جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي
الصناعي / الكهرباء
الثالث

تاليف

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 السادسة 1445 هـ - 2023 م



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

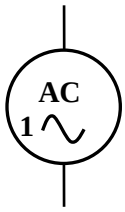
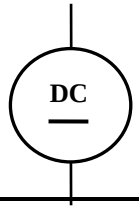
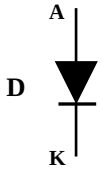
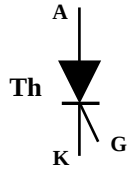
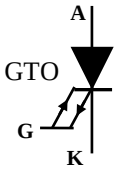
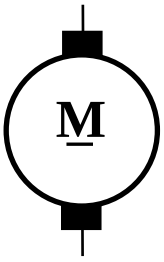
2010

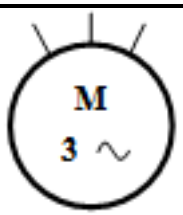
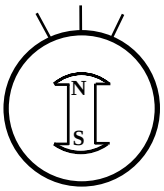
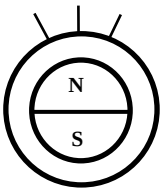
محتويات الكتاب

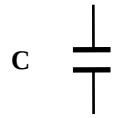
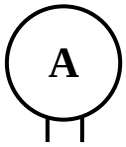
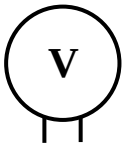
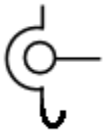
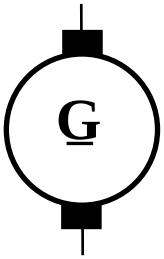
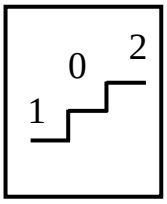
ت	اسم الموضوع	رقم الصفحة
1	المقدمة	3
2	محتويات الكتاب	4
3	لوحة رقم (1) الرموز الكهربائية	6
4	**لوحة رقم (2) مولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة**	10
5	تمرين رقم (2) مولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة يدور بوساطة محرك تيار مستمر نوع (توازي)	11
6	لوحة رقم (3) دائرة مرحل كهربائي بسيط	12
7	تمرين رقم (3) تشغيل محرك ثلاثي الاطوار باستخدام المرحل	13
8	لوحة رقم (4) أ التوصيلة الكاملة والمختصرة للجزء الساكن والدوار لمحرك حثي ثلاثي الاطوار	14
9	لوحة رقم (4) ب المفتاح الاتوماتيكي لحماية المحرك (مغناطيسي حراري ضد زيادة التيار)	16
10	تمرين رقم (4) تشغيل محرك تيار متناوب ثلاث اطوار ذو القفص السنجابي	17
11	لوحة رقم (5) توصيلة مفتاح اعتيادي ودوار لتغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي	18
12	تمرين رقم (5 أ) تغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام مفتاح دوار	20
13	تمرين رقم (5 ب) تغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام مفتاح اعتيادي	21
14	لوحة رقم (6) تشغيل محرك ثلاثي الاطوار باستخدام الموصل الهوائي	22
15	تمرين رقم (6) عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الاطوار باستخدام الموصلات الهوائية	24
16	لوحة رقم (7) محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي	26
17	تمرين رقم (7) تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام موصل هوائي من موقعين	27
18	لوحة رقم (8) توصيلة مفتاح (نجمة – مثلث) اعتيادي ودوار	29
19	تمرين رقم (8 أ) تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح (نجمة– مثلث) دوار	31
20	تمرين رقم (8 ب) تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح (نجمة– مثلث) اعتيادي	32
21	لوحة رقم (9) دائرة تشغيل محرك ثلاث اطوار(نجمة– مثلث) باستخدام الموصلات الهوائية	33
22	تمرين رقم (9) تشغيل محرك ثلاث اطوار(نجمة– مثلث) باستخدام الموصلات الهوائية والمؤقت الزمني	34
23	لوحة رقم (10) تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو الحلقات الانزلاقية	35
24	تمرين رقم (١٠) تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوارذو حلقات انزلاقية	37
25	لوحة رقم (11) توصيلة دالندر لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي بسرعتين	38
26	تمرين رقم (11) تغيير سرعة محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي بتغيير عدد الاقطاب باستخدام مفتاح دوار	39

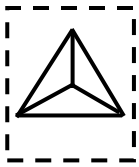
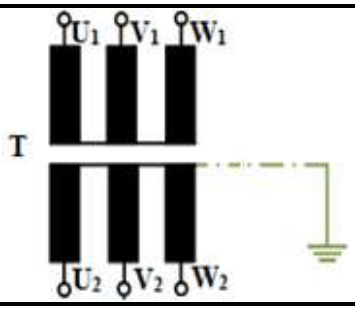
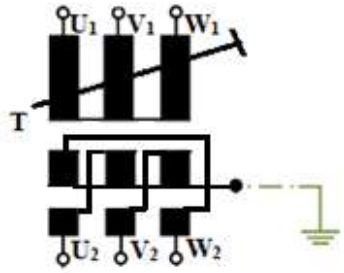
ت	اسم الموضوع	رقم الصفحة
27	لوحة رقم (12) توصيلة مولد توافقي تيار متناوب طور واحد يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر	40
28	تمرين رقم (12) توصيلة مولد تيار متناوب توافقي ثلاثي الاطوار يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر	41
29	لوحة رقم (13) مفتاح مبدل يدوي بقطب واحد وبقطبين	42
30	تمرين رقم (13) مفتاح مبدل ذو اربعة اقطاب ثلاثي الطور	43
31	لوحة رقم (14) التوصيلة الكهربائية لمفتاح التحويل الاتوماتيكي (ATS) طور واحد	44
32	تمرين رقم (14) التوصيلة الكهربائية لمفتاح التحويل الاوتوماتيكي (ATS) ثلاثة اطوار	45
33	لوحة رقم (١٥) توصيلة المحولات الكهربائية مع اجهزة التيار والجهد لمصدر تيار متناوب طورين	46
34	تمرين رقم (15) المحولات الكهربائية الثلاثية الاطوار	47
35	لوحة رقم (16) توصيلة محولات توزيع ثلاثية الاطوار نوع (YY6)	48
36	تمرين رقم (16) توصيلة محولات توزيع ثلاثية الاطوار نوع (YZ5)	49
37	لوحة رقم (17) منظومة التوزيع الكهربائي	50
38	**تمرين رقم (17) مراحل توزيع الطاقة الكهربائية**	52
39	لوحة رقم (18) تشغيل محركات التيار المستمر من خلال موحد احادي الطور نصف موجة	53
40	**تمرين رقم (18)** **تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة كاملة نصف محكوم**	54
41	لوحة رقم (19) تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة كاملة محكوم	55
42	تمرين رقم (19) تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة كاملة محكوم مزدوج	56
43	لوحة رقم (20) رسم الموجة الجيبية الثلاثية الاطوار	57
44	تمرين رقم (20) التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الجزء الساكن	58
45	لوحة رقم (21) التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الجزء الدوار	59
46	تمرين رقم (21) أ التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار بتغيير التردد	60
47	تمرين رقم (21) ب التحكم في سرعة المحرك التزامني ذو المغناطيس الدائم باستخدام عاكس مصدر فولتية ثلاثي الاطوار	61

لوحة رقم (1) الرموز الكهربائية

التسلسل	وصف الرمز الكهربائي	الرمز الكهربائي
1	مصدر تيار متناوب احادي الطور	
2	مصدر تيار مستمر	
3	ثنائي (دايود)	
4	ثايرستور	
5	ثايرستور نوع (GTO)	
6	الجزء الدوار لمحرك التيار المستمر	

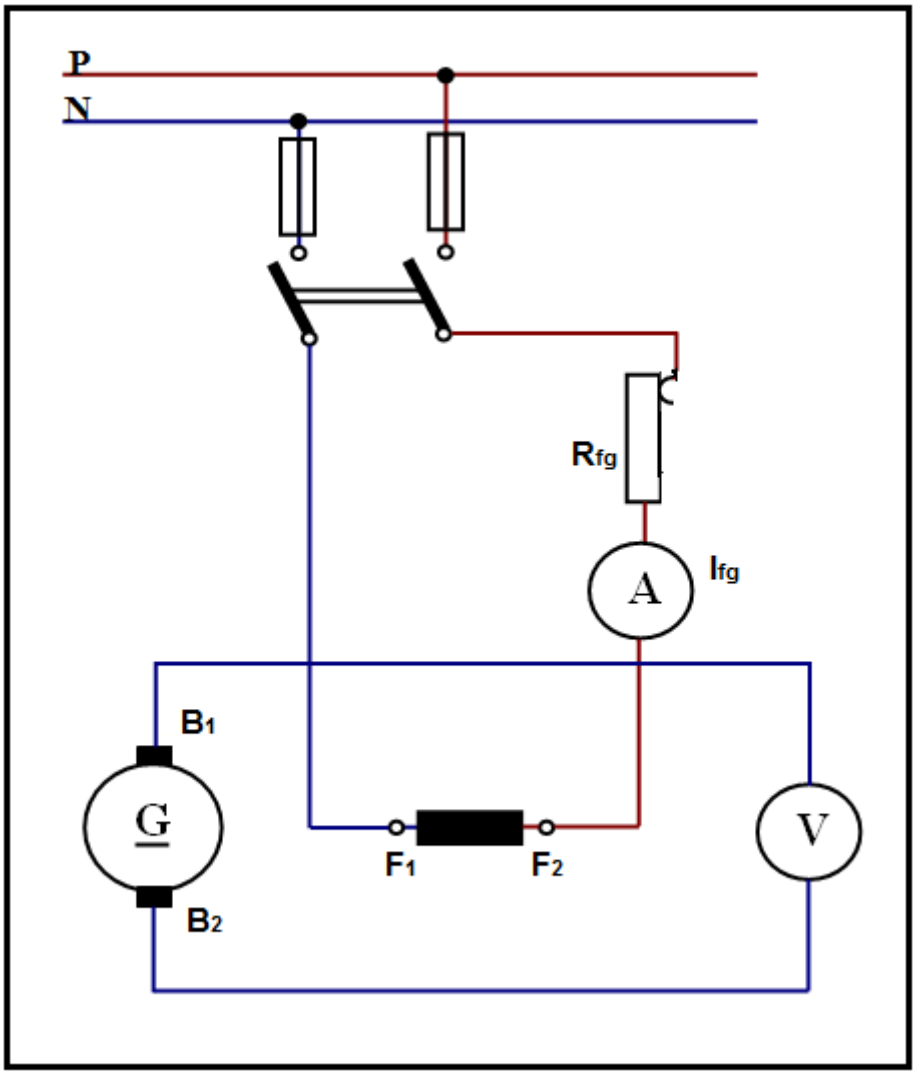
7	محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي	
8	محرك حثي ذو حلقات أنزلاقية ثلاثي الاطوار مع مقاومة بدء حركة	
9	محرك تزامني (توافقي) ثلاثي الاطوار	
10	محرك تزامني (توافقي) ثلاثي الاطوار ذو مغناطيس دائم	
11	مقاومة تنظيم المجال	
12	محول تيار	

13	محاثة كهربائية	
14	متسعة	
15	جهاز قياس التيار	
16	جهاز قياس الجهد	
17	قاطع كهرومغناطيسي عند التيار الزائد	
18	الرمز المختصر لمحولة تيار ومحول جهد	
19	الجزء الدوار لمولد التيار المستمر	
20	الرمز المختصر لمفتاح تغيير اتجاه دوران المحرك له ثلاثة اوضاع	
21	مصباح	

22	الرسم المختصر لمفتاح (نجمة – مثلث)	
23	محول ثلاثي الاطوار نوع (YY6)	
24	محول ثلاثي الاطوار نوع (YZ5)	

لوحة رقم (2) مولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

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

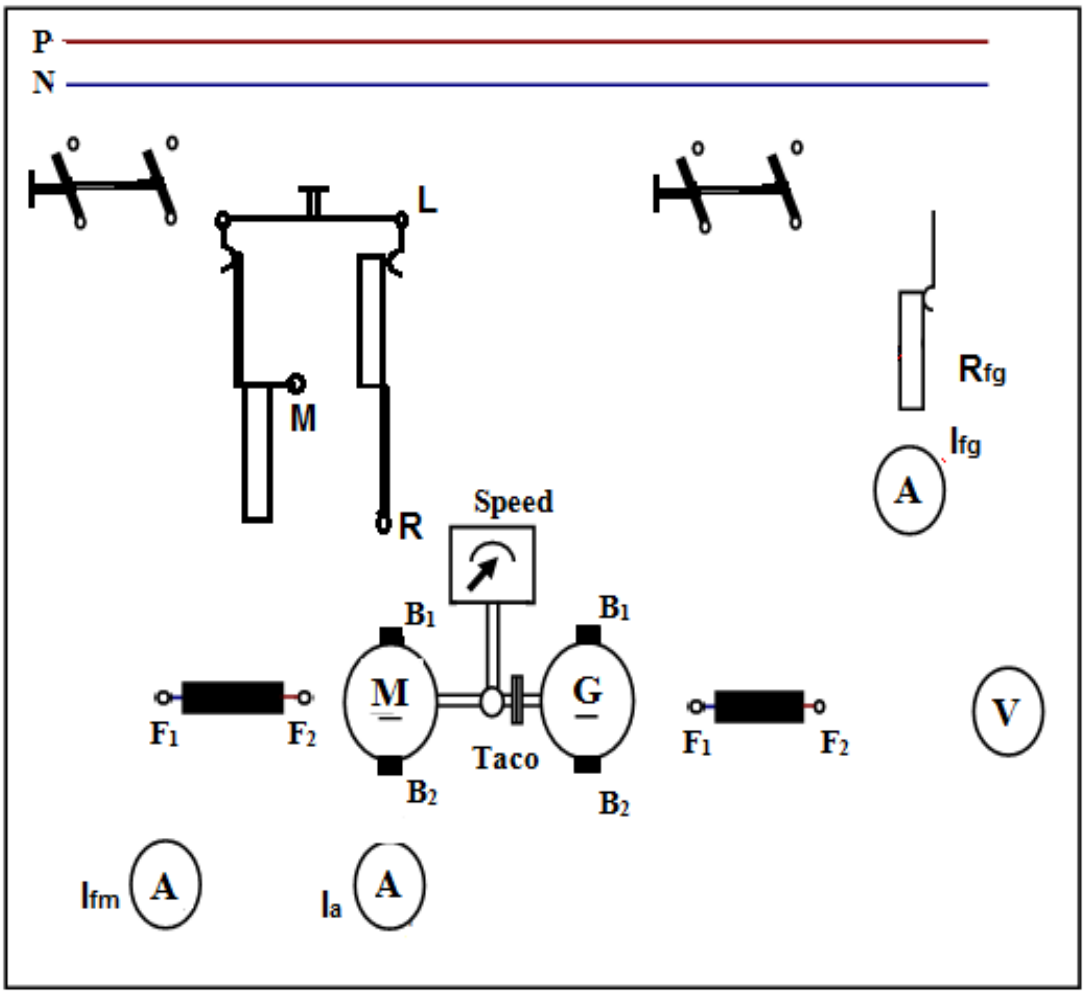


تمرين رقم (2)

مولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة يدور بوساطة محرك تيار مستمر نوع (توازي)

ارسم دائرة اللاحمل لمولد تيار مستمر ذو تغذية منفصلة، يدور بوساطة محرك تيار مستمر نوع (توازي) متصل مع المولد ميكانيكيا من خلال محور دوران، يتم تغذية المحرك بمصدر تيار مستمر (P N) عن طريق مفتاح اعتيادي ذي قطبين ومنظم بدء الحركة (RML)، وينظم جهد المولد عن طريق مقاومة تنظيم المجال ومفتاح قطبين اعتيادي منصلا بمصدر التيار المستمر. كذلك ارسم اجهزة قياس كل من.

تيار مجال المحرك (I_{fm})، تيار المنتج للمحرك (I_a)، جهاز قياس سرعة المحرك (Speed)، تيار المجال للمولد (I_{fg})، جهد المولد (V).

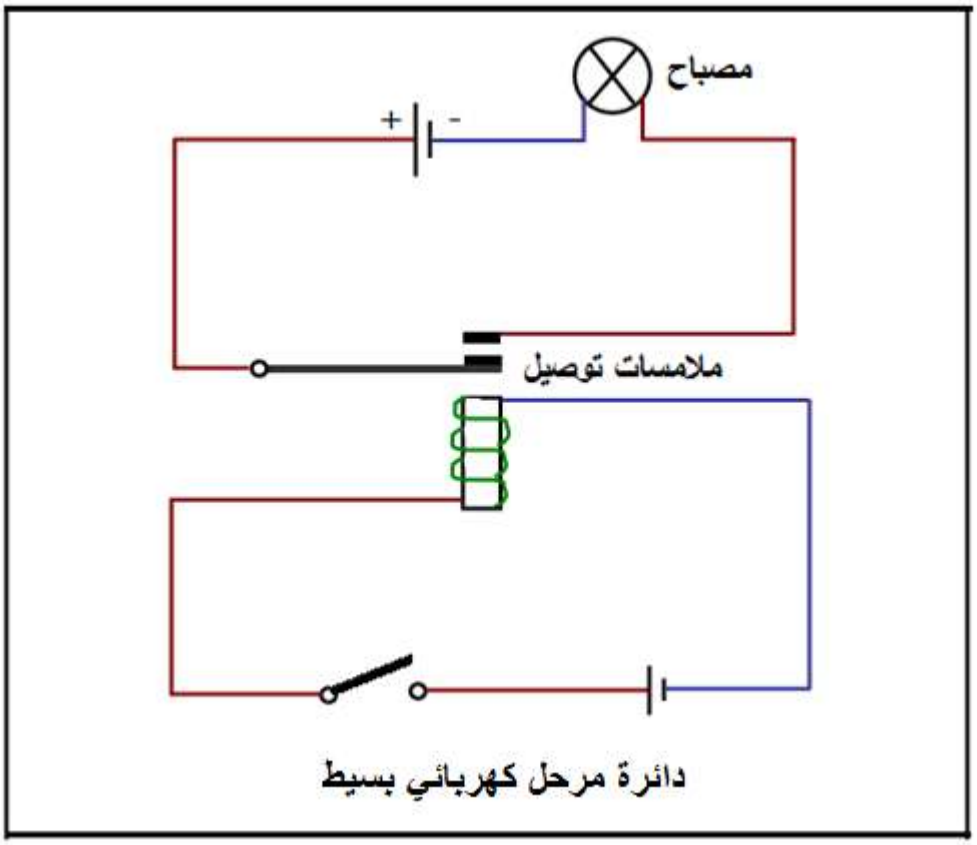


لوحة رقم (3) دائرة مرحل كهربائي بسيط

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

تحتوي الدائرة المغذية للملف على بطارية ومفتاح وملف ينشا فيه مجال مغناطيسي للتاثير على حركة قطعتين من البلاتين لتوصيلها عندما ينشا 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.

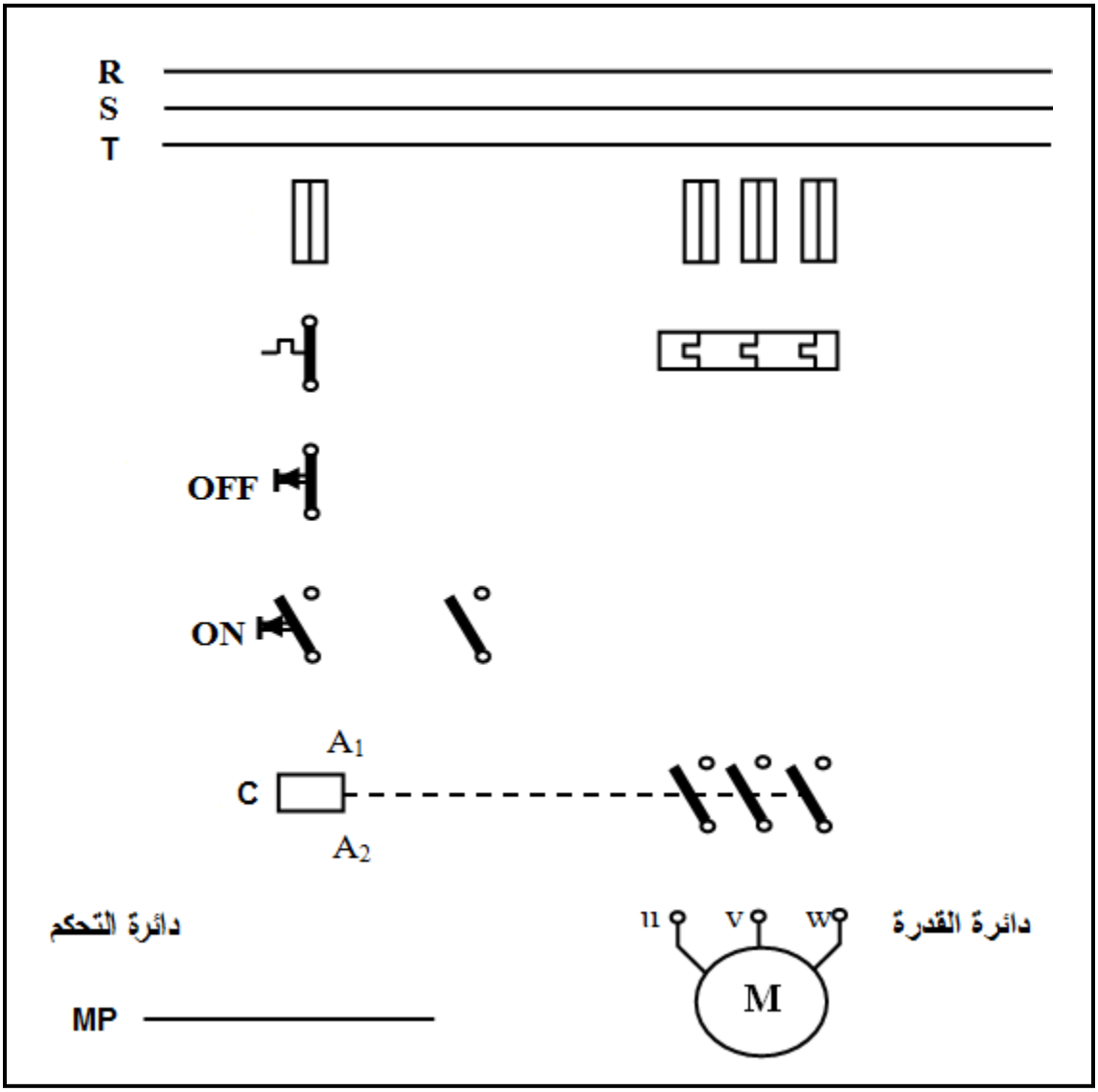
في المرحل الكهربائي تستخدم قوة المجال المغناطيسي لتحريك العضو المعدني وخلق حركة ميكانيكية لتنفيد عملية غلق وفتح الدائرة.... ويمثل الرسم ادناه مخططا بسيطاً للمرحل.



دائرة مرحل كهربائي بسيط

تمرين رقم (3) تشغيل محرك ثلاثي الاطوار باستخدام المرحل

ارسم دائرة تحكم باستخدام المرحل لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار يتغذى من شبكة تيار متناوب ثلاثي الاطوار عن طريق مصهرات وحماية حرارية باستخدام دائرة تحكم تتكون من مرحل ومفاتيح ضاغطة احدهما لتوصيل الدائرة وتشغيل المحرك (ON) والاخر لقطع التيار عن ملف المرحل واطفاء المحرك (OFF) والحماية لملف المرحل والمحرك باستخدام المصهرات.



