

ورشة التحكم الكهربائي

دراسة دوائر التحكم بالطرق التقليدية والبرمجة

الجدارة : الإلمام بطرق التحكم بالطرق التقليدية وبالبرمجة في الآلات الكهربائية وخاصة المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه من حيث طريقة التشغيل وعكس الحركة للطرق كثيرة من أنواع التحكم .

من أهداف دراسة هذه الوحدة :

١. أن يستطيع المتدرب تشغيل والتحكم في دوائر المحركات بالطرق التقليدية.
 ٢. أن يستطيع المتدرب تحويل دائرة التحكم ذات الملامسات إلى برامج تطبق على المتحكم المنطقي المبرمج.
 ٣. أن يعرف المتدرب طرق البرمجة الشائعة للتحكم المنطقي المبرمج.
 ٤. أن يتقن المتدرب تنفيذ البرامج المختلفة على المتحكم المنطقي المبرمج.
 ٥. أن يلمم المتدرب بكيفية اكتشاف الأخطاء التي تنشأ في برامج التحكم المنطقي المبرمج.
 ٦. أن يعرف المتدرب تصحيح هذه الأخطاء ومعرفة تأثيرها على تشغيل البرنامج.
- مستوى الأداء المطلوب :** إتقان المهارات السابقة بنسبة ١٠٠ %.

الوقت المتوقع للتدريب : 56 ساعة .

الوسائل المساعدة :

١. الإلمام بنظريات البوابات المنطقية.
٢. الإلمام بالنظريات الخاصة بالتحكم المنطقي المبرمج.
٣. تنفيذ هذه التدريبات داخل الورشة الخاصة بالتحكم المنطقي المبرمج المتوفرة.

متطلبات الجدارة:

١. التدريب على المحركات الكهربائية ومعرفة تركيبها وطريقة دورانها.
٢. التدريب الكافي على مهارة تشغيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه بطريقة الملامسات وكيفية التحكم في تشغيلها وإمكانية عكس حركتها.

مقدمة

منذ بداية التسعينات اتجهت تقنيات التحكم في الصناعة إلى استخدام أنظمة تحكم تزيد من جودة المنتج من خطوط الإنتاج وفي نفس الوقت تقلل من تكاليف الإنتاج . هذه التقنيات استخدمت الحاسبات الآلية ومنها تقنيات التحكم المبرمج Programmable Logic Control التي أضافت إلى مجال الصناعة سهولة التحكم، والأمان في العمل، وتقديم جودة إنتاجية وإتقان أفضل.

تقدم هذه الوحدة للمتدرب المعلومات الكافية لكي يستخدم فيها التحكم المنطقي المبرمج في حل مشاكل التحكم في الصناعة وخاصة في كيفية تشغيل المحركات الكهربائية ذات الثلاثة أوجه وكيفية التحكم في تشغيلها وكذلك عكس حركتها سواء يدوياً أو أوتوماتيكياً. كما يقدم هذا الفصل للمتدرب كيفية تحويل دوائر الملامسات إلى برامج التحكم المنطقي المبرمج باللغات الشائعة الاستخدام وهي المخطط السلمي Ladder Diagram ، قائمة الأوامر Instruction List وأخيراً مخطط البوابات المنطقية Control System Flowchart.

كما تحتوي هذه الوحدة على شرح مختصر لتركيب إحدى أنواع المتحكم المنطقي المبرمج وكل وحدة بإيجاز ويحتوي كذلك على شرح مفصل لكيفية استخدام برنامج المتحكم المنطقي المبرمج الذي تم شرح تركيبه وذلك خطوة خطوة حتى يتسنى للمتدرب تنفيذ هذه الخطوات بسهولة لتنفيذ البرنامج أثناء التمرين.

كما تتيح هذه الوحدة للمتدرب اكتشاف الأعطال في دوائر المحركات الكهربائية باستخدام التحكم المنطقي المبرمج وتأثير هذه الأعطال على تشغيل هذه المحركات وأخيراً كيفية إصلاح هذه الأعطال وإعادة التشغيل مرة أخرى مع ملاحظة الفرق أثناء العطل وبعد إصلاحه، وتحتوي هذه الوحدة على أربعة تمارين تحتوي كل منها على تمارين فرعية. بعد دراسة المتدرب لها يكون قد ألمّ إلماماً تاماً بالتحكم عن طريق المتحكم المنطقي المبرمج.

الوحدة الأولى : دراسة دوائر التحكم بالطرق التقليدية والبرمجة

١. ١ برمجة الدوائر الكهربائية باستخدام المتحكم المنطقي المبرمج PLC :

مقدمة :

إن ظهور الحاسب الآلي (الكمبيوتر) كان أبرز عنصر في التقدم التكنولوجي الذي يشهده العالم الآن .

ولم يكتفَ بظهور الحاسب فقط ولكن تم الاتجاه إلى الاستفادة من الحاسب في جميع مجالات الحياة ، وقد نجح هذا الاتجاه بشكل ممتاز حيث أصبح يستفاد من الحاسب في جميع مجالات الحياة ، وأصبح يستخدم في :

(المجالات التجارية ، المجالات الطبية ، المجالات الهندسية إلخ)

ونحن نستعرض كيفية الاستفادة من استخدام الحاسب في مجالات الصناعة وخاصة في عملية التحكم . وعملية التحكم هي من العمليات الأساسية وذات الأهمية الكبرى في الصناعة ، وكان التحكم في بداية الأمر يتم عن طريق الأشخاص ثم مع تطور الإلكترونيات أصبح يستخدم الحاكومات الإلكترونية مثل (الحاكم التناسبي والحاكم التكاملي والحاكم التفاضلي) ثم بعد ذلك ظهرت عملية التحكم بالحاسب .

وفيما يلي نبين كيفية استخدام الحاسب في عملية التحكم المنطقي المبرمج :-

١. ١. ١ التحكم المنطقي المبرمج :

التحكم باستخدام الحاسب يمكن تلخيصه في أن الحاسب يستقبل إشارات الدخل للنظام المطلوب التحكم فيه وهذه الإشارات تكون بالنظام الثنائي (وهو النظام الذي يتعامل به الحاسب) ثم يقوم الحاسب بتنفيذ البرنامج الموجود بذاكرته عن طريق وحدة CPU ويكون نتيجة تنفيذ البرنامج إشارات خرج تخرج من الحاسب إلى دخل النظام المطلوب التحكم فيه .

ونجد أن الأجزاء الأساسية لنظام التحكم هي :

١- جزء الدوائر الإلكترونية :

وهو ما يعرف بالـ (Hardware) وأهم ما به هو وحدة CPU وهي عقل الجهاز المسؤولة عن

تنفيذ البرنامج ويوجد كذلك وحدة الذاكرة التي يتم فيها تخزين برنامج التحكم المطلوب تنفيذه .

٢- وحدات الدخل والخرج :

حيث إن وحدات الدخل هي التي تستقبل الإشارة من الوسط الخارجي المطلوب التحكم فيه وتحويلها إلى إشارات ثنائية يمكن للحاسب أن يتعامل معها .

كما تقوم وحدات الخرج باستقبال إشارات الخرج من الحاسب بعد تنفيذ البرنامج، وتحويلها إلى إشارات يُغذى بها النظام المطلوب التحكم فيه.

ونجد أننا نحتاج مع وحدات الدخل والخرج إلى الحساسات (Sensors) وهي التي تعطي الإشارات إلى وحدة الدخل ونحتاج أيضاً إلى (Actuators) المُشغلات أو المُفعّلات التي تستقبل الإشارات من وحدات الخرج لتشغيل خرج نظام التحكم .

٣- برنامج التحكم :

وهو ما يعرف بالـ (Software) وهي مجموعة من الأوامر المطلوب تنفيذها بالتتابع لتنفيذ عملية التحكم ويخزن البرنامج على وحدات التخزين مثل الأقراص المرنة والصلبة .

ومن خصائص البرنامج أنه عند الرغبة في التعديل في نظام التحكم يتم التعديل في البرنامج دون الحاجة إلى التغيير في نظام التحكم .

ما هو الحاكم المنطقي المبرمج ؟ What is Programmable Logic Controller ؟

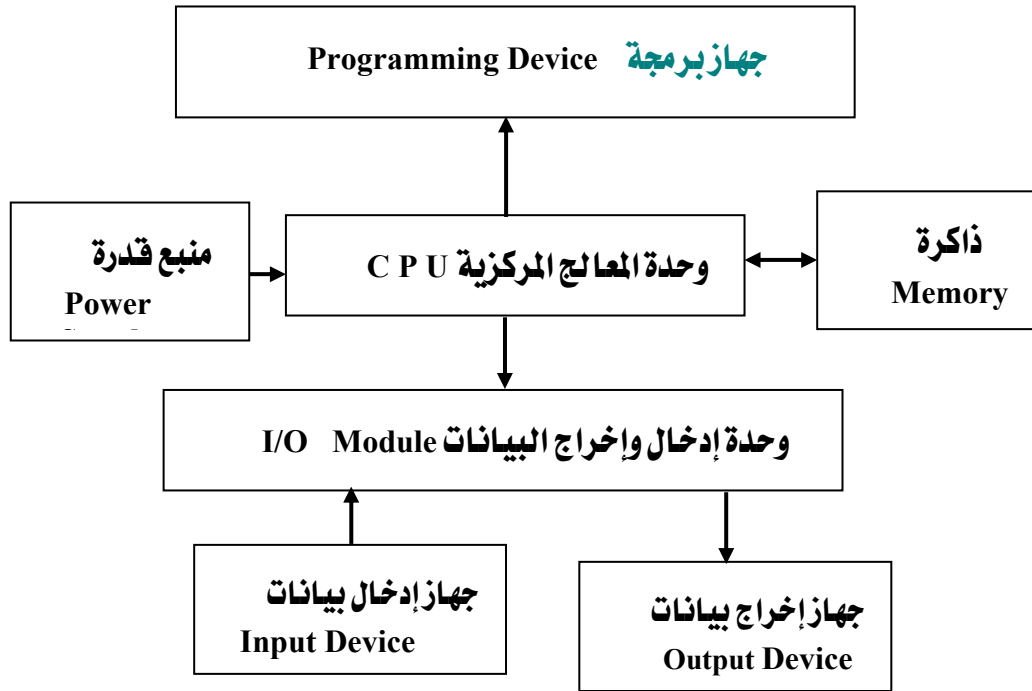
هو جهاز يعطي قدرات هائلة لتشغيل العمليات الصناعية المعقدة التي كانت حُلماً في السنوات الماضية . وقد تم إنتاج المتحكم المنطقي المبرمج ليكون قادراً على تشغيل الماكينات والعمليات الصناعية بكفاءة ودقة عالية ، والتي كانت تعمل في السابق عن طريق القواطع الكهربائية التي كانت لها عيوب كثيرة . نذكر منها تآكلها وتلف الأجزاء الميكانيكية بالإضافة إلى الشرارة الكهربائية الناتجة من الفصل والتوصيل والتي تسبب تلف القاطع وتسبب في بعض الأحيان حرائق ، كما تظهر مشاكل كثيرة في المحطات الكبيرة التي تعمل بالقواطع مثل الضوضاء التي تسببها المجالات المغناطيسية المتداخلة . كما تعمل هذه القواطع على توليد قدرة كبيرة من الحرارة ، كما أنها تحتاج إلى موصلات كثيرة مما يؤدي إلى رفع تكلفة المحطة وكذلك صعوبة صيانة هذه القواطع إلخ .

لذلك تم استبدال هذه المرحلات أو القواطع بالمتحكم المنطقي المبرمج .

٢.١.١ مكونات المتحكم المنطقي المبرمج :

يتكون المتحكم المنطقي المبرمج من عدة وحدات أساسية كما هو موضح بشكل (1 - ١).

The PLC Architecture



شكل (١ - ١) المكونات الأساسية للمتحكم المنطقي المبرمج

٢.١ لغة البرمجة: Programming Language

إن لغة البرمجة المستخدمة في أجهزة المتحكمات المنطقية لها عدة طرق للتمثيل ، وسوف نبين

هنا ثلاث طرق شائعة الاستعمال وهي :

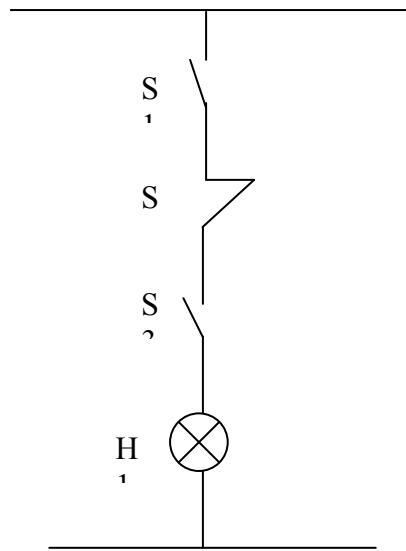
1. Ladder diagram (LAD) المخطط
2. Control System flow chart (CSF) مخطط البوابات المنطقية
3. Statement list (STL) قائمة

ونستعرض الآن كيف تتم كتابة البرنامج اللازم لتنفيذ عملية التحكم وكما سبق الذكر هناك ثلاث طرق بسيطة تستخدم لإعداد وكتابة برنامج التحكم وهذه الطرق هي:

١. ٢. ١ المخطط السلبي LAD Ladder Diagram :

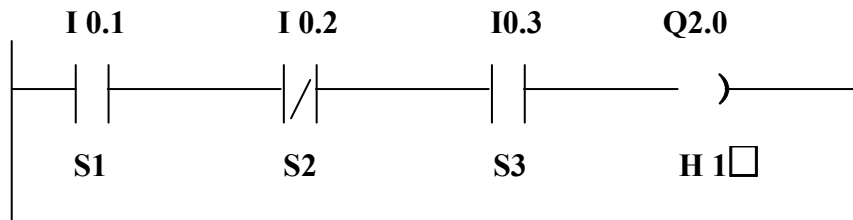
وهذه الطريقة هي أقرب ما يكون لمخطط مسار التيار الذي يستخدم في الدوائر الكهربائية ولكنها تكون في وضع أفقي في حين أن دائرة مسار التيار تكون في وضع عمودي . وهذه الطريقة هي أكثر الطرق استخداماً في برمجة دوائر التمديدات الكهربائية وكذلك دوائر التحكم في الآلات الكهربائية بأنواعها .

وعلى سبيل المثال لو كان لدينا دائرة مسار التيار شكل (٢ - ١) :



شكل (٢ - ١) دائرة مسار التيار

عند تمثيل هذه الدائرة على جهاز التحكم المنطقي المبرمج بطريقة LAD تكون كما هي في الصورة التالية شكل (٣ - ١) :



شكل (٣ - ١) المخطط السلبي لشكل (٢ - ١)

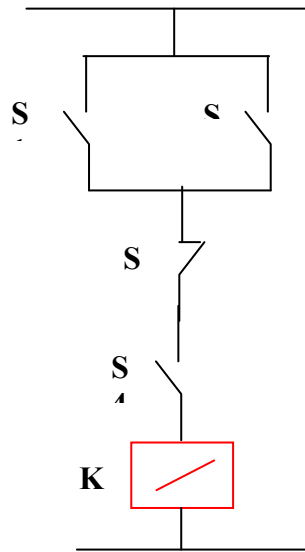
ويبين الجدول (١ - ١) وصفا لعناصر الدخل والخرج في التمثيل باستخدام المخطط السلبي :

الوصف	الرمز
مفتاح دخل طبيعي مفتوح Norm ally Open	
مفتاح دخل طبيعي مغلق Normally Closed	
عنصر خرج Output	

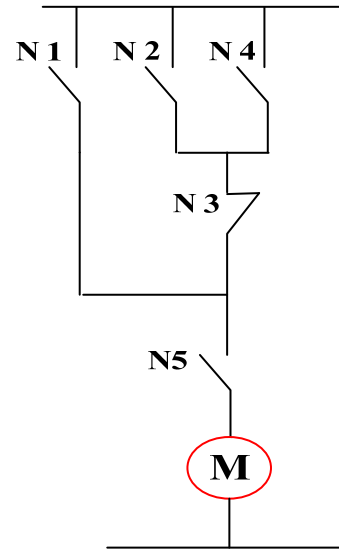
جدول (١ - ١)

نجد أن دائرة مسار التيار تشبه دائرة LAD ولكن دائرة LAD في وضع أفقي. ويراعى أنه تستخدم رموز الدخل I ورموز الخرج Q بدلاً من H و S وسوف نشرح بالتفصيل استخدام هذه الرموز في وحدة الدخل والخرج . بهذه الطريقة يتم رسم الدائرة على الحاسب كما هي موضحة .
مثال (١ - ١) :

مثل دوائر مسار التيار في شكل (١ - ٤) باستخدام المخطط السلمي LAD .



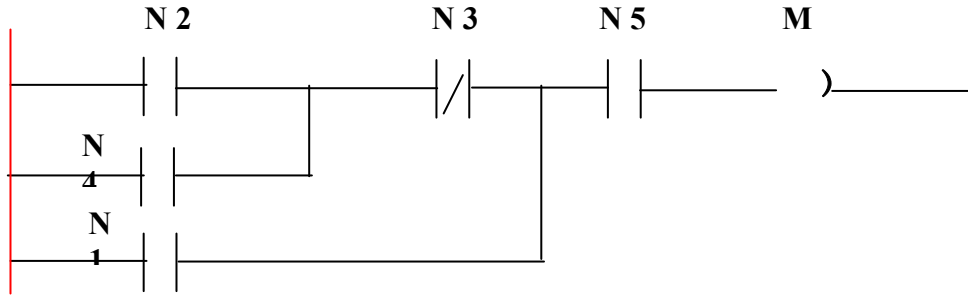
(ب)



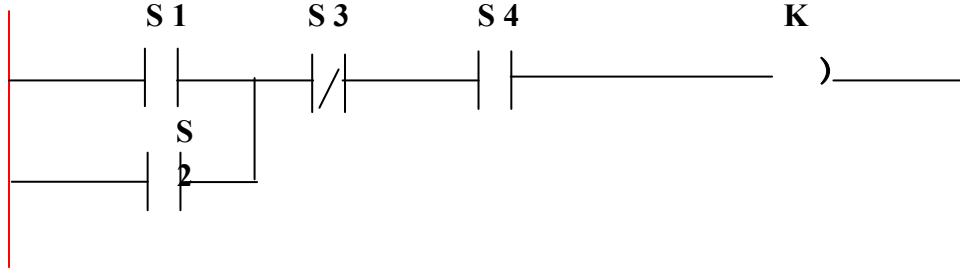
(أ)

شكل (١ - ٤) مثال (١ - ١)

الحل : كما هو موضح بشكل (١ - ٥)



(أ)



(ب)

شكل (١ - ٥) المخطط السلمي لمثال (١ - ١)

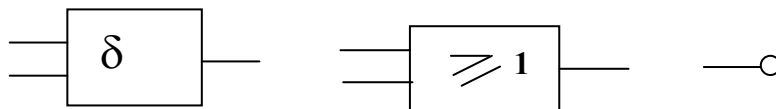
Control System Flowchart

٢.٢.١ مخطط البوابات المنطقية CSF

تستخدم في هذه الطريقة طريقة التمثيل البياني للبرنامج مستخدماً رموز DIN 700 / DIN

40719 تستخدم فيها البوابات المنطقية وهي بوابة (AND) وبوابة (OR) وبوابة (NOT)

ويرمز لهم بالرموز الآتية :



AND

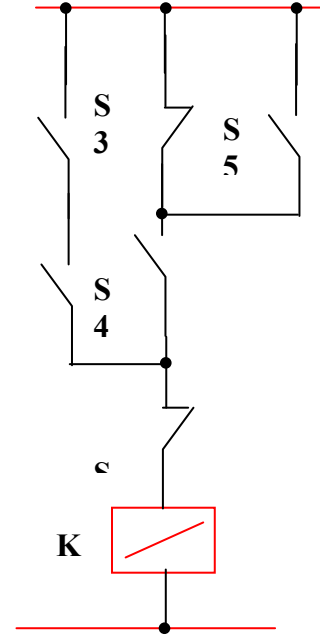
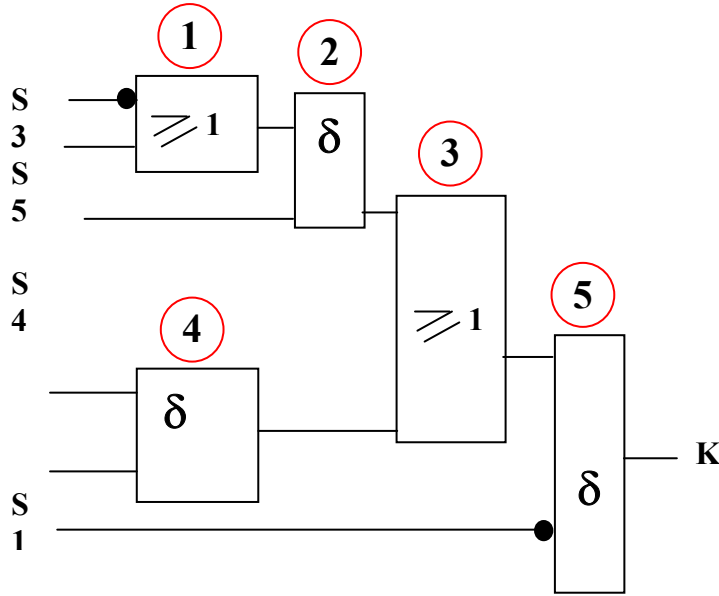
OR

ونجد أن التوصيل على التوالي في دائرة مسار التيار يعادل بوابة AND والتوصيل على التوازي يعادل

بوابة OR والمفتاح المغلق N.C يُعبر عنه بـ NOT .

مثال (١ - ٢) :

مثل الدائرة الآتية شكل (١ - ٦ - أ) بمخطط البوابات المنطقية CSF .



(ب) الدائرة ممثلة بمخطط البوابات المنطقية

(أ) دائرة مسار التيار

شكل (١ - ٦) دائرة مسار التيار والحل لمثال (١ - ٢)

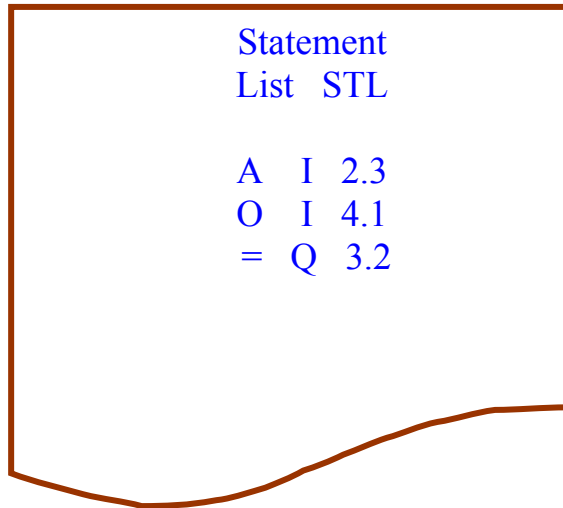
في هذه الدائرة نجد أن المفاتيح S_5 , S_3 على التوازي لذلك وصلا ببوابة OR رقم 1، ثم يكون خرج هذه البوابة على التوالي مع المفتاح S_4 لذلك وصل خرج بوابة (1) OR مع S_4 ببوابة AND رقم (2).

والمفتاحان S_1 , S_2 على التوالي وصلا ببوابة AND (4) وهما موجودان في فرع توازي مع مجموعة المفاتيح S_3 , S_4 , S_5 لذلك وصل خرج بوابة (2) مع خرج بوابة (4) ببوابة OR (3)، وكل هذه المفاتيح على التوالي مع S_6 لذلك وصل خرج (3) مع S_6 على بوابة (5). ونجد أن S_3 , S_6 هما مفتاحان N.C لذلك وضع لهما الرمز NOT على مدخلي البوابة (1) والبوابة (5). ويُغذى الخرج K من خرج البوابة 5.

٣. ٢. ١ قائمة الإجراءات : STL Statement List

هذه الطريقة يتم فيها وصف الدائرة في مجموعة أوامر وهذه الأوامر مكونة من مجموعة

جمل ، وتتكون هذه الجمل من :-



Operation

(١) وظيفة

Operand

(٢) معام

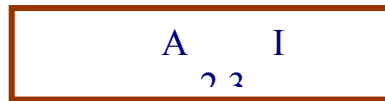
وينقسم هذا المعامل إلى :

Parameter

١. المتغير

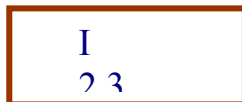
Operand identifier

٢. هوية المعامل

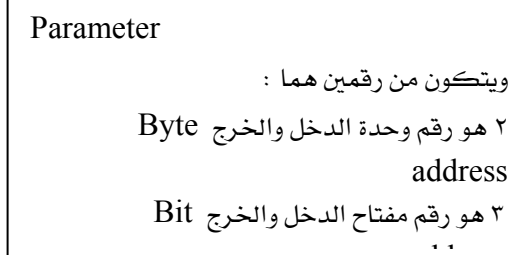
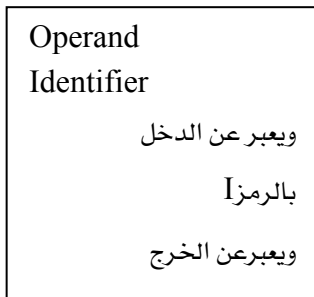


Statement

Operat



Oper



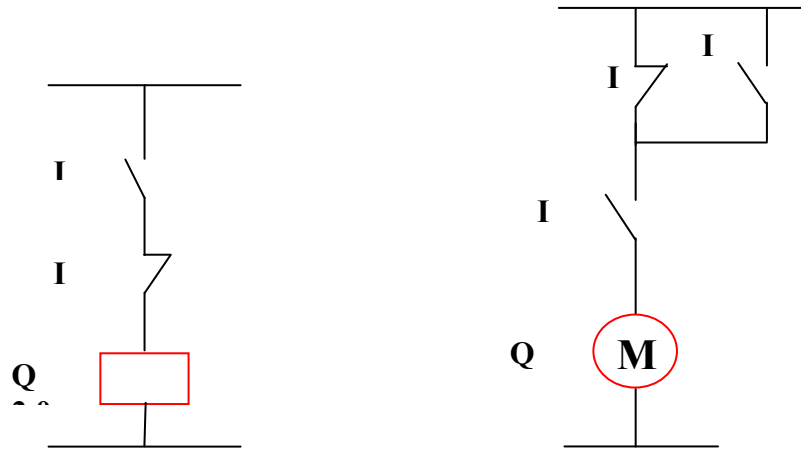
وبين الجدول (١ - ٢) الأوامر المستخدمة والرموز الخاصة بها :

الرمز المستخدم	الأمر
A	بوابة AND
O	بوابة OR
AN	نفي بعد AND
ON	نفي بعد OR
" ("	بداية تفريع توازي
") "	نهاية تفريع توازي
=	إرسال إلى خرج Output
CTU	عداد تصاعدي Up counter
CTD	عداد تنازلي Down counter
T	مؤقت Timer

جدول (١ - ٢)

مثال (١ - ٣) :

اكتب قائمة الإجراءات STL لدائرة مسار التيار الموجودة بشكل (١ - ٧) .



(ب)

(ا)

شكل (١ - ٧) دائرة مسار التيار لمثال (١ - ٣)

الحل : كما هو موضح بشكل (٨ - ١) :

A I 0.1
AN I 0.2
= Q 2.0
BE

A(
ON I 1.1
O I 1.2
)
A I 1.3
= Q 3.0
BE
I 1.2

(ب)

(١)

شكل (٨ - ١) قائمة الإجراءات STL لمثال (٣ - ١)

نجد في الدائرة شكل (٨ - ١ - أ) أن المفتاحين (I 1.2) , (I 1.1) على التوازي (OR) ولذلك سبقهما (O) والمفتاح (I 1.1) مغلق ولذلك وضع نفي N بعد حرف (O) وهذان المفتاحان على التوالي مع المفتاح (I 1.3) ولذلك فتح القوس A(وتم غلق القوس بعد ذلك (وهذا يعني أن المفتاحين على التوالي مع المفتاح الذي سوف يوصف بعد ذلك ، وهو في الدائرة المفتاح (I 1.3).

