جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

# الرسم الصناعي

## الصف الثالث – اختصاص 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

الطبعة الرابعة  1439 هـ - 2018 م

بسم الله الرحمن الرحيم

## المقدمة

تستمر المديرية العامة للتعليم المهني بتحديث الكتب المنهجية للاختصاصات الصناعية بضمنها اختصاص الكهرباء، وحيث ان مادة الرسم الصناعي احدى تلك الكتب الفنية المتخصصة التي تعنى بتعريف الطالب بالرموز الفنية العالمية للتوصيلات والتركيبات الكهربائية، فقد تم تحديثه لكي يشتمل على رسومات للدوائر والتوصيلات الكهربائية المختلفة التي تتلائم مع المفردات التي وردت في كتاب مادة العلوم الصناعية ومادة التدريب العملي لنفس المرحلة.

يحتوي كتاب الرسم الصناعي على الرموز الكهربائية لعناصر الدوائر الكهربائية ورموز عناصر التحكم والحماية ورموز الالات الكهربائية كذلك رموز عناصر الكترونيات القدرة، بالاضافة الى توصيلات مفاتيح تغيير اتجاه الدوران وتغيير الربط للمحركات الكهربائية ثلاثية الاطوار، بالاضافة الى دوائر التشغيل والتحكم والحماية للمحركات الكهربائية، وكذلك دوائر السيطرة على المحركات باستخدام عناصر الكترونيات القدرة، كما تضمن الكراس توصيلات المحولات ثلاثية الاطوار ومنظومات التوزيع الكهربائي.....

تضمن الكراس في اللوحة الاولى الرموز الواردة في كافة الدوائر الكهربائية ، كما تحتوي كل لوحة على توصيلة الدائرة الكهربائية مع التوصيلة المختصرة لها ، 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 حله، بذلك يتدرب الطالب على طريقة الربط الصحيح ودقة الابعاد لتوصيلات دوائر كهربائية متنوعة مما يجعله مهيأً لمواجهة متطلبات سوق العمل من حيث قراءة الخرائط الكهربائية او عمل مخططات التشغيل والسيطرة والتحكم .

نتمنى من الله عز وجل ان نكون قد وفقنا في جهدنا هذا ، آملين من الاخوان والاخوات مدرسي ومدرسات المادة ان يرفدونا بملاحظاتهم حول الكتاب والاخطاء التي قد ترد سهوا بعد تدريس الكتاب سنة دراسية كاملة، لغرض الاخذ بها في الطبعات اللاحقة ... مع شكرنا واعتزازنا.

المؤلفون

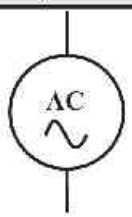
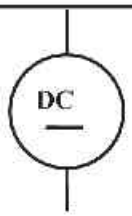
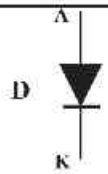
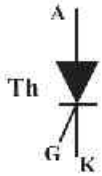
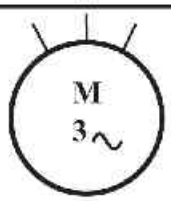
**2010**

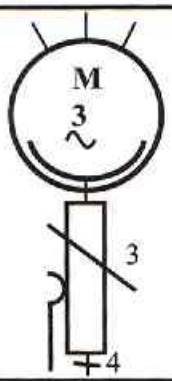
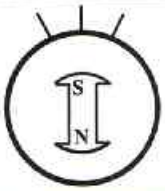
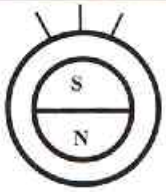
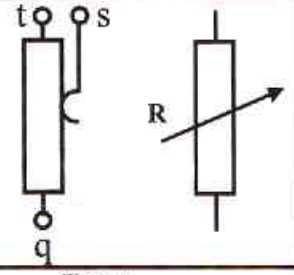
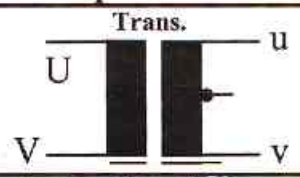
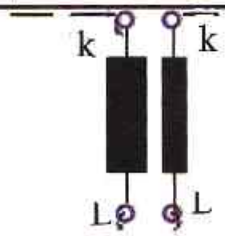
# محتويات الكتاب

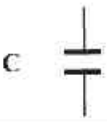
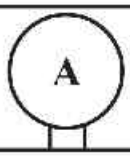
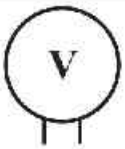
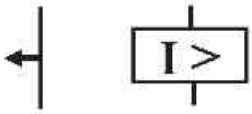
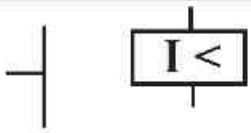
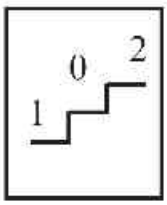

| ت | اسم الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | لوحة رقم (1) الرموز المختصرة | 8 - 5 |
| 2 | لوحة رقم (2) مولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة | 9 |
| 3 | تمرين رقم (2) | 10 |
| 4 | لوحة رقم (3) المرحل | 11 |
| 5 | تمرين رقم (3) تشغيل محرك ثلاث اطوار | 12 |
| 6 | لوحة رقم (4) محركات التيار المتناوب ثلاثية الاطوار ذات القفص السنجابي | 15 - 13 |
| 7 | تمرين رقم (4) | 16 |
| 8 | لوحة رقم (5) تغيير اتجاه الدوران لمحرك ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي | 18 - 17 |
| 9 | تمرين رقم (5) | 20 - 19 |
| 10 | لوحة رقم (6) الموصلات الهوائية | 22 - 21 |
| 11 | تمرين رقم (6) | 24 - 23 |
| 12 | لوحة رقم (7) محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي | 25 |
| 13 | تمرين رقم (7) | 27 - 26 |
| 14 | لوحة رقم (8) توصيل محرك ثلاثي الاطوار بوساطة مفتاح نجمة- مثلث | 29 - 28 |
| 15 | تمرين رقم (8) | 31 - 30 |
| 16 | لوحة رقم (9) دائرة تشغيل اضافية نجمة- مثلث | 32 |
| 17 | تمرين رقم (9) | 33 |
| 18 | لوحة رقم (10) تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الاطوار ذات الحلقات الانزلاقية | 35 - 34 |
| 19 | تمرين رقم (10) | 36 |
| 20 | لوحة رقم (11) تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الاطوار ذات القفص السنجابي بسرعتين | 37 |
| 21 | تمرين رقم (11) | 38 |
| 22 | لوحة رقم (12) توصيلة مولد تيار متغير ثلاث اطوار يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر | 39 |
| 23 | تمرين رقم (12) | 40 |
| 24 | لوحة رقم (13) مفتاح مبدل بقطب وبقطبين | 41 |
| 25 | تمرين رقم (13) | 42 |
| 26 | لوحة رقم (14) مفاتيح تحويل اعتيادية واتوماتيكية | 43 |
| 27 | تمرين رقم (14) | 44 |
| 28 | لوحة رقم (15) المحولات الكهربائية | 45 |

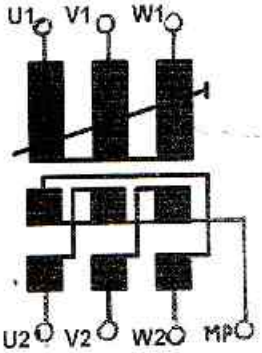
| ت | اسم الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 29 | تمرين رقم (15) | 47 - 46 |
| 30 | لوحة رقم (16) محولات توزيع ثلاثية الاطوار | 48 |
| 31 | تمرين رقم (16) | 49 |
| 32 | لوحة رقم (17) منظومة التوزيع الكهربائي | 51 - 50 |
| 33 | تمرين رقم (17) | 52 |
| 34 | لوحة رقم (18) تشغيل محركات التيار المستمر من خلال موحد احادي الطور | 53 |
| 35 | تمرين رقم (18) التدوير من خلال موحد احادي الطور موجه كاملة نصف محكوم | 54 |
| 36 | لوحة رقم (19) التدوير من خلال موحد احادي الطور موجه كاملة محكوم | 55 |
| 37 | تمرين رقم (19) التدوير من خلال موحد احادي الطور موجه كاملة محكوم مزدوج | 56 |
| 38 | لوحة رقم (20) رسم ثلاث موجات جيبية | 57 |
| 39 | تمرين رقم (20) التحكم في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الثابت | 58 |
| 40 | لوحة رقم (21) التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الدوار | 59 |
| 41 | التمرين رقم (21 أ) التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار بتغيير التردد | 60 |
| 42 | التمرين رقم (21 ب) التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار ذو المغناطيس الدائم باستخدام عاكس مصدر فولتية | 62 - 61 |

# لوحة رقم (1) الرموز الكهربائية

| التسلسل | وصف الرمزالكهربائي | الرمزالكهربائي |
|---|---|---|
| 1- | مصدر تيار متناوب احادي الطور |   |
| 2- | مصدر تيار المستمر |   |
| 3- | ثنائي (دايود) |   |
| 4- | ثايرستور |   |
| 5- | ثايرستور نوع (GTO) |   |
| 6- | الجزء الدوار لمحرك التيار المستمر |   |
| 7- | محرك حثي ثلاثي الاطوار |   |

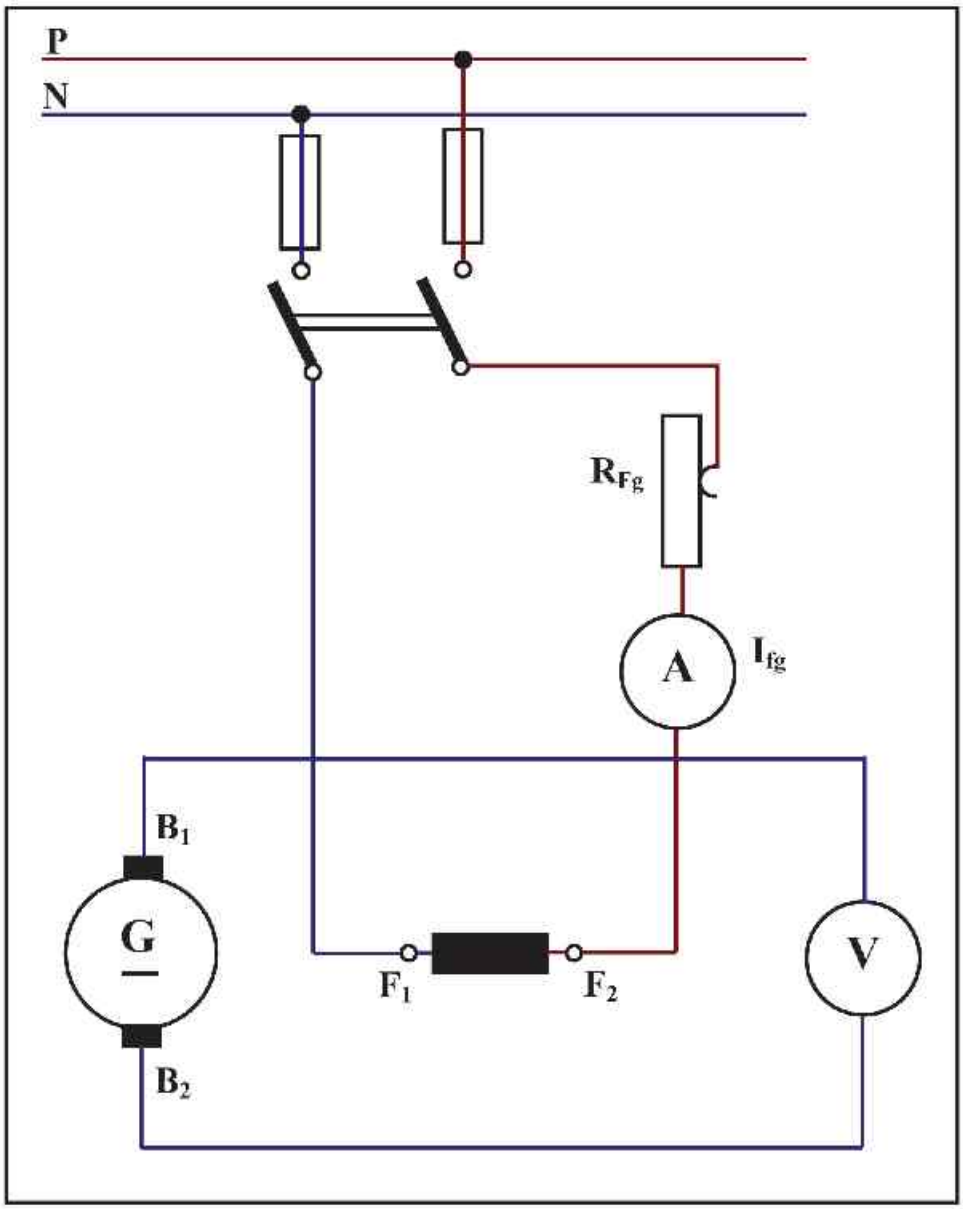
| | | |
|---|---|---|
| -8 | محرك حثي ذو حلقات أنزلاقية ثلاثي الاطوار مع مقاومة بدء حركة |  |
| -9 | محرك تزامني (توافقي) ثلاثي الاطوار |  |
| -10 | محرك تزامني (توافقي) ثلاثي الاطوار ذو مغناطيس دائم |  |
| -11 | مقاومة متغيرة |  |
| -12 | محول جهد ذو نقطة وسطية |  |
| -13 | محول تيار |  |
| -14 | محاثة كهربائية |  |

| | | |
|---|---|---|
| -15 | متسعة |   |
| -16 | جهاز قياس التيار |   |
| -17 | جهاز قياس الجهد |   |
| -18 | قاطع كهرومغناطيسي عند التيار الزائد |   |
| -19 | قاطع كهرومغناطيسي عند التيار الناقص |   |
| -20 | قاطع كهرومغناطيسي عند الجهد الناقص |   |
| -21 | الرمز المختصر لمحولة مثلث/ نجمة |  |
| -22 | الرمز المختصر لمحولة تيار |   |
| -23 | الجزء الدوار لمولد التيار المستمر |   |
| -24 | الرمز المختصر لمفتاح تغيير اتجاه دوران المحرك له ثلاثة اوضاع |   |

| | | |
|---|---|---|
| -25 | رمز لمصباح اشارة | ⊗ |
| -26 | الرسم المختصر لمفتاح نجمة – مثلث إعتيادي |  |
| -27 | محول ثلاثي الاطوار نوع نجمة/ زكزاك($Y_{Z5}$)الملف الابتدائي نجمة متغير الجهد. |  |

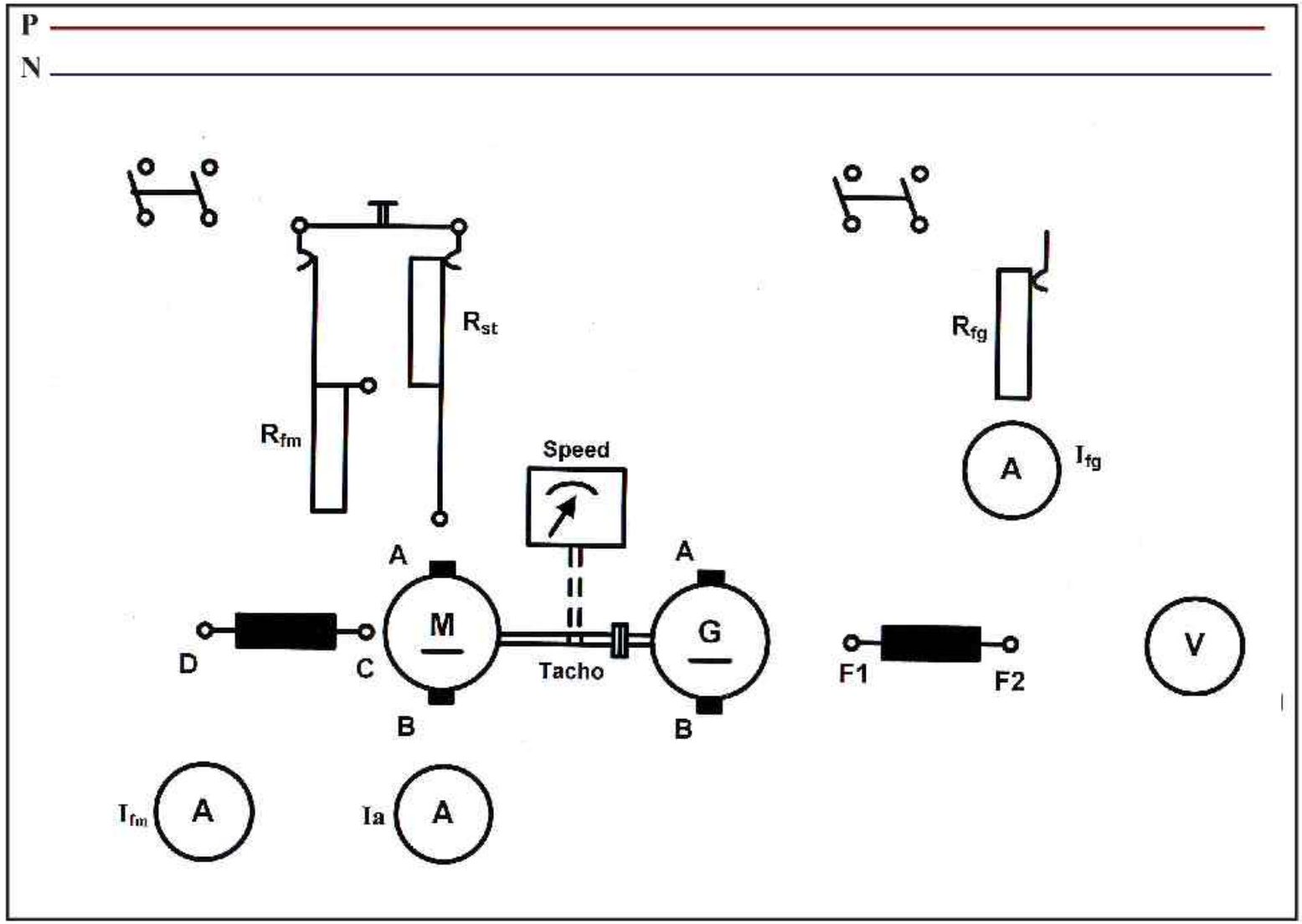
# لوحة رقم (2) مولد تيار مستمر ذو التغذية المنفصلة

**المثال** دائرة اختبار اللاحمل (No-Load) لمولد تيار مستمر ذو التغذية المنفصلة، يتم تغذية المولد (G) اطرافه ($B_1$ ,$B_2$) وملفاته المغناطيسية ($F_1$, $F_2$) بمصدر خارجي للتيار المستمر ($P_N$) عن طريق مصهرين (للحماية) ومفتاح ذو قطبين ومقاومة تنظيم المجال المغناطيسي للمولد ($R_{Fg}$) التي تكون في حالة اعلى قيمة لها. ويمكن بوساطتها تحديد مقدار تيار التغذية في ملفات الاقطاب المغناطيسية ويمكن ملاحظته بوساطه جهاز الامبيرميتر(A)($I_{Fg}$). وايضا يمكن ملاحظة الجهد على طرفي المولد باستعمال جهاز فولتميتر (V). وتمثل الدائرة ادناه التغذية المنفصلة لمولد تيار مستمر.



# التمرين رقم (2)

ارسم دائرة اللاحمل لمولد تيار مستمر ذو التغذية المنفصلة، يدور بوساطة محرك تيار مستمر نوع( توازي)، عن طريق مفتاح ومنظم بدء السرعة وجهاز قياس التيار، ومن جهة المولد توجد اجهزة قياس للتيار وللجهد.



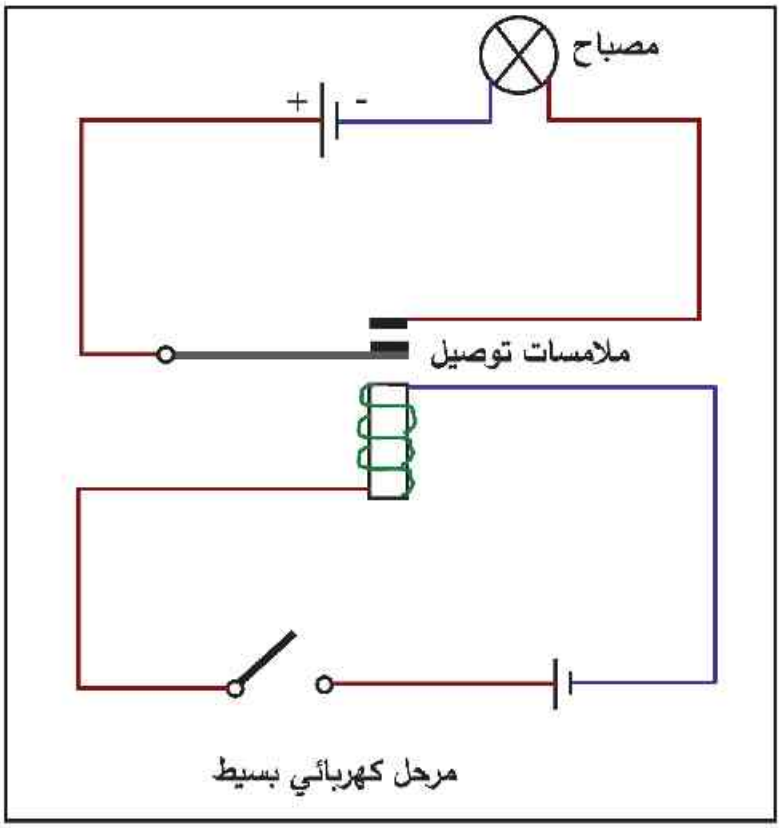
# لوحة رقم (3) المرحل

## المثال

المرحل (Relay): هو عنصر تحكم اساسي في المحركات. وهو جهاز كهربائي كهرومغناطيسي يستعمل في غلق وفتح دوائر التشغيل في المحركات (Motors) وغيرها .ويتكون من دائرتين الاولى لتغذية ملف المرحل الذي يعمل على فتح وغلق ملامسات التوصيل، ويكون في اغلب الاحيان ذي جهد صغير، والدائرة الثانية تستعمل لتغذية الحمل بالجهد المخصص له.

تحتوي الدائرة المغذية للملف من بطارية ومفتاح وملف ينشأ فيه مجال مغناطيسي للتأثير على حركة قطعتين من البلاتين لتوصيلها عندما ينشأ مجال مغناطيسي في الملف القريب من قطعتي البلاتين وعندها سيتم توصيل الحمل بالتيار، (والحمل في هذه الدائرة هو المصباح)، ويمكن استعمال مصدرين مختلفين عند الحاجة او نفس المصدر.

في المرحل الكهربائي تستخدم قوة المجال المغناطيسي لتحريك العضو المعدني وخلق حركة ميكانيكية لتنفيذ عملية غلق وفتح الدائرة... ويمثل الرسم ادناه مخططا بسيطاً للمرحل.

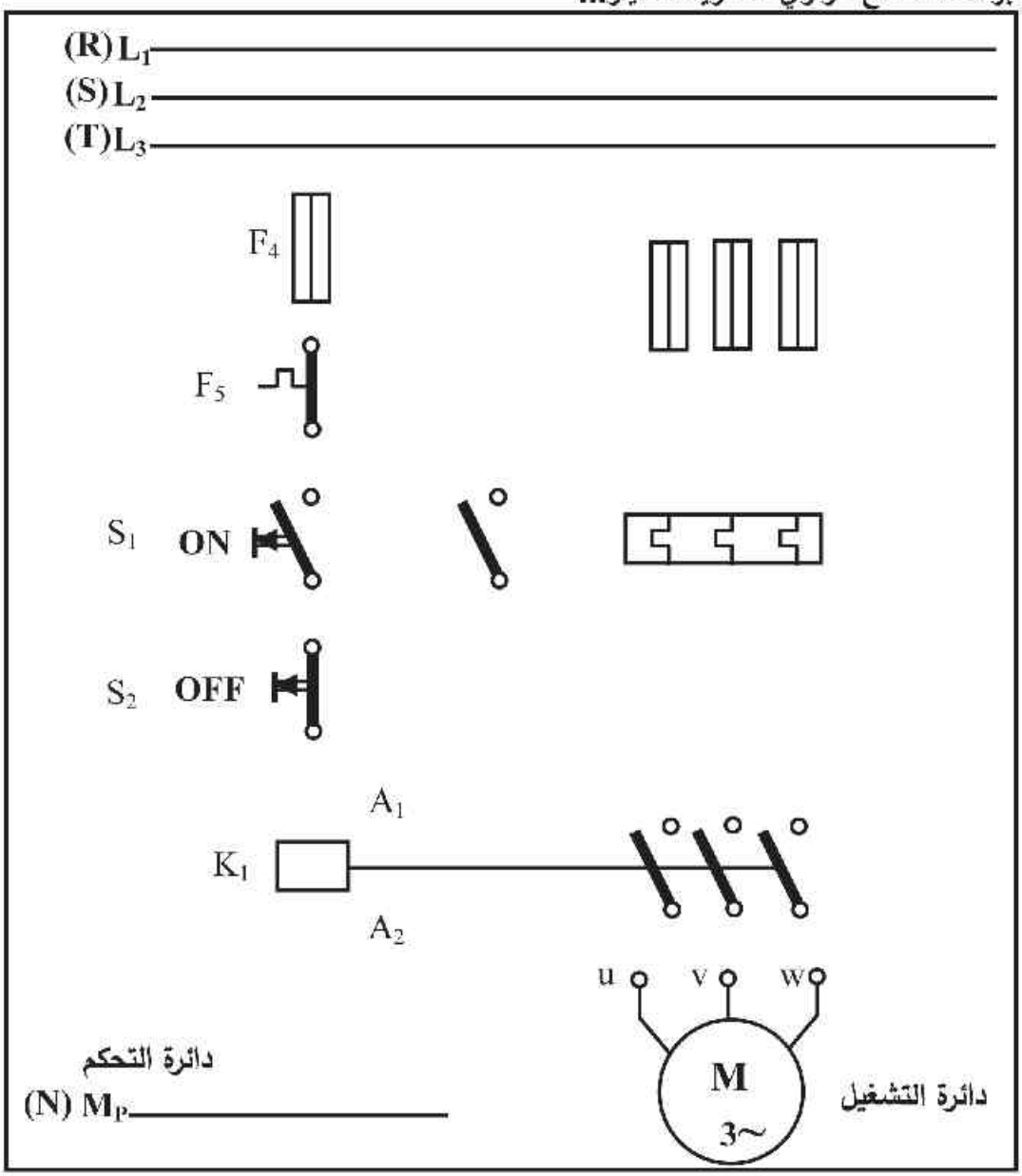


مرحل كهربائي بسيط

# التمرين رقم (3) تشغيل محرك ثلاث اطوار

ان المحركات ثلاثية الاطوار ذات القدرات المتوسطة يمكن تشغيلها مباشرة بوساطة مفاتيح خاصة تتحمل التيار المار خلالها، او باستعمال كونكترات (Contactors) تتصل بدائرة تحكم، حيث يمكن تشغيل المحرك بصورة غير مباشرة باستعمال ضاغطين احدهما لتشغيل المحرك ($S_1$) (ON) والاخر لاطفاءه ($S_2$) (OFF). وملف الكونتكتر ($K_1$) يتحكم بعتلة لاغلاق وفتح المفتاح لتشغيل المحرك واطفاءه.

