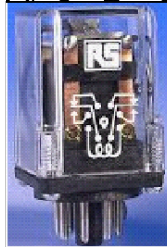


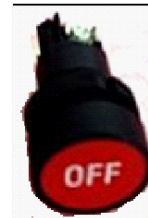
بسم الله الرحمن الرحيم



الموسوعة العلمية في التحكم الكهربائي



المهندس خالد العويسات



المملكة العربية السعودية
00966592210381 موبايل

البريد الالكتروني

Khaled.sahouri@yahoo.com

sahourikhaled@hotmail.com

sahourikhaled@gmail.com

[kh_ow@hotmail.com](https://www.facebook.com/kh_ow) (facebook)

المقدمة

بسم الله والصلاة والسلام على اشرف المرسلين وخاتم النبيين والمرسل رحمة للعالمين سيدنا محمد وعلى اله وصحبه الطيبين الطاهرين وبعد

نظرا للتقدم العلمى فى مجال التحكم الكهربائى والسيطرة على تشغيل الآلات الكهربائية الصناعية الخاصة بعمليات الإنتاج الصناعى والآلات ونظرا لكون هذه الآلات والمعدات تعمل على مبدأ .المتخصصة فى عمليات المقاولات المستخدمة بإنشاء المباني وغيرها من عمليات المقاولات التحكم الكهربائى أحببت أن أضع بين يدي الفنيين والمهندسين الكهربائيين بجميع تخصصاتهم الكهربائية التى تم دراستها بالمعاهد والكلية و الجامعات والمدارس ومراكز التدريب المهني لان أماكن العلم سابقة الذكر لا تعطى الدارسين التفاصيل الكاملة للتحكم الكهربائى وبعضها يكون هذا التخصص محذوفاً من القائمة الدراسية رغم انه موضوع مهم بالحياة العملية . ونرى معظم الدارسين لهذا التخصص يجهلون معظم الأسباب والسبب هو المستوى الدراسى بأمكان الدراسة المذكورة سابقا ويعود ذلك لسببين رئيسيين هما المعلم وشيء العملية التابعة لهذا التخصص وبالنسبة . فقد يكون المعلم ليس لديه خبرة كافية فى هذا المجال أو انه لا يستطيع توصيل المعلومة إلى عقل الطالب. المنهاج الدراسى للمنهاج الدراسى إما أن يكون غير كافى من حيث المعلومات الواجب توفرها بالكتاب أو يعطى بالعناوين رؤوس أقلام فقط ويترك الباقي . للطالب بالبحث عنه بالمراجع الموجودة بالمكتبة

حتى يتسنى للقارئ أن يكتشف من خ.لذا أحببت أن افصل كل موضوع بالتفصيل الممل من حيث الناحية العملية والناحية النظرية العلمية له وكون لال دراسته لهذه الموسوعة جميع المعلومات والإثباتات العلمية لها . ويستكشف الطرق البديل لبعض الأدوات المستخدمة بالتحكم ولكن الناحية النظرية تهم الفني أو المهندس .صاحب العمل أو المسئول عن الآلات لا يهمه الناحية النظرية للدائرة بل يهمه الناحية العملية فقط وأيضا فى مجالات اختيار المحركات والكوابل والقطع الكهربائية . بشكل كبير فى اكتشاف الأعطال وتحليلها وتصميم الدوائر للآلات الكهربائية وجميع الحسابات المتعلقة بالقطع والأدوات الكهربائية . لان هذه الحسابات مهمة جدا بالتصميم والعمل واختيار الأدوات المناسب للدائرة خوفا من حدوث مخاطر على الأحمال التابعة للدائرة وعلى الدائرة نفسها لذا يجب معرفة الأمور الأساسية من الناحية النظرية التى معظم العاملين بهذا التخصص يجهلون بها بنسبة كبيرة جدا

وسأوضح بهذه الموسوعة جميع الأدوات المستخدمة بدوائر التحكم الكهربائى بالتفصيل وأيضا طرق رسم الدوائر الكهربائية حتى يتسنى للفنى أو المهندس قراءة أى مخطط دائرة مرسوم بأى نوع من أنواع المخططات الكهربائية وسأستعرض طرق التصميم لدوائر الآلا. وأيضا معرفة الرموز الكهربائية الخاصة بدوائر التحكم الكهربائى من الناحية النظرية والناحية العملية ت الصناعية

. وكيفية التأكد من صحة الدائرة قبل تنفيذها عمليا .وأخيرا أتمنى أن تنال هذه الموسوعة المتواضعة إعجابكم ورضاكم وارجوا التقييم حتى نتفاعل سويا لحل أى مشكلة تواجهنى أو تواجهكم

والله موفق
خالد العويسات

الفهرس

- تعريف التحكم الكهربائى 1
- انواع التحكم الكهربائى 2
- مكونات التحكم الكهربائى 3
- رموز دوائر التحكم 4

تعريف التحكم الكهربائي

هناك تعريفات كثيرة للتحكم منها
- التحكم الكهربائي هو السيطرة على عمل الآلة من الناحية الكهربائية والميكانيكية حسب مبدأ عمل الآلة المصمم لها من قبل الشركة :أولا
الصانعة لها
فمن الناحية الميكانيكية هناك أجهزة ميكانيكية بالآلات الصناعية يستلزم عملها إعطاء إشارة كهربائية أو أمر كهربائي حتى تقوم بالعمل
المصممة له
وهذه الإشارات الكهربائية تستلزم وجود أدوات كهربائية لتعطي هذه الإشارة أو الأمر الكهربائي ومن الأجهزة الميكانيكية مثل المحركات
والملفات
الحلزونية أو اللولبية (Solenoid) وبعض مفاتيح الضغط الميكانيكية..... الخ . فهذه الإشارة صادرة من أداة كهربائية داخل لوحة
التحكم تعطي
الإشارة بوقت محدد حسب التصميم. وان الذي يأمر هذه الأداة بإعطاء الإشارة هي مرحلة من مراحل عمل دائرة التحكم والتي هي بالأ
ساس تأخذ
الأمر الأول ببداية التشغيل من الشخص المخول بتشغيل هذه الإله . إذن الإنسان هو الذي يتحكم ببداية الأوامر المصممة للآلة وهو الذي
يسيطر على
مراحل التشغيل والإيقاف في حالات الطوارئ . سواء أكان التحكم يدويا أو اتوماتيكيا . إذن الإنسان هو الذي يسيطر على تشغيل الآلة
يعاينها
الأوامر اللازمة لها حسب عملها .
ثانيا:- التحكم الكهربائي هو لغة نخاطب بين الإله والإنسان أو لغة محاكاة بين الإله والإنسان. فكل عمل تقوم به الإله هو بأمر من الشخص
المصمم لهذه
الإله حيث أن تصميم لوحة التحكم يعتمد على فكرة المصمم لها إذن هو الذي يعطي الأمر للإله بالعمل حسب مراحل معينة. كأنه يقول
لها أنت يا هذا
الجزء من الإله اعمل الآن أو لا تعمل وأنت يا محرك اعمل الآن أو توقف عن العمل وهكذا. إذن السيطرة كلها بواسطة الإنسان المشغل أو
المصمم
والواسطة الرئيسية بين الإنسان والإله هي دائرة التحكم. فدائرة التحكم هي الجزء الرئيسي للإله وبدونها لا يمكن عمل أى اله.
لذا يجب علينا فهم هذه الدوائر علميا وعمليا. أن الآلات الكهربائية الصناعية بمختلف المجالات تعتمد اعتمادا كليا على دوائر التحكم الكهربائي
. حتى نتمكن من تحليل أى مشكلة تحدث لها مثل تعطل مرحلة من مراحل تشغيل هذه الإله
وان الآلات الصناعية رغم اختلاف البلد المصنع لها لكنها بدوائر التحكم تعتبر من حيث المبدأ واحدة ولكن باختلاف بسيط بنظام التحكم لها
بحث أن الفنى أو المهندس . فيجب على الفنى أو المهندس فهم جميع الأنظمة للتحكم والتي سنوردها بهذه الموسوعة البسيطة بجميع أساليبها
فقط يجب أن يعلم الفنى أو المهندس انه مهما . لا يرتعب من شكل الآلة أو لوحاتها الكبيرة أو عدد أدوات التحكم الكثيرة فيها
فلا مجال للخوف أو القلق من عدم معرفة الخطأ فيها . فقط يجب أن يكون حذرا من إتباع . لوحة التحكم أو صغرت إلا أنها بسيطة. كبرت
لهذا يجب أن يتابع مسار الدائرة ويجد . الخطأ ومعرفته بطريقة علمية بحتة
المسار المفتوح بالدائرة ويصلحه . لهذا يجب أن يتابع معنا هذه الموسوعة حتى يتمكن من دراسة أى لوحة وأى دائرة وستعرض أن شاء الله
لجميع الدوائر المستخدمة بجميع الآلات الصناعية فلا خوف أن شاء الله

أنواع التحكم الكهربائي 2-

ان التحكم الكهربائي رغم انه واسع جدا الا انه يتنوع بانواع كثيرة حسب تصميم الإله الصناعية من حيث حساسية الإله وعملها والانتاج
المصمم لها وطريقة تشغيلها حسب الدقة

-: ويقسم التحكم الكهربائي الى نوعين رئيسيين هما

أولا -: التحكم الكهربائي العادي Normally Electric Control وهذا النوع يقسم الى قسمين هما :-

1- التحكم الكهربائي اليدوي Manual Electric Control

2- التحكم الكهربائي الاتوماتيكي Automatic Electric Control

ثانيا -: التحكم الالكتروني Electronic Control وهذا التحكم يقسم الى قسمين ايضا هما :-

1- التحكم الالكتروني اليدوي Electronic Manual Control

2- التحكم الالكتروني الاتوماتيكي Electronic Automatic Control

أولا -: التحكم الكهربائي العادي

ان التحكم الكهربائي العادي هو الاساس بتشغيل جميع الآلات الصناعية المستخدمة بالمصانع والتي تنتج مواد مصنعة مستهلكة من
قبل الإنسان

وان جميع الآلات تعتمد على هذه الدوائر من التحكم . وقبل البدء بالدوائر يجب معرفة مكونات هذه الدوائر .

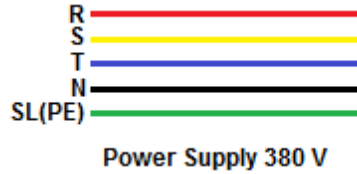
مكونات دوائر التحكم

تتكون دوائر التحكم الكهربائي بشكل عام من اجزاء مهمة لتشغيل الدائرة ومن ثم تشغيل الإله وسوف نتحدث عن كل جزء بالتفصيل الممل ان
شاء الله .

1- مصدر التغذية الرئيسي Power Supply

أن مصدر التغذية هو الأساس بتشغيل دائرة التحكم سواء أكان بجهد منخفض أو جهد عالي حسب الطلب وحسب جهد الاحمال التي سيتم تشغيلها بواسطة هذه الدائرة . وقد يختلف المصدر الرئيسي من دولة الى دولة من حيث الجهد ففي بعض الدول يكون الجهد 380 فولت وبعضها يكون 220 فولت ثلاثة اوجه . ويعتمد قيمة الجهد على الاحمال التي سيتم تشغيلها بواسطة الدائرة . ويقسم مصدر التغذية الى قسمين هما :-

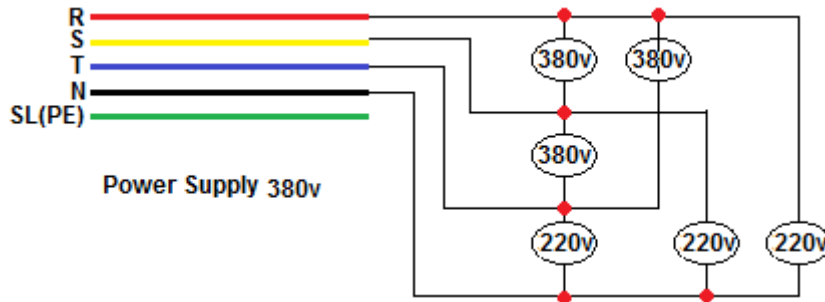
— مصدر تغية الاحمال Power Supply وهذا الجهد يقسم الى قسمين هما :-
جهد 380 فولت ثلاثة اوجه بتردد 50 هيرتز او 60 هيرتز وهو عبارة عن خمسة خطوط كما بالشكل التالي :-



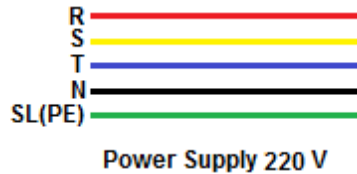
نلاحظ من الشكل السابق ان هذا المصدر هو مصدر التغذية بجهد 380 فولت 50 هيرتز او 60 هيرتز بالإضافة الى خط التعادل N Neutral point

وايضا خط الحماية (Safty Line (Point Earth) SL (PE) . حيث ان رموز الخطوط هي رموز عالمية مثل (R S T) ولا توجد لها دلالات معينة مث الاختصارات ولكن اتفق عالميا على هذه التسمية . ويكون لون كل خط حسب الرسم الموضح اعلاه . وهذه الالوان العالمية ايضا .

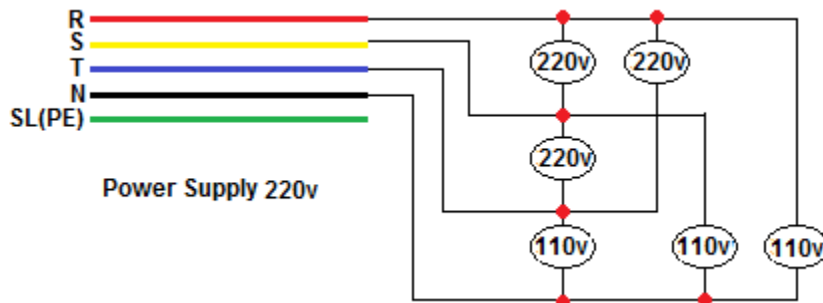
حيث تكون قراءات الجهود بين كل خط واخر كما هو موضح بالشكل التالي



حيث يكون فرق الجهد بين كل وجه والوجه الاخر 380 فولت وبين كل وجه وخط التعادل 220 فولت .
جهد 220 فولت 60 هيرتز وهو نفس مواصفات المصدر السابق ولكن يختلف بقيمة الجهد كما بالصورة



حيث يكون فرق الجهد بين الخطوط كما هو موضح بالصورة



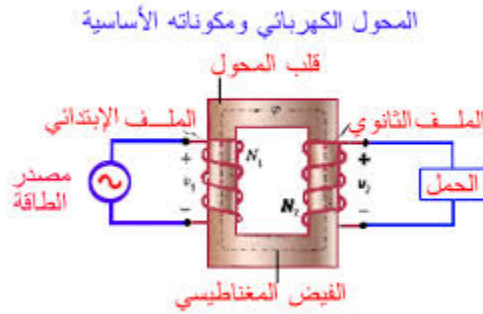
حيث انه يكون فرق الجهد ما بين كل وجه والاخر 220 فولت وبين كل وجه وخط التعادل هو 110 فولت .

2- مصدر التحكم Control Supply

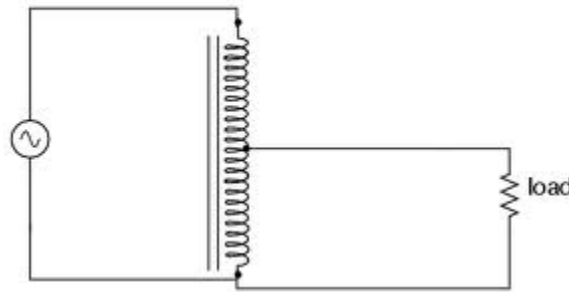
وهذا المصدر هو الذي يغذي دوائر التحكم ومنبعه الرئيسي هو مصدر التغذية الرئيسي Power Supply حيث يكون هذا الجهد منخفض مث الجهود

12 فولت 24 فولت 48 فولت 110 فولت ويمكن الحصول على هذه الجهود من تحويل المصدر الرئيسي الى هذه الجهود عن طريق جهاز يسمى المحول الكهربائي Electric Transformer حيث ان هذا المحول المستخدم بتخفيض الجهد يكون على عدة انواع منها :-
1- المحول العادي Power transformer حيث يتكون من ملفين احدهما يطلق عليه اسم الملف الابتدائي Primary Winding وهذا الملف يوصل بمصدر التغذية 380 فولت او 220 فولت وهو يتكون من عدد كبير من اللفات وسلك نحاسي ذو مساحة مقطع صغيرة . و الملف الثاني يطلق عليه اسم الملف الثانوي Secondary Winding وهو عبارة عن عدد قليل من اللفات بمساحة مقطع للسلك كبيرة نسبا . وهذا الملف يوصل مع الحمل

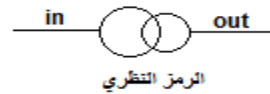
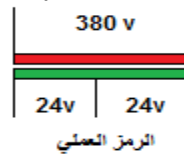
والشكل العام للمحول العادي كما بالصورة التالية :-



3- المحول الذاتي Auto transformer حيث ان هذا المحول يتكون من ملف واحد فقط كما هو مبين بالشكل التالي



حيث يوصل المصدر الرئيسي باطراف الملف ويوصل الحمل من منتصف او احدى جهات الملف الرئيسي كما هو موضح بالشكل السابق ويوصل المحول مع المصدر الرئيسي بجهد 380 فولت وجهين او 220 فولت وجهين او وجه واحد حسب الجهد الذي يعمل عليه المحول . والجهد الخارج من المحول يعتبر هو جهد التحكم للدائرة وهذا هو الجهد الذي يقوم بتشغيل ادوات التحكم كلها . ويرمز للمحول بدوائر التحكم بالرمز النظري والعملي كما بالصورة التالية :-



الرمز العملي

الرمز النظري

2- قاطع الدائرة الرئيسي (MCB) Main Circuit Breaker

ان القاطع الرئيسي هو الجزء المهم بالدائرة حيث انه يقوم بحماية الدائرة من اخطار القصر بالدائرة او الحمل ومن الحمل الزائد على الاله ومن التسريب الارضى للحمل او احد اجزاء الدائرة . وتقسم القواطع الى عدة اقسام وانواع منها :-

- 1- القاطع اليدوي Manual CB
- 2- القاطع الاتوماتيكي الحراري Thermal Auto CB
- 3- القاطع الاتوماتيكي المغناطيسي Magnatic Earth luggage
- 4- القاطع الاتوماتيكي المغناطيسي الحراري Thermal Magnatic Auto CB
- 5- قاطع التسرب الارضى Earth luggage CB

1- القاطع اليدوي Manual CB وهذا النوع من انواع القواطع يكون عمله يدويا في حالة الفصل والوصل ويطلق عليه اسم Switchgear انظر الشكل



وهذا القاطع هو عبارة عن قاطع ثلاثي الواجهة له ثلاثة مداخل لواجهة الثلاثة وثلاثة مخارج للحمل ويكون فصله وتوصيله يدويا ويرمز له بـ الرمز التالي الرمز النظري



وهذه القواطع لها قدرة معينة على تحمل تيار الحمل لذا يجب ان نقوم بحساب تيار الدائرة حتى نتمكن من وضع قاطع مناسب للدائرة و الطريقة المتبعة كما يلي :-

يجب معرفة قدرة المحركات الموصولة بالدائرة حتى نتمكن من حساب تيار القاطع الرئيسى للدائرة كما يلي نفرض ان الدائرة تحتوى على 3 محركات كهربائية قدرة المحرك الاول 30 كيلواط والمحرك الثانى قدرته الميكانيكية 20 حصان والمحرك الثالث قدرة الكهربائية 40 كيلواط وكل هذه المحركات تعمل على جهد 380 فولت . فعند حساب تيارات المحركات يجب تساوى القدرات معا أى يجب ان نحول القدرة الميكانيكية الى قدرة كهربائية فالمحرك الثانى قدرته الميكانيكية 20 HP فيجب تحويلها الى قدرة كهربائية كما يلي $20 \times 0.746 = 14.9$ اذن مجموع القدرات بالواط تكون $30 \times 10^3 + 14.9 \times 10^3 + 40 \times 10^3 = 84900 \text{ watts}$

وبما ان الجهد هو 380 فولت ومعامل القدرة للمحركات هو 0.8 فنستخدم العلاقة التالية $P = 1.73 \times V \times I \times \cos\phi$ — $84900 = 1.73 \times 380 \times I \times 0.8$ — $I = 84900 / 1.73 \times 380 \times 0.8$ — $I = 161.4 \text{ Amp}$

اذن التيار الكلى الذى تستهلكه المحركات هو 161.4 امبير . فهذه الحالة يجب زيادة 25% على التيار لينتج تيار القاطع المستخدم فيكون تيار القاطع الذى سوف نستخدمه بالدائرة هو $161.4 + 40.3 = 201.7 \text{ Amp}$ وقيمة هذا لقاطع غير متوفرة حسب المواصفات العالمية للقاطع لذل سنستخدم قاطع تياره 200 امبير لحماية الدائرة .

