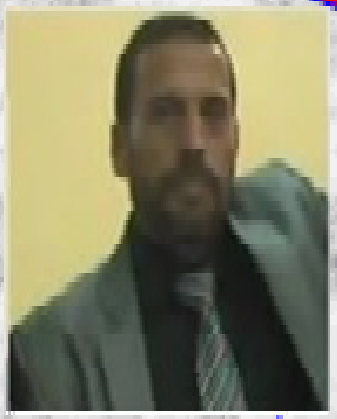
Auto Control World

عالم التحكم الآلي



م خالد العويسات

الجزء الاول

Auto Control World

الفـهـرس

المقدمة
تعريف التحكم وانواعه
أجزاء ومكونات دوائر التحكم الكلاسيكي
رموز دوائر التحكم الكهربائي
المخططات الكهربائية لدوائر التحكم
رسم دوائر التحكم الكهربائي

1 - المقدمة

ابدأ هذة المقدمة بالصلاة والسلام على اشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى اله وصحبة وسلم .
ان تطور العلم دائما يسعى لتقليل الجهد على الانسان وبالتالي يقلل من الوقت المستهلك الذي يستخدمه الانسان في معظم المجالات التى نعيشها بحياتنا هذه.
ومن هذه المجالات المجال الكهربائي الذي يختص به معظم شبابنا . ولعل هذا المجال يستحق الدراسة والتفعيل بعقول الشباب . وهذا المجال له عدة اختصاصات كونه اساسي بالحياة ومن هذه الاختصاصات التحكم الكهربائي . فهذا التخصص فعال جدا وخاصة بالمنشاءات الصناعية ومنشأت المقاولات فاي اله لا تستطيع ان تعمل بدون الاعتماد على التحكم الكهربائي . وخاصة الالات الصناعية التي تقوم بانتاج المواد بكافة انواعها . لذا احببت ان اضع بين ايديكم هذا الكتاب المتواضع الذي يبحث في هذا المجال .بكل التفاصيل من حيث المبادئ والتصميم والتخطيط والتنفيذ . ولا اريد ان اطول عليكم بالمقدمة لان الكلام كثير جدا في هذا المجال لا ينتهي . وارجوا من جميع من يقرأ هذا الكتاب ان يستفيد منه بقدر الامكان ويحاول الابتكار من خلال الافكار التي به .
واتمنى من الجميع التواصل على البريد الالكتروني او الهاتف للحصول على المعلومات التي قد تكون مبهمة اوغير واضحة له.

Khaled.sahouri@yahoo.com
sahourikhaled@hotmail.com
sahourikhaled@gmail.com
kh_ow@hotmail.co (face book)
Mobile 00966592210381
المملكة العربية السعودية
م خالد العويسات

تعريف التحكم وانواعه

ان التحكم بشكل عام هو السيطرة على عمل جهاز من قبل شخص معين لتنفيذ خطوات عمل هذا الجهاز او الاله الكهربائية . وهذة السيطرة او التحكم تنظم عمل الاله بخطوات مصممة لها العمل بها . سواء هذه الخطوات تمت يدويا او اتوماتيكيا حسب النظام . وهذا هو التحكم الكهربائي .
اذن التحكم الكهربائي هو السيطرة على تشغيل الالات الصناعية بنظام معين عن طريق دوائر كهربائية مصممة لهذا الغرض . والتحكم الكهربائي يقسم الى اربعة انواع هم :-

1 - التحكم اليدوي Manual Control
2 - التحكم الالي (الاتوماتيكي) Automatic Control
3 - التحكم الالي المبرمج Automatic Control Programmed
4 - التحكم الالكتروني Electronic Control

ان هذه الانواع من التحكم هي الانواع المستخدمة بدوائر التحكم الكهربائي في الالات الصناعية وغيرها من المعدات التي تعمل على انتاج السلع والمواد بمختلف انواعها . كما ان هذة الانواع يجب فهمها جيدا لانها هي الاساس في تشغيل المعدات والالات الكهربائية . وكل نوع معين من هذة الانواع له خصائص تميزه عن غيرة من الانواع فمنه من هو اقتصادي بالنسبة الى تكلفة المواد والقطع ومنه من هو اكثر امانا وسلامة بالنسبة الى التشغيل . كما ان نوع الاله وطريقة تشغيلها ومبدئها هو الذي يقرر نوع التحكم المطلوب من الانواع السابقة . وسوف نقوم بدراسة كل نوع على حداة بهذا الفصل من هذا الكتاب .

التحكم اليدوي (Manual Control)

ان هذا النوع من التحكم من اسمه يعمل يدويا أي ان الشخص هو الذي يقوم بعمل جميع الخطوات اللازمة لتمرير خطوات عمل الاله حسب التصميم المخصصة لها فهذا يسمى التحكم اليدوي او السيطرة اليدوية على تشغيل الاله لان تتبع مراحل العمل تتم خطوة خطوة . كما لوانك قمت بعمل اضاءة لمصباح الغرفة بواسطة المفتاح الخاص بها فهذا يسمى التحكم اليدوي ايضا لانك تقوم باضاءة المصباح وقت ما تشاء وتقوم باطفائه وقت ما تشاء .
وبعض الالات الصناعية يستخدم بها التحكم اليدوي في بعض المراحل حسب تصميم خط الانتاج او مراحل تشغيل الاله الكهربائية . ومن الطبيعي ان هذا

التحكم يكون بمساعدة ادوات خاصة تقوم بتمرير التيار الكهربائي الى الاحمال الكهربائية كالمحركات مثلا والملفات الحلزونية وغيرها من الاحمال ومن هذة الادوات المفاتيح المغناطيسية والريليهات وغيرها من الادوات التي سوف نقوم بدراستها بالتفصيل فيما بعد .
وهناك بعض الالات الصناعية تتحكم بها يدويا ولكن من داخل الدائرة تعتبر اتوماتيكيا وسنرى امثلة على ذلك فيما بعد . وهذا التحكم يستخدم بالالات الصناعية التي يتم تشغيلها على عدة مراحل مثل الروافع البرجية والمصاعد الخدمية المستخدمة بمواقع المقاولات العامة كالابنية مثلا والابراج العالية . لان هذة الالات والمعدات تحتاج الى التحكم اليدوي وليس الاتوماتيكي لان ظروف تشغيل هذة المعدات والالات يتطلب التشغيل بعدة مراحل وليس مرحلة واحدة . فيمكن للمشغل او المتحكم بالتشغيل اختيار المرحلة التي يود ان يقوم بتشغيلها حسب ظروف العمل الموجودة لدية . ومعظم الالات والمعدات يستخدم بها وسوف Classic Controlالتشغيل اليدوي والاتوماتيكي معا وذلك حسب رغبة المشغل لهذة الالة . وهذا التحكم عادة ما يطلق علية التحكم الكلاسيكي ندرس هذا النوع من التحكم بالتفصيل ان شاء الله . من حيث دراسة التصميم للدوائر البسيطة والدوائر المعقدة وطرق استخدام الالدوات وعملية فحصها للتاكد من سلامتها وايضا طرق توصيلها وطرق الكشف عن الاعطال وذلك بتتبع الدائرة عن طريق المخطط الكهربائي للدائرة ان وجد وطرق تصميم دوائر مركبة لتشغيل الة معينة حسب التصميم وحسب العمل لانتاج معين من المواد . وكيفية رسم المخطط الخاص بالدائرة بكافة انواعها ليتمكن الفني او المهندس من تتبع الخطأ الحاصل بالاله . وايضا بالنسبة لعملية التصميم لاي دائرة تحكم كهربائي وطرق التفكير بألية التصميم
بالطرق العلمية وليس بالطرق البديهية لان التصميم باي ظرف من الظروف يحتاج الى تصميم علمي بحت للتاكد من سلامة التشغيل للالة بكل الطرق من حيث سلامة اللوحات الكهربائية وسلامة المشغل من الخطر المحيط بالاله من حيث الحمايات الكهربائية المستخدمة للدائرة . وبحيث ان هذه الاله تعطي الانتاج المطلوب او العمل المطلوب منها بكل امن وبكل جودة حسب الغرض المتوقع من الاله لان هناك لوحات يقوم بعض الفنيين او المهندسين بالتعديل على نظام عمل الاله وبكل ثقة يتوقع ان هذة الطرق صحيحة ولكن في الواقع غير ذلك لان تصميم الاله من المصنع الاصلي مدروس بوقت كبير قبل التنفيذ . ولكل مرحلة من مراحل التصنيع والتصميم اعتماد كبير على المراحل السابقة واللاحقة من عمل الاله . فيجب توخي الحذر من التعديل اذا كان غير موقوق به علميا وعمليا . وهناك موضوع اخر وهو استخدام البدائل من الادوات للدائرة مما يؤدي الى اختلاف نظام الاله او المعدة فاذا كان البديل لاداة معينة علميا وعمليا صحيح ويقوم بنفس العمل فلا مانع من ذلك بشرط المحافظة على نظام عمل الاله المصممة له . وهذا النوع من التحكم اليدوي يجب مراعاة قياسات تيارات الاحمال المستخدمة بالدائرة حتى يعلم المشغل ان الاله تسير بطريق صحيح وعملها لا يتاثر باي ارتفاع من التيار او الجهد المغذي للوحة حتى لا يؤدي ذلك لايقاف العمل وهذة القياسات تتم عن طريق اجهزة قياس مخصصة لذلك واجهزة حماية للفصل من ارتفاع التيار او الجهد للحفاظ على الاله واحمالها . فيجب توخي الحذر من ارتفاع التيار او الجهد بالدائرة الكهربائي المخصصة للاله .

التحكم الاتوماتيكي Automatic Control

تطور العلم بالنسبة الى التحكم تطورا سريعا بوقت قصير فقد اصبحت دوائر التحكم اليدوية قليلة بالنسبة الى دوائر التحكم الاتوماتيكي وخاصة بالالات الصناعية المستخدمة بالمصانع وشركات المقاولات وبذلك يسهل على المشغل التعامل مع الاله ومع تنفيذ الاوامر لها بضغطة واحدة فقط وما علية سوى المراقبة لعمل هذة الاله . ومراقبة هذة الالة ايضا عن طريق اجهزة ودلالات مهمة لكل عملية من عمليات الاله . فاصبح من السهل على الفني تتبع الاخطاء الموجودة بكل خطوة من الخطوات وذلك بتقسيم الدائرة الكهربائية الى عدة دوائر كل دائرة تختص بجزء معين من عمل الالة . وهذا التحكم اصبح منتشرا كثيرا بالوقت الحاضر وقد تطور اكثر واكثر باستخدام الدوائر الالكترونية في معظم الالات ودوائر ال PLC ودوائر الانفيرتر Inverter ودوائر الميكروكونترولر Microcontroller وغيرها من الدوائر العصرية الموجودة حاليا . وهذا النوع من التحكم له مميزات مثيرة جدا للاهتمام ولدراستها بكل التفاصيل الخاصة به . حيث ان التحكم الاتوماتيكي يوفر الوقت والجهد ويوفر ايضا من النواحي الاقتصادية ويوفر ايضا من الايدي العامله على الالات المستخدمة بالانتاج بكافة انواعه . فما على المشغل الا ان يقوم بعمل مراقبة للمراحل التي تمر بها الاله . وفي حاله وجود اي مشكلة وايضا هذا التحكم يوفر الوقت والجهد على مستخدم الاله وما علية فقط كما ذكرنا سابقا الا مراقبة الاله فقط وان هذا التحكم ايضا يستخدم به ادوات رئيسية مثل الكونتاكترات والريليهات والتايمرات والمجسات والمفاتيح بمختلف انواعها . وسوف نتحدث عن كل نوع بالتفصيل ان شاء الله .

التحكم الالي المبرمج Automatic Control Programmed

ان العلم دائما بحالة تطور من حيث الاكتشافات والاستكشافات والاختراعات في جميع المجالات واسرع تطور هو في مجال الكهرباء والدوائر الكهربائية حيث انه دائم الاستمرار بالتطور في هذا المجال . وقد تم تقدم سريع جدا بالحفاظ على الدوائر الكهربائية من حيث التقنية والتقدم بالتشغيل حيث تم استبدال المفاتيح المغناطيسية بدوائر التحكم لتشغيل المحركات بعدة سرعات بجهاز يطلق علية مغير السرعة Inverter وهذا الجهاز اصبح منتشرا بكثير من الدوائر الكهربائية وخاصة بالالات التي تحتاج الى بدء حركة ناعمة بدون ضوضاء وسلسة للغاية وبسرعة تتناسب مع النموذج المخصص للالة وقد تم الاستغناء عن عدة ادوات من ادوات التحكم الكلاسيكي مثل التايمرات والضواغط والنتحكمات الخاصة بالدوائر الكلاسيكي بدوائر الكترونية يطلق عليها اسم PLC(Programmable Logic Controller) وهو عبارة عن جهاز الكتروني مبرمج بطرق معينة بواسطة برامج مصممة على جهاز الكمبيوتر وهذا الجهرز يقوم بالاف العمليات الخاصة بالتحكم اتوماتيكيا . ويعتبر هذا تطور سريع بمجال التحكم الكهربائي وسوف نتحدث عن هذا التحكم المبرمج بالتفصيل بالدروس القادمة ان شاء الله .

التحكم الالكتروني Electronic Control

واكب التطور العلمي ايضا التطور بالدوائر الالكترونية فكان نصيب دوائر التحكم جزء كبير من هذا التطور . حيث تم اكتشاف الدوائر المتكاملة للتحكم باشارات كهربائية تستفيد منها بعمل المفاتيح المغناطيسية والريليهات والتايمرات الخاصة بدوائر التحكم عن طريق القطع الالكترونية ومن اكثر القطع الالكترونية ما يسمى الميكروكونترولر Microcontroller وهو عبارة عن الالاف من القطع الالكترونية المتكاملة الصغيرة والتي تؤدى اعمال كثيرة وهي مبرمجة الكترونيا بواسطة الكمبيوتر ومن هذة الاداة نستطيع عمل اي دائرة تحكم كبيرة او صغيرة حسب التصميم وسوف ندرس هذا النو من التحكم الالكتروني بالتفصيل في دروس لاحقة ان شاء الله تعالى .
وسوف نبدأ بدراسة كل نوع من انواع التحكم بالتفصيل

التحكم اليدوي (Manual Control

ان التحكم اليدوي كثيرا ما يطلق علية التحكم الكلاسيكي Classic Control كما ذكرنا سابقا عنه فهو الشائع في معظم الالات الصناعية المستخدمة في المصانع ومواقع المقاولات والابنية . ولدراسة هذا التحكم يجب التمعن والتدقيق في بعض الملاحظات التالية :-
1 - التصميم Design حيث ان التصميم للدائرة مهم جدا من حيث مبدأ عمل الاله وطريقة تتبع مراحلها والتنسيق بين مرحلة واخرى اذا كانت الاله تعمل بعدة مراحل فيجب التعرف على تشغيل كل مرحلة وكيفية التعامل مع هذة المرحلة من اجل تصميم الدائرة لها ومتابعة المراحل اللاحقة التي تتم

بعدها لعمل التوصيل بين كل مرحلة واخرى دون التعرض لتداخل المراحل معا الا للضرورة المصممة لها . والتصميم يعتمد على المعرفة التامة بمبدأ عمل الاله من الناحية الميكانيكية وذلك لاجراء تصميم الدوائر الكهربائية لها لتعمل بكفاءة عالية وحسب النموذج الاصلي للالة . ولكن هناك بعض الحالات يتم بها التعديل على التصميم حسب المكان التي ستعمل به الاله من حيث مناخ مكان العمل حيث انه هناك بعض الالات يؤثر عملها على مثلا ارتفاع درجة المكان ووجود اتربة وغازات بالجو المحيط بالاله . لذا يكون هناك دراسة جديدة لتصميم مثل هذة اللوحات الكهربائية لعمل الاله ووجود اجهزة حماية لها من هذة الظروف ودراسة الوضع الكهربائي لمكان العمل من حيث ارتفاع الجهد وانخفاضة وارتفاع التردد وانخفاضه مما يؤثر على الاحمال الموجودة بالدائرة وبالتالي يجب وضع اجهزة حماية عند التصميم للدائرة الكهربائية المراد عملها .

2 - عمل المخطط الكهربائي للدائرة Electric Drawing حيث انه من المهم عمل مخطط للدائرة التي سوف تقوم بتنفيذها بطريقة علمية بحتة وتوضيح جميع الرموز الواجب معرفتها من قبل الفنيين والمهندسين وتميز خطوط القوى من خطوط التحكم المنخفض ووضع الارقام العلمية والعملية على النقاط المستخدمة ووضع الارقام السفلية لتتبع اجزاء الادوات المستخدمة بالتحكم بالرسم . ويجب رسم دوائر التحكم بمخطط خاص منفصل عن دوائر القوى والاحمال كما انه يجب بيان اجهزة الحماية المستخدمة بالدائرة حتى يتسنى لقارئ المخطط تحديد اماكن الجهد العالي من المنخفض وطريقة التوصيل بمختلف انواعها . كما يجب وضع الرموز النظرية والعملية للادوات المستخدمة بالرسم . وهناك انواع من طرق الرسم للمخطط الكهربائي الخاص بدوائر التحكم اما ان يكون بالمخطط السلمي او المخطط العادي كما سيرد شرحها فيما بعد . واستخدام الرموز المستخدمة بالانظمة الدولية المتعارف عليها برموز المخططات . وسنتعرف على هذة الرموز فيما بعد .

3 - التاكد من صحة الدائرة Checking The Circuit وبعد التصميم ورسم المخطط للدائرة يجب التاكد من عمل الدائرة حسب المخطط المرسوم لها وحسب عمل الاله الكهربائية ويتم ذلك عن طريق تجريب الدائرة على الكمبيوتر بواسطة برامج معينة تستخدم لمحاكاة دوائر التحكم الكهربائي مثل برنامج EKTS وبرنامج ESS وغيرها من البرامج التي تستخدم للتاكد من عدم وجود اخطاء بالدائرة التي سنقوم بتنفيذها عمليا لاله معينة . والتي سوف نستخدمها ونقوم بشرحها فيما بعد . فهذة البرامج تقوم بفحص الدوائر ونبين المشاكل التي بها والاخطاء الموجودة بها ليتم تعديلها قبل التنفيذ .

4- التنفيذ Implementation بعد التاكد من الدائرة والتحقق من عدم وجود اي اخطاء بالتوصيلات الكهربائية على الكمبيوتر ياتي الان الدور العملي بتحقيق الرسم النظري وتحويله الى تطبيق عملي . ويتم ذلك بتجهيز الادوات اللازمة لعمل الدائرة العملية وتشغيل الاله كما هو مصمم لها بكل دقة . ويجب مراعاة التثبيت الجيد للادوات المستخدمة ومراعاة استخدام الاسلاك المناسبة للتوصيل والكوابل كذلك اذا لزم الامر ووضع الارقام الدليلية على الاسلاك لتسهيل عملية الوصول من بداية السلك الى نهايته . عند حدوث اي طارئ باللوحة ويجب التشديد على تثبيت الاسلاك جيدا بالبراغي المخصصة خوفا من حدوث اي ارتخاء بالموصل او الكيبل لان ذلك يؤدي الى تعطل احدى المراحل عن العمل وبالتالي يؤدي الى حدوث مشاكل كبيرة نحن بغنى عنها . كما ويجب ان تثبت الادوات بحيث تاخذ منظر جميل للوحة وبدون تعقيد للشخص الذي ينظر الى اللوحة ويكون الترتيب بالنسبة الى الاسلاك بشكل جميل . كما ويجب ترك مسافة بين كل مفتاح مغناطيسي والاخر مسافة بسيطة حتى لا يكون هناك تاثير حراري او مغناطيسي من كلا من المفتاحين على الاخر وخاصة بالادوات التي تحتوي على دوائر الكترونية مثل التايمرات الالكترونية واجهزة التحكم بالرتفاع الجهد او انخفاضة . وهناك ملاحظة مهمة جدا وهي تقسيم اللوحة الى عدة دوائر حسب التصميم اذا كانت الاله مقسمة الى عدة مراحل حتى يسهل تتبع الاعطال بكل مرحلة على حداه لتوفير الوقت والجهد . وبعد ذلك يجب وضع المخطط الذي تم تنفيذة بداخل اللوحة حتى يقوم الشخص الذي يود عمل صيانة او اصلاح للوحة بتتبع اي دائرة من دوائر اللوحة .

5- التشغيل Operation وبعد تثبيت الادوات والتوصيل النهائي للدائرة يجب الان التاكد من عملها حيث يتم بالدرجة الاولى التشغيل كدائرة تحكم للتاكد من عدم وجود اي مشكلة بدوائر التحكم ومن ثم التشغيل لدوائر القوى وايضا قياس جميع تيارات الاحمال الموصولة بالدائرة والتاكد من قيمة الجهد الرئيسي للدائرة وبالتالي تكون بهذه الحالة اللوحة وجميع الدوائر سليمة وصالحة للعمل .

اجزاء ومكونات دوائر التحكم الكلاسيكي

ان دوائر التحكم الكلاسيكي تتكون من دائرتين اساسيتين هما :-

الجزء الاول وهو دائرة القوى POWER CIRCUIT

الجزء الثاني وهو دائرة التحكم CONTROL CIRCUIT

وسوف نتحدث عن كل جزء بالتفصيل

الجزء الاول دائرة القوى Power Circuit

وهذا الجزء هو جزء مهم حيث انه هو الذي يغذي الدائرة الكهربائية بالتيار الكهربائي المناسب لها حسب جهد الاحمال المربوطة بالدائرة .ومن اجزاء هذا الجزء ما يلي :-

1 - المصدر الرئيسي Power Supply

2 - القاطع الرئيسي Main Circuit Breaker

3 - المفتاح المغناطيسي (الكونتاكتر) (Magnetic Switch)(Contactor)

4 - جهاز الحماية ضد زيادة الحمل الافرلود Overload

5 - الحمل الكهربائي Electric load

وسوف نتحدث عن كل جزء بالتفصيل

المصدر الرئيسي Power Supply

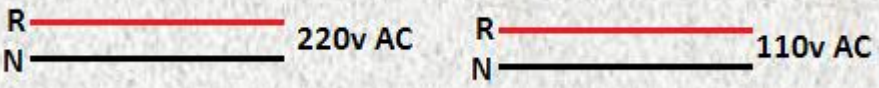
ان المصدر الرئيسي للدائرة الكهربائية هو الجزء المهم فبدونه لا تستطيع ان تقوم بتشغيل الدائرة الكهربائية . وهناك عدة مصادر للدوائر الكهربائية ومن هذة المصادر :-

مصدر وجه واحد Single Phase Power Source

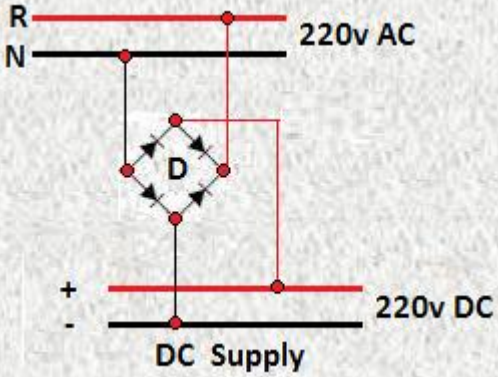
مصدر ثلاثة اوجه Three phase Power Source

ان بعض دوائر التحكم تعمل على مصدر رئيسي ذو وجه واحد كدوائر تشغيل مضخات المياه التي تعمل على وجه واحد في بعض الاماكن وغيرها من الدوائر ويكون هذا المصدر ذو جهد منخفض يتراوح ما بين 220 – 250 فولت ويتكون من خطين الاول الخط الحار R والخط الثاني الخط المتعادل N

وهو يقوم بتشغيل الاحمال التي تعمل على الوجه الواحد ضمن الجهد المقرر له . وايضا هناك مصدر وجه واحد في بعض الدول يكون الجهد الخاص به يتراوح ما بين 110-120 فولت بتردد 60 هيرتز او 50 هيرتز وهو يستخدم ببعض الدول مثل السعودية وامريكا وغيرها من الدول فيجب ان يكون لدينا معرفة بنوع الجهد الذي يعمل عليه الحمل قبل تصميم الدائرة . ولكل جهد مميزاته الخاصة حسب التشغيل . ويتمثل هذا النوع من المصادرة كما بالصورة



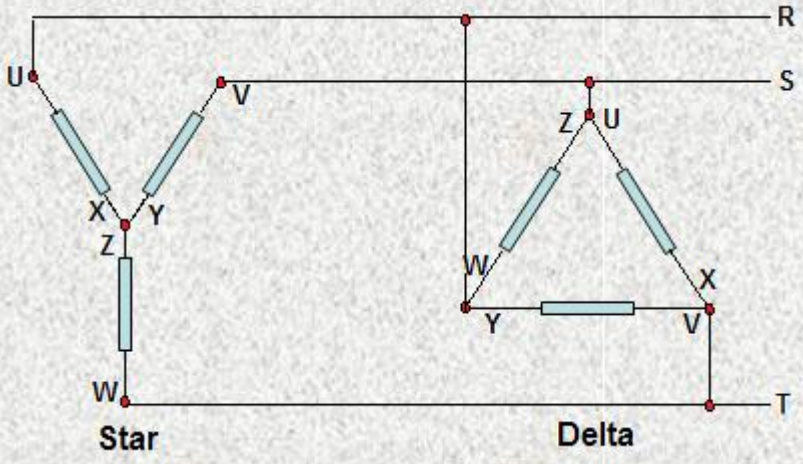
حيث تعتمد الالوان العالمية للاسلاك اللون الاحمر يرمز الى الخط الحار والاسود الى الخط المتعادل وايضا الرموز مثل الاحرف R فترمز الى الخط الحار وهذة الاحرف ليس لها مصطلح خاص بل هي رموز متبعة حسب الاحرف الابجدية .
وهناك مصدر اخر هو مصدر التيار المستمر يستخدم كمصدر رئيسي لبعض دوائر التحكم DC Power Supply وهذا التيار يستخدم لتشغيل الاحمال التي تعمل على التيار المستمر ويكون بجهد معين حسب جهد الحمل وهذا المصدر يؤخذ اصلا من عدة مصادر منها المولدات والبطاريات ومن مصادر التيار المتردد وذلك بتحويل التيار المتردد الى التيار المستمر عن طريق دوائر التوحيد Rectifier كما بالصورة



وهذا المصدر يتم توحيدة الى تيار مستمر عن طريق دوائر التوحيد التي تختلف انواعها من دائرة الى اخرى حيث انه يوجد دوائر توحيد نصف موجة ودوائر توحيد موجة كاملة . كما سندرسها باقسام التيار بدوائر التحكم .
اما مصدر التيار ذو الثلاثة اوجه فهو عبارة عن ثلاثة خطوط حارة وخط متعادل ويطلق على الخطوط الحارة بالرموز R S T وعلى الخط المتعادل رمز N وكما ذكرنا سابقا فان هذة الرموز ليس لها مصطلح اساسي ويكون هذا المصدر احدى الجهود التالية 380 فولت الى 400 فولت ثلاثة اوجه او 220 فولت ثلاثة اوجة كما هو موضح بالرسم

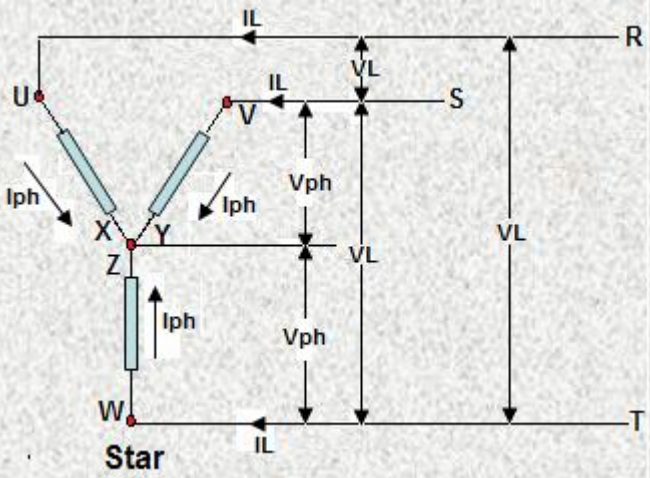
Three Phase

حيث ان فرق الجهد بين كل خط حار والاخر بحاله الجهد 380 فولت هو 380 فولت وبين كل وجة وخط التعادل هو 220 فولت .
وبين كل خط حار والاخر في حالة الجهد 220 فولت يكون 220 فولت وبين كل خط حار وخط التعادل هو 110 فولت .
وبهذا المصدر تعمل معظم لوحات التحكم ومغظم الدوائر الكهربائية الخاصة بالالات الصناعية .
وموضوع المصدر الرئيسي للدائرة موضوع مهم جدا لذا سوف نبحث بامرين مهمين ضروريين للغاية بالنسبة الى الفنيين والمختصين بتجميع دوائر التحكم وهذان الامرين هما :-
1 - كيفية الحصول على جهد 220 فولت بالمعادلات الرياضية من الجهد 380 فولت .
2 - حساب مساحة مقطع الكابل للمصدر الرئيسي للوحة .
الامر الاول وهو كيفية الحصول على جهد 220 فولت من 380 فولت بالمعادلات الرياضية
ان من المعروف ان الجهد القادم من سلطة الكهرباء او من مولدات الكهرباء عادة يكون 4 خطوط كما نعرف بجهد معين سواء اكان هذا الجهد 380 فولت ثلاثة اوجه او 220 فولت ثلاثة اوجة . ونحن نعلم ان الجهد بين اي خط حار والاخر هو 380 فولت وبين الخط المتعادل واحدى الخطوط الحارة 220 فولت اذا كان جهد المصدر الرئيسي 380 فولت ولكن السوال كيف ظهرت نتيجة ال 220 فولت من 380 فولت .
ان الاحمال ذات الثلاثة اوجه او المحولات او المولدات توصل على نوعين من التوصيل التوصيل النجمة Star والثاني الدلتا Delta كما هو بالشكل



نلاحظ من التوصيلات المعروفة لدى الجميع ان مسميات الاوجه وبدايات الملفات والنهايات هي مرتبة حسب الاحرف الابجدية اذن كما قلنا فان ليس لها مصطلح خاص بها . فنلاحظ ان توصيلة ستار نقوم بجمع النهايات معا لنحصل على خط التعادل اذا كان الحمل متزن كاملا وبداية كل الملفات تغذى من المصدر الرئيسي وكذلك الدلتا فان كل بداية ملف توصل مع نهاية ملف اخر كما بالشكل السابق . والان سوف نقوم بدراسة المعادلات الرياضية لكل توصيلة تابع معي .