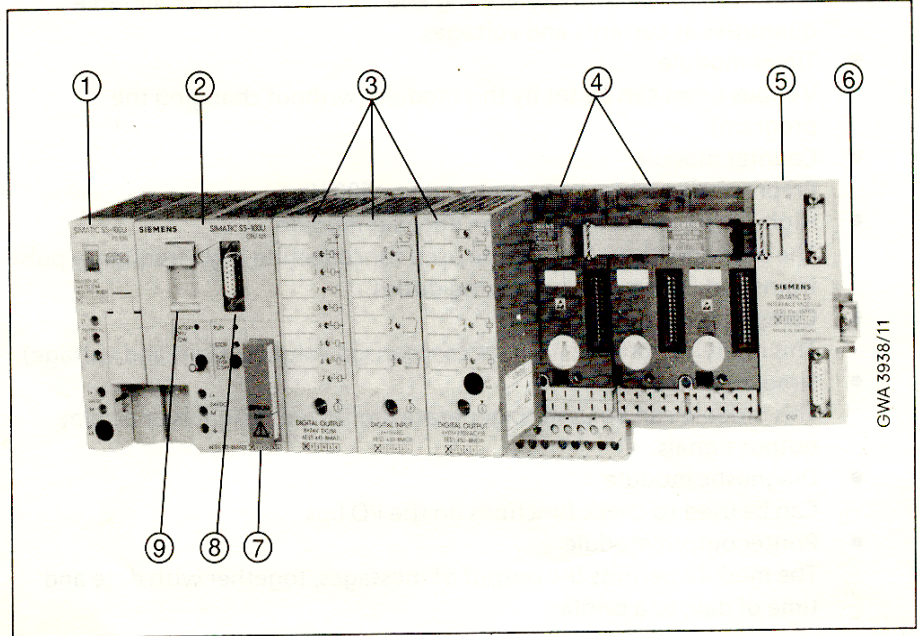
أما في الدائرة شكل (٨ - ١ - ب) نجد أن المفتاحين (I 0.1) ، (I 0.2) على التوالي (AND) لذلك سبقهما (A) والمفتاح (I 0.2) مغلق ولذلك وضع N بعد حرف (A) .

جهاز سيماتيك 3 . 100U2 - Simatic S5:

يعتبر نظام S5 - 100U هو أحد أنظمة Simatic S5 وحدة تحكم مبرمج غير غالية الثمن ويعتمد في عمله على وحدة التحكم المركزي والتي يمكن عمل امتداد لها حتى تستوعب بيانات دخل وخرج تصل إلى ٢٥٦ وحدة.

ويتكون النظام من مجموعة من الوحدات الصغيرة التي يمكن نقلها وفكها بسهولة ولا تتأثر بضوضاء الأجهزة الإلكترونية التي تعمل بجوارها ، ويمكن أن تعمل بدون استخدام مراوح للتهوية . ويبين الشكل التالي (١ - ٩) تركيب هذا النوع من المتحكمات المنطقية المبرمجة.

- (١) وحدة منبع القدرة .
- (٢) وحدة المعالجة المركزية .
- (٣) أنظمة الدخل والخرج .
- (٤) خطوط التوزيع .
- (٥) وحدات التداخل .
- (٦) قضبان تثبيت فوقها الموديولات.
- (٧) ذاكرة الحفظ الخارجية .
- (٨) بوابة دخل تسلسلية .
- (٩) مكان وضع بطارية



شكل (١ - ٩) المتحكم المنطقي المبرمج S5-100U

١.٣.١ وحدة منبع القدرة PS930 :

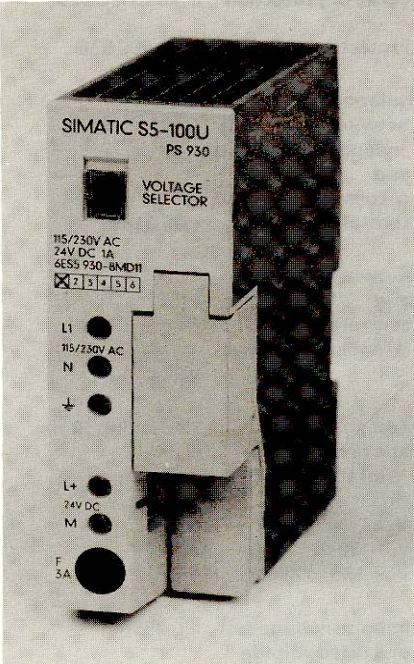
تستخدم وحدة التغذية رقم ١ في شكل (١ - ٩) في تغذية وحدة المعالجة المركزية CPU ووحدات الدخل والخرج والمجسات Sensors والمشغلات Actuators ، ويتم توصيل المصدر الرئيس للوحدة بتوصيل أطراف التيار المتردد ١١٥ أو ٢٣٠ فولت إلى طرف L1 والآخر إلى الطرف المتعادل N والأرضي إلى أرضي الدائرة. وتعطي الوحدة الخصائص التالية :

- جهد دخل من ١١٥ إلى ٢٣٠ فولت تيار متردد.
- تعطي خرج ٢٤ فولت مستمر مزودة بلمبة بيان خضراء Green LED .

- عند حدوث قصر أو زيادة حمل الدائرة فإن الخرج على الطرفين L+ , M يعطي Off وتضاء لمبة بيان حمراء ويتم إعادة التشغيل مرة أخرى بالضغط على مفتاح البداية Reset يبدأ التشغيل من جديد وذلك بعد تصحيح العطل.
- يوجد بالوحدة مفتاح اختيار Selector من ١١٥ إلى ٢٣٠ فولت أو العكس وذلك تحت غطاء في الجهة اليمنى من الوحدة.
- ويبين الشكل (١ - ١٠) هذه الوحدة والمواصفات الفنية لها.

PS 930 Power Supply Module 115 / 230 V AC ; 24 V DC/1 A

(6ES5 930-8MD11)



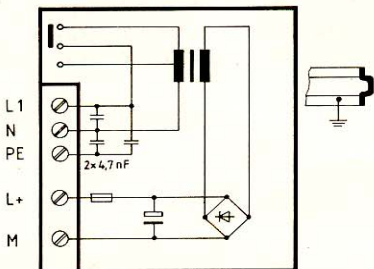
GWA 3962/10

Technical specifications

Input voltage	
– Nominal value	AC 115/230 V
– Permiss. range	92 ... 132 V/ 187 ... 264 V
Line frequency	
– Nominal value	50/60 Hz
– Permiss. range	47 ... 63 Hz
Input current at 115/230 V	
– Nominal value	0.35/0.18 A
– Inrush current	max. 6/3 A
Power consumption	33 W
Output voltage	
– Nominal value	DC 24 V
– Permiss. range	18 ... 34 V ¹
– Open-circuit voltage	max. 39 V
Output current	
– Nominal value	≤ 1 A
Short-circuit protection	3 A fuse fast
Fault-LED	None
Protection class	1
Galvanic isolation	Yes
Conductor cross sectional area	
– stranded ²	2 x 0.5 ... 1.5 mm ² (20 ... 15 AWG)
– solid	2 x 0.5 ... 2.5 mm ² (20 ... 13 AWG)
Insulation rating	VDE 0160
Rated insulation voltage (+ 24 V to L1)	AC 250 V
– insulation group	2 x B
– tested with	AC 1500 V
RI specification	A to VDE 0871
Dimensions W x H x D in mm	45.4 x 135 x 120
Power losses of the module	typ. 7.5 W
Weight	approx. 1040 g (2.3 lbs.)

¹ For this reason, must not be used as load power supply.

² with core and sleeves



شكل (١ - ١٠) وحدة منبع القدرة

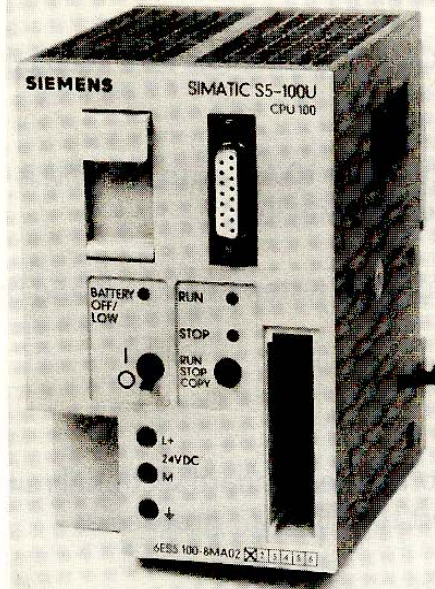
٢.٣.١ (٢) وحدة CPU المعالجة المركزية :

تعمل هذه الوحدة على تشغيل وتنفيذ برنامج التحكم المسجل في الذاكرة الداخلية للجهاز، وفي غياب منبع القدرة فإن محتويات هذه الذاكرة تحفظ بواسطة بطارية احتياطية (backup battery). كما يمكن حفظ برنامج التحكم في ذاكرة الحفظ الخارجية رقم (٧) الموضحة في شكل (١ - ٩). يتم توصيل التغذية لهذه الوحدة من وحدة التغذية power supply unit عن طريق نقطتي التوصيل L+, M والتي توصل الجهد من وحدة التغذية. كما يوجد بوحدة المعالجة المركزية مفتاح on-off لتشغيل وإيقاف الوحدة، ويوجد كذلك مجموعة من لمبات البيان تحدد نوع العملية الحالية بالوحدة مثل لمبة Run التي تضاء عند تنفيذ الوحدة لأي برنامج، ولمبة Stop التي تضاء عند إيقاف الوحدة، ولمبة بيان تدل على أن البطارية الداخلية ضعيفة أو لا تعمل. كذلك يوجد بوحدة المعالجة المركزية بوابة دخل تسلسلية وهي رقم (٨) في شكل (١ - ٩) والتي يمكن من خلالها التوصيل إلى الحاسب والشكل (١ - ١١) يوضح وحدة المعالجة المركزية CPU 100 والمواصفات الفنية لها.

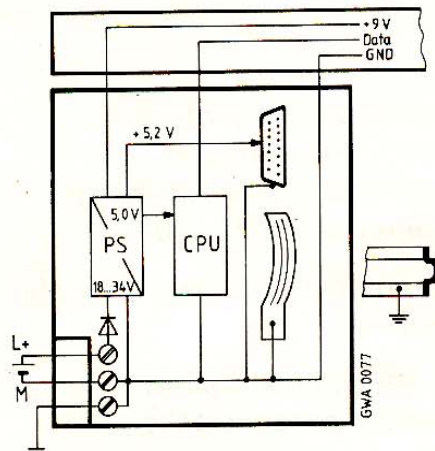
شكل (١ - ١١) وحدة المعالجة المركزية CPU 100

CPU 100 Central Processing Unit

(6ES5 100-8MA02)



GWA 3963/11



Technical specifications

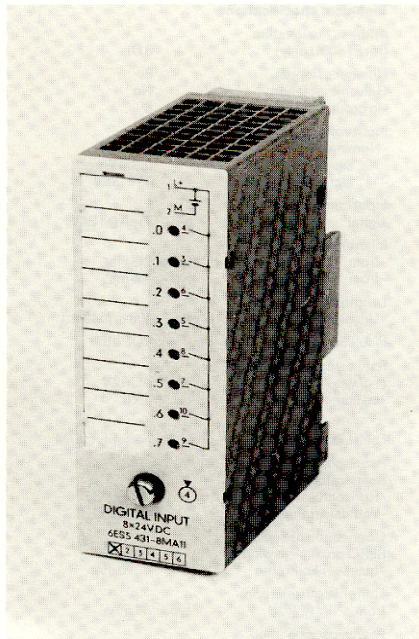
Memory configuration	RAM	1024 statements
- internal memory		
- Memory submodule	EPROM/EEPROM	
Execution times		
- per binary operation	approx.	70 μ s
- per word operation	approx.	125 μ s
Scan monitoring time	approx.	300 ms
Flags (internal relays)		1024; 512 retentive
Timers: Number/range		16; 0.01 ... 9990 s
Counters: Number/range		16; 8 retentive 0 ... 999 (up/down)
Digital inputs		
Digital outputs	together max.	128
Analog inputs		
Analog outputs	together max.	8
Organisation blocks		OB 1, 21, 22 and 34
Program blocks		0 ... 63
Function blocks		
- programmable		0 ... 63
- integrated		none
Sequence blocks		none
Data blocks		2 ... 63
Number of operations	approx.	60
Power supply (internal)		
Input voltage		
- Nominal value		DC 24 V
- Permiss. range		18 ... 34 V
Current consumption from + 24 V		1 A
Output voltage		
- V1 (for I/Os)		+ 9 V
- V2 (for programmer)		+ 5.2 V
Output current		
- from V1		≤ 1 A
- from V2		≤ 0.65 A
Short-circuit protection		Electronic
Protection class		Class I
Galvanic isolation		no
Backup battery		Lithium battery (3.4 V/850 mAh)
- Backup time	min.	1 year (at 25°C and uninterrupted backup of CPU)
- Service life	approx.	5 years (at 25°C)
Permissible ambient temperature of PC		
- Horizontal arrangement		0 ... 60°C
- Vertical arrangement		0 ... 40°C
Connector cross-sectional area		
- stranded, with core end sleeves		2 x 0.5 ... 1.5 mm ²
- solid		2 x 0.5 ... 2.5 mm ²
Power losses of the module	typ.	10.7 W
Dimensions (WxHxD) in mm (in.)		91.5 x 135 x 120 (3.6 x 5.3 x 4.7)
Weight		
- CPU module	approx.	0.65 kg (1.4 lbs)
- Memory submodule	approx.	0.1 kg (0.2 lbs)

٣.٣.١ (٣) أنظمة الدخل والخرج Input/output modules :

هذه الوحدة تقوم بنقل المعلومات بين وحدة المعالجة المركزية CPU وبين طرفيات العمليات (Process Peripherals) مثل الحساسات، المشغلات، وغير ذلك. وتشمل هذه الوحدات على :

Digital Input Module 8 x 24 V DC

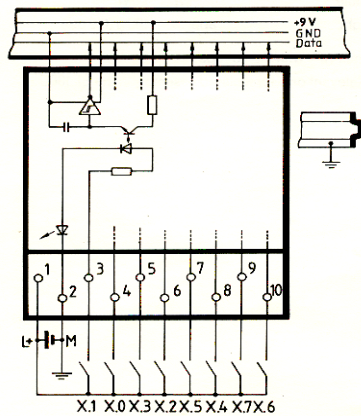
(6ES5 431-8MA11)



GWA 3950/3

Technical specifications

Address designation (for ET 100U only)	8 DI
Number of inputs	8
Galvanic isolation	Yes (optocoupler)
- in groups of	8
Input voltage L+	DC 24 V
- Nominal value	0 ... 5 V
- "0" signal	13 ... 33 V
- "1" signal	
Input current at "1" signal	typ. 8.7 mA (at 24 V)
Inherent delay	
- from "0" to "1"	typ. 5.5 ms
- from "1" to "0"	typ. 4 ms
Length of cable	
- Unshielded	max. 100 m (340 ft.)
Insulation rating	VDE 0160
Rated insulation voltage (+ 9 V to +)	AC 12 V
- insulation group	2 x B
- tested with	AC 500 V
Rated insulation voltage (+ 9 V to L+)	AC 30 V
- insulation group	2 x B
- tested with	AC 500 V
Permissible ambient temperature of PC	
- Horizontal arrangement	0 ... 60°C
- Vertical arrangement	0 ... 40°C
Connection of 2-wire BERO proximity switches	possible
- quiescent current	≤ 1.5 mA
Current consumption from + 9 V (CPU)	typ. 32 mA
Power losses of the module	typ. 2 W
Weight	approx. 190 g (6.2 oz.)



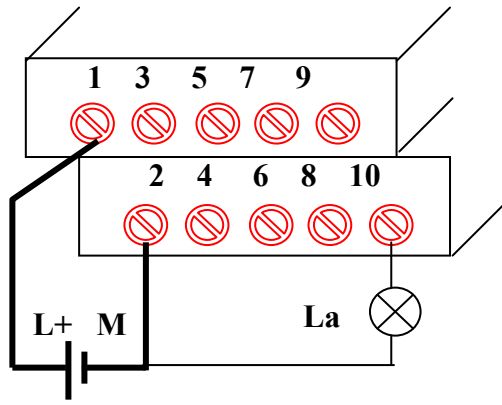
شكل (١ - ١٢) وحدة دخل رقمية 8x 24 V DC

• وحدات دخل وخرج رقمية (٤، ٨، ١٦ قناة) Digital Input/Output Modules

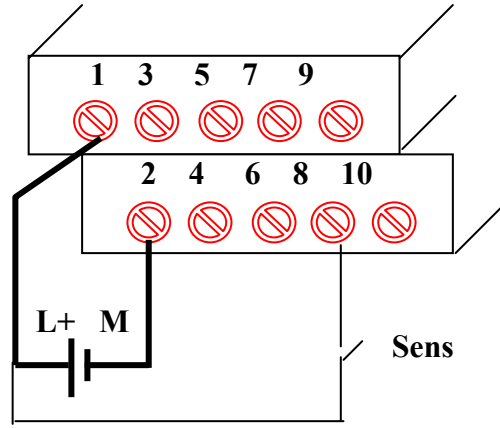
يتم فيها التعامل مع عمليات تحكم تحتوى على إشارات رقمية ذات حالة 0, 1 فقط. وتغذى هذه الوحدات عن طريق وحدة التغذية بالنقطتين L+, M ، ويوجد أسفل كل وحدة 10 نقاط توصيل مرقمة من 1 إلى 10 وتوصل حسب نوع كل وحدة..

• وحدة الدخل ذات الثمانية قنوات :

توصل فيها النقطة رقم 1 بالنقطة L+ والنقطة رقم 2 بالنقطة M وتوصل المجسات والمشغلات بين الأطراف حسب القنوات الموضحة على الوحدة من النقاط 3 حتى 10 وذلك للقنوات من 0 حتى 7 .



شكل (١ - ١٣ ب)



شكل (١ - ١٣ أ)

على سبيل المثال عند توصيل حسّاس Sensor على القناة رقم 4 (العنوان I 9.4) في وحدة الدخل في المجرى slot رقم 9 يكون التوصيل كما هو موضح بشكل (١ - ١٣ أ). و يبين شكل (١ - ١٢) وحدة دخل رقمية ذات ٨ أطراف، ٢٤ فولت مستمر.

• وحدة الخرج الرقمية ذات ٨ قنوات :

توصل البطارية بين الطرفين 1, 2 كما في وحدة الدخل الرقمية . وعلى سبيل المثال لو أُريد توصيل لمبة على القناة رقم 6 (Q 11.6) على وحدة الخرج في مجرى 11 يكون التوصيل كما هو موضح بشكل (١ - ١٣ ب). و يبين شكل (١ - ١٤) وحدة خرج رقمية ذات ٨ أطراف، وجهد ٢٤ فولت مستمر، و يبين شكل (١ - ١٥) وحدة خرج رقمية ذات ٤ أطراف وجهد ١١٥ إلى ٢٣٠ فولت متردد.

• وحدات دخل وخرج تشابهية أو تماثلية Analog Input/Output Modules :

تستعمل هذه الوحدات في التعامل مع متغيرات ذات قيم متفاوتة مثل التيار والجهد وكذلك في توليد مثل هذه الوحدات.

• وحدات تزامنية Timers :

يتم اختيار عدة أنواع من المزمّنات داخل البرنامج وذلك لاستخدامها كمؤقتات داخل عملية التحكم. وهذه المزمّنات تبدأ من 0.3 sec وحتى 300 sec وذلك حسب الاختيار.

• وحدات للعد التصاعدي والتنازلي . Counters :

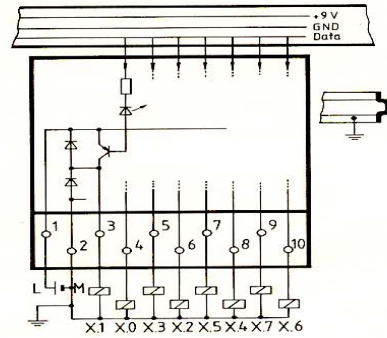
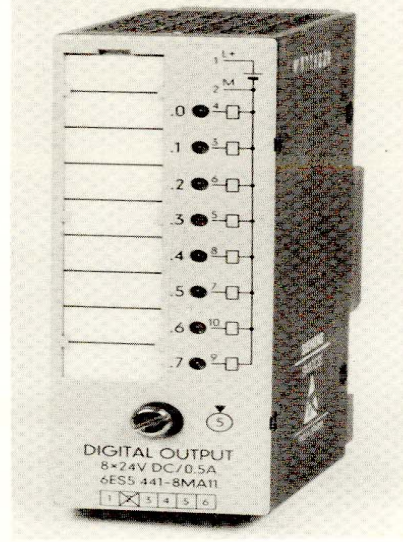
تستخدم كعدادات تصاعدية وتنازلية وذلك لعد مرّات التحكم فيها وهذا عن طريق نبضات يصل ترددها إلى 500 ذبذبة/ثانية. ويشتمل الجهاز هنا على عدادين تنازليين منفصلين عن بعضهما في العمل.

• وحدات للمقارنة بين كميتين Comparators :

يتم بهذه الوحدات المقارنة بين كميتين من أوجه مقارنة مختلفة مثل أكبر من وأصغر من ويساوي وذلك على سبيل المثال بين كميات للتيار والجهد.

Digital Output Module 8 x 24 V DC/0.5 A

(6ES5 441-8MA11)



Technical specifications

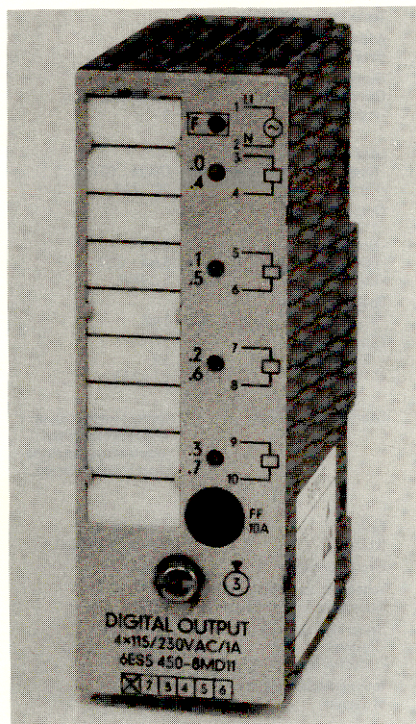
Address designation (for ET 100U only)	8 DQ
Outputs	8
Galvanic isolation	No
- in groups of	8
Load voltage L +	
- Nominal value	DC 24 V
- Permissible range (including ripple)	20 ... 30 V
- Value at $t < 0.5$ s	35 V
Output current for "1" signal	
- Nominal value	0.5 A at 60°C/ 1 A at 30°C
- Permissible range	5 mA ... 1 A
- Lamp load	max. 5 W
Residual current at "0" signal	max. 1.0 mA
Output voltage	
- "1" signal	max. $L + 1.2$ V
- "0" signal	max. 4.8 V (at load 5 mA)
Short-circuit protection	None
Voltage induced on circuit interruption (internal) limited to	-1.5 V
Switching frequency	
- Resistive load	max. 100 Hz
- Inductive load	max. 2 Hz
Total permissible current of outputs	4 A
Driving of digital input	possible
Paralleling of 2 outputs	possible
- Maximum current	0.8 A
Permissible ambient temperature of PC	
- Horizontal arrangement	0 ... 60°C
- Vertical arrangement	0 ... 40°C
Length of cable	
- Unshielded	max. 100 m (330 ft.)
Insulation rating	VDE 0160
Rated insulation voltage* (+ 9V to \perp)	AC 12 V
- insulation group	1 x B
Current consumption	
- from + 9 V (CPU)	typ. 14 mA
- from L+ (without load)	typ. 15 mA
Power losses of the module	typ. 3.5 W
Weight	approx. 220 g (7.7 oz.)

* Relevant only for isolated assembly in the ET 100U

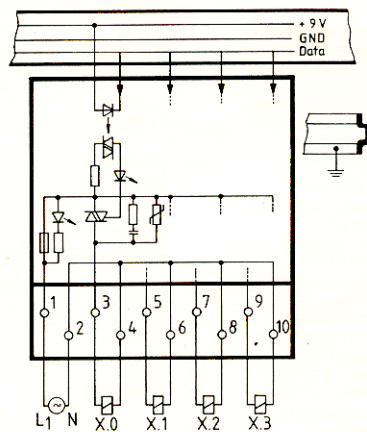
شكل (١ - ١٤) وحدة خرج رقمية 8 x 24 V DC

Digital Output Module 4 x 115 to 230 V AC/1 A

(6ES5 450-8MD11)



GWA 3929/7



Technical specifications

Address designation (for ET 100U only)	4 DQ
Number of outputs	4
Galvanic isolation	Yes
- in groups of	4
Load power supply L1	
- Nominal value	AC 115 ... 230 V
- Frequency	max. 47 ... 63 Hz
- Permissible range	max. 85 ... 264 V
Output current for "1" signal	
- Nominal value	1 A
- Permissible range	50 mA ... 1 A
- Lamp load	max. 25/50 W
Residual current at "0" signal	max. 3/5 mA
Output voltage (at "1" signal)	max. L 1-7 V
Signal status display (green LEDs)	only with load connected
Short-circuit protection	Fuse (10 A extra fast) (Wickmann No. 19231, or 6ES5 980-3BC41)
Fault LED (red)	Fuse blown*
Switching frequency	max. 10 Hz
Permissible current of all outputs	4 A
Driving of digital input	Possible
Paralleling of outputs	Not possible
Permissible ambient temperature of PC	
- Horizontal arrangement	0 ... 60°C
- Vertical arrangement	0 ... 40°C
Length of cable	
- Unshielded	max. 100 m (340 ft.)
Insulation rating	VDE 0160
Rated insulation voltage (+ 9V to L1)	AC 250 V
- insulation group	2 x B
- tested with	AC 1500 V
Rated insulation voltage (+ 9V to \perp)	AC 12 V
- insulation group	1 x B
- tested with	AC 500 V
Current consumption	
- from + 9 V (CPU)	typ. 14 mA
Power losses of the module	typ. 3.5 W
Weight	approx. 315 g (11 oz.)

* Indication only given if load voltage is applied and at least one load is connected

4 x 115 to 230 V DC

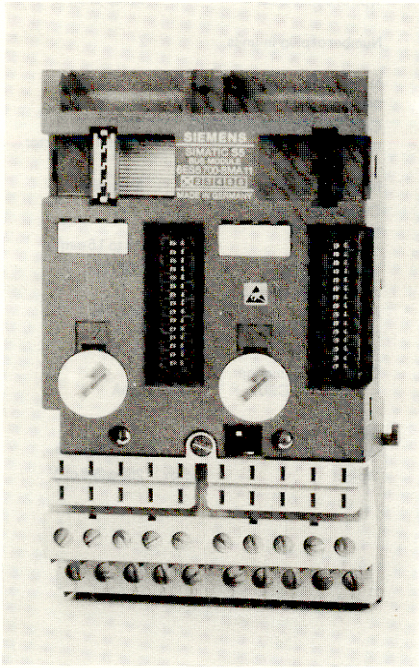
شكل (١ - ١٥) وحدة خرج رقمية

٤.٣.١ (٤) خطوط التوزيع Bus Units :

هذه الوحدات تصل وحدة المعالجة المركزية CPU مع أنظمة الدخل والخرج I/O modules ويمكن توصيل وحدتين من وحدات الدخل والخرج إلى كل وحدة من Bus unit ويبين الشكل (١ - ١٦) وحدة خطوط التوزيع.