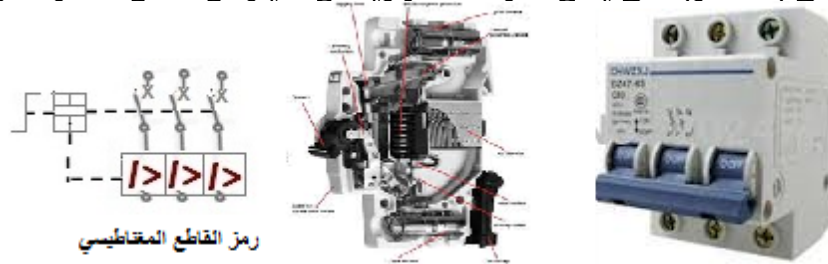
القاطع الاتوماتيكي الحرارى Thermal Automatic CB

ومن اسم هذا القاطع يدل على عمله فهو يعتمد فى مبدأ عمله على الحرارة التى تتولد بجهاز القاطع والتى تعتمد على ارتفاع التيار المسحوب من المصدر الى الحمل . فاذا زادت كمية التيار المسحوب للمحرك مثلا او أى حمل موصول بالدائرة زادت كمية درجة الحرارة عبر القاطع وبالتالي يقوم القاطع بفصل التيار عن الحمل . وهو عبارة عن قطعتين من معدنيين مختلفين تتمدد احدهما بالحرارة لتفصل نقطتها عن القطعة الثابتة وبالتالي يفصل التيار عن الدائرة ويمثل الشكل التالى صور من القاطع الحرارى ورمزه



القاطع الاتوماتيكي المغناطيسي Magnatic Automatic CB

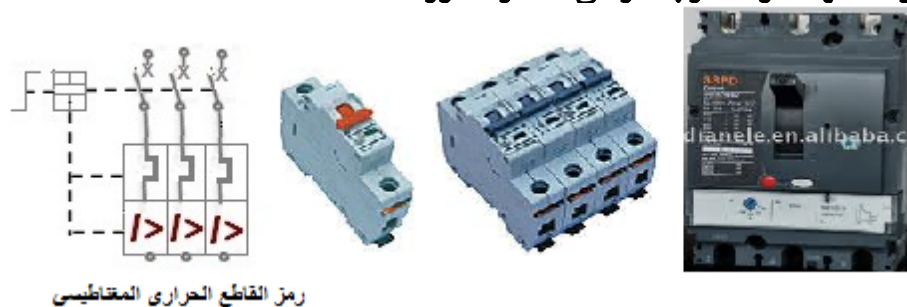
من اسم هذا القاطع يعرف مبدأ عمله فهو يعتمد على المجال المغناطيسى المتولد بملف القاطع . حيث ان هذا القاطع يتكون من ملف تيار من سلك نحاسى ذو مساحة مقطع كبيرة نسبيا وعدد قليل من اللفات ويكون موصول على التوالى بين المصدر والحمل . فاذا زاد سحب الحمل للتيار الاصلى يتولد مجال مغناطيسى بالملف وبالتالي يفتح دائرة المصدر وينقطع التيار عن الحمل . انظر الصور



فاذا كان القاطع وجه واحد يكون هناك ملف واحد فقط واذا كان ثلاثة اوجه يكون هناك ثلاثة ملفات تيار .

القاطع الاتوماتيكي المغناطيسي الحرارى Thermal Magnatic Automatic CB

ان هذا القاطع هو الاكثر استخداما من القواطع الاخرى لانه يحتوى على وسيلتين بالحماية الحرارية والحماية المغناطيسية فاذا بطلت الحماية الحرارية عملت الحماية المغناطيسية والعكس صحيح وكلتا الحمايتين يعتمدان على الزيادة بالتيار الذى يستهلكه الحمل . فهو يحمى الحمل من زيادة التيار المستهلك او التسرب الارضى . انظر الصور



5- قاطع التسرب الارضى Earth luggage CB

من اسم هذا القاطع يعرف مبدأ عمله فهو يعتمد على مقدار التيار المتسرب بالارض . كما نعلم ان لكل جهاز هيكلة معدنى يجب ان يوضع له خط الحماية الارضى كالمحركات مثلا حتى اذا تم تلامس احدى الخطوط الحارة الى جسم المحرك وكان هناك قاطع للحماية فان هذا القاطع سوف يفصل التيار عن الحمل دون ان يسبب أى مشكلة للحمل . حيث انه يكون حساس لدرجة كبيرة أى انه لو تم تسريب تيار ارضى ولو كمية بسيطة فان القاطع سوف يقوم بفصل التيار عن الحمل مباشرة . فهو ايضا يعتبر هذا القاطع لحماية الانسان من الصدمة الكهربائية بـ الدرجة الاولى . انظر الصور



الخلاصة عن القواطع

ان القواطع الكهربائية بدوائر التحكم هي الجزء الاساسى لحماية الدائرة من اخطار كثيرة منها :-

- 1- خطر قصر فى دائرة الحمل . حيث انه اذا حصل قصر فى دائرة المحرك سواء اكان القصر داخل المحرك او خارجه فان ذلك سوف يعمل على ارتفاع التيار الكهربائى المسحوب من المصدر ومون المصدر او الحمل محمى بجهاز حماية مثل القاطع الذى يعتبر جسر لمرور التيار فادا زاد هذا التيار عن الحد المطلوب فان الجسر سينهار أى ان القاطع سيفصل التيار عن الحمل او الدائرة . اذن القاطع بشكل عام يعتمد فصلة على زيادة التيار الكهربائى المسحوب من المصدر والتيار العالى يزداد كما قلنا بوجود قصر بالدائرة او بالحمل .
- 2- زيادة الحمل وهذه الزيادة تكمن بالحمل الموصول مع القاطع مثل المحرك باحدى الالات قد يكون هناك خلل ميكانيكى معين بالدوائر الميكانيكية للحمل مثل الجيربوكس او خلل بكراسى محاور المحرك فان هذا الخلل يجعل المحرك يدور بصعوبة مما يؤدى الى سحب كمية كبيرة من التيار الكهربائى وبعدها يؤدى الى فصل التيار عن الحمل .
- 3- التسرب الارضى حيث انه يجب عند عمل دائرة تحكم وتصميمها ان لا ننسى خط الحماية الارضى وايضا لا ننسى وضع قاطع التسرب الارضى للدائرة

وخاصة بالالات المعدنية وذلك لحماية العامل المشغل بالدرجة الاولى ومن ثم حماية اجزاء الاله .

اذن القواطع الكهربائية تعتبر من الاجزاء المهمة بالدائرة وهى بمثابة اجهزة حماية للدائرة .

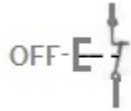
1- ضواغط التحكم بالايقاف والتشغيل Push Button ON OFF

ان أى دائرة كهربائية يجب ان تحتوى على وسيلة للتحكم بالتشغيل والاطفاء . مثل الاحمال الموجودة بالمنازل لدينا فان هناك مفاتيح تشغيل لهذه الاحمال

نتحكم بها كيفما نشاء وقت التشغيل ووقت الاطفاء مثل الانارة الكهربائية . ولكن دوائر التحكم الكهربائية تختلف باختلاف بسيط من حيث ا لاداة المستخدمة بالتشغيل والايقاف فدوائر التحكم لا نستخدم مفاتيح للتشغيل والايقاف بل نستخدم ضواغط تشغيل وضواغط ايقاف . (و اترك لك معرفة عدم استخدام مفاتيح للدائرة أى لماذا لا نستخدم مفاتيح NO OFF للدائرة بل نستخدم ضواغط علل ذلك) وضواغط التحكم بالتشغيل والايقاف تقسم الى نوعين هما :- اولاً :- ضواغط الايقاف Bush Button OFF ثانياً :- ضواغط التشغيل Push Button ON وسندرس كل نوع على حدة .

اولاً :- ضواغط الايقاف Push Button OFF

من اسم هذا الضاغط يتبين عملة فهو عبارة عن ضاغط مرتد أى ضاغط زمبرى وهو بالاصل ضاغط مغلق الدائرة (NC (Normally Close أى انه بحالة الضغط عليه يتحول من NC الى NO أى من نقطة مغلقة الى نقطة فاتحة ويرمز له بالرمز التالى :-



وعملها يكون لون احمر لاحظ الصور



وهذا النوع يكون مرتد زمبرى فى الحالة العادية تكون نقطه مغلقة وعند الضغط عليه تصبح النقطة مفتوحة . ومن اشكاله ايضا يكون غير مرتد مثل الصورة التالية



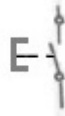
حيث هذا النوع يستخدم كمفتاح طوارئ Emergency Stop فعند الضغط عليه يفتح الدائرة الكهربائية ولا يرتد الا اذا قمت بادرة راسه ا لاحمر الى جهة اليمين فتغلق نقاطه . ومن هذه الضواغط ما يكون مفرد القطبية ومنها ما يكون مزدوج القطبية لاستعمالات اخرى سنراها فيما بعد .

ثانياً :- ضواغط التشغيل Push Button ON

هذا الضاغط عكس الضاغط السابق أى تكون نقاطه بالوضع العادى مفتوحة وعند الضغط عليه تغلق النقاط وعادة ما يكون لونه اخضر او اسود كما بالصورة



ويرمز له بالرمز النظرى التالى



فعند الضغط عليه تغلق النقاط وتكمل الدائرة الكهربائية وعند رفع الاصبع عنه تعود النقاط الى حالتها الطبيعية .

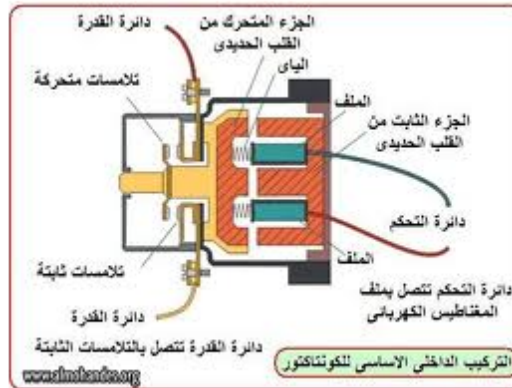
4- المفاتيح المغناطيسية (Contactors (Magnetic Switches

وهذه المفاتيح هى جزء مهم ايضا بدوائر التحكم الكهربائية فهى عبارة عن مفاتيح مغناطيسية تعمل بظاهرة المجال المغناطيسى وهى تحتوى على الاجزاء التالية :-

1- القلب الحديدى Core وهو عبارة عن شرائح من الحديد المطاوع مضغوطة معا لتشكل قلب واحد وهذا القلب على جزئين الجزء

الجزء الثابت وهو الذى يوضع عليه الملف المغناطيسى Coil والجزء المتحرك وهو الذى يوضع عليه التلامسات كما بـ

الشكل التالى



ويكون شكل الكونتاكتور كما بالصور التالية



3- الملف الكهربائى Coil وهو عبارة عن ملف ملفوف بعدد معين من الاسلاك النحاسية ذو مساحة مقطع معين

حسب الجهد الذى يعمل عليه الملف ويوجد ملفات تعمل على التيار المستمر وملفات تعمل على التيار المتردد .
وعندما يصل تيار كهربائى الى الملف يقوم هذا الملف بجذب الجزء المتحرك الى الجزء الثابت مما يؤدى الى
اغلاق التلامسات الكهربائية ويوصل التيار الكهربائى الى الحمل .
4- التلامسات Contacts وهى بدورها تقوم بتمرير التيار من المصدر الى الحمل وهناك نوعين من التلامسات
النوع الاول التلامسات الرئيسية وهى التى تمرر التيار من المصدر الى الحمل وتكون هذه التلامسات قوية
لتتحمل تيار عالى
وهذه النوعية تكون بالوضع العادى مفتوحة . وتتكون من قواعد للتلامسات مثبتة على الجزء الثابت للقلب و
التلامسات المتحركة تكون مثبتة على الجزء المتحرك من القلب . فعند توصيل التيار الى الملف تنجذب التلا
مسات المتحركة نحو التلامسات الثابتة مما يؤدى الى اغلاق الدائرة وتشغيل الحمل .
والنوع الثانى من التلامسات هى تلامسات التحكم Auxiliary وهى عبارة عن تلامسات تحكم تتحمل تيارات
ضعيفة
وتستخدم بدوائر التحكم بكثرة وهى عبارة عن نقاط مساعدة منها ما يكون مغلق ومنها ما يكون مفتوح بـ
الوضع الطبيعى
ومنها ما يكون موجود اصلا على نفس القلب للكونتاكتور ومما ما يكون مفصول عن الكونتاكتور كما بالشكل



وهذه التلامسات لا تستخدم لدوائر التيار العالى بل للتيار المنخفض فى التحكم كما سنرى فيما بعد .
5- نابض الارجاع Return Spring وهو عبارة عن نابض يقوم بارجاع القلب المتحرك الى الوضع الطبيعى فى
حالة فصل التيار عن الملف .
مبدأ عمل المفتاح المغناطيسى عندما نقوم بتوصيل التيار الى الملف سيتولد مجال مغناطيسى بالقلب الحديدي
مما يؤدى الى جذب الجزء المتحرك الى الجزء الثابت وبالتالي اغلاق التلامسات المفتوحة وفتح التلامسات
المغلقة وبعد فصل التيار عن الملف يقوم القلب المتحرك بالعودة الى وضعه الطبيعى بفعل رد فعل نابض الارجاع
ويكون الكونتاكتور بهذه الحالة خارج عن العمل .
والكونتاكتور يرمز له بالرمز



والان سندرس كيف يتم اختيار تيار الكونتاكتور
ان أى اداة من ادوات التحكم لها قدرة على تحمل تيار معين حسب قدرة الحمل والكونتاكتور لتلامساته قدرة
معينة لمرور التيار بها حسب قدرة الحمل ونلاحظ ان على وجه الكونتاكتور يوجد احرف وارقام مثل LCD30
فمثلا هذا الكونتاكتور تياره 30 امبير وهكذا فنحن الان سوف نقوم بحساب التيار اللازم للكونتاكتور حسب قدرة
المحرك فمثلا لدينا محرك قدرته الميكانيكية 30 حصان ميكانيكى ونريد ان نوصله بمفتاح مغناطيسى يتحمل هذا
المحرك .

اولا نقوم بحساب التيار الذى يستهلكه المحرك وذلك من قانون القدرة الكهربائية فنقوم بتحويل القدرة
الميكانيكية الى قدرة كهربائية كما عرفنا بالسابق $20 \times 0.746 = 14.92 \text{ KW}$

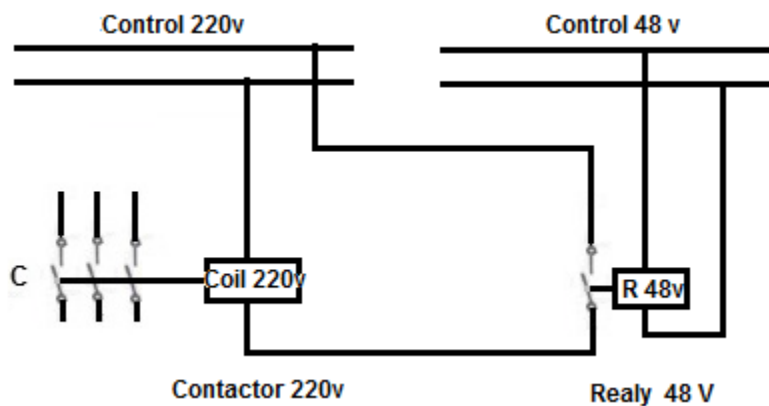
$$P = 1.73 \times 380 \times I \times 0.8 \text{ — } I = 14.92 \times 10^3 / 1.73 \times 380 \times 0.8 \text{ — } I = 28.4 \text{ Amper}$$

اذن التيار الذى يستهلكه المحرك هو 28.4 امبير لذا سوف نختار كونتاكتور تارة يزيد عن تيار المحرك ب 25%
فيكون تيار الكونتاكتور هو $28.4 + 7 = 35 \text{ Amp}$ لذا حسب المقاييس العالمية نختار كونتاكتور 40 امبير .
حتى يتحمل تيار المحرك

5- الريليه (المتمم) Relay الريليه او المتمم بشبة الكونتاكتور وهو عبارة عن مفتاح مغناطيسى مصغر يستخدم بدوائر التحكم ذات الجهد
المنخفض مثل
12 فولت او 24 فولت او 48 فولت سواء كانت تيار مستمر او متردد فهو عبارة عن ملف مغناطيسى وتلامسات تتحمل تيار منخفض منها
المغلقة ومنها
المفتوحة والشكل التالى يبين هذا النوع من الريليهات .



