بسم الله الرحمن الرحيم

الجزء الثاني من دوائر التحكم الكهربائي

Eng - Khaled Ali Owesat

E mail - khaled.sahouri@yahoo.com

sahourikhaled@hotmail.com

Tel - 00966592210381 KSA

بالجزء الأول تعرفنا على معظم الأدوات المستخدمة بدوائر التحكم وبهذا الجزء إن شاء الله سوف نتعرف على الشئ الأهم وهو تصميم الدوائر والعمل على بناء فكرة هذه الدوائر بالتفصيل أن شاء الله فلنبدأ .

مواضيع هذا الجزء

1 المعلومات الأساسية للتصميم

2 التعرف على أنواع المخططات المستخدمة بالرسم

3 الدوائر الرئيسية المستخدمة

1 المعلومات الأساسية للتصميم

أن أي دائرة تحكم يجب قبل تصميمها أن تتوفر لدينا معلومات كافية عن الأحمال والأدوات المستخدمة بالدائرة حتى يتم اختيار الأدوات اللازمة لذلك واستخدام أجهزة الحماية والتشغيل للأحمال الموجودة بالدائرة ومن المعلومات الأساسية التي يجب معرفتها هي ما يلي:

أ) معلومات عن المصدر المصدر الرئيسي المغذي للدائرة.

ب) معلومات عن الأحمال الموجودة بالدائرة.

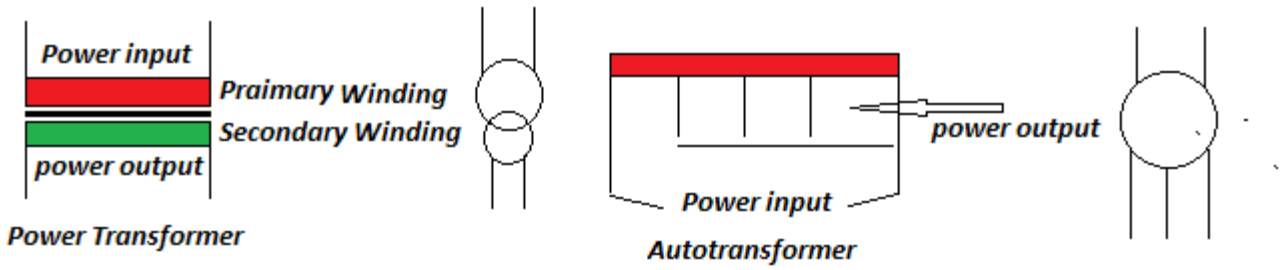
ج) مبدأ عمل الآلة وكيفية تشغيلها.

أ) معلومات عن المصدر الرئيسي المغذي للدائرة

كما نعلم أن أنواع مصادر التيار الكهربائي مصدرين هما مصدر تيار متردد AC ومصدر تيار مستمر DC وهذه المصادر متعددة الجهود فمصدر التيار المتردد له عدة جهود وهي (400 380 220 110 90 48 24 12 فولت) وهذه الجهود تستخدم للتغذية الرئيسية والتحكم كما سنرى فيما بعد.

وإذا كان لدينا جهد عالي ونريد أن نقلل منه لاستخدامه بالتحكم نستخدم لذلك جهاز يطلق عليه المحول الكهربائي Transformer وهذا المحول يستخدم في خفض الجهد ويسمى Step Down Transformer ومنها ما يستخدم لرفع الجهد ويسمى Step Up Transformer ومن أنواع هذه المحولات نوعين رئيسيين هما

المحول العادي ويسمى Power Transformer وهو عبارة عن ملفين ملف ابتدائي Primary Winding والملف الثاني هو الملف الثانوي Secondary Winding والنوع الثاني هو المحول الذاتي Autotransformer وهو عبارة عن ملف واحد ويجزئ منه جهود مختلفة والشكل التالي يبين النوعين من المحولات



وهناك في بعض الدوائر يكون عدة مصادر من التغذية وأبرزها المصدر الرئيسي المغذي وعادة ما يكون ذو جهد عالي مثل 400 أو 380 فولت والجهد الثاني هو جهد التحكم وعادة ما يكون 48 أو 24 أو 110 فولت والجهد الثالث وهو الجهد المنخفض ذو التيار المستمر والذي يستخدم عادة بتشغيل الكابح للمحركات Breaks

وملفات كوابح السرعة Eddy Current Coils وعادة ما يكون بجهد منخفض وسنتعرف عليه في وقت لاحق .

إذن يجب معرفة معلومات عن المصدر الرئيسي المغذي ومصدر التحكم حتى نقوم بجلب الأدوات اللازمة لتعمل على الجهد المطلوب ويفضل أن يكون جهد التحكم جهد منخفض والسبب في ذلك اترك الجواب لك حتى تفكر به جيدا كما ويفضل أن يكون جهد التحكم من النوع التيار المستمر ذو الجهد المنخفض والسبب في ذلك أيضا اترك الجواب لك .

ألان نأتي إلى التيار المستمر وهو التيار الذي يكون ثابت القيمة والاتجاه بالنسبة للزمن ويكون التردد له يساوي صفر وهو عبارة عن خطين فقط ويرمز لهما + و- وكما قلنا يستخدم بتشغيل الكابح والتي تحتاج إلى مجال مغناطيسي عالي .

ويمكن الحصول علية من التيار المتردد عن طريق دوائر تسمى دوائر التوحيد Rectifier Circuits وهي على عدة أنواع وهي

1 دائرة توحيد نصف موجة Half Wave Rectifier

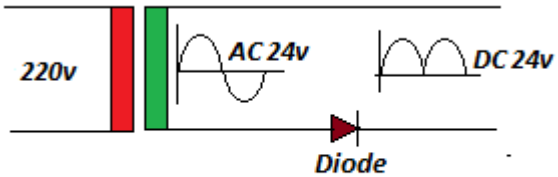
2 دائرة توحيد موجة كاملة Full Wave Rectifier

دائرة توحيد نصف موجة

وفي هذه الحالة نستخدم محول خافض وقطعة الكترونية تسمى ديود Diode كما بالشكل

Created with nitroPDF professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional



Half Wave Rectifire circuit

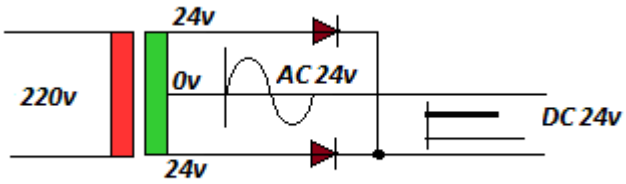
وهذه الدائرة جودتها منخفضة لذلك نستخدم دوائر التوحيد ذو الموجة الكاملة

2 دوائر التوحيد للموجة الكاملة Full Wave Rectifier

وهي على نوعين بالنسبة للوجه الواحد النوع الأول باستخدام 4 ديودات وتشكل هذه الديودات شكل القنطرة Bridge Rectifier وبهذه الحالة نستخدم طرفي المحول أي المخرج كما بالشكل

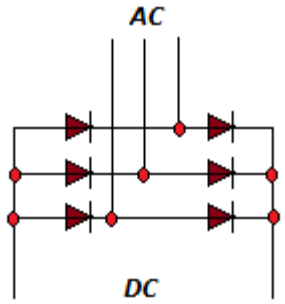
Full Wave Rectifire circuit

وهذه الدائرة ذات كفاءة عالية تصل إلى 99% بوجود دوائر الترشيح مثل المكثف والملف أما الصورة الثانية لدائرة التوحيد للموجة الكاملة وهي باستخدام ديودين اثنان فقط وبهذه الحالة يجب استخدام خط التعادل لمخرج المحول كما بالشكل



Full Wave Rectifire circuit

وهناك التوحيد من الثلاثة اوجه التيار المستمر وذلك باستخدام 6 ديودات كما بالشكل



Full Wave Rectifire circuit

ب) معلومات عن الأحمال الموجودة بالدائرة

أن ن اهم المعلومات عن دوائر التحكم هي معرفة المعلومات عن الأحمال الموجودة بالدائرة مثل المحركات وهذا اهم جزء بالدائرة فيجب معرفة التيار المستهلك من قبل المحرك حتى نعرف مقدار تيار المفاتيح المغناطيسية التي يمكن أن نستخدمها حتى تعمل الدائرة بشكل صحيح ويمكن حساب تيار المحركفي حالة الثلاثة اوجه بالعلاقة التالية

$$P = 1.73 \times V \times I \times Cos@$$

حيث أن

P القدرة الكهربائية للمحرك بالواط

1.73 ثابت جذر الرقم 3

V الجهد الذي يعمل عليه المحرك بالفولت

I التيار الذي يستهلكه المحرك بالامبير

Cos@ معامل القدرة للمحرك ويساوي تقريبا 0.8

كذا المحرك لو واط ويعمل على جهد 380 فولت فان التيار المسحوب هو

$$20x1000 = 1.73 \times 380 \times I \times$$

$$I = 38 \text{ Amp}$$

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

في هذه الحالة نضيف 25% على الامبير الاصلي بالنسبة للقاطع الرئيسي والمفتاح المغناطيسي فيكون تيار القاطع هو 45 امبير حسب المواصفات العالمية والمفتاح المغناطيسي كذلك

ج) مبدأ عمل الآلة وكيفية تشغيلها .

بعد ما ت معرفة بعض المعلومات عن الاجهزة المستخدمة بالدائرة والأدوات ناتي الان الى معرفة بدأ عمل الآلة التي نريد أن نصمم لها الدائرة هل هي بمحرك واحد أو اثنين أو اكثر وما هو عمل كل محرك من هذه المحركات أي ما هي الحركات التي يقوم بها كل محرك فيجب فهم مبدأ عمل الآلة حتى يسهل علينا التصميم

.

2 التعرف على أنواع المخططات المستخدمة بالرسم

بعد التعرف على المعلومات التي سنحتاجها لبداية العمل الان نقوم بالتفكير برسم المخطط للدائرة وقبل الرسم يجب التعرف على أنواع المخططات التي سوف نقوم برسمها وهي على نوعين مهمين هما الرسم العادي والذي يحتوي على دائرتين العملية والنظرية حيث أن الدائرة العملية تحتوي على الأحمال الموجودة بالدائرة ثل المحركات والمحولات واجهزة التشغيل مثل المفاتيح المغناطيسية واجهزة الحماية المستخدمة بالدائرة اما الدائرة النظرية فهي التي تحتوي على رموز الدائرة فقط

اما النوع الثاني من المخططات فهو المخطط السلمي ladder Digram وهو المخطط الذي يرسم بطريقة افقية بخلاف المخطط العادي الذي يرسم بطريقة عامودية كما سنلاحظ من خلال الرسم القادم أن شاء الله

3 الدوائر الرئيسية المستخدمة

تعلمنا بالسابق بعض المعلومات المهمة واللازمة لتنفيذ وتصميم دوائر التحكم والان ناتي الى رسم الدوائر وهذا موضوع مهم جدا يجب الانتباه اليه جيدا وسوف نستعرض الدوائر الرئيسية المهمة ومن ثم الدوائر الفرعية وايضا تركيبي الدوائر مع بعضها البعض

اولا – الدوائر الرئيسة هي

1 تشغيل محرك واحد بواسطة ضواغط التحكم بالتشغيل والايقاف

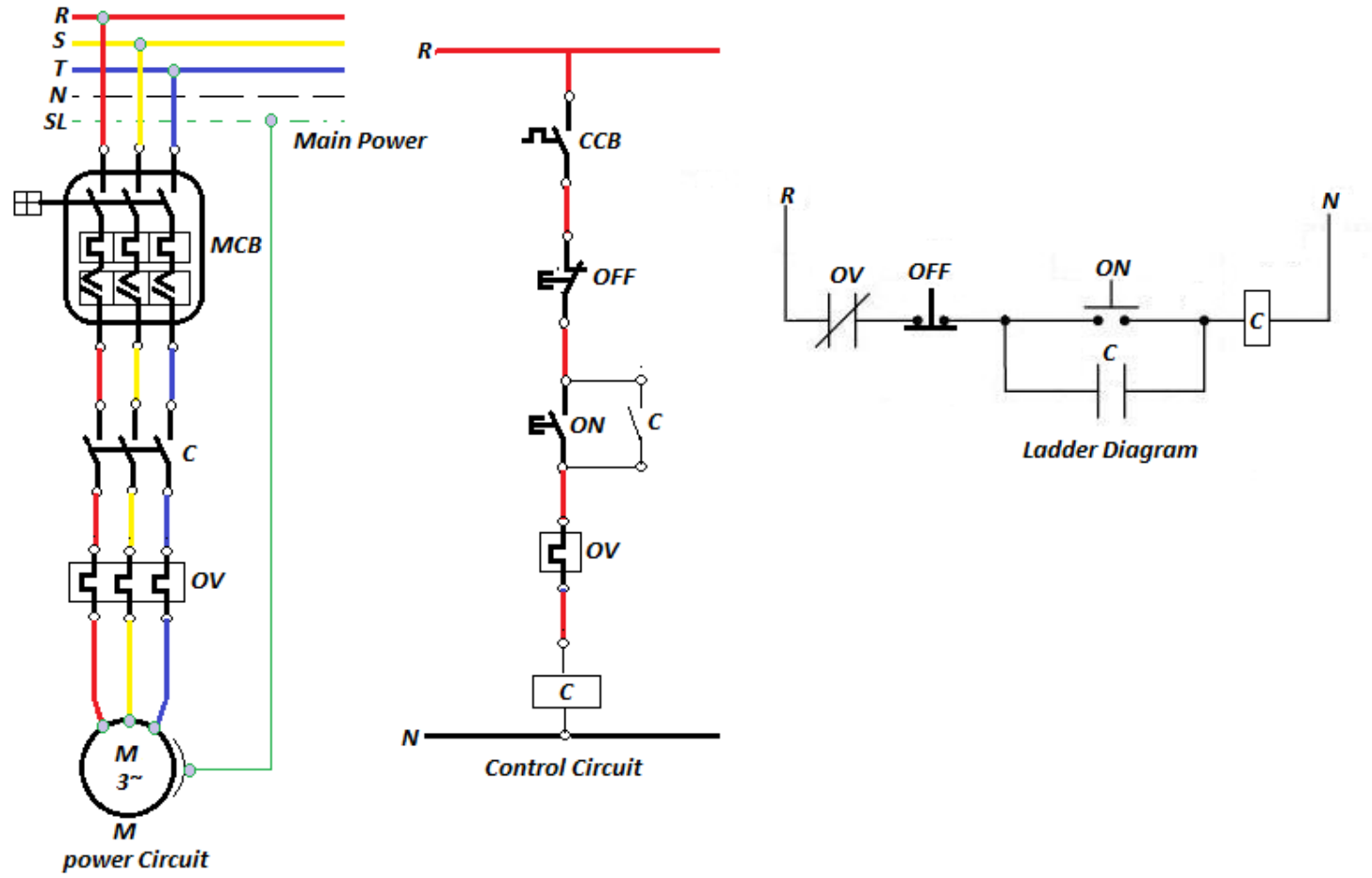
2 عكس اتجاه المحرك

3 تشغيل المحرك ستار دلتا

وسوف نستعرض الدوائر الفرعية للدوائر الرئيسية فلنبدأ الان .

الدائرة الاولى : يراد تشغيل محرك ثلاثة اوجه من مكان واحد بواسطة مفتاح مغناطيسي وضواغط التحكم بالتشغيل والايقاف مع أجهزة الحماية اللازمة لذلك مع العلم أن جهد المصدر الرئيسي هو 380 فولت وجهد التحكم هو 220 فولت .

