

تمهيد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف المرسلين .سيدنا محمد وعلى اله وصحبه اجمعين .

وبعد

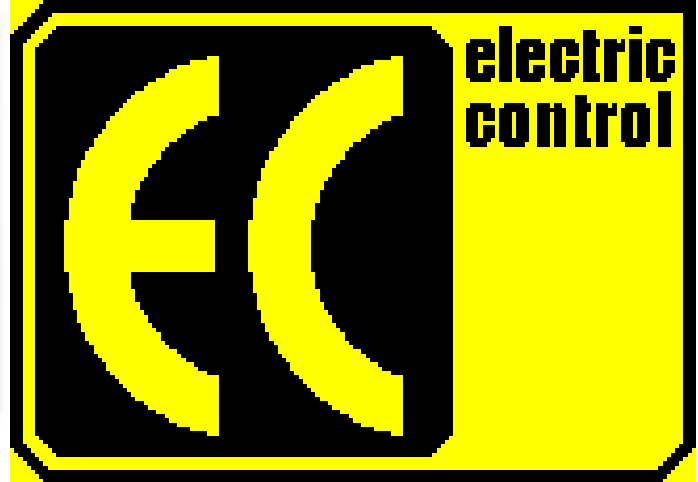
يلعب التحكم دورا اساسيا في تصميم الاجهزه والانظمه في جميع مجالات الكهرباء . ابتداء من ابسط الدوائر والاجهزه كالات الغسيل المنزليه البسيطة مرورا بالطائرات المقاتله ووصولا الي الصواريخ والمركبات الفضائيه .

ان مجال العمل بدوائر التحكم من المجالات المهنيه التي لاتحتاج الي مجهود عضلي او مهاره يدويه كبيره بقدر ما تحتاج الي مجهود ذهني وفكري . وكذلك ايضا في اكتشاف وتحديد العطل في الدائره .

تستخدم دوائر التحم الالي في الماكينات للتحكم في تشغيل محرك او اكثر في الاتجاه والوقت المطلوب وبالحمايه الكافيه .

لذلك تتناول هذه الماده بعض العناصر والمفاتيح المستخدمه في هذا المجال و دوائر التحكم الاساسيه في المحركات الكهربائيه ثلاثية الاطوار مع شرح كيفية العمل وبعض الرسومات المعينه لذلك.

اسأل الله عز وجل ان يتقبل هذا الجهد المتواضع وينفع به .



المفاتيح والاجهزه المستخدمه

لتنفيذ ابسط دوائر التحكم في المحركات الكهربائيه ثلاثية الاطوار هنالك عناصر مهمه لابد من معرفتها ومعرفه مهامها وكيفية عملها وسوف نتناول منها الاتي :

1/ المحرك الكهربائي ثلاثي الطور Electrical Motor three phase

2/ مفتاح التلامس Contactor

3/ القاطع الحراري Over Load

4/ مفاتيح التشغيل والايقاف الضواغط Push Buttons

5/ لمبات البيان Indicator Lamp

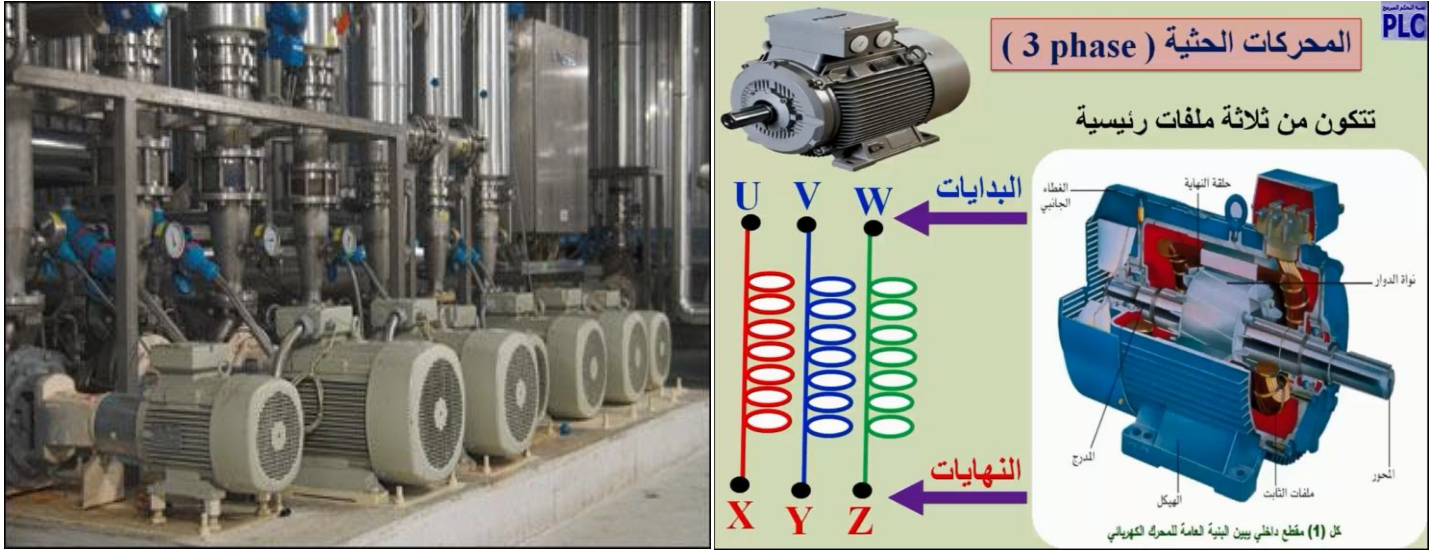
6/ مفاتيح مراقبة الضغط والسوائل Limed switch

7/ الموقت الزمني Timer

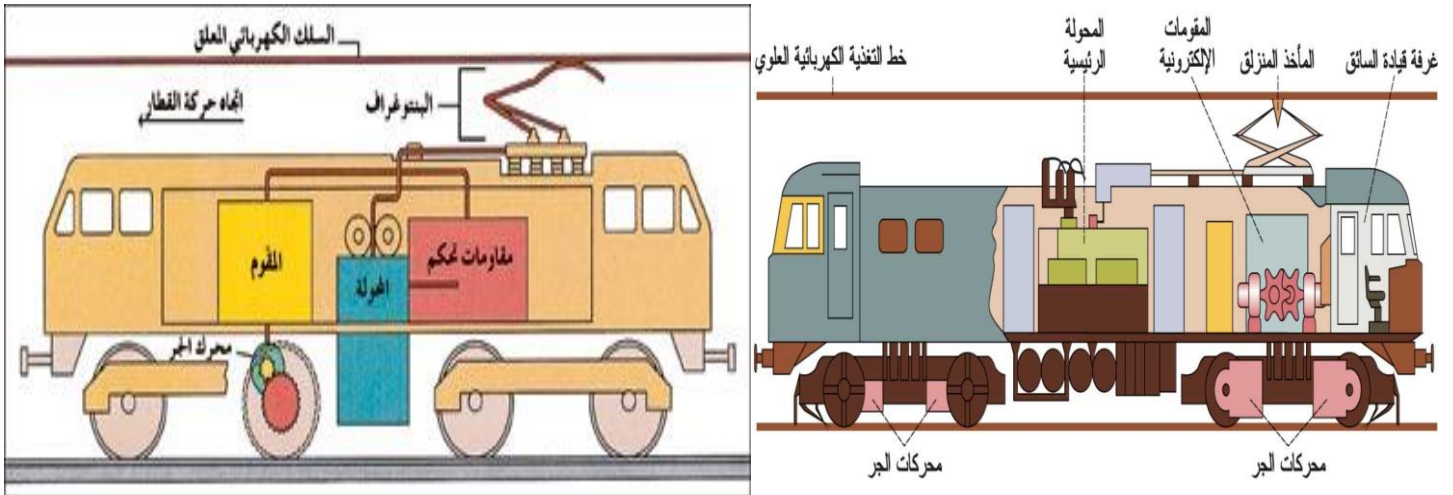


المحرك الكهربائي ثلاثي الاطوار

Electrical Motor three phase



تستخدم المحركات الكهربائيه عموما علي سبيل المثال في المصانع وتسيير الاكترام والمترو والقطارات الكهربائيه . ويعتبر المحرك الحثي ثلاثي الطور الذي تم اختراعه علي يد العالم نيكولا تسلا عام 1886م . الاكثر انتشارا في عالم الصناعه . وذلك لما يتميز به من مميزات مثل المتانته وبساطه التركيب وانخفاض ثمنه بالمقارنه مع المحركات الاخرى .. وتعمل علي جهد يتراوح بين 380 الي 750 فولت . وهي تتكون من عضوين رئيسيين هما العضو الثابت والعضو الدوار لذلك كان لابد من الاهتمام بكيفية تشغيلها وطرق حمايتها . وذلك عبر التعرف علي دوائر التحكم الاولي والاساسيه التي يمكن من خلالها تحقيق ذلك . والتي تناولتها هذه الحقيقه .



مفتاح التلامس

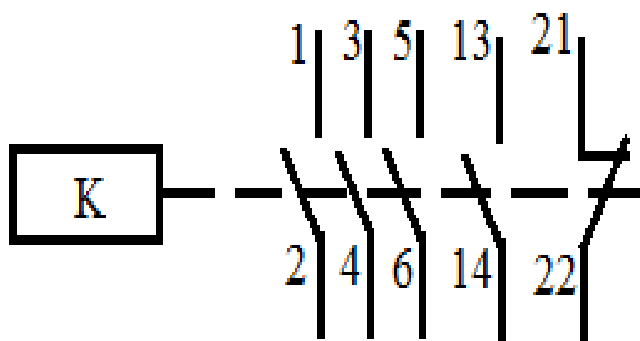
Contactors



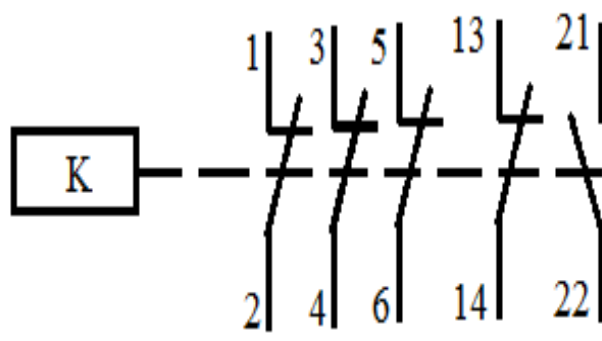
يتكون مفتاح التلامس (الكونتاكتور) من شرائح معدنية ذات سبيكة خاصة الاولي ثابتة واخري متحركة . ويوجد حول القلب الثابت ملف معزول ملفوف فوق بكره من البلاستيك بعدد لفات وسمك سلك معين تبعاً لفرق الجهد الذي سيعمل به الملف . ويعرف هذا الملف بالبوبينه (Coil) .

