الفهرس

البحث الاول:

١-١ لمحة تاريخية عن المتحكمات القابلة للبرمجة (plc)
١-٢ تعريف الـ(plc)
١-٣ أهمية استخدام وحدة التحكم المنطقي المبرمج في الصناعة.
١-٤ مكونات الـ(plc).
١-٥ اساسيات التحكم.
١-٦ العناصر الأساسية في دوائر التحكم والاستطاعة
١-٧ المحرك التحريضي
١-٨ اهم واشهر دوائر التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثي الطور.

البحث الثاني:

٢-١ مدخل الى الـ(plc) من نوع (fatek)

١ - مواصفات ال (plc) من نوع (FBS-24 MC)

٢- دورة العمل

٣- المداخل والمخارج

٤- مؤشرات الحالة

٥-مثال بسيط

٦- حقيبة التجارب (FBS-TBOX Training Box)

٢-٢ بيئة العمل (winproladder)

٢-٣ –ربط الـ(PLC) مع الحاسب

٢-٤- تحميل البرنامج الى ذاكرة ال (PLC)

٢-٥- قراءة البرنامج المكتوب بذاكرة الـ(PLC)

البحث الثالث:

٣-١- element description

١- مدخل من نوع (A contact)
٢- مدخل من نوع (B contact)
٣- مدخل من نوع (TU contact)
٤- مدخل من نوع (TD contact)

٣-٢ – المخارج

٣-٣- الامر (TU power flow ,TD power flow)

٣-٤- تعليمة (SET BIT،RESET BIT)

٤-٥-صندوق ال (SET,RST).

٣-٦- الامر (inverse)

٣-٧- المؤقت (TIMER)

٣-٨- العداد (COUNTER)

٣-٩- مثال ١

٣-١٠- مثال ٢

٣-١١- مثال ٣

٣-١٢- مثال ٤

البحث الرابع: (Basic function instruction)

٤-١- تعليمة (MC,MCE)

٤-٢- تعليمة (SKP,SKPE)

٤-٣- تعليمة (DIFU)

٤-٤- تعليمة (DIFD)

٤-٥- تعليمة (BSHF)

٤-٦- تعليمة (MOV)

٤-٧- تعليمة (MOV/)

٤-٨- تعليمة (TOGG)

٤-٩- تعليمة (UDCTR)

٤-١٠- تعليمة (+)

٤-١١- تعليمة (-)

٤-١٢- تعليمة (*)

٤-١٣- تعليمة (/)

٤-١٤- تعليمة (INCREMENT)

٤-١٥- تعليمة (DECREMENT)

٤-١٦- تعليمة (CMP)

٤-١٧- تعليمة (AND)

٤-١٨- تعليمة (OR)

البحث الخامس : لوحة ادخال البارامترات(FBS-BPEP SCREEN)

٥-١- تعريف الشاشة(PEP).

٥-٢- مميزات الشاشة (PEP).

٥-٣- تنصيب البرنامج المستخدم لبرمجة الشاشة (PEP).

٥-٤- ربط الشاشة مع الـ(PLC).

٥-٥- شرح برنامج التشغيل.

٥-٦:تحميل البرنامج الى شاشة (PEP).

٥-٧:المحاكاة (off line simulation).

٥-٨:رسائل الانذار (Alarms).

٥-٩:شاشة الاقلاع (startup screen).

٥-١٠:شاشة التوقف(screen saver).

البحث السادس: محركات الخطوة(stepper motor):

٦-١ تعريف المحرك الخطوي.

٦-٢ مكونات محركات الخطوة.

٦-٣ المحرك الخطوى ونظرية عمله الكهربائية.

٦-٤ برنامج التحكم بمحرك الخطوة باستخدام PLC .

البحث السابع HMI:شاشات اللمس(Human Machine Interface)

٧-١ انواع شاشات اللمس.

٧-٢ البرنامج المستخدم في برمجة شاشة اللمس من نوع (FATEK).

٣-٧طريقة انشاء مشروع جديد.

٤-٧ امثلة.

البحث الاول

١-١:نبذة تاريخية :

نتيجة للتقدم العلمي والتقني الهائل وزيادة التعقيد في العمليات الصناعية المختلفة ظهرت الحاجة الماسة الى تطور مماثل لأساليب التحكم في العمليات الصناعية ووسائل تنفيذها ومن اهم الأساليب الحديثة التحكم الآلي في العمليات الصناعية الذي يحتل مكانة متميزة في التطبيقات الصناعية ، واهم مميزاته الدقة والسرعة في الأداء والسيطرة على أكثر من عملية في نفس الوقت مما أدى إلى زيادة الإنتاج وجودة المنتجات ، ومن الوسائل المهمة لتنفيذ عمليات التحكم الآلي في التطبيقات الصناعية المختلفة استخدام التحكم المنطقي المبرمج (Programmable Logic Controller) ويعرف اختصارا (PLC) .

بدأ استخدام التحكم المنطقي المبرمج في الصناعة عام ١٩٦٩ ومنذ ذلك الوقت نال شهرة واسعة في مجال التحكم في العمليات الصناعية والآلات الكهربائية ، وفي عام ١٩٧٤ بدأ استخدام المعالج الدقيق (microprocessor) في صناعة أجهزة التحكم المنطقي ومع التقدم في صناعة الدوائر الالكترونية وعناصرها زادت إمكانية أجهزة التحكم المنطقي المبرمج من ذاكرة ووسائل اتصال وطرق برمجة واكتشاف الأخطاء ..الخ مما أدى الى إنتاج أجهزة ارخص في الثمن ذات إمكانيات اكبر وكفاءة عالية مما ساعد على استخدامها في تنفيذ عمليات التحكم المعقدة .

١-٢:تعريف الـ(plc)

اختصارا(PROGRAMMABLE,LOGIC,CONTROLLER)
هي جهاز الكتروني رقمي يحتوي على ذاكرة يمكن برمجتها لتخزين بعض الأوامر او المعلومات بألاضافة لتنفيذ عمليات مختلفة مثل العمليات المنطقية Logic او زمنية Timing او حسابية Arithmetic وذلك بهدف التحكم في الآلات الكهربائية او العمليات الصناعية .

وكما يمكن تعريف PLC على انه جهاز تحكم الكتروني صمم خصيصا لاستقبال إشارات الدخل (ثنائية) ثم يجري بعض العمليات المختلفة طبقا للبرنامج الذي تم إدخاله ثم يرسل إشارات الخرج للتحكم في العمليات الصناعية المختلفة .

مما يتضح ان التحكم المنطقي المبرمج يقوم بتنفيذ العمليات المنطقية التي كانت تنفذ في الماضي باستخدام المرحلات الالكتروميكانيكية Relay والمفاتيح الميكانيكية Contactor والمزمنات Timer والعدادات Counter .

المتحكمات(CONTROLLERS)
(ما هو نوع المهمة التي يمكن ان يؤديها نظام تحكم ما؟) ربما تكون هذه المهمة ضرورية للتحكم بسلسلة من الاحداث او للحفاظ على احد المتحولات (VARIABLE) ثابتا (CONSTANT) او لتتبع احد التغيرات المحددة.
(ما هو الشكل او النموذج الذي سيأخذه المتحكم؟) يمكننا في المثقب الآلي مثلا توصيل الدارات الكهربائية بحيث ان عمليات فتح واغلاق المفاتيح سوف تؤدي الى تشغيل المحركات ومثل هذه الدارات يجب ان تكون مخصصة للمثقب الآلي ، اما للتحكم بعدد القطع المنتجة المدفوعة الى صندوق التجميع فيمكن بشكل مشابه توصيل دارات كهربائية تتضمن المحركات والحساسات ايضا ، وعلى كل حال سوف تختلف دارات المتحكم المستنبطة لكلتا هاتين الحالتين ، ان القوانين المستخدمة في الشكل (التقليدي) لنظام التحكم هي التي تتسيطر على نظام التحكم وهي التي تحدد عمليات التوصيل السلكي للنظام بناء على الاعمال الاولية المقررة ، وعندما يتم تبديل بعض هذه القوانين المستخدمة لنظام التحكم فان عملية التوصيل السلكي هذه يجب ان تبدل بالتأكيد.

١-٣ :أهمية استخدام وحدة التحكم المنطقى المبرمج فى الصناعة:

نتيجة لزيادة التعقيد في العمليات الصناعية وكذلك زيادة الدقة المطلوبة فأن ذلك يتطلب جهاز تحكم دقيق يتميز بسرعة رد الفعل والاستجابة لتنفيذ متطلبات التحكم الدقيق. هذه السرعة في الاستجابة ليست متوفرة بالدرجة المطلوبة في الأجهزة الكهروميكانيكي سواء من المرحلات او المزمنات. كذلك لذا تغيرت متطلبات نظام التحكم فأن هذا يستتبع تغيير التوصيلات لنظام التحكم وربما تغيير أجهزة التحكم الكهروميكانيكي بالكامل والتي عددها عادة يكون بالمئات ، ولكن مع استخدام PLC تجد انه يتميز بسرعة الاستجابة وكذلك يمكن تغيير نظام التحكم عن طريق برنامج التحكم فقط دون اي تغيير في التوصيلات .

مما سبق يمكن ان نستخلص أهم مميزات استخدام وحدة التحكم المنطقي المبرمج في الصناعة

كما يلي:

١- صغر حجم وحدة التحكم
٢- قلة التكلفة في معظم التطبيقات
٣- سهولة تغيير منطق التشغيل بتغيير البرنامج دون الحاجة الى إعادة توصيل الدائرة
٤- سهولة صيانتها ومعرفة الخطأ ان وجد

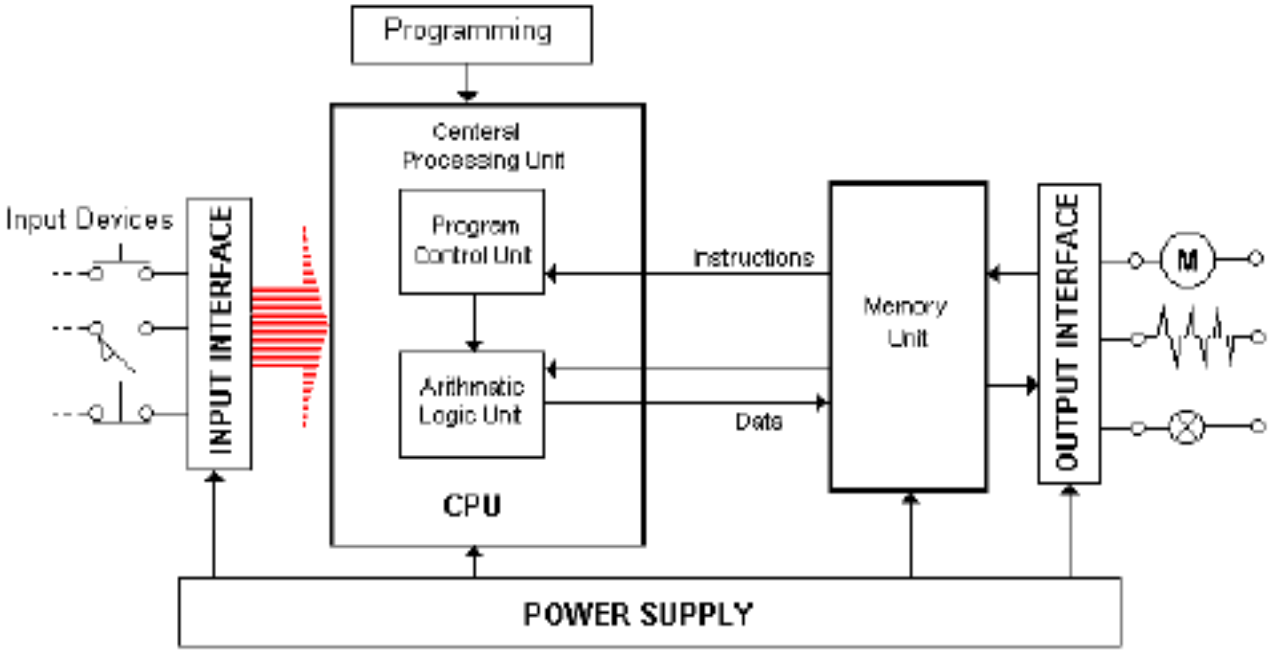
١-٤ :مكونات الـ(plc)

المكونات الأساسية لوحدة التحكم المنطقى المبرمج :

تتكون وحدة التحكم المنطقي كما في الشكل أدناه من

١ – مجهز الطاقة (Power supply)
٢- وحدة التحكم المركزية (CPU)
٣- وحدة إدخال (I/P module)
٤- وحدة إخراج (O/P module)
٥- وحدة برمجة (PC)

وسنتناول كل جزء على حدة لشرح وظيفته.



PLC BLOCK DIAGRAM

١- مجهز الطاقة Power supply :

تقوم هذه الوحدة بتوفير الجهد المطلوب لتشغيل وحدات الإدخال والإخراج ووحدة المعالجة المركزية وكذلك توفير الطاقة لتشغيل المجسات وغيرها من الأجهزة .

٢- وحدة الدخل (I/P interface) :

يتم توصيل وحدة الدخل بمجموعة من العناصر الفيزياوية مثل المفاتيح الكهربائية والمجسات ومقاييس المستوى والأوزان حيث تقوم وحدة الدخل باستقبال الإشارات الكهربائية والتماثلية وتحويلها الى إشارات منطقية يمكن أن تتعامل معها وحدة المعالجة المركزية.

٣- وحدة الإخراج (O/P interface):

تقوم وحدة الخرج باستقبال الإشارات المنطقية لوحدة المعالجة المركزية و تحويلها الى إشارات تماثلية او كهربائية يمكن استخدامها للسيطرة على مجموعة من الأجهزة الخارجية مثل المحركات الكهربائية او الإنارة او مسيطرات كهربائية .

٤- وحدة المعالجة المركزية CPU :

وهو عبارة عن العنصر الأساسي المسؤول عن تنفيذ البرنامج ويحتوي PLC على واحد او أكثر من CPU وتتوفر لها المساعدات المطلوبة للتوصيل بوحدة البرمجة وأجهزة الإدخال والإخراج ، ومهمة وحدة المعالجة المركزية ملاحظة حالة أجهزة الإدخال وقراءة البرنامج ثم تحويله الى وحدة الإخراج على شكل إشارات طبقا للبرنامج المطلوب .

ويتحقق ذلك عن طريق برنامج نظام التشغيل المخزون في ROM حيث يقوم هذا البرنامج بتوجيه المعالج لتنفيذ البرنامج الذي كتب بواسطة المستخدم في ذاكرة الجهاز وتتكون ذاكرة الجهاز من عدة أجزاء كما في الجدول أدناه.

SYSTEM PROGIAM نظام التشغيل	ROM الذاكرة الدائمة
متغيرات النظام SYSTEM VARIABLES	RAM
PLC VARIABLES متغيرات PLC	
USER PROGRAM برنامج المستخدم	
متغيرات المستخدم USER VARIABLES	

أنواع الذاكرة:-

١- الذاكرة المقروءة فقط ROM :

وتحتوي هذه المنطقة من الذاكرة على نظام تشغيل الجهاز وهذا الجزء مخفي عن المستخدم .

٢- الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة RAM :

وهذا الجزء من الذاكرة يحتوي على متغيرات النظام التي يستفيد منها نظام التشغيل كما تحتوي على متغيرات PLC وفيها يتم تخزين حالات التشغيل الحالية مثل حالات المزمنات والعدادات ومرحلات التحكم وخلافه ، وتحتوي أيضا على برنامج المستخدم وهو الذي نقوم بكتابته ومن الممكن تعديل هذا البرنامج في اي وقت كما انه محمي ضد انقطاع التيار الكهربائي عن طريق بطارية او UPS .

٥- وحدة البرمجة:-

وهي عبارة عن حاسوب الي (PC) يستخدم كوحدة برمجة ثابتة في غرفة السيطرة او التحكم ونقوم بإدخال البيانات والأوامر والتشغيل والإيقاف من خلاله، وكذلك نستطيع القيام بتغيير البرنامج المراد تنفيذه من قبل PLC حسب رغبة المستخدم.

٥ـ١ اساسيات التحكم:

ينقسم الـــ Control إلي قسمين :

1) Manual Control 2) Automatic Control

التحكم في شيء يقصد به السيطرة على ذلك الشيء ، لكي يؤدي العمل الذي تود أنت أن يعمله.

فمثلا مصباح الغرفة ، إذا أردت أن أضيئه أقوم بغلق مفتاح الكهرباء الخاص به لكي يضيء

وإذا أردت أن أغلقه ، قمت بالضغط على المفتاح ثانية ، أي أنني أنا المتحكم في عمل هذا المفتاح ، أما إذا كان المفتاح يعمل بمفرده ، أي يضيء ويطفئ بمفرده ، فهذا يعني أنني لست مسيطرا عليه ، أي لا أستطيع التحكم فيه.

هذا المثال السابق يوضح الـــ Manual Control ، أي " التحكم اليدوي" ، وهنا لابد من وجود الفرد أو العامل ليقوم بعملية التحكم المطلوبة ، والصورة التالية توضح ذلك :

أما الـ Automatic Control ، أي " التحكم الآلي " ، فهو ذلك النوع من التحكم الذي لا يتطلب وجود فرد أو عامل لكي يقوم بفعل معين عند الرغبة في عمل شيء معين ، بل يقوم النظام تلقائيا بأداء شيء عند حدوث شيء آخر ، وهذا ما ستفهمه عند دراسة الـ PLC أو الـ Microcontroller ، وكذلك ما ستراه في هذه الدروس.

١-أنواع مصادر الكهرباء من حيث الفيز Ø :

هناك نوعان من مصادر التزويد بالكهرباء ، وهما :

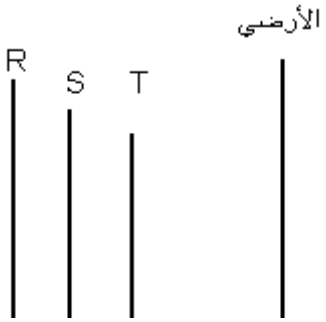
1) One Phase 2) 3 Phase

الـ one phase عبارة عن سلكين ، أحدهما يعطي 220 v والآخر أرضي (0 v) ، ويسمى الطرف الحامل للفولت بالفيز ، ولذلك نقول على هذا المصدر " واحد فيز "

220 v _____

أرضي _____

وهذا المصدر يستخدم لتغذية الأجهزة الكهربائية العادية التي لا تحتاج لباور عالي ، مثل أجهزة المنزل ، ولكن في حالة بعض المواتير في المصانع ، فإنها تحتاج إلى مصدر تغذية عالي مثل الـ 3 phase ، ويكون كالآتي :



يكون فرق الجهد بين كل طرف مع الأرضي مساوي لـ 220 v ، بينما يكون فرق الجهد بين كل طرفين معا مساوي لـ 380 v ، أي :

فرق الجهد بين R and S = فرق الجهد بين R and T = فرق الجهد بين S and T = 380 v

لاحظ أنه تم تسميته بـ 3phase لأن له 3 أطراف حيه ، أي تحمل كهرباء.

لاحظ أيضا أن التسمية R , S , T يمكن أن تختلف ، فقد يطلق عليها L1 , L2 , L3 ،

أو u , v , w ، كما يطلق على الأرضي رمز N ، اختصار لكلمة Neutral أي متعادل .