من المعلومات المهمة جهد المصدر وجهد التحكم لذا اولا نبدأ برسم خطوط التغذية الرئيسية وهي عبارة عن 5 خطوط 3 خطوط رئيسية وخط التعادل وخط الحماية كما بالشكل ومن ثم الأدوات المطلوبة وهي مفتاح مغناطيسي وقاطع حراري مغناطيسي وجهاز الحماية من زيادة الحمل وسوف نرسم بالرسم العامودي والرسم الافقي أي السلمي كما بالشكل

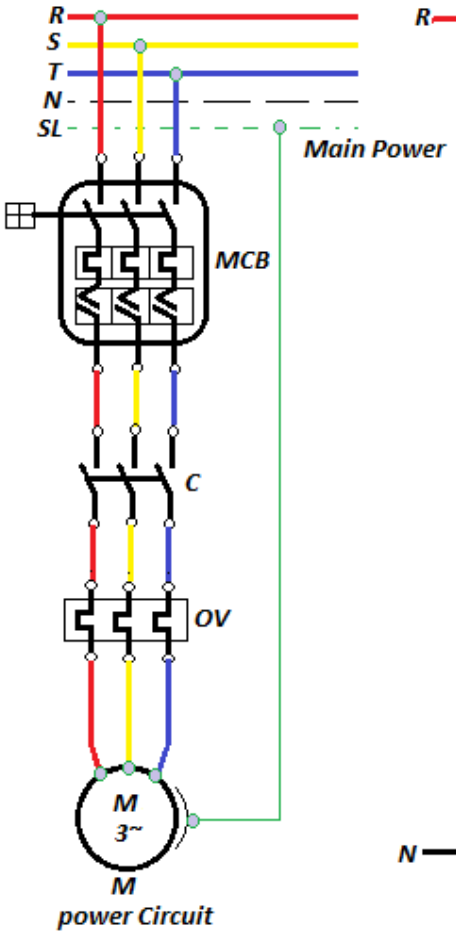


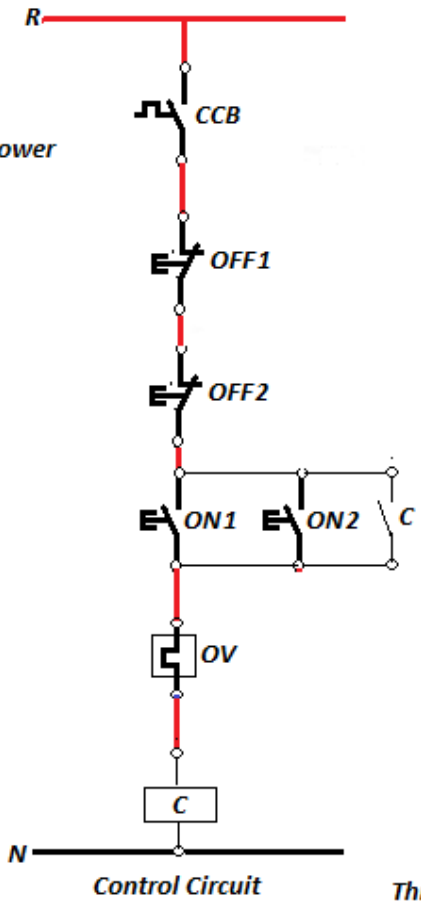
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

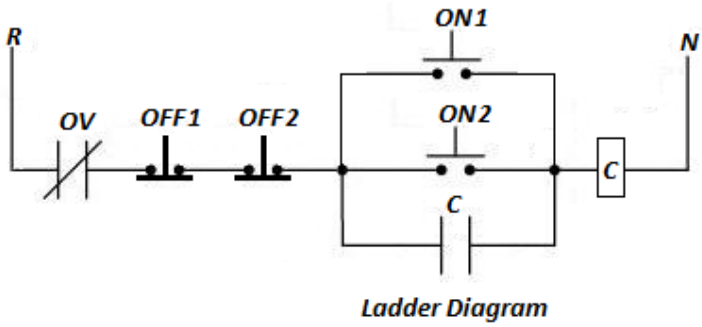
خدم تشغيل واحد وضاغط ايقاف واحد فقط ونلاحظ بهذه الدائرة اننا قمنا بتوصيل نقطة مساعدة من (على التوازي) ضاغط التشغيل وذلك لاستمرار تشغيل المحرك بعد ازالة اليد عن ضاغط التشغيل .

مكانين بواسطة ضواغط التحكم بالتشغيل والايقاف مع أجهزة الحماية اللازمة .

بهذة الحالة كون المحرك سيعمل من مكانين يجب أن نضع ضاغطين تشغيل وضاغطين ايقاف كما بالرسم







Three Phase Operate From 2 ways

هذه الدائرة لتشغيل محرك واحد من مكانين وعندما نريد من ثلاثة اماكن نستخدم ثلاثة ضواغط ايقاف على التوالي وثلاثة ضواغط على التوازي وهكذا
وعندما نريد تشغيل محرك من مكانين وايقافه من مكان واحد نستخدم ضاغط ايقاف واحد وضواغط تشغيل عدد اثنين وهكذا
ونلاحظ من خلال الدوائر السابقة أن المحرك عندما نريد أن يتم ايقافه فان المحرك بعد ايقافه يدور بعدها لفترة معينه نتيجة لرد فعل السرعة العالية التي كان يدورها
ولكن بالاصل أن يقف المحرك مباشرة بعد الضغط على ضاغط الايقاف وهناك عدة طرق لايقافه وهي باستخدام كوابح وهذه الكابح مغناطيسية أي تعتمد مبدأ عملها على
المجال المغناطيسي ومن طرق إيقاف المحرك بعد الضغط على ضاغط الايقاف هناك عدة طرق منها

1 عن طريق كابح يكون مثبت خلف المحرك Break وهذا ألبريك يعمل على المجال المغناطيسي بجهد منخفض .

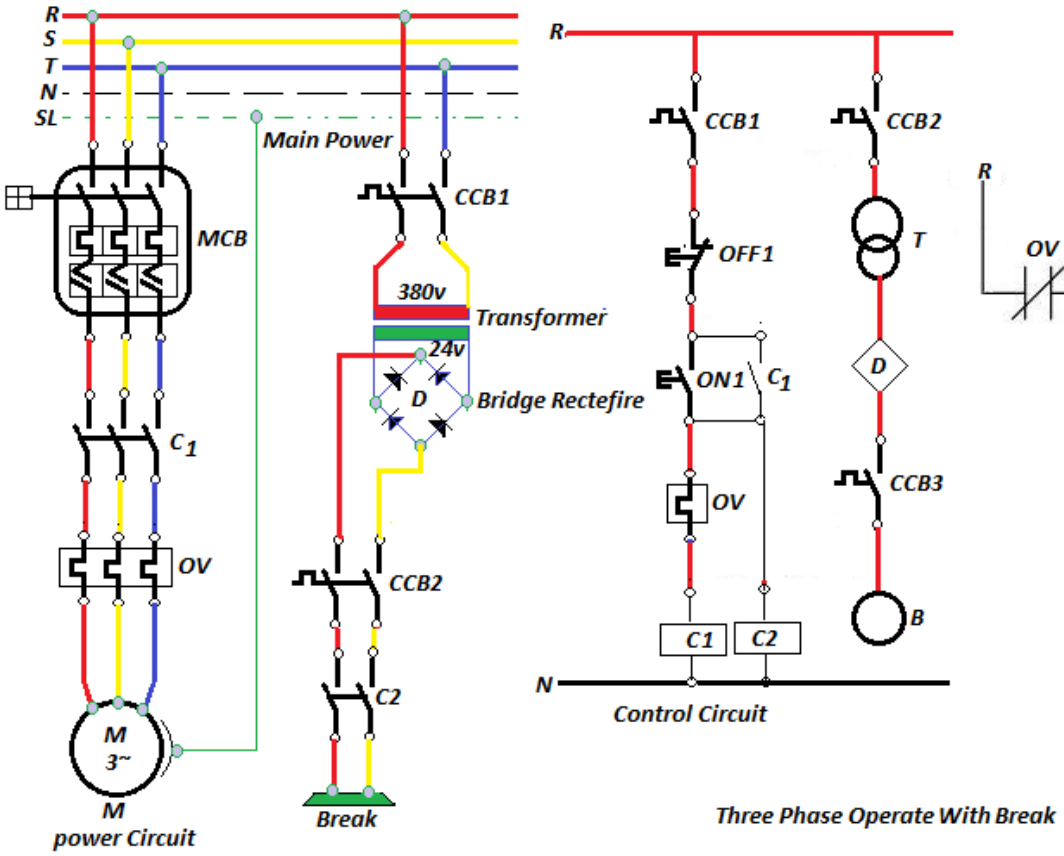
2 عن طريق ايصال تيار كهربائي تيار مستمر لملفات العضو الساكن بعد فصل التيار المتردد عنة وذلك لفترة ثواني فقط خوفا من اتلاف الملفات .

3 عن طريق عكس اتجاة الدوران بزمن بسيط جدا وسوف نستعرض الطرق الثلاثة السابقة .

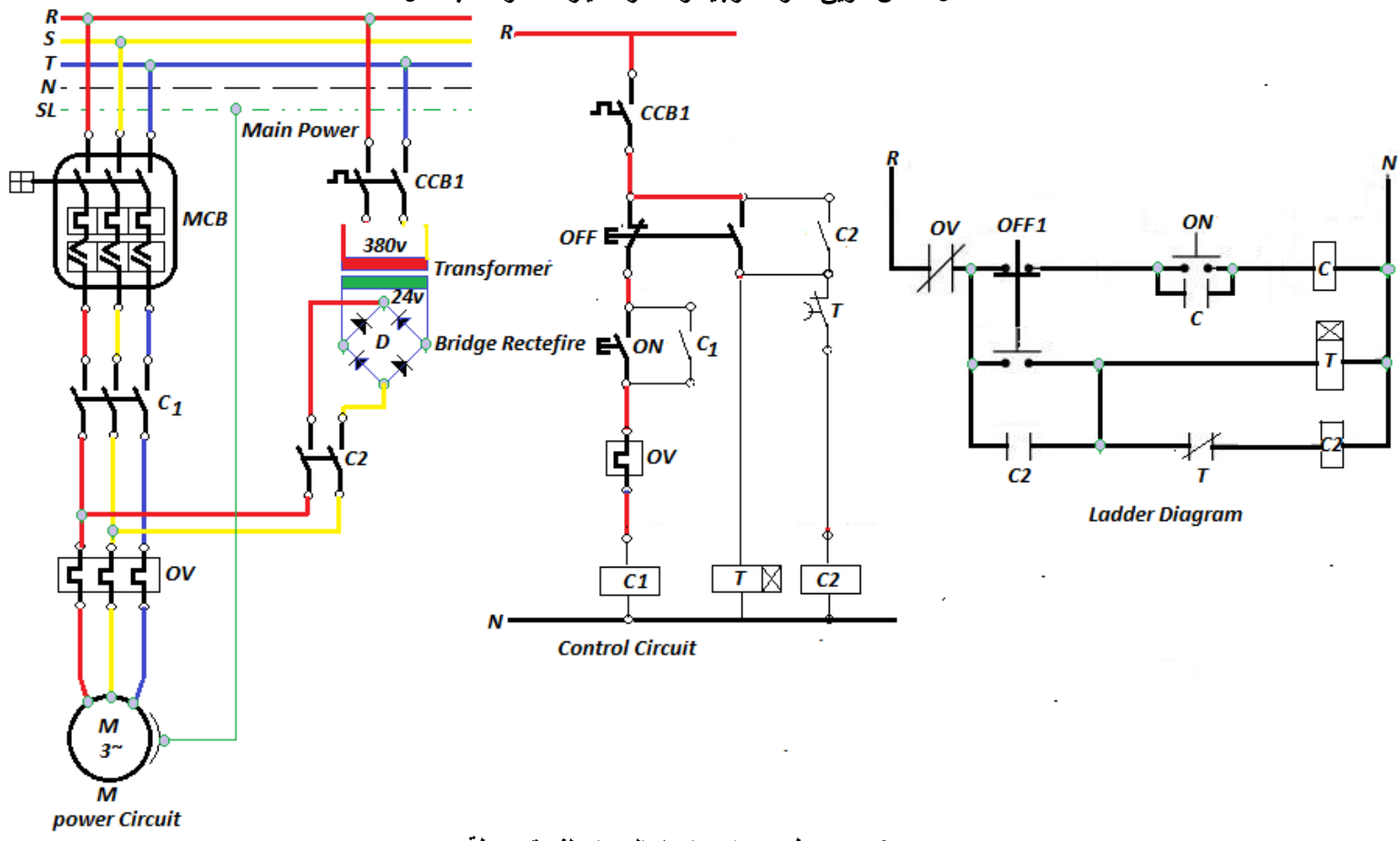
1 عن طريق ألبريك وهذا ألبريك يعمل على تيار مستمر 24 فولت اذن سوف نحتاج الى الأدوات التالية

محول كهربائي 220 – 24 فولت
دائرة توحيد موجة كاملة
مفتاحين مغناطيسيين احداهما للمحرك والاخر للبريك
أجهزة حماية
انظر الدائرة

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

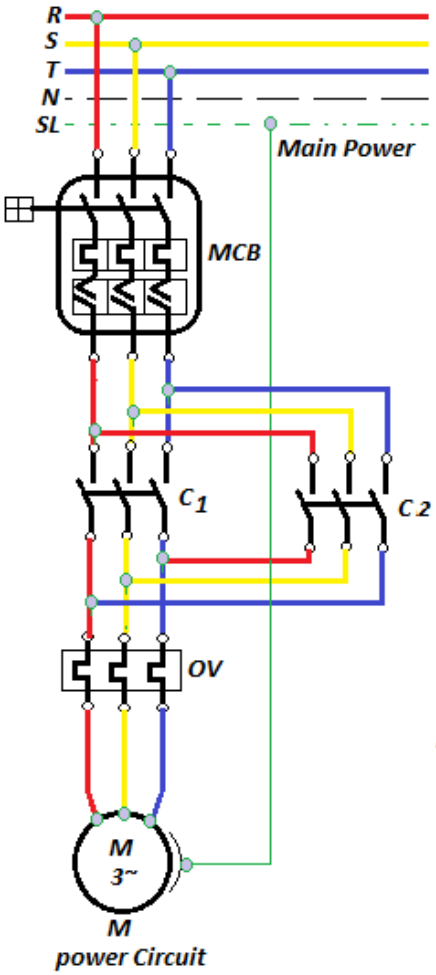


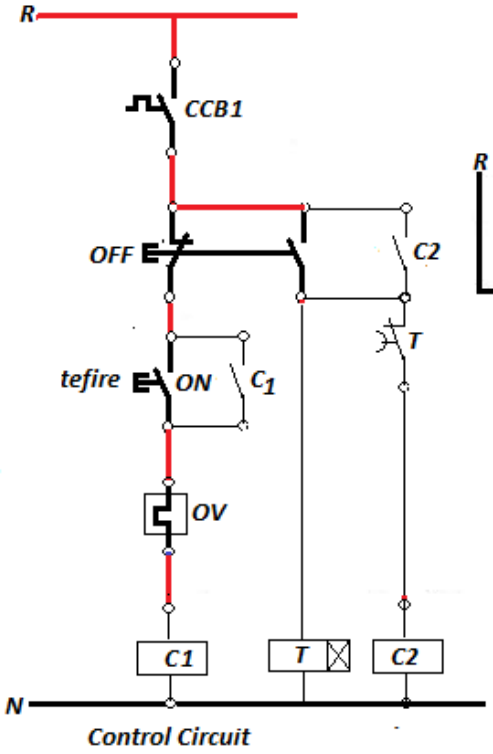
3 عن طريق دائرة خارجية ومصدرها تيار مستمر كما بالشكل

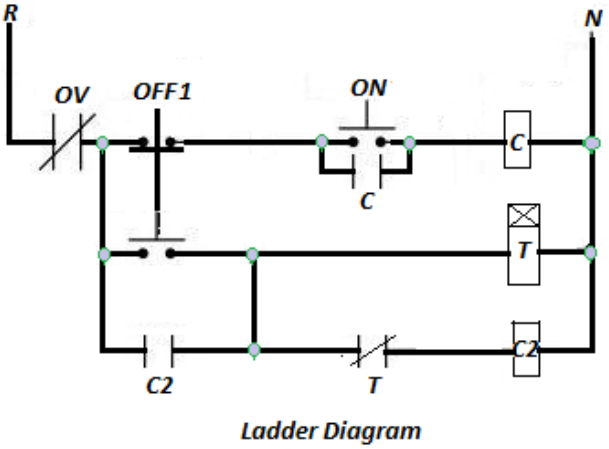


4 عن طريق عكس اتجاه الدوران لفترة بسيطة
انظر الدائرة

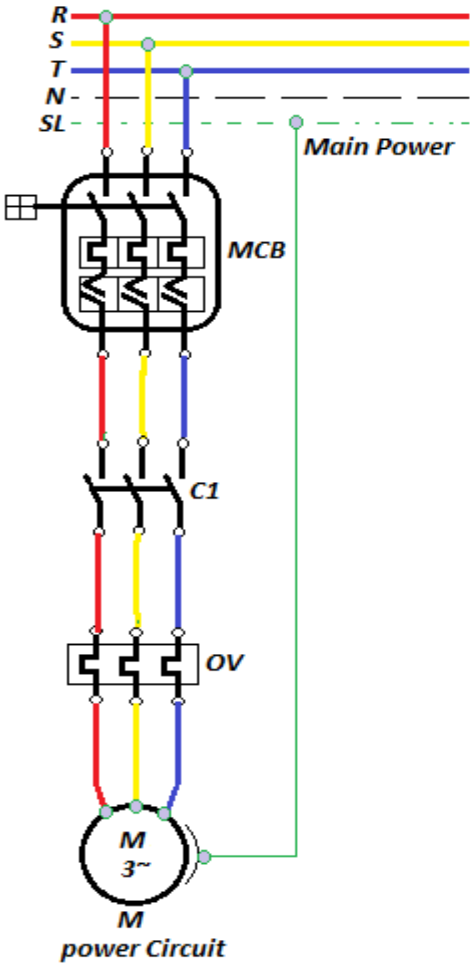
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