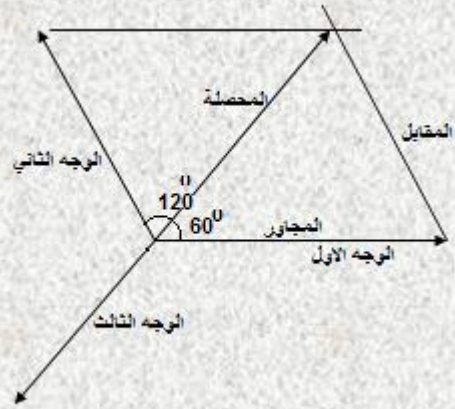
اولا توصيلة الستار The Star Connection



نلاحظ من الرسم ان تيار الخط الاول IL يسري بالوجه الاول U مباشرة دون ان يمر باي نقطة اخرى اي لا يتجزء لاي فرع اخر وكذلك التيار الثاني والثالث فيعني هذا ا تيار المصدر وهو IL هو نفسه تيار الوجه Iph اذن (1) ..... IL = Iph وهذة المعادلة الاولي لتوصيلة ستار ونلاحظ ايضا ان جهد الخط VL كما هو موضح بالشكل يكون بين وجهين اي انه ينقسم الى قسمين قسم الى الوجه الاول والقسم الثاني الى الوجه الثاني ويسمى كل قسم بجهد الوجه Vph كما هو موضح بالرسم السابق وتعطى قيمة جهد الوجه بالنسبة الى جهد الخط الرئيسي بالعلاقة التالية

(2) ..... VL = 1.73 Vph وهذة المعادلة الثانية لتوصيلة ستار ولكن من اين جاءت جذر 3 او 1.73

نحن نعلم ان زاوية الطور بين الوجة وخط التعادل بالوجه الواحد هي 90 درجة ولكن بالثلاثة اوجه بين الطور والطور هي 120 درجة كما بالشكل



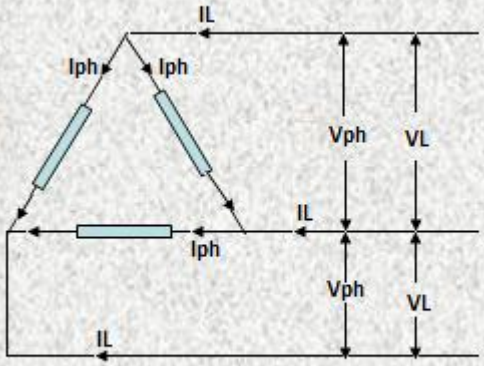
نلاحظ من المتجهات الخاصة بالثلاثة اوجة ان الزاوية الكلية بين الوجه والاخر 120 درجة وعند عمل محصلة للوجهين نلاحظ ان الزاوية انقسمت الى زاويتيين مقدار كل واحدة 60 درجة وبقانون المتجهات نلاحظ ان الضلعين المقابل والمجاور هو النسبة المثلثية للزاوية 60 درجة وهذا ما يعبر عنه بظل الزاوية اي ان tan60 = 1.73 ومن هنا جاءت قيمة جذر 3 المستخدمة بقوانين حسابات التيار والجهد بالثلاثة اوجه .

ونلاحظ ان جهد الوجه بتوصيلة الستار هو Vph = 380 / 1.73 = 220v ..... 380 = 1.73 x Vph ..... VL = 1.73 x Vph

اذن جهد الوجه بتوصيلة ستار يساوي 220 فولت وبناء على ذلك يمكن ان نحصل على خط متعادل من توصيلة ستار كما مبين بالسابق .

اما تيار الوجه فهو يساوي تيار الخط كما لاحظنا سابقا بالمعادلة .

ثانيا :- توصيلة دلتا Delta Connection
انظر الشكل



نلاحظ من التوصيلة ان تيار الخط IL عندما يصل الى نقطة توصيل الوجهين ينقسم الى قسمين فيكون IL = 1.73x Iph …….. (1)
وان جهد الخط VL هو نفسة جهد الوجه لا يتجزء اي ان VL = Vph ……. (2)
ومن خلال التوصيلتين لستار ودلتا نلاحظ ان توصيلة الدلتا تستهلك تيار عالي وان توصيلة ستار تحتاج الى جهد اعلى من توصيلة دلتا كما بالمعادلات السابقة ولهذا السبب تلاحظ ان المحركات الكهربائية يكون على لوحة المعلومات الرمز التالي Δ / Y 220 / 380 اي ان توصيلة الدلتا تعمل على جهد 220 فولت وان توصيلة ستار تعمل على جهد 380 فولت كما سناتي الى شرحها فيما بعد .
2) اما الامر الثاني وهو المهم ايضا وهو كيفية اختيار مساحة مقطع خط التغذية للوحة الكهربائية فتابع معي .

حساب مساحة مقطع الاسلاك والكوابل للاحمال الكهربائية

اولا كثير من الاخوة الفنيين والمهندسين يجهلون كيفية حساب المقطع للسلك او الكيبل المستخدم بتغذية الاحمال الكهربائية سواء للاحمال ذات الوجه الواحد او الثلاثة اوجه
اولا :- قبل البدء بعملية الحسابات يجب معرفة العوامل التالية :-
1- نوع المصدر المشغل للحمل هل هو تيار متردد او تيار مستمر حيث ان لكل تيار خصائص معينة بالحسابات لمقطع الموصل واذا كان تيار متردد هل هو وجه واحد او ثلاثة اوجه لان الحسابات تختلف من مصدر لاخر فهذة الحسابات تعتمد على قوانين القدرة الكهربائية للحمل حيث انه في حالة الوجه الواحد نستخدم قانون القدرة وهو P = I x V للاحمال المادية فقط وللاحمال التاثيرية نستخدم القانون P = I x V x Cos ∞ حيث ان الرموز التالية تعني
P قدرة الحمل مقدرة بالواط واذا كان لحمل قدرته بالكيلو واط نقوم بالتحويل الى واط وذلك بضرب القيمة ب 1000 فينتج القيمة بالواط اما اذا كانت قدرة الحمل بالحصان الميكانيكي HP فنقوم بتحويلها الى الواط حيث ان كل حصان ميكانيكي يعادل 746 واط .
I يرمز الى التيار الذي يستهلكه الحمل بوحدة الامبير وان V يرمز الى الجهد المسلط على الحمل مقدر بالفولت وان Cos ∞ هي معامل القدرة للحمل التاثيري كالمحركات مثلا وهو عبارة عن جيب تمام الزاوية مابين متجه التيار والجهد . وهو يعتبر للاحمال المادية يساوي 1 لان متجه الجهد والتيار متوازيين أي الزاوية بينها تساوي صفر وان جتا 0 = 1 اذن معامل القدرة للاحمال المادية يساوي 1 اما الاحمال التاثيرية او السعوية فان معامل القدرة يكون اقل من 1 حسب الزاوية ما بين الجهد والتيار .
2- نوع المعدن المصنوع منه الموصل سواء الكيبل او السلك حيث ان نوع المعدن له تاثير كبير في حساب مساحة المقطع للموصل وهناك النوعين الشائعين بالموصلات هما النحاس والالومنيوم حيث ان لكل معدن منهما مقاومة نوعية حيث ان النحاس مقاومته النوعية هي 0.0178 Ω/ملم2 وان المقاومة النوعية للالومنيوم هي 0.029 Ω/ملم2
3- المسافة بين الحمل ومصدر التغذية حيث ان المسافة ايضا لها تاثير واضح على مساحة مقطع الموصل بين المصدر والحمل حيث ان المسافة تؤثر على الهبوط بالجهد حيث ان بزيادة المسافة بين الحمل والمصدر دون الاعتماد عاى مساحة مقطع الموصل يؤدي الى هبوط كبير بالجهد الواصل الى الحمل أي انه اذا كانت مساحة المقطع للموصل صغيرة فان الهبوط بالجهد يزداد وبزيادة مساحة المقطع للموصل يقل الهبوط بالجهد الكهربائي . اذن الهبوط بالجهد يعتمد على المسافة ومساحة مقطع الموصل .
والعلاقة التي تجمع ما بين المسافة بين الحمل والمصدر المغذي وبين مساحة مقطع الموصل ومقاومة الموصل النوعية هي :-
$R = \sigma \times L / A$ حيث ان R مقاومة الموصل بالاوم وان σ مقاومة الموصل النوعية بالاوم / ملم2 وان L المسافة بين الحمل والمصدر بالمتر وان A مساحة مقطع الموصل بالملم2

4- الهبوط بالجهد كما ذكرنا سابقا عن الهبوط بالجهد ولكن احب ان اضيف ملحوظة ان القيمة للهبوط بالجهد المسموح بها للاحمال المادية هي 4% فقط كحد اقصى وان الهبوط بالجهد للاحمال التاثيرية هي 2.5% كحد اقصى .
والان ناتي الى حسابات مساحة مقطع الاسلاك المفردة الكهربائية للاحمال ذات الوجه الواحد
مثال (1)
حمل وجه واحد مادي قدرته 8 كيلوواط يعمل على جهد 220 فولت والمسافة بين المصدر والحمل 100 متر احسب مساحة مقطع الموصل النحاسي اللازم لهذا الحمل ؟
خطوات الحل
اولا:- كون الحمل مادي اذن نسبة الهبوط بالجهد لا تزيد عن 4% فولت من جهد المصدر اذن اولا يجب معرفة قيمة الهبوط بالجهد وذلك حسب العلاقة التالية
(1) …….. Vd = 0.04 x Vs وهذة المعادلة الاولى حيث ان Vd الهبوط بالجهد بالفولت 4% نسبة الهبوط المسموح بها للاحمال المادية

Vs جهد المصدر وبالتطبيق على العلاقة Vd = 0.04 x 220 = 8.8 volt
اذن الجهد الواصل للحمل على هذة المسافة هو VL = Vs – Vd >>>>>> 220 – 8.8 = 211.2 volt
ثانيا :- الان سنقوم بحساب تيار الحمل مع العلم الجهد الذي سنستخدمه هو الجهد الواصل للحمل بعد الهبوط بالجهد (211.2 فولت)
P = V x I ..... (2) وهذة المعادلة الثانية لحساب تيار الحمل
P = V x I 8 x 1000 = 211.2 x I I = 8000 / 211.2 = 37.9 Amp
اذن التيار الذ يستهلكة الحمل هو 37.9 امبير
ثالثا :- يجب حساب مقاومة السلك كون اننا حصلنا على مقدار الهبوط بالجهد وتيار الحمل ونحسب مقاومة المصل من قانون اوم مباشرة مع العلم ان الجهد الذي سوف نستخدمه هو مقدار الهبوط بالجهد .
R = Vd / I ..... (3) حيث ان R مقاومة الموصل بالاوم وان Vd الهبوط بالجهد بالفولت وان I التيار الذي يستهلكه الحمل
R = 8.8 / 37.9 = 0.23 Ω اذن مقاومة الموصل هي 0.23 اوم
والان الخطوة الاخيرة وهي حساب مساحة مقطع الموصل من قانون مقاومة الموصل وهو
R = σ x L \ A ..... (4)
0.23 = 0.0178 x 100 / A ..... A = 0.0178 x 100 / 0.23 = 7.7 mm2
اذن مساحة مقطع الموصل الفردي لهذا الحمل هو 7.7 ملم2 ولكن لا ننسى بالاحمال احادية الطور ان الموصل يضرب ب 2 لانه خطين R & N فيكون مساحة مقطع الموصل 7.7 x 2 = 15.4 mm2 ونلاحظ انه لا يوجد بالمقياس العالمي للاسلاك هذا الرقم لذا نبحث عن رقم اعلى موجود بالمقياس العالمي وليكن 16 ملم2 ويفضل زيادة امان بمساحة مقطع الموصل ولتكن 18 او 20 ملم2 .
وبهذا نكون قد حسبنا مساحة مقطع السلك اللازم لتشغيل حمل مادي وجة واحد
مثال اخر لحمل تاثيري
محرك وجه واحد قدرته 4HP يتغذى من مصدر كهربائي قدره 220 فولت يبعد عنه مسافة 30 متر احسب مساحة مقطع الموصل اللازم لتشغيل هذا المحرك مع العلم ان معامل قدرة المحرك 0.8 والموصل من النحاس او الالومنيوم ؟

الحل مباشرة

P = 4HP .... P = 4 * 746 = 2984 W Vs = 220 V L = 30 m
1) Vd = 0.025 x 220 = 5.5 V
2) VL = 220 – 5.5 = 214.5 V
3) P = V x I x Cos ∞ ..... 2984 = 214.5 x I x 0.8 ..... I = 17.4 Amp
4) R = Vd / I ..... R = 5.5 / 17.4 = 0.32 Ω
5) R = σ x L / A ..... A = σ x L /R ..... A = 0.029 x 30 / 0.32 = 2.7 mm2 x 2 = 5.4 mm2 for ALUMINUME
R = σ x L / A ..... A = σ x L /R ..... A = 0.0178 X 30 / 0.32 = 1.7 mm2 x 2 = 3.4 mm2 for COPPER wire
اذن اذا استخدمنا سلك من الالومنيوم نتجت مساحة المقطع 5.4 ملم2 ولزيادة الامان نستخدم سلك 8 ملم2
اما السلك المصنوع من النحاس نتجت 3.4 ملم2 ولزيادة الامان نستخدم سلك 6 ملم2 .
نلاحظ انه تكون مساحة مقطع سلك الالومنيوم اكبر من النحاس وذلك لان مقاومة الالومنيوم اقل من مقاومة النحاس لذا فان سلك الالومنيوم له مقاومة قليلة فانه يستهلك تيار عالي لذا يجب ان تكون مساحة مقطع الالومنيوم اكبر حتى يتحمل التيار العالي .
واختصار للعمليات السابقة يمكن تطبيق العلاقة التالية
A = σ x L x P / 0.025 (Vs x (Vs – 0.025 x Vs) x Cos ∞) هذة العلاقة للاحمال التاثيرية
A = σ x L x P / 0.04 (Vs x (Vs – 0.04 x Vs)) هذة العلاقة للاحمال المادية
وسوف نختبر القانونين على المثال المذكور
المثال السابق وهو الحمل التاثيري

P = 2984 W Vs = 220 V L = 30m
A = σ x L x P / 0.025 (Vs x (Vs – 0.025 x Vs) x Cos ∞)
A= 0.029 x 30 x 2984 / 0.025 (220 x (220 -0.025 x 220) x 0.8) = 2.7 x 2 = 5.4 mm2

ارجوا ان نكون قد وفقنا بهذا الجزء بمعرفة حساب مساحة مقطع الاسلاك للوجه الواحد .
الان نود ان نبدأ بالثلاثة اوجه وحساب مساحة مقطع الكوابل للاحمال

ان الاحمال بالثلاثة اوجة لا تسلك نفس الطريقة بالاحمال الوجة الواحد وذلك لان بالوجه الواحد التيار يسري من الخط الحار ثم يعود بخط التعادل ولكن بالثلاثة اوجه يسلك التيار بالثلاثة خطوط ولا يرجع الى خط التعادل لان محصلة التيارات بالثلاثة اوجه تساوي صفر على شرط ان تكون الاحمال متزنة التوزيع .
لذا لا نقوم بضرب مساحة المقطع باي شي وباقي الخطوات نفسها ولكن باستخدام قانون القدرة للثلاثة اوجه وهو
P = 1.73 x V x I x Cos ∞
مثال
محرك ثلاثة اوجه يعمل على جهد 380 فولت بمعامل قدرة 0.8 وقدرة هذا المحرك 50HP احسب مساحة مقطع الكابل اللازم لتشغيل هذا المحرك من مصدر يبعد عن المحرك مسافة 60 متر ؟
الحل
المعطيات V = 380v PF = 0.8 L = 60m P = 50HP ... = 50 x 746 = 37300w

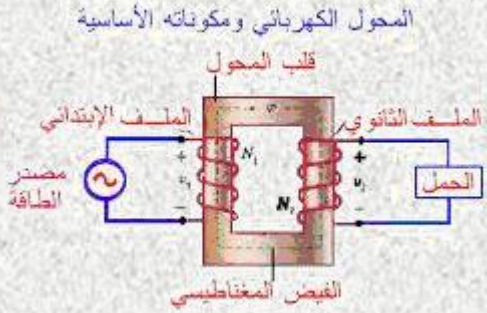
1- نحسب الهبوط بالجهد Vd = 0.025 x Vs …. Vd = 0.025 x 380 = 9.5 v
2- الجهد الواصل الى المحرك VL = Vs – Vd = 380 -9.5 = 370.5 v
3- نحسب تيار المحرك الذي يستهلكه P = 1.73 x VL x I x Cos ∞ …. I = 37300 / 1.73 x 370.5 x 0.8 … I = 72.7 Amp
4- نحسب مقاومة الموصل R = Vd / I … R = 9.5 / 72.7 … R = 0.13 Ω
5- نحسب الان مساحة مقطع الموصل A = σ x L /R …. A = 0.0178 x 60 / 0.13 …. A = 8.2 mm2
لاحظ ان مساحة المقطع صغيرة بالنسبة الى تيار المحرك لذا كون المحرك ثلاثة اوجه نقوم بضرب القيمة ب 3 فتصبح مساحة مقطع الموصل
8.2 x 3 = 24.6 mm2
لذا نستخدم كابل 25 ملم2 لكل موصل أي الكابل يكون 3 x 25 mm2 وللحماية نبحث عن كابل اكبر منه موجود حسب المواصفات العالمية
وهناك قاعدة عملية سريعة لمعرفة مساحة مقطع الكابل او السلك وهي تقسيم تيار الحمل على 3 فمثلا مثالنا هذا لو قمنا بتقسيم تيار المحرك على 3 لنتج 24 ملم2 وهو قري
ب من القيمة التي نتجت لدينا
ارجو ان اكون قد وضحت بعض الامور
مثال 2
يراد حساب مساحة مقطع كابل لمحرك رافعة برجية قدرته 90KW يعمل بجهد 380 فولت بمعامل قدرة 0.8 حيث ان مصدر التغذية الرئيسي يبعد مسافة 60 متر عن المحرك ؟
الحل
المعطيات
P =90000W V = 380v PF = 0.8 L = 60m
1- Drop Voltage …. Vd = 380 x 0.025 = 9.5 v
2- VL = Vs – Vd = 380 – 9.5 = 370.5 v
3- IL = P / VL x 1.73 x Cos ∞ ….. IL = 90000 / 370.5 x 1.73 x 0.8 ….. IL = 175.5 Amp
4- Rc = Vd / IL ….. Rc = 9.5 / 175.5 = 0.054 Ω
5- A = σ x L /R ……. A = 0.0178 x 60 / 0.054 …… A = 19.8 mm2 …… 19.8 x 3 = 59.6 mm2
اذن الكابل المستخدم لهذا المحرك هو 60 ملم2 ولو استخدمنا الطريقة التقليدية وهي بقسمة التيار على 3 لنتج 58.3 ملم2 وهو قريب جدا للحل .
ارجوا ان نكون قد وضحنا الامور كلها .
كان هذا المصدر المغذي لدوائر القوى وهناك مصدر ايضا مغذي لدوائر الكونترول قد يكون من نفس المصدر الرئيسي او عن طريق جهد منخفض لدوائر الكونترول وهذا الجهد الذي سوف يقوم بتشغيل دوائر الكونترول هو عن طريق جهاز يسمى المحول الكهربائي Electric Transformer
وسف نتحدث عن هذا الجهاز المهم جدا في دوائر التحكم الكهربائي والذي نراه دائما بلوحات التحكم .

تعريف المحول

المحول الكهربائي هو عبارة عن جهاز استاتيكي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة كهربائية اعلى او اقل من الطاقة المزودة له .

مكونات المحول

ان المحول الكهربائي يتكون من الاجزاء التالية :-
1- الملفات الكهربائية Electrical Windings وهي تتكون من نوعين من الملفات الملف الابتدائي Primary Winding وهذا الملف هو الذي يوصل بالمصدر الرئيسي للتغذية ويتكون من عدة لفات من السلك النحاسي ذات مساحة مقطع صغيرة وعدد لفات كبيرة حسب التصميم وحسب الجهد الذي عمل علية المحول والملف الثاني وهو الملف الثانوي Secondary Winding وهذا الملف هو الذي يوصل بالحمل حيث انه يتكون من عدة لفات من السلك النحاسي ذات مساحة مقطع كبيرة وعدد لفات قليلة نسبيا وحسب تصميم المحول والجهد الخارج منه .
1 - القلب الحديدي Core وهو عبارة عن عدة رقائق من الحديد المطاوع مضغوطة معا لتشكل كتله واحدة وتوضع عليها الملفات المذكورة والسبب في استخدام الحديد المطاوع هو ان الحدي المطاوع لا يحتفظ بالمغناطيسية المتبقية الناتجة من الملفات الكهربائية ويقلل من الخسائر الناتجة لرفع كفاءة المحول وهذة الشرائح تكون على شكلين اما على شكل حرف E او على شكل حرف U انظر الشكل



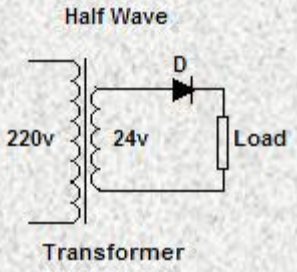
مبدأ عمل المحول

ان نظرية عمل المحول تعتمد على المجال المغناطيسي المتولد بالملف الابتدائي حيث ان هذا المجال يقطع ملفات الملف الثانوي عن طريق القلب الحديدي فيتولد بالملف الثانوي تيار تاثيري عكسي يغذي الحمل وكما بقاعدة لنز التي تنص على انه اذا وضع ملفان متجاوران على قلب واحد وسرى بالملف الاول تيار كهربائي متغير فانه يتولد بالملف الثاني تيار تاثيري عكسي .

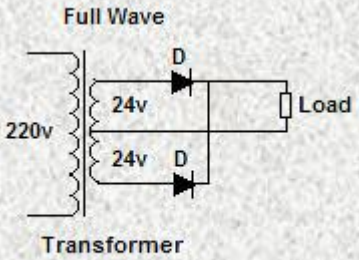
العلاقات الرياضية للمحولات

ان العناصر التي تستخدم في المحولات من الناحية الرياضية هي

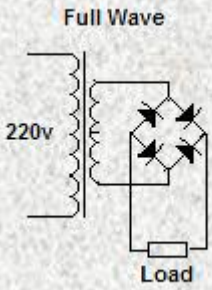
الجهد المغذي للمحول أي الجهد الرئيسي له V1
الجهد الخارج من المحول V2
تيار الملف الابتدائي I1
تيار الملف الثانوي I2
عدد لفات الملف الابتدائي N1
عدد لفات الملف الثانوي N2
وهذة العناصر تجمعها العلاقة التالية
V1 / V2 = I2 / I1 = N1 / N2
حيث اننا لا نود الخوض بالعلاقات الرياضية هذة لاننا لا نحتاجها بدوائر التحكم .
اذن هذا المحول يقوم بتخفيض الجهد من جهد المصدر الرئيسي الى الجهد الذي نريد تشغيل دوائر الكونترول علية وهذة معظم الجهود المستخدمة بدوائر الكونترول وهي 24v 48v 110v 220v 80v
كما ويمكن ان نقوم بعمل تحويل للجهد الخارج من المحول من تيار متردد الى تيار مستمر لتشغيل بعض اجزاء دوائر التحكم مثل الملفات الحلزونية Solenoid valve والكوابح Brakes وغيرها وذلك باستخدام دوائر التوحيد التى تحتوي على موحدات التيار Diodes وهناك عدة دوائر تستخدم بذلك وهي
1 - دوائر التوحيد نصف الموجة Half Wave Rectifier حيث يستخدم بها موحد واحد فقط كما بالصورة



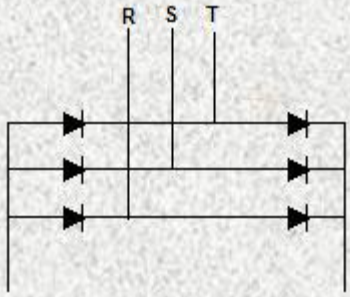
2 - توحيد موجة كاملة Full Wave Rectifier وهذة تتم بطريقتين
الاولى عن طريق موحدين اثنان فقط كما بالصورة



الثانية عن طريق اربعة موحدات Bridge Rectifier انظر الصورة



3 - توحيد موجة كاملة عن طريق الثلاثة اوجه حيث نستخدم ستة موحدات انظر الشكل



اذن تعرفنا على الجزء الاول من اجزاء دائرة التحكم وهو المصدر الرئيسي للتغذية بنوعية العالي والمنخفض .

2 - القاطع الرئيسي Main Circuit Breaker

القاطع الكهربائي هو عبارة عن جهاز يستخدم لحماية الدائرة الكهربائية من حدوث قصر بالدائرة او زيادة الحمل او التسرب الارضي اذن هو عبارة عن جسر يمر من خلاله التيار الكهربائي الى الحمل فاذا زاد هذا التيار عن القيمة المصمم لها فان الجسر سوف ينهار اي ان القاطع سوق يقوم بفتح الدائرة الكهربائية وبالتالي يتم فصل التيار عن الحمل وهذا القاطع يكون فصلة اتوماتيكية بحالة ارتفاع التيار ووصله يدويا بالحالة العادية .

