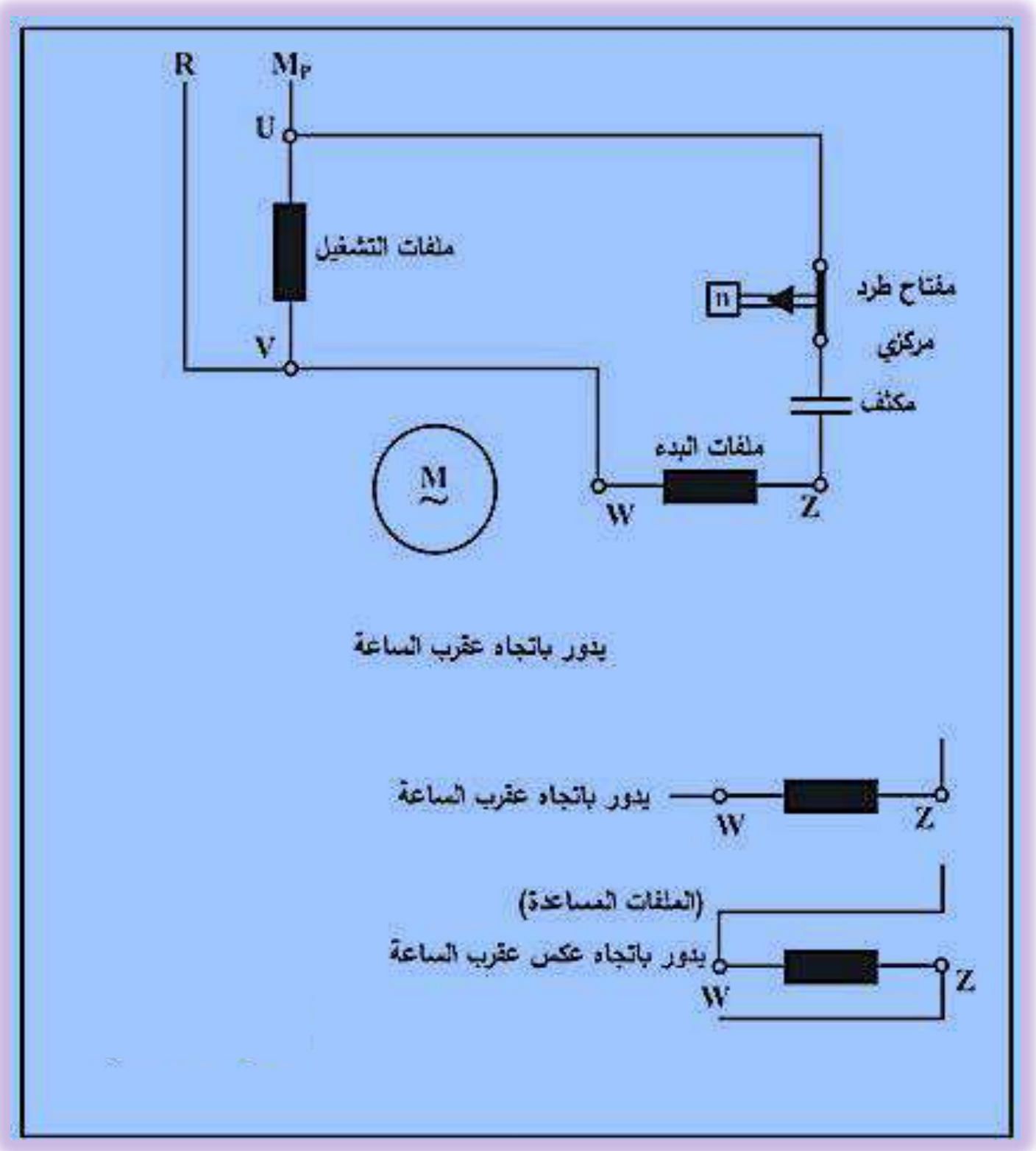
## محركات التيار المتناوب أحادية الطور

تعد المحركات الحثية الأكثر استعمالا في المصانع والآلات. ولكي يدور المحرك ذو الطور الواحد فهو يحتاج إلى مجال مغناطيسي دوار، ويسمى الملف الدوار في محرك التيار المتناوب (العضو الدوار)، أما الجزء الساكن (الثابت) الذي يشتمل على مغناطيس المجال (أو ملفات المجال)، فيشار إليه باسم العضو الثابت، وما بين الدوار والساكن مسافة من الهواء تسمى الثغرة الهوائية(air gap) .

أغلب محركات التيار المتناوب ذات الطور الواحد ، والقدرات القليلة ، تحتاج الى ملفات بدء وملفات حركة وأحياناً الى مكثف لتشغيلها والرسم أدناه بين محرك تيار متناوب على فرض أن المحرك يدور مع عقرب الساعة ويحتوي على ملفات البدء ( المساعدة ) وملفات التشغيل ومفتاح الطرد المركزي ومكثف كما هو الحال في محرك مبردة الهواء .

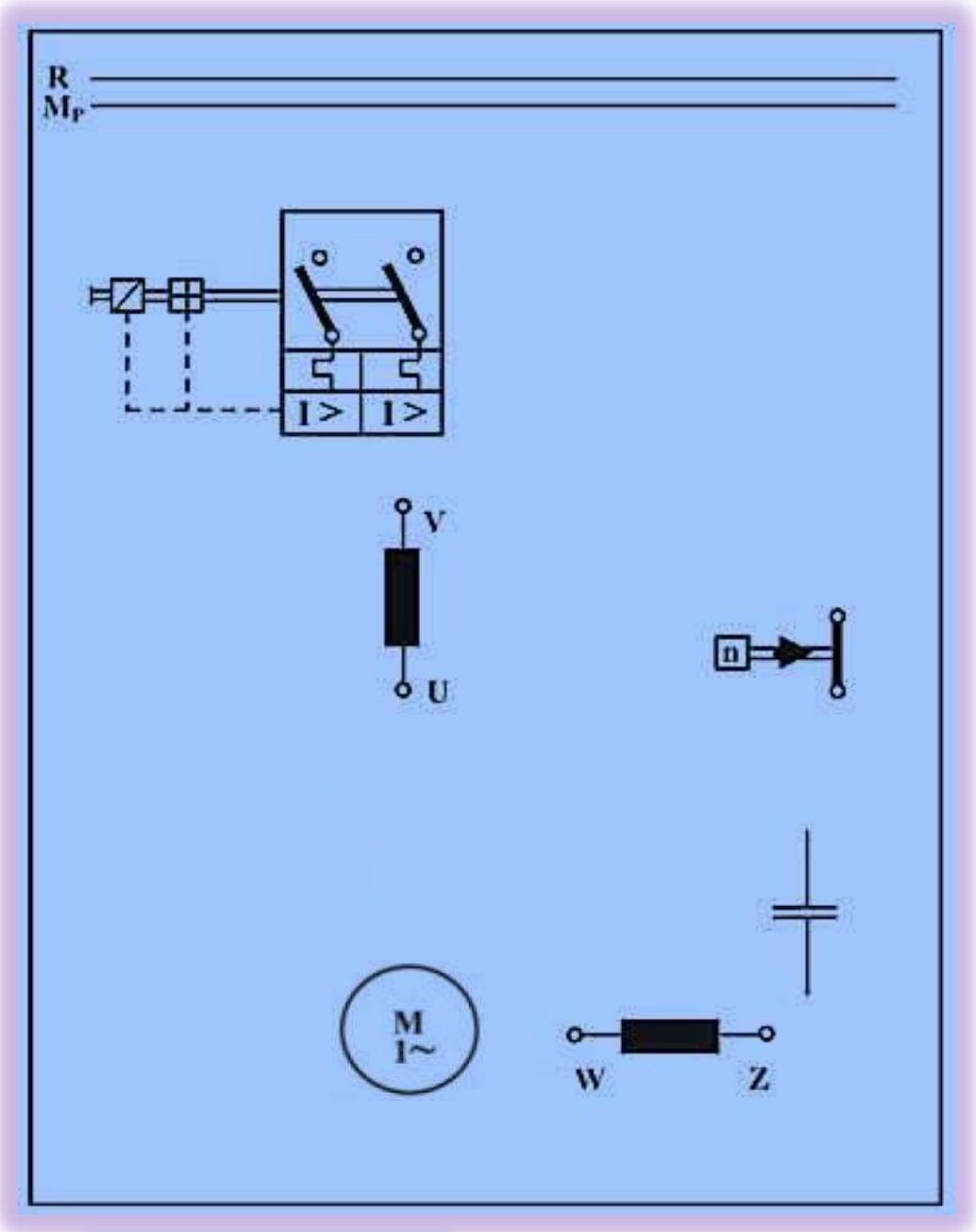


تستخدم المتسعة لعمل زاوية بين ملفات البدء وملفات الحركة وبذلك يتمكن من الدوران


R
MP
U
ملفات التشغيل
V
مفتاح طرد مركزي
مكثف
ملفات البدء
M
W
Z
يدور باتجاه عقرب الساعة
يدور باتجاه عقرب الساعة
W
Z
(الملفات المساعدة)
يدور باتجاه عكس عقرب الساعة
W
Z

## تمرين رقم ( 12 )

أرسم دائرة كهربائية تحتوي على محرك تيار متناوب أحادي الطور، في حالة التشغيل يدور باتجاه معاكس لعقرب الساعة، يغذى من شبكة طور واحد عن طريق مفتاح ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية.



مفتاح الطرد المركزي

# لوحة رقم ( 13 )

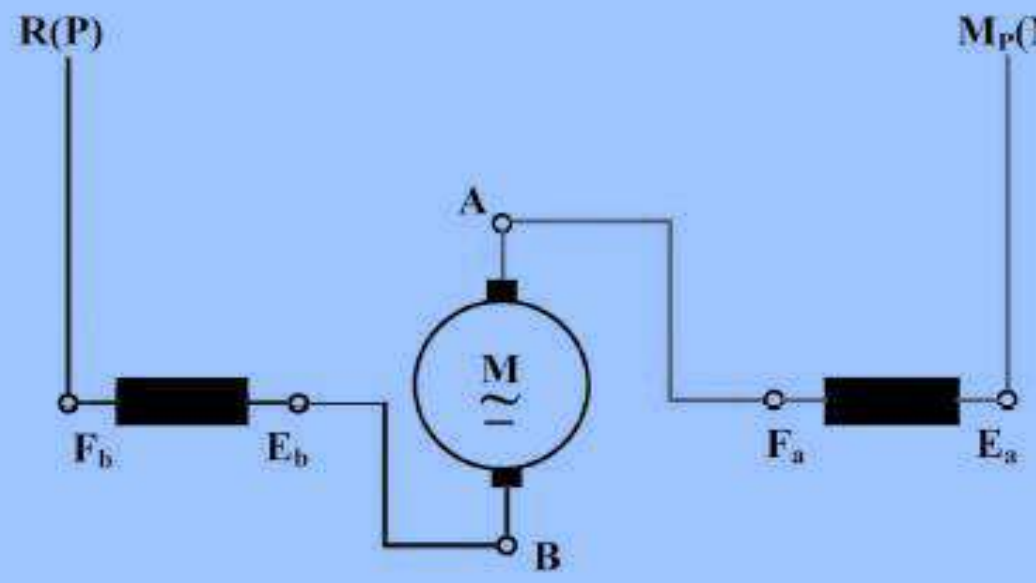
## محركات التيار المتناوب ( المحرك العام )

المحرك العام (Universal Motor) : هو محرك كهربائي ذو فرش كاربونية (Brushed) يستطيع أن يعمل على كل من نظام التيار المستمر (DC) و نظام التيار المتردد الأحادي الطور (Single Phase AC)

المحرك العام يمتاز بأنه شائع الاستعمال خاصة في الاجهزة المنزلية كالمكنسة الكهربائية والخلاطات والمثاقب الكهربائية وغيرها ويمثل بالرسم كما يلي .

المفتاح المغناطيسي يعمل على التحويل من مصدر تيار متناوب الى مصدر تيار مستمر عند الحاجة

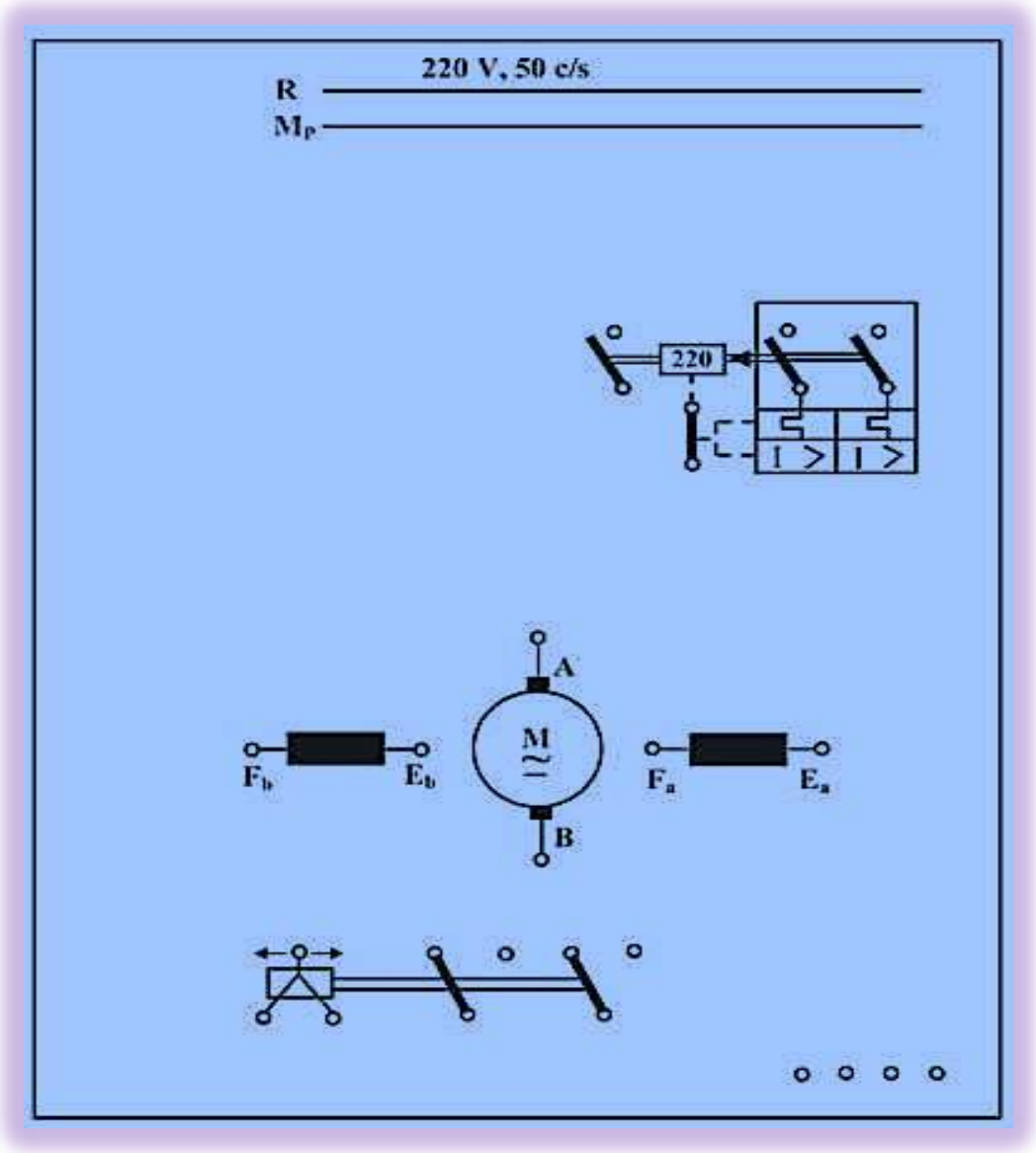
يمكن الاستفادة منه لعكس اتجاه الدوران بتغيير اتجاه اقطاب المصدر