ويستخدم الريليه فى تشغيل بعض الكونتاكترات ولناخذ المثال التالى
اذا كان جهد التحكم بدائرة معينة مثلا 48 فولت ولم استطيع تحصيل مفتاح مغناطيسى يعمل ملفه على 48 فولت بل وجدت مفتاح مغناطيسى يعمل على 220 فولت ففى هذه الحالة يجب استخدام ريليه يعمل ملفه على 48 فولت وعن طريق التلامسات التابعة للريليه اقوم بادخال جهد 220 فولت اليها منها الى ملف المفتاح المغناطيسى كما بالدائرة التالية :-

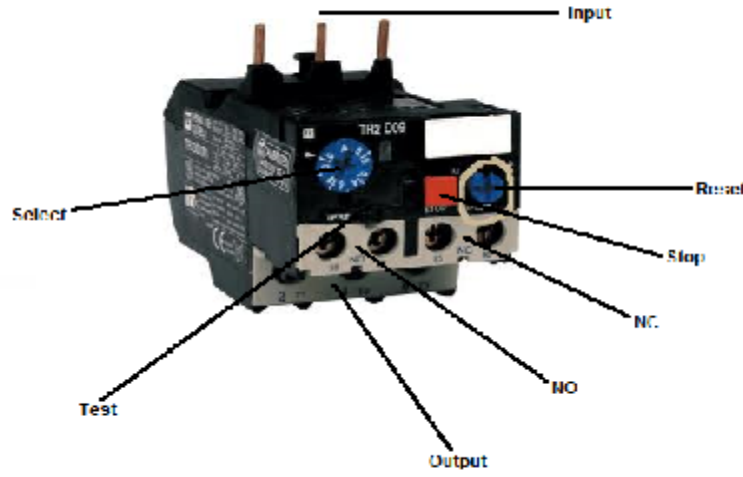


وبهذه الحالة اكون قد وجدت حل للمشكلة وقمت بوضع البديل بدائرة التحكم .
6- جهاز الحماية الافرلود Overload Device وهو عبارة عن جهاز حرارى مخصص لحماية الحمل من ارتفاع التيار الكهربائى الذى يستهلكه والمحرك مثلا كما ذكرنا سابقا يمكن ان يحصل عليه زيادة حمل كهربائى او ميكانيكى مما يؤدى الى زيادة بالتيار المستهلك وارتفاع درجة حرارته
لذا صمم هذا الجهاز المهم لفصل التيار عن المفتاح المغناطيسى وبالتالي فصل الحمل كليا عن الدائرة . حيث ان هذا الجهاز يوصل مع المفتاح المغناطيسى

ويكون شكله كما يلى :-

حيث يتكون من الاجزاء التالية

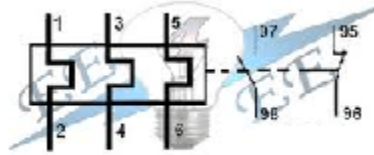
- 1- مداخل التيار (Input) وهى ثلاثة مداخل لثلاثة اوجه تركيب بالكونتاكتور .
- 2- مخارج التيار (Output) وهى ثلاثة مخارج توصل بالحمل .
- 3- مفتاح اختيار التيار (Select) وهو عبارة عن مفتاح مدرج بالامبير لاختيار الامبير الذى نريده حسب تيار المحرك .
- 4- مفتاح اعادة الوصل (Reset) وهو مفتاح يتم الضغط عليه فى حالة اعادة تشغيل النقاط المساعدة بعد فصلها .
- 5- مفتاح الايقاف (Stop) وهو مفتاح لاييقاف عمل الافرلود .
- 6- مفتاح الاختبار (Test) وهو مفتاح لاختبار عمل الافرلود بشكل سليم .
- 7- نقاط التحكم وهى مجموعتين الاولى مغلقة (NC) والثانية مفتوحة (NO) ففى حالة حدوث حمل زائد فان النقطة المغلقة تفتح و الفاتحة تغلق
وسوف نستخدم هذه النقاط بتوصيلات التحكم كما سنرى فيما بعد .



وهذه الصورة الثانية تبين تركيب الافرلود على الكونتاكتور



اذن الافرلود هو عبارة عن قاطع حرارى يتكون من ثلاثة مسخنات موصولة بالتوالى بين المدخل والمخرج فعندما يرتفع التيار تسخن هذه المسخنات وتقوم بتسخين الثيرموستات والتي بدورها تكون موصولة بنقاط التحكم الفاتحة والمغلقة ويرمز له بالرمز

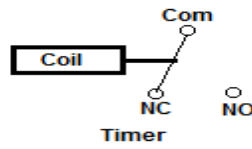


7-التايمرات Timers

التايمر هو عبارة عن مؤقت للزمن فهو يتعامل بالزمن للفصل او الوصل حسب الحاجة المستخدم لها . والتايمرات انواع منها :-
 1- التايمر الالكتروني Electronic Timer 2- التايمر الرقمى Digital Timer 3- التايمر الميكانيكى Mechanical Timer
 1- التايمر الالكتروني وهو عبارة عن تايمر مصمم بلوحة الكترونية تعتمد على مرور الزمن ومن خلال هذه اللوحة يركب عليها ريليه صغير الحجم وتلامساته هى التى تستخدم بالفصل او الوصل حسب الحاجة انظر الشكل



حيث انه يحتوى على كرت الكترونى ونقاط الوصل والفصل ونقاط التيار الكهربائى وتكون شكل الدائرة الكهربائية له كما يلى



2- التايمر الرقمي Digital Timer حيث ان هذا التايمر يظهر الوقت بشكل ارقام على شاشة رقمية وله ايضا نقاط توصيل ونقاط فصل كما بالشكل



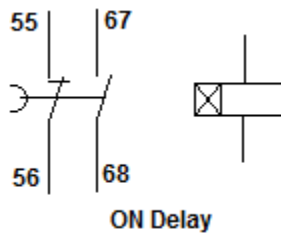
4- التيمر الميكانيكي Mechanical Timer وهذا التايمر هو الشائع الاستعمال بدوائر التحكم الكهربائية ويسمى ايضا التايمر الهوائي حيث ان مبدأ عمله يعتمد على اسطوانته مصنوعة من البلاستيك تكون مضغوطة بالهواء وعند معايرته تنضغط هذه الاسطوانة ويبدأ العمل تبدأ بتفريغ الهواء منها حسب الوقت المعايير لها ويمكن لهذا التايمر ان يعبث على الكونتاكطور وهذا احد اشكاله



ولهذا التايمر له نوعين فقط النوع الاول تايمر التأخير Delay ON والنوع الثاني تايمر التقديم Delay OFF .
1- تايمر التأخير Delay ON وهو عبارة عن تايمر يقوم بتأخير الوقت بعد فصل التيار عن الكونتاكطور الذي يكون مثبت عليه التايمر حيث ان هذا التايمر يتكون من نقطتين مساعدتين احدهما مغلقة والاخرى فاتحة بالوضع الطبيعي كما بالشكل

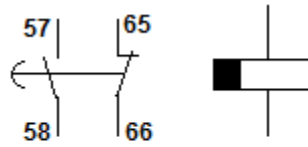


حيث ان هذا التايمر يقوم بتأخير الوقت حسب الزمن المعايير له حيث ببداية الامر عند تشغيل الكونتاكطور تبقى النقاط على وضعها الطبيعي وبعد الزمن المعايير له يبدأ العد التنازلي للوقت أي بعد انتهاء الزمن تغلق النقطة الفاتحة وتفتح النقطة المغلقة . وعند فصل التيار عن الكونتاكطور يعود التايمر الى وضعه الطبيعي . ويرمز له بالرمز ونقاط تلامسه كما يلي



2- تايمر تقديم الزمن Delay OFF وهذا التايمر يقوم بتقديم الزمن بعد فصل التيار عن الكونتاكطور حيث انه عند وصل التيار للكونتاكتور مباشرة النقطة المفتوحة تغلق والمغلقة تفتح وبعد فصل التيار عن الكونتاكطور يبدأ العد التنازلي للزمن المعايير له وتعود النقاط الى وضعها الا صلي . ويرمز له بالرمز

التالى



Delay OFF

ويكون صورة هذا التايمر



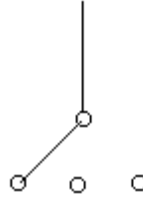
8- مفاتيح نهاية الشوط Limit Switches وهذه المفاتيح تستخدم عادة بالالات المتحركة ويوضع هذا المفتاح عند نهاية شوط وصول قطعه معينة الى نقطة معينة لتتم حركة عكسية للمحرك او لرفع او تنزيل قطعه اخرى ويتكون هذا المفتاح من نقطتين احدهما مفتوحة واخرى مغلقة وعند اصطدام الجزء المتحرك بالمفتاح يتغير وضع النقاط فتصبح النقاط عكسية ويبين الشكل التالى بعض انواع هذه المفاتيح



8- المجسات الكهربائية Electrical Sensors وهذه تعتبر جزء من اجزاء التحكم وهى عبارة عن جهاز صغير الحجم يقوم باعطاء اشارة كهربائية عندما يمر جسم من امامه وله 4 اطراف الاطراف الاول والثانى يستخدمان كمصدر للتيار الداخلى للمجس اما الطرفان الاخران فهم عبارة عن نقطتين تلامس واحدة مفتوحة والاخرى مغلقة مع اعتبار ان احد خطوط المصدر المغذى للمجس هو المشترك بين النقطتين ويمثل الشكل التالى انواع من المجسات



9- مفاتيح الاختيار Selector Switches وهذه المفاتيح هى عبارة عن مجموعة مفاتيح مجتمعه معا بمفتاح واحد . قد تكون مفاتيح او اكثر ولا يمكن ان تغلق مفاتيحين معا بنفس الوقت الا كل مفتاح على حدة لذا سمي مفتاح اختيار كما بالشكل التالى كما ويرمز له بالرمز



10 - **المفاتيح الاسطوانية Cylinder Switches** وهذه المفاتيح كانت تستخدم بدوائر التحكم قديما عند تشغيل محرك واحد فقط بطريقة معينة مثل التشغيل العادي وتشغيل عكس اتجاه الدوران للمحرك وتشغيل ستار /دلتا وتشغيل محرك سرعتين اما الان فقد استعيظ عنها بالمفاتيح المغناطيسية وما زالت تستخدم المفاتيح الاسطوانية فى الوقت الحاضر بقله مثل تشغيل ماكنات الجلك الموجودة بورش الحدادة وماكنات القص وغيرها .
وهذه اشكال منها



11- **جهاز تسلسل الاوجه Phase Sequence** وهذا الجهاز مهم جدا باى دائرة تحكم وهذا الجهاز يعتمد على ترتيب الاوجه الثلاثة لمصدر اللوحة حيث انه يعتمد مبدا عملة على زاوية فرق الطور للثلاثة اوجه وهى 120 درجة . واذا الاوجه الثلاثة كانت غير متناسقة مثل R S T فان هذا الجهاز يقوم بفصل دائرة التحكم عن طريق ريلية موجود داخل الجهاز وستتعرف عليه بالتفصيل فيما بعد وهذه صورته



12 - **جهاز الهبوط بالجهد Phase Failure** وهذا الجهاز ايضا مهم بدوائر التحكم ويحافظ عليها من هبوط الجهد بالمصدر الرئيسى المغذى لدوائر التحكم وايضا اذا تم نقص احدى الاوجه الثلاثة فانه يقوم بفصل دائرة التحكم عن العمل . وتتم معايرته على اقصى جهد وعلى اقل جهد يمكن للوحة ان تعمل عليه وايضا يتم معايرته بالزمن المسموح به لفصل دائرة التحكم عند هبوط الجهد او فقدان احدى الاوجه وهذه صورة له



13- لمبات الاشارة Signal lamps وهذه اللمبات تستخدم فى معظم دوائر التحكم الكهربائية لبيان ما يلى
 1- وصول المصدر الرئيسى للوحة بثلاثة اوجه 2- حدوث حمل زائد على المحرك 3- فصل ووصل احدى المحركات وهكذا ويتم توصيلها مع دوائر التحكم لاعطاء اشارة العطل او الخل وتكون على لونين الاحمر والاخضر كما سنرى فيما بعد وهذه صورها



كانت هذه نبذة مختصرة عن معظم الادوات المستخدمة بدوائر التحكم الكهربائية .

4-رموز دوائر التحكم

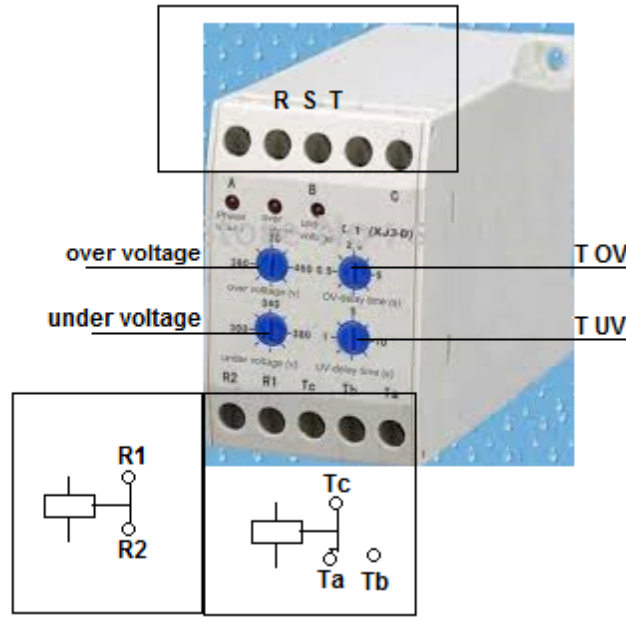
بعد ما تعرفنا على معظم الادوات المستخدمة بدوائر التحكم الان سوف نتعرف على رموز هذه الادوات ورموز اخرى حتى نتمكن من قراءة أى مخطط للوحة الكهربائية وحتى ايضا نتمكن من تصميم لوحة جديدة ورسم مخطط لها بالرموز الصحيحة حتى نوفر لمستخدم هذا المخطط الوقت والجهد لمعرفة الخل باللوحة الكهربائية . وهذه الرموز تجدها بجميع المخططات الكهربائية لدوائر التحكم . فعليك فهم الرموز هذه لتتمكن من تحليل ورسم المخطط اللازم للوحة الكهربائية . واليك جدول بالرموز التالية :-

الرمز النظري	الرسم العملي	اسم الرمز	الرمز النظري	الرسم العملي	اسم الرمز
		Magnetic Switch			Power Supply 3 ph
		Normally Open Contact			Manual CB
		Normally Close Contact			Magnetic CB
		Timer ON Delay			Thermal CB
		NC Timer ON Delay			Thermal & Magnetic CB
		NO Timer ON Delay			
		Timer OFF Delay			

الرمز النظري	الرسم العملي	اسم الرمز	الرمز النظري	الرسم العملي	اسم الرمز
		Selector Switch 2 ways			NO Timer OFF Delay
		Selector Switch 3 Ways			NC Timer OFF Delay
		Motor 3 Phase			Push Button OFF
		Motor 3 Phase Star/ Delta			Push Button ON
		Motor 3 Phase 2 Speed			Overload
		Motor 3 Phase with Armeture			Manual Contact ON
					Manual Contact OFF
					Limit Switch ON
					Limit Switch OFF
					Transformer

هذه بعض الرموز الكهربائية المستخدمة بدوائر التحكم الكهربائي .
وقبل الدخول الى البدء بدوائر التحكم الكهربائي يجب ان نأخذ فكرة عامة عن عمل بعض الاجهزة المستخدمة بدوائر التحكم حيث يجب معرفة عمل كل جزء حتى نتمكن من وضع البديل لهذا الاداة او الجهاز فى حالة لم تتوفر الاداة الاصلية . ومن هذه الادوات الشائعة والتي تجدها دائما بلوحات التحكم الكهربائي وهى ضرورية جدا وخاصة بالتصميم هى اداة تسلسل الاوجه واداة الهبوط بالجهد وارتفاع Phase Sequence & Phase Failure

وهما اداتان يمكن جمعهما باداة واحدة كما بالشكل :-



حيث ان هذه الوحدة الالكترونية مهمة جدا بلوحات التحكم حيث انها تقوم بالاعمال التالية :-

1- تسلسل الاوجه الثلاثة (R S T) حيث ان هذه الوحدة مبرمجة على تسلسل الاوجه بالاعتماد على الزاوية بين كل وجه ووجه وهي 120 درجة كهربائية وعند توصيل المصدر الرئيسى للوحة اذا اختلفت الاوجه عن الترتيب السابق المذكور فان ريلية التحكم المبين باسفل الصورة يفتح دائرة التحكم

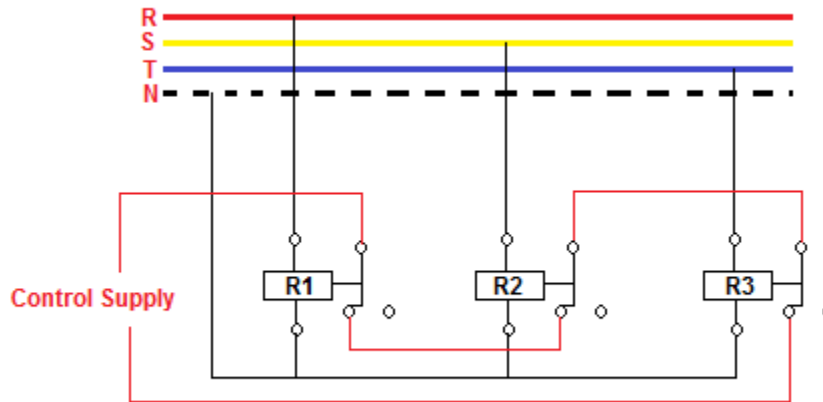
ولن يعمل أى جزء بدائرة التحكم فيجب عليك عكس اطراف المصدر الرئيسى حتى يتم اغلاق دائرة التحكم وفى بعض الوحدات توجد لمبات اشارة تدل على ان الاوجه مكعوسة ام لا فاللمبة الحمراء تدل على ان الاوجه مكعوسة اما اللمبة الخضراء تدل على ان الاوجه صحيحة .