Bus Unit (SIGUT Screw-type Terminals)

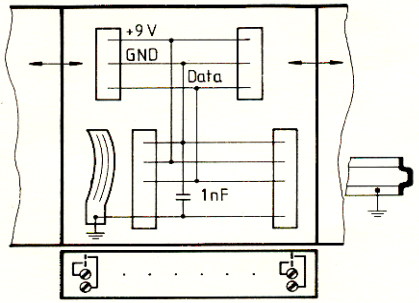
(6ES5 700-8MA11)



Technical specifications

Type of connection	SIGUT
Number of plug-in-units	2
Number of bus modules per programmable controller	max. 16
Connection between two bus modules	integral connector
Number of terminals	10 per slot
Insulation rating	VDE 1060
Rated insulation voltage (+ 9 V to ↓)	AC 12 V
- insulation group	1 x B
- tested with	AC 500 V
Conductor cross sectional area	
- stranded*)	2x0.5 ... 1.5 mm ²
- solid	2x0.5 ... 2.5 mm ²
Current consumption	
- from + 9 V (CPU)	typ. 1 mA
Dimensions	
WxHxD (in mm)	91.5 x 162 x 39
Weight	approx. 300 g (10.6 oz)

*) with core and sleeves



شكل (١ - ١٦) خطوط التوزيع

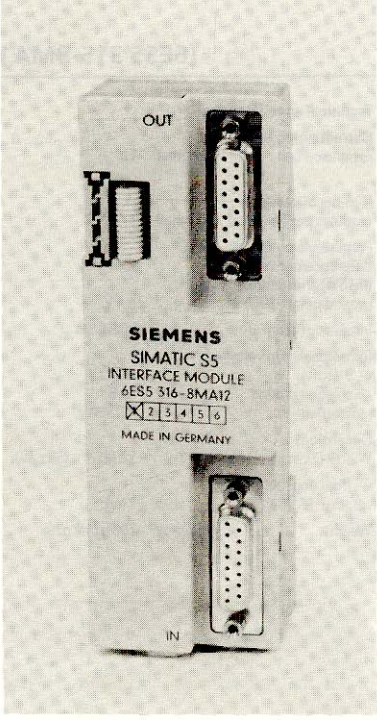
٥) وحدات التداخل Interface Modules :

٥.٣.١

يتم توصيل PLC من خلال هذه الوحدة إلى وحدة الحاسب وذلك عن طريق كابل توصيل ، وتستخدم التوصيلة العليا للخروج من PLC والسفلى للدخل إلى PLC كما هو مبين بشكل (١ - ١٧).

IM 316 Interface Module

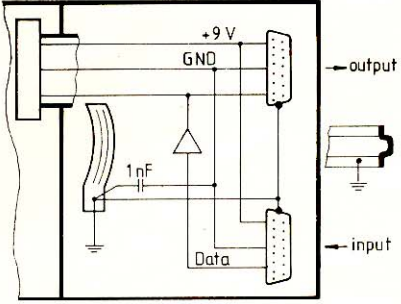
(6ES5 316-8MA12)



GWA 3944/8

Technical specifications

Current supply to the expansion unit	max. 1 A
Number of interface modules per S5-100 U	max. 4
Cable connectors for the IM 316	
- Cable connector (0.5 m/1.6 ft.)	6ES5 712-8AF00
- Cable connector (2.5 m/8.2 ft.)	6ES5 712-8BC50
- Cable connector (5.0 m/16.4 ft.)	6ES5 712-8BF00
- Cable connector (10 m/33 ft.)	6ES5 712-8CB00
Cable insulation in ducts	Permissible
Permissible potential difference between (IM 316) and central ground point (CPU)	± 1 V
Insulation rating	VDE 0160
Rated insulation voltage (+ 9 V to -)	AC 12 V
- insulation group	1 x B
- tested with	AC 500 V
Dimensions W x H x D in mm	45.4 x 135 x 39
Current consumption - from + 9 V (CPU)	typ. 27 mA
Weight	approx. 120 g (4.2 oz.)

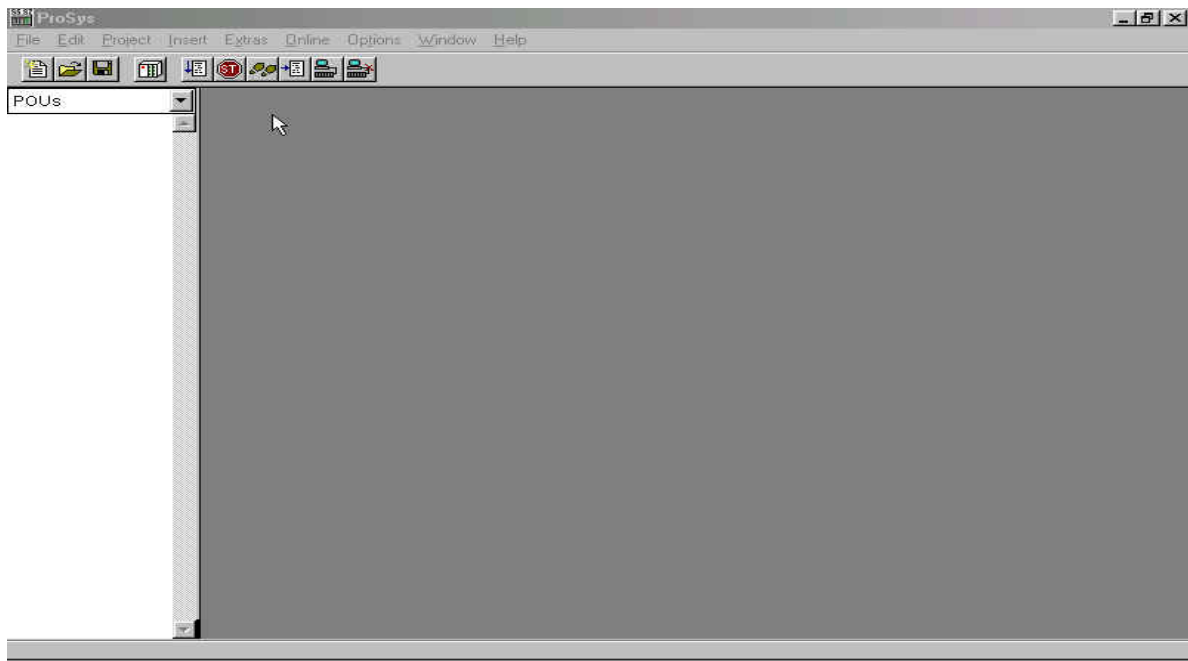


شكل (١ - ١٧) وحدة التداخل Interface Module

٤ . ١ تشغيل برنامج المتحكم المنطقي المبرمج (Software) :

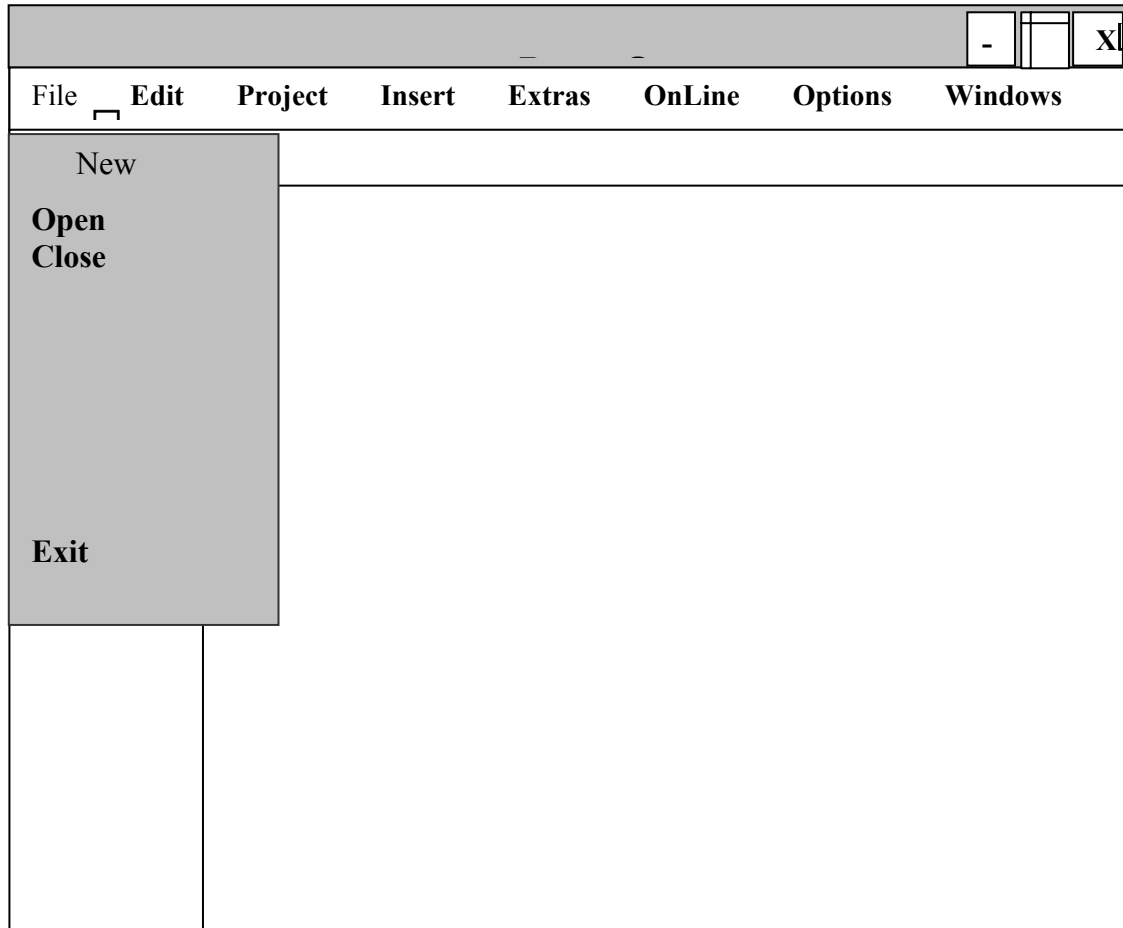
تختلف طريقة تشغيل البرنامج من جهاز إلى آخر ومن شركة إلى أخرى، وذلك بناءً على البرنامج الخاص بجهاز المتحكم المنطقي المبرمج PLC. وسوف نوجز هنا كيفية تنفيذ البرنامج بدءاً من فتح الأيقونة الخاصة بالبرنامج وحتى الانتهاء من تنفيذ البرنامج على جهاز المتحكم المنطقي المبرمج، ونعطي هنا مثلاً لتشغيل البرنامج الخاص بجهاز Simatic S5 كالآتي :

(١) نفتح الأيقونة الخاصة بالبرنامج وهو Prog S5 نجد ظهور الشاشة التالية شكل (١ - ١٨):



شكل (١ - ١٨) يبين شكل الشاشة عند فتح البرنامج Prog S5

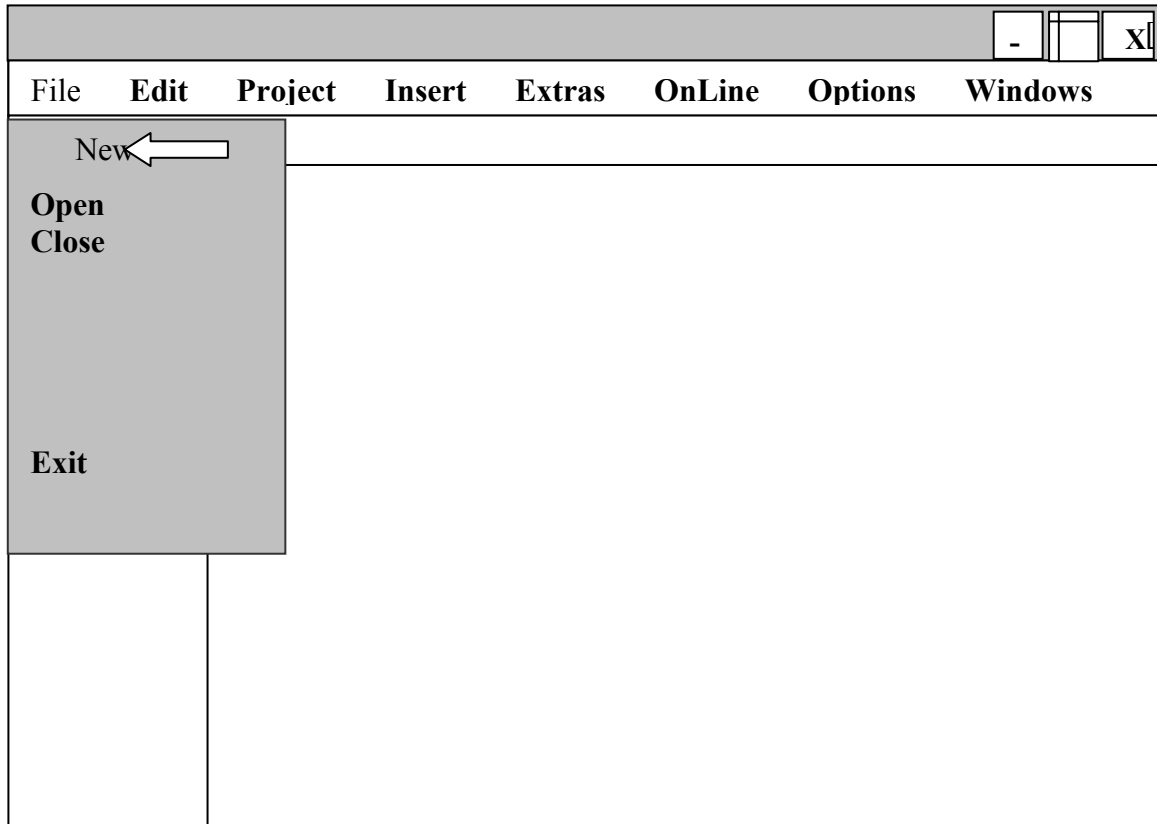
(٢) نختار كلمة ملف File تفتح شاشة إضافية جديدة كما بشكل (١ - ١٩) :



شكل (١ - ١٩)

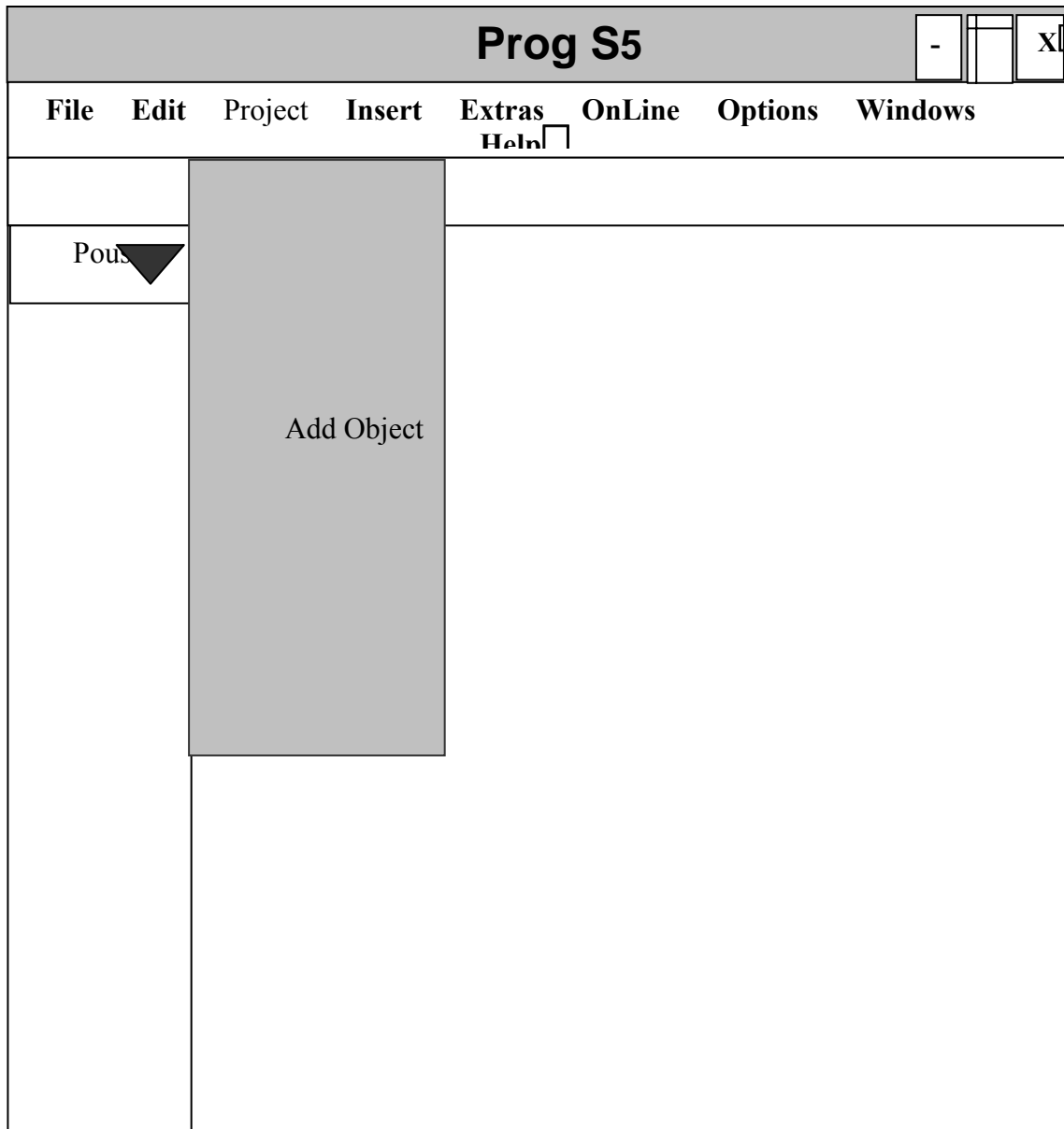
(٣) نختار من الشاشة الإضافية السابقة كلمة Close أي إغلاق للملف السابق المحفوظ في ذاكرة الجهاز.

(٤) من الشاشة الرئيسية نختار ملف File مرة أخرى ، تم نختار من الشاشة الإضافية كلمة New أي جديد وذلك لفتح ملف جديد مثلما في شكل (١ - ٢٠) :



شكل (١ - ٢٠)

(٥) من الشاشة الرئيسة نختار كلمة Project تظهر شاشة إضافية نختار منها Add Object
كما هو موضح في شكل (١ - ٢١) :



شكل (١ - ٢١)

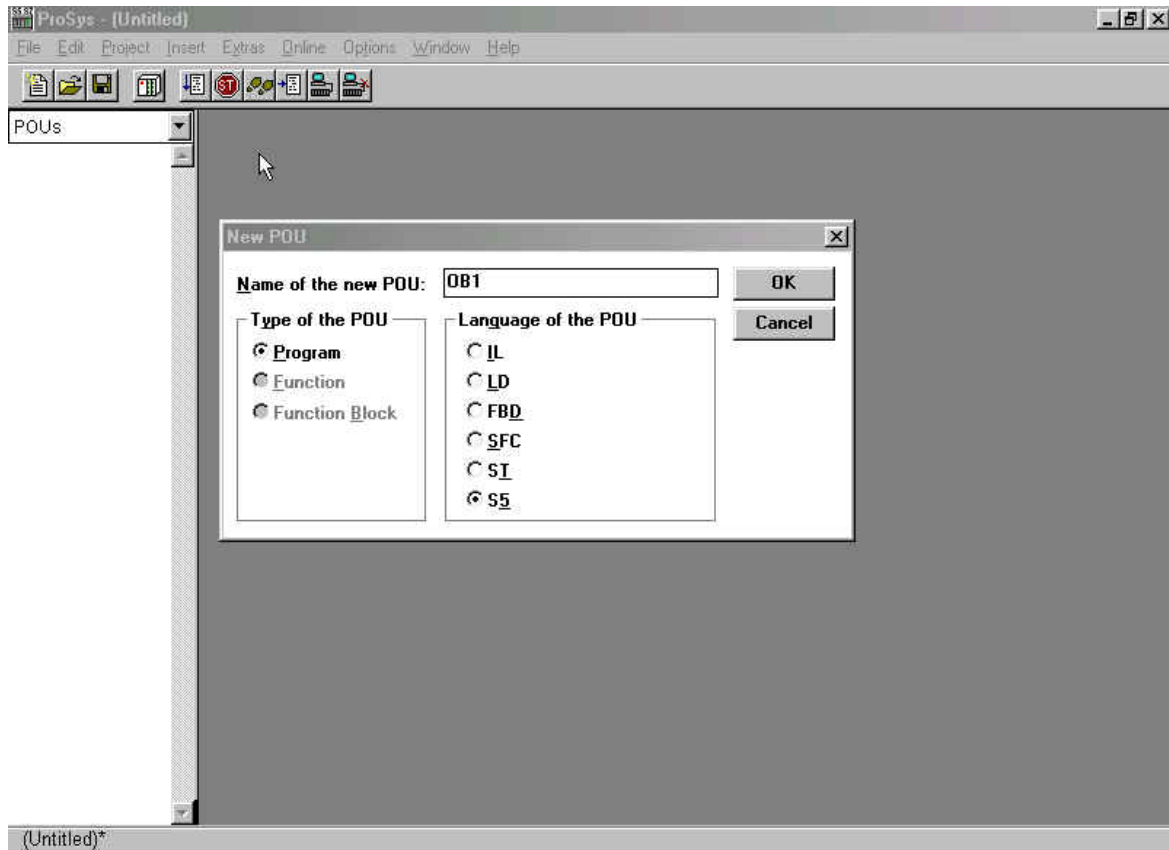
(٦) عند اختيار **Add Object** تظهر الشاشة الإضافية الموضحة في شكل (١ - ٢٢) ، ومن هذه الشاشة الإضافية نختار منها نوع كتابة البرنامج وهناك عدة خيارات مثل IL أي قائمة الأوامر - LD أي المخطط السلمي - FBD أي مخطط صندوق العمليات .

نختار مثلاً طريقة **S5** وذلك بالضغط على الدائرة التي بجانب **S5** .

سوف تظهر ورقة إضافية يتم فيها كتابة البرنامج ، نحرك المؤشر إلى أعلى الصفحة ونبدأ في كتابة البرنامج وبعد كل سطر نضغط **Enter** وعلى سبيل المثال نكتب برنامجاً لمفتاحين على التوالي ومعهما خرج على الشكل التالي:

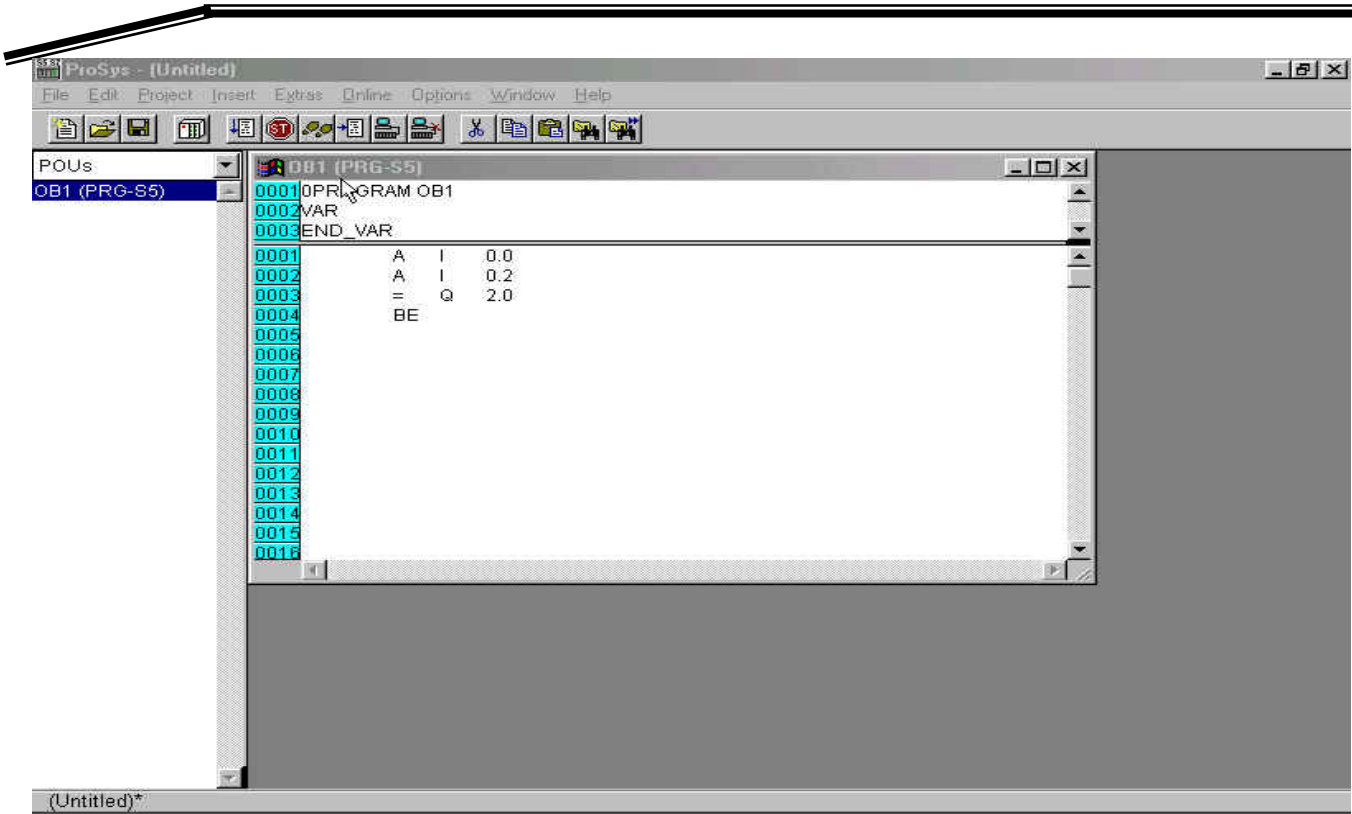
$$A \quad I \quad 0.0$$

$$A \quad I \quad 0.2$$

$$= \begin{matrix} Q \\ BE \end{matrix} 2.0$$


شكل (١- ٢٢) الشكل عند اختيار نوع اللغة

(٧) بعد كتابة البرنامج نجد أن الشاشة الإضافية أصبحت بالشكل (١- ٢٣) :