يحمل القلب المتحرك عدداً من نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة . ونقاط التلامس الرئيسية هذه هي التي تصل او تفصل التيار من المحرك وعادة تكون هذه النقاط أقوى من نقاط التلامس المساعدة لتحتمل شدة تيار المحرك . وهي تكون عادة مفتوحة .

اما النقاط المساعدة فمنها المفتوح ومنها المغلق . وعندما يصل التيار الي البوبينه عن طريق دائرة التحكم يحدث مجالا مغناطيسيا يجذب القلب المتحرك الحامل لنقاط التلامس من اتجاه القلب الثابت . فيتغير وضع جميع نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة وتصبح النقاط المفتوحة مغلقه والمغلقه مفتوحة وتظل هكذا حتي ينقطع التيار عن البوبينه فيعود القلب المتحرك الي وضعه الطبيعي مندفعاً الي الاعلي بقوة السوسته (النابض) الموجوده بين القلبين فتعود جميع نقاط التلامس الي وضعها الطبيعي .



حالة الايقاف



حالة التشغيل

القاطع الحراري

Overload



يستخدم القاطع الحراري لحماية المحرك في حالة ارتفاع شدة التيار أعلي من التيار المقتن للمحرك . وهو عبارة عن ملفات حرارية تتصل بالتوالي مع المحرك ويضبط تدريج القاطع الحراري علي قيمة شدة تيار المحرك وهو يعمل بالحمل الكامل . فاذا حدث ارتفاع في شدة تيار المحرك لاي سبب داخلي او خارجي ترتفع درجة حرارة الملف الحراري فيؤدي تمدده الي تحريك جزء من الفايبر فيفصل نقطة تلامس مغلقة داخل القاطع وتتصل هذه النقطة بالتوالي مع بوبينه الكونتاكتور. فتقطع التيار عنها وتعود نقاط التلامس الرئيسية الي وضعها الطبيعي مفتوحة .

وبعد معرفة سبب ارتفاع قيمة تيار المحرك واصلاحه يضغط علي نقطة تلامس القاطع (بواسطة زراع خاص بذلك) ويعمل المحرك مرة اخري .

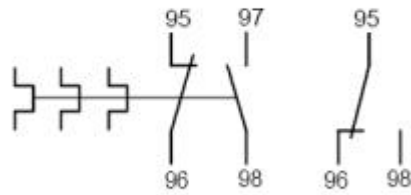
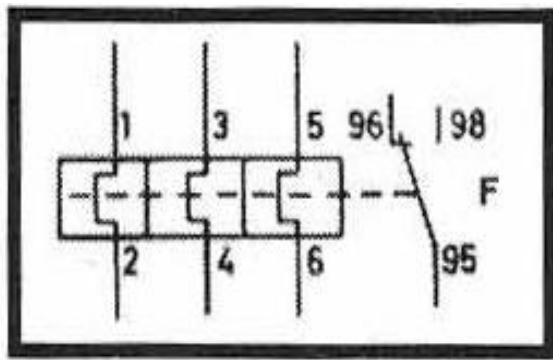


Diagram Kontak TOR



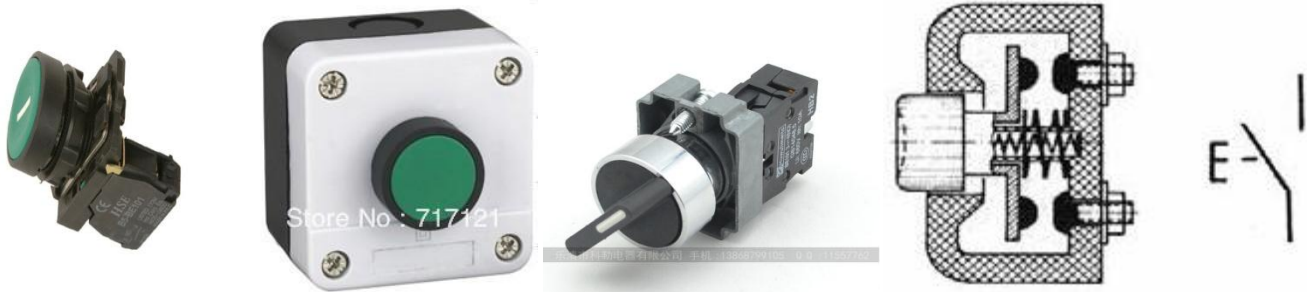
مفاتيح التشغيل والايقاف

Push- Buttons

وهي تنقسم الي قسمين اساسيين . تشغيل وايقاف كالاتي :

* مفاتيح التشغيل (ON)

مهمتها توصيل التيار الي البوبينه عند الضغط عليها . وهي تأتي بأشكال مختلفه .

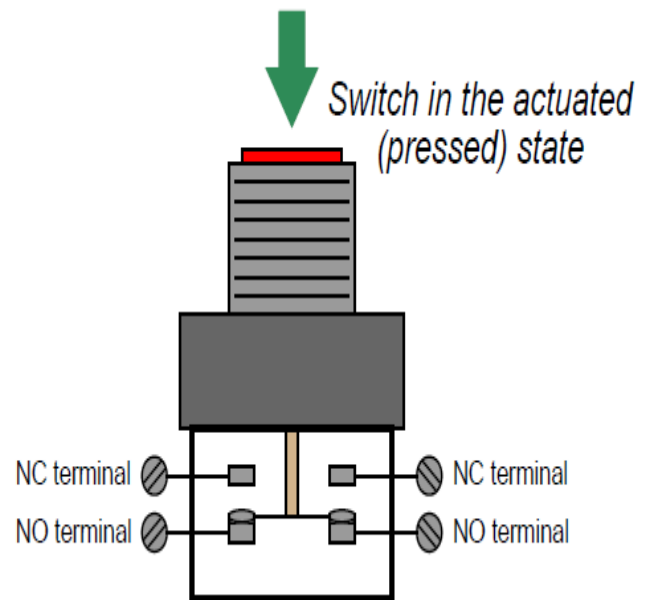


* مفاتيح الايقاف (OFF)

مهمتها فصل التيار من البوبينه عند الضغط عليها . وهي تأتي بأشكال مختلفه .



* وهناك انواع تؤدي الوظيفتان معا وتسمى (OFF-ON switch) .



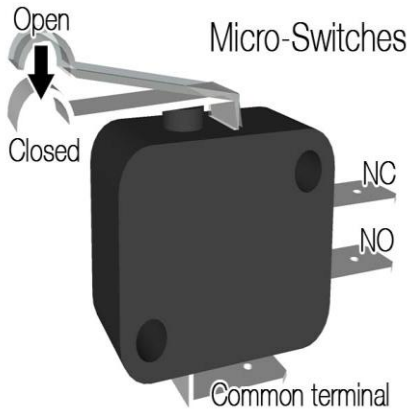
* لمبات البيان Indicator Lamps

تستخدم لبيان وتوضيح حالة المحرك فعادة ما تستخدم اللمبات ذات اللون الاخضر لبيان التشغيل والاحمر للايقاف والاصفر للحمل الزائد ويمكن ايضا استخدام الوان اخري لمهام اخري حسب الدائره المعنيه .

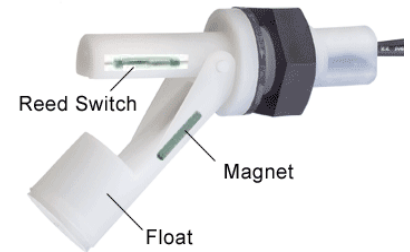


* مفتاح نهاية الشوط Limit switches

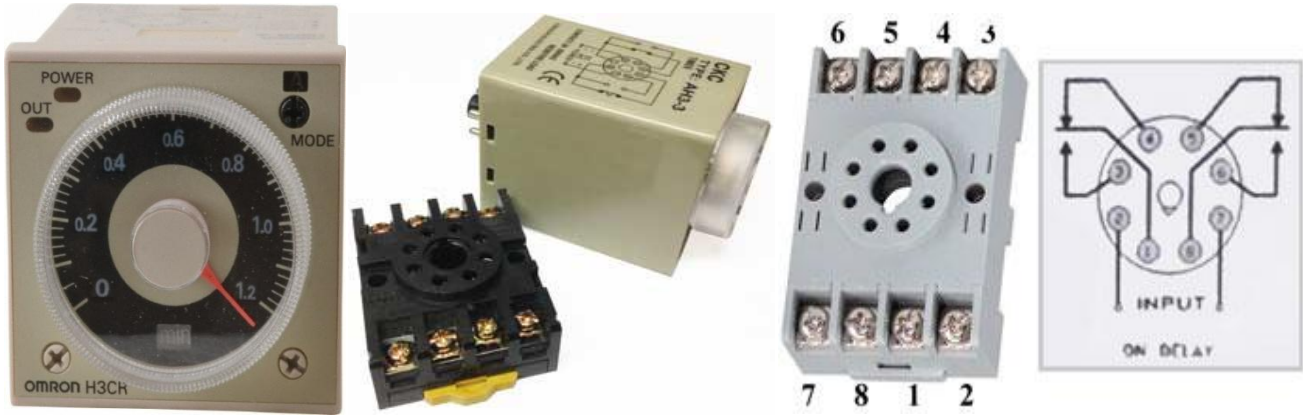
هي عباره عن مفاتيح تحمل عدد من نقاط التلامس المغلقه والمفتوحه وتغير وضعها عند اصطدام الشيء بها . وتستخدم لوصل او فصل التيار عن البوينه او اي نقطه اخري حسب الدائره المعنيه .