٢- كيفية اختيار المفتاح الكهربائي في دائرة ما ؟

الكثير من الفنيين قد يخطئون عند تصميم دائرة تحكم ما في اختيار المفاتيح الكهربية ، هناك شرط يجب أن تتبعه عند اختيار المفتاح ، وهو ***" أن يستطيع هذا المفتاح تحمل الأمبير المار فيه "*** ، ولا ننظر للجهد ، لأن المفتاح عند توصيل طرفيه ، يصبح كقطعة سلك مقاومتها صغيرة جدا ، فلا يسقط عليها فرق جهد كبير ، ولكن أنت تعلم أن أي مصدر جهد علي يمرر أمبير عالي ، وكذلك أي مصدر جهد منخفض يمرر أمبير أقل ، ولذلك فإن بعض الفنيين يقولون أن هذا المفتاح لا يتحمل هذا الجهد ، ولكن من الأفضل أن تقول أن هذا المفتاح لا يستطيع تحمل هذا الأمبير.

٣-أنواع المفاتيح الكهربية Switches ؟

يوجد العديد والعديد من أشكال المفاتيح الكهربية ، ولكن جميع المفاتيح الكهربية تندرج تحت أحد التصنيفين التاليين :

1) Normally Open (NO)

2) Normally Closed (NC)

NO أي أن هذا المفتاح في حالته الطبيعية، أي قبل التأثير عليه، أو قبل تنشيطه، يكون طرفيه مفتوحين، وعند تنشيطه، ينغلق طرفيه ويمرر التيار، أما الـ NC فيكون بالعكس.

لنأخذ على سبيل المثال أحد أنواع المفاتيح الهامة وهو الـ Push Button ، وتلك المفاتيح تستخدم بكثرة في عملية الـ Start و الـ Stop .

لتلك المفاتيح صنفان من حيث عملية الضغط عليهم ، فهناك نوع عند الضغط عليه ينزل الزر لأسفل ويبقى ثابتا في الأسفل حتى يتم الضغط عليه مرة أخرى ، وهذا النوع يسمى

Permanent أي "دائم"

أما النوع الثاني ، فإنه عند الضغط على الزر ، فإنه ينزل ، وعند رفع الإصبع ، فإنه يعود إلى وضعه الأصلي ، ويسمى

Temporary أي "مؤقت"

سوف نحتاج في تصميم الدوائر إلى المفاتيح الـ Temporary فقط ، وسوف نذكر السبب فيما بعد .

لاحظ أن ألوان هذه المفاتيح عادة تكون " أخضر أو أحمر " ، ويكون الأخضر NO

والأحمر NC ، ولكن إذا اختلف اللون أو مسح ، فكيف نعرف إذا كان هذا المفتاح NO أم NC ؟

في هذه الحالة سوف نستخدم ما يعرف بـ " الترقيم الدولي " ، فسوف تجد على جسد المفتاح أرقام كالأتي :

14 13 أو 12 11 أو 22 21 أو 24 23 وهكذا

يكون الرقم الأول هو رقم " الكونتاكت " والرقم الثاني لتحديد نوع الكونتاكت NO أم NC ، فمثلا :

13 14

الرقم 1 يعني أن هذا الكونتاكت الأول ، ووجود الرقمين 3,4 يعني أنا هذا الكونتاكت NO

11 12

الرقم 1 يعني أن هذا الكونتاكت الأول ، ووجود الرقمين 1,2 يعني أن هذا الكونتاكت NC

21 22

الرقم 2 يعني أن هذا الكونتاكت الثاني ، ووجود الرقمين 1,2 يعني أن هذا الكونتاكت NC

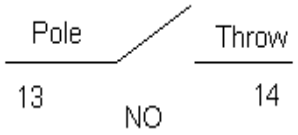
طبعا المقصود بالكونتاكت هو المفتاح ، فهذا الترقيم السابق مثلا 22 21 ، سوف تجده فقط إذا كان لديك قطعة تحتوي على مفتاحين ، كما في الشكل التالي :

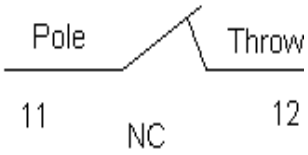
وقد يكتب على جسد المفتاح أو الكونتاكت رقمين فقط كالتالي :

3 4

هذا يعني أنه مفتاح واحد (ولا يمكن تركيب أي مفاتيح أخرى له) ، وهو من النوع NO

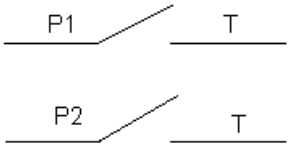
يرمز له في دوائر التحكم بالرمز التالي :





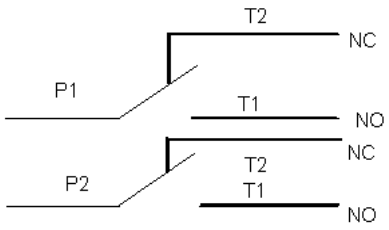
يسمى الجزء المتحرك من المفتاح بـ Pole والجزء الثابت بـ Throw ، ولهذا فإن المفتاحين الموضحين يطلق عليهما : SPST أي Single Pole Single Throw وهذا لأن لكل منهما pole واحد ، و Throw واحد

وهناك (Double Pole Single Throw) DPST ، ويكون على الشكل التالي :



لاحظ أن هذا يعتبر " ثرو " واااااحد ، لأن عدد الثرو يحسب بعدد الـ Throw للـ Pole الواحد ، ونحن نرى أن كل Pole " ينام " على Throw واحده ، إذا عدد الـ Throw واحد فقط Single .

أما إذا أردنا أن نضرب مثالا على الـ DPDT ، فيكون شكله كالتالي :



لاحظ أن لكل Pole اثنين Throw .

٤-خطوط الـ line diagram أو الـ Wire diagram :

إن نظام التحكم يتكون من دائرتين أساسيتين

١) **دائرة التحكم** : وهذه الدائرة يمر بها أمبير منخفض

٢) **دائرة القوة** : وتحمل هذه الدائرة أمبيرا عاليا جدا

لذا عندما تقرأ تخطيط كهربي لنظام تحكم ، يجب أن تفرق بين الأشياء التالية :

خط رفيع أي " سلك يحمل أمبير قليل " ويسمى هذا الخط بـ Control Line

خط سميك أي "سلك يحمل أمبير عالي " ويسمى هذا الخط بـ Power Line

يجب الحرص جيدا عن التعامل مع الأسلاك ، لأن التيار في الدوائر التحكمية الصناعية مثلا ، يكون قاتلا .

ألوان الأسلاك :

عند توصيل دائرة كهربية ، لابد من مراعاة ألوان الأسلاك ، هذا مالا يعرفه الكثير من الفنيين ، ولكن لابد لكل مهندس معرفة دلالات ألوان الأسلاك والالتزام بها ، فمثلا :

سلك أزرق لبني يتم توصيله بـ ← 24v

سلك أحمر يتم توصيله بـ ← 110v إلى 220v

سلك أسود يتم توصيله ← بالأرضي zero volt ، وإذا لم نجد الأسود ، يتم توصيل

الأزرق اللبني

سلك برتقالي وجود هذا السلك يعني أن الكهرباء التي يحملها ليست من هذه الكابينة، ولكن من كابينه أخرى ، فمثلا ، لو أن عندك لمبة في المنزل ، ورأيت أن المهندس قد وصل هذه اللمبة بسلك كهربي برتقالي ، فهذا يعني أن تلك اللمبة تأخذ كهرباء من شقة أخرى ، أو من أي مكان آخر غير منزلك ، أي أنك إذا فصلت الكهرباء عن منزلك تماما ، فإن هذا المصباح سيظل يعمل.

1-6-العناصر الأساسية في دوائر التحكم والاستطاعة

ينقسم المخطط الكهربائي إلى قسمين رئيسيين:

١- **دائرة التحكم. (Control Circuit)**
٢- **دائرة الاستطاعة. (Power Circuit)**

وهناك عناصر كهربائية ، منها ما يستخدم في دائرة التحكم ومنها ما يستخدم في دائرة الاستطاعة ومنها ما يستخدم في الاثنين معاً.

سنبدأ شرح العناصر الأساسية المستخدمة ومكان استخدامها في المخطط الكهربائي.

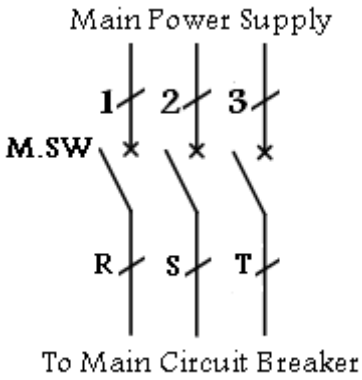
وسيتضمن هذا الشرح توضيحاً لشكل العنصر ورمزه في المخطط الكهربائي بالإضافة لشرح مبدأ وطريقة عمله وكيفية اختياره.

وأول ما نبدأ به من هذه العناصر هو:

١- مفتاح العزل (المفتاح الرئيسى): (Isolator Switch) :

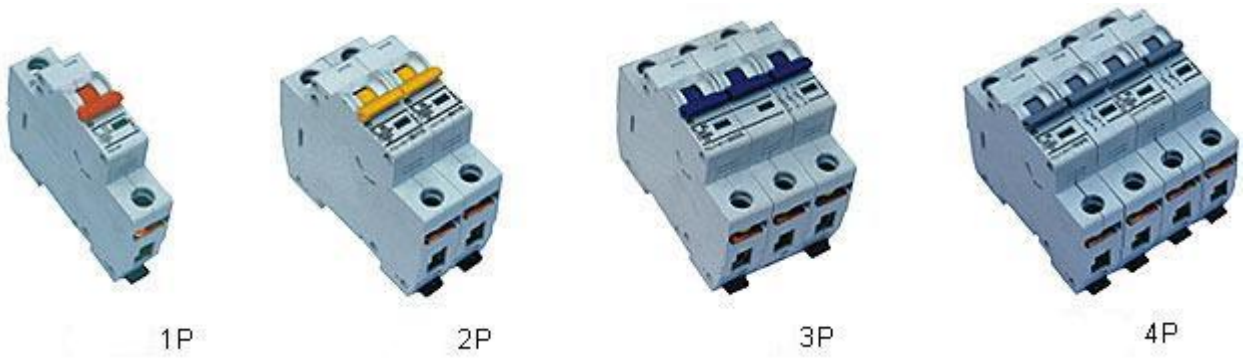
وهو مفتاح ON/OFF ، ويركب على جسم اللوحة الكهربائية من الخارج.
وظيفته : يُستخدم من قبل العامل لوصل وفصل الكهرباء عن اللوحة الكهربائية .
وتصنف المفاتيح الكهربائية حسب مدى تحملها للتيار الكهربائي.
فمنها ما يتحمل 16 أمبير ومنها ما تصل درجة تحمله إلى آلاف الأمبيرات.
والشكل التالي يبين أحد أشكال المفاتيح الكهربائية. (Isolator Switch)

حيث أن له ثلاثة مداخل من التغذية الرئيسية (Main Power Supply) .. وثلاثة مخارج إلى القاطع الرئيسي .. (Main Circuit Breaker) .
ويتم اختياره بحيث يتحمل تيار القاطع الرئيسي (سيتم شرحه) وزيادة.
وهذا العنصر والذي يليه (القاطع الكهربائي) لا يحتاجان إلى شرح مطول لأنهما أبسط العناصر ..
والشكل التالي يبين رمزه في المخطط الكهربائي.



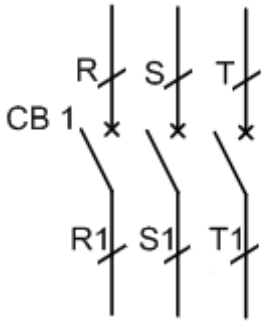
2 -القاطع الكهربائي: (Circuit Breaker)

إن القواطع هي عنصر حماية أساسي في دارات التحكم والاستطاعة ، فبواسطتها يتم وصل وفصل التغذية في آن واحد عن دارتي التحكم والاستطاعة .
يمكن التحكم بوضعية الوصل والفصل لهذه القواطع عن طريق تحريك ساعد مزود بها وهذه القواطع متوفرة على شكل أحادي الطور (Single Phase)وثلاثي الطور.(Three Phase)
ودائماً تكون مداخل القاطع من الأعلى ومخارجه من الأسفل.
ويتوفر القاطع بمقياس الأمبير (A) بالقيم المعيارية التالية:
(6,10,16,20,25,31,40,50,63)
و الشكل التالي يبين شكل القاطع وأنواعه.



1- 1P – فاز .
2- 2P – أو فازين فاز ونتر ، .
3- 3P – 3 فاز .
4- 4P – 3 فاز ونتر .

الشكل التالي يبين رمز القاطع (3PH-3Pole) في المخططات الكهربائية.



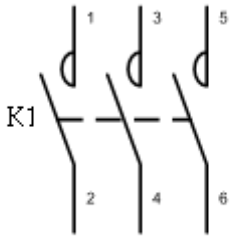
3-الكونتاكتور: (CONTACTOR)

هو جهاز وصل وفصل ميكانيكي كهربائي ، يتم التحكم به عن طريق ملف (coil)أطرافه على الكونتاكتور (A1,A2) ، فعند مرور التيار بهذا الملف يغلق الكونتاكتور التلامسات الرئيسية ، ويغير وضعية تلامسات التحكم ، فتصبح التلامسات المغلقة مفتوحة والتلامسات المفتوحة مغلقة.

ومع إغلاق التلامسات الرئيسية فإن الدارة الكهربائية تكتمل بين التغذية والحمل.

والشكل التالي يبين شكل الكونتاكتور.

والشكل التالي يبين رمز الكونتاكتور في المخططات الكهربائية.



وأهم المعلومات المكتوبة على الكونتاكتور هي:

١- جهد الملف (Coil Voltage)
٢- جهد الأقطاب (التلامسات الرئيسية). (Main Contacts) .
٣- تيار أو قدرة الأقطاب. (Poles Current)
٤- زمرة التشغيل. (Operating Clique)

***أجزاء الكونتاكتور:**

١- المغناطيس الكهربائي : ويتكون من الملف والقلب المغناطيسي ، وهو إما أن يعمل على التيار المستمر (6,12,24,48,60,80)، أو يعمل على التيار المتردد (٢٤,٥٠,١١٠,٢٢٠,٣٨٠).
٢- الأقطاب (التلامسات الرئيسية) : المداخل (L1,L2,L3) ، المخارج. (T1,T2,T3)
٣- التلامسات المساعدة : وهي إما تلامسات مفتوحة (N.O)، أو تلامسات مغلقة (N.C) ذات تأخير زمني تفتح وتغلق بعد فترة زمنية يتم وضعها.

***زمر التشغيل:**

(AC1)للدارات الأومية (P.F=1) مثل عمليات التسخين والإنارة ، أي لا توجد عندنا XL ولا XC.
(AC2)تتعلق بمحركات الدائر الملفوف.

(AC'2)تتعلق بمحركات الدائر الملفوف .
(AC3)تتعلق بمحركات القفص السنجابي .
(AC4)مخصصة للفصل والوصل المتكرر خلال زمن قصير.

ويتوفر الكونتاكتور بمقياس القدرة (KW) بالقيم المعيارية التالية:
(4, 5.5, 7.5, 11, 15, 22, 30, 37, 45, 55, 75, 110)

كيفية معرفة وتحديد أطراف الكونتاكتور ؟!

قبل التوصيل إلى الكونتاكتور يجب أولاً تحديد نقاط التلامس الرئيسية ، ونقاط التلامس المساعدة المغلقة والمفتوحة وكذلك طرفي الملف.

***بالنسبة للتلامسات الرئيسية (main contacts)** عادةً ما تكون ثلاث نقاط فى وضع مفتوح (normally open)وتأخذ الأرقام 1,3,5 كمدخل (حيث تكون هذه المداخل للكونتاكتور عبارة عن مخارج القاطع الكهربائي) و 2,4,6 كمخرج.

***بالنسبة لنقاط التلامس المساعدة (auxiliary contacts)** يوجد منها ما هو في وضع طبيعي مفتوح (normally open)ويختصر بالحروف (N.O)ومنها ما هو في وضع طبيعي مغلق (normally closed) ويختصر بالحروف (N.C)، أما عن الأرقام ، فالنقاط المساعدة المفتوحة تأخذ الأرقام (١٤-١٣) أو ما يليها من أرقام تبدأ بالرقم ٣ ، مثل (23-24) ، .. (33-34)وهكذا..

والنقاط المساعدة المغلقة تأخذ الارقام (١١-١٢) أو ما يليها من أرقام تبدأ بالرقم ١ ، مثل (٢١-٢٢) ، (٣١-٣٢ ..) وهكذا..

ويمكن تحديد إذا كانت النقطة مفتوحة أو مغلقة بواسطة مصباح التوالي أو الملتيميتر ، حيث يتم اختبار أي نقطة تلامس وهي خارج الدائرة أي تُفصَل الأطراف المتصلة بها ، فإذا لم يتحرك مؤشر الملتميتر في الأجهزة من نوع Analog أو ظهر حرفا OL في الأجهزة من نوع Digital ، اضغط على الكبسة اليدوية لعمل الكونتاكتور فسيتحرك المؤشر أو يعطي ٠٠ ويعني هذا أن تلك النقاط مفتوحة في الوضع الطبيعي (N.O)، وعند رفع اليد عن الكبسة ستعود التلامسات لوضعها الطبيعي ، والعكس فى حالة النقاط المغلقة (N.C) حيث سيتحرك مؤشر الملتميتر أو سيعطي ٠٠ ، وعند الضغط على كبسة الكونتاكتور ستتغير الحالة وعند رفع اليد عنها ستعود التلامسات لوضعه الطبيعي.

***ملاحظات:**
١- بعض الكونتاكتورات تحمل عدداً معيناً من نقاط التلامس المساعدة ، ولايمكن إضافة أية نقاط أخرى . كما يوجد في كثير من الماركات ، والكونتاكتور يحمل نقطة تلامس مساعدة واحدة ويمكن أن تركب عليه قطعة تحمل عدداً من النقاط المساعدة الإضافية ، وتصبح جزءاً لا يتجزء من الكونتاكتور تتحرك بقوة المجال المغناطيسى لنفس الملف .

ومن الممكن أن تكون نقطة واحدة أو القطعة تحمل نقطتين أو أكثر من النقاط المفتوحة والمغلقة.

٢- نفس هذه الفكرة تستخدم فى وضع تايمر ميكانيكى على الكونتاكتور.

بالنسبة لأطراف الملف: (Coil)

عادةً ما يكون للملف طرفان يرمز لهما ب (A1-A2)أو . (A-B) وعند قياسها بواسطة الملتميتر ستعطي قيمة مقاومة معينة وليس صفراً وهذا مهم جداً في الصيانة . وتتوفر للكونتاكتورات ملفات تعمل على قيم فولت مختلفة منها(٢٤ ، ٤٨ ،١١٠ 380, 220,) فولت . وكلما كان الملف يعمل على فولت أعلى ، زادت قيمة مقاومتها ، حيث أنها تلف بقطر سلك أرفع وعدد لفات أكثر (R= X L/A) . حيث أن (X)مقاومة المادة النوعية .
ومن الممكن أن يعمل نفس الكونتاكتور بملف ٢٤(فولت) أو(380 فولت) ومن الممكن أن يتغير الملف على حدى ويترك الكونتاكتور كما هو ولذلك تكتب قيمة الفولت الذي يعمل به الملف عليه نفسه ، وليس على جسم الكونتاكتور ، ويظهر الرقم على السطح الخارجي للكونتاكتور.