ان القاطع الرئيسي للدائرة الكهربائية بشكل عام هو الجزء المهم بالدائرة لانه عن طريقه يتم حماية الدائرة من عوامل كثيرة مهمة مثل القصر Short Circuit وزيادة الحمل Overload والتسرب الارضي Earth leakage وغيرها من العوامل .

والقواطع الرئيسية انواع وتختلف من نوع الى اخر حسب الاستخدام المصمم لها ويجب اختيار القاطع المناسب للدائرة من حيث التيار الذي تستهلكة الدائرة والحمل سواء اكان الحمل تاثيري او مادي او سعوي . وسوف نبحث بكل هذا بالتفصيل ان شاء الله .

وتقسم القواطع الى قسمين رئيسيين هما :-

اولا :- القواطع اليدوية Manual Circuit Breakers

ثانيا :- القواطع الاتوماتيكية Automatic Circuit Breakers

القواطع اليدوية Manual CB

ان القاطع اليدوي الكهربائي هو القاطع الذي يكون مبدأ عمله يدويا اي فصله ووصله يدويا لذا يكون هذا النوع من القواطع عديم الحماية الاتوماتيكية من اي خطر يذكر بالدائرة ومن احدى اشكال القواطع اليدوية

حيث يعتبر هذا القاطع قاطع يدوي لتوصيل مصدر التغذية الى الدائرة الكهربائية ويسمى Isolator والقواطع اليدوية قليلة الاستعمال بدوائر التحكم سواء للجهد المنخفض او الجهد العالي للدائرة .

القواطع الاتوماتيكية Automatic CB

ان القاطع الاتوماتيكي الكهربائي مهم جدا بالدائرة الكهربائية حيث يتم عن طريقة حماية الدائرة الكهربائية من الاخطار المتوقعة كقصر بالدائرة وزيادة الحمل او التسرب الارضي والقواطع الاتوماتيكية تقسم من حيث عدد الاوجه الى خمسة اقسام رئيسية هي :-

1 - قاطع اتوماتيكي وجه واحد مفرد القطبية Single Phase and Polarity CB
2 - قاطع اتوماتيكي وجهين مزدوج القطبية Double Phase and Polarity CB
3 - قاطع اتوماتيكي ثلاثة اوجه ثلاثي القطبية Three Phase and Polarity CB
4 - قاطع اتوماتيكي ثلاثة اوجة رباعي القطبية Three Phase 4 Poles CB
5 - قاطع ثلاثي الاوجه مفرد القطبية Three Phase Single polarity CB

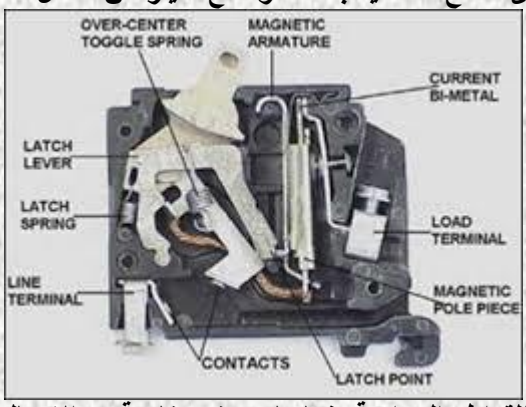
وتقسم القواطع الاتوماتيكية من حيث نوعية الحماية الى انواع كثيرة وسنبحث بالقواطع المستخدمة بدوائر التحكم وهي :-

1 - قاطع حراري Thermal CB
2 - قاطع مغناطيسي Magnetic CB
3 - قاطع حراري مغناطيسي Thermal Magnetic CB
4 - قاطع التسرب الارضي Earth leakage CB

اولا :- القاطع الحراري مفرد القطبية ذو الوجه الواحد Single Phase Thermal CB

يبين الشكل التالي انواع القواطع الحرارية المستخدمة بدوائر التحكم ذات الجهد المنخفض

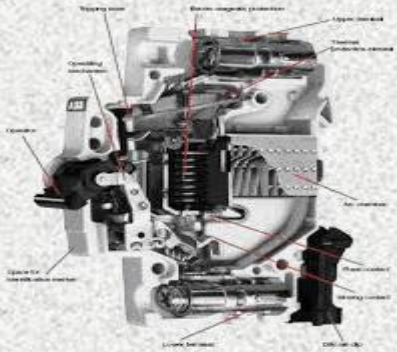
وهذا القاطع الحراري يعتمد عملة على التاثير الحراري للتيار الكهربائي المار من خلال الازدواج الحراري للقاطع حيث يتكون من قطعتين من معدنين مختلفين يمر من خلالهما التيار الكهربائي وعند ارتفاع التيار يقوم احدى القطع المعدنية بالتمدد وتقطع التيار عن الحمل انظر الصورة



وهذة القواطع لها عدة اشكال كما بالصور السابقة حيث ان القواطع الحرارية منها ما يستخدم خاصة مع الاحمال التاثيرية وخاصة التي تعمل على التيار المستمر كالكوابح وملفات تخميد السرعات للمحركات وملفات الكلتشات لانها تعمل على التيار المستمر لذا نستخدم لها القواطع الحرارية ومن عيوب هذة القواطع انها تحتاج الى وقت قصير حتى تتم عملية الفصل عن الدائرة . فعندما يرتفع التيار بالحمل نتيجة وجود اي عائق كخلل ميكانيكي او خلل كهربائي فان الازدواج الحراري سيقوم بالتمدد ليعمل فصل يتلامساته وبالتالي يقطع التيار عن الحمل .
وسواء اكان القاطع مفرد القطبية او مزدوج القطبية او ثلاثي القطبية يكون عملة واحد ولكن الفرق بينهما ان الثلاثي القطبيو او المزدوج القطبية موصولة من الخارج ميكانيكيا مع بعضهما البعض لان اي ارتفاع بالتيار من القاطع المفر سيتم فصل التيار عن الثلاثة اوجه او الوجهين حسب نوعية القاطع المستخدم بالحماية للدائرة واليك نماذج من هذة القواطع

ثانيا :- القواطع المغناطيسية الاتوماتيكية Magnatic CB

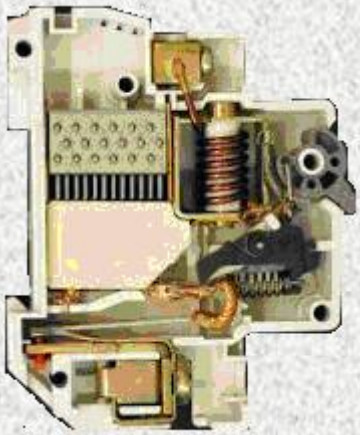
وهذا القاطع سواء اكان مفرد القطبية او مزدوج القطبية او ثلاثي القطبية يعتمد مبدأ عملة على المجال المغناطيسي المتولد بملف التيار الموجود داخل القاطع الذي هو عبارة عن ملف نحاسي مساحة مقطع سلكة كبيرة نسبيا وعدد لفاته قليلة نسبيا ويوصل على التوالي مع الحمل وهذة من خصائص ملفات التيار انظر شكل القاطع من الداخل مع مكوناته



فهو عبارة عن ملف يوصل بالتوالي مع الحمل وعندما يرتفع التيار يتولد مجال مغناطيسي بالملف مما يؤدي الى دفع ذراع الفصل وهذا يؤدي الى فصل التيار عن الحمل وهذا القاطع يستخدم بكافة دوائر التحكم والبور لسرعة فصلة بحالات الخطر ومن صوره

ثالثا :- القاطع الحراري المغناطيسي Thermal Magnetic CB

وهذا القاطع يجمع القاطعين السابقين معا ويفضل استخدامه اكثر من القواطع السابقة لانه يوجد به الخاصيتين المغناطيسية والحرارية انظر الصورة



والان مع كيفية حساب تيار القاطع الكهربائي بالنسبة الى الاحمال

من الطبيعي ان كا حمل يستهلك تيار معين حسب قدرة هذا الحمل لذا يجب ان نختار القاطع المناسب للحمل لانه في حالة وجود اي خلل مثل القصر على الحمل او اي سبب يؤدي الى ارتفاع التيار المسحوب من المصدر من قبل الحمل يجب على القاطع ان يكون مناسب لهذا الحمل وتيار القاطع يعتمد على قدرة الحمل المقدرة بالواط ومن قدرة الحمل نستطيع ايجاد التيار الذي يستهلكه الحمل وهو نفس التيار الذي يمر بدائرة القاطع الكهربائي وبعد ايجاد قيمة التيار الذي يستهلكه الحمل يجب زيادة 1.25 من قيمة التيار على تيار القاطع كما بالمثال التالي :-

محرك ثلاثة اوجه قدرته 10 كيلواط يعمل بجهد 380 فولت بمعامل قدرة قدره 0.8 احسب القاطع اللازم لهذا المحرك ؟

اولا :- يجب ايجاد التيار الذي يستهلكة الحمل من قانون القدرة المعروف وهو $P = 1.73 \times I \times V \times \cos\infty$

$$10x1000 = 1.73 \times I \times 380 \times 0.8$$

$$I = 10000 / 1.73 \times 380 \times 0.8$$

$$I = 19 \text{ Amp}$$

$$Icb = 19 \times 1.25$$

$$Icb = 23 \text{ Amp}$$

اذن تيار القاطع هو 23 امبير ولكن بالمواصفات العالمية لا يوجد تيار قاطع 23 امبير فنختار القيمة المقاربة له وتكون اعلى مثل 25 امبير .

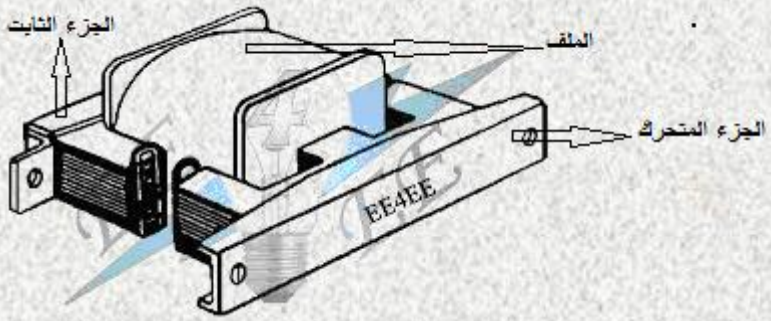
3) المفتاح المغناطيسي Contactor

ان المفتاح المغناطيسي بدوائر التحكم هو الاساسي وهو عنصر مهم بدوائر التحكم فبدونه اصبحت الدائرة دائرة عادية لا تسمى دائرة تحكم وعمله يشبة عمل القاطع ولكن الفرق بينه وبين القاطع ان المفتاح المغناطيسي يعتمد مبدأ عملة على المجال المغناطيسي المتولد بالملف الكهربائي الموجود داخل المفتاح . ويقوم هذا المفتاح بفلق التلامسات المتحركة مع التلامسات الثابتة ليكمل الدائرة ويوصل التيار الى الحمل .

مكونات المفتاح المغناطيسي

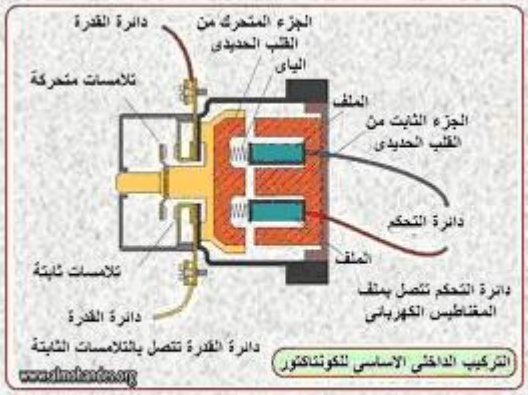
ويتكون هذا المفتاح من الاجزاء التالية :-

أ) القلب الحديدي Core وهو عبارة عن عدة رقائق من الحديد المطاوع مضغوطة معا لتشكل كتلة واحدة ويكون هذا القلب على احدى الحرفين اما حرف E او حرف U ويتكون هذا القلب من جزئين هما الجزء الثابت وهو الذي يوضع الملف الكهربائي علية والجزء المتحرك وهو الذي يثبت علية التلامسات الخاصة بدوائر الاوجه الثلاثة والنقاط المساعدة للكونترول . لاحظ الصورة



وهذا القلب يستجيب للمجال المغناطيسي ولا تبقى به مغناطيسية متبقية بعد فصل التيار عن الملف كالحديد الصلب لذا صنع القلب من الحديد المطاوع وصنع من عدة شرائح ايضا لتقليل الخسائر المغناطيسية والحديدية والهستيرية وبعد زوال التيار عن الملف يعود القلب المتحرك الى وضعه الاصلي بفعل قوة نابض الارجاع Spring فاصلا عن التلامسات الثابتة وبالتالي يفصل التيار عن الحمل .

ب) الملف الكهربائي Coil وهو المسئول عن تطابق الجزء المتحرك مع الجزء الثابت وقفل التلامسات الكهربائية حيث عندما يصل الية تيار متردد او مستمر يتولد به مجال مغناطيسي قادر على جذب الجزء المتحرك من القلب الى الجزء الثابت وبالتالي يقوم بقفل التلامسات الكهربائية ويوضع هذا الملف على القطب الاوسط من الجزء الثابت ويسمى هذا القطب بهذة الحاله القطب الفعال لان المجال المغناطيسي يكون اقوى ما يمكن على هذا القطب انظر الصورة كاملة



ج) التلامسات الكهربائية Contacts وهي التلامسات التى تقوم بايصال التيار الكهربائي الى الحمل وتتكون من مجموعتين الاولى التلامسات الرئيسية Power Contacts وهي التى تصل التيار الى الحمل من المصدر الرئيسي والثانية تلامسات التحكم Control Contacts ذات الجهد المنخفض وهي التي توصل مع دوائر التحكم الكهربائي لتوصيل دوائر الجهد المنخفض الى باقي دائرة التحكم .

ويرمز للتلامسات الرئيسية بالرموز L3 L2 L1 وهذا يعتبر المدخل الرئيسي او تستخدم الارقام التالية 5 3 1 ويرمز للمخارج بالرموز التالية T3 T2 T1 او الارقام 6 4 2 هذا بالنسبة الى الخط الرئيسي المدخل والمخرج وهي تعتبر بالوضع الطبيعي مفتوحة NO Normally Open وعند عمل المفتاح المغناطيسي تتغير وضعيتها الى وضعية الاغلاق NC Normally Close اما بالنسبة الى نقاط التحكم والتي تتحمل تيار منخفض فعادة يكون مع المفتاح المغناطيسي نقطة او نقطتين حسب نوع المفتاح وتصنيعه وتكون اما NOاو NC ويرمز لها بالرمز NO للمدخل او المخرج لها او بالارقام 14 13 اذا كانت النقطة مفتوحة بالوضع الطبيعي . واذا كانت اكثر من نقطة بالمفتاح المغناطيسي مفتوحة فستبدأ ترقيمها بالارقام 13 14 هذة النقطة الاولى اما النقطة الثانية او الثالثة فانها تبدأ بالرقم 3 مثل 23 – 24 او 33 – 34 وهكذا اذن البداية برقم 3 تعتبر النقطة مفتوحة NO اما اذا كانت مغلقة بالوضع الطبيعي NC فيرمز لها بالرمز للمدخل والمخرج NC او بالارقام يكون 11-12 واذا كانت اكثر من نقطة بالمفتاح المغناطيسي فان نقاط التلامس المغلقة بالوضع الطبيعب تبدا بالرقم 1 فمثلا النقطة الاولى تبدا بالارقام 11 – 12 والثانية تكون 21 – 22 والثالثة تكون 31-32 وهكذا اذن النقطة المغلقة NC تبدا بالرقم 1 والمفتوحة تبدأ بالرقم 3 .

وبعض المفاتيح المغناطيسية يكون تصميمها تلامسات الخط الرئيسي فقط ولكي نستخدم مع المفتاح المغناطيسي تلامسات تحكم والتي تسمى Auxiliary اي نقطة مساعدة فهناك نقاط مساعدة نقوم بتركيبها على المفتاح المغناطيسي بحيث تعمل معه وتكون عدة نقاط مجتمعه معا مفتوحة ومغلقة كما بالشكل الاسفل . وتعتبر اطراف الملف المغناطيسي تسمى بالرمز A1 A2 ويكتب على المفتاح المغناطيسي جهد الملف الذي يعمل علية ويكون قرب الملف المغناطيسي بوجود الجهد والتردد .

د) نوابض الارجاع Springs وهي عبارة عن نوابض يتم من خلالها ارجاع القلب المتحرك الى وضعيته الاصلية بعد فصل التيار عن الملف وفتح دوائر التلامسات جميعا.

ولكن كيف يمكن ان اختار الكونتاكتور المناسب للحمل

يتم اختيار الكونتاكتور حسب المعطيات التالية :-

1 - اختيار الكونتاكتور حسب تيار الحمل او المحرك وهذا هو الهدف المهم تقريبا فكيف يتم ذلك ؟

نحن نعلم ان أي محرك له تيار اسمي وتيار اقلاع وتيار الاقلاع اعلى من التيار الاسمي للمحرك حيث ان التيار الاسمي هو الذي يكتب على لوحة المعلومات للمحرك الكهربائي ولكن تيار الاقلاع هو التيار الذي ينشئ عند توصيل التيار الكهربائي للمحرك ويكون ذات قيمة عالية ولذل يجب اختيار الكونتاكتور ليتناسب مع تيار الاقلاع للمحرك وليس مع التيار الاسمي للمحرك وذلك حسب القاعدة التالية :-

Is = 2.5 * Im حيث ان Is هو تيار الاقلاع وان Im هو التيار الاسمي المكتوب على لوحة المحرك فعند اختيار تيار الكونتاكتور لمحرك مثلا 40 امبير فيكون تيار الكونتاكتور هو 40 * 2.5 = 100Amp وهذة الزيادة بالتيار للحفاظ بالدرجة الاولى على المحرك وثبات عمل الكونتاكتور دون حدوث أي مشاكل نهائيا كتلف التلامسات للكونتاكتور وبالتالي سقط احدى الاوجه منه وبالتالي تلف المحرك .

2 - نوع تشغيل الملف الخاص بالكونتاكتور AC or DC حيث ان تيار الملف المغناطيسي مهم جدا هل هو تيار مستمر او متردد وذلك حسب جهد دائرة التحكم المستخدمة والفرق بين ملف التيار المستمر وملف التيار المتردد بالنسبة الى ملفات المفاتيح المغناطيسية هو ان التيار المستمر عدد لفاته كثيرة نسبيا بالمقارنه مع ملف التيار المتردد وقطر السلك النحاسي اكبر .

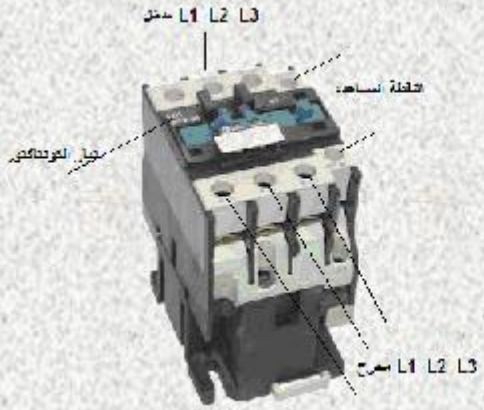
3 - الجهد الكهربائي لملف الكونتاكتور حيث يجب اختيار الجهد للملف حسب جهد دائرة التحكم المستخدمة ومن الجهود المستخدمة بدوائر التحكم هي 24v 48v 110v 220v 380v .

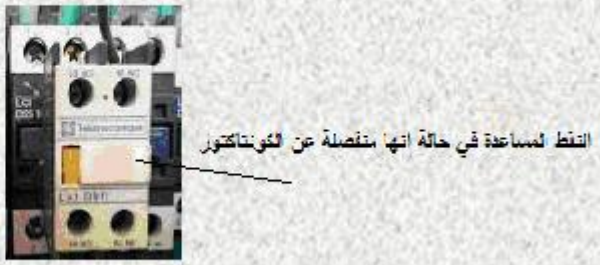
4 - معرفة عدد النقاط المساعدة للكونتاكتور Auxiliary Contacts حيث ان لكل كونتاكتور نقاط مساعدة تستخدم بدوائر التحكم وتكون على نوعين الاول نقاط مغلقة بالوضع الطبيعي NC Normally Close والثانية نقاط مفتوحة بالوضع الطبيعي NO Normally open واذا لم تتوفر هذة النقاط بالكونتاكتور فانه يوجد نقاط منفصلة يمكن شرائها وتركيبها على الكونتاكتور بحيث تعمل مع الكونتاكتور .

5 - جودة الكونتاكتور حيث يجب ان اختار الكونتاكتور ذو كفاءة عالية ليتناسب مع مكان تركيبه والجو المحيط به بالعمل .

ولك كيف لي ان اعرف تيار الكونتاكتور من النظر اليه فقط ؟

لمعرفة تيار الكونتاكتور انظر الى الرقم الموجود على وجه الكونتاكتور فتجده مثلا LC1D40AM7 فالرقم الذي بعد حرف ال D هو تيار الكونتاكتور وهذة الصورة توضح صورة الكونتاكتور

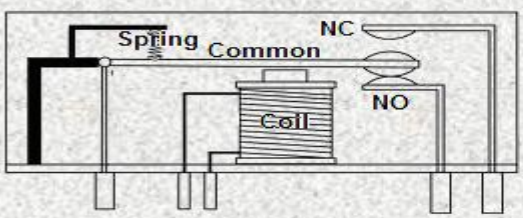




وهذة اشكال لبعض المفاتيح المغناطيسية المتداولة بدوائر التحكم

4) الريليه (المتمم , المرحل) Relays

الريليه او المتمم Relay ومن الادوات التي تستخدم بدوائر التحكم الريليه وهو جهاز يشبة بمبدا عملة الكونتاكتور ولكنه يعمل بدوائر التحكم وليس بدوائر البور لان التلامسات قليلة التحمل بالنسبة للتيار المار بها ويعمل هذا الريليه على الجهد المنخفض بنوعين من التيار المتردد والمستمر ولهذا الريليه عدة نقاط منها المفتوحة ومنها المغلقة والشكل التالي يبين شكل الريليه الكهربائي



ويتكون الريليه من نفس مكونات الكونتاكتور كما هي موضحة بالصورة السابقة

والريليه عادة يستخدم لتشغيل كونتاكتور بجهد عالي من جهد منخفض مثلا ولاحظ ان الكونتاكتور له تيار للتلامسات مكتوب على لوحة الكونتاكتور ولكن الريلية في معظم الحالات لا يوجد على لوحته تيار التلامسات لانه باصعب الظروف سوف ينهار التلامس ويعمل الريليه على الجهود التالية
6v 9v 12v 24v 48v سواء تيار مستمر او متردد . والريليه عادة يستخدم بدوائر التحكم وخاصة بدوائر التحكم المبرمج وهو حلقة وصل بين الجهد المخفض والجهد العالي بدوائر التحكم المبرمج والالكتروني لايصال اشارة منه الى المفاتيح المغناطيسية ومن اشكال الريلهات المستخدمة بدوائر التحكم انظر الصورة

5) ضواغط ومفاتيح التشغيل Operate Pushbuttons & Switches

ان من اجزاء دوائر التحكم الكهربائي جزء مهم جدا وهو ضواغط التحكم والتشغيل فهذة الاجزاء هي التي تبدأ عملية تشغيل الدائرة بواسطتها وهي على نوعين
النوع الاول ضواغط التحكم بالاطفاء Pushbutton OFF وتكون بالوضع الطبيعي مغلقة NC وعند الضغط عليها تتغير وضعية التلامسات لها فتصبح مفتوحة NO لتفصل التيار عن دائرة التحكم وهذة الضواغط على نوعين النوع المرتد وهو كضاغط الجرس بحيث عند الضغط عليها تتغير نقاط التلامس من NC الى NO وبعد ازالة الاصبع عنها ترتد الى وضعيتها الاصلية وهي NC وعادة ما يكون لون الضاغط اللون الاحمر انظر الشكل

ومن هذة الضواغط ما يحتوي على لمبات اشارة تعمل على جهد التحكم لبيان ان الدائرة في حالة ايقاف . وتعتبر هذة الضواغط ضواغط لحظية بالعمل اي فقط الضغط عليها وازالة الاصبع عنها فقط Momentary Pushbutton only ومن هذة الضواغط يكون مفرد القطبية ومنها ما يكون مزدوج القطبية حسب الاستعمال والتصنيع . اما النوع الثاني من انواع ضواغط الايقاف او الاطفاء فهي الضواغط الغير مرتدة اي عند الضغط عليها لا ترتد بل تبقى ثابتة مكانها الى ان تقوم بغط عليها مرة اخر فتعود الى وضعها الاصلي وتسمى هذة الضواغط ب ضاغط الطوارئ Emergency Stop واليك الاشكال منها

النوع الثاني الضواغط الخاصة بالتشغيل Pushbutton ON وهذة الضواغط خاصة بتشغيل الدوائر وهي عبارة عن ضواغط مرتدة وتكون بالوضع الطبيعي تلامس مفتوح NO وعند الضغط علية تتغير وضعية التلامسات فتصبح NC مغلقة وعادة ما يكون لونها اخضر او اصفر كما بالشكل

وهذة الضواغط تكون على نوعين هما مفرد القطبية ومزدوج القطبية واذا كان مفرد القطبية يكون تلامس واحد فقط NO اما اذا كان مزدوج القطبية فيكون على احدى الحالات التالية (NO-NC) (NO-NO) .
كانت هذة نبذة مختصرة عن ضواغط التشغيل والايقاف الخاصة بدوائر التحكم .