ارسم دائرة تحكم بتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار، باستخدام المرحل وتحتوي الدائرة على مصهرات حماية ومفتاحين (ضاغط) احدهما لتوصيل الدائرة الكهربائية وتشغيل المحرك. والمفتاح الاخر (الضاغط) لاطفاء المحرك ويتم بقطع التيار عن ملف المرحل بالاضافة الى المصهرات توجد حماية حرارية ايضا بوساطة مفتاح حراري ضد زيادة التيار...

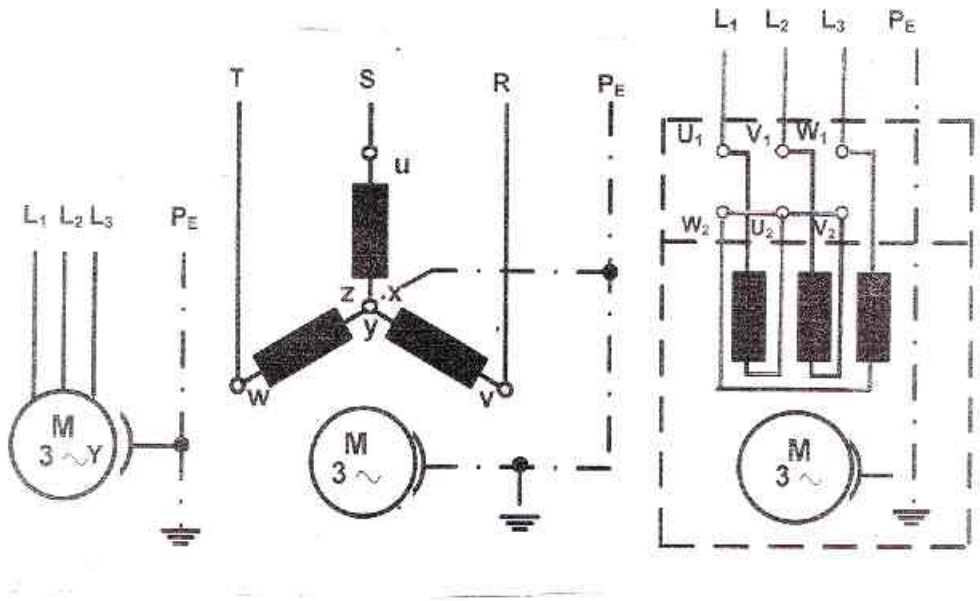


# لوحة رقم (4) محركات التيار المتناوب ثلاثية الاطوار ذات القفص السنجابي

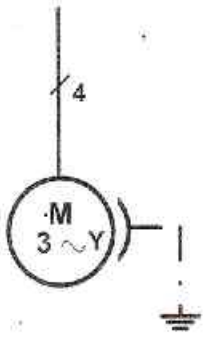
**المثال أ** يتكون هذا النوع من المحركات من جزئين :

الجزء الساكن - يحتوي على الملفات الرئيسة التي توصل الى مصدر تيار متناوب ذو ثلاثة اطوار، ويمكن تمثيله برسم ثلاث ملفات موصلة اما نجمة (ستار) او مثلث (دلتا).

الجزء الدوار - يرسم على شكل دائرة ، كما مبين في الرسم.

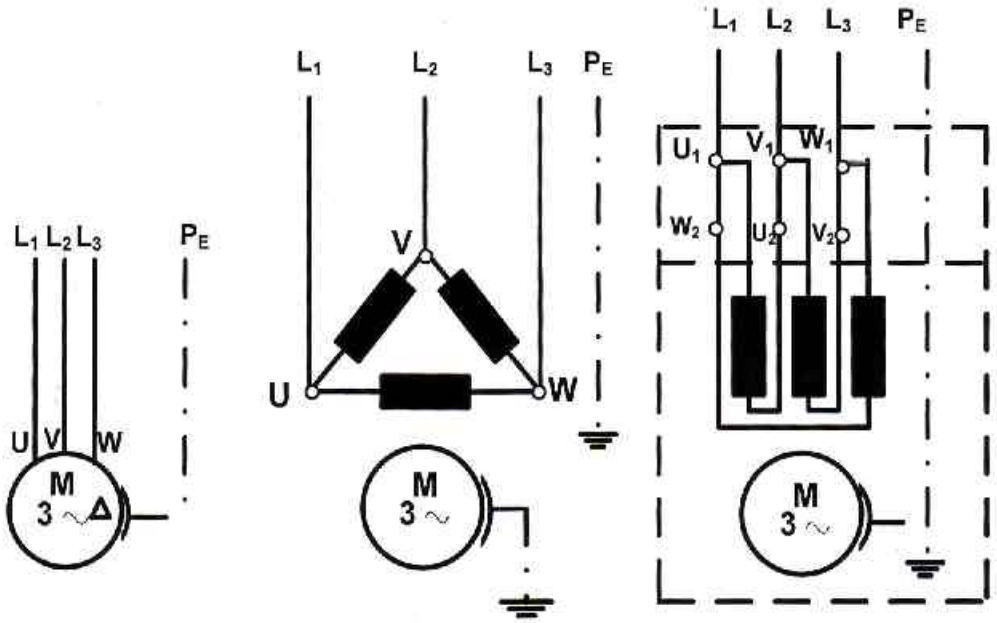



محرك حثي ثلاثي الأطوار( قفص سنجابي ) ملفات الساكن موصلة على شكل نجمة ( ستار )

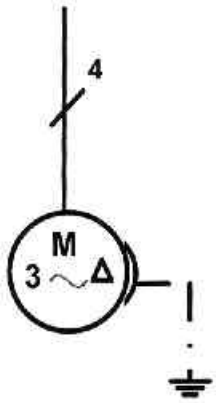



الرمز المختصر لمحرك حثي ثلاثي الأطوار ( قفص سنجابي ) ملفات الساكن موصلة على شكل نجمة

## المثال ب



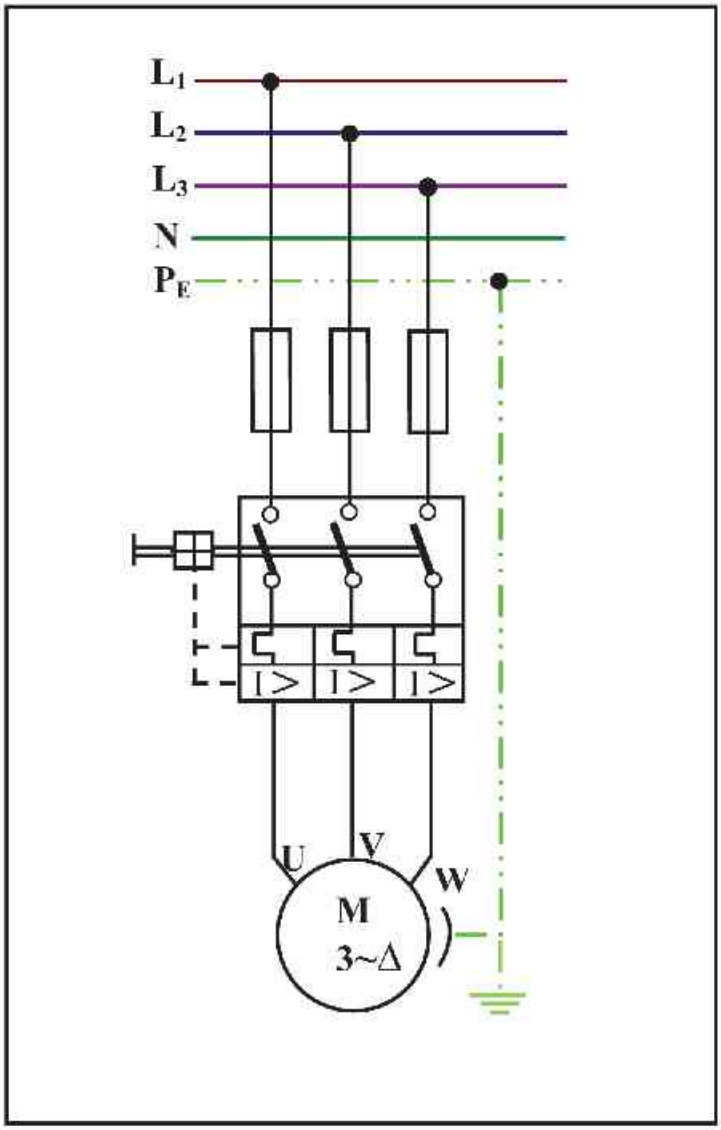

محرك حثي ثلاثي الأطوار( قفص سنجابي ) ملفات الساكن موصلة على شكل مثلث ( دلتا )




الرمز المختصر لمحرك حثي ثلاثي الأطوار قفص سنجابي

## المثال جـ

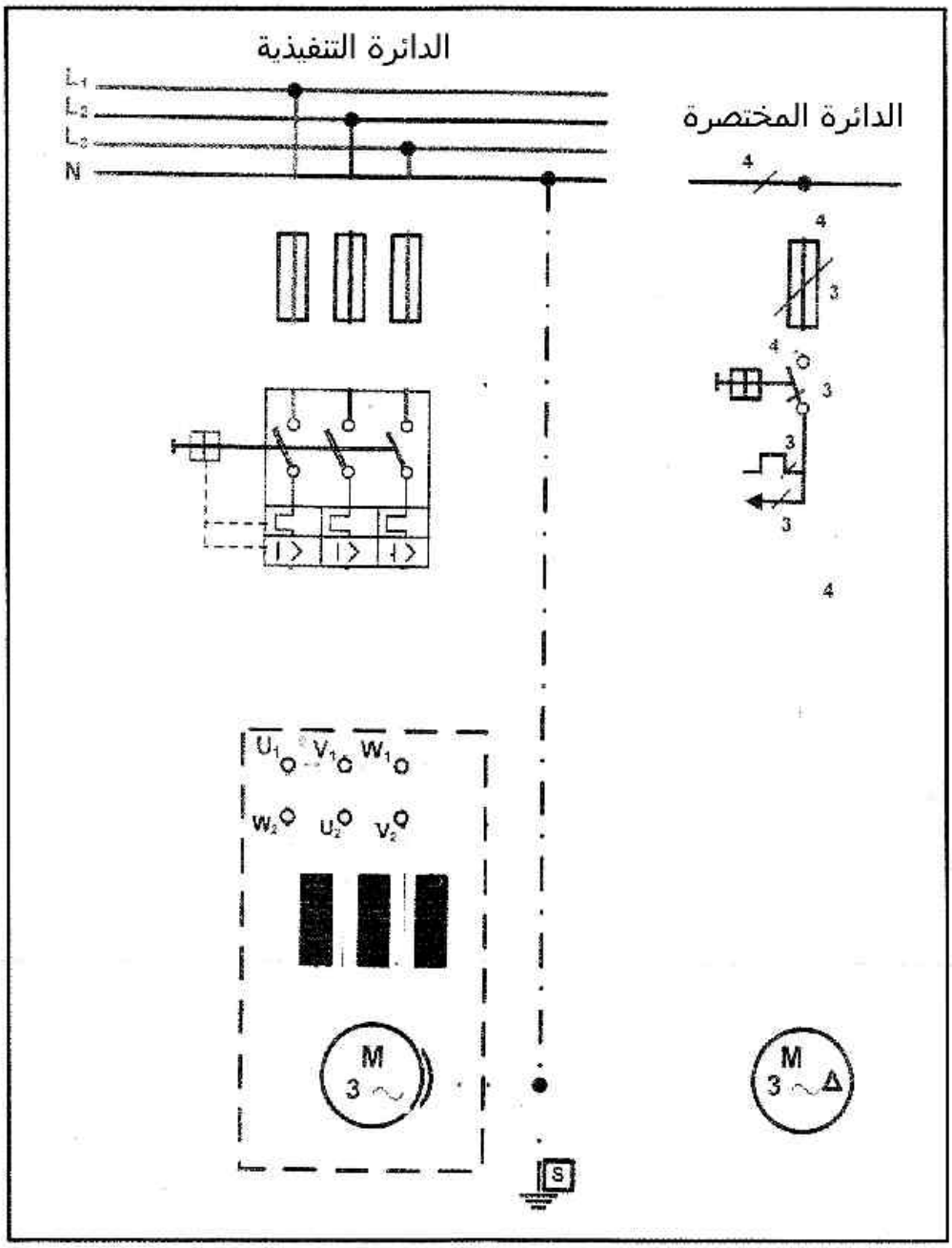
يمثل الرسم ادناه الدائرة التنفيذية لمحرك ثلاثي الاطوار مع مفتاح لوقاية المحرك (مغناطيسي حراري ضد زيادة التيار )،وثلاث مصهرات عن طريق شبكة تيار متناوب ثلاث اطوار ذو اربعة خطوط.



## التمرين رقم (4)

ارسم الدائرة التنفيذية والمختصرة لمحرك حثي ثلاثي الأطوار ( قفص سنجابي ) متصل بمصدر للتيار المتناوب ثلاثي الأطوار أربعة خطوط عن طريق مفتاح اوتوماتيكي له وسيلتا حماية مغناطيسية وحرارية ضد زيادة التيار وثلاث مصهرات ، جسم المحرك متصل بالسلك الأرضي للحماية .

ملاحظة : ملفات الجزء الساكن للمحرك موصلة بشكل مثلث ( دلتا )



# لوحة رقم (5) تغيير اتجاه الدوران لمحرك ثلاثة اطوار ذو القفص السنجابي

## المثال

يستعمل في تغيير اتجاه الدوران للمحركات الحثية ذات الثلاثة اطوار (ذو القفص السنجابي)، عدة انواع من المفاتيح:

أ- المفتاح الدوار:

توجد فيه ثلاث حالات تدور بها القطع النحاسية المثبتة في المفتاح، حيث تنطبق على نقاط التوصيل كي توصل الخطوط الثلاثة (R,S,T) الى المحرك، وفي حالة تبديل اتجاه الدوران يدور المفتاح وتنطبق القطع النحاسية على نقاط التوصيل وتغير ربط الخطين (S,R) الواحد محل الاخر، اما الخط (T) فيبقى على وضعه في كلا الاتجاهين.

ب- المفتاح الاعتيادي:

يحتوي هذا المفتاح على ثلاث مفاتيح موصلة بعتلة معزولة لتحريكهم في آن واحد، كما ان له اربعة اوضاع هي:-

1-حالة الصفر.

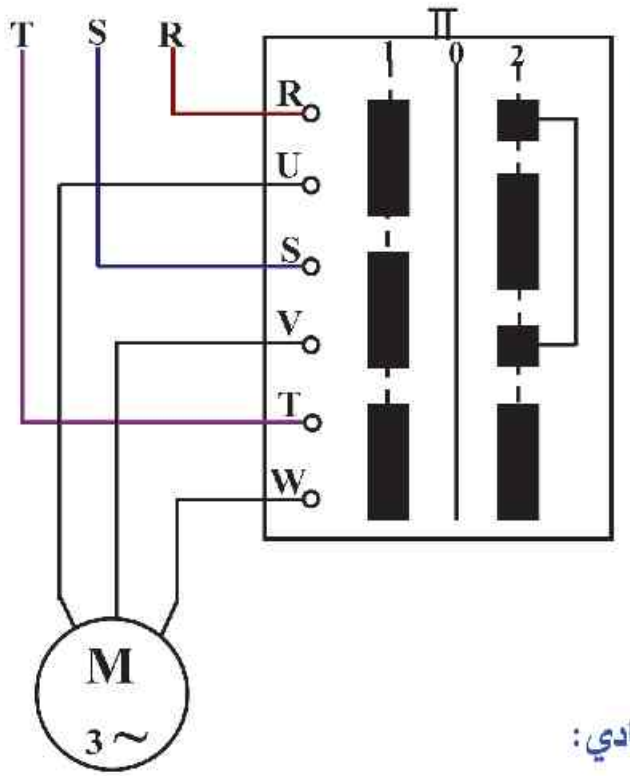
2- حالة الدوران الى احد الاتجاهين.

3- حالة الصفر.

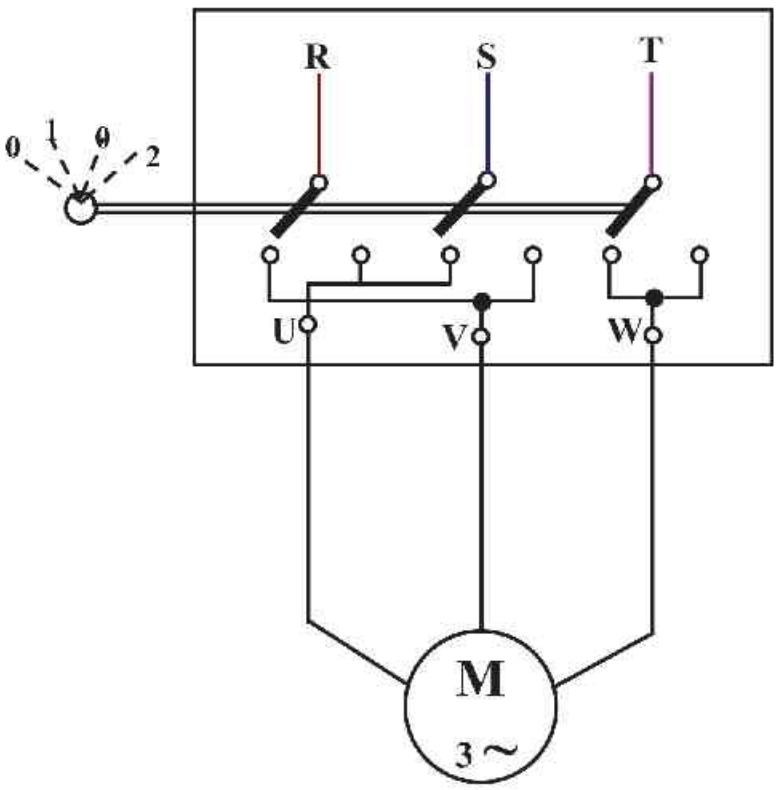
4- حالة الدوران الى الاتجاه الاخر.

ولتبديل اتجاه الدوران في المحركات الحثية ثلاثية الاطوار يبدل خطان الواحد محل الاخر حيث نشاهد ان الخط (T) يبقى على وضعه في الحالتين وان الخطين (S,R) يتبادلان في حالة تغيير اتجاه الدوران وذلك بتغيير اتجاه خطوط المجال المغناطيسي في الجزء الساكن.

أ- مفتاح دوار:

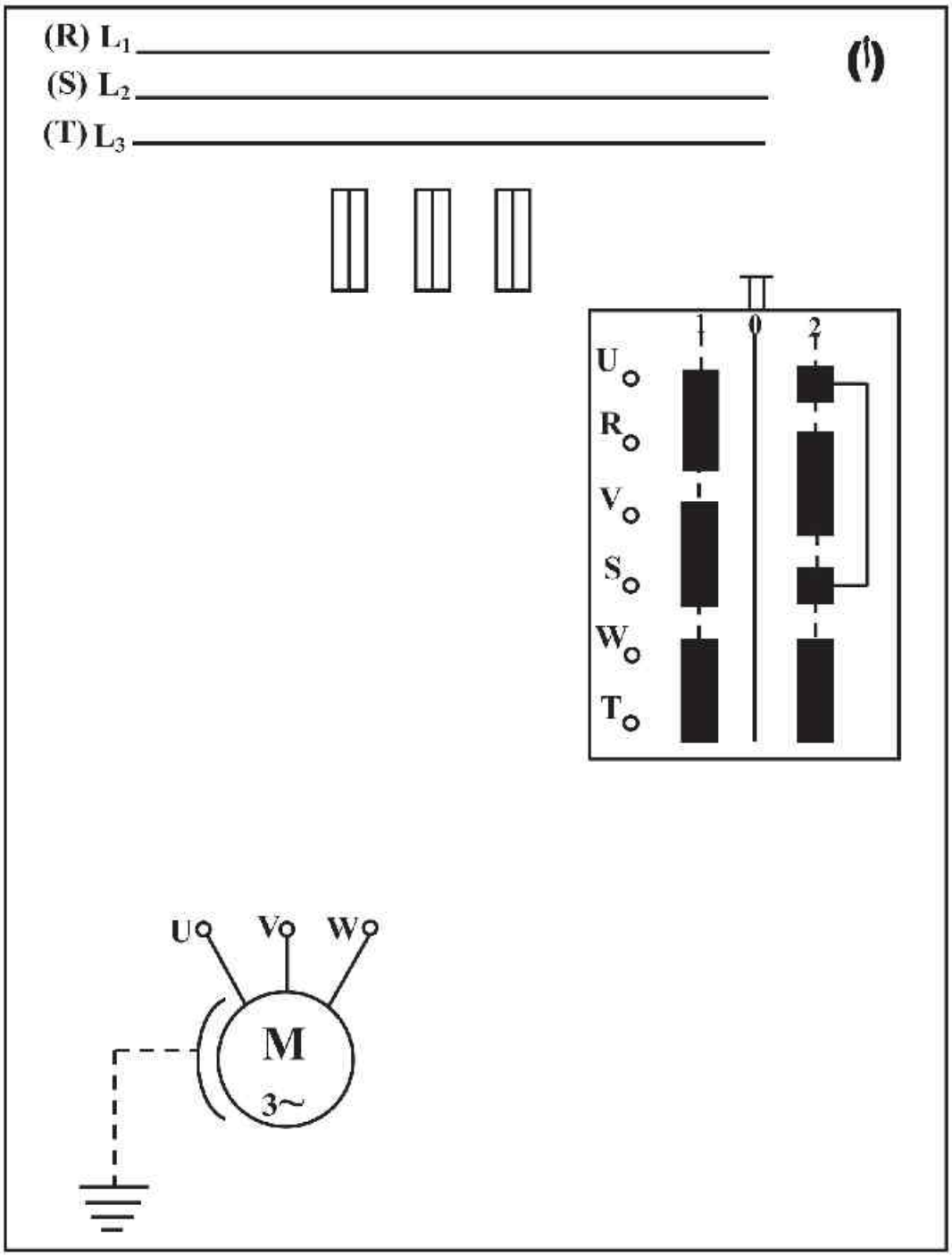



ب- مفتاح اعتيادي:



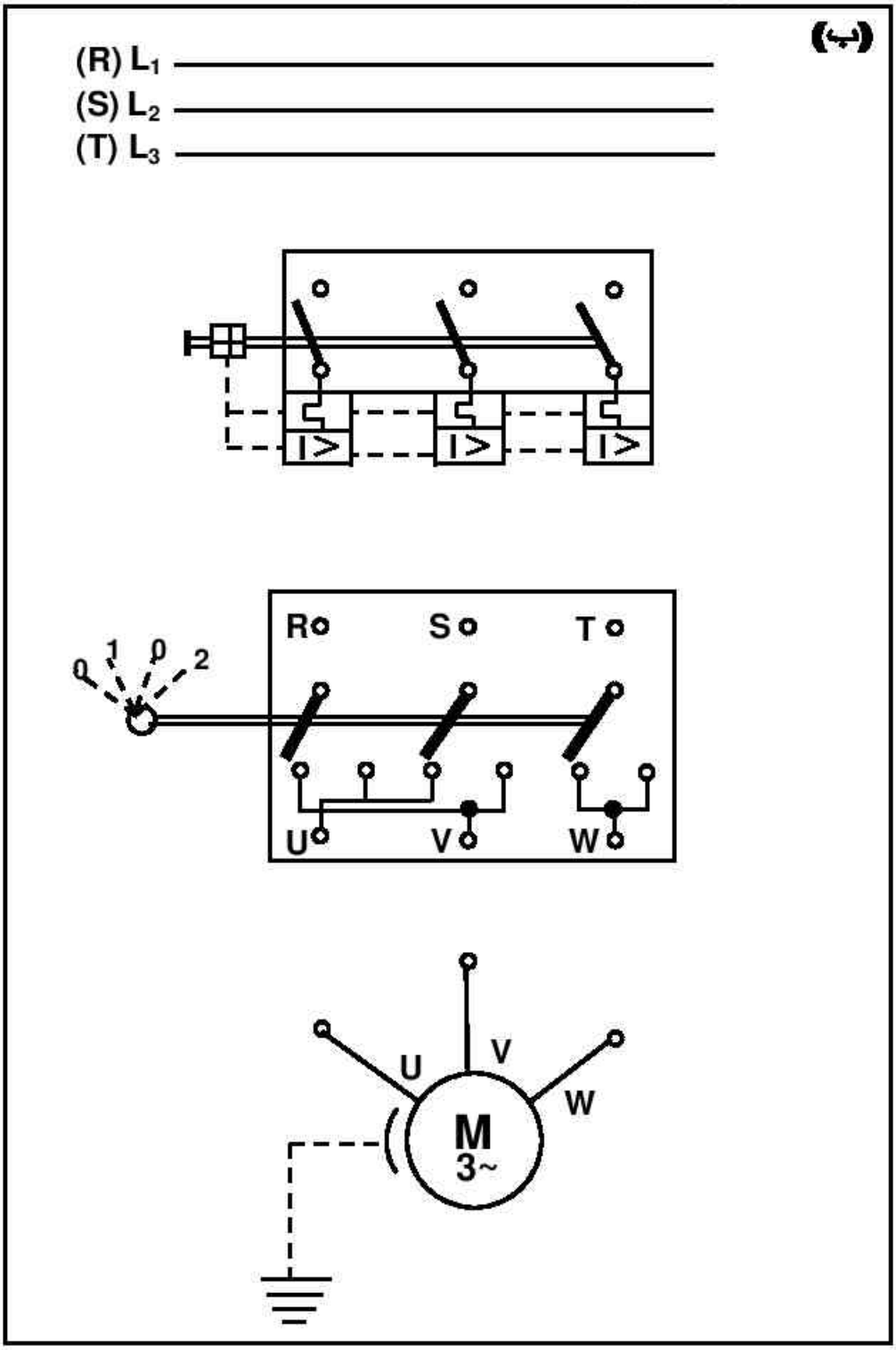
# التمرين رقم (5) أ

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاث اطوار (قفص سنجابي)، موصل الى المصدر عن طريق مفتاح دوار لتغير اتجاه الدوران، مع مصهرات للحماية ، جسم المحرك موصل الى الارضي للحماية.