Horizontal Type:



* مفاتيح التوقيت الزمني Timers



تستخدم التايمرات لتوصيل التيار او فصله اتوماتيكيا في زمن معين قبل او بعد التشغيل يضبط مسبقا في التايمر . وهو انواع كثيرة مثل التايمر الهوائي ، الالكتروني ، ذو المحرك .

التايمرات التي يبدأ فيها العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليها لحظة التشغيل وبعد انتهاء الزمن يتغير وضع نقاط التلامس تسمى (ON delay) ويرمز لها بالرمز ادناه .

ON delay



اما تلك التي تتغير نقاط تلامسها بمجرد التشغيل ثم بعد الفصل يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليها تسمى (OFF delay) ويرمز لها بالرمز ادناه .

OFF delay



وهناك انواع تؤدي الوظيفتان معا ويرمز لها بالرمز ادناه . (On-Off delay).



الدوائر الاساسيه للتحكم في المحركات

وهي تنقسم الي قسمين .

* دوائر القوي او القدره Power Circuit

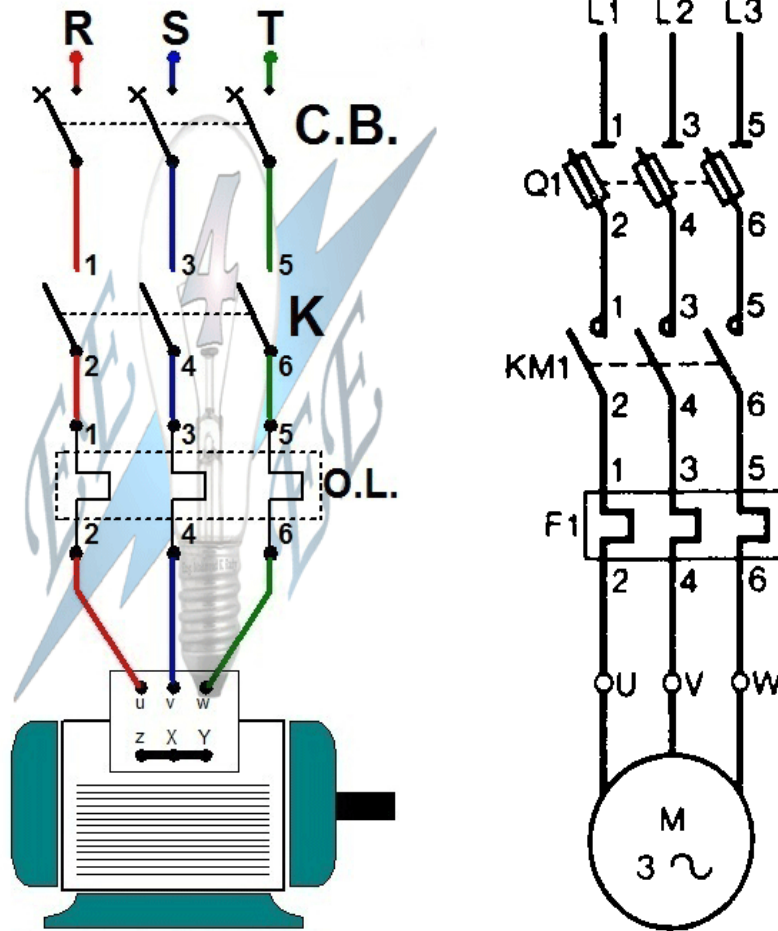
هي الدائره المسئوله عن توصيل التيار من المصدر الي المحرك وعادة تتكون من الاتي :

- فيوزات للحمايه او مفتاح حمايه يتحمل شدة تيار البدء .

- ثلاث نقاط تلامس رئيسيه في الكونتكتور .

- ثلاث ملفات حراريه للقاطع الحراري .

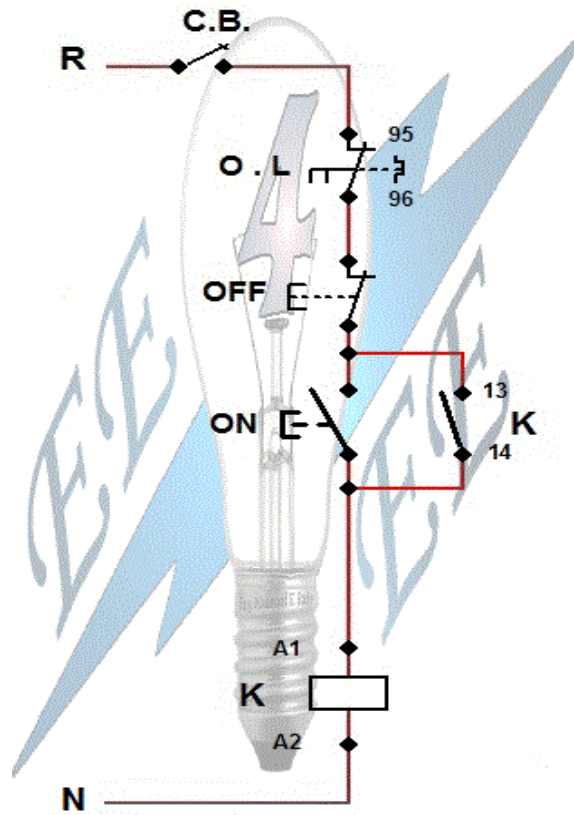
- ثلاث أطراف للمحرك .



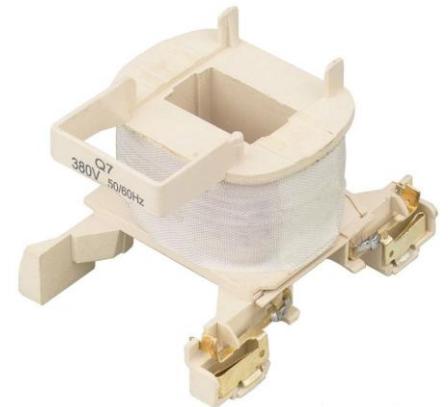
* دوائر التحكم Control Circuit

هي الدائره المسئوله عن توصيل التيار الي بوبينة الكونتاكتور وعادة تتكون من الاتي :

- فيوز او مفتاح حمايه حسب تيار البوبينه .
- نقطة تلامس القاطع الحراري المغلقه (NC).
- نقاط مفاتيح الايقاف والتشغيل .
- النقاط المساعده في الكونتاكتور
- بوبينة الكونتاكتور (Coil)



Contactor Coil

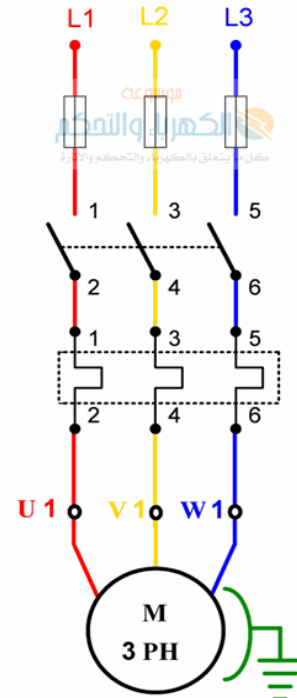
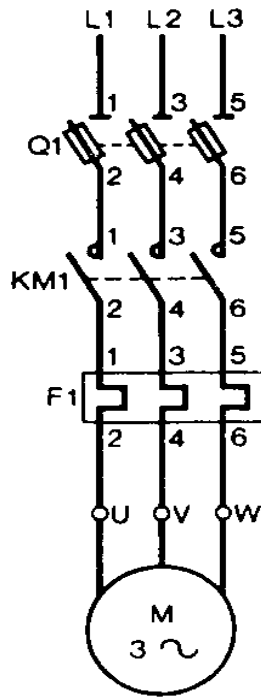
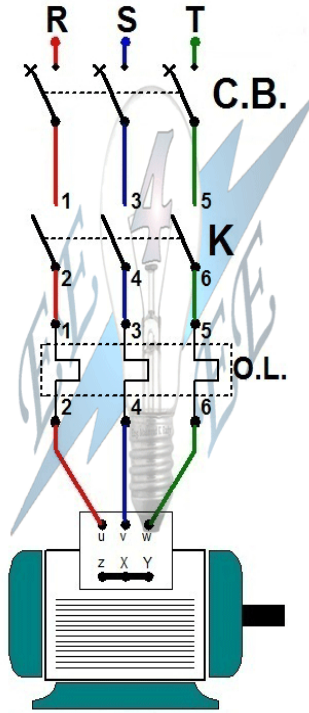


دوائر الكونتاكتور

Contactors Circuits

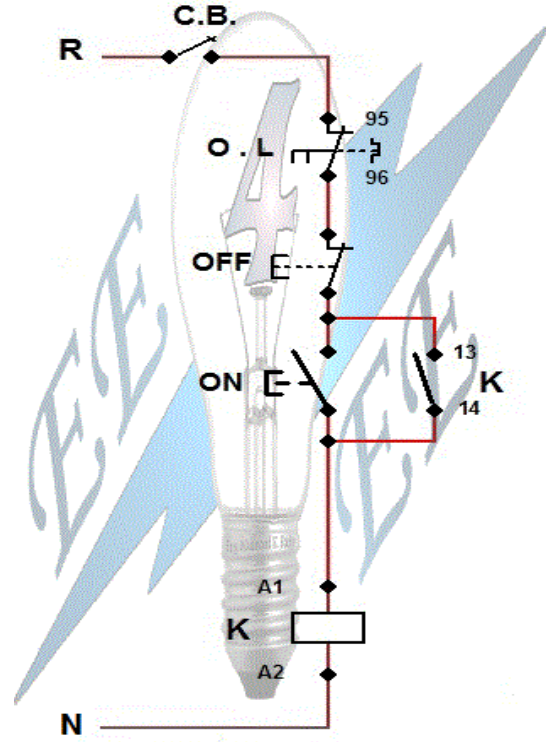
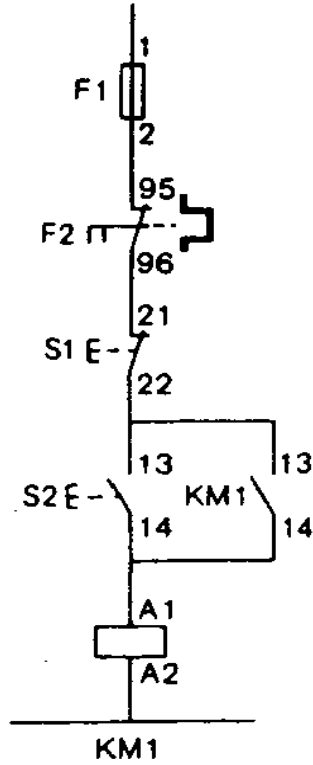
* دائرة تشغيل محرك ثلاثه اوجه .