القسم الثاني المفاتيح Switches

ان المفاتيح الكهربائية هي ايضا لها دور كبير بدوائر التحكم الكهربائي فهي تستخدم بتحويل وتشغيل دوائر التحكم بمختلف الاساليب الخاصة بها . فهي كثيرة الاستعمال بدوائر التحكم كاتبديل بين دائرة واخرى مثل التبديل من دائرة يدوية الى دائرة اتوماتيكية او من دائرة محرك الى دائرة محرك اخر او فصل دائرة معينة عن العمل او ايقاف محرك عن العمل عند وصوله الى نقطة معينة . وهذة المفاتيح هي عبارة عن تلامس مفتوم بالوضع الطبيعي وتكون على عدة اشكال اما ان تكون مفردة القطبية او مزدوجة القطبية او اكثر من ذلك حسب الاستخدام والعمل وتقسم هذة المفاتيح الى عدة اقسام وانواع منها :-

1 - مفتاح الاختيار Selector Switch
وهذا المفتاح يسمى مفتاح الاختيار لانه يصل بين نقطتين مختارات بتحويل المفتاح الى وضعية معينه وتكون هذة النقطة اما مغلقة او مفتوحة وهو عادة ما يستخدم بدوائر التحكم الكهربائي لاختيار التشغيل بين دائرة واخرى ومن اشكالة

ومن هذة المفاتيح ما تكون قطبية واحدة او اثنتين

2 - مفتاح الاختيار متعدد القطبية Multi Selector Switch
وهذا المفتاح له عدة وضعيات للاختيار ويستخدم بدوائر متعددة مثل قياس الجهد بين الاوجه بعضها مع بعض وتستخدم ايضا للتحويل بين الدوائر وفصل بين الدوائر واليك اشكال هذة المفاتيح

3 - المفاتيح الاسطوانية Cylinder Switches
وهذة المفاتيح تشبه الاسطوانه بشكلها وتتحرك بشكل دائرة عن تشغيلها وتستخدم بتشغيل دوائر التحكم بطرق مختلفة وعديدة مثل تشغيل سرعات المحركات والتحويل بين ستار ودلتا وغيرها من الدوائر . وقد اصبح استخدامها قليل بالمقارنه مع المفاتيح المغناطيسية واليك صور منها

4 - مفاتيح نهاية الشوط Limit Switches
وهذة المفاتيح ايضا تستخدم بدوائر التحكم بشكل كبير وهي تعمل على فصل احدى دوائر التحكم في حالة وصول اله معينة يحركها محرك كهربائي الى حد معين وتفصل الدائرة الكهربائية وحسب توصيل الدائرة وهذا المفتاح عبارة عن نقطتين تلامس احداهما NO والاخرى NC وكل نقطة لها استخدام معين بالدائرة الكهربائية وهذة صور من بعض مفاتيح نهاية الشوط

اجهزة الحماية بدوائر التحكم Control Circuits Protection

ان اي دائرة كهربائية يجب ان تكون لها حماية من عدة عوامل مثل القصر بالدائرة والتسرب الارضي وزيادة الحمل وهذا كله يؤدي الى ارتفاع في قيمة التيار المسحوب من قبل الحمل . وارتفاع التيار بدوائر القوى يؤدي الى فصل بدوائر التحكم لان دوائر التحكم توصل بها اجهزة حماية متعلقة بدوائر القوى فحتى نحصل على حماية كاملة لدوائر التحكم يجب اختيار اجهزة التحكم المصممة للحماية من خطر ارتفاع التيار . والتيار الكهربائي يرتفع بسبب عدة عوامل قد تكون كهربائية وقد تكون ميكانيكية بالاله نفسها . وهناك وسائل حماية من العوامل التالية :-

1 - زيادة الحمل Overload
2 - ارتفاع الجهد او انخفاضة Over and Drop Voltage
3 - وجود قصر بالدائرة Short Circuit
4 - تسريب ارضي بالدائرة Earth leakage
5 - تنسيق حالة الاوجه بالترتيب العالمي Phase Sequence

وقد قمنا سابقا بدراسة احدى وسائل الحماية وهي القواطع الكهربائية بمختلف انواعها والان سوف نقوم بدراسة جهاز جديد للحماية من زيادة الحمل

اجهزة حماية الحمل Overload من الحمل الزائد

تتعرض أي اله تحتوي على محرك كهربائي ان هذا المحرك يتعرض الى مشكلة ميكانيكية او كهربائية تؤدي الى زيادة بالتيار المسحوب للمحرك ومثل هذة الاعطال يمكن ان تكون كهربائية او ميكانيكية تؤثر تاثير كبير على المحرك ومن الاعطال الميكانيكية

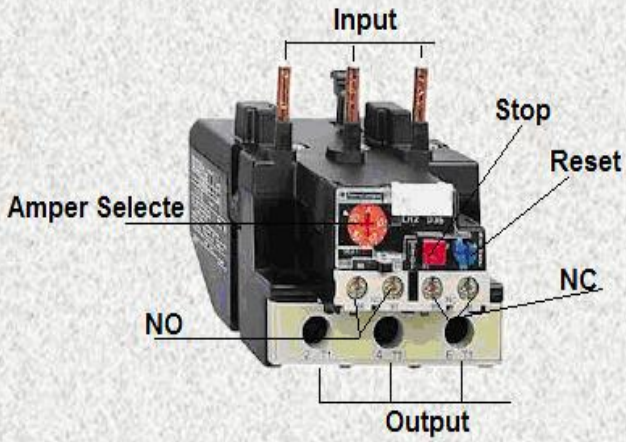
أ) مشكلة بخافض السرعة للمحرك (Gearbox) كان يكون هناك مسنن مكسور او عمود دوران حصل به انحناء بسيط ففقد توازنه الميكانيكي .او مشكلة باحدى كراسي المحاور لخافض السرعة .
ب) مشكلة بكراسي المحاور للمحرك الكهربائي .
ت) حدوث تكلس وصدأ على اجزاء العضو الدائر للمحرك .
ث) زيادة الحمل على خافض السرعة اعلى من الحمل المقرر له .

اما الاعطال الكهربائية المتوقع حدوثها فهي

أ) انخفاض الجهد المغذي للمحرك الكهربائي .
ب) انخفاض التردد الكهربائي عن الحد المقرر له .
ت) قطع احدى الاوجه المغذية للمحرك الكهربائي .
ث) ارتخاء أي من وصلات التوصيل ما بين المفتاح المغناطيسي او بالمحرك نفسة .
ج) تشغيل المحرك بجهد غير مناسب للجهد المقرر له .
ح) عدم اتزان ملفات المحرك من الناحية الكهربائية .

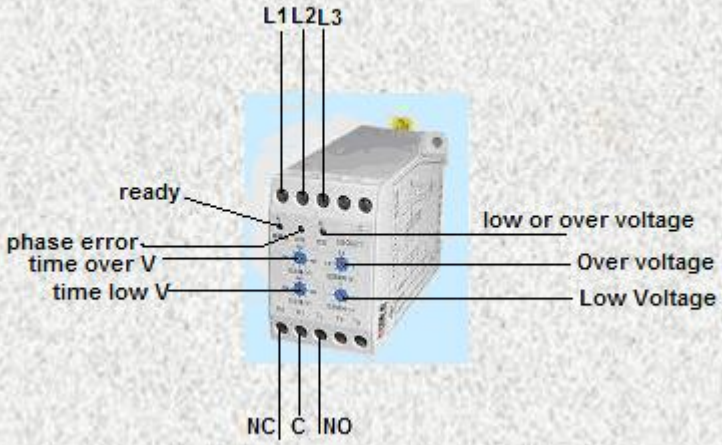
وهذة الاعطال الميكانيكية والكهربائية تؤدي الى ارتفاع بتيار المحرك مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارته وتلف الملفات ومن ثم عطب المحرك .
لذا صمم جهاز خاص لهذا الغرض يسمى الافرلود Overload وهذا الجهاز يثبت بعد المفتاح المغناطيسي المغذي للمحرك الكهربائي حيث يتم وضع التيار المناسب على الافرلود ليحمي المحرك من التلف ويتكون هذا الجهاز من الاجزاء التالية :-

أ) مداخل التيار وهي ثلاثة مداخل تثبت على المفتاح المغناطيسي .
ب) مخارج التيارات وهي التي تغذي المحرك الكهربائي .
ت) نقاط التحكم وهما نقطتين NO NC وتستخدم ال NC للتوصيل مع دائرة التحكم وذلك لفصل الدائرة في حالة حدوث أي ارتفاع بالتيار الكهربائي للمحرك اما النقطة NOفهي تستخدم لتوصيل دائرة اخرى او لمبه اشارة للدلالة على ان المحرك تم فصلة لزيادة بالتيار وهناك استخدمات اخرى لها .
ث) مفتاح اختيار التيار المقرر للمحرك الكهربائي حيث انه يجب معايرة هذا المفتاح ليتلائم مع تيار المحرك .
ج) مفتاح الايقاف ولونه الاحمر حيث من خلال هذا المفتاح يمكن ايقاف دائرة الكونترول للفحص بان النقاط المساعدة للافرلود تعمل بشكل صحيح فيقوم هذا المفتاح اثناء الضغط علية بفتح النقطة المغلقة واغلاق النقطة المفتوحة وبالتالي يتم فصل دائرة الكونترول .
ح) مفتاح الاعادة Reset وهو المفتاح الذي يتم من خلاله اعادة النقاط الى وضعها الطبيعي سواء بالفصل الكهربائي او الفصل اليدوي ويكون باللون الازرق .
خ) المسخنات الحرارية Heaters وهي عبارة عن ثلاثة مسخنات حرارية توصل على التوالي بين المخرج والمدخل للافرلود وتوجد داخل الافرلود وهذة المسخنات ترتفع درجة حرارتها عند الزيادة بالتيار الكهربائي وبدورها تسخن نقاط التلامس NO NC وتتم عملية الفصل للدائرة انظر الصورة .



2) ارتفاع الجهد او انخفاضة Over and Drop Voltage

اجهزة الحماية من ارتفاع الجهد او انخفاضة Phase Sequence and Failure
في بعض الاحيان يحدث ارتفاع بالجهد او انخفاض بالجهد المغذي للحمل او الدائرة وهذا الارتفاع او الانخفاض يؤدي الى حدوث مشاكل كثيرة بالنسبة للمحركات الكهربائية الموصولة بالدائرة لذا صممت اجهزة خاصة لهذا الغرض تحمى الدائرة والمحركات والاله من ارتفاع الجهد او انخفاضة حسب النسبة المعاير من اجلها وهذا الجهاز يسمى الفيز سيكونس او الفيز فيليرPhase Sequence or Failure



حيث ان هذا الجهاز له اربعة وظائف مهمة جدا بالنسبة الى دوائر التحكم هي
الوظيفة الاولى وهي في حالة وصل الثلاثة خطوط وهي المصدر الى الجهاز اذا كان ترتيب الاوجه غير صحيح فان الجهاز لن يقوم بتوصيل التيار الى دائرة التحكم وبالتالي سوف يفصل الريلية الموجود داخل الجهاز ولا يقوم بغلق النقطة التي تقوم بتوصيل التيار الى دائرة التحكم .
الوظيفة الثانية وهي في حالة ارتفاع الجهد الى الحد المقرر له بالمعايرة فان الريليه يقوم بفصل التيار عن دائرة التحكم .
الوظيفة الثالثة وهي في حاله انخفاض الجهد عن الحد المقرر له بالمعايرة فان الريليه سيفصل دائرة التحكم .
الوظيفة الرابعة وهي في حالة نقص وجه من الاوجه للمصدر المغذي له فان الريليه لن يعملوبالتالي يفصل دائرة التحكم .
هذة الوظائف الاربعة لهذا الجهاز ويجب استخدامه للمحافظة على الدائرة الكهربائية والاحمال الكهربائية .
طريقة معايرة هذا الجهاز
اولا:- يتم توصيل الثلاثة خطوط من المصدر الى الثلاثة نقاط العلوية كما هو موضح بالشكل اعلاة L1 L2 L3 هذة خطوط المصدر الرئيسي ويتم توصيل خطي التحكم الى النقطة NC من الاسفل والان هناك ثلاثة لمبات اشارة صغيرة Led الاولى من اليمين تعني ان هناك هبوط بالجهد او ارتفاع بالجهد اذا اضاءت هذة اللمبة والثانية تعني ان الاوجة الثلاثة غير مرتبة بالشكل الصحيح اذا اضاءت فيجب ترتيبها وذلك بعكس وجه محل الاخر حتى تطفئ اللمبة والثالثة أي الاولى من اليسار تبين ان كل الامور صحيحة والاوجه مرتبة بالشكل الصحيح ولايوجد ارتفاع بالجهد او انخفاض به .
ثانيا :- لمعايرة ارتفاع الجهد او انخفاضه اتبع ما يلي :-
لنفرض ان الجهد الواصل الينا هو 380 فولت وانا اريد اذا ارتفع الجهد الى مثلا 400 فولت اريد ان تفصل دائرة التحكم فاقوم بالذهاب الى البرغي الاعلى من جهة اليمين Over Voltage واقوم بوضع السهم على 400 فولت ومن ثم اذهب الى البرغي الذي بجانبه وهو برغي الزمن أي معايرة زمن الفصل بعد وصول الجهد الى 400 فولت واضبط الزمن على مثلا 5 ثواني او كما اريد فهذا الزمن هو زمن الفصل في حالة ارتفاع الجهد .
ثالثا :- لنفرض اني اريد اذا انخفض الجهد الى 370 فولت تفصل دائرة التحكم فاذهب الى البرغي الاسفل من جهة اليمين Low Voltage واقوم بوضع القيمة على 370 فولت ومن ثم اذهب الى البرغي الذي بجانبه وهو معايرة زمن الفصل عند حدوث انخفاض الجهد واقوم بمعايرته حسب الزمن الذي اريد .
ومن الطبيعي انه اذا حصل نقص باحدى الاوجه فان الجهاز لن يعمل وتضئ لمبة انخفاض الجهد وارتفاعه .
وهذة هي طريقة معايرة هذا الجهاز وهي سهلة للغاية .

3) التسرب الارضي بالدائرة Earth leakage

كثيرا ما تتعرض الاحمال ودوائر التحكم الى خطر التيار المتسرب الى الارض وهذا يولد مشاكل كثيرة بالاله .
وهو عبارة عن قاطع مماثل لقاطع العادي الا انه يتميز بوجود جزء اضافي للحماية من تسرب الشحنة الكهربائية إلى جسم الاله أو الجهاز الكهربائي وكذلك كافة الالات الكهربائية المستعملة في الورش والمعامل والمختبرات حيث يقوم هذا القاطع بفصل القدرة الكهربائية عن تلك الالات والأجهزة حال تسرب الشحنة الكهربائية إلى اجسامها الموصلة وبذلك يمنع حدوث الصعقة الكهربائية عند ملامسة الجهاز، علما ان هذا القاطع يعمل فقط في حالة التيار المتردد وهو بهذه الحالة يوفر حماية من تيار دائرة القصر ومن تيار الحمل الزائد ومن تيار التسريب, لذا فهو مفيد بل ضروري استعماله وهو متوفر في السوق بنوعيه ثلاثي الاطوار والطور الواحد وبمدى تحسس متعدد فهناك الأنواع بتحسس (30 ملي امبير و100ملي امبير و300ملي امبير و500 ملي امبير) فالقاطع نوع 30 ملي امبير يتميز بحساسية عالية جدا تليه الحساسية الاقل وهي 100 ملي امبير وهكذا. القاطع بالحساسية 30 ملي امبير وهي القيمة المسموح بها طبيا كحد أعلى عند دخولها الجسم البشري دون أن تسبب ضرر مميت أو خطير, وبالنسبة لبقية القواطع ذات الحساسية الاقل فهي أيضا مفيدة لمنع حدوث الصعقة الكهربائية. ومن الضروري استعمال مثل هذه القواطع في كافة الدوائر الكهربائية للأجهزة والمكائن حينما يكون الإنسان في تماس مباشر مع الأجهزة خاصة وان قسم من التاسيسات الكهربائية لا تحوي على منظومات تاريض أو وجود منظومات تاريض ولكن معاوقتها مع الأرض كبيرة نسبيا بحيث لا يمكن ان يفصل قاطع الدائرة العادي عندما يتسرب تيار قليل نسبيا حيث لا يستشعره القاطع العادي. إن الكثير من الناس حتى أن الكثير من المتخصصين في المجال الكهربائي ليست لديهم فكرة عن هذا الموضوع لذا رأيت انه من الواجب تسليط الضوء لتكوين فكرة ولزيادة الأمان.
إن هذه القواطع يمكن استعمالها حتى وان لم تتوفر منظومة الأرضي وممكن اختبار عمل القاطع بطريقة بسيطة جدا بتسليط شحنة على جسم الجهاز ويتم

ذلك من خلال الشخص الفني المتخصص. ومن الضروري ان نذكران الأعمال الكهربائية من الواجب أن تتم عن طريق الشخص الكهربائي المتخصص وبالإضافة إلى ذلك فعلى المتخصصين بالمجال الكهربائي أن يراعوا التعليمات الأساسية الأمان المتبعة عالميا من اجل سلامتهم وانجاز العمل بالصورة الأمثل فهناك نسبة كبيرة من المشتغلين بهذا المجال تعرضوا إلى حوادث مؤسفة لعدم مراعاتهم شروط السلامة المهنية. ولإعطاء فكرة عن كيفية عمل قاطع الدورة لمنع التسريب فهو يحتوي على جزء يتكون من ملفات للأقطاب الحارة وملف للقطب البارد على نفس القلب الحديدي وكذلك عتلة لتتحسس الفرق بين تيارات القطب الحار والقطب البارد ففي الحالات الاعتيادية للتشغيل يكون الفرق بين تيارات القطب الحار والقطب البارد صفر وعند حصول حالة تسريب فان قسم من الشحنة لا تمر عبر الدائرة الكهربائية المغلقة وبذلك يحصل فرق بين تيار القطب الحار وتيار القطب البارد تستشعر به الملفات وتقوم العتلة بسحب الذراع لفصل القدرة الكهربائية ويفصل القاطع, وهذا الحال يحصل في حالة القواطع ثلاثية الأطوار كذلك حيث تحتوي على ثلاثة ملفات بدل ملف واحد (لكل طور ملف خاص به) وكذلك وجود ملف للقطب للبارد، ومبدأ عملها نفس المبدأ حيث تستشعر الملفات الفرق بين القطب البارد وبين محصلة الأقطاب الحارة الثلاثة واليك صور من هذا القاطع

والان ناتي الى جزء مهم في دوائر التحكم الكهربائي وهو جزء المحولات الكهربائية

المحولات الكهربائية Transformers

ان من اجزاء دوائر التحكم اجهزة تقوم بخفض الجهد او رفعه حس المطلوب وتسمى هذة الاجهزة المحولات وكما شرحنا عنها سابقا . فهو عبارة عن جهاز استاتيكي يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة اعلى او اقل من الطاقة المزودة له .
والانواع المستخدمة بدوائر التحكم تكون معظمها خافضة للجهد لوجود مميزة بانخفاض الجهد بالنسبة الى ملفات المفاتيح المغناطيسية وذلك بزيادة التيار مما يؤدي الى زيادة بالمجال المغناطيسي وبالتالي تكون قوة جذب القلب المتحرك الى القلب الثابت عاليا جدا . ومن الجهود المستخدمة بدوائر التحكم
24v 48v 110v 220v
انواع المحولات المستخدمة بدوائر التحكم
هناك نوعين رئيسيين يستخدمان مع دوائر التحكم وهما :-
1- المحول العادي Power Transformer 2- المحول الذاتي Auto Ttransformer
1- المحول العادي وهذا المحول يحتوي على مجموعتين من الملفات هما الملف الابتدائي Primary Winding وهو الملف الذي يوصل بالمنبع الكهربائي بجهد 380 فولت او 220 فولت . والملف الاخر هو الملف الثانوي Secondary Winding وهو الملف الذي يوصل مع الحمل بجهد منخفض كالجهود المذكورة سابقا . وتحسب نسبة التحويل بهذا المحول كما يلي V1/ V2= I2 / I1 = N1 / N2 حيث ان V1 هو الجهد المغذي للمحول وان V2 هو الجهد الخارج من المحول وان I2 هو تيار الخرج للمحول وان I1 هو نيار الدخل للمحول وان N1 هو عدد لفات الملف الابتدائي وان N2 هي عدد ملفات الملف الثانوي .ويكون شكل المحول باحدى الاشكال التالية -:-

ونلاحظ من نسبة التحوبل ان زيادة التيار للملف الابتدائي يقابله نقص بتيار الملف الثانوي والعكس صحيح .
2- المحول الذاتي Autotransformer
وهذا المحول ايضا من المحولات المستخدمة بدوائر التحكم الكهربائية وهو عبارة عن ملف واحد مجزء للجهد المغذي له أي اذا كان الجهد المغذي له 380 فولت فيمكن ان ناخذ منه 230 فولت او 220 فولت او 440 فولت وهذا المحول يقوم بتثبيت التيار للحمل حسب تيار المصدر او حسب التيار السحوب من قبل الحمل بخلاف المحول السابق انظر الصورة

وهذا المحول يمكن ان يستخدم بتقليل سرعات المحركات كما سنرى فيما بعد

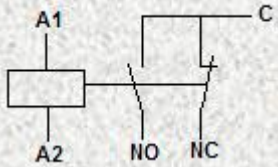
.

التايمرات الكهربائية Electrical Timers

ان التايمرات او المؤقتات تستخدم كثيرا بدوائر التحكم فهي تعتبر جزء مهم فيها ولا بد من استخدامها في معظم دوائر التحكم الكهربائي حيث ان هذة التايمرات تقوم بعمل زمن متقدم او زمن متاخر عن الوصل او الفصل لدائرة معينه كما انها تستخدم بدوائر تنظيم سرعات المحركات وخاصة اذا كان المحرك ذو سرعات كثيرة وهناك نوعين من التايمرات هما :-

أ) التايمر الكهربائي الالكتروني Electronic Electric Timer وهذا النوع يعمل عن طريق وصول التيار الكهربائي له ويحتوي على كرت الكتروني وريلية لوصل النقاط وفصلها انظر الشكل

وهذا النوع من التايمرات يحتوي على 5 نقاط توصيل منها نقطتين لتوصيل التيار الى الكرت الالكتروني A1 A2 وثلاثة نقاط لتوصيل خطوط الكونترول للدائرة وهي C NO NC وهذا التوصيل الكهربائي لهذا التايمر



وهذة التايمرات تقوم بتغير وضع نقاط التلامس في حالة انتهاء الوقت المعاير بعد وصول التيار الى ملف الريليه عن طريق الكرت الالكتروني .

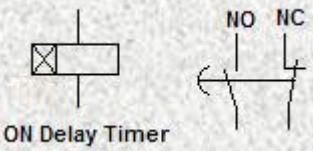
ب) التايمر الميكانيكي الهوائي Air Mechanical Timer

هذة النوعية من التايمرات شائعة الاستعمال بدوائر التحكم الكهربائي وتثبت على الكونتاكتور ويسمى هذا التايمر بالتايمر الهوائي لان مبدا عمله يعتمد على اسطوانه داخلها هواء ومضغوطة وتبدا بتفريغ الهواء عند بدء عمل التايمر وهذا التايمر له نوعين هما :-

1 - تايمر التاخير ON Delay Timer

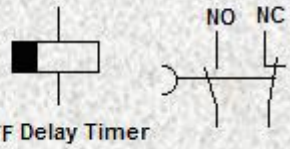
وهذا النوع يؤخر الوقت لمدة معينه حسب الوقت المعاير له ويبدأ عملة فور ايصال التيار الى ملف الكونتاكتور وصورته هي

أي بعد ان يثبت هذا التايمر على الكونتاكتور ويصل التيار الى الكونتاكتور فتبقى نقاط التلامس على وضعها الطبيعي وبعد الزمن المعاير له تتغير نقاط التلامس المفتوحة تصبح مغلقة والمغلقة تصبح مفتوحة . وهذا التايمر يرمز له كملف بدوائر التحكم بالشكل التالي



2 - تايمر التقديم OFF Delay Timer

وهذا النوع عكس النوع الاول حيث انه يقدم الوقت أي عند توصيل التيار الى ملف الكونتاكتور مباشرة تتغير وضعية النقاط المفتوحة تصبح مغلقة والمغلقة تصبح مفتوحة الى ان يتم فصل التيار عن ملف الكونتاكتور ويبدا التيمر بالعد التنازلي وبعد انتهاء الزمن العاير له ترجع النقاط الى وضعيتها الطبيعية . وصورته هي



منظمات الجهد Voltage Regulators

في بعض لوحات التحكم الكهربائي توجد احمال صغيرة الحجم من حيث القدرة وهذة الاحمال تحتاج الى جهد كهربائي منتظم حتى تعمل بشكل صحيح وتكون هذة المنظمات تعمل على جهد معين اما التيار المستمر او التيار المتردد وتحتوي هذة المنظمات على لوحة الكترونية تقوم بتنظيم الجهد للحمل وهذة احدى صور المنظم

المجسات الكهربائية Electrical Sensors

المجس الكهربائي هو الحساس الذي يقوم بارسال اشارة كهربائية واعطاء اشارة كهربائية ايضا وهذة المجسات تعطي معلومات مختلفة حسب تصميم المجس ومن هذة المعلومات التي تعطيها المجسات بمختلف انواعها هي :-

ت) معلومة عن ضغط سائل معين او سريانه او ضغط الهواء او الغاز .
ث) معلومات عن درجة حرارة معينة بمقياس معين .
ج) معلومة عن مستوى سائل معين كالماء مثلا .
ح) تحويل درجة حرارة الى اشارة كهربائية .
خ) غلق او فتح دائرة عند مرور جسم امام المجس .

وهناك معلومات كثيرة يمكن ان تستخدم المجسات من اجلها . وهذة المجسات تثبت حسب نظام الهدف المعمول لها وهي جزء من اجزاء دائرة التحكم الكهربائي انظر بعض صور المجسات الكهربائية

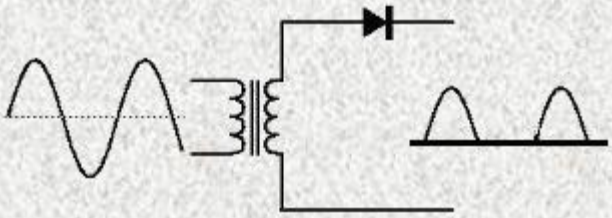
وسنبحث في المجسات وانواعها وطريقة توصيلها بالدوائر الكهربائية ان شاء الله

دوائر التوحيد Rectifier Circuits

ان هناك بعض الاحمال بدوائر التحكم تحتاج الى تيار مستمر حتى تعمل بشكل صحيح مثل كوابح المحركات Breaks ومخفضات السرعة Eddy Current Coil وغيرها من الاحمال لذلا يجب توفير تيار مستمر لها بكفاءة عالية حيث ان هذا التيار يوفر مجال مغناطيسي قوي نتيجة لارتفاع تياره ويمكن الحصول على هذا التيار المستمر عن طريق خفض الجهد بواسطة محولات خافضة وباستخدام دوائر التوحيد المعروفة ومنها :-

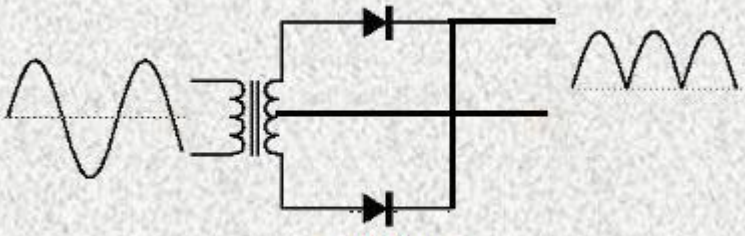
1 - توحيد نصف موجه Half Wave Rectifier

وهذة الدائرة تتكون من موحد واحد فقط وهي قليلة الاستخدام ويبين الشكل التالي هذة الدائرة



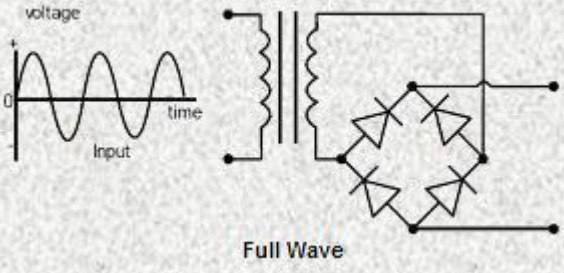
Half Wave

2- توحيد موجه كاملة Full Wave 2 Diodes باستخدام ديودين اثنان فقط وهذة الدائرة شائعة الاستخدام بدوائر التحكم والشكل التالي يبين هذة الدائرة



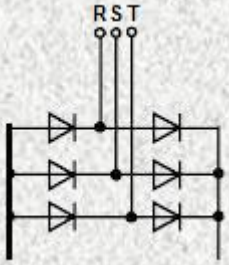
Full Wave

3 - توحيد موجه كاملة باستخدام القنطرة Bridge Rectifier
حيث تتكون هذة القنطرة من 4 ديودات متسلسلة مزدوجة تشكل كتله واحدة وهذة ايضا شائعة الاستخدام بدوائر التحكم الكهربائي وهي تعطي كفاءة عالية باخراج التيار المستمر للحمل انظر الشكل



Full Wave

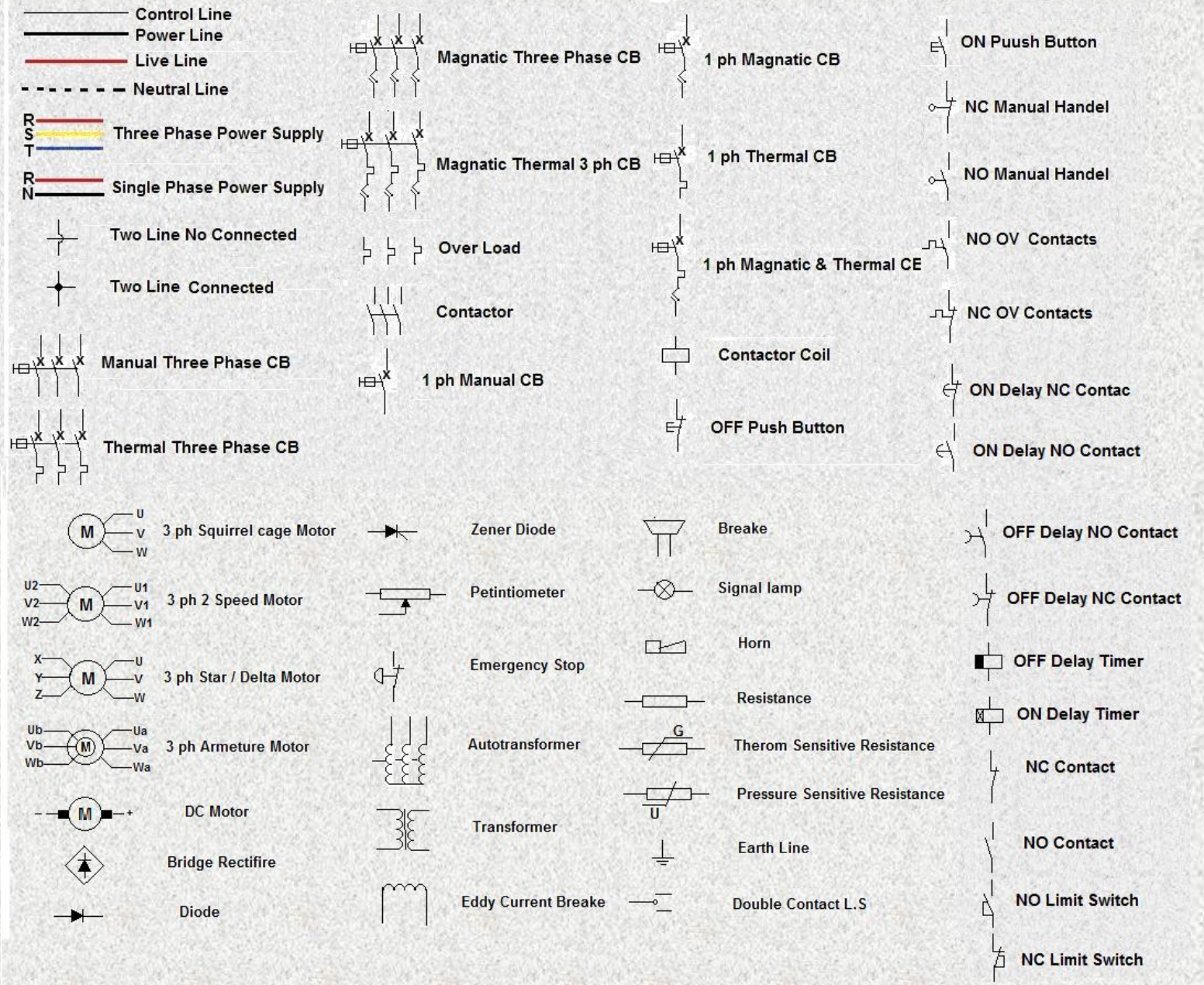
4 - دائرة توحيد من الثلاثة اوجه Three Phase Rectifier
وهذة الدئرة تتكون من 6 موحدات متسلسلة مزدوجة كما بالشكل



كانت هذة معظم اجزاء دوائر التحكم المستخدمة باللوحات الرئيسية واتمنى ان اكون قد اوفيف حقها البسيط من المعلومات .