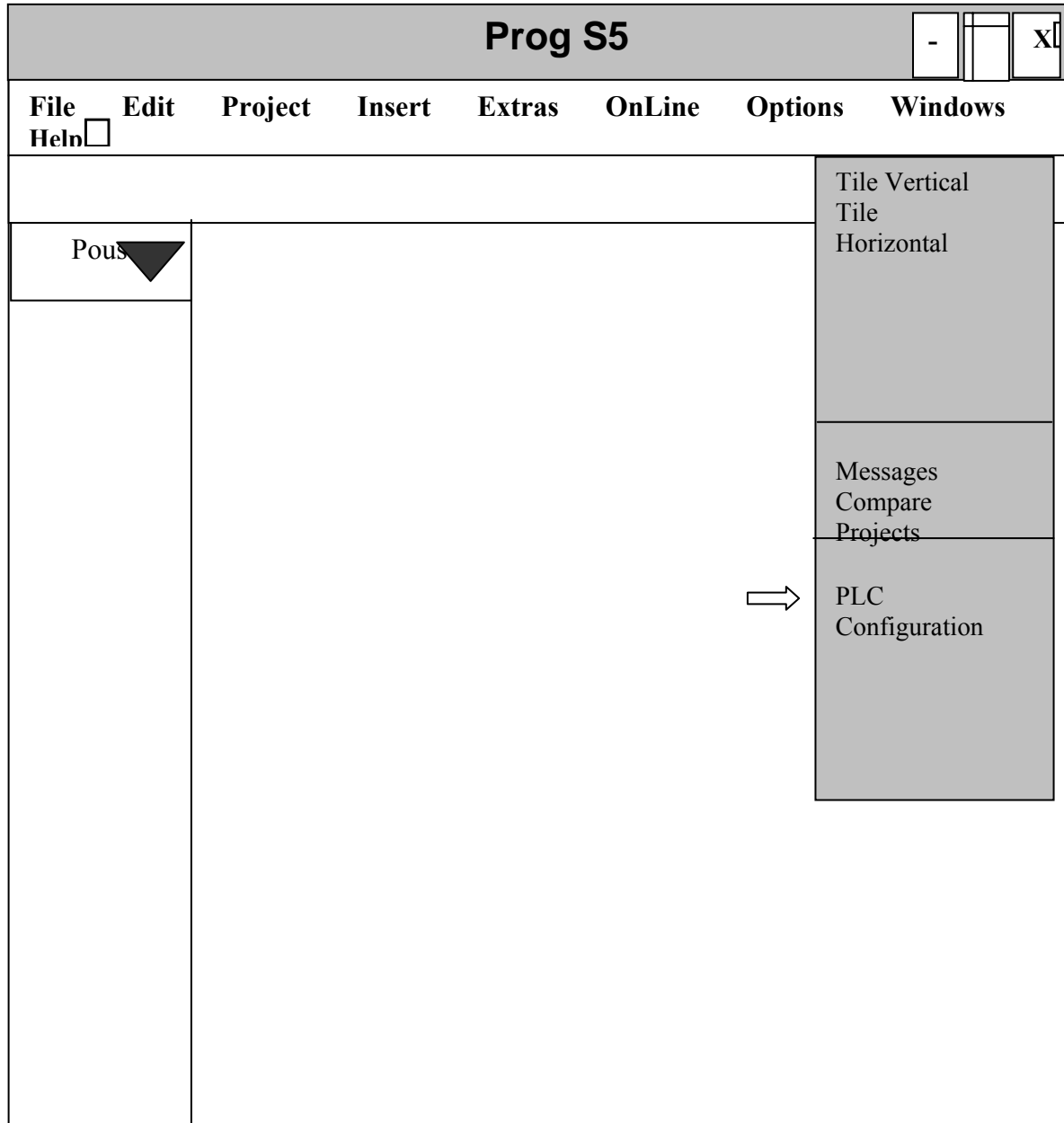


شكل (١- ٢٣) الشكل بعد كتابة البرنامج

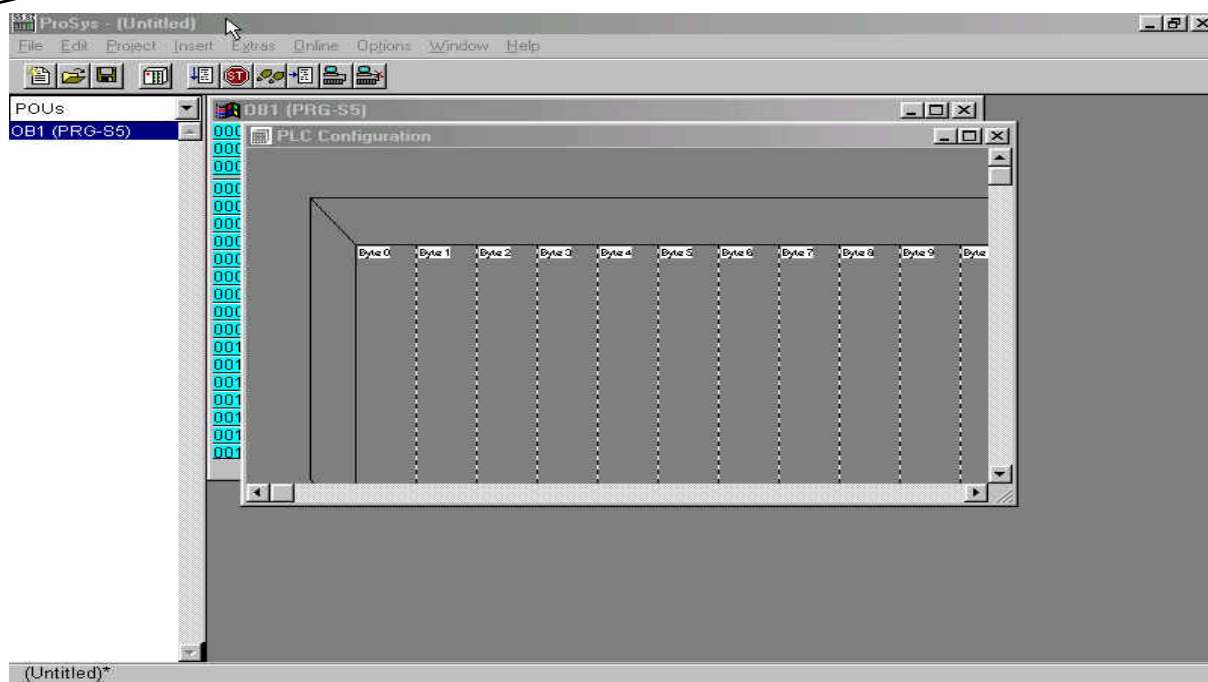
(٨) نضع مفتاح التشغيل لجهاز PLC على وضع On وذلك بوحدة CPU .

(٩) نختار كلمة Window من الشاشة الرئيسية ، تظهر الشاشة الإضافية الموضحة بشكل (١- ٢٤):

(١٠) نختار من الشاشة الإضافية السابقة PLC Configuration وذلك لوصف أرقام وحدات الدخل والخرج بجهاز PLC . هنا تظهر الشاشة الإضافية الموضحة في شكل (١- ٢٥) :

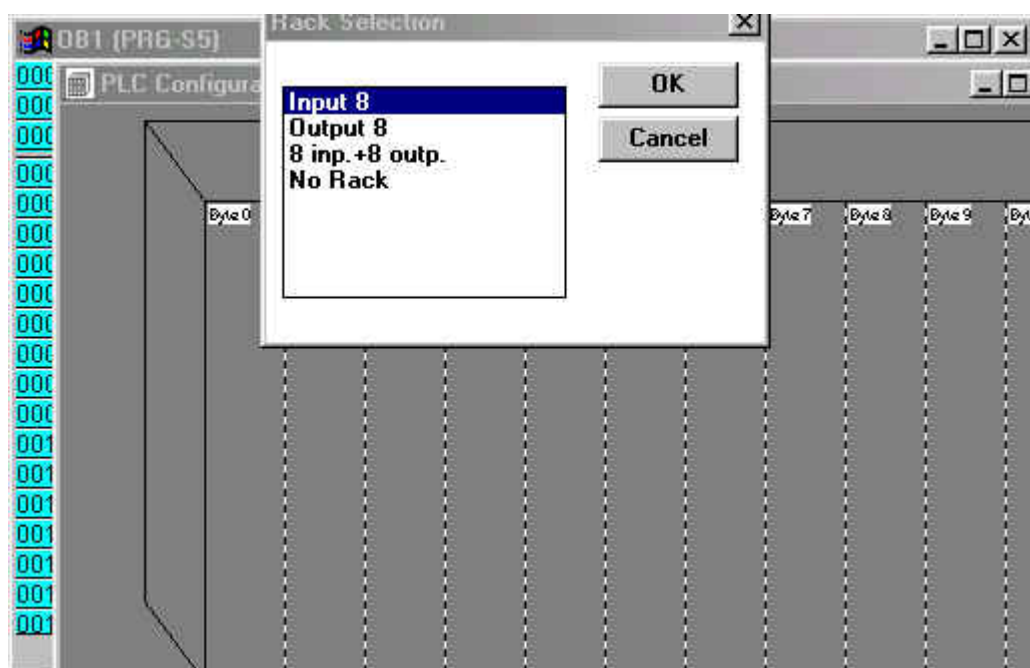


شكل (١ - ٢٤)

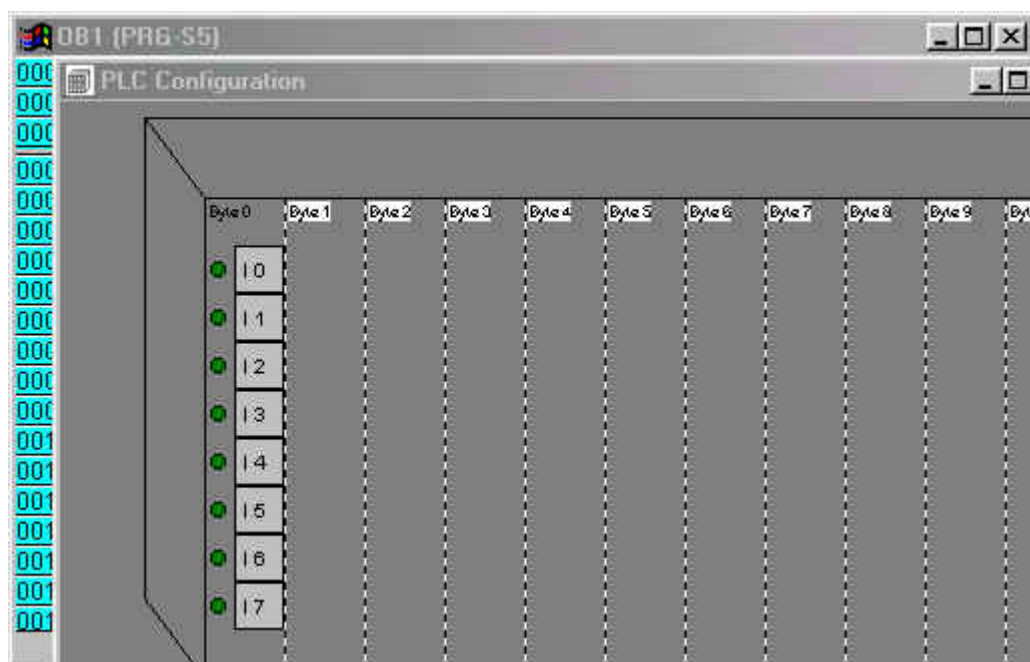


شكل (١ - ٢٥)

(١١) نحدّد من الشّاشة الإضافية السّابقة أرقام وحدات الدخل والخرج . ففي المثال السابق استخدمنا وحدة الدخل I رقم 0 وبالتالي تكون Byte 0 وحدة دخل ولذلك نضغط على Byte 0 تظهر لنا الشاشة الإضافية التّالية شكل (١ - ٢٦) والتي نحدّد منها عبارة Input 8 ثم نضغط على موافق Ok فتظهر الشاشة المبينة في شكل (١ - ٢٧) .

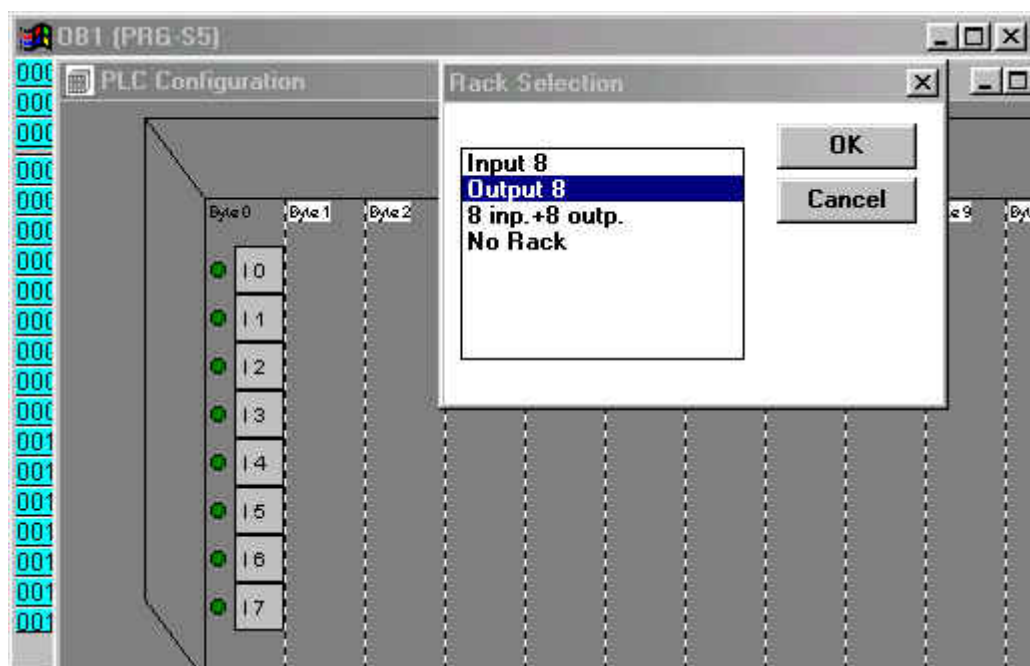


شكل (١ - ٢٦)



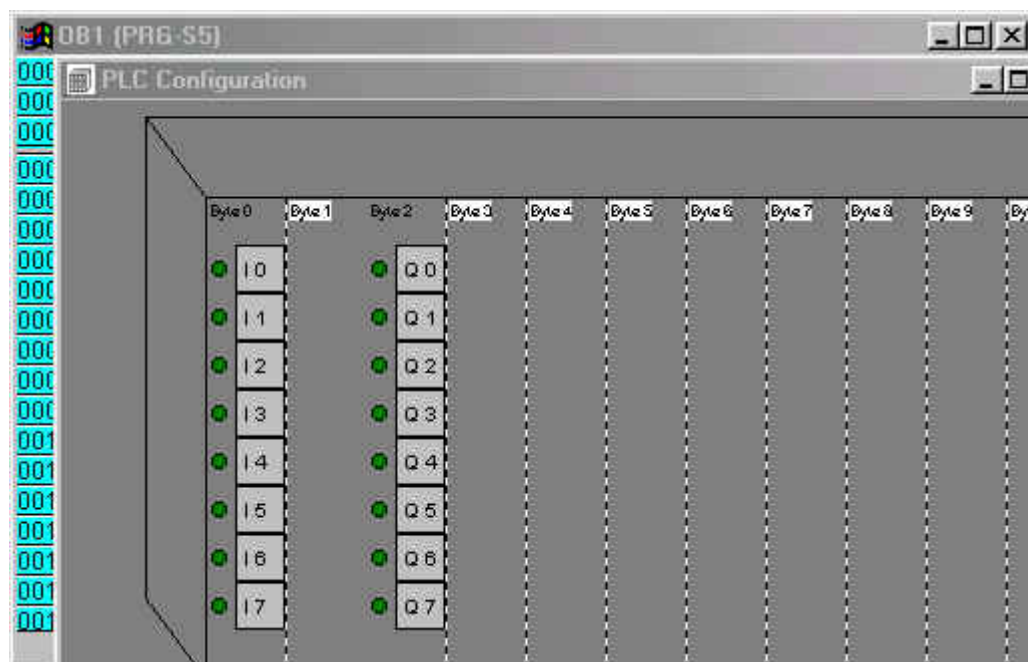
شكل (١ - ٢٧)

وكذلك في المثال كانت وحدة الخرج Q رقم 2 ولذلك نضغط على Byte 2 تظهر لنا نفس الشاشة الإضافية السابقة ونختار منها Output 8 ثم موافق Ok كما بالشكل (١ - ٢٨) التالي :



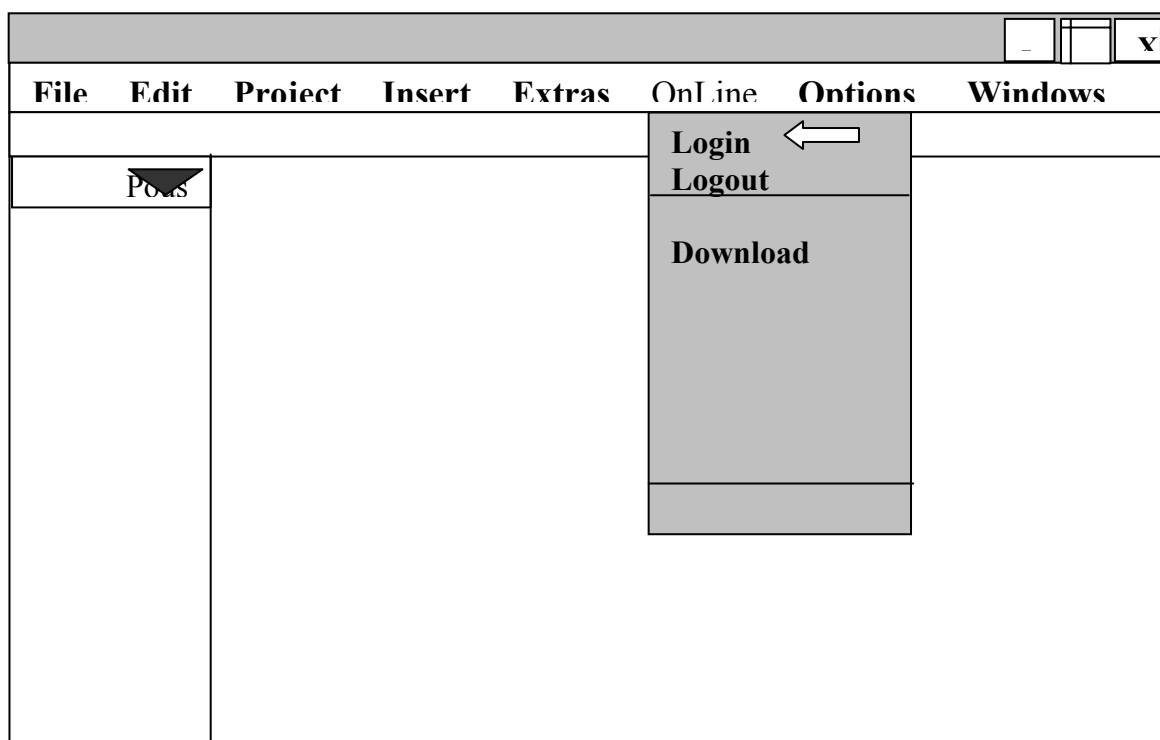
شكل (١ - ٢٨)

هنا يكون شكل الشاشة الإضافية الخاصة ب PLC Configuration كما بشكل (١ - ٢٩) :



شكل (١ - ٢٩)

(١٢) نختار من الشاشة الرئيسية Online وذلك للاتصال المباشر مع جهاز PLC، تظهر الشاشة الإضافية التالية التي نختار منها Login كما بشكل (١ - ٣٠):

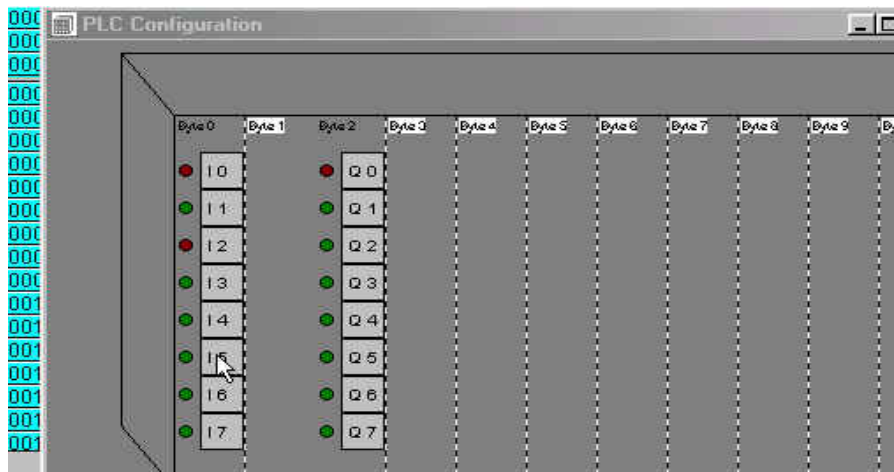


شكل (١ - ٣٠)

إذا كان هناك أي خطأ في البرنامج سوف يظهر على شكل رسالة Message وبين فيها رقم الخطأ ورقم السطر الذي فيه الخطأ.

(١٣) نختار من الشاشة الرئيسية Online مرة أخرى ومن الشاشة الإضافية نختار Download وذلك لكي يرسل البرنامج إلى ذاكرة RAM الخاصة بجهاز PLC، وفي هذه الحالة تبقى الشاشة الموضح بها شكل PLC configuration كما هي موضحة في شكل (١ - ٢٩).

(١٤) يبدأ الآن جهاز PLC في تنفيذ البرنامج خطوة بخطوة وهذا يظهر على شاشة PLC Configuration التي توضح لمبات البيان الخاصة بالدخل والخرج، وفي المثال السابق نجد أن لمبتي الدخل I 0.0, I0.2 مضاءتين وكذلك لمبة البيان بالخرج Q2.0 كذلك مضاءة وهذا يدل على أن البرنامج يعمل بطريقة سليمة وفعالة كما هي موضحة في شكل (١ - 31).



شكل (١ - ٣١).

(١٥) عند الانتهاء من تشغيل البرنامج وحينما يُراد إيقافه يتم عمل الآتي :

- نختار من الشاشة الرئيسية Online لعمل اتصال مباشر مع الجهاز.
- نختار Logout من الشاشة الإضافية وذلك للخروج من البرنامج.
- هنا يكون قد تم إيقاف البرنامج.
- نضع مفتاح التشغيل والإيقاف ON/Off الخاص بجهاز PLC على وضع Off.

(١٦) يتم إيقاف جهاز الحاسب المتصل بجهاز PLC كالآتي :

- نختار من الشاشة الرئيسية سطح المكتب كلمة إبدأ Start.
- نختار إيقاف تشغيل Shut down.
- نختار نعم Ok.

٥.١ كتابة تقرير على طريقة التشغيل والتّشغيل بالبرمجة والفرق بينها وبين التنفيذ بالمرحلات الكهربائية:

- يقوم المتدرب بشرح الوظيفة الرئيسة للتمرين.
- يقوم المتدرب برسم دائرة التّحكم في حالات المرحلات المغناطيسية ويشرح كيفية عمل هذه الدائرة.
- يرسم المتدرب الدائرة المكافئة لدائرة التّحكم بواسطة البرمجة ويشرح كيفية التشغيل.
- يقوم المتدرب بتنفيذ دائرة التّحكم للمرحلات الكهربائية وحساب الوقت الذي استغرقه في تنفيذها.
- يقوم المتدرب بتنفيذ دائرة البرمجة وتشغيلها وحساب الوقت الذي استغرقه في تنفيذها.
- يقوم المتدرب بإجراء المقارنة بين كل من الدائرتين بتعبئة الجدول (١ - ٣):

وجه المقارنة	المرحلات	المتحكم المنطقي المبرمج PLC
١. التنفيذ		
٢. الأخطاء		
٣. الوقت المستخدم		
٤. الأجهزة المستخدمة		
٥. الكفاءة		
٦. الصيانة وتعديل الأخطاء		

جدول (١ - ٣)

٦.١ الهدف من التمارين:

- عندما يقوم المتدرب بتنفيذ هذه التمارين يكون قد اكتسب المهارات التالية:
- إلمام المتدرب بكيفية التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه بواسطة التحكم المنطقي المبرمج بطرقه الثلاثة الشائعة الاستعمال وهي قائمة الأوامر Instruction List والمخطط السلمي Ladder Diagram وكذلك المخططات الصندوقية Control System Flowchart .
- إمكانية اكتشاف الأخطاء في البرنامج ودراسة نتائج هذه الأخطاء على تشغيل المحرك.
- كيفية إصلاح الخطأ الناشئ في البرنامج وتأثير ذلك على تشغيل المحرك.

التمرين الأول

تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه بشكل مستمر بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) بال طرق التقليدية

□ الأهداف :

١. معرفة رسم الدوائر الرئيسة ودوائر التحكم لتشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه .
٢. إمكانية اكتشاف الأخطاء في هذه الدوائر وإصلاحها.
٣. أن يقدم المتدرب تقريراً عن الأخطاء التي تم اكتشافها وكيف تم إصلاحها.

□ مقدمة :

تستخدم المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه في مجال الصناعة بشكل أساسي ، وبالتالي فإن هذه المحركات تستخدم على نطاق واسع للقدرة الكبيرة في المصانع ؛ لذا فإنه من الضروري معرفة كيفية تشغيل هذه المحركات واكتشاف الأخطاء بها ومن ثم إصلاحها.

□ وصف التشغيل :

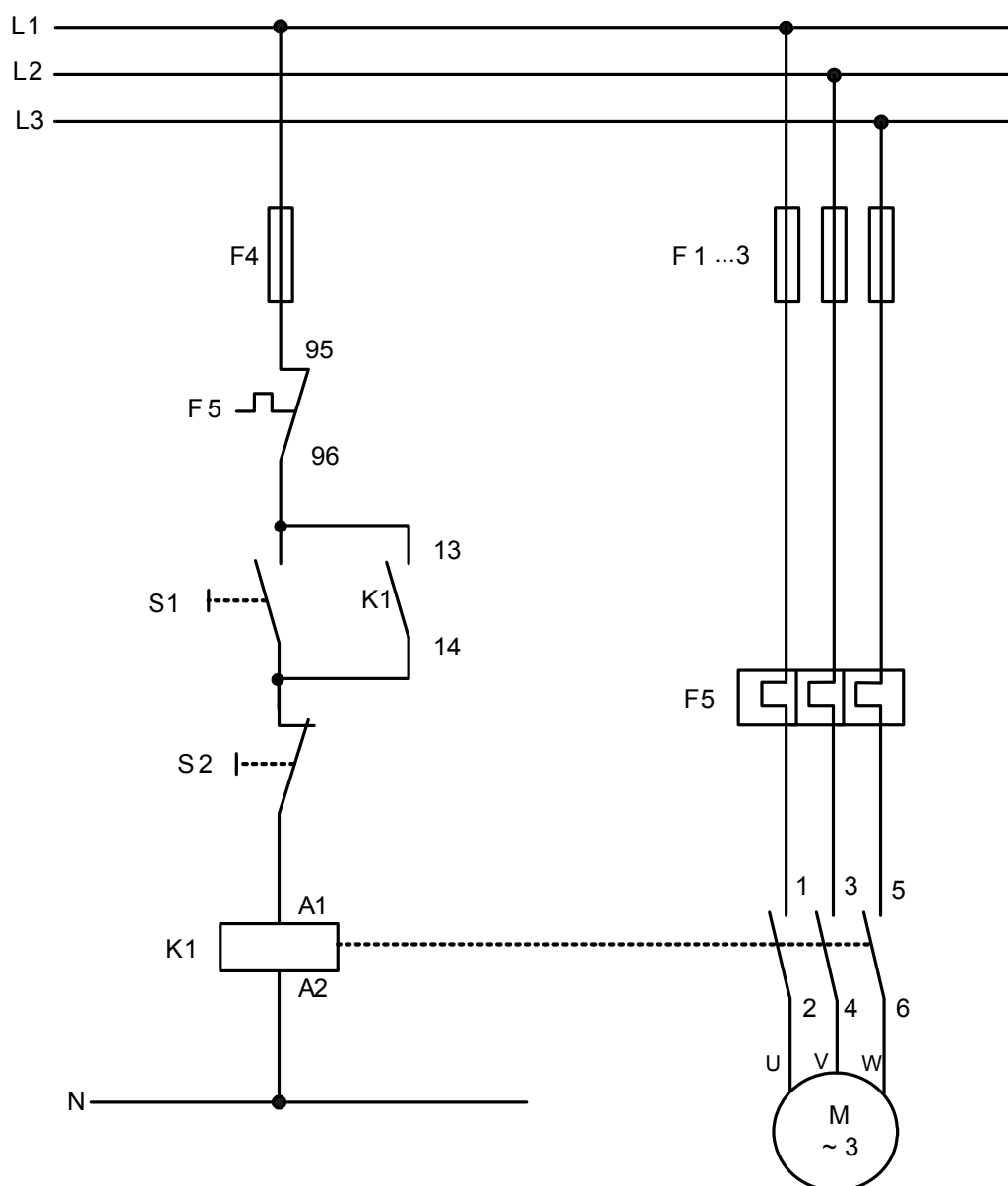
يتم بدء حركة المحرك بالضغط على المفتاح S1 كما بالشكل (١ - ٣٢) حيث يتم إيصال التيار الكهربائي للمرحل المغناطيسي ومن ثم يتم إغلاق النقاط الثلاث للمرحل والتي تقوم بتوصيل جهد الشبكة للمحرك. ويبقى المحرك في حالة تشغيل (ON) حتى يتم الضغط على مفتاح الفصل S2 لفتح النقاط الرئيسة في المرحل المغناطيسي ومن ثم يتوقف مرور جهد الشبكة للمحرك مما يؤدي إلى إيقاف المحرك.