@ دائرة القوي . Power Circuit .



- كيفية عمل الدائره .

عندما يصل التيار الي بوبينة الكونتاكتور عن طريق دائرة التحكم . تغلق نقاط التلامس الرئيسييه بقوة المجال المغناطيسي فيصل التيار الي المحرك مارا بالفيوزات الرئيسييه وملفات القاطع الحراري .

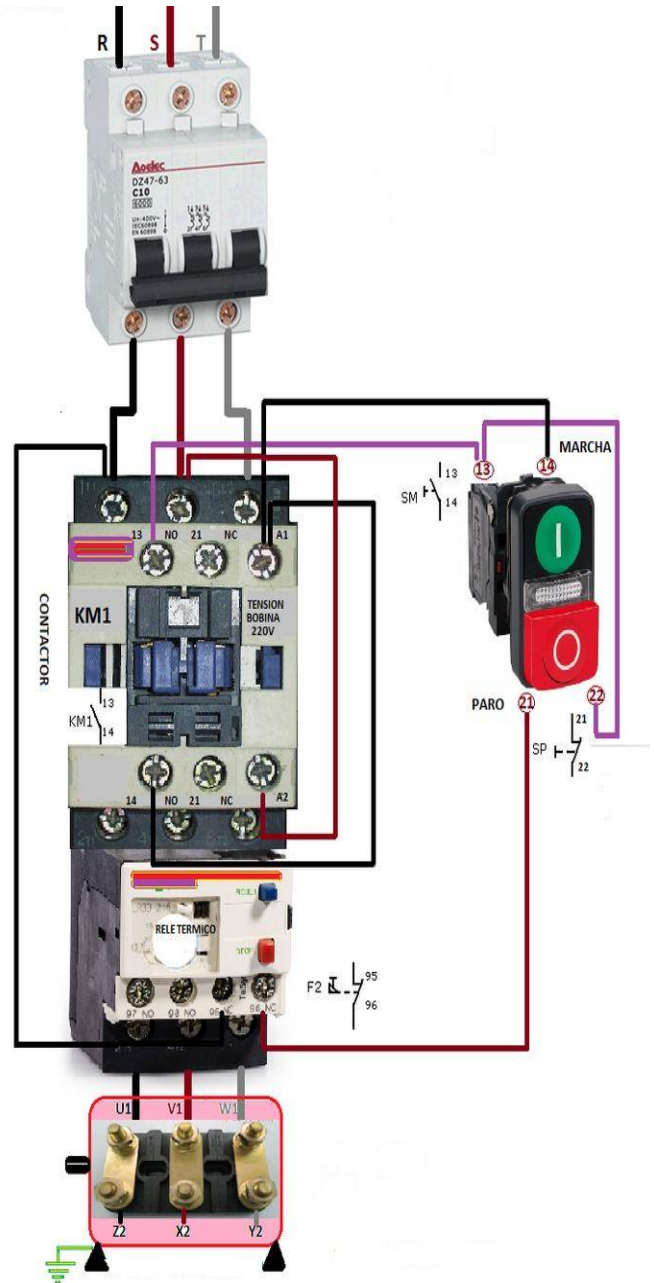
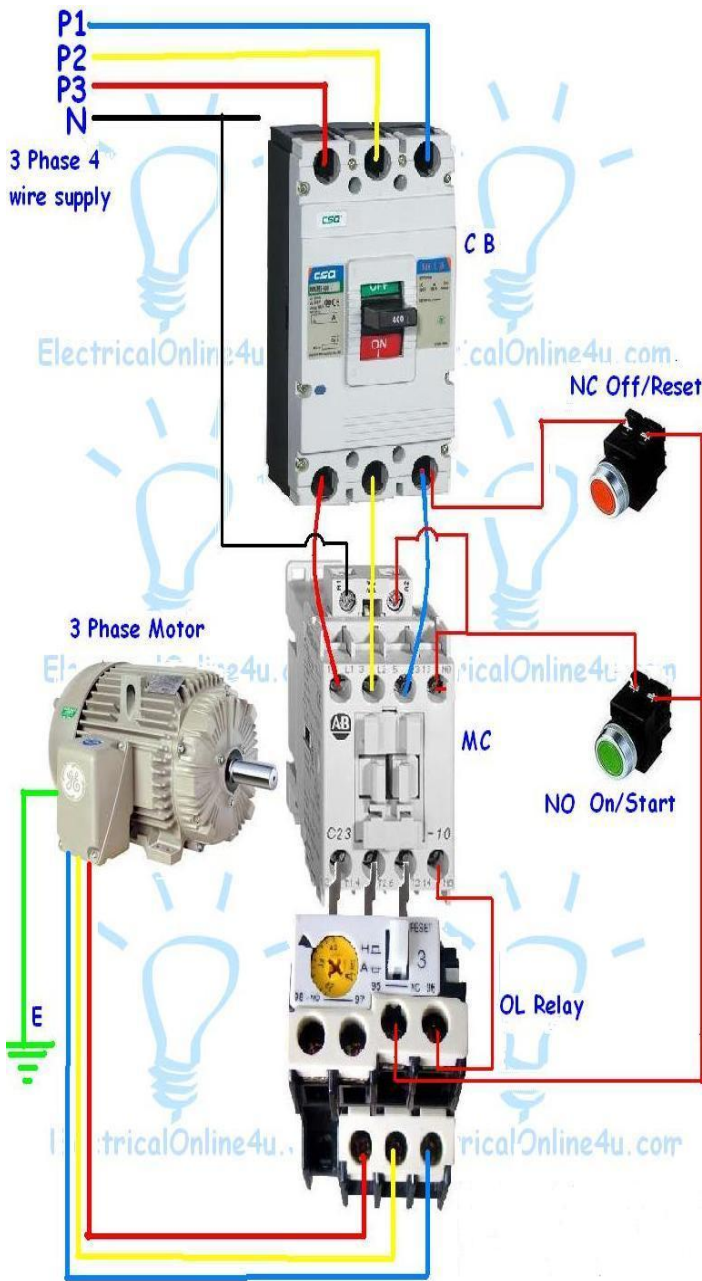


- كيفية عمل الدائره .

عند الضغط علي مفتاح التشغيل يصل التيار الي البوبينه مارا بالفيزوز ونقطة تلامس الاوفرلود ومفتاح الايقاف . فتجذب البوبينه نقاط التلامس الرئيسيه ويعمل المحرك . اما نقاط التلامس المساعده المفتوحه (13-14) فقد وضعت بالتوازي مع مفتاح التشغيل . لأن مفتاح التشغيل يغلق نقاطه حين يضغط عليه ثم يعود الي وضعه الطبيعي فيستمر التيار للبوبينه عبر هذه النقطة . وكذلك النقاط المغلقه (21-22) تتحول هي الاخري الي نقاط مفتوحه الي ان يضغط علي مفتاح الايقاف فينقطع التيار عنها وتعود نقاط التلامس الرئيسيه والمساعده الي اوضاعهم الطبيعيه . وعادة ما تبدأ النقاط المفتوحه بالرقم (3) أي عندما نجد (13-14 ، 23-24 ، 33-34) كلها تدل علي النقاط المفتوحه (NO) .

بينما تبدأ النقاط المغلقه بالرقم (1) أي عندما نجد (21-22 ، 31-32 ، 41-42) كلها تدل علي النقاط المغلقه (NC) .