رموز دوائر التحكم الكهربائي Electric Circuit Control Codes

ان اي دائرة كهربائية سيتم تنفيذها يجب ان يتم التفكير بها ومن ثم تصميم هذة الدائرة ومن ثم تنفيذها على الورق وبعدها تنفيذها على الواقع العملي على الاله المصممة لها لذا يجب ان يكون تنفيذها على الورق ضمن رموز معينة متفق عليها عالميا ليتسنى لكل فني او مهندس معرفة هذة الرموز وحتى من خلال تنفيذ مخطط معين عمليا ولكل اداة من ادوات التحكم رمز معين خاص بها والان سوف نقوم بعمل الرموز بشكل مفصل لكل اداة من الادوات المستخدمة بالتحكم الكهربائي .



المخططات الكهربائية Electrical Drawings

ان المخطط الكهربائي هو عبارة عن رسم الدوائر الكهربائية لتنفيذها بالواقع العملي وتستخدم المخططات لتحليل الدوائر الكهربائية واكتشاف مسارها من جميع النواحي ويتم رسم المخطط الكهربائي برموز كهربائية معروفة عالميا ومتفق عليها وهذة الرموز تمثل العنصر المستخدم من الناحية العملية باللوحة المصممة للالة .

ان الدوائر الكهربائية التي نراها هنا وهناك هي مصممة من التفكير بمبدأ عمل الاله اولا ومن ثم بالرسم على الورق ومن ثم التنفيذ على الواقع ومع هذا فان الاحتفاظ بالفكرة اصلا يبقى موجود وايضا الاحتفاظ بالرسم على الورق يبقى موجود ايضا وهذا الرسم يسمى المخطط الكهربائي للدائرة ويستخدم في حاله مرور الزمن على التنفيذ او نسيان مبدأ العمل في بعض الاوقات او حدوث خلل معين بالدائرة الكهربائية او تتبع معين في مسار الدائرة لحل مشكلة معينة او التعديل عليها . فالمخطط ضروري في كل الحالات المذكورة سابقا لذا يجب علينا عدم اهمال هذا المخطط لانه يساعد في التصميم والتعديل والبحث عن مشاكل بالدائرة حتى ولو كانت الدائرة بسيطة لانه تتنوع الطرق بالتوصيل مع انه المبدا واحد .
والمخطط اصلا هو عبارة عن خطوط ورموز وارقام تعبر عن فكرة معينه بالتوصيل . وهذة الارقام والخطوط والرموز معروفه عالميا أي انها مستخدمة بشكل عالمي وموحدة تقريبا بجميع الانظمة المعمول بها . يعني النقطة المفتوحة تكون مفتوحة باي نظام مهما كان هذا النظام لا يمكن ان تكون مغلقة .

انواع المخططات Drawings Types

المخططات الكهربائية ترسم على نوعين هما :-

1- المخطط العادي (العمودي) Vertical Drawing 2- المخطط السلمي (الافقي) Ladder Drawing

وكل مخطط يقسم الى قسمين هما :-

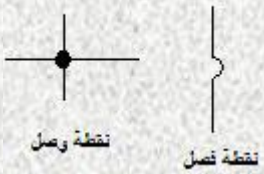
أ) مخطط دائرة الكونترول Control Drawing ب) مخطط دائرة البور او القوى Power Drawing

1) المخطط العادي (العمودي) Vertical Drawing

ان المخطط العادي هو شائع الاستخدام بمخططات دوائر التحكم الكهربائية حيث انه يحتوي على جزئين هما مخطط التحكم ومخطط القوى والرموز المستخدمة بمخطط التحكم هي رموز الدوائر النظرية للدائرة الكهربائية . حيث يحتوي ما يلي :-

1 - الخطوط Lines وهي التي تمثل اسلاك التوصيل ما بين الادوات المستخدمة بالدائرة وهذة الاخطوط تقسم الى ثلاثة اقسام وهي :-

- الخطوط سميكة الرسم وهي الخطوط المستخدمة بدوائر البور او القوى حيث انها تمثل دوائر الجهد العالي للدائرة وتكون ملونة بالالوان الاحمر والاصفر والازرق والاسود والاخضر او الاصفر مع اللون الاخضر حيث تمثل الالوان الاحمر والاصفر والازرق خطوط التغذية الرئيسية للدائرة والاسود يمثل الخط المتعادل واللون الاخضر او اللون الاصفر ملون بالاخضر يمثل خط الحماية الارضي . وتكون هذة الخطوط متصلة بخطوط اخرى او منفصلة عن بعضها كما بالشكل التالي



حيث ان الخط الاول من اليمين يمثل خط غير متصل اما اثاني فيمثل خط متصل مع خط اخر .

- الخطوط الرفيعة الشكل حيث ان هذة الخطوط تمثل خطوط دوائر التحكم ذات الجهد المنخفض ةتكون مفصولة تماما عن خطوط البور او القوي لانه يوجد اختلاف بمقدار الجهد بينهما . وهي تعبر عن اسلاك المغذية لدوائر التحكم مثل التايمرات وملفات المفاتيح المغناطيسية وغيرها من ادوات التحكم . وهذة الخطوط عمليا تكون ذات مساحة مقطع صفير تتناسب مع الجهد الموجود والمستخدم بدوائر التحكم ويجب مراعاة مساحة المقطع لهذة الاسلاك وخاصة بدوائر التيار المستمر .
- الخطوط المتقطعة وهذة الخطوط تستخدم بثلاثة حالات هم :-

الحالة الاولى وهي عندما تستخدم مع الخطوط السميكة وتعتبر بهذة الحالة خط متعادل او خط ارضي

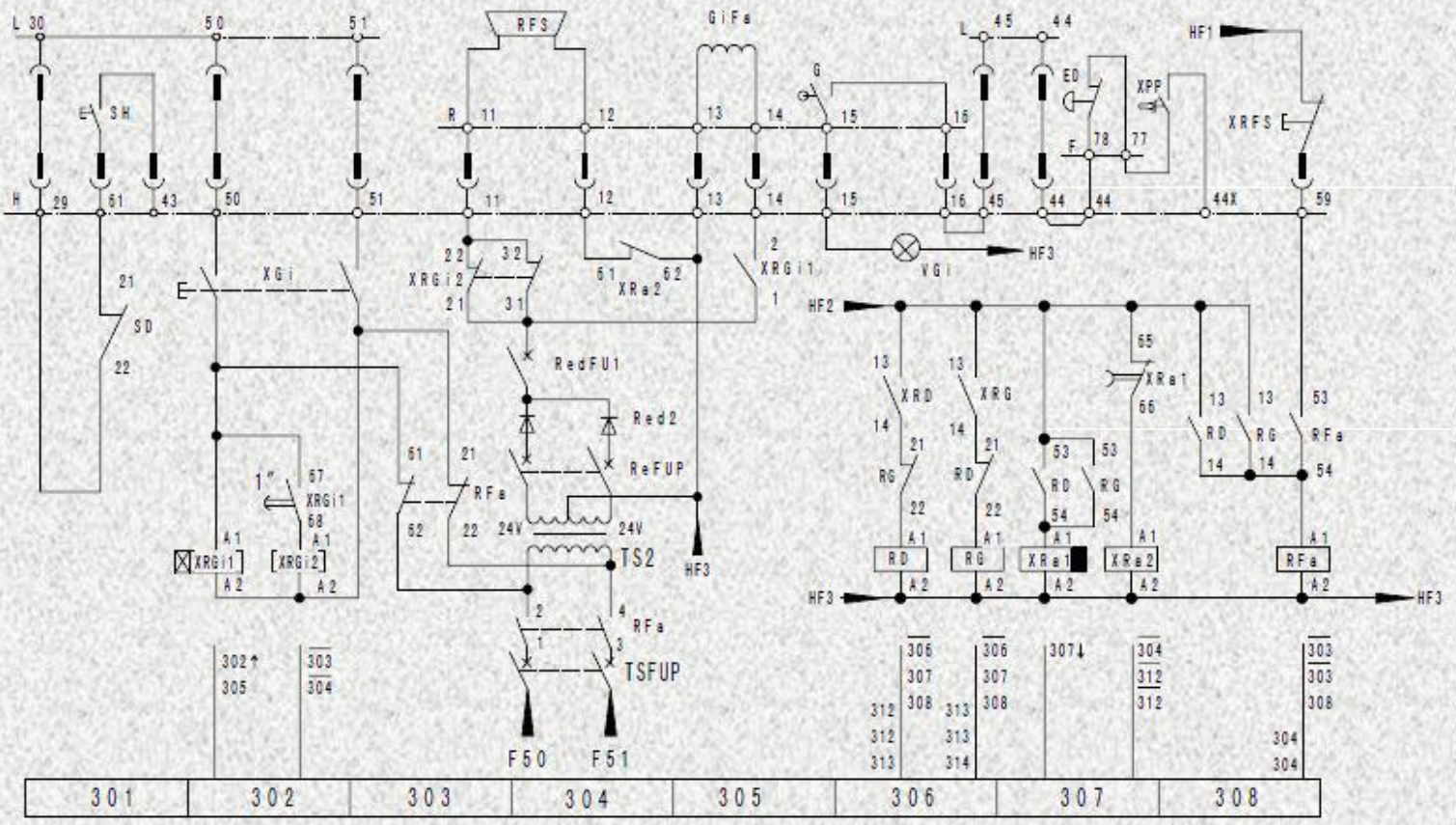
الحالة الثانية وهي استخدامها مع الخطوط الرفيعة فانها تكون كدوائر احتياطية مضافة الى دوائر الكنترول اي يمكن ان تستخدم هذة الدوائر اضافية او يتم الغائها كما سنرى بالمخططات القادمة ان شاء الله .

الحالة الثالثة وهي تسمى الدليل حيث انه بهذة الحالة تعتبر دليل لخطوط التحكم الكونترول من حيث التوصيل من نقطة الى نقطة اخرى

2- الارقام Numbers وتتميز هذة الارقام بميزتين الاولى بيان الارقام العملية للادوات كما هي من الناحية العملية من حيث الارقام الموجودة على التلامسات للمفاتيح او الريليهات او التايمرات ... الخ اما المميزة الثانية فهي دليل وجود تلامسات المفاتيح المغناطيسية او التايمرات او اي تلامس للدوات حسب موقعها بالمخطط . كما سنرى فيما بعد .

3-- الرموز Codes وهي رموز الادوات المستخدمة بدوائر التحكم والبور وتعتبر الرموز الدليل الوحيد على وجود ادوات التحكم عمليا بالدائرة مثل وجود مفاتيح مغناطيسية او تايمرات او ريليهات وغيرها من الادوات .

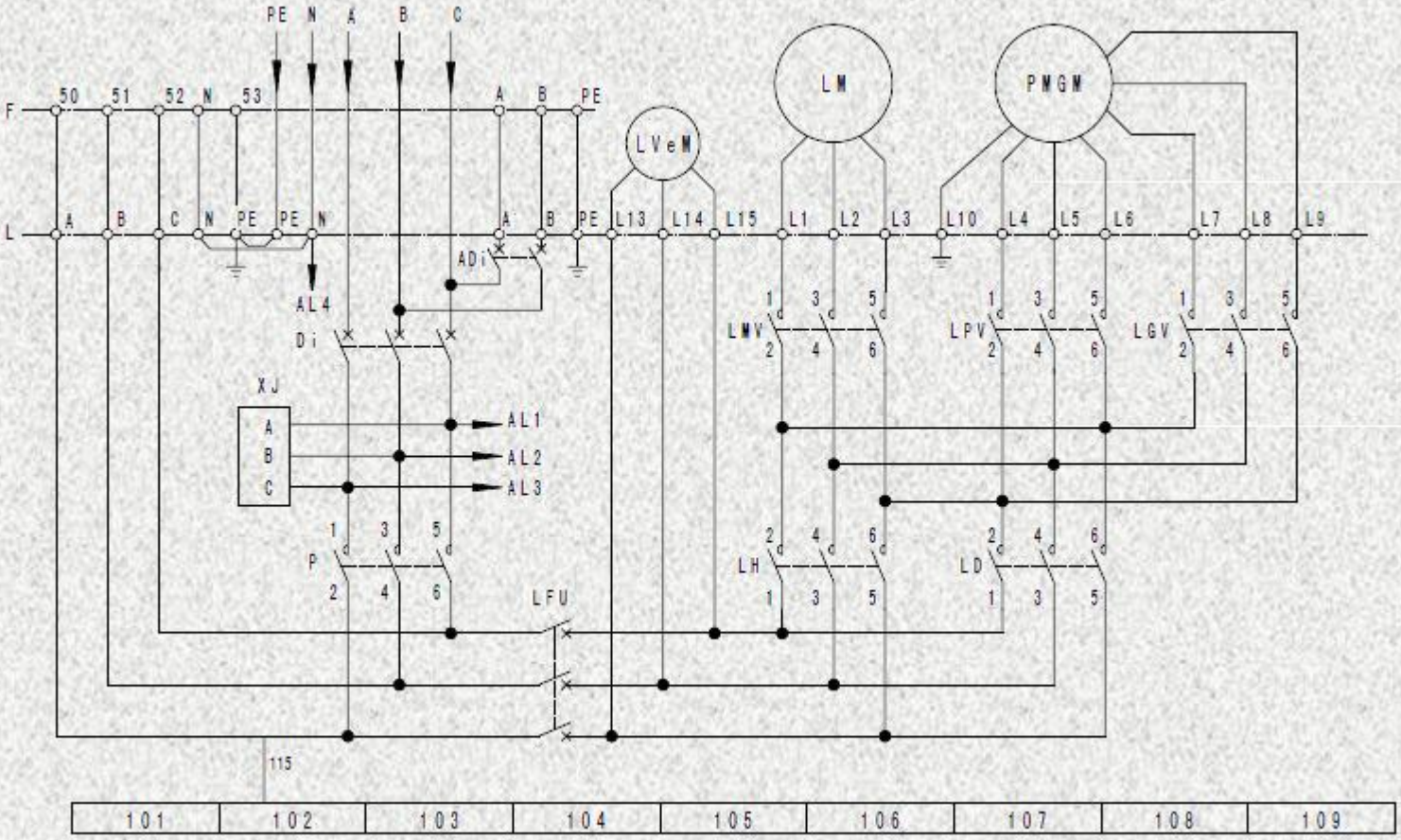
وهذا نموذج بسيط لمخطط مع بيان جميع المواصفات المذكورة سابقا



دوائر المخططات تتكون المخططات من ثلاثة دوائر رئيسية هي ك-

1 - دائرة التحكم Control Circuit وهي الدائرة التي تحتوي على الرموز النظرية للادوات المستخدمة بالدائرة العملية المراد تنفيذها عمليا ولا تحتوي على اي رمز من رموز المحركات بل تحتوي على الدوائر التي يتم من خلالها تشغيل المحركات مثل المفاتيح المغناطيسية او التايمرات او الريليهات والمخطط السابق هو من هذة النوعية .

2 - دائرة البور او القوى Power Circuit وهذة الدائرة هي التي تحتوي على دوائر المصدر الرئيسي والمحركات الكهربائية والتغذية الخاصة بها والمخطط التالي يبين احدى دوائر القولى لالة معينة .



3 - دائرة الرموز Codes Circuit وهي دائرة تبين الرموز المستخدمة بالمخطط المرسوم وهذة الرموز تكون فعليا مستخدمة بالمخطط ودائرة الرموز قمنا بشرحها سابقا .

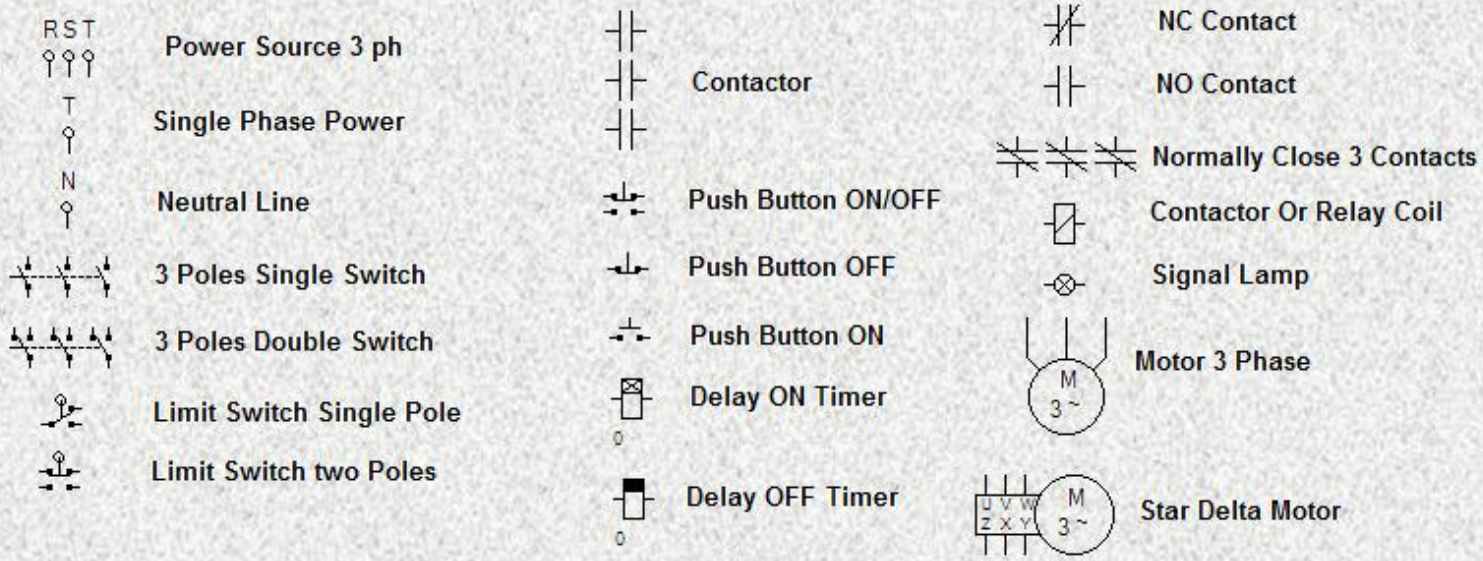
طرق رسم المخططات الكهربائية

ترسم المخططات الكهربائية بطريقتين هما :-

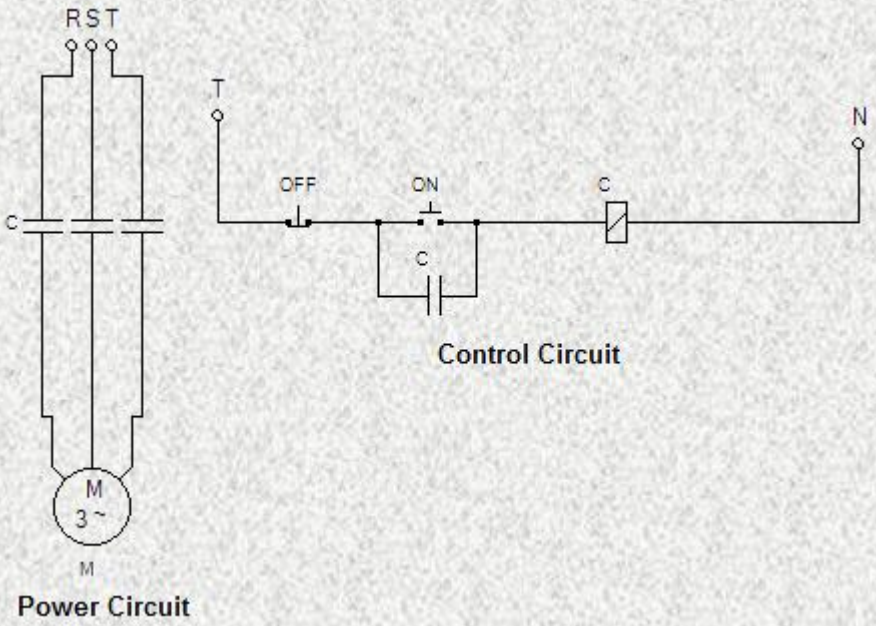
الطريقة الاولى وهي الرسم العامودي Vertical Drawing

وهذة الطريقة شائعة الاستعمال حيث يتم رسم الادوات والخطوط بشكل عمودي كما راينا بالمخططات السابقة وهذة المخططات لها رموز خاصة بها كما شرحنا سابقا .

الطريقة الثانية وهي الرسم الافقي Horizontal Drawing او تسمى الرسم السلمي Ladder drawing وهذة الطريقة عند رسم الادوات بشكل افقي يكون المخطط يشبه درجات السلم لذا سمى المخطط السلمي . وله رموز خاصة به واليك بعض الرموز للمخطط السلمي



وهذا رسم بسيط للمخطط السلمي



وهذا الرسم يستخدم خاصة بدوائر التحكم المبرمج الذي سوف نتحدث عنه لاحقا ان شاء الله .

Electric Control and Drawing دوائر التحكم ورسمها

تحدثنا عن التحكم وقلنا ان هناك دوائر داخل لوحات نراها تختلف اختلافا كليا عن بعضها البعض والناظر الى هذة اللوحات يتوهم انها معقدة وصعبة للغاية لكثرة الادوات الموجودة باللوحة بمختلف انواعها واشكالها ولكن العكس صحيح . انها سهلة للغاية ويجب على الشخص الذي يقوم بالنظر الى هذة اللوحة ان يعتمد العوامل التالية :-

1 - معرفة اسم كل اداة من الادوات الموجودة باللوحة .
2 - معرفة عمل كل اداة من الادوات الموجودة باللوحة .
3 - معرفة مبدأ عمل الاله المخصصة لهذة اللوحة .
4 - معرفة معلومات عن اللوحة مثل الجهد الرئيسي المغذي للوحة وجهد التحكم لها .
5 - معرفة انواع التيارات المستخدمة لتغذية الاحمال الموصولة عن طريق اللوحة .
6 - معرفة طريقة فحص كل اداة من الادوات الموجودة باللوحة في حالة تلفها .
7 - معرفة الاداة التي تستخدم كبديل لاداة معينة في حالة استبدالها .
8 - عدم التردد باستخدام المخطط المرفق باللوحة .
9 - يجب رسم المخطط للوحة بعقل الشخص الذي هو امام اللوحة لمعرفة تتبع المشكلة في الاله .
10 -عدم الخوف من حجم اللوحة او من عدد الادوات الموجودة بها .
11 -الثقة بالنفس عند تتبع الاعطال باللوحة .
12 -الانتباة والتفريق بين خطوط التغذية وخطوط التحكم .
13 -عدم اختلاط خطوط التغذية مع خطوط التحكم .
14 -تتبع الدوائر ضمن سلسلة معينه بحسب مبدأ عمل الاله .

15 -عدم اعطاء القرار النهائي للمشكلة دون التاكد من ان هذا القرار صحيح .
16 -عدم التغير بمواصفات أي اداة من الادوات في حين استبدالها الا اذا كانت ضمن المعايير المسموح بها .
17 -تجنب عمل قصر او وضع جسر بين النقاط الا في حالة التاكد من وجود فتح بالدائرة ولمعرفة المشكلة فقط .
18 -استخدام اجهزة الفحص لتتبع العطل مهم جدا في حالة وجود التيار او في حالة عدم وجودة .
19 -استخدام البدائل للادوات في حالة عدم توفر نفس الاداة بالسوق .
20 -عدم السرعة بتركيب الاداة لان ذلك ينتج عنه خطأ بالتركيب وخاصة بخطوط التحكم ,
21 -معرفة الرموز والارقام بالمخطط ضروري جدا وتحديد مسار الدائرة .
22 -ولسلامة العمل وسرعة الانجاز بتحديد المشكلة بالاله افصل دوائر البور وتتبع دوائر التحكم فقط .