*وتوجد أنواع وأحجام كثيرة من الكونتاكتورات ، وعند شراء أو تغيير كونتاكتور يجب معرفة ثلاث أشياء أساسية:

١- شدة تيار أو قدرة الحمل الذى سيعمل عن طريق هذا الكونتاكتور.
٢- فرق الجهد الذى تعمل بة دائرة التحكم.
٣- عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة.

١- شدة تيار أو قدرة الحمل الذى سيعمل بهذا الكونتاكتور.

يجب العلم أولاً بأن الجزء الذى يتحمل شدة تيار المحرك داخل الكونتاكتور هو التلامسات الرئيسية الثلاثة ، فهذه النقاط هي المسؤولة عن توصيل التيار إلى المحرك ، وبالتالى يجب أن يكون حجمها ونوع المادة المصنعة منها قادراً على تحمل قيمة التيار التي يستهلكها الحمل أياً كان نوعه.

وكلما كانت قيمة تيار الكونتاكتور أكبر من قيمة تيار الحمل ، كان أفضل ويعطي للكونتاكتور عمر أطول ، ولكن اقتصادياً يجب اختيار كونتاكتور مناسب وليس أعلى بكثير . وذلك تبعاً لنوع الحمل وعدد مرات الوصل والفصل وأيضاً يجب الأخذ بعين الاعتبار ماركة الكونتاكتور ، فإذا كان عدد مرات الإيقاف والتشغيل أكثر يحتاج إلى كونتاكتور بقيمة أعلى . وكلما كانت ماركة الكونتاكتور جيدة تستطيع اختياره بقيمة قريبة من قيمة تيار الحمل.

ومن المعروف أن نفس قدرة المحرك كلما كان يعمل على فولت أعلى انخفضت شدة تياره والعكس صحيح ، ولذلك تجد على الكونتاكتور(٩ أمبير) جدول يسجل إذا كان المحرك يعمل على (فولت ٢٢٠) فيصلح الكونتاكتور لمحرك حتى قدرة (٣ HP) ، أما إذا كان المحرك يعمل على (٣٨٠ فولت) فيصلح الكونتاكتور يصلح لمحرك حتى قدرة (٥.٥ HP).

٢- فرق الجهد الذى تعمل به دائرة التحكم (جهد الملف).

وهى الخاصة بقيمة فرق جهددائرة التحكم ، فلا يشترط أن تعمل دائرة التحكم بنفس فولت المصدر ، بل يفضل أن تعملبفرق جهد أقل وبتغذية من قاطع مستقل بها ، وفولت دائرة التحكم هو الذي سيصل إلى ملف الكونتاكتور ولذلك إذا كانت دائرة التحكم 24فولت فيجب أن يكون جهد ملف الكونتاكتور ٢٤ فولت بغض النظر عنقيمة فولت المصدر الذى سيعمل به المحركوهذه نقطة هامة جداً عند عملية التوصيل.

٣- عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة.

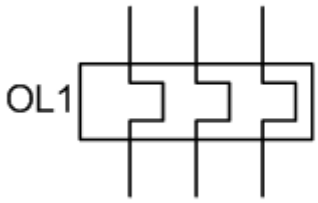
وذلك تبعاً للمطلوب من دائرة التحكم ، فمن الممكن أن تكونالدائرة بدون أية نقاط مساعدة ، أو تحتوي على عدد معين من النقاط المفتوحة أو المغلقة (أي حسب التطبيق المراد عمله من خلال الدائرة الكهربائية).

4-حاكم زيادة الحمولة الحرارية: (OVERLOAD)

يقدم حماية حرارية ، ويكون عليه تلامسات مساعدة لدارة التحكم مثل(تلامس N.C)يستخدم لفصل التغذية عن ملف الكونتاكتور في دارة التحكم (وتماسN.O)يستخدم لوصل التيار للمبة على سبيل المثال ، (لأي حمل).

الشكل التالي يبين شكل الأوفرلود.

والشكل التالي يبين رمز الأوفرلود في المخططات الكهربائية.



وهو مكون من:

١- مقاومة متغيرة لتحديد قيمة التيار : وهذه القيمة هي قيمة التيار الموجوة على المحرك.
٢- نبضة :(Reset لونها أزرق) عادة وتستخدم لإعادة التلامسات المساعدة لوضعها الأصلي.

٣- نبضة : (Test لونها أحمر) عادة وتستخدم للتأكد من أن التلامسات (N.C و N.O تتغير) ، وهنا نستخدم نفس الطريقة المتبعة لفحص التلامسات المساعدة في الكونتاكتور.
٤- كبسة: (Stop) تستخدم لفصل مداخل التلامسات الرئيسية عن مخارجها.
٥- التلامسات المساعدة : وكما في الكونتاكتور منها ما هو (N.O)ومنها ما هو (N.C).
٦- التلامسات الرئيسية : مداخل هذه التلامسات هي مخارج التلامسات الرئيسية للكونتاكتور ، حيث يتم وصل هذه المداخل مع النقاط(T1,T2,T3) ، ومخارج هذه التلامسات توصل مع أطراف المحرك.

***هنا سوف أشرح بشيء من التفصيل..**

كما قلنا أن وظيفته الأساسية هي حماية المحرك من أى ارتفاع فيشدة التيار . وهو مكون من ثلاثة ملفات حرارية ، تتصل بالتوالى مع المحرك ، وله تدريجل شدة التيار يضبط هذا التدريج على نفس قيمة تيار المحرك ، وفى حالة ارتفاع شدة التيار التى يسحبها المحرك عن القيمة المضبوطة عليها تدريج الأوفرلود ، لأي سبب كان سواءً زيادة الحمل أو بسبب سقوط فاز فإن هذا يؤدي إلى ارتفاع حرارة الملفات الحرارية فتتمدد وتحرك قطعة تفصل نقطة مغلقة داخل الأوفرلود ، وهذه النقطة تتصل بالتوالي مع ملف الكونتاكتور الذى يعمل على هذا المحرك فيفصل نقاط تلامسه الرئيسية وينقطع التيار عن المحرك

بعد معرفة سبب الارتفاع فى شدة التيار واصلاحه ، نضغط على كبسة (Reset)فتعود نقاط تلامس الأوفرلود مغلقة ، ويمكن إعادة تشغيل الدائرة مرة أخرى.

وكما قلنا فإن الأوفرلود يحتوي على نقطة مفتوحة (٩٧-٩٨) بالإضافة إلى النقطة المغلقة (٩٥-٩٦) ، ويمكن توصيل هذه النقطة المفتوحة مع لمبة إشارة ، فإذا إذا أضاءت فإن ذلك يعني أن الآلة أو المحرك توقف نتيجة لفصل الأوفرلود.
وأكثر أنواع الأوفرلود بعد تغيير نقاط تلامسها لا تعود إلى وضعها الطبيعي إلا بالضغط على كبسة(Reset)،
وبعض الأنواع يحتوي على كبسة إضافية تحدد إذا ما كنت تريد عودة نقاط تلامس الأوفرلود إلى وضعها الطبيعى يدوياً (H)أو (M أو أتوماتيكياً).(A)أي بعد أن تنخفض حرارة الملفات الحرارية تعود لوضعها دون الحاجة إلى الضغط عليها ، وفي بعض أنواع الأوفرلود تكون نقطتي تلامسه بها ثلاث أطراف فقط ، الطرف (٩٥) مشترك والطرف (N.C٩٦)الطرف (٩٨ N.O)

***أود الإشارة هنا إلى وجود نوعين آخرين من الـ Over Load هما:**

١ – أوفرلود خاص لحماية المحركات ذات القدرات العالية.
٢ – أوفرلود إلكتروني .. بفصل بعد فترة من الزيادة والنقصان في التيار.
ملاحظة:
كل ماتور يكتب على جسده قيمة الـ (I full load) $I_{f.L}$ ، هذه القيمة تعني أقصى قيمة تيار " أمبير " يستطيع الموتور تحملها ، فعند توصيل أوفرلود مع الموتور ، يتم ضبطه على قيمة تساوي $I_{o.L} = 1.1 \text{ to } 1.25\ I_{f.L}$

5 -الموتور ستارتر : (MOTOR STARTER)

وهو مكون من:
١- كبسة. START
٢- كبسة. STOP
*أو مفتاح Selector ، On-Off
٣- مقاومة متغيرة لتغيير التيار الذي يتحمله الموتور ستارتر.

الشكل التالي يبين شكل الموتور ستارتر.

يعمل الموتور ستارتر بنفس عمل القاطع الكهربائي والأوفرلود ، فإذا استخدمناه في الدائرة الكهربائية فإننا نستغني عن استخدام القاطع والأوفرلود.
حيث يتم تغذية مداخل التلامسات الرئيسية من مصدر الكهرباء (٣ ph) مباشرة ، وتكون مخارجه هي مداخل التلامسات الرئيسية للكونتاكتور. (L1,L2,L3)

ولكن هناك اختلافاً في عمل التلامسات المساعدة في الموتور ستارتر عنها في الأوفرلود.
حيث أنه في الأوفرلود ، عندما تصل التغذية له ، فإن التلامسات المساعدة لا تعكس وضعيتها وإنما تبقى كما هي في الوضع الطبيعي ، ولكن في حالة أنه أصبح هناك زيادة في التيار الكهربائي عن الحد المسموح به فإن التلامسات المساعدة تعكس وضعيتها.

أما في الموتور ستارتر ، فإنه فور وصول التغذية له ، فإن تلامساته المساعدة تعكس وضعيتها ، وتصبح المفتوحة (في الوضع الطبيعي) مغلقة والمغلقة (في الوضع الطبيعي) مفتوحة ، وعندما يزداد التيار عن الحد المسموح به فإن التلامسات المساعدة تعكس وضعيتها وتعود للوضع الطبيعي.

لذلك فإنه عند استخدام الموتور ستارتر ، فإن التلامس الذي يوضع على التوالي مع ملف الكونتاكتور في الدائرة الكهربائية هو التلامس المفتوح (في الوضع الطبيعي).

6-المؤقت الزمني أو التايمر : (TIMER)

يحتوي التايمر على ملف (Coil) وعلى تلامسات مفتوحة وأخرى مغلقة.

وتستخدم هذه التلامسات في الدائرة الكهربائية حسب التطبيق المراد عمله.

يؤمن التايمر فاصل زمني بين لحظة تطبيق الإشارة على التايمر نفسه (ملفه) ولحظة خروج الإشارة على التماسات (On-Delay)، أو بين لحظة انقطاع الإشارة عن التايمر ولحظة انقطاع الإشارة عن التلامسات. (Off-Delay)

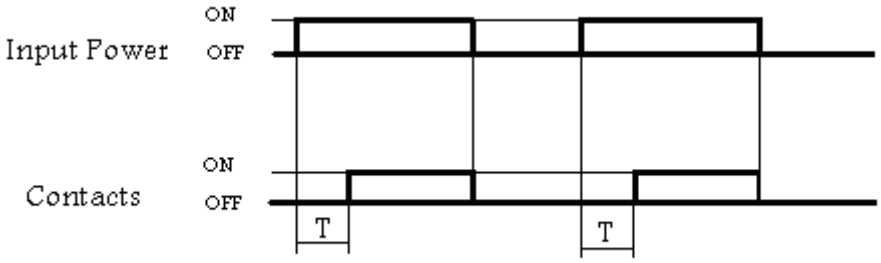
الشكل المجاور يبين أحد الأشكال لأحد الأنواع المتعددة للتايمر.

وهو متوفر حسب الوظيفة بأنواع عديدة:

١- On-Delay:

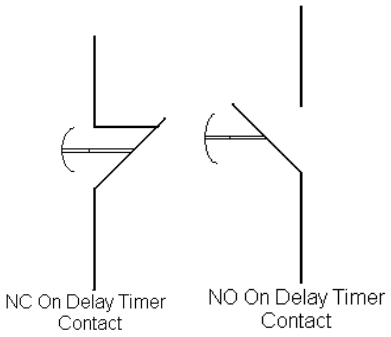
التلامسات تغير وضعيتها بعد زمن معين من تغذية ملف التايمز ، ويمكن تغييره.
وعند فصل التغذية عن الملف تعود التلامسات لوضعها الطبيعي.

انظر الشكل التالي:



ويرمز له بالرمز التالي :

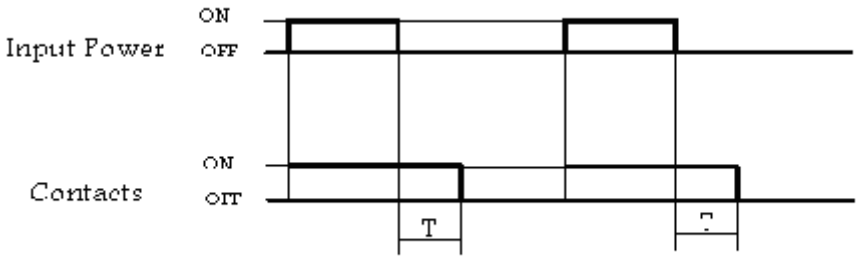
ويرمز لكونتاكاته في الدوائر بـ :



٢- Off-Delay:

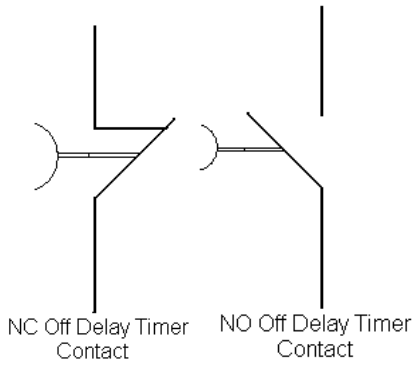
التلامسات تغير وضعيتها فور وصول التغذية إلى ملف التايمر، وعند انقطاع الإشارة عن التايمر يبدأ التوقيت ، وعند انتهاء التوقيت فإن التلامسات تعود إلى وضعها الطبيعي.

انظر الشكل التالي:



ويرمز له بالرمز التالي:

ويرمز لكونتاكاته في الدوائر بـــ :

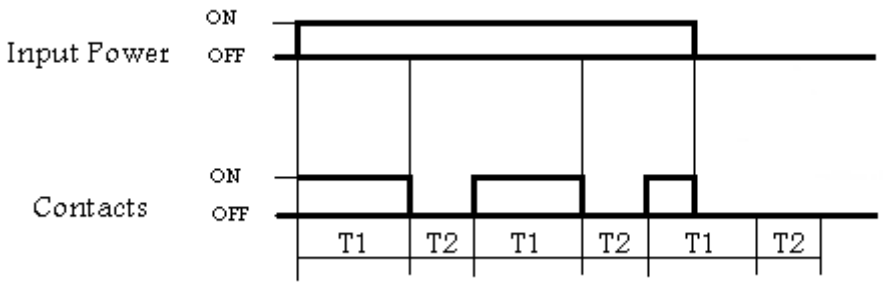


٣- Flashing Timer:

به تايمران ، أحدهما للوصل وآخر للفصل ، وعند وصول التغذية لملف التايمر فإن تلامسات التايمر تعكس وضعيتها ولمدة (T1) ، وعند انتهاء مدة(T1) ، تعود التلامسات لوضعها الطبيعي لمدة(T2) ، وهكذا تتكر العملية ، وذلك ما دام أن ملف التايمر تتم تغذيته بشكل مستمر ومن دون انقطاع ، ولكن في حالة أنه انقطعت التغذية عن ملف التايمر فإن التلامسات تعود لوضعها الأصلي.

تجرد الإشارة إلى وجود مكانين لمعايرة وضبط زمن الوصل (T1) وزمن الفصل(T2).

انظر الشكل التالي:



:programmable Timer -4

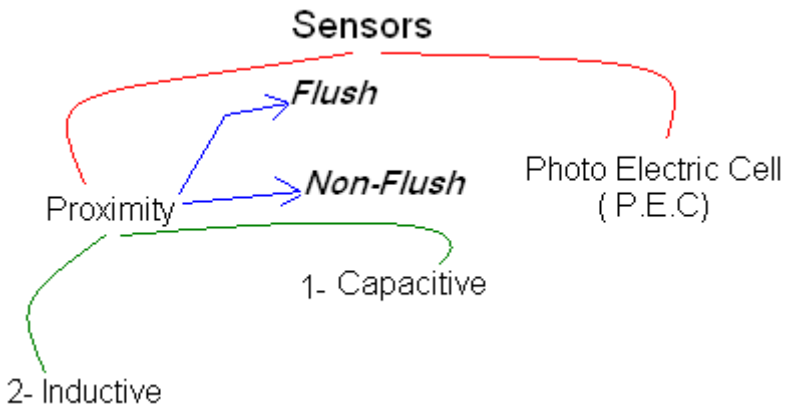
وتستخدم هذه التايمرات للتحكم في وصل وفصل دائرة كهربائية خلال ساعة معينة في يوم معين كل أسبوع أو كل شهر أو كل سنة ، ويستخدم هذا النوع من المؤقتات في تشغيل ماكينات الديزل لوحدات التوليد خلال وقت معين كل أسبوع من أجل المحافظة على ماكينات الديزل وهو مفيد فى دوائر الـ

-الحاكمة أو الريليه : (RELAY)
ويعمل بنفس عمل الكونتاكتور ، حيث يتم التحكم به عن طريق ملفه ، ولكن للقدرات الصغيرة ، وهو إما أن يعمل بالتيار المستمر أو بالتيار المتردد.
وله ملف (Coil) وتلامسات مغلقة وأخرى مفتوحة) في الوضع الطبيعي. (
يرمز عادة لطرفي ملف (Coil) الريليه بالرمزين .. (A1,A2) ولطرف التلامس المشترك بالرقم (4) ولطرف التلامس المفتوح بالرقم (3) ولطرف التلامس المغلق بالرقم (2) (..هذا كمثال لأحد الريليهات..)
وعند وصول التغذية لملف الريليه فإن تلامساته تعكس وضعيتها ، وعند فصل التغذية فإنها تعود لوضعها الطبيعي.
ولكل ريليه جهد محدد يعمل عنده ملف الريليه ، بالإضافة لقيمة تيار يتحملها ملف الريليه..
وهو مزود أيضاً بـمصباح صغير (Led) يعمل فور وصول التغذية لملف الريليه.
وهو متوفر بأنواع وأشكال عديدة.
انظر الشكل التالي:

٧-الحساسات Sensors

يوجد العديد من الحساسات ، وإذا أردنا دراستها جميعها ، فسوف نتشتت ، لذلك سوف أقوم بشرح أنواع الحساسات الأكثر شيوعا في سوق العمل ، كما سأذكر الخانات التي يندرج تحتها أي نوع من الحساسات.

أي نوع من أنواع الحساسات يندرج تحت أحد التصنيفات التالية:



نرى من هذه الرسمة أن أي حساس سوف يكون شئ من الإثنين : Proximity أو P.E.C

دعنا نتحدث عن كل نوع الآن:

١-Proximity Sensors.