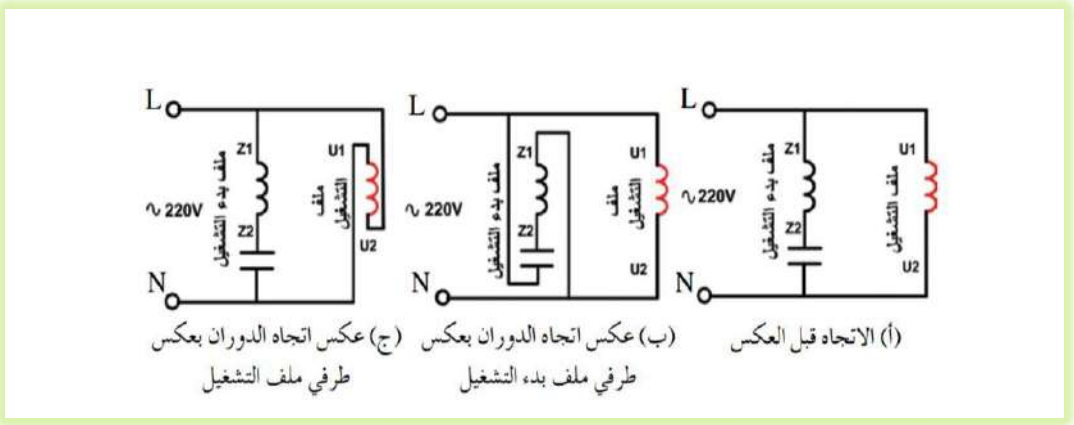


مفتاح مغناطيسي يعمل باتجاهين

## تمرين رقم ( 13 )

**أرسم الدائرة الكهربائية لمحرك عام يتغذى من شبكة تيار متناوب (220 V ) (50 Hz ) عن طريق مفتاح مغناطيسي حراري (ضد زيادة التيار) يعمل المفتاح بدائرة سيطرة تحتوي على مفتاحين ضاغط ( On ) و ( Off ) ويدور المحرك بأتجاهين بوساطة مفتاح مغناطيسي ذو أتجاهين .**

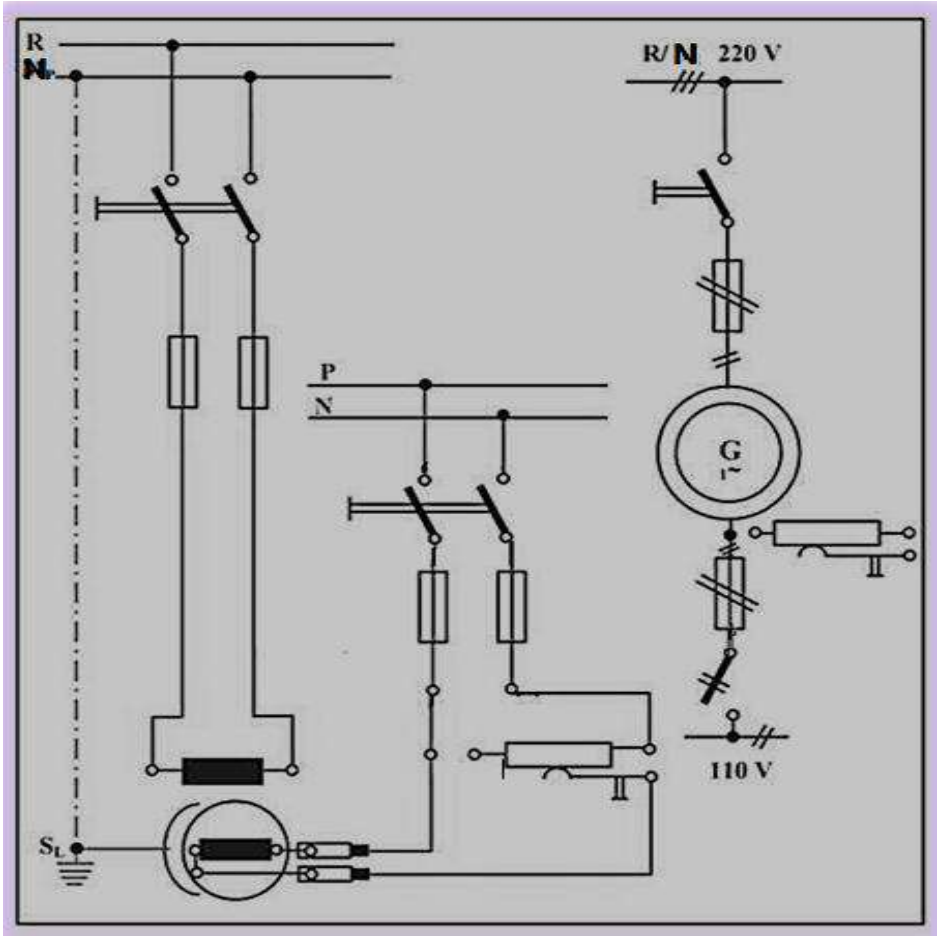


# لوحة ( 14 )

## مولد تيار متناوب ( توافقي ) ذو الطور الواحد

المولد التزامني يتكون من جزئين الساكن الذي تتولد فيه القوة الدافعة الكهربائية والتي تغذي شبكة تيار متناوب عن طريق مفتاح ذو قطبين ومصهرين والدوار الذي يحتوي على ملفات الاقطاب المغناطيسية التي تغذى بمصدر خارجي للتيار المستمر عن طريق مصهرين ومفتاح ذو قطبين ومنظم للجهد لتحديد مقدار الجهد المتولد في الشبكة، الرسم يوضح الدائرة التنفيذية والمختصرة لمولد تيار متغير طور واحد .

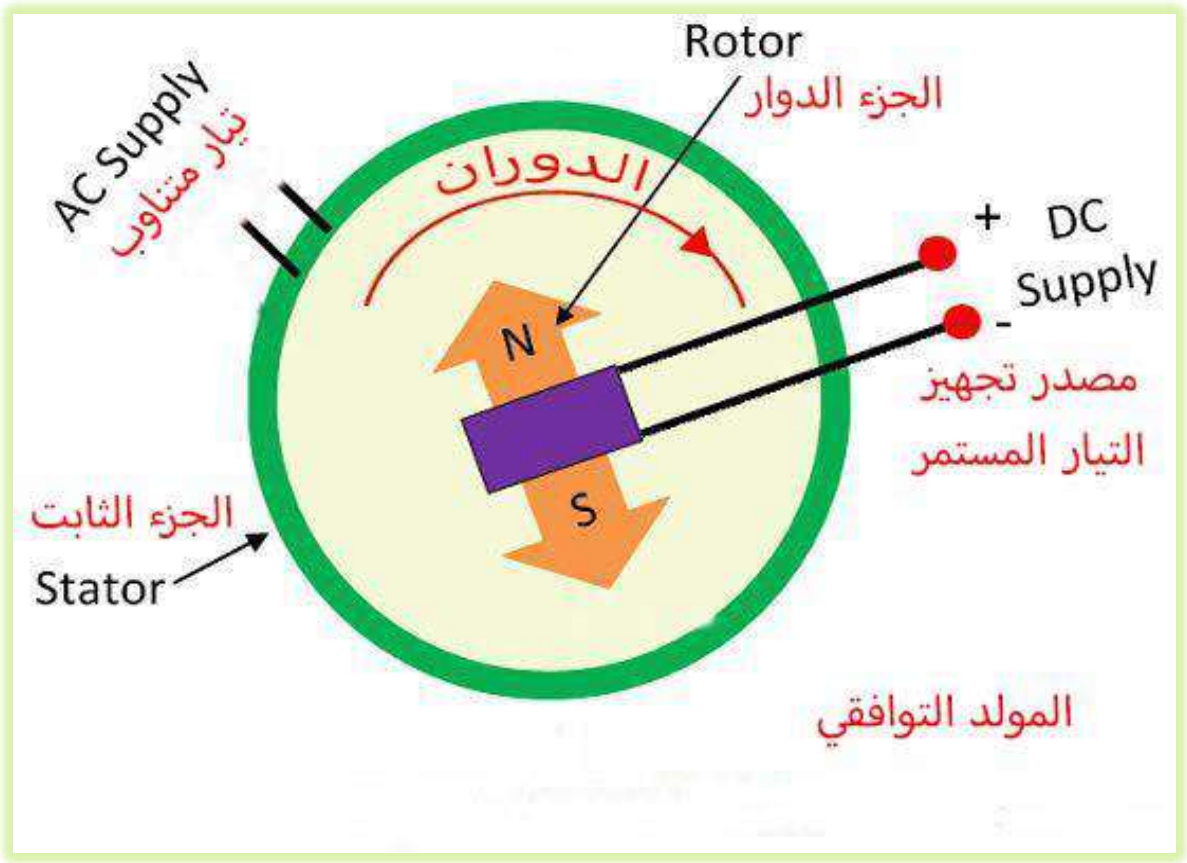


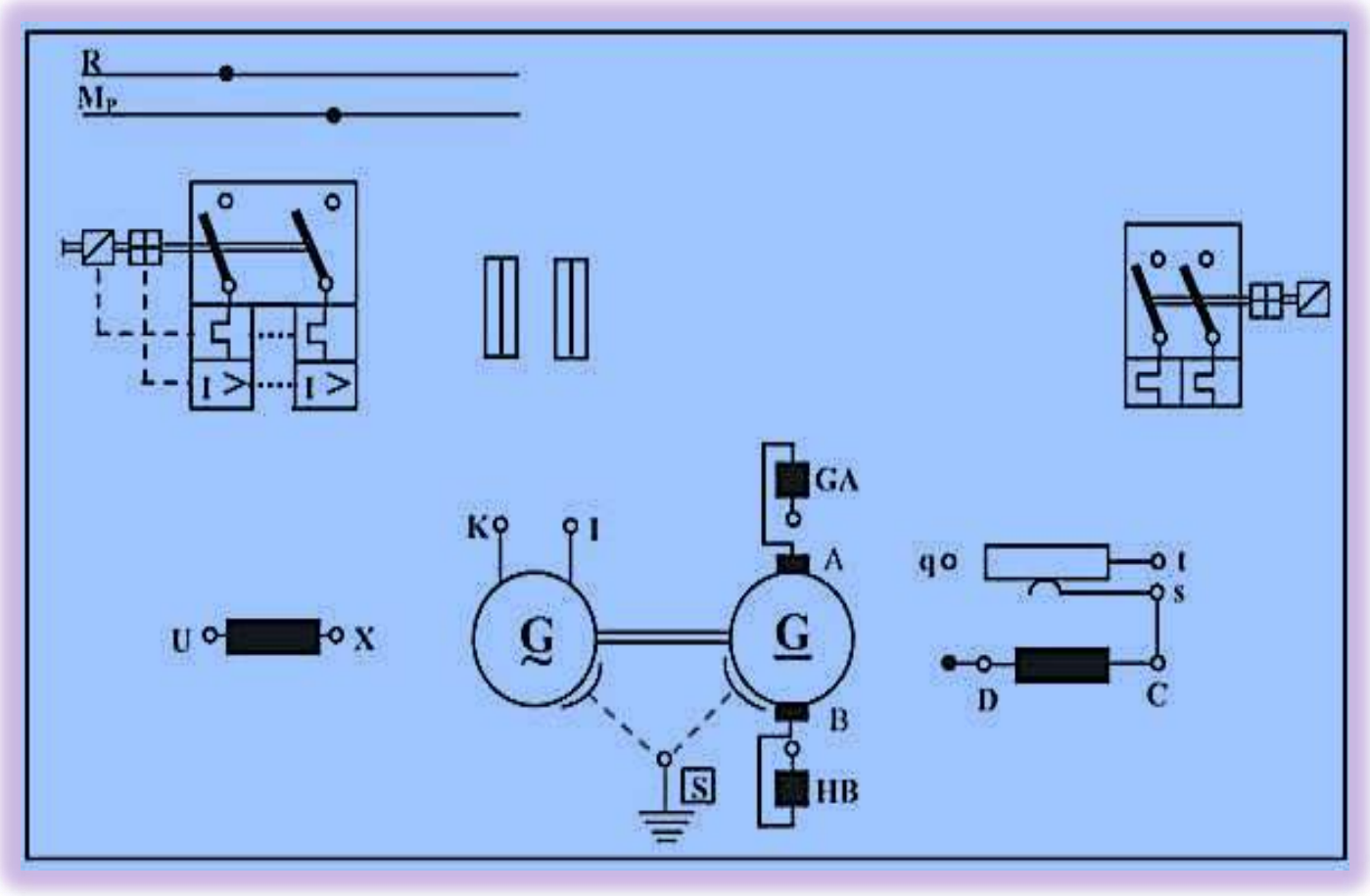

مولد توافقي احادي الطور

مقاومة متغيرة

## تمرين رقم ( 14 )

أرسم الدائرة التنفيذية لمولد تزامني طور واحد يغذي شبكة تيار متغير عن طريق مفتاح مغناطيسي ذي وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار العضو الدوار للمولدة يغذى من مولد تيار مستمر تغذيته ذاتية ذي ربط متوازي وعلى نفس محور المولد التوافقي يدور بأتجاه عقرب الساعة ومولد التيار المستمر له مفتاح مغناطيسي ذو وسيلة حماية ضد زيادة التيار ومصهرات والاجزاء الحديدية موصلة الى الارض .