لوحة رقم (4) أ

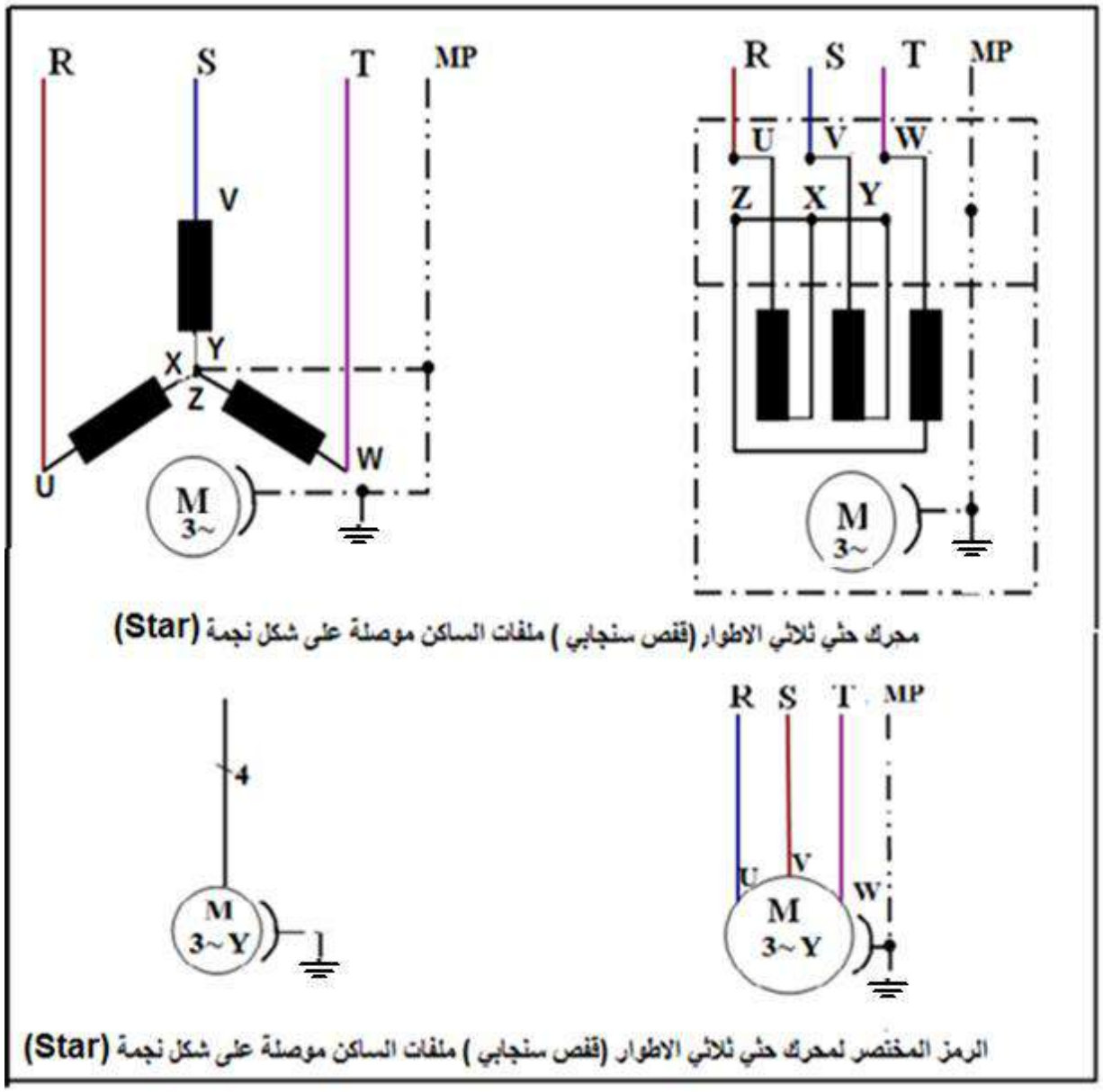
التوصيلة الكاملة والمختصرة للجزء الساكن والدوار لمحرك حثي ثلاثي الاطوار

المثال ١

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 (Star) او مثلث (Delta).

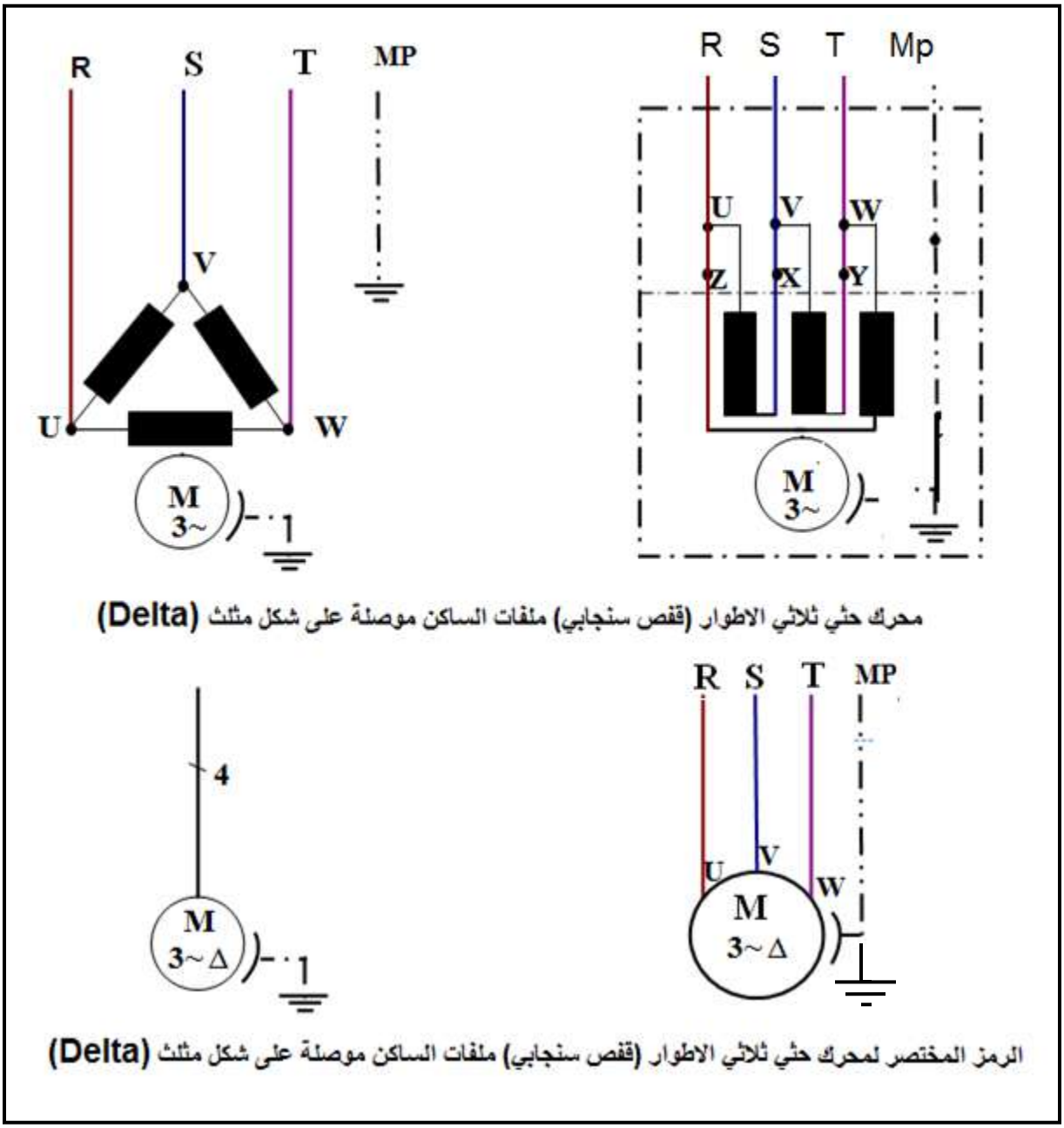
الجزء الدوار: يرسم على شكل دائرة، كما مبين في الرسم.



محرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي) ملفات الساكن موصلة على شكل نجمة (Star)

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

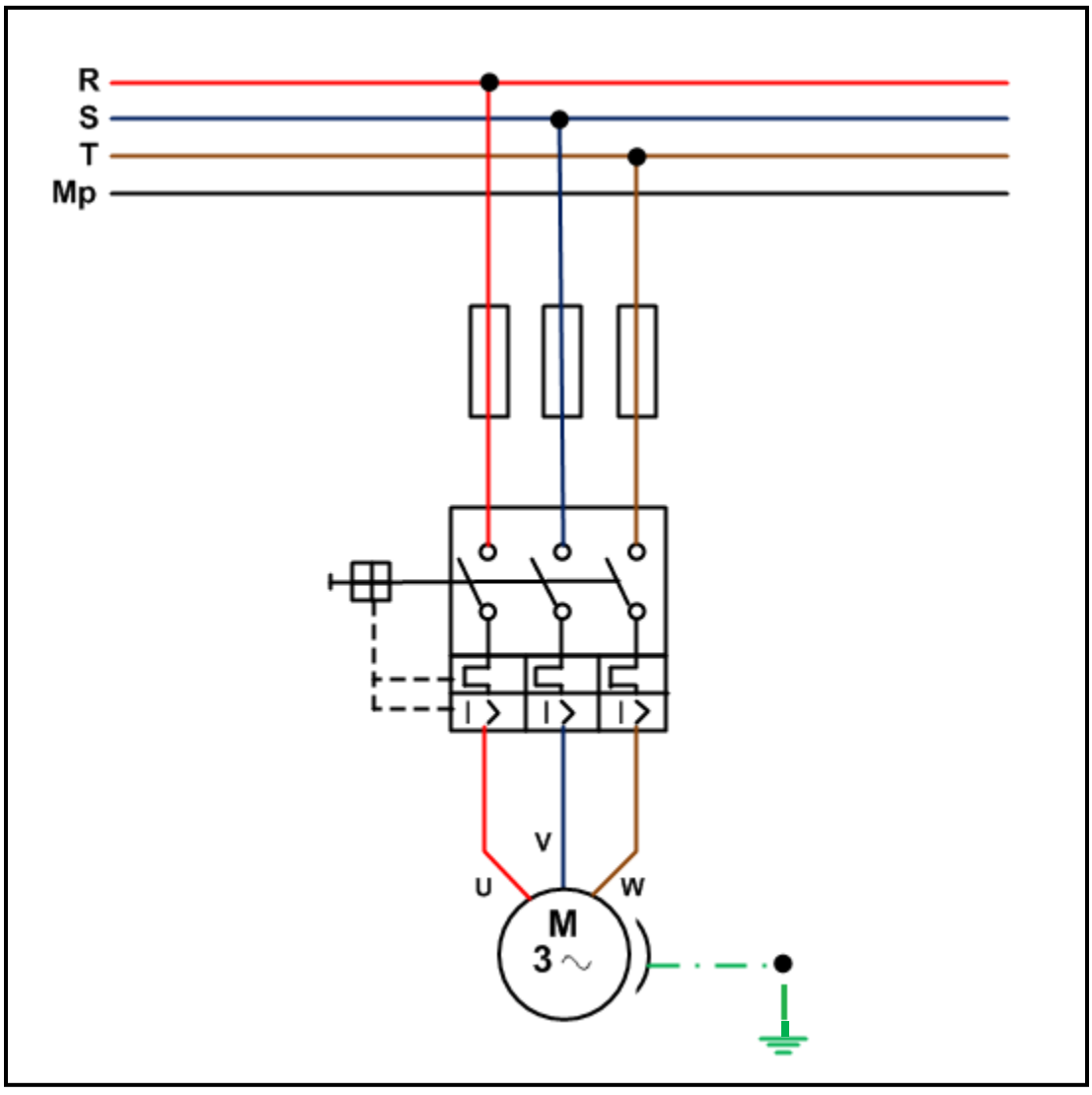
المثال ٢


R
S
T
MP
V
U
W
M
3~
1
R S T Mp
U V W
Z X Y
M
3~
محرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي) ملفات الساكن موصلة على شكل مثلث (Delta)
4
M
3~Δ
1
R S T MP
U V W
M
3~Δ
الرمز المختصر لمحرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي) ملفات الساكن موصلة على شكل مثلث (Delta)

لوحة رقم (4) ب

المفتاح الأتوماتيكي لحماية المحرك (مغناطيسي حراري ضد زيادة التيار)

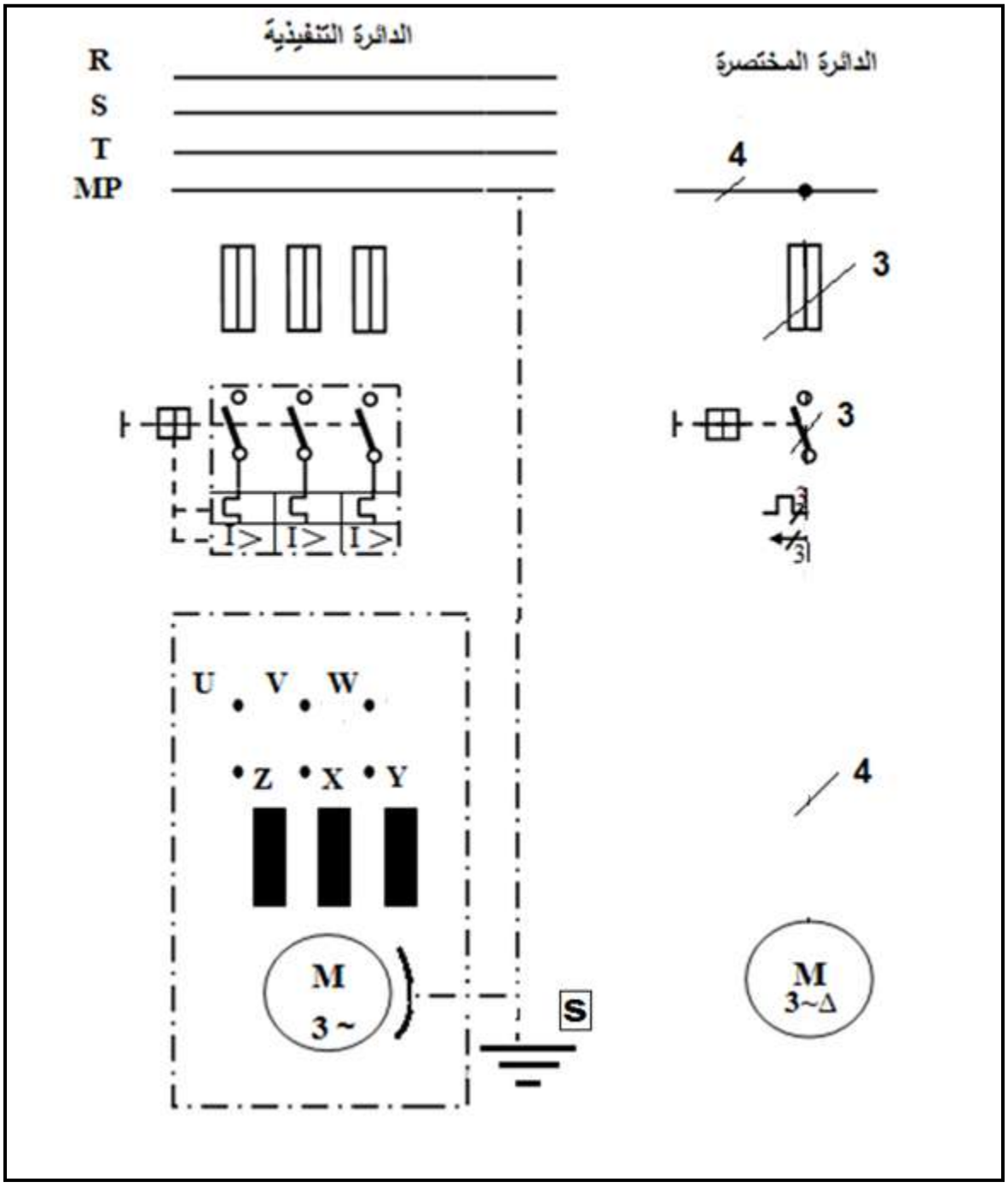
يمثل الرسم ادناه الدائرة التنفيذية لمحرك ثلاثي الاطوار مع مفتاح أتوماتيكي لحماية المحرك (مغناطيسي حراري ضد زيادة التيار) وثلاث مصهرات عن طريق شبكة تيار متناوب ثلاث اطوار ذو اربعة خطوط جسم المحرك موصل الى الارضي للحماية.



تمرين رقم (4) تشغيل محرك تيار متناوب ثلاث اطوار ذو القفص السنجابي

ارسم الدائرة التنفيذية والمختصرة لمحرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي) متصل بمصدر للتيار المتناوب ثلاثي الاطوار اربعة خطوط عن طريق مفتاح اتوماتيكي له وسيلتا حماية مغناطيسية وحرارية ضد زيادة التيار وثلاث مصهرات جسم المحرك متصل بالسلك الارضي للحماية.

ملاحظة: ملفات الجزء الساكن للمحرك موصلة بشكل مثلث (Delta).



لوحة رقم (5)

توصيلة مفتاح اعتيادي ودوار لتغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي

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

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 ثلاثة اوضاع هي:-

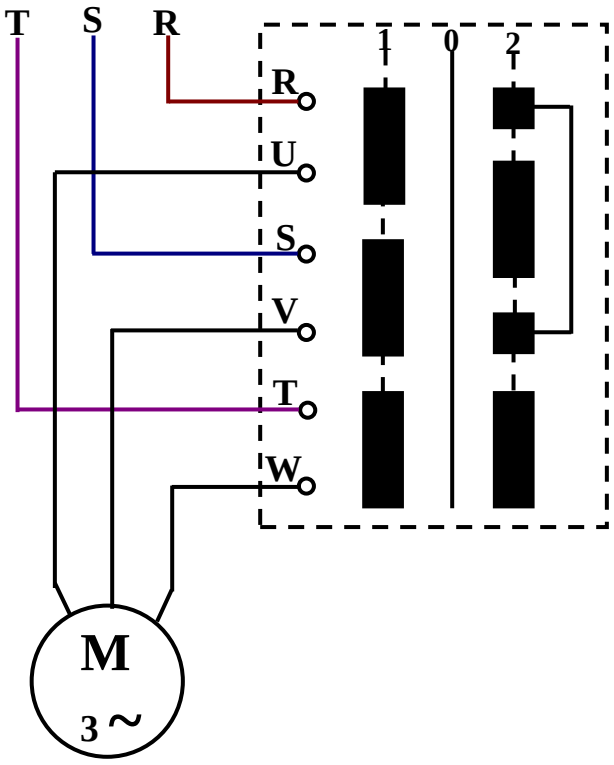
١- حالة الدوران باتجاه عقارب الساعة.

٢-حالة الصفر (توقف المحرك).

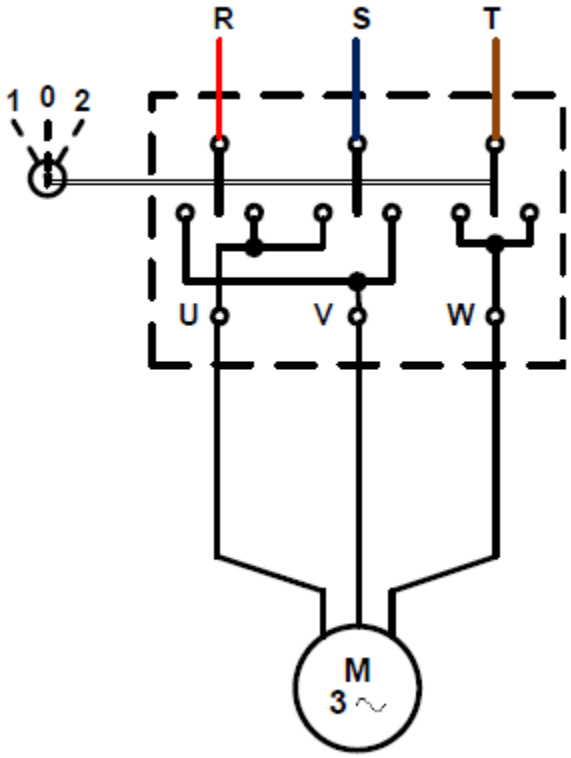
٣-حالة الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة.

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:



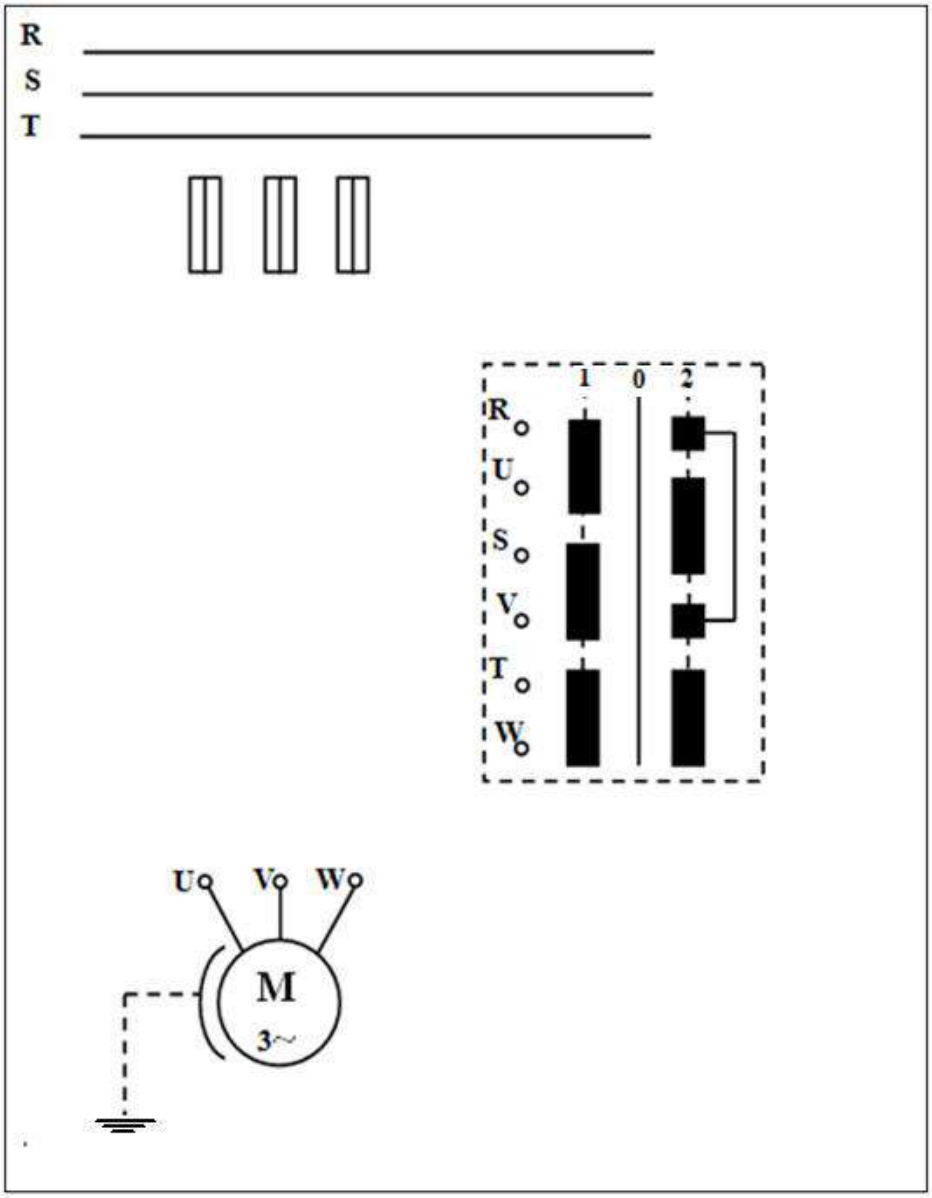
ب- مفتاح اعتيادي:



تمرين رقم (5 أ)

تغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام مفتاح دوار

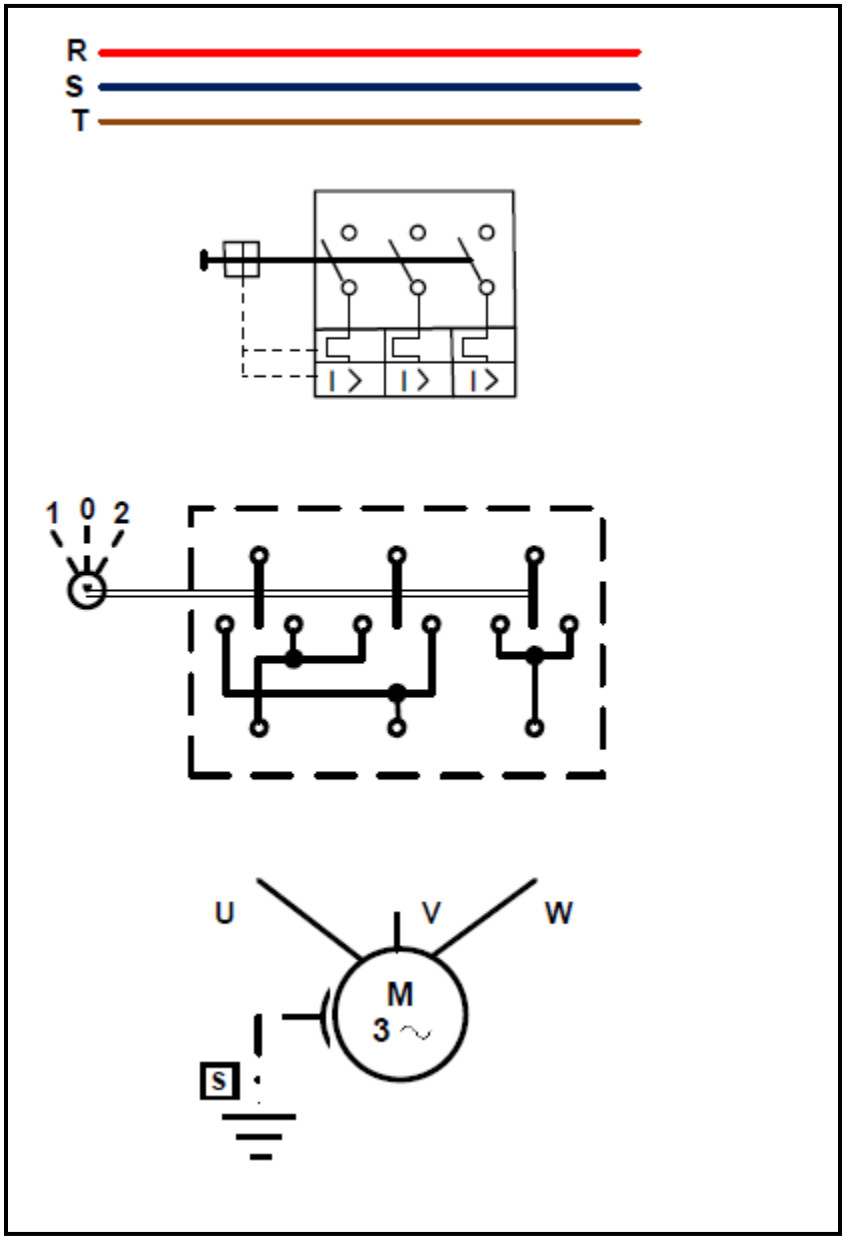
ارسم توصيلة محرك ثلاث اطوار (قفص سنجابي)، موصل الى المصدر عن طريق مصهرات و مفتاح دوار لتغير اتجاه الدوران، جسم المحرك موصل الى الارضي للحماية.