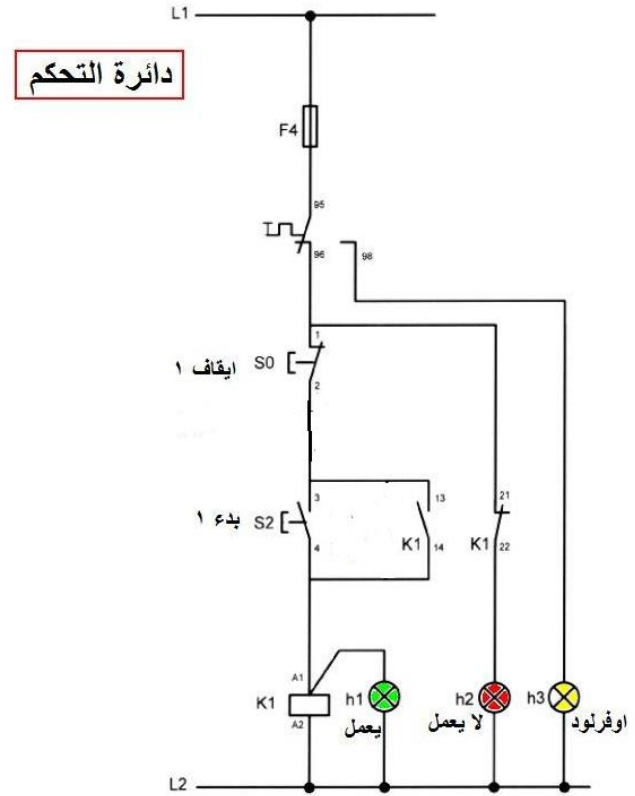
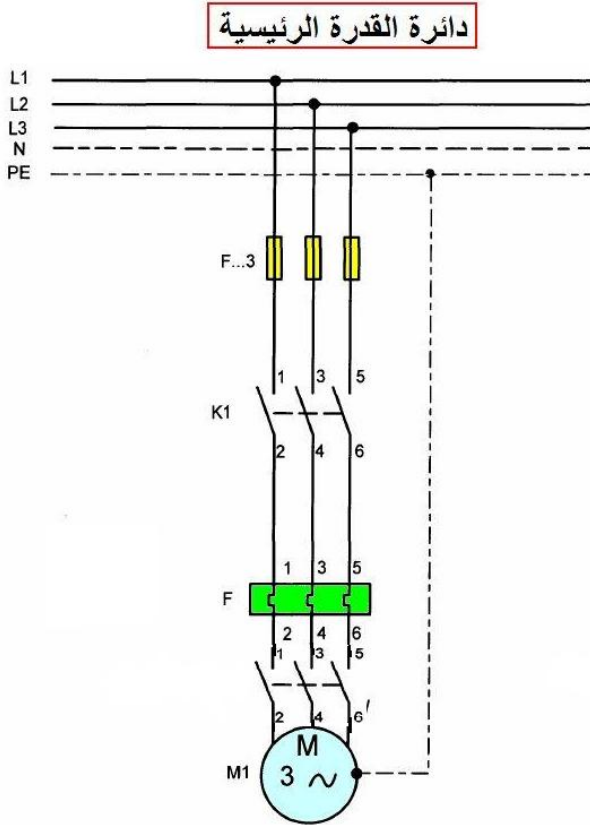
صورة لشكل الدائرة



@ دائره السابقه باضافه لمبات بيان (تشغيل ، ايقاف ، زياده حمل) .

بالنسبه لدائرة القدره هي نفسها لاتتغير في هذه الحاله فقط تضاف لمبات البيان في دائرة التحكم . لذلك نتناول دائرة التحكم فقط .

@ دائرة التحكم . Control Circuit

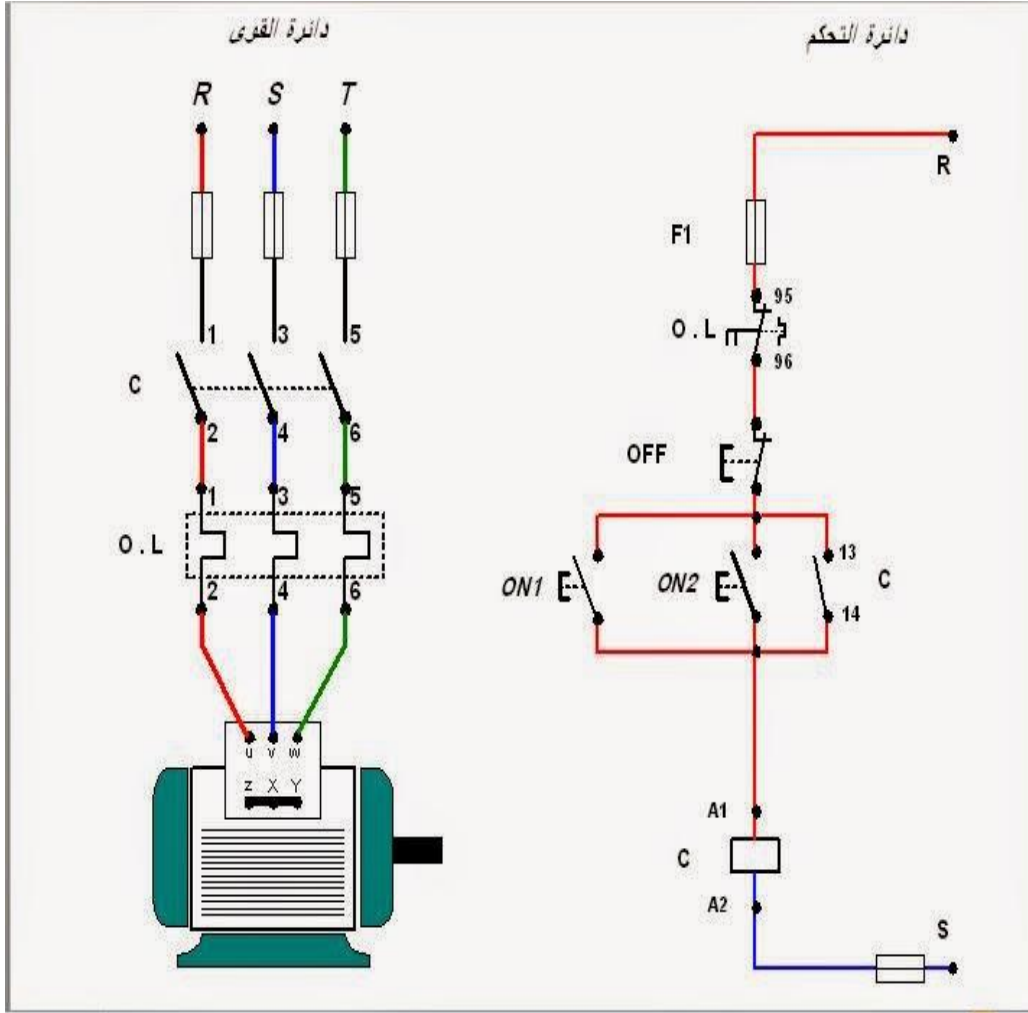


- كيفية عمل الدائره .

عندما يتم وصل الكهرباء الي الطبلون تعمل مباشرة لمبة الايقاف رقم (h2) الموصله من نقطه مغلقه في الكونتاكتور (NC) في اشاره الي عدم عمل الكونتاكتور . وهي تكون عادة باللون الاحمر . وعند الضغط علي مفتاح التشغيل يصل التيار الي البوبينه مارا بالفيزوز ونقطه تلامس الاوفرلود ومفتاح الايقاف . فتجذب البوبينه نقاط التلامس الرئيسيه ويعمل المحرك وتعمل معه مباشرة لمبة التشغيل رقم (h1) الموصله توازي مع بوبينه الكونتاكتور والتي تكون عادة خضراء اللون . اما اللمبه رقم (h3) ذات اللون الاصفر فهي تكون موصله عبر النقطه المفتوحه في القاطع الحراري (97-98) وتعمل عندما يعمل القاطع الحراري فيغير اوضاع نقاطه في حالة الحمل الزائد او ارتفاع درجة الحراره .

* دائرة تشغيل محرك ثلاثي الطور يعمل من مكانين مختلفين .

@ دائرة القوي والتحكم . Power and Control Circuit .

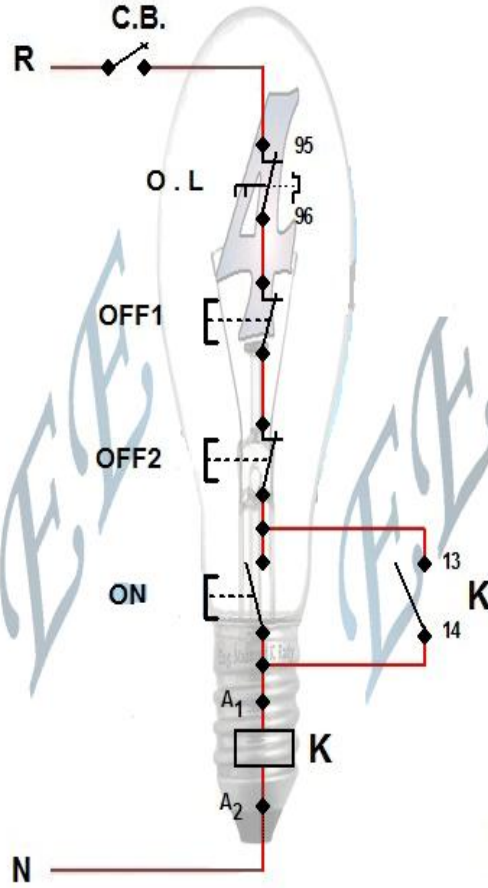
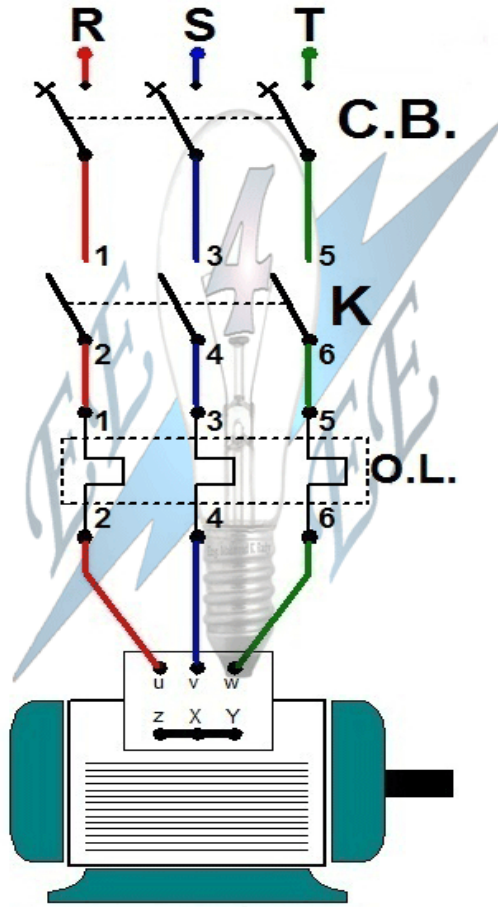


- كيفية عمل الدائره .