## التمرين رقم (5) ب

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاث اطوار (قفص سنجابي)، موصل الى المصدر عن طريق مفتاح اعتيادي ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار، ومفتاح اعتيادي لتغير اتجاه دوران المحرك، جسم المحرك موصل الى الارضي للحماية.



# لوحة رقم (6) الموصلات الهوائية ( Air Contactors)

## المثال

يمكن استعمال الموصلات الهوائية لعدة اغراض منها تشغيل وايقاف المحرك بصورة غير مباشرة باستعمال مفاتيح ضاغطة (Push Button) تتحكم بعمل المحرك. يتكون الموصل الهوائي(Air Contactors) من عدة نقاط غالقة(Normally Close)ونقاط فاتحة(Normally Open).

تمثل الدائرة الكهربائية الموضحة في صفحة (22) تشغيل محرك ثلاثي الاطوار عن طريق مصهرات ومفتاح مغناطيسي ذو وسيلة حماية حرارية ضد زيادة التيار مع دائرة تحكم اضافية، حيث ان المفتاح المغناطيسى متصل مع القلب الحديدى للملف المغناطيسى والذى هو جزء من الموصل الهوائي(Air Contactor) الذي يتكون من الملف الذي يوصل الي المصدر ودائرة السيطرة، التي يكون تيارها المسحوب قليل جداً.

ودائرة القدرة وهي نقاط توصيل في الجزء الاسفل من الموصل الهوائي، ولها القدرة على تحمل تيار الحمل.

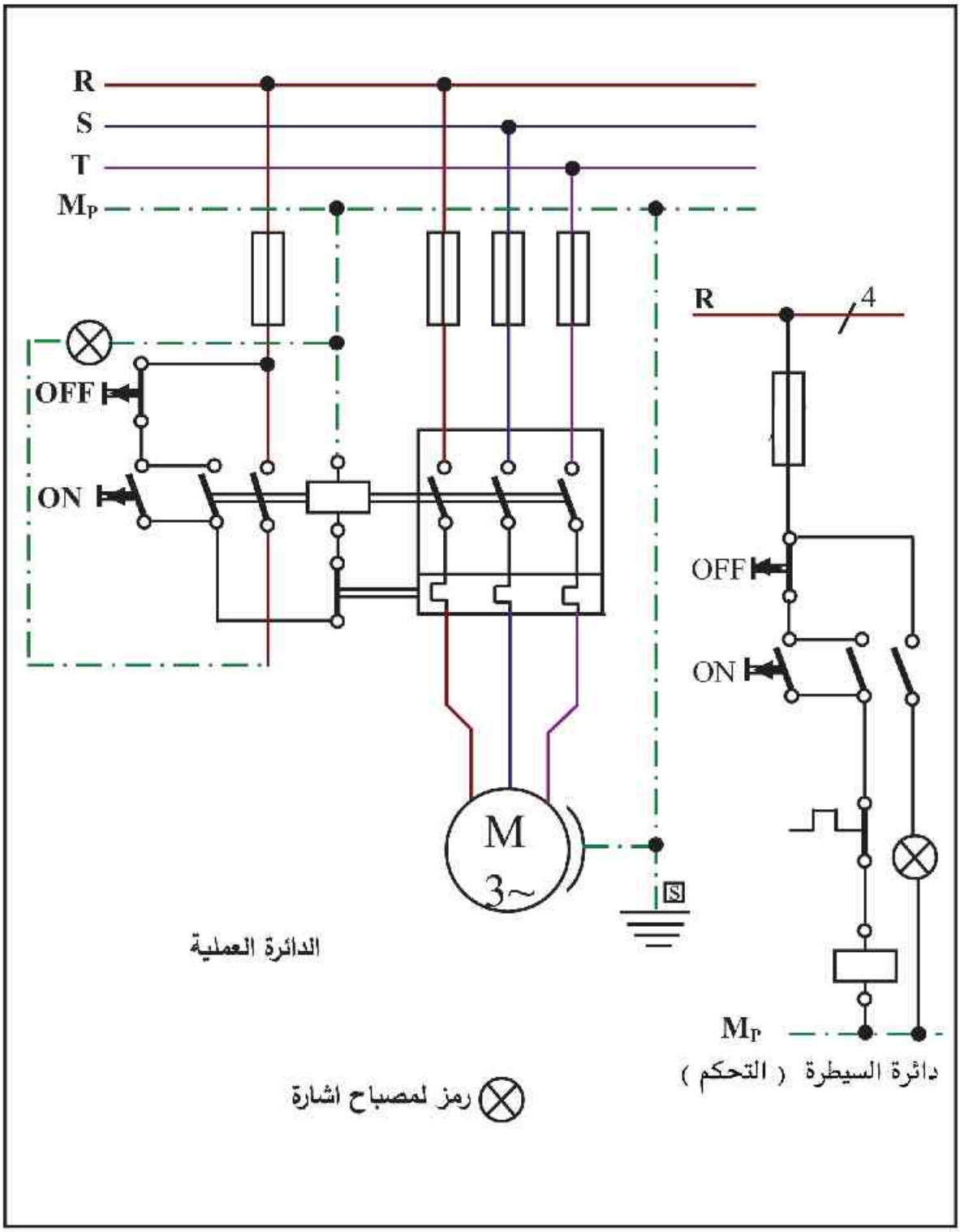
يوجد مصباح اشارة يدل على حالة اشتغال المحرك، يعمل على (220) فولت، ويكون مضاء عند اشتغال المحرك..والدائرة المجاورة تمثل دائرة السيطرة لدائرة تشغيل المحرك.

ملاحظة:

1- يغير مفتاح الموصل الهوائي من حالة 

2- ترسم  غالقة ( Normally Close) ($N_C$).

3- ترسم  فاتحة (Normally Open) ($N_O$).

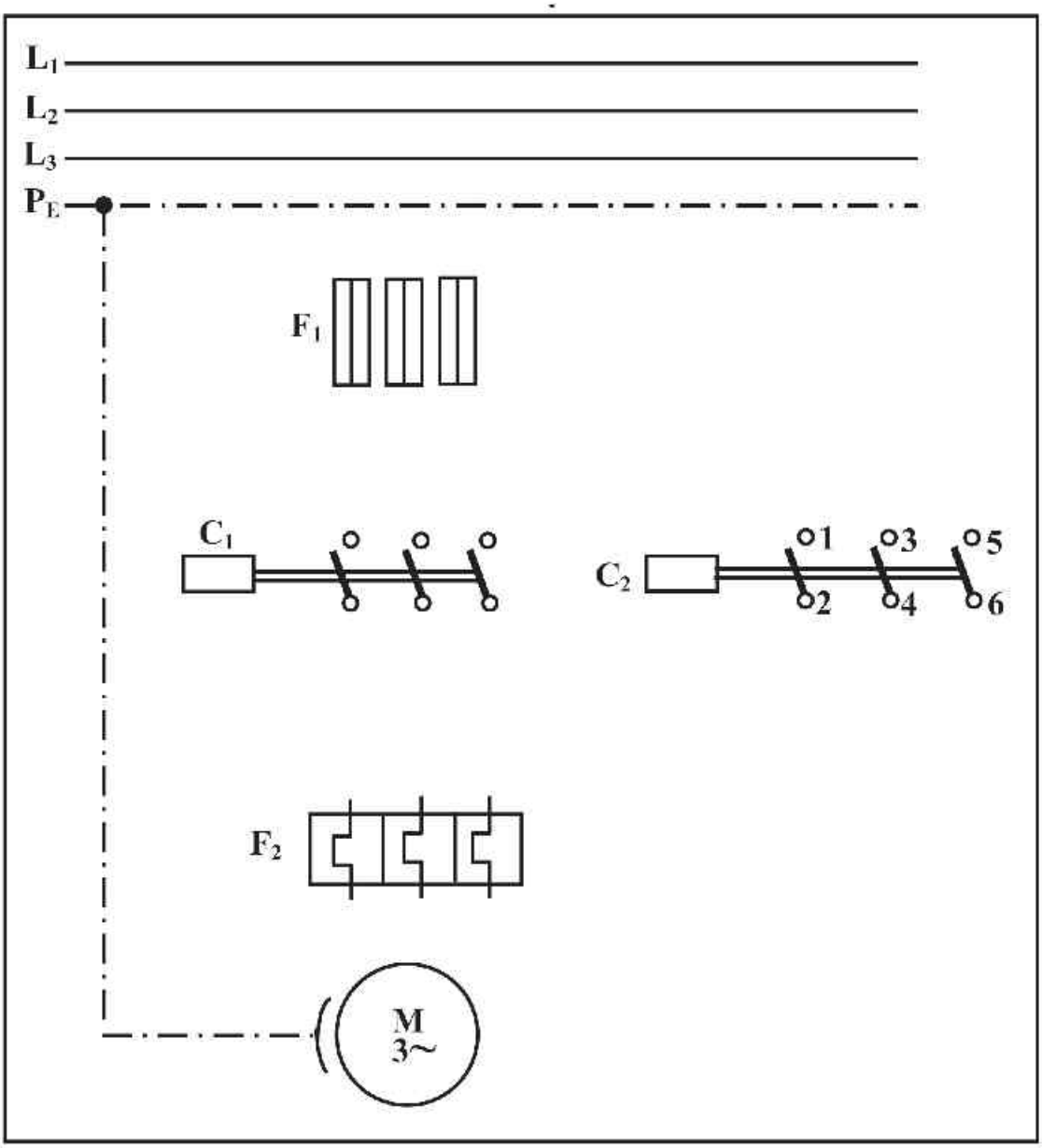

R
S
T
MP
OFF
ON
M
3~
S
الدائرة العملية
R
4
OFF
ON
MP
دائرة السيطرة ( التحكم )
رمز لمصباح اشارة

# التمرين رقم (6)

ارسم دائرة التشغيل والسيطرة لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الاطوار بعد ايقافه باستعمال الكونتكترات(Contactors).

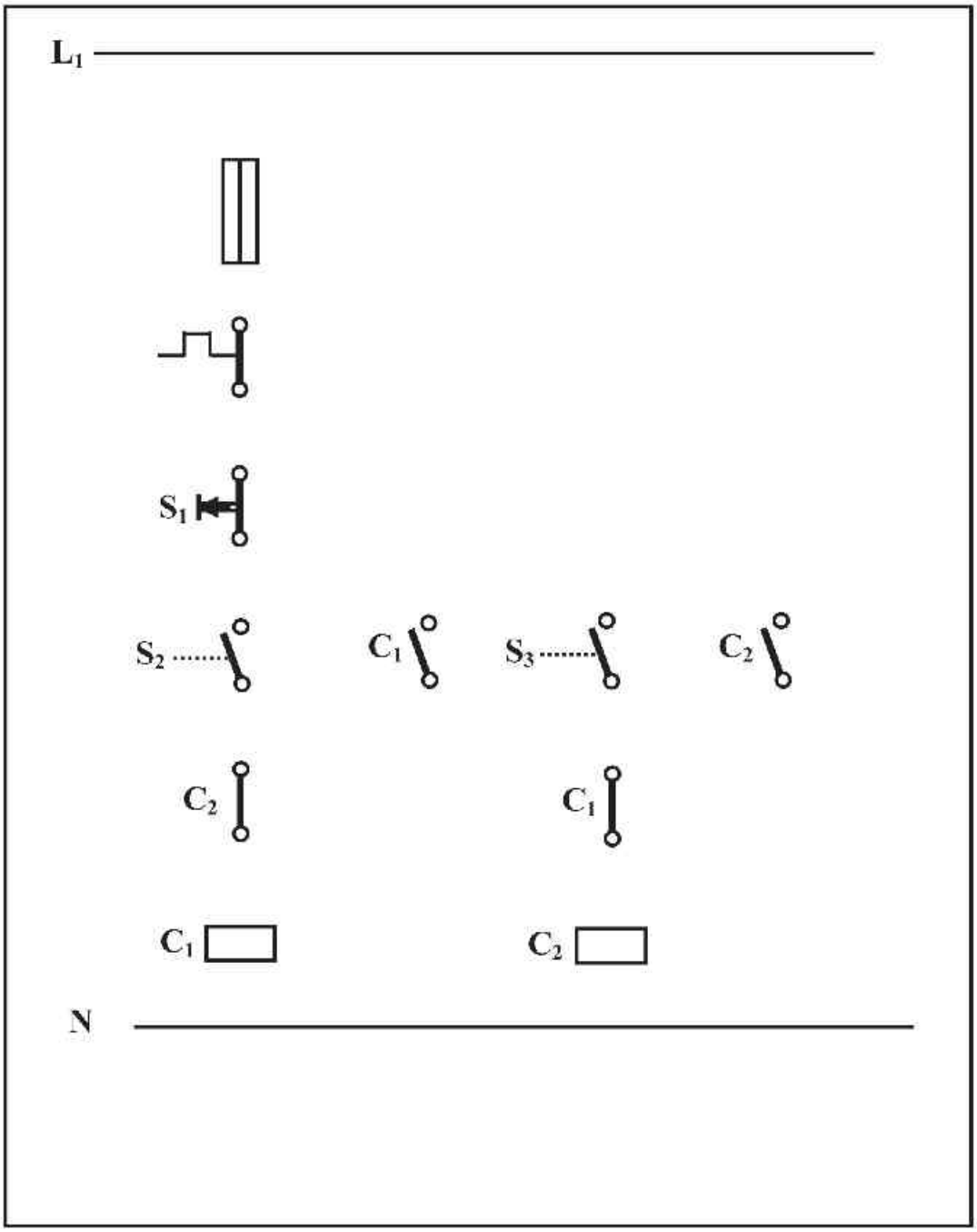
(يتم باستبدال اثنين من الخطوط الرئيسة مثلا:$L_1$ ، $L_3$ واحداً مكان الاخر، وذلك بتغيير اتجاه المجال المغناطيسي المار في ملفات المحرك، اذا وصل المفتاح ( Contactor) $C_1$ فان المحرك يدور في اتجاه عقرب الساعة، واذا وصل المفتاح( Contactor) $C_2$ فان المحرك يدور في اتجاه عكس عقرب الساعة. ويجب ان لايعمل كلا المفتاحين سوية مطلقاً).

## دائرة التشغيل



# دائرة التحكم [ السيطرة ]

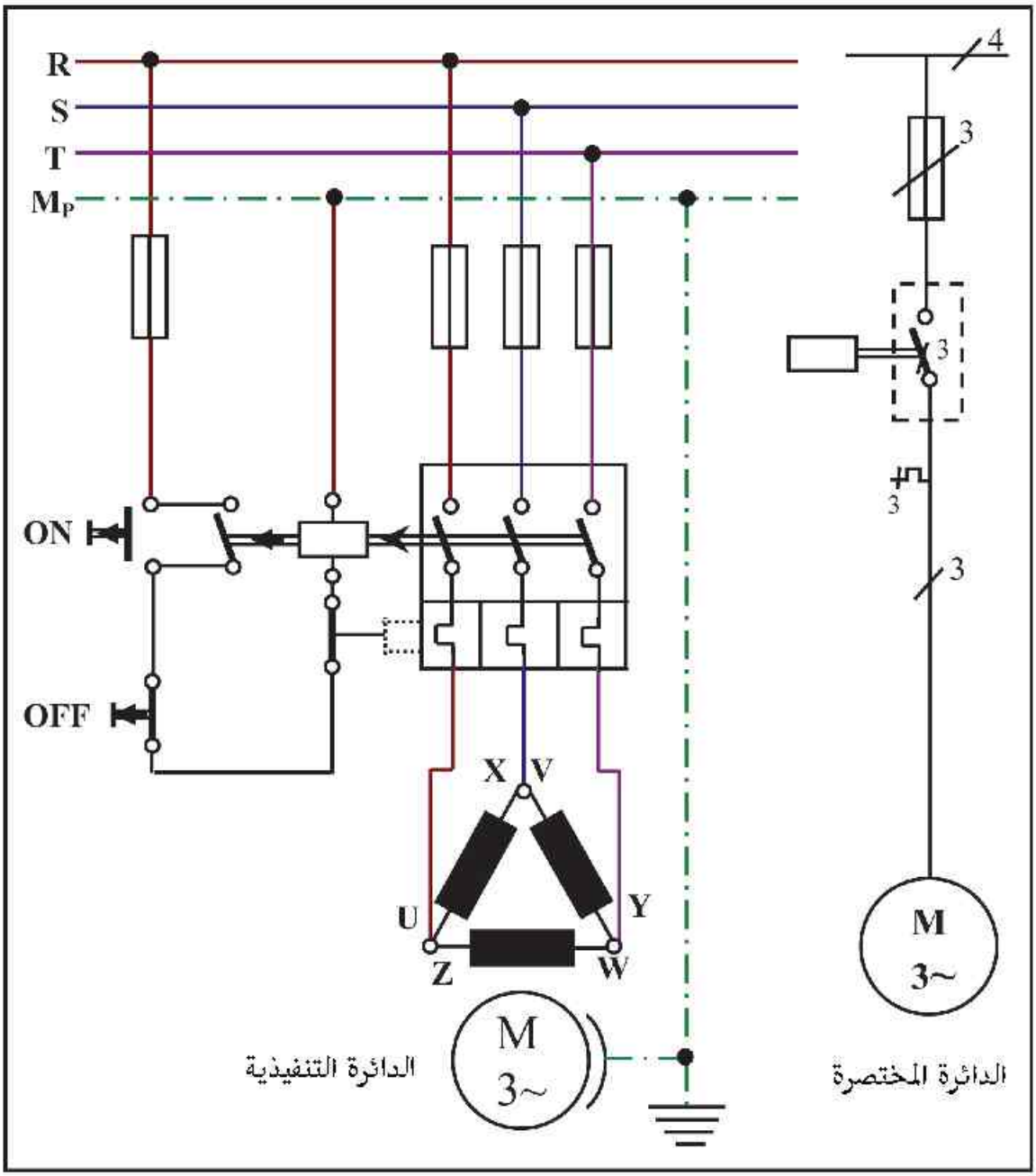
يمكن التعويض عن دائرة التشغيل المفصلة بدائرة التحكم (السيطرة) والتي تبين نفس عملها ونكتفي بسلك واحد فقط مع السلك المحايد



# لوحة رقم (7) محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي

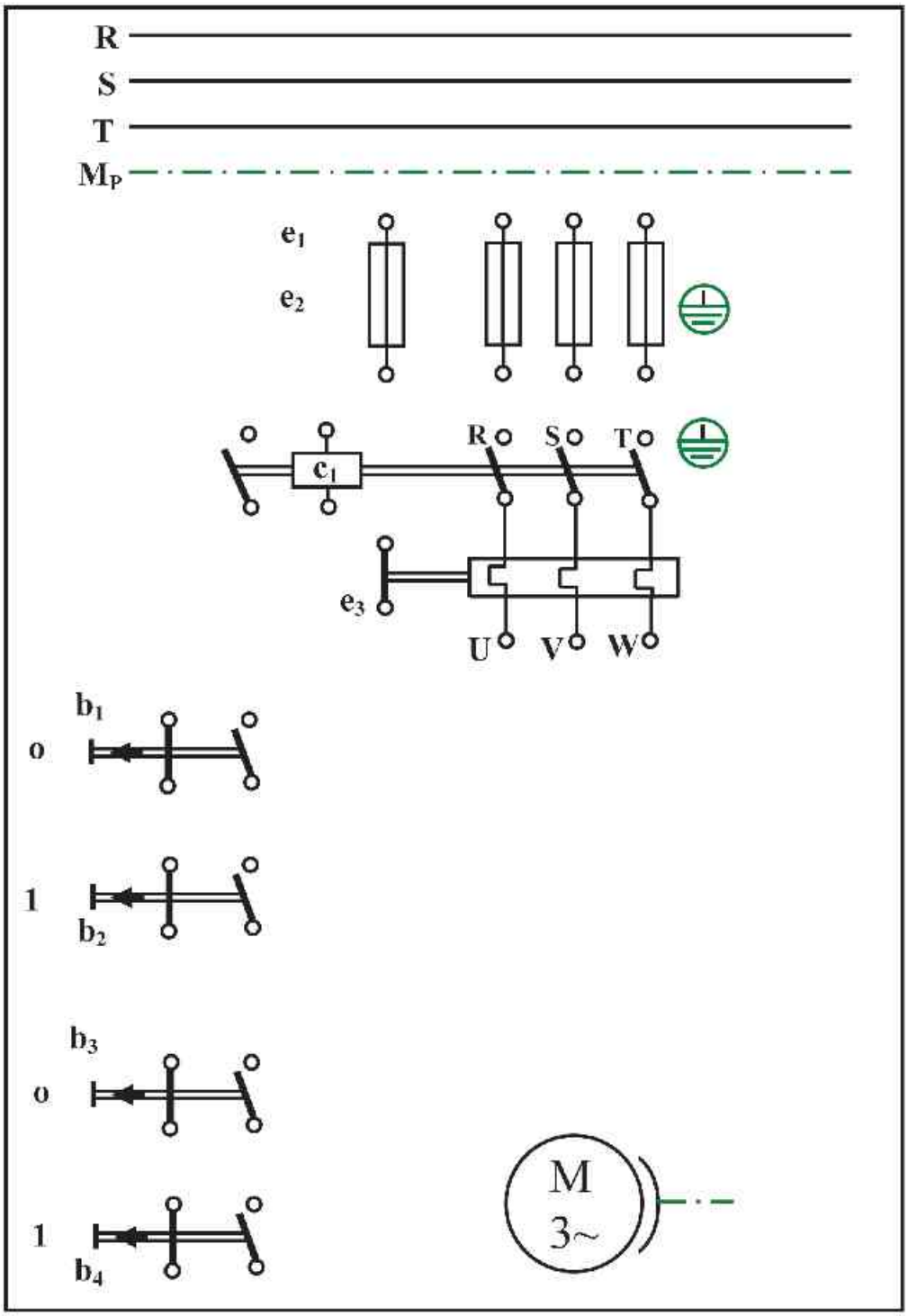
## المثال

محرك حثي ثلاثي الاطوار ( قفص سنجابي ) موصل الى مصدر تيـار متغير عن طريق مصهرات ومفتاح حراري ، ملف المفتاح يعمل على 220 فولت. الجزء الثابت للمحرك موصل على شكل مثلث (دلتا)، للحصول على اعلى قدرة ممكنة. يشغل المحرك عن طريق بوش بوتم عدد (2) احدهما (ON)، والاخر (OFF).أما الحماية فهي عن طريق توصيل جسم المحرك بسلك الحماية الارضي. ثم ارسم الدائرة المختصرة .

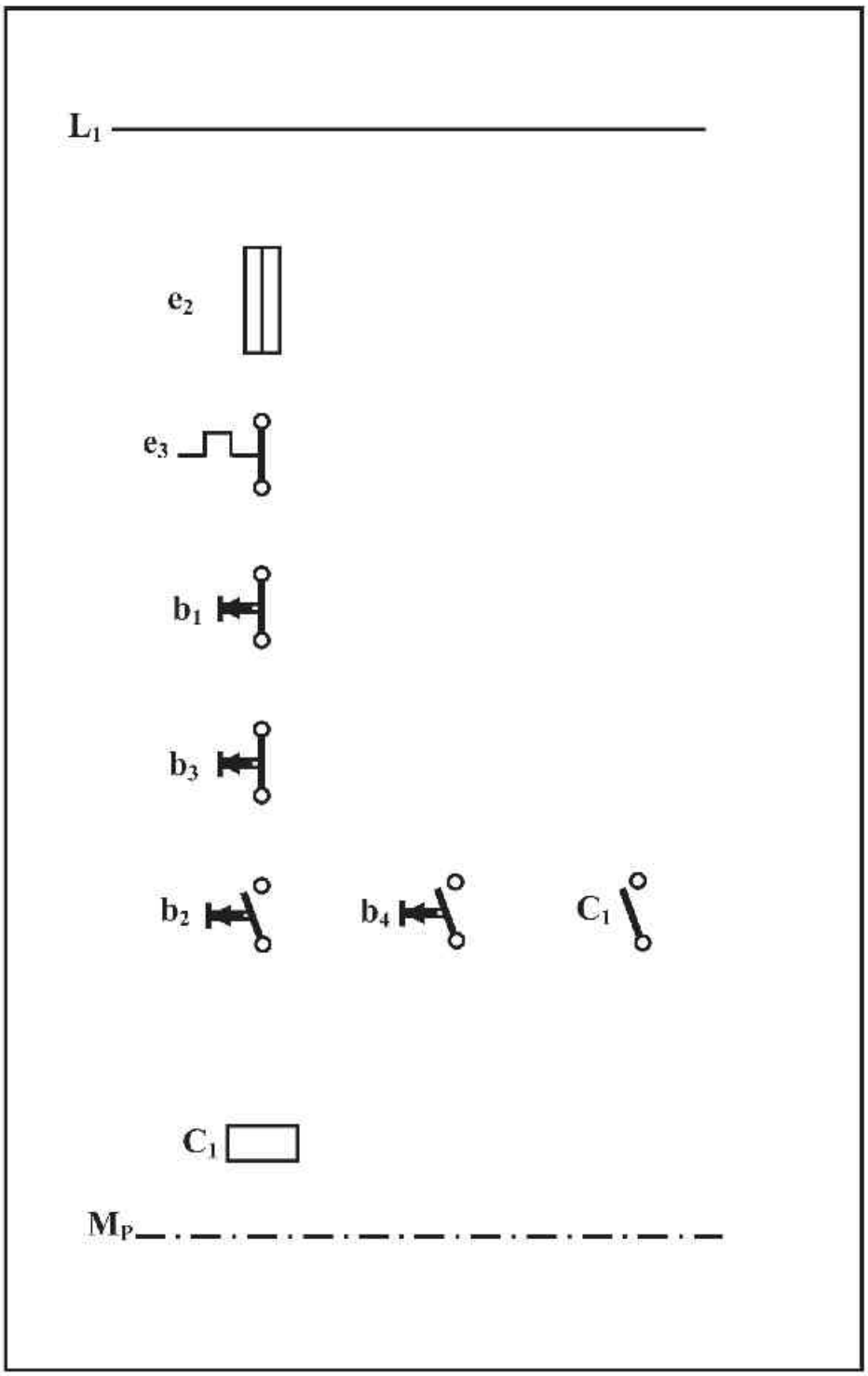


## التمرين رقم (7)

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي)، يمكن تشغيله بوساطة موصل هوائي، ومن موقعين، بوساطة الموصل الهوائي (C1). والتوصيل الحراري ($e_3$) يعمل على حماية المحرك من زيادة الحمل.. اما تدابير الوقاية فتتم بوساطة السلك المحايد والمصهرات. ($e_1$ $e_2$) والضاغط ($b_1b_2$) يشغل ويطفئ المحرك من موقع اول والضاغط ($b_3b_4$) يشغل المحرك من موقع ثاني.