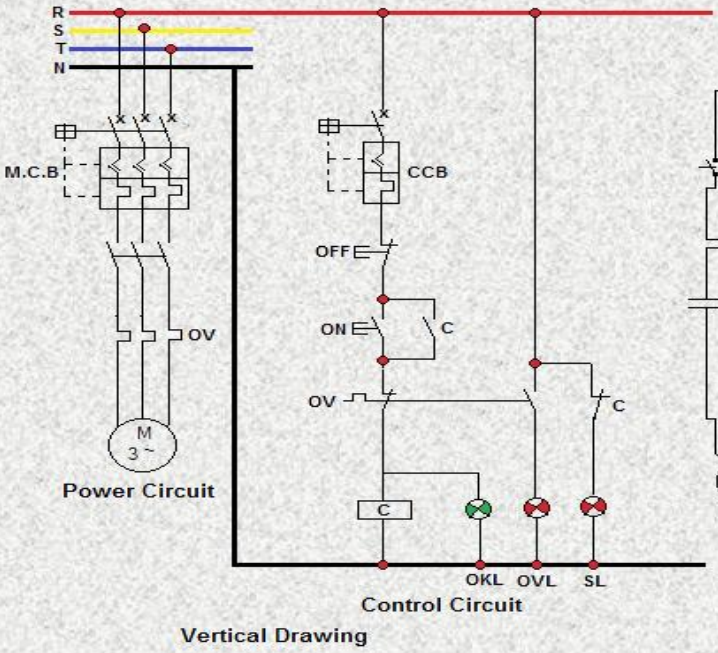
هذة بعض العوامل او النصائح التي يجب على الشخص المخول بذلك اتباعها . وعند الوقوف امام اللوحة يستنتج الشخص عوامل اخرى كثيرة .
وعلى الشخص فهم دوائر التحكم ومسار الدائرة حتى يتمكن من تحديد المشكلة ونحن سوف نبدأ برسم الدوائر بشكل سلس وتتبع مسار كل دائرة حسب الاسلوب العلمي وتتبع الاخطاء ان وجدت بها .

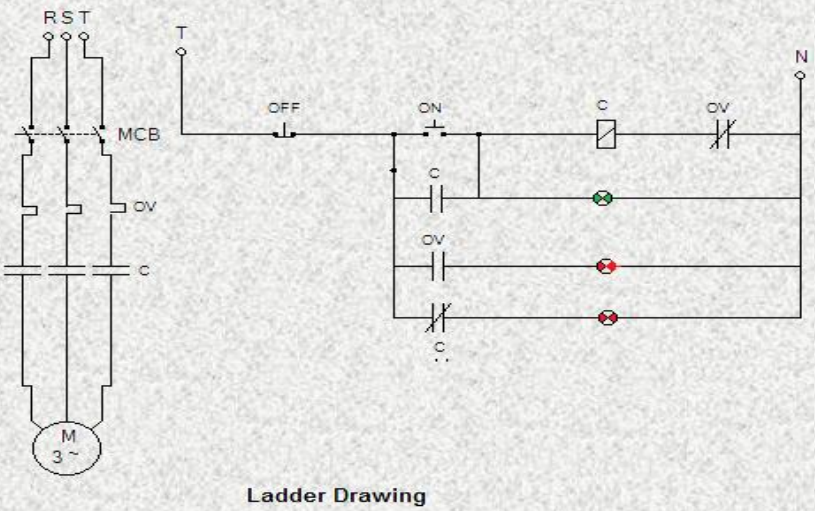
دوائر التحكم التي تحتوي على مفتاح مغناطيسي واحد

ان الدوائر الكهربائية الخاصة بالتحكم والتي تحتوي على مفتاح مغناطيسي واحد هي سهلة للغاية حيث ان اي دائرة تحكم بسيطة او معقدة يجب ان تحتوي في معظم الاوضاع على الاجزاء التالية :-

1 - مصدر رئيسي للتغذية Power Supply 380v
2 - مصدر رئيسي للتحكم Control Supply from 24 – 220v
3 - ضواغط للتحكم بالتشغيل والايقاف Pushbutton ON/OFF
4 - مفتاح مغناطيسي Contactor
5 - المحرك الكهربائي Electric Motor
6 - لمبات الاشارة لبيان ما يلي
أ) وقوف الدائرة عن العمل باللون الاحمر
ب) تشغيل الدائرة باللون الاخضر
ج) حدوث خلل بالمحرك مما ادى الى سحب تيار عالي باللون الاحمر
7- اجهزة الحماية الخاصة بالدائرة والتي تشمل
أ) قاطع المصدر الرئيسي Main CB
ب) قاطع الحماية من زيادة الحمل Over Load
ج) قاطع دائرة التحكم Control Circuit CB

وسوف نقوم برسم الدائرة بطريقتين الرسم العمودي والافقي انظر الدائرة





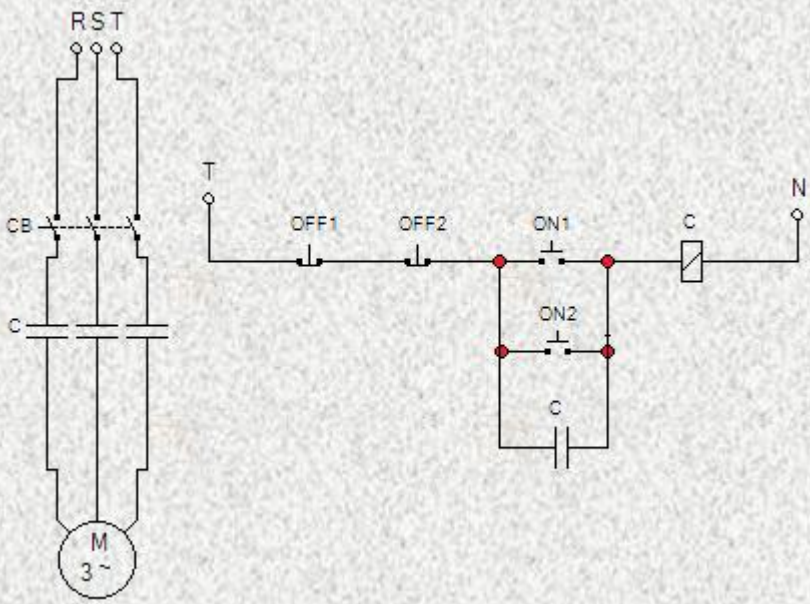
قبل كل شئ يجب معرفة العوامل التالية :-

اولا – معرفة قدرة المحرك وذلك يترتب علية اشياء كثيرة منها اختيار الكونتاكتور المناسب له ومساحة مقطع الكيبل المغذي له والكيبل المغذي للوحة الكلية وايضا قيمة اجهزة الحماية المستخدمة له مثل القواطع والافرلود وغيرها .
ثانيا – معرفة مبدأ عمل المحرك بالنسبة الى الاله التي سيعمل على تشغيلها ومعرفة الادوات التي يجب احضارها .
ثالثا – مقدار جهد التحكم الذي سوف نستخدمة لتشغيل الدوائر والادوات .
رابعا – احضار المواد المطلوبة للتنفيذ .
خامسا – رسم مخطط مبدئي للدائرة .

سادسا – تجريب المخطط على الكمبيوتر لمعرفة اذا هناك اخطاء بالدائرة .
سابعا – تنفيذ الدائرة عمليا ضمن المخطط المرسوم .
حيث تم بهذة الدائرة استخدام اجهزة الحماية اللازمة لها واجهزة الاشارة الموضحة بالرسم حيث ان OKL لمبة اشارة تعني ان المحرك يعمل وان OVL تعني ان المحرك حصل له اوفرلود وان SL تعني ان المحرك واقف عن العمل .
وقد استخدمنا بالرسم النقطة المفتوحة للكونتاكتور لعمل لاتش Latch على ضاغط ON وذلك لاستمرار عملية التشغيل .

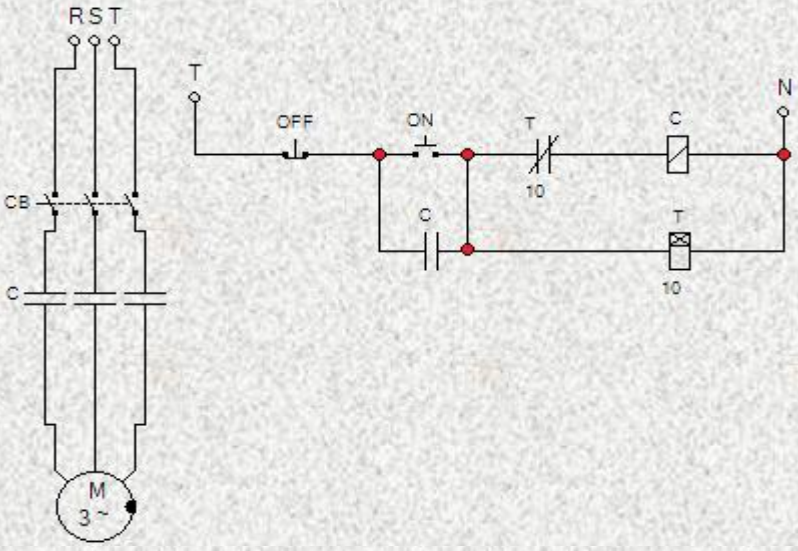
الدائرة الثانية

في بعض الحالات نحتاج الى تشغيل محرك من عدة اماكن وايقافه من عدة اماكن مثل تشغيل مصباح كهربائي من عدة اماكن واطفاءه من عدة اماكن وهذة الخاصية نستطيع تطبيقها بدوائر التحكم واذا ذكر التشغيل من عدة اماكن تعني كلمة تشغيل أي ضاغط ON وكلمة ايقاف ضاغط OFF وبالتالي اذا قلنا نريد تشغيل محرك من مثلا 3 اماكن يعني اننا يجب ان نستخدم 3 ضواغط ON ولكن بالتوصيل على التوازي لان الضواغط بالوضع الطبيعي مفتوحة واذا قمت بتوصيلها على التوالي فيجب عليك الضغط على الثلاثة ضواغط معا ولا تسمى بهذة الحالة ثلاثة اماكن . اما بالنسبة الى ضواغط ال OFF فيتم توصيلها على التوالي لانها بالوضع الطبيعي مغلقة . والرسمة التالية توضح تشغيل محرك من مكانين وايقافه من مكانين لاحظ التوصيلة



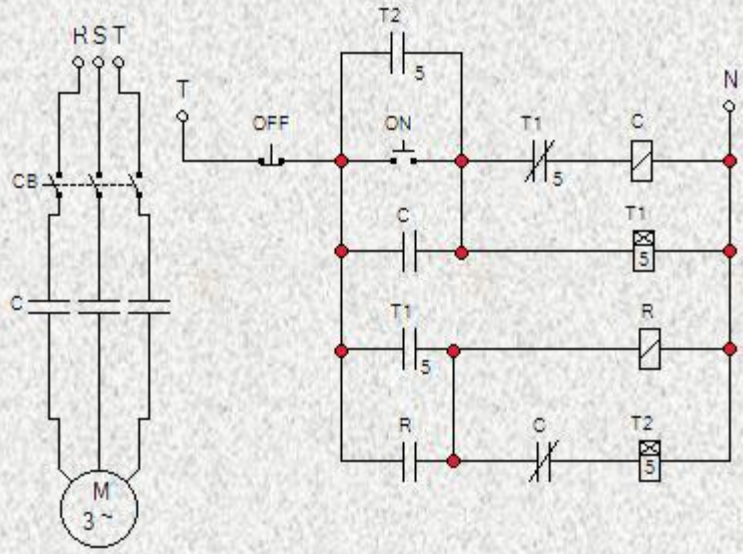
الدائرة الثالثة

توصيل محرك ثلاثة اوجه يعمل لفترة زمنية معينة ثم يتوقف عن العمل ولا يعمل الا اذا قمنا بالضغط على ضاغط التشغيل من هذا التمرين نلاحظ انه ذكر فترة زمنية للتشغيل أي يجب استخدام تايمر لتاخير وقت الفصل وهذا التايمر كما ذكرناه سابقا هو تايمر ON Delay
لاحظ الرسم

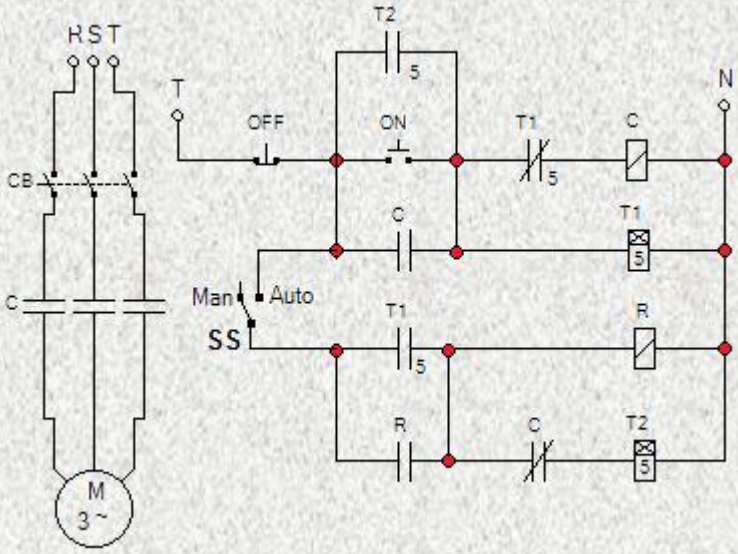


الدائرة الرابعة

دائرة لمحرك يعمل فترة زمنية ومن ثم يقف فترة زمنية اخرى ومن ثم يعاود التشغيل مرة اخرى انظر التوصيلة

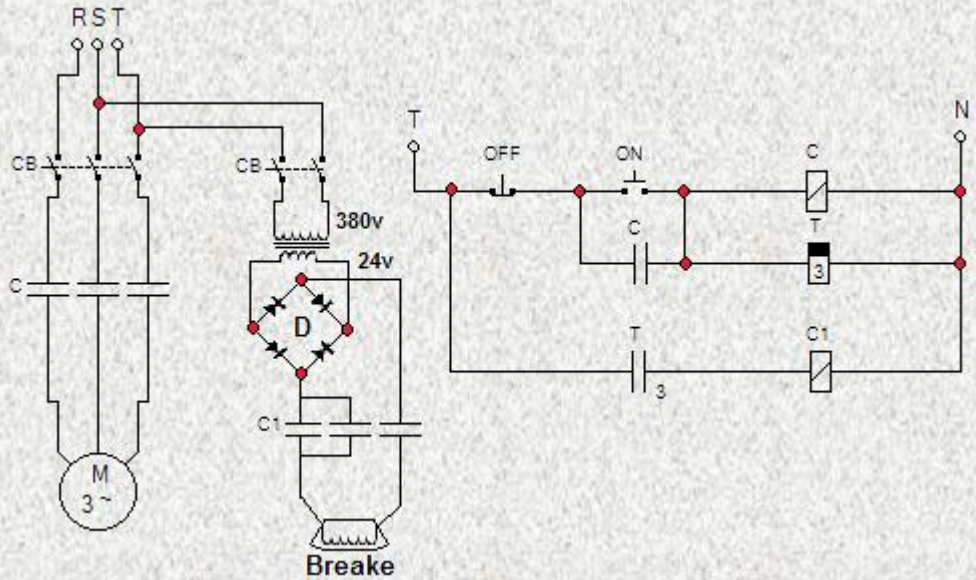


لاحظ في هذة الدائرة استخدمنا تايمرين الاول للتشغيل والثاني للايقاف واستخدمنا ريليه مساعد كما بالشكل السابق .
كانت هذة الدائرة الاتوماتيكية للدائرة رقم 3 والان سوف نجمع الدائرتين معا ووضع مفتاح اختيار لاختيار وضعية يدوي او اتوماتيكي



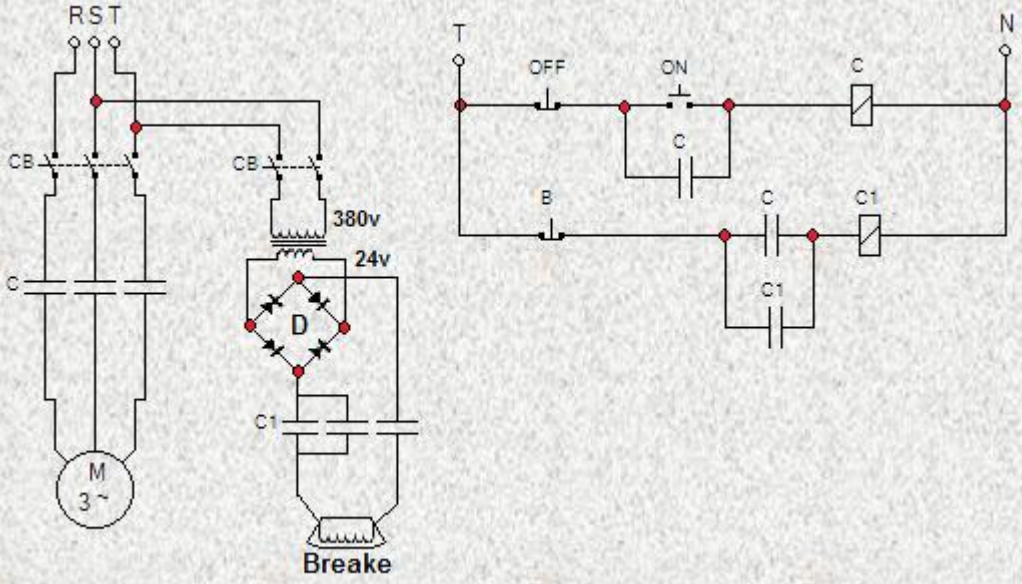
الدائرة الخامسة

يراد تشغيل محرك ثلاثة اوجه بواسطة ضواغط للتحكم بالتشغيل والايقاف بواسطة مفتاح مغناطيسي علما بان المحرك يحتوي على كابح للوقوف يعمل على التيار المستمر بجهد 24 فولت

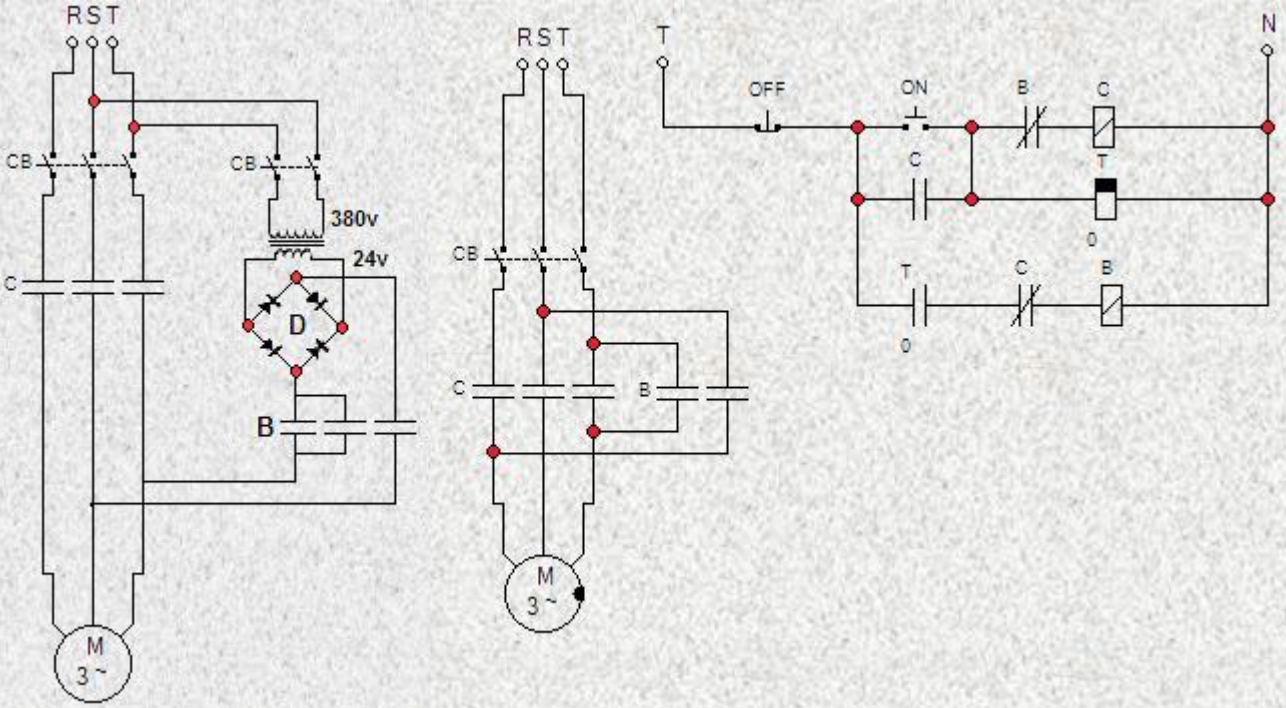


اننا استخدمنا تايمر Delay OFF والسبب في ذلك عند فصل المحرك يجب ان يغلق البريك بعد فترة بسيطة خوفا من وجود رد فعل المحرك بعد ايقافة .

كانت هذة الدائرة الاتوماتيكية لفصل البريك عن المحرك اما الدائرة اليدوية للتحكم بفصل البريك فهي باستخدام ضاغط OFF لعملية فصل البريك يدويا ومتى شئت انظر الدائرة .

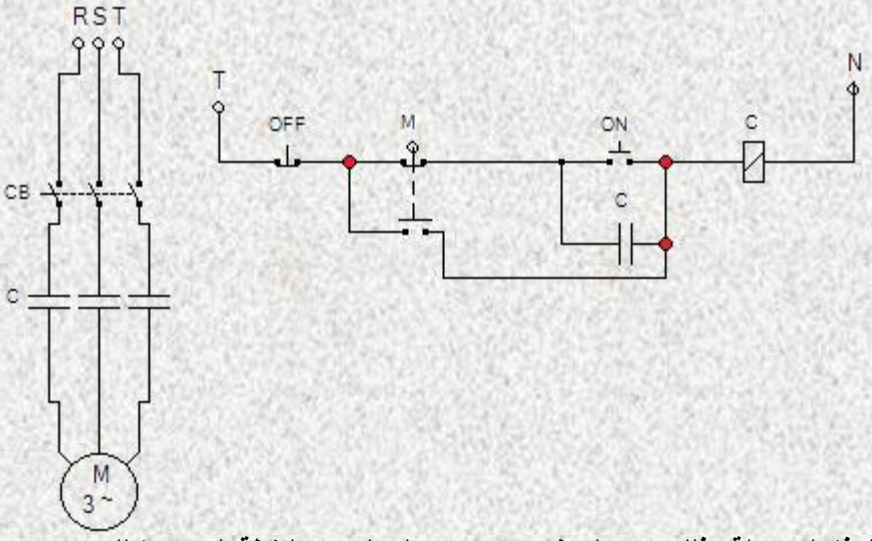


وهناك طريقة اخرى لعمل كبح لوقوف المحرك عوضا عن البريك الاصلي وهي بعد فصل كونتاكتور المحرك يعمل كونتاكتر اخر لايصال وجهين فط الى المحرك لفترة ثانية او اثنتين او اعطاء ملفات المحرك تيار مستمر لفترة بسيطة جدا انظر الطريقتين



الدائرة السادسة

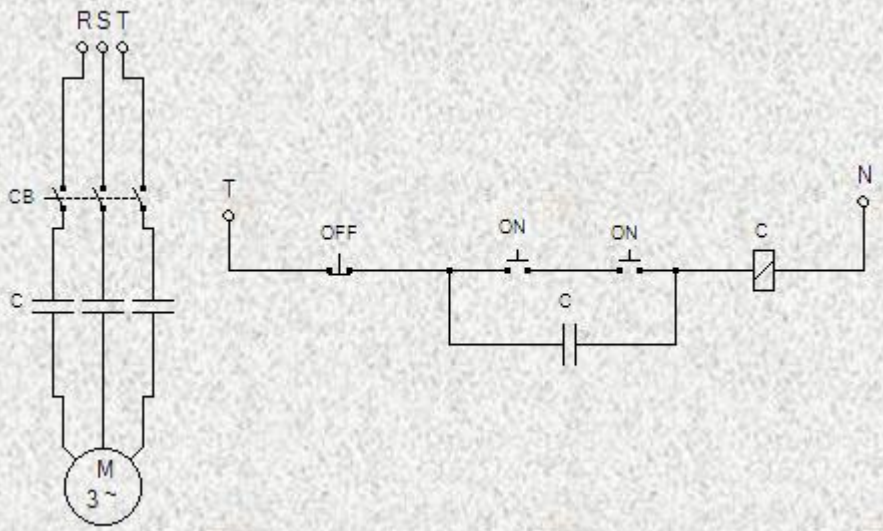
في بعض الاحيان نحتاج الى نوع معين من تشغيل المحرك مثلا نحتاج الى تشغيله بشكل دائم ومستمر بان نضع نقطة مساعدة من الكونتاكتور بالتوازي مع ضاغط التشغيل وبعض الاحيان نحتاج الى التشغيل اللحظي فقط وهذة الرسمة توضح تشغيل المحرك لحظيا ومستمرا بالتشغيل عن طريق مفتاح مزدوج ON /OFF للتشغيل اللحظي وضاغط ONللتشغيل المستمر انظر التوصيلة .



ايضا يمكن استخدام مفتاح اختيار لهذة التوصيلة وذلك بتوصيل مفتاح الاختيار بالتوالي مع النقطة المساعدة للكونتاكتور حاول رسمها .

الدائرة السابعة

في بعض الاحيان ولزيادة الامان يوجد في بعض الالات الكهربائية محركات لا تعمل الا بالضغط على مفتاحين معا بواسطة اليدين الاثنتين لزيادة الامان وذلك بالستخدام ضاغطين ON انظر التوصيلة .



والان دعنا نبحث بمواصفات المحرك الكهربائي عند توصيلة بالدائرة ومن ثم نكمل التوصيلات .

ان المحرك الكهربائي هو الاساس بالدائرة الكهربائية فهو الذي يقوم بعمل الاله وتحريك الاجزاء المتحركة بها ليكمل عملها حسب المخطط المصممه من اجلها وقبل البدء بتوصيل المحرك الكهربائي يجب معرفة المعلومات التالية عن المحرك وهي :-

1- نوع المحرك هل هو ذو عضو دائر ملفوف Armature او عضو دائر قفص سنجاب Squirrel Cage لان نوع المحرك مهم جدا بدوائر التحكم حيث ان المحرك ذو العضو الدائر الملفوف يستخدم للسرعات والاخر يستخدم للتشغيل العادي سرعة واحدة او عدة سرعات حسب ملفاته الداخلية .

2- الجهد الذي يعمل علية المحرك حيث ان الجهد الذي يعمل علية المحرك ضروري جدا فتجد على لوحة بيانات المحرك مثلا Δ/Ỳ 220/380 فهذا المحرك يعمل على 380 فولت ولكن يجب ان يوصل ستار وعلى 220 فولت دلتا وحسب الجهد الذي بالمنطقة التي يوصل بها المحرك فاذا كان جهد المنطقة 380 فولت يوصل ستار واذا 220 فولت يوصل دلتا واذا تم العكس فان المحرك سوف يتلف .

اما اذا كانت اللوحة مكتوب عليها Δ /380 فانه يوصل دلتا او Ỳ/ 380 فانه يوصل ستار وهكذا أي يجب الانتباه الى لوحة المحرك قبل توصيله .

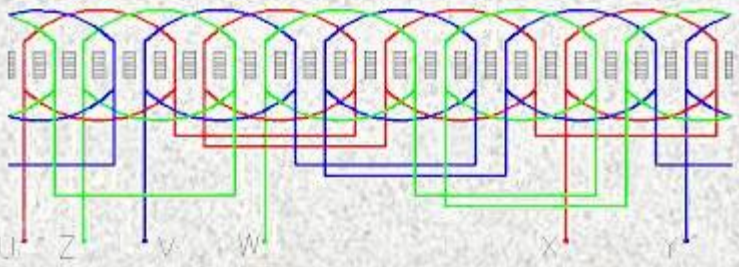
3- سرعات المحرك حيث يجب الانتباه الى عدد سرعات المحرك وعدم الاختلاط بين السرعات من حيث التوصيل فمثلا تجد على لوحة البيانات مكتوب 1450/2850 RPM هذا المحرك سرعتين السرعة البطيئة 1450 د/د والسرعة العالية 1850 د/د . ولكن السوال المهم اذا كان لدينا محرك سرعة واحدة هل بامكاننا تشغيله على عدة سرعات الجواب نعم سوف نتعرف على ذلك فيما بعد .