بالنسبه لدائرة القوي هي كما ملاحظ اعلاه نفس الدائره السابقه . فقط التغيير هنا في دائرة التحكم وهو عباره عن اضافه مفتاح تشغيل اخر بالتوازي مع الاول لامكانية التشغيل من موقعين .

* دائرة تشغيل محرك ثلاثي الطور يتوقف من مكانين مختلفين .

@ دائرة القوي والتحكم . Power and Control Circuit .

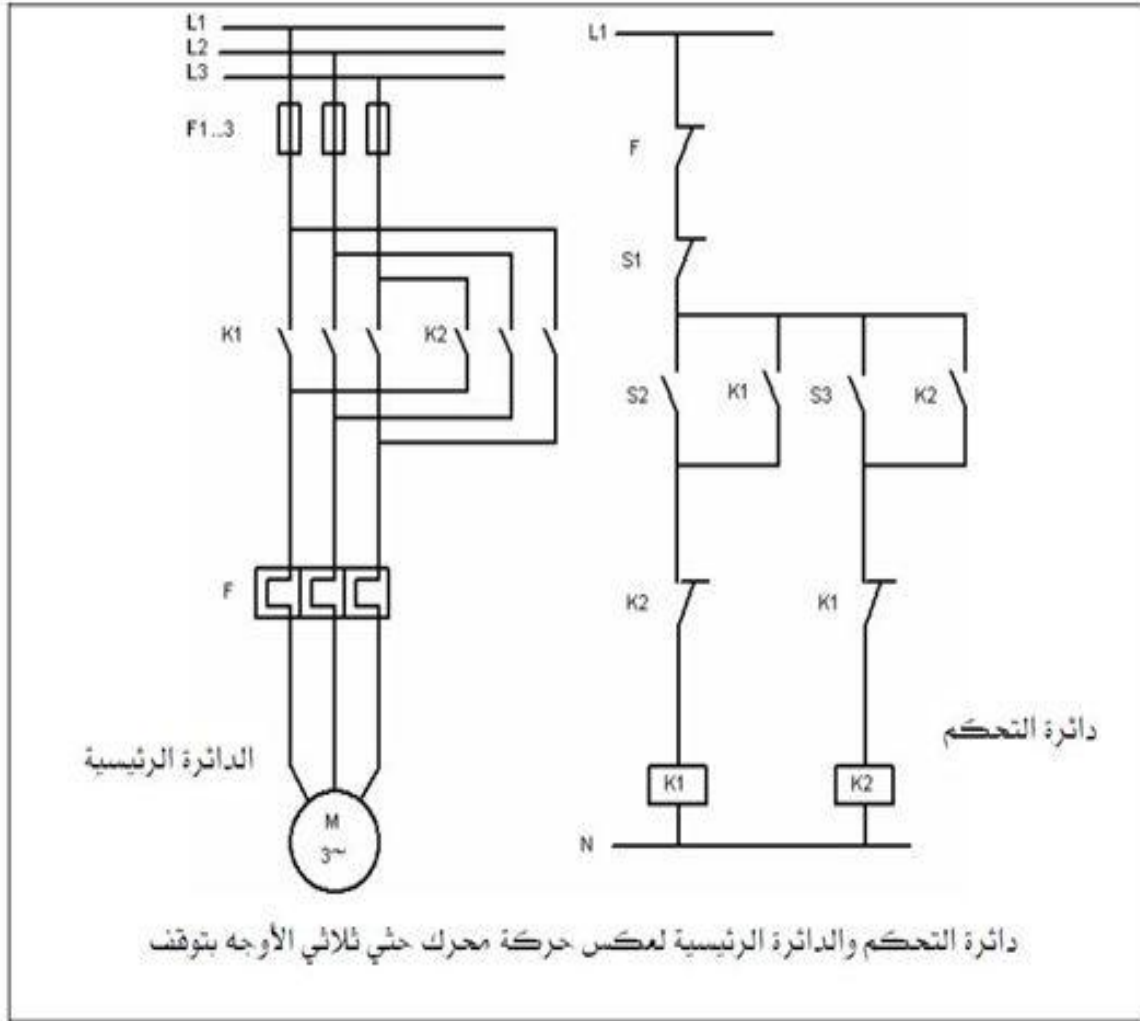


- كيفية عمل الدائره .

ايضا واضح من دائرة التحكم اضافة مفتاح ايقاف بالتوالي مع الاول لامكانية ايقاف المحرك من موقعين .

* دائرة تشغيل محرك ثلاثي الطور في اتجاهين (عكس حركة) .

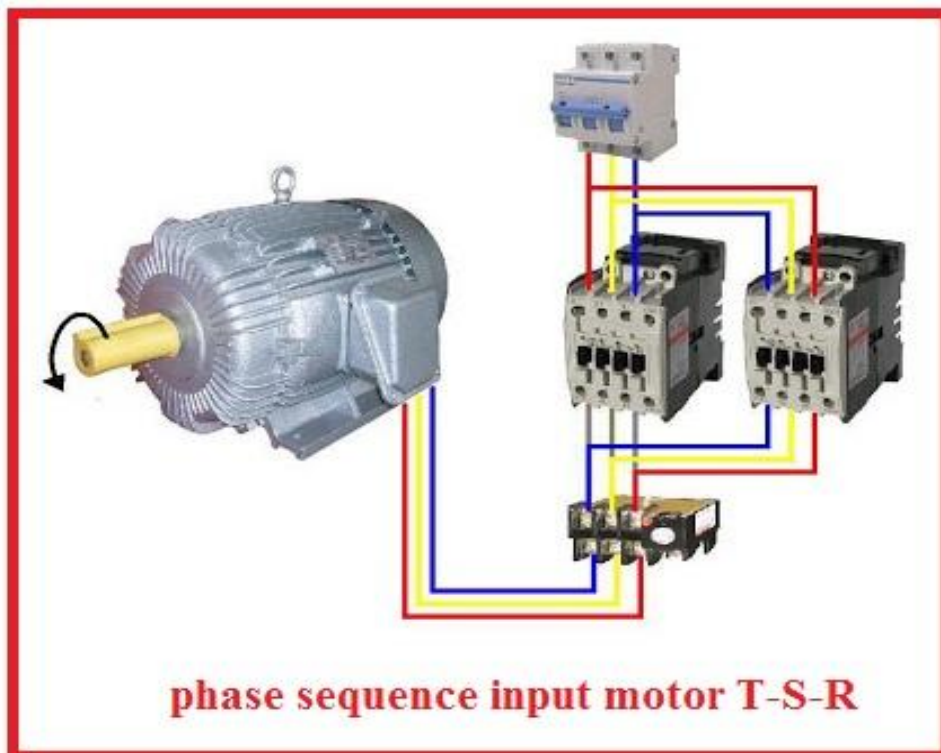
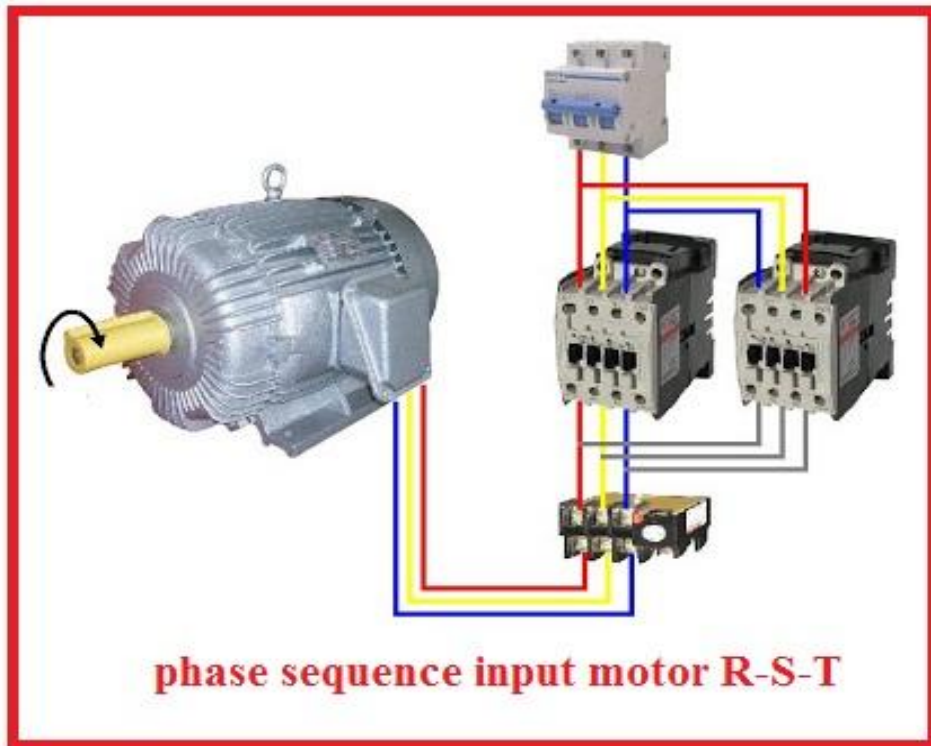
@ دائرة القوي والتحكم . Power and Control Circuit .



- كيفية عمل الدائرة .