# دائرة التحكم (السيطرة)



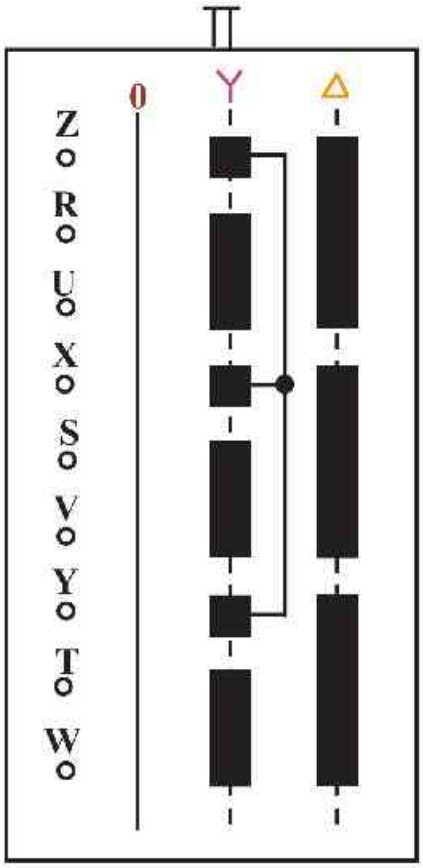
## لوحة رقم (8) توصيل محرك ثلاثي الاطوار بوساطة مفتاح نجمة– مثلث

### المثال

عند تشغيل المحركات الحثية الثلاثية الاطوار ( قفص سنجابي)، فأنها تسحب تيار عالي في لحظات توصيلها الى المصدر، حيث تسبب ارتفاع درجة الحرارة في ملفات المحرك مما تؤدي الى تلف عوازل هذه الملفات، ولهذا يوصل المحرك بوساطة مفتاح خاص حيث يربط ملفات المحرك في البداية على شكل نجمة ( ستار)، وبعد ان يصل المحرك الى السرعة المطلوبة يتغير اتجاه المفتاح ويوصل ملفات المحرك على شكل مثلث ( دلتا)، ليسحب التيار المطلوب، ويعمل بكامل قدرته.

ويوجد نوعين من هذه المفاتيح وهي :-

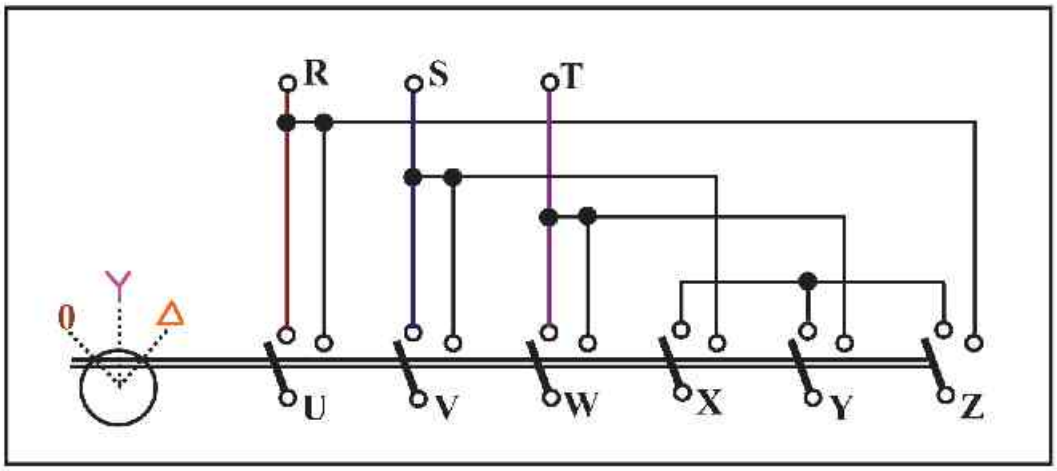
(أ) مفتاح دوار: لتشغيل المحرك في بداية الامر بحيث تكون ملفاته مربوطة بشكل نجمة، ثم يحّول الربط الى مثلث، بعد فترة زمنية قصيرة.



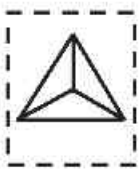

مفتاح نجمة – مثلث دوار

## (ب)

مفتاح اعتيادي: لتشغيل المحرك بداية الامر ستار ثم يحَول الى دلتا، بعد فترة زمنية قصيرة.




مفتاح نجمة – مثلث إعتيادي

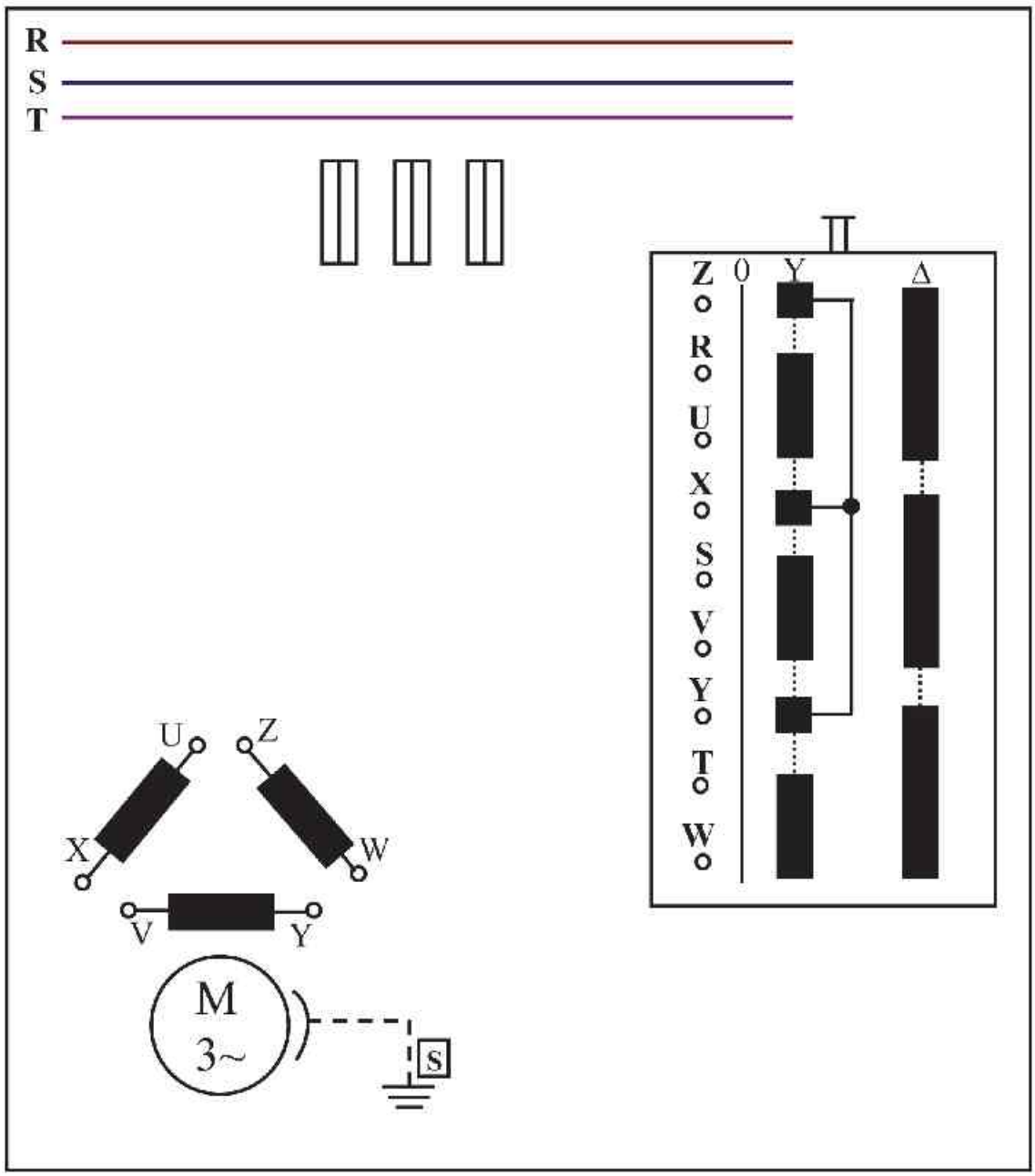


رمز لمفتاح نجمة – مثلث

ملاحظة// المفتاحين في (أ وب) اعلاه يستعملان يدويا.

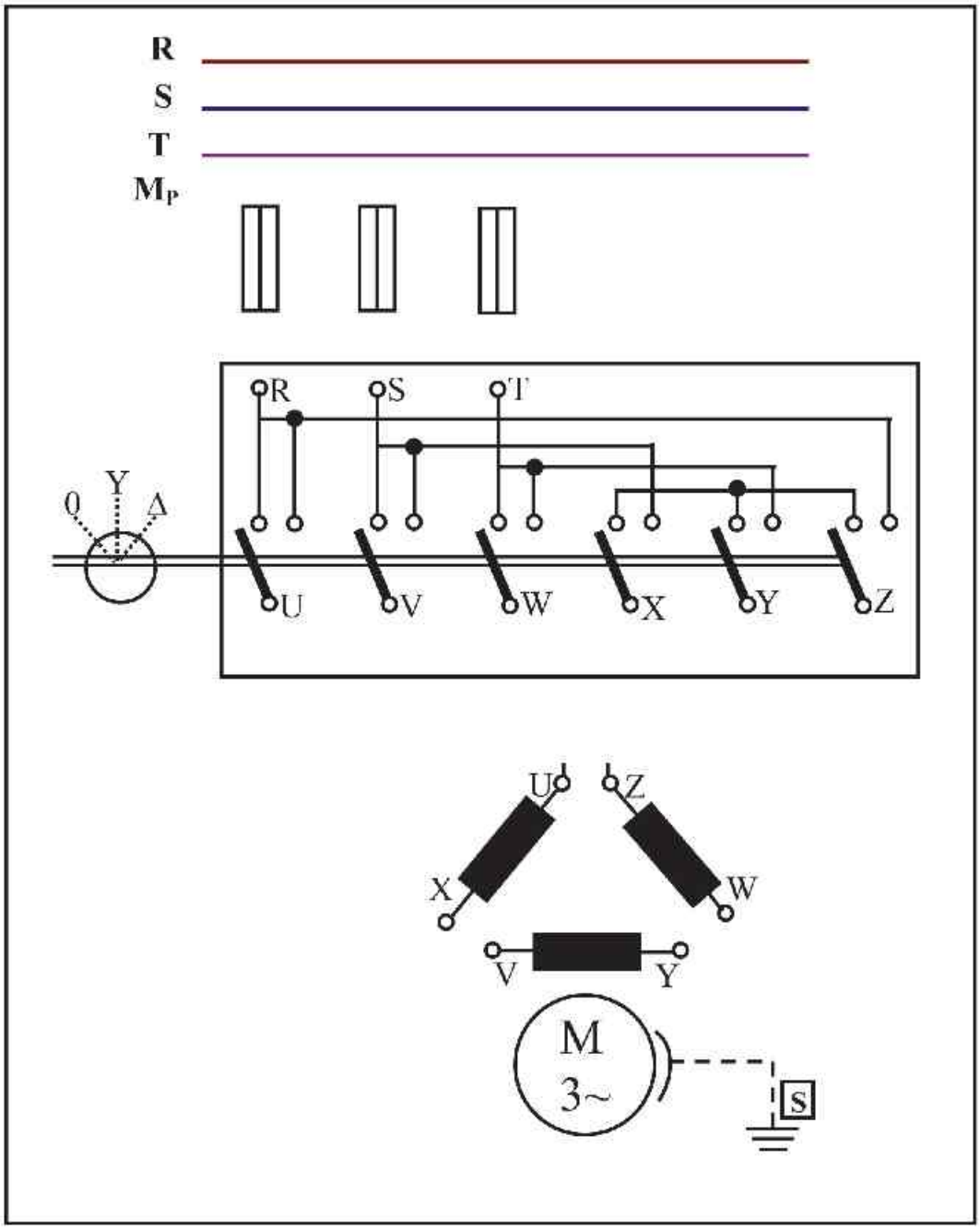
## التمرين رقم (8)

ارسم المخطط التنفيذي الذي يبين توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار، عن طريق مفتاح ( نجمة- دلتا) دوار، الى شبكة تيار متناوب (متغير) ذو ثلاث اطوار، عن طريق مصهرات حماية، وتوصيل جسم المحرك بالسلك الارضي للحماية.



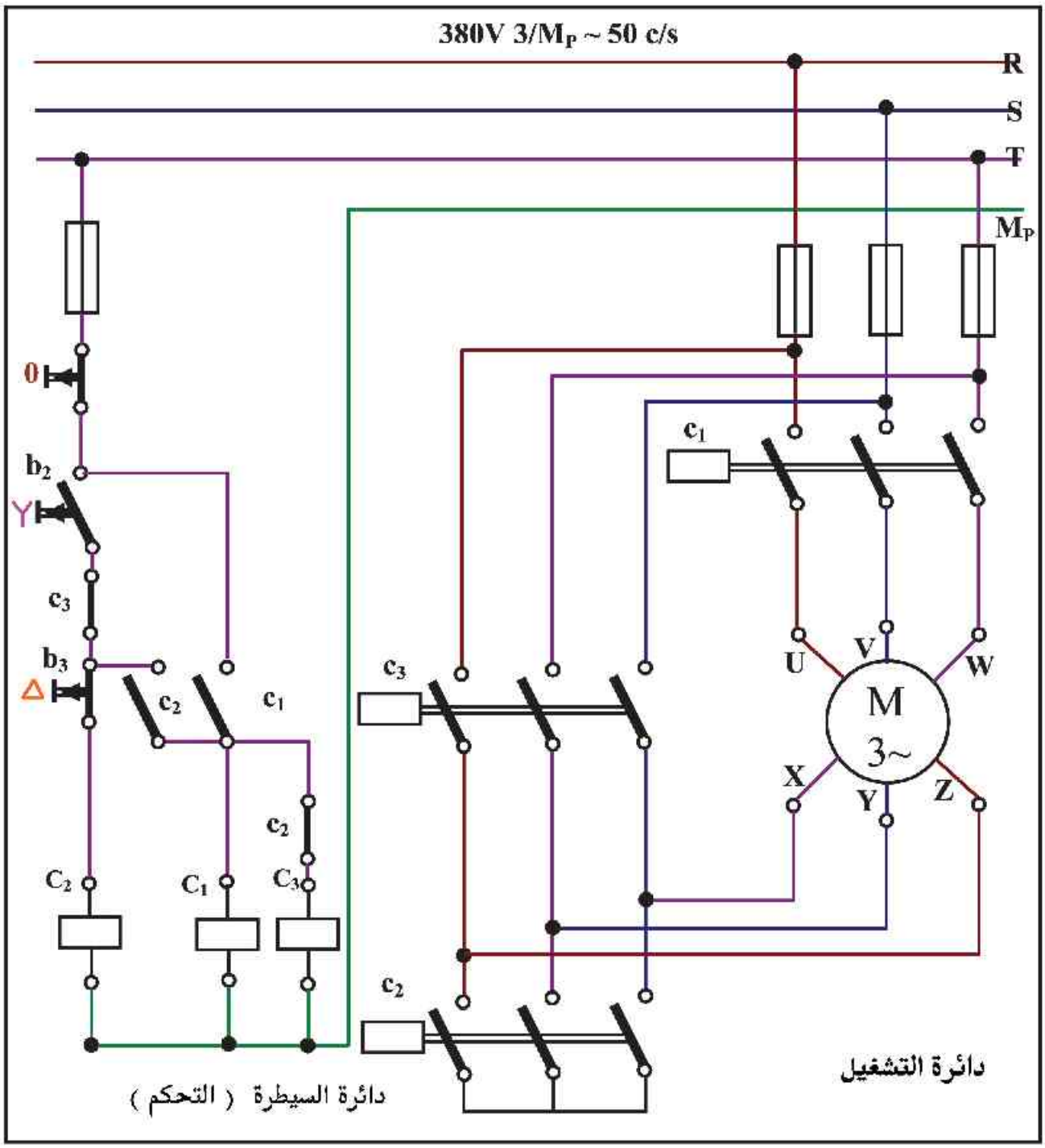
(ب)

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح ( نجمة – دلتا)، اعتيادي الى شبكة تيار ثلاثي الاطوار عن طريق المصهرات.. يوصل جسم المحرك بالسلك الارضي للحماية.



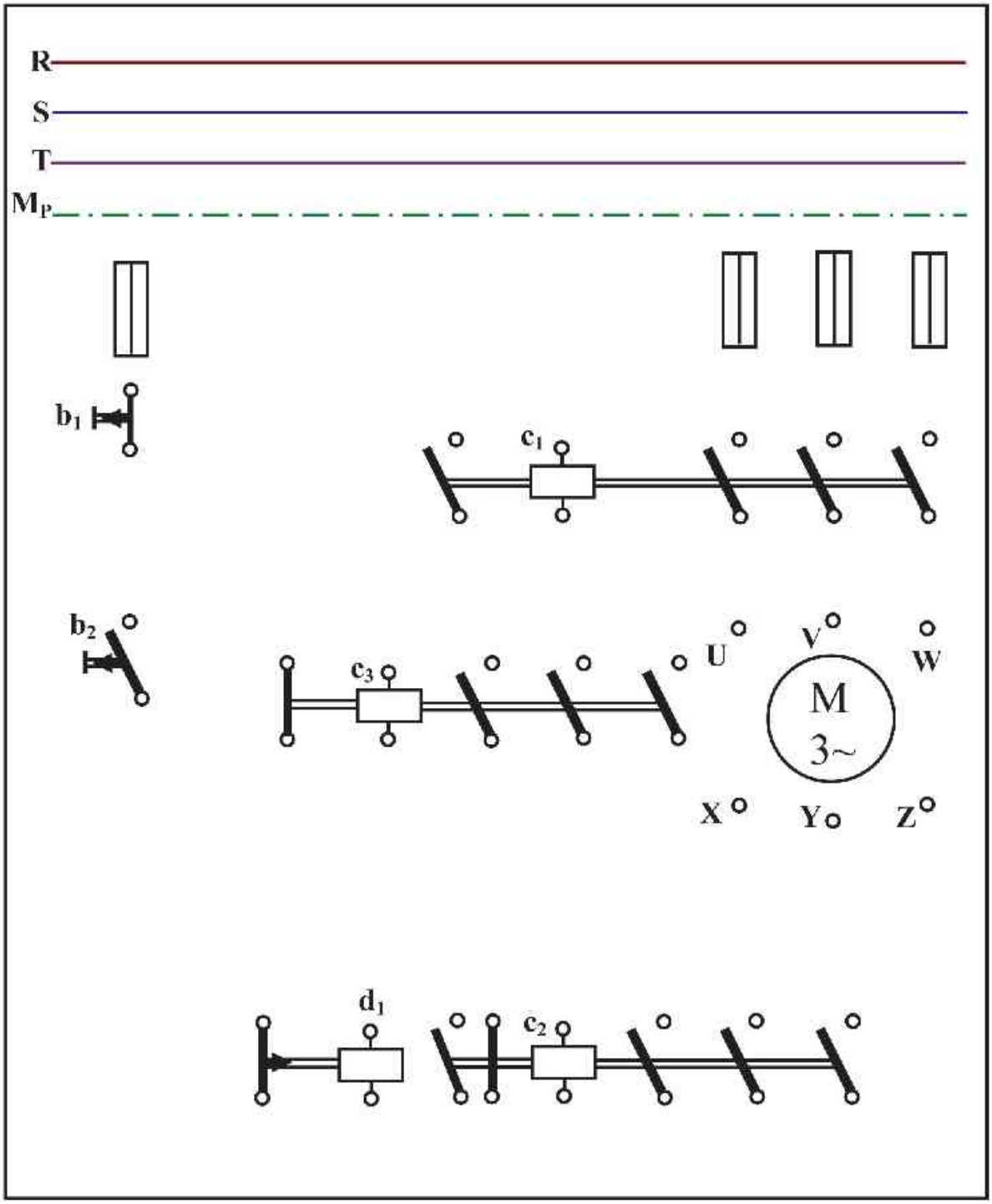
## لوحة رقم (9) دائرة تشغيل اضافية نجمة- مثلث

**المثال** ارسم دائرة التشغيل ودائرة السيطرة لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق توصيل محرك ثلاث اطوار باستعمال ثلاث موصلات هوائية ( Contactors)، احدهما لتوصيل التيار للمحرك وقطعه والاخران لتوصيل المحرك (نجمة)، والاخر لتوصيل المحرك(مثلث)، بوساطة ضاغطة (Push Button)، تستعمل ثلاث مصهرات حماية. لدائرة التشغيل ومصهر لدائرة السيطرة .



# التمرين رقم (9)

ارسم توصيلة محرك ذو ثلاثة اطوار الى شبكة تيار متغير عن طريق ثلاث موصلات هوائية وموقت زمني (Time Relay)، ليتم تغير توصيل الملفات من ستار الى دلتا اتوماتيكيا بوساطة الموقت الزمني. يستعمل مفتاح ضاغط (Push Button)، عدد (2) احدهما للتشغيل والاخر للاطفاء، مع اربعة مصهرات حماية.

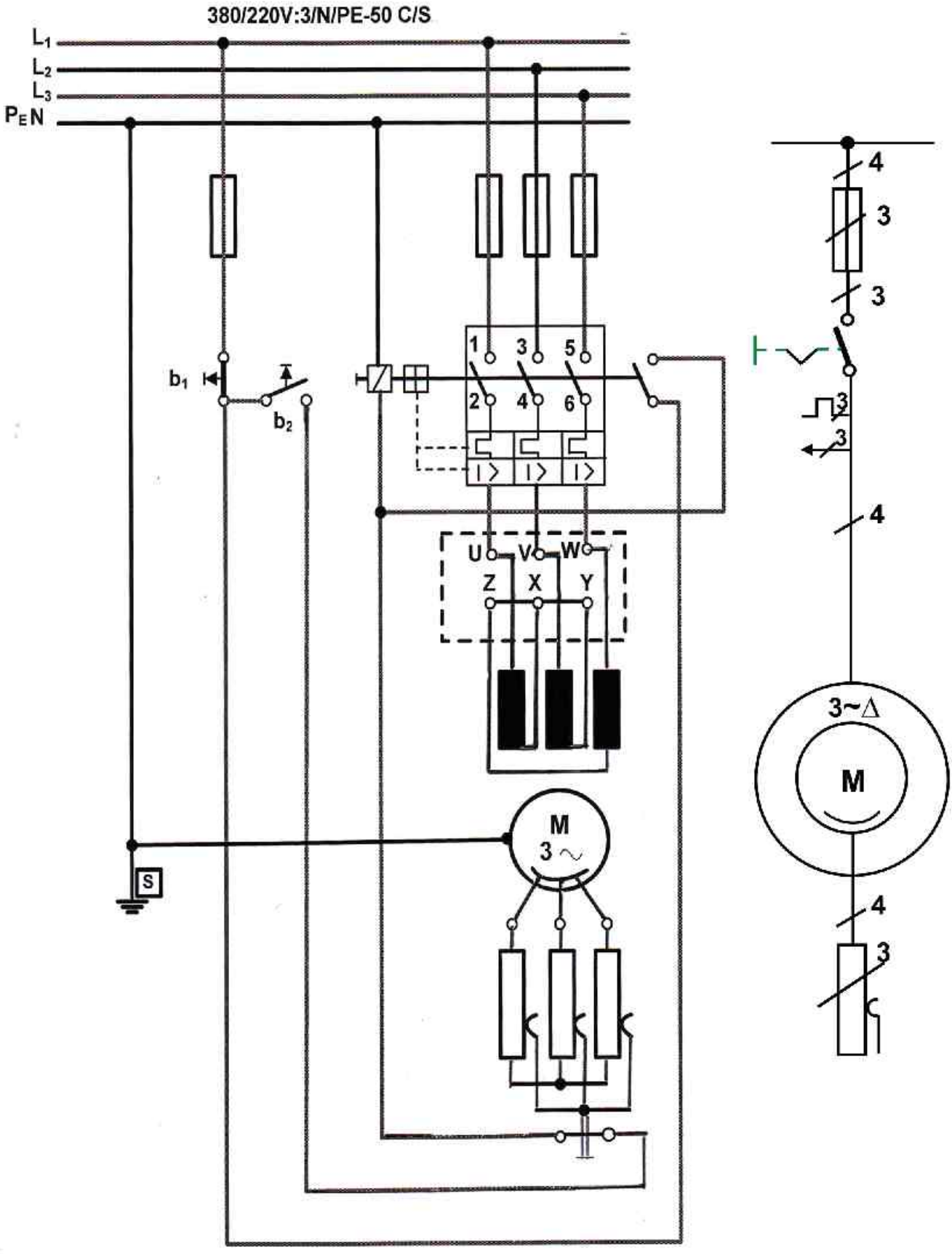


## لوحة رقم (10) تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الاطوار ذات الحلقات الانزلاقية

### المثال

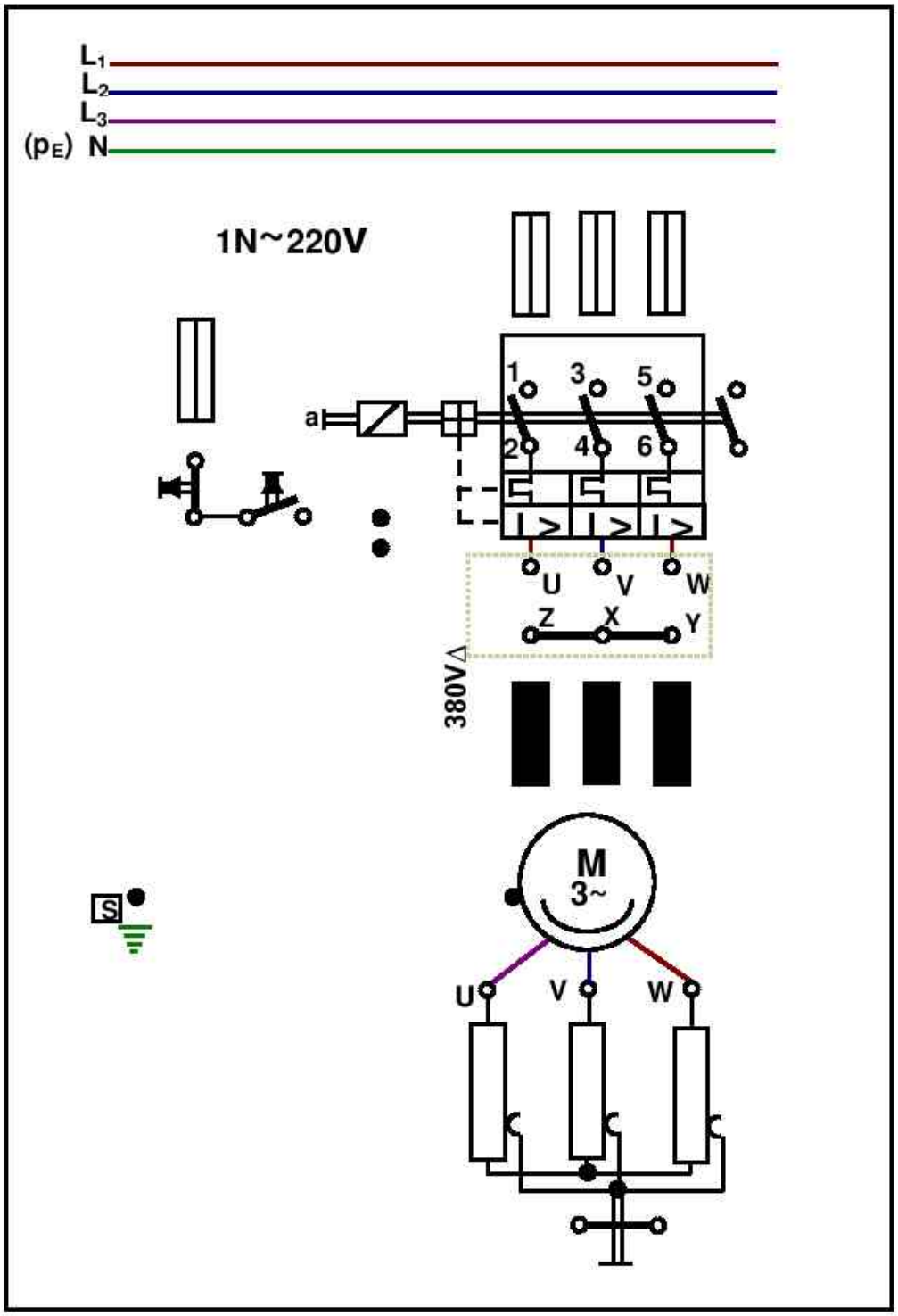
المحركات الحثية ثلاثية الاطوار ذات الحلقات الانزلاقية تصمم بقدرات عالية جداً، لذا سيكون التيار الابتدائي عالي عند تشغيلها، وتستعمل مقاومة بدئ الحركة لحماية المحرك وتوصل مباشرة مع الحلقات الانزلاقية وتغير تدريجياً بشكل اتوماتيكي او يدوي عند بدء تشغيل المحرك.