R
Mp
I >
I >
GA
K
I
A
G
G
B
S
HB
U
X
q
t
s
D
C

# لوحة ( 15 )

## مثال ( أ ) رسم الموجة الجيبية

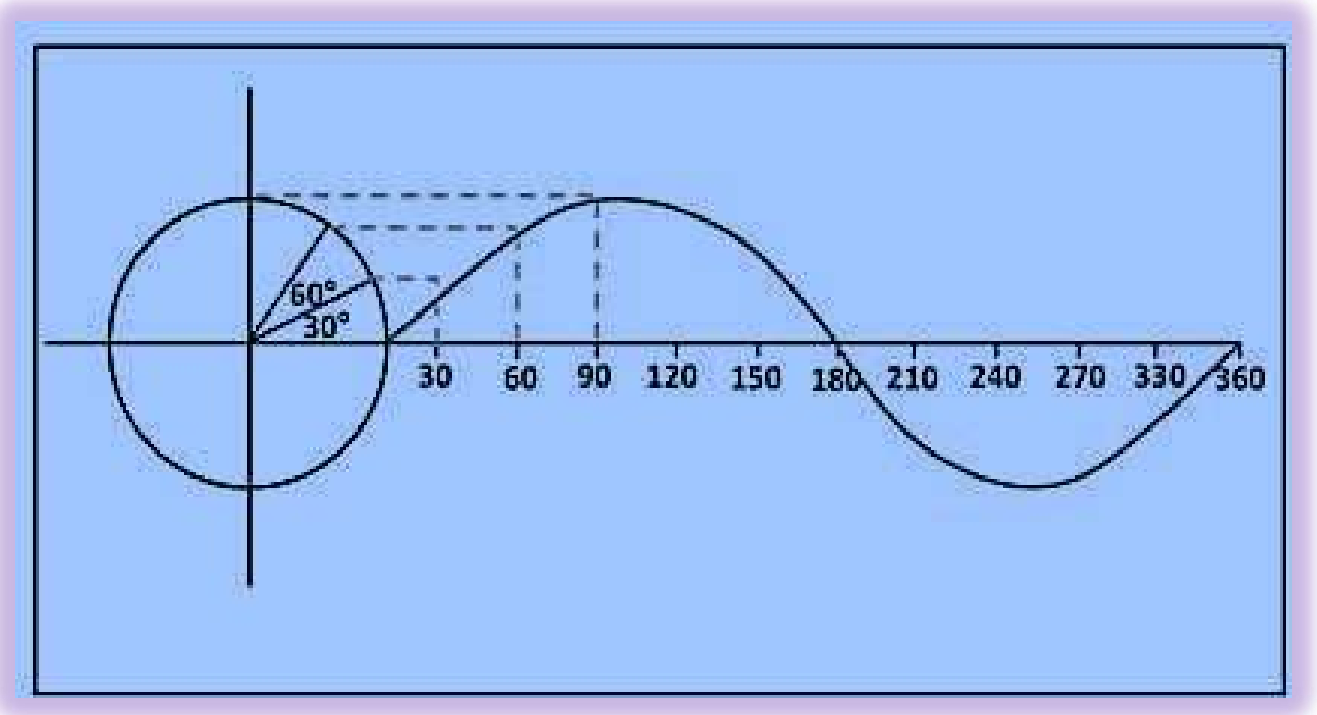
أرسم دائرة نصف قطرها (20 mm ) ملم وأرسم خطين متعامدين يمران بمركز الدائرة .

قسم كل ربع دائرة الى قسمين متساويين ( برسم خطوط تنبع من مركز الدائرة ) لاحظ الشكل أدناه .

أرسم خط مستقيم ودرجة من ( صفر الى 360° ) بأقسام متساوية كل ثلاثين درجة مثلاً أو تقسيمات أصغر ( للحصول على موجة أدق ) .

سقط تقسيمات الدائرة على الخطوط العمودية المرسومة من تقسيمات الخط الافقي ، وحدد نقاط الالتقاء بعد الانتهاء من التسقيط أرسم الموجة الجيبية الناتجة .

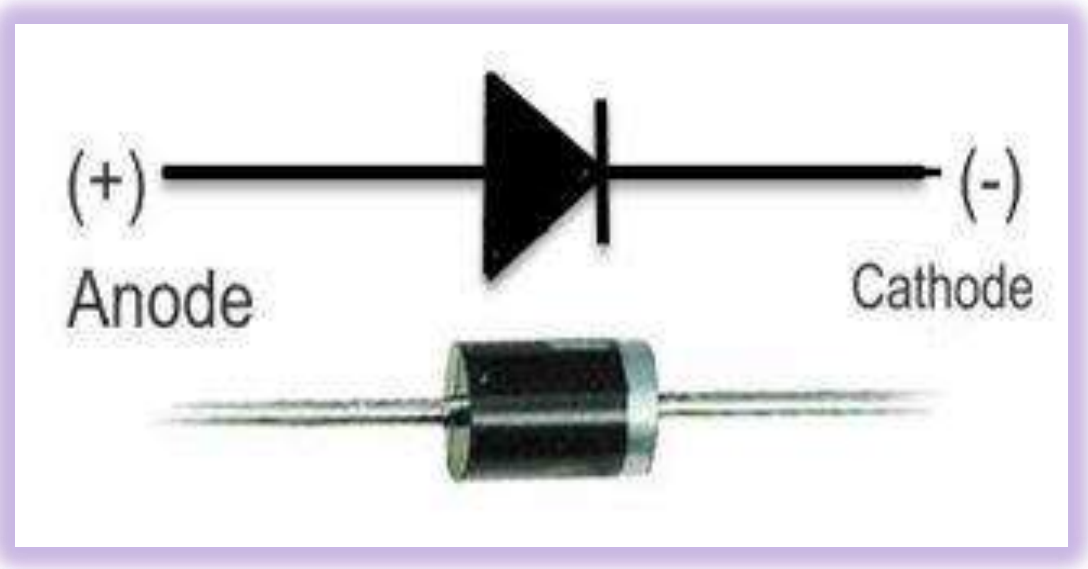
ملاحظة: ترسم موجة الخرج لدائرة تيار متناوب بالطريقة أعلاه، ثم بطريقة التسقيط يتم رسم موجة الحمل .

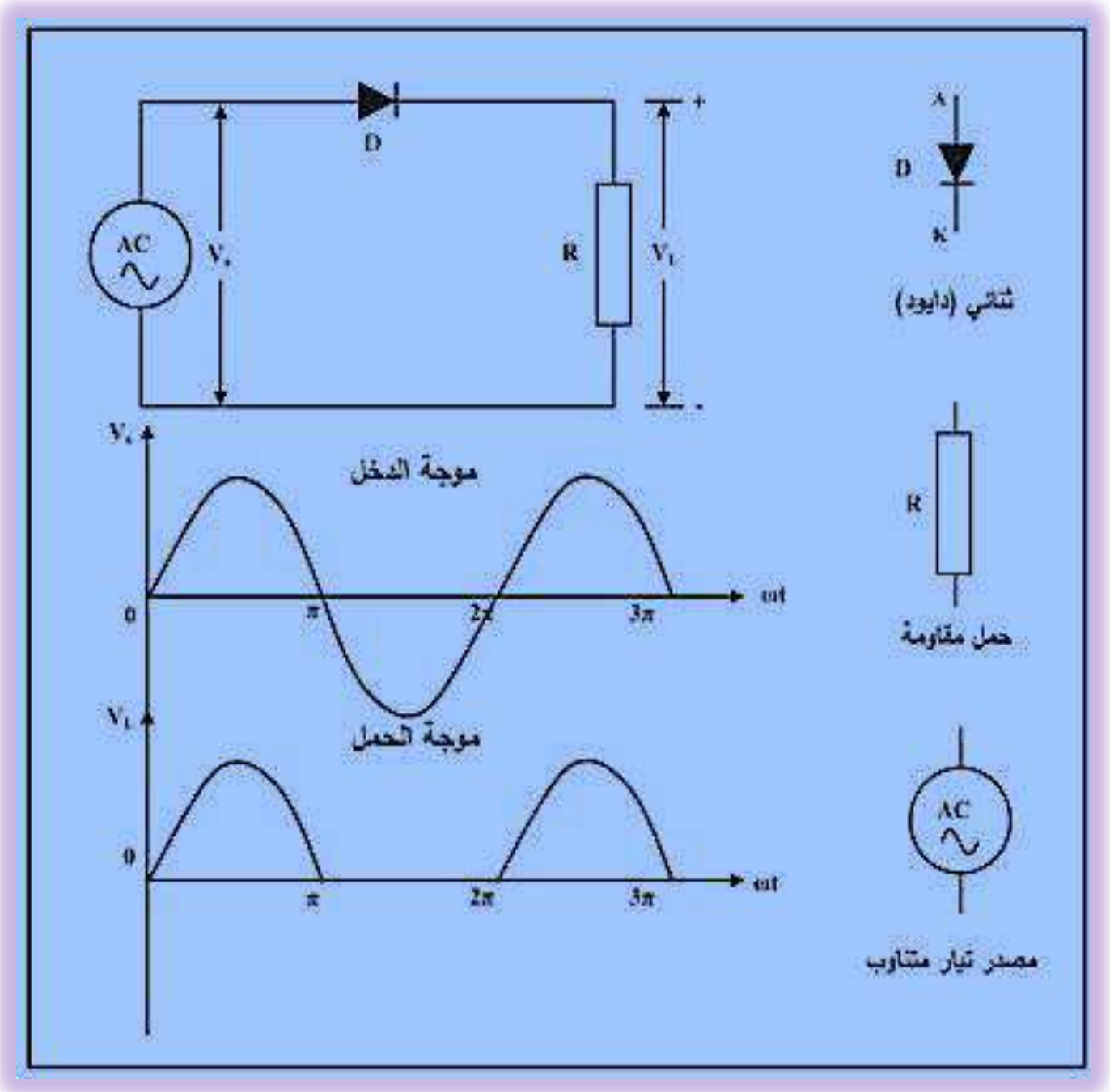


## تمرين ( 15 )

## موحدات التيار المتناوب ( موحد نصف موجة ) غير محكوم

تُعد هذه الدائرة من أبسط دوائر التوحيد التي تعمل على تحويل مصدر الفولتية المتناوبة الى مصدر فولتية مستمرة ثابتة القيمة تتألف الدائرة من مصدر متناوب بثنائي قدرة غير محكوم يعمل على تجهيز حمل مقاومة بفولتية مستمرة ، خلال النصف الموجب من الموجة يكون الثنائي في حالة توصيل ويعمل على أمرار النصف الموجب من موجة الدخل أما خلال النصف السالب من موجة الدخل يصبح الثنائي في حالة عدم التوصيل وتكون الفولتية الخارجة مساوية للصفر والشكل يوضح الدائرة الكهربائية مع موجة الدخل والحمل للفولتية .

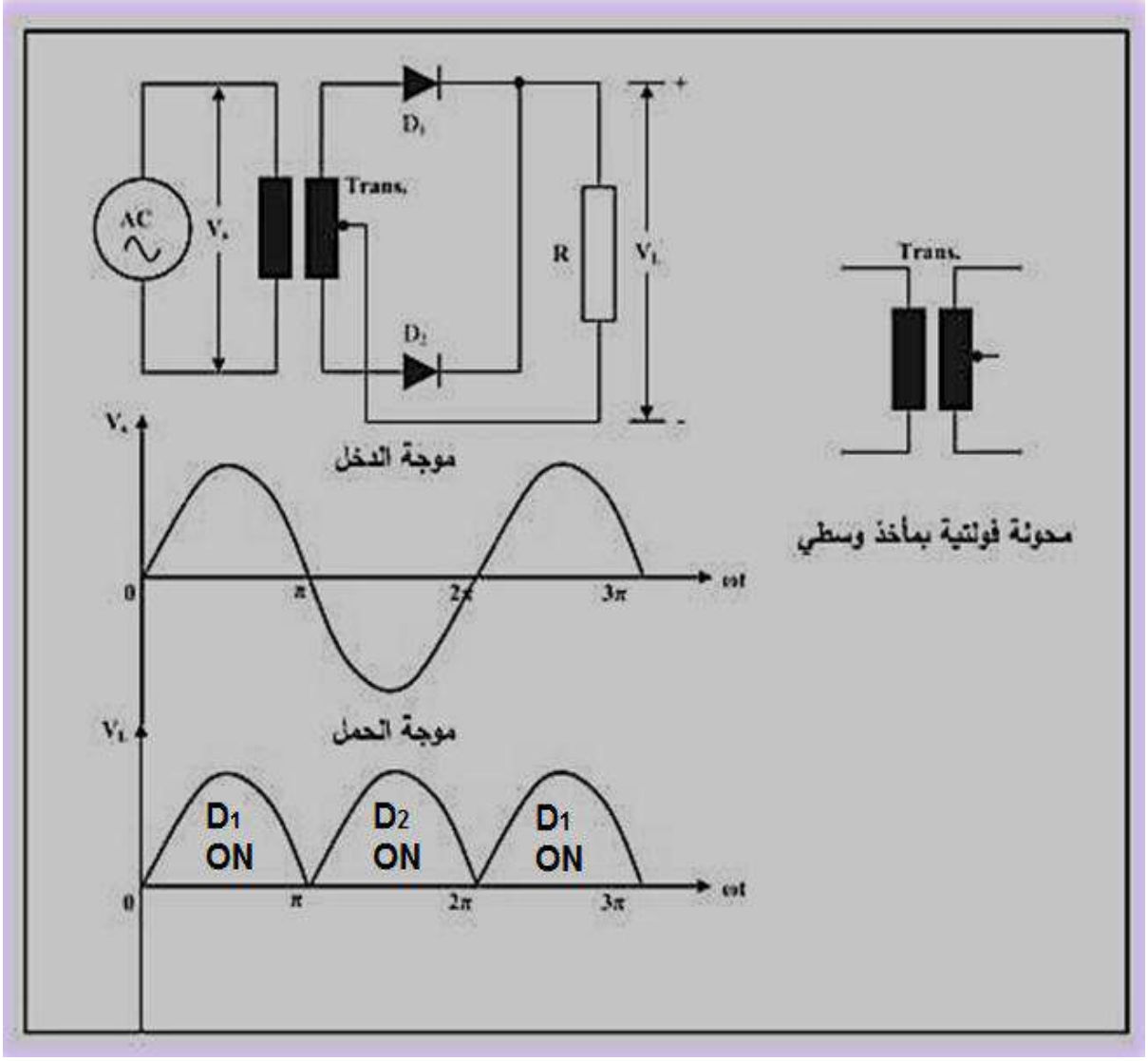



D
AC
$V_s$
R
$V_L$
+
-
A
D
K
ثنائي (دايود)
R
حمل مقاومة
AC
مصدر تيار متناوب
$V_s$
موجة الدخل
0
π
2π
3π
ωt
$V_L$
موجة الحمل
0
π
2π
3π
ωt