تمرين رقم (5 ب)

تغيير اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام مفتاح اعتيادي

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



لوحة رقم (6)

تشغيل محرك ثلاثي الاطوار باستخدام الموصل الهوائي

يمكن استعمال الموصلات الهوائية لعدة اغراض منها تشغيل وايقاف المحرك بصورة غير مباشرة باستخدام مفاتيح ضاغطة (Push Button) تتحكم بعمل المحرك.

يتكون الموصل الهوائي (Air Contactors) من عدة نقاط غالقة (NC) ونقاط فاتحة (NO) تستخدم في دائرة السيطرة، وتوجد نقاط لتوصيل الحمل بالمصدر ولها القدرة على تحمل تيار الحمل.

تمثل الدائرة الكهربائية في الصفحة التالية تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مصهرات ومفتاح مغناطيسي ذو وسيلة حماية حرارية ضد زيادة التيار مع دائرة تحكم اضافية، حيث ان المفتاح المغناطيسي متصل مع القلب الحديدي للملف المغناطيسي والذي هو جزء من الموصل الهوائي (Air Contactor) الذي يتكون من الملف الذي يوصل الى المصدر ودائرة السيطرة التي يكون تيارها المسحوب قليل جدا.

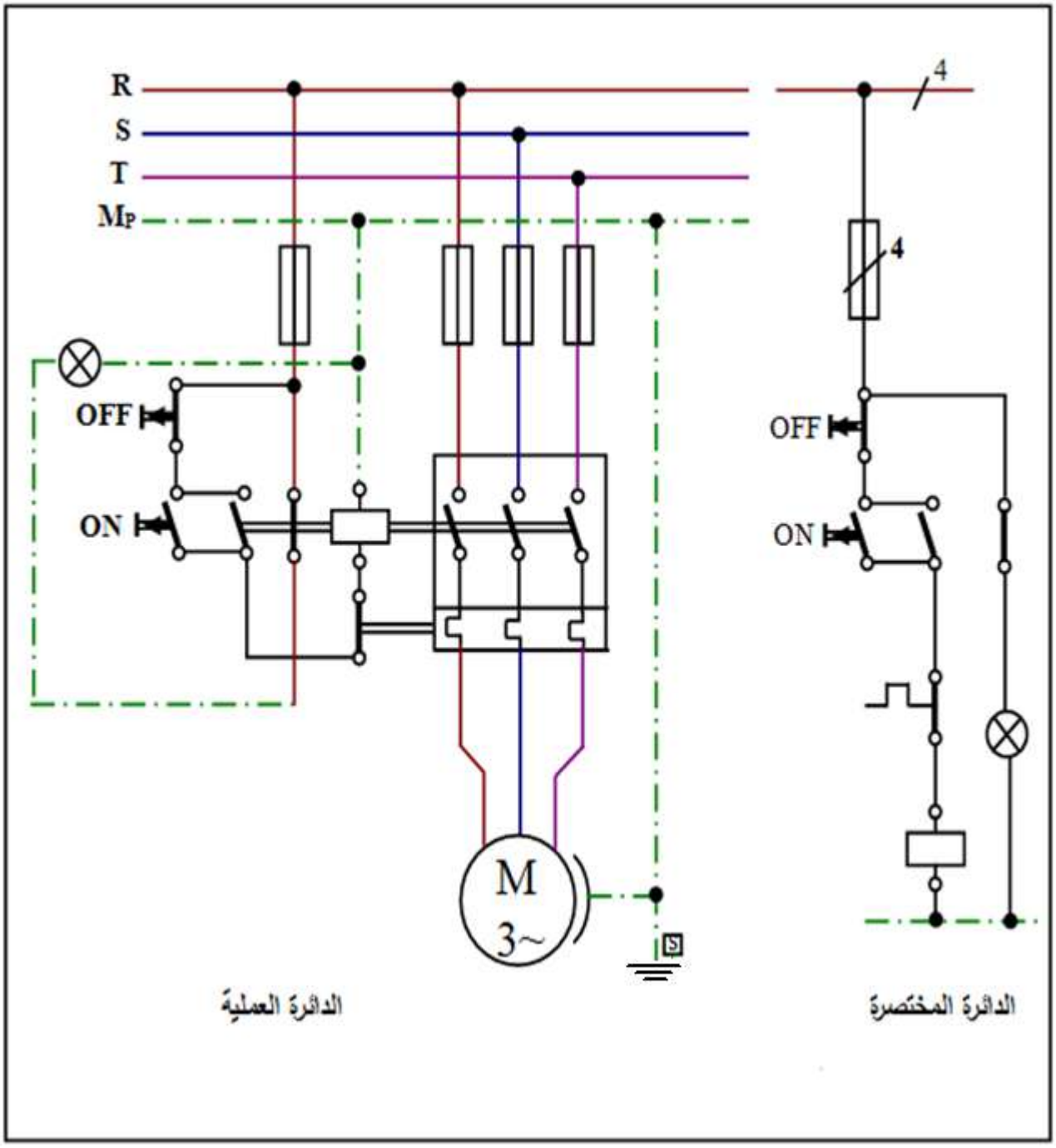
يوجد مصباح اشارة يدل على حالة اشتغال المحرك يعمل على (220) فولت ويكون مضاء عند اشتغال المحرك.

ملاحظة :

١- يغير مفتاح الموصل الهوائي من حالة 

٢- ترسم  غالقة (NC)(Normally Close)

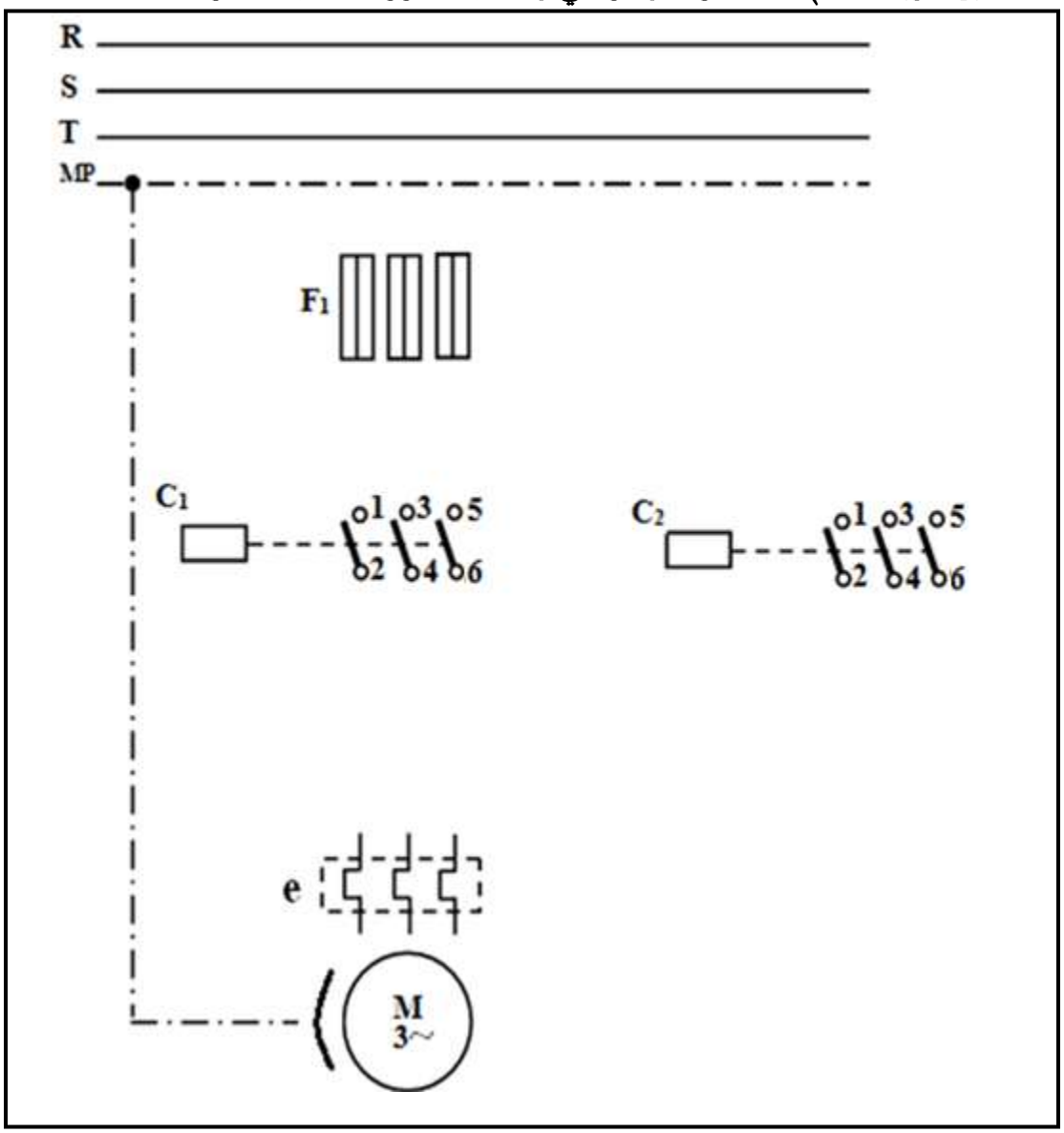
٣- ترسم  فاتحة (NO)(Normally Open)


R
S
T
MP
OFF
ON
M
3~
4
4
OFF
ON
الدائرة العملية
الدائرة المختصرة

تمرين رقم (6)

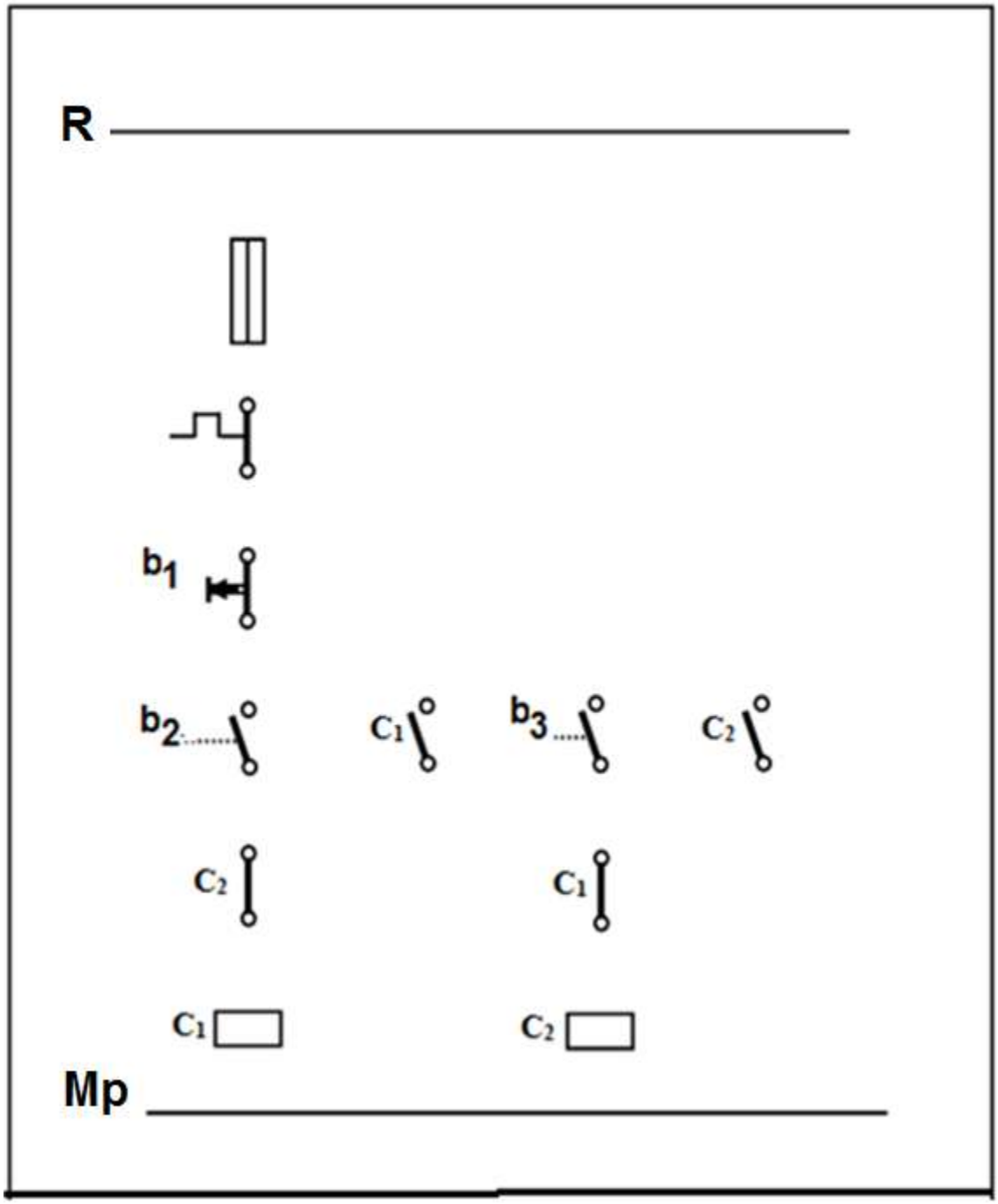
عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الاطوار باستخدام الموصلات الهوائية

ارسم دائرة التشغيل والسيطرة لعكس اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الاطوار بعد ايقافه باستعمال الموصلات الهوائية (Contactors)، (يتم أستبدال اثنين من الخطوط الرئيسة مثلا: (R ، S) واحداً مكان الاخر، وذلك بتغيير اتجاه المجال المغناطيسي المار في ملفات المحرك، اذا وصل الموصل الهوائي (C_1) فان المحرك يدور في اتجاه عقرب الساعة، واذا وصل الموصل الهوائي (C_2) فان المحرك يدور في اتجاه عكس عقرب الساعة، ويجب ان لايعمل كلا المفتاحين سوية مطلقاً)، المصهرات والارضي والحماية الحرارية لحماية المحرك.



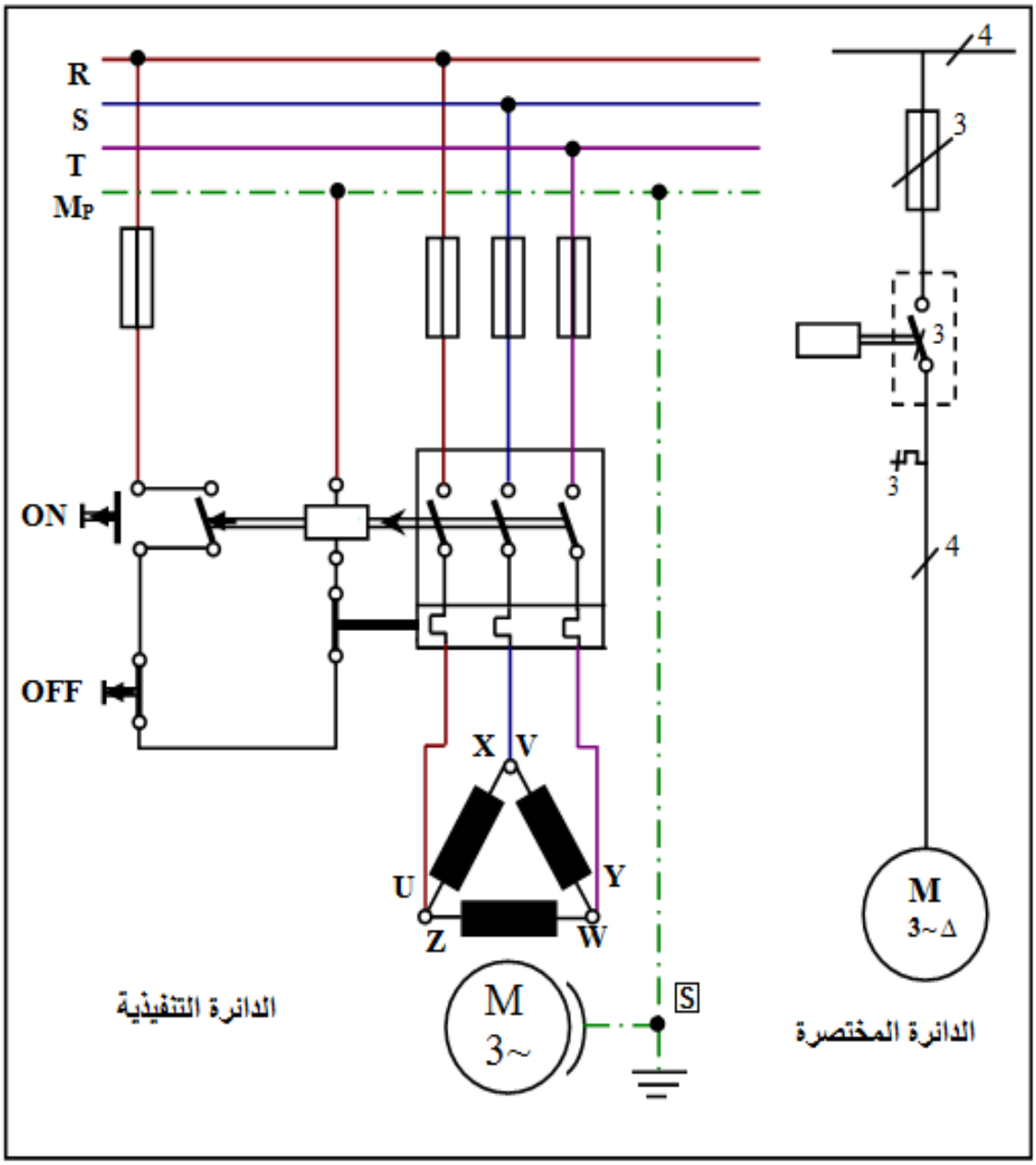
دائرة التحكم السيطرة

تربط دائرة السيطرة كما في الدائرة ادناه لتمنع عمل كلا المفتاحين سوية ونكتفي بسلك واحد فقط مع السلك المحايد.



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

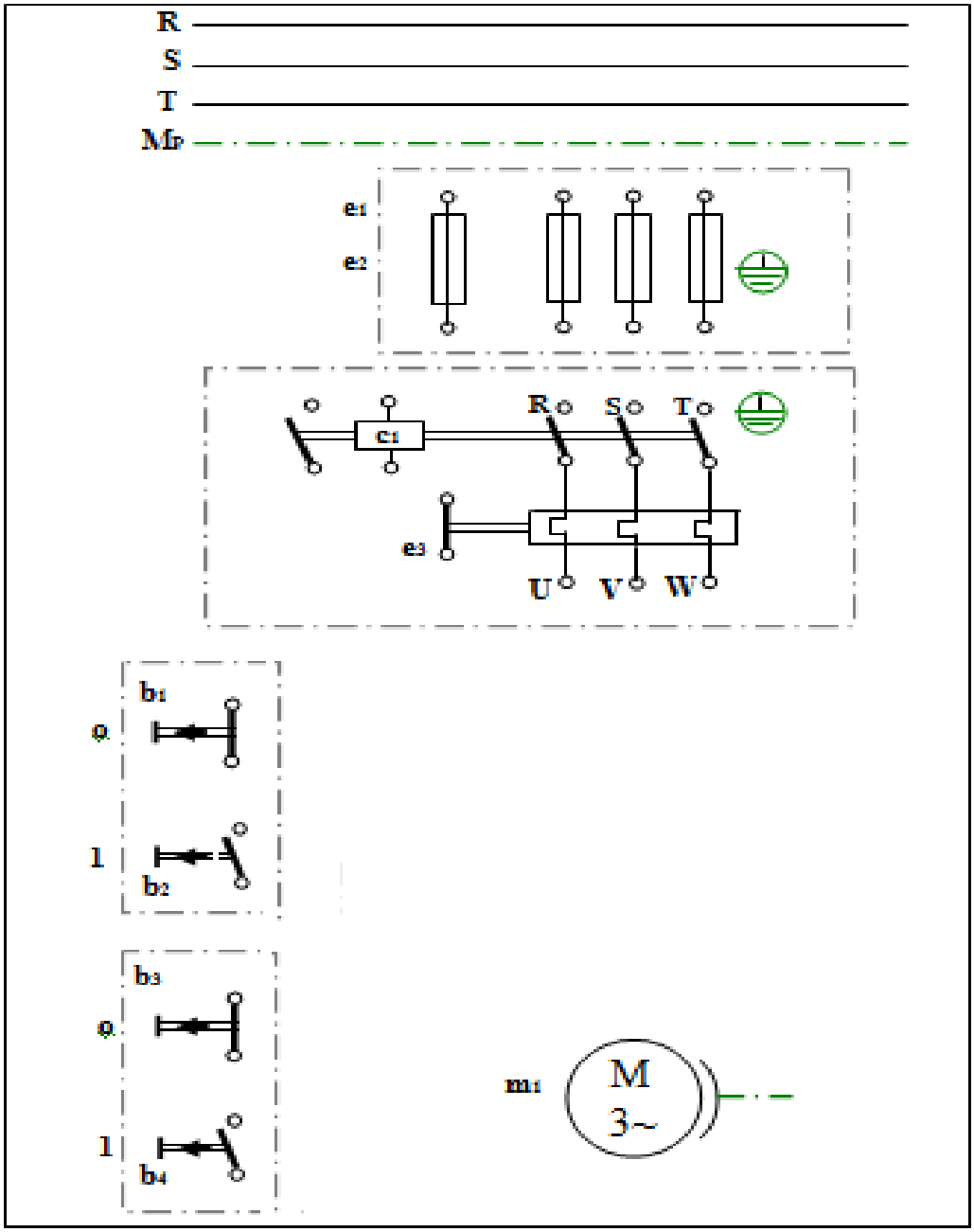
محرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي) موصل الى مصدر تيار متناوب عن طريق مصهرات ومفتاح ذو حماية حرارية، ملف المفتاح يعمل على (٢٢٠) فولت. الجزء الساكن للمحرك موصل على شكل مثلث (دلتا)، للحصول على اعلى قدرة ممكنة. يشغل المحرك عن طريق بوش بوتم عدد (٢) احدهما (ON)، والاخر (OFF). أما الحماية فهي عن طريق توصيل جسم المحرك بسلك الحماية الارضي. والرسم الآخر يمثل الدائرة المختصرة.



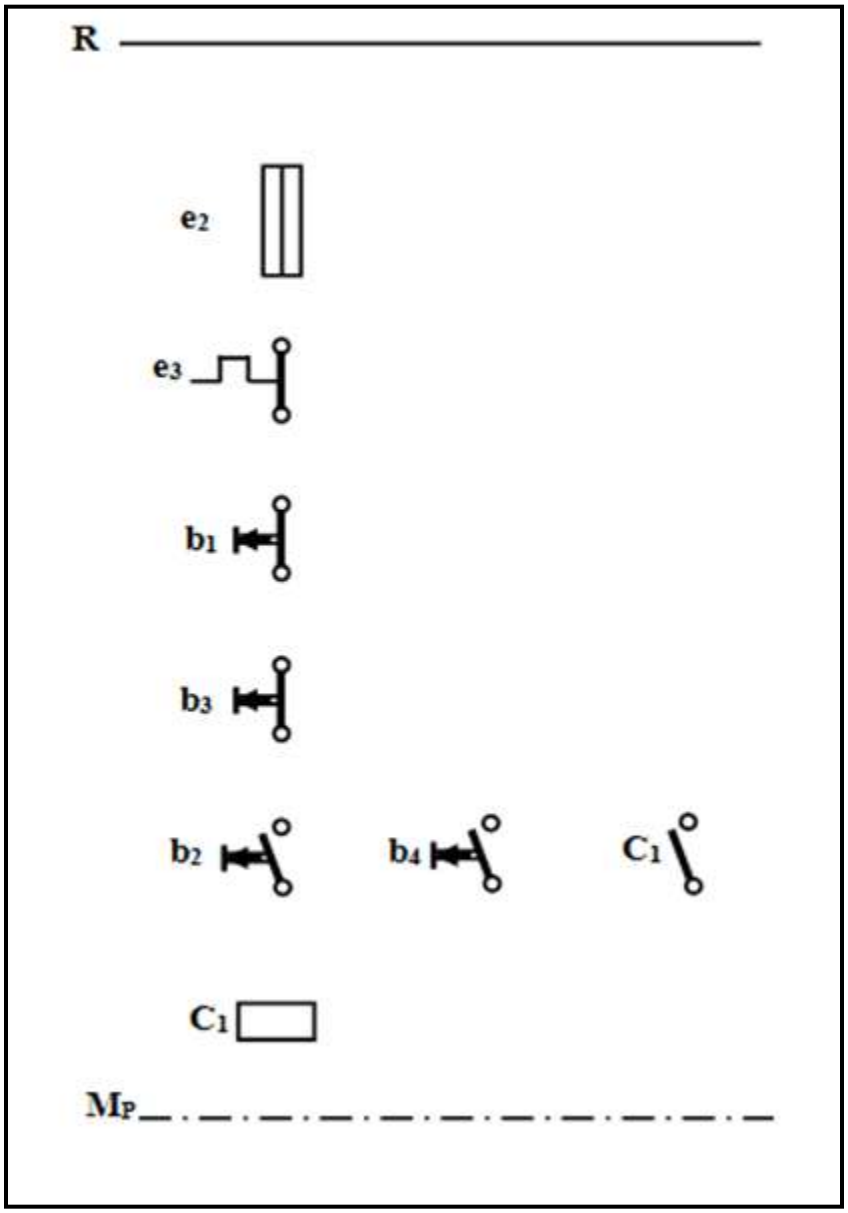
تمرين رقم (7)

تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار باستخدام موصل هوائي من موقعين

ارسم توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار (قفص سنجابي)، يمكن تشغيله بواسطة موصل هوائي ومن موقعين ، وذلك عن طريق 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_1،b_2) يشغل ويطفئ المحرك من موقع اول والضاغط (b_3،b_4) يشغل ويطفئ المحرك من موقع ثاني.