الرسم يوضح الدائرة التنفيذية والمختصرة لتشغيل محرك حثي ذو حلقات انزلاقية بوساطة شبكة ذات اربعة خطوط بالاضافة الى السلك الارضي ($P_E$) عن طريق اربع مصهرات ومفتاح ذو حماية حرارية ومغناطيسية .
والجزء الثابت للمحرك موصل على شكل مثلث (دلتا) وثلاث مقاومات متغيرة وموصلة على شكل نجمة (ستار).


380/220V:3/N/PE-50 C/S
L1
L2
L3
PEN
b1
b2
1
3
5
2
4
6
I>
I>
I>
U
V
W
Z
X
Y
M
3 ~
S
4
3
3
3
3
4
3~Δ
M
4
3

## تمرين رقم (10) تشغيل محرك حثي ثلاثي الطور ذي الحلقات الانزلاقية

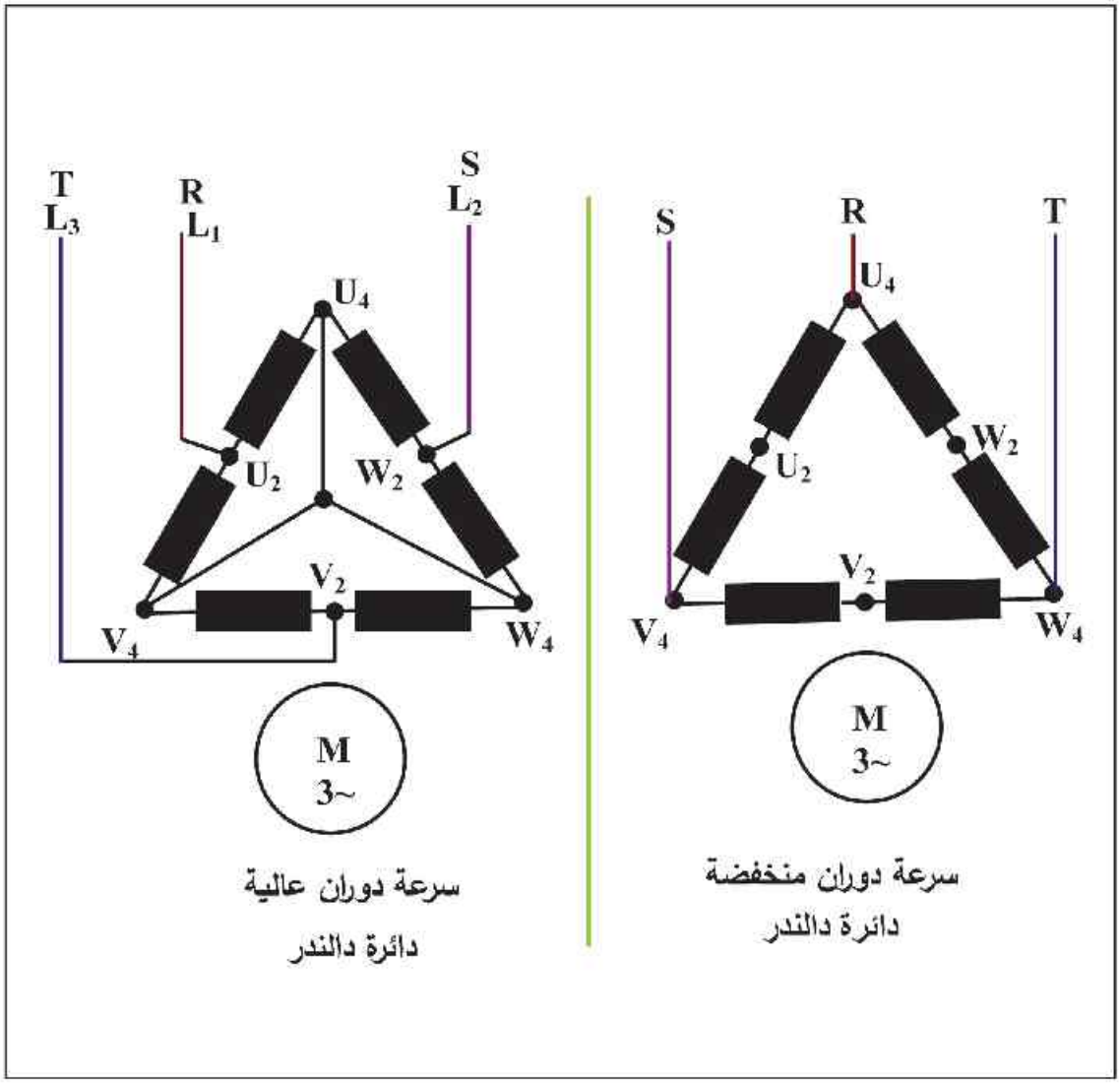
ارسم المخطط التنفيذي لتشغيل محرك حثي ثلاثي الطور ذو الحلقات الانزلاقية، مع رسم اجهزة الحماية المطلوبة (ثلاث مصهرات ومفتاح ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار).يتم تشغيل المحرك بوساطة ضاغط ($b_1$) واطفاءه بوساطة الضاغط ($b_2$) بصورة غير مباشرة.



# لوحة رقم (11) تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الاطوار
# ذات القفص السنجابي بسرعتين

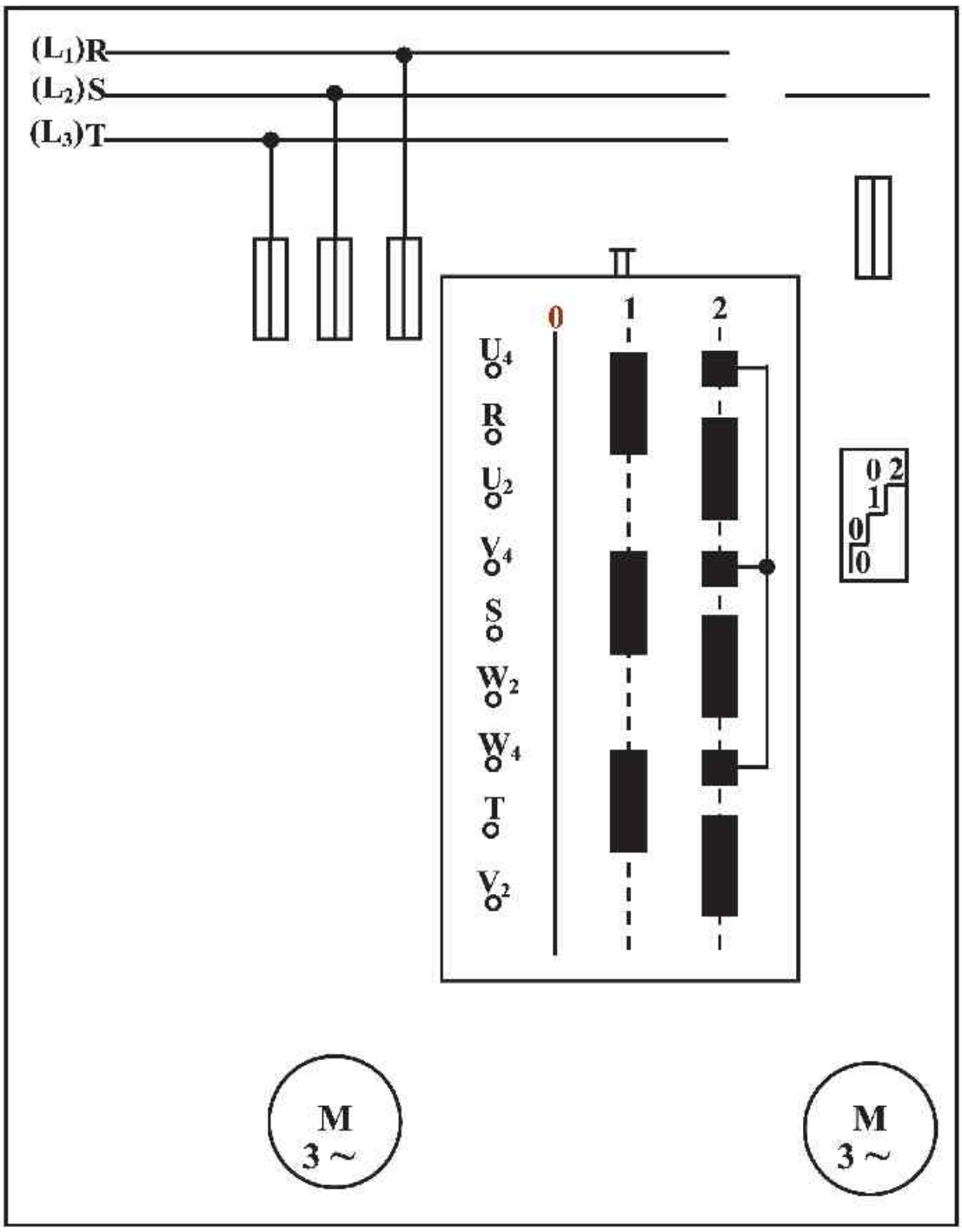
## المثال

يمكن تشغيل المحرك الحثي ذو الثلاث اطوار ( القفص السنجابي) بسرعتين احدهما بطيئة والاخرى سريعة.. وكما مبين في الرسم ادناه..



# التمرين رقم (11) محرك حثي ثلاثي الاطوار ذي القفص السنجابي

اكمل المخطط التنفيذي لمحرك حثي ثلاث اطوار ( ذو القفص السنجابي)، باستعمال مفتاح دوار موصل الى المحرك عن طريق ثلاث مصهرات موصلة الى شبكة تيار متغير بحيث يعمل هذا المفتاح على الحصول على سرعتين، ( بطيئة وسريعة)، حسب توصيلة دالندر.

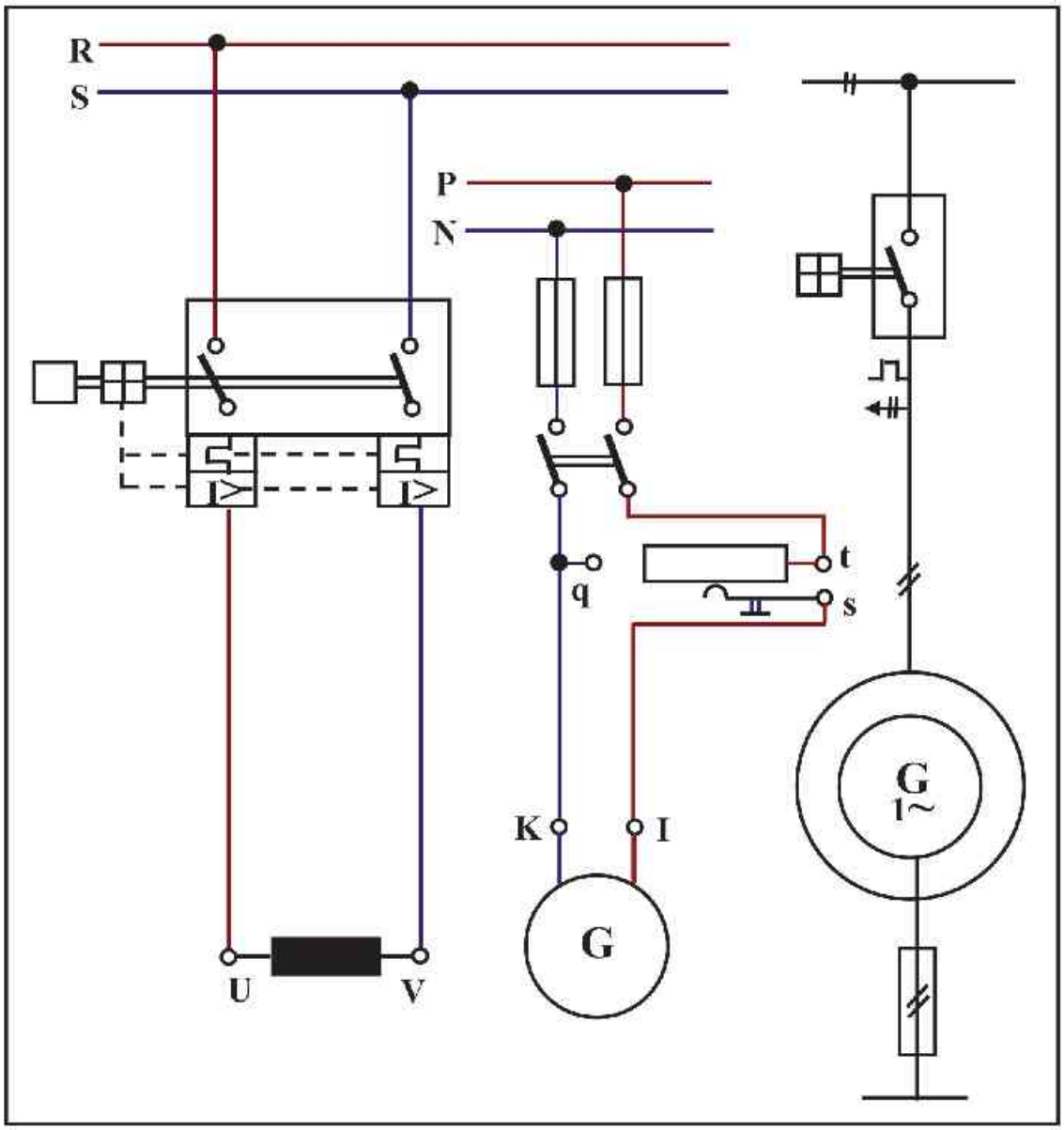


## لوحة رقم (12) توصيلة مولد توافقي تيار متناوب طور واحد
## يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر

**المثال**

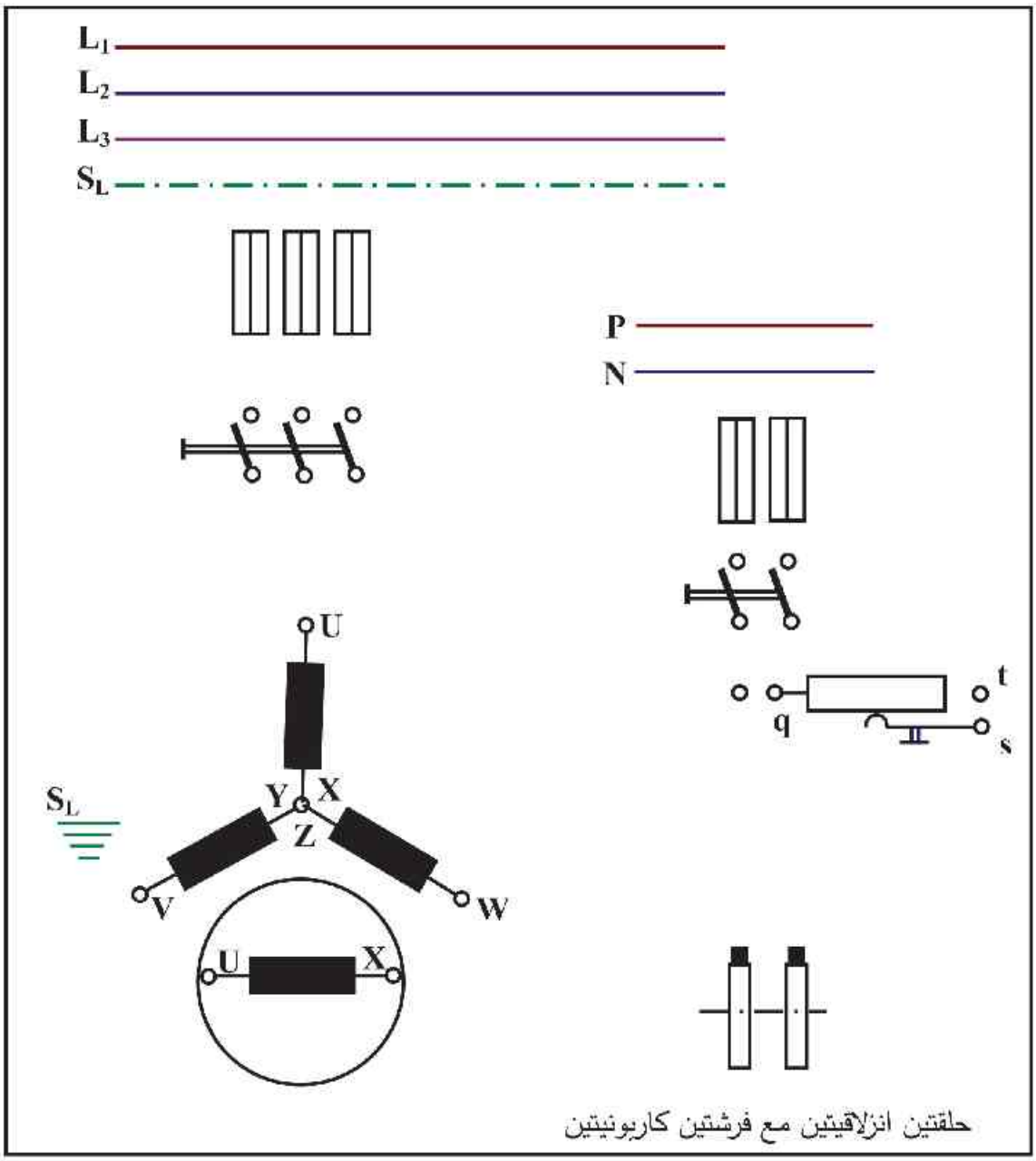
تعمل مولدات التيار المتناوب (والتي تسمى بالمولدات التوافقية (Synchronous Generators على توليد الطاقة الكهربائية للمستهلكين والصناعيين. وتشمل مولدات ذات طور واحد ومولدات ذات ثلاثة اطوار. وتعتمد نظرية التوليد على نظرية فاراداي التي تنص (عند دوران مجال مغناطيسي داخل ملف تنشأ قوة دافعة كهربائية خلال الملف).

الرسم ادناه يمثل مولد توافقي ذو طور واحد يغذي العضو الدوار فيه من مصدر خارجي للتيار المستمر (PN) عن طريق مصهرين ومفتاح ذو قطبين ومنظم للجهد. والجزء الثابت (ux) يغذي شبكة تيار متناوب (RS) عن طريق مفتاح ذو وسيلتين للحماية (حرارية ومغناطيسية).



# تمرين رقم (12) توصيلة مولد تيار متناوب ثلاثي الاطوار
# يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر

ارسم توصيلة الدائرة التنفيذية لمولد تيار متناوب ثلاثي الاطوار تزامني، تغذيته خارجية (تتغذى ملفات الدوار من مصدر خارجي للتيار المستمر)، يغذي المولد شبكة تيار متناوب عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب وثلاث مصهرات توصل اجسام الاجهزة والمولد الى السلك الارضي. من جهة التغذية الخارجية يوجد مفتاح ذو قطبين ومصهرين ومنظم للجهد.



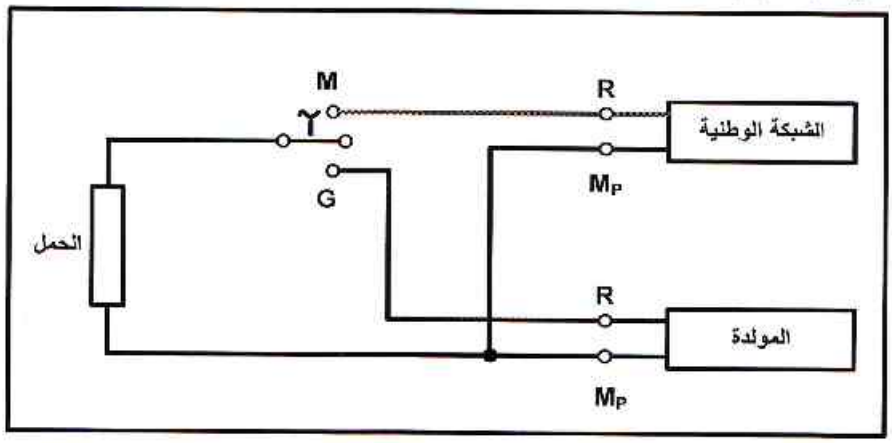

حلقتين انزلاقيتين مع فرشتين كاربونيتين

# لوحة رقم (13) مفتاح مبدل بقطب وبقطبين

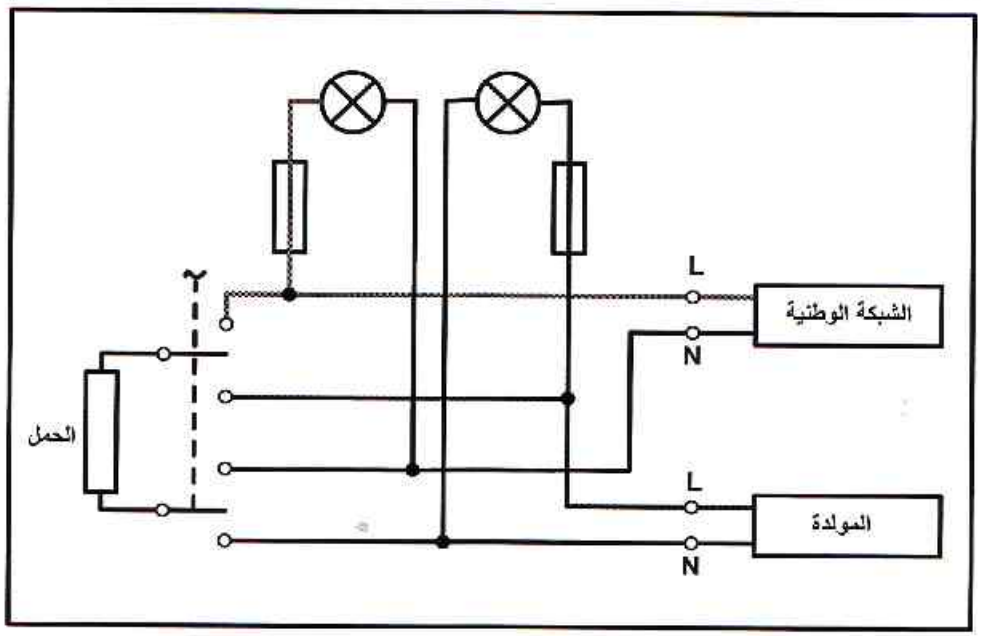
## المثال

تبين كيفية تسليك مفتاح التحويل اليدوي ويستعمل هذا المفتاح لتوصيل مجموعة وقطع المجموعة الأخرى حيث تمثل الشبكة الوطنية المجموعة الأولى ويمثل المولد المجموعة الأخرى .

1- مفتاح مبدل قطب واحد



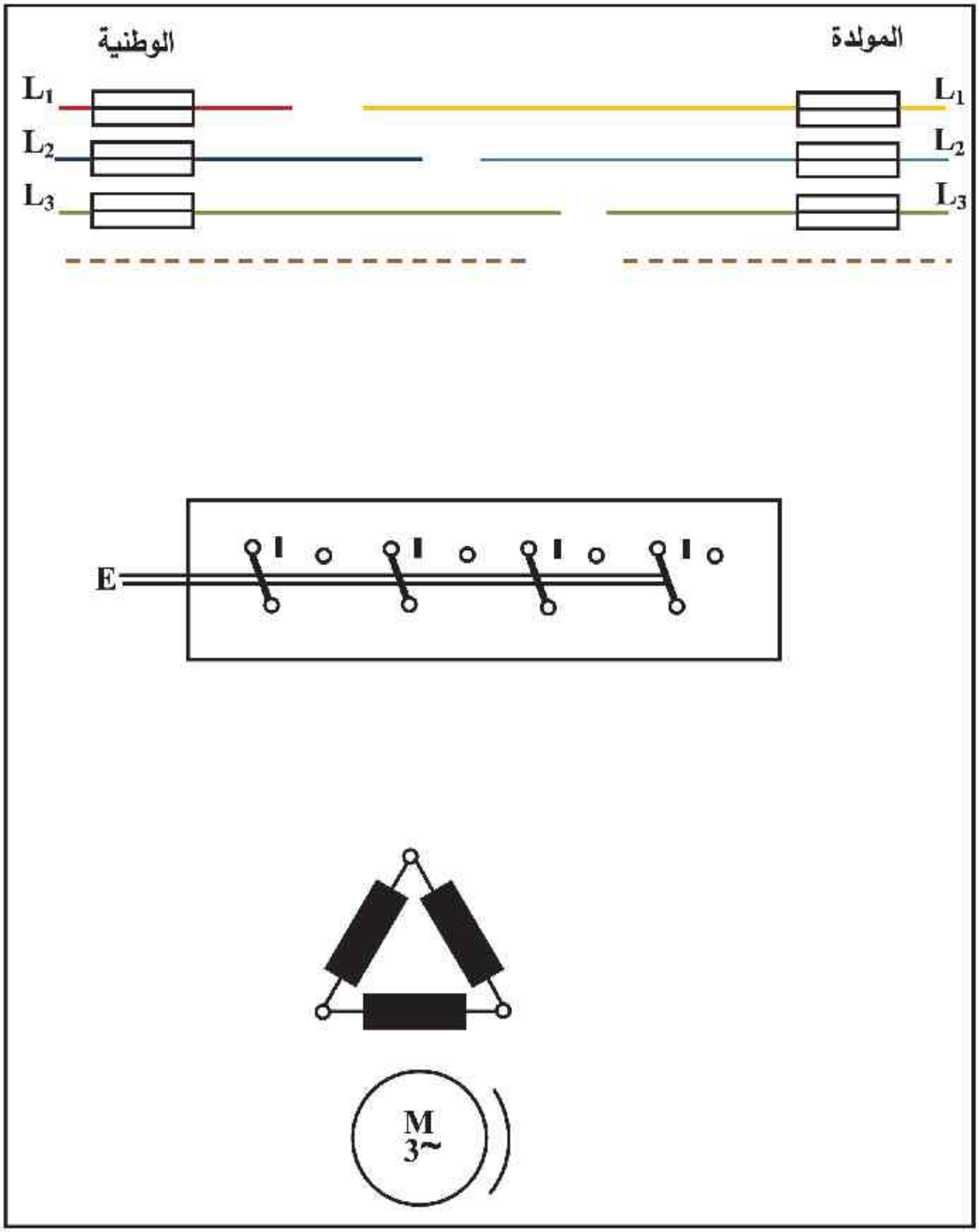

2- مفتاح مبدل قطبين




-2

## التمرين رقم (13)

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاث اطوار الجزء الثابت فيه موصل على شكل مثلث (دلتا) مع مفتاح تحويل ذو اربعة اقطاب (يدوي). يغذى المحرك مرة من الشبكة الوطنية ومرة اخرى من المولد ليحافظ على استمرارية عمل المحرك.