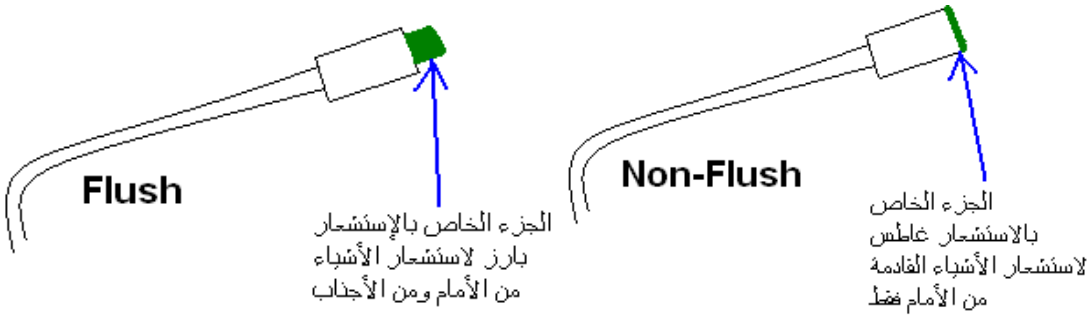
Inductive: لاستشعار المواد المعدنية

Capacitive: لاستشعار المواد غير المعدنية

ويصنف أي نوع منهما ، سواء كان Inductive أو Capacitive ، إلى أحد الصنفان :

Flush: يكون الجزء الخاص بالإستشعار بارز، لكي يستشعر من الأمام ومن الجوانب

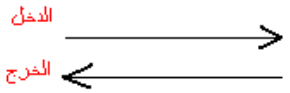
Non-Flush: يكون الجزء الخاص بالإستشعار غاطس، فلا يستطيع أن يستشعر غير الأشياء التي أمامه

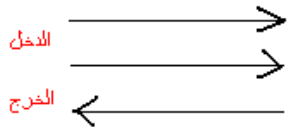


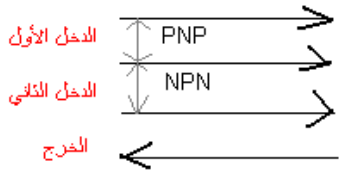
(PROXIMITY SENSOR)

يتكون أي sensor من ٢ أو ٣ أو ٤ أطراف ، وقد يكون مصدر تغذيته ٢٤ فولت أو ١٢ فولت

ولكن ، أي sensor ، في حالة عدم شعوره بشئ فإنه يعطي في الخرج إشارة Open ، وعند شعورة بشئ فإنه إما يعطي ٢٤ أو ١٢ فولت (حسب نوع الحساس) في الخرج ، أو يعطي صفر فولت





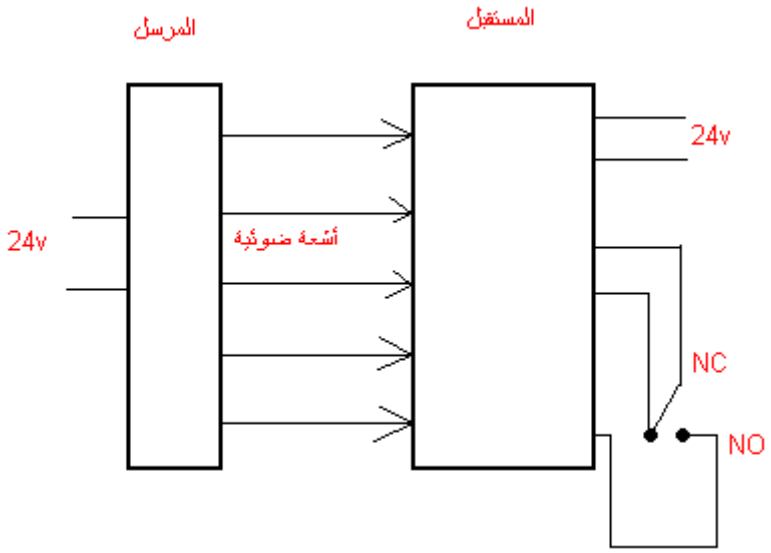


لاحظ الحساس الثالث ذو الأربع أطراف ، توضح الرسمة أنه إذا تم إعطاء الدخل (التغذية) للحساس في الدخل الأول ، فإن خرجه في حالة الإحساس بشئ سيكون إشارة PNP أي ٢٤ أو ١٢ فولت ، أما إذا تم إعطاء الدخل في الدخل الثاني ، فإن الحساس سوف يعطي في الخرج إشارة NPN أي صفر فولت عند شعورة بشيء

٢- .P.E.C Sensors.

يوجد منها ٣ أنواع هامة : Through Beam , Reflector , Proximity P.E.C

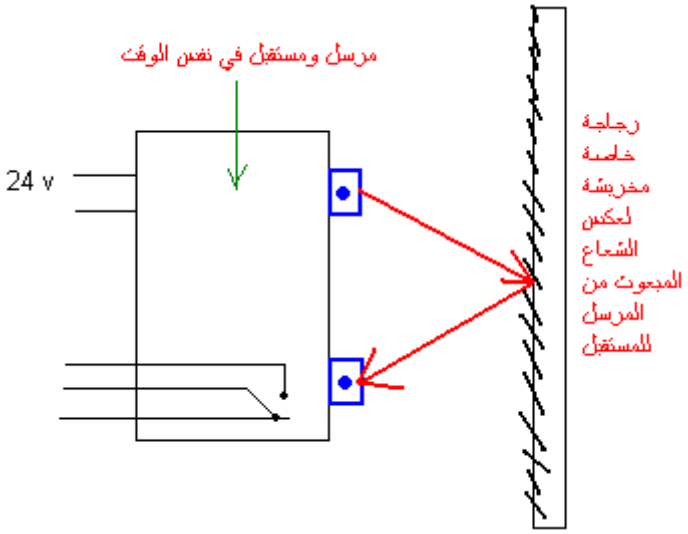
* Through Beam



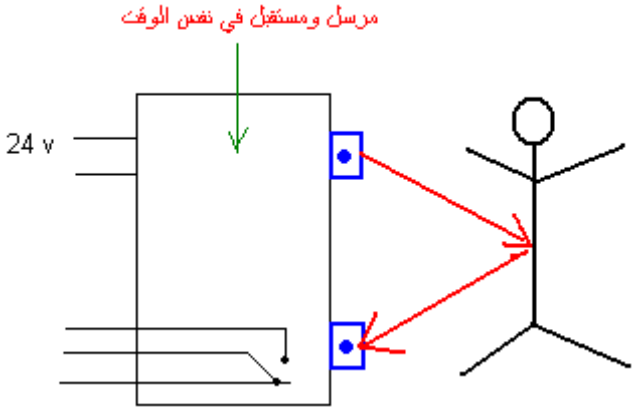
يتكون من مرسل ومستقبل ، ويتم تغذية كل منهما بـ ٢٤ فولت ، فيقوم المرسل بإرسال أشعة ضوئية للمستقبل ، فتظل كونتاكات المستقبل على حالتها ما دامت الأشعة تصل إلى المستقبل من المرسل ، وفي حالة إنقطاع تلك الأشعة عن المستقبل ، فإنه يغير حالة كونتاكاته.

وهناك مثال شهير على استخدام هذا النوع من الحساسات ، وهو في السلالم الكهربية المتحركة ، حيث يوضع المرسل على يسار بداية السلم والمستقبل على يمين بداية السلم ، فإذا لم يتم قطع الأشعة لفترة معينه من الزمن ، يعني هذا أنه لا يوجد أحد يصعد السلم ، فيتوقف عمل السلم للحفاظ على استهلاك الكهرباء، وفي حالة قطع تلك الأشعة ، يقوم السلم بالعمل .

*Reflector



*Proximity P.E.C.

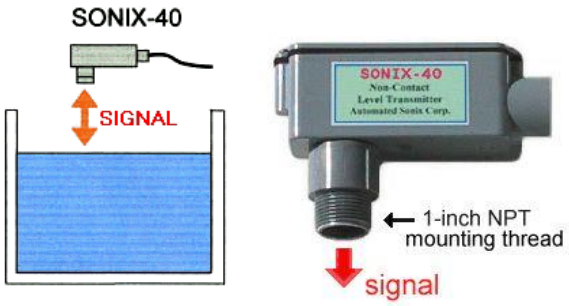


هذا النوع كالنوع الذي يسبقه ، ولكنه يقوم بعكس الشعاع من على أي جسم ، سواء كان معدني أو غير معدني ، وأفضل مثال على هذا النوع من الحساسات ، " الأبواب الأوتوماتيك " ، حيث يقوم باستشعار أجساد الناس الذين يريدون دخول المكان ، كما يمكن ضبط مدى الشعاع ، لكي لا يستشعر صرصارا مثلا يمشي بجوار الباب ، ولكي يستشعر أيضا الشخص القريب من الباب وليس أي شخص مار على بعد من الباب .

كما أن هناك شيئا هاما ، يوجد في هذا المستشعر زران ، أحدهما Delay On والآخر Delay Off ، وهذا لكي يتم ضبط كلا المفتاحين ، فيتأخر الباب قليلا في الفتح لفترة زمنية معينه ولتكن ٢ ثانية ، لكي نتأكد أن هذا الشخص بالفعل يقف أمام الباب ويريد الدخول ، وليس مجرد شخص يعبر بجواره ، وليتأخر الباب في الغلق أيضا ، حتى يمر الشخص بأمان ولايغلق الباب عليه.

٣- LEVEL SENSOR

هو جهاز يشعر بسريان أي سائل خلال مساء معين . وبه جزء الكتروني يغير من وضعه (من نقطة مفتوحة إلى نقطة مغلقة او بالعكس من NC إلى ON أو بالعكس) ويمكن استغلال هذا التغيير في التحكم الكهربائي.



(LEVEL SENSOR)

٦-١:المحرك التحريضى

تستخدم المحركات التحريضية بكثرة في الصناعة لبساطة تركيبها وسهولة تشغيلها وكفاءتها العالية حيث إن المحركات التحريضية يحتاج إلى منبع ثلاثي الأوجه يوصل إلى العضو الثابت فقط أما العضو الدائر لا يوصل بأي مصدر ومغلق على نفسه ويتولد به قوة دافعة كهربائية بالتأثير لذلك سمى بالمحرك التحريضي وسرعة هذا المحرك لا تتغير كثيراً مع زيادة الحمل إلا في حدود (5 %) مما يجعل هذا المحرك شائع الاستعمال.

المحرك الكهربائي

المُحَرِّك الكهربائي آلة تحوِّل الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإنجاز عمل . وتُستَخدم المحركات الكهربائية لتشْغيل عدة آلات ومعدات ميكانيكية مثل غسالات الملابس وأجهزة التكييف والمكانس الكهربائية ومجفِّفات الشعر وآلات الخياطة والمثقاب الكهربائية والمناشير . وتشغل أنواعٍ شتى من المحركات الأدوات الميكانيكية، والروبوتات، وأيضاً المعدات التي تسهل العمل داخل المصانع . ويتنوع حجم وسعة المحركات الكهربائية تنوعًا كبيرًا . فقد يكون جهازاً صغيراً يقوم بوظائفه داخل ساعة يد أو محرِّكاً ضخماً يمد قاطرة ثقيلة بالقدرة . ففي الوقت الذي تحتاج فيه الخلاطات ومعظم أدوات المطبخ الأخرى لمحركات كهربائية صغيرة لأنه تحتاج فقط لقدرة بسيطة، تتطلب القطارات استخدام محركات أكبر وأكثر تعقيدا، ذلك لأن المحرك في هذه الحالة عليه أن يبذل جهدًا كبيرًا في وقت قصير . وبناء على نوع الكهرباء المستخدمة، هناك نوعان رئيسيان للمحركات:

1-محركات تعمل بالتيار المتناوب

2-محركات تعمل بالتيار المستمر . يعكس التيار المتناوب اتجاه سريانه خمسين أو ستين مرة في الثانية . وهو التيار المستعمل في المنازل . وتستعمل محركات التيار المستمر أيضاً بشكل شائع في الأدوات المنزلية . ويسير التيار الم ستمر في اتجاه واحد فقط، ومصدره الرئيسيّ هو البطارية . وتستخدم محركات التيار المستمر استخداماً شائعا لتشغيل المعدات الميكانيكية في المصانع . كما أن هى ستخدم بادئ تشغيل في المحركات التي تعمل بالبنزين . وتعتمد المحركات الكهربائية على مغناطيس كهربائية لتنتج القوة اللازمة لإدارة الآلات أو المعدات الميكانيكية . وتسمى الآلات أو المعدات التي تدار بالمحرك الكهربائي الحمل . ويُوصَّل عمود إدارة المحرك بالحمل.

مبادئ أساسية

كيف يعمل المحرك الكهربائي يتكون المحرك الكهربائي أساسًا من مغنطيس ثابت وموصل متحرك. وتشكل خطوط القوى بين أقطاب المغنطيس مجالاً مغنطيسيًا ثابتًا. وعندما يمر تيار كهربائي خلال الموصل يصبح الموصل كهرومغناطيسيا وينتج مجالاً مغنطيسيًا آخر. ويقوي المجالان المغنطيسيان كل منهما الآخر ويدفعان ضد الموصل. يعتمد تشغيل المحرك الكهربائي على ثلاثة مبادئ رئيسية:

1-يولِّد التيار الكهربائي مجالاً مغنطيسيا،

2-يحدد اتجاه التيار في المغنطيس الكهربائي موقع الأقطاب المغنطيسية،

3-تتجاذب الأقطاب المغنطيسية أو تتنافر مع بعضها. فعندما يمر تيارٌ كهربائيٌ خلال سلك يولّد مجالاً مغنطيسيًا حول السلك . وإذا تم لف السلك على هيئة ملف حول قضيب معدني، فإن المجال المغنطيسي يتعاظم حول السلك ويصبح القضيب المعدني ممغنطً ا. وهذا الترتيب للقضيب وسلك الملف هو مغنطيس كهربائي بسيط، وتعمل نهايتاه كقطبين شمالي وجنوبي . وإحدى الطرق التي توضح العلاقة بين اتجاه التيار والأقطاب المغنطيسية هي قاعدة اليد اليمنى. امسك سلكاً على هيئة ملف في يدك اليمنى، واعتبر هذا الملف مغنطيسً كهربائياً. لف أصابعك حوله بحيث تشير إلى اتجاه التيار، عندها يشير إصبع الإبهام إلى القطب الشمالي المغنطيسي ولا تنطبق هذه الطريقة إلا في حالة سريان التيار من الطرف الموجب إلى الطرف السالب . والأقطاب المغنطيسية المتشابهة تتنافر كما هو الحال بالنسبة لقطبين شماليين، والأقطاب المغنطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها . فإذا تم تعليق قضيب مغنطيسي بين طرفي مغنطيس على هيئة حدوة حصان، فإنه سيدور حتى يصبح قطبه الشمالي في مقابل القطب الجنوبي لمغنطيس حدوة الحصان، في حين يكون القطب الجنوبي لمغنطيس القضيب في مقابل القطب الشمالي لمغنطيس حدوة الحصان.

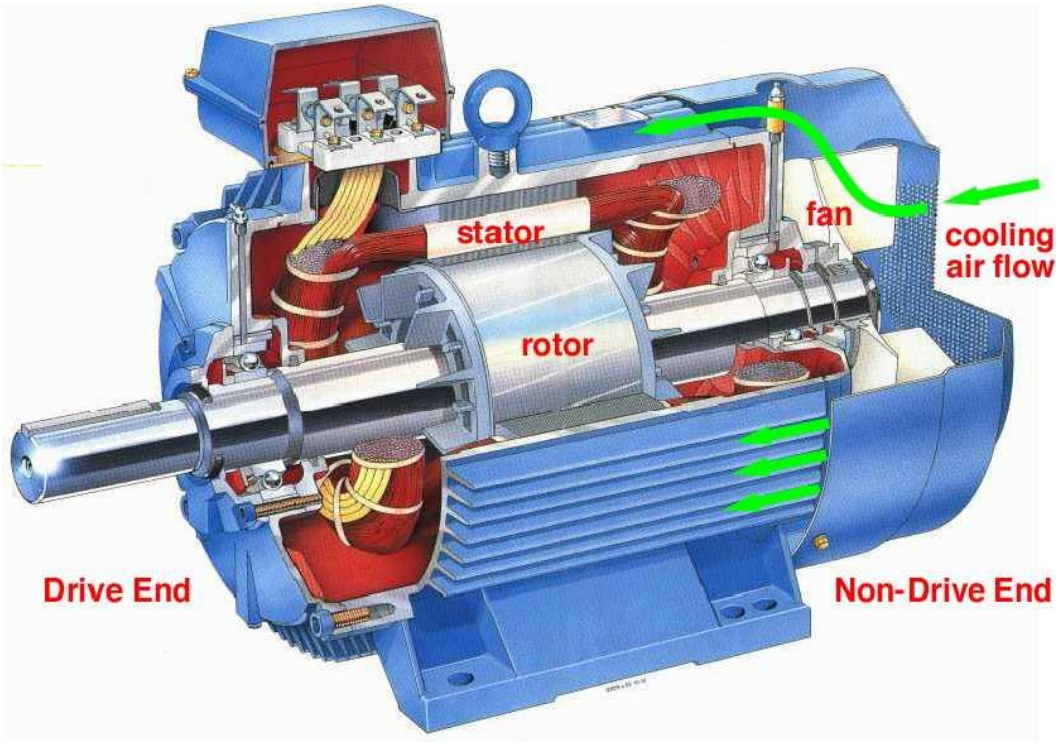
أجزاء المحرك الكهربائي

يتكون المحرك الكهربائي أساساً من موصل كهربائي دوار، موضوع بين قطبين شمالي وجنوبي لمغنطيس ثابت. ويعرف الموصل باسم الحافظة (غلاف الأرماتور)، بينما يعرف المغنطيس الثابت باسم بِنْيَة المجال. وهناك أيضًا المبدِّل الذي يعدّ جزءاً ضرورى في كثير من المحركات الكهربائية وخاصة محركات التيار المستمر. بنية المجال:تولد بنية المجال مجالاً مغنطيسياً داخل المحرك، حيث يتكون المجال المغنطيسي من خطوط قوى توجد بين قطبي المغنطيس الثابت. وتتكون بنية المجال في محرك التيار المستمر البسيط من مغنطيس دائم يسمى مغنطيس المجال. وفي بعض المحركات الأكبر حجماً والأكثر تعقيدا تتركب بنية المجال من أكثر من مغنطيس كهربائي تتغذى بالكهرباء عن طريق مصدر خارجي. وتسمى مثل هذه المغناطيس الكهربائية ملفات المجال.

الحافظة : تصبح الحافظة التي عادة ما تكون أسطوانية الشكل مغنطيسا كهربائياً عندما يمر التيار من خلالها. وهي متصلة بعمود إدارة، حتى تتمكن من إدارة الحمل. وتدور الحافظة في محركات التيار المستمر البسيطة الصغيرة بين أقطاب المجال المغنطيسي حتى يصبح قطبها الشمالي مقابلاً للقطب الجنوبي للمغنطيس. ويعكس عندها اتجاه التيار لتغيِّر قطب الحافظة الشمالي ليجعله قطباً جنوبيا ، فيتنافر القطبان الجنوبيان، مما يجعل الحافظة تقوم بنصف دورة. وعندما يصبح قطبا الحافظة مقابليْن للقطبين المختلفين للمجال المغنطيسي مرة أخرى يتغير اتجاه التيار مرة أخرى. وفي كل مرة ينعكس فيها اتجاه التيار، تدور الحافظة نصف دورة. وتتوقف الحافظة عن الدوران عندما لا ينعكس اتجاه التيار. وعندما تدور الحافظة فإنها لا تقطع خطوط القوى المغنطيسية التي تولِّدها بنية المجال. وينتج قطع المجال المغنطيسي جهداً في الاتجاه المعاكس للقوة المحرِّكة. وهذا الجهد الكهربائي يسمى القوة الدافعة الكهربائية المعاكسة التي تقلِّل من سرعة دوران الحافظة، كما أنها تقلل من التيار الذي تحمله. فإذا كان المحرك يدير حملاً بسيطاً فإن الحافظة ستدور

بسرعة عالية وتولِّد قوة دافعة كهربائية معاكسة أكبر. وعندما يزداد الحمل تدور الحافظة أبطأ حيث تقطع عدداً أقل من خطوط القوى المغنطيسية. وعلى ذلك، فإن المحرك الذي يحمل حملاً أكبر يعمل بكفاءة أكثر لأنه يستخدم طاقة أقل لبذل شغل.

المبدل: يستخدم المبدِّل بصفة أساسية في محركات التيار المستمر، حيث يعكس اتجاه التيار في الحافظة ويساعد على نقل التيار بين الحافظة ومصدر القدرة. ويتكون المبدل في محرك التيار المستمر من حلقة مقسمة إلى جزئيين أو أكثر، ومثبتة في عمود الإدارة مقابل الحافظة. وتتصل نهايات ملفات الحافظة بالأجزاء المختلفة. وصل التيار الكهربائي القادم من مصدر القدرة الخارجي بالمبدل عن طريق قطعة صغيرة تسمى الفرشاة. وهناك أيضاً فرشاة أخرى موضوعة في الجانب الآخر للمبدل تعمل على حمل التيار، وإرجاعه إلى مصدر القدرة. وعندما تتصل إحدى الحلقات مع الفرشاة الأولى، تلتقط التيار الكهربائي من الفرشاة وترسله عبر الحافظة، وعندما تقع الأقطاب المغنطيسية التي تتكون على الحافظة بعد الأقطاب المتشابهة لمغنطيس المجال، تدور الحافظة نصف دورة مارة بإحدى الفجوات التي تفصل الحلقات. ثم تتصل الحلقة الثانية من المبدِّل مع الفرشاة الأولى وتصبح حاملة للتيار إلى الحافظة، وبهذا ينعكس اتجاه التيار كما ينعكس موضع الأقطاب في الحافظة. وعندما تتقابل الأقطاب المتشابهة لمغنطيس المجال والحافظة تستمر الحافظة في الدوران. لا تحتوي معظم محركات التيار المتناوب على مبدلات، لأن التيار يعكس نفسه تلقائيا. وفي بعض محركات التيار المتناوب، يسري التيار القادم من المصدر الخارجي إلى الأجزاء المتحركة من المحرك وبالعكس، عبر مجموعة من الفرش تعمل متصلة بحلقات انزلاق بدلا من حلقات منفصلة.

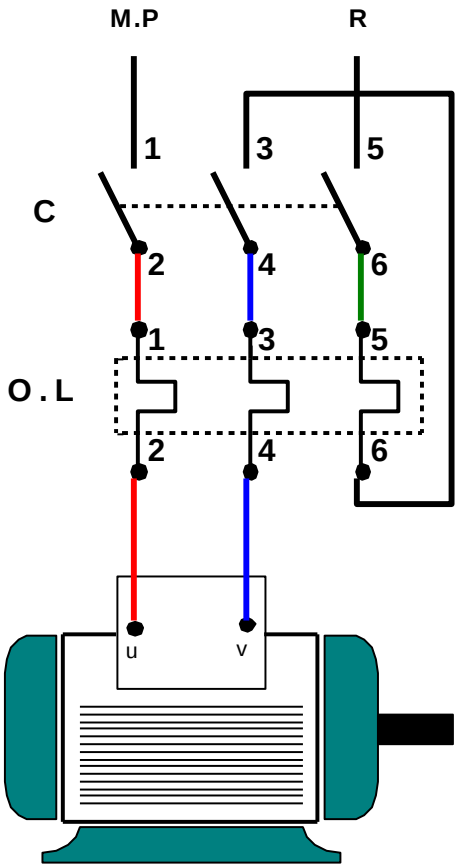


1-8 اهم واشهر دوائر التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثى الطور.

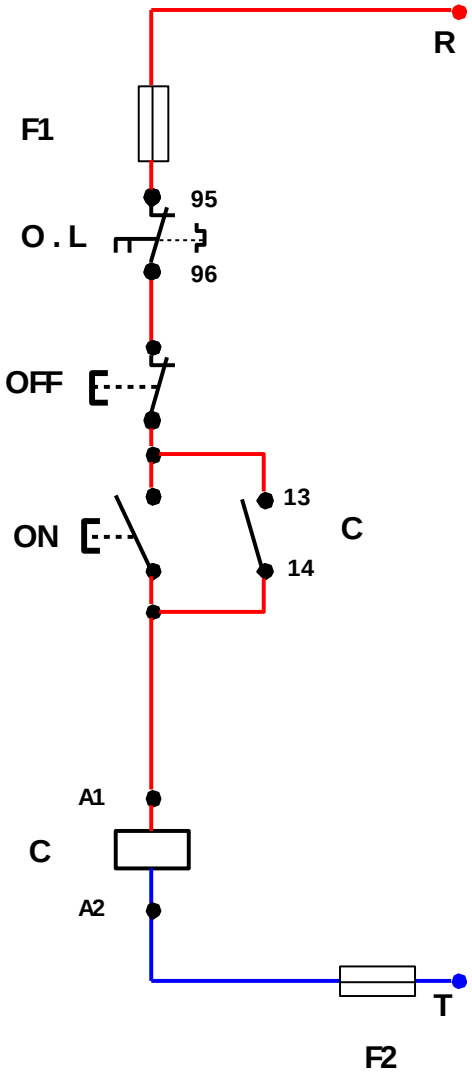
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك وجه واحد سرعة واحدة

يعمل ويقف من مكان واحد

دائرة القوى



دائرة التحكم

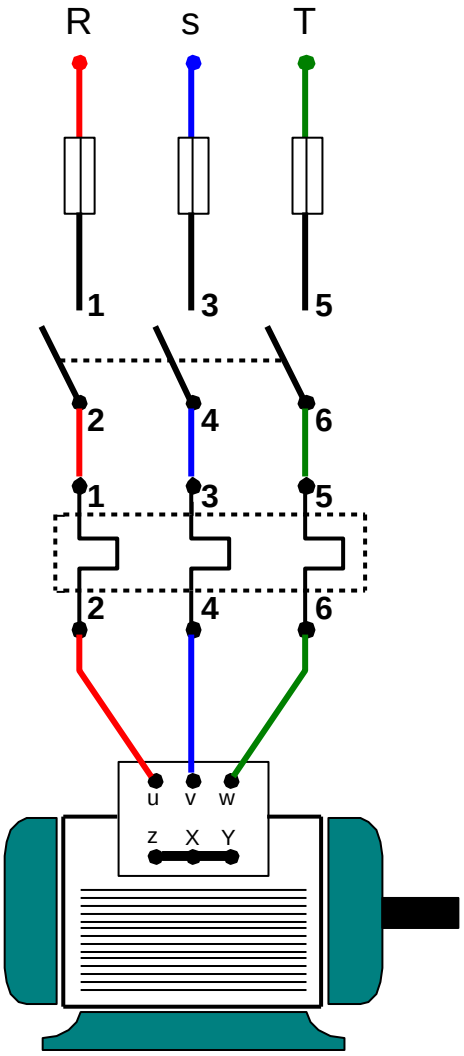


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

يعمل ويقف من مكان واحد

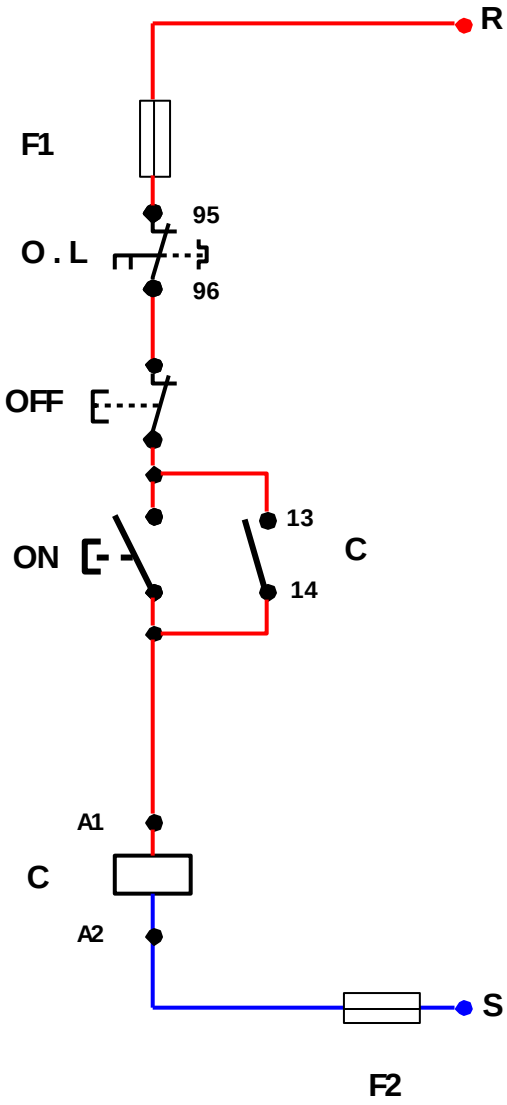
Power circuit

دائرة القوى



Control circuit

دائرة التحكم

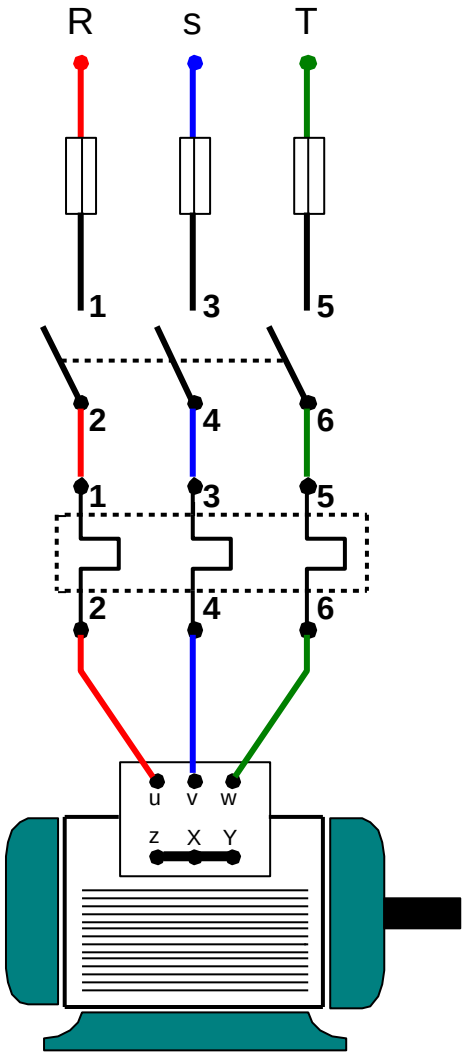


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

يعمل ويقف من مكان واحد مع لمبات الإشارة

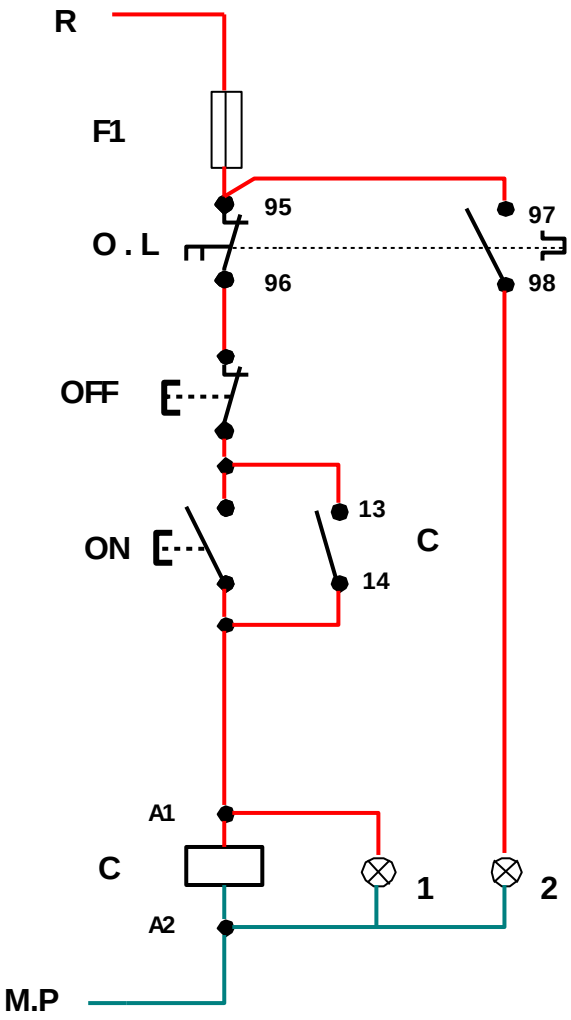
Power circuit

دائرة القوى



Control circuit

دائرة التحكم

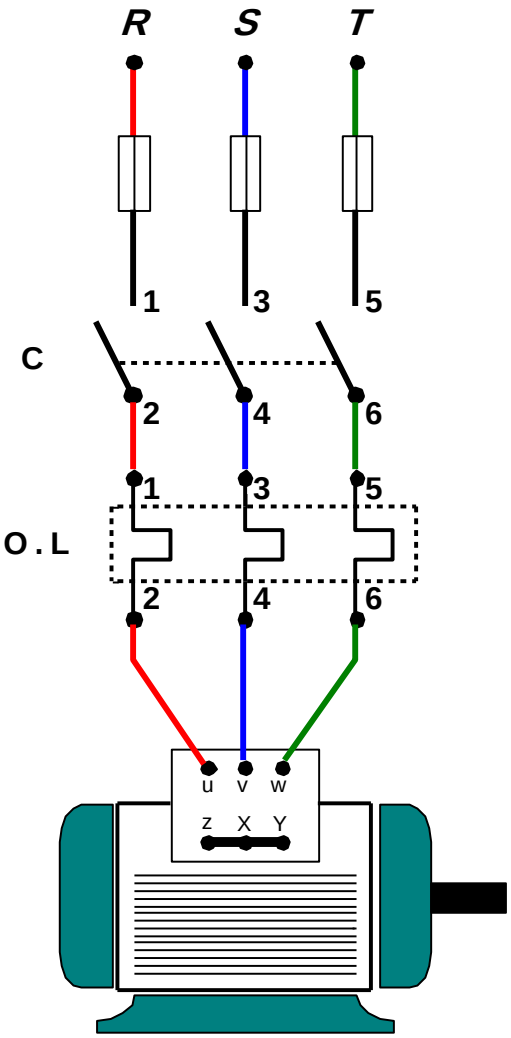


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

يعمل من مكانين مختلفين

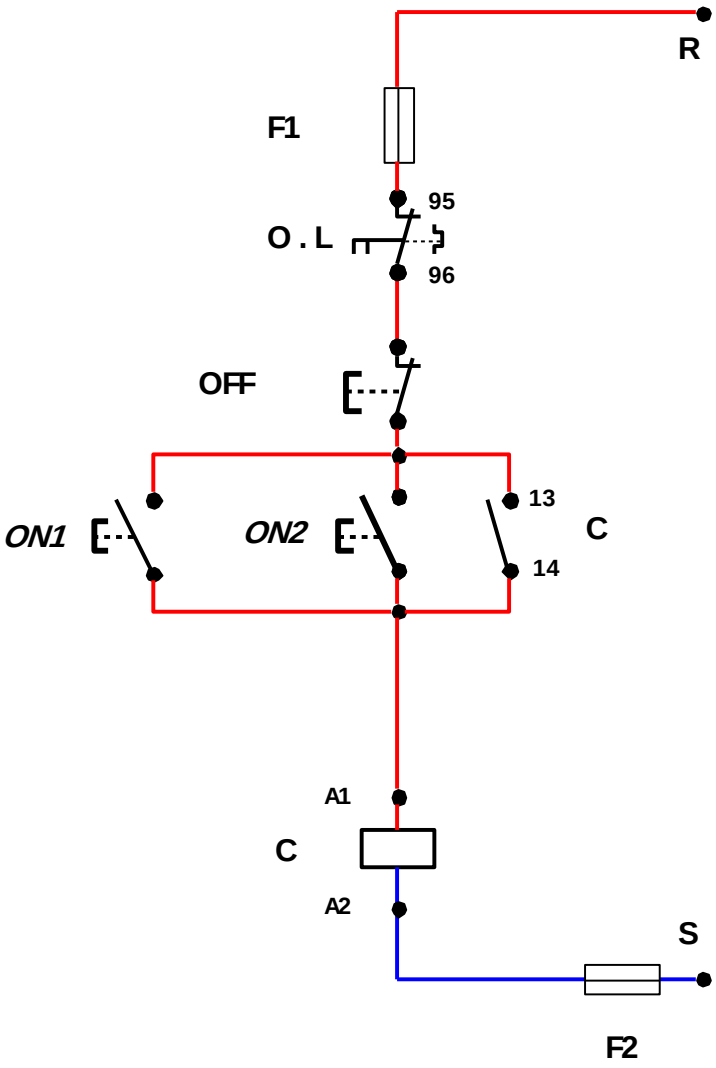
Power circuit

دائرة القوى



Control circuit

دائرة التحكم

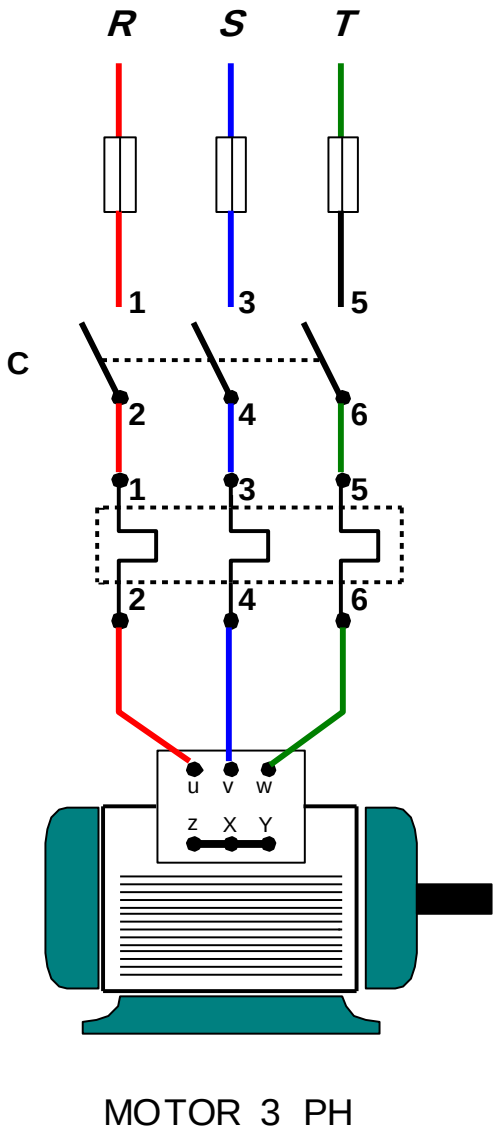


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

يقف من مكانين مختلفين

Power circuit

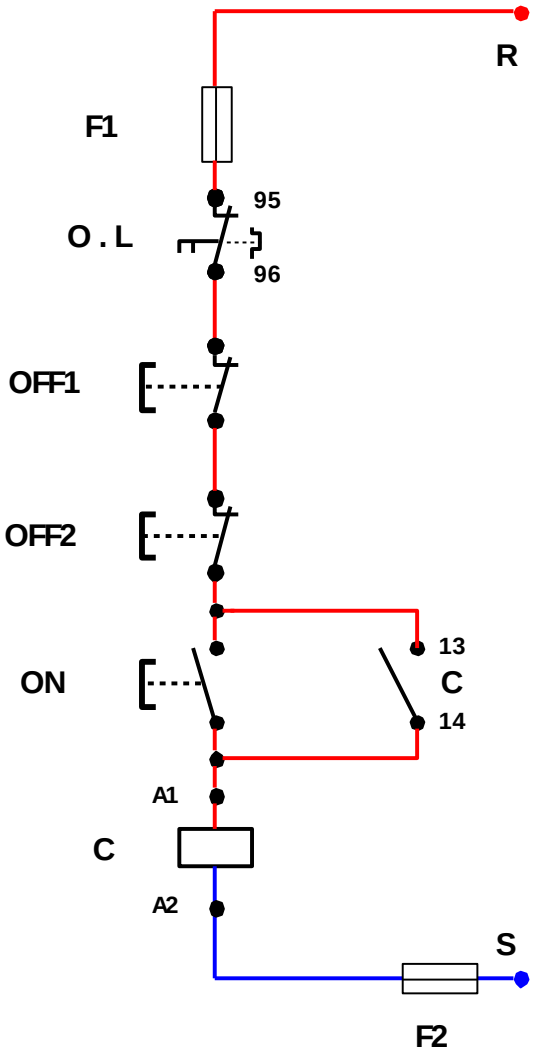
دائرة القوى



MOTOR 3 PH

Control circuit

دائرة التحكم

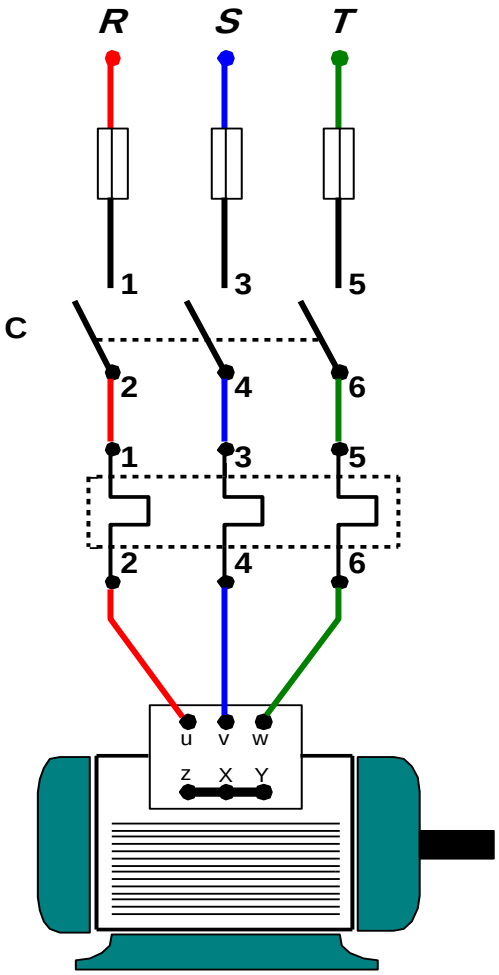


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

يعمل من بضغط اليدين

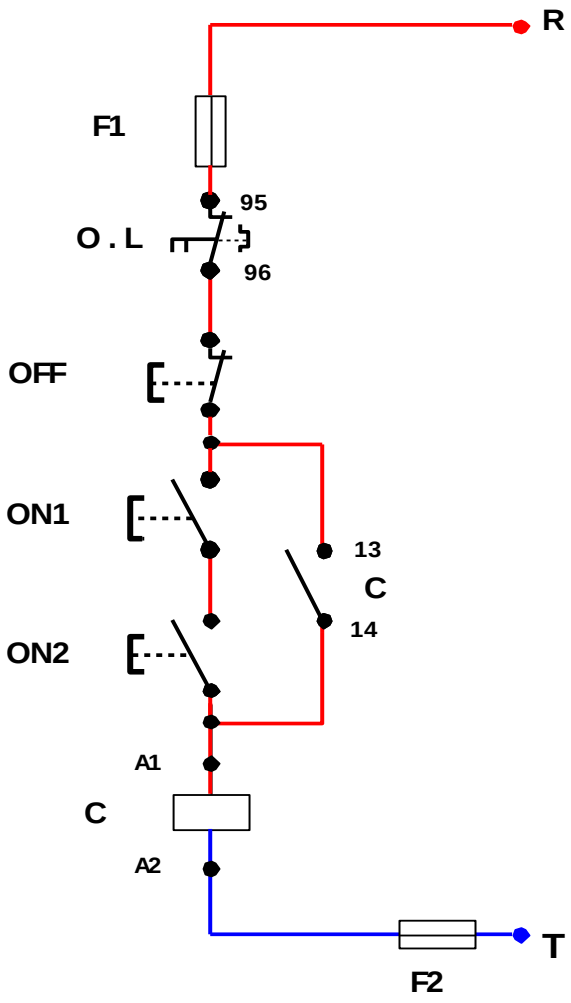
Power circuit

دائرة القوى

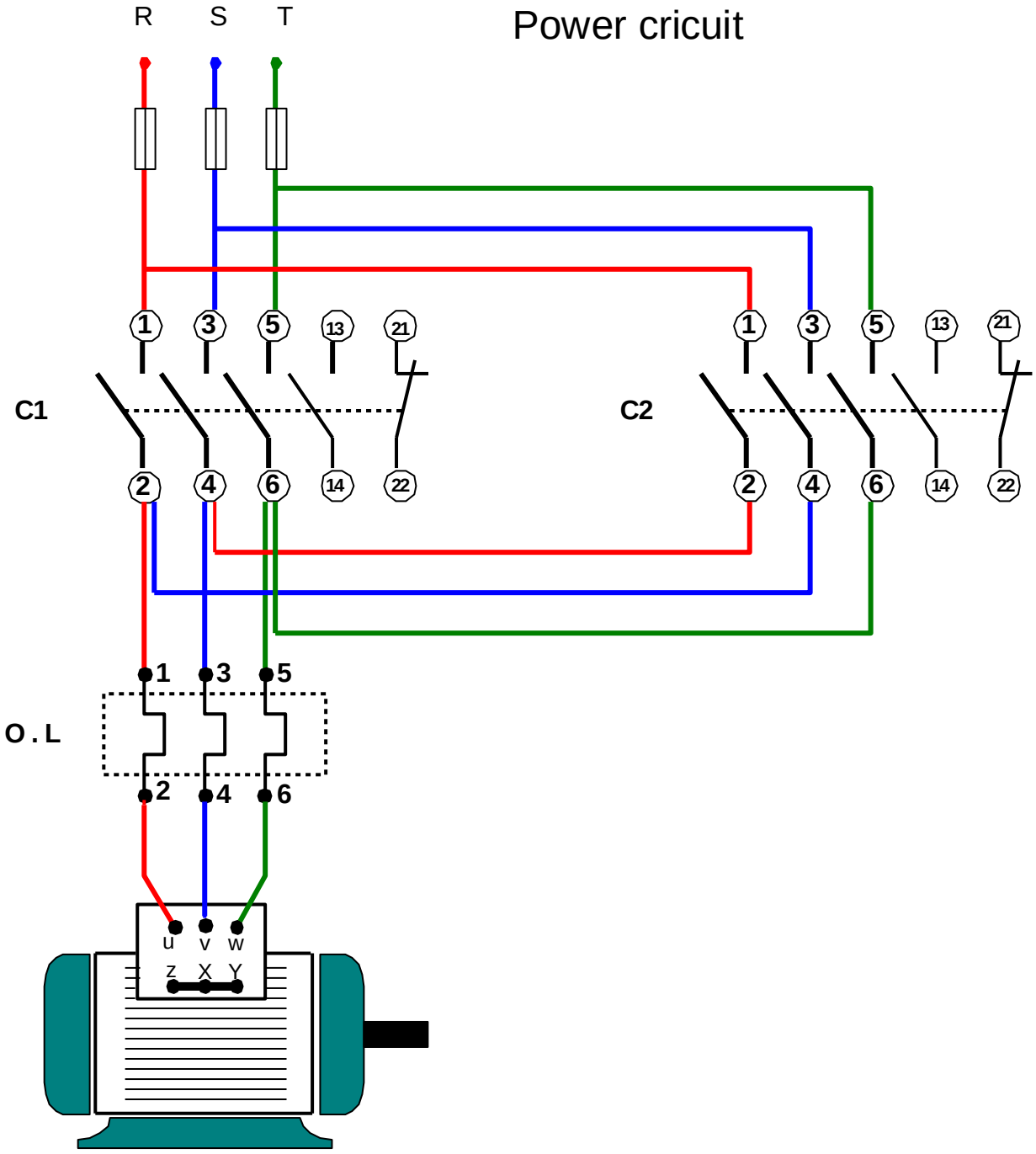


Control circuit

دائرة التحكم

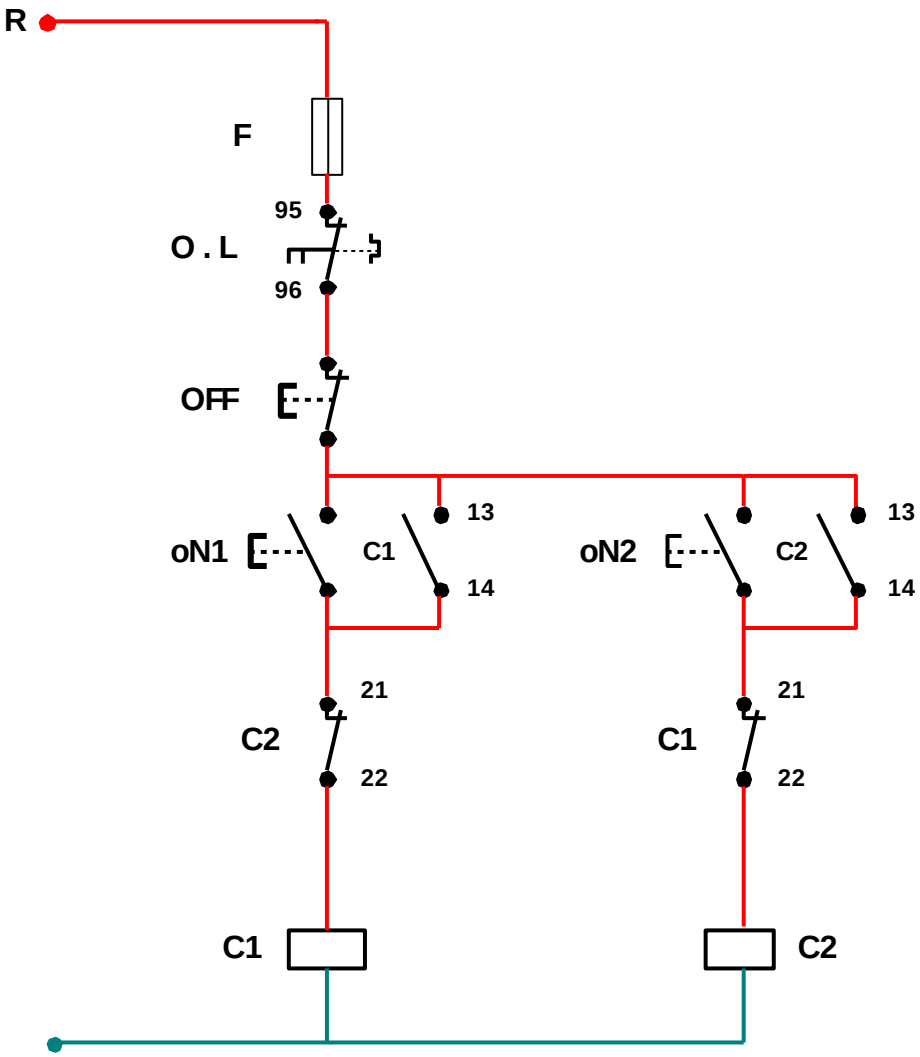


دائرة القوى لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة



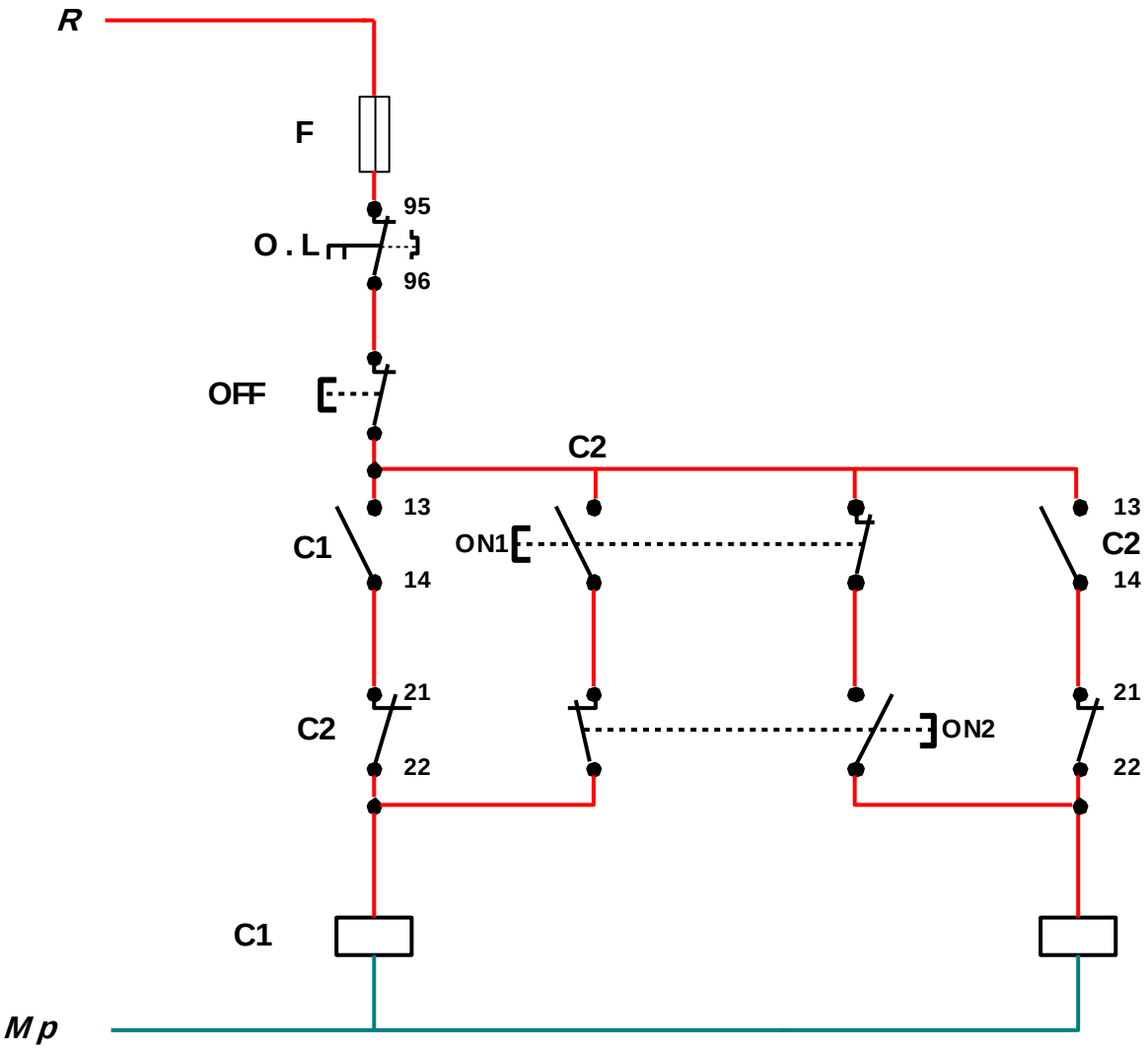
دائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

Control circuit



دائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة

Control circuit



طريقة بدأ المحرك بطريقة " ستار/دلتا" لتجنب شدة تيار البدأ العالية :

يكتب على جسد كل موتور قيمتين للفولت إحداهما أعلى من الأخرى ، وقيمتين للأمبير إحداهما أعلى من الأخرى ايضا ، مثال :

دلتا	ستار
٢٢٠	٣٨٠
٣	١.٧

هذا يعني ، أنه إذا أردت أن تعمل بمصدر ٣٨٠ فولت ، قم بتوصيل المحرك على وضع ستار ، وسوف يسحب المحرك في تلك الحالة أقل قيمة أمبير ممكنه وهي ١.٧ أمبير .

أما إذا أردت أن تعمل على مصدر ٢٢٠ فولت ، قم بتوصيل محركك على وضع دلتا ، ولكن في تلك الحالة سوف يسحب أعلى قيمة أمبير ممكنه وهي ٣ أمبير.

ويكون هذا دائما ، أي أن توصيلة ستار دائما تكون على أعلى قيمة فولت ، وتوصيلة دلتا تكون على أقل قيمة فولت.

وفي كلا الحالتين أو الوضعين " ستار أو دلتا " ، سوف يعمل المحرك بكامل قدرته وسرعته ، ولكن يجب مراعاة التغذية المناسبة لكل وضع.

الآن لنتحدث عن كيفية الاستفادة من توصيلة " ستار / دلتا "

عند بدأ دوران أي محرك من السكون ، يقوم بسحب قيمة تيار عالية في البداية ، ويسمى " تيار بدأ الحركة " ، وكلما زادت قدرة المحرك كلما كانت شدة تيار بدأ الحركة أعلى ، وقد تصل إلى ٥ أضعاف قيمة أعلى أمبير مسجل على الموتور ، وهذا قد يؤدي لاحتراق المحرك ، ولتفادي هذه الخطورة ، نتبع هذه الطريقة التالية ، وهي بدأ دوران المحرك " ستار / دلتا " :

١) نجعل المحرك في وضع ستار ، ونوصله بفولت دلتا ، فيعمل المحرك بنصف قدرته تقريبا ، فيكون تيار بدأ الحركة المسحوب أقل ما يمكن

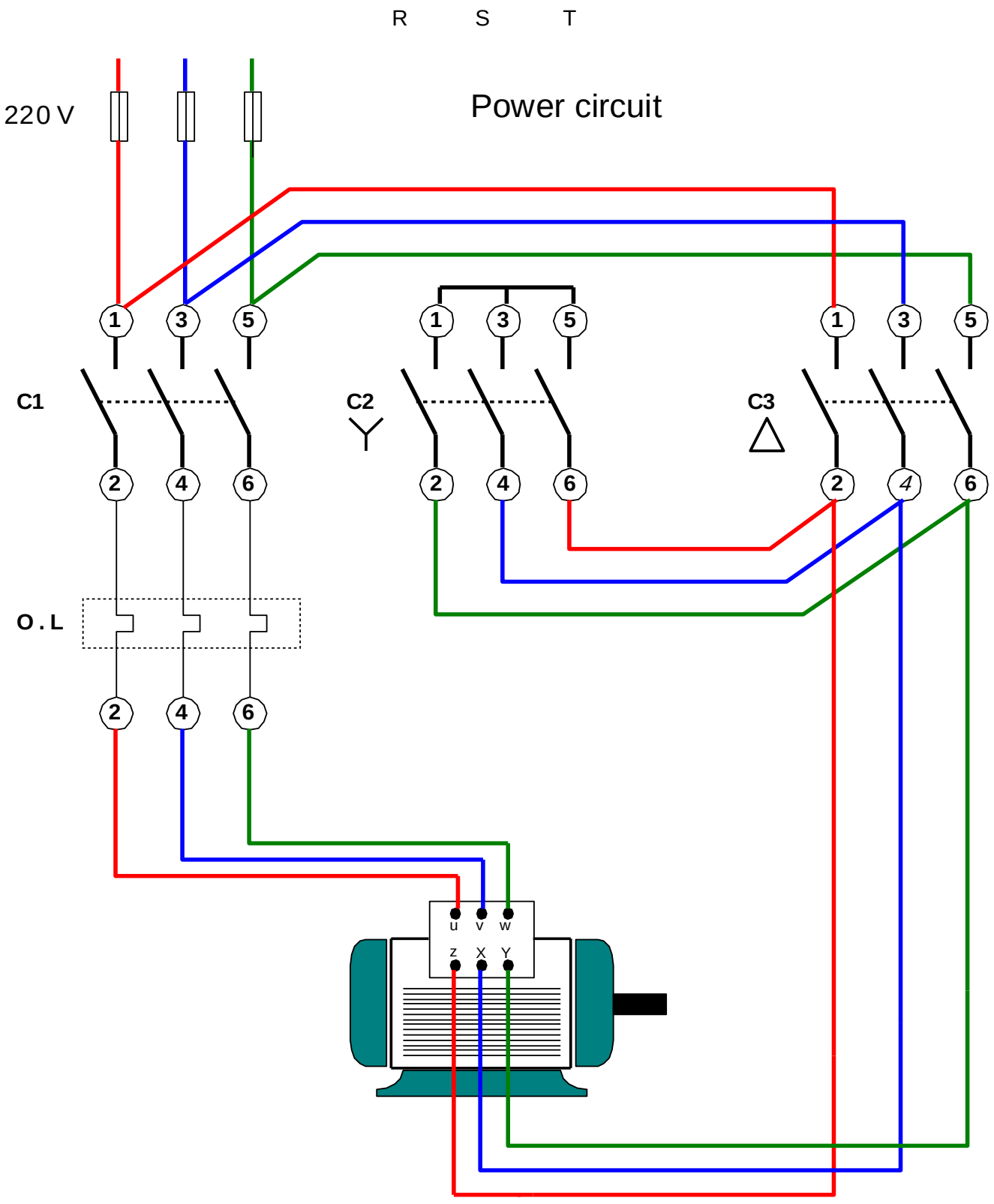
٢) بعد دوران المحرك بسرعته ، نغير وضع المحرك من ستار لدلتا ، حيث أن المصدر يكون بقيمة فولت دلتا

لاحظ أنه لا يجب أن يعمل المحرك على وضع ستار بفولت دلتا لفترة طويلة حتى لا يحترق الموتور ، ولكن لفترة قصيرة كافية " لتأوييم " أو بدأ حركة الموتور، وهي تتراوح من ٥ إلى ٧ ثواني ***، كما يجب ملاحظة أن الأوفرلود يتم ضبطة تبعا لقيمة تيار دلتا .***

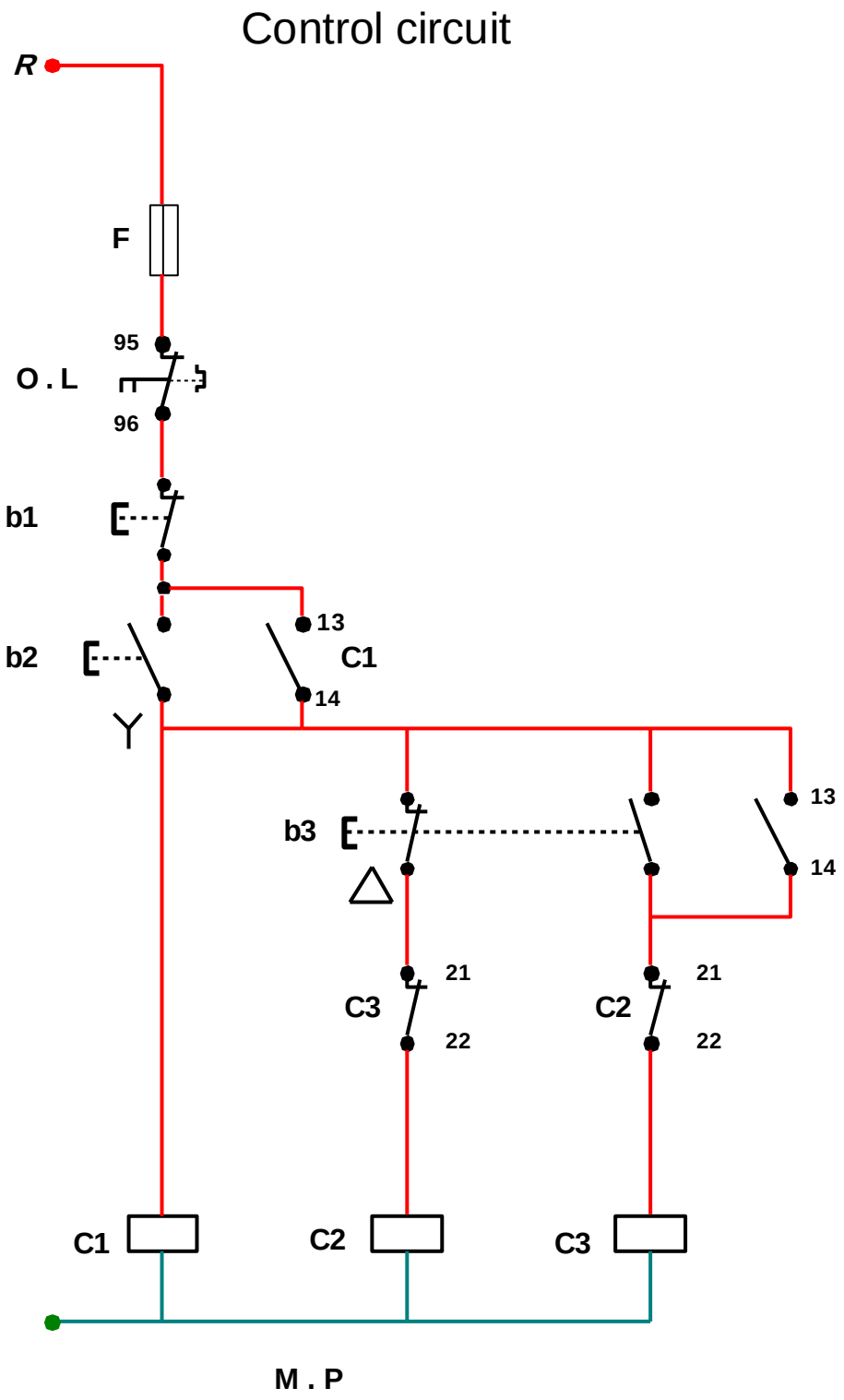
ولكن السؤال هو ، كيف سنقوم بتغيير التوصيلة أثناء عمل الموتور ؟ فلا يمكن أن أوصل الموتور ستار ، وبعد عمله ، أفتح علبة الموتور وأعيد توصيله ، بل لابد أن يتم هذا أوتوماتيكيا .

سنقوم بعمل ذلك بطريقة خاصة ،

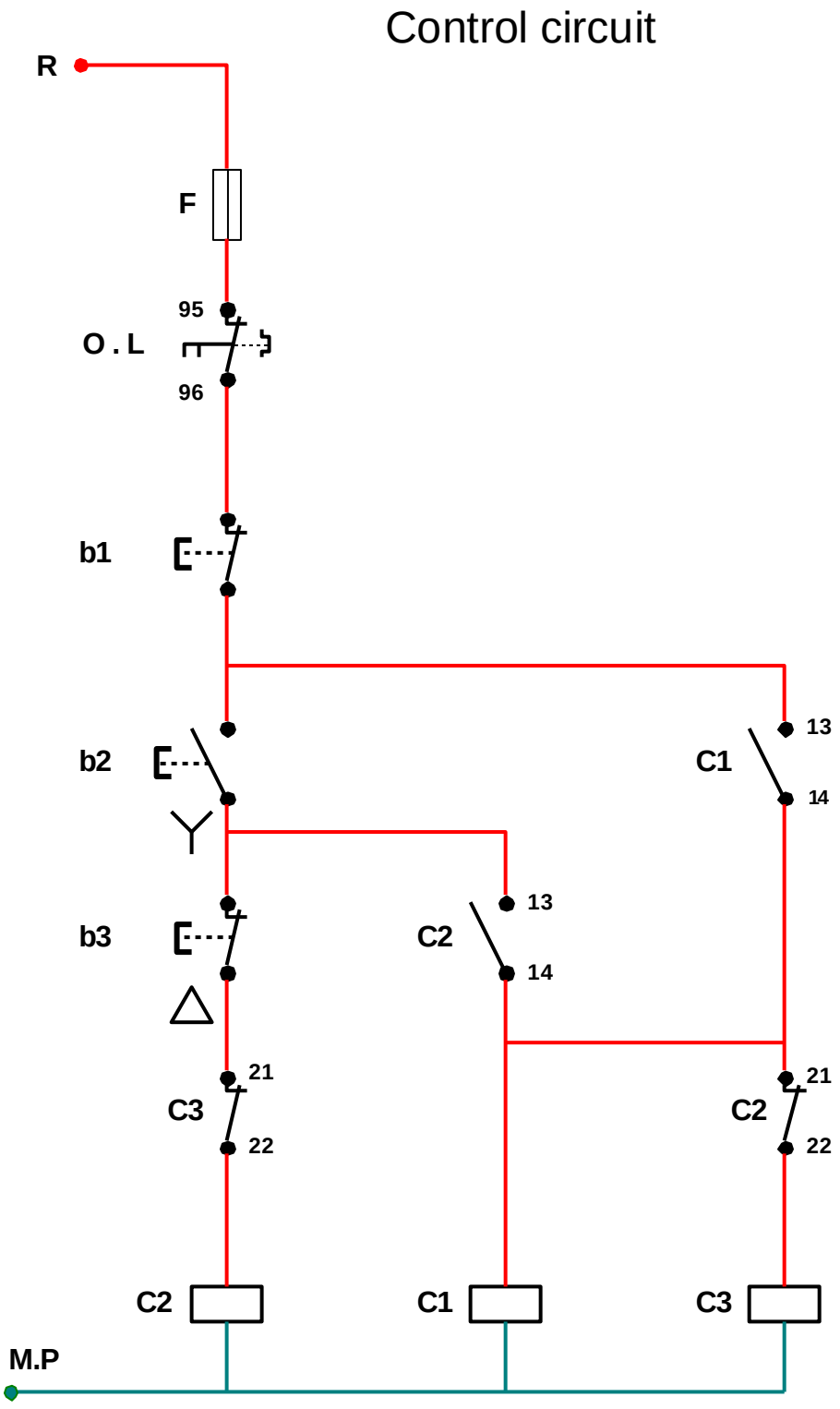
دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا



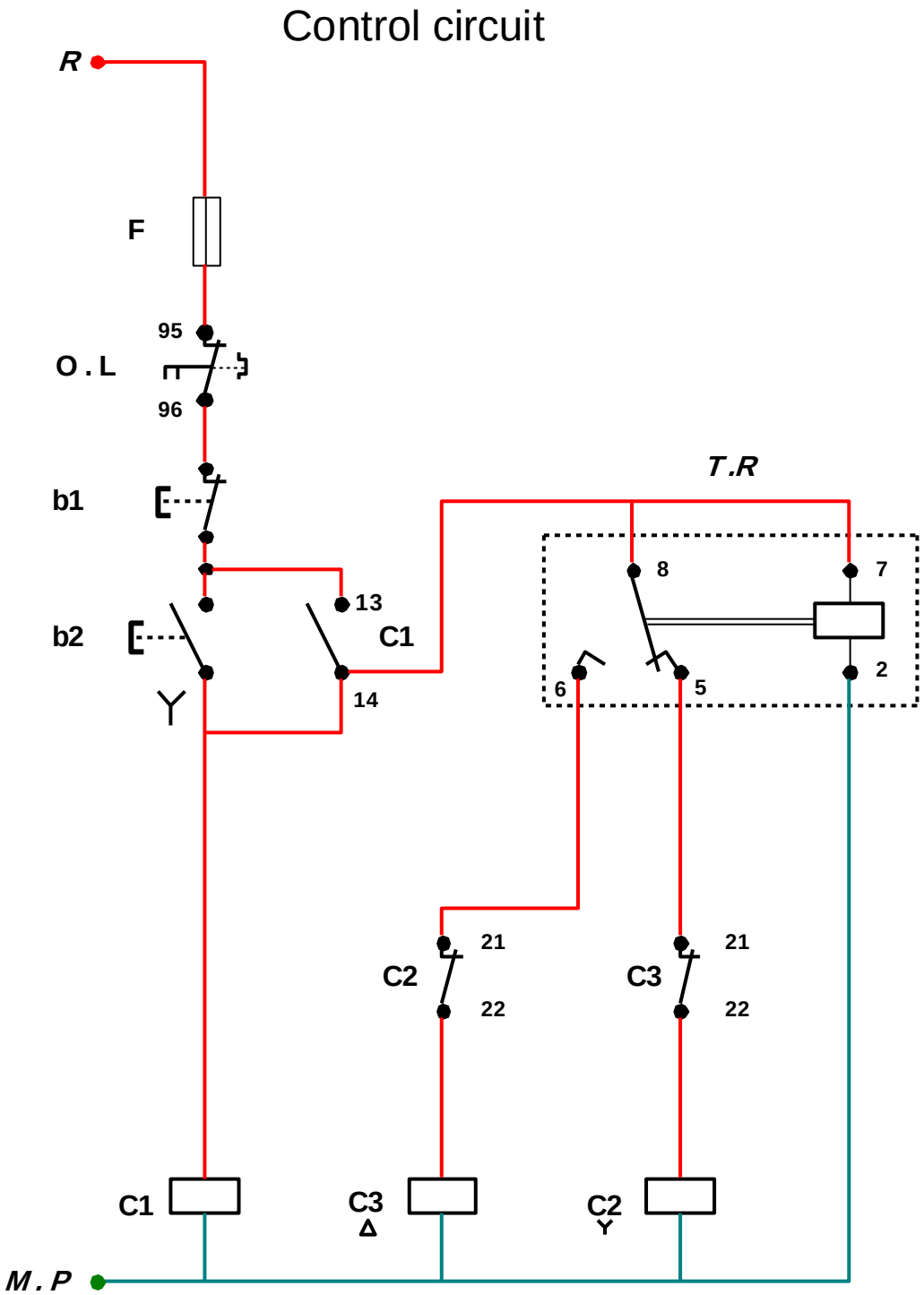
دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا



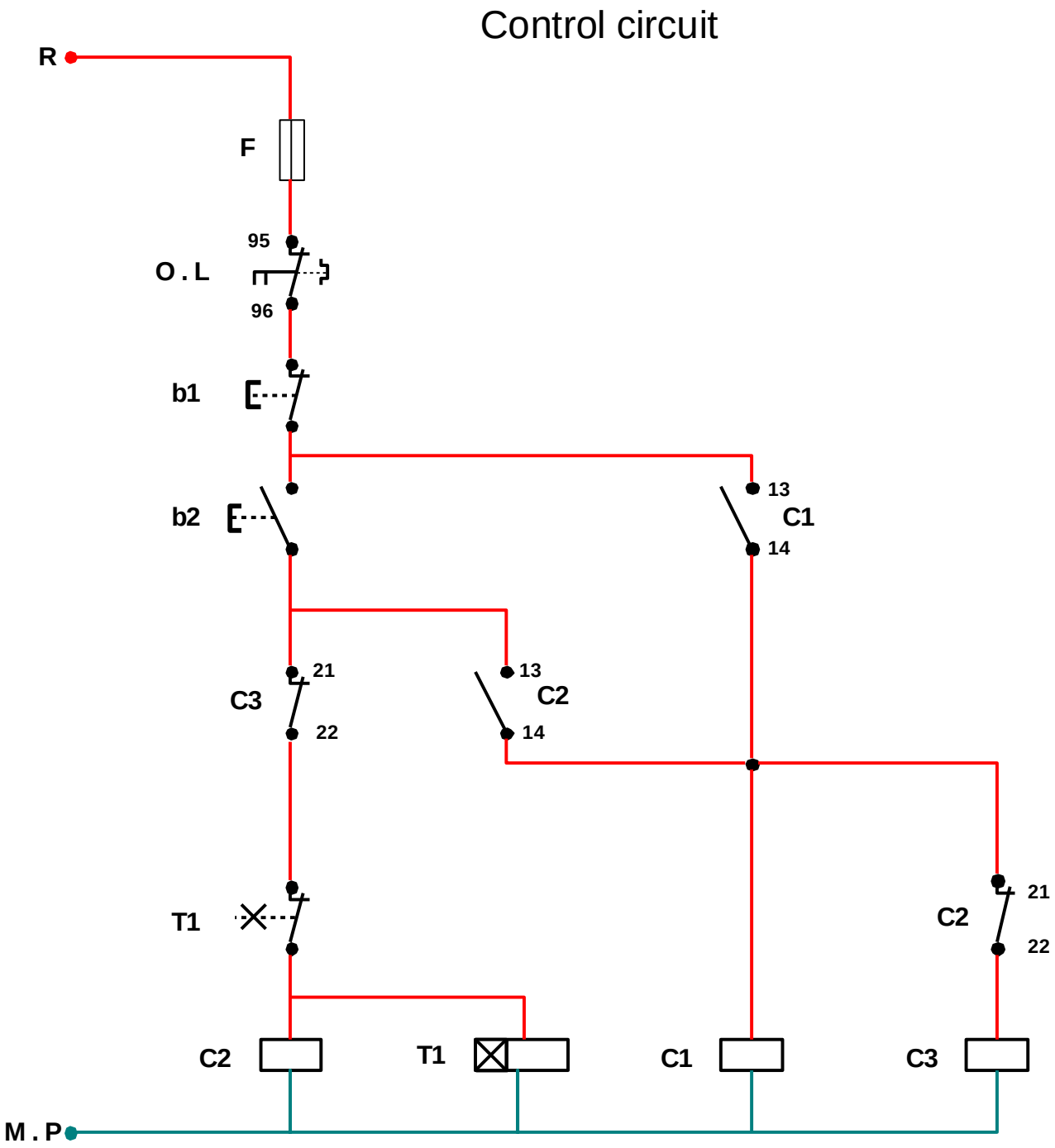
دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا



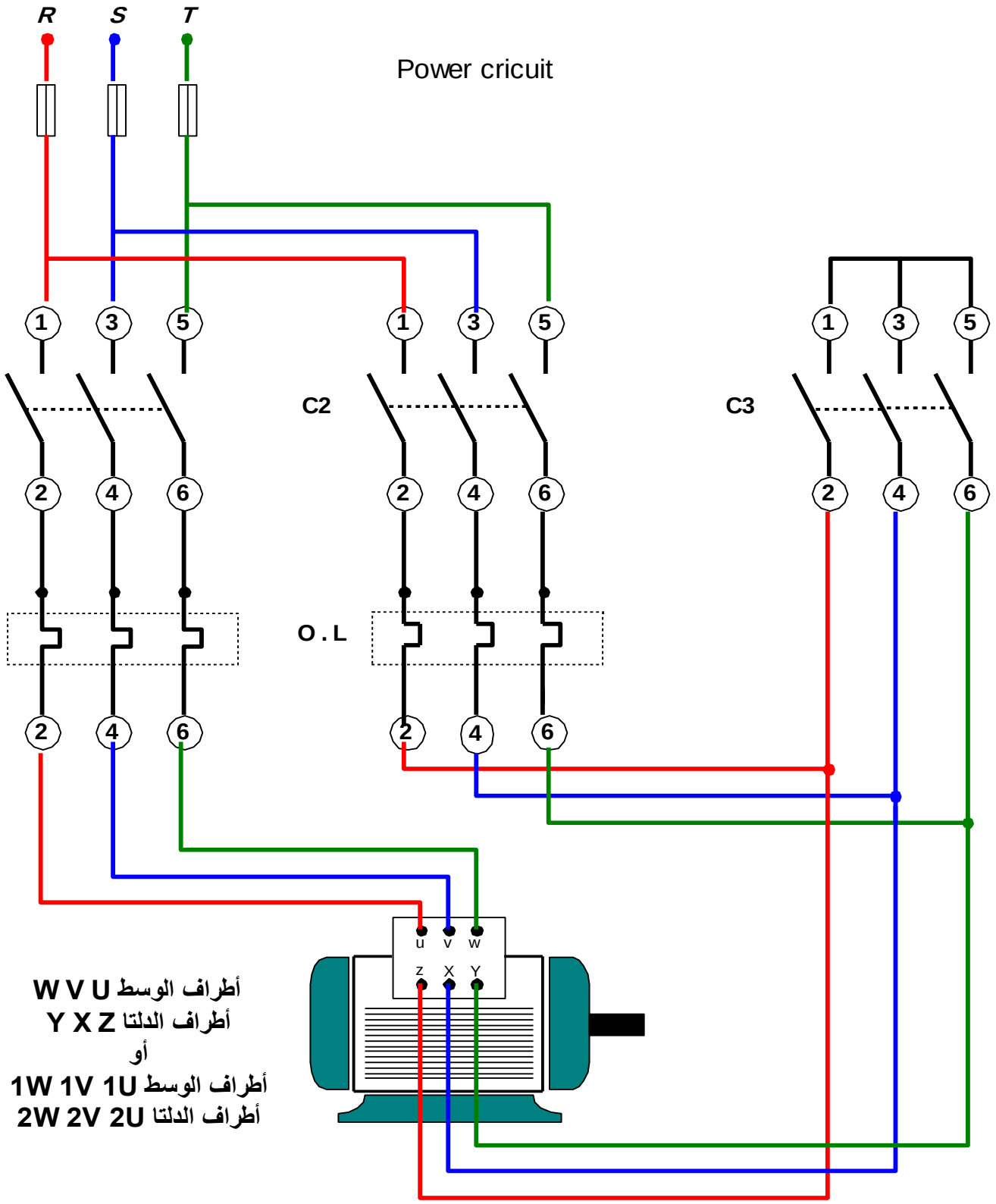
دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا بالتيمر



دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا بالتيمر

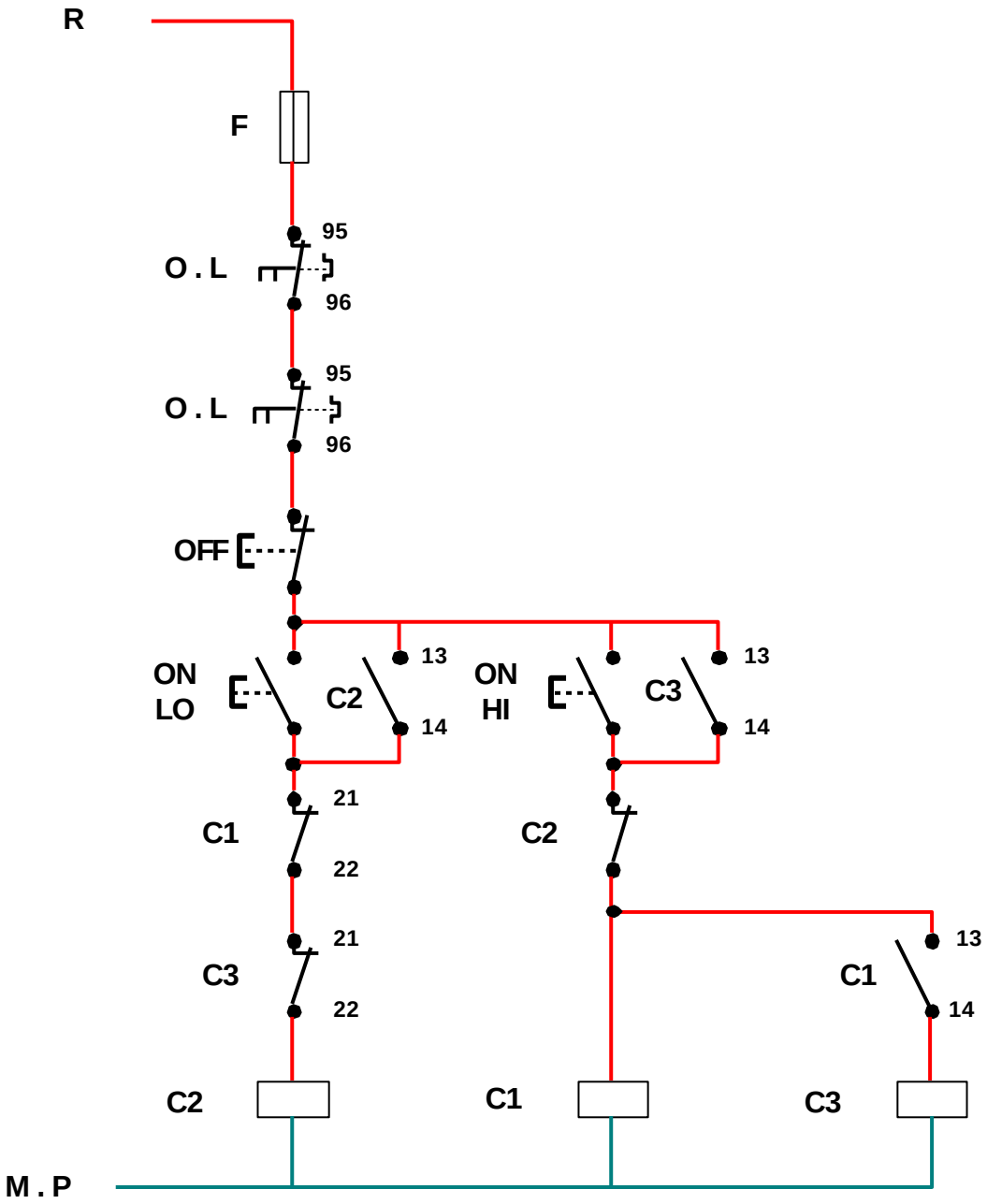


دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين متناصفتين (دلاندر)



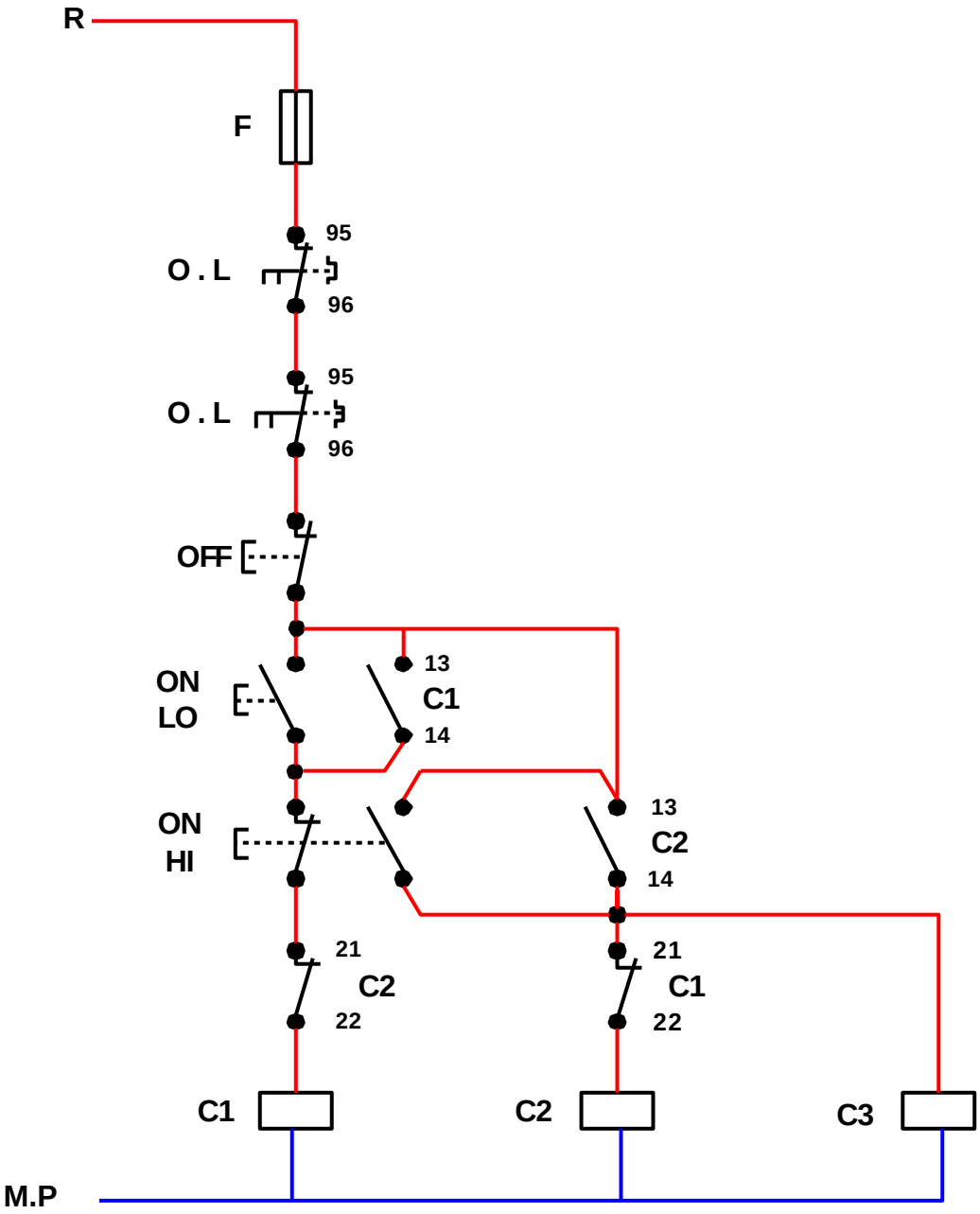
دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين متناصفتين (دلاندر)

Control circuit

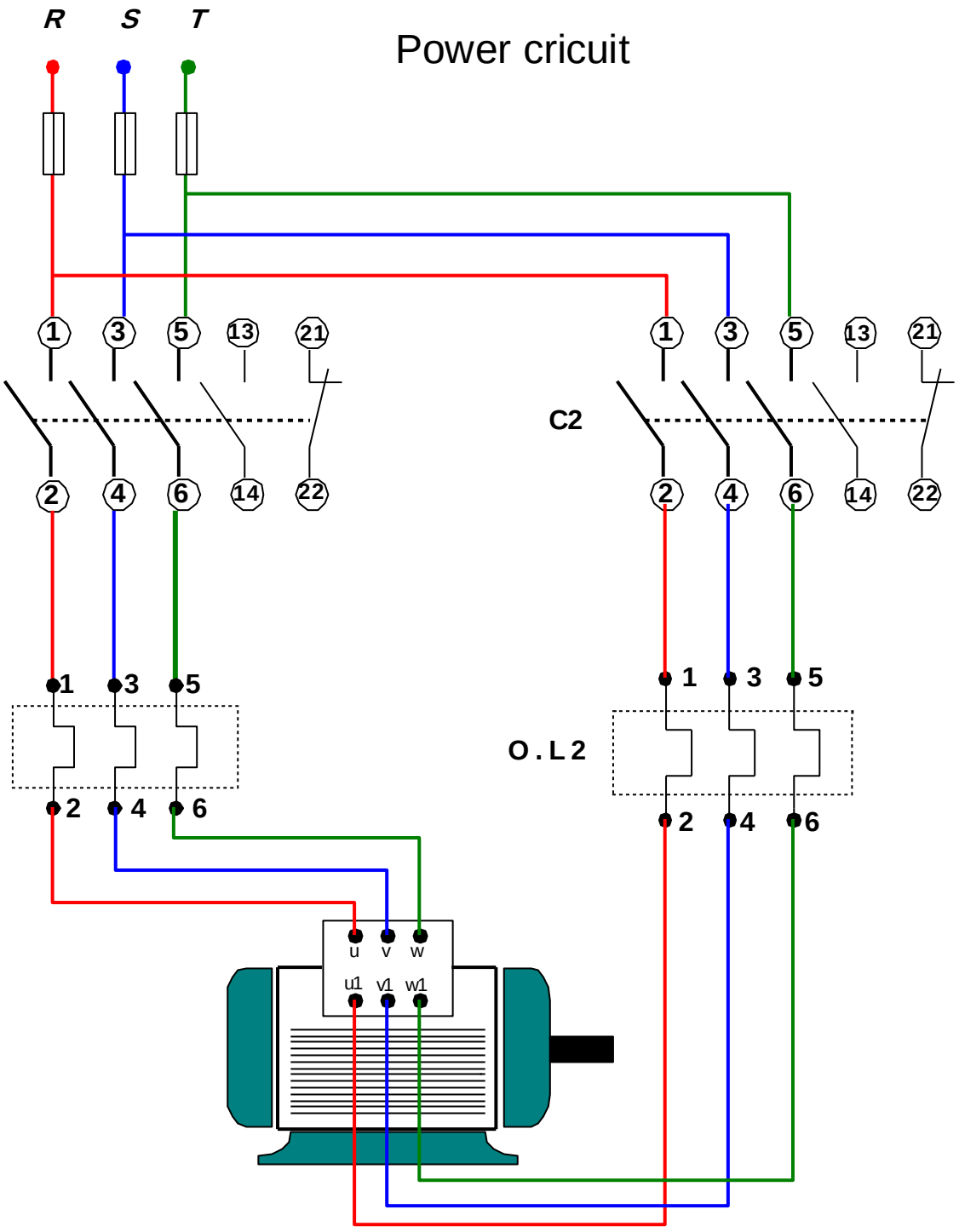


دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين متناصفتين (دلاندر)

Control circuit

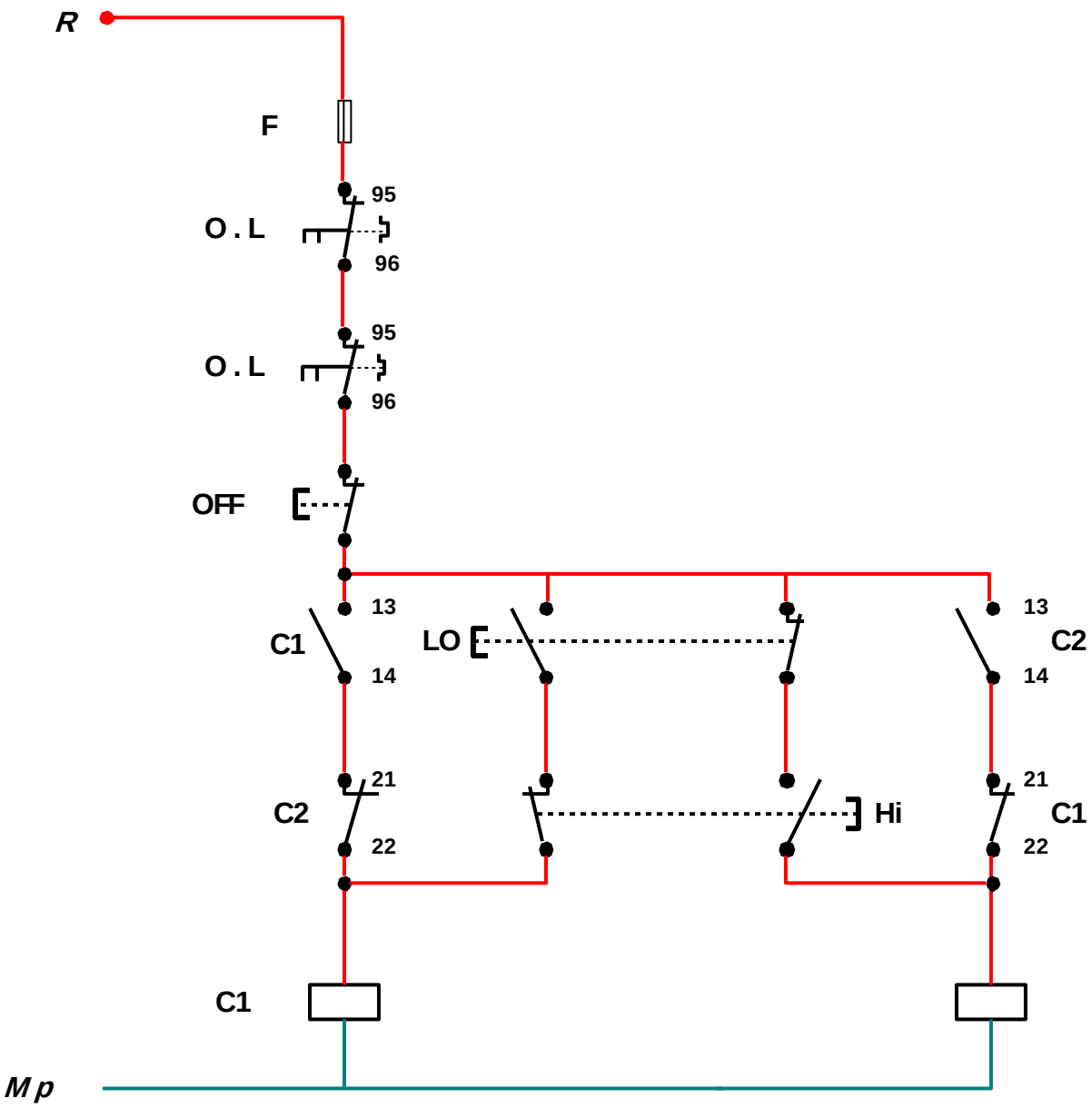


دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين غيرمتناصفتين



دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين غيرمتناصفتين

Control circuit



دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين غيرمتناصفتين