هذة اهم المعلومات التي يجب معرفتها بالمحرك وهناك معلومات اخرى بديهية يجب على الفني او المهندس معرفتها كمعامل القدرة والقدرة للمحرك وتيار المحرك وغيرها من المعلومات البديهية .

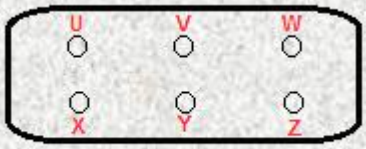
والان ناتي الى توصيل المحرك الكهربائي .

يتم توصيل المحرك الكهربائي باحدى التوصيلتين هما ستار ورمزها Ỳ او دلتا ورمزها Δ فكيف يتم ذلك تابع معي .

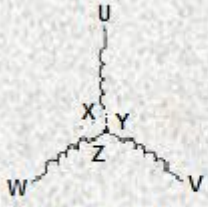
عند تصميم المحرك او لفه من جديد يكون الشكل الانفرادي للمحرك كما بالشكل



حيث يخرج من المحرك 6 اطراف هم U X V Y W Z حيث ان U بدايو الوجه الاول و X نهاية الوجه الاول و V بداية الوجه الثاني و Y نهاية الوجه الثاني و W بداية الوجه الثالث و Z نهاية الوجه الثالث وعند التوصيل بصندوق المحرك الخارجي يكون الشكل كما يلي



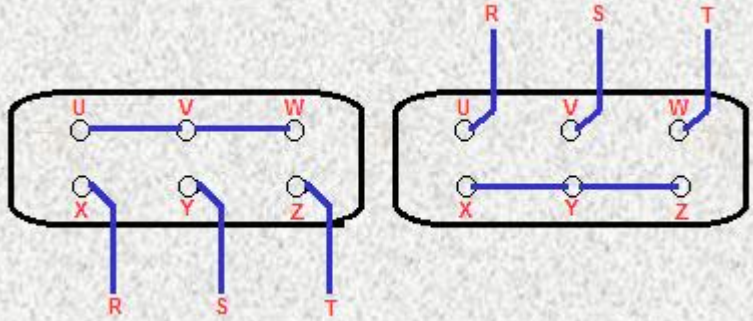
وكما قلنا هناك توصيلتين لهذا المحرك اما ان تكون ستار او دلتا لاحظ التوصيلتين



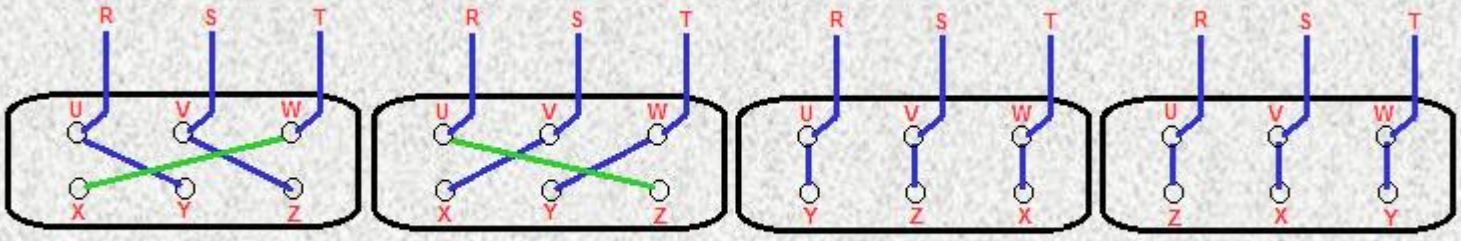
Star Connection

Delta Connection

حيث التوصيل يتم كما بالاشكال السابقة
وبصندوق التوصيل للمحرك تكون كما بالاشكال التالية بالنسبة الى توصيلة ستار

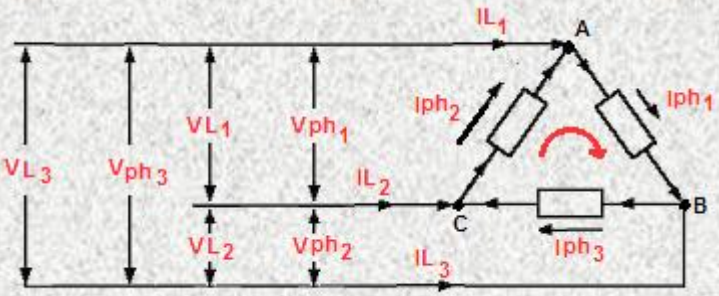


اما توصيل الدلتا انظر الشكل



Delta Connection

أما بالنسبة الى الحسابات والمعادلات الخاصة بالتوصيلتين
اولا :- توصيلة الدلتا
انظر الشكل لتوزيع التيارات في التوصيلة



لاحظ ان تيار الوجه الاول IL1 عندما يدخل الى النقطة A يتفرع الى جزئين جزء يذهب الى الوجه الاول Iph1 والجزء الثاني يذهب الى الجزء الثانيIph2
ولكن كم تكون قيمة كل من التيارين لنجد قيمة كل من التيارين ننتقل الى المتجهات ذات الثلاثة اوجه كما هو مبين بالصورة

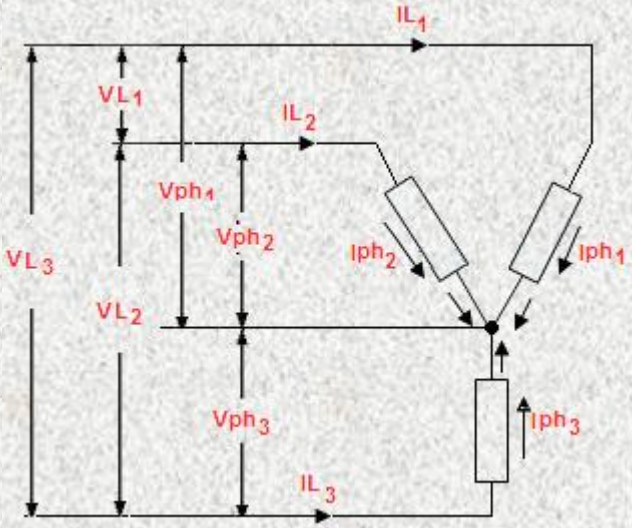
نلاحظ ان الزاوية بين الوجه والاخر تساوي 120 درجة ولعمل المحصلة بين المتجهين تنقسم الزاوية الى قسمين 60 درجة والنسبة المثليثة التي تجمع بالمحصلة المقابل مع المجاور هي ظل الزاوية 60 درجة والتي تساوي 1.73 اذن قيمة التيار بالنسبة الى دلتا هو

IL = 1.73 x Iph ---------- (1)

ونلاحظ بالنسبة الى الجهد فان جهد الخط VL هو نفسه جهد الوجه Vph اذن

VL = Vph ----------(2)

اما بالنسبة الى توصيلة الستار كما بالشكل



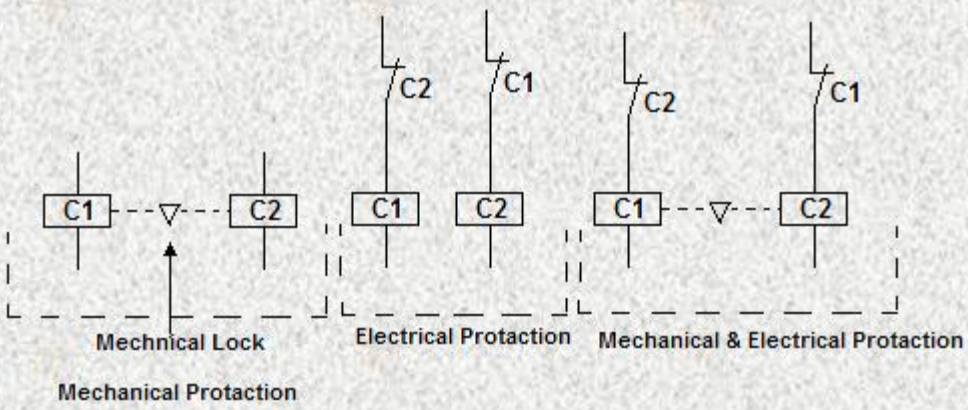
نلاحظ ان تيار الخط لا يتجزء أي ان IL = Iph ----------(1)

وان جهد الخط يتجزء الى جزئين أي ان VL = 1.73 x Vph ----------(2)

وهذة معادلات التوصيلتين ستار ودلتا

Two Contactors and more دوائر الكونتاكتورياو اكثر

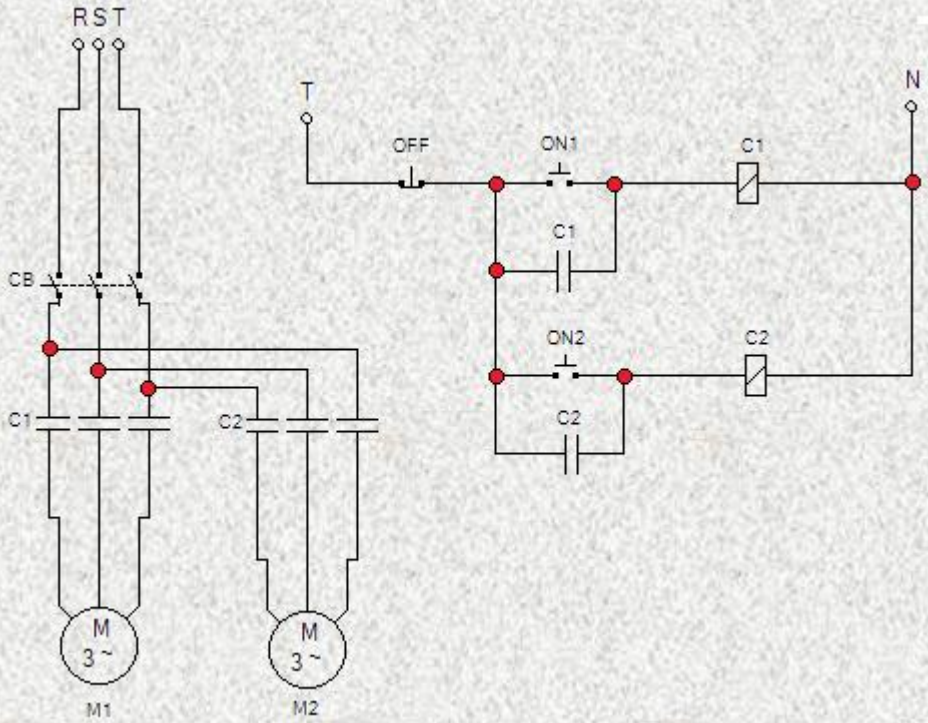
ان هناك الات كهربائية كثيرة جدا تحتوي على عدة كونتاكتورات منها ما تعمل مع بعض ومنها لا يعمل اذا كان احدى الكونتاكتورات داخل الدائرة وهذة الكونتاكتورات التى لا تعمل مع بعض تكون بواسطة حماية كهربائية او حماية ميكانيكية او الاثنتين معا وتكون لدوائر عكس اتجاه الدوران ودوائر ستار دلتا ودوائر السرعات . واليك صور من الحماية الميكانيكية والكهربائية والاثنتين معا بواسطة كونتاكتورين انظر الشكل



حيث ان الكونتاكتور C1 لا يعمل اذا كان الكونتاكتور C2 عاملا بالدائرة سواء بالحماية الميكانيكية او الكهربائية او الاثنتين معا .
اما الدوائر الكهربائية التي تحتوي على كونتاكتورين ومن هذة الدوائر

الدائرة الاولى

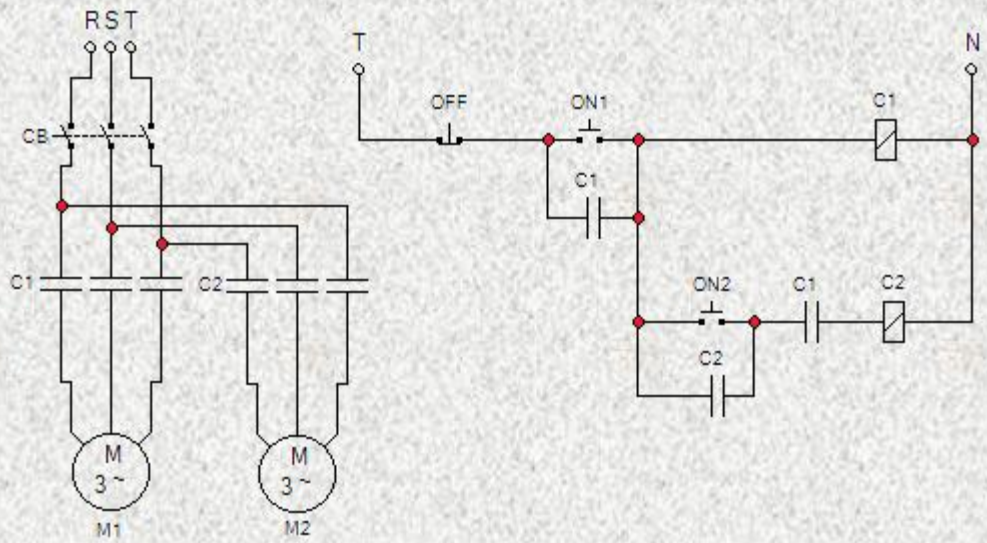
دائرة تحتوي على محركين يعمل كل محرك على حداه بواسطة ضواغط تشغيل كما بالرسم



حيث انه بهذة الدائرة يمكن ان يعمل اي محرك او الاثنين معا بدون حمايات ميكانيكية او حمايات كهربائية وهذة ابسط الدوائر الكهربائية .

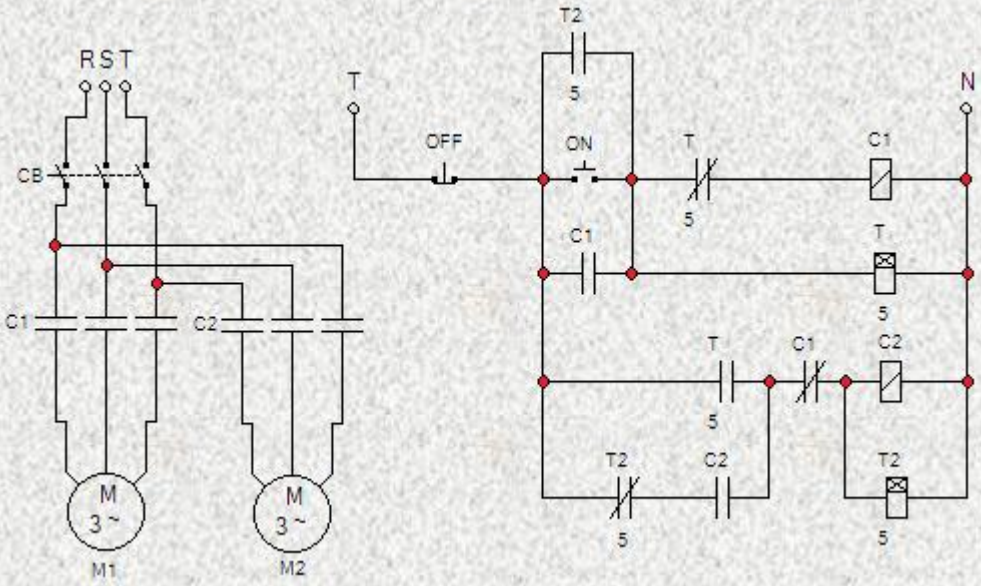
الدائرة الثانية

وهي عبارة عن محركين لا يعمل الثاني الا اذا عمل الاول انظر التوصيلة



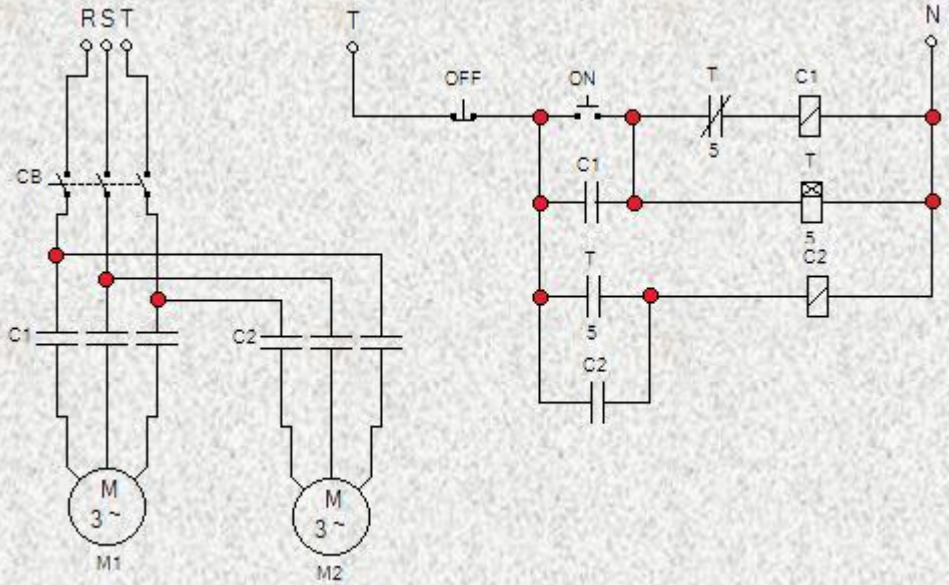
الدائرة الثالثة

تشغيل محركين بالتتابع اتوماتيكيا بحيث لا تقف الدائرة الا اذا من ضاغط الايقاف



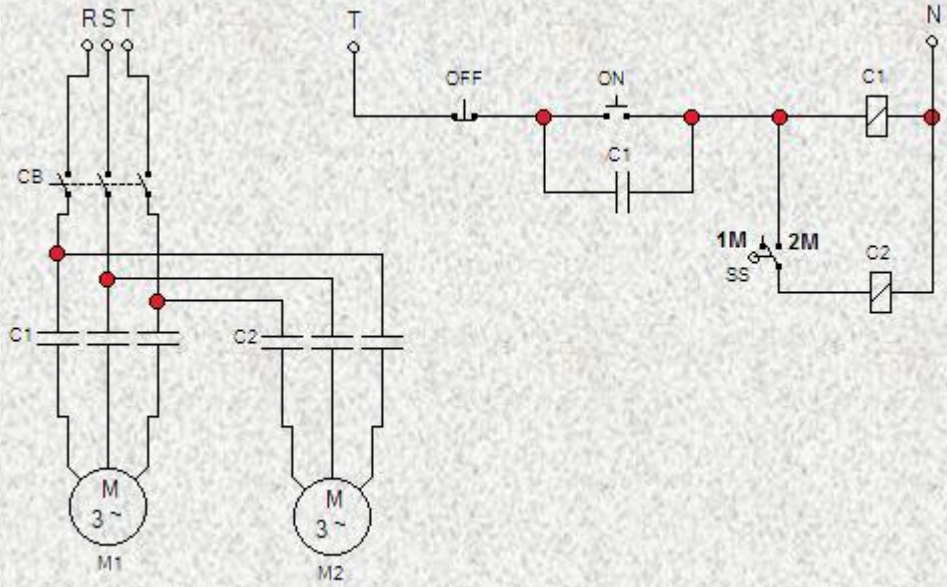
الدائرة الرابعة

تشغيل محركين يعمل الاول وبعد فترة يعمل الثاني فقط انظر الدائرة



الدائرة الخامسة

دائرة كهربائية تحتوي على محركين ثلاثة اوجه مع ضاغطن تشغيل وضاغط ايقاف بحيث اذا اردت تشغيل محرك واحد لوحده او محركين معا عن طريق مفتاح اختيار ذو وضعيتين انظر الرسم .

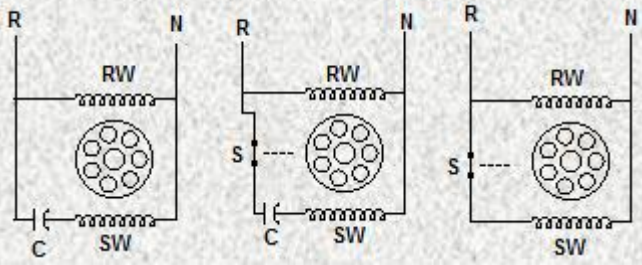


عكس دوران المحركات الكهربائية

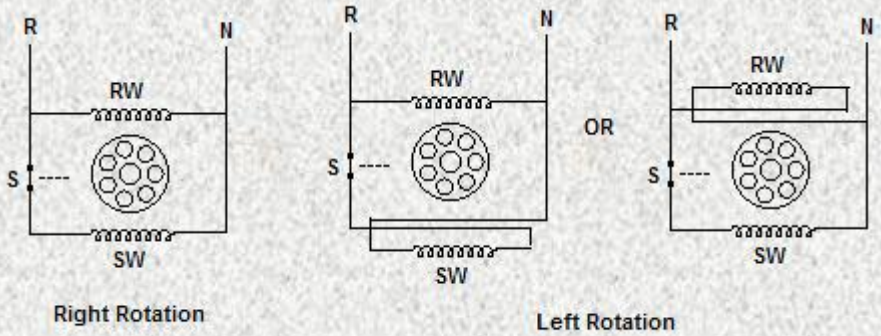
ان المحركات الكهربائية كما نعلم انواعها كثيرة من حيث العمل . حيث اننا الان سوف ناخذ نبذة بسيطة عن محركات الوجه الواحد وكيف يتم عكس اتجاه الدوران لكل نوع من انواع المحركات ذات الوجه الواحد ومن ثم ننتقل الى المحركات ذات الثلاثة اوجه .

في بعض الاحيان نحتاج الى عكس دورة المحرك لتعمل الاله بشكل جيد حسب تصميم الالة . لناخذ انواع محركات الوجه الواحد الاكثر شيوعا ومنها :-

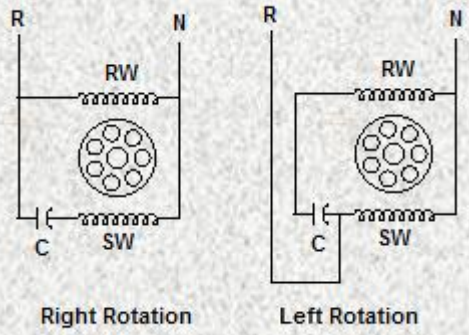
1 - المحرك ذو الوجه المشطور حيث يتكون هذا المحرك من مجموعتين من الملفات الاولى تسمى ملفات البدء Starting Winding والثانية تسمى ملفات التشغيل Running Winding ومن هذة المحركات ما يحتوي على مكثف او مفتاح طرد مركزي او الاثنين معا حيث يوصل المكثف او المفتاح الطرد المركزي على التوالي مع ملفات البدء كما بالصورة



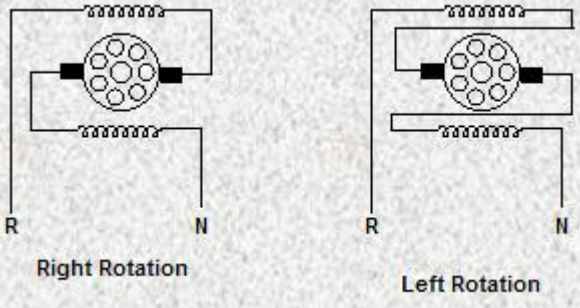
حيث يتم عكس اتجاه الدوران بهذة المحركات وذلك بعكس احدى اطراف ملفات البدء او التشغيل فمثلا يتم عكسة كما بالصورة



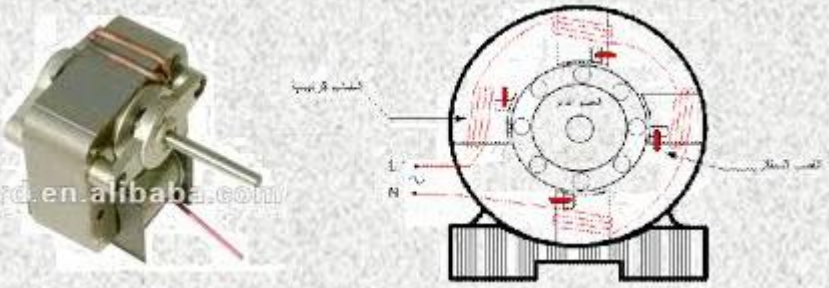
ملاحظة اذا وجدت محرك وجه واحد ذو مكثف فقط فاعلم ان ملفات البدء والتقويم متساويات بعدد اللفات وجميع المواصفات لذا يتم عكس دورانه كما بالصورة لان المكثف يعمل زاوية كهربائية بين ملفات البدء وملفات التشغيل وايضا يقوم بزيادة عزم المحرك وخاصة للاحمال التي تحتاج الى عزم كمضخات المياة واجهزة القص وغيرها انظر الصورة



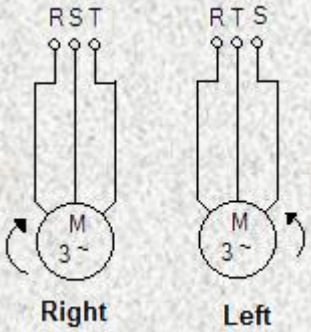
2 - المحرك العام Universal Motor وهذا المحرك يسمى المحرك العام لانه يعمل على التيارين المتردد والمستمر ويتكون من عضو دائر ملفوف واقطاب مغناطيسية مثل محركات المثاقب واجهزة جلخ المعدن ومحركات خلط الطعام وغيرها من الاستخدمات وينتقل التيار من العضو الثابت الى العضو الدائر عن طريق الفرش الكربونية كما بالصورة مع عكس اتجاه الدوران



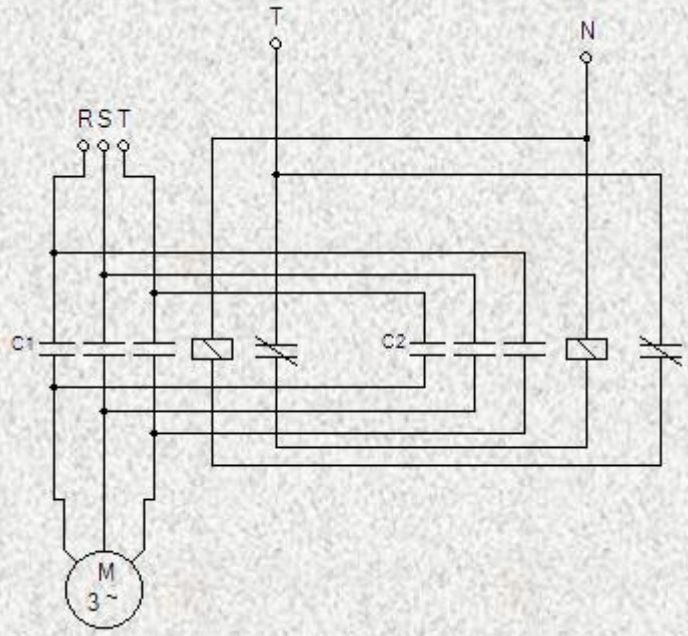
3 - المحرك ذو القطب المظلل Shaded Pole وهذا المحرك هو عبارة عن ملف مغناطيسي ويوضع على القلب اقطاب تظليل كما بالشكل