دائرة التحكم (السيطرة)

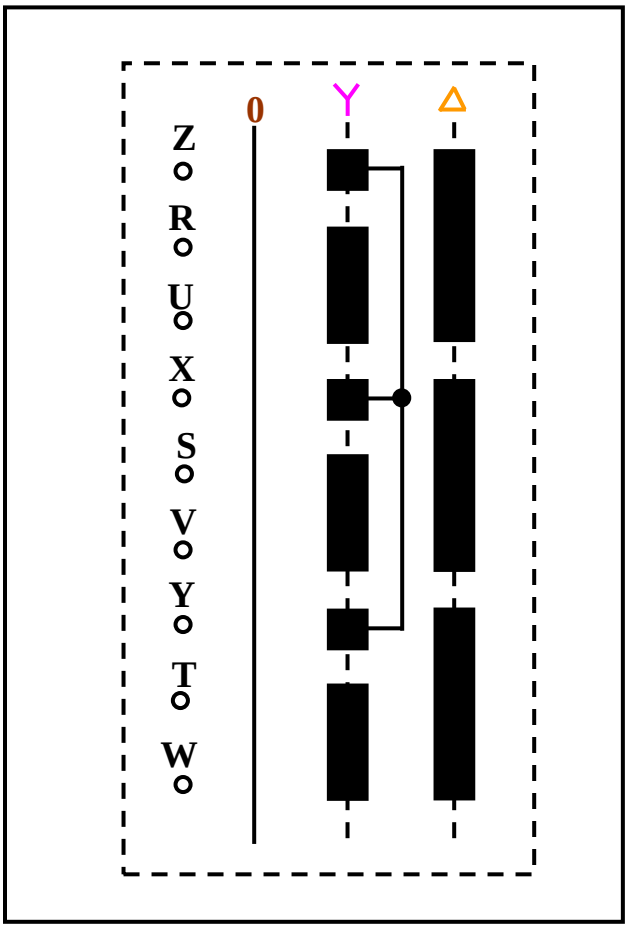


لوحة رقم (8) توصيلة مفتاح (نجمة – مثلث) اعتيادي ودوار

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.

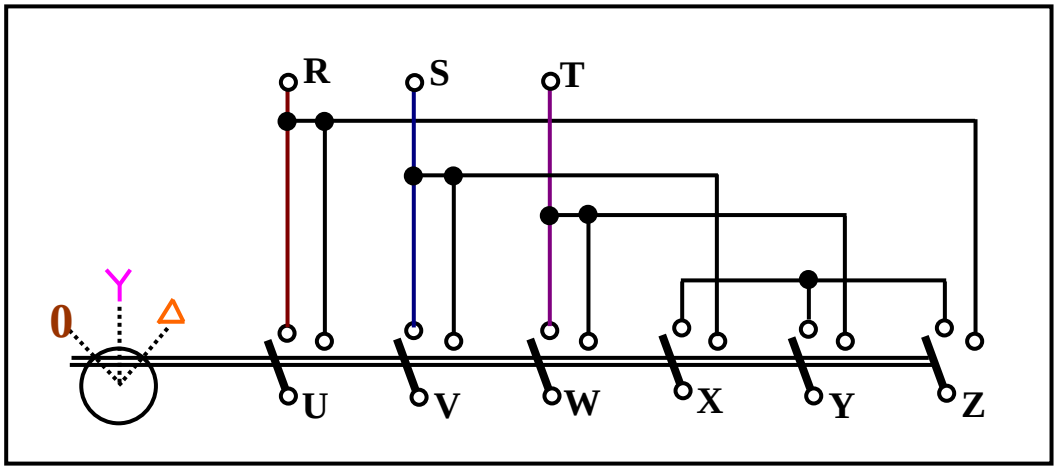
ويوجد نوعين من هذه المفاتيح وهي :-

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



مفتاح نجمة – مثلث دوار

ب- مفتاح اعتيادي: لتشغيل المحرك في بداية الامر بحيث تكون ملفاته مربوطة بشكل نجمة، ثم يحول الربط الى مثلث، بعد فترة زمنية قصيرة.



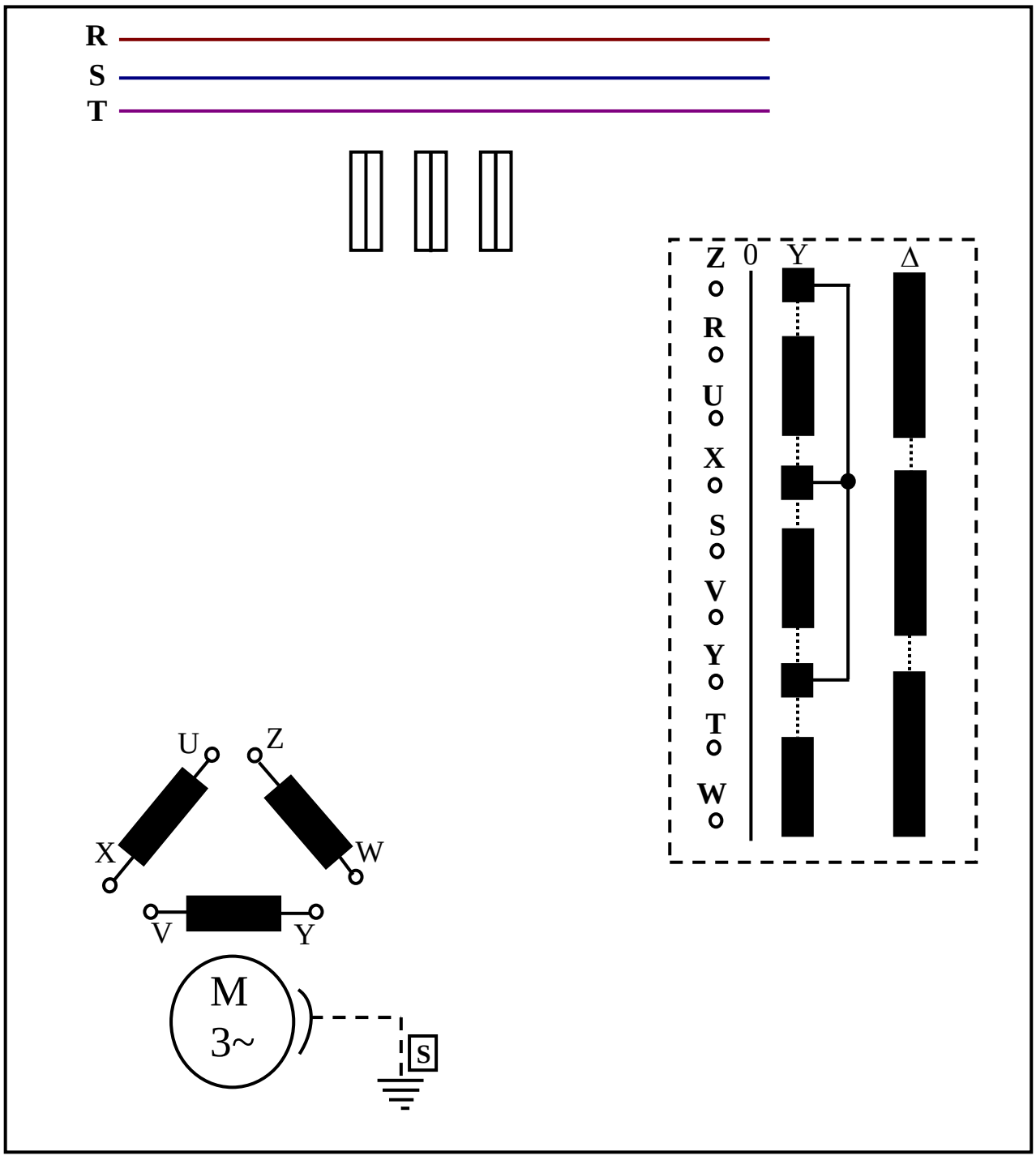
مفتاح نجمة – مثلث إعتيادي

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

تمرين رقم (8 أ)

تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح (نجمة– مثلث) دوار

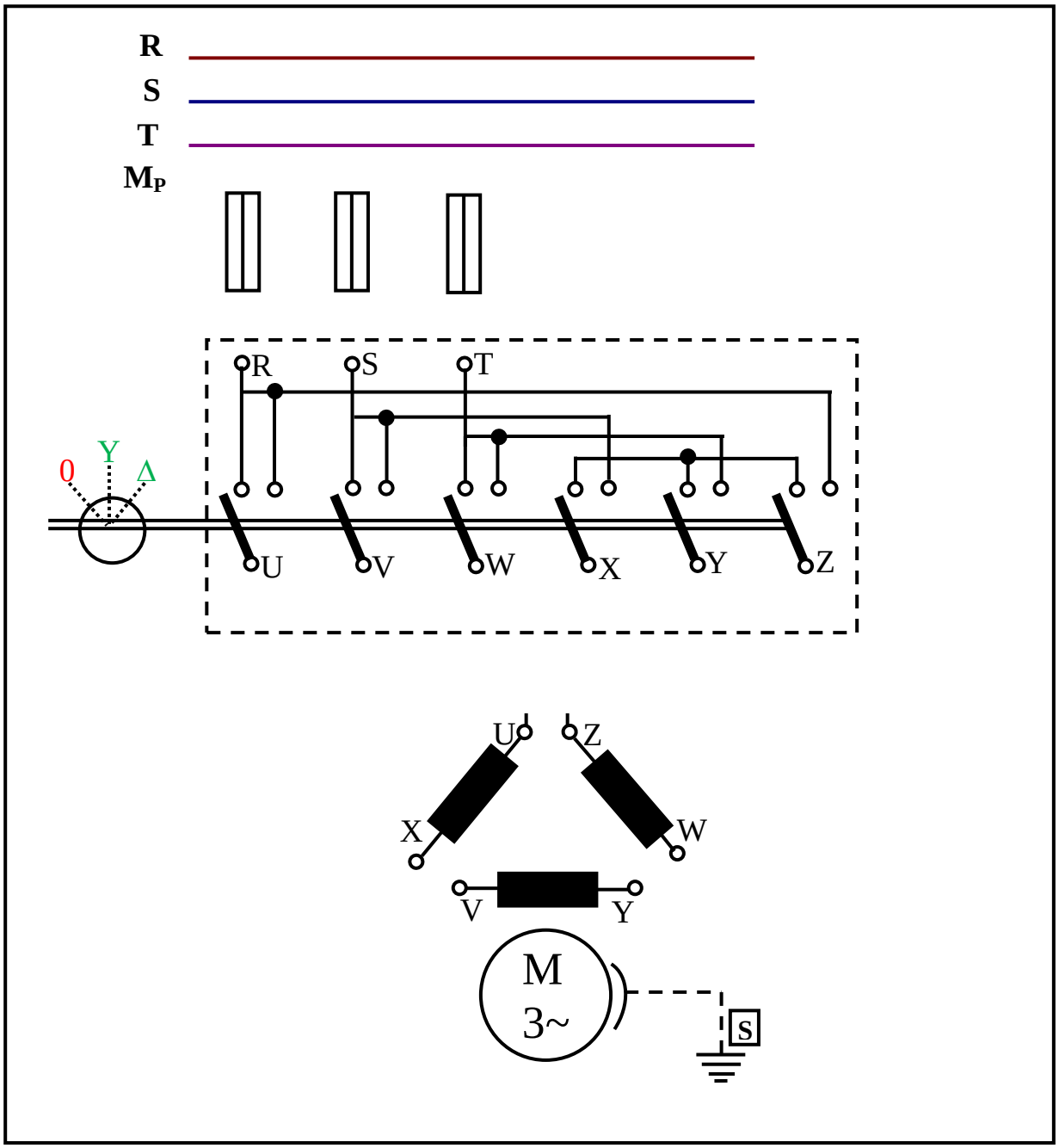
ارسم توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار، عن طريق مفتاح (نجمة–مثلث) دوار، الى شبكة تيار متناوب (متغير) ذو ثلاث اطوار، عن طريق مصهرات حماية، وتوصيل جسم المحرك بالسلك الارضي للحماية.



تمرين رقم (8 ب)

تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح (نجمة– مثلث) اعتيادي

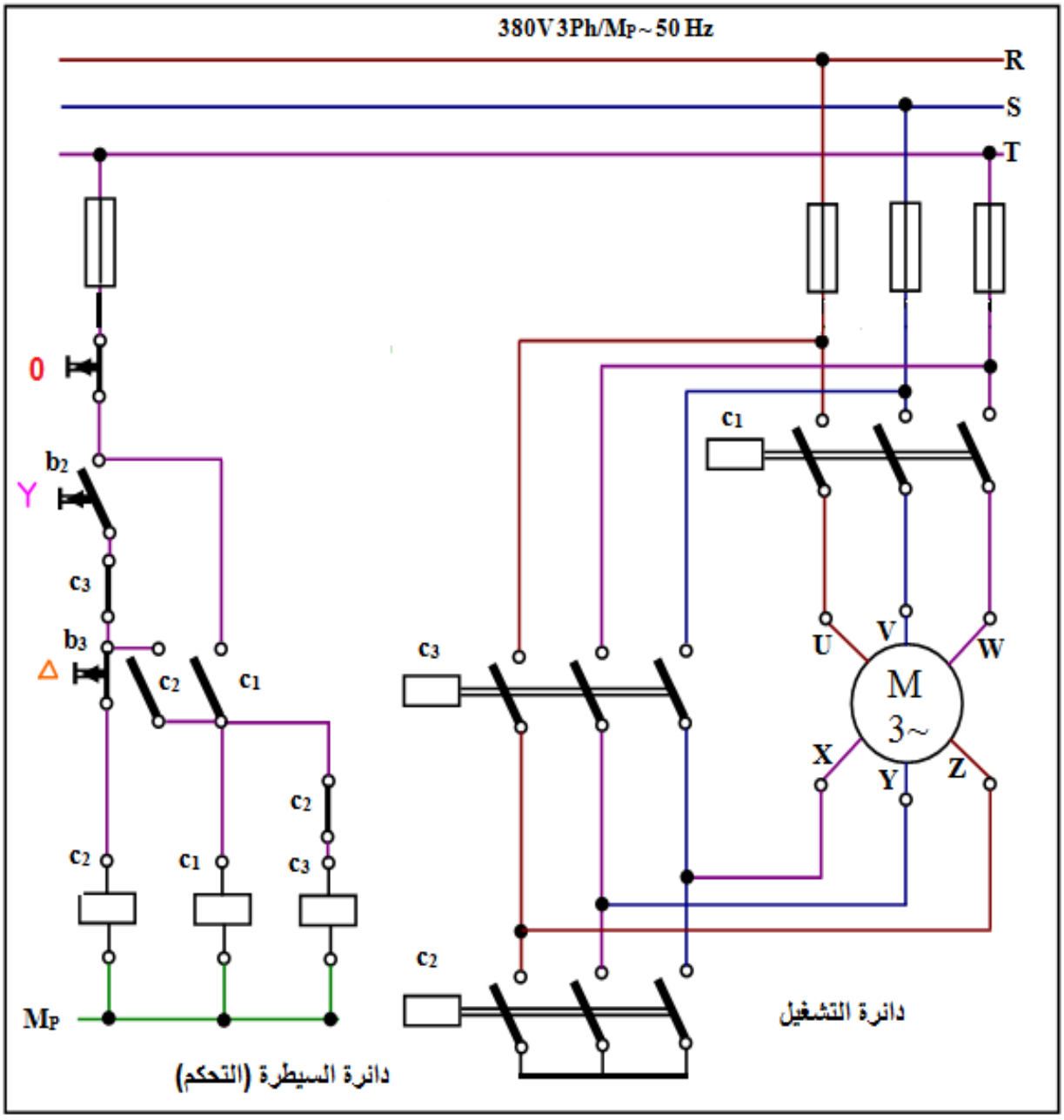
ارسم توصيلة محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق مفتاح (نجمة – مثلث)، اعتيادي الى شبكة تيار متناوب ثلاثي الاطوار عن طريق المصهرات.. يوصل جسم المحرك بالسلك الارضي للحماية.



لوحة رقم (9)

دائرة تشغيل محرك ثلاث اطوار(نجمة– مثلث) باستخدام الموصلات الهوائية

ارسم دائرة التشغيل ودائرة السيطرة لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار عن طريق توصيل محرك ثلاث اطوار باستعمال ثلاث موصلات هوائية (Contactors)، يستخدم الموصل الهوائي الاول (C_1) لتشغيل المحرك وأطفائه والموصل الهوائي الثاني (C_2) لتشغيل المحرك (نجمة)، والموصل الهوائي الثالث لتشغيل المحرك (مثلث)، بوساطة ضاغطة (Push Button). تستعمل ثلاث مصهرات حماية. لدائرة التشغيل ومصهر لدائرة السيطرة.

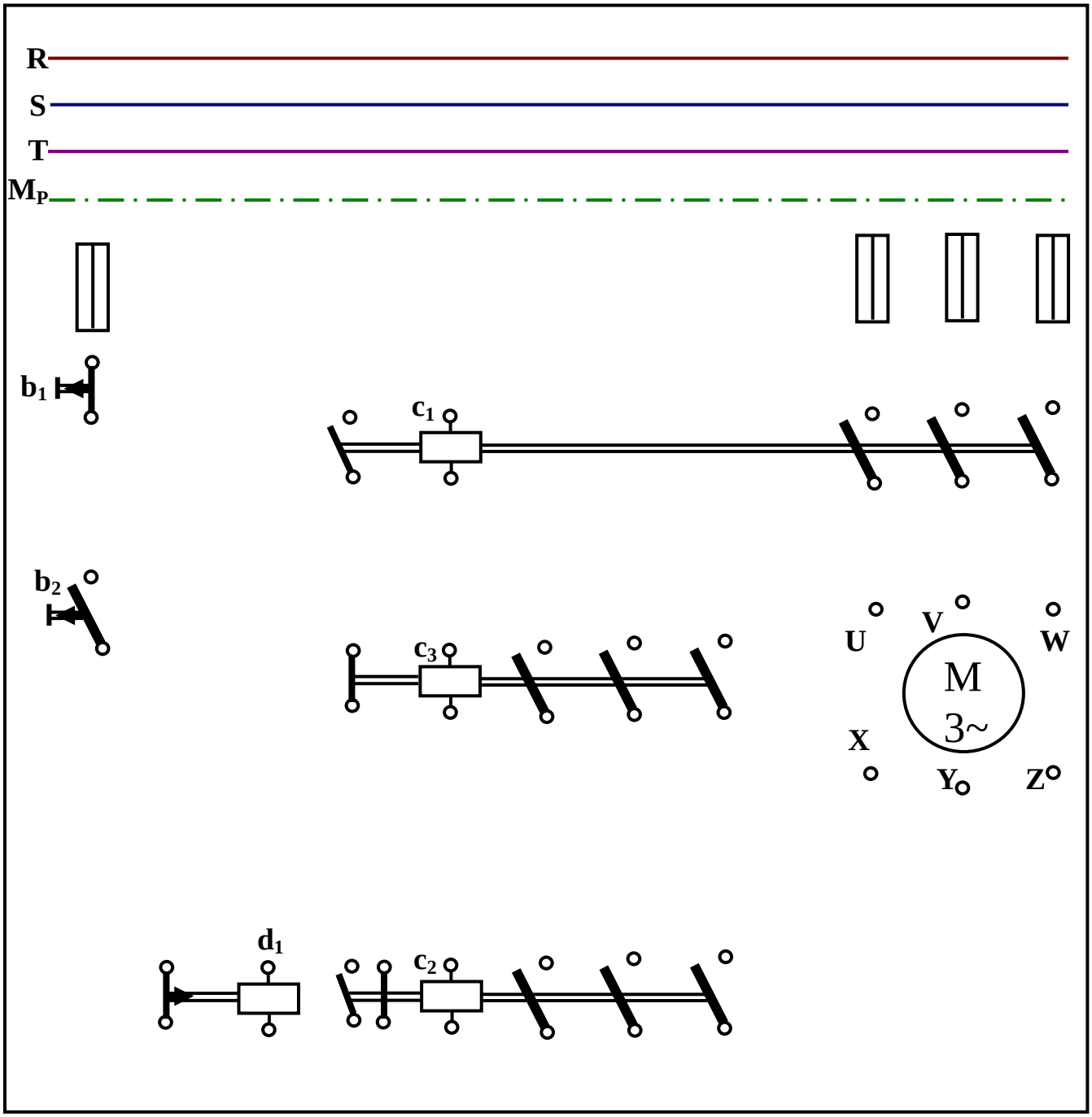


تمرين رقم (9)

تشغيل محرك ثلاث اطوار(نجمة– مثلث) باستخدام الموصلات الهوائية والمؤقت الزمني

ارسم توصيلة محرك ذو ثلاثة اطوار الى شبكة تيار متناوب عن طريق ثلاث موصلات هوائية ومؤقت زمني (Time Relay)، ليتم تغيير توصيل الملفات من نجمة الى مثلث اتوماتيكيا بوساطة المؤقت الزمني.

يستعمل مفتاح ضاغط (Push Button) عدد (٢) احدهما للتشغيل والاخر للاطفاء مع اربعة مصهرات للحماية.

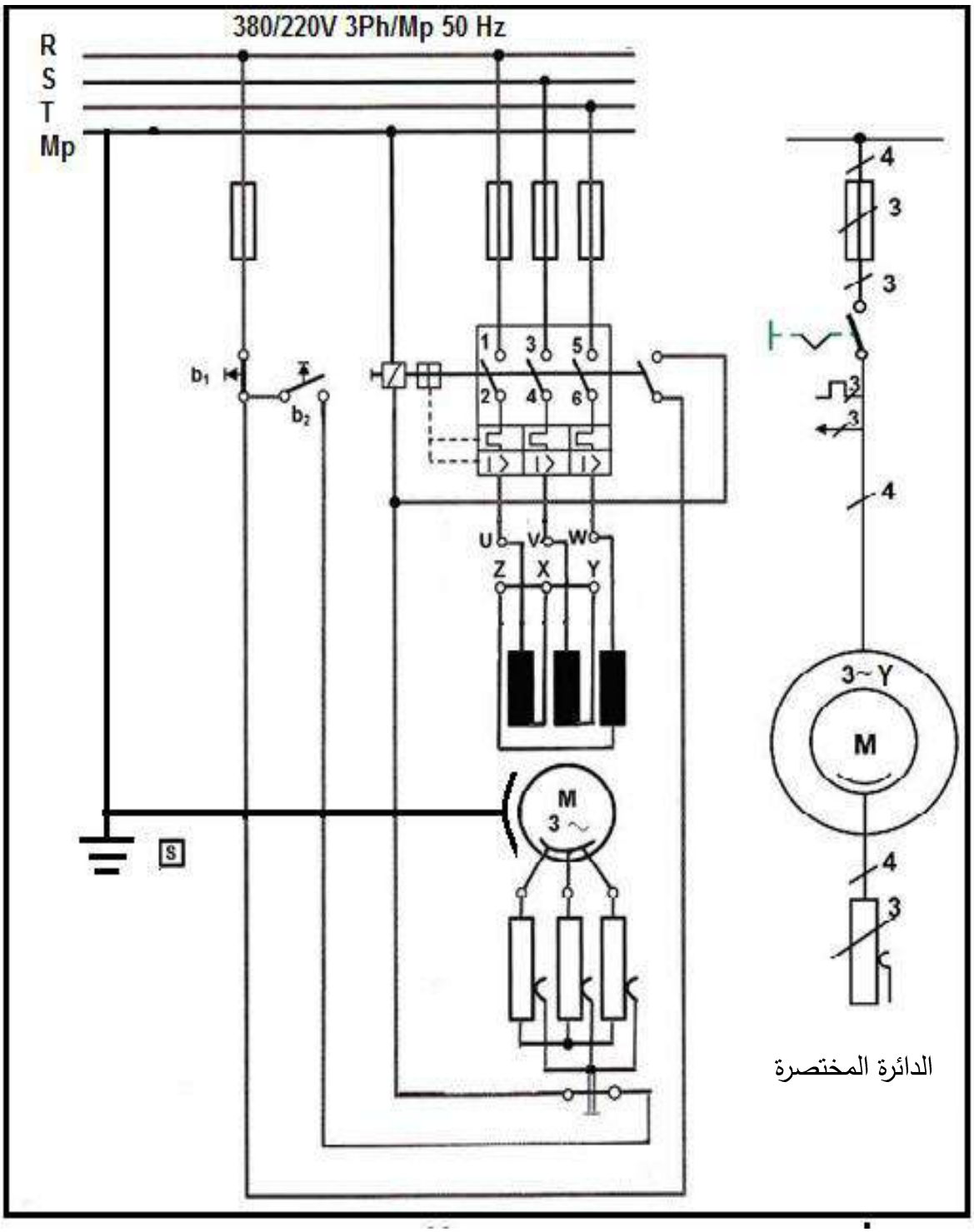


لوحة رقم (10)

تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو الحلقات الانزلاقية

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

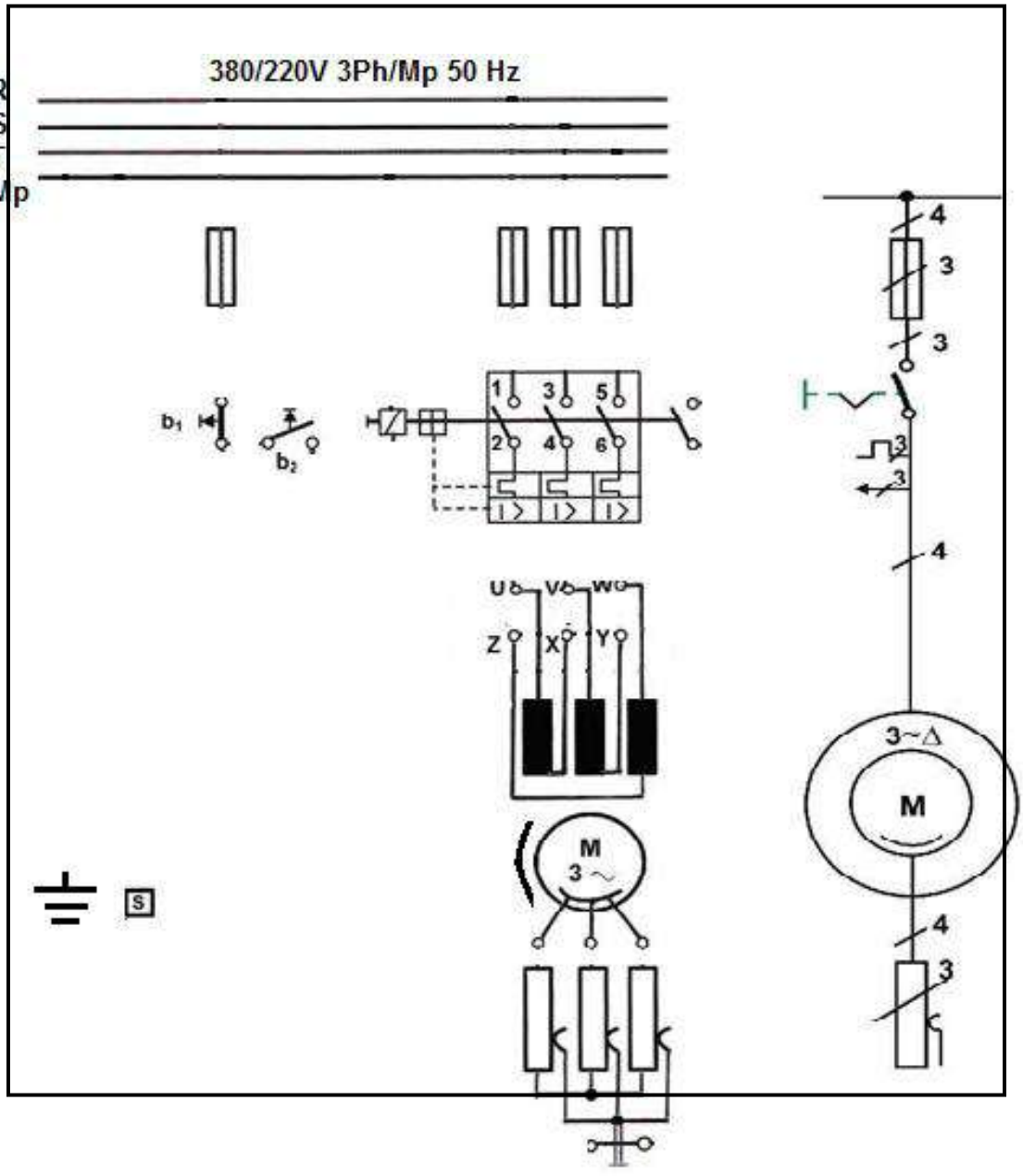
الرسم يوضح الدائرة التنفيذية والمختصرة لبدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو حلقات انزلاقية، من مصدر ثلاثي الاطوار عن طريق مصهرات ومفتاح اوتماتيكي ذو حماية حرارية ومغناطيسية باستخدام مقاومة بدء الحركة لحماية المحرك علما الجزء الساكن مربوط على شكل نجمة.