□ دائرة التحكم للمرحّل الكهرومغناطيسي :

هي الدائرة التي تقوم بإجراء عملية التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه وفقاً للشكل (١- ٣٢) الموضح .

عند الضغط على المفتاح S1 يتم إيصال التيار للملف المفتاح الكهرومغناطيسي K1 مما يؤدي إلى أن النقاط المفتوحة في هذا المرحّل تُغلق والمغلقة تُفتح ، وهذا بدوره يؤدي إلى غلق النقطة K1/13-14 والنقاط الرئيسة للمرحّل الموضحة بالشكل وذلك لضمان استمرارية مرور التيار للمرحّل عند رفع اليد عن الضاغط S1 .

يستمر المرحّل في حالة عمل حتى يتم الضغط على الضاغط S2 مما يؤدي إلى قطع التيار عن المرحّل ومن ثم فتح النقطة K1/13-14 وكذلك النقاط الرئيسة الموصلة الجهد للمحرك ومن ثمّ إيقاف المحرك الكهربائي .

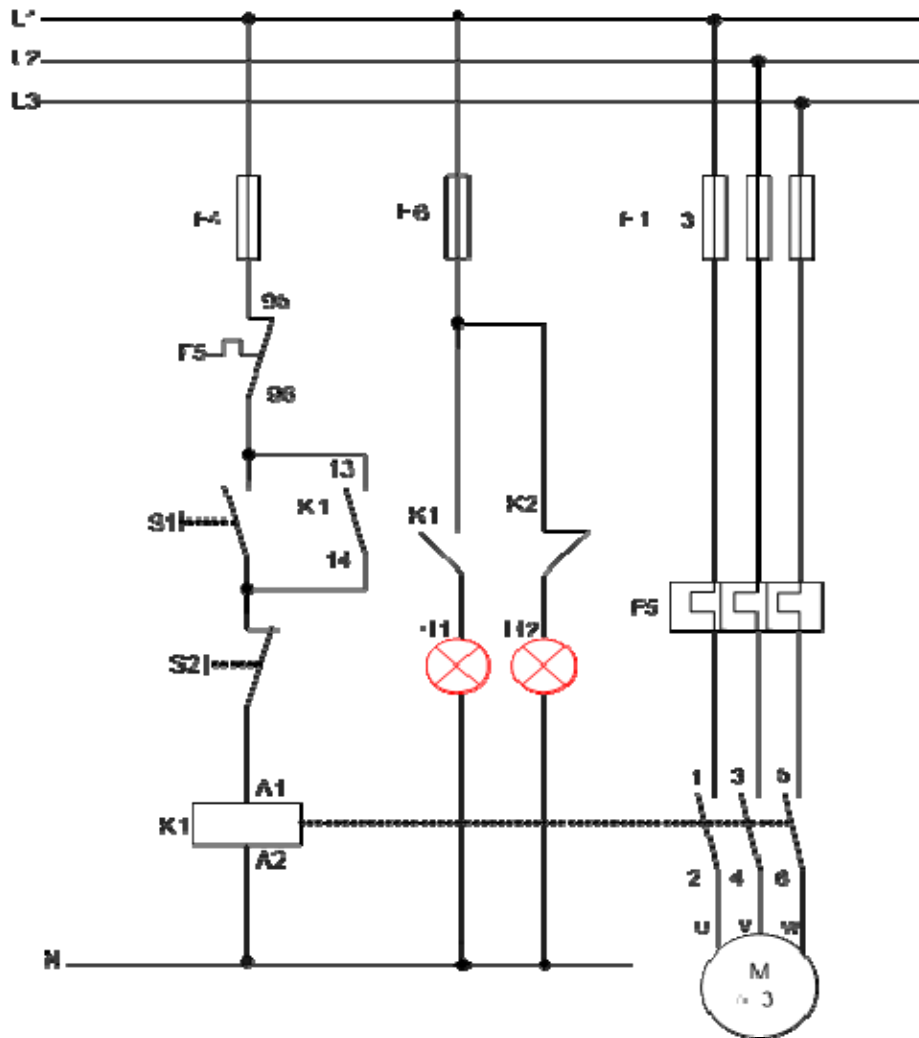


شكل (١ - ٣٢) الدائرة الرئيسة ودائرة التحكم للمحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه

التمرين الثاني

تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه بشكل مستمر بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) بالبرمجة:

لدينا محرك كهربائي ثلاثي الأوجه يبدأ العمل بالضغط على مفتاح $S1$ ويتم إيقافه عن طريق الضغط على مفتاح $S2$ ، توجد لمبة بيان $H1$ لبيان تشغيل المحرك ولمبة $H2$ لبيان إيقافه ويحمي المحرك قاطع حراري يفصل عند زيادة التيار كما هو مبين بالشكل (١ - ٣٣) .



شكل (١ - ٣٣) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتمرين الثاني

تمرين (٢- أ):

كُتِبَت قائمة الأوامر للتمرين الأول وكانت كما هي موضحة بالجدول (١- ٤) كالآتي:

1	AN I 0.1	7	A Q 2.0
2	A(	8	= Q 2.1
3	O I 0.0	9	A Q 2.0
4	A Q 2.0	10	= Q 2.1
5	)	11	BE
6	= Q 2.0		

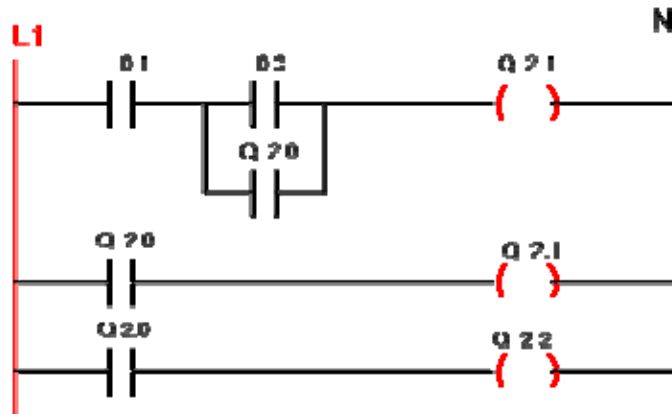
جدول (١- ٤) قائمة الأوامر للتمرين (٢- أ)

المطلوب :

- كتابة قائمة التسييق.
- قم بدراسة قائمة الأوامر المدونة بجدول (١- ٤) ومدى مطابقتها مع دائرة التحكم واذكر إذا كانت بها أخطاء مع ذكر رقم الأمر.
- اشرح كيفية التشغيل مع وجود الخطأ أن وُجد.
- قم بتصحيح الخطأ ونفذ البرنامج واذكر تأثير التصحيح على تشغيل البرنامج.

تمرين (٢- ب) :

رُسِمَ المخطط السلمي للتمرين الأول كما هو موضح بشكل (١- ٣٤) :



شكل (١- ٣٤) المخطط السلمي للتمرين (٢- ب)

المطلوب :

- قم بدراسة المخطط السلمي واذكر إذا كان به خطأ أم لا ؟
- ما تأثير الخطأ على تشغيل المحرك ؟
- قم بتصحيح الخطأ وقم بتنفيذ البرنامج.
- اذكر الفرق في التشغيل قبل الخطأ وبعده ؟

تمرين (٢- ج) :

المطلوب :

- رسم مخطط البوابات المنطقية للتمرين.
- عند تشغيل البرنامج وُجد أنه لا توجد استجابة للمحرك ، واللمبة التي تدل على عدم التشغيل H 2 مضاءة . اذكر احتمالات وجود الخطأ ؟
- قم بتصحيح الخطأ وأعد تشغيل البرنامج واذكر الفرق بين التشغيل قبل الخطأ وبعده ؟

تمرين (٢- د) :

في التمرين الحالي شكل (١- ٢٣) تم استبدال مفتاح البدء S1 بمفتاح عادة مغلق NC وتم استبدال مفتاح الغلق S2 بمفتاح عادة مفتوح NO.

المطلوب :

- رسم المخطط السلمي بالشكل الجديد.
- اذكر تأثير ذلك على تشغيل المحرك ؟
- إذا كان هناك خطأ فهل يمكن إصلاحه عن طريق التعديل في البرنامج أم بطريقة أخرى واذكر هذا التصحيح ؟
- قم بتنفيذ البرنامج وسجل ملاحظاتك بعد التصحيح.

التمرين الثالث

تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه وعكس حركته بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) بال طرق التقليدية (عكس بطيئ وعكس سريع):

□ الأهداف :

١. إمكانية قراءة دوائر التحكم والدوائر الرئيسة لدائرة عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه .

٢. إمكانية اكتشاف الأخطاء بهذه الدوائر وإصلاحها .

٣. أن يقدم المتدرب تقريراً مختصراً عن الأخطاء التي تم اكتشافها وكيف تم إصلاحها .

□ مقدمة :

يتم استخدام المحركات الكهربائية بشكل كبير في المجالات الصناعية وفي كثير من الأحيان يتوجب في بعض العمليات عكس حركة هذه المحركات للقيام بوظيفة معينة يتطلبها إنتاج منتج أو عملية تشغيل في أحد المصانع .

ويتم عكس حركة المحركات بعدة طرق منها :

١. عكس الحركة للمحرك بعد القيام بإيقاف المحرك .

٢. عكس حركة المحرك بطريقة يدوية مباشرة .

٣. عكس حركة المحرك أوتوماتيكياً .

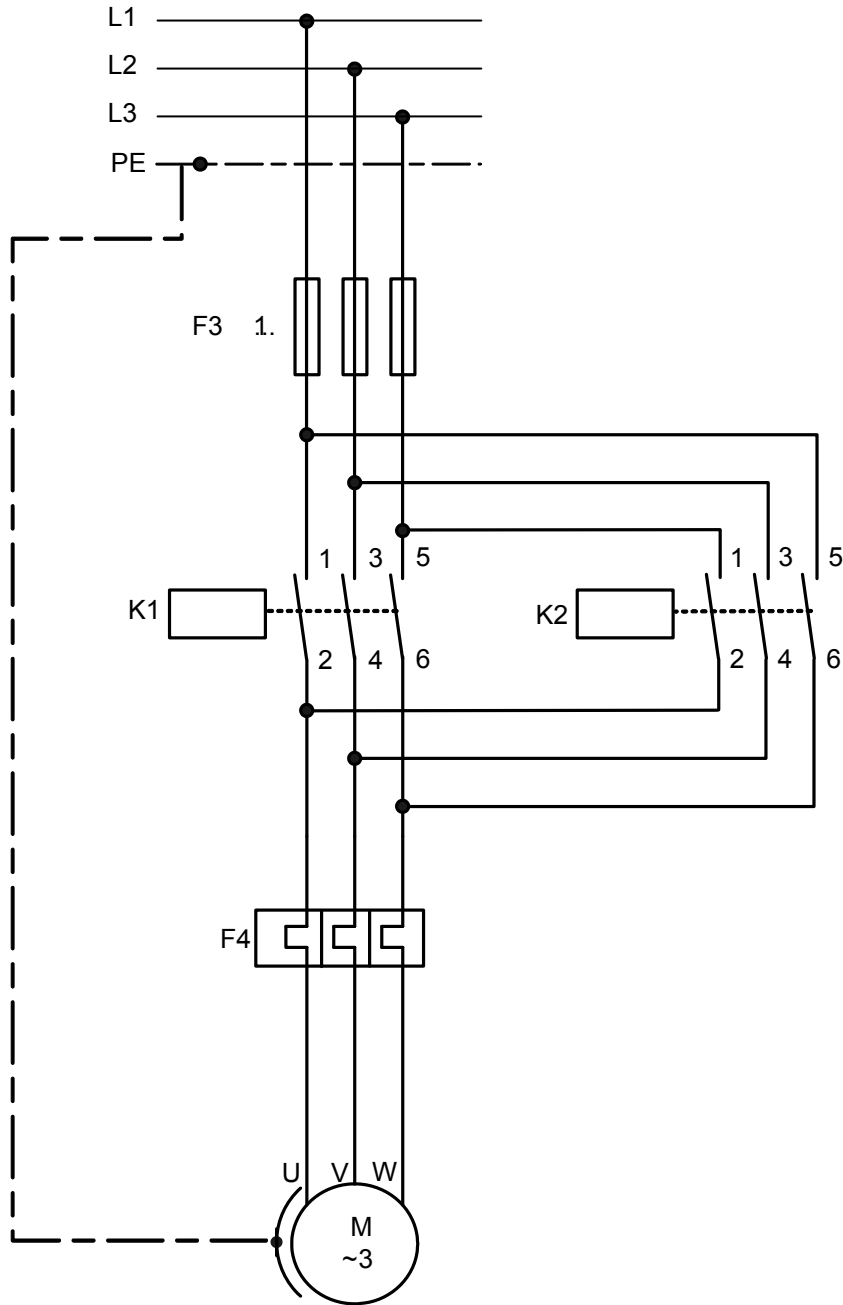
وحيث ما كانت الطريقة لعكس حركة المحرك فإن الوضع المطلوب للمحرك هو استبدال اثنين من الخطوط الرئيسة المغذية ($L1, L2$ مثلاً) واحداً مكان الآخر . وللقيام بذلك يتم استخدام دوائر التحكم لتنفيذ هذه العملية بطريقة آمنة مضمونة.

□ وصف التشغيل :

يتم عكس حركة المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه وذلك بتغيير اتجاه المجال المغناطيسي المار في ملفات هذا المحرك .

ولكي يتم ذلك يتوجب تغيير اتجاه التيار المسبب للقوة الدافعة المغناطيسية ؛ ولذا فإنه يتم عكس اتجاه التيار بتغيير أحد الخطوط الرئيسة المغذية من المصدر مكان خط آخر . وسوف يتم شرح كيفية التشغيل وفقاً لنوع الطريقة المستخدمة .

دائرة مسار التيار (دائرة التيار الأساسي) شكل (١- ٣٥):



شكل (١- ٣٥) دائرة مسار التيار الأساسية للتمرين الثالث

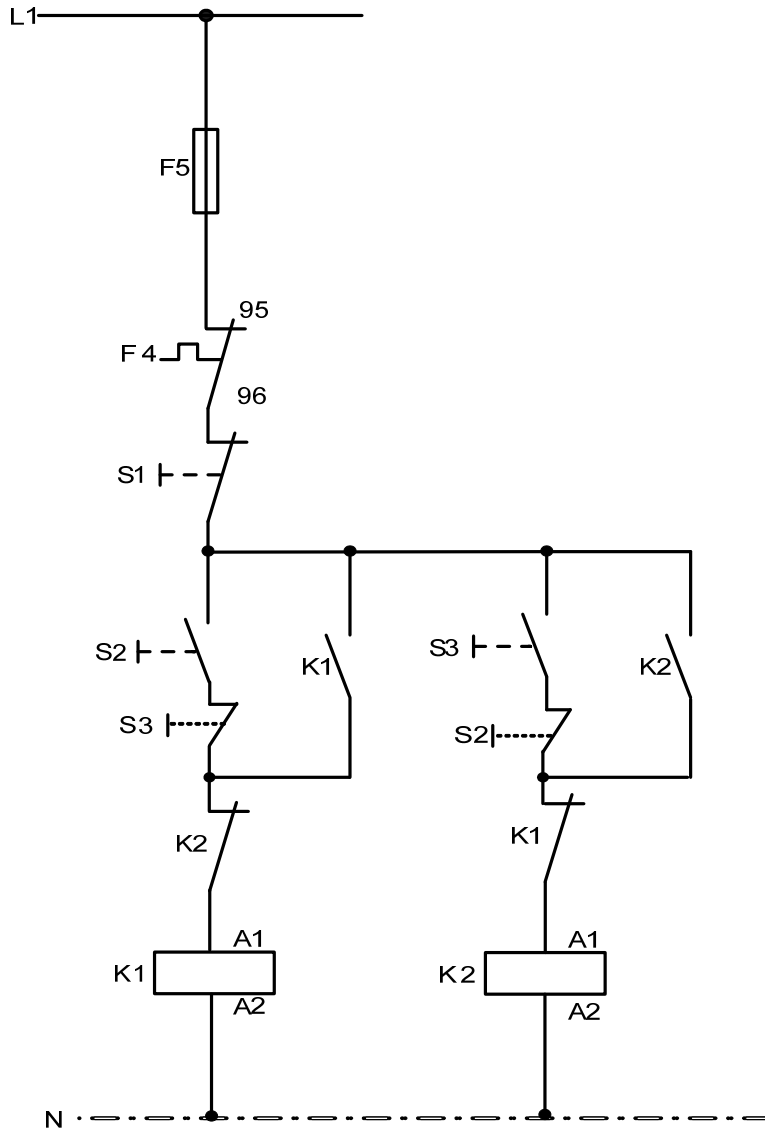
إذا وُصِّلَ المفتاح الكهرومغناطيسي K1 يدور المحرك في اتجاه اليمين ، وإذا وُصِّلَ المفتاح الكهرومغناطيسي K2 فسوف يكون هناك استبدال في اثنين من الموصلات الخارجية ؛ بذلك يتم عكس اتجاه التيار ومنها عكس المجال المغناطيسي مما يؤدي إلى دوران المحرك في اتجاه اليسار .

إرشادات :

يجب أن تكون التمديدات الخاصة بالتحكم بحيث يكون إما المفتاح K1 موصل أو المفتاح K2 موصل ولا يوصلا في آن واحد.

دائرة تيار التحكم عند عكس الحركة للمحرك بعد إيقافه (عكس بطيء):

شكل (١ - ٣٦):



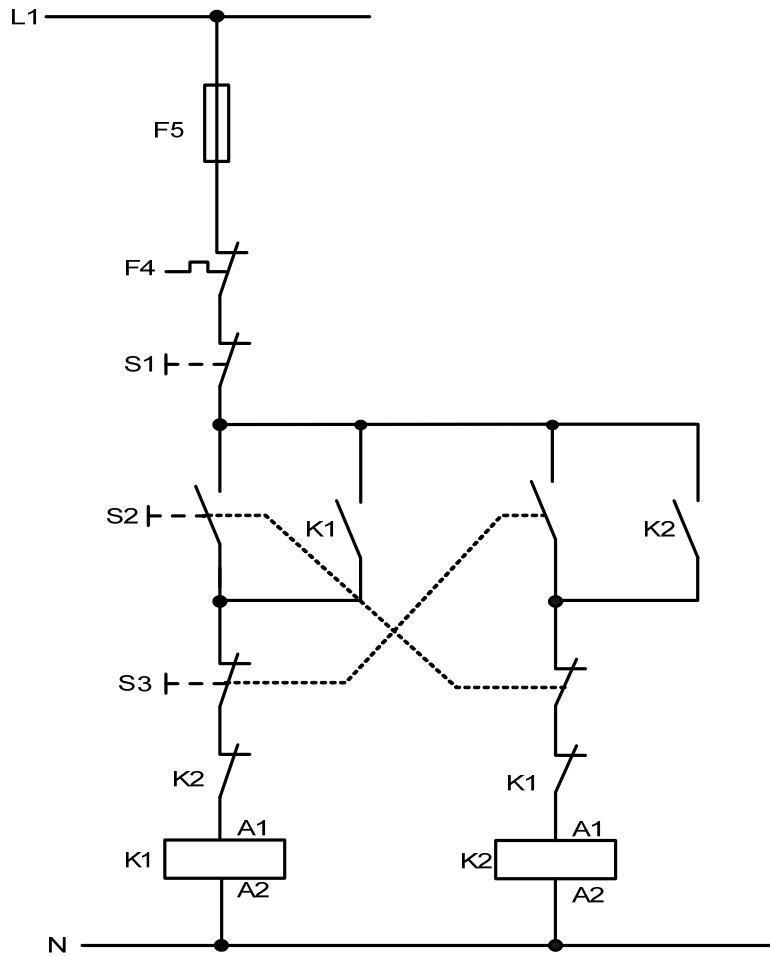
شكل (١ - ٣٦) دائرة التحكم لعكس دوران محرك بعد إيقافه

يتضح من دائرة تيار التحكم أنه يمكن بدء حركة المحرك في اتجاه اليمين (مثلاً) بالضغط على الضاغط S2 حيث يتم إيصال التيار للمفتاح الكهرومغناطيسي K1 عبر نقطة مغلقة من المفتاح الكهرومغناطيسي K2 لضمان أن المحرك لا يدور في الاتجاه الآخر ، وعند الرغبة في تغيير

اتجاه الدوران للمحرك فإنه يتوجب على المشغل أن يقوم أولاً بفصل التيار عن الدائرة بواسطة الضاغط S1 مما يؤدي إلى قطع التيار عن المفتاح الكهرومغناطيسي الذي يعمل ومن ثم يتم إيصال التيار للمفتاح الكهرومغناطيسي K2 عن طريق الضاغط S3 مما يجعل المحرك يدور في اتجاه اليسار مثلاً.

دائرة تيار التحكم عند عكس حركة المحرك بطريقة يدوية مباشرة (عكس سريع) :

شكل (١ - ٣٧) :



شكل (١ - ٣٧) دائرة تيار التحكم لعكس دوران محرك بطريقة مباشرة

العكس المباشر هو عبارة عن عكس دوران المحرك بطريقة مباشرة ، أي أنه لا يحتاج المشغل إلى إيقاف المحرك لكي يتم تغيير اتجاه الدوران .

ومن مسار دائرة تيار التحكم يتضح ما يلي :

لتشغيل المفتاح الكهرومغناطيسي K1 يتم الضغط على الضاغط S2 الذي بدوره يوصل التيار إلى الملفات K1 ويقطع إمكانية التوصيل للمفتاح الكهرومغناطيسي K2 الذي يقوم بعكس دوران

المحرك . وبنفس الطريقة يتم تشغيل K2 عن طريق الضاغط S3 مباشرة والذي بدوره يجعل المتعم K1 يفصل ويعمل المتعم K2 .

لذلك فإنه ينصح دائماً في الحياة العملية بالنسبة لفلق أطراف تلامس المفتاح الكهرومغناطيسي أن يُبنى في دائرة التوصيل عملية الغلق بواسطة مفتاح ضاغط ، أي أنه يتم توصيل نقطة مغلقة من ضاغط التشغيل في مسار التيار المؤدي لتشغيل المفتاح الكهرومغناطيسي الآخر .

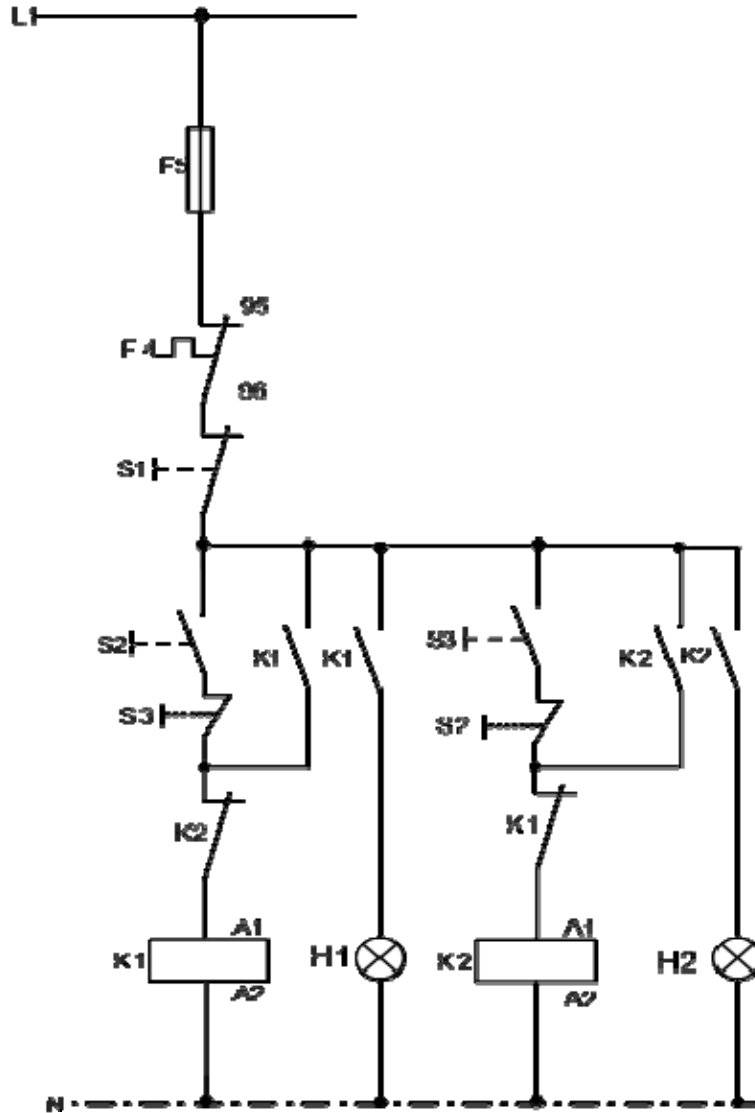
إرشادات :

- يجب التأكد من عدم تشغيل المحرك في كلا الاتجاهين في نفس اللحظة مما يؤدي إلى تلف ملفات المحرك .
- على المتدرب أن يتتبع دائرة مسار التيار الأساسية أو التحكم للتأكد من صحة التوصيل .
- قبل إيصال التيار للدائرة على المتدرب اختبار جميع نقاط التلامس في المفاتيح الكهرومغناطيسية بواسطة جهاز الأوميتر بحيث تكون المغلقة (OFF) والمفتوحة (ON) .

التمرين الرابع

تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه وعكس حركته بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) بالبرمجة:

لدينا محرك ثلاثي الأوجه يدور مع عقارب الساعة بالضغَط على مفتاح $S2$ ويدور عكس عقارب الساعة بالضغَط على مفتاح $S3$ ويتم الإيقاف عن طريق المفتاح $S1$ ، وضعت لمبتا بيان $H1$ لتدل على دورانه مع عقارب الساعة و $H2$ مع عكس عقارب الساعة كما هو موضح بالشكل (١ - ٣٨).