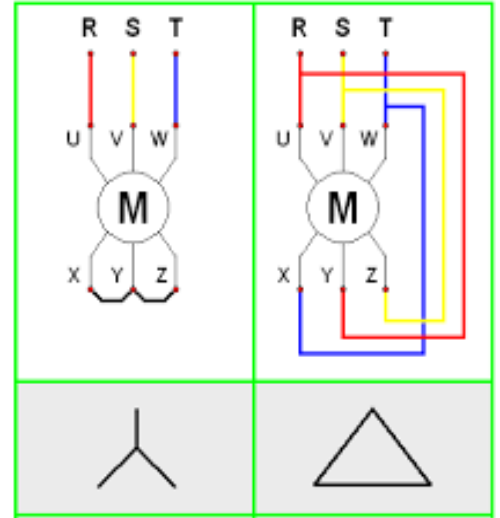
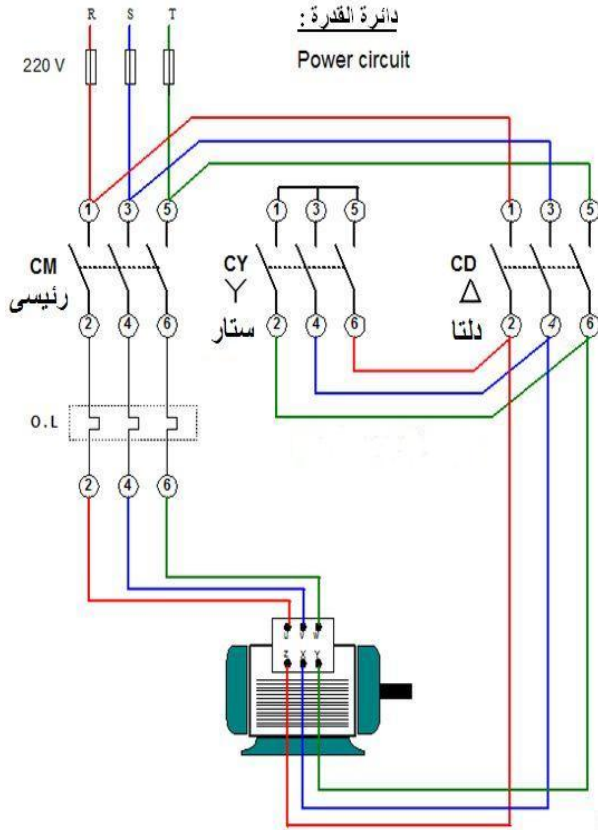
كما هو معلوم فان الطاقه الكهربائيه ثلاثية الاطوار هي عبارة عن ثلاث ملفات (R,S,T) تتحرك في مجال مغناطيسي . وبين كل ملف والاخر زاوية مقدارها (120) درجة بتعاقب وجهي معين . وعند تغذية المحرك بالطاقة يدور في اتجاه معين كأن يكون في اتجاه عقارب الساعة مثلا . ولعكس اتجاه حركة محرك ما . علينا تبديل طرفين من الاطراف الثلاثة الداخلة الي المحرك وبذلك نكون قد بدلنا تعاقب الاوجه (phase sequence) لذلك كما هو موضح في الشكل اعلاه فان الكونتاكتور (K2) عندما يعمل تكون مهمته تبديل التعاقب في الاوجه .

صوره لدائرة قوي عكس حركة



* دائرة تشغيل محرك ثلاثي الطور يعمل دلتا استار (Delta - Star) .

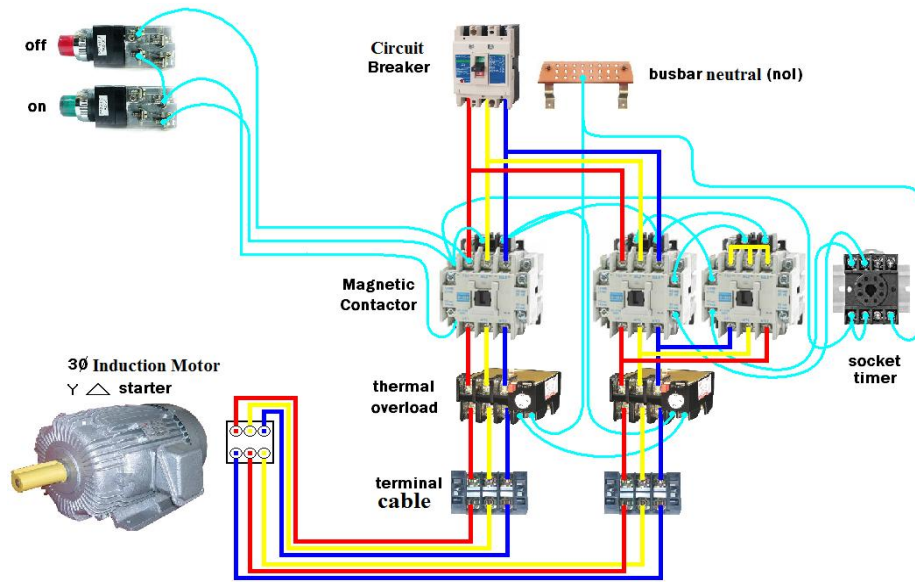
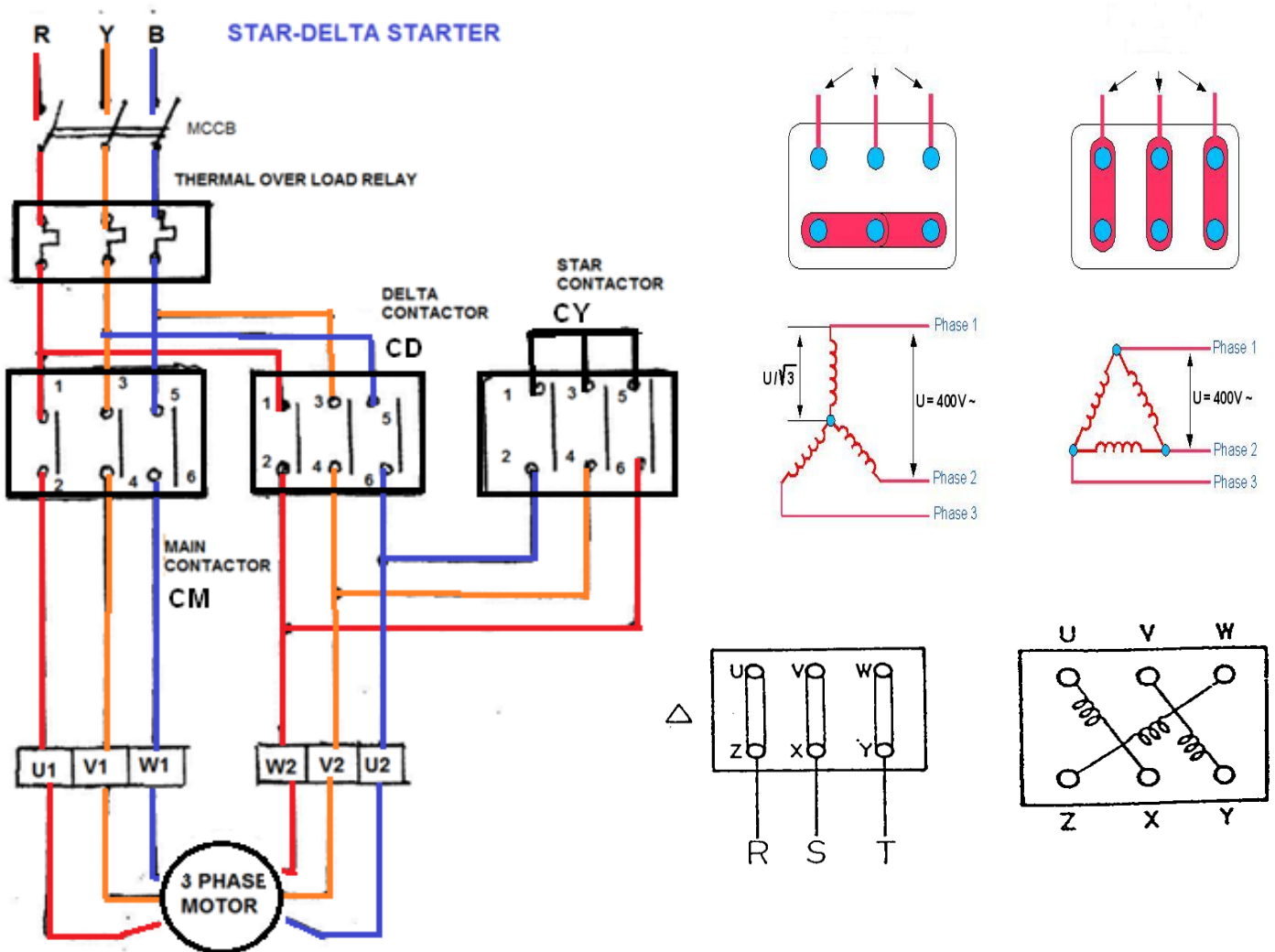
@ دائرة القوي . Power and Circuit .

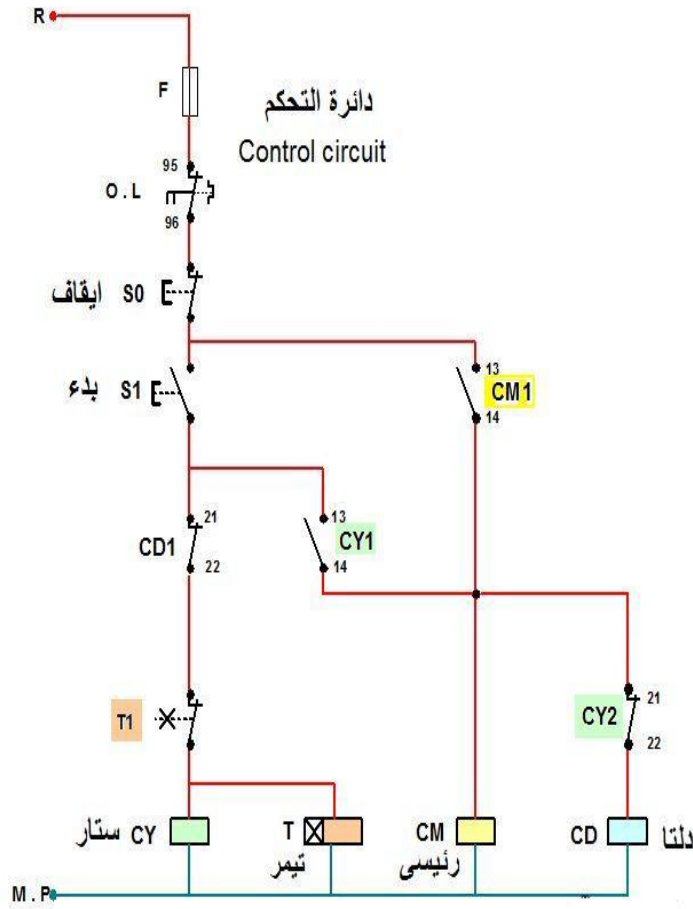


- كيفية عمل الدائرة .