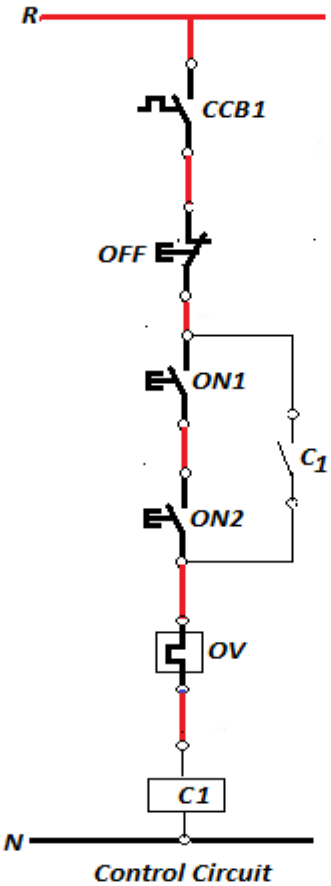


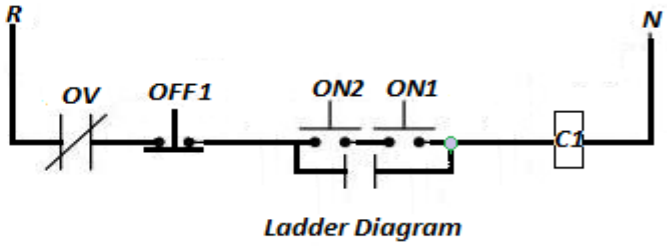




[الدائرة الثالثة](#) : تشغيل محرك ثلاثة اوجه بحيث عند تشغيله يتم الضغط على ضاغطين تشغيل بكلتا اليدين من اجل سلامة العامل وايقافه من مكان واحد



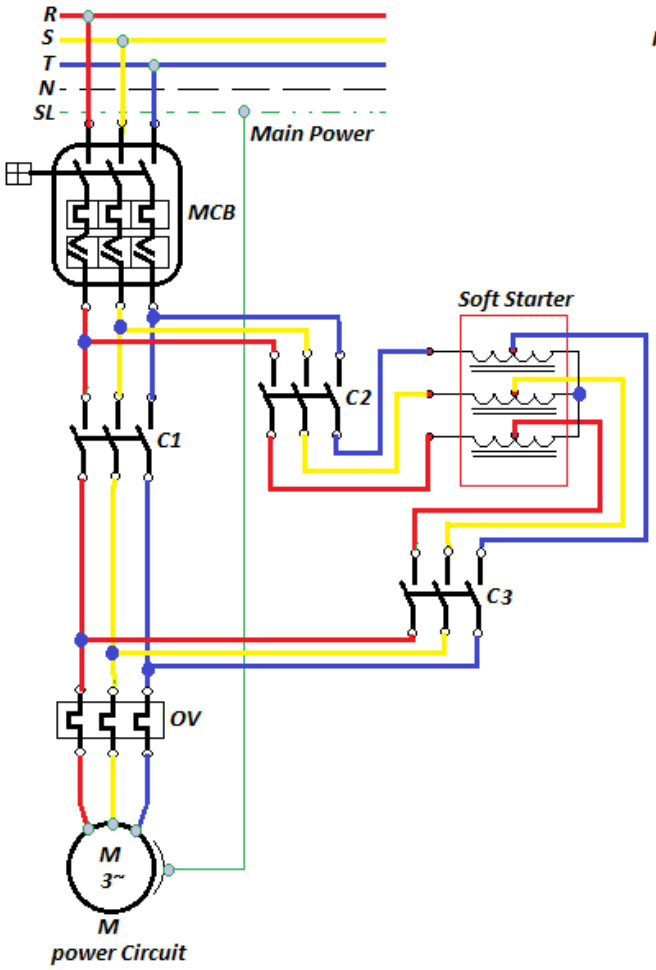


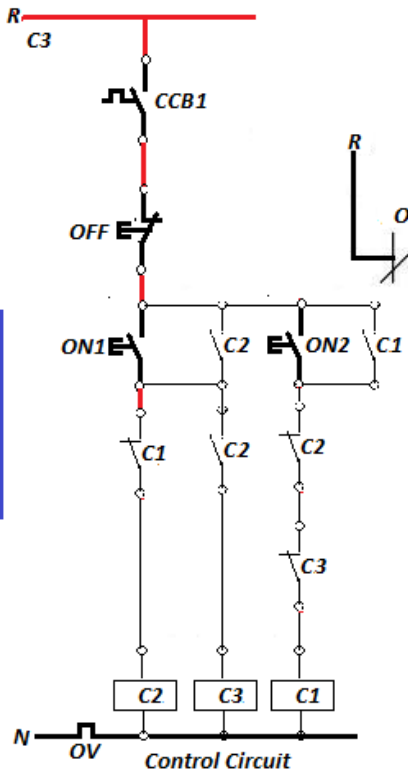


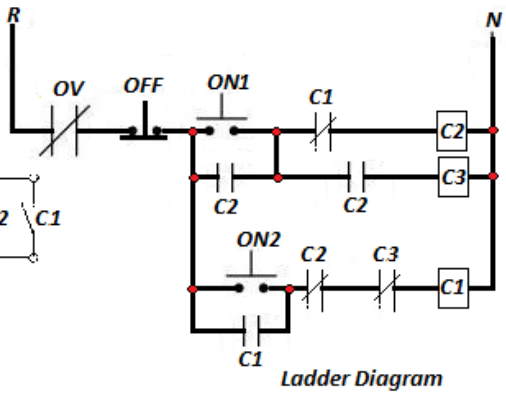
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

الدائرة الرابعة : تشغيل محرك ثلاثة اوجه بطريقة سلسة وناعمة Soft starter حيث يتم دوران المحرك بالبداية بطريقة سلسة وناعمة ومن ثم يتغير تشغيله بالشكل الطبيعي وهذا يتم بطريقتين اما اتوماتيكيا أو يدويا وهاتان الطريقتين بحاجة الى ملف يشبه المحول وهو عبارة عن ثلاثة ملفات تصلة ستار كما بالشكل

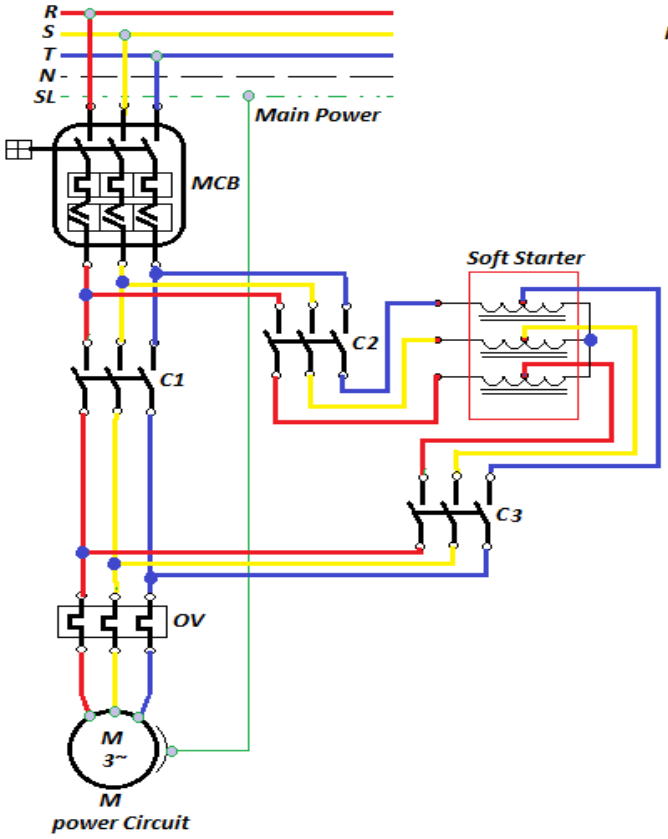
اولا الطريق اليدوية

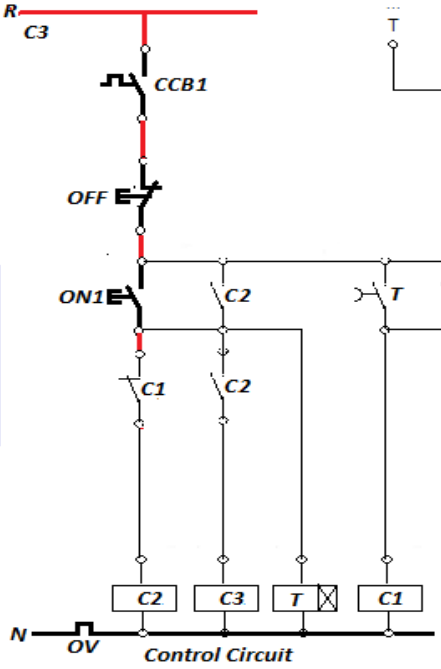


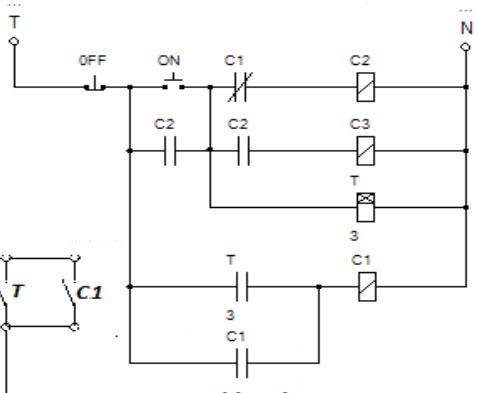




اما الطريق الاتوماتيكية فهي عن طريق تايمر







Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

Motors Speeds سرعات المحركات

أن محركات الثلاثة اوجة يمكن التحكم بسرعتها بكل سهولة وخاصة اذا كان المحرك ذو عضو دائر ملفوف Armature اما المحركات ذات العضو الدائر ذو القفص السنجاب Squirrel Cage Rotor فكذلك والان سوف نبحث بكل نوع من الانواع للمحركات

اولا المحرك ذو القفص السنجاب Squirrel Cage Rotor

أن السرعة باي محرك تعتمد على العوامل التالية

عدد اقطاب المحرك حيث انه كلما زادت عدد الاقطاب قلت السرعة أي تناسب عكسي

التردد حيث كلما زاد التردد زادت السرعة أي التناسب طردي

وهذه العوامل تعطى باحدى العلاقتين التاليتين هما

$$S = 60 \times F \setminus (P\setminus 2)$$

حيث أن S السرعة

60 ثابت F التردد للمصدر P\2 عدد ازواج الاقطاب

اما العلاقة الثانية فهي

$$S = 120 \times F \setminus P$$

أي أن المحرك الذي عدد اقطابه قطبين فان سرعته 3000 دورة بالدقيقة RPM (Revolution Per Minute)

وبالنسبة للتحكم بسرعات هذا المحرك ذو القفص السنجاب كونه ملفوف يمكننا التحكم بسرعتة بطرق خارجية ومن اهم الطرق هي

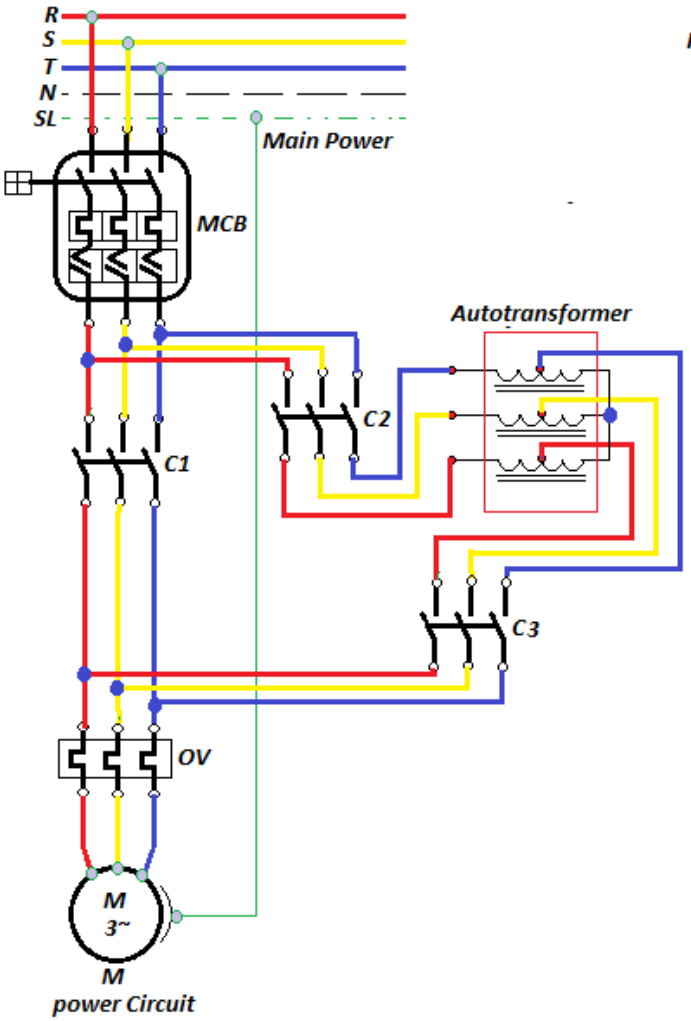
1 عن طريق المحول الذاتي Autotransformer وهذا المحول يكون مقسم الى اجزاء من الجهد

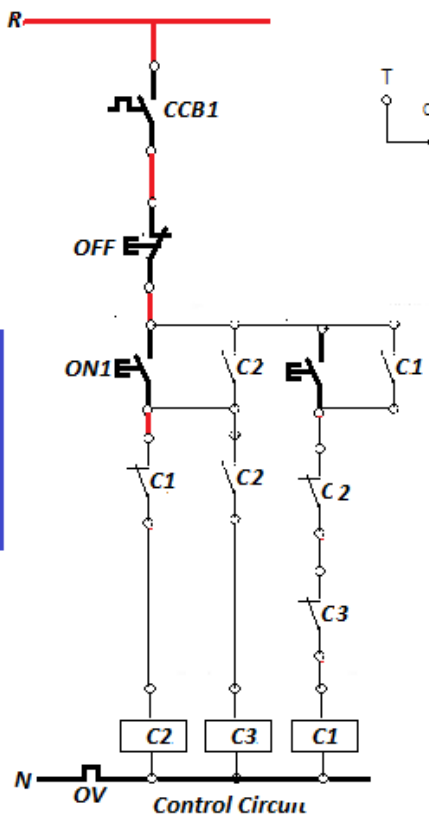
2 عن طريق ملف كابح للسرعة Eddy Current Coil وهذا الملف يكبح السرعة

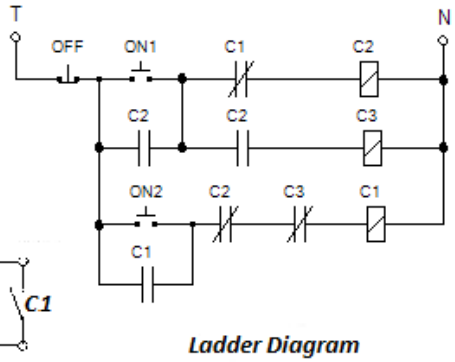
3 عن طريق الملفات الداخلية للمحرك حيث يكون بالمحرك ملفوف بعدة ملفات منتظمة للسرعات يعني ذلك أن المحرك يكون داخله محركين من الملفات كما سنرى فيما بعد

1 عن طريق المحول الذاتي

حيث أن هذا المحول يعطي جهد مثلا 250 فولت وان المحرك بالسرعة الاولى يعمل على جهد 250 فولت وهي السرعة البطيئة والسرعة السريعة على جهد المنبع الرئيسي وهو 380 فولت كما بالشكل