# لوحة ( 16 )

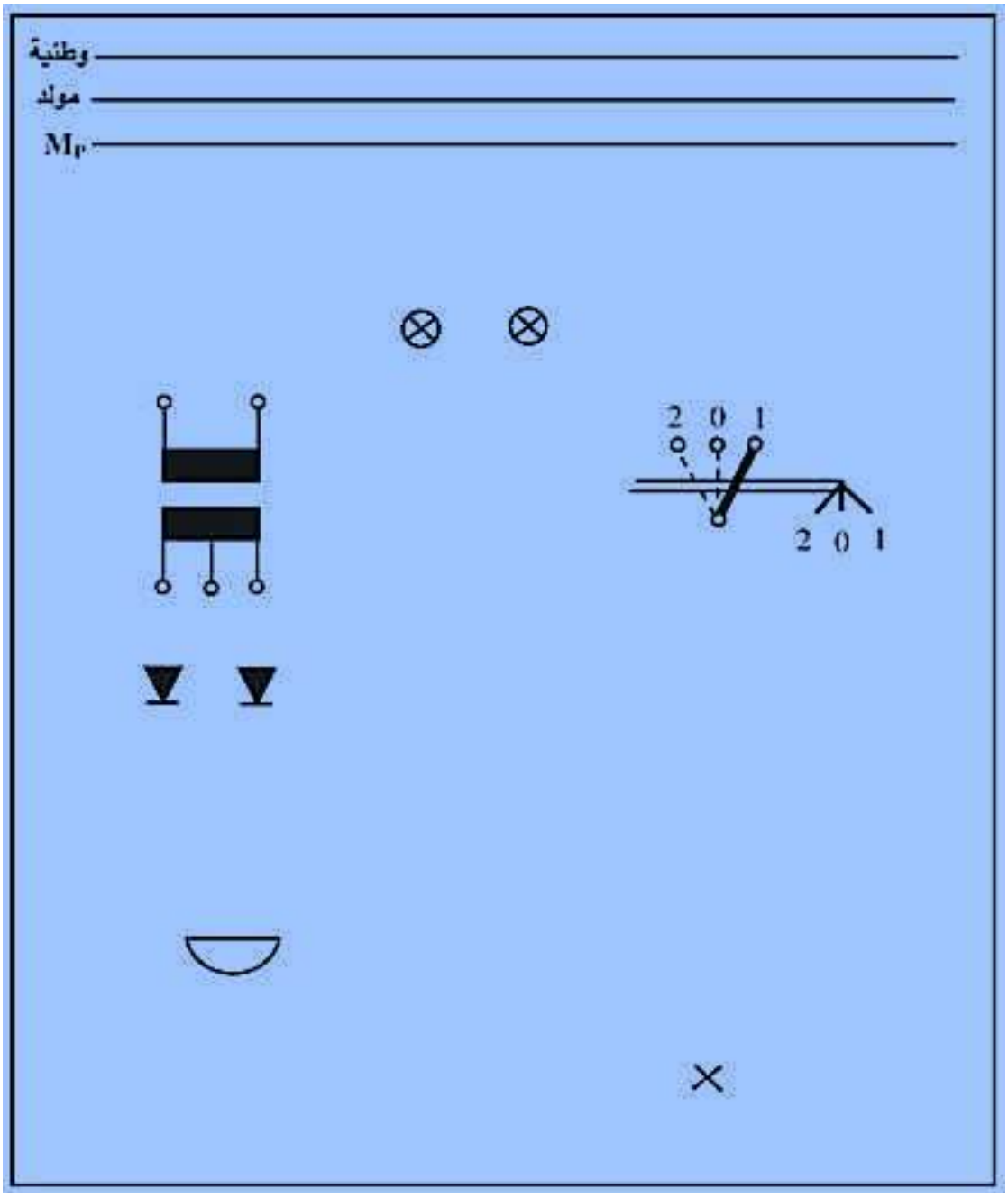
## موحدات التيار المتناوب ( موحد موجة كاملة ) غير محكوم (حمل مقاومة)

تعطي هذه الدائرة فولتية خرج مستمرة تعادل تقريباً ضعف الفولتية الخارجة من دائرة موحد نصف الموجة وتتكون الدائرة الكهربائية من محولة بمأخذ وسطي متصل بزوج من ثنائي القدرة يعمل كل منهما بالتعاقب للحصول على موحد موجة كاملة يقوم بتجهيز حمل مقاومة بفولتية مستمرة تعمل هذه الدائرة عندما تكون موجة الدخل موجبة يكون الثنائي الاول ( $D_1$ ) في حالة التوصيل فيعمل على أمرار النصف الموجب للموجة بينما يكون الثنائي الثاني ( $D_2$ ) في حالة أطفاء ، أما خلال النصف السالب من موجة الدخل يصبح الثنائي الاول ( $D_1$ ) في حالة أطفاء والثنائي الثاني ($D_2$) في حالة توصيل فيعمل على عكس وأمرار النصف السالب من موجة الدخل والشكل أدناه يوضح الدائرة الكهربائية مع موجة الدخل والحمل للفولتية .



## تمرين رقم ( 16 )

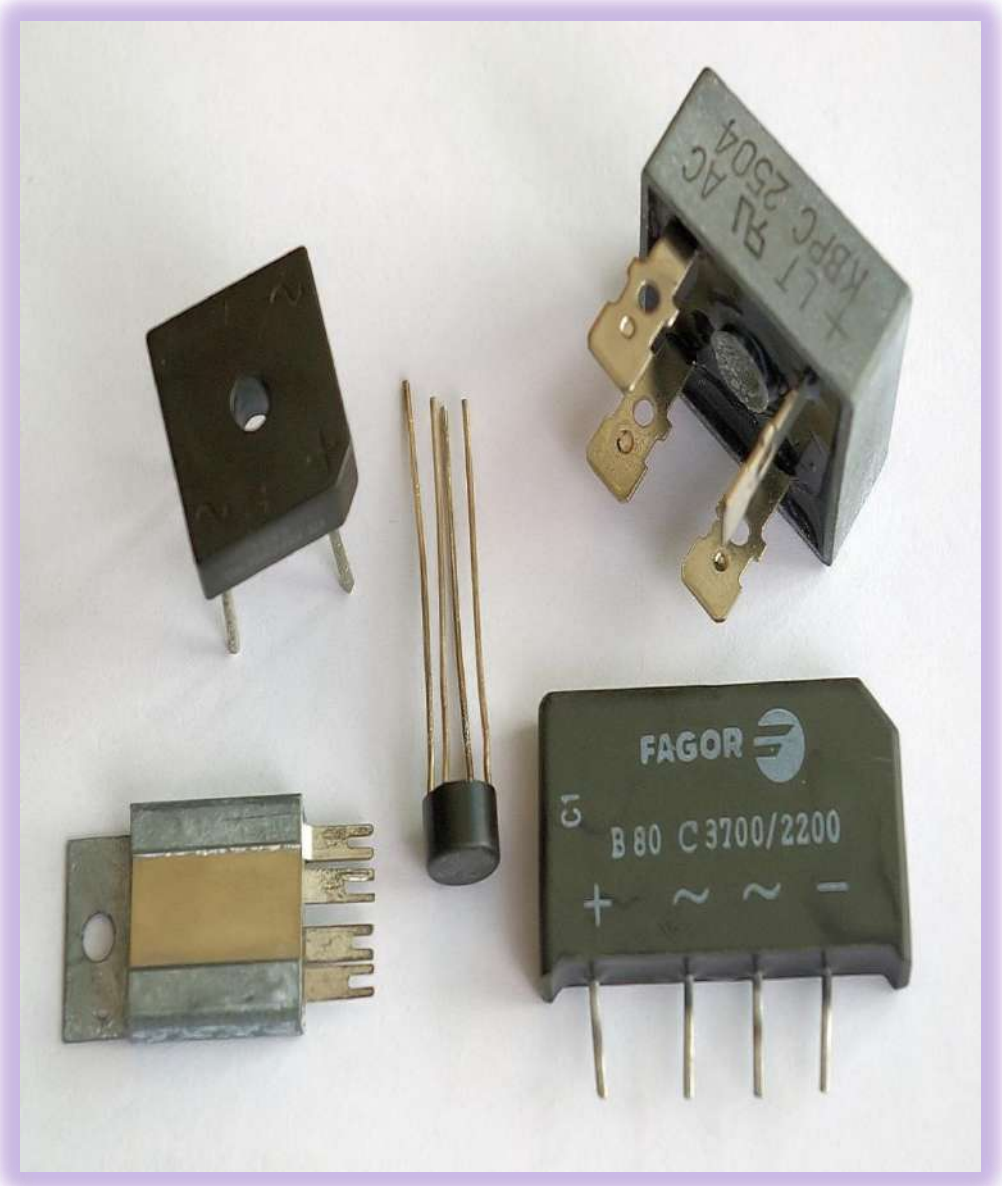
أرسم دائرة كهربائية تحتوي على مفتاح تحويل باتجاهين ( Change Over Switch ) لمصدر تيار متناوب (220 V ) ( 50 ) ذ / ثا للتحكم في تغذية دار عن طريق الشبكة الوطنية وأخرى عن طريق المولد مع منبه ( جرس ) يعمل على (12 V ) ومصباح أشارة لبيان وجود تغذية الشبكة الوطنية ومصباح أشارة عند وجود تغذية للمولدمع مصباح يعمل على (220 V ) مسيطر عليه بمفتاح .

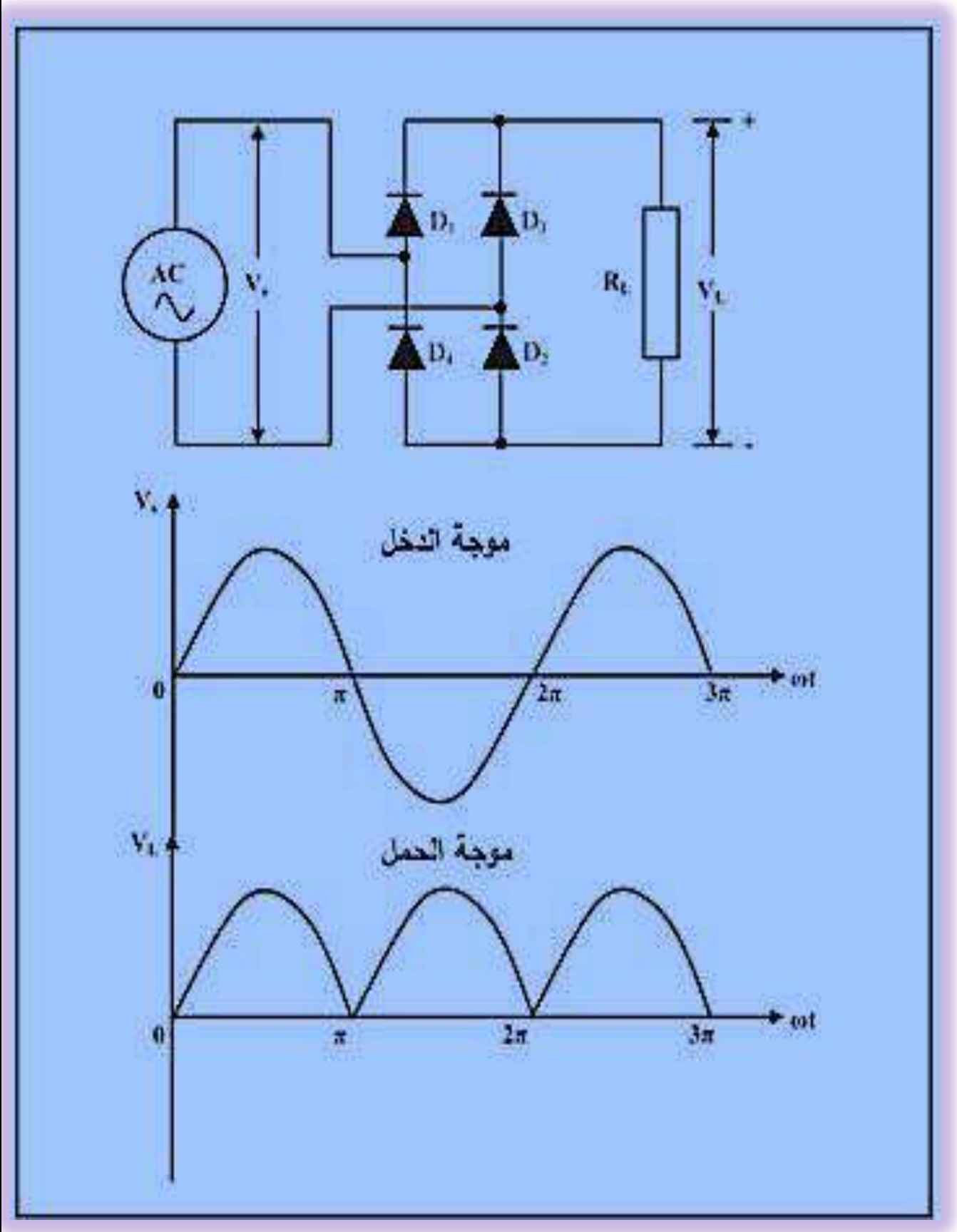


# لوحة ( 17 )

## مبدلات التيار المتناوب(موحد موجة كاملة نوع القنطرة )غير المحكوم

تُعد هذه الدائرة من أكثر دوائر التوحيد استخداماً في التطبيقات الصناعية بسبب كفائتها وتتكون الدائرة الكهربائية من أربعة ثنائيات يعمل الثنائي الاول ( $D_1$ ) والثنائي الثاني ( $D_2$ ) على أمرار النصف الموجب من موجة الدخل بينما يبقى الثنائي الثالث ( $D_3$ ) والثنائي الرابع ( $D_4$ ) في حالة إطفاء ، أما خلال النصف السالب من موجة الدخل فيعمل الثنائي الثالث والرابع ( $D_3$ , $D_4$ ) على إمرار الجزء السالب لموجة الدخل بينما يبقى الثنائي الاول والثاني ( $D_1$ , $D_2$ )في حالة إطفاء والشكل أناه يوضح الدائرة الكهربائية مع موجة الدخل والحمل للفولتية ( الجهد ) .