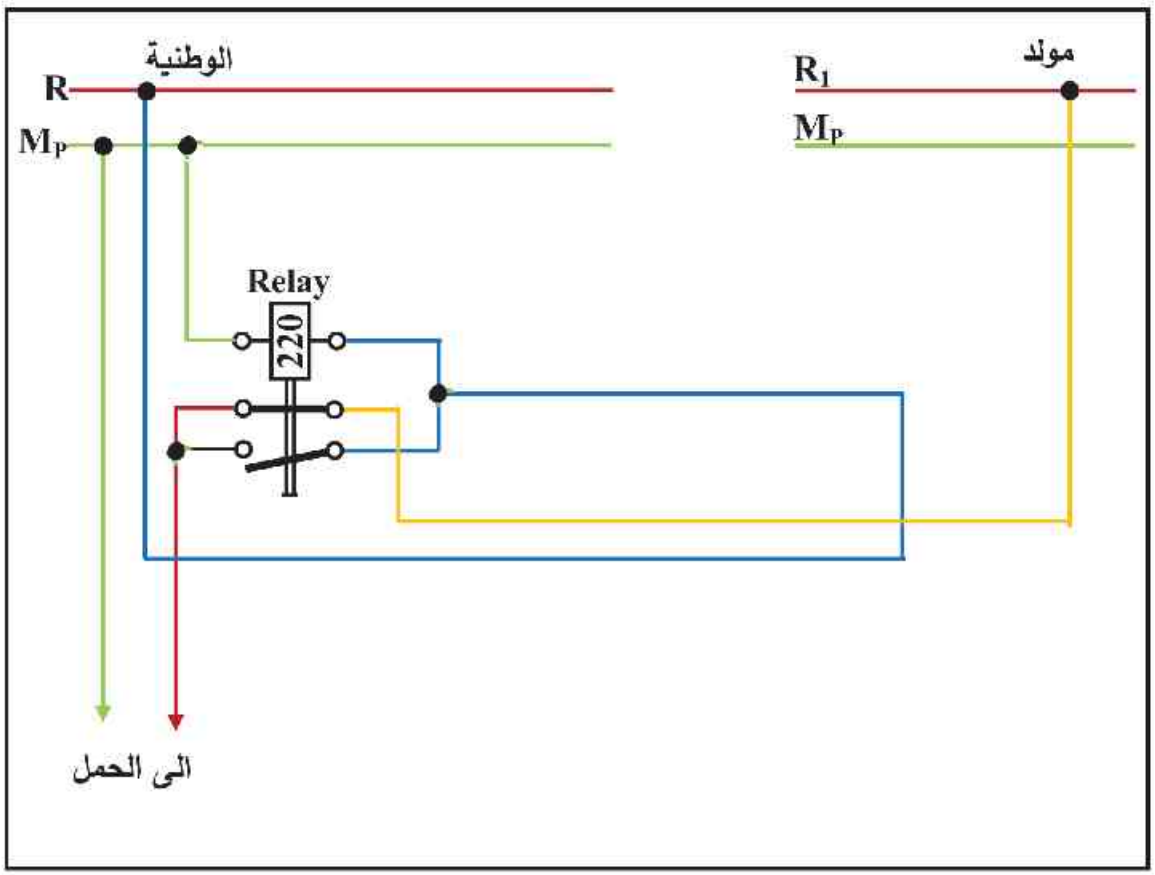


# لوحة رقم (14) مفاتيح تحويل اوتوماتيكية

## المثال

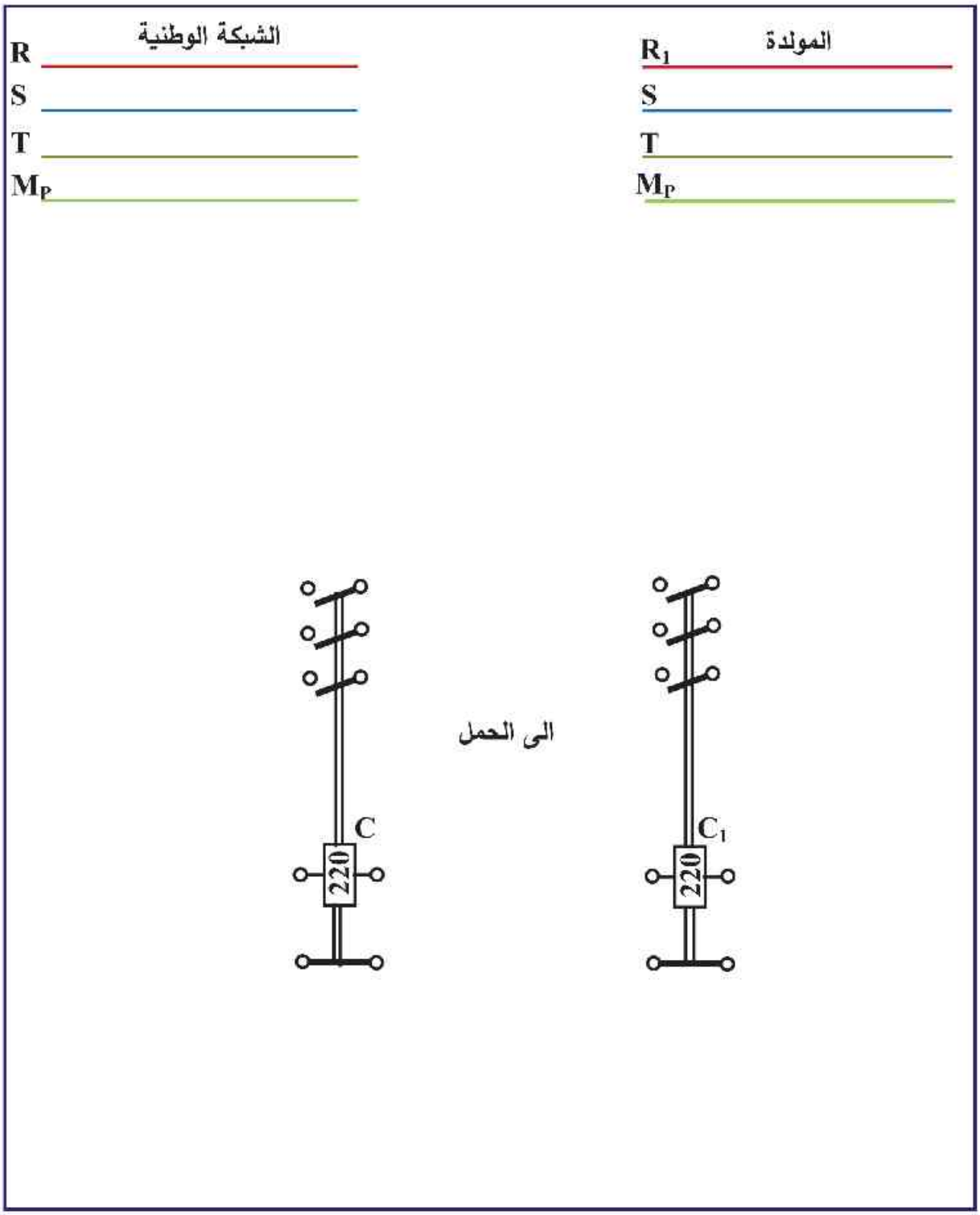
دائرة السيطرة لمفتاح (ATS).

مفتاح التحويل الاتوماتيكي: يختلف عن مفتاح التحويل اليدوي، حيث يستعمل في مفتاح التحويل الاتوماتيكي رلي (Relay) ليتم فيه التحويل من الوطنية الى المولد وبالعكس، ويمكن الاستفادة من النقاط الغالقة والفاتحة في ذلك.



## التمرين رقم (14) مفاتيح تحويل اوتوماتيكية (ATS).

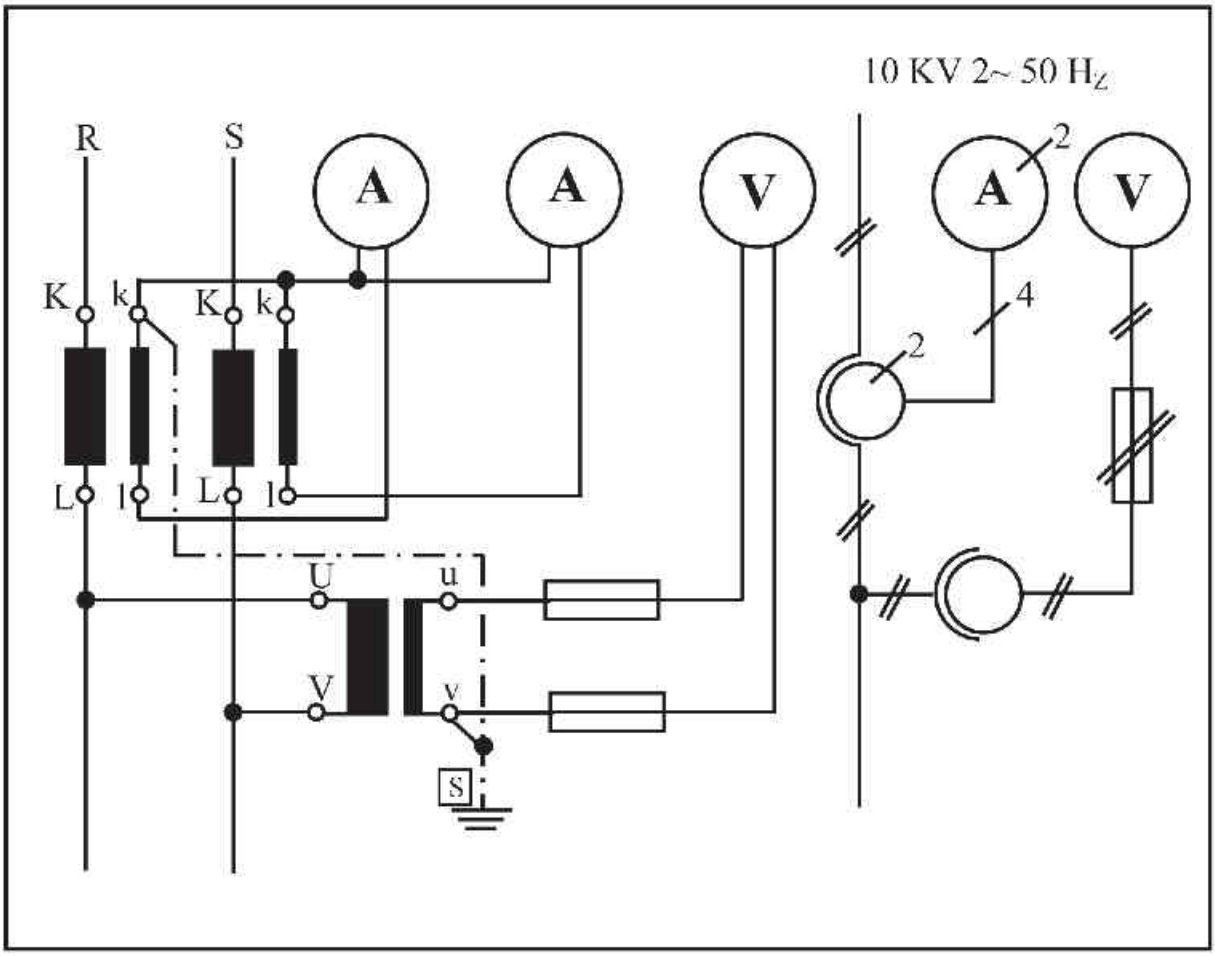
ارسم توصيلة كهربائية لمفتاح التحويل الااوتوماتيكية بين الشبكة الوطنية والمولد، لمصدر ثلاثي الاطوار. مع ملاحظة انه من غير الممكن ان يعمل المفتاحين سوية مطلقا. يستعمل اربعة اسلاك ورلي عدد (2) للتحكم في فصل الوطنية عن المولد عند التشغيل وبالعكس.



# لوحة رقم (15) المحولات الكهربائية

## المثال

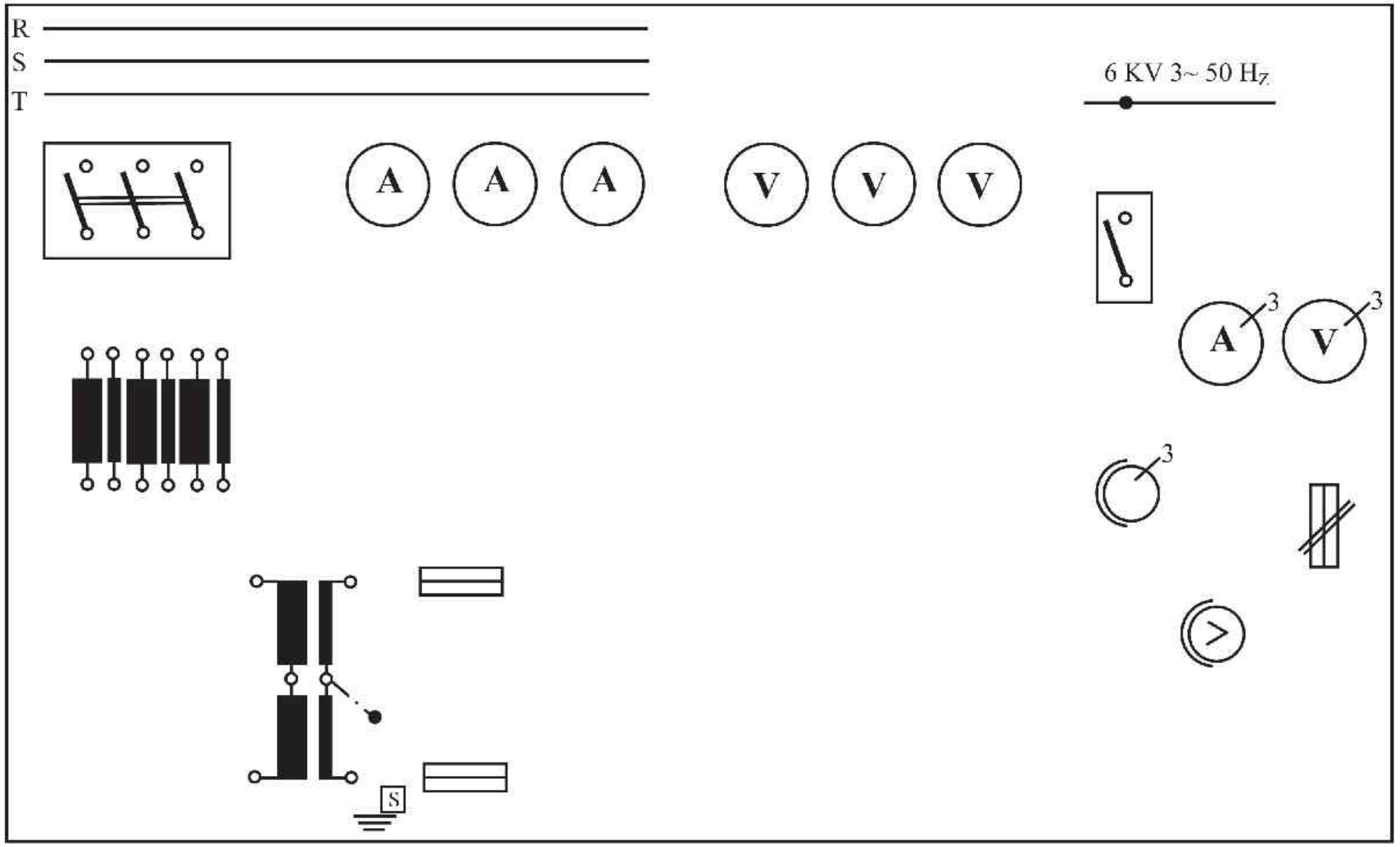
عند استعمال إجهزة لقياس التيار والجهد في شبكات الجهد العالي تستعمل محولات تيار ومحولات جهد تربط مع اجهزة التيار والجهد وذلك لارتفاع الجهد وشدة التيار فيها. عند القراءة تؤخذ نسبة التحويل المثبتة على الجهاز لبيان القراءة الحقيقية للجهد او التيار. في الشكل ادناه محولين للتيار، مربوط على التوالي مع الحمل جهازين لقياس التيار **(A)** ومحول جهد موصل على التوازي مع الحمل وجهاز قياس الجهد ومصهرين حماية، في الجهة الثانية الدائرة المختصرة.



# التمرين رقم (15) المحولات الكهربائية

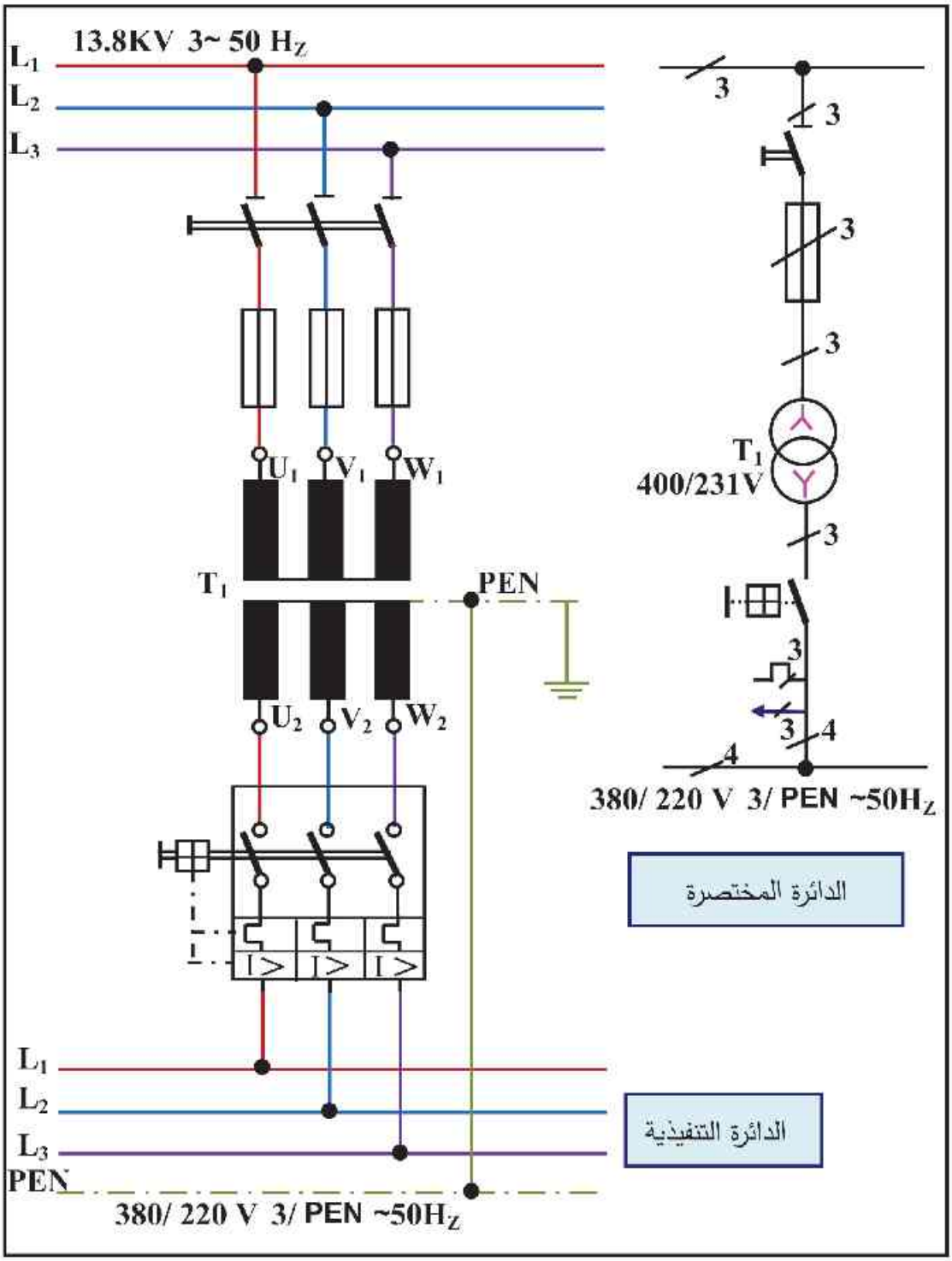
في شبكات الجهد العالي لايمكن قياس الجهد او التيار مباشرة باستعمال اجهزة قياس الجهد والتيار، لذا تستعمل محولات تيار (C.T) ومحولات جهد (V.T) يمكن بواسطتها يمكن قراءة قيمة عالية لجهد او تيار باجهزة ذات سعات قليلة عند ربطها مع اجهزة القياس (V,A) مع ملاحظة نسبة التحويل عند القراءة.

ارسم توصيلة تحتوي على ثلاث اجهزة قياس للتيار وثلاث اجهزة لقياس الجهد مع ثلاث محولات للتيار ومحولتين للجهد توصيلة (V)، وموصلة جميعها الى مصدر تيار متناوب ذو ثلاث اطوار، ذو جهد عالي (6.6) كيلوفولت، بتردد (50) هرتز، بوساطة مفتاح يدوي ويوصل الملف الثانوي لمحول التيار والجهد بالارضي. مع رسم الدائرة الرمزية لذلك.


R
S
T
6 KV 3~ 50 Hz
A
A
A
V
V
V
A
3
V
3
3
S

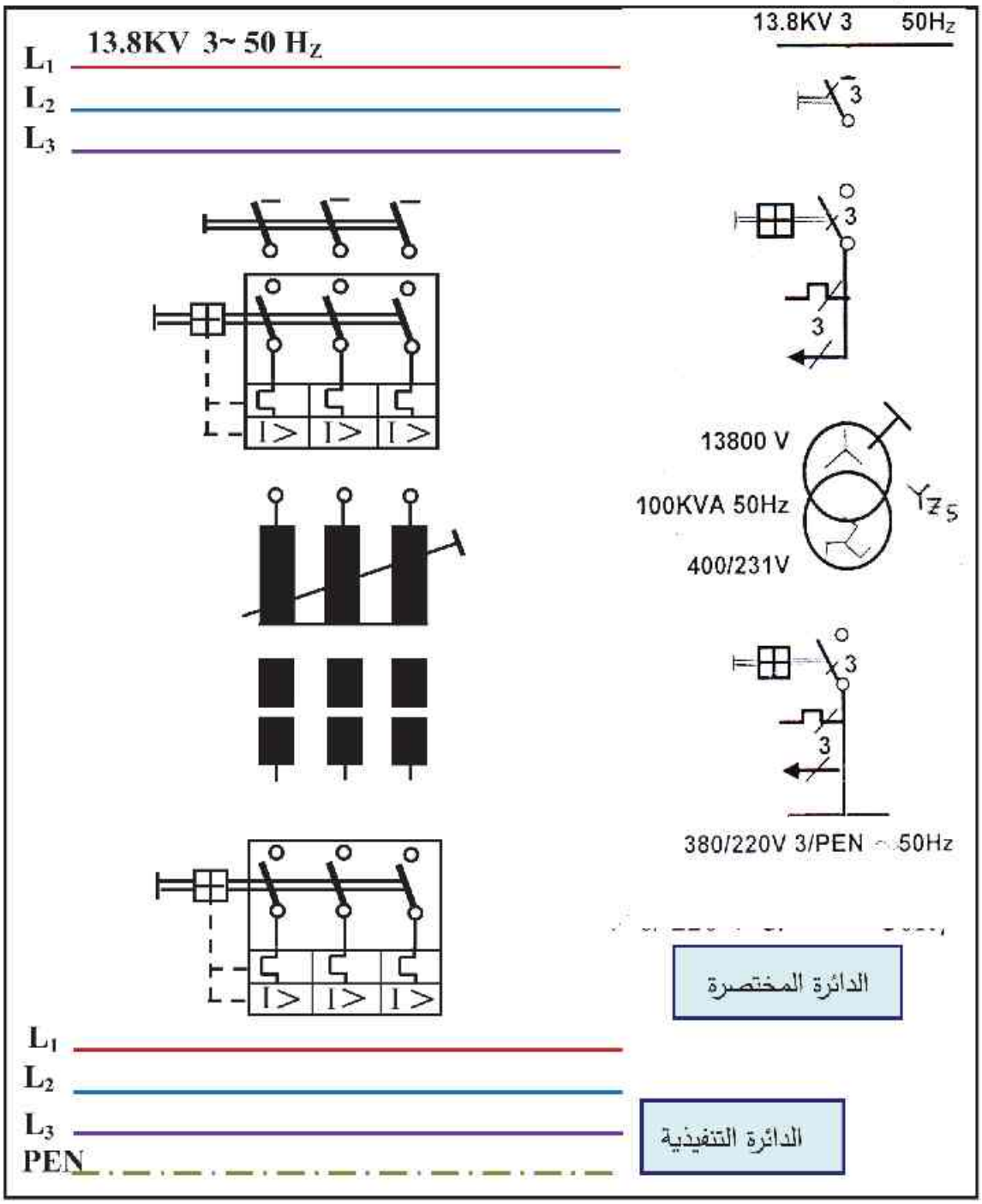
# لوحة رقم (16) محولات توزيع ثلاثية الاطوار

**المثال** توجد انواع من المحولات منها يستعمل في توزيع الجهد والتيار، والمستعملة في المناطق السكنية والمصانع، والرسم ادناه يمثل محول توزيع ثلاثي الاطوار( $YY_6$)، وتمثل هذه الدائرة المراحل التي يتم فيها تجهيز المستهلك بالطاقة الكهربائية، تبدأ من الشبكة ثم مصهرات ثم محول لخفض الجهد ثم مفتاح حماية ثم المستهلك، وتوصل نقطة التعادل ($M_P$) الى الارض. وفي الجانب الاخر الدائرة المختصرة للدائرة الكاملة.