2- نقص احدى الاوجه (Phase Failure) حيث انه اذا تم نقص احدى الاوجه فان هذه الوحدة سوف تفصل دائرة الريلية وبالتالي تفصل دائرة التحكم الكهربائية عن العمل .

3- ارتفاع الجهد (Over Voltage) حيث ان هذه الوحدة الالكترونية اذا ارتفع جهد عن الجهد المضبوط بواسطة برغى المعايرة المبين بـ الصورة

Over Voltage فان هذه الوحدة تفصل الريلة بعد الزمن المضبوط ببرغى TOV .

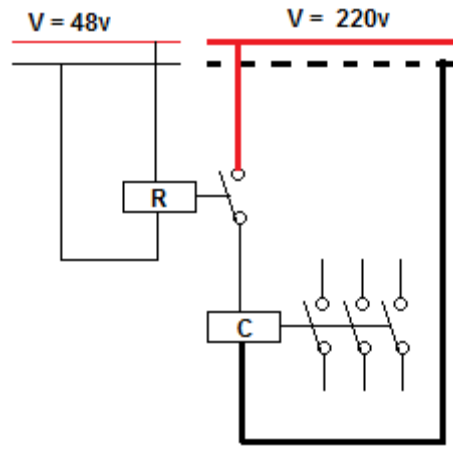
4- هبوط الجهد (Under Voltage) ايضا الهبوط بالجهد نفس عمل ارتفاع الجهد .
حيث اننا يمكن نقوم بتصنيع دائرة شبيهة بهذه الوحدة على سبيل المهارة فقط انظر الشكل



حيث انه فى هذه الدائرة اذا نصق احدى الاوجه فان دائرة التحكم سوف تفصل او اذا انخفض جهد احدى الاوجه فان الريليات سوف تفصل خط التحكم كونها التلامسات موصولة على التوالى كما بالشكل وايضا الريليات وصلت بتوصيلة ستار .

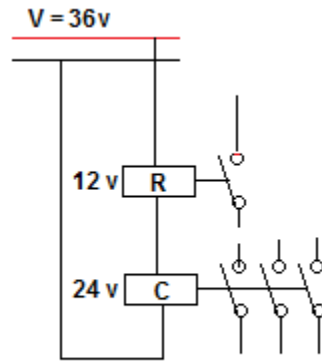
وتعتبر هذه المهارة الاولى من مهارات التحكم .

اما المهارة الثانية فهي اذا كان جهد التحكم مثلا 48 فولت واريد تركيب مفتاح مغناطيسى جهد الملف له 220 فولت فبذلك ساستخدم ريليه جهد ملف 48 فولت كما بالتوصيلة التالية :-



المهارة الثالثة

هناك بعض اللوحات التابعة للتحكم وخاصة اللوحات المصنعة بالصين يكون جهد التحكم فيها 36 فولت وهذا الجهد ليس منتشرًا كثيرًا وإذا احتجنا مفتاح مغناطيسي ولم نجد مفتاح مغناطيسي جهد الملف له 36 فولت كونه غير منتشر فما الحل ؟
الحل هو احضار مفتاح مغناطيسي جهد ملف 24 فولت وهذا الجهد منتشر والاحضار ريلية جهد ملفه 12 فولت ويتم توصيل ملف الريليه مع ملف المفتاح المغناطيسي على التوالى انظر الشكل



وهناك عدة مهارات سوف نستخدمها بدوائر التحكم الكهربائي عندما نأخذ فكرة عن الدوائر فيما بعد .
والآن سوف نتعرض الى شئ مهم جدا وهو الحمل الرئيسى بجميع الالات والمعدات الكهربائية ولولا هذا الحمل لما عملت هذه الالات و المعدات وهو المحرك الكهربائي وسوف نشرح عنه بكل تفصيل حتى تتمكن من معرفة عملة وكيفية توصيلة بالدوائر الكهربائية من حيث السرعات وعكس اتجاه الدوران وتشغيله بعزم اكبر مثل ستار /دلتا الخ .
والآن سنبدأ

المحرك الكهربائي Electric Motor

تعريف المحرك الكهربائي

المحرك الكهربائي هو عبارة عن جهاز يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية أى يحول الطاقة الكهربائية المزودة له الى طاقة حركية تستفيد منها بتحريك جزء معين من الالات .

مكونات المحرك الكهربائي بشكل عام

يتكون المحرك الكهربائي بشكل عام من الاجزاء التالية :-

1- العضو الساكن او الثابت (Stator) وهو الجسم الخارجى للمحرك وهو الاساس بعمل المحرك حيث ان هذا العضو يتكون من مجموعة من الاجزاء وهى :-

1- زعانف التبريد (Cooling Fins) وهى تكون موجودة ومثبتة على جسم المحرك وفائدة هذه الزعانف هى لتقوم بعملية

تبريد جسم المحرك من الخارج وهى تعمل على حجز كمية من الهواء الخارجى ليصطدم بجسم المحرك وتحصره لننم عملية التبريد لجسم المحرك .

2- قواعد المحرك (Motor Base) وهى عبارة عن قاعدتين للمحرك يتك تثبيت المحرك بها بجسم الالة .

3- علبة التوصيل الكهربائي (Electric Connection Box) وهو الصندوق الذى يتم التوصيل به خطوط المصدر

الرئيسى

المغذى للمحرك مع اطراف التوصيل الداخلى للمحرك .

4- لوحة معلومات المحرك (Name Plate) وهى اللوحة التى تبين مواصفات المحرك من حيث العمل وتحتوى على

المعلومات التالية (Company name) اسم الشركة الصانعة (ب) الجهد الذى يعمل عليه المحرك (Voltage)
 (ج) تيار المحرك (Current) ح) قدرة المحرك (Power) خ) معامل قدرة المحرك (Power Factor)
 (د) نوع توصيل المحرك الداخلى (Connection) ز) نوع المحرك (Motor type)
 (ح) تردد المحرك (Motor Frequency) ومعلومات اخرى كثيرة .
 5- ملفات المحرك (Motor Windings) وهذه الملفات عبارة عن عدد معين من لفات مصنوعة من اسلاك نحاسية ذات

مساحة

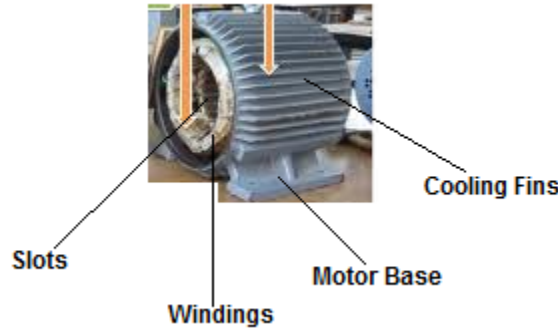
مقطع معينة وهى عبارة عن ثلاثة مجموعات بمحركات الثلاثة اوجة ومجموعتين فى حالة محركات ذات الوجه

الواحد .

6- المجارى (Slots) وهى عبارة عن فتحات بشكل طولى موجودة بالعضو الساكن وهى عبارة عن مجموعه من

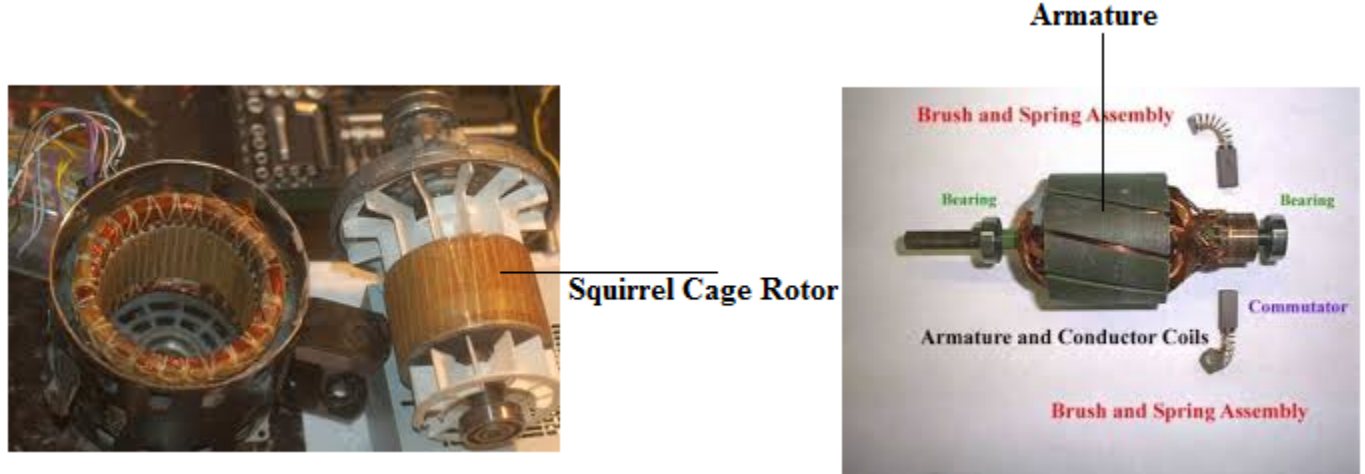
الشرائح

المعدنية المضغوطة معا بشكل جيد وتوضع بداخلها الملفات المذكورة . والشكل التالى يبين اجزاء المحرك المذكورة



2- العضو الدائر (Rotor) وهذا الجزء الثانى من اجزاء المحرك الكهربائى وهو الذى يقوم بعملية الدوران عند وصول التيار الكهربائى لملفات العضو الساكن ويكون هذا العضو على نوعين هما :-

النوع الاول هو العضو الدائر ذو قفص سنجاب (Squirrel Cage Rotor) وهو عبارة عن مجموعه من القضبان النحاسية او قضبان من الالومنيوم مضغوطة دائريا بشكل اسطوانى حول محور الدوران ويتولد بها تيار تائرى عند وجود مجال مغناطيسى من العضو الساكن وتبدأ عملية الدوران
 اما النوع الثانى من انواع العضو الدائر وهو العضو الدائر الملفوف (Armature) وهو عبارة عن مجموعه ملفات ملفوفة حول العضو الدائر وتوصل نهايتها بحلقات انزلاق توضع على راس العضو الدائر والشكل التالى يبين النوعين :-



حيث ان هذان النوعين يتكونان من الاجزاء التالية :-

1- شرائح من الحديد المطاوع 2- قضبان من النحاس او ملفات نحاسية 3- كراسى المحاور (Bearings)

4- مراوح التبريد او الزعانف للتبريد 5- المحور الرئيسى للدوران

3- الغطاءيين الجانبيين (Covers) وهما الغطاءيين اللذان يحملان العضو الدائر ومعبتان بالعضو الساكن .

ان المحركات الكهربائية تقسم الى قسمين من حيث الجهد هما محركات الوجه الواحد ومحركات الثلاثة اوجه والمهم لدينا بدوائر التحكم هو النوع الثانى وهو محركات الثلاثة اوجة ولندرس هذه المحركات .

محركات الاوجه الثلاثة ذات العضو الدائر الصامت (Three Phase Motor Squirrel Cage)

وهى المحركات المستخدمة بشكل كبير فى جميع انواع الالات الكهربائية وهى اما تكون متعددة السرعات او متغيرة العزم ومن الناحية العلمية تقسم الى قسمين رئيسيين هما :-

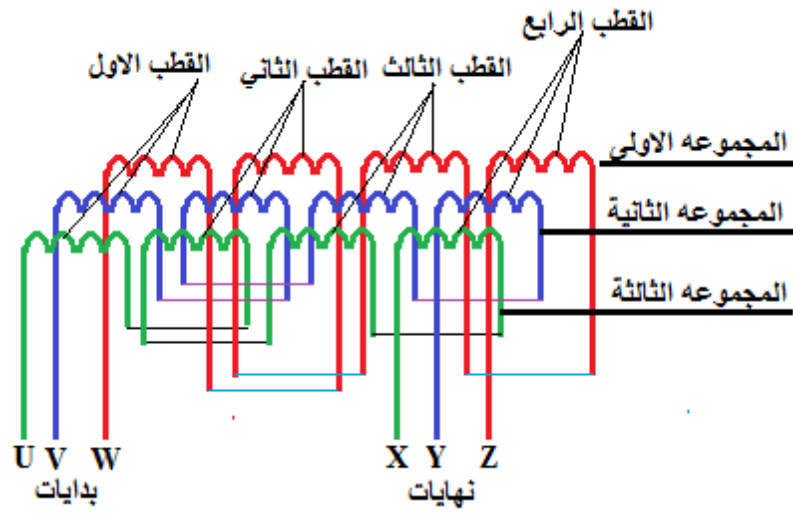
1- محركات ذو عضو دائر قفص سنجاب (Squirrel Cage Motors)

2- محركات ذو عضو دائر ملفوف (Armature Rotor Motors)

وستحدث عن النوعين واستخدامهما بدوائر التحكم

اولا :- المحرك ذو العضو الدائر ذو القفص السنجابى

وهو عبارة عن محرك ثلاثة اوجه يتكون من ثلاثة مجموعات من الملفات كما بالشكل التالى :-



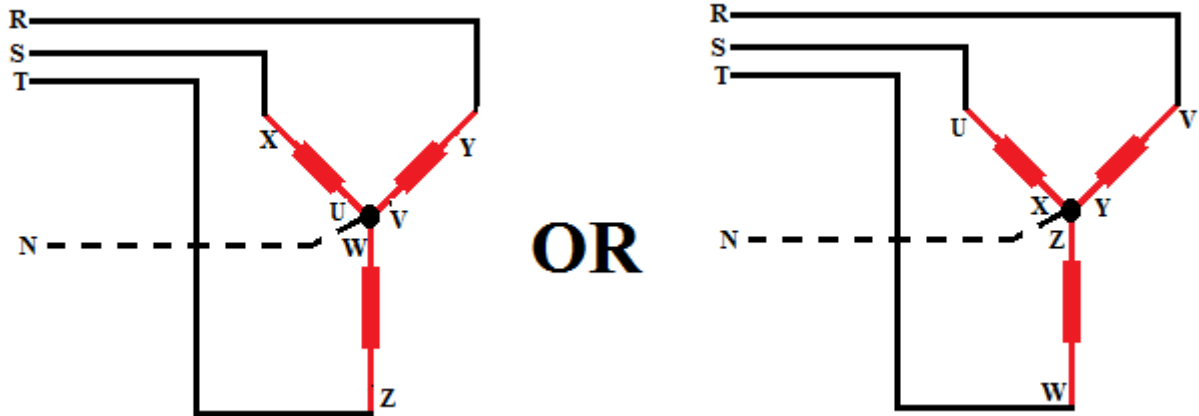
وكما ملاحظ بالصورة فان المحرك يتكون من مجموعة من الملفات تكون كل مجموعة مكونة من عدد معين من الاقطاب ويكون عدد الاقطاب مزدوج ولكل مجموعة نفس عدد الاقطاب وكل قطب من الاقطاب يوصل داخليا نهاية مع نهاية وبداية مع بداية لانشاء المجال المغناطيسى والاقطاب المتعاقبة لعملية الدوران للعضو الدائر وبالنسبة لخرج من المحرك 6 اطراف ثلاثة بدايات (U V W) وثلاثة نهايات (X Y Z) حيث يكون بدايات الواجهة ونهاياتها كما يلي

$$U \rightarrow X \quad V \rightarrow Y \quad W \rightarrow Z$$

ويوصل هذا المحرك باحدى التوصيلتين اما توصيلة ستار او توصيلة الدلتا

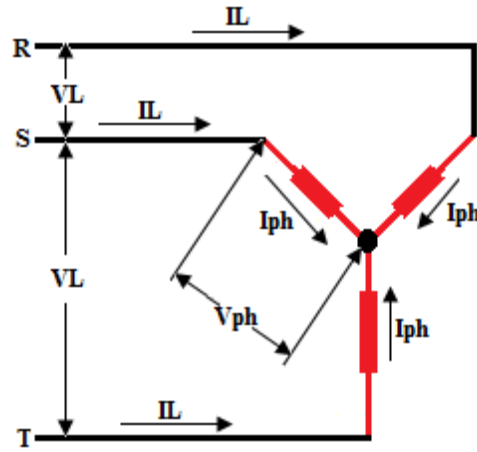
1- توصيلة ستار Star Connection ويكون الشكل العام والرمز لهذه التوصيلة Y حيث يكون تجميع النهايات X Y Z معا والبدايات U V W

توصل بالمصدر او العكس انظر الشكل

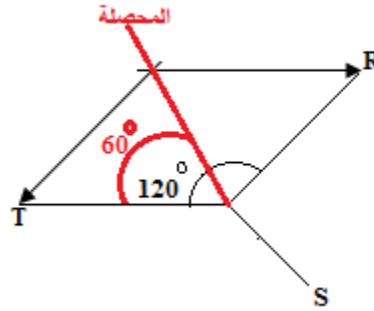


حيث ان هذه التوصيلة تستخدم بالمحركات ذات العزم المنخفض كما ويمكن ان نستخلص منها خط التعادل كما بالشكل السابق . والفرق بين التوصيلة الاولى والثانية لنفس المحرك هو ان بالتوصيلة الاولى يدور المحرك يمين وفي التوصيلة الثانية يدور لجهة اليسار فقط

وبالنسبة للحسابات الكهربائية يبين الشكل التالى توزيع التيارات والجهود



نلاحظ من الرسم ان تيار الخط (IL) يدخل الى الوجه الاول دون تجزئة ولا يتفرع الى أى فرع اخر لذا فان تيار الخط هو نفسه تيار الوجه اذن المعادلة لتيار الخط فى توصيلة ستار هى 1 ($IL = I_{ph}$)
ونلاحظ جهد الخط (VL) يكون بين وجهين اذن هذا الجهد ينقسم الى قسمين قسم على الوجه الاول والقسم الثانى على الوجه الثانى و التقسيم هذا يعتمد على زاوية الطور بين الوجهين وهى 120 درجة بالثلاثة اوجه و 90 درجة بالوجه الواحد ونحن الان بصدد الثلاثة اوجه وحسب المتجهات وايجاد المحصلة كما بالشكل



نلاحظ من المتجهات ان الزاوية الكلية بين كل طور والاخر 120 درجة والمحصلة والتى باللون الاحمر زاويتها 60 درجة وبأخذ المتجهات يكون الضلع المقابل للزاوية والضلع المجاور للزاوية هما المحصلة الرئيسية للمتجهات ورياضيا فى النسب المثلثية المقابل / المجاور هو ظل الزاوية @ Tan

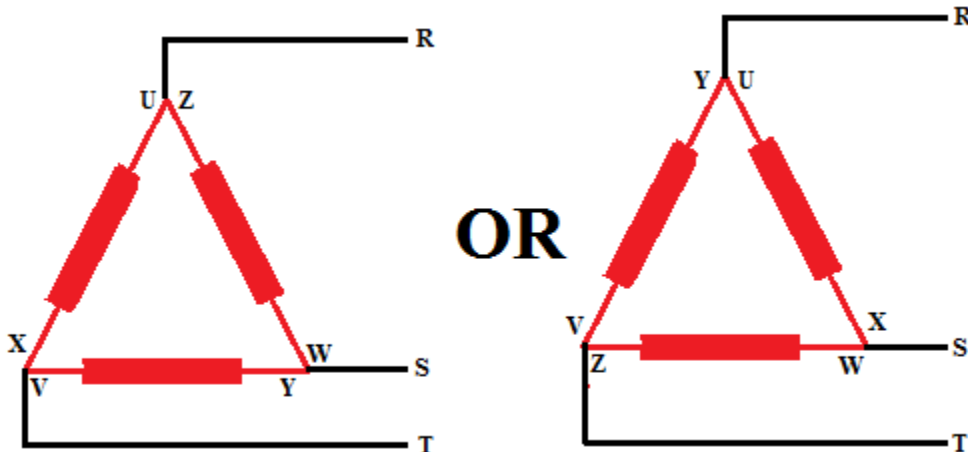
اذن ظل الزاوية 60 هو جذر 3 أى 1.73 فيكون جهد الخط هو 1.73 مضروباً بجهد الوجه
اذن معادلات توصيلة ستار بالنسبة الى الجهد والتيار همت معادلتين هما :-

$$VL = 1.73 \times V_{ph}$$

$$IL = I_{ph}$$

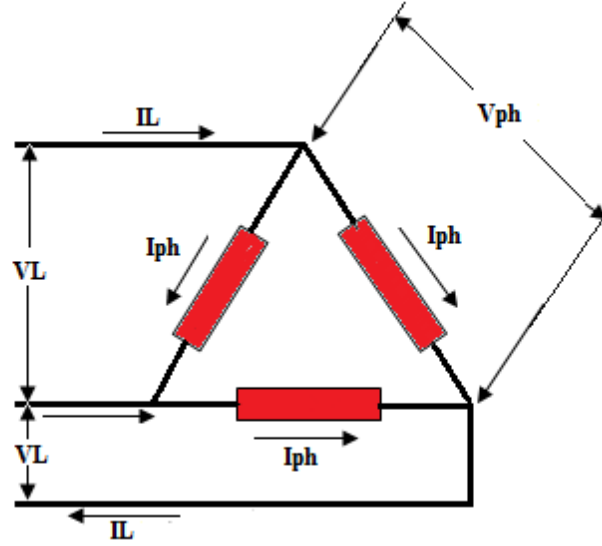
فمثلا اذا كان جهد الخط 380 فولت فان جهد الوجه هو 220 فولت حسب العلاقة السابقة .

3- توصيلة الدلتا Delta Connection يمثل الشكل التالى توصيلة دلتا للمحرك بنوعين من التوصيل انظر الشكل



والفرق بين التوصيلتين كما قلنا سابقا اتجاه الدوران فقط

والان نأتى الى الحسابات الكهربائية بهذه التوصيلة انظر الشكل



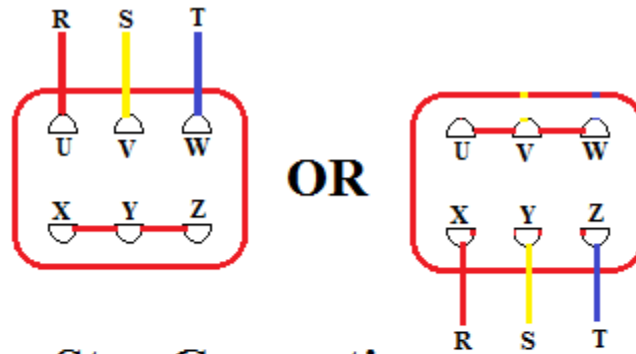
نلاحظ فى هذه التوصيلة ان تيار الخط عند بداية دخوله يتجزء الى جزئين جزء للوحه الاول وجزء للوحه الثانى لذا فان
 وان جهد الخط هو نفسه جهد الوجه كما بالشكل لذا فان
 وتستخدم توصيلة الدلتا بالمحركات ذات العزم الكبير
 وهناك محركات ذات القدرة الكبيرة تحتاج الى بداية عزم قليل وبعد فترة تحتاج الى عزم كبير لذا نقوم بتوصيل المحرك ستار اولاً ومن ثم
 دلتا عن طريق دوائر التحكم كما سنرى فيما بعد .
 مميزات التوصيلتين

دلتا 1- تيار البدء عالى لان تيار الخط يساوى 1.73 x تيار

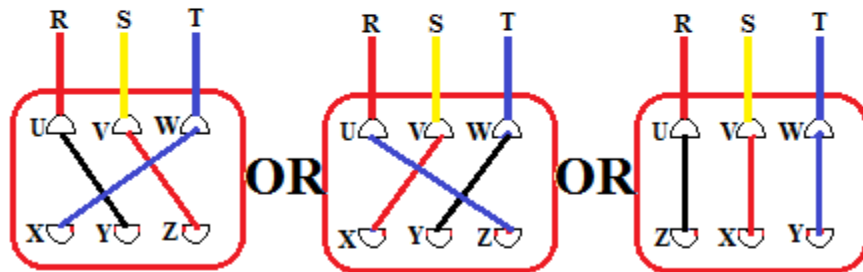
ستار 1- تيار البدء قليل لان تيار الوجه يساوى تيار الخط

2- الجهد قليل لان جهد الخط يساوى جهد الوجه
 3- عزم الدوران عالى لان التيار عالى
 4- تستخدم للمحركات الكبيرة

2- الجهد عالى لان جهد الخط يساوى 1.73 x جهد الوجه
 3- عزم الدوران قليل لان التيار قليل
 4- تستخدم للمحركات الصغيرة
 هذا ويكون شكل علبه التوصيل بالمحرك كما يلى للتوصيلتين



Star Connection



Delta Connection

عكس اتجاه محرك الثلاثة اوجه

يتم عكس اتجاه دوران المحرك ذو الثلاثة اوجه وذلك بعكس وجهين من المصدر مع بعضهما البعض أى R S T or U V W ولنفترض
 هاذ المحرك يدور الى جهة اليمين واذا قمنا بالعكس كما يلى R T S or U W V فان المحركه سيدور بالاتجاه اليسار وذلك لعكس

سرعات المحرك ذو الثلاثة اوجه

ان سرعة أى محرك كهربائى سواء وجه واحد او ثلاثة اوجه تعتمد على العوامل التالية :-

1- عدد الاقطاب للمحرك فكلما زادت عدد الاقطاب قلت سرعة المحرك لان مقاومة الملفات تزيد وبالتالي يقل الفيض المغناطيسى المتولد وبالتالي تقل السرعة .

2- التردد حيث ان التردد مهم جدا بسرعة المحرك فكلما زاد التردد زادت السرعة والعلاقة التالية بين عدد الاقطاب والتردد تبين سرعة المحرك

$$S = (120 \times F) / P \quad \text{where } S \text{ — motor speed} \quad F \text{ — Frequency} \quad P \text{ — Poles No}$$

او العلاقة التالية

$$S = (60 \times F) / (P/2) \quad \text{where } S \text{ — motor Speed} \quad F \text{ — Frequency} \quad P/2 \text{ — Double Poles}$$

3- الجهد المغذى للمحرك حيث ان مقدار الجهد المغذى للمحرك يتحكم بالسرعة وهذا الجهد له شروط سنراها بدوائر التحكم .

وهناك طرق عديدة للتحكم بسرعة المحركات ذات الثلاثة اوجه وهى كثيرة منها استخدام مغير التردد (Inverter) والمحولات الذاتية (Autotransformer) والمقاومات (Resistance) وغيرها سوف ندرسها بالدوائر ان شاء الله .

طرق التحكم بسرعات المحرك Speed control By Three phase ways

الطريقة الاولى :- استخدام مغير التردد (Inverter)

يمثل الشكل التالى انواع من الانفيرترات المستخدمة بالتحكم بسرعة المحرك



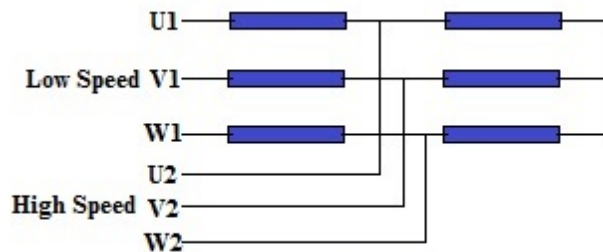
Inverters

الانفيرتر هو عبارة عن جهاز كهربائى يعمل على تغيير التردد الخارج للمحرك وبمقارنته مع الجهد الخارج حيث انه يتغذى بتار متردد ويحوله داخليا الى تيار مستمر وهو عبارة عن لوحات الكترونية وموحدات وثايرستورات الكترونية ولهذا الانفيرتر برمجة معينة لادخال البيانات له حسب الحمل والمصدر المغذى له والتردد الرئيسى له . وسنتحدث عنه بالتفصيل فيما بعد ان شاء الله .

الطريقة الثانية :- التحكم بعدد الاقطاب والجهد للمحرك

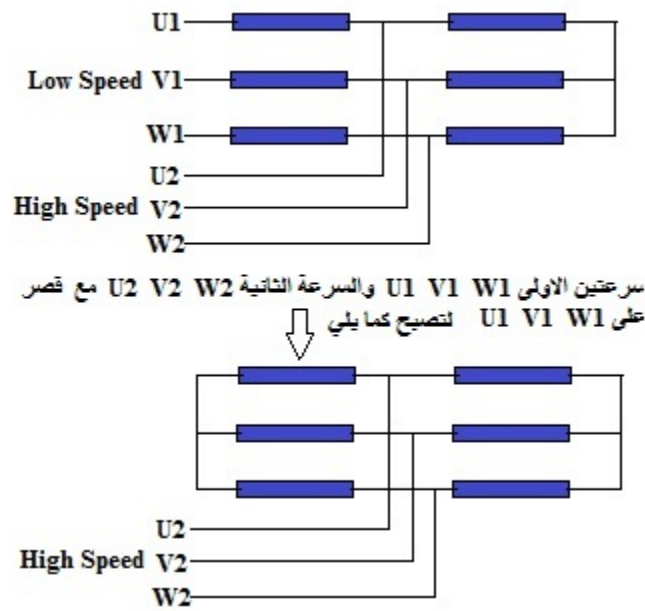
حيث انه فى هذه الطريقة يمكن ان نزيد او نقلل من سرعة المحرك بالتحكم بعدد الاقطاب الداخلية للمحرك والجهد المسلط على المحرك و اليك نماذج من هذه الطرق .

1- فى بعض الاحيان يكون المحرك سرعتين بنظام محركين بمحرك واحد أى ان ملفات المحرك الاول تكون مثلا 4 اقطاب أى سرعته 1500 د/د وملفات المحرك الثانى تكون قطبيين أى سرعته 300 د/د ويلف الملفين فوق بعضهما البعض والصورة تمثل هذا النوع :-

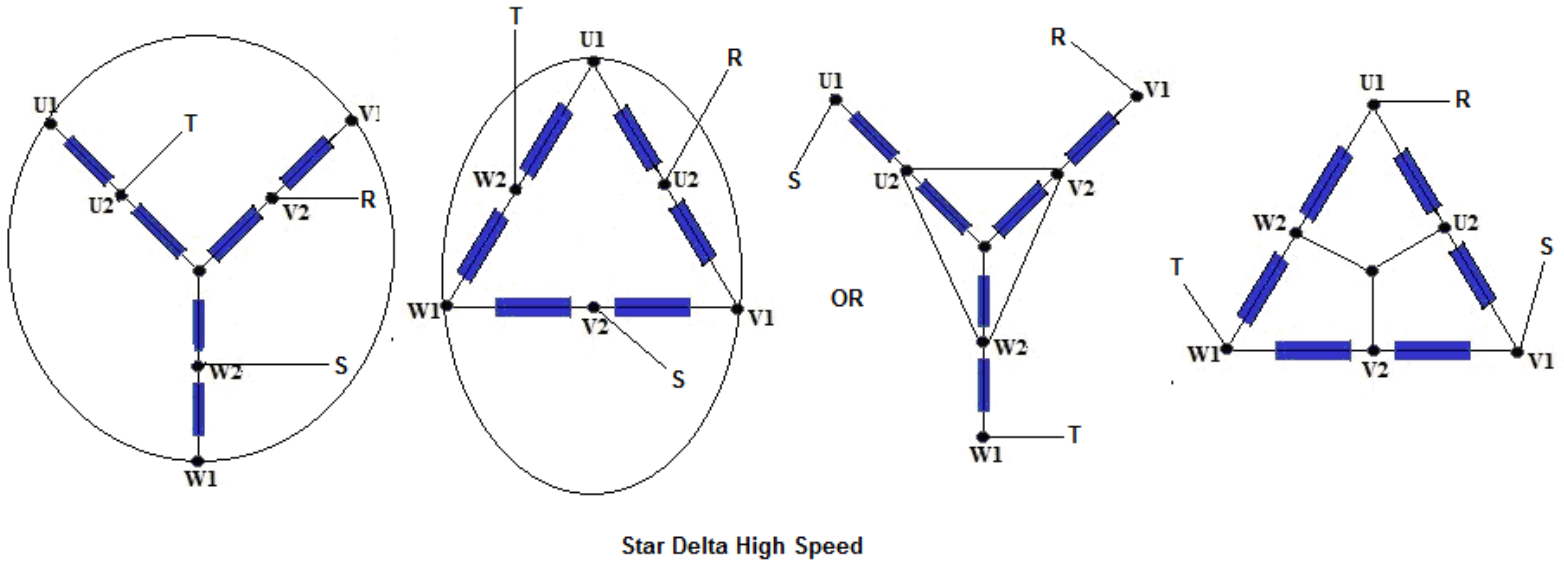


محركين بمحرك

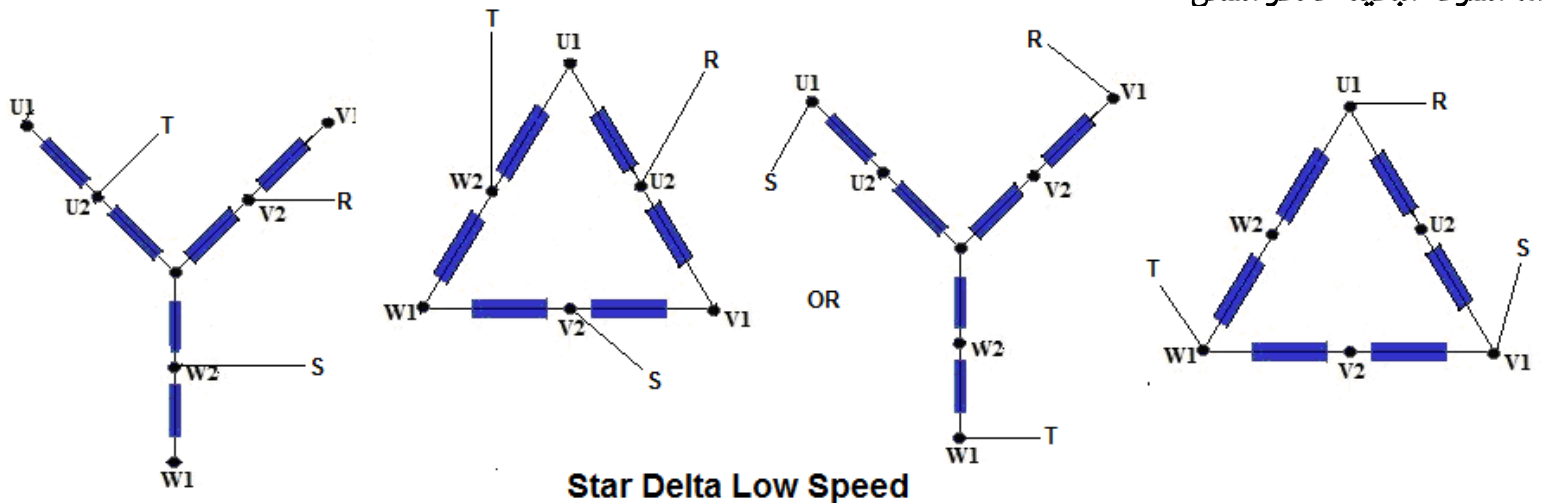
2- وفى بعض الاحيان تقسم الملفات الى مجموعتين من عدد الاقطاب حيث تكون السرعه البطيئة 4 اقطاب مثلا 1500 د/د والسرعة العالية توصل الملفات بالتوازي معا لتقلل عدد الاقطاب انظر الحالتين



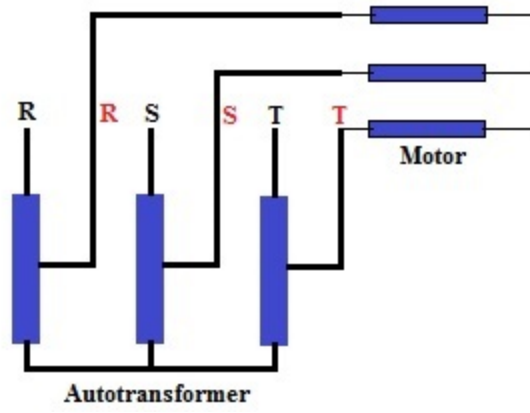
3- اما اذا اردت ان ترى التقسيم لمحرك ثلاثة اوجه موصول ستار او دلتا سرعتين فهو كما يلي :-
هذه التوصيلات التي تراها لمحرك ستار او دلتا سرعة عالية



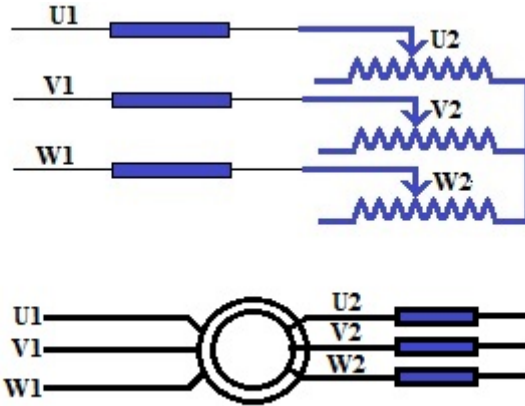
اما السرعة البطيئة فانظر الشكل



4- وبالنسبة الى انخفاض الجهد المسلط على المحرك يستخدم عادة محول ذاتي (Autotransformer) حيث يتم توصيلة كما بالصورة :-



5-ايضا يمكن التحكم بسرعة المحرك عن طريق مقاومات توصل مع الضو الثابت اذا كان المحرك ذو قفص سنجاب او اذا كان المحرك ذو عضو دائر ملفوف انظر الشكل :-



كانت هذه نماذج لبعض المحركات وكيفية التحكم بسرعة هذه المحركات بطرق مختلفة وسنرى توضيحا اكثر بتوصيلها بدوائر التحكم ان شاء الله .

والان سوف ناتي الى الموضوع الاساسى وهو دوائر التحكم الكهربائية .
ولكن قبل البدء بها يجب معرفة وفهم المخططات الكهربائية

المخططات الكهربائية (Electrical Drawings)

اولا:- تعريف المخطط الكهربائي

المخطط الكهربائي للدائرة هو عبارة عن ترجمة الادوات العملية الى ادوات نظرية وتمثيل الاداة بشكل مختلف عن الواقع وتمثيل الموصلات بخطوط معينة لتسهيل عملية التتبع للتوصيل .

حيث ان المخطط الكهربائي يرسم على الورق بطرق معينة ويترجم على الواقع باللوحات الكهربائية . كما ويمكن عمل محاكاة للمخطط قبل البدء بعملية التنفيذ للتأكد من الاخطاء الموجودة بالتوصيلات وتفاديها بشكل صحيح وذلك ضمن برامج معينة سنراها فيما بعد .

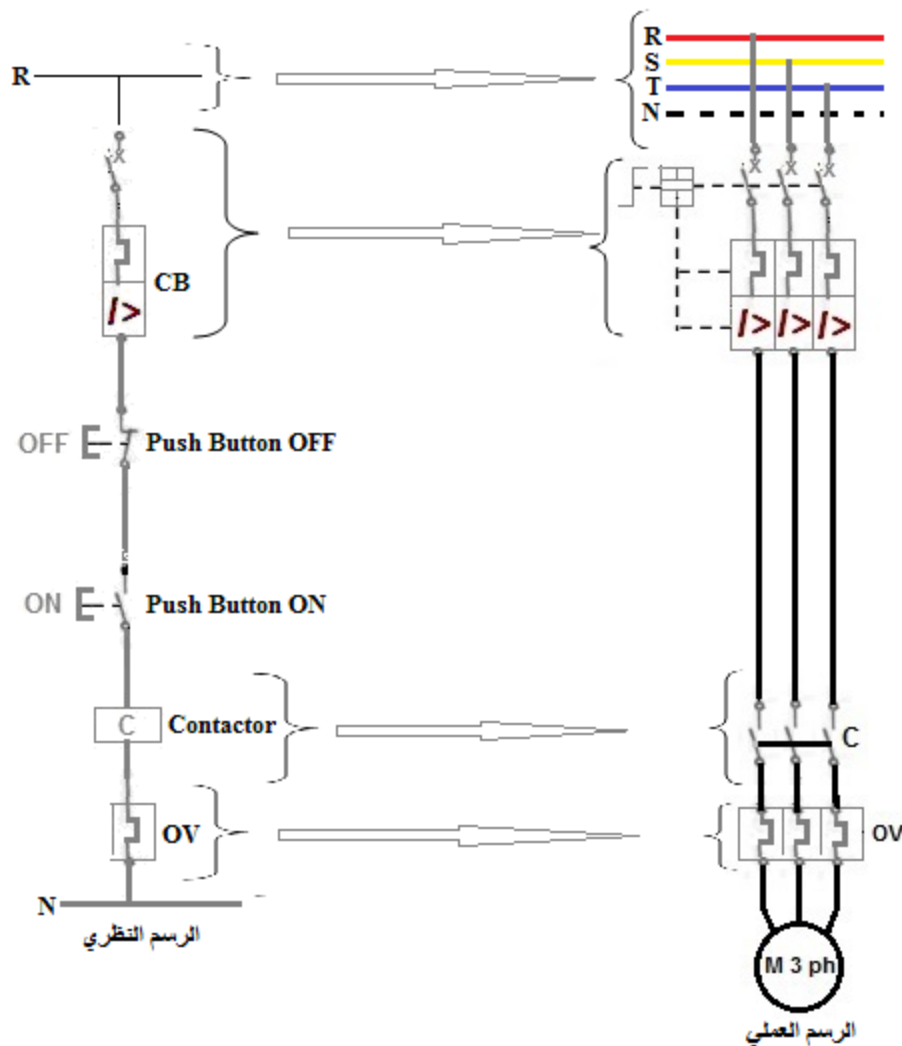
ثانيا :- انواع المخططات (Drawings Type)

ترسم الدوائر الكهربائية بطرق مختلفة ونظام معين لكل شركة مصممة للالات الكهربائية وكل شركة تصمم اله معينة تقوم بوضع كتاب مع هذه الاله تفسر به طرق تشغيل الاله وجميع انواع الادوات والاجهزة الموجودة مع هذه الاله والمخطط الرئيسى لها الكهربائي والميكانيكى وتقسم المخططات الى قسمين هما :-

1- المخطط الكهربائي العادى وهذا المخطط يستخدم به الرموز التى عرفناها سابقا وهى الرموز المستخدمة عالميا ويبين فى هذه المخططات

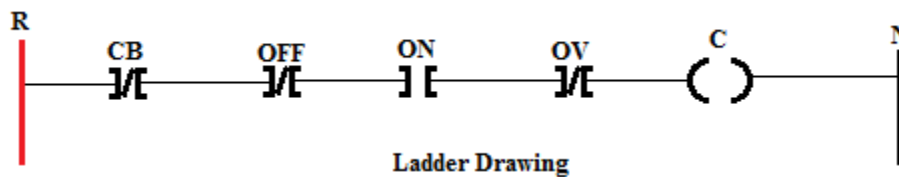
الرموز والدوات المستخدمة بالاله وباللوحة الكهربائية وطرق توصيله مع بعضها البعض . وهذا النوع من المخططات يقسم الى قسمين هما :-

القسم النظرى ويسمى (Control Circuit) وهى عبارة عن دوائر التحكم المستخدمة باللوحة الكهربائية ويبين هذا المخطط رموز الادوات التى تستخدم بالتحكم لتشغيل الاحمال الكهربائية الموجودة بالدائرة ويبين ايضا طرق الحماية الموجودة بالدائرة كعملية نظرية ولا يبين هذا القسم الاحمال الموجودة بالدائرة . ويستخدم هذا المخطط الرموز التى عرفناها سابقا .
القسم الثانى ويسمى (Power Circuit) وهذا القسم الذى يسمى الدائرة العملية للوحة او دائرة القوى حيث يبين فى هذا النوع جميع الاحمال الموجودة بالدائرة ويستخدم فيه الرموز العملية للدائرة واليك مثال بسيط على النوعين النظرى .

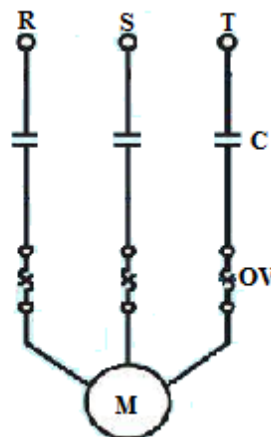


نلاحظ ان كل جزء من الدائرة العملية يقابلها رمزها بالرسم النظري والرسم العملي يسمى دائرة القوى (Power Circuit) اما الرسم النظري يسمى دائرة التحكم (Control Circuit) والمخططات الكهربائية ترسم على النوعين من الرسم . وهذا الرسم يسمى الرسم العمودي لانه ياخذ الاتجاه العمودي بالرسم كما هو ملاحظ بالرسم السابق .

2- المخطط السلمى (Ladder Drawing) وهذا النوع الثانى من انواع المخططات الكهربائية لرسم دوائر التحكم الكهربائى وهذا النوع من اسمه يمون شكل المخطط على شكل افقى مثل درجات السلم ويمكن تمثيل الدائرة السابقة بالمخطط السلمى كما يلى :-



حيث هذا لرسم يمثل الرسم النظري للدائرة اما الرسم العملي فهو كما يلى :-



وسوف نستعرض رموز المخططات السلمية فيما بعد .

والمخطط السلمي يستخدم عادة في دوائر المحاكاة للدوائر وبرمجة دوائر ال (PLC) وهى دوائر التحكم المنطقى المبرمج والتي سوف نتعرض لها ان شاء الله تعالى . والان نأتى الى الدخول بدوائر التحكم الكهربائى .

دوائر التحكم الكهربائى Electric Control Circuits

ان دوائر التحكم الكهربائى مهمة جدا بالالات الصناعية وغيرها من الاجهزة الكهربائىة سواء اكانت الكترونية او عادية . ومعظم الاحيان تجد الدائرة مصممة وجاهزة للعمل بمعظم الالات والاجهزة . ولكن هذا لا يفيد بنسبة كبيرة فيجب عليك معرفة مكونات الدائرة وعملها وطريقة توصيلها علميا وعمليا

واننا بصدد الدوائر التى نريد ان نصممها وليس الدوائر التى صممت من قبل غيرنا . فعند تصميم دائرة يجب معرفة المعطيات التالية :-
1- نوع الاله او الجهاز حيث ان نوع الاله او الجهاز له اهمية كبرى بتصميم الدائرة من حيث التعرف على بلد الصنع ونوع الاله والاجهزة المستخدمة بها

2- مبدأ عمل الاله حيث انه لا يمكن تصميم دائرة بدون معرفة مبدأ العمل للاله التى يجب عمل الدائرة لها .

3- طرق تشغيل الاجهزة التى تحتويها الاله . أى هل هذه الادوات او الاجهزة بحاجة الى تيار معين مثل التيار المستمر او المتردد وقيمة هذا الجهد .

4- الجهد الذى يعمل عليها محركات هذه الاله هل هو 380 فولت او 220 فولت ثلاثة اوجة او وجه واحد .

5- الجهد المفضل للاستخدام بالدائرة وهذا يعتمد على الموقع التى ستعمل بها الاله هل هو 380 فولت او 220 فولت او اقل من ذلك .

6- الظروف التى ستعمل بها الاله هل هى تشغيل مستمر او متقطع حسب مبدأ عمل الاله .

7- اجهزة الحماية للاله حيث انه يجب توفر جميع اجهزة الحماية من جميع الاخطار التى يمكن ان تحدث من قصر بالدائرة او التماس الا رضى .

8- معرفة التيار الذى سيستهلكه الحمل حيث انه يجب اختيار المفاتيح المغناطيسية حسب قدرة الحمل وايضا القواطع الخاصة بالحماية وزيادة الحمل .

والان دعنا نبدأ بتوصيلات التحكم والتى من خلالها سوف نتعلم اسرار وتصميم دوائر التحكم بكل دقة فتابع معى :-
التوصيلة الاولى

مثال :- يراد تشغيل محرك كهربائى من مكان واحد بواسطة مفتاح مغناطيسى وضواغط للتحكم بالايقاف والتشغيل مع اجهزة الحماية المناسبة لذلك .
الحل .

من المعلومات التى يجب اتباعها قبل عملية التصميم هى

1- معرفة الجهد الرئيسى للدائرة ولنفرض انه 380 فولت .

2- معرفة جهد التحكم وهو الجهد الذى يعمل عليه المفتاح المغناطيسى وليكن 220 فولت . اذن بهذة الدائرة سوف يكون المصدر الرئيسى للدائرة هو مكون من 5 خطوط 3 خطوط حارة وخط التعادل وخط الحماية الارضى .

3- يجب معرفة قدرة المحرك حتى يتم اختيار المفتاح المغناطيسى المناسب له ولنفرض ان قدرة المحرك هى 30 كيلوواط فيجب استنتاج التيار المسحوب من المحرك بعلاقة القدرة التى درسناه سابقا كما يلى

$$P = 1.73 \times V \times I \times \cos\phi \text{ ————— } I = P / 1.73 \times V \times \cos\phi \text{ ————— } I = 30 \times 10^3 / 1.73 \times 380 \times 0.8 \text{ — } I = 57 \text{ Amp}$$

اذن التيار الذى يستهلكه المحرك هو 57 امبير لذا يجب اختيار مفتاح مغناطيسى تياره اكبر من التيار المسحوب حتى يتحمل تيار البدء

للمحرك لان كل محرك ببداية التشغيل ولفترة بسيطة جدا يسحب 6 اضعاف التيار المقرر وبعدها يستمر التيار المسحوب بالانضباط اذن سوف نقوم بزيادة 25% على تيار المحرك وتعادل هذه القيمة 15 امبير ونقوم باضافة هذه القيمة الى قيمة التيار المسحوب فتصبح 71 امبير ولكن هذه القيمة لا توجد عالميا بالمفاتيح المغناطيسية لذا نختار مفتاح مغناطيسى تياره 90 امبير ليفى بالغرض المطلوب .

4- اختيار نوع اجهزة الحماية حيث يجب ان باى دائرة تحكم صغيرة او كبيرة يجب اختيار اجهزة الحماية اللازمة لحماية الدائرة والحمل من الاضرار

فالبدية نختار القاطع الرئيسى للدائرة ويفضل ان يكون حرارى مغناطيسى تياره اعلى من تيار الحمل المحسوب سابقا . نختار تيار القاطع 100 امبير كون القواطع لا توجد بها بالمقياس العالمى 90 امبير .

5- اختيار الافرلود المستخدم لحماية المحرك من زيادة الحمل ونقوم بضبط تياره على قيمة التيار المناسب للحمل ويكون فوق ال 57 امبير .

6- اختيار مساحة مقطع كابل المحرك حيث انه يجب اختيار مساحة مقطع الكابل للمحرك بطريقة صحيحة واختيارها يعتمد على العوامل التالية

اولا :- نوع الكابل المستخدم هل هو مصنوع من النحاس او الالومنيوم او غير ذلك .

ثانيا :- طريقة وضع الكابل هل هو هوائى او مدفون بالارض داخل انابيب بلاستيكية .

ثالثا :- المسافة بين اللوحة والمحرك حيث ان المسافة تؤثر على الهبوط بالجهد للمحرك .

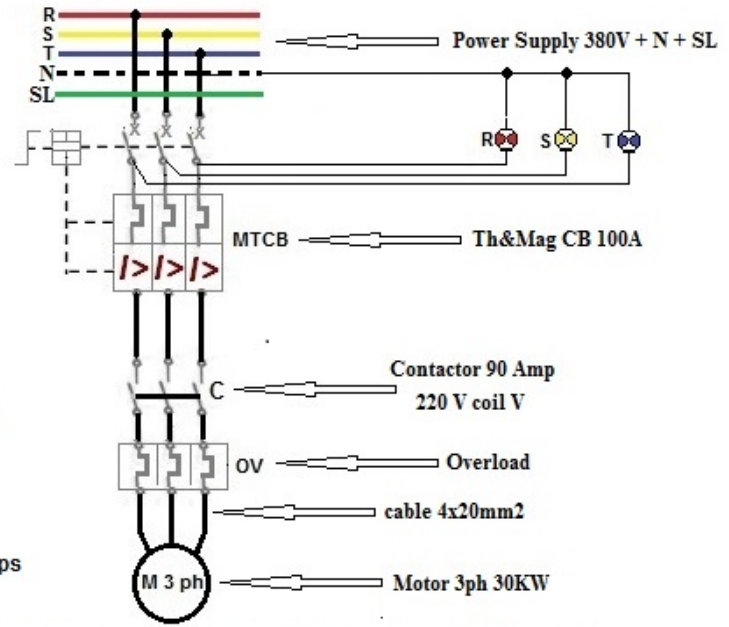
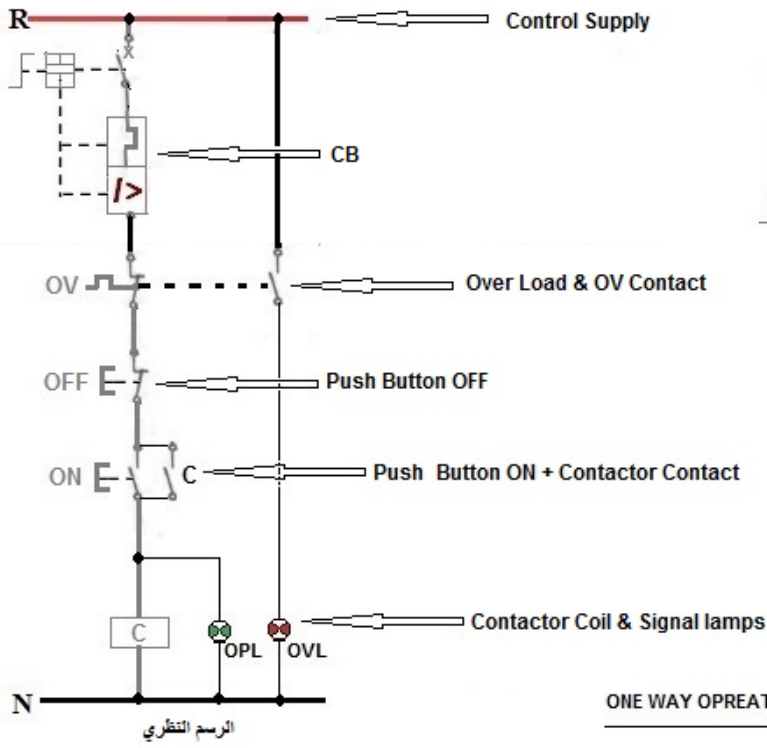
وسوف نقوم بطريقة سريعة لحساب مقطع الكابل المستخدم وهى تقسيم التيار المستهلك للمحرك على القيمة 4 ونقوم بزيادة 25% عليها فتتار المحرك هو 57 امبير اذن $57 / 4 = 14.25 + 3.5 = 18 \text{ mm}^2$

لذا نختار كابل مساحه مقطعه 20 ملم اذن الكابل المستخدم من اللوحة الى المحرك يكون $4 \times 20 \text{ mm}^2$.

والان نعود الى التصميم اولا يجب ان نفكر بالتصميم جيدا لذا يجب ان نرسم المخطط على الورق اولا ومن ثم نتحقق من الرسم بالتجربة على برامج معينه تمنحنا محاكاة الدائرة وتشغيلها حتى يتبين لنا الاخطاء فيها اذا وجدت ومن هذه البرامج الشهيرة .

برنامج ECTS or Zelio soft وغيرها من برامج محاكاة الدوائر .

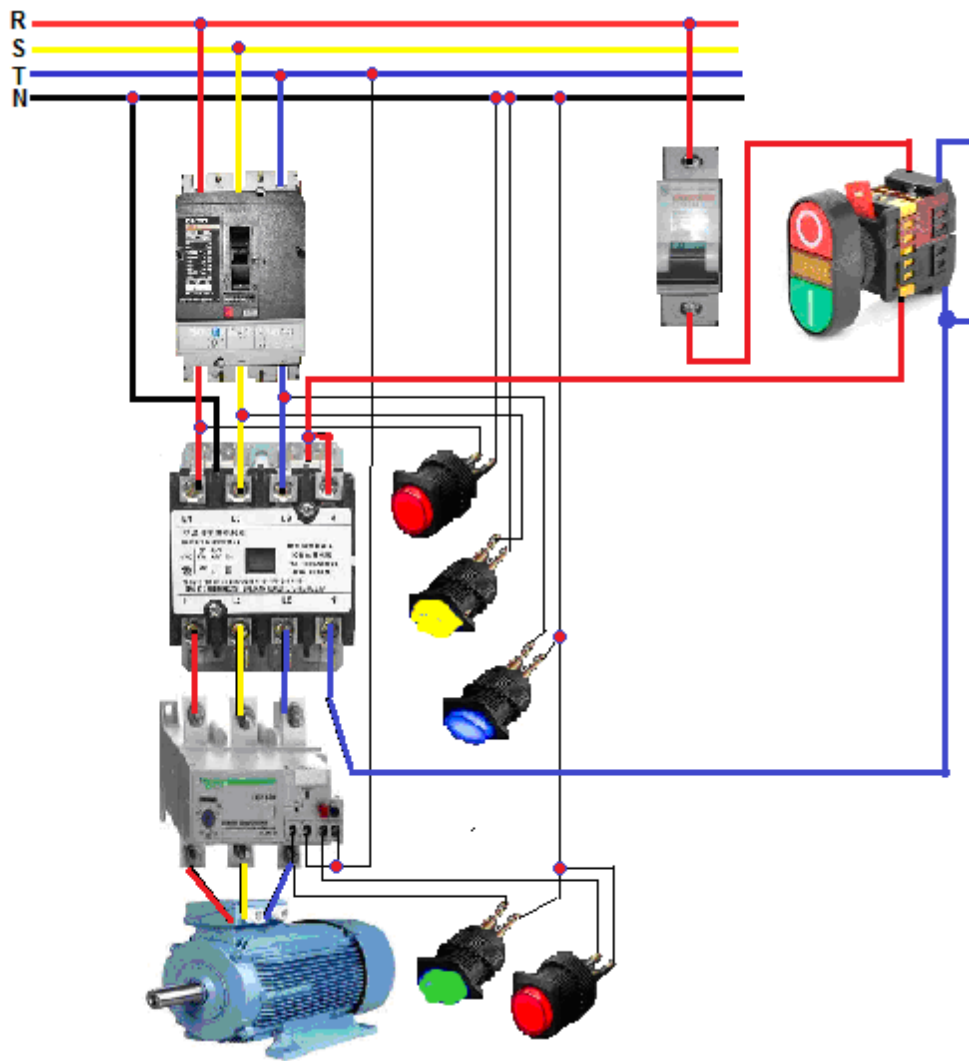
انظر الرسم على الورق حسب المواصفات المذكورة سابقا بالمخطط العمودى والمخطط السلمي



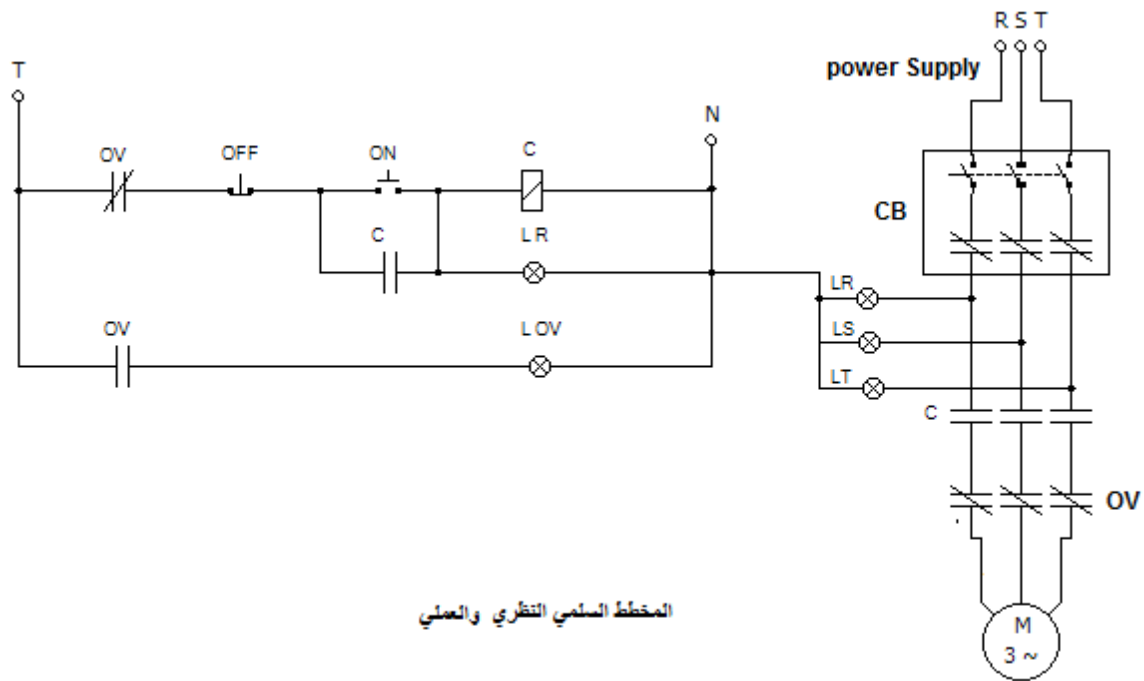
ONE WAY OPREATE MOTOR 3 Ph WITH PROTACTION DEVICES WITH SIGNAL LAMPS

لاحظ تتبع التيار بالرسم العملي والنظري ان المصدر الرئيسي المغذى للدائرة هو الذى سوف يغذى لنا دائرة التحكم فنلاحظ بالدائرة العملية ان بعد المصدر المغذى وضعنا قاطع حماية من نوع حرارى مغناطيسى وايضا لمبات اشارة لتدل على وجود الثلاثة اوجه دون نقص احدى الاوجه وبعد القاطع قمنا بتوصيل الخطوط الرئيسية الى المفتاح المغناطيسى الكونتاكور ومنه الى جهاز الحماية من الحمل الزائد الافرلود ومنه الى المحرك .

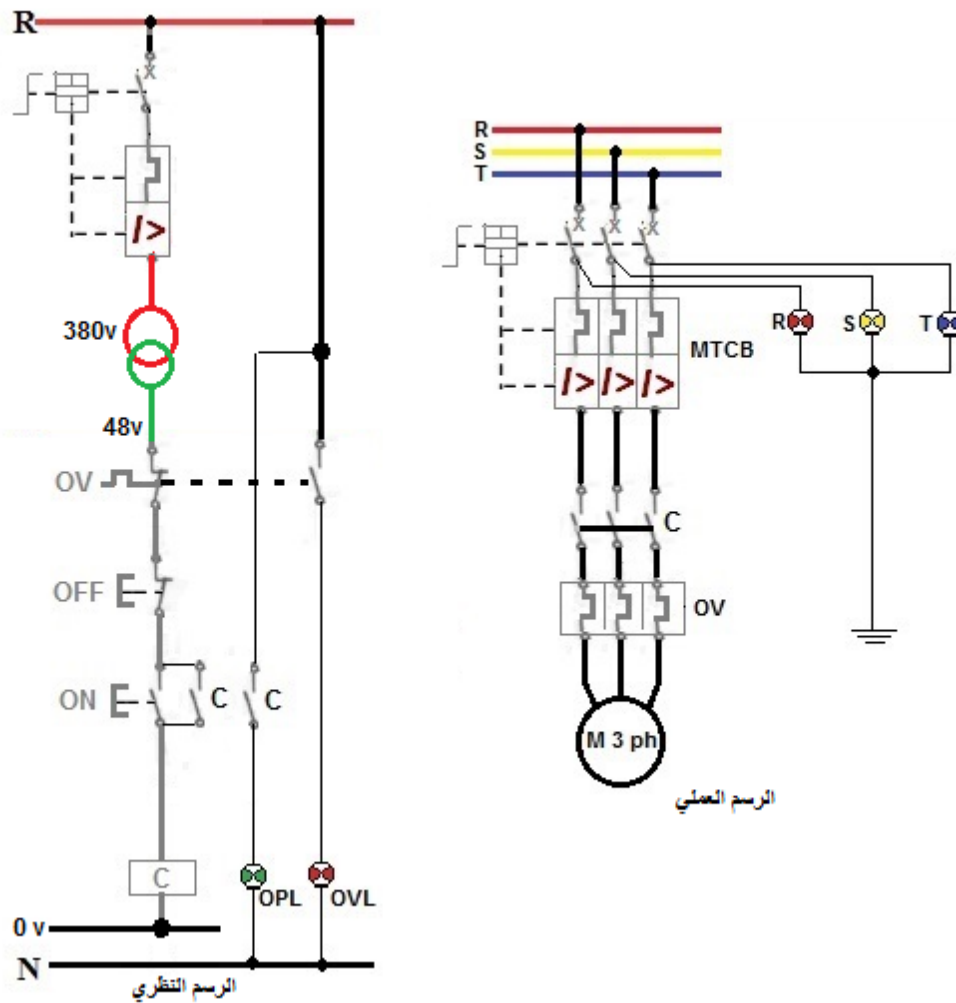
اما بالنسبة الى الرسم النظري فقد قمنا باستبدال الرموز العملي الى الرموز النظرية ومنه ضواغط التشغيل والايقاف ونقطة المساعدة للكونتاكتور حتى يستمر الكونتاكور بالعمل لغاية ما تضغط على ضاغط الايقاف وهذه الطريقة تسمى (Latch) وهناك ايضا لمبتان اشارة فى حالة تشغيل المحرك تضئ اللمبة الخضراء اما الحمراء تضئ عند وجود حمل زائد بفعل تلامس الافرلود المفتوح .



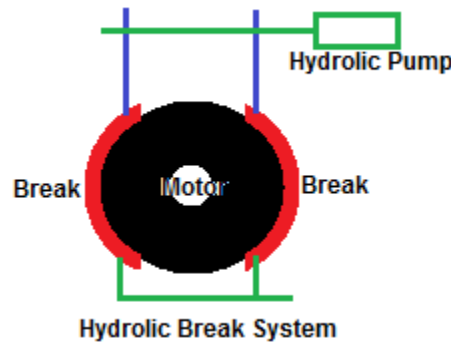
اما المخطط العملي والنظري بواسطة المخطط السلمي فهو كما يلي :-



ومن هذه الدوائر اتوقع الان اننا فهمنا الدائرة الرئيسية للتحكم وهذه الدائرة تعتبر اهم دائرة وهى التى يعتمد عليها مبدأ جميع الدوائر . والان سناخذ جميع الدوائر التى تتعلق بمثل هذه الدائرة .
 — يراد تشغيل محرك كهربائي 380 فولت بواسطة كونتاكتور 48 فولت تيار متردد مع ضواغط للتحكم بالتشغيل والايقاف .
 انظر الدائرة



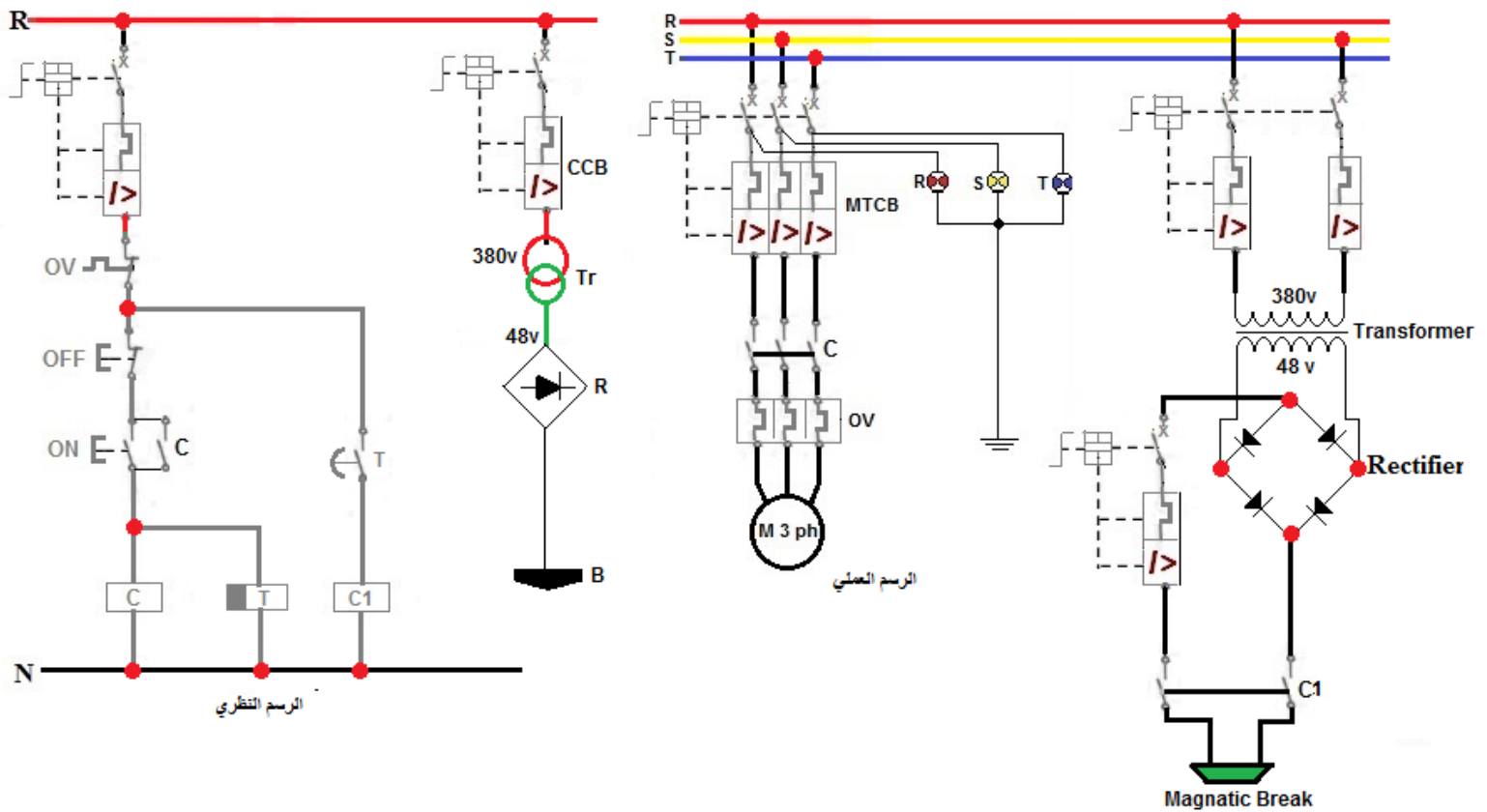
نلاحظ من الدائرة اننا استخدمنا محول خفض (Step Down Transformer) وذلك لخفض جهد التحكم من 380 فولت الى 48 فولت وكلما كان الجهد اقل بالنسبة للتحكم يكون افضل لان قوة التيار مع انخفاض الجهد تزيد وبالتالي تزيد قوة المجال المغناطيسى فى ملف المفتاح المغناطيسى وبذلك قوة المجال المغناطيسى تقلل من عملية ارتخاء التلامسات بالنسبة للمفتاح المغناطيسى .
والان هناك معظم المحركات يستخدم بها كايح (Break) وهذا الكايح يستخدم لاييقاف المحرك بعد فصل التيار عنه بعد ثوانى معدودة ويكون هذا الكايح هو عبارة عن احدى الحالتين الحالة الاولى يكون محرك صغير يعمل على ثلاثة اوجة وهذا المحرك يقوم بتشغيل مضخة هيدروليكية وهذه المضخة تعمل على فتح اطارين من الفيبر وهذان الاطاران هما يعتبران الكايح للمحرك كما بالصورة



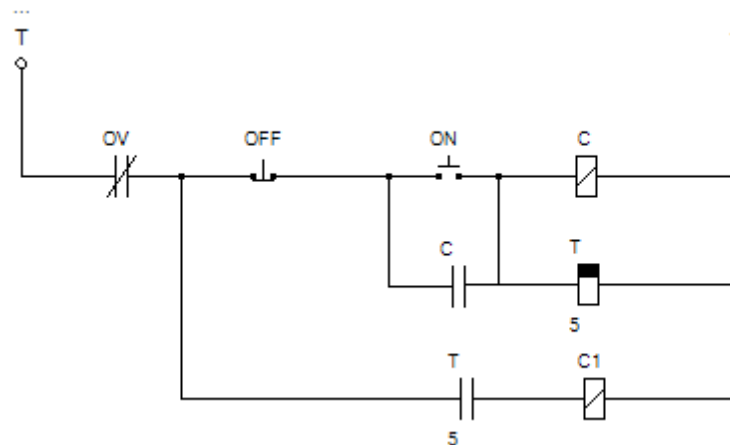
اما الحالة الثانية للكايح فهو عبارة عن ملف يعمل بالتيار المستمر بجهد قليل يقارب من 80 الى 100 فولت او 48 فولت تيار مستمر وذلك لزيادة قوة المجال المغناطيسى له وهذا الكايح يكون خلف المحرك كما بالصورة



وهذا الكابح يجب ان يعمل بعد فصل التيار عن المحرك بزمان قليل حتى لا يؤثر على المحرك الوقوف الفجائي لذا يجب استخدام تايمر تاخير لوقت الفصل (Delay OFF) لاحظ التوصيل



اتوقع ان هذه الدائرة سهلة ولا يوجد بها صعوبة واليك الرسم بالمخطط السلمي



والان نأتى الى التمارين العملية والتوصيلات التى نراها بالالات الصناعية التى تشمل على محرك او محركين بدوائر بسيطة التمرين الاول :- يراد تصميم لوحة لمضخة مياه حسب المواصفات التالية :-
هذه المضخة مئبته على خزان ماء وتزود هذا الخزان بالماء وشروط تصميم هذه الدائرة ما يلى :-
1- اذا وجد بالخط الرئيسى ماء والخزان فارغ تعمل المضخة لحين ملئ الخزان وتقف المضخة .
2- اذا لم يكن ماء بالخط المزود الرئيسى لا تعمل المضخة حتى لو الخزان فارغ .
هذه شروط التصميم فهيا نقوم بالتصميم
الادوات التى نحتاجها هى

— مضخة 3 اوجة 380 فولت (Water Pump)

— كنتاكتور 48 فولت جهد الملف (Contactor)

— محول خافض من 380 الى 48 فولت والى 12 فولت (StepDown Transformer)

— عوامة ماء كهربائية (Electric Flow)

وهذه العوامة توضع باسفل الخزان من الداخل بحيث عندما يمتلئ الخزان ترتفع الى اعلى وتقوم بعملية الفصل واذا الخزان تقوم بعمل التوصيل وهى عبارة عن تلامسين احدهما مغلق والاخر فاتح ويخرج منها ثلاثة خطوط الاول مشترك بيت التلامسيين و الثانى تلامس فاتح والثالث تلامس مغلق . وهذه اشكال العوامات الكهربائية

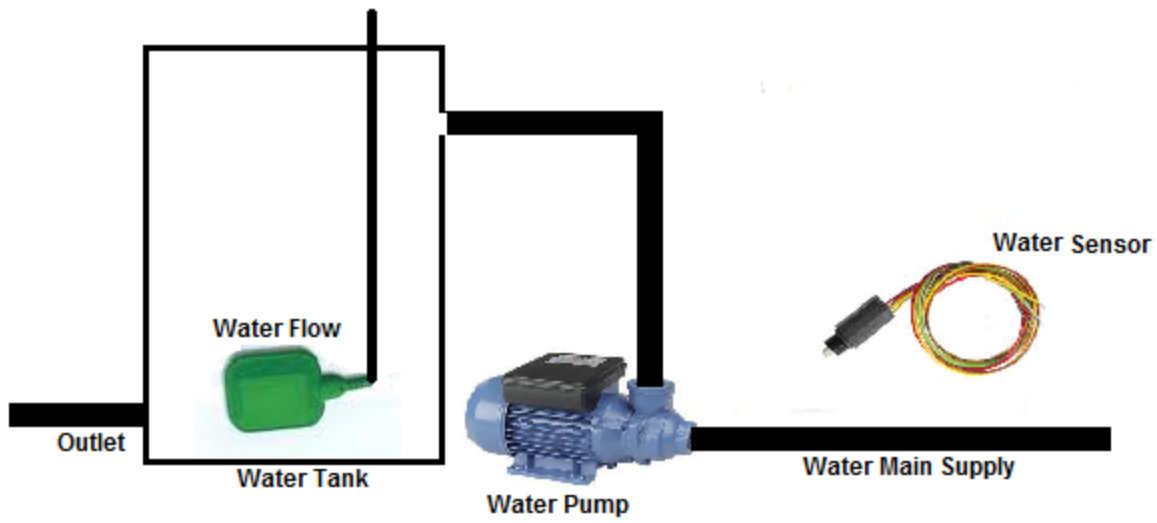


— مجس ماء (Water Sensor)

بحيث ان هذا المجس يثبت على خط الماء الرئيسى ليشعر بوجود الماء ام لا . وهذا احد اشكال المجسات

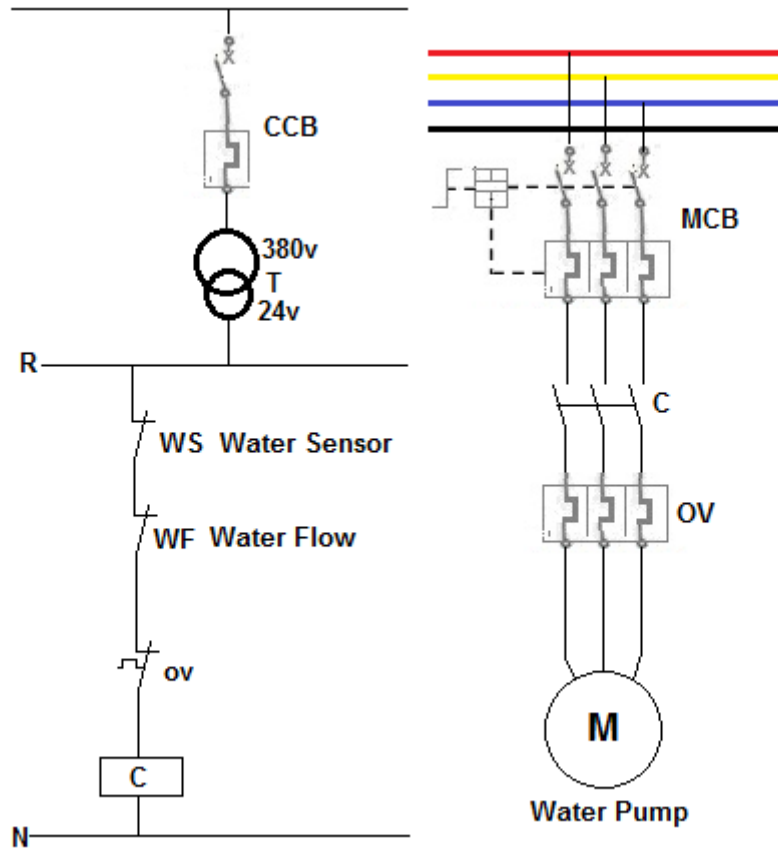


حيث ان هذا المجس له 4 خطوط اثنان مصدر كهربائى منخفض واثنان تلامس الكترونى حيث انه اذا كان هناك ماء بالانبوب اغلق التلامس والعكس صحيح . لذا يجب تشغيله على جهد منخفض حسب مواصفات المجس وليكن 12 فولت مثلا . انظر الرسم التفصيلى للمطلوب من اجل التصميم



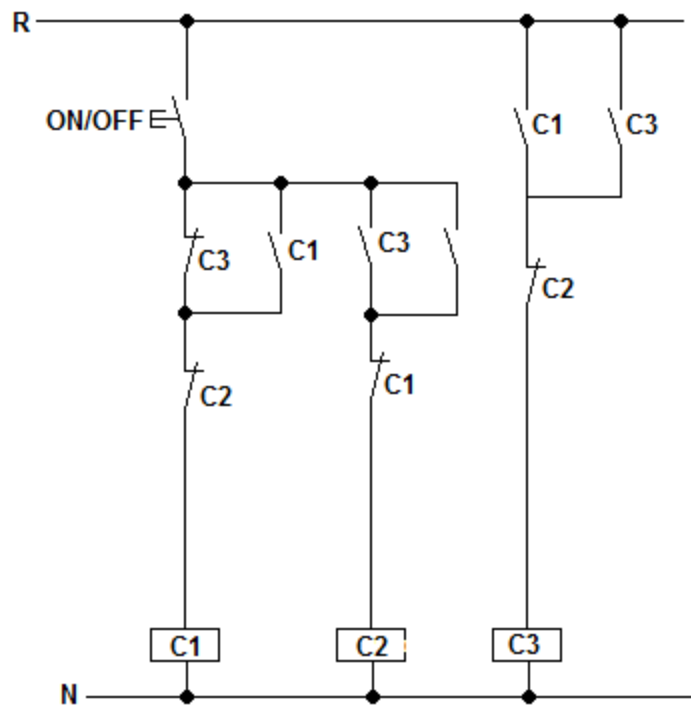
ومن الطبيعي فى هذه الحالات التى تكون الادوات الكهربائية داخل خزانات الماء يجب استخدام جهد منخفض للتحكم خوفا من حدوث تسريب ارضى بالخزان او ملامسة أى خط من خطوط التيار الكهربائى له .
فكرة التصميم

ان هذا التصميم بسيط للغاية حيث انه يتم توصيل تلامس المجس بالتوالى مع تلامس العوامة المغلق بحيث انه اذا لا يوجد ماء بالخط المغذى للماء الرئيسى لا تعمل المضخة حتى ولو ان الخزان فارغ واذا وجد ماء بالخط الرئيسى تعمل المضخة اذا كان الخزان فارق وعندما تطفو العوامة على سطح الماء عند امتلاء الخزان فان العوامة سوف تفصل المضخة وهكذا . لاحظ دائرة التحكم لها .



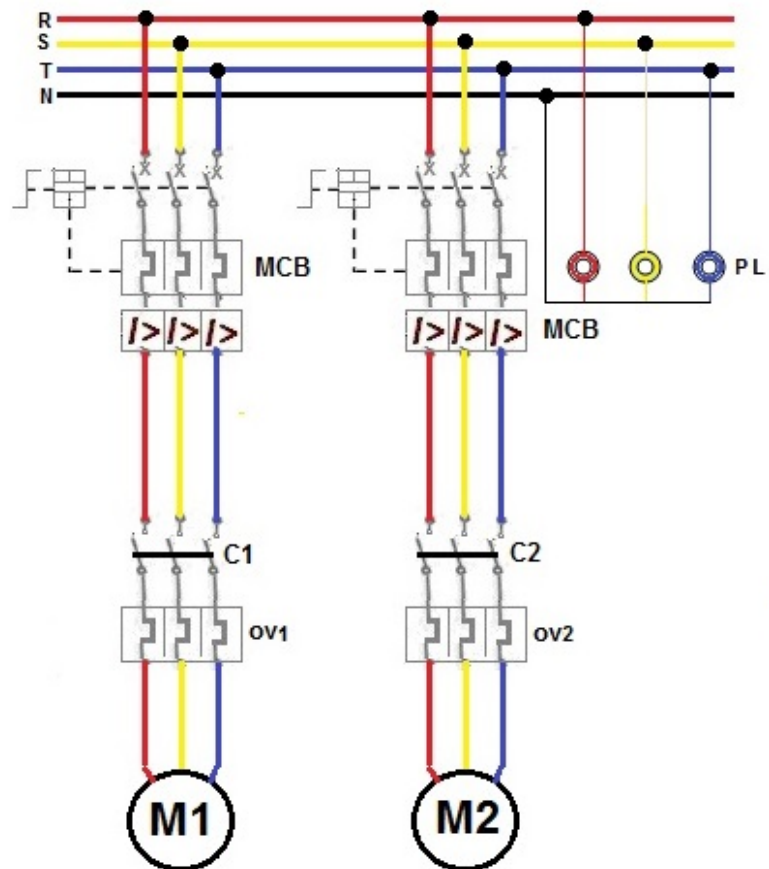
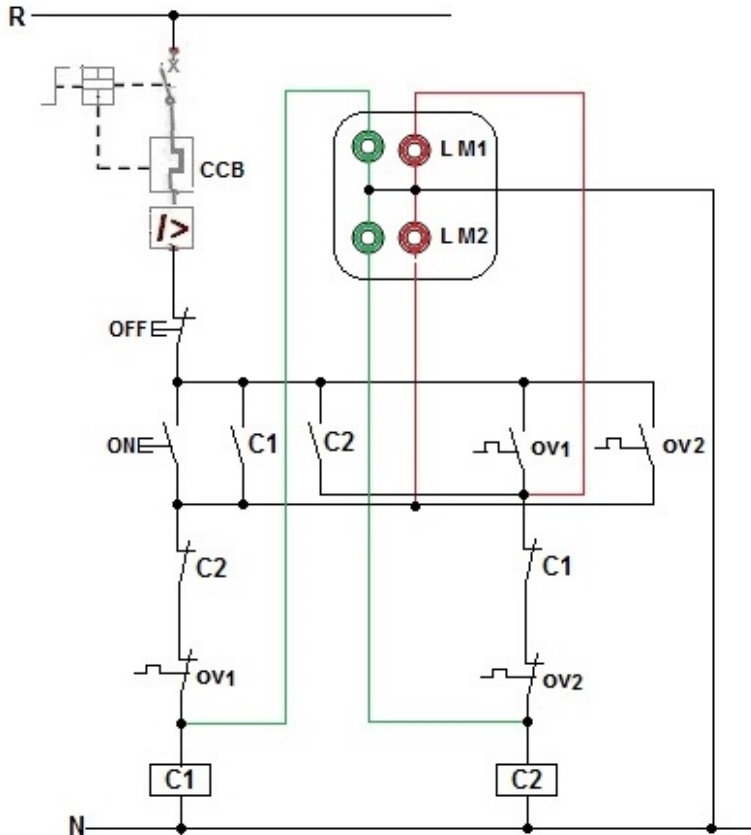
لاحظ اننا فى هذه التوصيلة استخدمنا نقطة مغلقة بالعوامة ولكن عندما يكون لدينا خزانين احدهما رئيسى والاخر فرعى فاذا امتلاء الخزان الرئيسى يقوم بالتفريغ بالخزان الفرعى وبهذه الحالة نستخدم النقطتين لكل من العوامتين اترك هذه التوصيلة لك لتفكر فيها وهى بسيطة جدا حاول ان ترسمها .

والان سنأتى الى دائرة مهمة جدا وممتعة جدا وهى تشغيل محرك وايقافه بواسطة كونتاكتور ولكن بضابط تشغيل واحد فقط حيث ان الضغطة الاولى تقوم بتشغيل الكونتاكتور والضغط الثانية تقوم بإيقاف الكونتاكتور . بدلا من استخدام ضابط إيقاف لاحظ معى التوصيلة وشرحها بالتفصيل

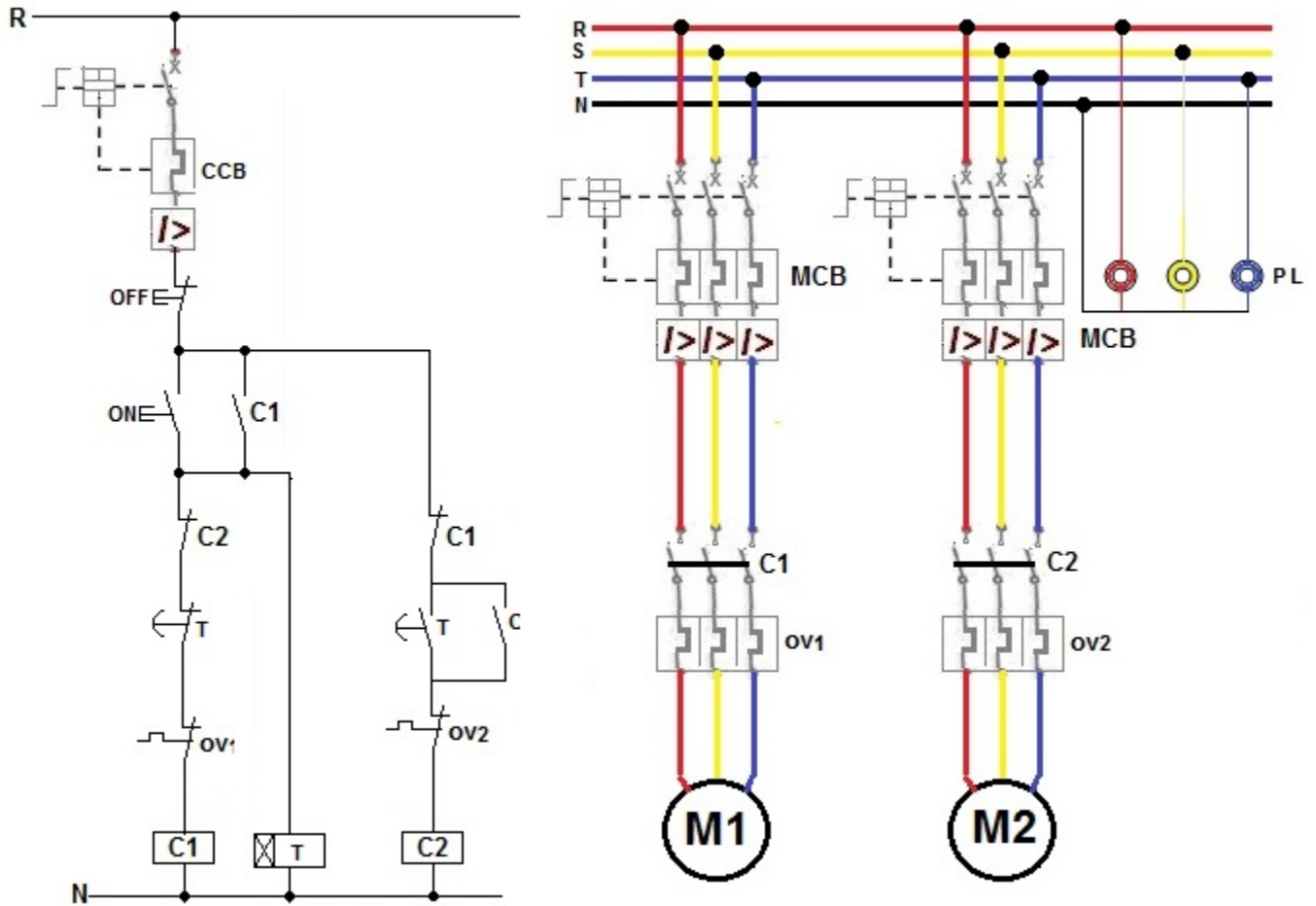


في هذه الدائرة نستخدم ثلاثة مفاتيح مغناطيسية المفتاح الاول والثاني مفاتيح مغناطيسية مساعدة وبامكانك استخدام ريليهات بدل منهم اما المفتاح المغناطيسي الثالث فهو الذي يقوم بتشغيل المحرك .
 فعند الضغط على مفتاح التشغيل ON يعمل الكونتكتور C1 لحظة بسيطة ليصل التيار الى C3 ويعمل C3 بشكل مستمر لوجود نقطة تلا مس على التوازي مع نقطة كونتكتور C1 الان استمر المحرك بالتشغيل وعند الايقاف نضغط مرة اخرى على مفتاح التشغيل وبهذه الحالة يعمل الكونتكتور C2 ليقوم بفصل التيار عن C3 لان هناك نقطة تلامس مغلقة ل C2 بالتوازي مع C3 ويفصل المحرك عن العمل . ارجوا ان تكون الفكرة واضحة .
 والان مع دائرة جديدة

لدينا محركين بالة معينة نريد ان نصمم لها دائرة حسب المواصفات التالية
 المحرك الاول يعمل بالبداية وله لمبات اشارة تدل على عمله وعلى ايقافه وعندما يزيد الحمل عليه ويفصل الافلرود المخصص له يعمل المحرك الثاني تلقائيا واذا زاد الحمل على المحرك الثاني يعمل المحرك الاول وهكذا بحيث ان الاله لا تتوقف عن العمل نهائيا .



والان نأتى الى دائرة اخرى بسيطة جدا وهى عبارة عن الة بها محركين يعمل الاول بالبداية والثانى يعمل بعد فترة معينة حيث ان ابمحرك الا ول يتوقف عن العمل عند انتهاء الفترة الزمنية انظر الرسم



تابع معنا الجزء الثانى من الموسوعة
خالد العويسات