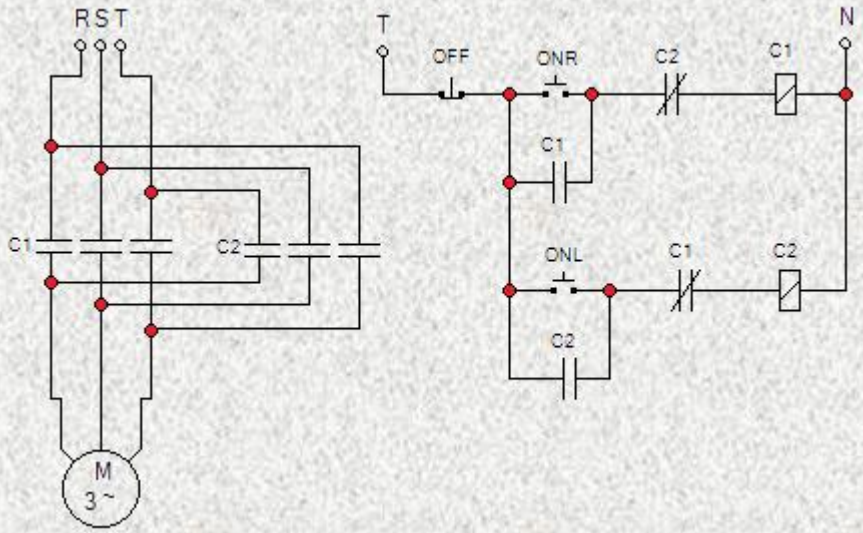
ويتم عكسة بعكس العضو الدائر وهذا المحرك له استخدمات مثل المراوح وغيرها من الاستخدمات .
اما عكس دوران محركات الثلاثة اوجه فتتم بعكس وجهين مكان بعضهما البعض كما يلي



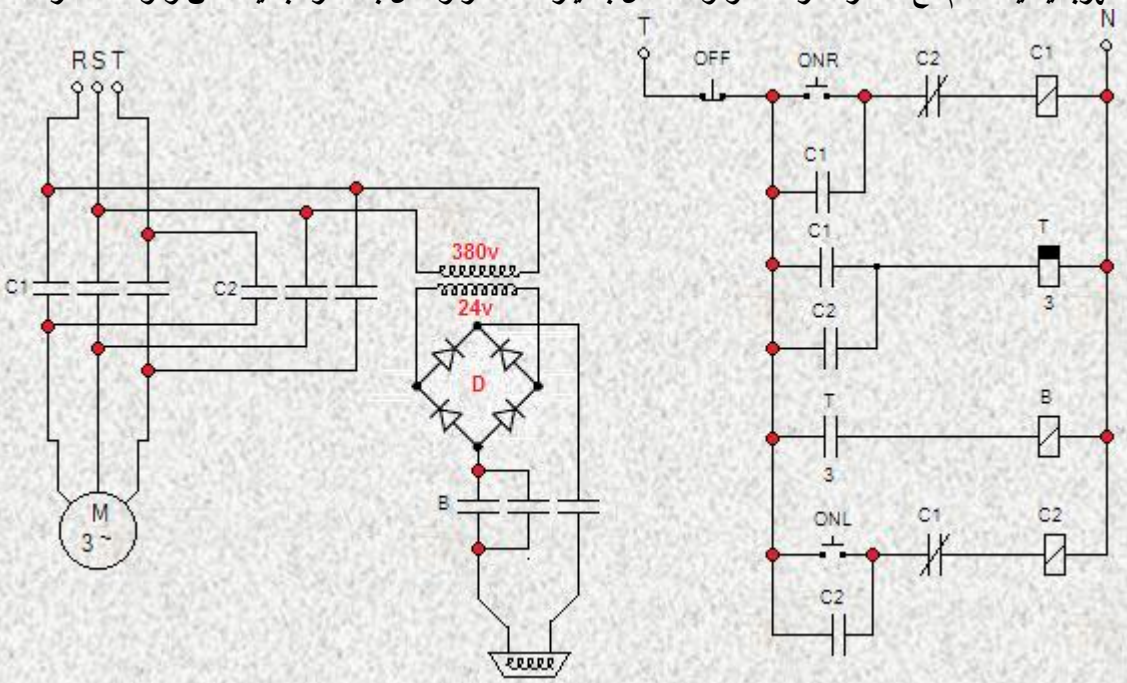
ولكن كيف نستخدم دوائر التحكم بعكس دوران محركات الثلاثة اوجه لذلك نستخدم مفتاحين مغناطيسيين الاول لاتجاه اليمين والاخر للاتجاه المعاكس بحيث ان المفتاحين لا يعملان معا ويعمل الاول عن طريق الثاني والثاني عن طريق الاول وذلك باستخدام نقطة مغلقة من كلا من المفتاحين كما بالشكل



والان دعنا نصمم دائرة كامله للتحكم بعكس اتجاه دوران المحرك ذو الثلاثة اوجه وذلك باستخدام ضاغطين تشغيل وضاغط ايقاف كما بالصورة



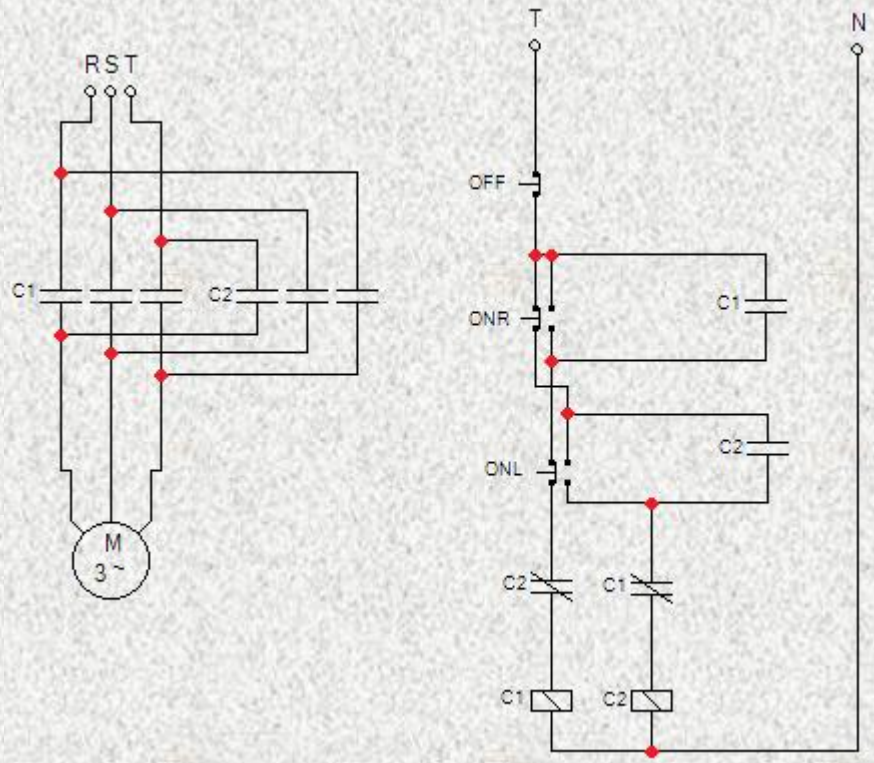
ولكن في معظم الالات الكهربائية يستخدم مع المحرك فرملة للوقوف تعمل بالتيار المستمر وتعمل بعد فترة بسيطة من وقوف المحرك كما بالرسم



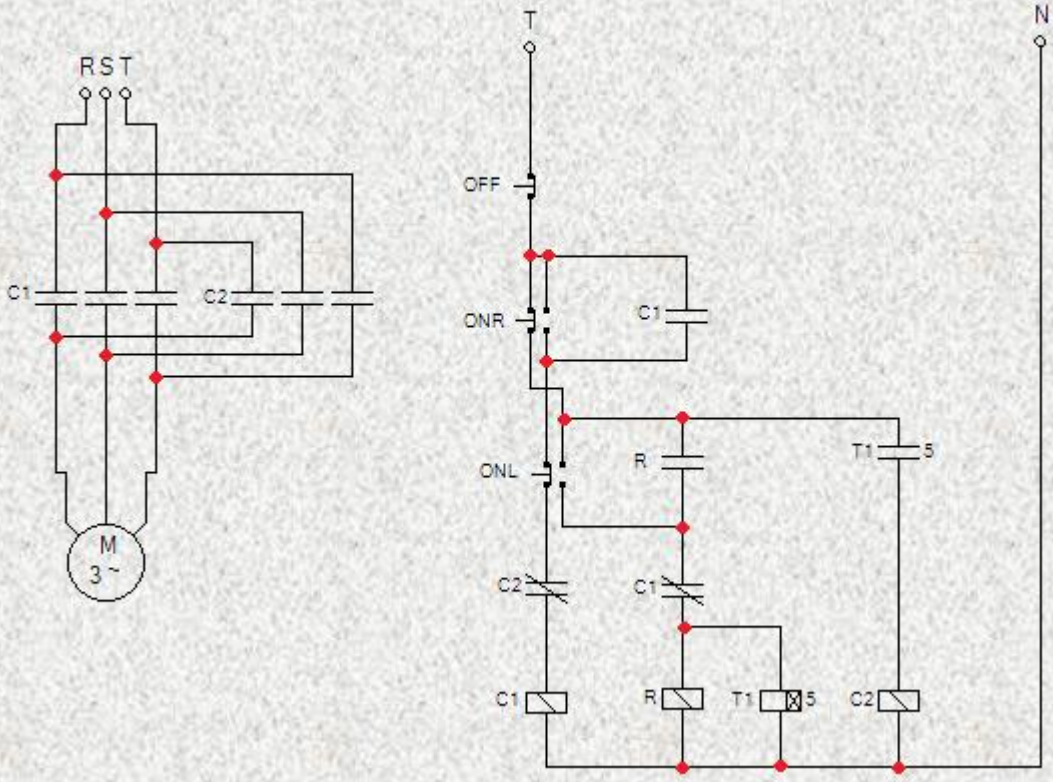
وهناك عدة اساليب بتوصيل دوائر التحكم بعكس اتجاه الدوران ومنها

1 - الاسلوب الاول

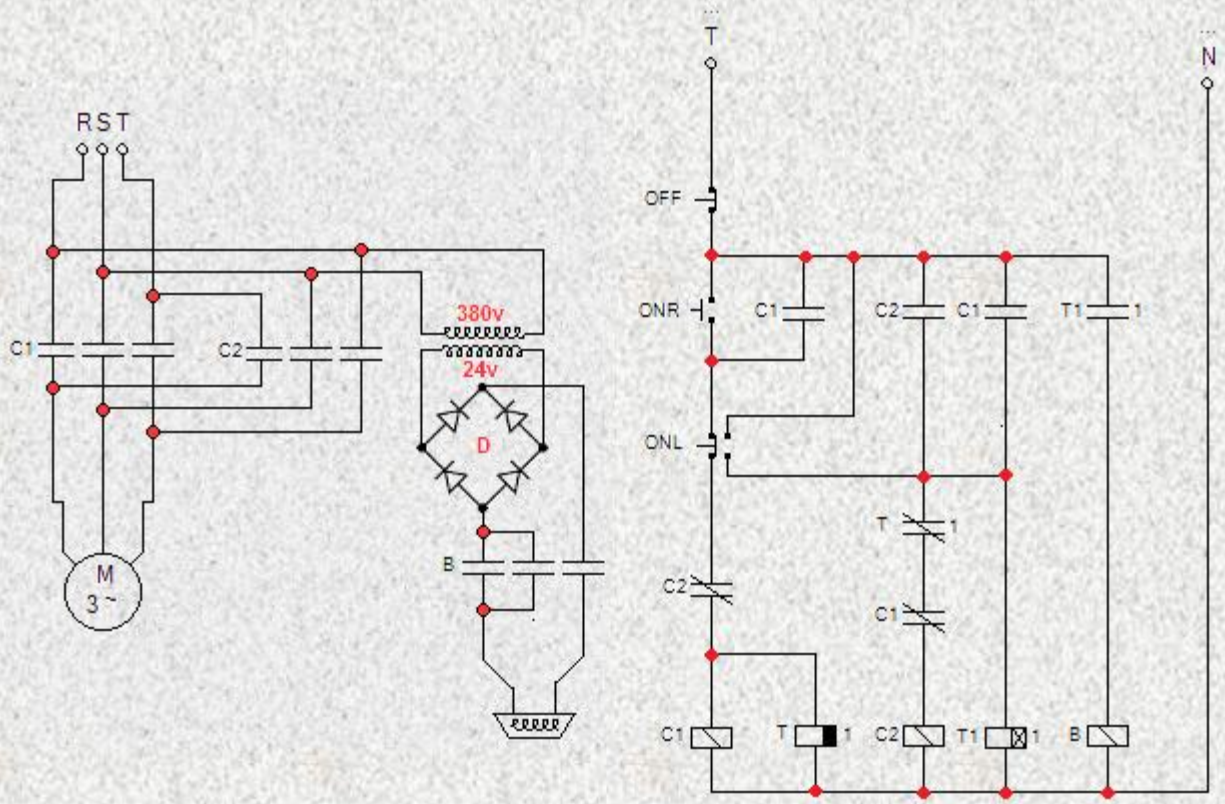
تشغيل محرك 3 اوجه عكس اتجاه دوران بواسطة ضواغط مزدوجة بدون توقف لعكس الحركة انظر الشكل



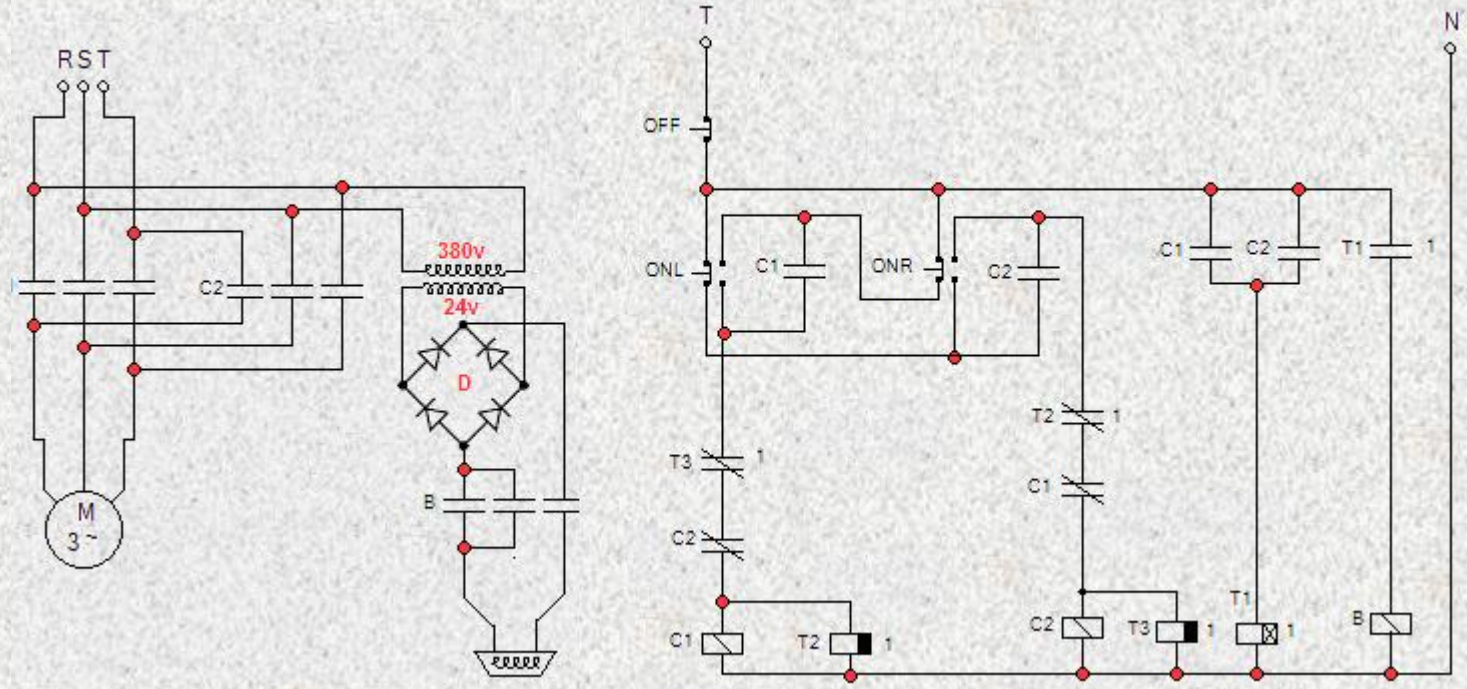
كانت هذة دائرة بدون توقف المحرك اما الدائرة التالية فهي مع توقف المحرك فترة بسيطة انظر الشكل



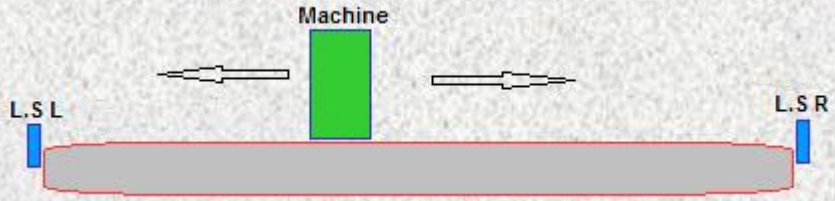
والان توصيلة عكس اتجاه الدوران لمحرك ثلاثة اوجه بضاغط تشغيل مفرد لتشغيل المحرك يسارا وضاغط تشغيل مزدوج لتشغيل المحرك يمينا ولكن لايجوز تشغيلة مباشرة من اتجاه الى اتجاه يجب ان يتوقف فترة بسيطة ومن ثم يعمل بالاتجاه الثاني لذلك استخدمنا تايمر OFF Delay انظر الشكل



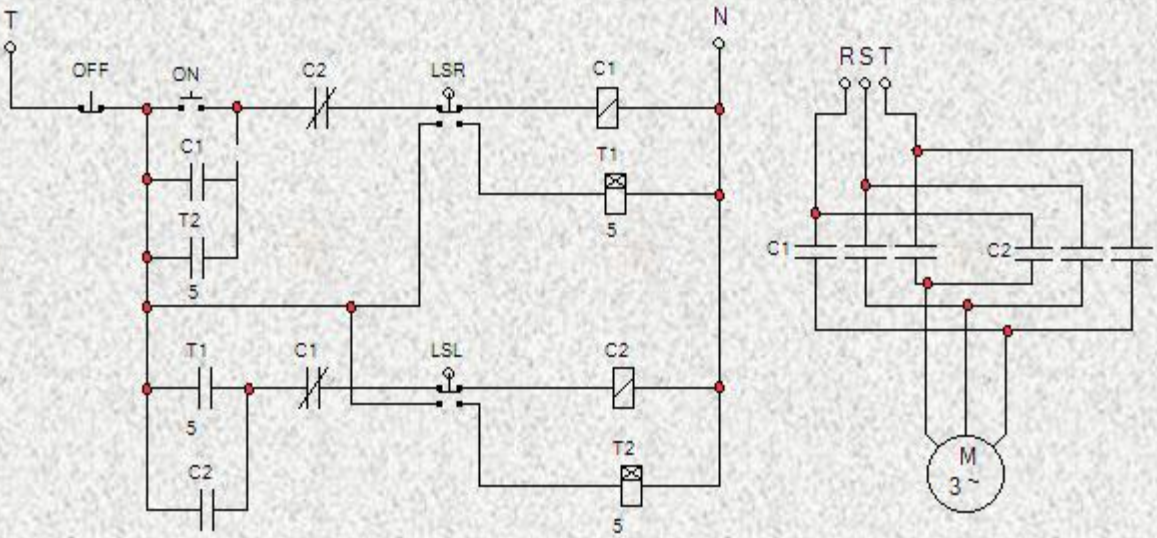
وهذة توصيلة بضاغطين مزدوجين وبتوقف المحرك فترة بالاتجاهين انظر الشكل



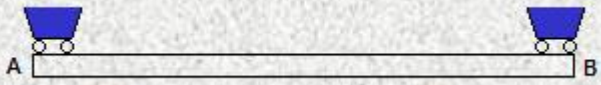
والان سنقوم بعمل توصيلة لمحرك يقوم بتحريك عربة يمينا ويسارا ويتم فصل المحرك بالاتجاهين بواسطة مفاتيح نهاية الشوط



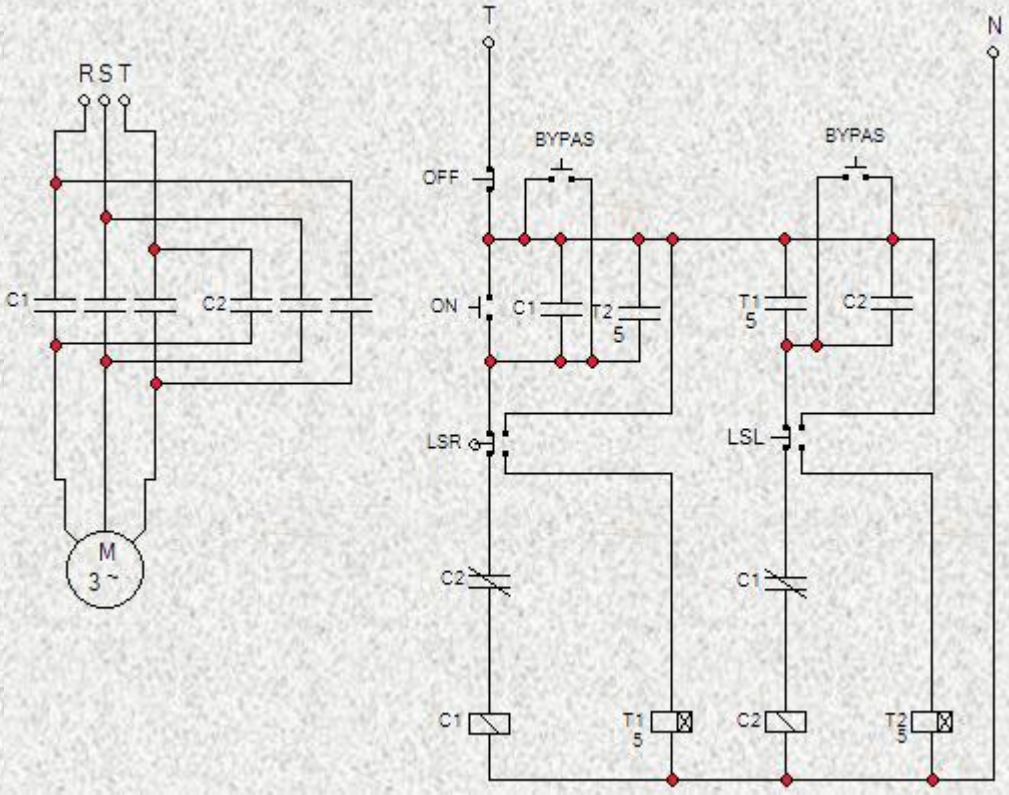
محرك ثلاثة اوجه يتجه بقطعه معدنية الى الامام وتصل هذة القطعة الى اقصى الامام وتلامس مفتاح نهاية الشوط وتقف زمن معين ومن ثم ترجع الى الخلف وتلامس مفتاح نهاية الشوط وهكذا تستمر العملية الى ان تضغط ضاغط الايقاف . انظر الشكل للاله هنا سوف نستخدم ضواغط التشغيل والايقاف وقواطع الحماية وايضا مفاتيح نهاية الشوط وتايمرات للزمن عند الوقوف انظر التوصيلة



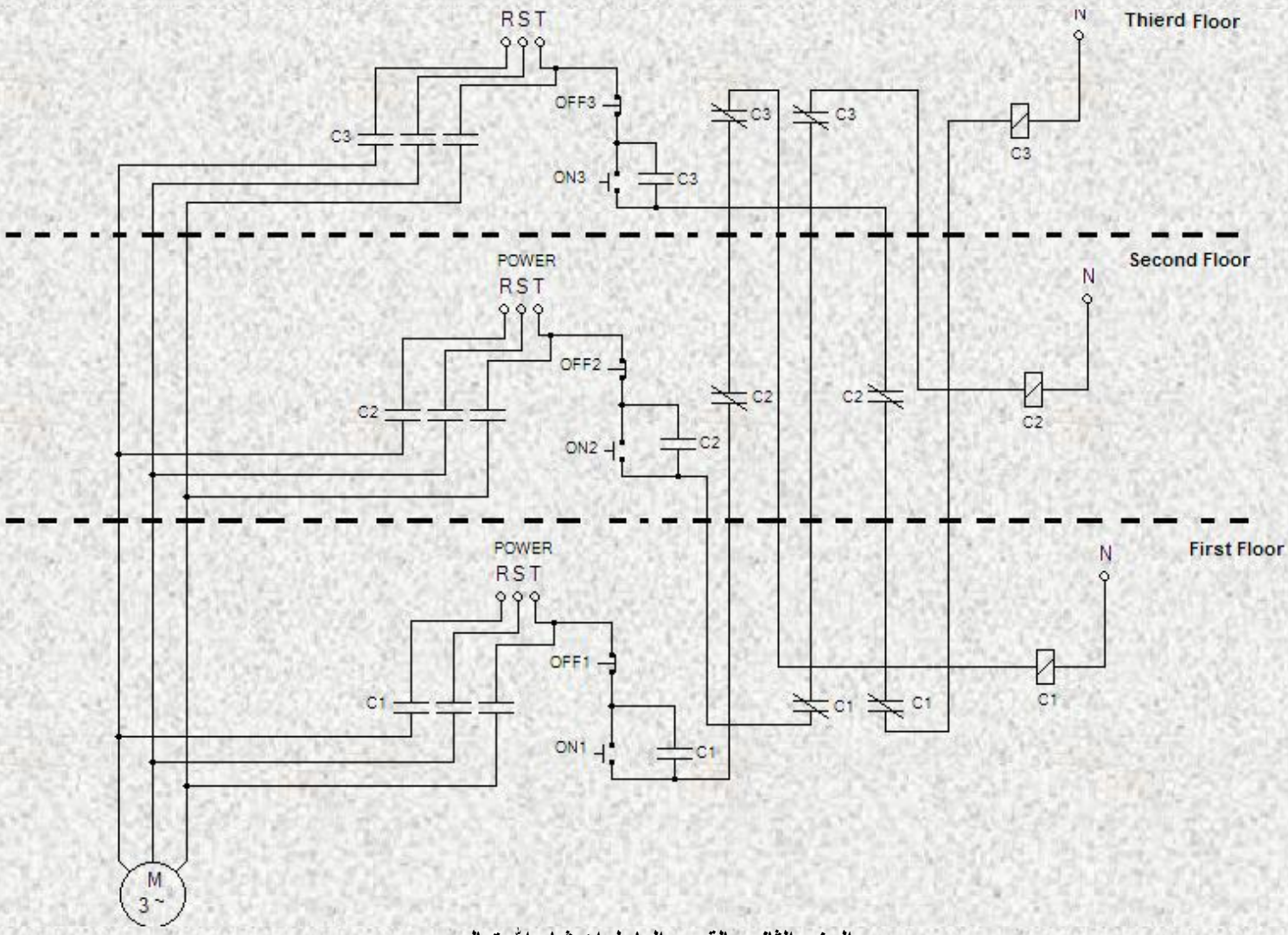
والان اليك هذة التوصيلة المهمة وهي بسيطة للغاية وهي
اولا انظر الشكل



عبارة عن عربة لنقل وتفريغ المواد تكون العربة بالنقطة A ثم يقوم العامل بتعبئة العربة بالمواد ثم يضغط ضاغط التشغيل فتذهب العربه الى النقطة B فتقف هناك مدة زمن معينه حتى يتم تفريغ المواد التى بداخلها ثم ترجع الى النقطة A وهكذا وهناك شرط اذا انقطع التيار الكهربائي وهب بالمنتصف نود ان نضع ضاغطين تشغيل بحيث اذا انقطع التيار وهي متجهة الى النقطة A نضغط الضاغط التابع الى النقطة A فتكمل مسيرها الى النقطة A والعكس صحيح
انظر التوصيلة



الان سوف نقوم بعمل توصيلة مهمة جدا حسب السوال التالي
لدينا بناية مؤلفة من ثلاثة طوابق ولدينا محرك واحد ذو ثلاثة اوجه والمطلوب عمل دائرة تحكم لكل طابق بحيث يستطيع تشغيل المحرك من طابقة واستهلاك الطاقة الكهربائية على من يقوم بتشغيل المحرك من عنده . انظر التوصيلة



والجزء الثاني بالقريب العاجل ان شاء الله تعالى