تتكون دائرة القدرة من ثلاثة كونتاكتورات (كونتاكتور رئيسي CM ، ستار CY ، دلتا CD) . موصل الرئيسي مع بدايات المحرك (U,V,W) والاستار مهمته غلق نهايات المحرك (X,Y,Z) والدلتا يغلق نهاية كل وجه مع بداية الاخر.

وعند بدء التشغيل يعمل الكونتاكتور الرئيسي ويعمل معه الاستار ويكون المحرك يعمل استار في هذه الحالة . وبعد زمن معين يخرج الكونتاكتور CY ويعمل الدلتا مع الرئيسي ويكون المحرك في هذه الحالة يعمل دلتا . حتي يتم ايقافه .



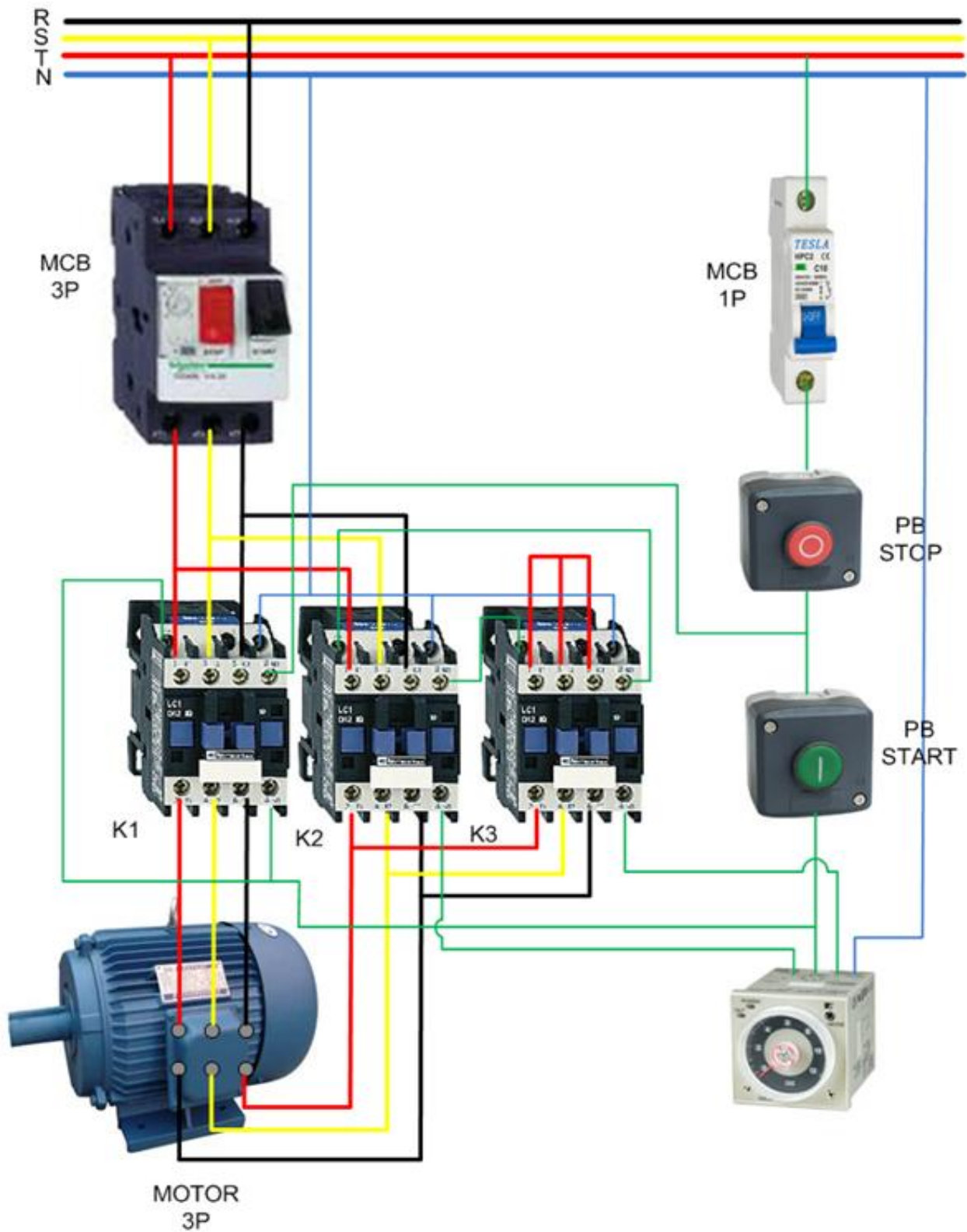


- كيفية عمل الدائرة .

تتكون دائرة التحكم اعلاه من ثلاثة كونتاكتورات ومؤقت زمني ومفاتيح ضواغط وقاطع حراري وفيوزات .

عند الضغط علي مفتاح البدء (S₁) مباشرة يعمل (T,CY,CM) وهو عمل المحرك استار . وفي هذه الحالة طبعا لايمكن اطلاقا امكانية عمل (CD) وذلك لوجود النقطة (21-22 NC) التابعه ل(CY) . يفصل التايمر CY بعد زمن معين وذلك عبر النقطة T₁ التابعه للتايمر حيث تعود تلامسات CY الي وضعها الطبيعي ويعمل مباشرة CD الذي يقطع بدوره التيار عن التايمر ويبقي لوحده في الخدمه مع الكونتاكتور الرئيسي الي ان يتوقف المحرك بواسطة المفتاح (S₀)

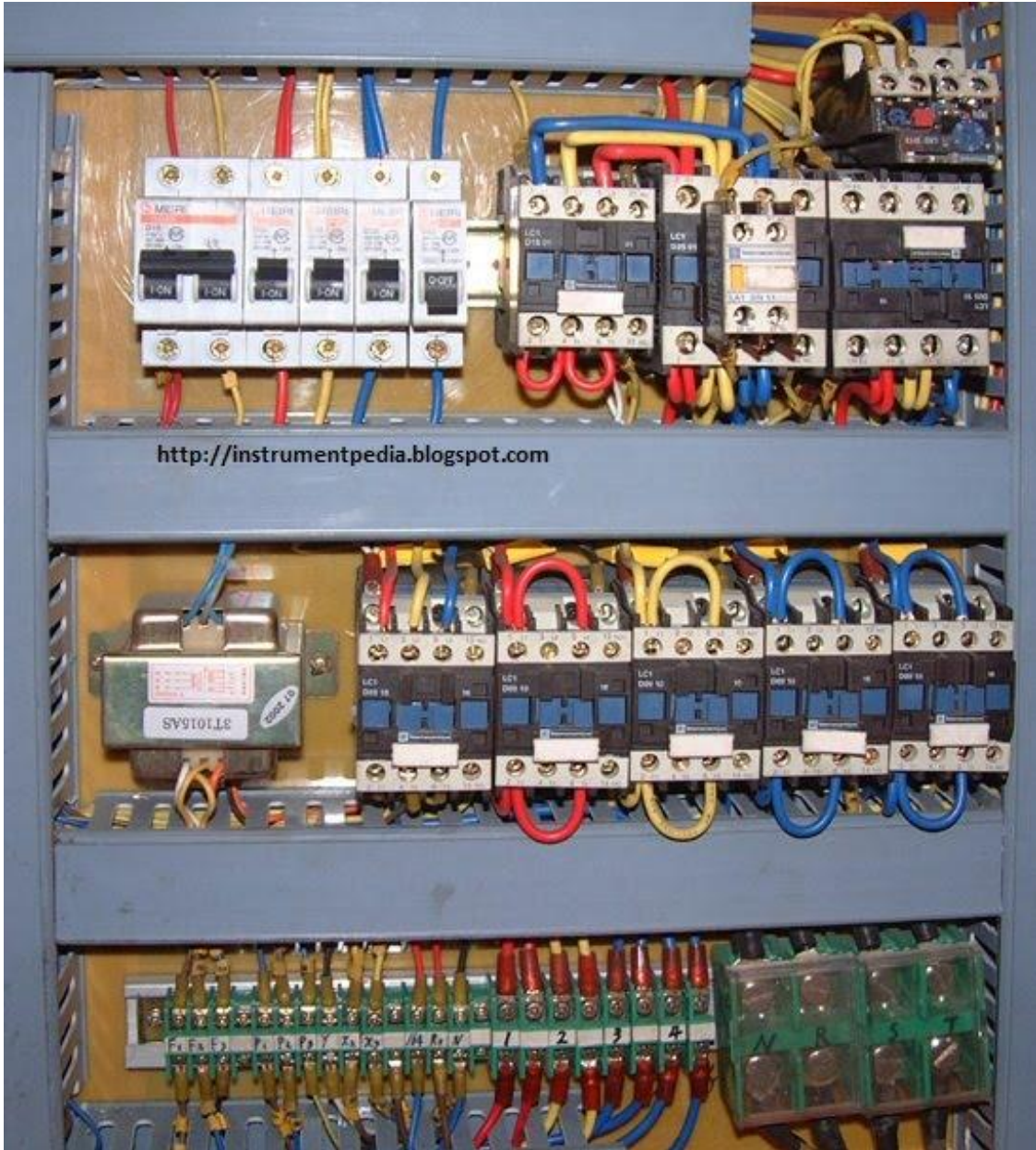
صورة لدائرة استار دلتا



اهم المراجع

مناهج المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني (المملكة العربية السعودية)

Electric Machinery Fundamentals --- Stephen.J – 1991



23-Idris7878@yahoo.com