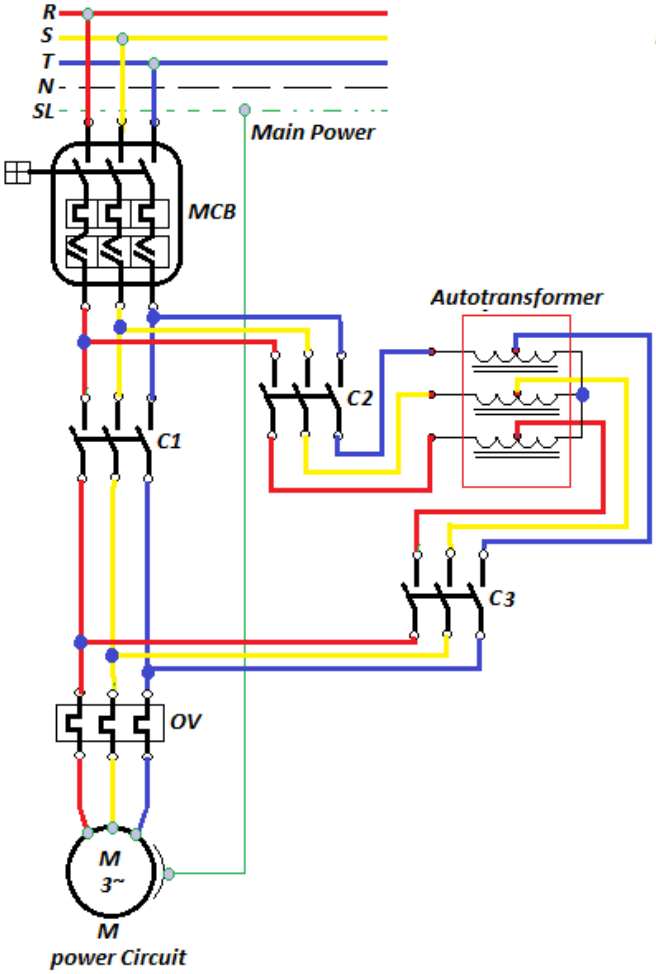


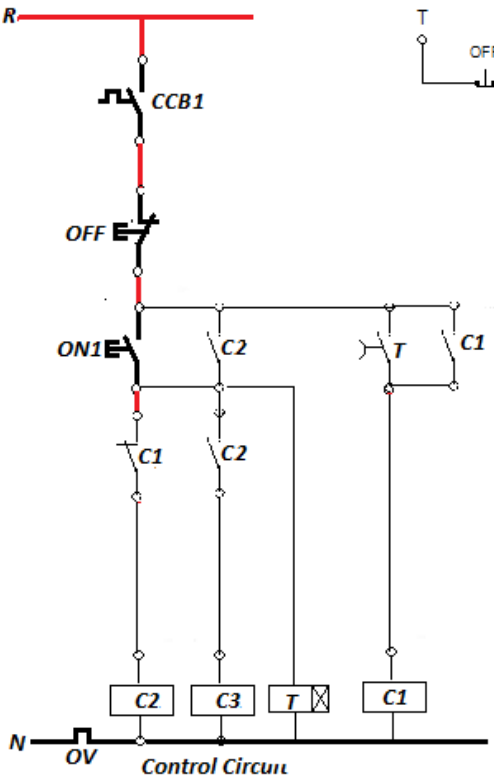


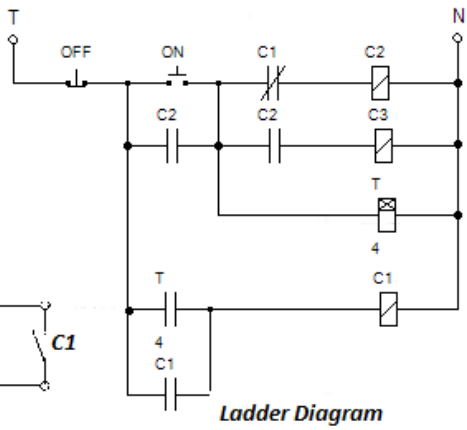


اما لتغير السرعة بالطريقة الاتوماتيكية كما بالشكل

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional



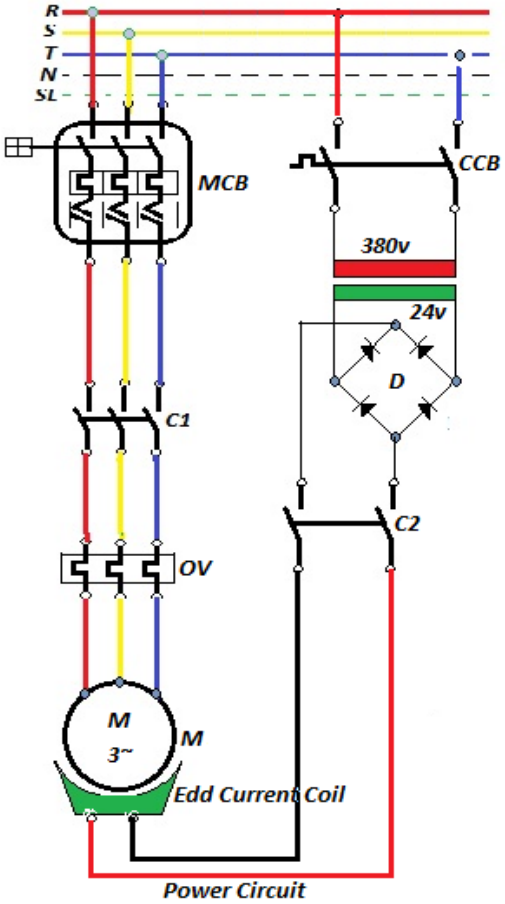


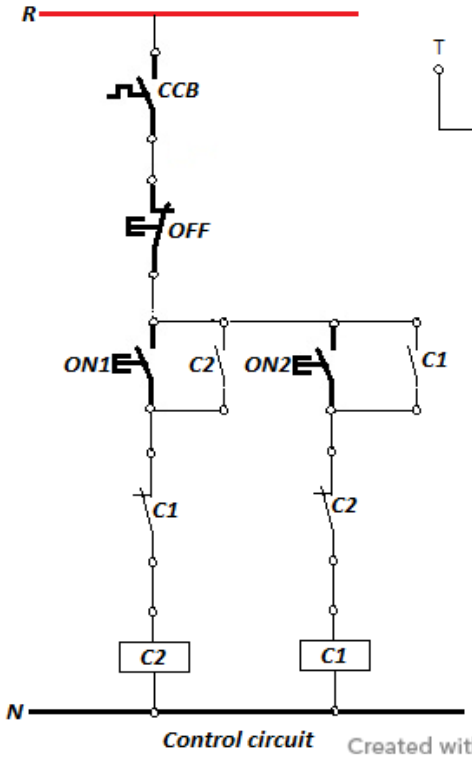


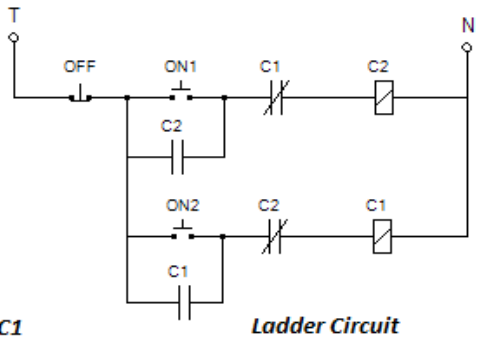
2 عن طريق ملف كابح السرعة Eddy Current Coil

وهذا الكابح هو عبارة عن ملف مغناطيسي يعمل على التيار المستمر وهذا الملف يعيق حركة العضو الدائر نسبيا ويمكن عمل دائرة لتغير السرعة يدويا واتوماتيكيا

الدائرة اليدوية

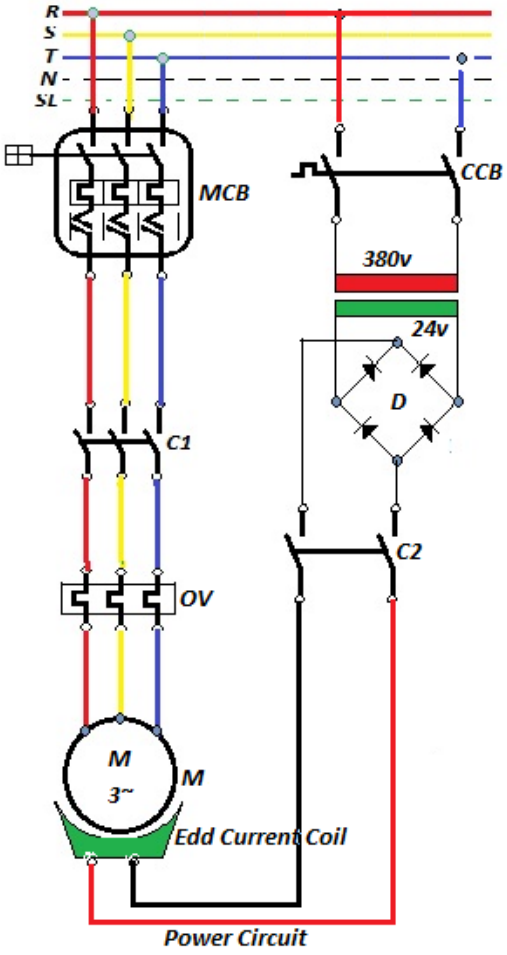


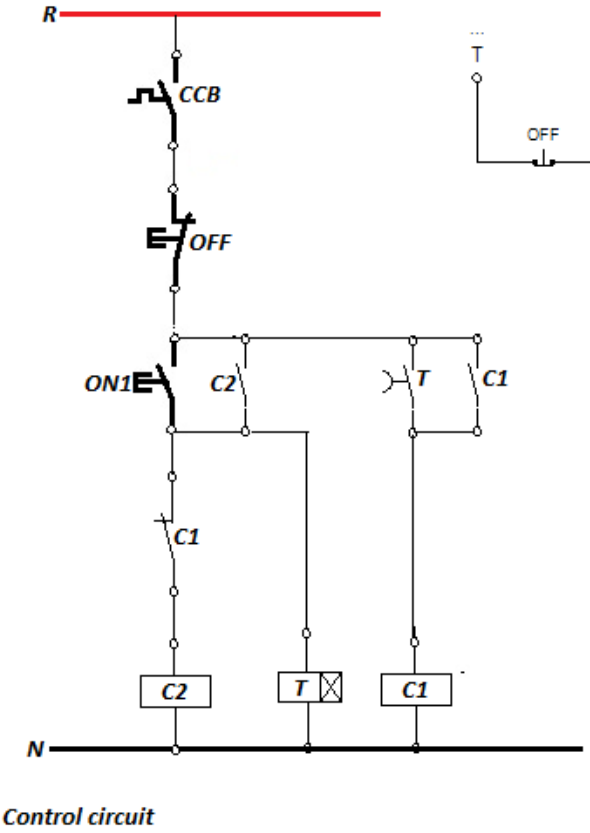


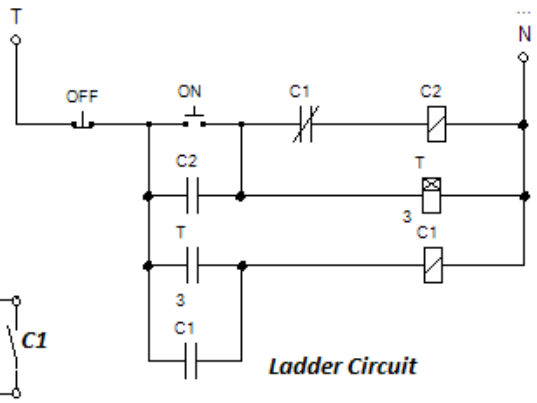


Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

اما الدائرة الاتواتيكية فهي





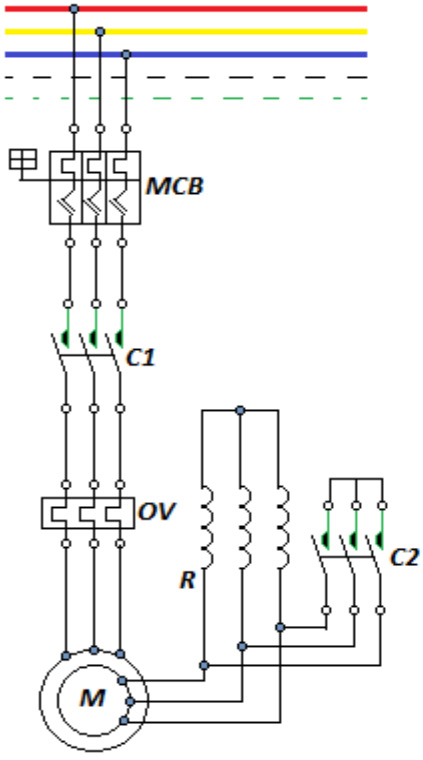


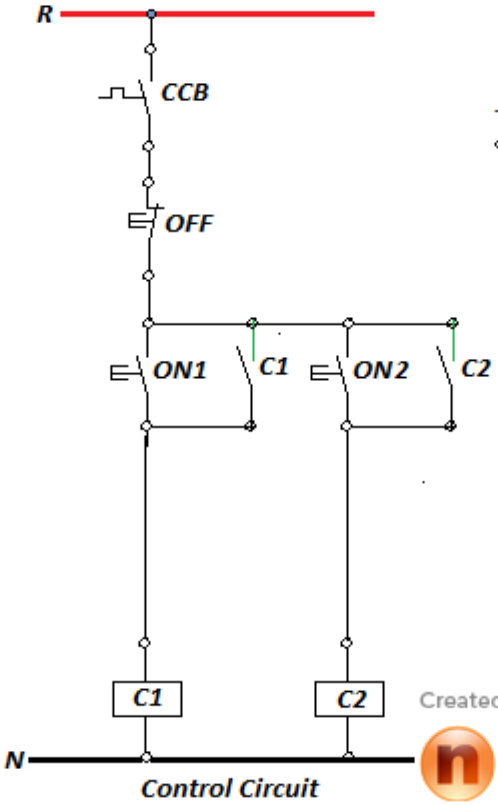
اما المحرك ذو العضو الدائر الملفوف

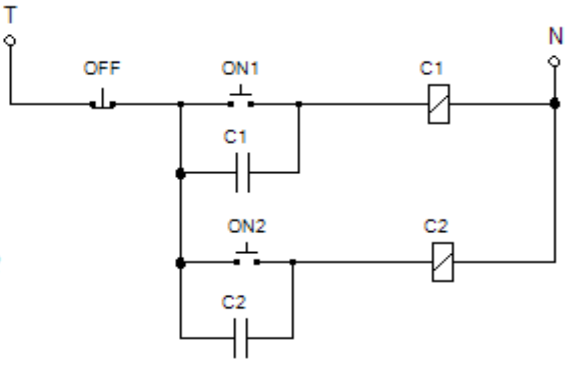
فان هذا المحرك يحتوي على عضو دائر ملفوف ولتغير سرعته توصل مقاومات على التوالي مع العضو الدائر وبالتالي يكبح السرعة كما بالشكل

يراد تشغيل محرك ثلاثة اوجة ذو عضو دائر ملفوف سرعتين عن طريق مقاومات بطريقتين يدوية واتوماتيكية

الطريقة اليدوية

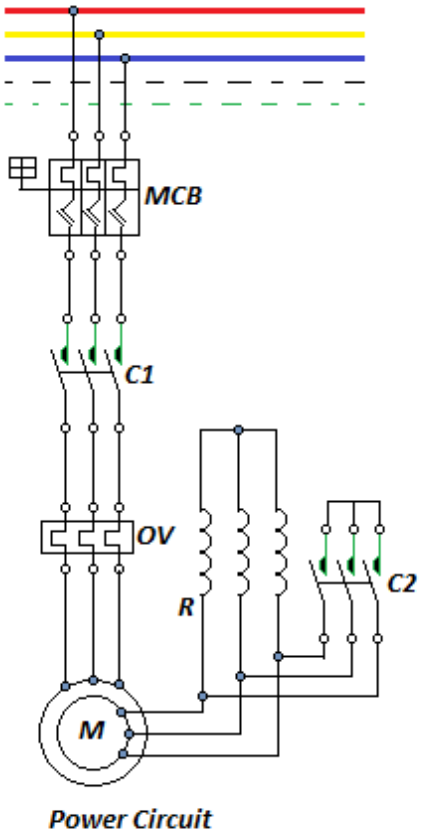




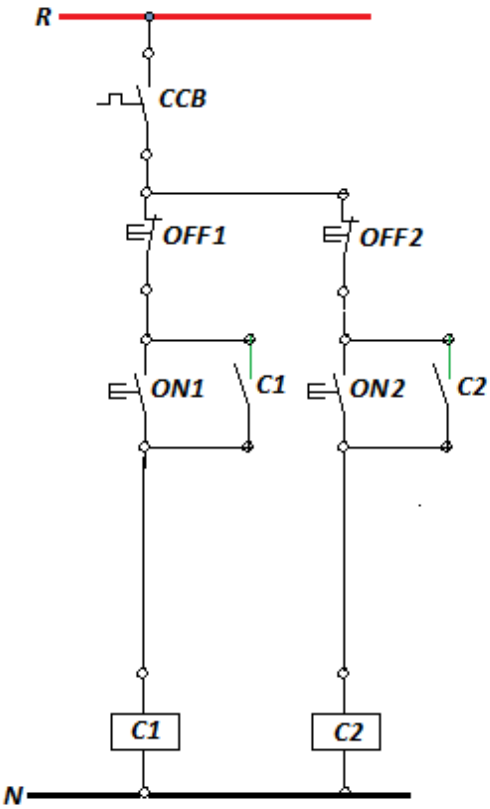


Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

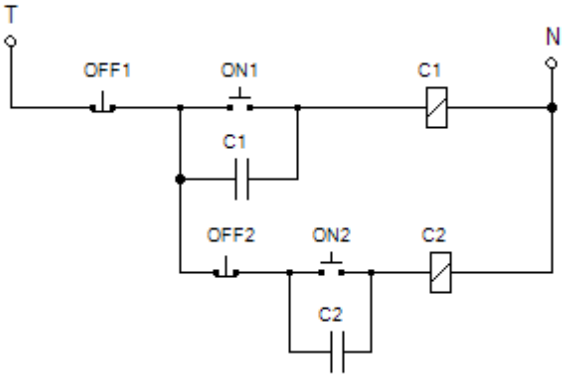
وهناك دائرة اخرى يدوية وهي تسلسل السرعات