## التمرين رقم (16) محولات توزيع ثلاثية الاطوار

ارسم دائرة كهربائية لتجهيز المستهلك من شبكة الجهد العالي والمراحل التي تمر بها الى المستهلك من اجهزة حماية. وتحتوي على شبكة رئيسة من ثلاث خطوط ($L_1$ ,$L_2$ ,$L_3$) ثم الى مفتاح قطع ثلاثي الطور وبعده مفتاح ثلاثي الطور ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار.

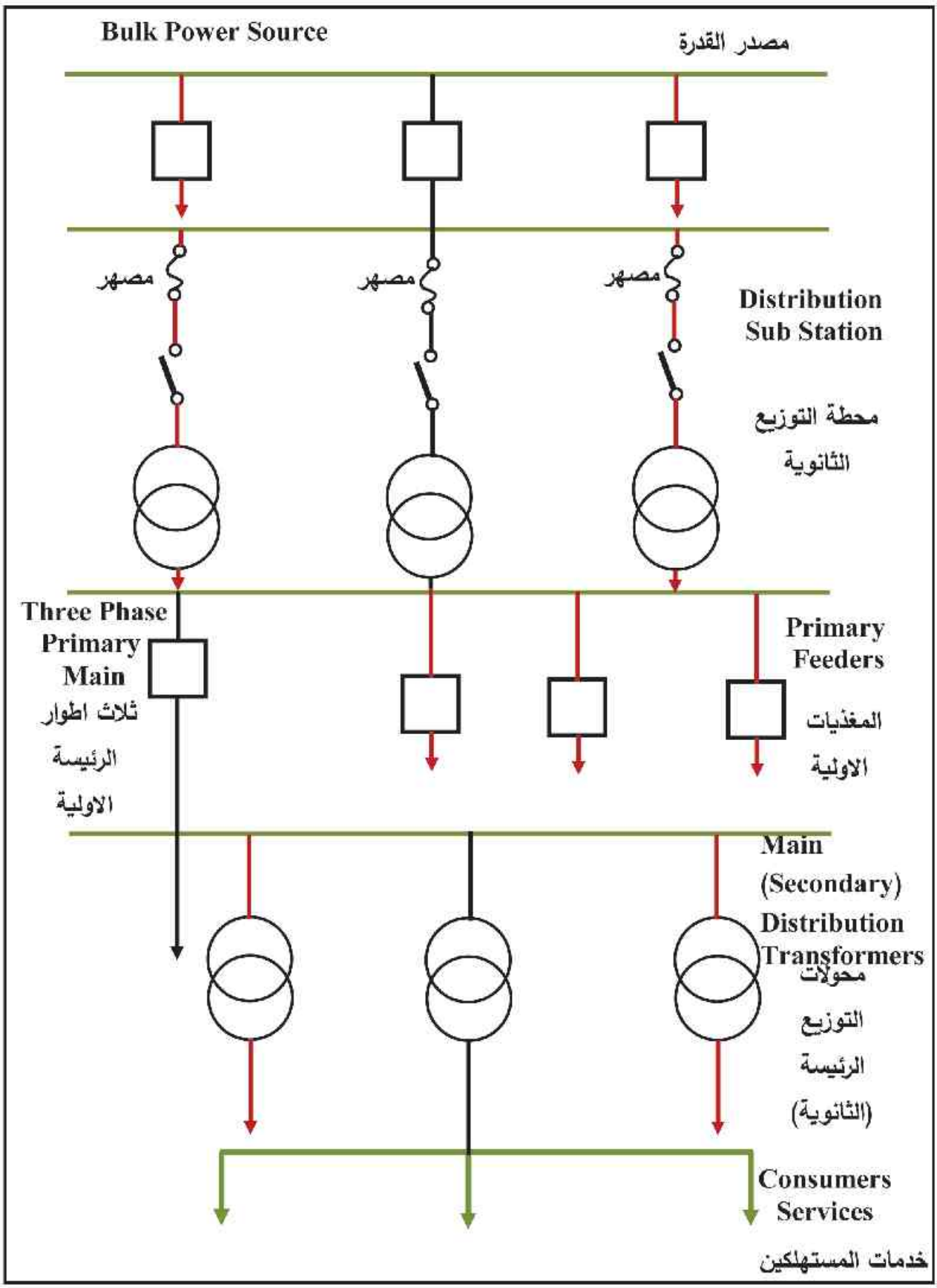


## لوحة رقم (17) منظومة التوزيع الكهربائي

# المثال

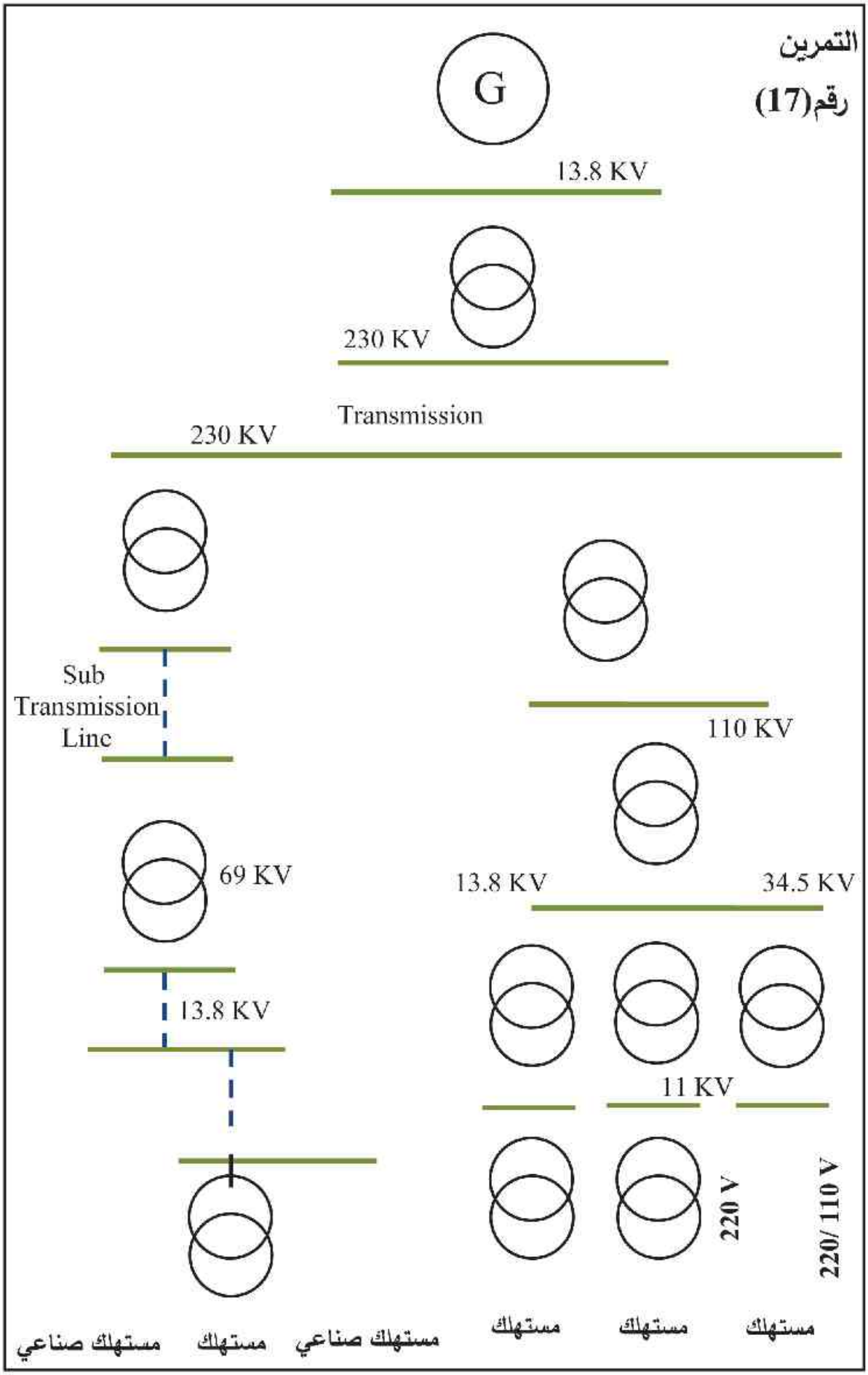
يتم توليد القدرة الكهربائية عند جهود مستويات التوليد (6.6)كيلو فولت،(11)كيلوفولت، (13.8)كيلوفولت، ثم ترفع الى جهود عالية او فائقة بوساطة محولات رفع لتصل الى مستويات الجهود على خطوط النقل والتي تتراوح بين (400) كيلوفولت الى (380 – 220-132-66) كيلوفولت، ثم تنقل عبر هذه الخطوط الى مسافات طويلة وفي المرحلة الاخيرة تغذى الاحمال الكهربائية بانواعها الصناعية والتجارية والسكنية من خلال الخفض المتدرج لهذه الجهود العالية بوساطة محولات خفض لتصل الى مستويات التوزيع الابتدائي (6.6- 11- 13.8- 20-33) كيلوفولت او مستويات التوزيع الثانوي (220/110) فولت او (380/220) فولت. أدناه نموذج توزيع لجزء من شبكة توزيع كهربائية.

أجزاء منظومة التوزيع الكهربائي



**التمرين**

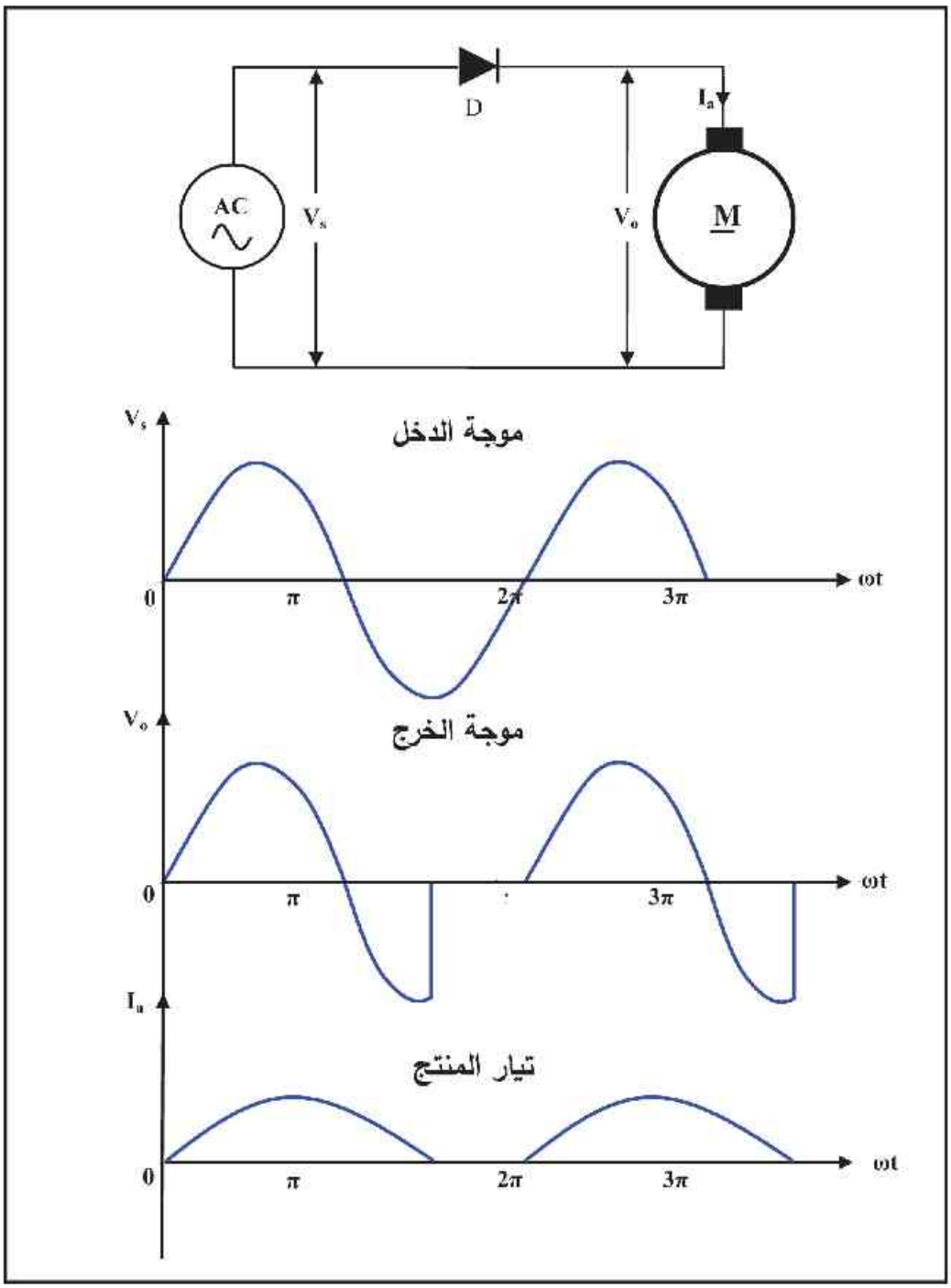
**رقم(17)**



## لوحة رقم (18) تشغيل محركات التيار المستمر من خلال موحد احادي الطور

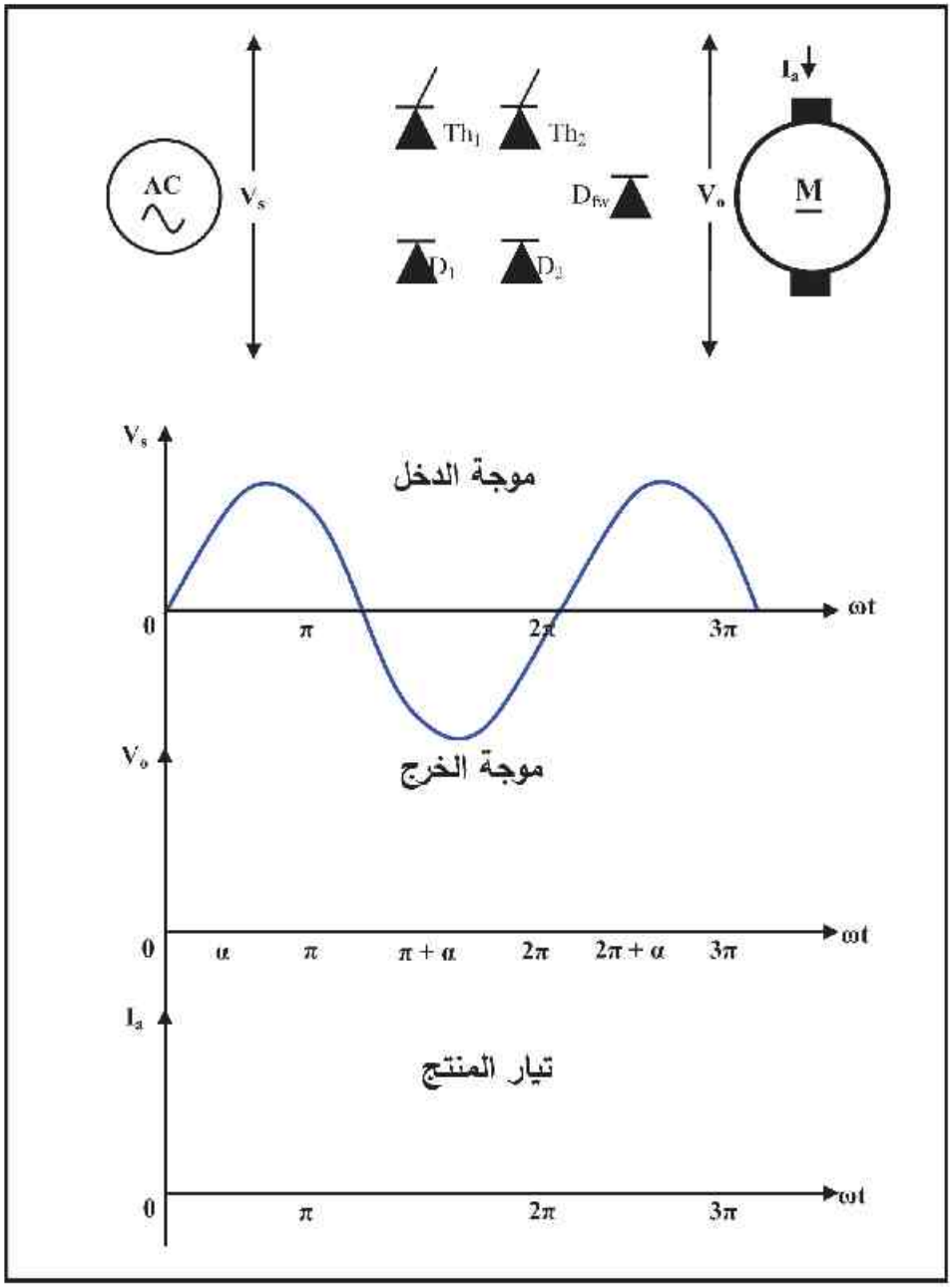
### المثال

تعد هذه الدائرة من ابسط دوائر تدويرمحركات التيار المستمر، حيث يتم تغذية ملفات المنتج عن طريق موحد نصف الموجة غير محكوم متصل بمصدر التيار المتناوب ،اما ملفات المجال المغناطيسي يتم تغذيتها عن طريق مصدر تيار مستمر منفصل والشكل ادناه يوضح الدائرة الكهربائية وموجة فولتية الدخل والخرج مع تيار المنتج.



## التمرين رقم (18) التدوير من خلال موحد احادي الطور موجه كاملة نصف

ارسم دائرة تتكون من موحد عدد اثنان وثايروستورعدد اثنان والمجموعة متصلة على شكل قنطرة ، حيث يتم قدح كل من الثايرستورالاول ($Th_1$) بزاوية قدح ($\alpha$) خلال النصف الموجب من موجة الدخل ($0-\pi$) بينما يبقى الثايرستور الثاني ($Th_2$)في حالة أطفاء ، اما خلال النصف السالب من الموجة يتم قدح الثايرستورالثاني بزاوية قدح ($\pi+\alpha$) وفي هذه الحالة يكون الثايرستورالاول($Th_1$) في حالة أطفاء. اما موحد الانطلاق الحر($D_{fw}$) الموبوط بالتوازي مع المحرك فيعمل على حماية الدائرة وارسم موجة فولتية الدخل والخرج مع تيار المنتج.

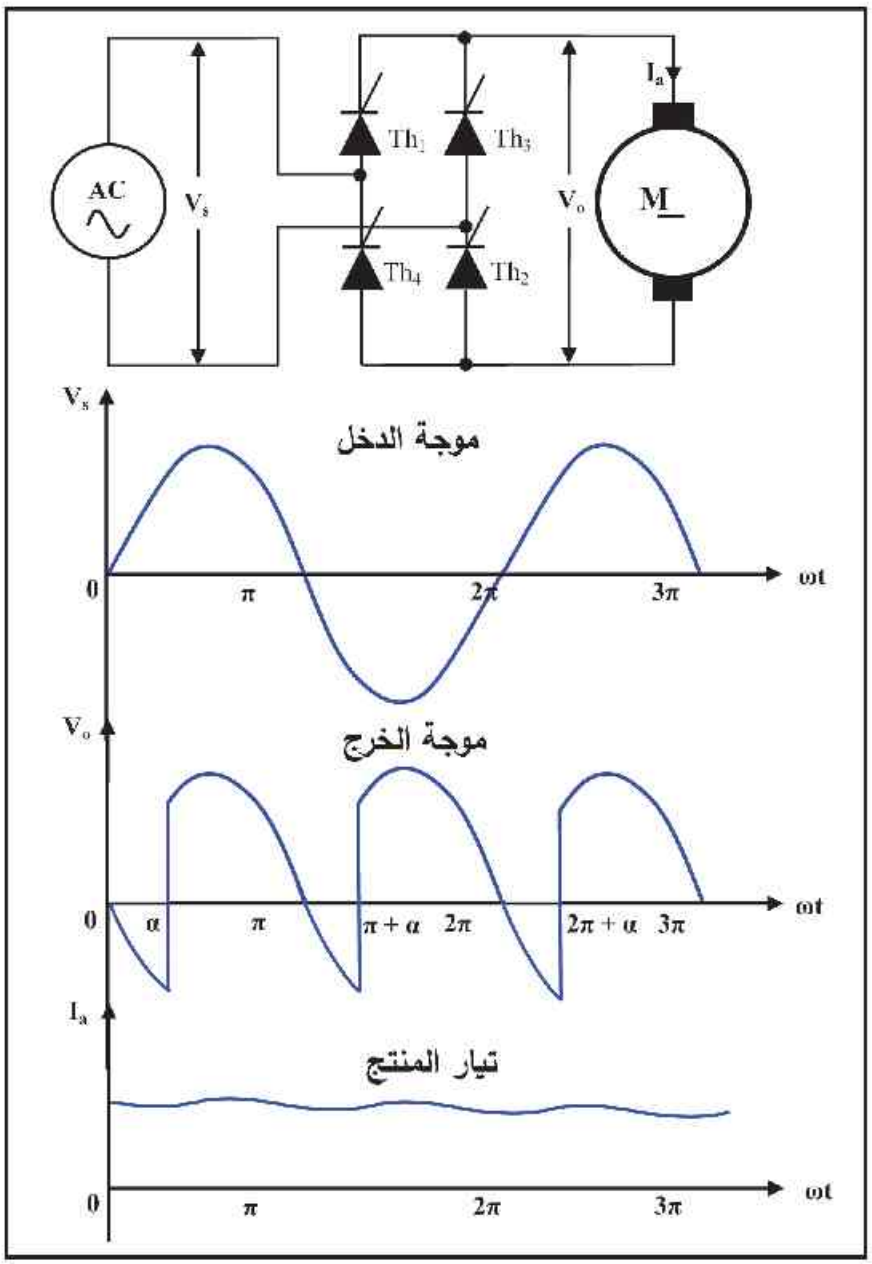


# لوحة رقم (19) التدوير من خلال موحد احادي الطور

## موجه كاملة محكوم

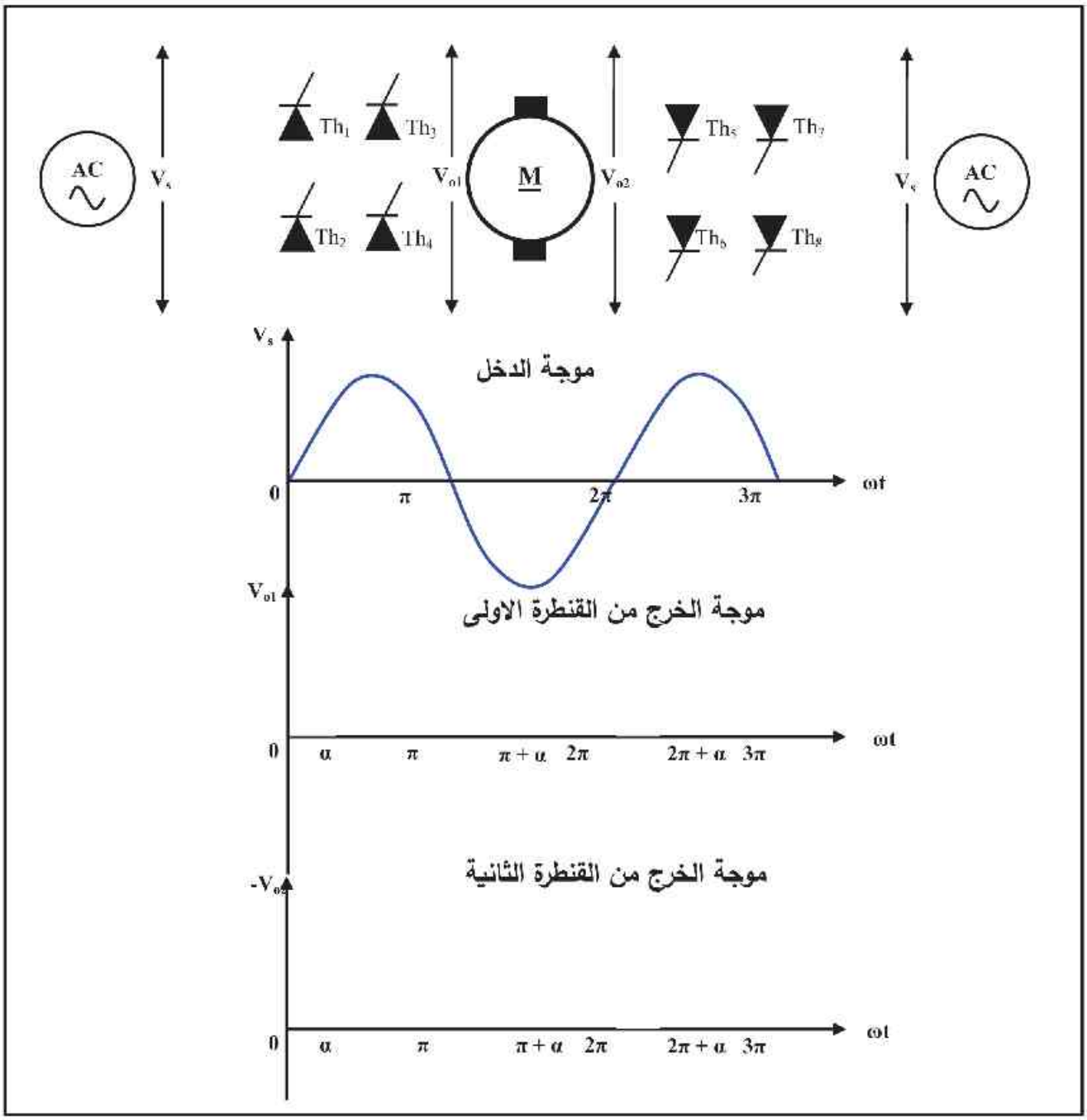
### المثال

تتكون هذه الدائرة من أربعة ثايروستوات مربوطة على شكل قنطرة، حيث يتم قدح كل من الثايرستورالاول ($Th_1$) والثايرستور الثاني ($Th_2$) بزاوية قدح ($\alpha$) خلال النصف الموجب من موجة الدخل ($\pi$-0)، بينما يبقى الثايرستور الثالث ($Th_3$) والثايرستور الرابع ($Th_4$) في حالة أطفاء، اما خلال النصف السالب من موجة الدخل ($2\pi$ -$\pi$) يتم قدح الثايرستورالثالث ($Th_3$) والثايرستور الرابع ($Th_4$) بزاوية قدح ($\pi$ +$\alpha$) وفي هذه الحالة يكون الثايرستورالاول ($Th_1$) والثايرستور الثاني ($Th_2$) في حالة أطفاء والشكل ادناه يوضح الدائرة الكهربائية وموجة فولتية الدخل والخرج مع تيار المنتج.