شكل (١ - ٣٨) دائرة التحكم للتمرين الرابع

تمرين (٤ - أ)

كُتِبَت قائمة الأوامر لهذا التمرين كما هي موضحة بجدول (١ - ٥) الآتي :

1	AN I 0.0	12	AN I 0.0
2	O(	13	O(
3	A I 0.1	14	A I 0.2
4	AN I 0.2	15	AN I 0.0
5	)	16)
6	O Q 2.0	17	O Q 2.1
7	A Q 2.1	18	AN Q 2.0
8	= Q 2.0	19	= Q 2.1
9	AN I 0.0	20	AN I 0.0
10	A Q 2.0	21	A Q 2.1
11	= Q 2.2	22	= Q 2.3
			BE

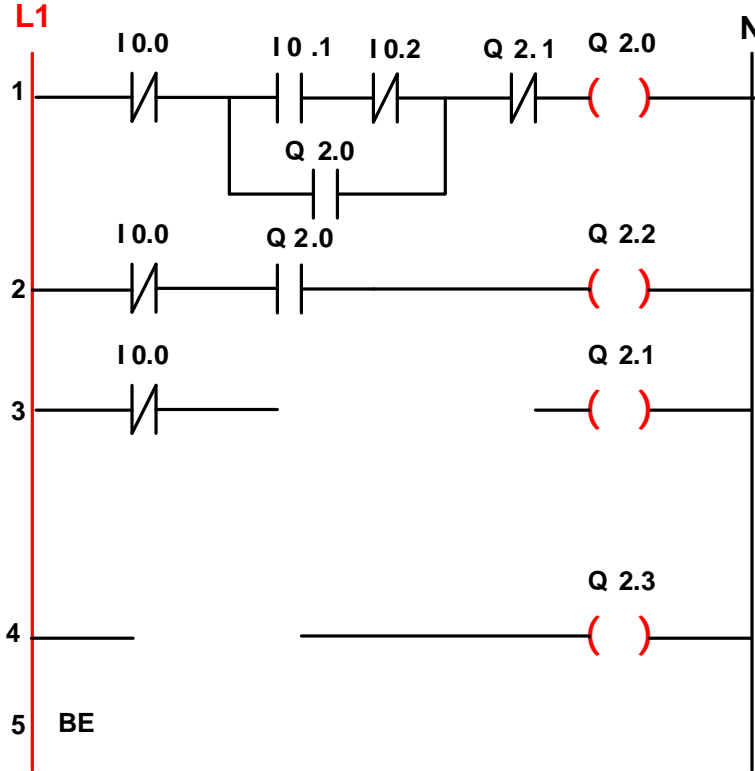
جدول (١ - ٥) قائمة الأوامر للتمرين (٤ - أ)

المطلوب :

- اكتب قائمة التسييق؟
- يوجد في قائمة الأوامر (جدول ١ - ٥) خطأ في الكتابة. اذكر رقم الأمر في كل خطأ وتأثيره على تشغيل البرنامج؟
- صحح الخطأين وقم بتشغيل البرنامج مرة أخرى؟
- اذكر الفرق في التشغيل؟

تمرين (٤ - ب):

رُسم المخطط السلمي للتمرين الرابع كما هو موضح بشكل (١ - ٣٩):



شكل (١ - ٣٩) المخطط السلمي للتمرين (٤ - ب)

المطلوب :

- اكمل الناقص في هذا المخطط.
- نفذ البرنامج.
- ما هو الفرق بين الرمزين F, Q في أشكال المخطط السلمي؟
- كرر رسم المخطط السابق بعد اختصار كل F و نفذ البرنامج مرة أخرى. هل تجد فرقاً بين التشغيل في الحالتين؟

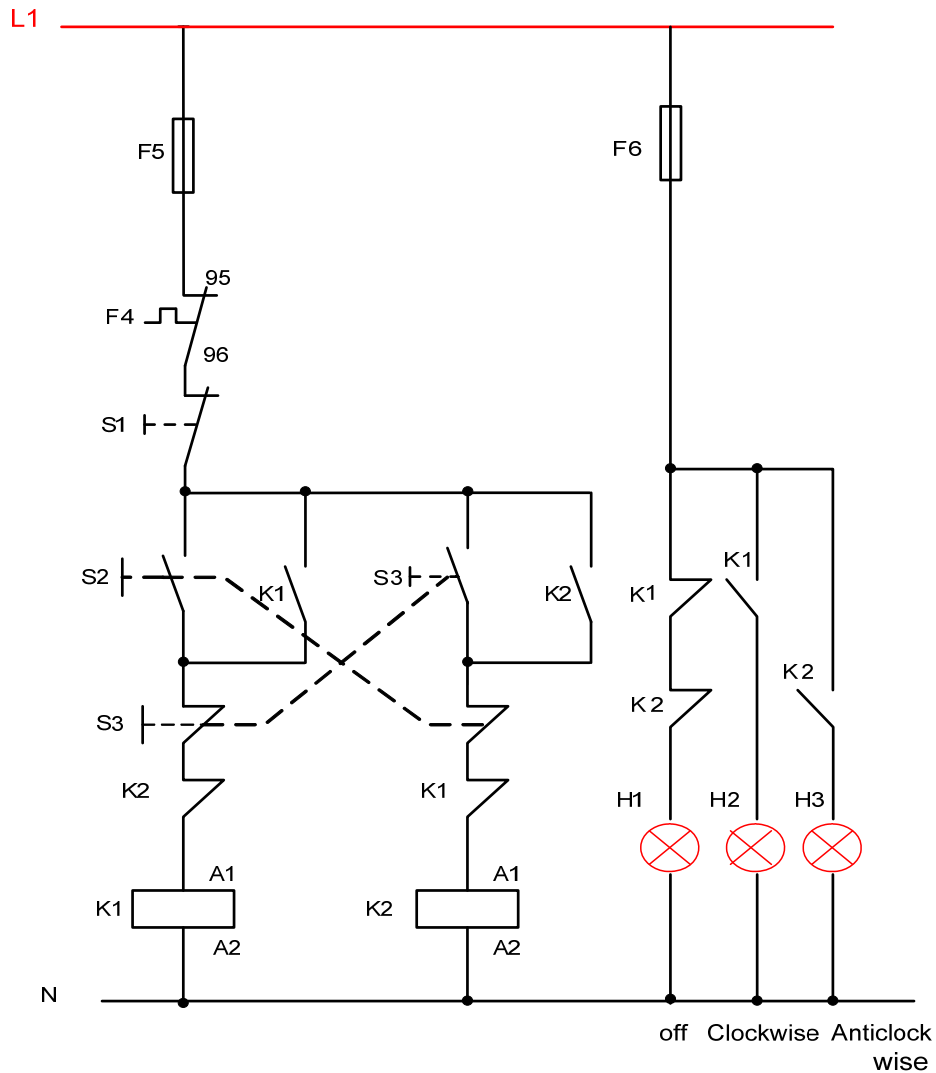
تمرين (٤ - ج)

عكس دوران محرك بدون إيقاف (طريقة مباشرة):

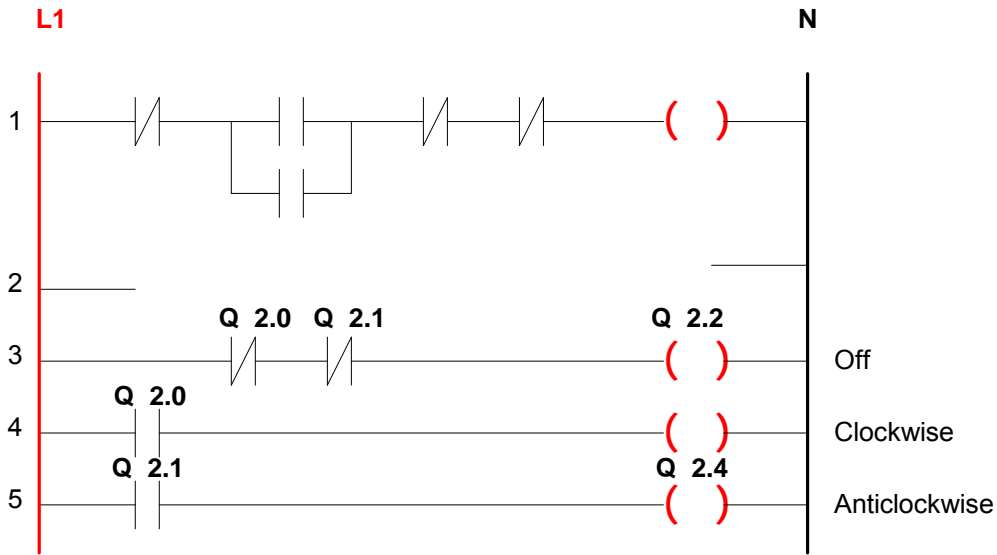
بإضافة لمبة بيان H1 تدل على عدم التشغيل ولمبة H2 تدل على الدوران مع عقارب الساعة ولمبة

H3 تدل على الدوران عكس عقارب الساعة تصبح دائرة التحكم ممثلة بشكل (١ - ٤٠)، وعند

رسم المخطط السلمي للتمرين كان الرسم كما هو موضح بشكل (١ - ٤١) :



شكل (١ - ٤٠) دائرة التحكم لعكس دوران محرك بدون إيقاف المحرك



شكل (١ - ٤١) المخطط السلمي لتمارين (٤ - ج)

المطلوب :

- اكتب قائمة التنسيق للدائرة.
- اكمل الناقص في المخطط السلمي مع كتابة رموز المخطط.
- نفذ الدائرة على المتحكم المنطقي المبرمج.
- اشرح كيفية تشغيل الدائرة.

تمرين (٤ - د)

كُتِبَت قائمة الأوامر للتمرين الحالي كما هي موضحة بجدول (١ - ٦) التالي:

1	AN I 0.1		13	
2	A(		14	
3	O I 0.2		15	
4	O Q 2.0		16	
5	)		17	AN Q 2.0
6	AN I 0.3		18	AN Q 2.1
7	A Q 2.1		19	= Q 2.2
8	= Q 2.0		20	A Q 2.0
9	AN		21	
10			22	A Q 2.1
11			23	= Q 2.4
12			24	BE

جدول (١ - ٦) قائمة الأوامر للتمرين (٤ - د)

المطلوب :

- اكمل الناقص في قائمة الأوامر جدول (١ - ٦) .
- هل هناك خطأ في الأوامر المكتوبة؟ قم بتصحيحه.
- ما تأثير هذا الخطأ على تشغيل البرنامج؟
- نفذ البرنامج، واذكر ملاحظاتك.

التمرين الخامس

التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه Δ / Y بواسطة ال طرق التقليدية

□ مقدمة :

تتطلب حالات تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه ذات القدرات العالية خفض تيار البدء وحماية الملفات من التلف . ويتم ذلك عملياً بعدة طرق منها بدء حركة المحرك نجمة Y حتى ينخفض تيار البدء بعد تولد القوة الدافعة الكهربائية المغناطيسية العكسية في ملفات المحرك ومن ثم توصيل المحرك دلتا Δ للحصول على أعلى قدرة من هذه المحركات .

ولكي يتم ذلك من الناحية العملية فإنه يتم قصر نهايات المحرك (U_2, V_2, W_2) بواسطة مفتاح كهرومغناطيسي وإمداد بداية المحرك (U_1, V_1, W_1) بالتيار اللازم للتشغيل حتى يبدأ المحرك ومن ثم يتم توصيل البدايات للمحرك بالنهايات كالتالي :

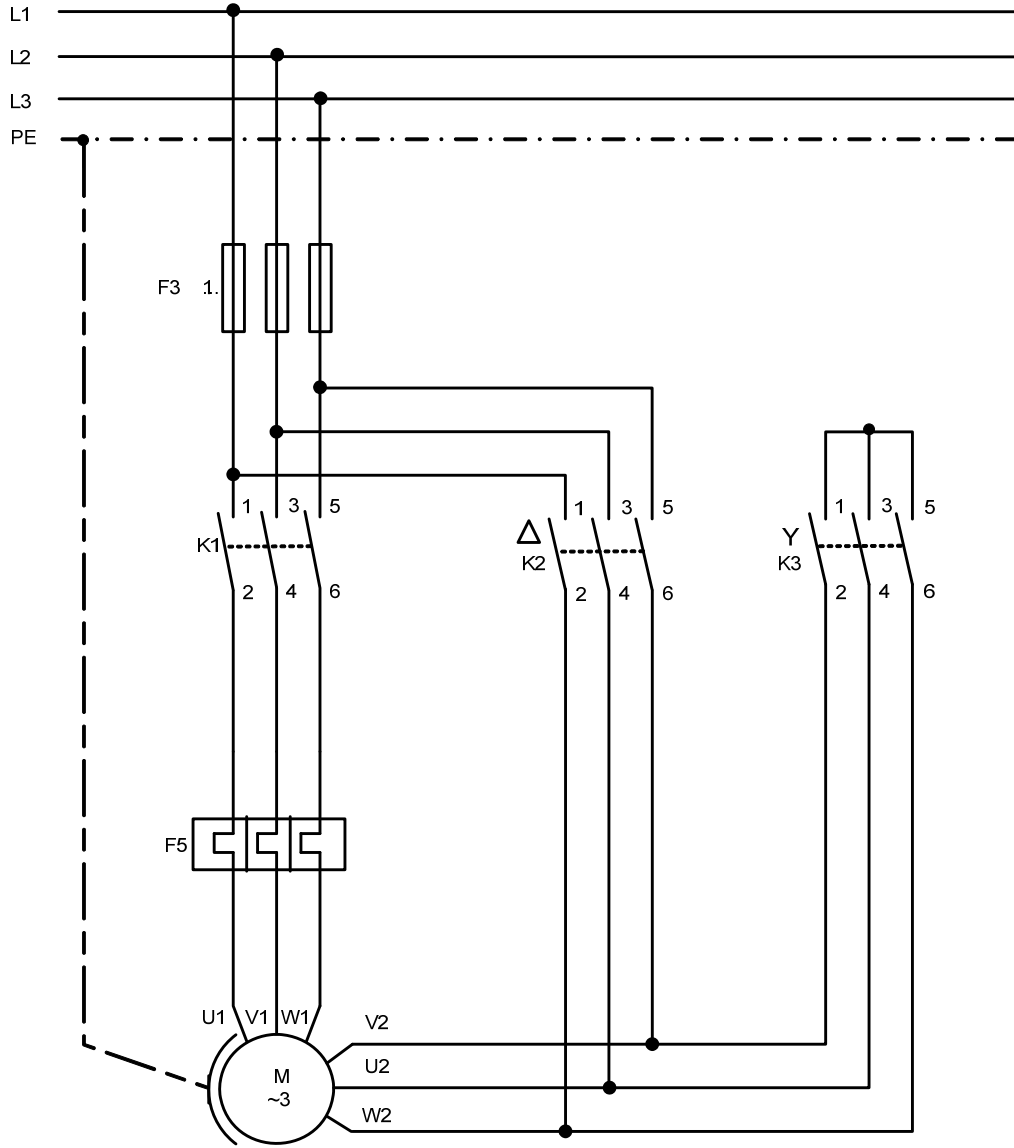
$$U_1 \rightarrow W_2$$

$$V_1 \rightarrow U_2$$

$$W_1 \rightarrow V_2$$

سوف نقوم بشرح دائرة التشغيل الخاصة بتوصيل المحرك $\Delta-Y$ أولاً ومن ثم شرح كيفية عكس حركة هذه الدائرة .

□ مخطط مسار التيار بالنسبة لدائرة التيار الأساسي لتشغيل المحرك Δ -Y شكل (١- ٤٢):



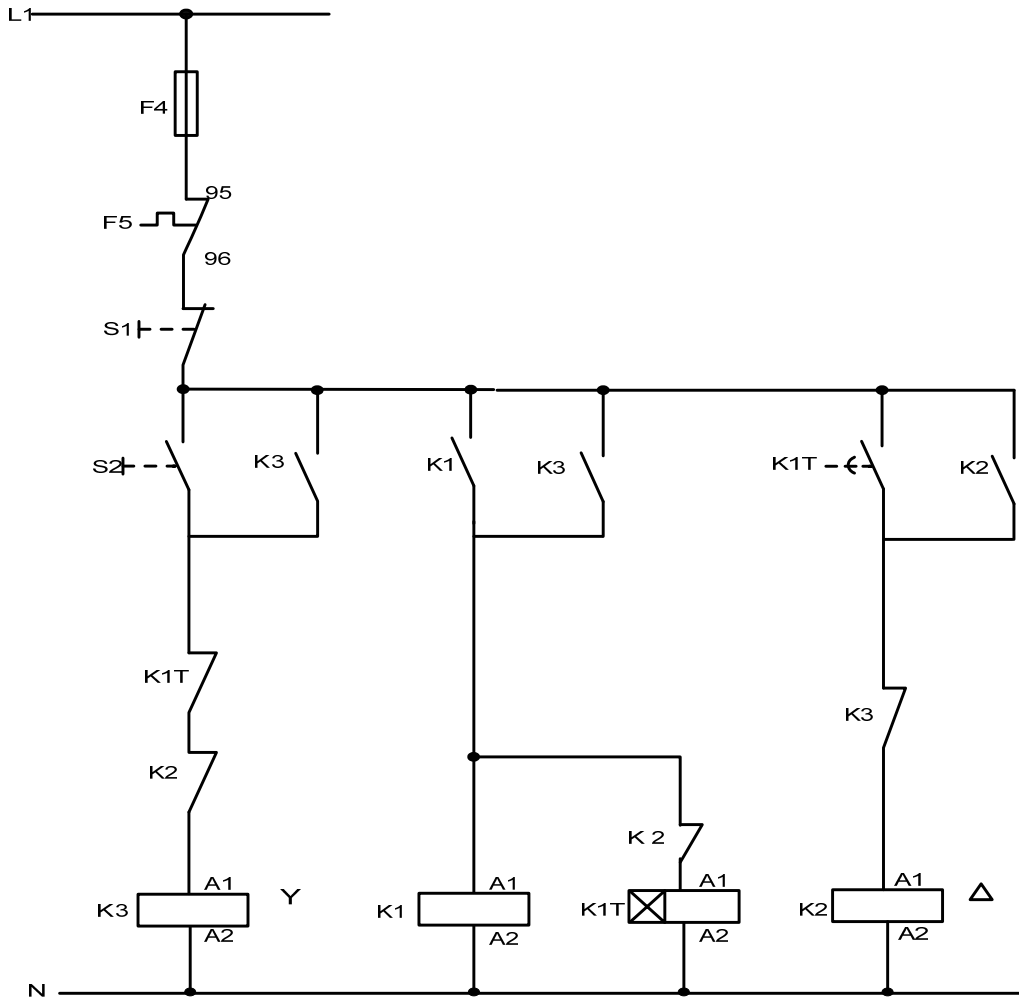
شكل (١- ٤٢) دائرة مسار التيار لتشغيل المحرك Δ -Y .

توصيل المفاتيح الكهرومغناطيسية عند تقويم المحرك بالترتيب التالي :

١. بدء الحركة : ينجذب كل من مفتاح التوصيل نجمة (Y) K3 ومفتاح التوصيل بالشبكة K1 ويدور المحرك بتوصيلة نجمة إلى أن يصل سرعة الدوران الأصلية .
٢. التحويل : يفصل مفتاح التوصيل نجمة K3 بينما يبقى مفتاح التوصيل بالشبكة K1 موصلاً ، وينجذب مفتاح التوصيل (Δ) دلتا K2 وهنا يدور المحرك بتوصيل دلتا .

□ دائرة تيار التحكم لدائرة بدء حركة محرّك ثلاثي الأوجه Δ -Y :

يمكن بدء حركة المحرّك ثلاثي الأوجه Δ -Y إمّا عن طريق مفاتيح وصل وفصل (ضواغط) أو عن طريق استخدام مزمن للقيام بعملية التحويل من Y إلى Δ كما هو موضح بشكل (١- ٤٣). وسوف نقوم بشرح الأخيرة منها .



شكل (١- ٤٣) دائرة تيار التحكم لدائرة بدء حركة محرّك ثلاثي الأوجه Δ -Y

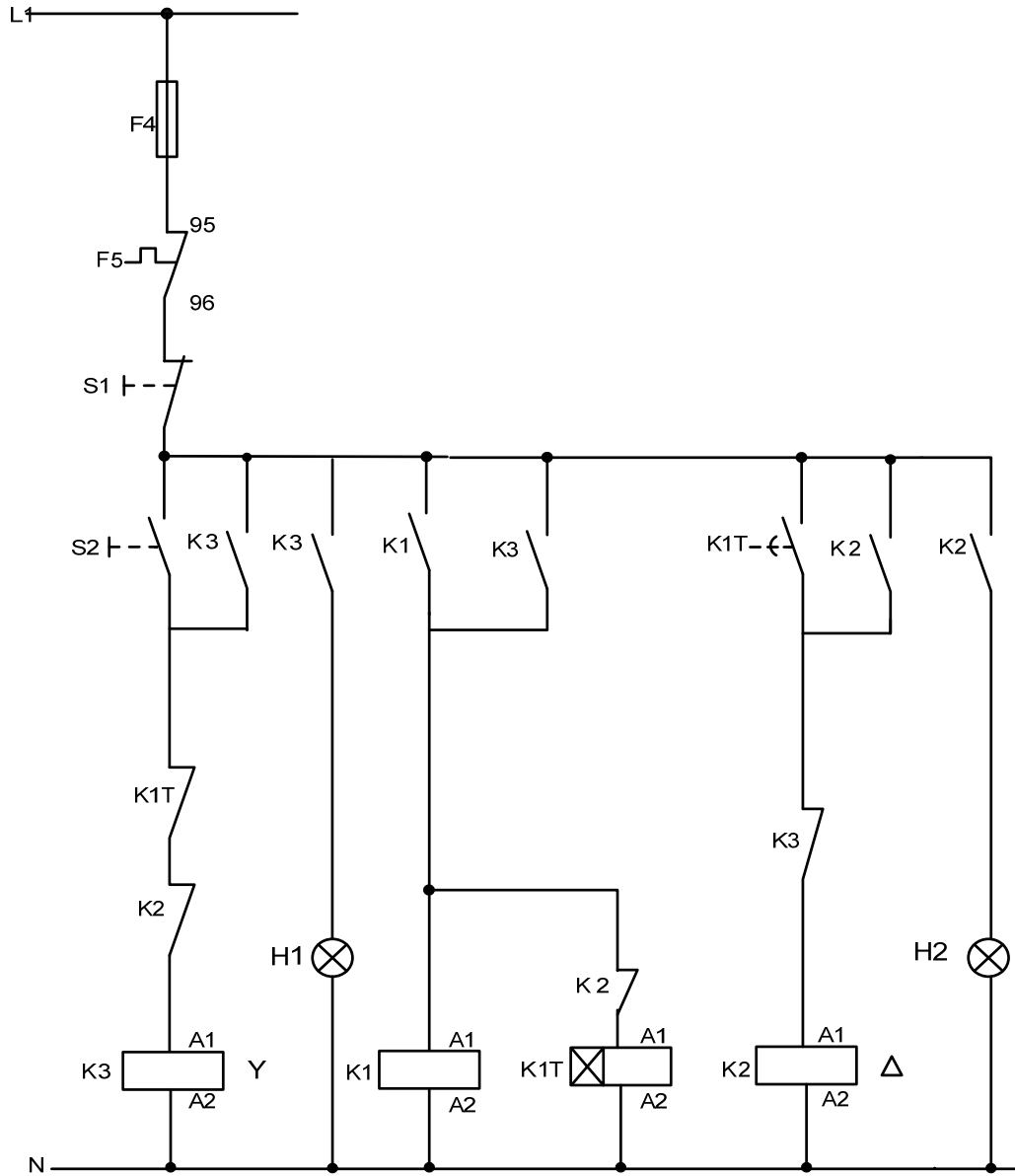
صفة التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يتم عمل قصر على نهايات المحرّك عن طريق المفتاح الكهربائي K3 وإيصال تيار الشبكة للمحرّك عن طريق K1 وفي نفس الوقت يتم تشغيل المزمن K1T الذي تمّت معايرته لكي يعمل بعد مدة زمنية محددة والتي يصل فيها المحرّك إلى سرعته الأصلية وبدوره يقوم بفصل K3 وتشغيل K2 لتشغيل المحرّك دلتا .

التمرين السادس

التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه Δ / Y بواسطة البرمجة

تم رسم وشرح الدائرة الرئيسة ودائرة التحكم لهذا التمرين بالتمرين السابق و بإضافة لمبة بيان H1 لتدل على دوران المحرك في حالة نجمة Y ولمبة بيان H2 لتدل على دوران المحرك في حالة دلتا Δ نجد أن دائرة مسار التيار موضحة بالشكل (١ - ٤٤).



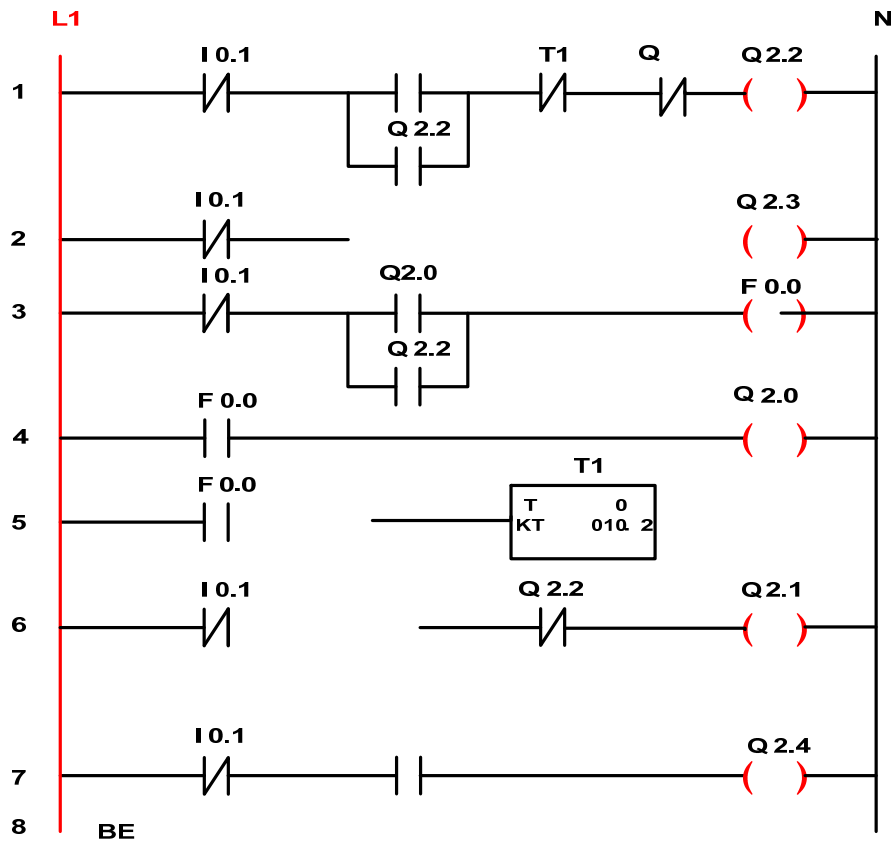
شكل (١ - ٤٤) دائرة التحكم لتشغيل المحرك Δ / Y

تمرين (٦- أ)

عند رسم المخطط السلمي للتمرين وُجد المخطط كما بشكل (١- ٤٥):

المطلوب :

- اكتب قائمة التسييق.
- اكمل الناقص بالمخطط السلمي.
- نفذ البرنامج واكتب ملاحظاتك.



شكل (١- ٤٥) المخطط السلمي للتمرين (٦- أ)

تمرين (٦- ب):

كُتِبَت قائمة الأوامر للتمرين السادس كما في جدول (١ - ٧):

1	AN I 0.1	17	A F 0.0
2	A(	18	= Q 2.2
3	O I 0.2	19	A F 0.0
4	O Q 2.0	20	AN Q 2.1
5	)	21	
6		22	
7		23	A(
8		24	O T1
9		25	O Q 2.1
10		26)
11		27	AN Q 2.2
12	AN I 0.1	28	= Q 2.1
13	A(	29	
14	O Q 2.0	30	
15	)	31	= Q 2.4
16	= F 0.0	32	BE

جدول (١ - ٧) قائمة الأوامر للتمرين (٦- ب)

المطلوب :

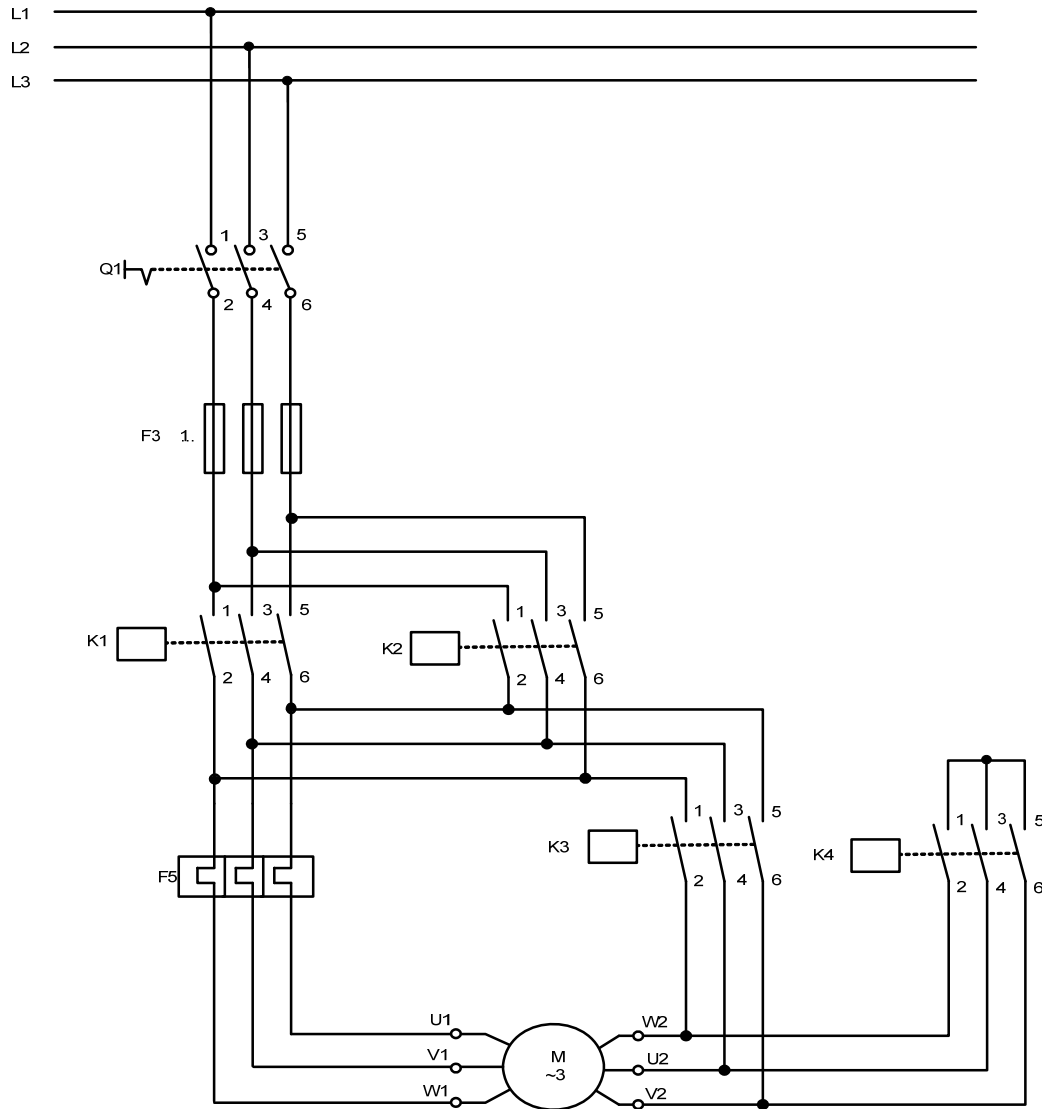
- اكمل الناقص في الجدول.
- ابحث هل هناك أخطاء في الجدول المُعطى.
- ما تأثير هذا على تشغيل المحرك؟
- قم بتصحيح الخطأ ثم أعد تشغيل البرنامج وسجل الفرق قبل الخطأ وبعده.

التمرين السابع

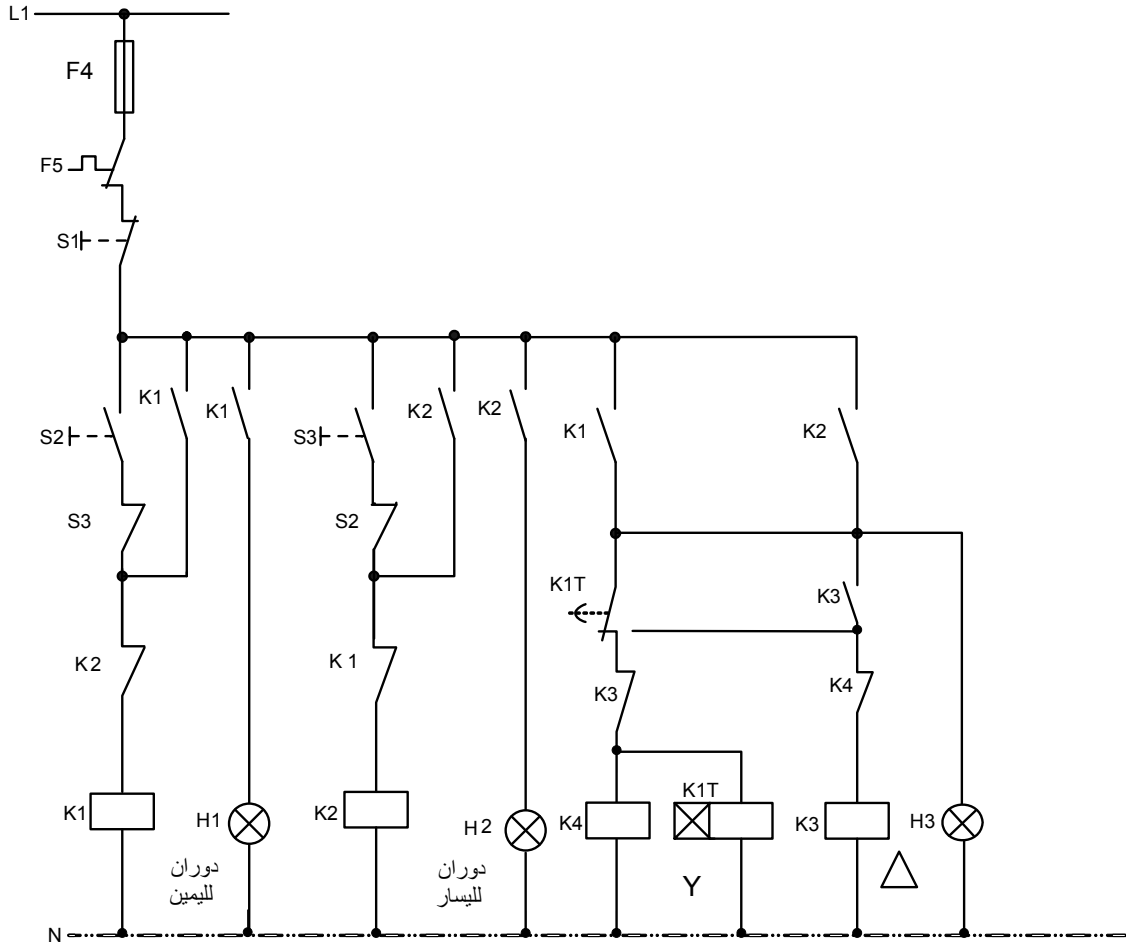
التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) Δ / Y وعكس حركته بالبرمجة

في الدائرة الأساسية لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه مع عكس حركته المبينة في شكل

(١ - ٤٦ أ) ، إذا أُضيفَت في دائرة التحكم اللمبة H1 للدوران يمينا واللمبة H2 للدوران يسارا واللمبة H3 لدوران المحرك بتوصيلة Δ أو Y وكانت الدائرة كما هي موضحة بالشكل (١ - ٤٦ ب):



شكل (١ - ٤٦ أ) الدائرة الأساسية لتشغيل وعكس حركة محرك للتمرين السابع



شكل (١ - ٤٦ ب) دائرة التحكم لتشغيل وعكس حركة محرك للتدويرين السابع

كانت قائمة التنسيق كالتالي:

S1	مفتاح إيقاف.
S2	مفتاح بداية للدوران يميناً.
S3	مفتاح بداية للدوران يساراً.
K1	مفتاح تلامس الدوران يميناً.
K2	مفتاح تلامس الدوران يساراً.
K3	مفتاح تلامس الدوران في حالة Δ .
K4	مفتاح تلامس الدوران في حالة Y.
KT	مزامن.
H1	لمبة بيان للدوران يميناً.
H2	لمبة بيان للدوران يساراً.
H3	لمبة بيان للدوران في حالة Δ أو Y.

المطلوب :

١. كتابة قائمة الأوامر لهذا التمرين.
٢. قم بتنفيذ البرنامج مع ضبط المزمّن على ٥٠ ثانية.
٣. تابع تنفيذ البرنامج وعمل المزمّن واتجاه الدوران.

التمرين الثامن

التحكم في تشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه سرعتين بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) Δ / YY بالطرق التقليدية

مقدمة :

كما هو معلوم فإن سرعة العضو الدوّار تُمثّل بالعلاقة التالية :

$$n_s = \frac{60 f}{p}$$

حيث :

n_s السرعة المتزامنة (Synchronous Speed)

f التردد Frequency

p عدد أزواج الأقطاب

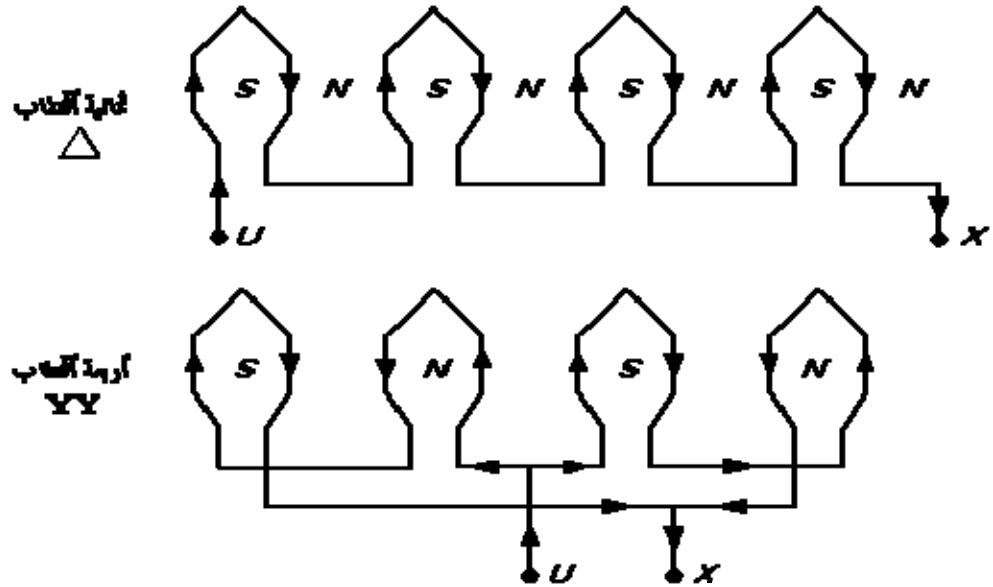
ويمكن تغيير السرعة للعضو الدائر $n \approx n_s$ عن طريق تغيير عدد الأقطاب أو تغيير التردد .

- في حالة تغيير التردد : فإنه يلزم استخدام مولّد خاص ذي تردد يمكن التحكم فيه ، وبتغيير التردد يمكن الحصول على سرعات مختلفة .

- في حالة تغيير عدد الأقطاب : يتم ذلك عن طريق توصيل الملفات من عدد معين من الأقطاب إلى النصف أو الضعف ويطلق على هذا الأسلوب أو الطريقة اسم توصيلات دالندر (Dahlander Connection).

يوضح الشكل التالي (١ - ٤٧) طريقة توصيل الأقطاب في حالة وجود ثمانية أقطاب و أربعة أقطاب للماكينات التي تعمل بسرعة دوران قابلة للتحويل ، توجد محرّكات تيار ثلاثي الأوجه تحتوي إمّا على ملفين منفصلين في العضو الثابت لأحدهما ٦ أقطاب مثلاً والآخر قطبين ، أو محرّكات تيار ثلاثي الأوجه تحتوي على ملف واحد فقط في العضو الثابت ، حيث يمكن تغيير عدد الأقطاب من

خلال تحويل أوجه الملفات. ونظراً لأنه في محرّكات التيار الثلاثي الأوجه تتوقف سرعة الدوران على عدد الأقطاب، فإنه يمكن تغيير سرعة الدوران على حسب توصيل المحرّك . وبالنسبة للمحرّكات التي يتغير فيها عدد الأقطاب من خلال تحويل أوجه الملفات تكون نسبة عدد الأقطاب دائماً كنسبة ١:٢ بينما تكون نسبة سرعة الدوران كنسبة ٢:١.

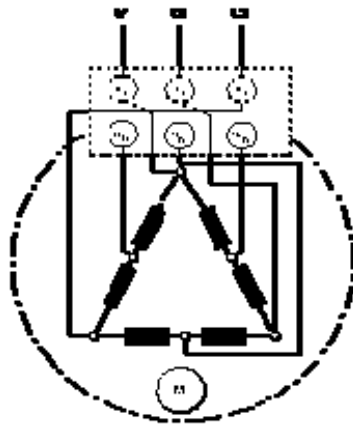


شكل (١- ٤٧) توصيل الأقطاب في حالة الثمانية و الأربعة أقطاب

وتسمّى ملفات المحرّك ذات الأوجه القابلة للتحويل أيضاً باسم "ملفات دالاندر" وتسمّى دائرة التوصيل اللازمة لعملية التحويل باسم "دائرة توصيل دالاندر".

يكون للمحرّكات التي تحتوي على ملفات دالاندر ٦ أطراف توصيل على لوحة أطراف توصيل المحرّك . يرمز لأطراف التوصيل الخاصة بسرعة الدوران المنخفضة بالرموز U_a , V_a , W_a . يكون المحرّك موصلاً على شكل دلتا Δ ، حيث تقع هنا مجموعتان من الملفات على التوالي لكل وجه من أوجه الملفات شكل

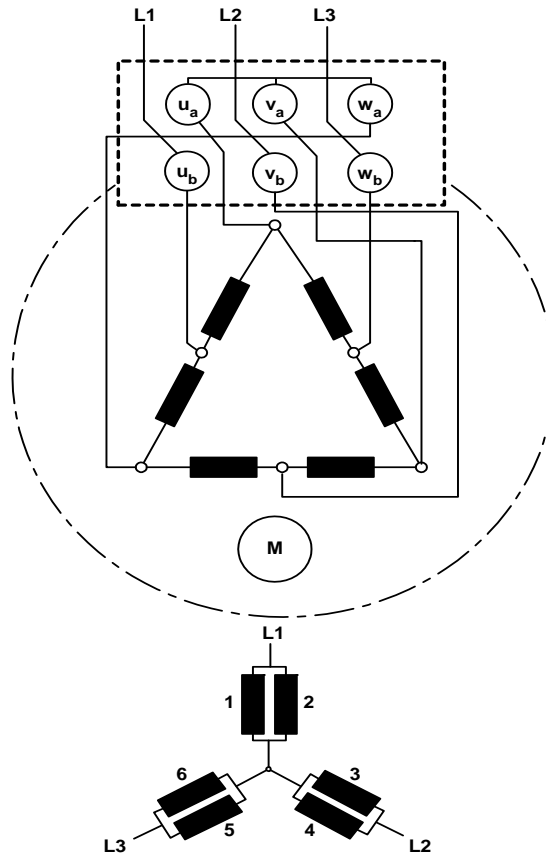
(١- ٤٨)



شكل (١- ٤٨) دائرة التوصيل الخاصة بسرعة الدوران المنخفضة

ويرمز لأطراف التوصيل الخاصة بسرعة الدوران المرتفعة بالرموز U_b ، V_b ، W_b ، وبالنسبة لسرعة الدوران المرتفعة يجب قصر أطراف التوصيل U_a ، V_a ، W_a . وهنا تكون الملفات موصلة على هيئة " نجمة مزدوجة " YY .

حيث يقع هنا مجموعتان من الملفات على التوازي لكل وجه من أوجه الملفات ، في هذا النوع من تمثيل الملفات يتعرف المتدرب على توصيلة YY بوضوح كما بشكل (١ - ٤٩)



شكل (١ - ٤٩) دائرة التوصيل الخاصة بسرعة الدوران المرتفعة

ويمكن أن تتم عملية تحويل محركات التيار الثلاثي الأوجه التي تحتوي على ملفات دالاندر (على سرعة دوران أخرى) من خلال مفتاح، حيث تتم هذه العملية بصفة عامة بواسطة مفتاح إسطوانى أو مفتاح كامى أو بواسطة دائرة مفتاح كهرومغناطيسى.

إذا تم التحكم في محرك تيار ثلاثي الأوجه يحتوي على ملفات دالاندر عبر مفاتيح كهرومغناطيسية فسوف يتطلب ذلك ثلاثة مفاتيح كهرومغناطيسية رئيسة بالنسبة لدائرة التيار الأساسى كما بشكل (١ - ٥٠):

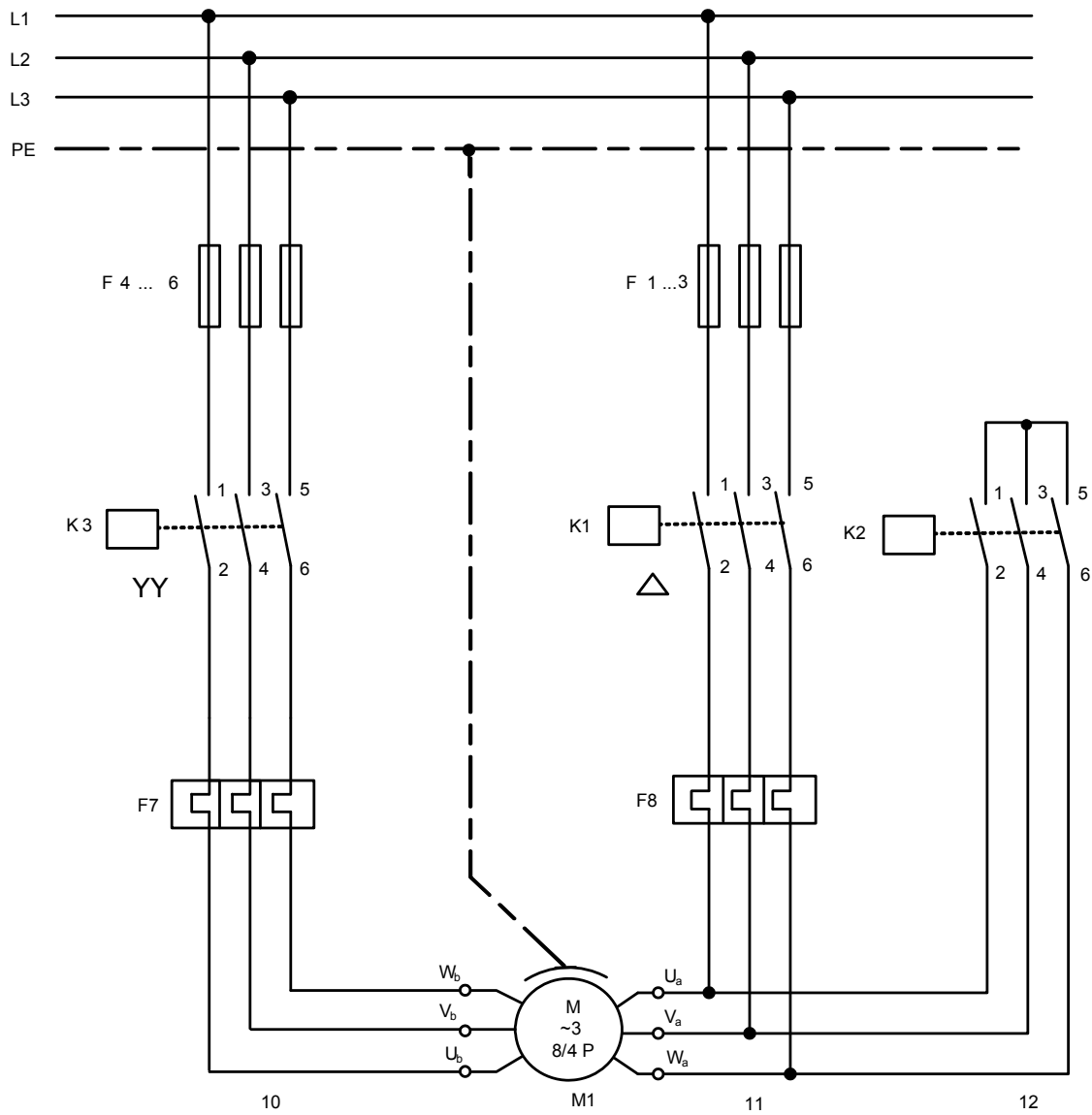
- مفتاحاً كهرومغناطيسياً رئيسي لضرورة توصيل المحرك على سرعة الدوران المنخفضة (Δ) .
- مفتاحين كهرومغناطيسين آخرين لضرورة توصيل المحرك على سرعة الدوران المرتفعة (YY) .

K1 = مفتاح كهرومغناطيسي لسرعة الدوران المنخفضة .

K2 = مفتاح كهرومغناطيسي .

K3 = مفتاح كهرومغناطيسي .

سرعة الدوران المرتفعة.

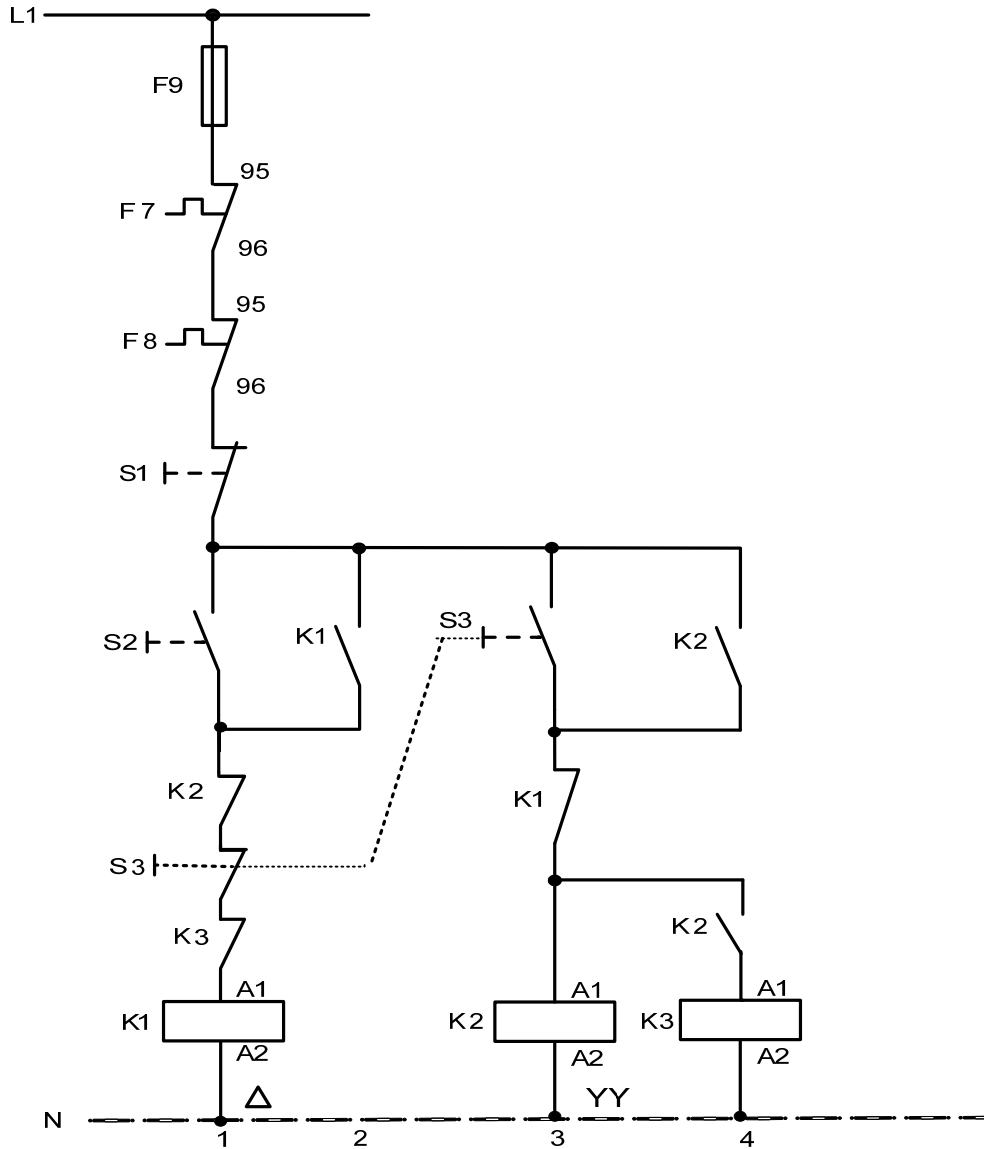


شكل (١- ٥٠) مخطط مسار التيار بالنسبة لدائرة التيار الأساسي

إمكانية التحكم رقم (١) الخاصة بدائرة توصيل دالاندر عبر مفاتيح كهرومغناطيسية :

تكون عملية التحويل من سرعة دوران منخفضة إلى سرعة دوران عالية مباشرة أما في التحويل من سرعة دوران عالية إلى سرعة دوران منخفضة لابد من خلال عملية الفصل OFF كما هو موضح

بشكل (١- ٥١)



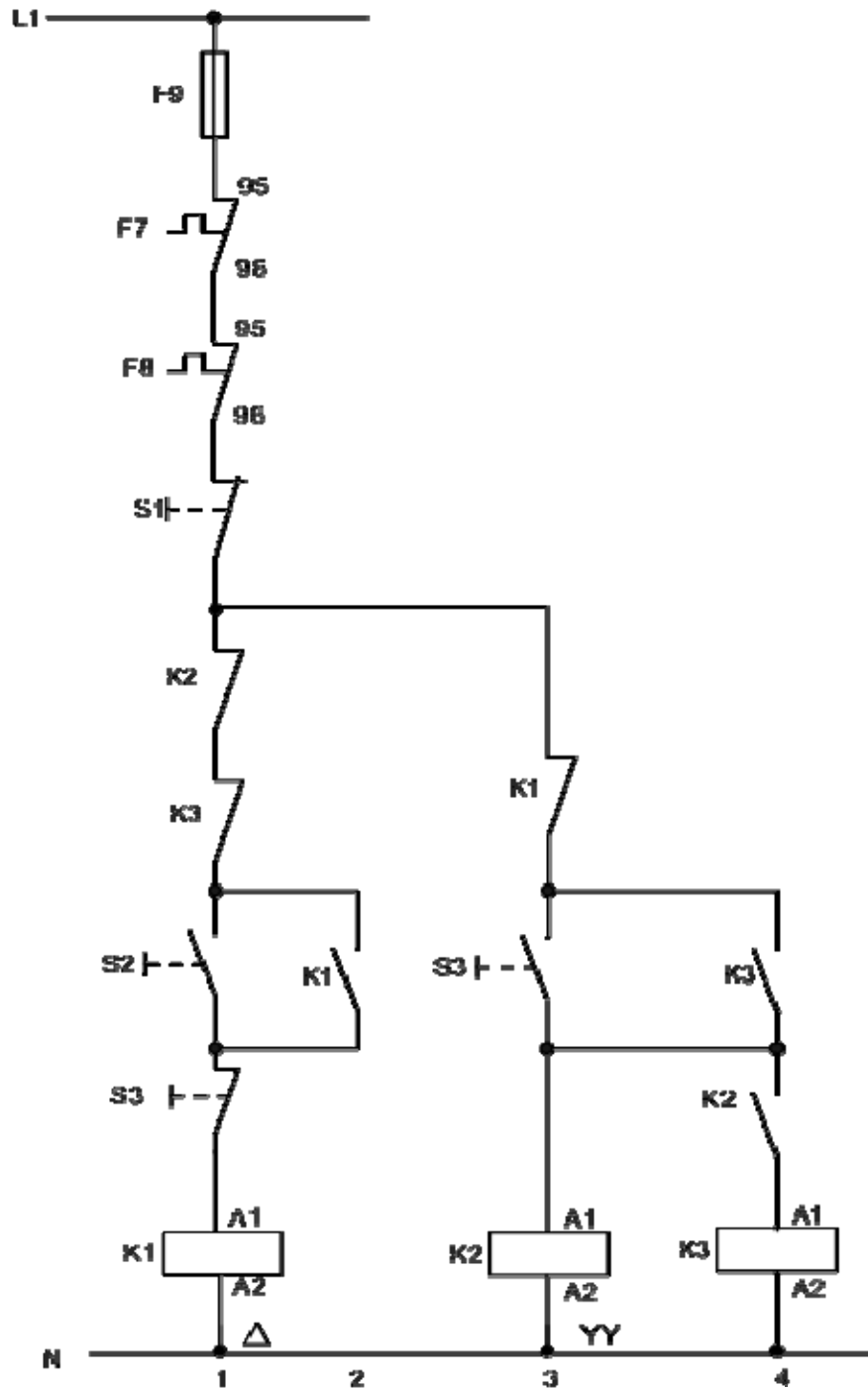
شكل (١- ٥١) دائرة التحكم للإمكانية رقم ١

□ وصف التشغيل :

- سرعة الدوران المنخفضة : عند تشغيل الزر S2 سوف يجذب المفتاح الكهرومغناطيسي K1 ويبقى منجذباً من نفسه ؛ وهنا يدور المحرك M1 بسرعة الدوران المنخفضة .
- سرعة الدوران المرتفعة : عند تشغيل الزر S3 ، سوف يجذب المفتاح الكهرومغناطيسي K2 وبالتالي المفتاح الكهرومغناطيسي K3 أيضاً . وهنا يدور المحرك M1 بسرعة الدوران المرتفعة في تلك الدائرة ،

تكون عملية التحويل المباشر من السرعة المنخفضة إلى السرعة العالية أما من السرعة العالية إلى السرعة المنخفضة لابد من خلال عملية الفصل S1 .

إمكانية التحكم رقم (٢) الخاصة بدائرة توصيل دالاندر عبر مفاتيح كهرومغناطيسية :



شكل (١- ٥٢) دائرة التحكم بالإمكانية رقم ٢

تكون عملية التحويل من سرعة الدوران المنخفضة إلى سرعة الدوران المرتفعة ممكنة ، أما بالنسبة لعملية التحويل من السرعة المرتفعة إلى السرعة المنخفضة فتكون قابلة للتحويل من خلال عملية الفصل OFF فقط شكل (١- ٥٢)

□ وصف التشغيل :

- سرعة الدوران المنخفضة : عند فصل المحرك وتشغيل الزر S2 ؛ سوف يجذب المفتاح الكهرومغناطيسي K1 ويبقى منجذباً من نفسه . وهنا يدور المحرك بسرعة الدوران المنخفضة .

- سرعة الدوران المرتفعة :

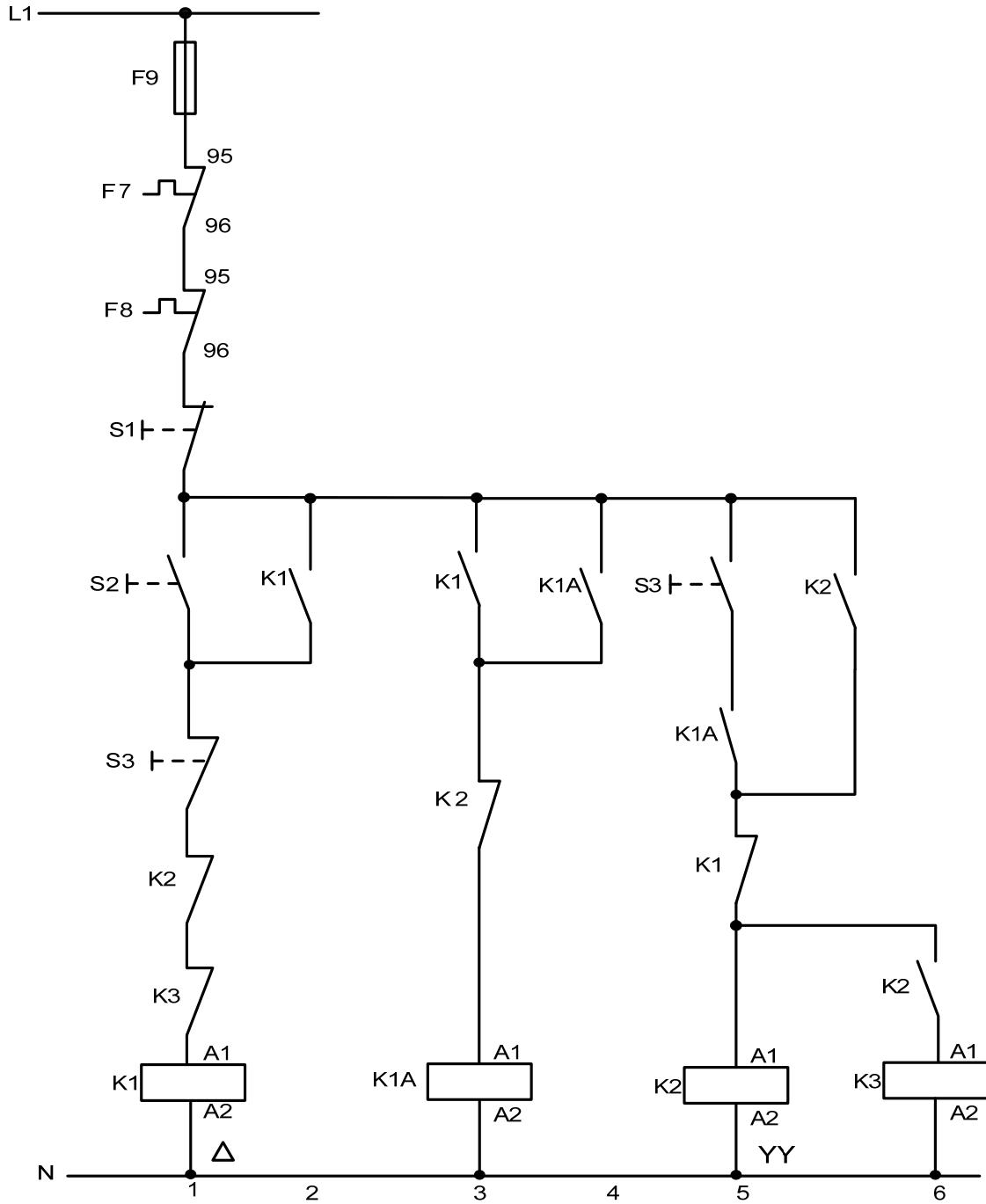
١. يمكن توصيل المحرك من وضع الفصل OFF مباشرة إلى سرعة الدوران المرتفعة ، وهنا يتم تشغيل الزر S3 ، وتتجذب المفاتيح الكهرومغناطيسية K3 ، K2 وتبقى منجذبة من نفسها .

٢. يمكن أيضاً تحويل المحرك من سرعة الدوران المنخفضة إلى سرعة الدوران المرتفعة . وهنا يتم تشغيل الزر S3 أيضاً . ينفصل المفتاح الكهرومغناطيسي K1 ، بينما تتجذب المفاتيح الكهرومغناطيسية K3 و K2 وتبقى منجذبة من نفسها .

- التحويل من سرعة الدوران المرتفعة إلى سرعة الدوران المنخفضة :

يجب أن يفصل المحرك عبر الزر S1 مسبقاً ، بحيث توجد جميع المفاتيح الكهرومغناطيسية في وضع السكون . وبعد ذلك يمكن تجديد بدء تشغيل المحرك على سرعة الدوران المنخفضة أو سرعة الدوران العالية .

إمكانية التحكم رقم (٣) الخاصة بدائرة توصيل دالاندر :



شكل (١- ٥٣) دائرة التحكم بالإمكانية رقم ٣

يمكن توصيل المحرك على سرعة الدوران المرتفعة عندما يكون المحرك دائراً بسرعة الدوران

المنخفضة . وتكون عملية التحويل مرة أخرى إلى سرعة الدوران المنخفضة من خلال الفصل OFF

فقط ممكنة كما موضح بشكل (١- ٥٣).

□ وصف التشغيل :

• سرعة الدوران المنخفضة :

عند فصل المحرك وتشغيل الزر S2 ؛ سوف يجذب المفتاح الكهرومغناطيسي K1 ويبقى منجذباً من نفسه . وفي نفس الوقت سوف يجذب المفتاح الكهرومغناطيسي المساعد K1A عن طريق نقطة مفتوحة من المتتم K1 ويبقى منجذباً من نفسه أيضاً ، وهنا يدور المحرك بسرعة الدوران المنخفضة .

• سرعة الدوران المرتفعة :

عندما يكون المفتاح الكهرومغناطيسي المساعد K1A منجذباً (يدور المحرك بسرعة الدوران المنخفضة) وعند تشغيل الزر S3 سوف ينفصل المفتاح الكهرومغناطيسي K1 بينما تنجذب المفاتيح الكهرومغناطيسية K2 و K3 ، وهنا يدور المحرك M1 بسرعة الدوران المرتفعة ويفصل المتتم المساعد عن طريق نقطة من المتتم K2 .

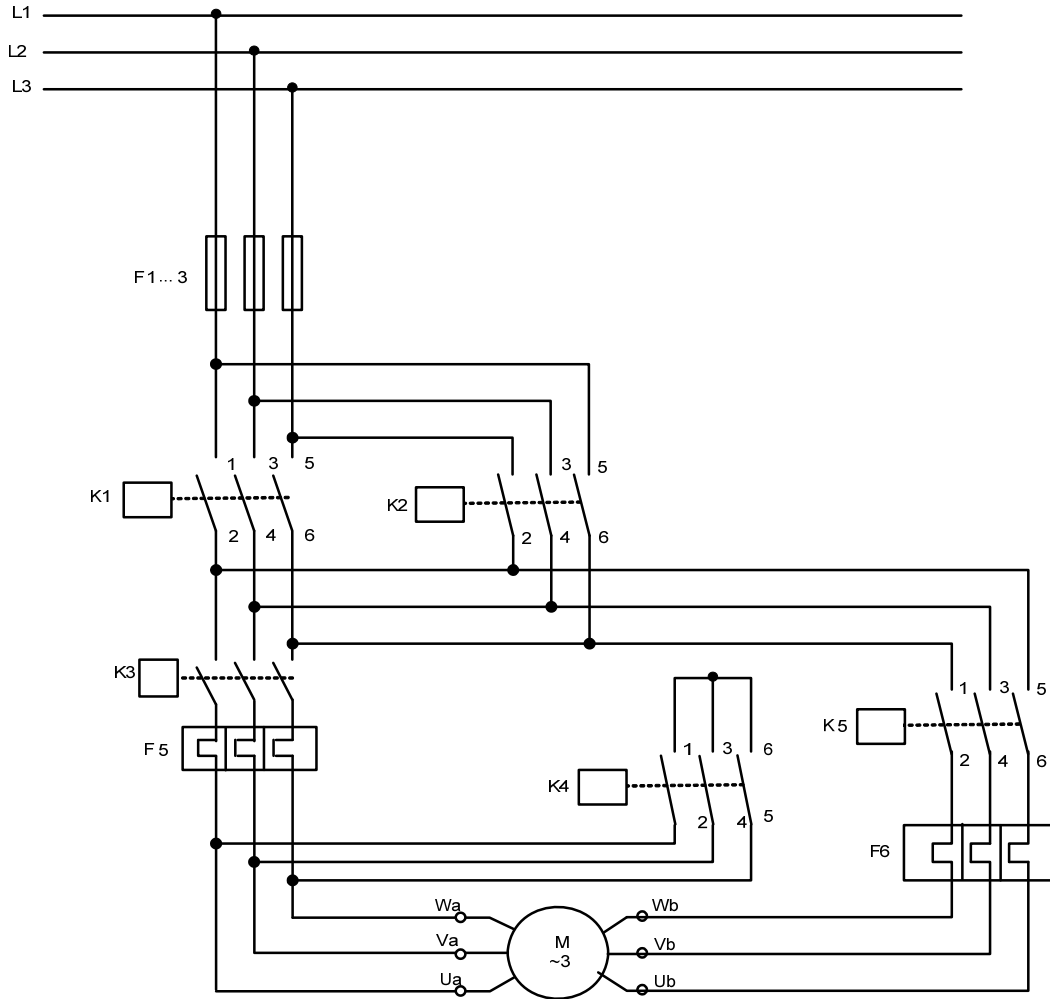
في تلك الدائرة ؛ يمكن توصيل المحرك على سرعة الدوران المرتفعة فقط عندما يكون المحرك دائراً بسرعة الدوران المنخفضة . وتكون عملية إعادة التوصيل على سرعة الدوران المنخفضة ممكنة فقط عند تشغيل الزر S1 مسبقاً . وتغلق المفاتيح الكهرومغناطيسية الخاصة بسرعتي الدوران عكس بعضهما من الناحية الكهربائية ، ويمكن فصل المفاتيح الكهرومغناطيسية ؛ وبالتالي المحرك وذلك بواسطة الزر S1 .

التمرين التاسع

التحكم في تشغيل وعكس حركة المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه ذو سرعتين بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) YY / Δ بالطرق التقليدية

يتم عكس حركة المحركات في كثير من المنشآت الصناعية سواء ذات السرعة الواحدة أو ذات السرعتين وذلك للتحكم في المنشأة أو المنتج الذي ينتج من خلال عمل هذه المحركات. وقد قمنا بإيضاح ذلك بالنسبة للمحركات ذات السرعة الواحدة في التمرين الثالث، وسوف يتم في هذا التمرين إيضاح عكس حركة المحرك ذو السرعتين.

الدائرة الرئيسية لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه ذو سرعتين:



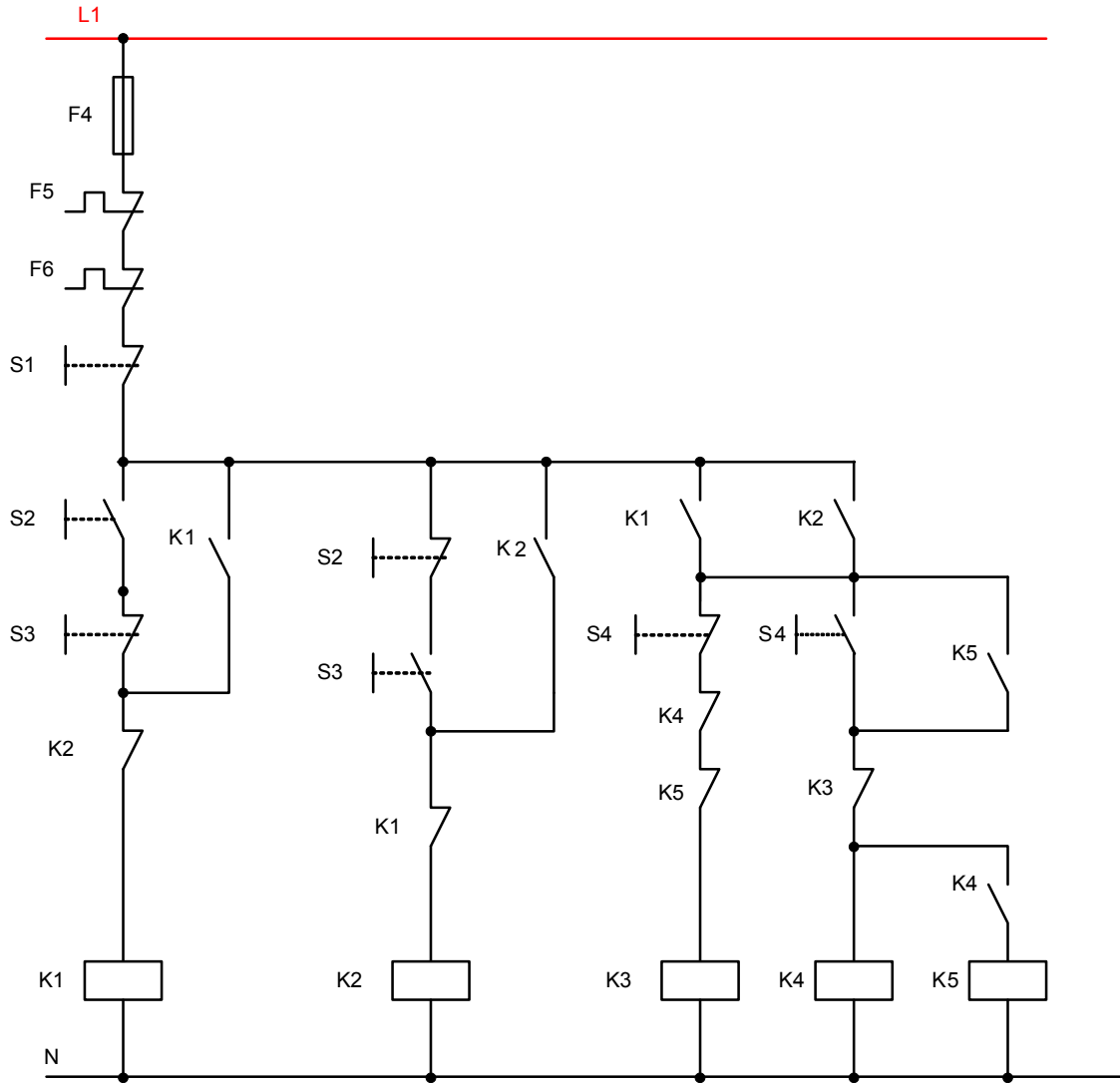
شكل (١- ٥٤) الدائرة الرئيسية لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه ذو سرعتين وعكس حركته

في الدائرة الموضحة في شكل (١ - ٥٤) يقوم مفتاح التلامس $K1, K2$ بتشغيل المحرك في اتجاه اليمين واليسار، والمفتاح $K3, K5$ يقومان بإدارة المحرك بالسرعة المنخفضة والعالية على التوالي. بينما يقوم المفتاح $K4$ بعمل قصر على الأطراف Wa, Va, Ua في حالة السرعة العالية.

دائرة التحكم:

يبين شكل (١ - ٥٥) دائرة التحكم اللازمة لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه ذو السرعتين وذلك على النحو التالي:

ضاغط فصل	S1
ضاغط وصل للدوران يميناً	S2
ضاغط وصل للدوران يساراً	S3
ضاغط لتغيير سرعة الدوران	S4
مفتاح تلامس للدوران يميناً	K1
مفتاح تلامس للدوران يساراً	K2
مفتاح تلامس ل سرعة الدوران المنخفضة	K3
مفتاح تلامس نجمة مزدوجة	K4
مفتاح تلامس ل سرعة الدوران المرتفعة	K5
مصهرات رئيسية	F1...3
مصهر تحكم	F4
مرحل وقاية للمحرك أثناء سرعة الدوران المنخفضة	F5
مرحل وقاية للمحرك أثناء سرعة الدوران العالية	F6



شكل (١- ٥٥) دائرة التحكم لعكس حركة محرك ذو سرعتين

وصف التشغيل :

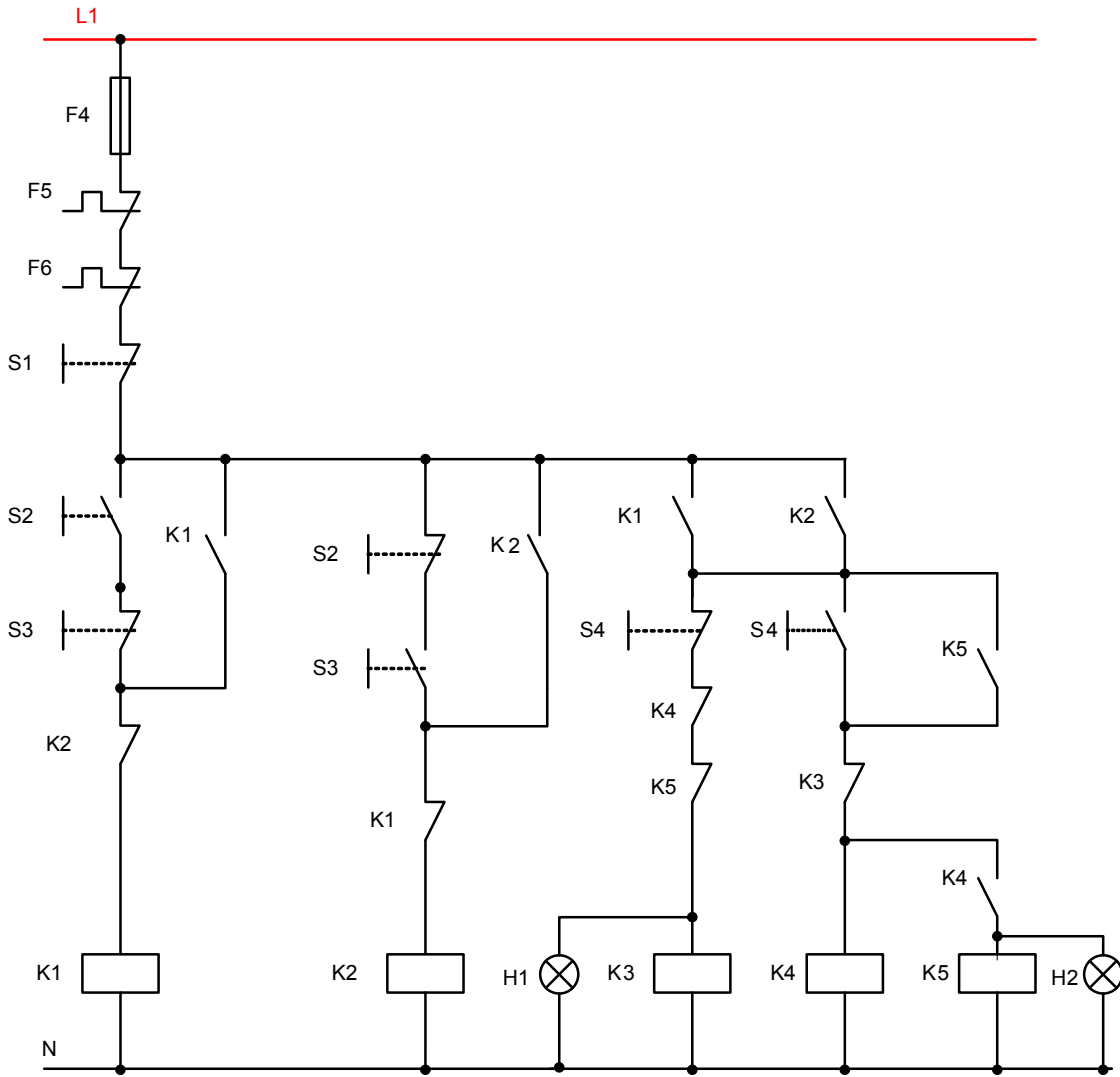
يمكن بدء حركة المحرك يمينا أو يساراً بواسطة S2 أو S3 على حسب رغبة المشغل، ومن ثم يبدأ المحرك الدوران في السرعة المنخفضة عن طريق مفتاح التلامس K3 ويبقى المحرك على هذه السرعة

حتى يتم الضغط على الضاغطة S4 لتغيير السرعة من سرعة منخفضة إلى سرعة عالية مع بقاء إمكانية عكس حركة المحرك في هذه السرعة أيضاً عن طريق الضواغط S2, S3 وذلك بعد الضغط على الضاغطة S1 لفصل الحركة أولاً ثم الضغط على S2 or S3 لتغيير اتجاه الحركة.

التمرين العاشر

التحكم في تشغيل وعكس حركة المحرك الكهربائي ثلاثي الأوجه ذو سرعتين بمفاتيح كهرومغناطيسية (متممات) YY / Δ بالبرمجة

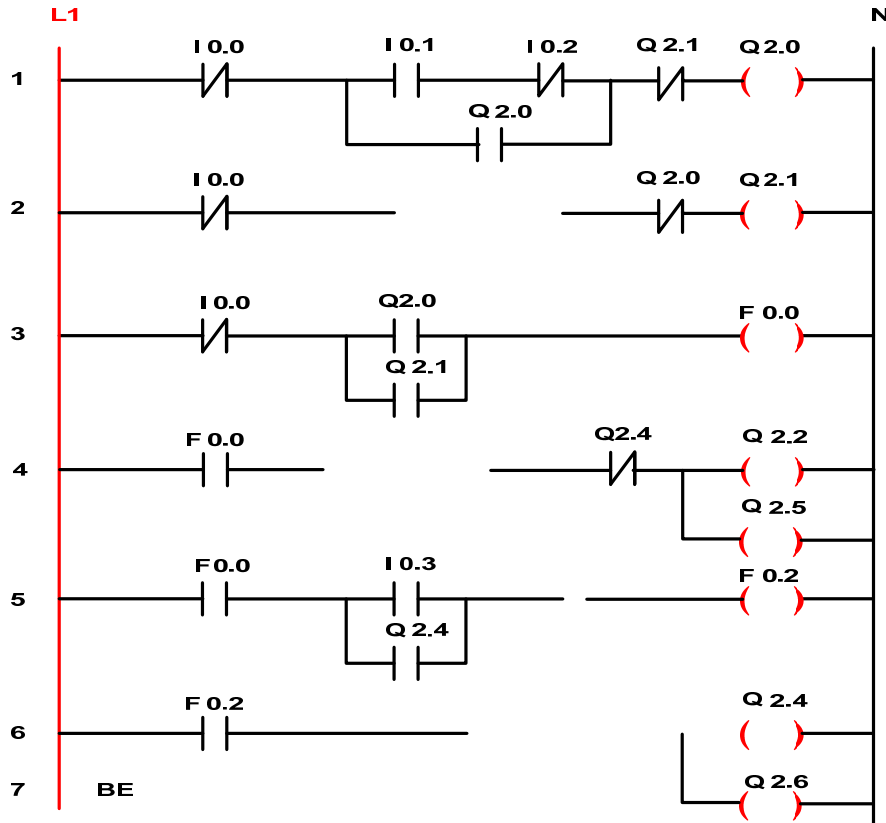
بإضافة لمبة بيان H1 للدوران في السرعة المنخفضة وأخرى H2 للدوران في السرعة العالية كانت دائرة التحكم كما هي موضحة بالشكل (٥٦ - ١):



شكل (٥٦ - ١) دائرة التحكم للتمرين العاشر

تمرين (١٠ - أ):

المخطط السلمي لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه Δ / YY ذي سرعتين بشكل
(١ - ٥٧):



شكل (١ - ٥٧) المخطط السلمي للتمرين العاشر

المطلوب:

١. اكمل الناقص من الشكل؟
٢. اكتشف هل به أخطاء في الجزء المرسوم أم لا؟
٣. صحح الخطأ الموجود؟
٤. قم بتنفيذ البرنامج وراقب خطوات التنفيذ؟

تمرين (١٠ - ب):

١. اكتب قائمة الأوامر للتمرين؟
٢. قم بتنفيذ البرنامج؟