Power Circuit

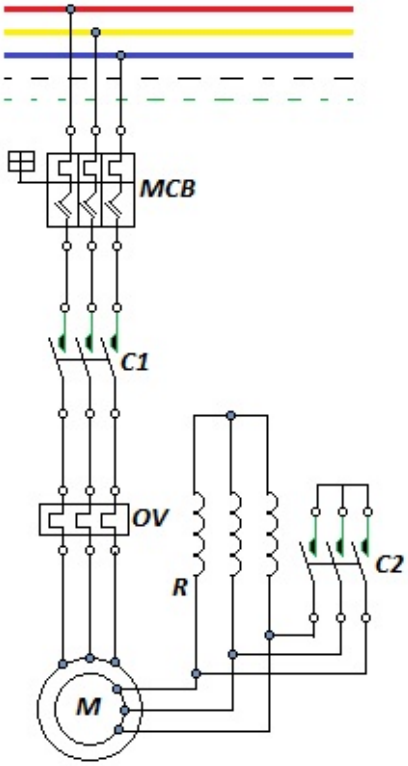


Control Circuit

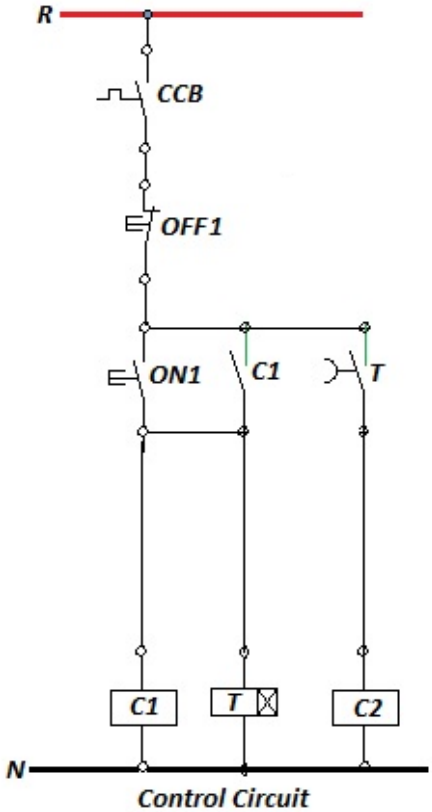


Ladder Circuit

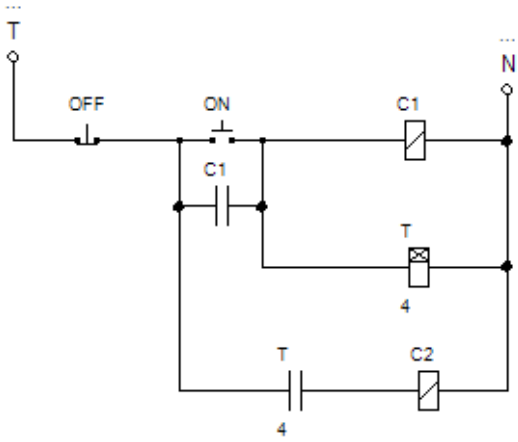
اما الطريقة الاتوماتيكية



Power Circuit



Control Circuit

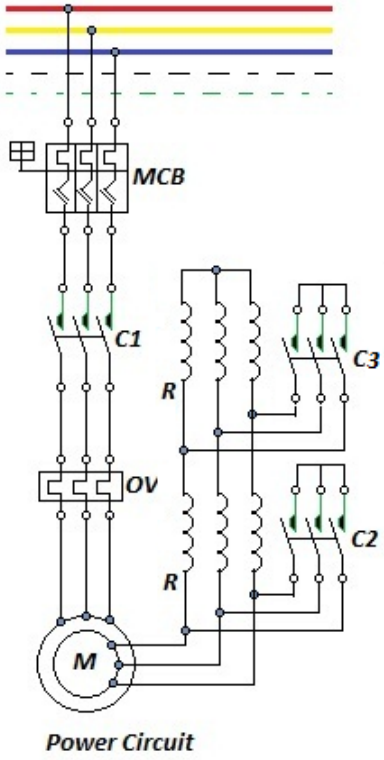


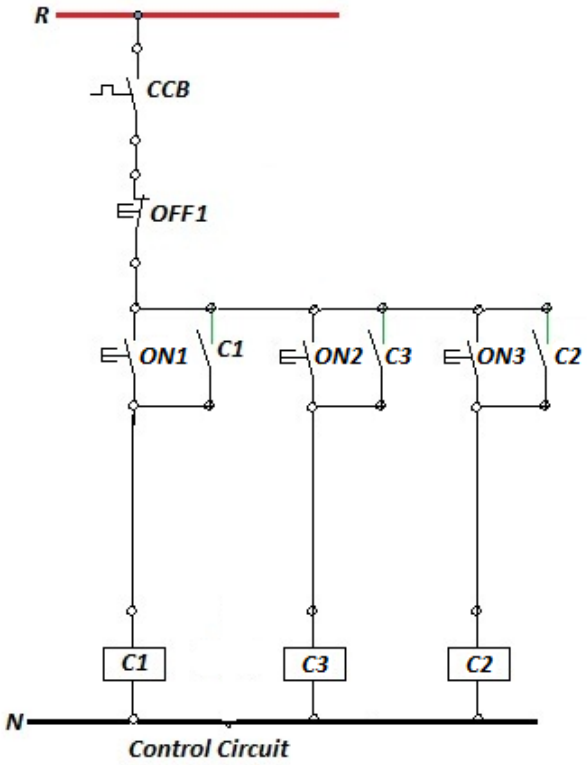
Ladder Circuit

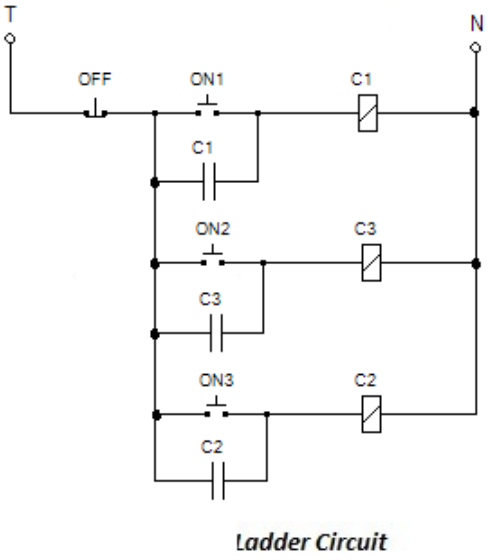
ه الان سوف نرسم دائرة محرك ثلاثة اوجه ثلاثة سرعات يدوي واتوماتيكي

الدائرة اليدوية

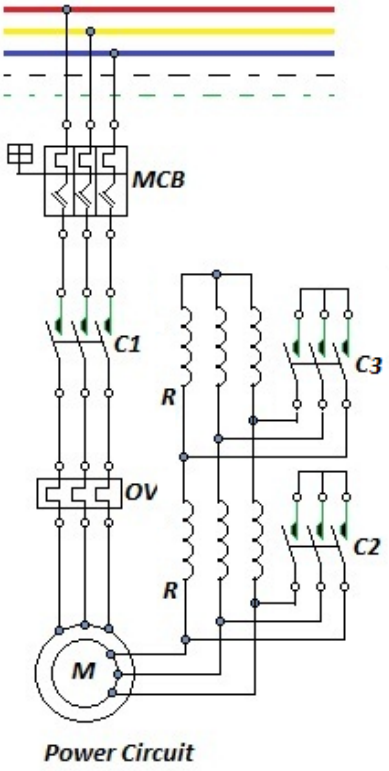
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

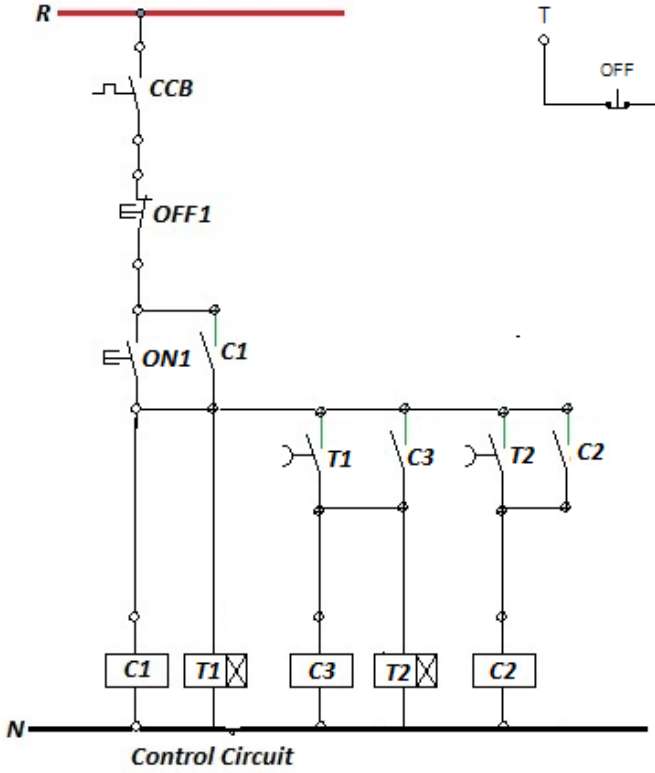


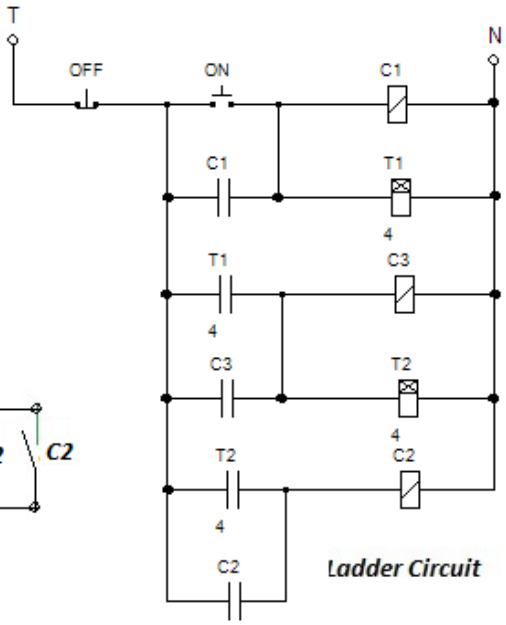




اما الدائرة الاتوماتيكية

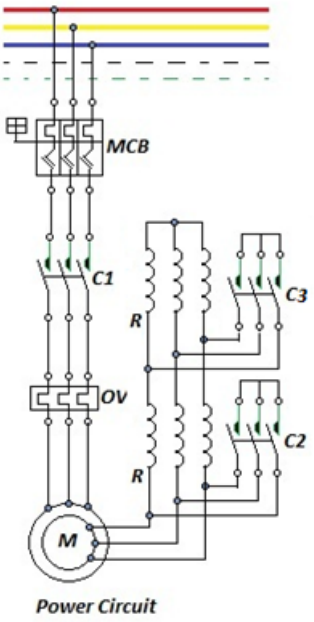




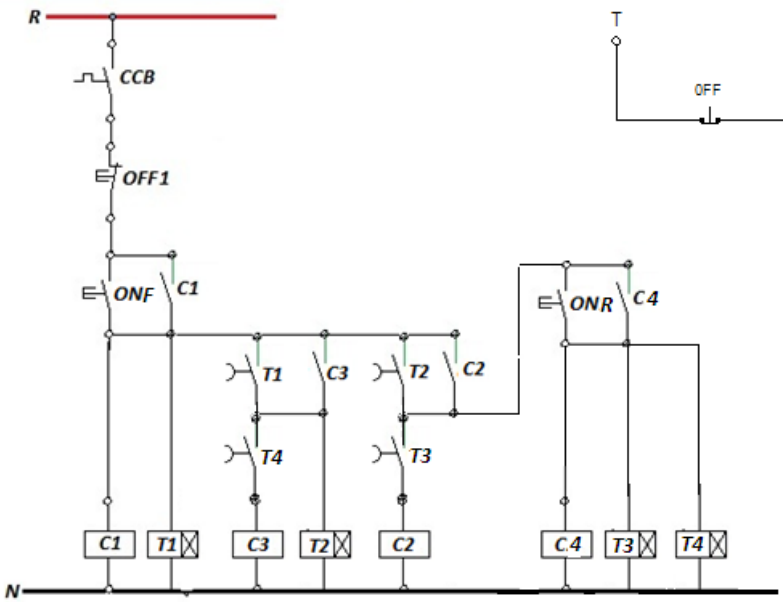


واذا اردنا ان تشغيل السرعات بالترتيب كما يالدائرة السابقة ونريد من نفس الدائرة رجوع السرعات بالعكس تكون الدائرة كما يلي

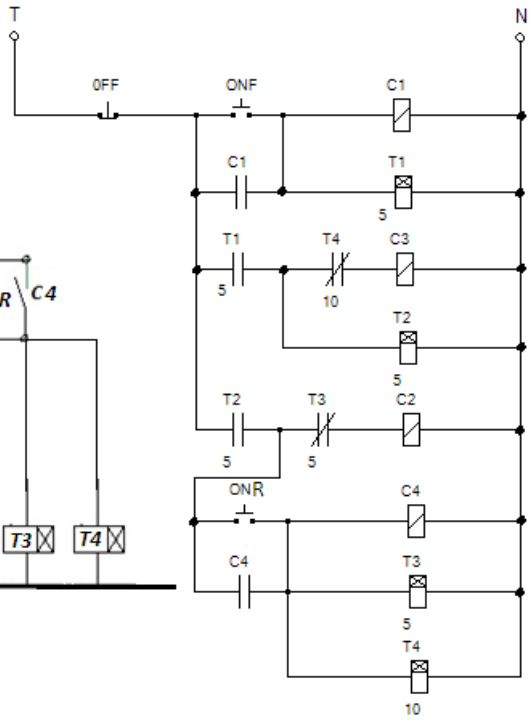
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional



Power Circuit



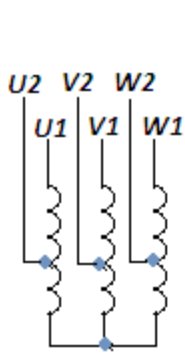
Control Circuit

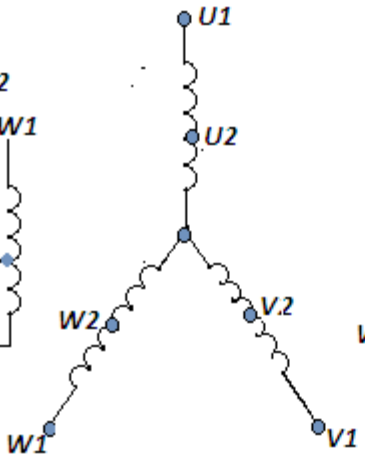


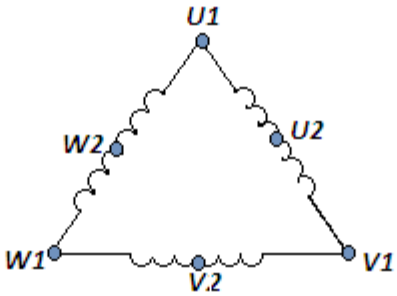
Ladder Circuit

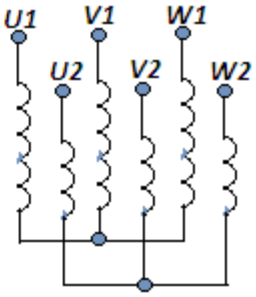
سرعات المحرك الذاتية

ان بعض المحركات الكهربائية ذات العضو الدائر ذو القفص السنجاب تكون سرعاتة من ضمن الملفات الملفوفة بالعضو الساكن وهناك عدة نماذج لها ونها







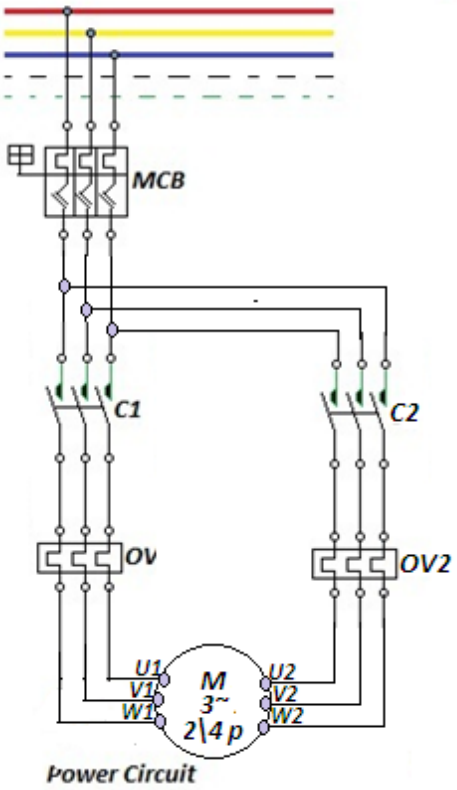


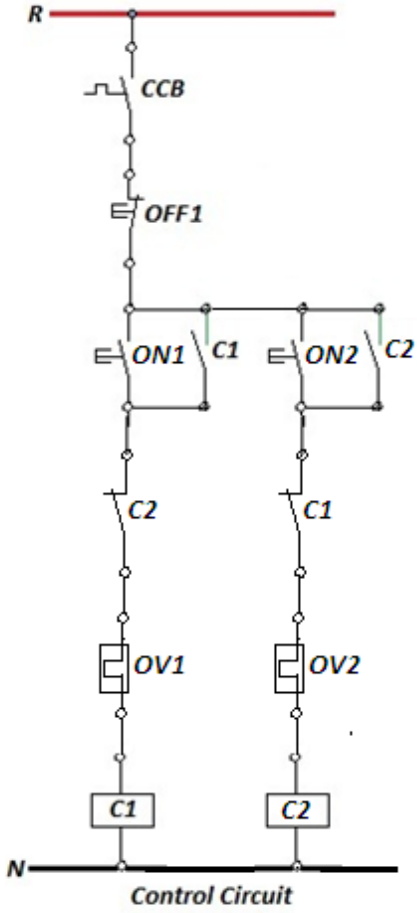
حيث ان الرموز U1 V1 W1 هي رموز لاطراف السرعة البطيئة وان الرموز U2 V2 W2 هي اطراف السرعة السريعة وسنرى كيفية التعامل مع هذة التوصيلات من خلال الدوائر