## التمرين رقم (19) التدوير من خلال موحد احادي الطور موجه كاملة محكوم مزدوج

ارسم دائرة كهربائية تستخدم فيها ثمانية ثايرستورات في بناء قنطرتين متعاكستين، بحيث تعمل القنطرة الاولى على توليد فولتية خرج موجبة بينما تعمل القنطرة الثانية على توليد فولتية خرج سالبة ومن خلال تغيير زاوية قدح الثايرستور (α) للفترة الزمنية (π-0) يتم التحكم بفولتية الخرج. وارسم موجة فولتية الدخل والخرج من القنطرة الاولى والثانية.



## لوحة رقم (20) رسم ثلاث موجات جيبية

### المثال

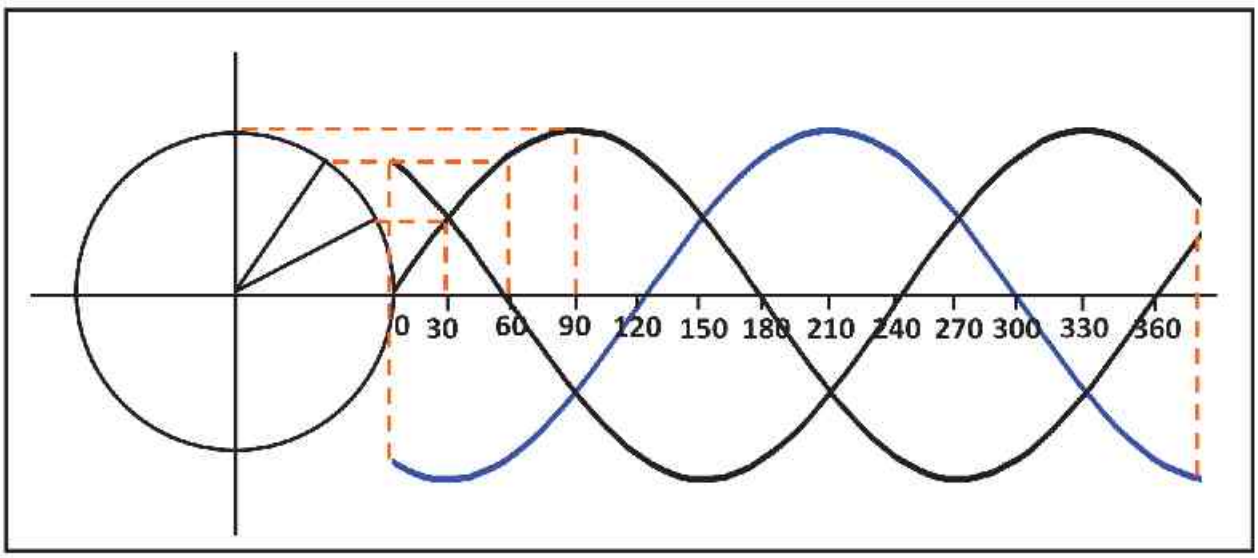
سبق ان تعلمت في المرحلة السابقة طريقة رسم الموجة الجيبية التي تمثل التيار المتناوب الاحادي الطور، وفي هذا المثال ستتعلم طريقة رسم التيار المتناوب ثلاثي الاطوار الذي يُمثل بثلاث موجات جيبية بينها فرق بالطور بزاوية (120°).

ارسم دائرة نصف قطرها (42) ملم. ارسم خطين متعامدين يمران بمركز الدائرة. قسّم كل ربع دائرة الى قسمين متساويين، (برسم خطوط تنبع من مركز الدائرة)، لاحظ الشكل أدناه. ارسم خط مستقيم ودرجّه من (صفر° الى 360°)، باقسام متساوية كل ثلاثين درجة مثلا أو تقسيمات أصغر (للحصول على موجة أدق)،اسقط تقسيمات الدائرة على الخطوط العمودية المرسومة من تقسيمات الخط الافقي، وحدد نقاط الالتقاء، بعد الانتهاء من التسقيط ارسم الموجة الجيبية الناتجة.

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

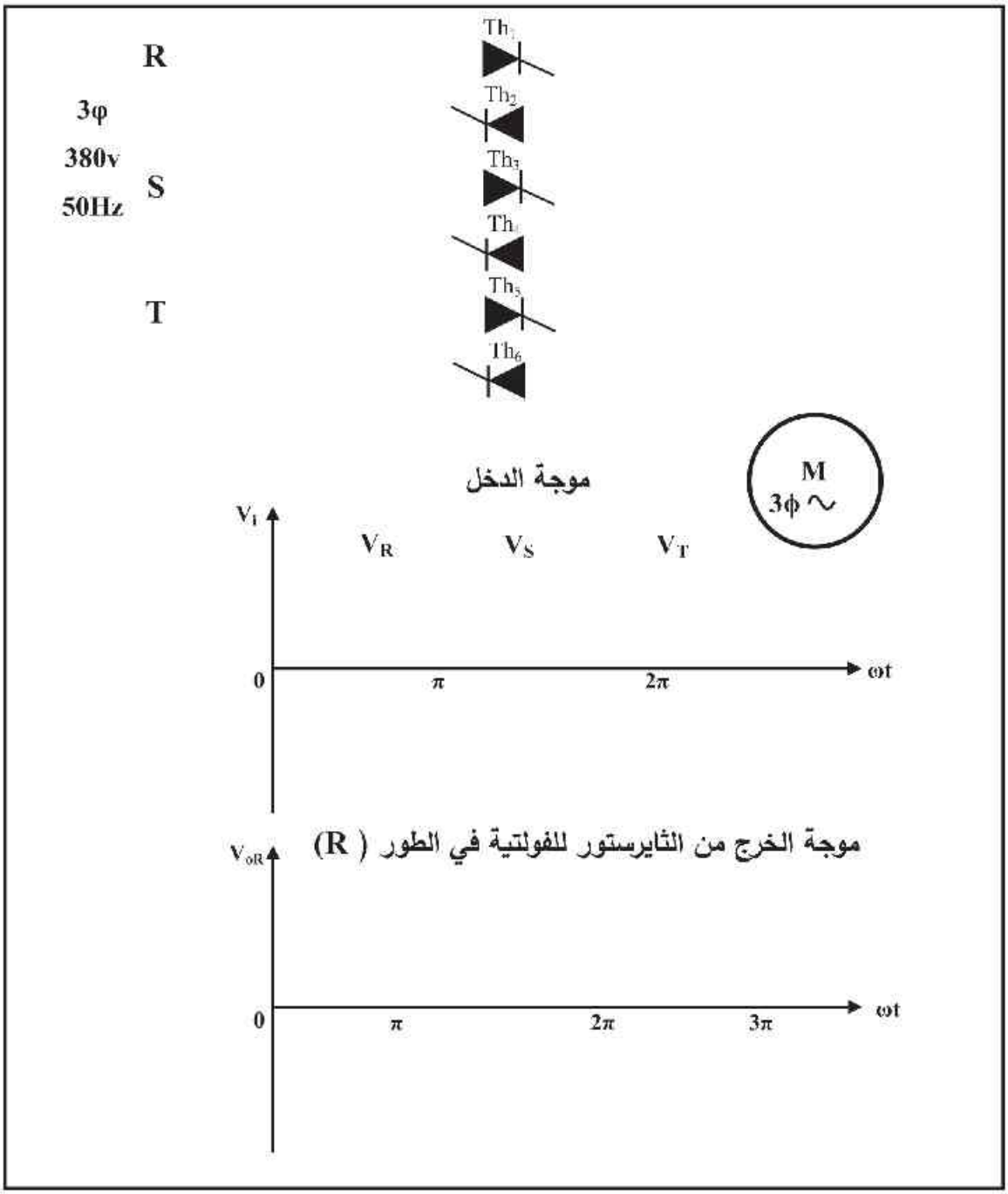
بعد ان اكملت رسم موجة جيبية واحدة تبدأ من الصفر، يمكنك رسم موجة ثانية تبدأ من الزاوية 120 ° (حيث تعتبر زاوية صفر لها)، اكمل رسم الموجة باتجاه اليمين الى غاية الزاوية 380 °، ثم ارجع الى الجهة اليسرى لاكمال نفس الموجة لغاية صفر °. ارسم موجة ثالثة تبدأ من الزاوية 240 ° (حيث تعتبر زاوية صفر لها)، وكرر نفس خطوات اكمال رسم الموجة الثالثة كما رسمت الموجة الثانية.

وهكذا يمكنك رسم عدد من الموجات بفرق طور بينهما زاوية معلومة..



## التمرين رقم (20) التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق

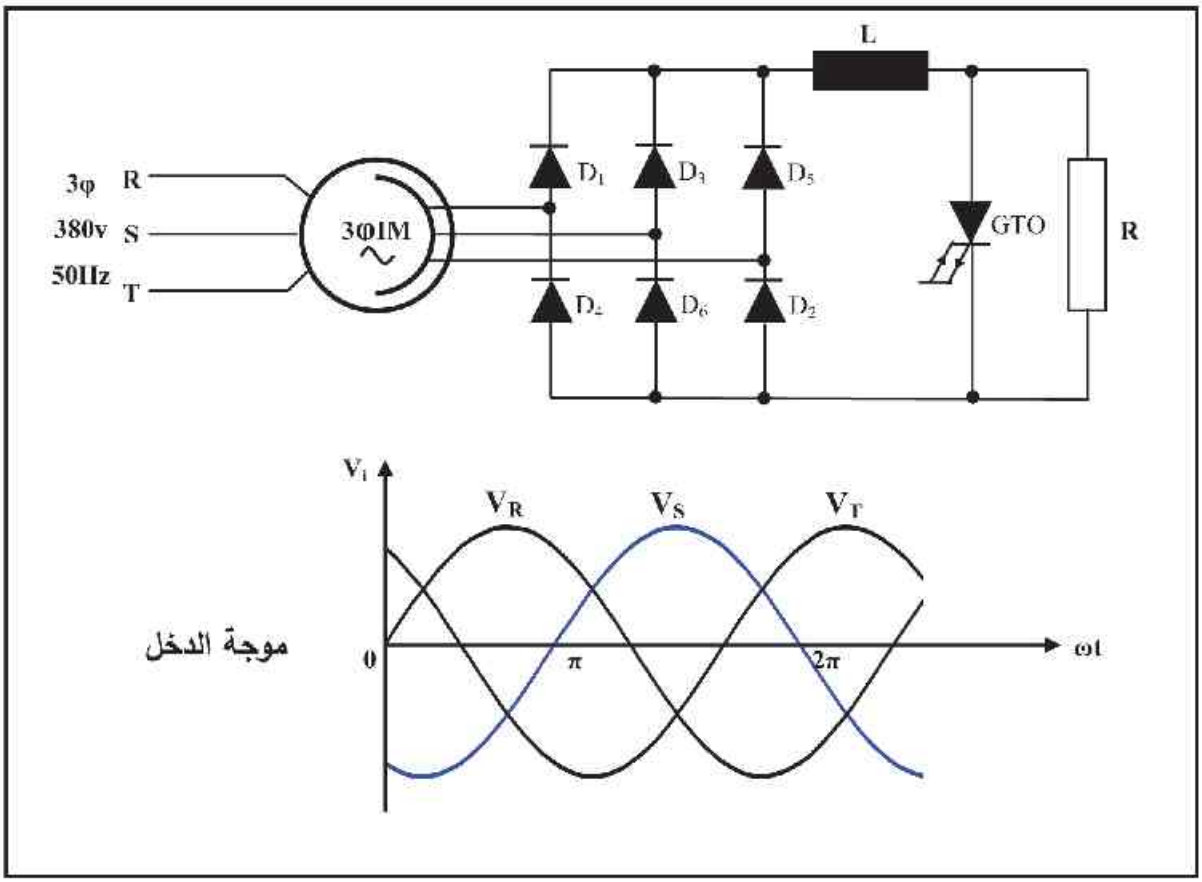
ارسم دائرة سيطرة على سرعة محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي من خلال تغيير الفولتية المجهزة للعضو الثابت باستخدام ثايرستوران مربوطان بشكل متعاكس مع كل طور من أطوار المحرك، حيث يتم تغيير الفولتية المجهزة للمحرك من خلال تغيير زاوية قدح الثايرستور(α)، كما تستخدم هذه الدائرة في تقليل تيار البدء في المحركات الكبيرة الحجم. وارسم موجة الدخل والخرج للفولتية من الثايرستور في الطور (R) .



## لوحة رقم (21) التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الدوار

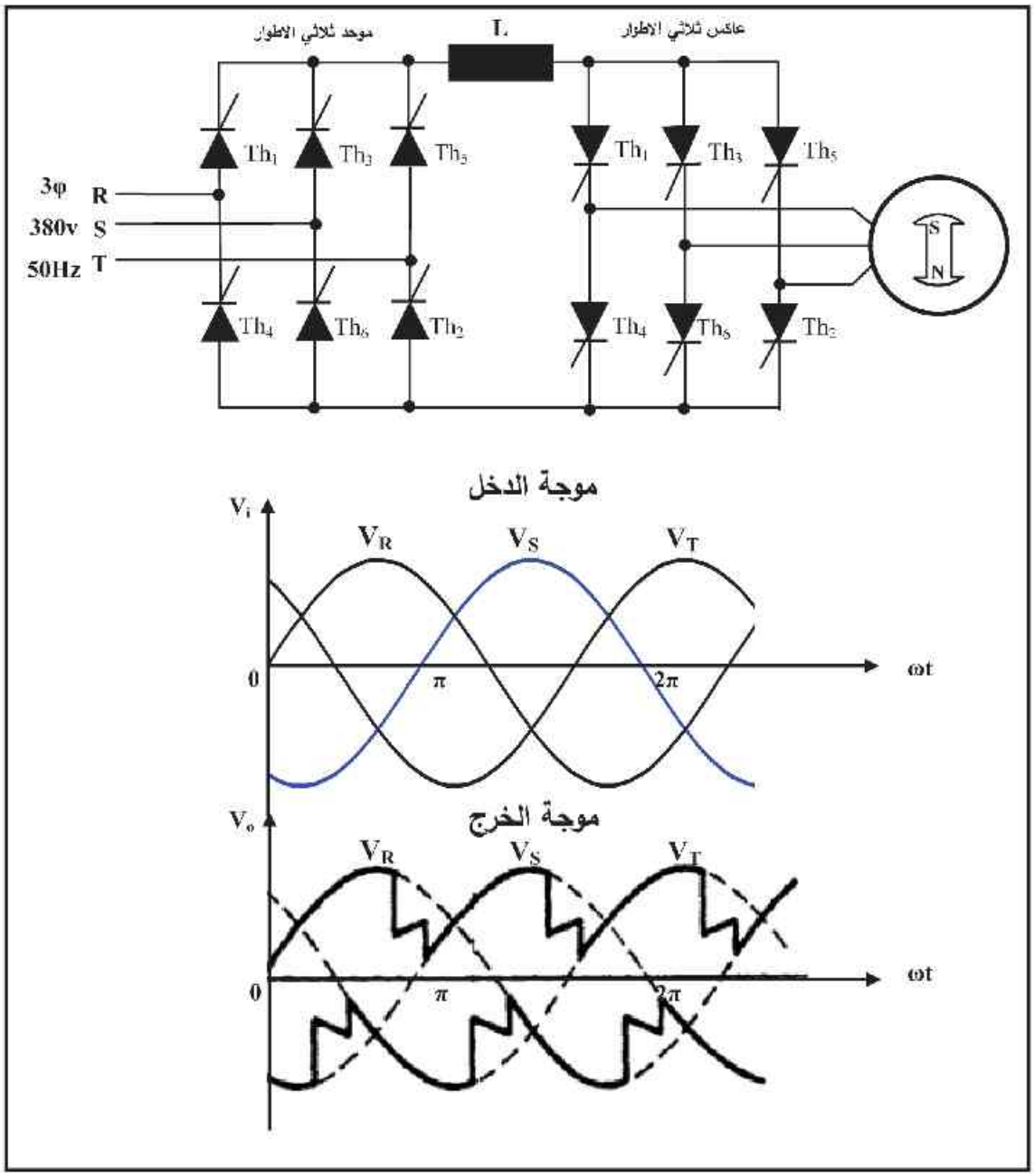
### المثال

الدائرة الكهربائية التي تستخدم في السيطرة على سرعة المحركات الحثية الثلاثية الاطوار ذو الحلقات الانزلاقية الصغيرة الحجم من خلال تغيير مقاومة العضو الدوار بوساطة دائرة موحد ثلاثي الاطوار متصل بالتوازي مع ثايرستور نوع (GTO) ومقاومة، بحيث يتم تغيير مقاومة العضو الدوار للمحرك من اقل قيمة الى اعلى قيمة عن طريق التحكم في زاوية تشغيل واطفاء الثايرستور، مع رسم موجة الدخل.



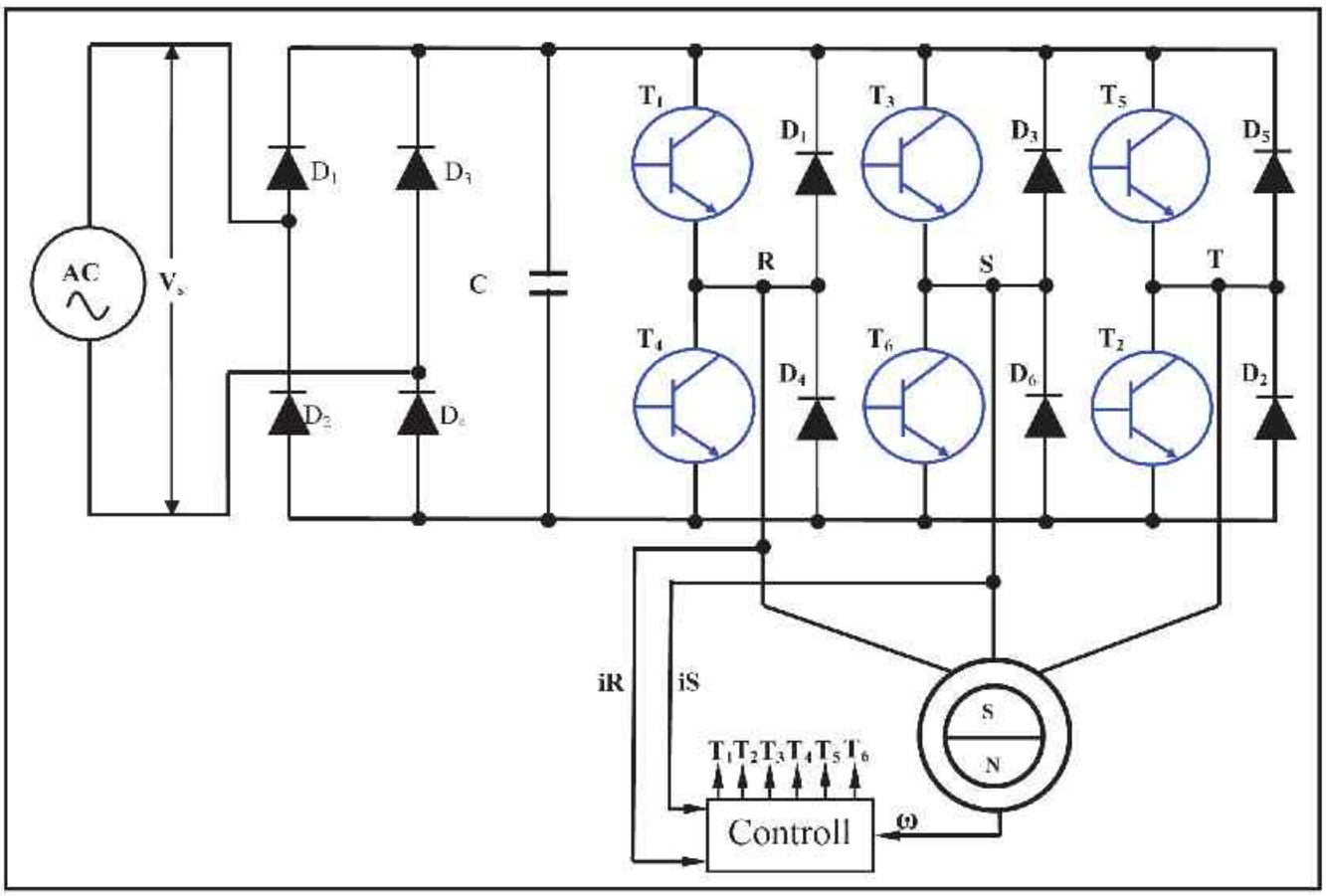
# التمرين رقم (21) أ التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار

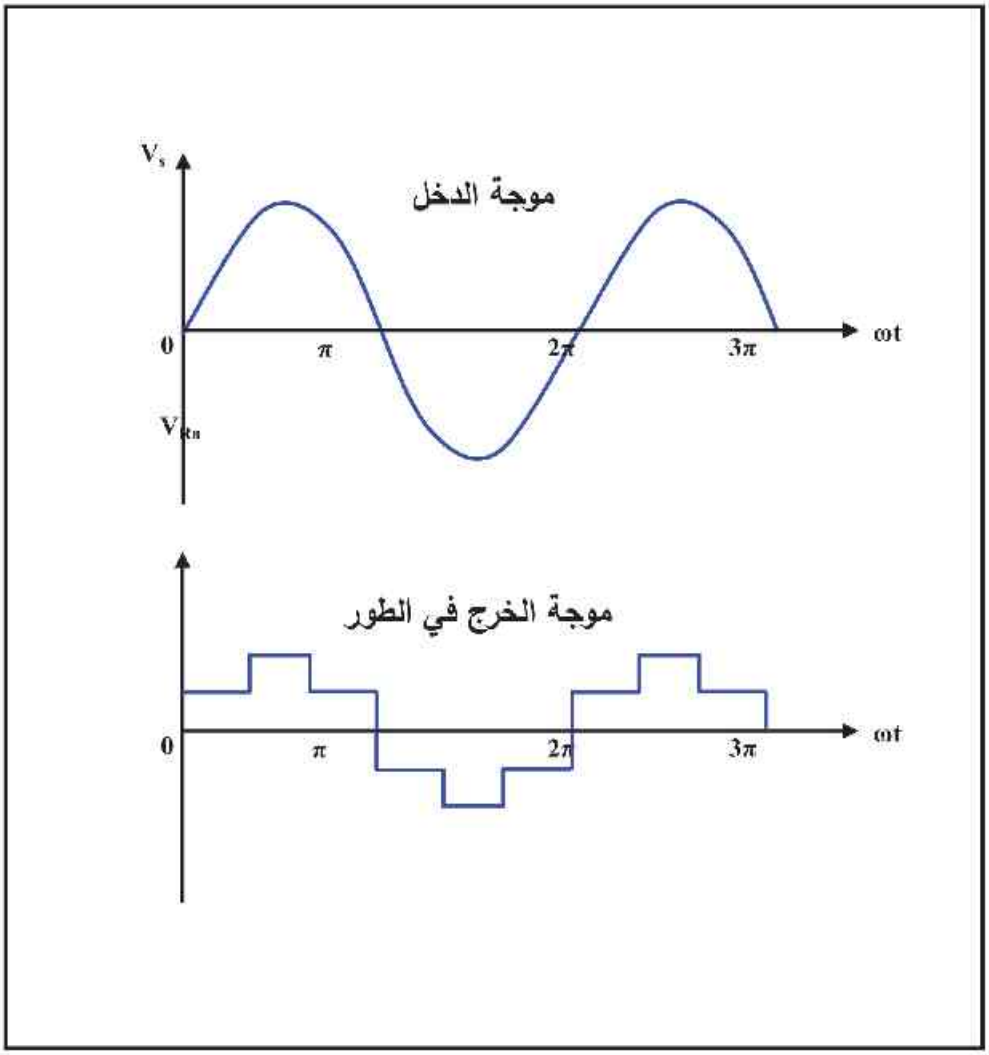
تعد هذه الدائرة من انظمة السيطرة المفتوحة على سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار حيث تتكون الدائرة الكهربائية من موحد ثلاثي الاطوار محكوم متصل مع عاكس ثلاثي الاطوار عن طريق محاثة كهربائية تعمل كمصدر للتيار، حيث يتم السيطرة على سرعة المحرك من خلال تغيير قيمة الفولتية والتردد المجهزة للمحرك وذلك عن طريق التحكم بزاوية قدح الثايرستور(α) لدائرة الموحد والعاكس. ارسم الدائرة الكهربائية التي توضح ذلك ، مع رسم موجة الدخل والخرج للفولتية المجهزة للمحرك.



# التمرين رقم (21) ب التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي ذو المغناطيس الدائم باستخدام عاكس مصدر فولتية

يعد المحرك التزامني ذو المغناطيس الدائم من المحركات الكهربائية الشائعة الاستخدام في الوقت الحاضر بسبب ارتفاع كفاءة وعزم المحرك . ان الفرق الرئيسي بين هذا المحرك والمحرك التزامني في االلوحة السابقة هواستخدام المغناطيس الدائم في توليد المجال المغناطيسي للمحرك بدل عن ملفات المنتج والتي تتغذى عن طريق مصدر تيار مستمر خارجي . تتألف دائرة السيطرة من موحد قنطرى احادي الطورغير محكوم يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر ،حيث يتم ترشيح التيار الخارج من الموحد عن طريق متسعة متصلة بالتوازي مع الموحد القنطري ومن ثم تحويل هذا التيار الى تيار متناوب متغيير الفولتية والتردد حسب السرعة المطلوبة باسخدام عاكس ثلاثي الاطوار مؤلف من ستة ترانستورات وموحدات ، يتم تشغيل واطفاء تلك الترانستورات باستخدام مسيطر (controller) والذي يتم تجهيزة بتيار لطورين من اطوار المحرك بلاضافة الى سرعة المحرك الفعلية المقاسة باستخدام مقايس السرعة ارسم الدائرة الكهربائية التي توضح ذلك مع رسم موجة الدخل والخرج للفولتية المجهزة للمحرك في الطور(R).




موجة الدخل
$V_s$
0
π
2π
3π
ωt
$V_{Rn}$
موجة الخرج في الطور
0
π
2π
3π
ωt