الدائرة المختصرة

تمرين رقم (10)

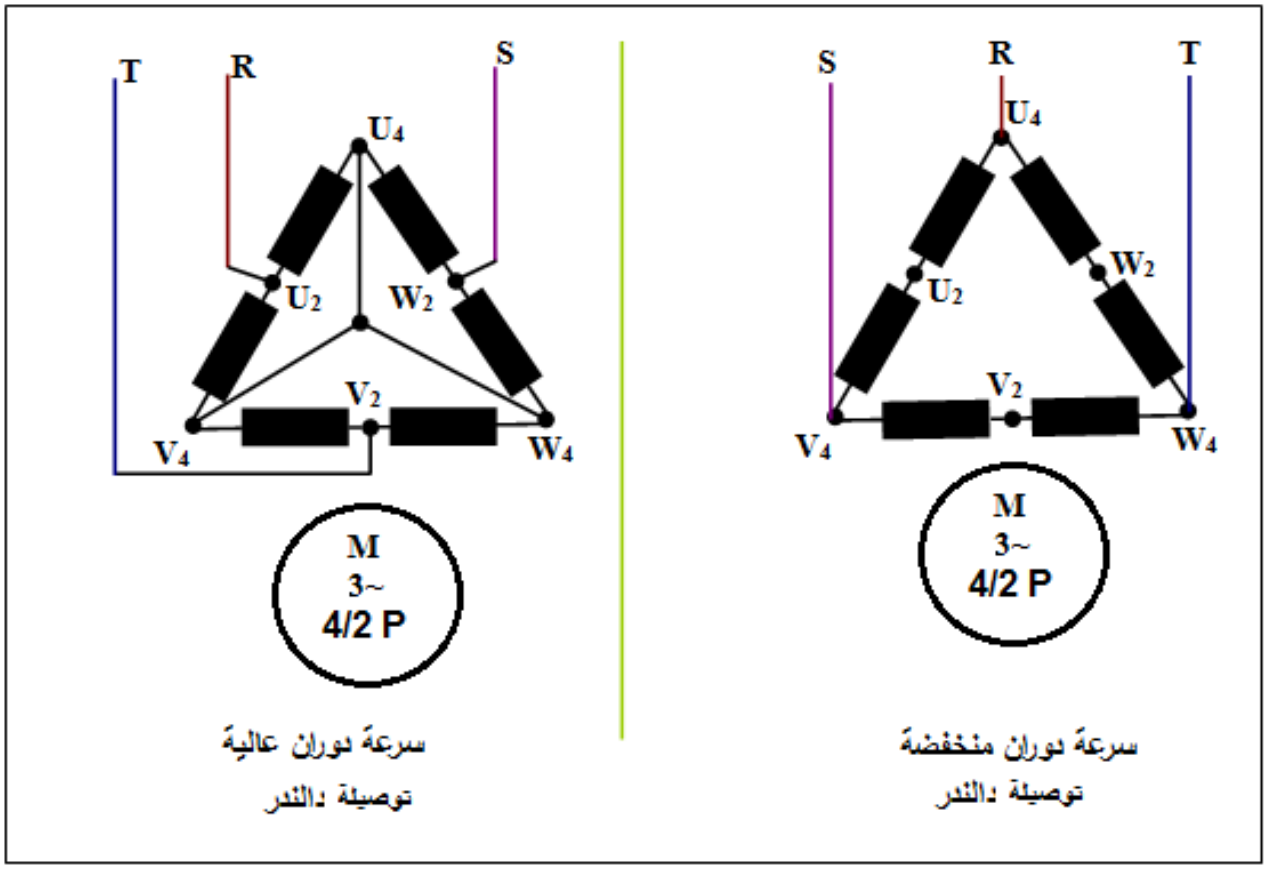
ارسم الدائرة التنفيذية والمختصرة لبدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو حلقات انزلاقية، من مصدر ثلاثي الاطوار عن طريق مصهرات ومفتاح اوتماتيكي ذو حماية حرارية ومغناطيسية باستخدام مقاومة بدء الحركة لحماية المحرك علما الجزء الساكن مربوط على شكل مثلث.



لوحة رقم (11)

توصيلة دالندر لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي بسرعتين

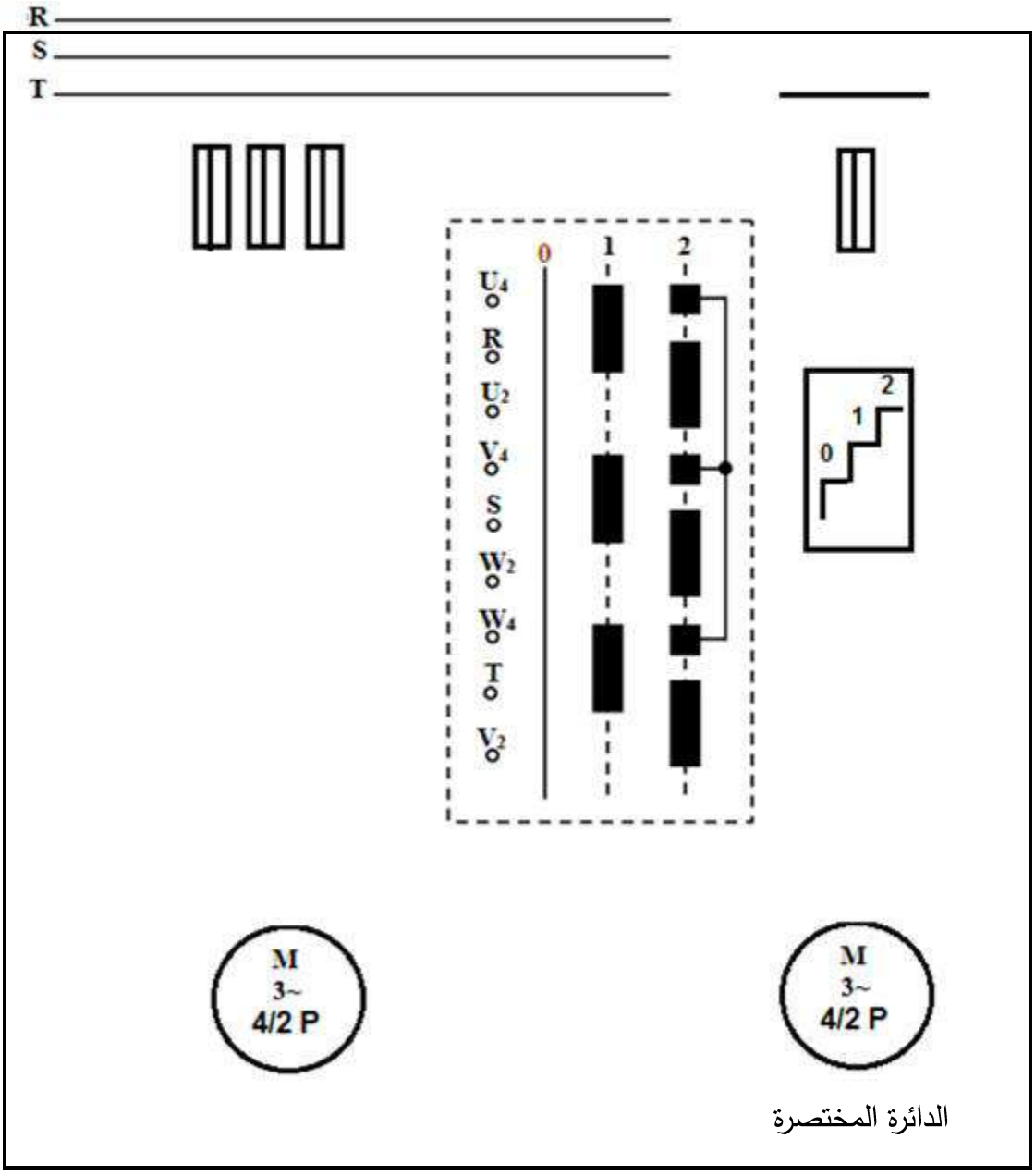
يمكن تشغيل المحرك الحثي ذو الثلاث اطوار (القفص السنجابي) بسرعتين احدهما بطيئة والاخرى سريعة عن طريق تغيير عدد الاقطاب .. وكما مبين في الرسم ادناه



تمرين رقم (11)

تغيير سرعة محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي بتغيير عدد الاقطاب باستخدام مفتاح دوار لتغيير السرعة

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 للحصول على سرعتين (بطيئة وسريعة)، حسب توصيلة دالندر. مع رسم الدائرة المختصرة .



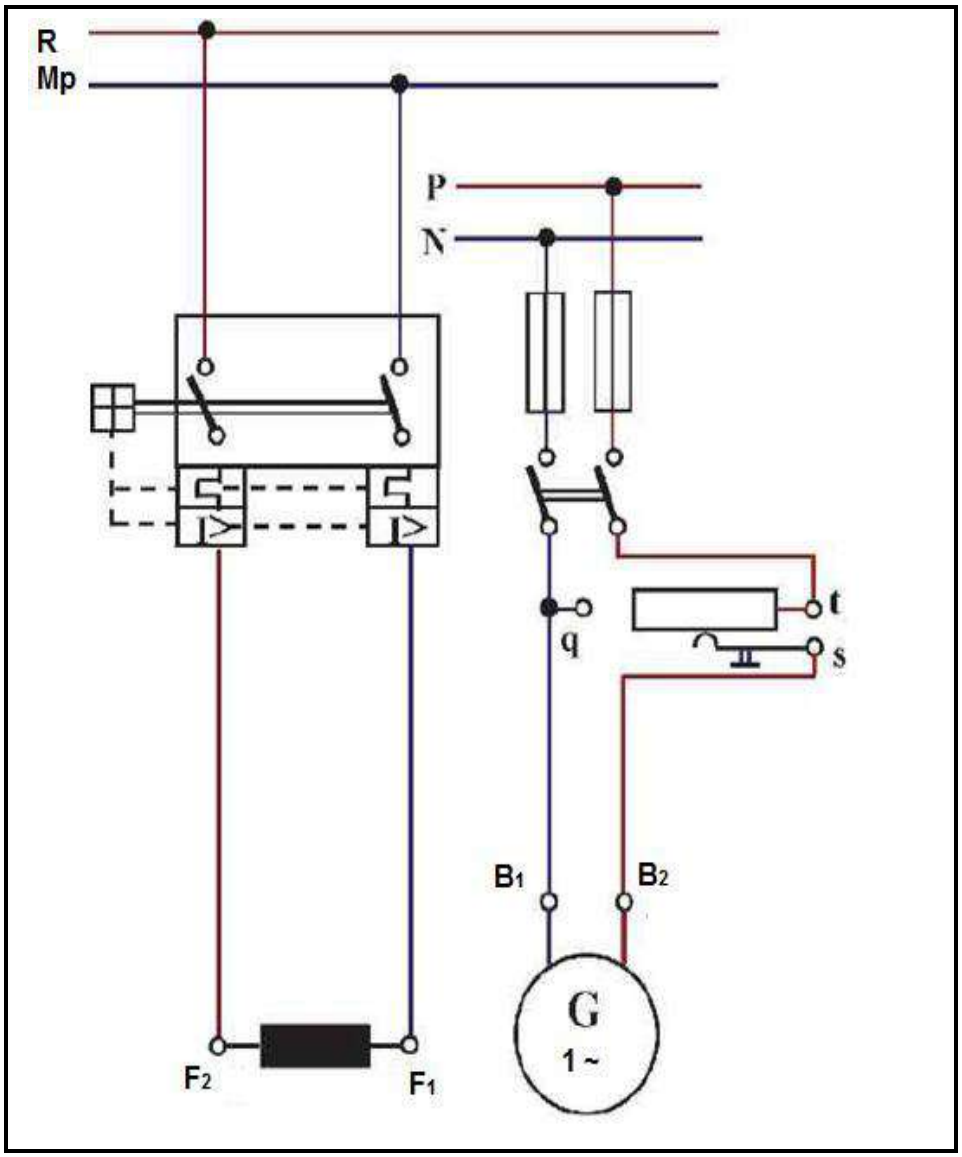
الدائرة المختصرة

لوحة رقم (12)

توصيلة مولد توافقي تيار متناوب طور واحد يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر

يغذى الجزء الدوار في مولدات التيار المتناوب التوافقية بمصدر خارجي للتيار المستمر وذلك لتوافق سرعة المجال المغناطيسي للجزء الساكن مع سرعة الجزء الدوار للمولد، لذلك سميت بالمولدات التوافقية.

الرسم ادناه يمثل مولد توافقي ذو طور واحد يغذى الجزء الدوار فيه من مصدر خارجي للتيار المستمر (PN) عن طريق مصهرين ومفتاح ذو قطبين ومنظم للجهد والجزء الساكن (F_1 , F_2) يتغذى من مصدر للتيار المتناوب عن طريق مفتاح اوتماتيكي ذو وسيلتين للحماية (حرارية ومغناطيسية).

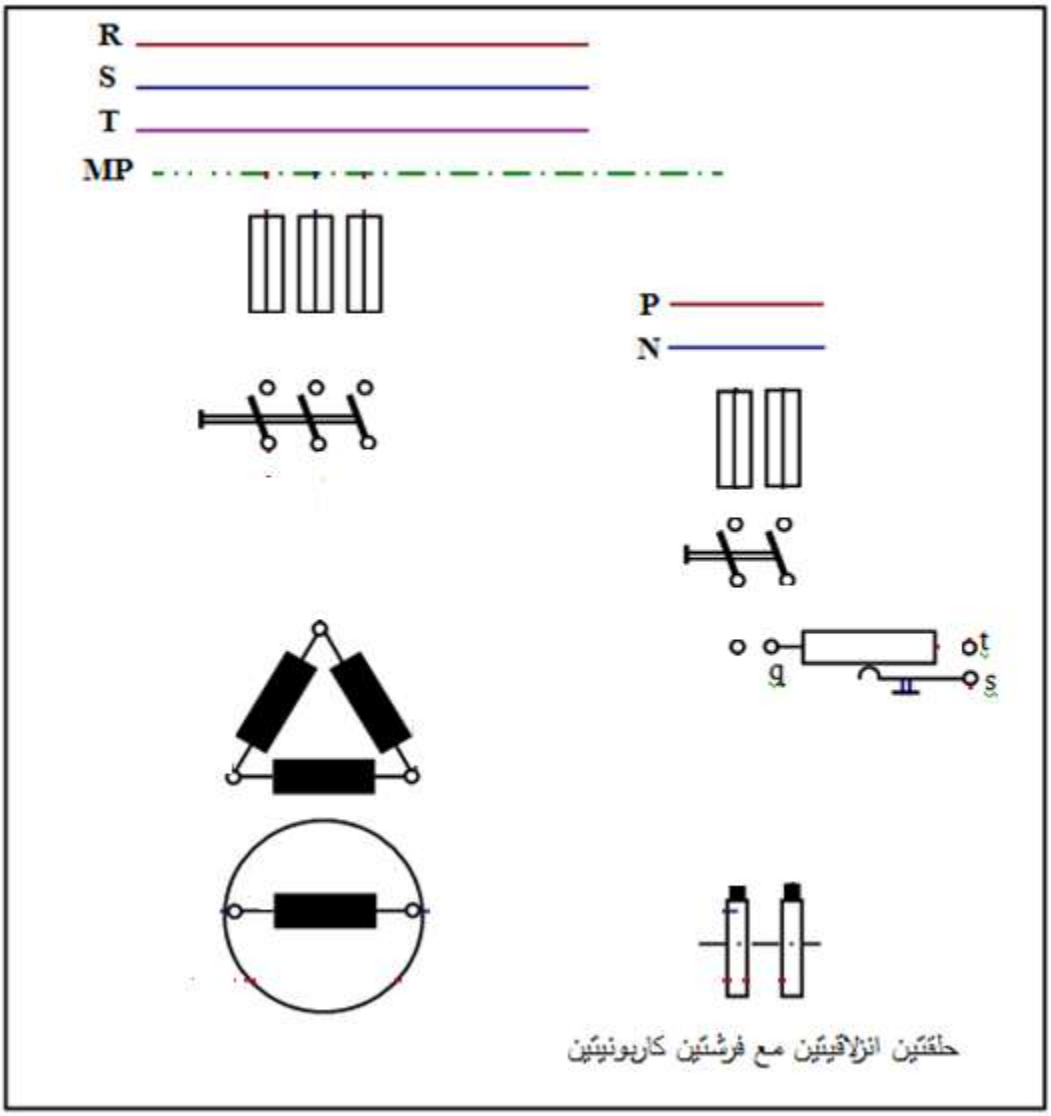


تمرين رقم (12)

توصيلة مولد تيار متناوب توافقي ثلاثي الاطوار يتغذى من مصدر خارجي للتيار المستمر

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

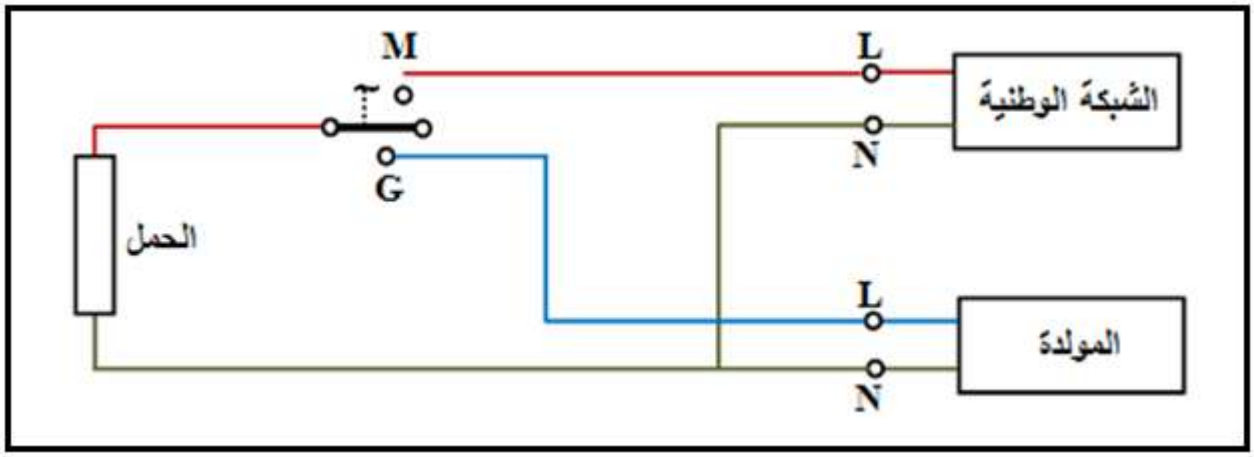
علما ملفات الساكن مربوطة على شكل مثلث



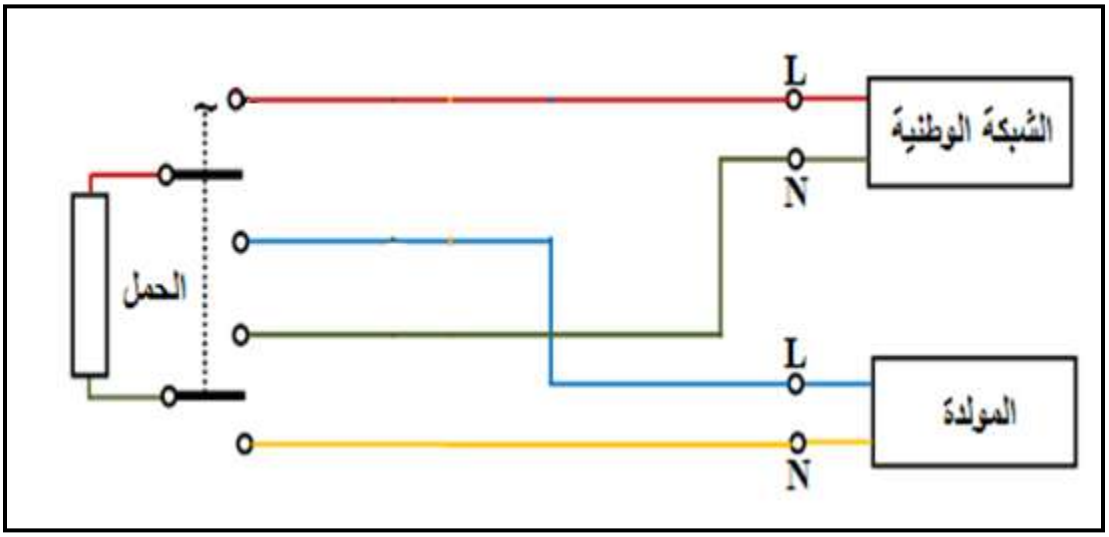
لوحة رقم (13) مفتاح مبدل يدوي بقطب واحد وبقطبين

يستعمل هذا المفتاح لتوصيل مجموعة وقطع المجموعة الاخرى، حيث تمثل الشبكة الوطنية المجموعة الاولى والمولد يمثل المجموعة الاخرى. والدائرة ادناه تبين كيفية تسليك مفتاح مبدل يدوي.