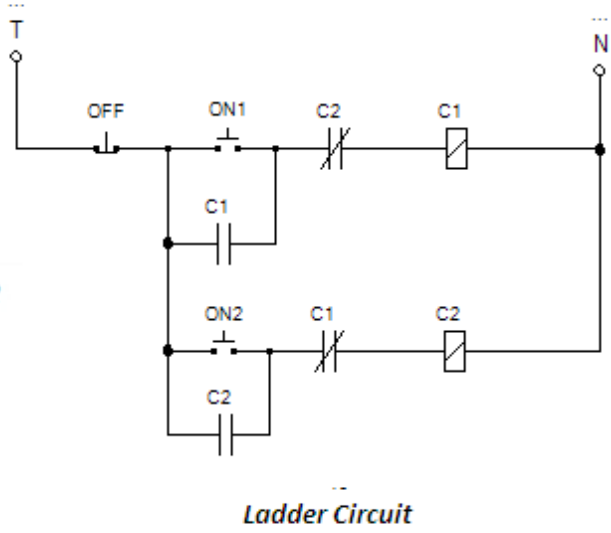
الدائرة الاولى

تشغيل محرك ثلاثة اوجه سرعتين كما بالشكل

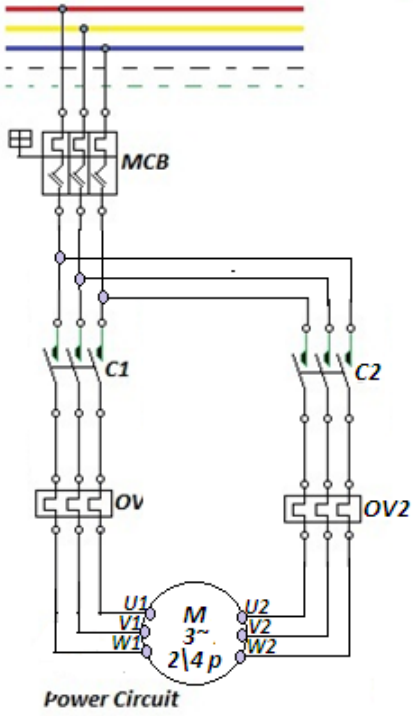
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

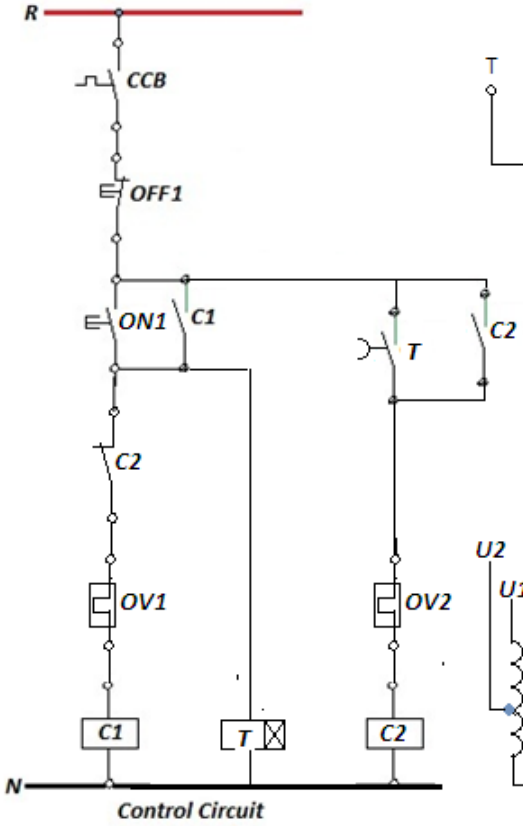


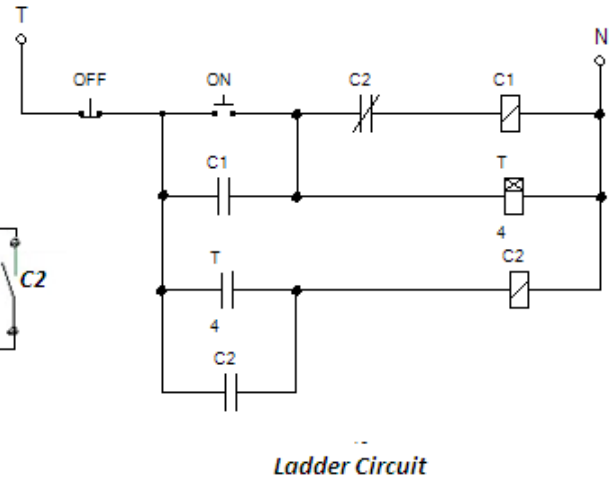




اما الطريقة الاتوماتيكية



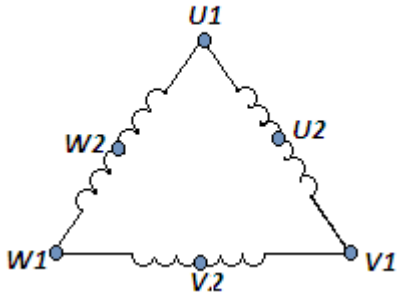




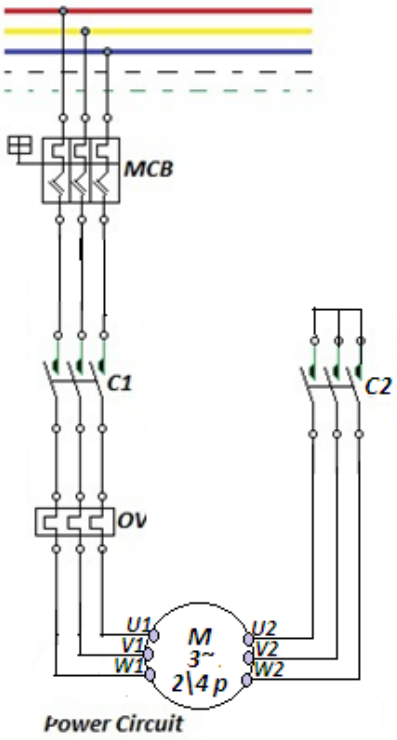
الدائرة الثانية

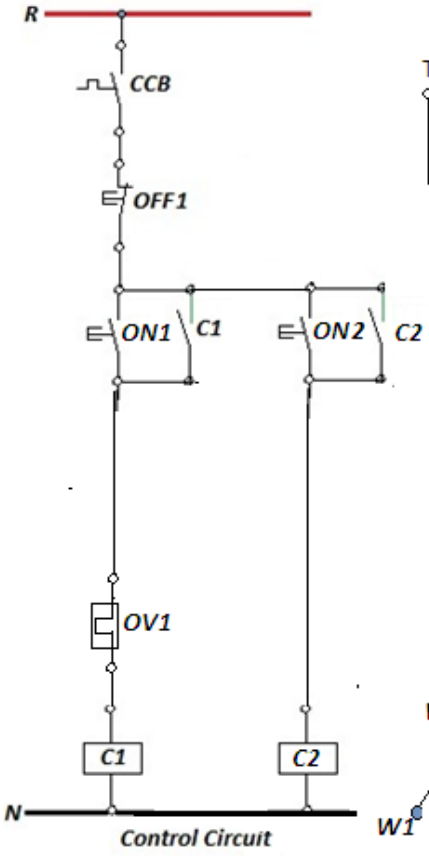
يل محرك ثلاثة سرعتين حسب التوصيلة التالية يدويا واتوماتيكيا

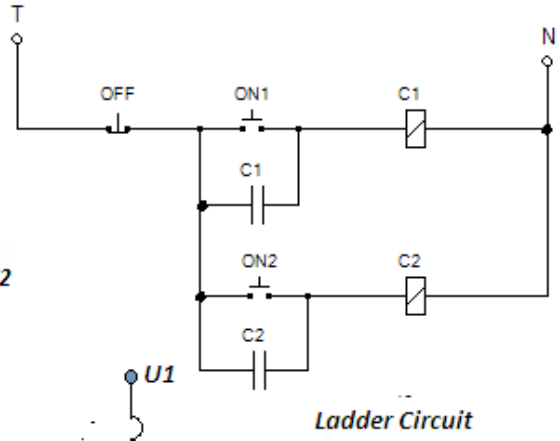
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

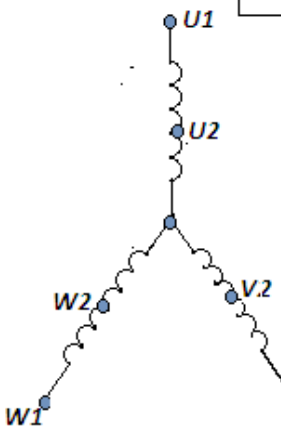


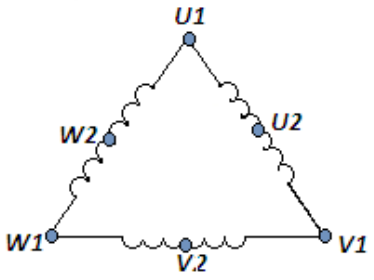
في هذة الدائرة يعطى الاطراف U1 V1 W1 خطوط التغذية الرئيسية والاطراف U2 V2 W2 مفتوحة وهذة السرعة البطيئة وعند تشغيل السرعة العالية نعمل قصر على الاطراف U2 V2 W2 كما بالشكل





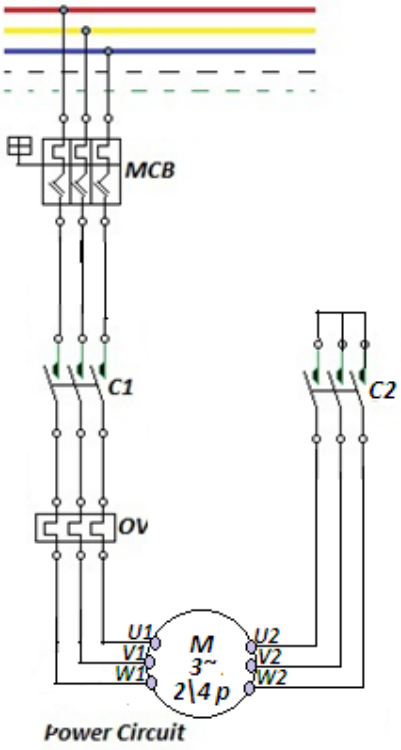


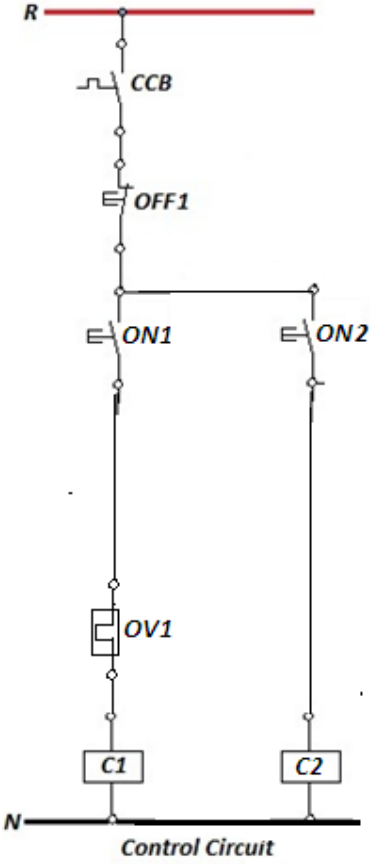


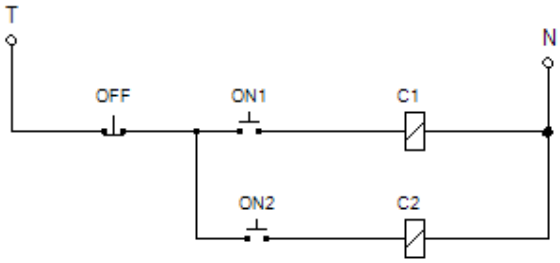


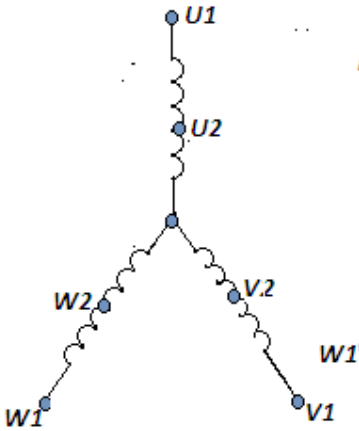
وهناك في بعض الالات الكهربائية نستخدم المحرك الكهربائي لتشغيلة سرعتين بدون استمرارية التشغيل فقط عن طريق يد تحكم بملامسات مفتوحة عند تحريك اليد كما بالشكل

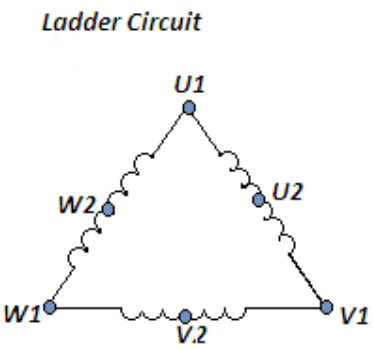
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional









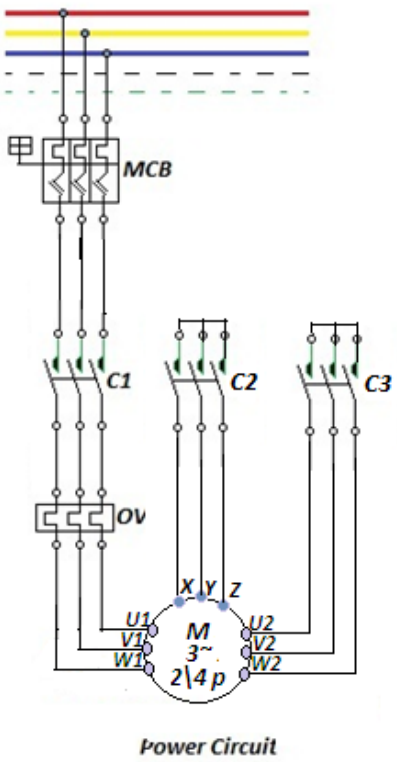


الدائرة الثالثة

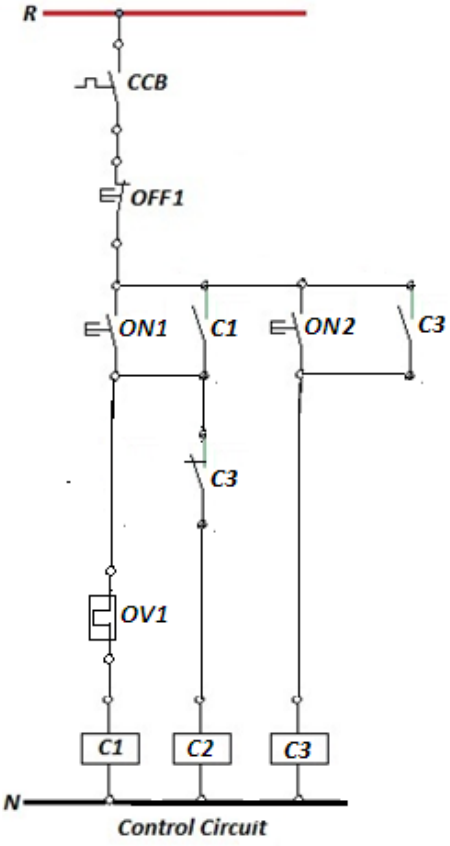
تشغيل محرك 3 اوجه سرعتين حسب الدائرة التالية

حيث في هذة التوصيلة بالسرعة الاولى يتم القصر على الاطراف U2 V2 W2 والاطراف U1 V1 W1 توصل بمصدر التغذية والاطراف X Y Z تبقى مفتوحة وهذة السرعة السريعة اما السرعة البطيئة فيكون الاطراف X Y Z مقصورة والاطراف U2 V2 W2 مفتوحة والاطراف U1 V1 W1 توصل بمصدر التغذية كما بالشكل

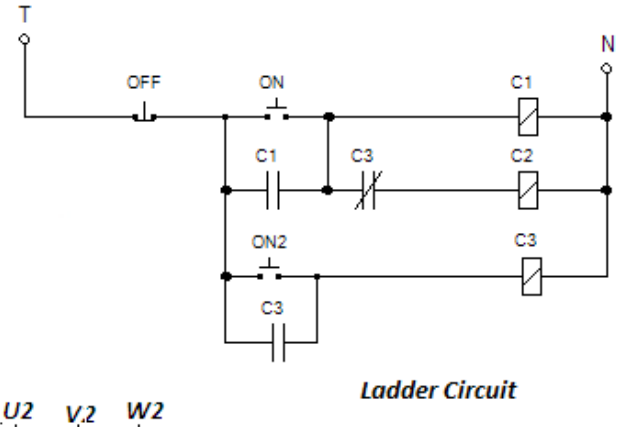
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional



Power Circuit



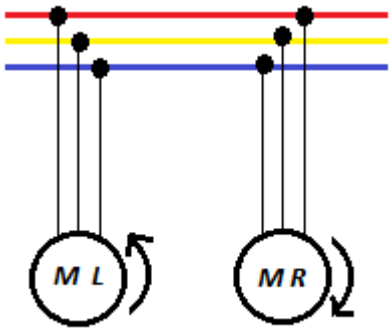
Control Circuit



Ladder Circuit

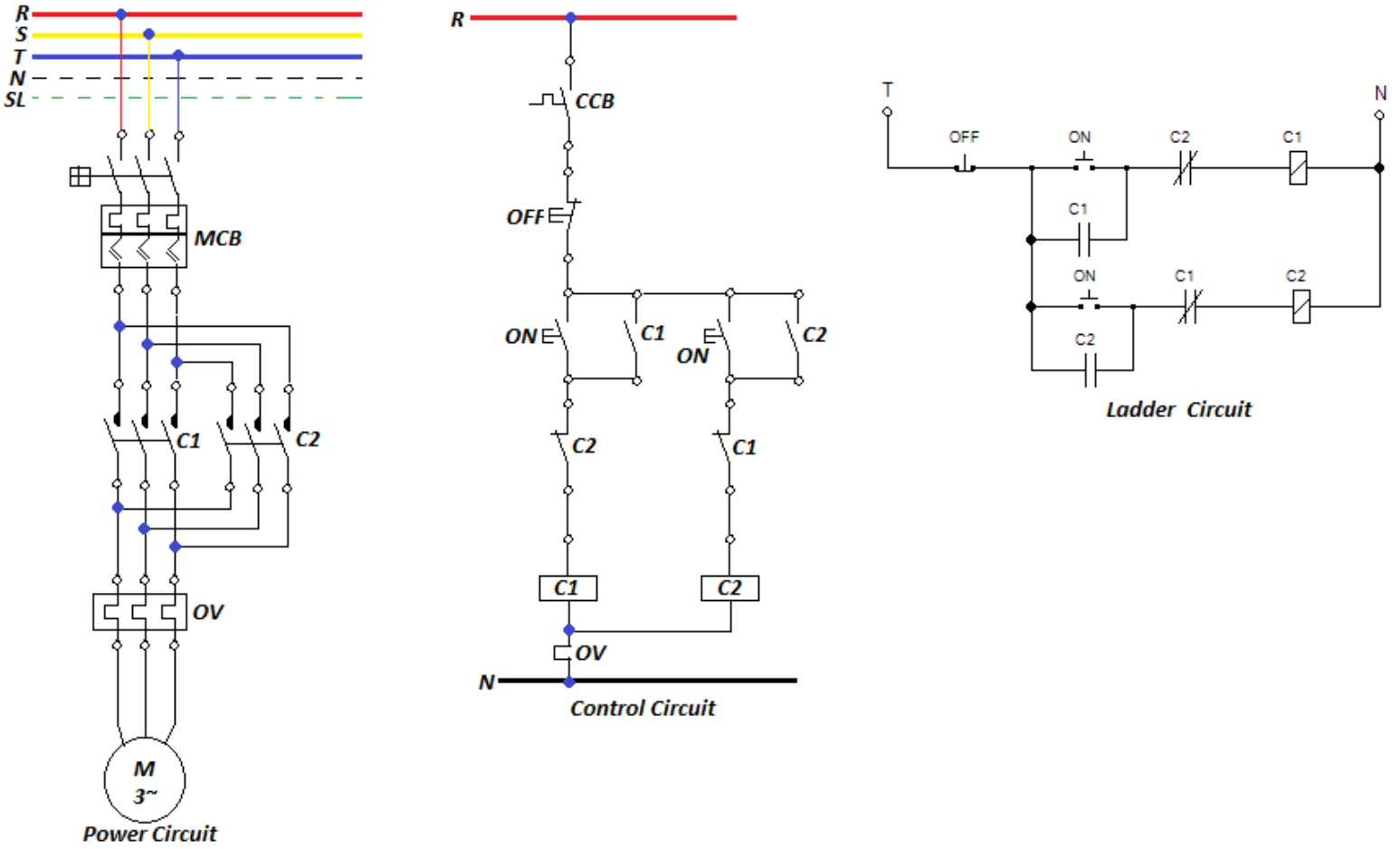
عكس اتجاه دوران المحرك

ان محرك الثلاثة اوجة يمكن ان يدور باتجاهين اليمين واليسار وذلك بعكس وجهين فقط بعكس بعض كما بالشكل



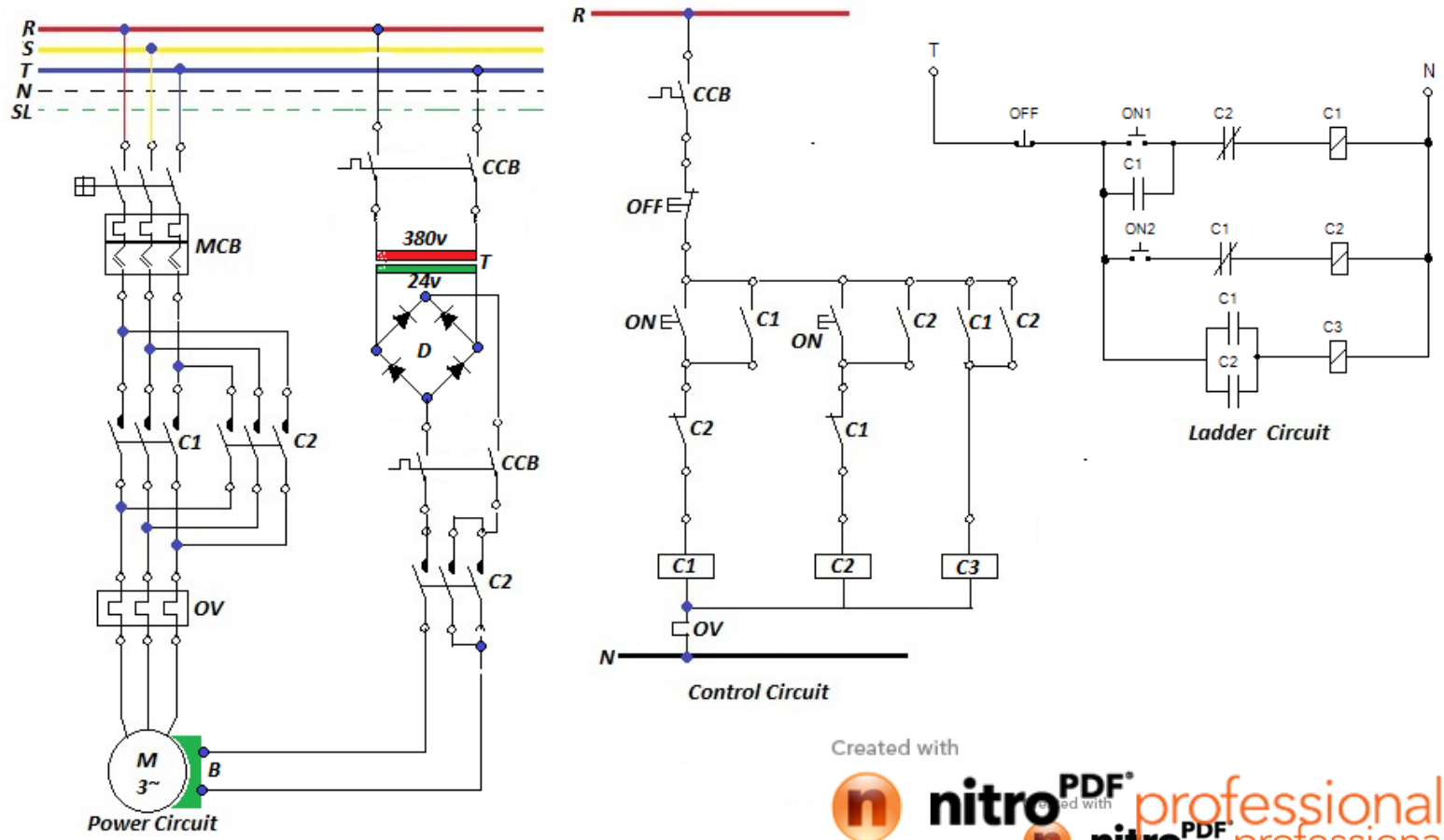
ويمكن تنفيذ هذة عن طريق المفاتيح المغناطيسية وذلك باستخدام مفتاحين مغناطيسيين بحيث يتم توصيلهما بحيث لا يمكن ان يعملان مع بعض لان ذلك يسبب قصر بالدائرة ولذلك نستخدم النقاط المساعدة المغلقة من كل مفتاح كما بالشكل

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional



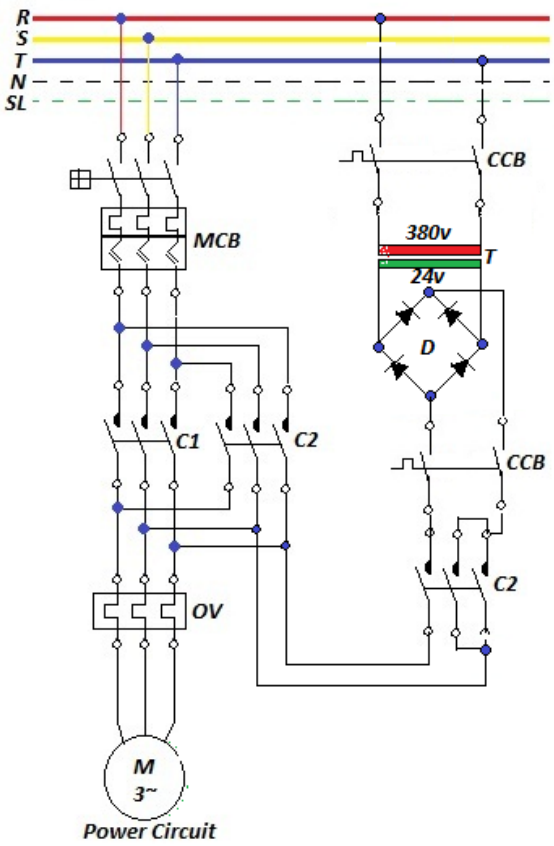
هذة الدائرة لعكس اتجاه الدوران بدون عمل كبح لدوران المحرك اما لعمل كبح للدوران هناك طريقتين كما ذكرنا سابقا اما عن طريق البريك او عن طريق دائرة تيار مستمر

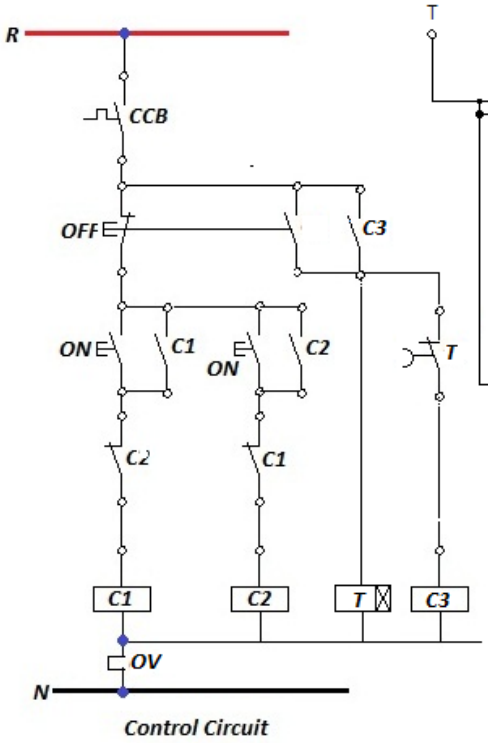
عن طريق بريك

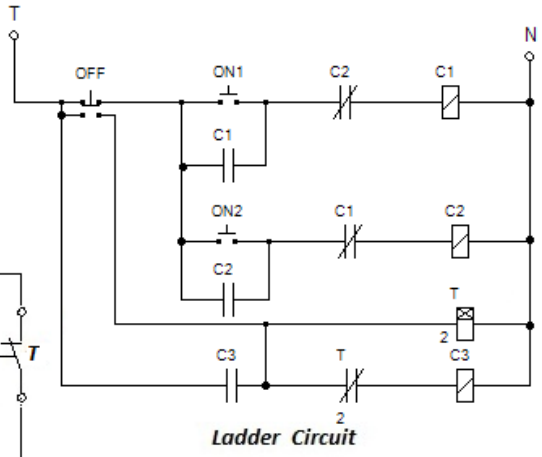


Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

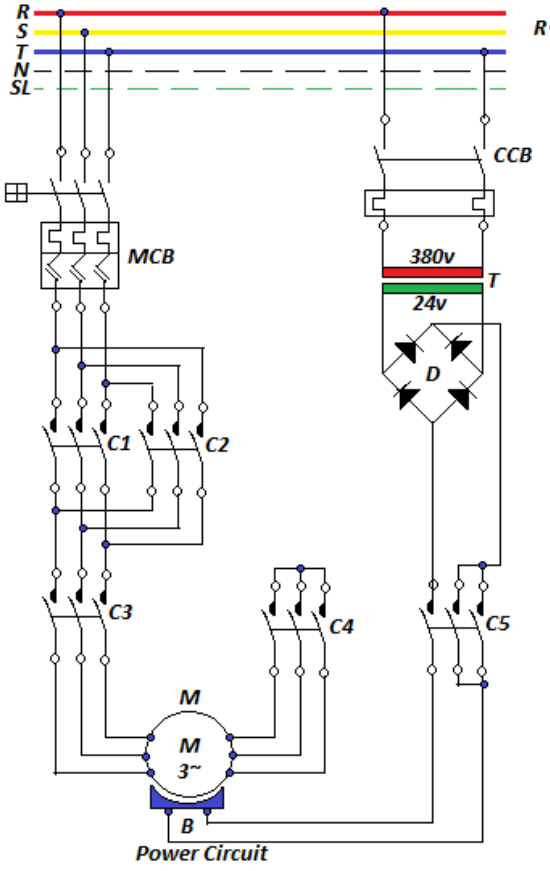
اما عن طريق دائرة التيار المستمر كما يلي