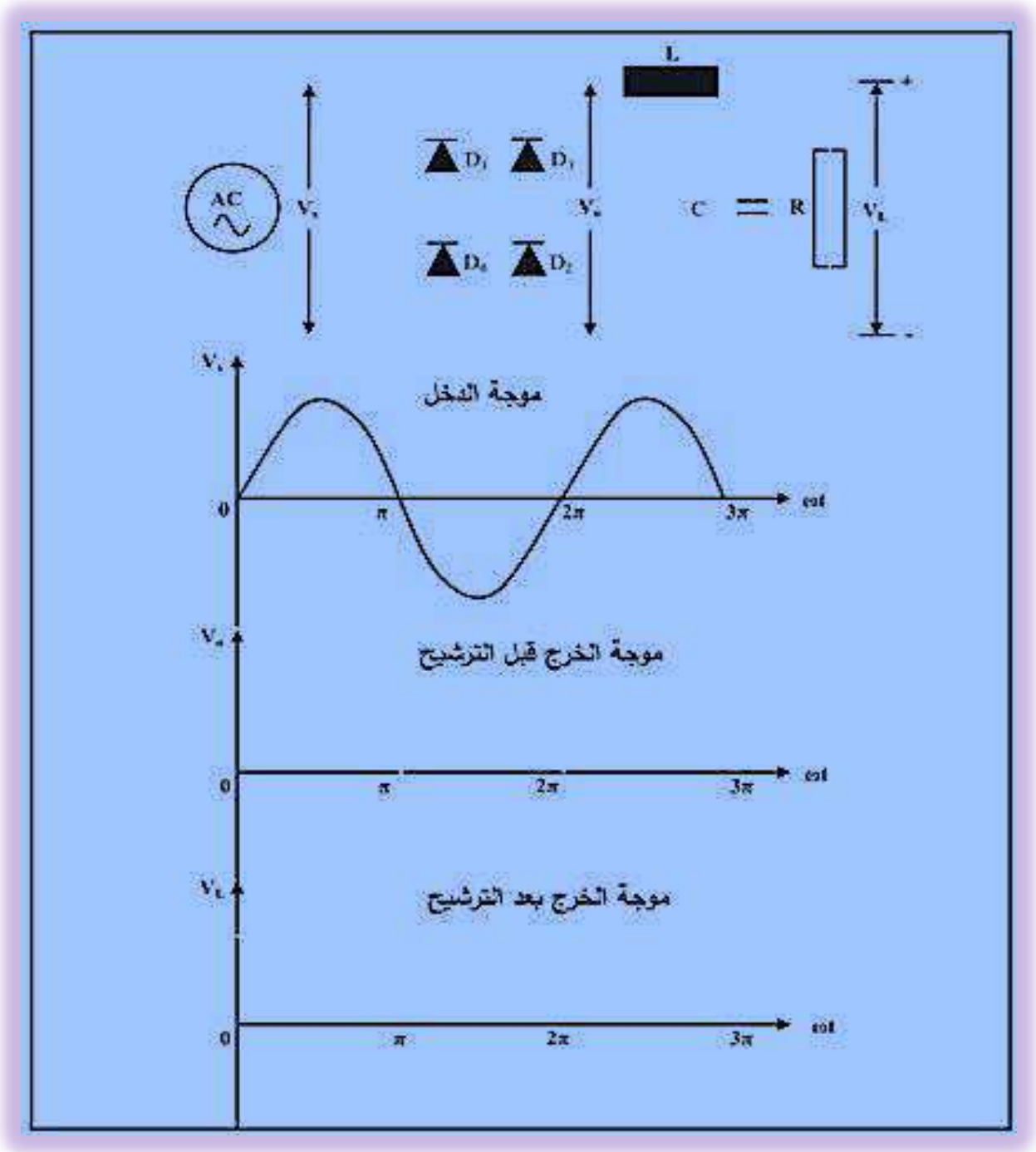

AC
$V_s$
$D_3$
$D_1$
$D_4$
$D_2$
$R_L$
$V_L$
+
-
$V_s$
موجة الدخل
0
π
2π
3π
ωt
$V_L$
موجة الحمل
0
π
2π
3π
ωt

## تمرين ( 17 )

### دائرة موحد قنطرة موجة كاملة غير محكوم مع متسعة وملف ترشيح

أرسم دائرة موحد قنطرة موجة كاملة غير محكوم مع دائرة ترشيح للفولتية الخارجة المستمرة عبارة عن متسعة وملف تعمل دائرة الترشيح على تنعيم موجة الفولتية الخارجة من دوائر التوحيد بشكل جيد .

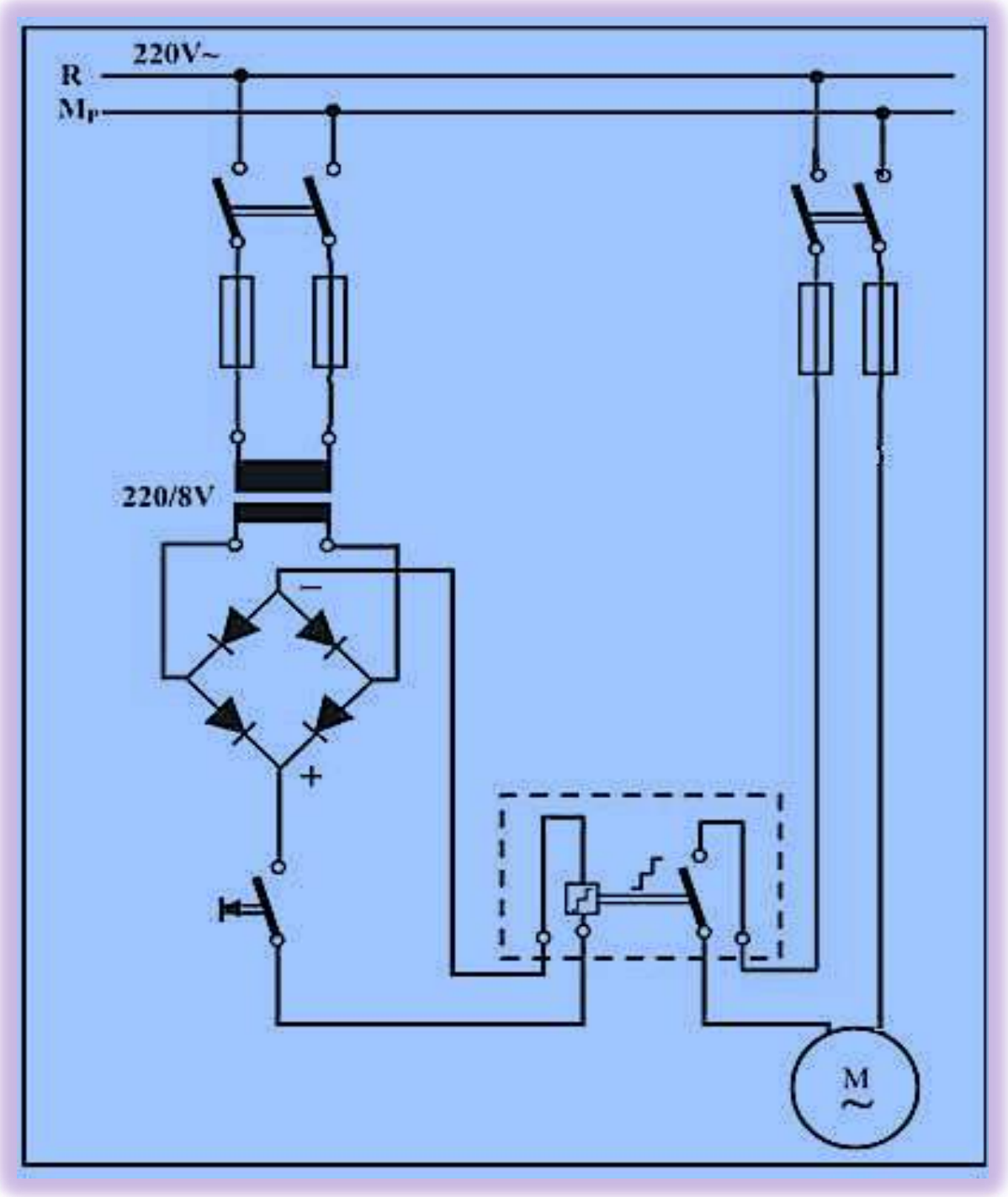
ثم أرسم موجة فولتية الدخل والخرج من دائرة الموحد القنطري والخرج من دائرة الترشيح .



# لوحة ( 18 )

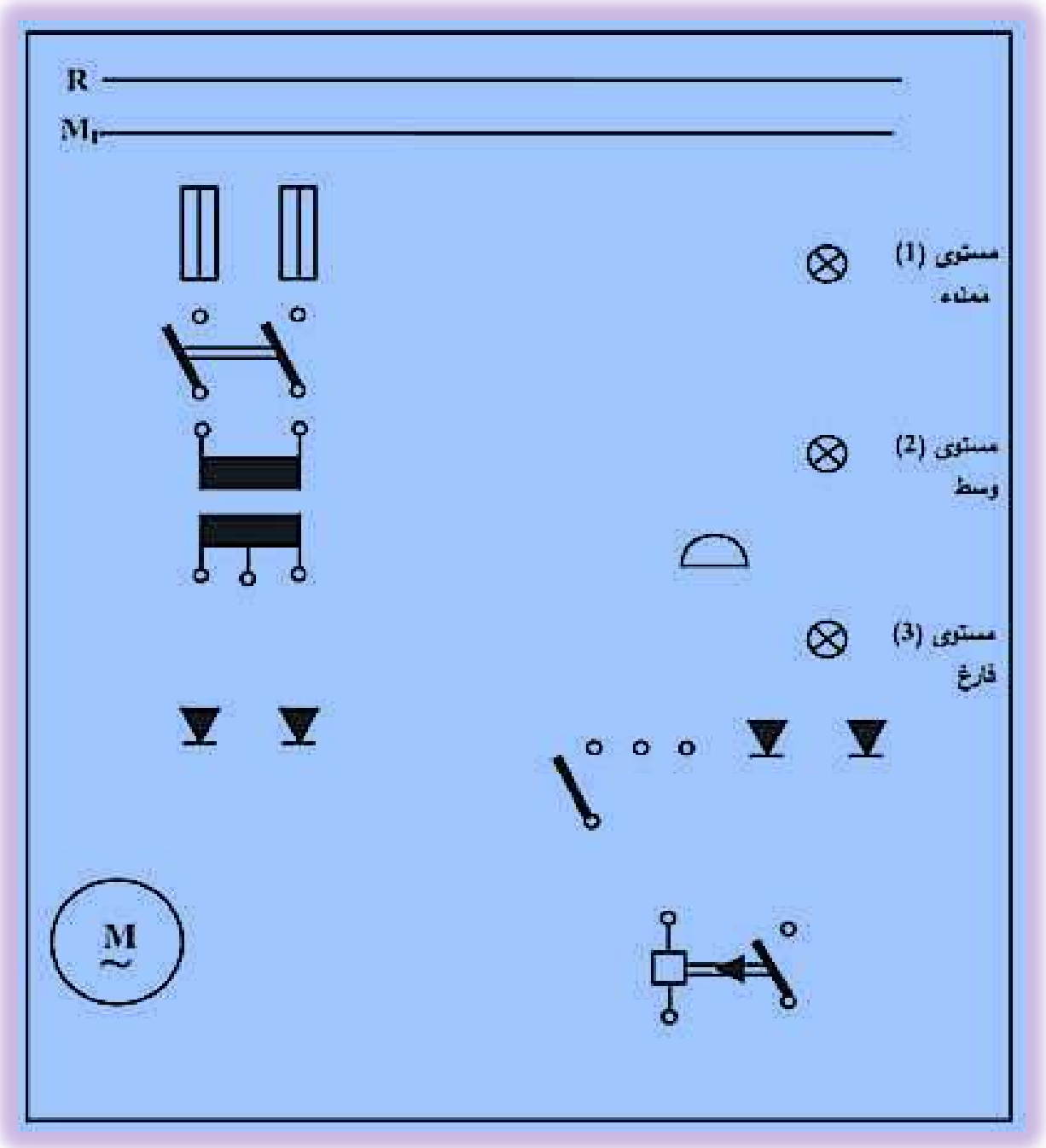
## تشغيل محرك بالسيطرة عن بُعد

يمكن تشغيل محرك تيار متناوب طور واحد يعمل على (220 V )، بالسيطرة عن بُعد مثلاً فتح باب منزلق (Slide) بوساطة المحرك المتصل بمفتاح توقيت زمني (Relay) يعمل مفتاح التوقيت الزمني على جهد منخفض ذو تيار مستمر مستعملاً مفتاح ذو قطبين ومصهرين ومحول (220/ 8 V).



## تمرين رقم ( 18 )

أرسم دائرة كهربائية لتشغيل مضخة ماء تعمل عندما يكون الماء فارغ ( مستوى الصفر ) مع ثلاث مصابيح إشارة لبيان مستوى الماء ( مملوء ، وسط ، فارغ ) تتحكم فيه طوافة الماء المثبتة على خزان الماء تحتوي الدائرة على محولة ذات النقطة الوسطية (V 12 / 220 ) مع مبدل ثنائي عدد ( 4 ) للتبديل الى موجة كاملة ومفتاح ذو قطبين ومصهرين ومنبه يقوم بالتنبيه عندما يفرغ الخزان من الماء ( مع مفتاح لاقط يتحكم بالمضخة ) يعمل على (V 12 ) فولت تيار مستمر .

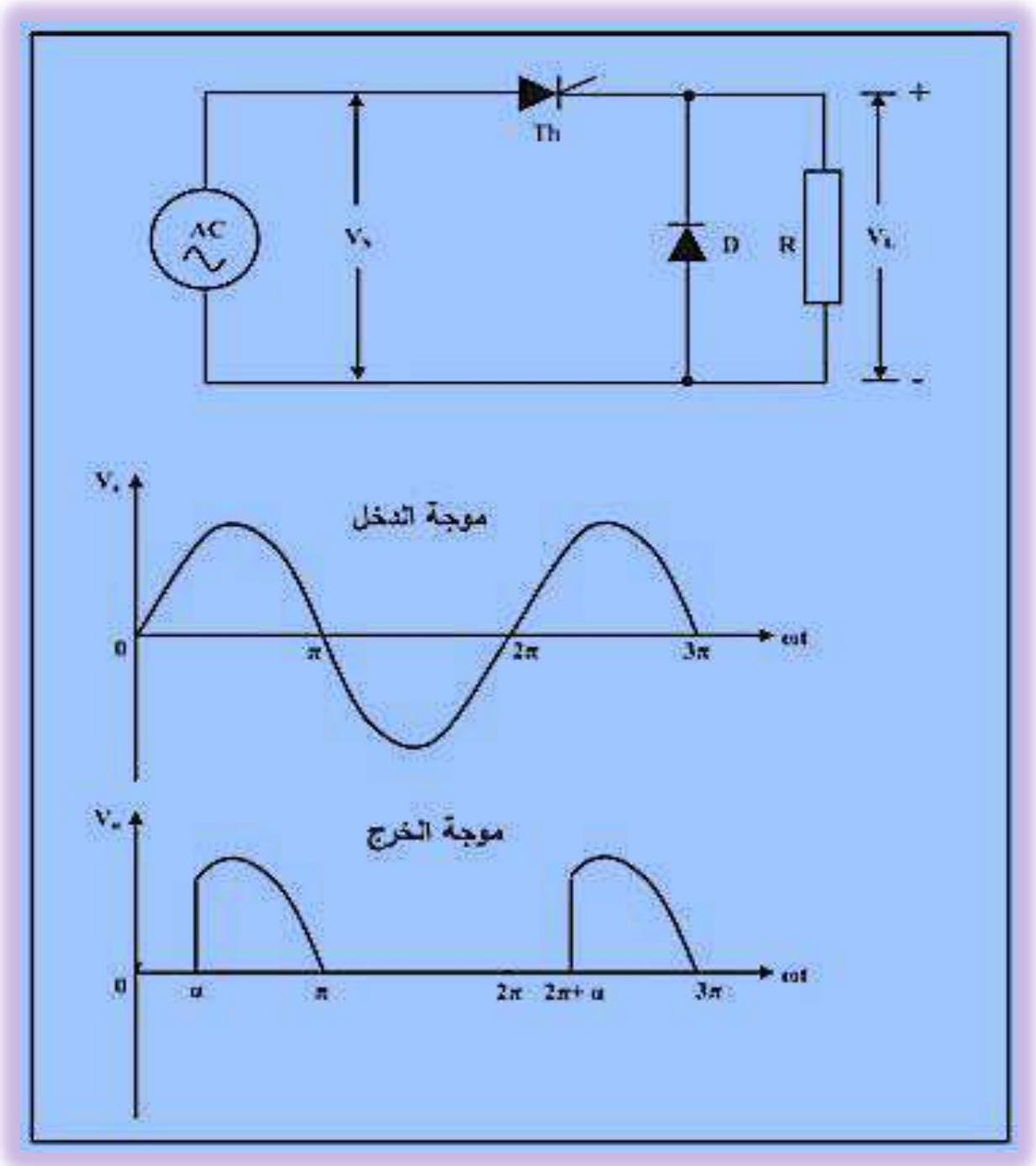


# لوحة رقم ( 19)

## دائرة تحويل الفولتية المتناوبة الى فولتية مستمرة محكومة باستخدام الثايرستور

## (حمل مقاومة)

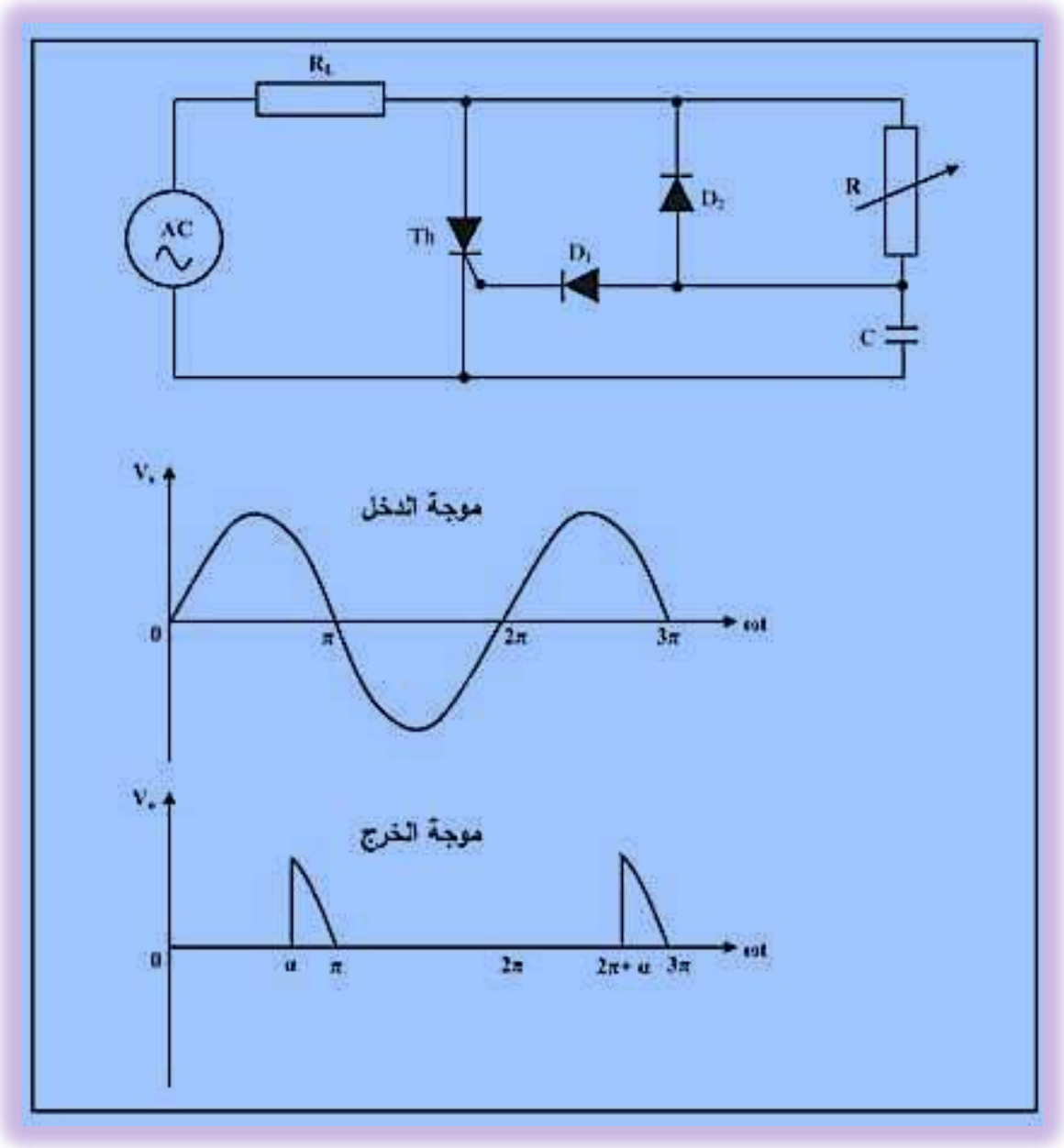
تُعد هذه الدائرة من أبسط دوائر تحويل مصدر الفولتية المتناوبة الى مصدر فولتية مستمرة متغير القيمة (محكومة) عن طريق أستخدام الثايرستور حيث يتم التحكم بفولتية الخرج المستمرة عن طريق تغيير زاوية تشغيل الثايرستور ( α ) خلال النصف الموجب من موجة الدخل للفترة الزمنية ( 0 – π ) و ( 2 π – 3 π ) والشكل التالي يوضح الدائرة الكهربائية مع موجة الدخل والحمل للفولتية .



# لوحة ( 20)

## دائرة تشغيل الثايرستور باستخدام متسعة ومقاومة

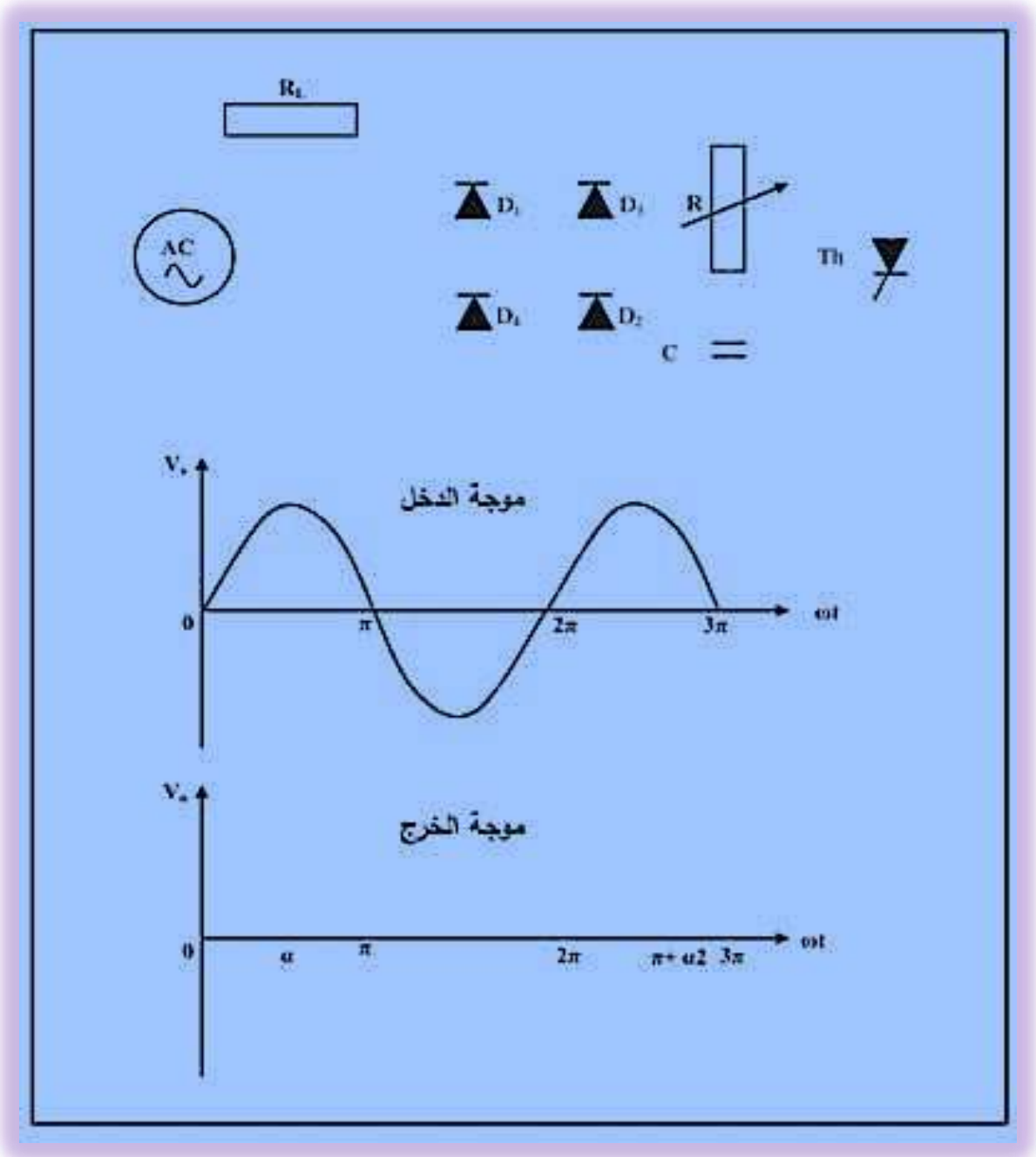
تستخدم هذه الدائرة في تشغيل الثايرستور عن طريق تغيير قيمة المقاومة المتغيرة ( R ) يتم الحصول على زاوية تشغيل تتراوح قيمتها بين ( $0^{\circ}$ – $180^{\circ}$ ) تشحن المتسعة ( C ) بواسطة الثنائي ( $D_2$ ) بقطبية معاكسة لمصدر التغذية فعندما تكون موجة التيار المتناوب ذات قيمة موجبة تشحن المتسعة بقطبية سالبة أما عندما تكون موجة التيار المتناوب ذات قيمة سالبة فتشحن المتسعة بقطبية موجبة ، كما يعمل الثنائي ( $D_1$ ) على حماية الثايرستور من التلف عندما تكون موجة التيار المتناوب ذات قيمة سالبة والدائرة أدناه توضح دائرة تشغيل الثايرستور مع موجة الدخل والخرج للفولتية .



## تمرين ( 20 )

### دائرة تشغيل الثايرستور باستخدام قنطرة غير محكوم

ارسم دائرة تشغيل الثايرستور باستخدام موحد قنطرة غير محكوم يتم فيها التحكم بزاوية تشغيل الثايرستور عن طريق تغيير قيمة مقاومة متغيرة ( R ) خلال النصف الموجب من موجة الدخل .
ثم أرسم موجة الدخل والخرج للفولتية في دائرة تشغيل الثايرستور



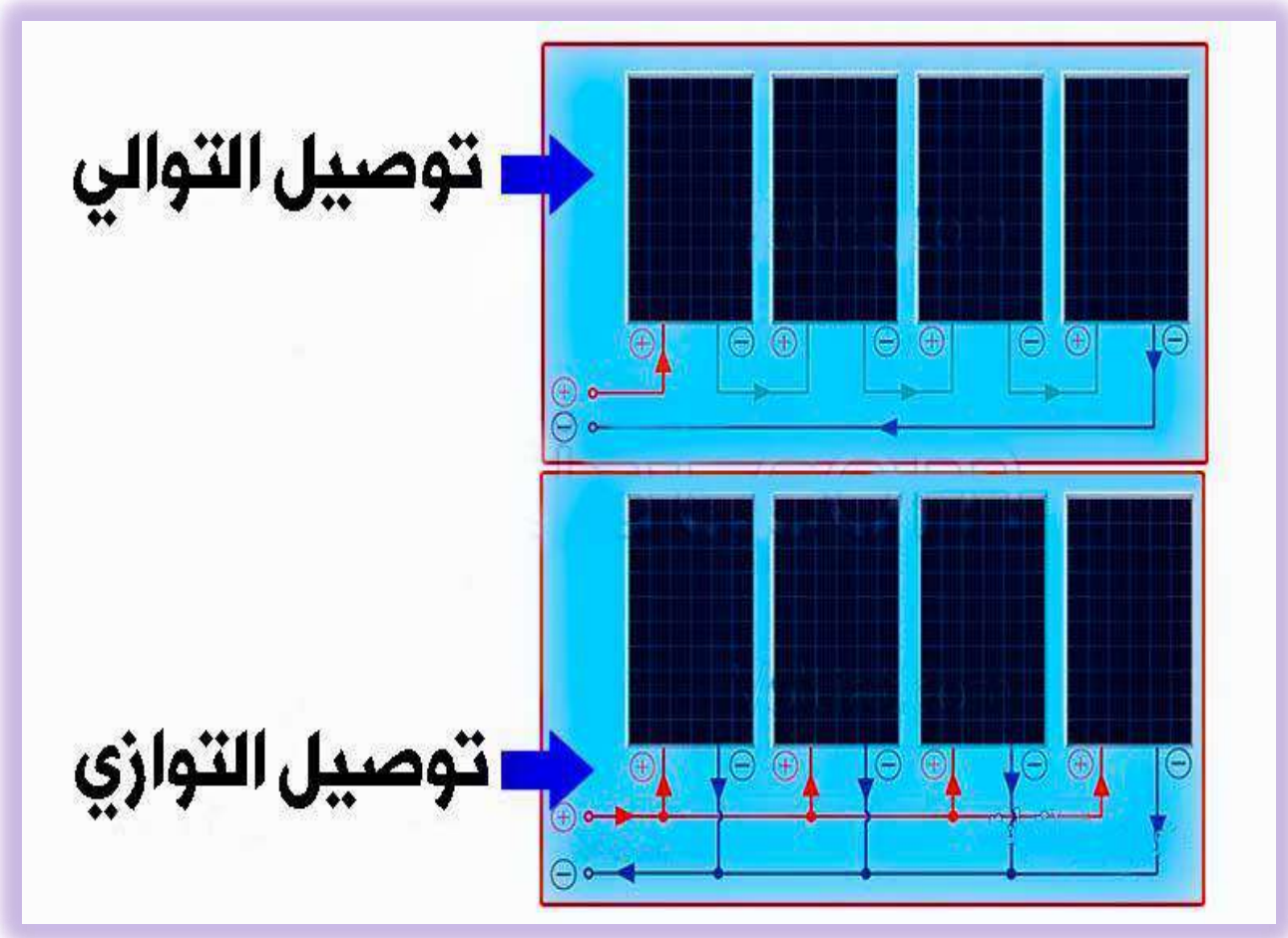
# لوحة 21

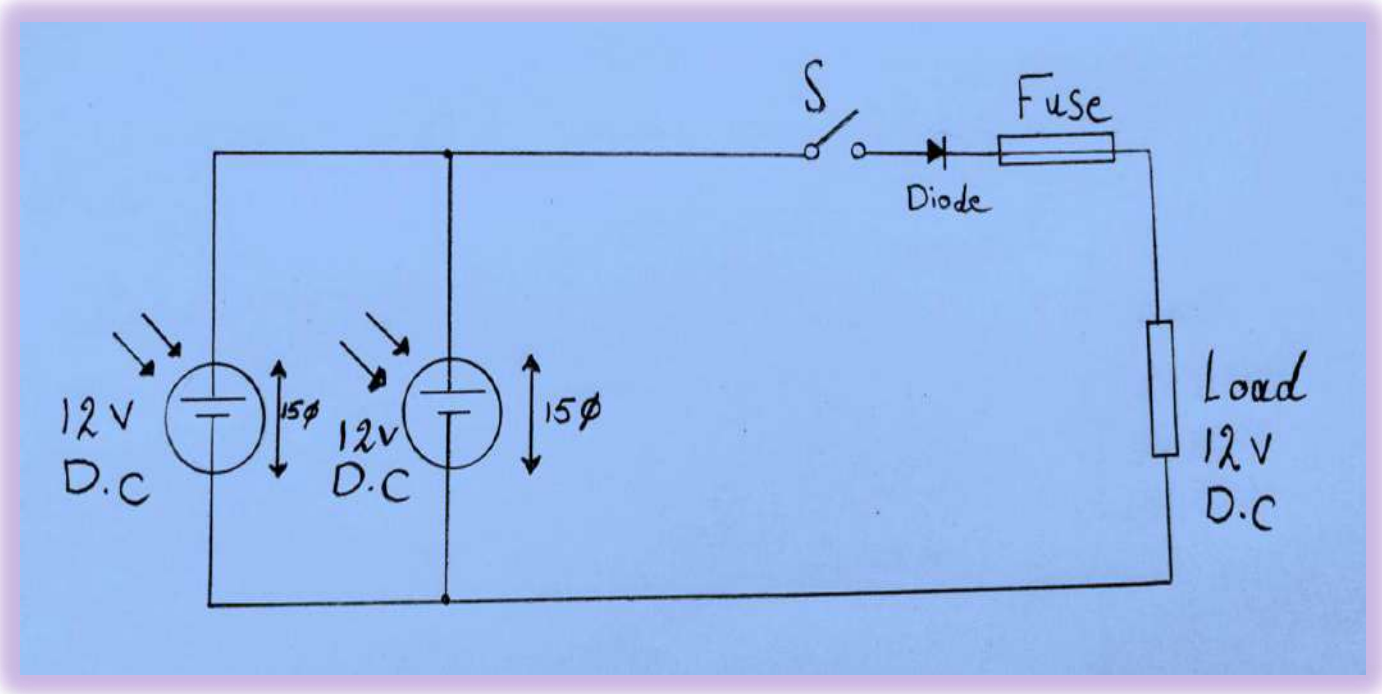
## ربط الخلايا الشمسية على التوازي

تعتبر الخلايا الشمسية من مصادر الطاقة المتجددة التي بدأ انتشارها في الوقت الحالي لتلبية الاحتياجات للطاقة الكهربائية مع المصدر الاساسي ( الشبكة الوطنية ) لتحسين استخدام الطاقة الكهربائية وتخفيف الحمل الكهربائي على الشبكة الوطنية ، هنالك طريقتان لربط الخلايا الشمسية :

1- ربط التوازي : زيادة التيار الكلي المجهز للاحمال
2- ربط التوالي : زيادة مقدار الجهد الخارج من الخلايا الشمسية

الرسم التالي يمثل الطريقة الاساسية لربط منظومة الواح الخلايا الشمسية على التوازي والمفتاح يعمل على فصل وتشغيل الحمل الكهربائي والدايود يعمل على عدم رجوع تيار عكسي داخل الدائرة الكهربائية ، يكون الحمل بنفس المواصفات الكهربائية المناسبة لجهد الخلايا الشمسية .

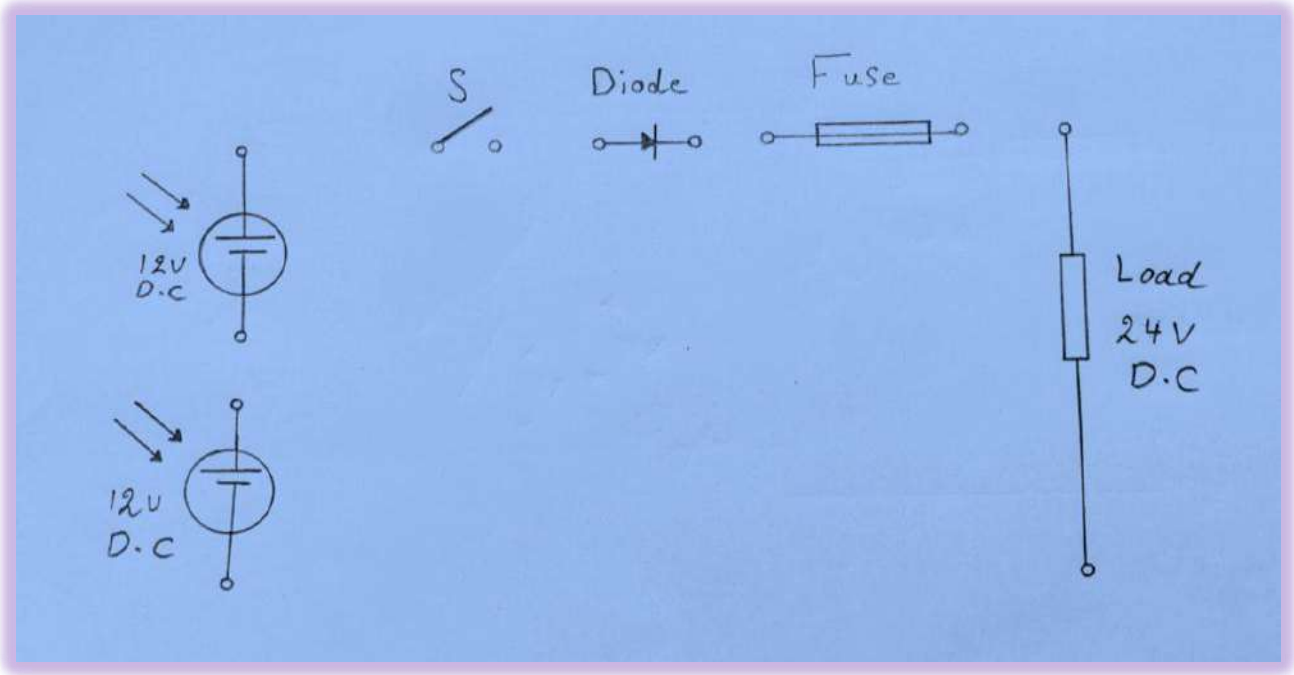


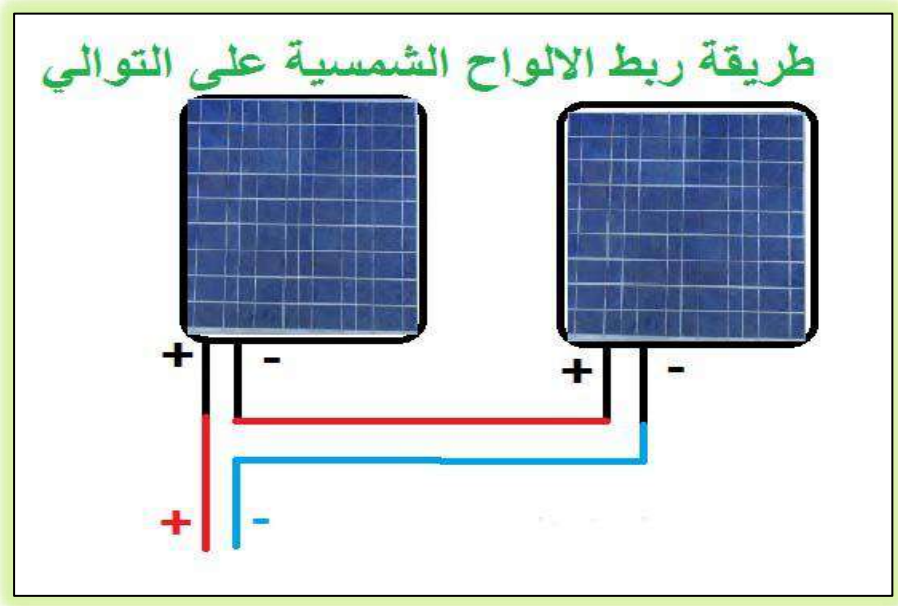

S
Fuse
Diode
12 V
D.C
15ϕ
12V
D.C
15ϕ
Load
12 V
D.C

## تمرين 21

## ربط الخلايا الشمسية على التوالي

يعتبر ربط الواح الخلايا الشمسية على التوالي من انواع الربط لزيادة مقدار الجهد المسلط لمنظومة التجهيز الكهربائي حيث هنالك عدة جهود مخصصة لمنظومة العاكس (Inverter ) وهي ( 12 V,24 V,48 V ) لذلك من المهم فهم آلية طريقة تغيير الجهد الخارج من الخلايا الشمسية بما يلائم جهد العاكس الي يغذي الحمل .

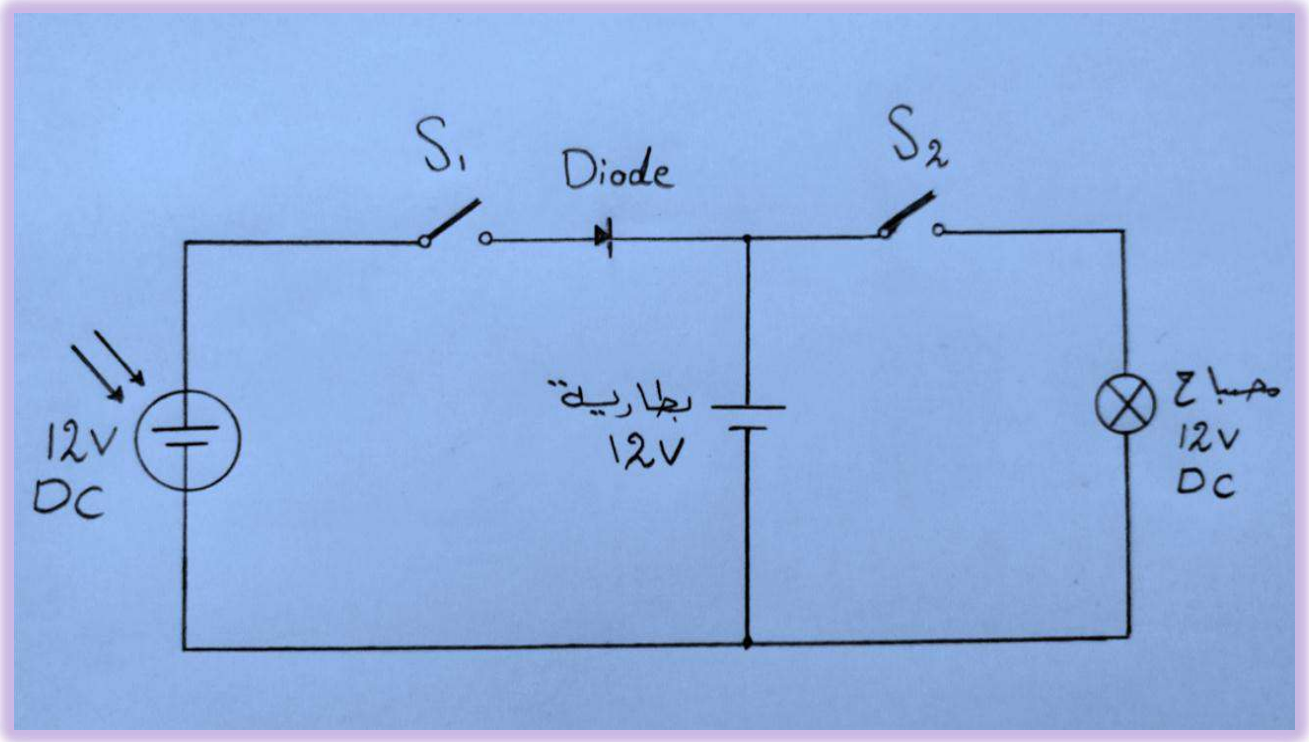


# لوحة 22

## دائرة تشغيل أنارة ليلية باستخدام الخلايا الشمسية

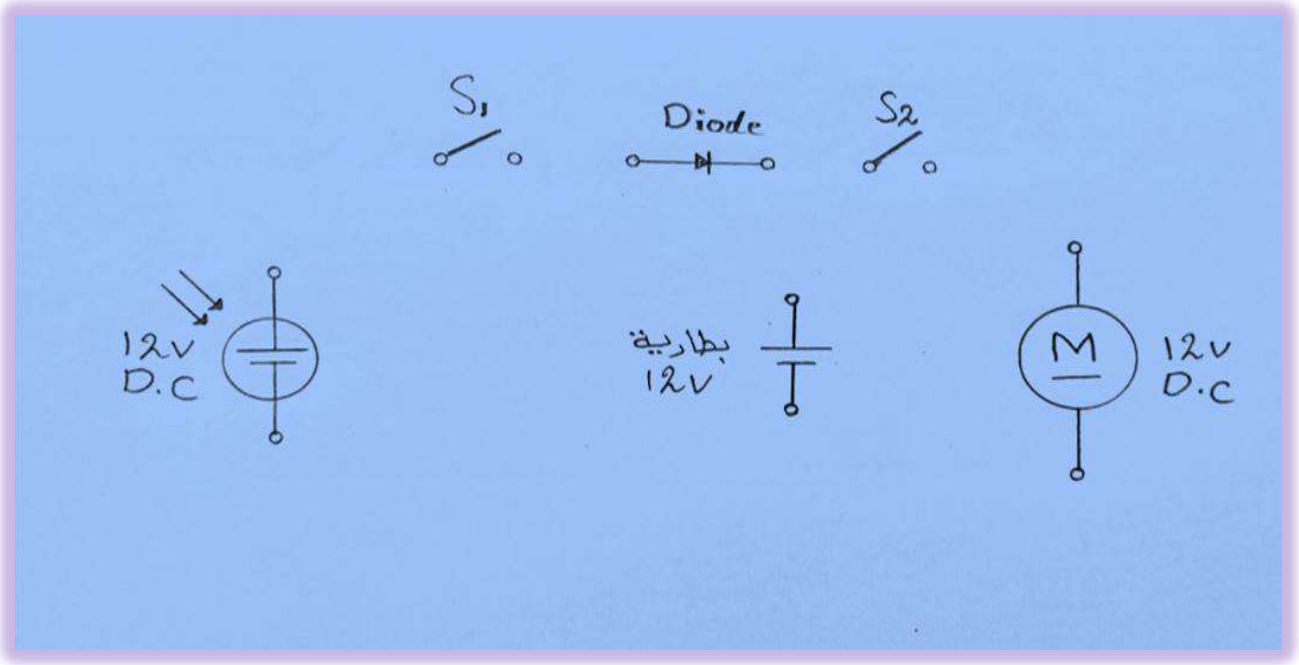
يمكن استخدام الخلايا الشمسية لتجهيز أنارة ليلية منزلية او في المناطق التي لا تصلها الشبكة الوطنية ( المناطق النائية ) ، المنظومة تكون مجهزلة ببطارية لخزن الطاقة الكهربائية أثناء وقت النهار واستخدام الطاقة المخزونة في البطارية أثناء المساء أو الليل لانارة خارجية ، كذلك يمكن استخدام نفس الدائرة الكهربائية لتشغيل الاشارات المرورية مع وجود دائرة سيطرة خاصة، والدائرة يجب أن تعمل بصورة تلقائية عند التشغيل وعند الشحن.

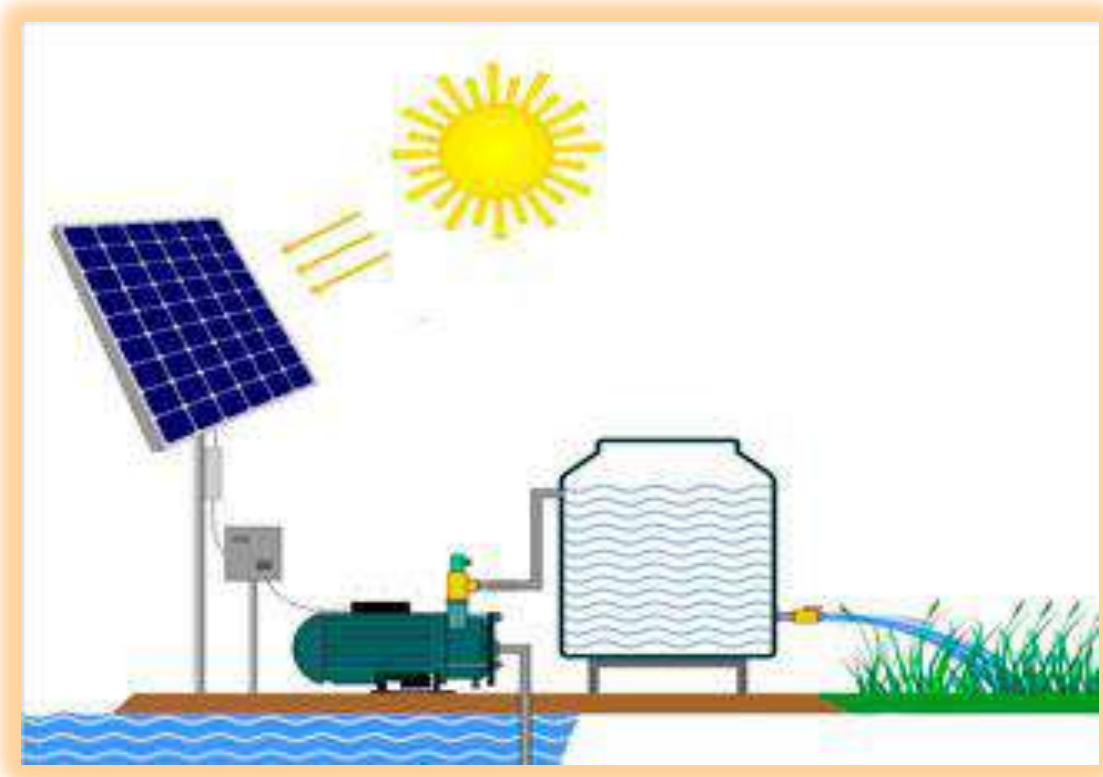


## تمرين 22

## دائرة تشغيل مضخة ماء لتجهيز المياه باستخدام الخلايا الشمسية

**تستخدم الدائرة الكهربائية التالية في المناطق الزراعية التي تحتوي على آبار ماء ( مياه جوفية ) او توفر مصدر ماء لغرض سقي المزروعات بالماء ضمن المنظومات الحديثة في المناطق البعيدة عن مصادر الطاقة الكهربائية .**

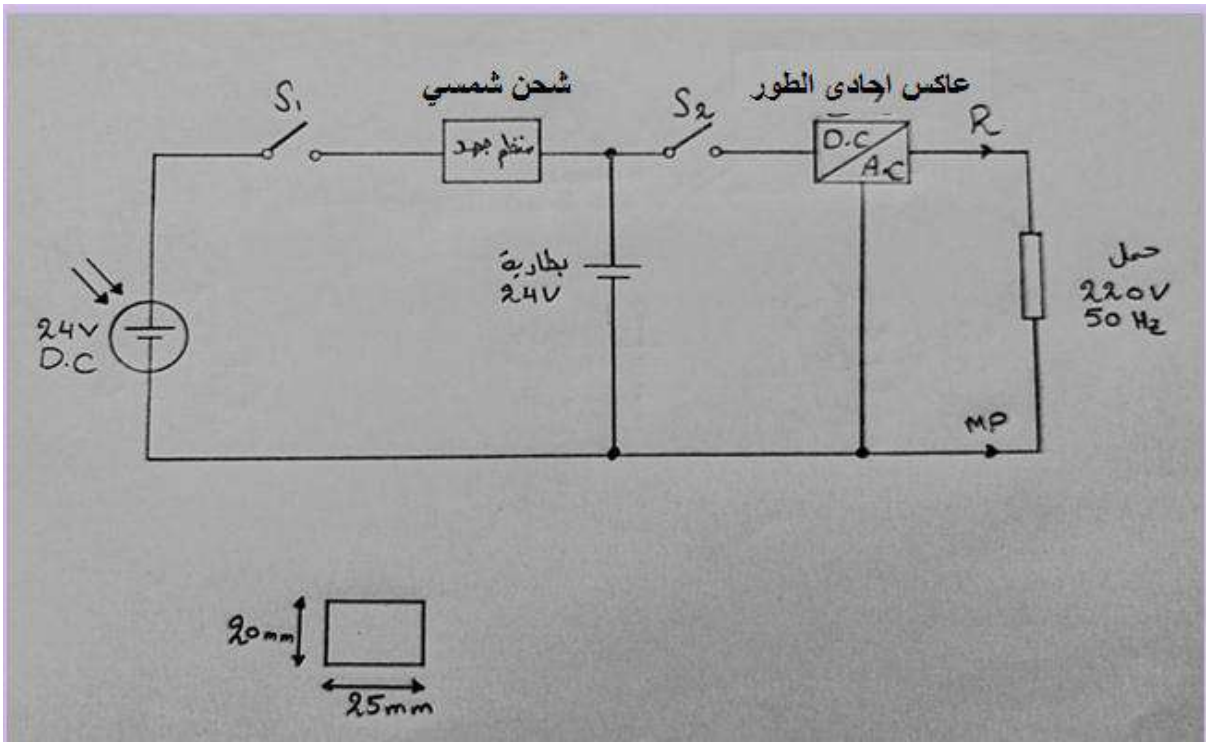


# لوحة رقم 23

## دائرة تشغيل احمال التيار المتناوب احادية الطور متصلة بخلايا شمسية

الدائرة الكهربائية التالية تستخدم لتشغيل الاحمال المختلفة الاعتيادية عن طريق منظم شحن شمسي ( مع مراعاة القدرة الكلية للخلايا الشمسية ) المستخدمة داخل المنازل مثل الغسالات والخلاطات والانارة ومضخات المياه وغيرها .

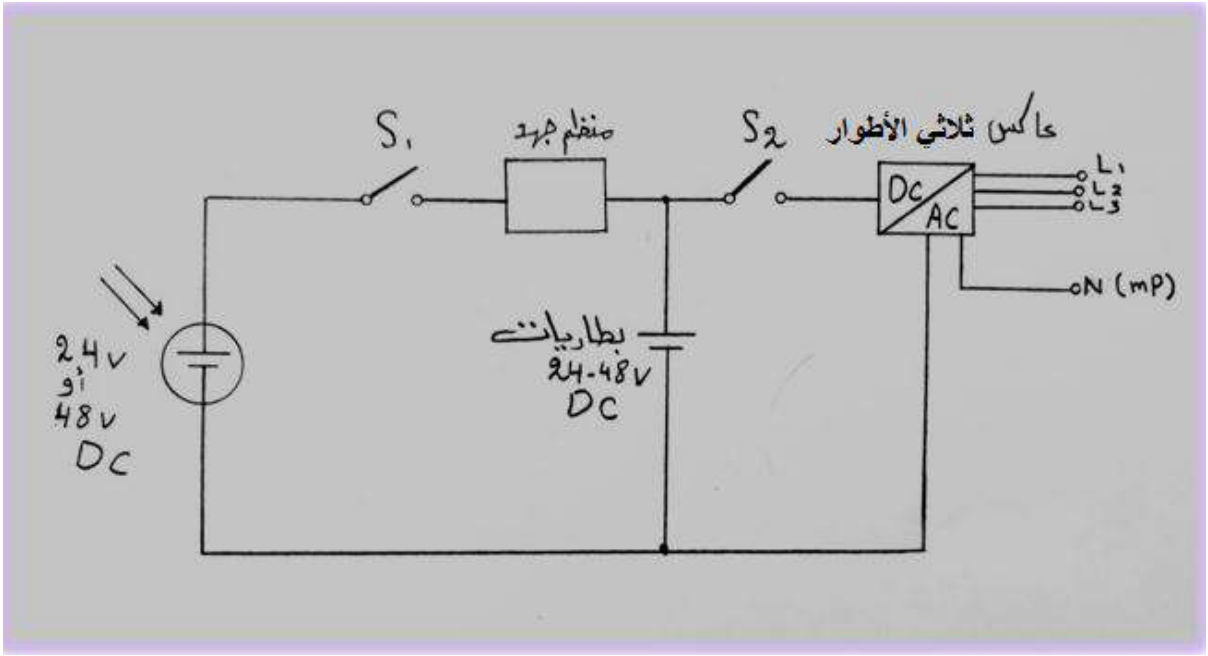


# لوحة 24

## دائرة تشغيل الاحمال ثلاثية الاطوار متصلة بخلايا شمسية

الاحمال الصناعية او الثقيلة تحتاج الى مصدر بديل للطاقة الكهربائية بالاضافة الى التجهيز الرئيسي ( الشبكة الوطنية ) وبالتالي التخفيف على حمل الشبكة الوطنية .

الدائرة الكهربائية التالية تستخدم الطاقة الشمسية لتجهيز الثلاجات والسخانات وغيرها داخل المنازل والمعامل ( مع مراعاة القدرة الكلية لمنظومة الخلايا الشمسية ) لتجهيز الطاقة الكهربائية .



# المراجع

1- منهاج الرسم الصناعي الثاني كهرباء
2- Advances in Renewable Energies and Power Technologies
Volume 1_ Solar and Wind Energies
3- كتاب مبادئ الطاقة المتجددة – هيئة التعليم التقني

# تم بحمد الله