مفتاح مبدل بقطب واحد احادي الطور

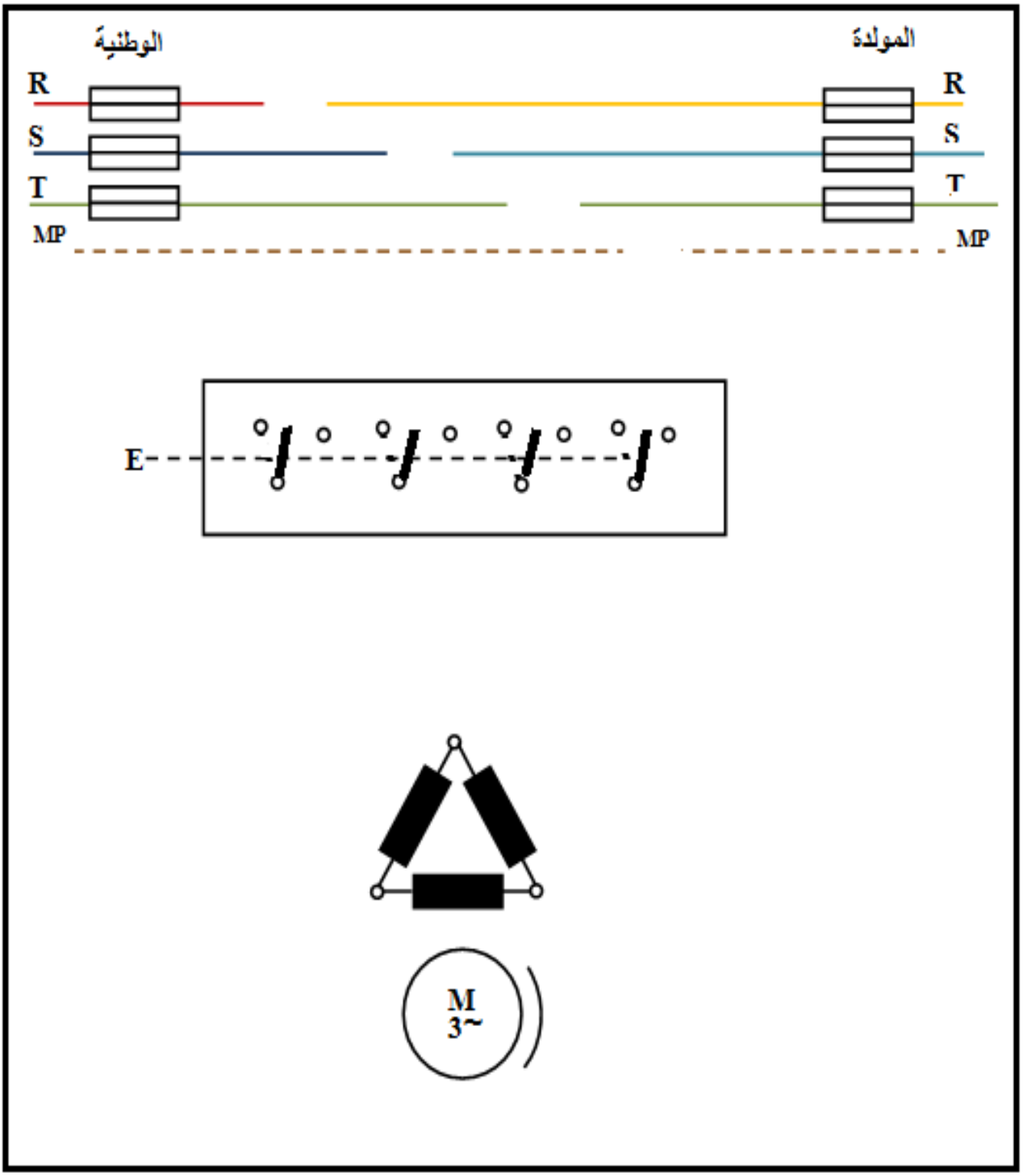


مفتاح مبدل بقطبين احادي الطور



تمرين رقم (13) مفتاح مبدل ذو اربعة اقطاب ثلاثي الطور

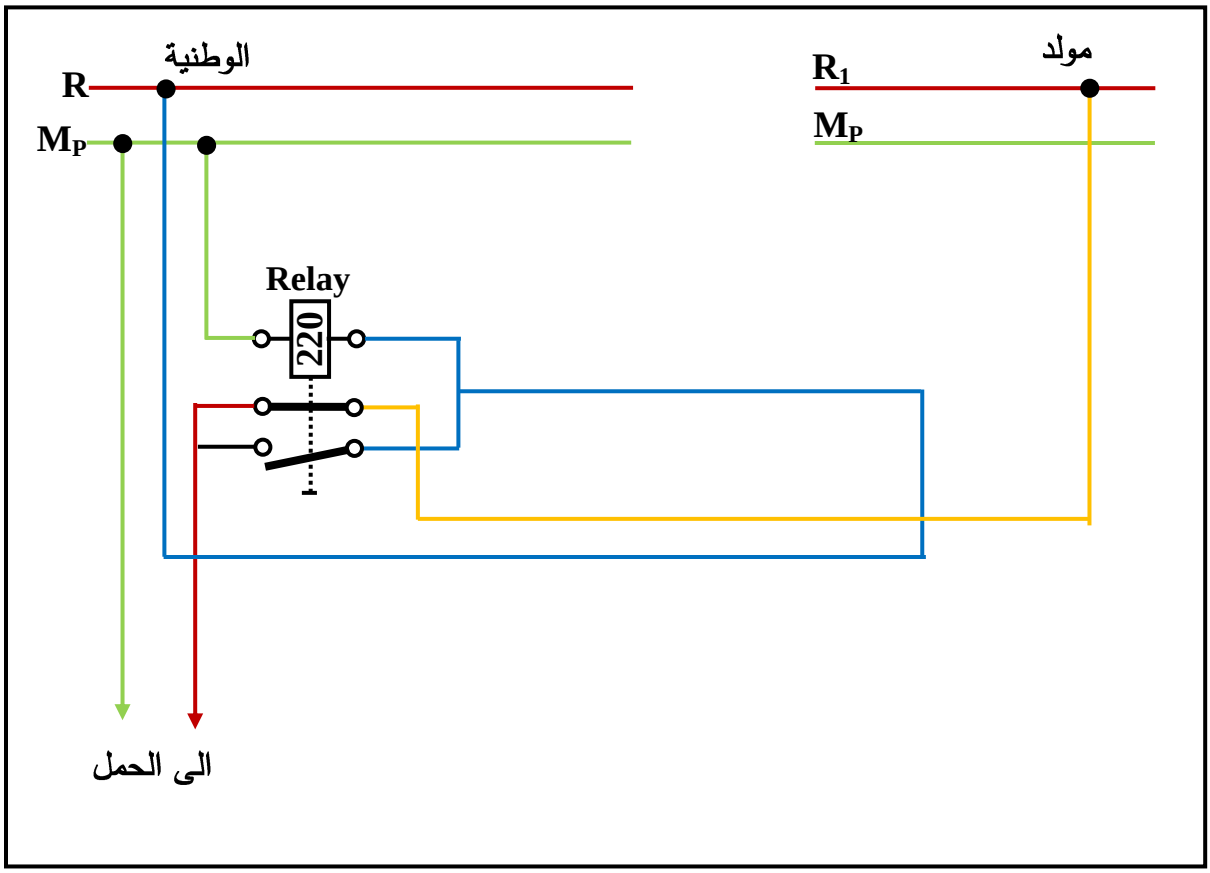
ارسم توصيلة محرك حثي ثلاث اطوار الجزء الساكن فيه موصل على شكل مثلث (دلتا) مع مفتاح مبدل (تحويل) ذو اربعة اقطاب (يدوي).يغذى المحرك مرة من الشبكة الوطنية ومرة اخرى من المولد ليحافظ على استمرارية عمل المحرك مع حماية بواسطة المصهرات والارضي.



لوحة رقم (14) التوصيلة الكهربائية لمفتاح التحويل الاتوماتيكي (ATS) طور واحد

المثال دائرة السيطرة لمفتاح (ATS) طور واحد

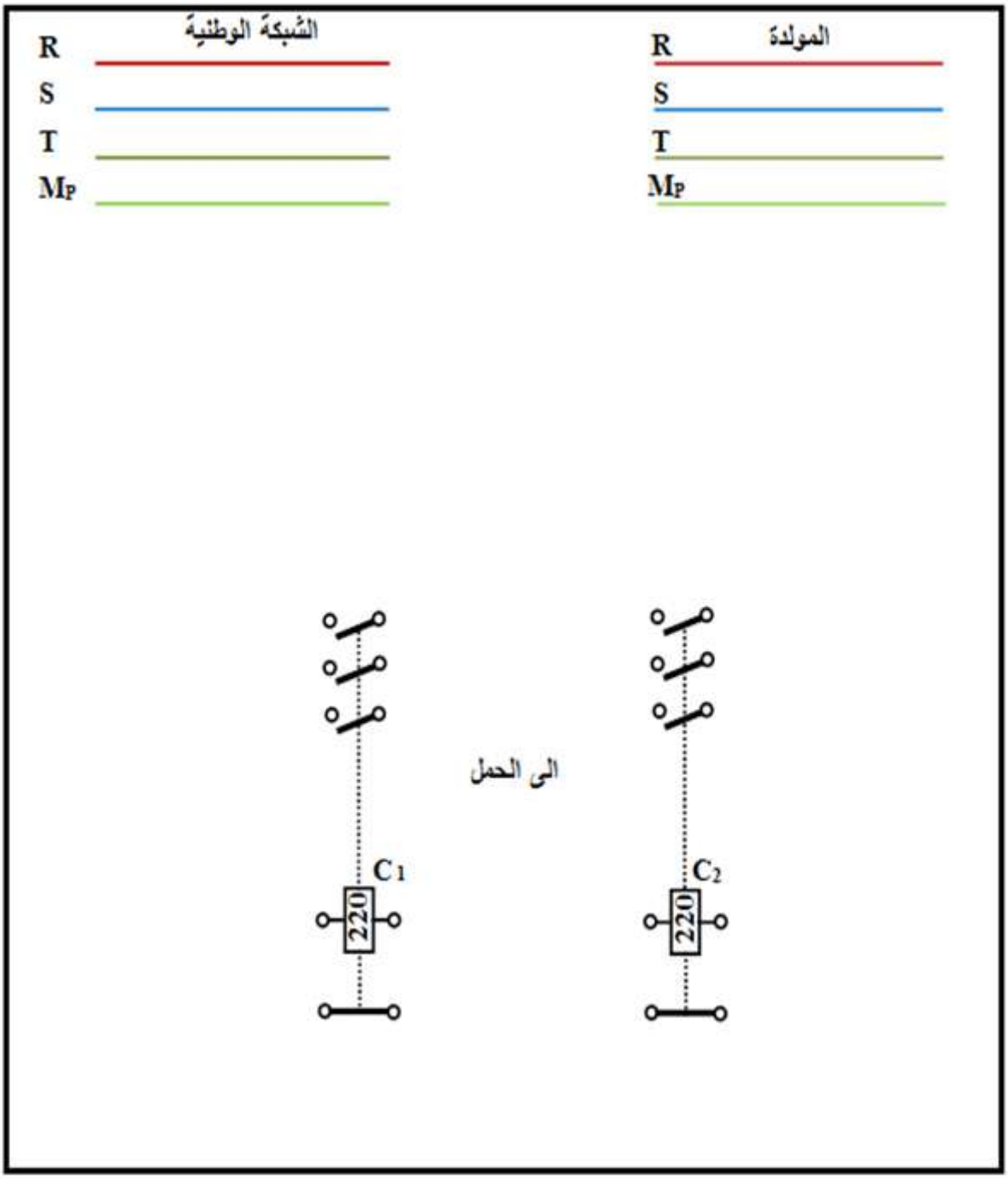
مفتاح التحويل الاتوماتيكي يختلف عن مفتاح التحويل اليدوي حيث يستعمل في مفتاح التحويل الاتوماتيكي رلي (Relay) ليتم فيه التحويل من الوطنية الى المولد وبالعكس يمكن الاستفادة من النقاط الغالقة والفاتحة في ذلك.



تمرين رقم (14)

التوصيلة الكهربائية لمفتاح التحويل الاوتوماتيكي (ATS) ثلاثة اطوار

ارسم التوصيلة الكهربائية لمفتاح التحويل الاتوماتيكي (ATS) بين الشبكة الوطنية والمولدة لمصدر ثلاثي الاطوار. يستعمل اربعة اسلاك وموصل هوائي عدد (2) للتحكم في فصل الوطنية عن المولدة عند التشغيل وبالعكس. يجب ملاحظة انه من غير الممكن ان يعمل المفتاحين في آن واحد مطلقاً.

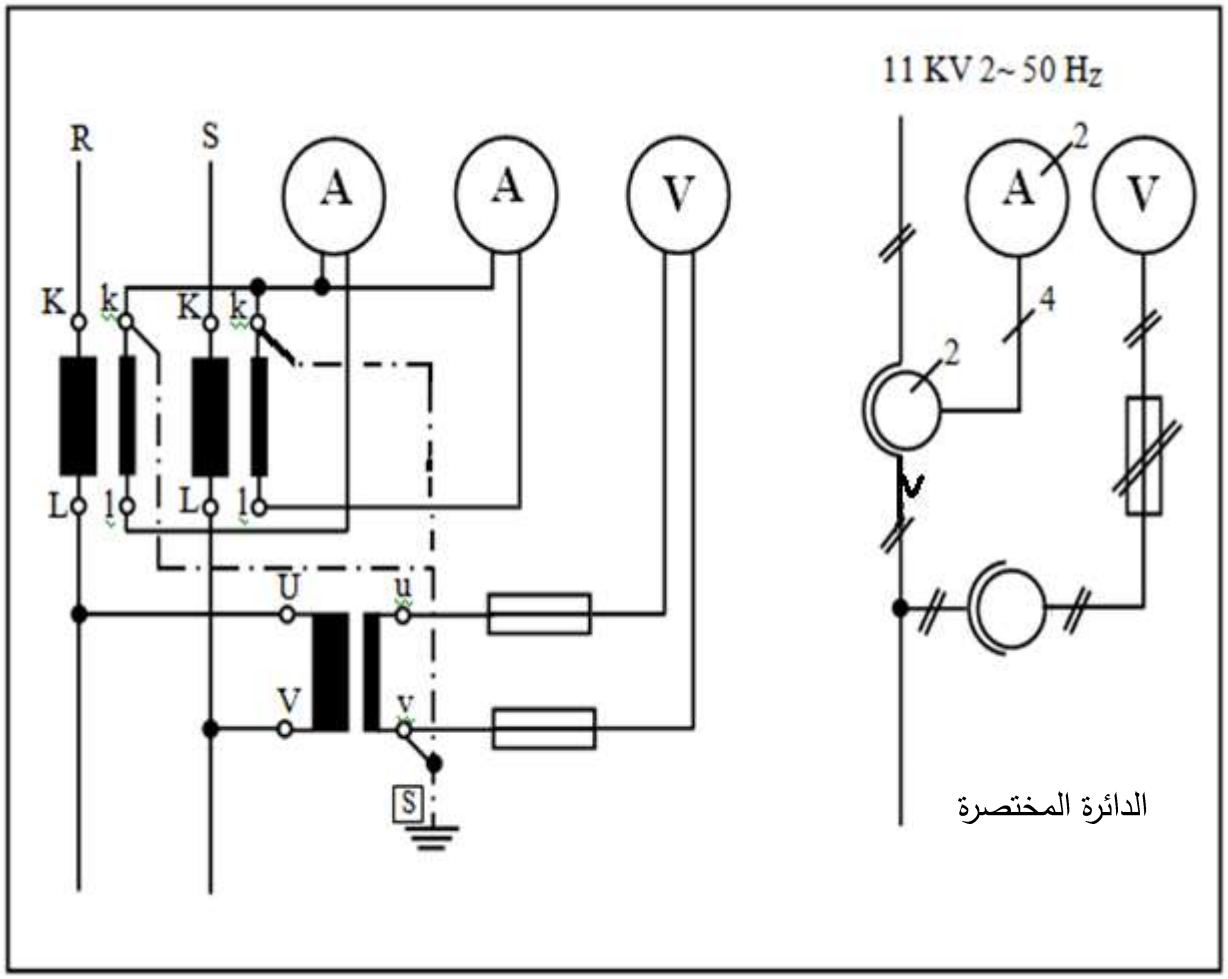


لوحة رقم (15)

توصيلة المحولات الكهربائية مع اجهزة التيار والجهد لمصدر تيار متناوب طورين

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 محولتين للتيار مربوط على التوالي مع الحمل جهازين لقياس التيار (A) ومحول جهد موصل على التوازي مع الحمل وجهاز قياس الجهد ومصهرين حماية ويوصل الملف الثانوي لمحولتين التيار ومحول الجهد بالارضي للحماية...

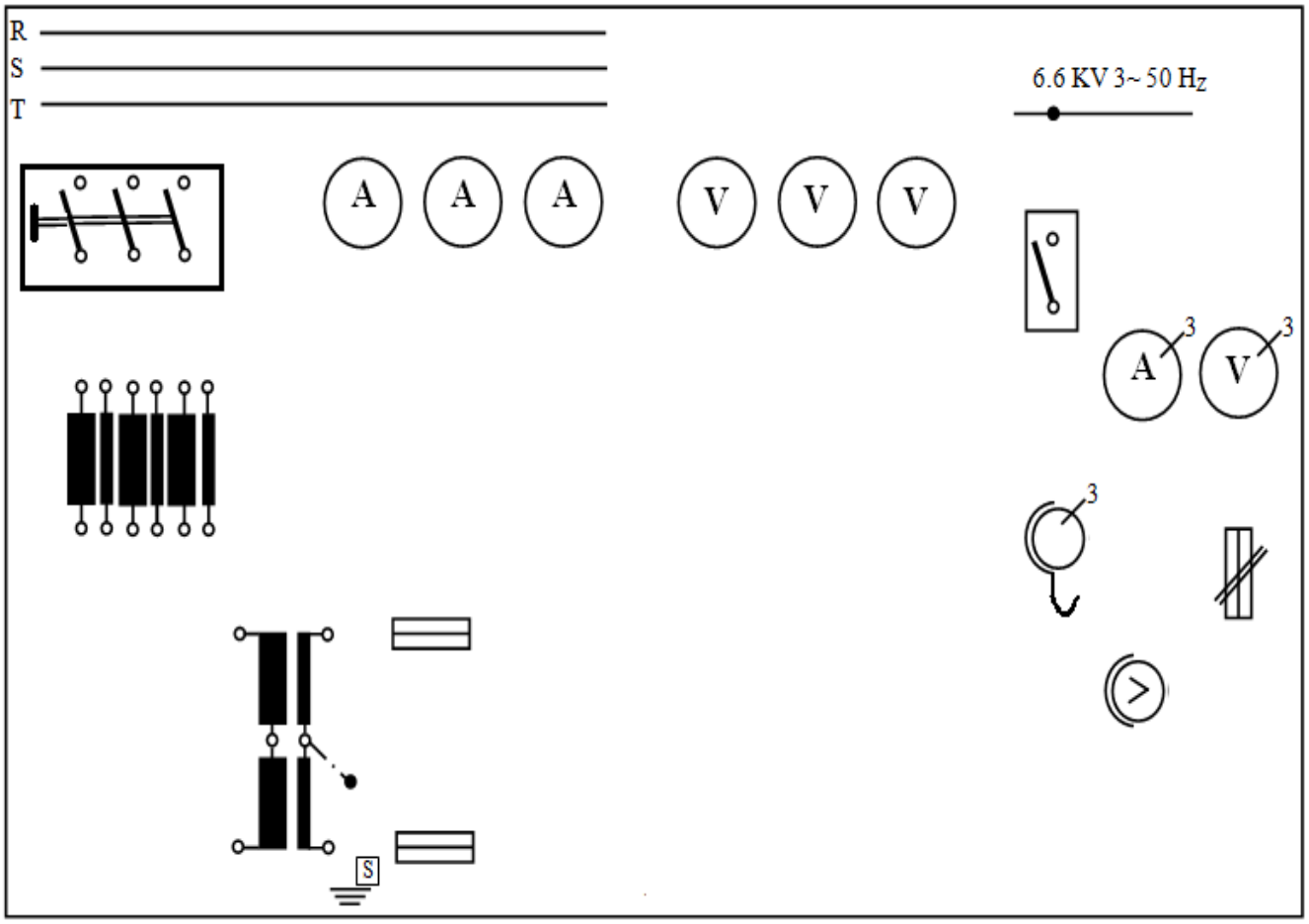
في الجهة الثانية الدائرة المختصرة



تمرين رقم (15) المحولات الكهربائية الثلاثية الاطوار

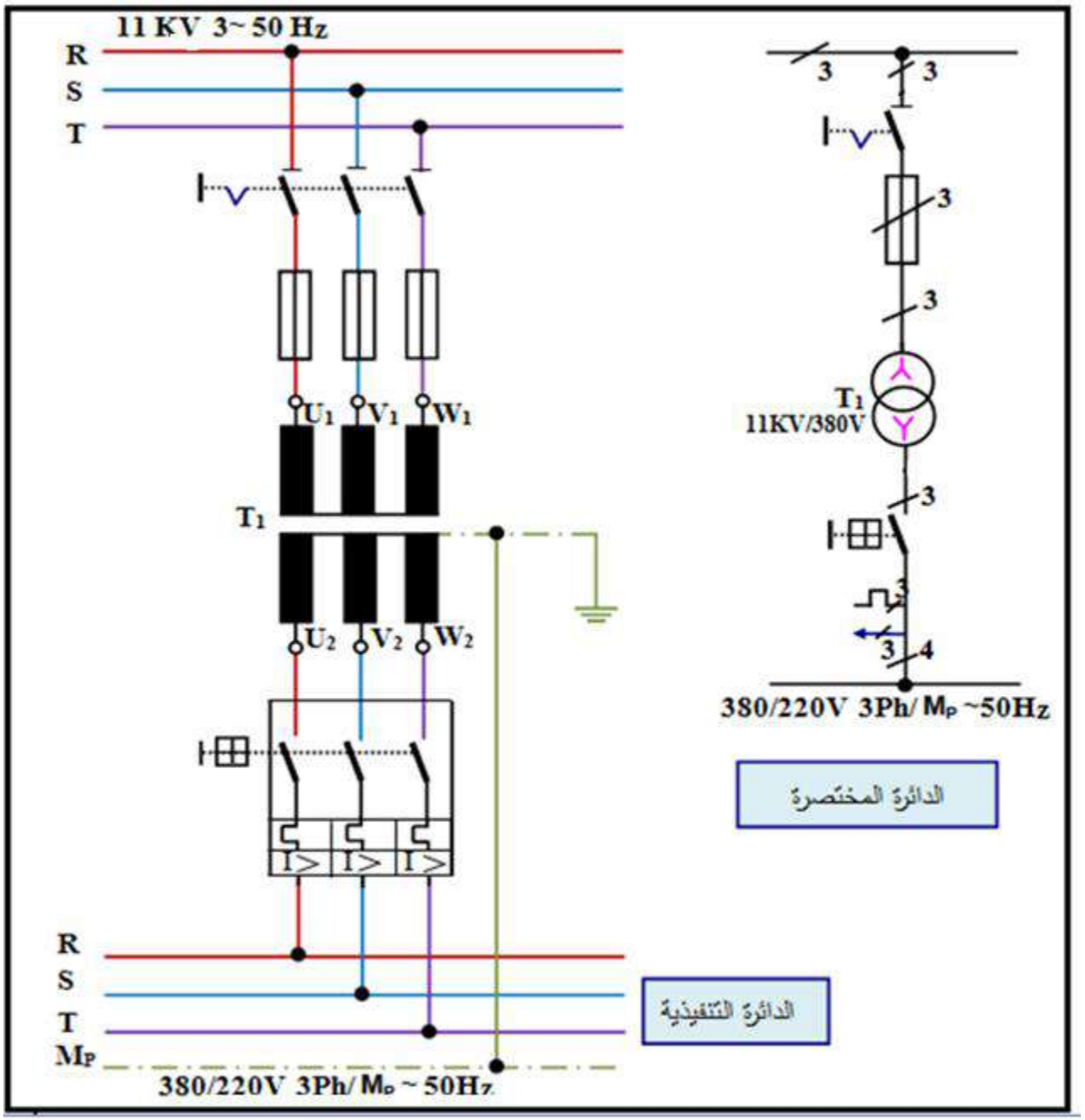
في شبكات الجهد العالي لايمكن قياس الجهد او التيار مباشرة باستعمال اجهزة قياس الجهد والتيار لذا تستعمل محولات تيار (C.T) ومحولات جهد (V.T) يمكن بواسطتها قراءة قيمة عالية لجهد او تيار باجهزة ذات سعات قليلة عند ربطها مع اجهزة القياس (V,A) مع ملاحظة نسبة التحويل عند القراءة.

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 مصهرين. مع رسم الدائرة الرمزية لذلك.



لوحة رقم (16) توصيلة محولات توزيع ثلاثية الاطوار نوع (YY6)

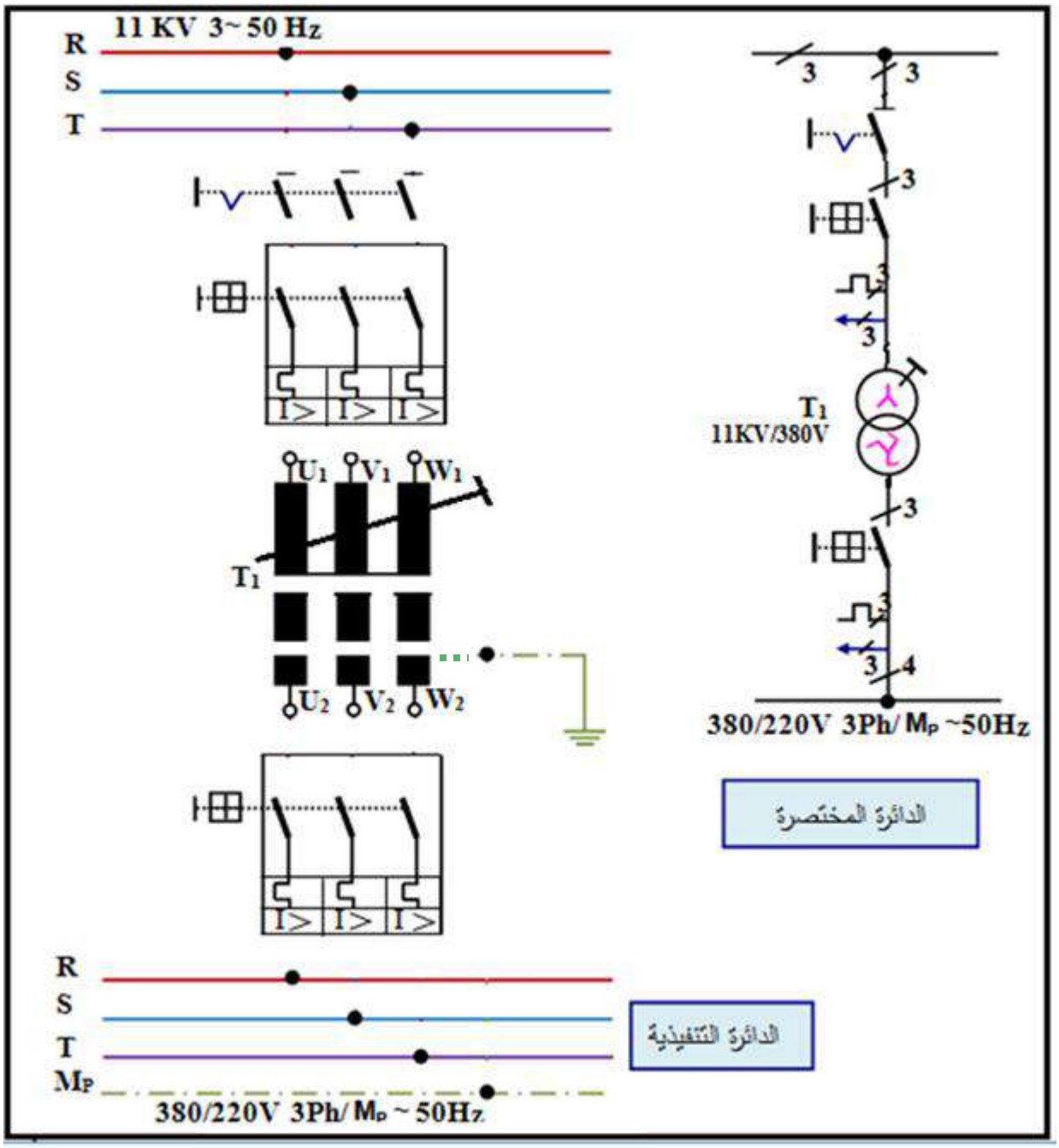
توجد انواع من المحولات تستعمل في توزيع الجهد والتيار في المناطق السكنية والمصانع ، والرسم ادناه يمثل محول توزيع ثلاثي الاطوار (YY_6) وتمثل هذه الدائرة المراحل التي يتم فيها تجهيز المستهلك بالطاقة الكهربائية تبدأ من شبكة تيار متناوب ثلاثي الاطوار ذو جهد عالي (11 KV/380 V , 50 H_Z) ثم قاطع هيدروليك (مفتاح قطع) ومصهرات ثم محول لخفض الجهد نوع (YY_6) ثم مفتاح حماية ثم المستهلك وتوصل نقطة التعادل (M_P) الى الارض وفي الجانب الاخر الدائرة المختصرة للدائرة الكاملة



تمرين رقم (16) توصيلة محولات توزيع ثلاثية الاطوار نوع (YZ5)

ارسم الدائرة الكهربائية لتجهيز المستهلك من شبكة الجهد العالي ثلاثية الطور

(11 KV/380 V , 50 Hz) ثم الى مفتاح قطع (هيدروليك) ثلاثي الطور وبعده مفتاح اوتماتيكي ثلاثي الطور ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار مع محول (YZ5) ومفتاح اوتماتيكي ثلاثي الطور ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار مع رسم الدائرة المختصرة

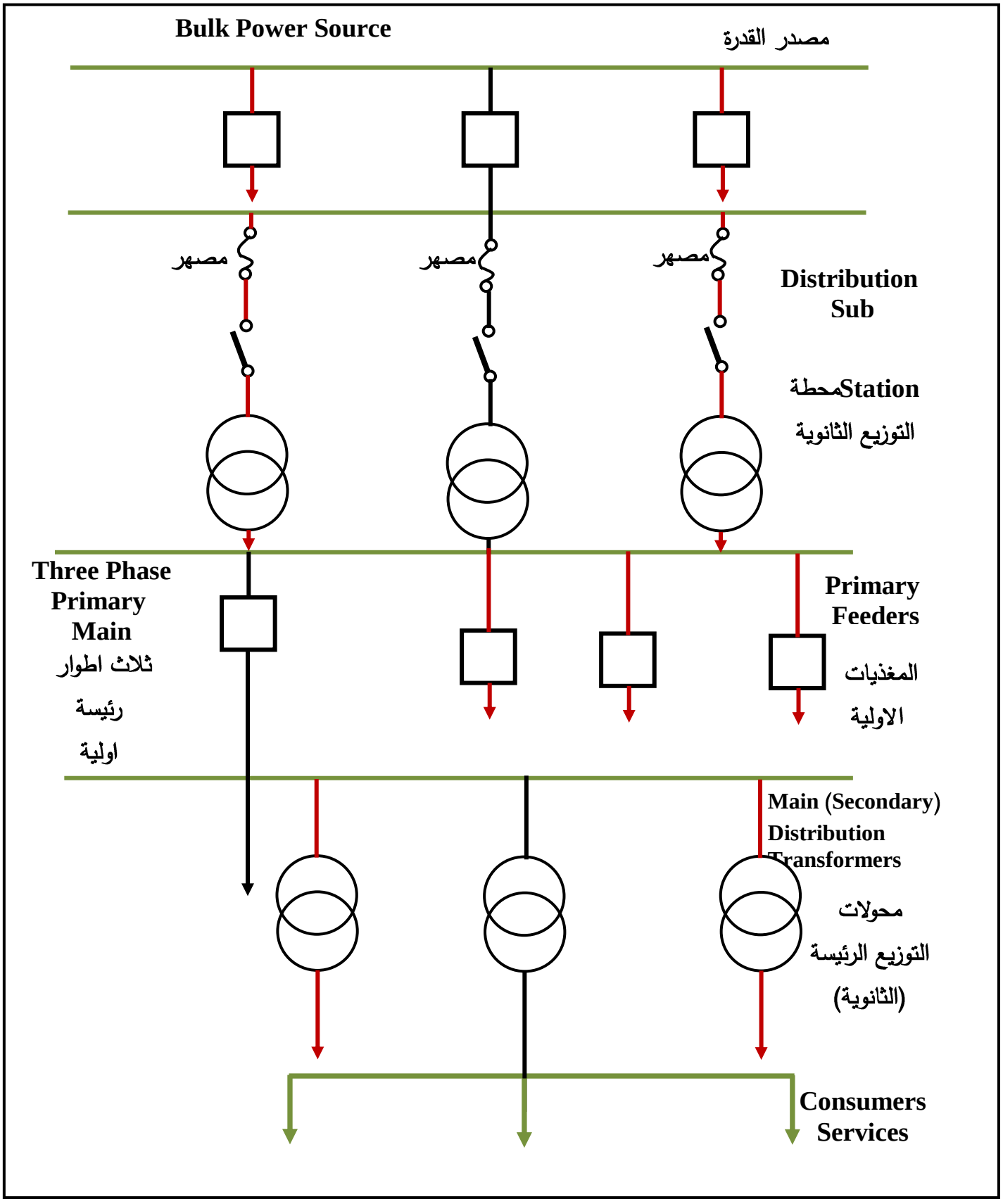


لوحة رقم (17) منظومة التوزيع الكهربائي

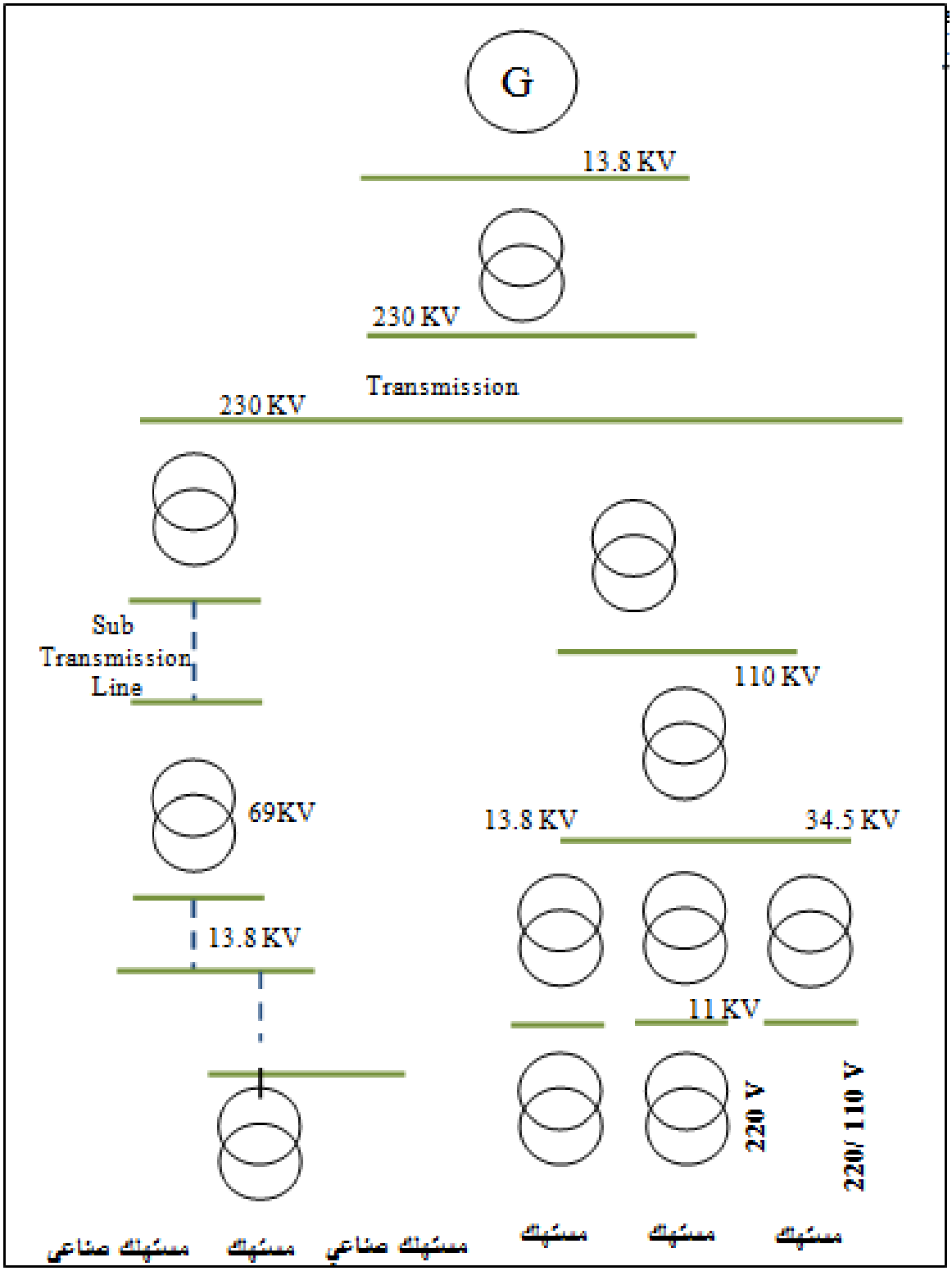
يتم توليد القدرة الكهربائية عند جهود مستويات التوليد (6,6) كيلوفولت، (11) كيلوفولت، (13.8) كيلوفولت، ثم ترفع الى جهود عالية او فائقة بوساطة محولات رفع لتصل الى مستويات الجهود على خطوط النقل والتي تتراوح بين (400) كيلوفولت الى (380–220 –132 –66) كيلوفولت.

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 (33–20–13.8–11–6.6) كيلوفولت او مستويات التوزيع الثانوي (220/110) فولت او (380/220) فولت.

أدناه نموذج توزيع لجزء من شبكة توزيع كهربائية.


Bulk Power Source
مصدر القدرة
مصهر
مصهر
مصهر
Distribution Sub
Stationمحطة
التوزيع الثانوية
Three Phase Primary Main
ثلاث اطوار
رئيسة
اولية
Primary Feeders
المغذيات
الاولية
Main (Secondary) Distribution Transformers
محولات
التوزيع الرئيسة
(الثانوية)
Consumers Services

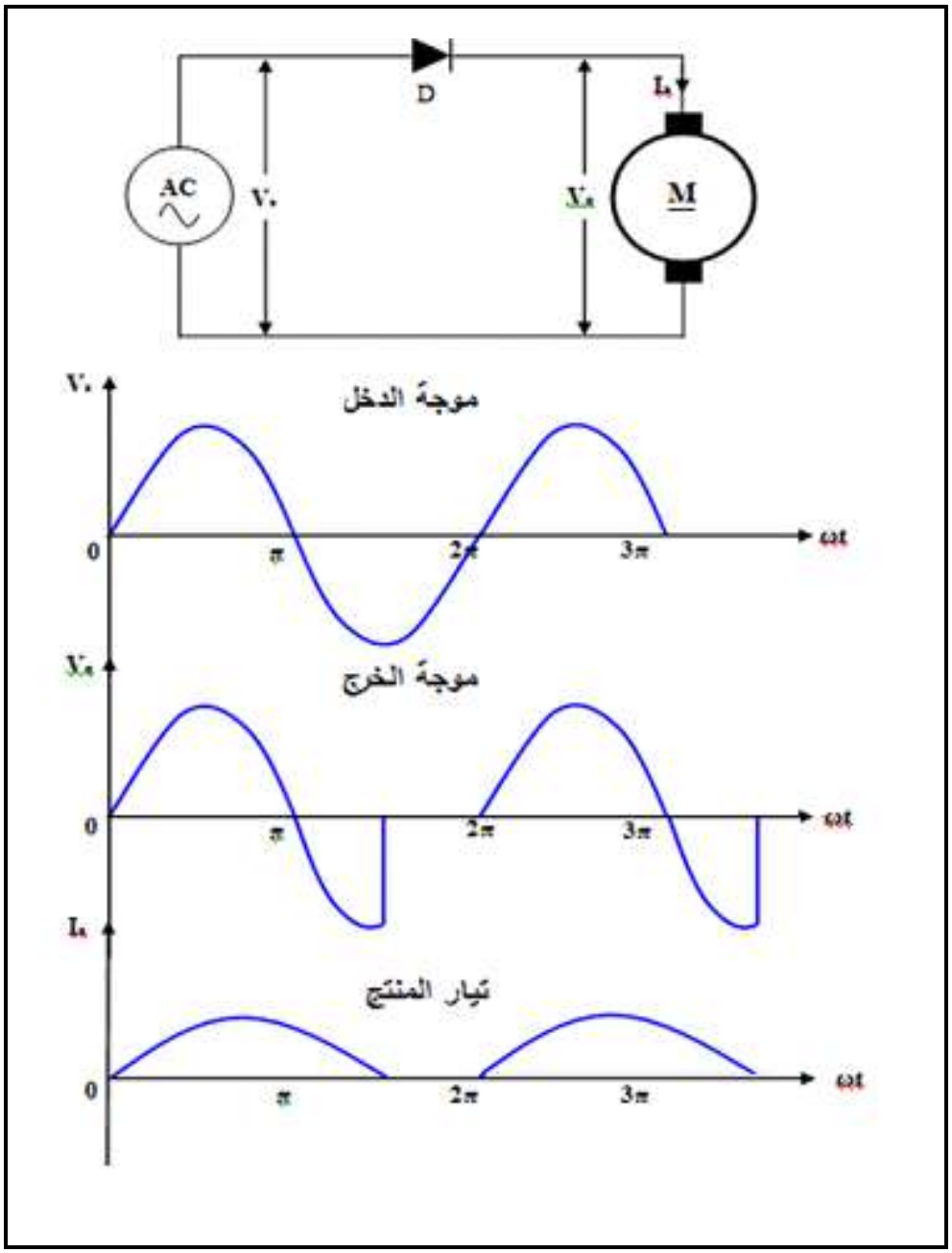
تمرين رقم (17) مراحل توزيع الطاقة الكهربائية



لوحة رقم (18)

تشغيل محركات التيار المستمر من خلال موحد احادي الطور نصف موجة

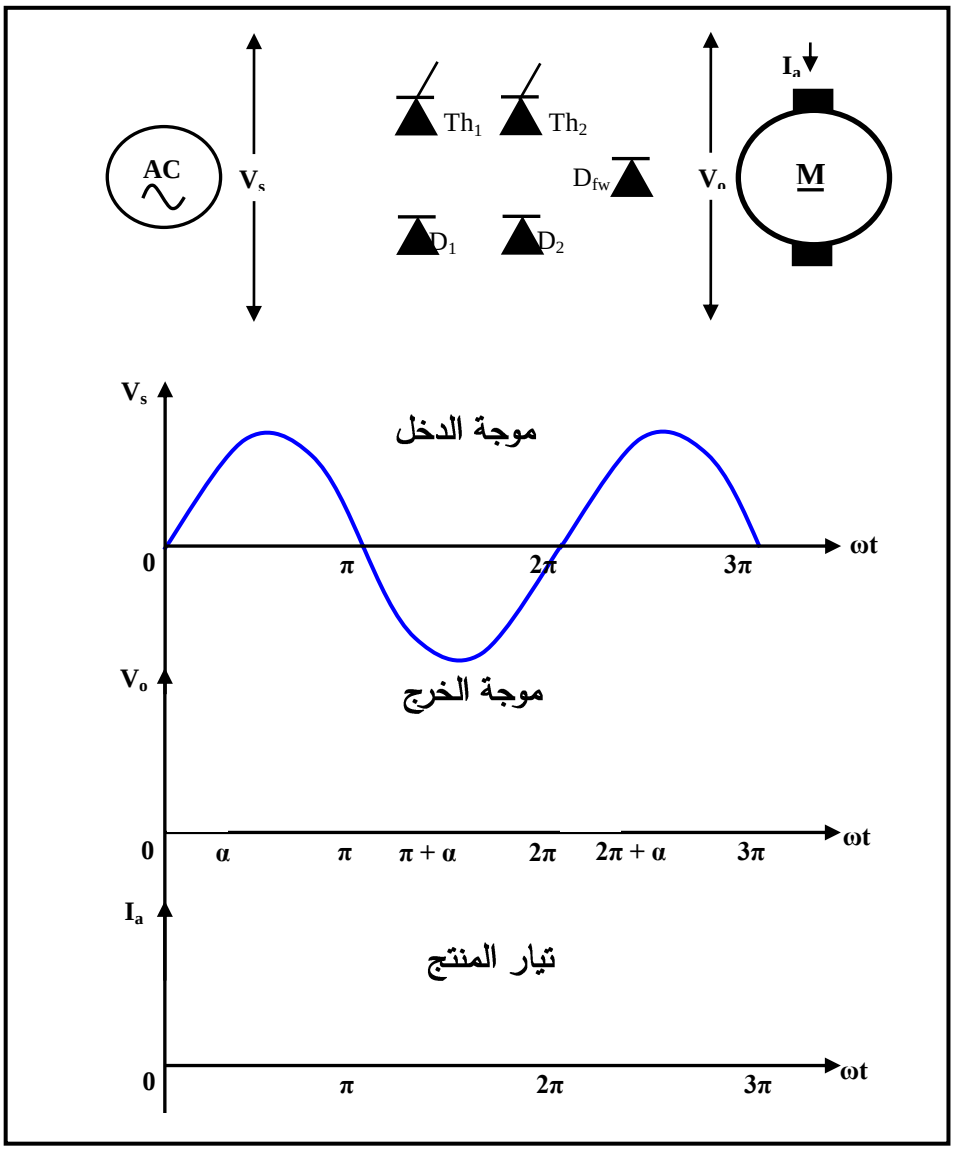
تعد هذه الدائرة من ابسط دوائر تدوير محركات التيار المستمر، حيث يتم تغذية ملفات المنتج عن طريق موحد نصف الموجة غير محكوم متصل بمصدر التيار المتناوب احادي الطور والشكل ادناه يوضح الدائرة الكهربائية وموجة فولتية الدخل والخرج مع تيار المنتج.



تمرين رقم (18)

تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة كاملة نصف محكوم

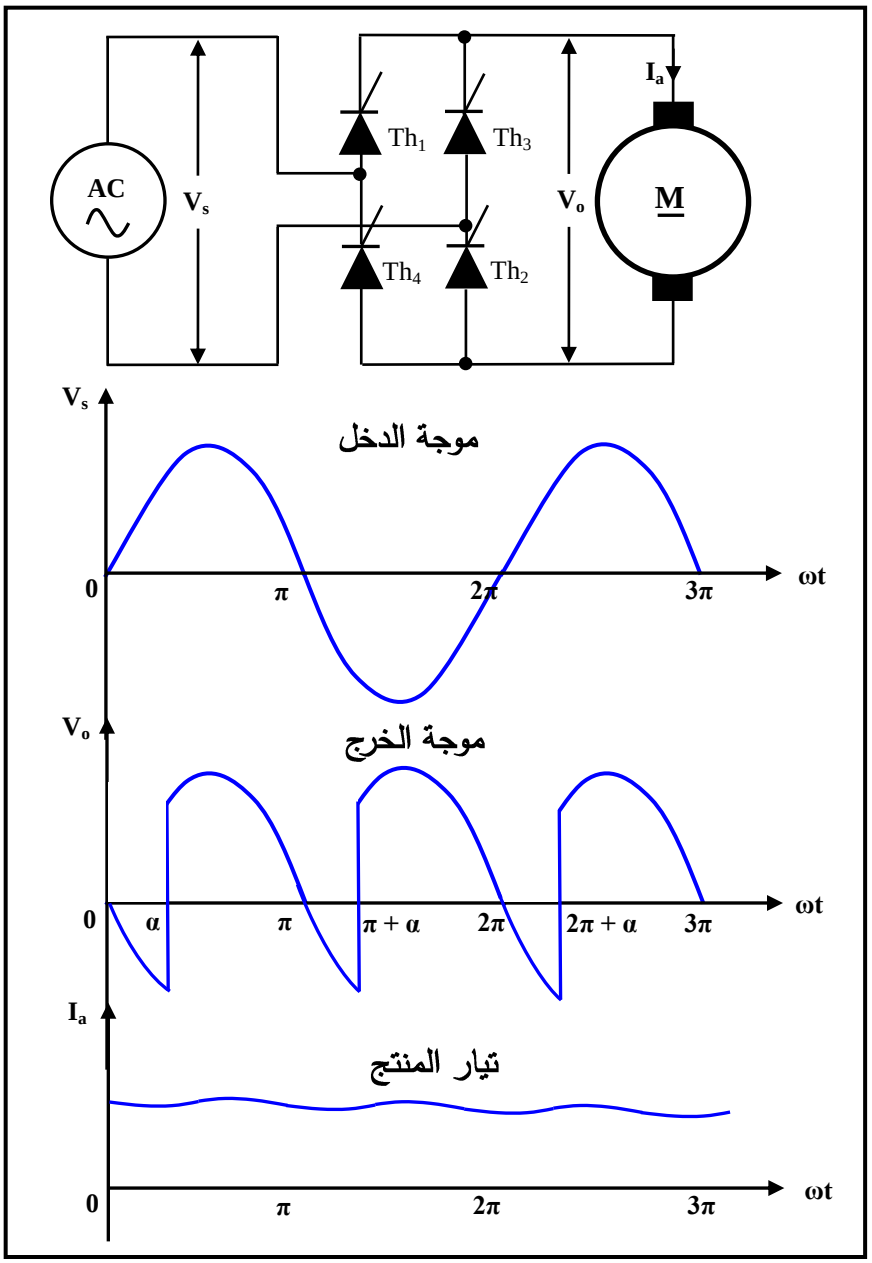
ارسم دائرة تشغيل محرك تيار مستمر تتكون من موحد عدد اثنان وثايروستور عدد اثنان والمجموعة متصلة على شكل قنطرة موصلة الى مصدر تيار متناوب احادي الطور، حيث يتم قدح كل من الثايرستور الاول (Th_1) بزاوية قدح (α) خلال النصف الموجب من موجة الدخل ($0-\pi$) بينما يبقى الثايرستور الثاني (Th_2) في حالة أطفاء، اما خلال النصف السالب من الموجة يتم قدح الثايرستورالثاني بزاوية قدح ($\pi+\alpha$) وفي هذه الحالة يكون الثايرستور الاول (Th_1) في حالة أطفاء. اما موحد الانطلاق الحر(D_{FW}) المربوط بالتوازي مع المحرك فيعمل على حماية الدائرة وارسم موجة فولتية الدخل والخرج مع تيار المنتج



لوحة رقم (19)

تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة كاملة محكوم

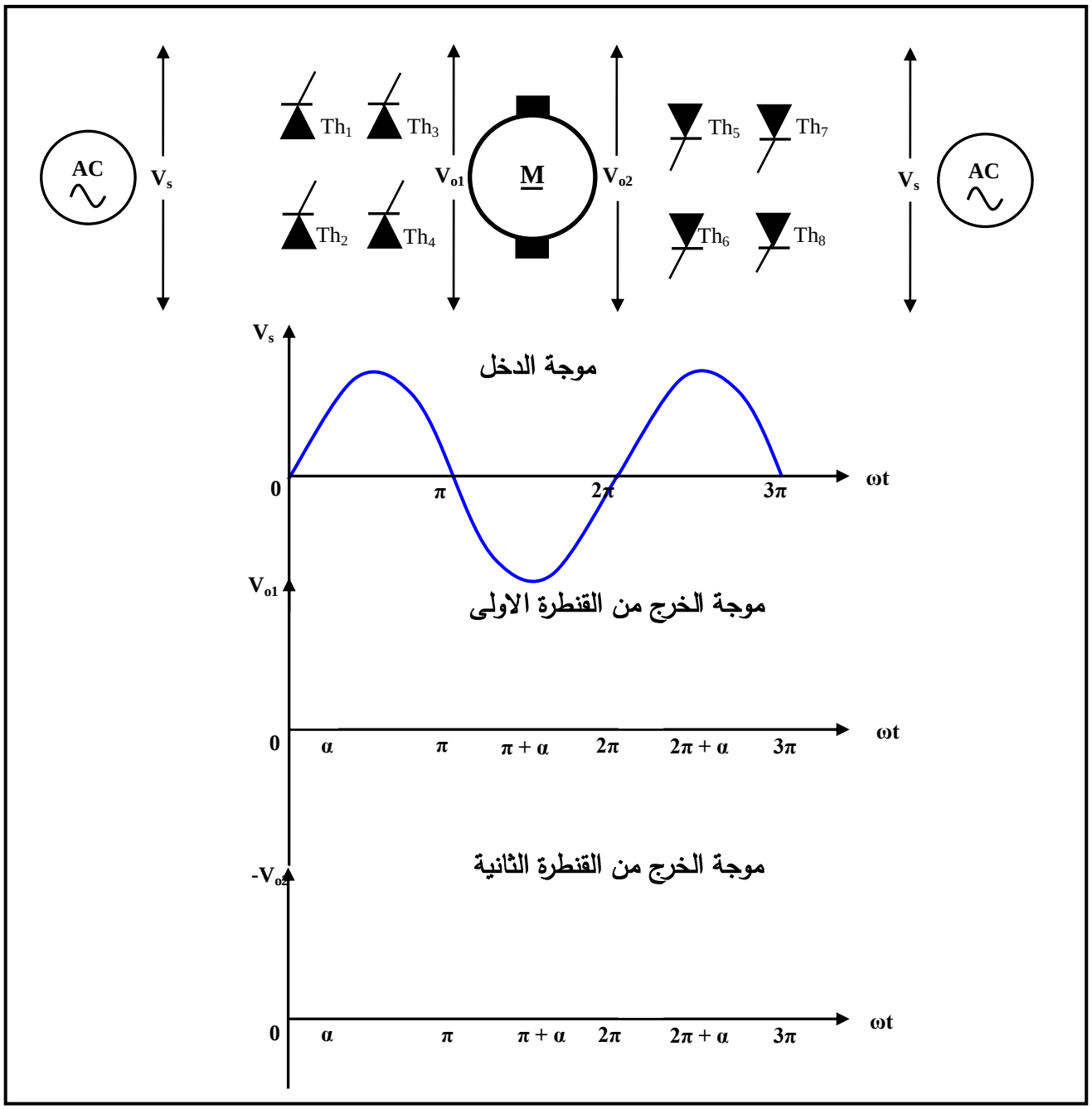
تتكون هذه الدائرة من أربعة ثايروستوات مربوطة على شكل قنطرة متصلة الى مصدر تيار متناوب احادي الطور لتشغيل محرك تيار مستمر، حيث يتم قدح كل من الثايرستور الاول (Th_1) والثايرستور الثاني (Th_2) بزاوية قدح (α) خلال النصف الموجب من موجة الدخل (0-π)، بينما يبقى الثايرستور الثالث (Th_3) والثايرستور الرابع (Th_4)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



تمرين رقم (19)

تشغيل محرك تيار مستمر من خلال موحد احادي الطور موجة 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 (0-π) يتم التحكم بفولتية الخرج. وارسم موجة فولتية الدخل والخرج من القنطرة الاولى والثانية.



لوحة رقم (20) رسم الموجة الجيبية الثلاثية الاطوار

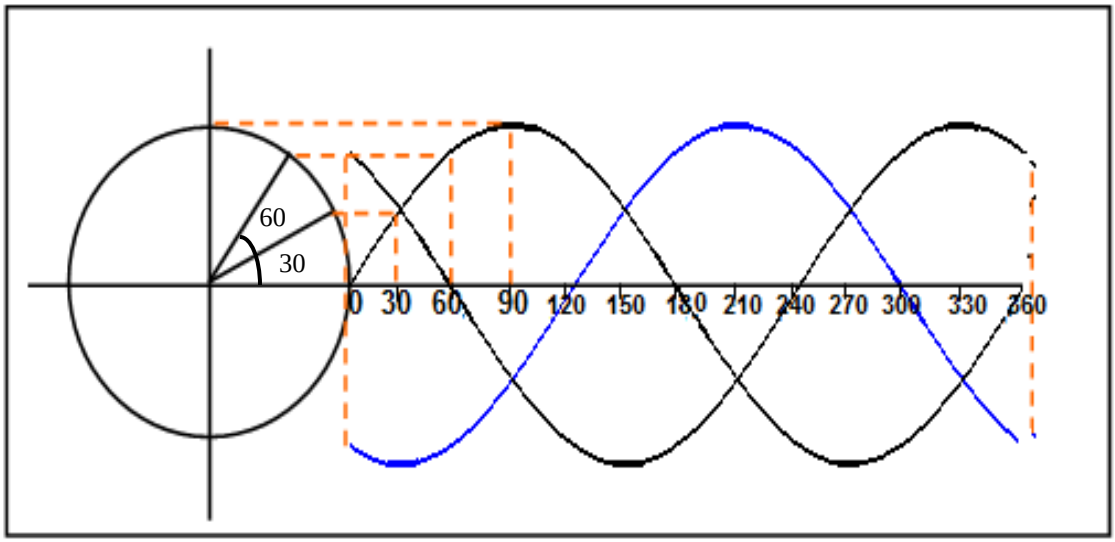
سبق ان تعلمت في المرحلة السابقة طريقة رسم الموجة الجيبية التي تمثل التيار المتناوب الاحادي الطور، وفي هذا المثال ستتعلم طريقة رسم الموجة الجيبيةالتي تمثل التيار المتناوب ثلاثي الاطوار الذي يمثل بثلاث موجات جيبية بينها فرق بالطور بزاوية (120^o).

ارسم دائرة نصف قطرها (42) ملم. ارسم خطين متعامدين يمران بمركز الدائرة. قسم كل ربع دائرة الى قسمين متساويين، (برسم خطوط تتبع من مركز الدائرة)، لاحظ الشكل أدناه. ارسم خط مستقيم ودرجه من (0^o الى 360^o)، باقسام متساوية كل ثلاثين درجة مثلا 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 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^o (حيث تعتبر زاوية صفر لها)، اكمل رسم الموجة باتجاه اليمين الى غاية الزاوية 360^o، ثم ارجع الى الجهة اليسرى لاكمال نفس الموجة لغاية صفر $0°$ ارسم موجة ثالثة تبدأ من الزاوية 240^o (حيث تعتبر زاوية صفر لها)، وكرر نفس خطوات اكمال رسم الموجة الثالثة كما رسمت الموجة الثانية.

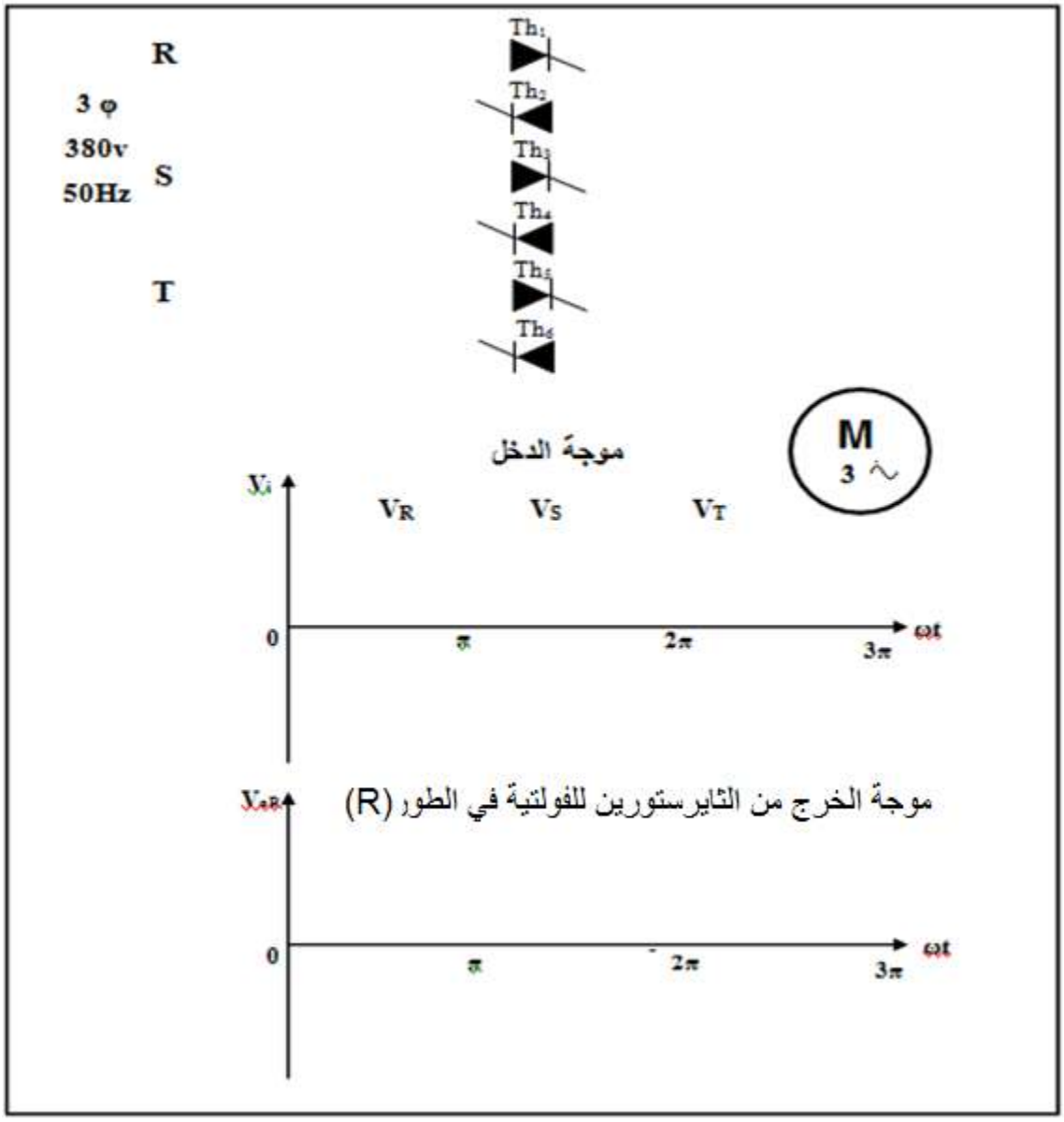
وهكذا يمكنك رسم عدد من الموجات بفرق طور بينهما زاوية معلومة..



تمرين رقم (20)

التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الجزء الساكن

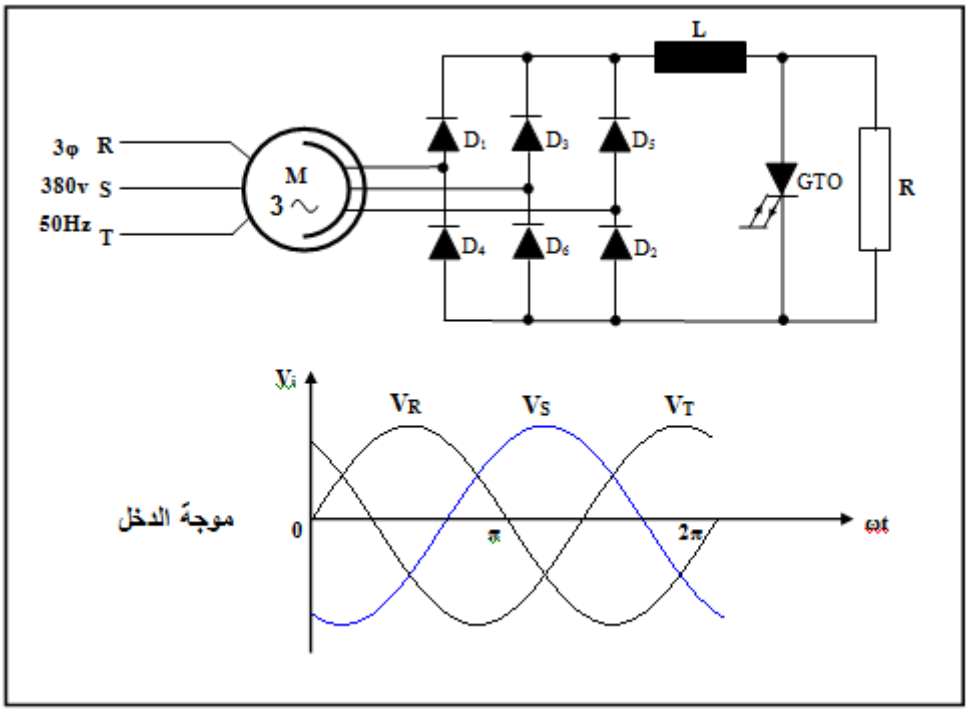
ارسم دائرة سيطرة على سرعة محرك حثي ثلاثي الاطوار ذو القفص السنجابي من خلال تغيير الفولتية المجهزة للجزء الساكن باستخدام ثايرستوران مربوطان بشكل متعاكس مع كل طور من أطوار المحرك ، حيث يتم تغيير الفولتية المجهزة للمحرك من خلال تغيير زاوية قدح الثايرستور (α) ، كما تستخدم هذه الدائرة في تقليل تيار البدء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



لوحة رقم (21)

التحكم في سرعة المحرك الحثي الثلاثي الاطوار عن طريق دائرة الجزء الدوار

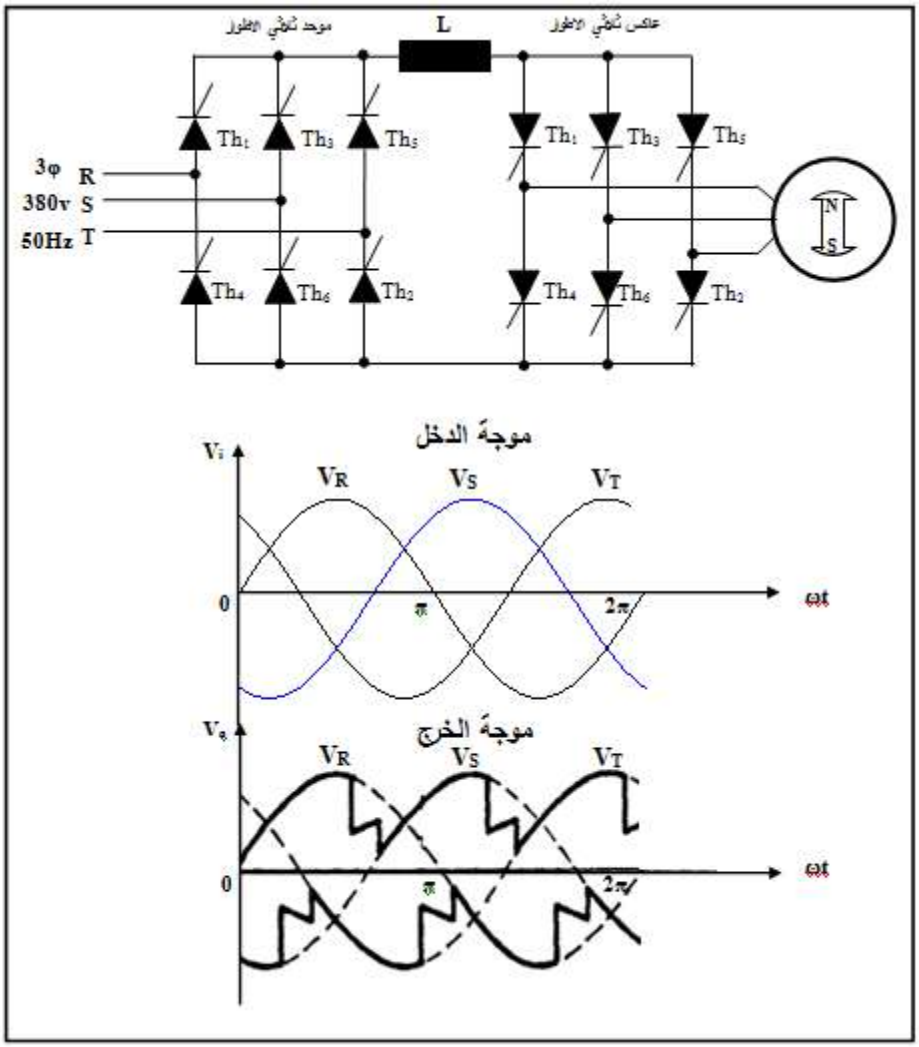
ارسم الدائرة الكهربائية التي تستخدم في السيطرة على سرعة المحركات الحثية الثلاثية الاطوار ذو الحلقات الانزلاقية الصغيرة الحجم من خلال تغيير مقاومة العضو الدوار بوساطة دائرة موحد ثلاثي الاطوار متصل بالتوازي مع ثايرستور نوع (GTO) ومقاومة عن طريق محاثة كهربائية ، بحيث يتم تغيير مقاومة العضو الدوار للمحرك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



تمرين رقم (21) أ

التحكم في سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار بتغيير التردد

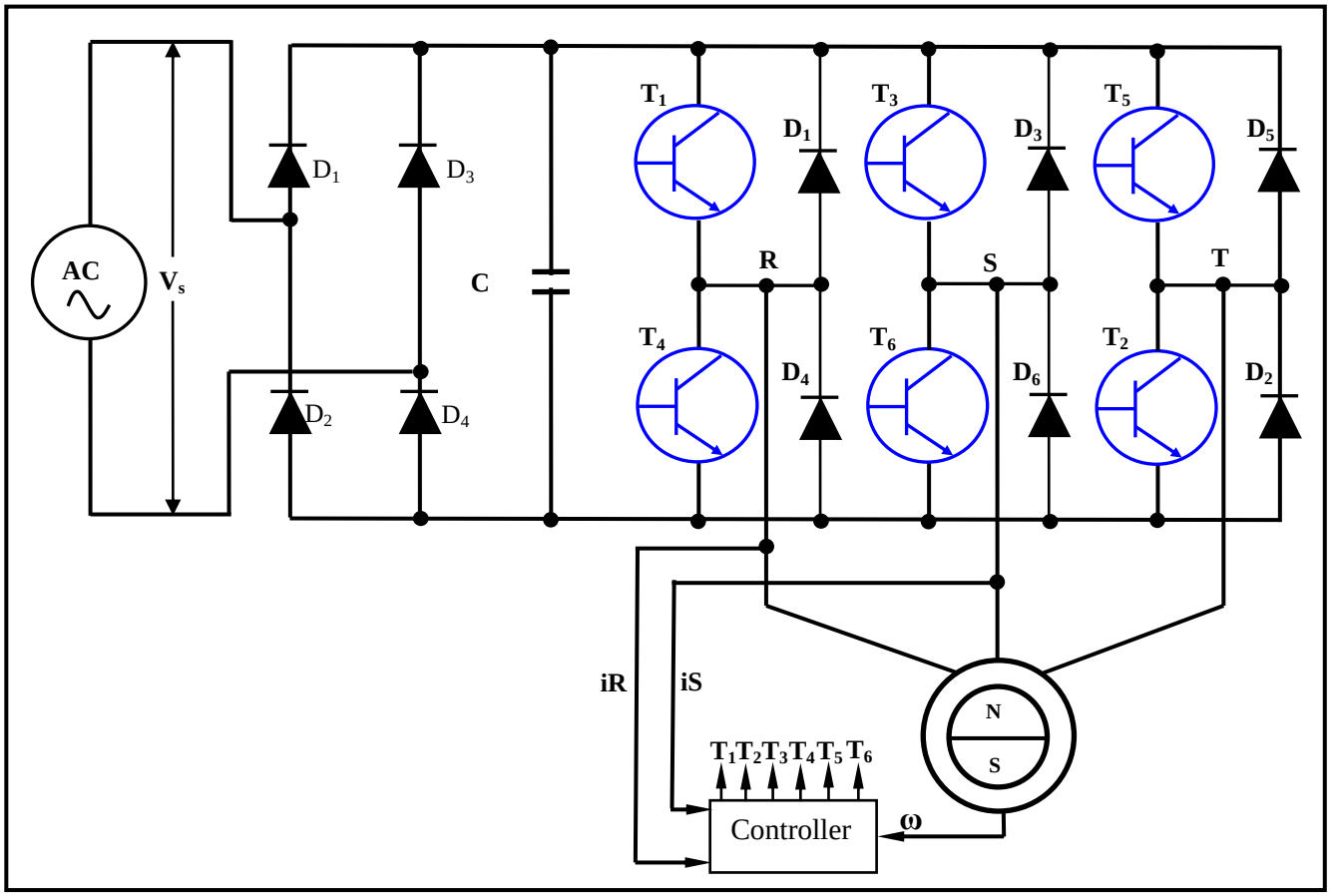
تعد هذه الدائرة من انظمة السيطرة المفتوحة على سرعة المحرك التزامني الثلاثي الاطوار من خلال تغيير التردد حيث تتكون الدائرة الكهربائية من موحد ثلاثي الاطوار محكوم متصل مع عاكس ثلاثي الاطوار عن طريق محاثة كهربائية تعمل كمصدر للتيار، حيث يتم السيطرة على سرعة المحرك من خلال تغيير قيمة الفولتية والتردد المجهزة 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.

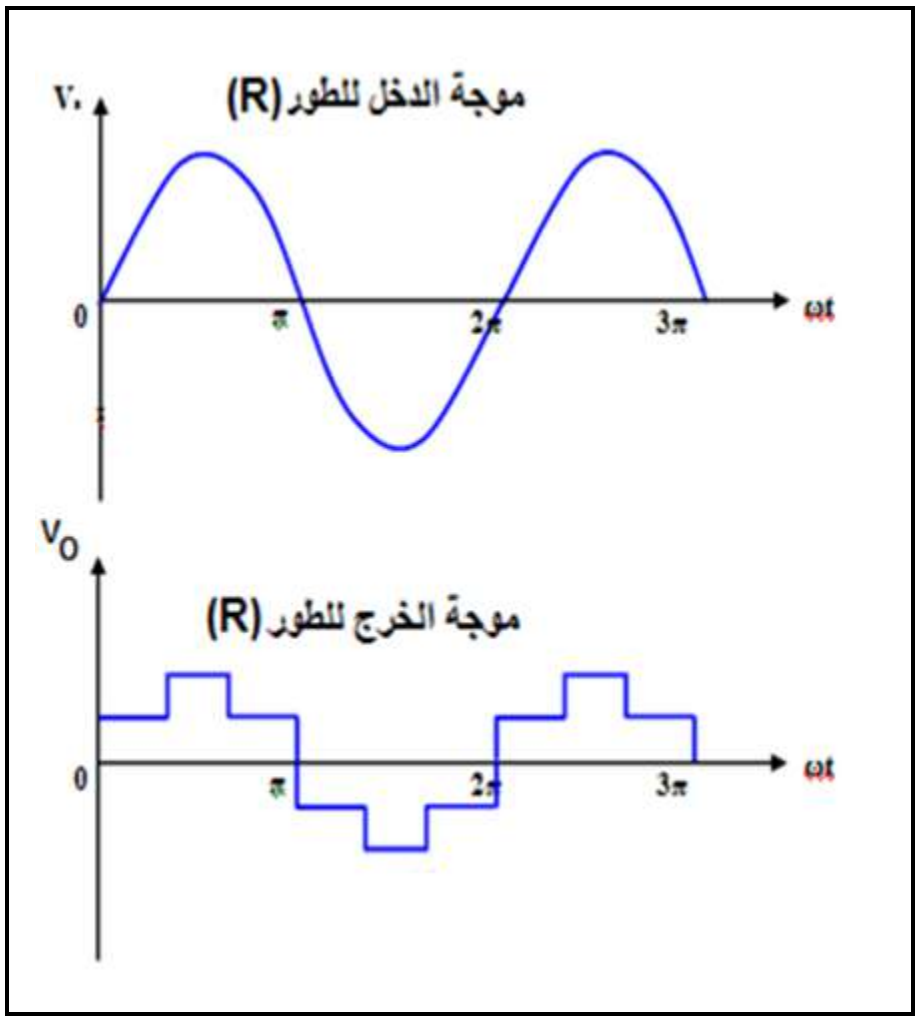


تمرين رقم (21) ب

التحكم في سرعة المحرك التزامني ذو المغناطيس الدائم باستخدام عاكس مصدر فولتية ثلاثي الاطوار

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 اللوحة السابقة هو استخدام المغناطيس الدائم في توليد المجال المغناطيسي للمحرك بدل عن ملفات المنتج والتي تتغذى عن طريق مصدر تيار مستمر خارجي . تتألف دائرة السيطرة من موحد قنطري احادي الطور غير 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 متغير الفولتية والتردد حسب السرعة المطلوبة باستخدام عاكس ثلاثي الاطوار مؤلف من ستة ترانسستورات وموحدات ، يتم تشغيل واطفاء تلك الترانسستورات باستخدام مسيطر (controller) والذي يتم تجهيزه بتيار لطورين من اطوار المحرك بالاضافة الى سرعة المحرك الفعلية المقاسة باستخدام مقاييس السرعة ،ارسم الدائرة الكهربائية التي توضح ذلك مع رسم موجة الدخل والخرج للفولتية المجهزة للمحرك في الطور (R).




موجة الدخل للطور (R)
V_i
0
π
2π
3π
ωt
V_O
موجة الخرج للطور (R)
0
π
2π
3π
ωt