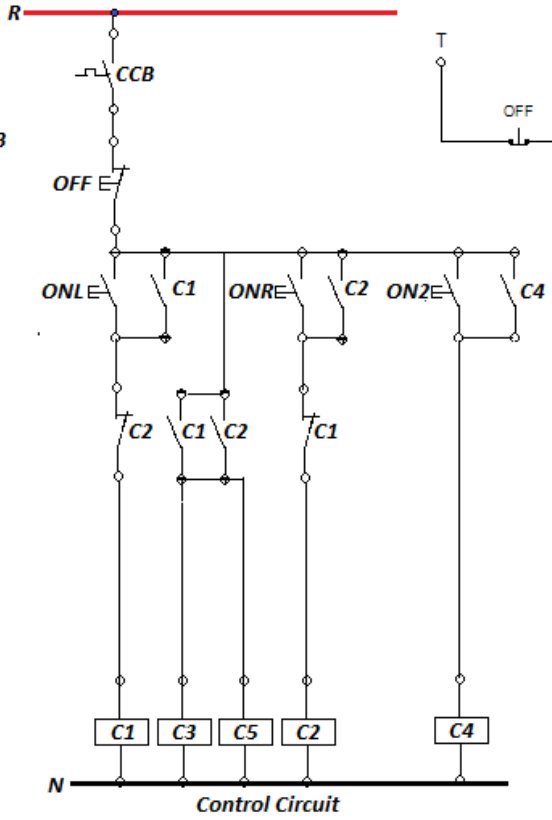


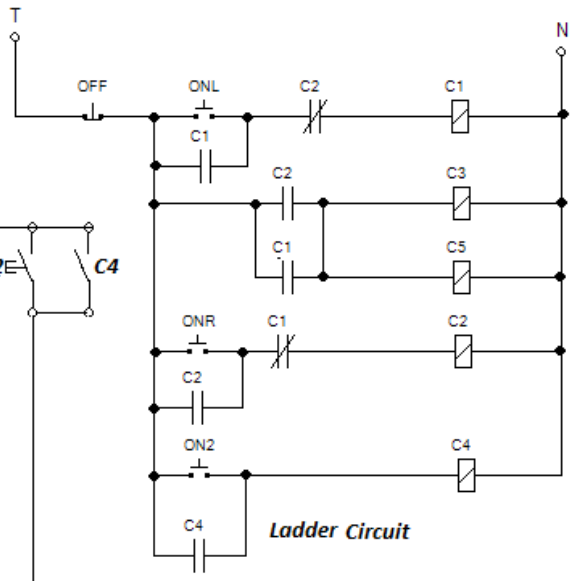




اما الان مع الدوائر المركبة
تشغيل محرك سرعتين مع عكس اتجاه الدوران

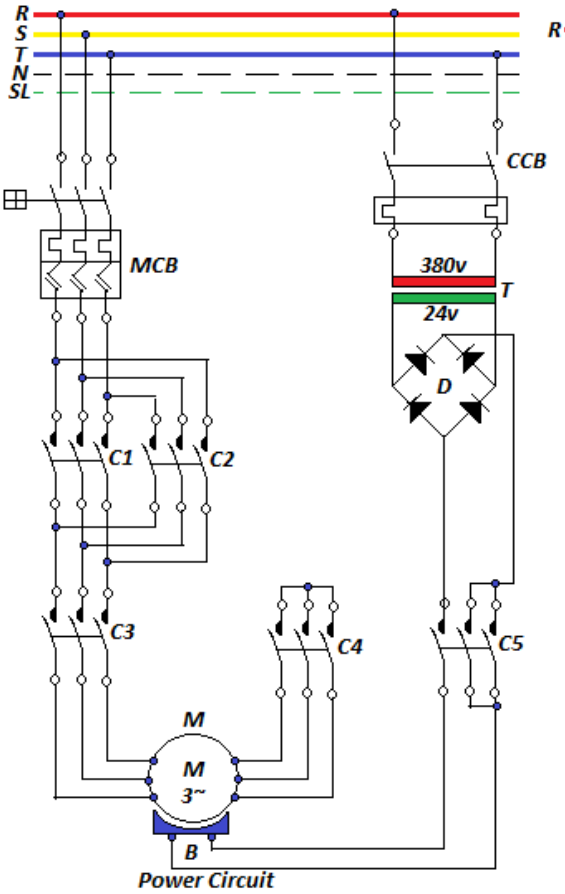


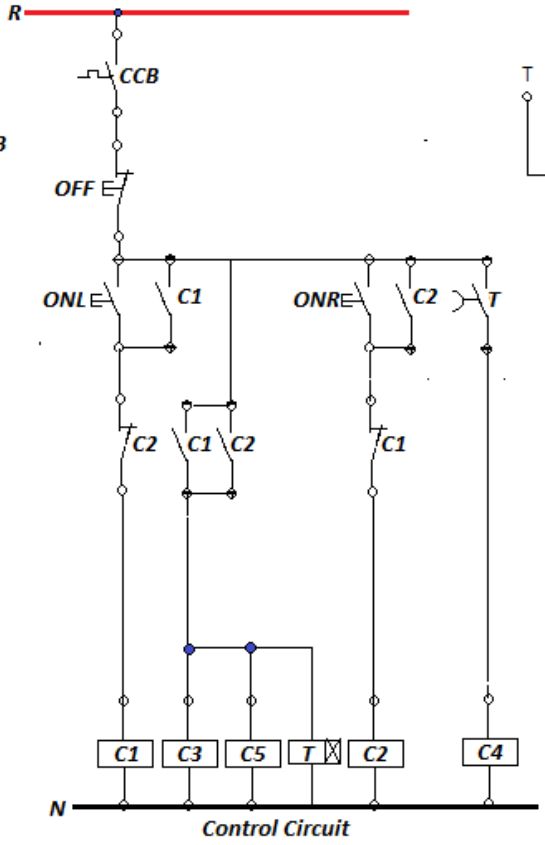


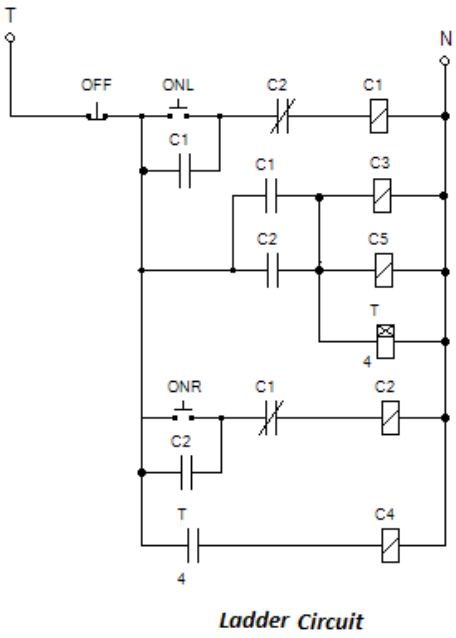


اما الدائرة الاتوماتيكية

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional





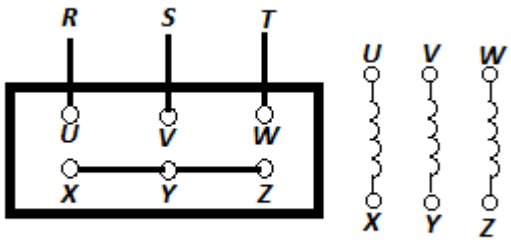


دوائر المحركات (ستار – دلتا)

ان محركات الثلاثة اوجة توصب بنوعين من التوصيلات هما توصيلة ستار وتوصيلة دلتا

توصيلة ستار **Star Connection**

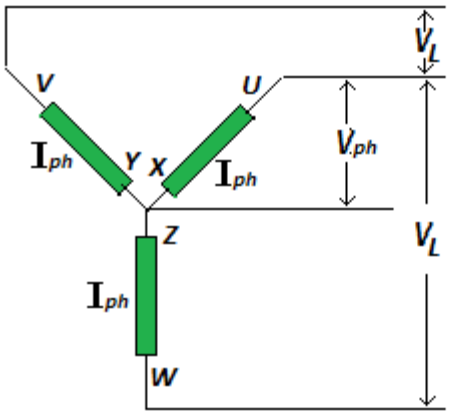
ان توصيلة ستار لمحركات الثلاثة اوجه هي توصيلة اساسية للمحركات حيث يتم توصيل نهايات الملفات مع بعضها البعض كما بالشكل



حيث ان هذة الرموز معترف عليها عالميا ليس لها اصول من المصطلحات حيث ان المحرك يحتوي على ثلاثة مجموعات من الملفات حيث ان البدايات تسمى **U V W**

وان النهايات تسمى **X Y Z** وفي توصيلة ستار نجمع النهايات معا

وان هناك بعض القوانين بتوصيلة ستار هي كما بالشكل

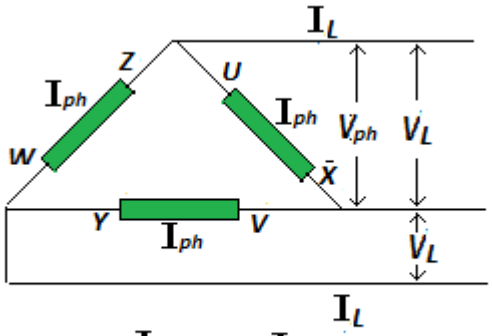


$I_L = I_{ph}$

$V_L = 1.73 \times V_{ph}$

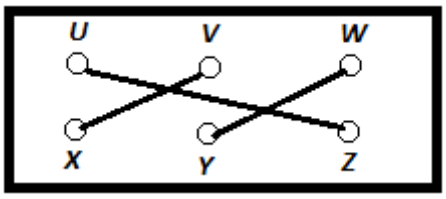
توصيلة الدلتا فهي كما يلي

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional



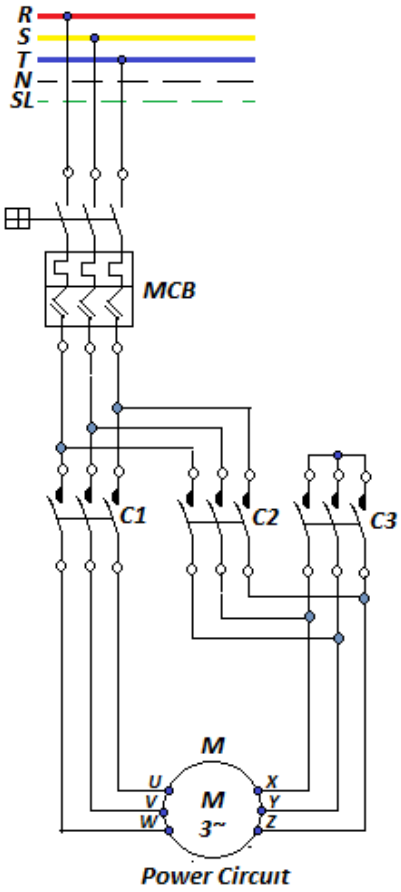
$I_L = 1.73 \times I_{ph}$

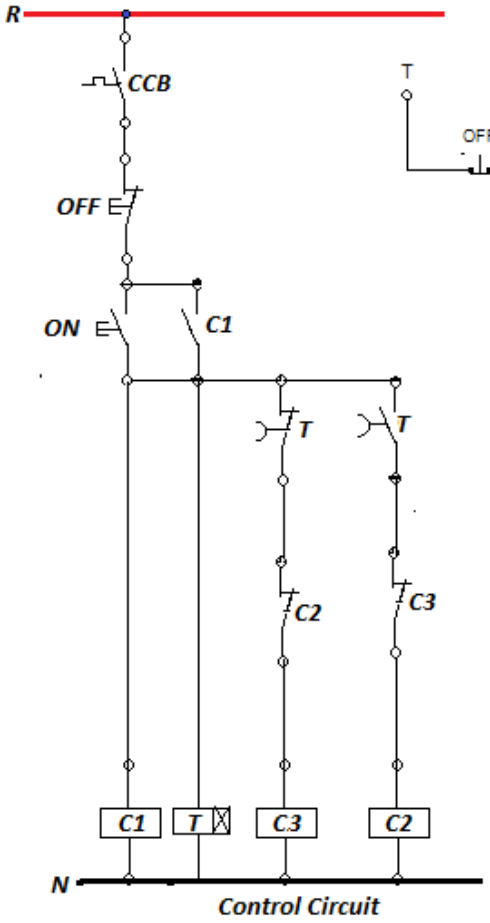
$V_L = V_{ph}$

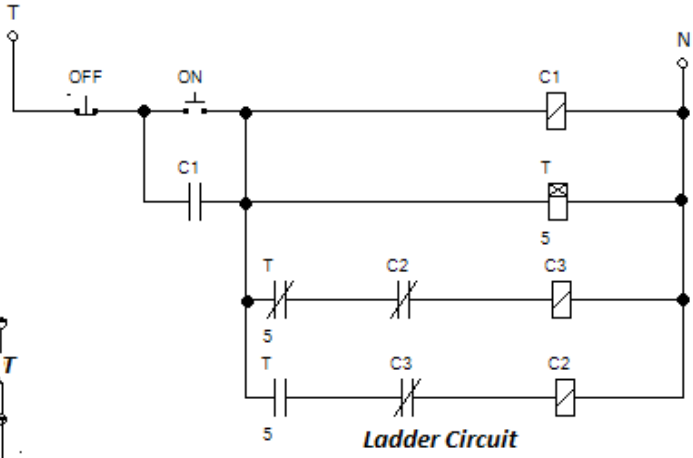


اما التوصيل بدوائر التحكم فهناك التوصيل الاتواتيكي والتوصيل اليدوي

التوصيل الاتوماتيكي

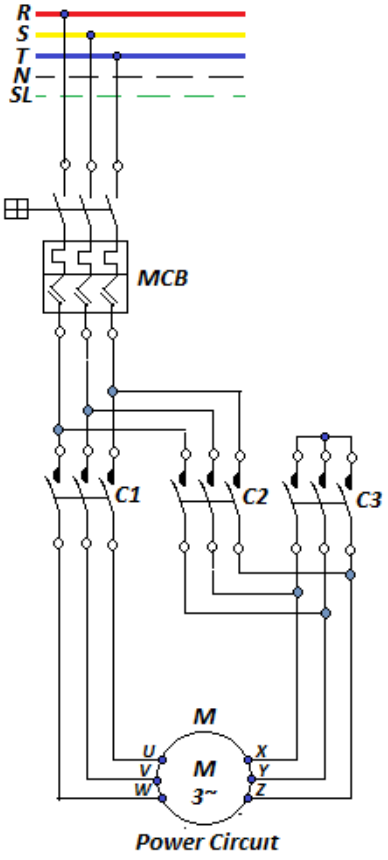


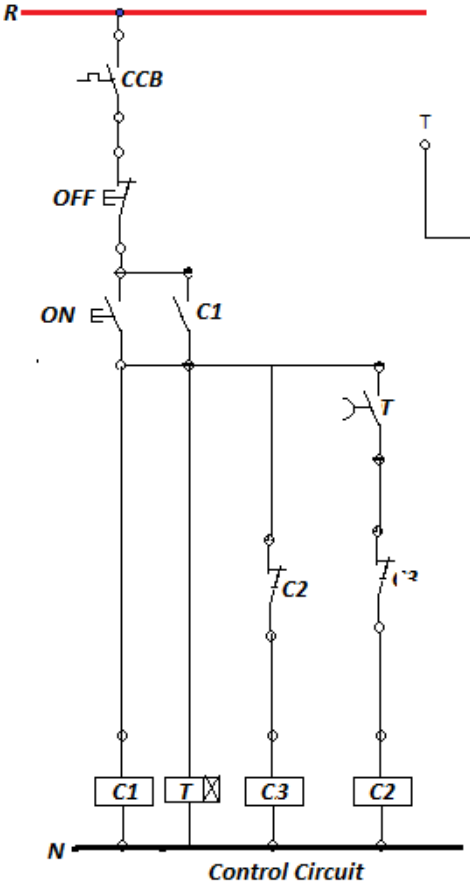


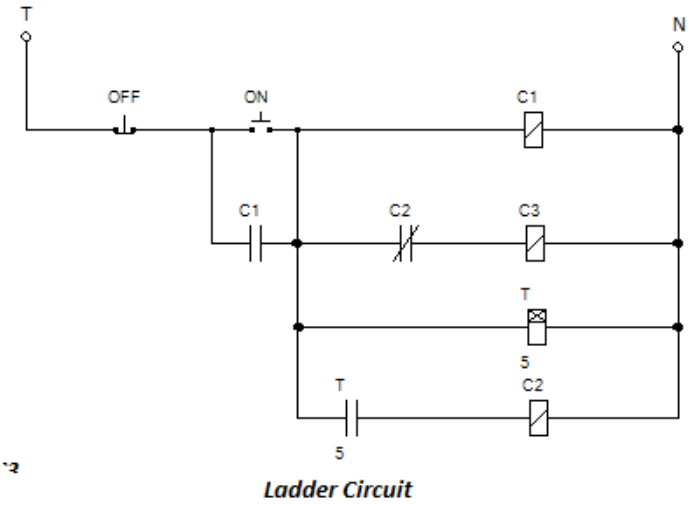


وهناك دائرة اخرى اتوماتيكية وهي

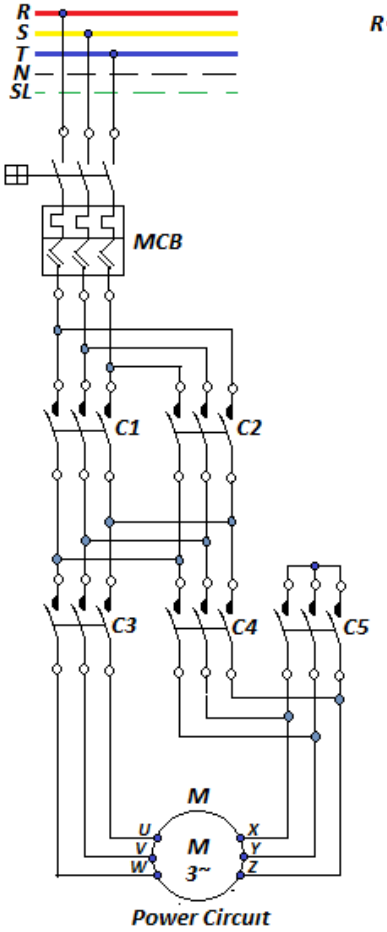
Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

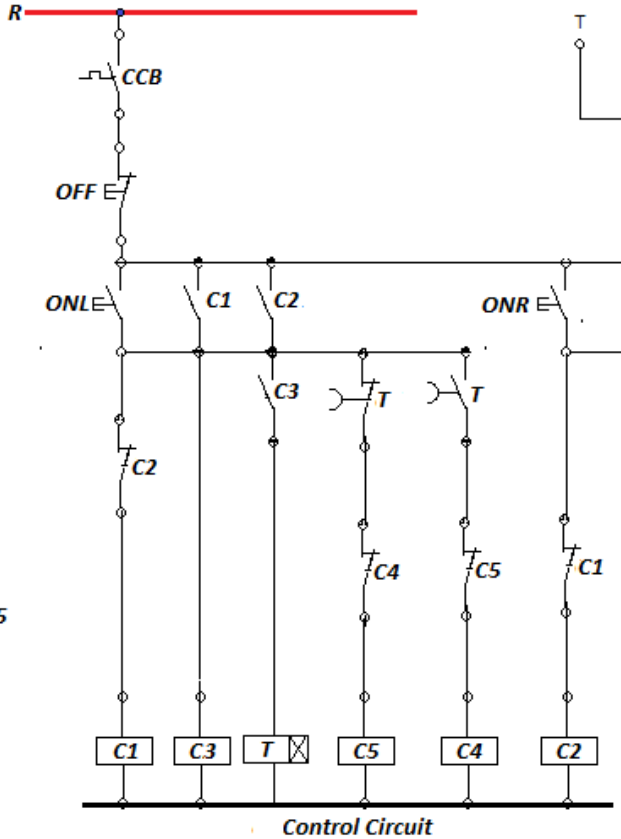


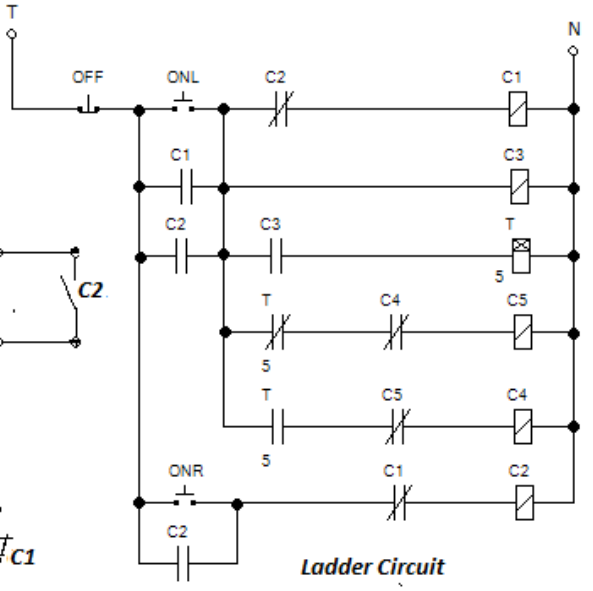




اما ستار دلتا مع عكس اتجاة الدوران







تابعونا بالجزء الثالث ان شاء الله
خالد العويسات
Khaled.shahouri@yahoo.com
00966592210381

Created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

Created with
nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional