المختصر في
المحركات الحثية
ثلاثية الطور

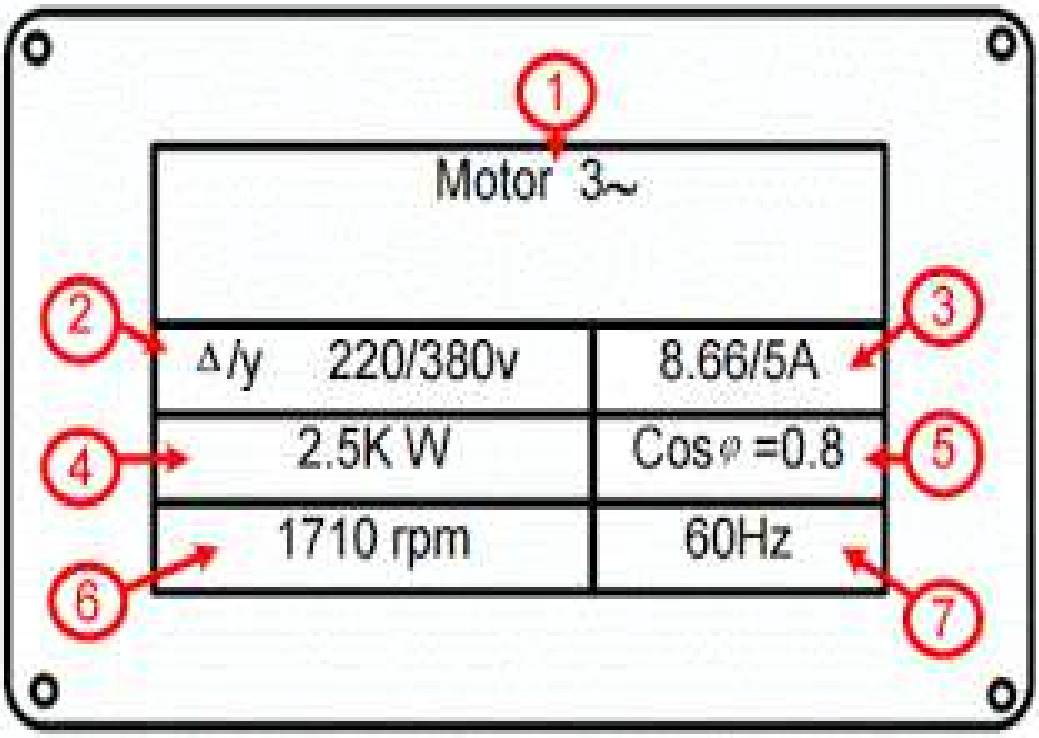
إعداد

عقيل محمد فني كهرباء

محركات التيار المتردد ثلاثي الطور

هي محركات استنتاجيه تعمل على مصدر تيار متغير ثلاثي الطور وتكون عدد الموصلات التي تمدها ثلاث

ويكون الجهد المغذي إما 220 فولت أو 380 فولت



مميزات المحركات ثلاثية الطور

تمتاز المحركات متعددة الأوجه عن المحركات أحادية الوجه بعدة وجوه منها:

1- أصغر حجما وأبسط من حيث التكوين

2- لها خصائص تشغيل أفضل من المحركات أحادية الوجه التي تتماثل معها في القدرة

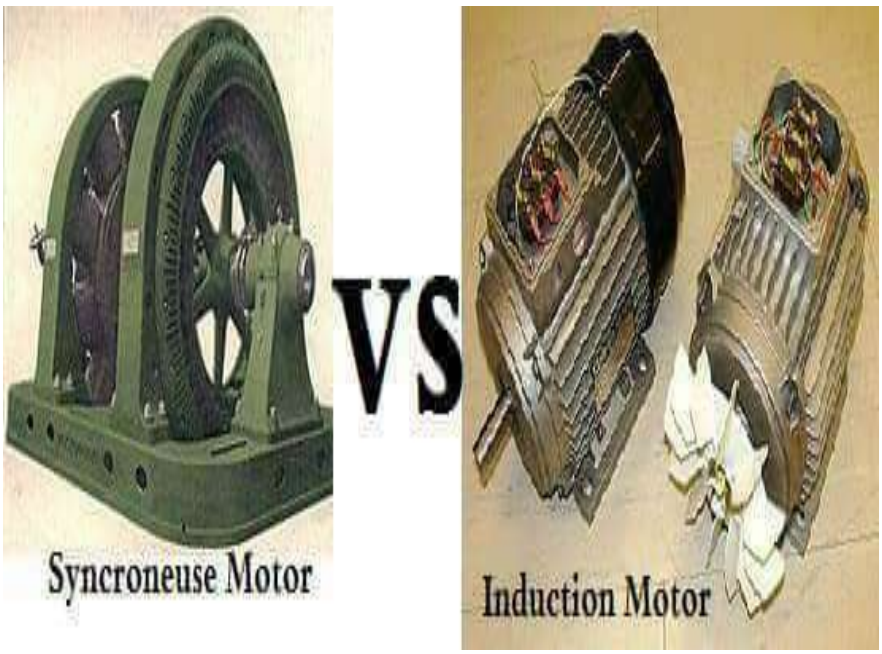
3- خط القدرة ثلاثي الأوجه يحتاج إلى ما يقرب من ثلاثة أرباع النحاس الذي يحتاج إليه أحادي الوجه بنفس السعة والجهد وكثافة النقل

أنواع المحركات الثلاثية الطور

تقسم محركات التيار المتردد من حيث العضو الدوار الى قسمين :

1-محركات حثية indaction motors

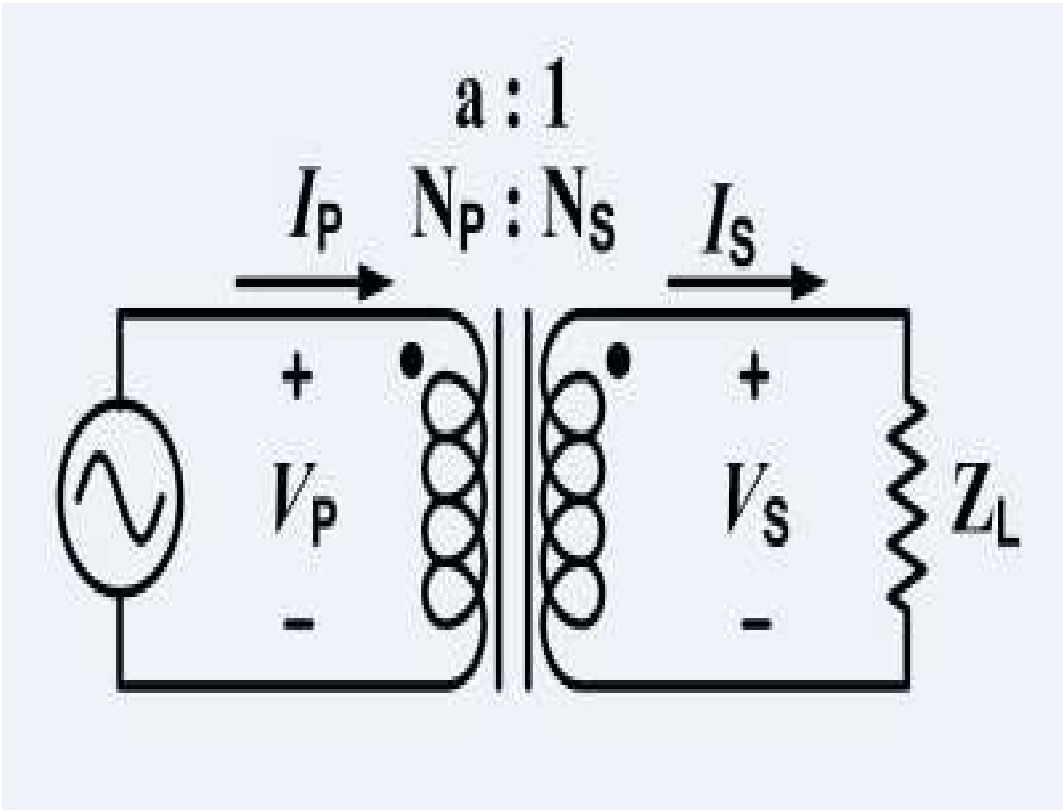
2-محرك تزامنية synchronous motors



1-المحركات الحثية ثلاثية الطور

وتعرف ايضا بالمحركات الغير تزامنية

المحركات الحثية هي محركات تيار متردد تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية وهي إحدى تطبيقات قانون فارادي للحث فهي تعمل فقط في أنظمة التيار المتردد



الأجزاء الرئيسية في المحركات الحثية ثلاثية الطور

1- العضو الثابت

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية وهي:

الهيكل الخارجي (الإطار)

يصنع من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم ذو زعانف على سطحه الخارجي تعمل على تبريد الملفات خلال الهواء المندفع من مروحة التبريد.
ويستخدم الإطار لحمل الرقائق المكونة للقلب ولتثبيت الغطاءان الجانبيان وصندوق لوحة التوصيل

قلب العضو الثابت

ويصنع من رقائق الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها بالورنيش والمضغوطة

يشق على محيطها الداخلي مجاري طولية توضع بها ملفات العضو الثابت

ملفات العضو الثابت

وتصنع من أسلاك نحاسية معزولة بالورنيش تلف على فرم خاصة بمقاس وبعدد لفات يتناسب مع قدرة المحرك وتربط بالجهد والتيار المار فيها

توصل أطراف الملفات بحيث تنتج ثلاث وحدات مستقلة متشابهة ومتساوية في كل شيء توزع على محيط العضو الثابت بحيث تتباعد بداياتها ونهاياتها عن بعضها بزاوية مقدارها 120 درجة كهربي وظيفتها إنتاج ثلاث مجالات دائرية متعاقبة ينتج عنها المجال الدائري الذي يتسبب في إحداث عزم الدوران في المحرك

2- العضو الدائر

وهو نوعين:

العضو الدائر ذوالقفص السنجابي

يتكون من مجموعة رقائق الصلب السليكوني المعزولة بالورنيش تثبت على عمود الدوران

يشق على محيطها الخارجي مجاري طولية بشكل عدل أو مائل توضع به قضبان (أسياخ) من النحاس أو الألمنيوم وتوصل أطراف القضبان وتلحم من الناحيتين بواسطة حلقتين مقفلتين من نفس معدن القضبان

العضو الدائر الملفوف

يتكون من مجموعة رقائق الصلب السليكوني المعزولة بالورنيش تثبت على عمود الدوران

يشق على محيطها الخارجي مجاري طولية

توضع بها ملفات من سلك النحاس المعزولة

بالورنيش تكون معزولة عن المجاري بواسطة عازل ورقي أو بلاستيكي

توصل الملفات مع بعضها مكونه ثلاث مجموعات متساوية في عدد الملفات

يخرج من كل مجموعة بداية ونهاية

تقصر البدايات الثلاث أو النهايات معا في نقطة داخليا

وتوصل الثلاث أطراف الأخرى إلى ثلاث حلقات انزلاق تكون مثبتة على عمود الدوران ومعزولة عنه وعن بعضها

يتلامس مع هذه الحلقات الثلاث ثلاث فحمات (فرش) متصلة بثلاث أطراف توصل مع مقاومة ثلاثية متغيرة تكون كلها في دائرة ملفات العضو الدائر عند بدء التشغيل ثم تخرج منها شيئا فشيئا بعد أن يصل المحرك إلى 80% من سرعة دورانه

3- الغطاءان الجانبيان

يصنعان من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم أي من نفس معدن الإطار ويثبتان بواسطة مسامير

قلاووظ ويكون احدهما أمامي والآخر خلفي يحتويان على كراسي البلي التي تركب على عمود الدوران وتعمل على اتزان العضو الدائر وتسهل حركة دورانه وجعله في وضع يسمح له بحرية الحركة

4- مروحة التهوية

وهي جزء مهم حيث تصنع من الألمنيوم

أو البلاستيك

أثناء دوران المحرك فيندفع الهواء بين زعانف

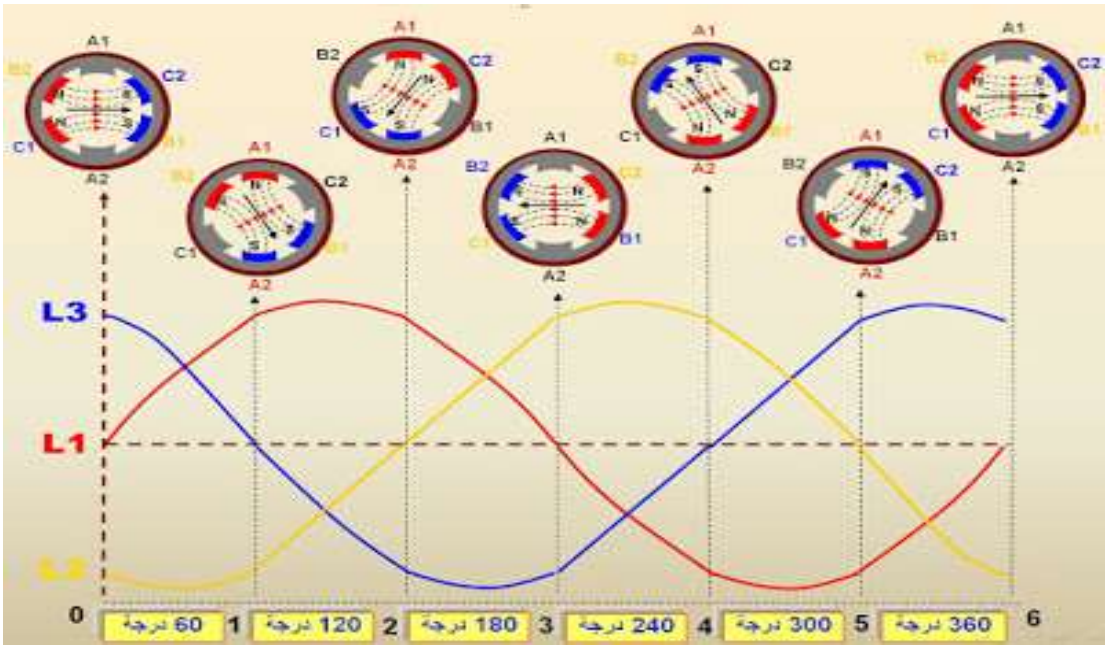
الإطار فتخفض من درجة الحرارة التي تنشأ عن مرور التيار في ملفات القلب الحديدي للعضو الثابت

نظرية عمل المحركات الحثية الثلاثية الطور

من المعروف ان المحركات الثلاثية الطور توصل ملفاتها التي تشكل ملفات الاطوار الثلاثة اما على شكل نجمة star او على شكل مثلث delta

وحيث ان هذه الملفات وهي ملفات العضو الساكن يوجد بين كل ملف وأخر زاوية فراغية قدرها 120 درجة فإنه سيمر في هذه الملفات تيارات متزنة بين كل تيار وآخر 120 درجة

ونتيجة لمرور هذه التيار بهذه الصفة فإنه سينشأ في الثغرة الهوائية مجال مغناطيسي دوار منتظم هذا المجال المغناطيسي يدور بسرعة تسمى السرعة التزامنية

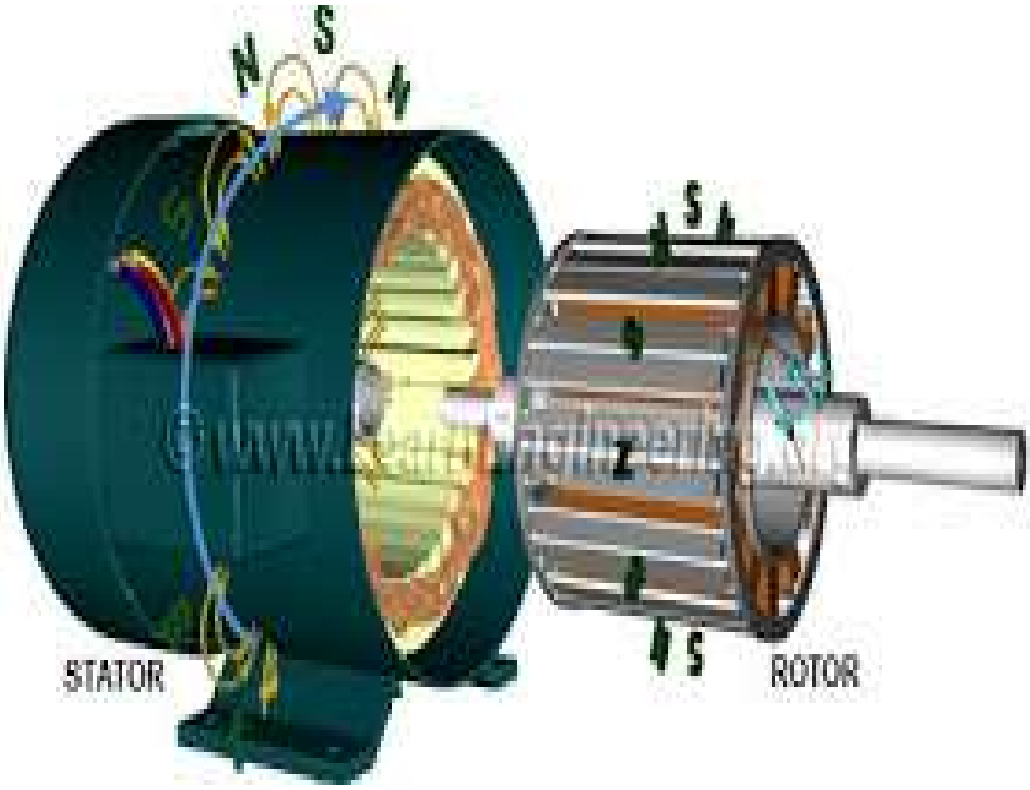


كيفية عمل المحرك الحثي ثلاثي الطور

عند توصيل أطراف العضو الثابت بمصدر الجهد فإنه سينشأ مجال مغناطيسي دوار

هذا المجال المغناطيسي الدوار سيولد قوة دافعة كهربائية ثلاثية الأوجه في موصلات العضو الدوار وذلك طبقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

وبما ان موصلات العضو الدوار مقصورة من الطرفين فإنه سيمر فيها تيارات ثلاثية الأوجه بين كل وجه وآخر 120 درجة ومن ثم سيتولد مجال مغناطيسي دوار آخر في الثغرة الهوائية



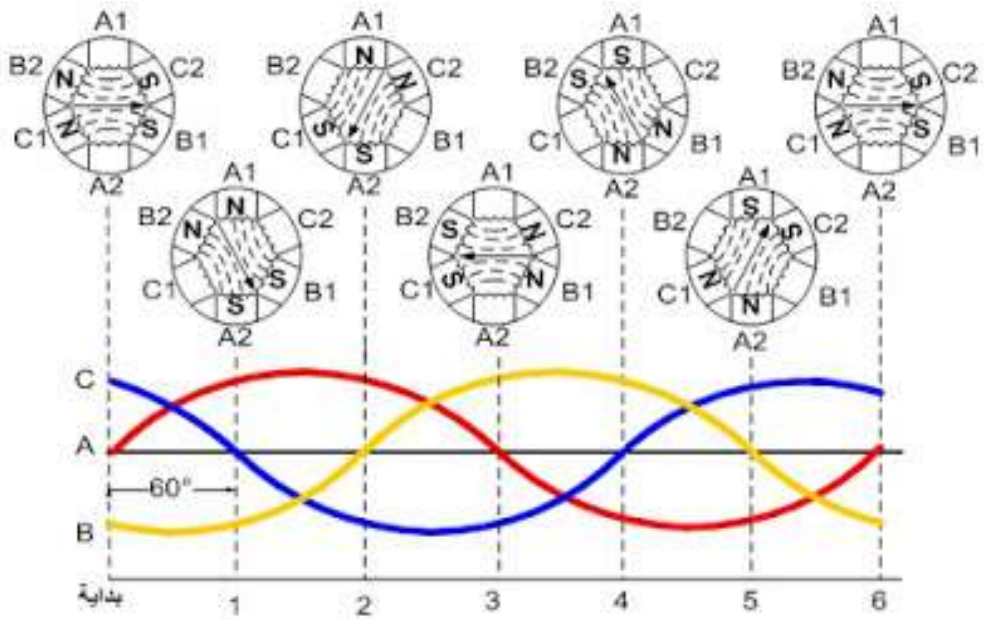
في هذه الحالة أصبح لدينا مجالان مغناطيسيان دوران الأول ناتج من العضو الثابت ويدور

بالسرعة التزامنية ns والثاني ناتج من العضو الدوار ويدور بسرعة ns-nبالنسبة للعضو الدوار

حيث n هي سرعة العضو الدوار ويدور بالسرعة التزامنية ns بالنسبة للعضو الثابت وحيث أن هذين المجالين المغناطيسيين يدوران بنفس السرعة

والاتجاه فإنه سيتولد عزم فعال على العضو الدوار يؤدي الى دورانه بنفس اتجاه ودوران المجالين

ان إدارة العضو الدائر بسرعة منتظمة يتولد جهد متردد ثلاثي الأوجه جيبي الشكل بين طرفي كل ملف من الملفات الثلاثة يسمى جهد الطور أو جهد الوجه



السرعة في المحركات الثلاثية الطور

عند مرور التيار الكهربائي في ملفات العضو الساكن للمحركات الكهربائية يتولد مجال مغناطيسي دوار وتصبح شرائح القلب الحديدي ممغنطة وكما هو معروف فإن لكل مغناطيس طبيعي قطبان

قطب جنوبي وقطب شمالي والمغنطة التي اكتسبتها الشرائح ليست مغنطة طبيعية ولكنها
كهرومغناطيسية تتولد بعدد اقطاب معين حسب طريقة وضع الملفات واتجاه مرور التيار بها

حيث يعتبر عدد الاقطاب العامل الرئيسي في تحديد سرعة المحركات الكهربائية وحيث ان عدد

الاقطاب في المحركات الكهربائية هو عدد زوجي دائما

ويمكن حساب سرعة المجال المتولد في شرائح القلب الحديدي بالقانون الآتي:

$$\text{سرعة المجال المغناطيسي بالعضو الدوار} = \frac{120 \times \text{التردد}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

حيث ان ذبذبة او تردد التيار HZ 50 في الثانية الواحدة ويختلف في بعض البلدان الاخرى ويكون HZ 60 للثانية الواحدة ولحساب سرعة محرك كهربائي عدد اقطابه 4 ويعمل على تردد HZ 50 بتطبيق القانون السابق يكون:

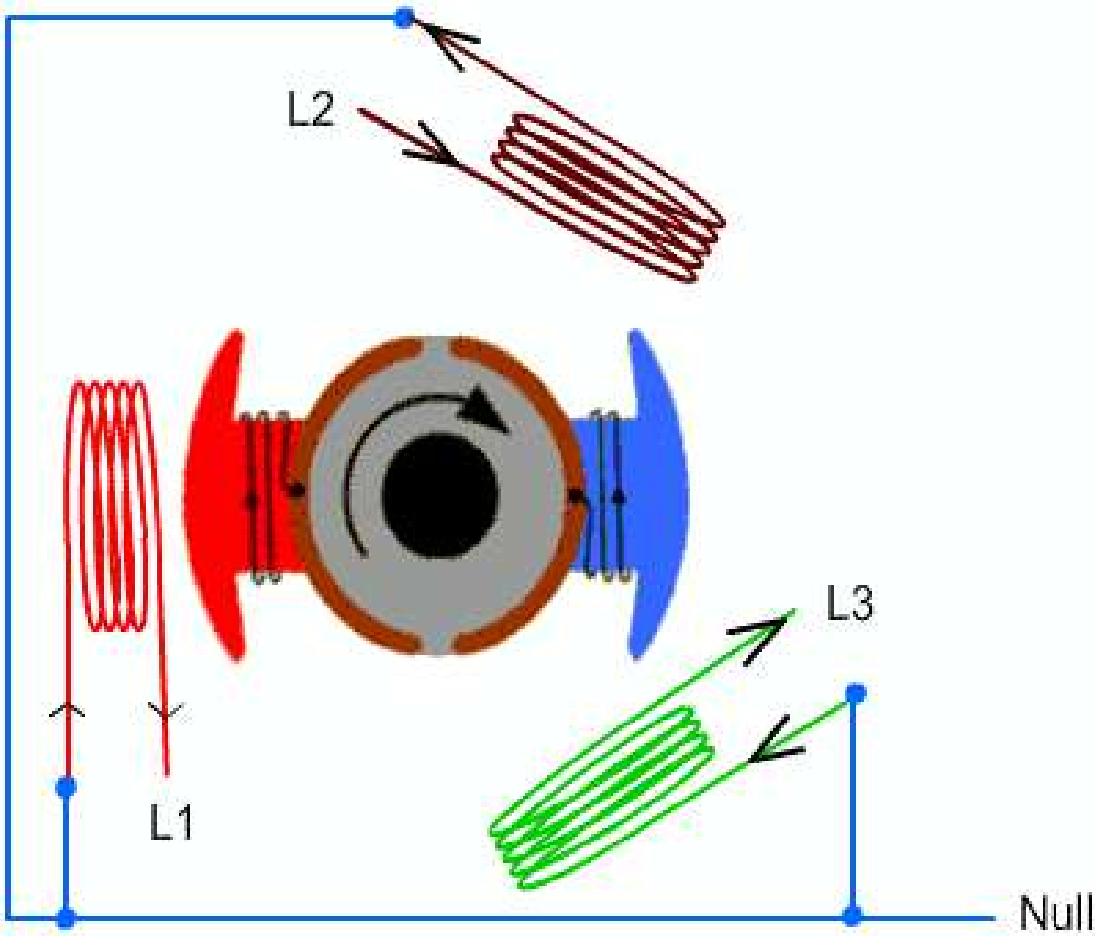
$$\text{سرعة المجال المغناطيسي بالمضر الدوار} = \frac{50 \times 120}{4}$$

وعليه تكون سرعة المحرك 1500 لفة او دورة /دقيقة وهكذا إذا كان المحرك قطبان فستكون سرعته 3000 دورة/دقيقة

فالعلاقة بين عدد الاقطاب والسرعة هي علاقة عكسية حيث انه كلما زاد عدد الاقطاب قلت السرعة بينما العلاقة بين التردد وسرعة المحركات هي علا قة طردية اي كلما زاد التردد زادت السرعة

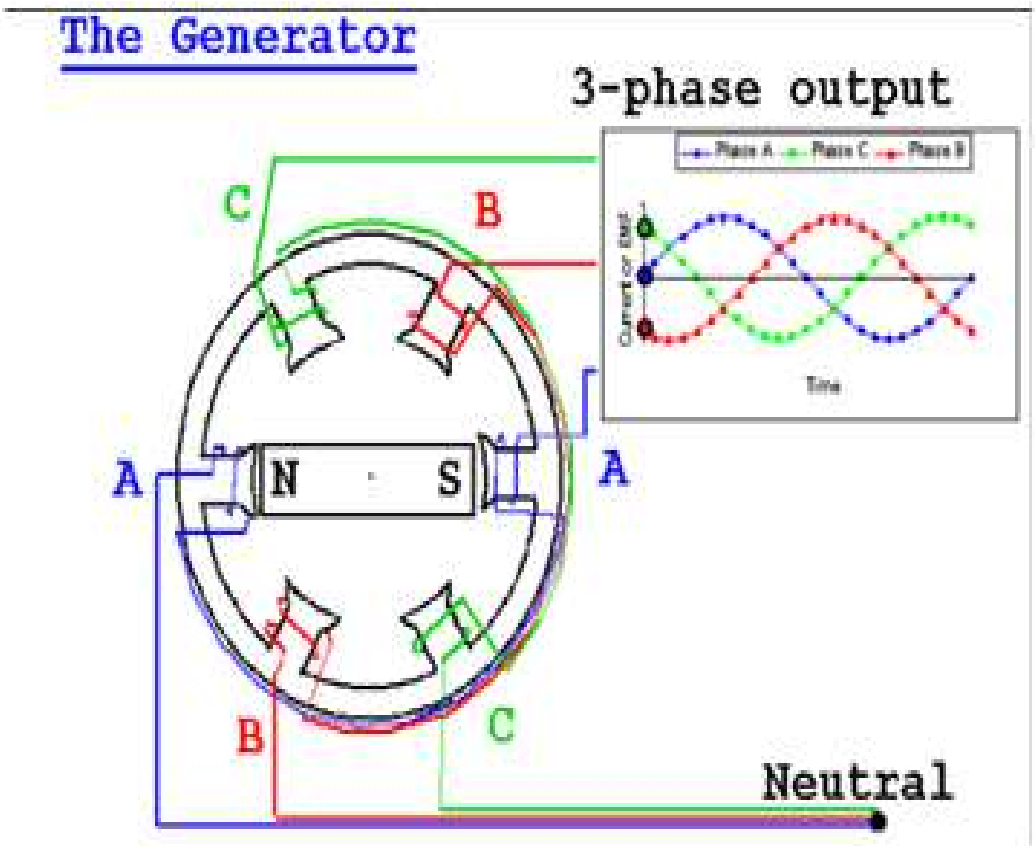
سرعة المجال الدوار

إن المجال الدوار يدور بسرعة تردد المصدر حيث له قطبين شمالي والآخر جنوبي نتيجة لوجود ثلاثة ملفات بينهما زاوية أزاحه 120درجة كهربي



ولكن لو وضعت ست ملفات بدل من ثلاثة ملفات بحيث تكون زاوية الإزاحة 60درجة كهربي

لأصبح أقطاب المجال الدوار الضعف أي أربعة أقطاب وبالتالي تنخفض السرعة إلى النصف



معنى ذلك أن هناك علاقة بين عدد الأقطاب وسرعة المجال الدوار بحيث كلما زاد عدد الأقطاب قلت سرعة المجال الدوار أي أن العلاقة عكسية بين عدد الأقطاب وسرعة المجال الدوار

عدد الأقطاب	التردد (Hz)	سرعة المجال الدوار	سرعة العضو الدوار التقريبية	التردد (Hz)	سرعة المجال الدوار	سرعة العضو الدوار التقريبية
2	50	3000	2900	60	3600	3400
4	50	1500	1420	60	1800	1700
6	50	1000	910	60	1200	1050
8	50	750	680	60	900	800
10	50	600	520	60	720	650

ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

ns : سرعة المجال الدوار

F : تردد المصدر

P : عدد أزواج الأقطار

2P : عدد الأقطاب

الأنزلاق في المحركات الكهربائية

يدور العضو الدوار في المحركات الكهربائية الحثية بسرعة أقل من سرعة المجال المغناطيسي لأنه لو دار بنفس السرعة لانعدمت (ق د ك) المتولدة في ملفاته بسبب عدم وجود سرعة نسبية بين هذه الملفات والمجال المغناطيسي الدوار

والفرق بين هاتين السرعتين يدعى بسرعة

الانزلاق

حيث ان المحرك الكهربائي يدور باعلى سرعة اذا ما كان المحرك يعمل بدون حمل ويكون الانزلاق في هذه الحالة باقل الحالات ويزداد الانزلاق ليصل الى أعلى قيمة له عند عمل المحرك بالحمل الكامل

كما نعلم أنه عند توصيل الجهد لملفات العضو الثابت (الساكن) وعندما يبدأ المجال المغناطيسي للعضو الساكن في التولد يكون العضو الدوار ساكن وهنا يبدأ المجال المغناطيسي الدوار في قطع أكبر مساحة ممكنة من العضو الدوار ولذلك تكون القوة الدافعة الكهربائية في أعلى قيمة لها ويكون تردد هذه القوة الدافعة الكهربائية مساوً لتردد جهد العضو الساكن (تردد المصدر) وعندما يبدأ العضو الدائر في الدوارن يقل قطع المجال المغناطيسي لموصلات العضو الدائر بسبب السرعة ولذلك تقل القوة الدافعة الكهربائية ويقل معها التردد ومن هنا نجد ان تردد التيار بالعضو الدائر يتناسب عكسيا مع سرعة العضو الدائر

تردد التيار بالعضو الثابت (Fs) =

$$Fs = N \times P / 120$$

تردد التيار بالعضو الدائر (Fr) =

$$Fr = S \times Fs$$

تردد التيار بالعضو الدائر Fr =

$$Fr = S \times Ns \times P / 120$$

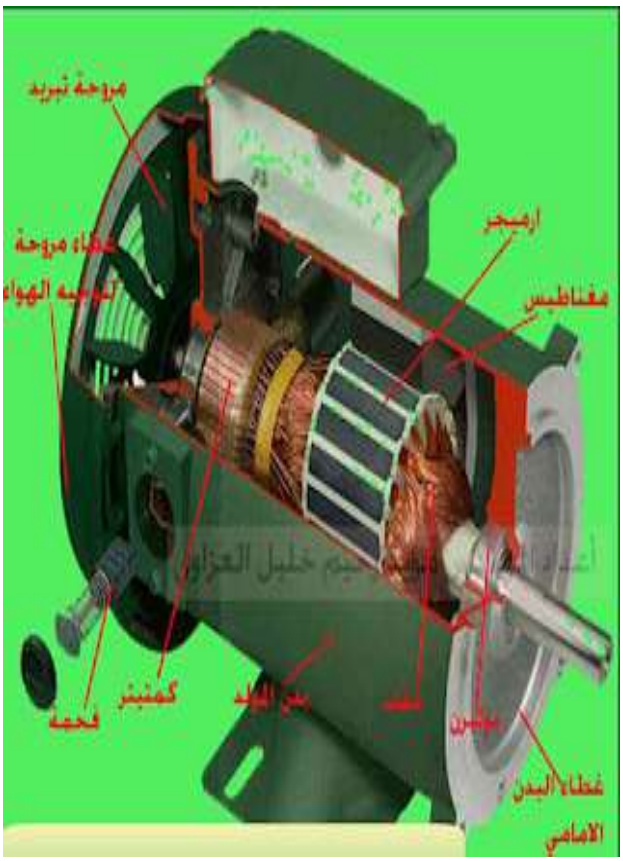
حيث N السرعة P عدد الاقطاب S الانزلاق

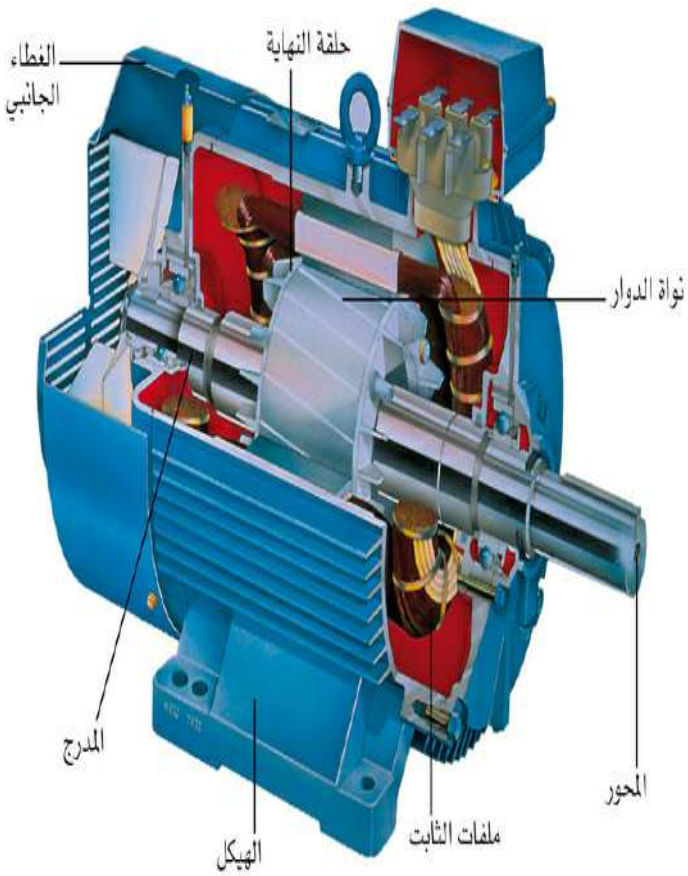
أنواع المحركات الحثية ثلاثية الطور

وهي نوعان

1- محركات حثية ثلاثية الطور ذات عضو دوار ملفوف

2- محركات حثية ثلاثية الطور ذات القفص سنجابي



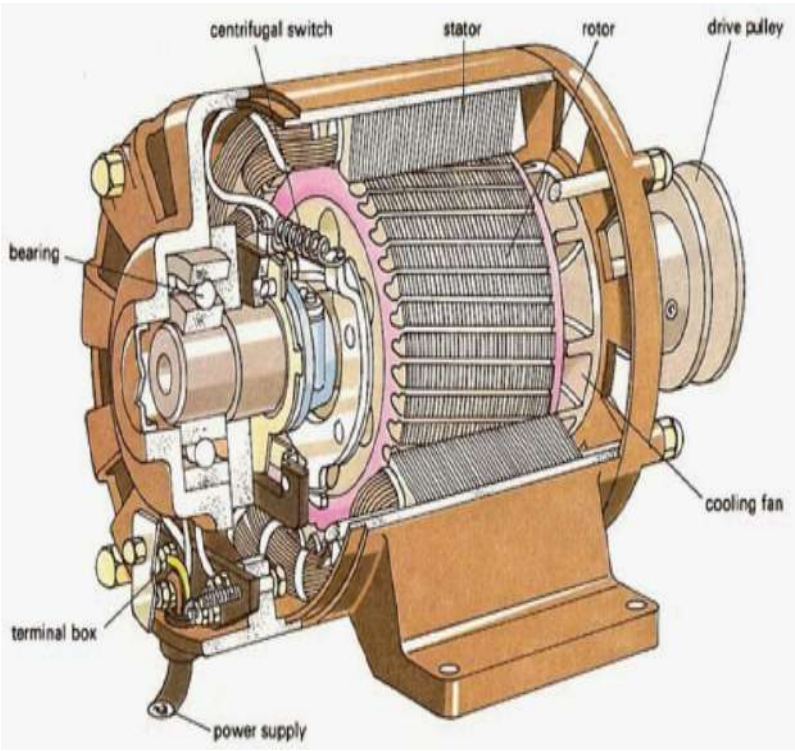


المحرك الحثي ذو العضو الدوار الملفوف
(Wound - Rotor Motor)

يتكون المحرك الحثي ذو العضو الدوار الملفوف من عضوين رئيسين:

1-العضو الساكن

وهو جسم اسطواني معدني على شكل صفائح معزولة بعضها عن بعض وذلك لتقليل المفاقيد الحديدية، وتحتوي المجاري على ثلاثة مجموعات من الملفات توصل مع المصدر



ومكونات العضو الساكن للمحركات الثلاثية الاوجة ذات حلقات الانزلاق لا تختلف عن المحرك الثلاثي الطور ذو العضو القفص السنجابي والعضو الساكن في المحرك يتكون من :

1- الهيكل الخارجي (Frame)

2- القلب (Stator Core)

3- الملفات (Winding)

2-العضو الدوار

يتكون العضو الدوار من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني وتحتوي على محيطها الخارجي على مجاري يتم تقسيمها لعدد من الاقطاب يكون متساوي مع اقطاب العضو الساكن

ويتم توزيع ملفات الاوجه الثلاثة بحيث يكون بين كل ملفات وجه وملفات الوجه الاخر زاوية مقدارها 120 درجة كهربائية وتوصل نهايات اطراف الملفات بتوصيل النجمة

حيث تقصر اطراف بداية الملفات في العضو الدوار اما نهايات هذه الملفات فيتم توصيل هذه الأطراف على ثلاثة حلقات انزلاقية مركبة على عمود إدارة المحرك نفسه بحيث تدور معه

ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من المحركات

بالمحركات ذات الحلقات الانزلاقية (Slip-Rings Motors)

ويتم توصيل الاطراف الى حلقات الانزلاق بواسطة الفرش الكربونية التي تركب على قواعد خاصة بها مزودة بنوابض لتامين توصيل جيد مع حلقات الانزلاق

(والفكرة شبيهة بفكرة المحرك العام)

مبدأ عمل المحرك

كما ذكرنا سابقا فاننا نجد ان العضو الدوار في هذا المحرك يتكون من مجموعه من الاقطاب

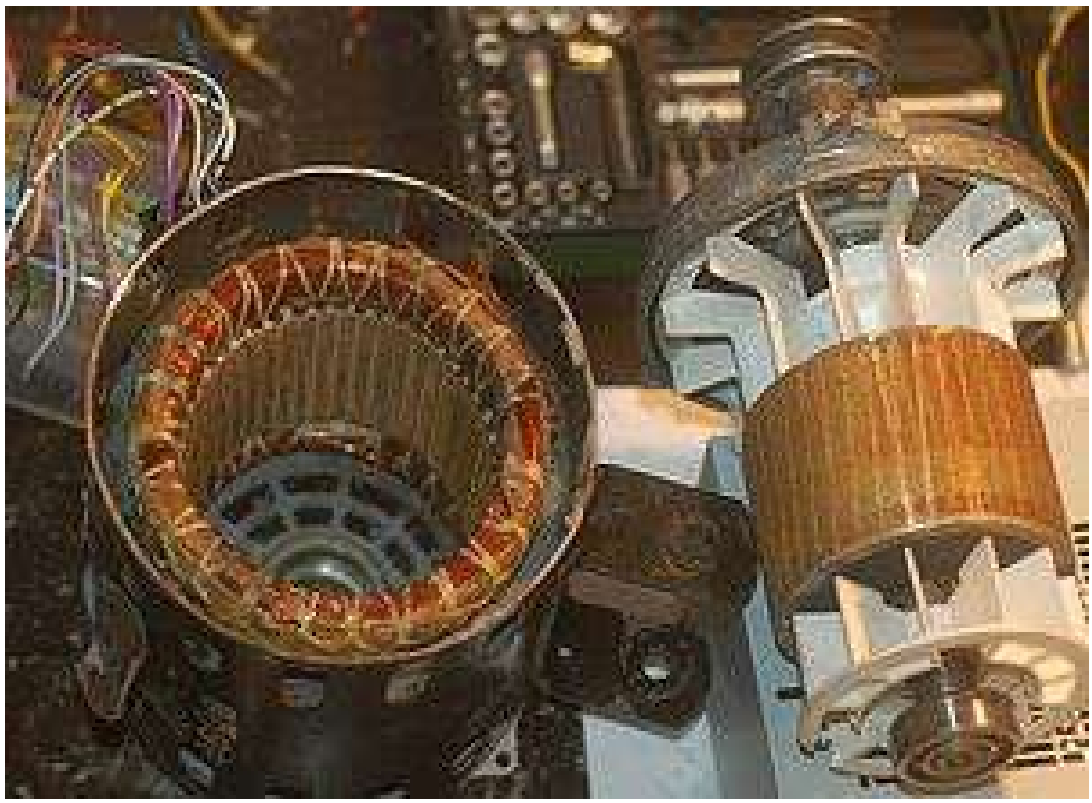
بحيث يكون عدد اقطابه متساوية مع عدد اقطاب العضو الساكن

ونتيجة سريان تيار كهربائي في العضو الساكن يتكون مجال مغناطيسي

وعندما يقطع هذا المجال ملفات العضو الدوار

ولان ملفات العضو الدوار مقصورة مع بعضها البعض من خلال المقاومات او بدونها في المحركات الصغيرة

حيث يمر بها تيار معاكس للتيار الاصلي المتسبب به حسب (قاعدة لنز) وبالتالي ينتج عنه مجالا مختلف عن المجال الاصلي فنجد ان الاقطاب الرئيسية بالعضو الساكن يقابلها اقطاب مختلفة في القطبية بالعضو الدوار وبالتالي يحدث التجاذب و التنافر بين هذه الاقطاب فينتج عن ذلك حركة العضو الدوار



التحكم في بدء المحرك ذو العضو الملفوف

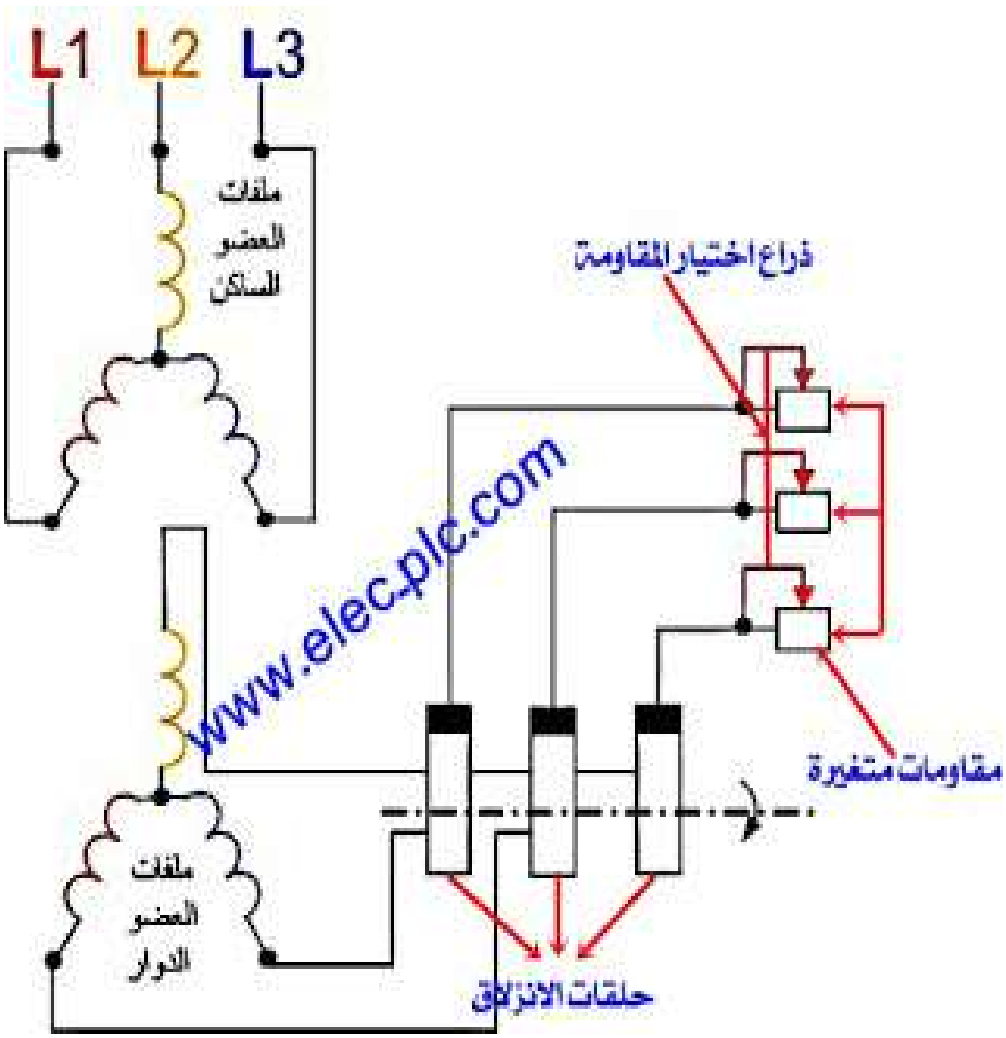
يتم التحكم ببدء حركة هذا المحرك عن طريق مجموعة مقاومات خارجية وغالبا ما تكون هذه المقاومات في المحركات الكبيرة مغمورة بالزيت (للتبريد) حيث انه عند بدء حركة المحرك تكون موصلة في اعلى قيمة لها

فتكون قيمة مقاومة العضو الدوار عالية، حيث تعمل على خفض تيار البدء والحصول على عزم بدء اعلى

ثم يتم العمل على اخراج المقاومات بالتدريج

حيث تخرج من المحرك بشكل نهائي ويعمل المحرك بسرعته الطبيعية

واذا عدنا الى منحنيات علاقة مقاومة العضو الدوار في المحركات التحريضية وعزم البدء وتيار البدء نجد انه كلما زادت مقاومة العضو الدوار زاد عزم البدء وقل تيار البدء



مساوئ المحرك ذو العضو الدوار الملفوف

- ارتفاع تكاليف تركيبه وتشغيله
- التركيب أكثر تعقيدا مقارنة بالمحرك ذي القفص السنجابي
- يحتاج إلى صيانة باستمرار بسبب وجود حلقات الانزلاق

مجالات استخدام المحرك ذو العضو الدوار الملفوف

- المصاعد والروافع
- المضخات
- ماكنة صقل الورق

المحرك الحثي ذو العضو الدوار القفص السنجابي

يتركب المحرك ذو القفص السنجابي من الاجزاء الاتية :

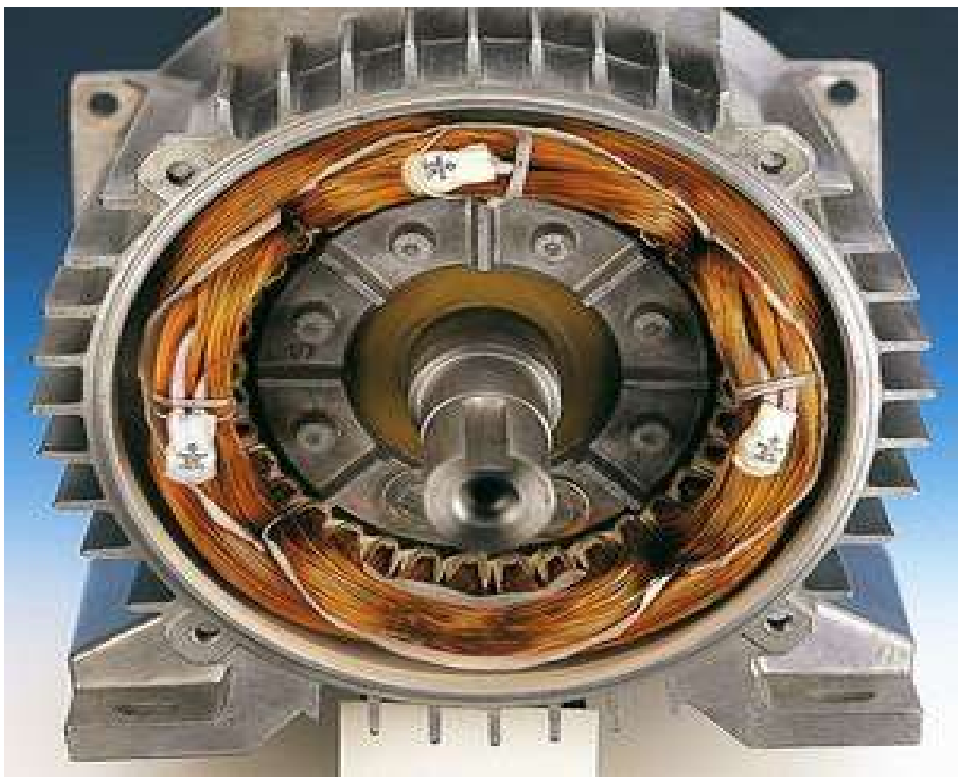
العضو الساكن

حيث يتكون العضو الساكن من الاجزاء الآتية :

1- الهيكل الخارجي (الاطار)

2-القلب (Stator Core)

3-ملفات العضو الساكن (Wingdings)



العضو الدوار (Rotor)

هو الجزء المتحرك في المحرك ثلاثي الطور

وهو عبارة عن جسم اسطواني معدني على شكل صفائح من الحديد المغناطيسي قابليتها للتمغنط عالية جدا وتعزل هذه الصفائح عن بعضها بعض

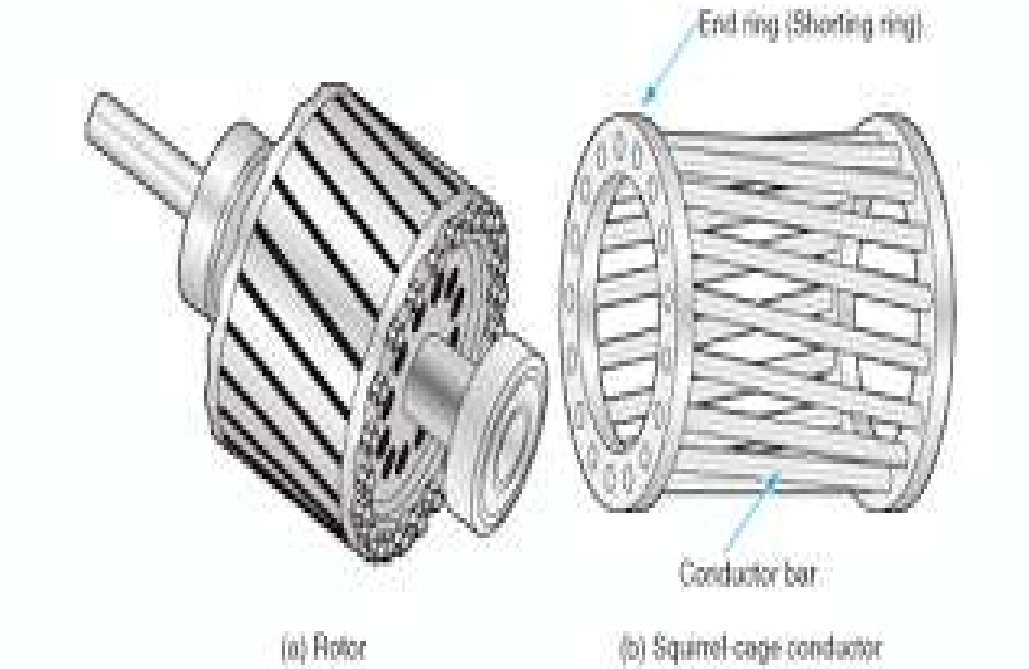
بالورنيش

ويتكون القلب من ثلاثة اجزاء رئيسية وهي :

1-القلب: حيث يركب من صفائح معدنية ذات خواص كهربائية عالية الجودة

2-عمود المحور : حيث يتم تجميع صفائح القلب المعزولة عليه بعد ضغها

3-ملفات القفص السنجابي : وتتكون من قضبان نحاسية او من الالمنيوم السميكة يتم تثبيتها في مجار خاصة مقصورة من طرفيها بحلقتين من نفس معدن القضبان



طرق توصيل المحركات الحثية ثلاثية الطور

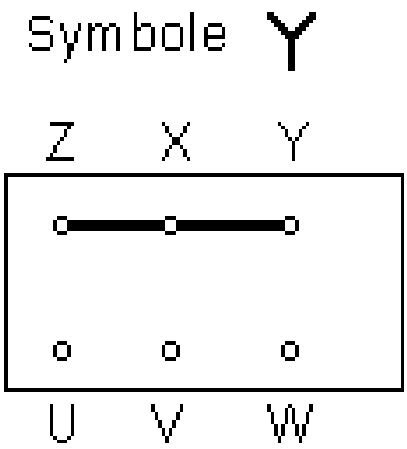
يوجد نوعان من التوصيلات للمحركات ثلاثية الطور وهما :

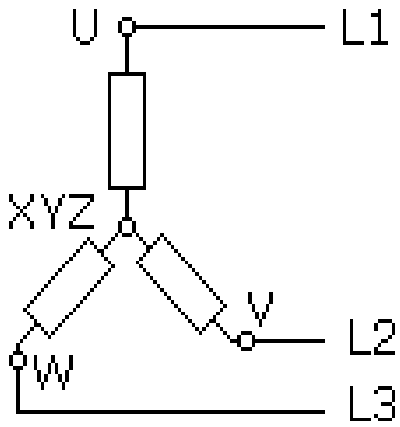
توصيلة النجمة(Star) وتوصيلةمثلث(Delta)

توصيل ستار (نجمة)

يتم توصيل المحرك ستار على جهد 380V في القدرات الصغيرة والمتوسطة وبادئ اقلاع في القدرات الكبيرة وعلى جهد 660V

ويتم التوصيل بحيث يتم جمع نهايات اطراف المحرك معا ويتم توصيل الاوجه الثلاثة L1 و L2 و L3 مع بدايات الملفات وهي U1 و V1 و W1 كما يمكن عكس التوصيل بمعنى ان يتم توصيل البدايات معا وتوصيل النهايات مع الاوجه



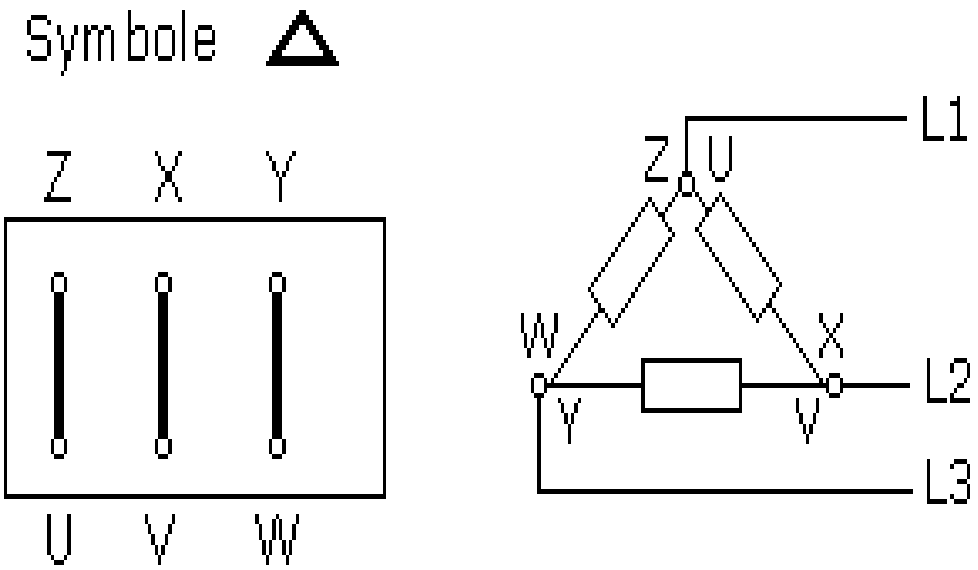


توصيل الدلتا (المثلث)

يتم توصيل المحرك دلتا في حالة الجهد 220V في القدرات الصغيرة وفي حالة الجهد 380V في القدرات الكبيرة

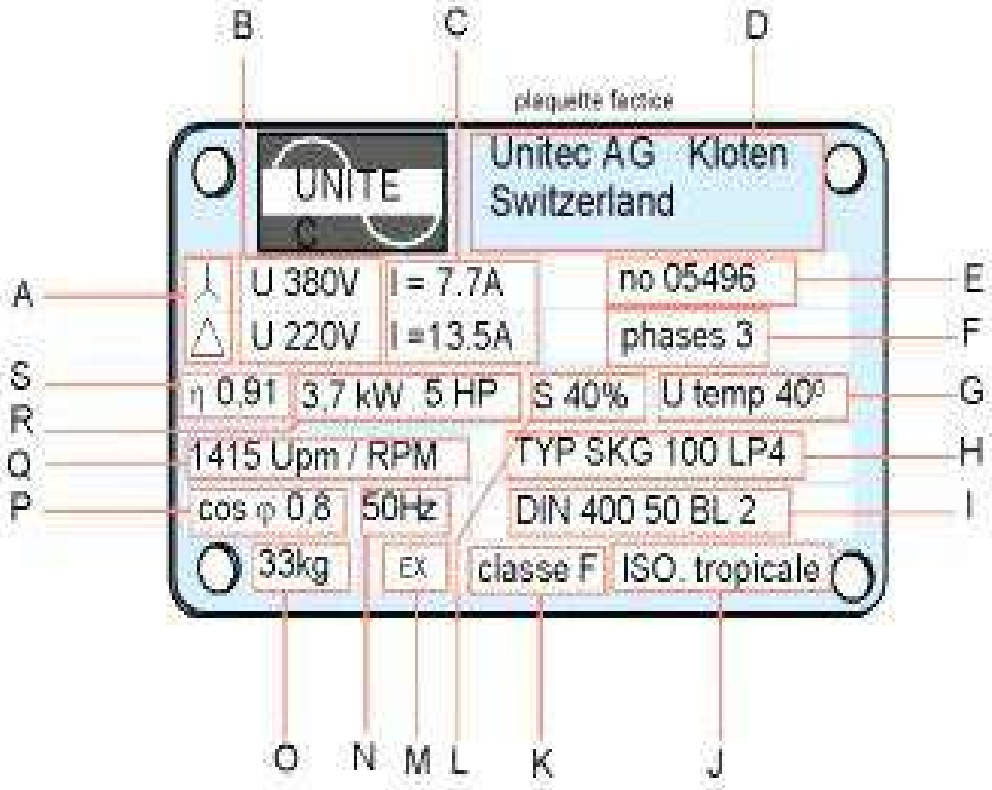
ويتم توصيل بداية كل وجه مع نهاية وجة مخالف له بحيث لا يتم قصر الاطوار مع بعضها البعض

بحيث يتم توصيل بداية ملفات الوجه الاول U1 مع نهاية ملفات الوجة الثاني V2 وبداية الوجه الثاني V1 مع نهاية الوجه الثالث W2 وبداية الوجه الثالث W1 مع نهاية الوجه الاول U2



كيفية قراءة لوحة بيانات المحرك الحثي ثلاثي الطور three phase induction motor

يمثل الشكل لوحة بيانات احد المحركات الثلاثية الطور وللتعرف على معاني رموز اللوحة سنعرض عليكم معاني الرموز المبينة في لوحة معلومات المحرك



حرف A

التوصيلات الممكنة تشغيل المحرك عليها لمصدر ثلاثة الطور (ستار 380 فولت ودلتا 220فولت)

حرف B

الجهد (الفولتية التي يعمل بها المحرك) وهي 220 فولت على توصيلة دلتا و380 على توصيلة ستار

حرف C

تيار الحمل الكامل (7.7 امبير على توصيلة الستار و 13.5 على توصيلة الدلتا)

حرف D

الشركة المصنعة للمحرك

حرف E

رقم المحرك

حرف F

عدد الفازات (الاطوار)

حرف G

حرارة المحرك الداخلية

حرف H

نوع المحرك خاص بالمصنع.

حرف I

موصفات المحرك (هنا الموصفات المانية)

حرف J

جودة العزل (العزل في هذا المحرك مداري أي مناخ حار ورطب)

حرف K

قسم تحمل ملفات المحرك للحرارة والرقم F يدل على 155 درجة مئوية

Y:90

A:105

E:120

B:130

F:155

H:180

C:180

حرف L

الخدمة (اي ساعات عمل المحرك في اليوم)

(S1 = 100% خدمة متواصلة 24/24)

(S2=80% - S3=60% - S4=40%)

حرفM

خاصية المحرك هنا مضاد للانفجارات المتولدة عن الغاز والبنزين

حرفN

التردد هنا 50 Hz

حرفO

وزن المحرك

حرفP

معامل القدرة

حرف Q

سرعة المحرك

حرفR

قدرة المحرك

حرفS

كفاءة المحرك

طرق بدء تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الطور

عند بدء تشغيل المحرك ثلاثي الطور يسحب المحرك تيار عالي جدا قد تتراوح قيمته من 6 إلى 8 مرات التيار المقنن

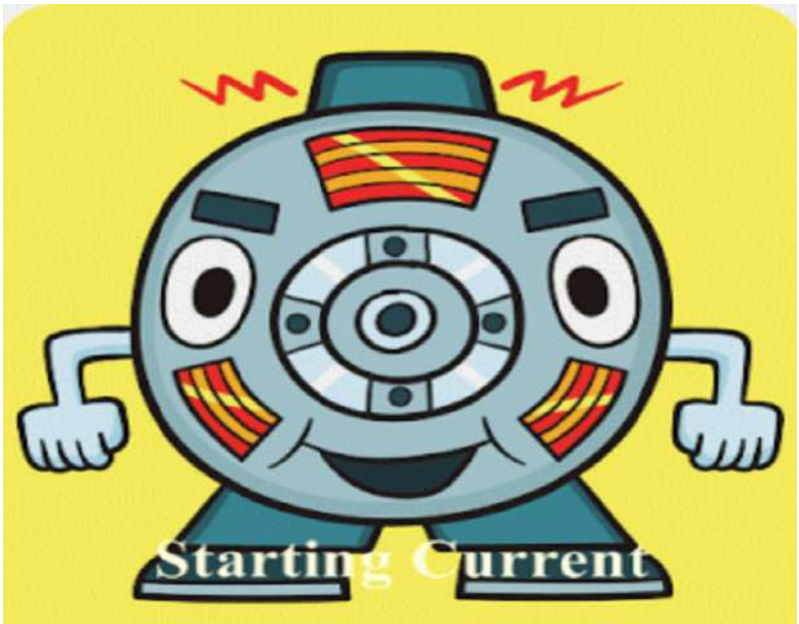
ويتسبب هذا التيار في وجود بعض المشاكل مثل :

1- حدوث جهد في الاجهزة المشتركة مع المحرك في نفس الخط

2- رفع درجة حرارة ملفات المحرك مم يؤدي مع التكرار الي انهيار العزل

3- التاثير على وسائل التوصيل الى المحرك مثل الكابلات والقواطع واجهزة الحماية

لذلك لابد من اتخاذ التدابير للتقليل من تيار البدء وخصوصا في المحركات الكبيرة

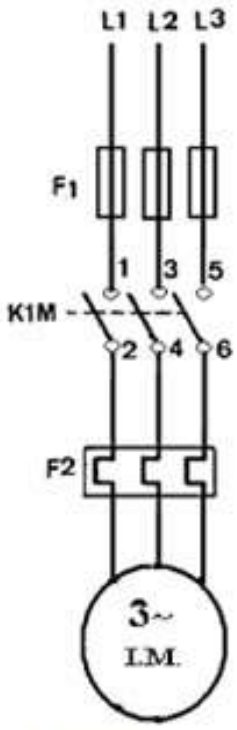


وفيم يلي نستعرض اهم الطرق المستخدمة في تقليل تيار البدء :

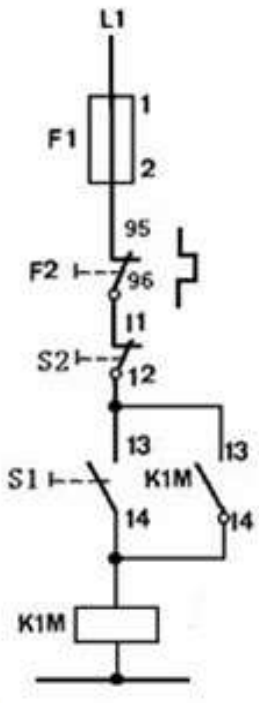
1- طريقة التوصيل مباشرة على الخط

Direct on line Starter

فى هذه الطريقه يتم توصيل أطراف العضو الثابت مباشرة على مصدر الجهد وتستخدم هذه الطريقه عادة مع المحركات الحثية ذو القفص السنجابي (Squirrel Cage)



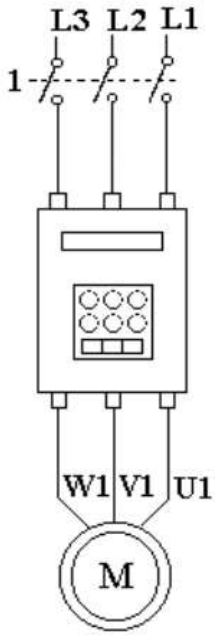
Power Circuit



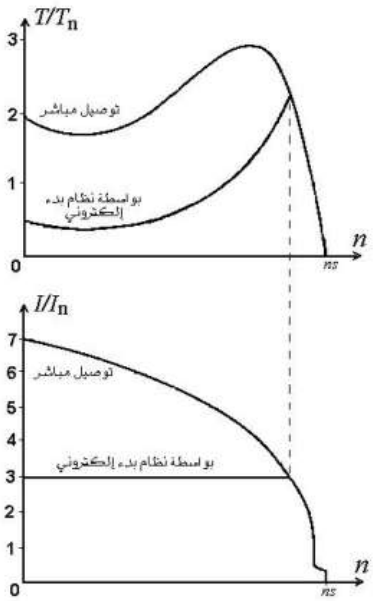
Control Circuit

عيوبها

من العيوب الواضحه فى هذه الطريقه أنه لا يتم فيها تخفيض تيار البدء أو عزم البدء بل تظل قيم تيار البدء وعزم البدء عاليه كما هي مما قد يشكل خطورة على ملفات الموتور لذلك تستخدم هذه الطريقة للمحركات ذات القدرات المنخفضة (عادة أقل من 5KW)



الشكل (1-31): مخطط التوصيل باستخدام أجهزة الكترونية



الشكل (1-32): منحنى العزم والتيار

2- بدء التشغيل عن طريق توصيلة ستار دلتا

star delta connection

تعتبر هذه الطريقة من اكثر الطرق المستخدمة في التطبيقات الصناعية معروف ان

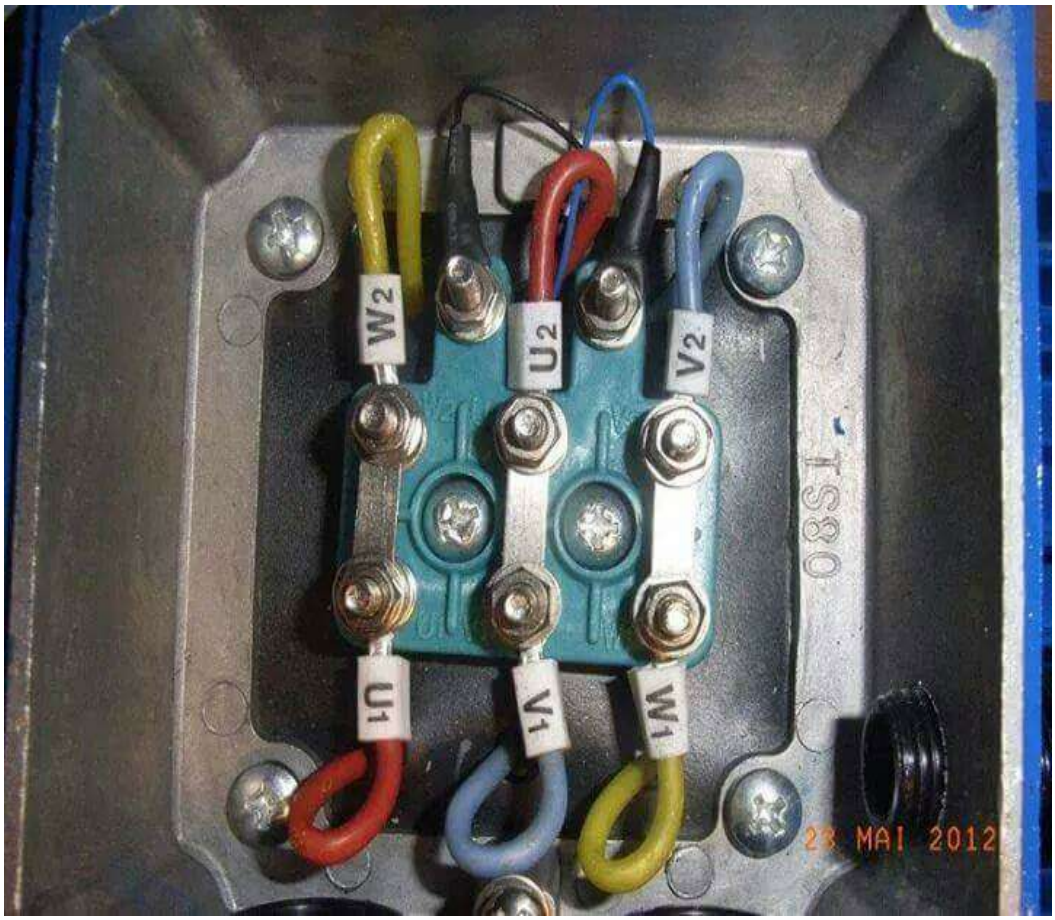
في توصيلة ستار

يتم توصيل نهايات الملفات معا لتشكل نقطة واحدة و يتم توصيل طرف كل ملف بطرف من المصدر

اذا فى بداية التشغيل الجهد المطبق على الفازة يكون اقل من جهد الخط لذلك يقل التيار المسحوب فتتحمل الملفات تيار البدء

في توصيلة دلتا :

يتم توصيل بداية كل ملف بنهاية الملف السابق و يتم توصيل الثلاثة اطراف المصدر بالثلاث اطراف الملفات

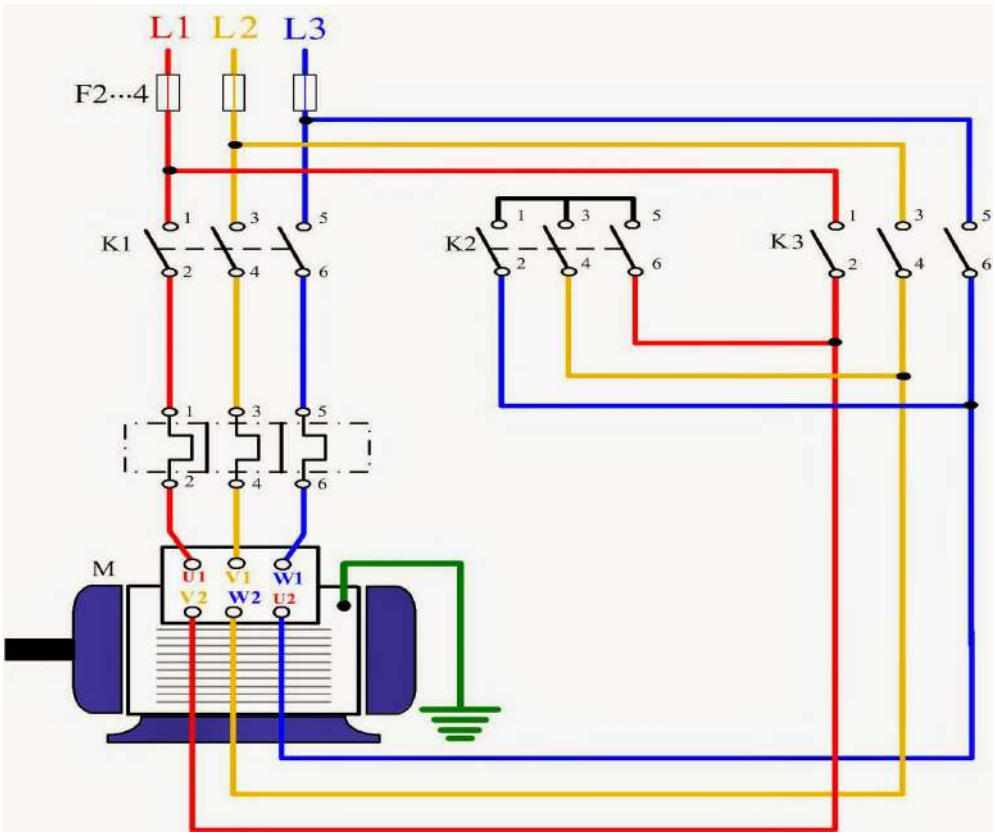


في هذه الطريقة يتم توصيل المحرك بطريقة ستار في بداية التشغيل و لمدة حوالي 10 ثواني حتى يأخذ المحرك سرعته ثم يتم التحويل لتوصيلة دلتا

اذا يتم تحميل المحرك بالجهد الكلي للخط فيولد المحرك قدرته الكلية

في هذا التصميم يجب ان يوجد حماية كهربية و ميكانيكية بين الكونتاكتور 1 km

و الكونتاكتور 3 kmحتى لا يحدث short circuit

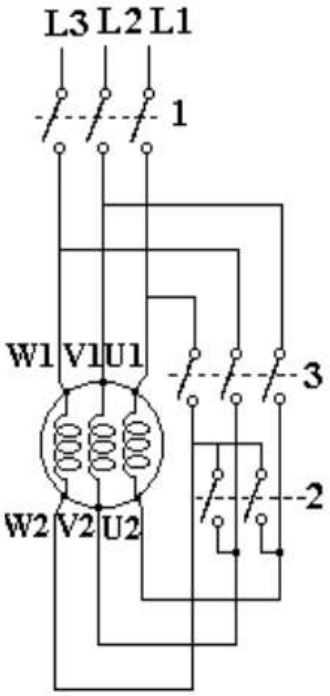


مزايا استخدام بادئ ستار / دلتا

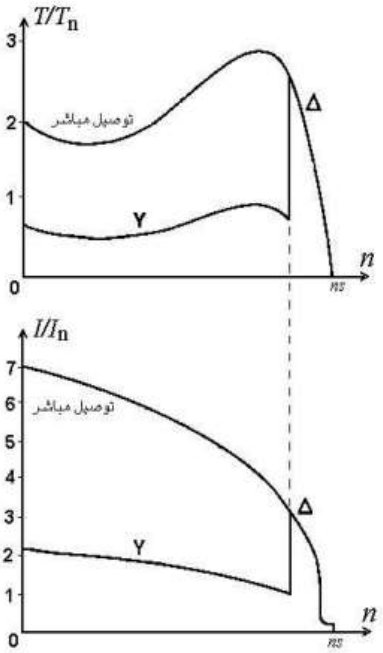
-أكثر الطرق توفيرا فى الناحية الاقتصادية

- سهولة تصميمها مقارنتا بباقى الطرق

-التخفيض العالى فى قيمة تيار البدء (يتم تخفيض تيار البدء بنسبة 67%) مما ينتج عنه تقليل تكلفة الكابلات والقواطع وأجهزة الحماية



الشكل (27-1): مخطط التوصيل باستخدام توصيلة نجمة دلتا



الشكل (28-1): منحنى العزم والتيار

عيوب استخدام بادئ ستار دلتا

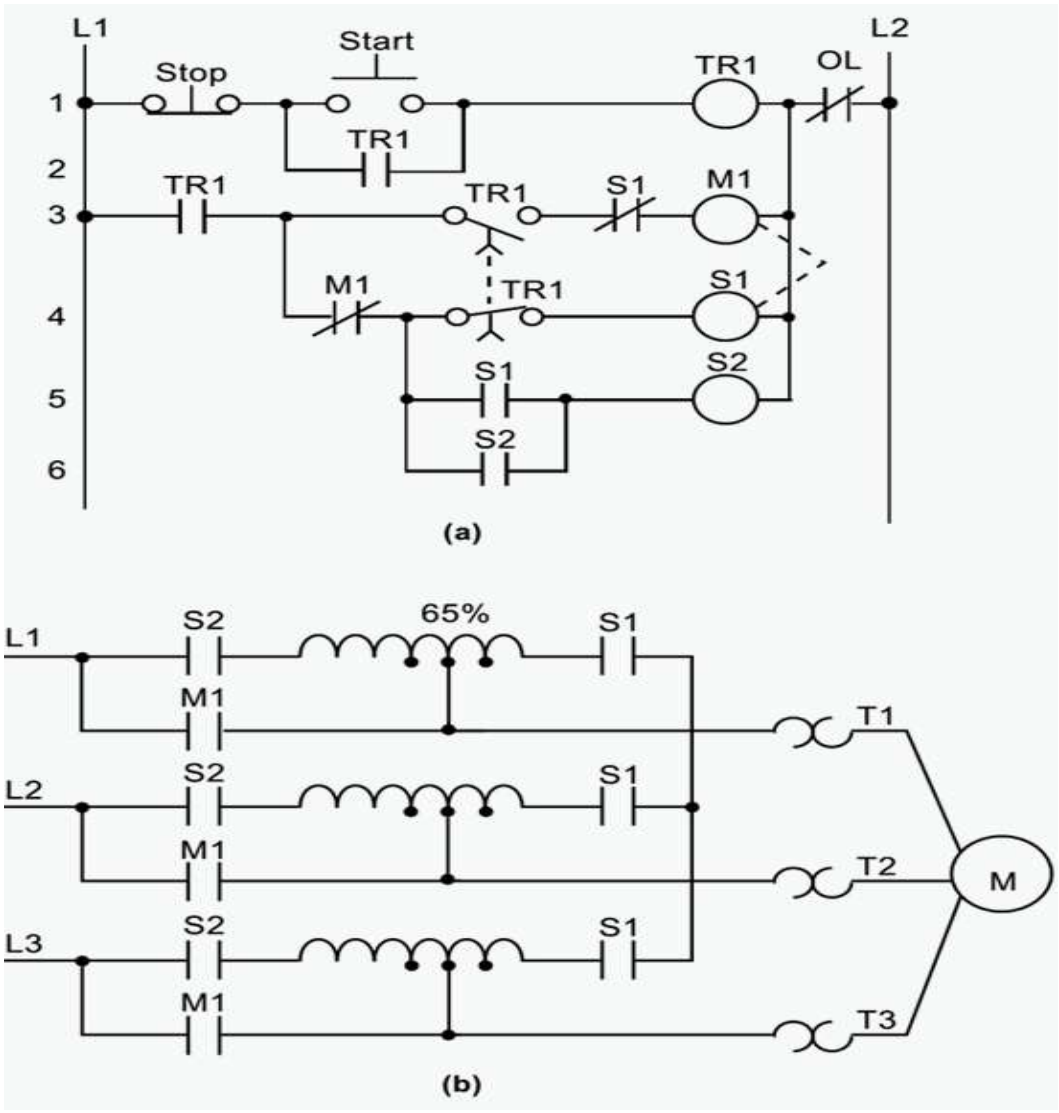
-حدوث تيارات عابره Transient currents ذات قيم قصوى عاليه جدا فى اللحظة التى يتم فيها تغيير طريقة توصيل ملفات المحرك من " ستار " إلى " دلتا "

- حدوث تخفيض فى قيمة عزم البدء للمحرك بنسبه عاليه تصل الى 67% مما قد ينتج عنه اطالة فترة البدء أو ربما يكون عزم البدء أقل من العزم المطلوب لبدء دوران الحمل فلا يستطيع تدوير المحرك فلا يدور المحرك

3- طريقة البدء باستخدام محول ذاتي

auto transformer

ببساطة تعتمد الفكرة على تقليل جهد الخط الواصل الى ملفات المحرك و بالتالي تخفيض تيار البدء و حماية المحرك و ذلك باستخدام auto transformer و بعد ان يأخذ المحرك سرعته الكاملة (بعد حوالي 10 ثواني) يتم الغاء عمل المحول و يتم تحميل المحرك بالجهد الكلي



شرح دائرة القوى

فى بداية التشغيل يتم تشغيل الكونتاكتور S1 و الكونتاكتور S2 فيصل للموتور جزء معين من الجهد و يكون اقل من جهد المصدر و بعد حوالي 10 ثواني يتم ايقاف الكونتاكتور S1 و الكونتاكتور S2 ويتم تشغيل الكونتاكتور M1 فيصل الجهد الكلي للموتور و يعمل بقدرته الكلية

بالطبع يوجد حماية كهربية و ميكانيكية بين كونتاكتور S2 من ناحية و الكونتاكتور M1 من ناحية اخرى و ذلك لضمان عدم عمل كونتاكتور M1 فى حالة عمل S2 او العكس حتى لا يحدث دائرة قصر Short Circuit

شرح دائرة التحكم

عند الضغط على مفتاح Start يصل التيار الى ملف الكونتاكتور TR1 فيغلق تلامساته التعويضية عن مفتاح التشغيل ويبدأ التايمر الهوائي TR1المركب عليه بعد الزمن المظبوط عليه

يغلق الكونتاكتور S2 تلامساته المفتوحة ويغلق تلا مسه التعويضيS2 في مسار ملف الكونتاكتور S1فيغلق تلامساته ويغلق تلامسه التعويضيS1

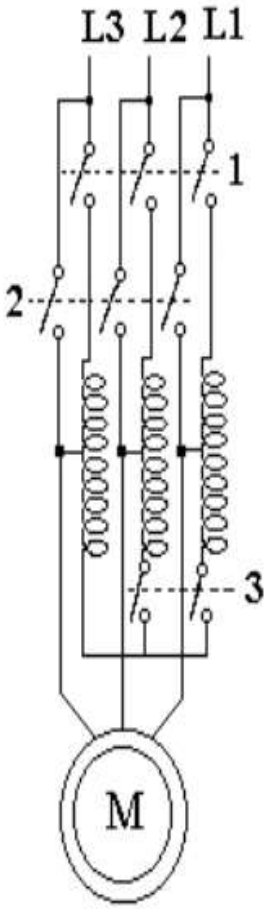
يصل التيار الى ملفات المحرك بنسبة 65% فيعمل بسرعة تصاعدية

وعند انتهاء زمن التايمر يبدل تلامساته فيخرج المحول الذاتي من الدائرة ويصل التيار الى ملف الكونتاكتور M1فيغلق تلامساته المفتوحة ويصل التيار ملف المحرك

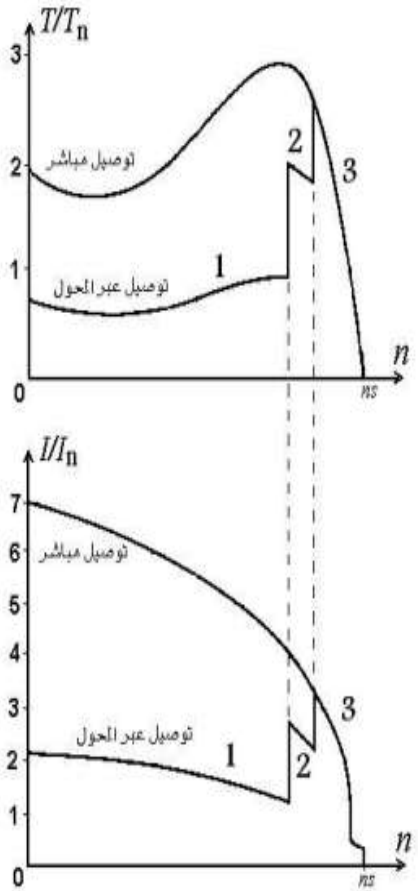
مميزات الطريقة

- عزم بدء عالي high starting torque يصل الى حوالي 70 %

- يمكن التحكم فى جهد البدء عن طريق التحكم فى الturns ratio الخاص بالمحول



الشكل (25-1): مخطط التوصيل باستخدام محول ذاتي



الشكل (26-1): منحنى العزم والتيار

عيوبه

- اغلى من طريقة ستار دلتا من حيث التكلفة

الاستخدامات

- عاده يستخدم فى التطبيقات التى تحتاج الى عزم بدء دوران عالي

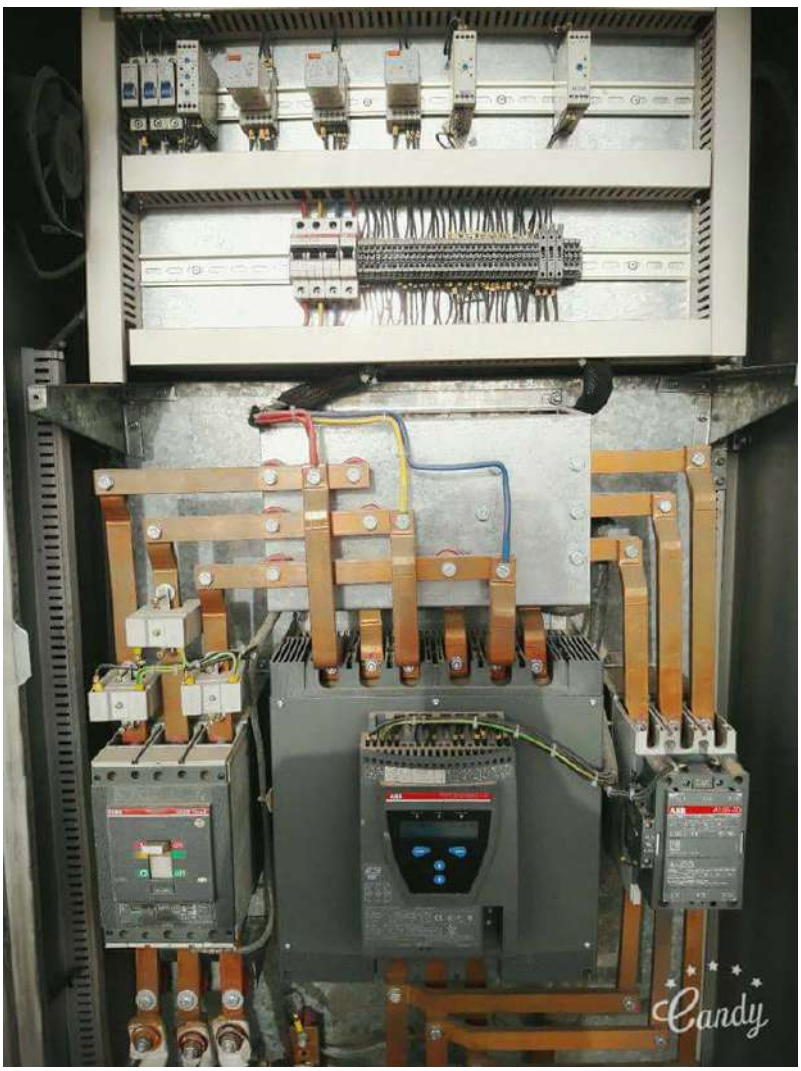
-يستخدم في المضخات الغاطسة عالية القدرة

4- أجهزة البدء الناعم Soft Starters

السوفت ستارتر هو جهاز بدء تشغيل ناعم للمحركات الـ AC ذات القدرات من 5 حصان وحتى 1000 حصان وأحيانا أكثر من ذلك

وذلك بالتحكم فى معدل التسارع(acceleration) ويكون فى المتوسط زمن التسارع من 10ثوان وحتى 30ثانية يصل فيها المحرك من سرعة صفر حتى أقصى سرعة له

وبعد وصول المحرك الى أقصى سرعة يتم فصل السوفت ستارتر وتوصيل كونتاكتور بين مصدر التيار و المحرك مباشرا مع التحكم فى هذا الكونتاكتور عن طريق نقط مساعدة موجودة على السوفت ستارتر

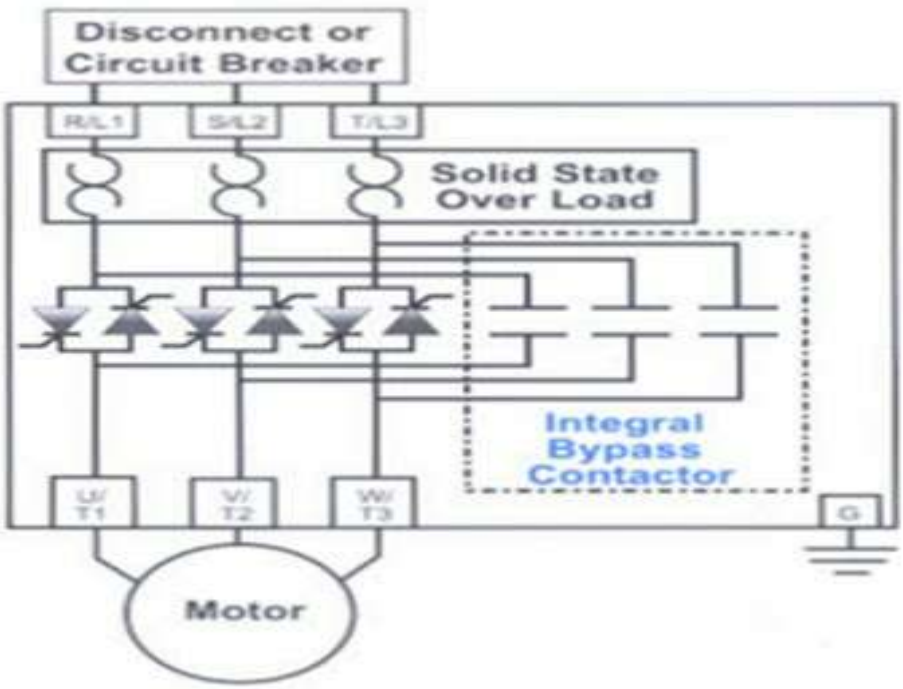


نظرية العمل

يتم التحكم فى عمليتي فصل وتوصيل المحركات عن طريق ثايروسترات (thyristors) بحيث يتم تسليط جهد المصدر بالتدريج على فترة زمنية محددة حتى يصل إلى كامل قيمته مع نهاية فترة التشغيل

وبالمثل يمكن التحكم فى فترة توقف المحرك عن طريق تقليل جهد المصدر تدريجيا من كامل قيمته حتى الصفر خلال فترة زمنية محددة

وبذلك يمكن عمل الإيقاف والتشغيل بدون حدوث تغيرات فجائية وحادة في أي من التيار أوالعزم مما يؤدي إلى تجنب صعوبات كثيره كهربية وميكانيكية



طريقة عمله

يتم ادخال اشارتي السرعة والتيار للمحرك لدائرة تحكم وبناءا على قيمتي السرعة والتيار تقوم هذه الدائرة بالتحكم فى زاوية الإشعال (firing angles) للثايرستورات وبالتالي يتم تغيير قيمة الجهد

مع إمكانية التحكم فى كل من زمن التشغيل وزمن الإيقاف وعزم البدء ليتناسب مع التطبيقات المختلفة

وبإستخدام عملية البدء الناعم يتم ضبط الجهد بحيث تكون قيم تيارات المحرك عند البدء بالقدر الكافي فقط لأن تعطي المحرك عزما يساوي عزم الحمل عند البدء

وهذه القيم بالطبع لن تؤدي إلى دوران المحرك و الحمل ولكنها تؤدي إلى البدء بدون إجهادات ميكانيكية أو كهربية

ثم يقوم جهاز البدء بزيادة الجهد المسلط على المحرك مع الزمن حتى تتزايد السرعة إلى أن تصل إلى أعلى قيمة حيث يكون الجهد قد وصل إلى قيمته المقننة

▪ By-pass

Acionamento sugestivo com comandos por entradas digitais a três fios e contator de by-pass

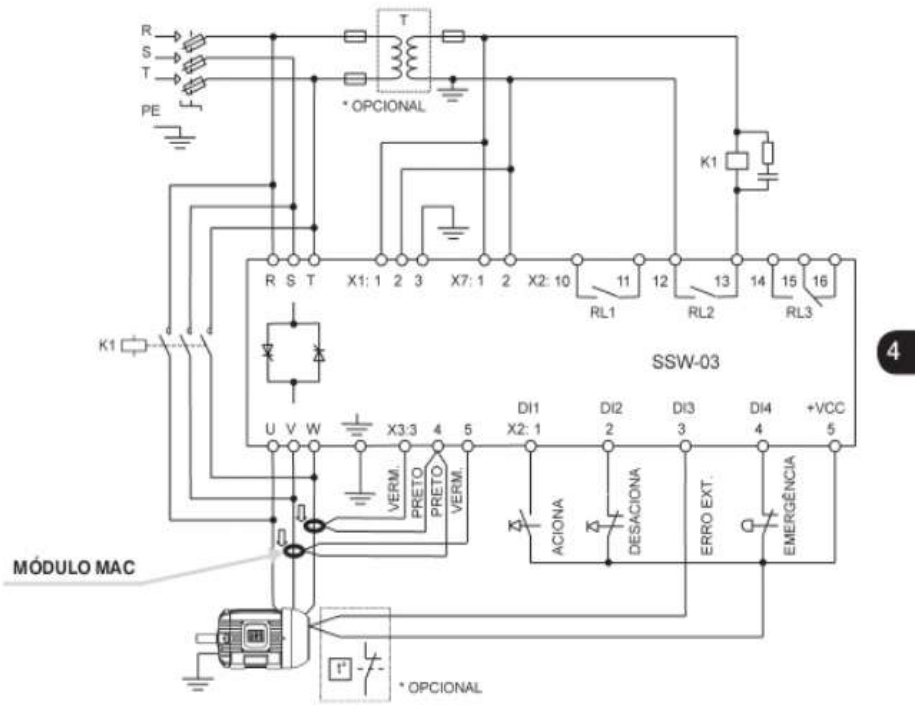


Figura 4.29: Diagrama do acionamento com by-pass da chave

Parâmetro	Programação
P43	ON
P52	2
P53	4
P54	2
P55	3
P61	OFF

Módulo MAC

Este opcional deve ser utilizado para manter as proteções relacionadas ao motor, quando a SSW-03 Plus for utilizada com contator de by-pass. Este módulo provê as medições de corrente necessárias para os algoritmos e circuitos de proteção da Soft-Starter continuarem protegendo o motor, mesmo em by-pass.

مزايا إستخدام جهاز البدء الناعم Soft starter

1- إنقاص تيار البدء إلى قيمة تتحملها ملفات المحرك

2- المحافظة على ثبات جهد الشبكة لأن تيار البدء العالي يؤدي إلى خفض جهد الشبكة مما يسبب مشاكل لبقية الأحمال

3- توفير الطاقة الكهربية خلال فترات البدء

ويمكن لبعض أجهزة البدء الناعم توفير الطاقة طوال فترات تشغيل المحرك

4- إستخدام مساحة مقطع صغير للكابلات المتصلة من الشبكة للمحرك

5- بإستخدام طريقة بدء مفتاح " ستار / دلتا "

نحتاج إلى كابلين كل منهما ثلاثة أطراف من المحرك حتى المفتاح

ولكن بإستخدام جهاز البدء الناعم تحتاج فقط إلى كابل ثلاثة أطراف

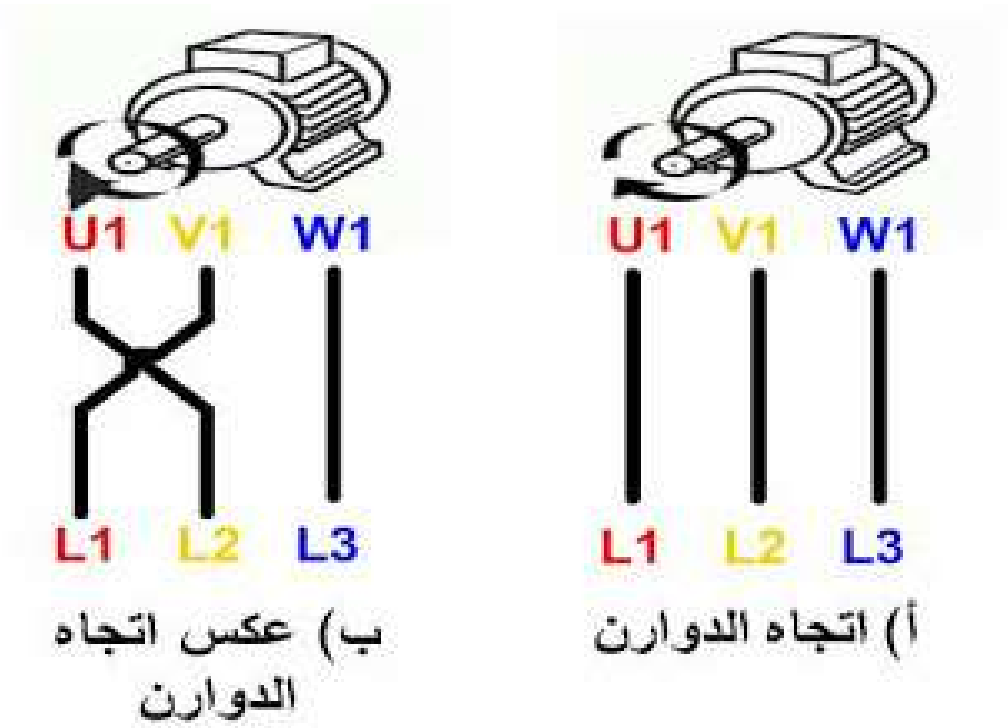
6- نادرا ما يحتاج إلى صيانة لأنه لا يحتوي على أجزاء متحركة

7- يساعد على بدء دوران المحرك بدون حدوث إجهادات ميكانيكية أو كهربية للمحرك أو الأحمال

عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الاوجه

يعتمد اتجاه دوران المجال المغناطيسي في العضو الساكن على اتجاه التيارات الثلاثة الداخلة لملفات العضو الساكن وهي التي تاتي من المصدر

يتم عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الأوجه بتبديل وضع أي وجهين مع بعضهما البعض عند توصيلهما مع أطراف المحرك



ب) عكس اتجاه الدوارن

أ) اتجاه الدوارن

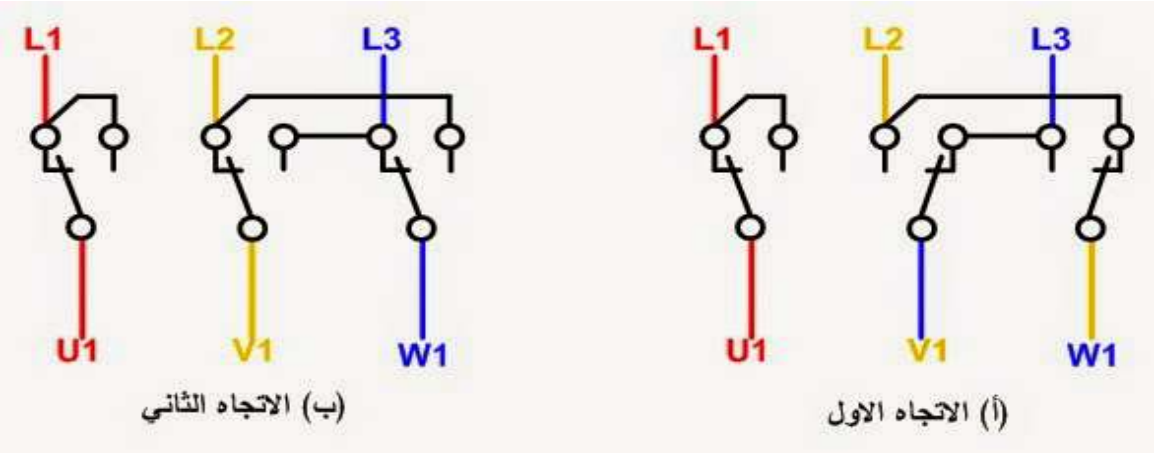
ويتم ذلك باستخدام مفاتيح يدوية أو باستخدام المفاتيح المغناطيسية

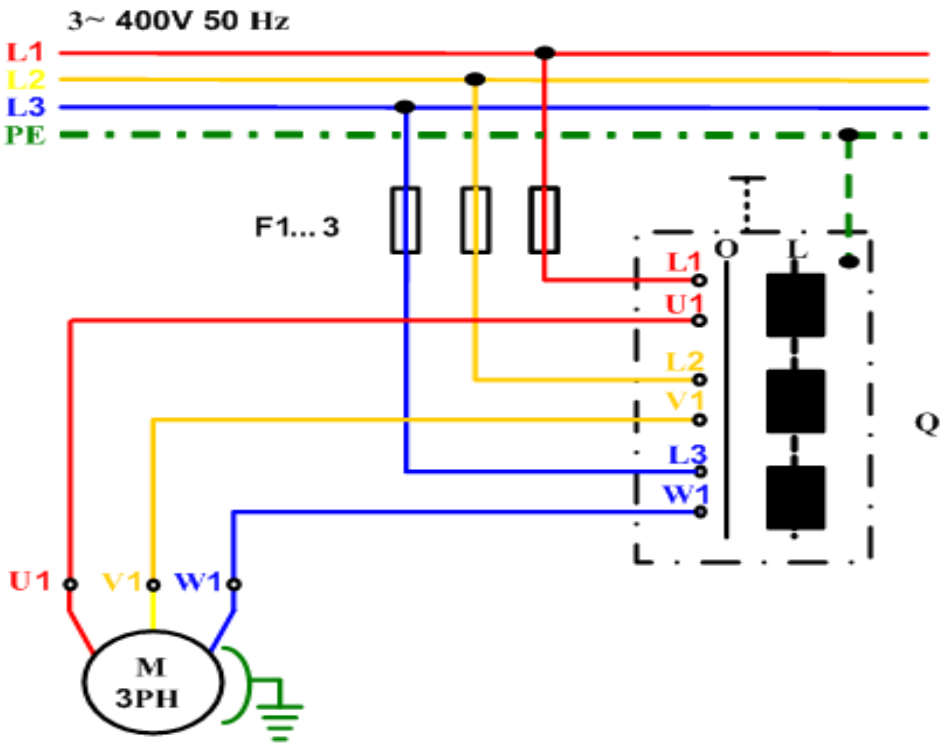
عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور بواسطة مفتاح اسطواني

يستخدم لعكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية

ثلاثية الطور مفاتيح يدوية تعمل على عكس اتجاه دوران المحركات الحثية الثلاثية الأطوار

حيث يعمل المفتاح على تغير اتجاه دوران المجال المغناطيسي للعضو الساكن ولتحقيق هذا الغرض يجب تغيير تسلسل الأطوار في ملفات العضو الساكن في المحرك الكهربائي وذلك بتغيير تسلسل توصيل تلك الأطوارأي بتبديل وضع طورين



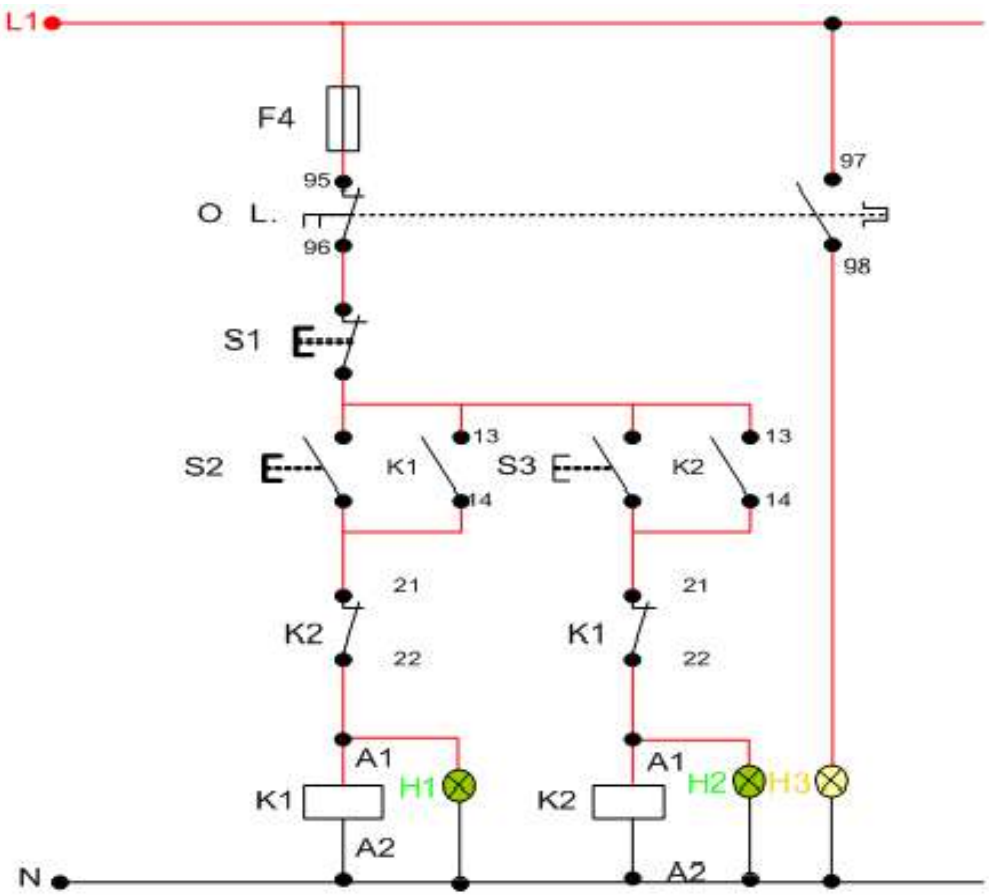


عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور بالمفاتيح المغناطيسية (CONTACTORS)

تتكون دائرة عكس اتجاه دوران المحركات الثلاثية الأوجه بواسطة المفاتيح الكهرومغناطيسية والضواغط من دائرتين هما

دائرة التحكم ودائرة القوى:

1. دارة التحكم لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور



عند الضغط على ضاغط التشغيل (S2) يكتمل مسار التيار إلى ملف الكونتاكتور (K1) فيغلق تلا مساته الرئيسية ويدور المحرك جهة اليمين

وفي الوقت نفسه تغلق تلامسات الاستمرارية فتحافظ على استمرارية مسار التيار حتى بعد زوال الضغط عن الضاغط (S1), ويضيء المصباح (H1)

كما وتفتح نقاط تلامسات الحماية من عمل المفتاحين في نفس الوقت وهي التلامس 21 و 22 من التلامسات المساعدة.

وعند الضغط على ضاغط التشغيل (S3) لن يعمل المحرك لأن التلامس المساعد 21 و 22 مفتوح

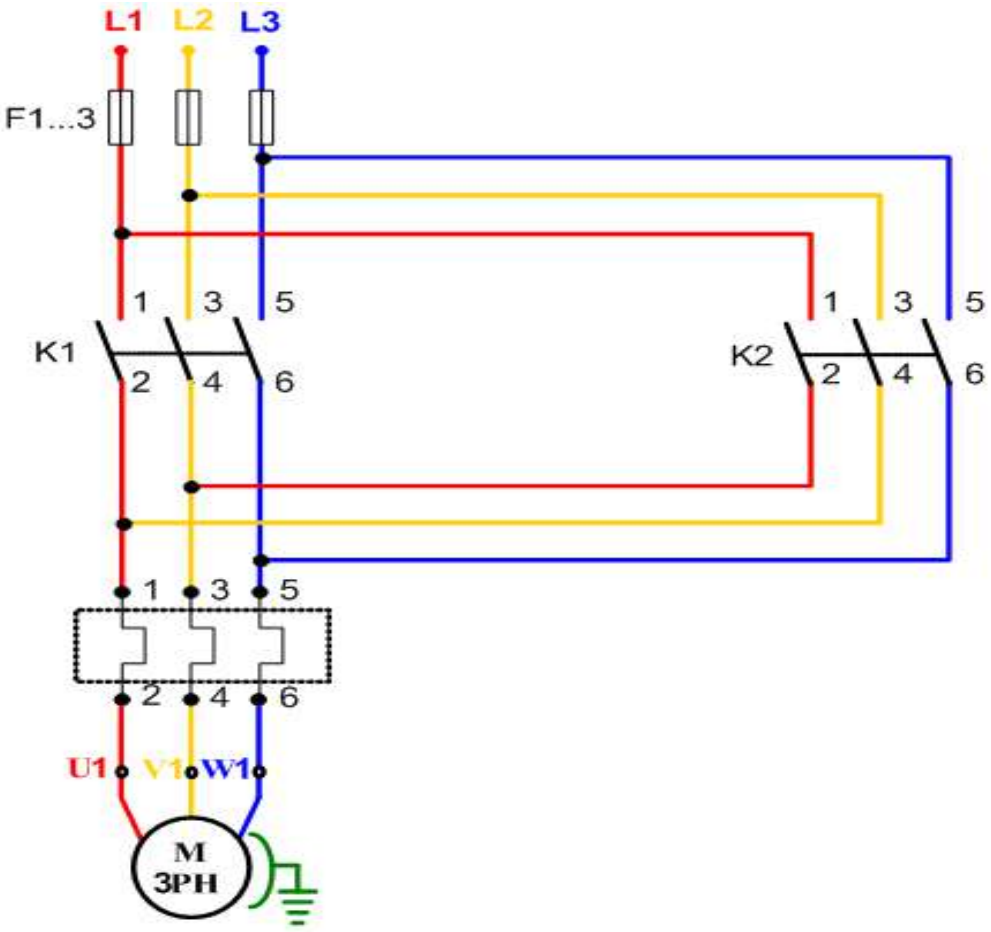
ولعكس اتجاه دوران المحرك يجب إيقاف تشغيل المحرك أولا عن طريق استخدام الضاغط (S1)

ثم باستخدام ضاغط التشغيل (S3) يكمل مسار التيار إلى ملف الكونتاكتور (K2) فيغلق تلامساته الرئيسية ويدور المحرك جهة اليسار

وفي نفس الوقت تغلق تلامسات الاستمرارية ويضيء المصباح (H2)، وتفتح تلامسات الحماية بفعل المفتاحين

وعند حدوث الحمل الزائد يفصل المرحل الحراري التلامسي ويضيء المصبـاح (H3)

2. دارة القوى لعكس اتجاه دوارن محرك ثلاثي الطور



يعتمد مبدأ عمل دائرة القوى على سريان التيار من المصدر الكهربائي الى دائرة المحرك عن طريق المصهرات و الكونتاكتور (K1) والحماية الحرارية حيث يتصل كل من L1-U1، L3-W1 ، L2-V1

عندما تغلق نقاط القدرة في تلامسات المفتاح التلا مسي وعند التحويل للاتجاه الثاني يعمل الكونتاكتور (K2) على إيصال التيار من المصدر عبر نفس المصهرات والحماية الحرارية التي تم استخدامها في الاتجاه الأول حيث يتصل كل

من L1 – V1 ، و L2 – U1 ، و L3 – W1

فيدور المحرك بالاتجاه المعاكس

التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور

من المعادلة الآتية :

$$n=120*f/P(1-s).....1$$

يتضح من المعادلة (1) أنه يمكن التحكم في سرعة المحركات الحثية عن طريق تغيير أحد العوامل الموجودة بالمعادلة حيث أن:

n: سرعة المحرك

f: تردد التيار بالهرتز (تردد ملفات الجزء الثابت وهو نفسه تردد مصدر الجهد)

P: عدد الاقطاب المغناطيسية

s: الإنزلاق

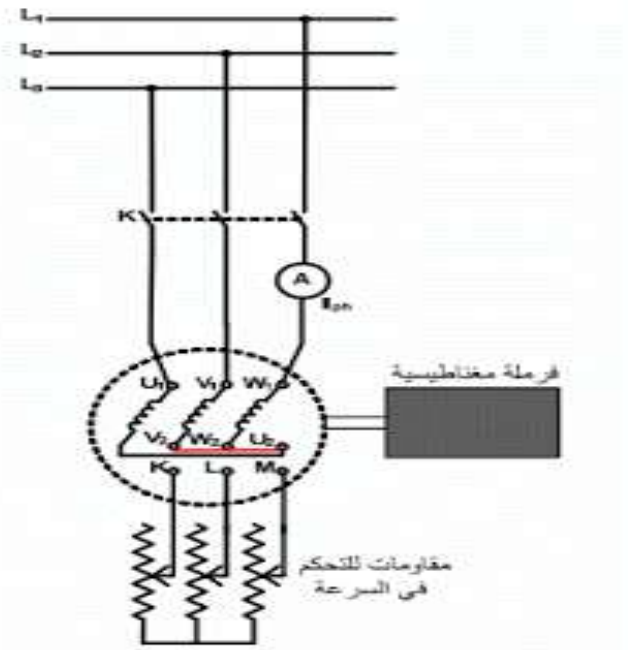
1- تغيير الإنزلاق

يتحقق ذلك بربط مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات الجزء الدوار ولايمكن هذا إلا مع المحرك الحثي ذو الحلقات الانزلاقية حيث يمكننا ربط أي عنصر خارجي مع جزئه الدوار ولايمكن ذلك مع المحرك ذو القفص السنجابي لأنه عبارة عن دائرة مغلقة

عند ربط هذه المقاومة فإن المفاقيد النحاسية بالجزء الدوار سوف ترتفع نتيجة لإرتفاع قيمة مقاومة ملفات العضو الدوار مما يزيد من قيمة الإنزلاق

وبما أن المفاقيد النحاسية سترتفع

سيرفع ذلك من قيم الإنزلاق مما يجعل من سرعة المحرك تنخفض وذلك حسب المعادلة(1)



2- التحكم في السرعة عن طريق عدد الأقطاب

من نفس المعادلة يمكننا ملاحظة أن العلاقة بين السرعة وعدد الأقطاب علاقة عكسية ، بمعنى أنه كلما زاد عدد الأقطاب انخفضت سرعة المحرك، يمكن تطبيق هذا التغيير في حالة محركات القفص السنجابي لماذا؟

في حالة محركات القفص السنجابي نحن بحاجة لتغيير عدد الأقطاب في الجزء الثابت فقط ، وبما أن عدد الأقطاب في الجزئين الثابت والدوار يجب أن يكون متساوياً فإن قضبان القفص السنجاب في الجزء الدوار تقوم بتغيير مناظر للتغيير الذي حدث في أقطاب الجزء الثابت تلقائياً ودون الحاجة لعمل نفس الإجراء

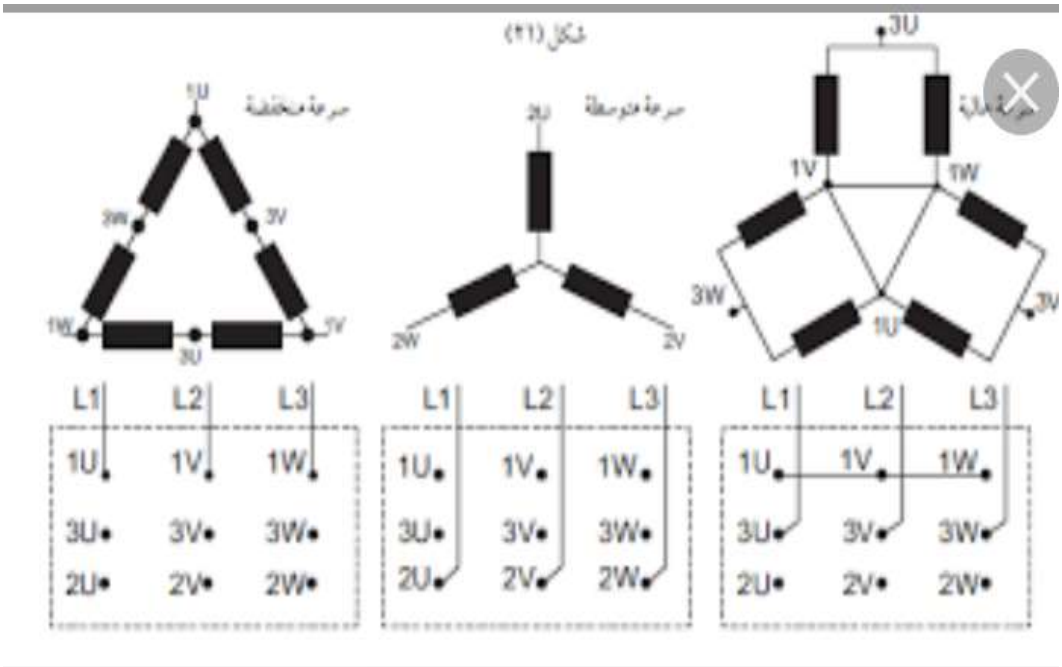
جدول السرعة عند التغير في التردد والاقطاب

قطب	HZ	سرعة المجال	سرعة المحرك
٢	٥٠	٣٠٠٠	٢٩٠٠
٤	٥٠	١٥٠٠	١٤٢٠
٦	٥٠	١٠٠٠	٩١٠
٨	٥٠	٧٥٠	٦٨٠
١٠	٥٠	٦٠٠	٥٢٠
قطب	HZ	سرعة المجال	سرعة المحرك
٢	٦٠	٣٦٠٠	٣٤٠٠
٤	٦٠	١٨٠٠	١٧٠٠
٦	٦٠	١٢٠٠	١٠٥٠
٨	٦٠	٩٠٠	٨٠٠
١٠	٦٠	٧٢٠	٦٥٠

كما نعرف فإن عدد الأقطاب يعتمد على اتجاه التيار في الملفات وطريقة توزيعها بالجزء الثابت وبالتالي يمكن تغيير عدد الإقطاب بإحدى
الطريقتين التاليتين:

أ- يصمم المحرك بحيث يحتوي جزؤه الثابت على عدد معين من الملفات ، كل مجموعة من هذه الملفات خاصة بعدد أقطاب معينة وبالتالي فإن لكل مجموعة سرعة معينة

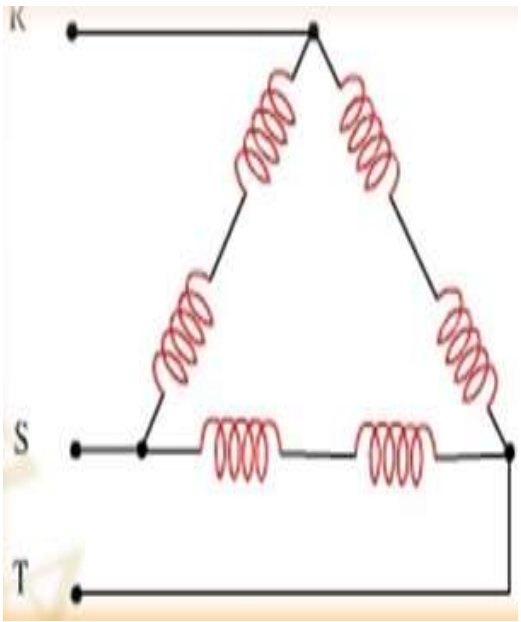
ب- يصمم المحرك بحيث تكون به مجموعة واحدة من الملفات في جزئه الثابت ، عن طريق تغيير ربط هذه الملفات بإمكاننا الحصول على سرعات
مختلفة للمحرك

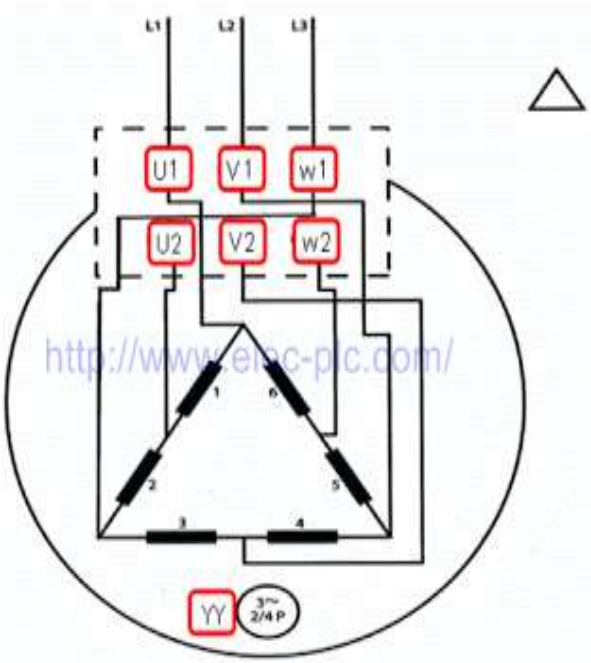


الطريقة الأولى تفضل على الثانية لأنه سنقلل من عدد الملفات وبالتالي سيكون حجم ووزن المحرك أقل

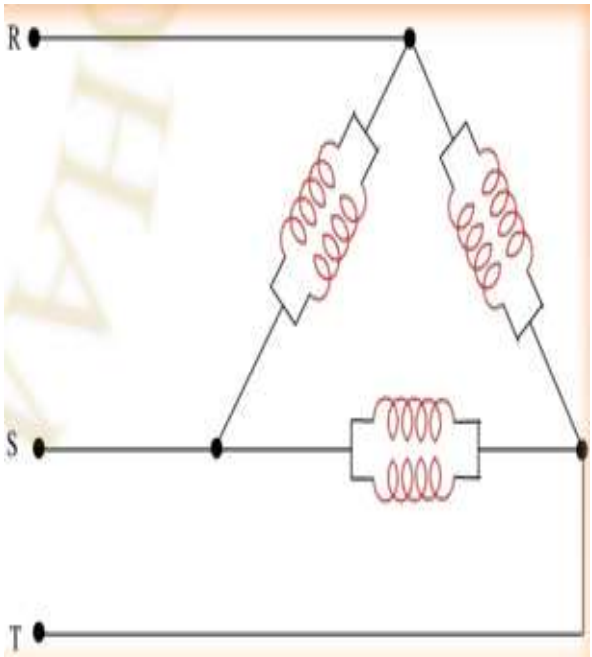
يتم هذا التغيير باستخدام مفتاح خاص يطلق عليه اسم مفتاح "دالنلدر"

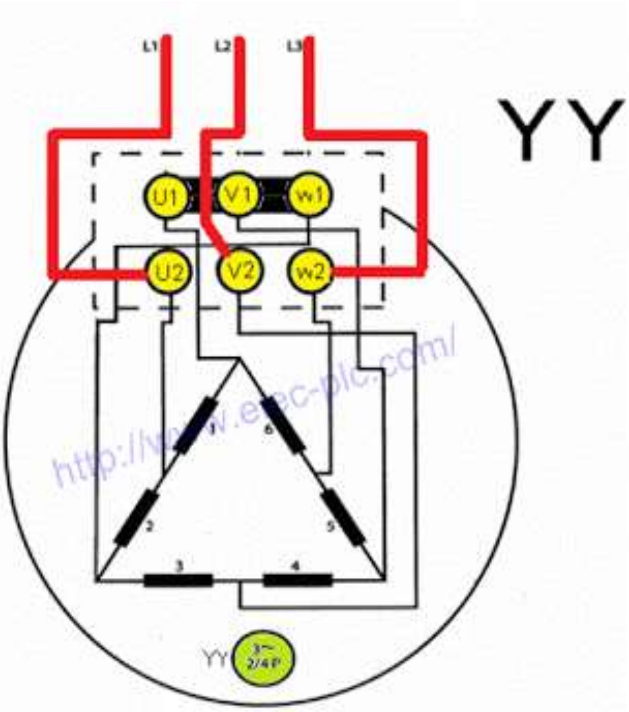
يمكن ملاحظة أنه للحصول على أربعة أقطاب وبالتالي على سرعة منخفضة تربط ملفات الجزء الثابت على التوالي وبذلك فإن اتجاه التيار في كل جانب ملف يحدد نوعية القطب إذا ما كان شمالياً أو جنوبياً فإذا فرضنا أن التيار الداخل يشكل قطباً شمالياً والخارج جنوبياً فإننا نحصل على أربعة أقطاب وسرعة منخفضة





إذا ربطت كل مجموعة من الملفات على التوازي فإن إتجاه التيار سيصبح كما بالشكل ب وبالتالي ستكون كل مجموعة من التيارات الداخلة والخارجة وهي متساوية في كل جانبي ملف متتالين عدد 2 قطب وبالتالي سترتفع سرعة المحرك





توصيل محرك ثلاثي الطور سرعتين (دالندر)

تستخدم المفاتيح اليدوية لتشغيل المحركات على سرعتين بطريقة الملفات المتصلة (دالندر) كما تستخدم المفاتيح الكهرومغناطيسية(الكونتاكتورات)

1-التشغيل اليدوي

يتم تشغيل محرك ثلاثي الطور سرعيتن حيث يتم التحكم بالسرعة للمحرك الحثي بواسطة مفتاح عن طريق تغيير عدد الأقطــاب:

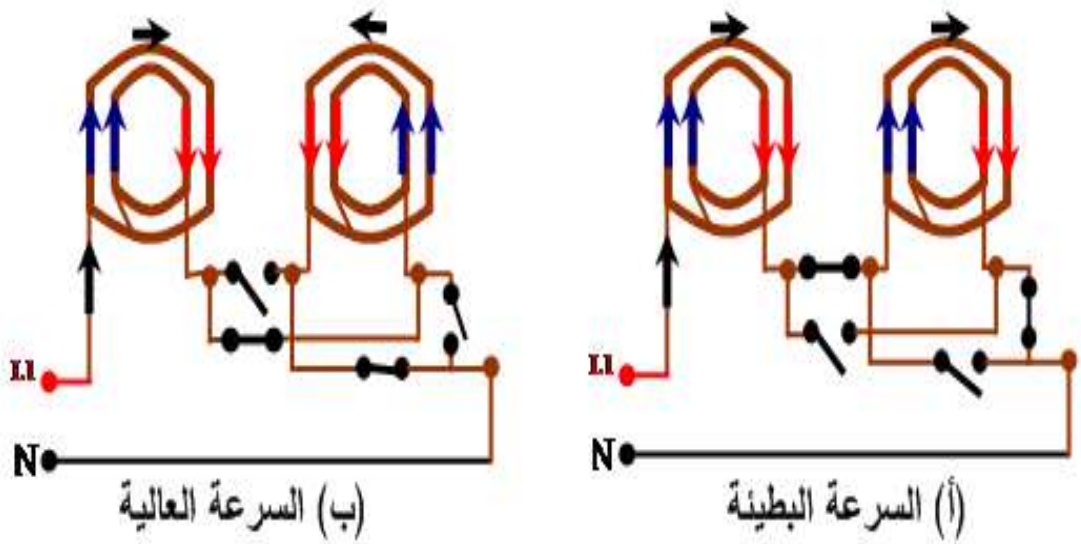
حيث يغير المفتاح عدد الأقطاب

ففي الوضع (أ) يكون عدد الأقطاب أربعة وتكون السرعة قريبة من (1500) د/د

بينما في الوضع (ب) يقلل عدد الأقطاب لقطبين وتزيد السرعة لتصبح قريبة من (3000) د/د.

وكما هو معلوم ترتبط سرعة العضو الدوار(المحرك) N بعدد الأقطاب حسب العلاقة :

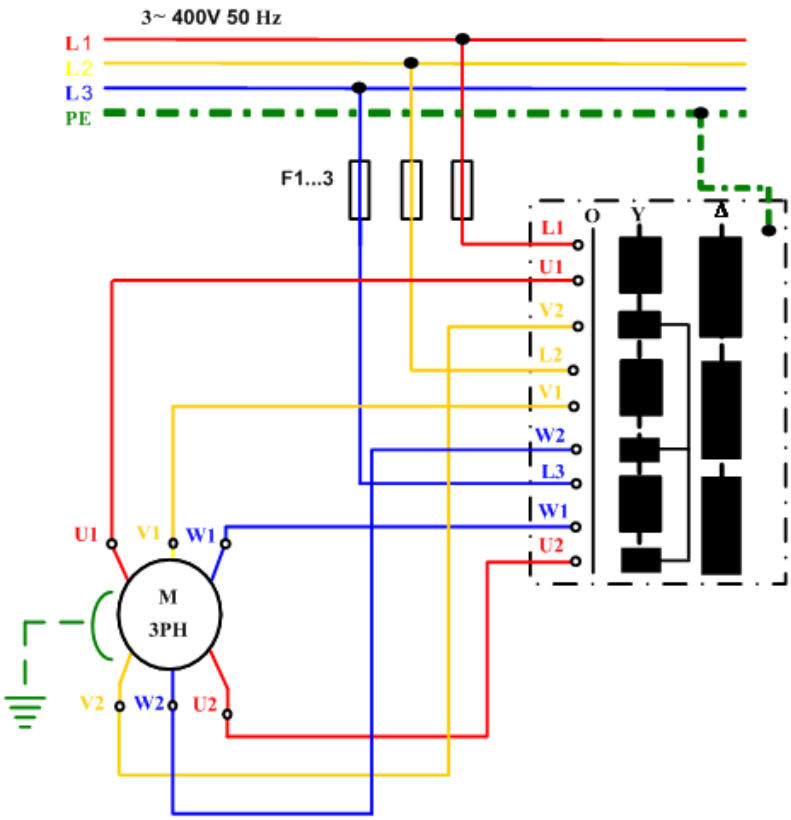
السرعة = 120 X التردد / عدد الاقطاب



حيث يمكن الحصول على سرعتين متناصفتين عن طريق تحويل توصيل ملفات المحرك من دلتا الى توصيلة (نجمة- نجمة) الستار الثنائية بمساعدة مفتاح التحكم اليدوي

يؤدي التبديل من توصيلة المثلث الى توصيلة النجمة الثنائية إلى انخفاض عدد الأقطاب إلى النصف وبالتالي تزداد السرعة إلى الضعف

ولمعرفة كيفية اعادة لف هذا النوع من المحركات قم بالزيارة الموضوع اعادة لف محرك ثلاثي الطور سرعيتن (دالندر) 2/ 4اقطاب تطبيق عملي

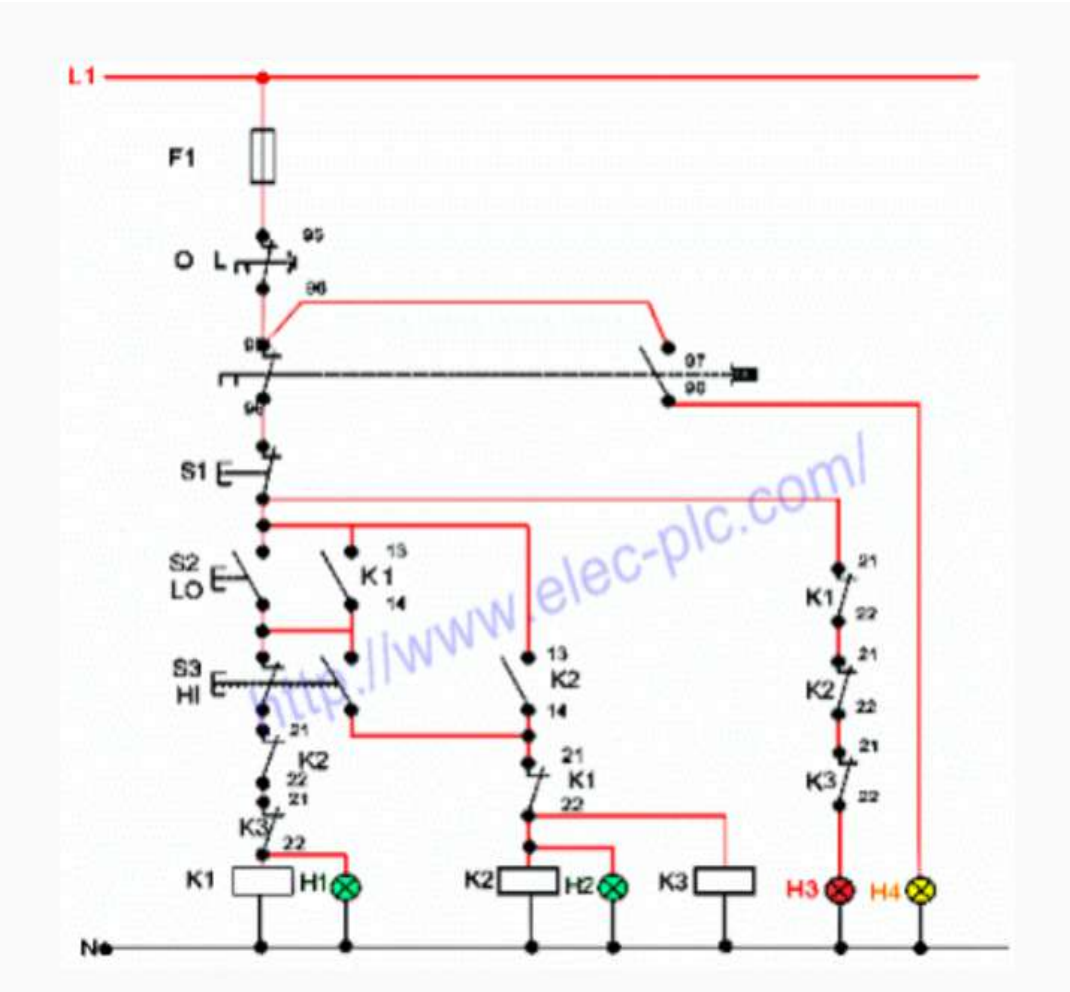


2- التشغيل الآلي

بواسطة مفاتيح مغناطيسية (كونتاكتورات)

ولتشغيل المحرك الثلاثي الاوجه سرعتين باستخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية سوف نشرح:

اولا: دارة التحكم :



والجدول التالي يبين مكونات دارة التحكم:

F1	مصهر حماية	K2	مفتاح تلامسي (Y Y)
F2..4	مصهرات حماية	K3	مفتاح تلامسي (Y Y)
O.L	مرحل حراري	H1	مصباح بيان لتشغيل محرك (Δ)
S1	ضاغط إيقاف	H2	مصباح بيان تشغيل المحرك (Y Y)
S2	ضاغط تشغيل	H3	مصباح بيان إيقاف المحرك
S3	ضاغط قفل	H4	مصباح بيان عطل المحرك
K1	مفتاح تلامسي Δ		

عند الضغط على ضاغط التشغيل S2 فإن التيار يغذي K1 فيضيء المصباح H1 فيغلق ملامساته المفتوحة وتفتح ملامساته المغلقة، ويستمر في العمل عن طريق ملامسات الاستمرارية ليعمل المحرك على توصيلة المثلث D التي تحقق السرعة المنخفضة

عندما نريد زيادة سرعة المحرك إلى السرعة المرتفعة فيجب الضغط على S3 ليفصل التيار عن المفتاح التلامسي K1 وفي نفس الوقت يوصل التيار

إلى ملف المفتاح K2 فيضيء المصباح H2 ويسري التيار الى ملف المفتاح K3 ويعمل مع المفتاح K2 عن طريق نقاط الاستمرارية ليعمل المحرك بتوصيلة Y Y أي على السرعة المرتفعة

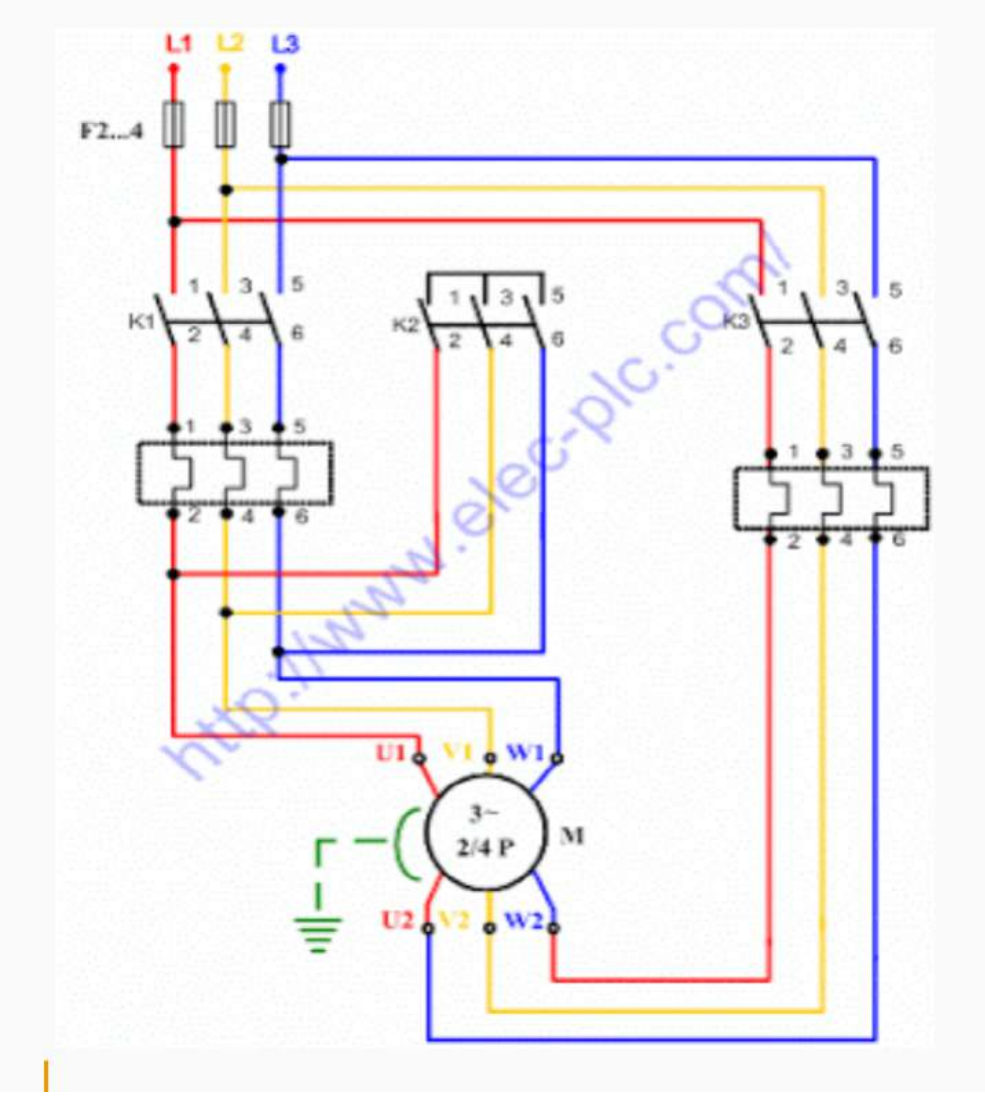
يمكننا التحويل من السرعة المنخفضة D إلى السرعة العالية YY في هذه الدارة مباشرة عند الضغط على ضاغط التشغيل S2 لتشغيل السرعة المرتفعة، ثم الضغط على ضاغط القفل S3 لتشغيل السرعة العالية Y Y

أما التحويل من السرعة المرتفعة YY إلى السرعة المنخفضة فيجب ان يتم عن طريق ضاغط الإيقاف S1 ثم باستخدام ضاغط التشغيل S2

لإيقاف عمل المحرك يستخدم الضاغط S1 ويضيء المصباح H3

وعند حدوث خلل في المحرك يضيء المصباح H4 ويقف المحرك عن العمل

ثانيا- دارة القوى



يعتمد مبدأ عمل دارة القدرة على إغلاق ملامسات القدرة في المفتاح التلامسي (K1) الذي يعمل على وصل بدايات ملفات المحرك (U1-V1-W1) مع المصدر الكهربائي (L1-L2-L3)

ويتم وصل التيار الكهربائي من المصدر الكهربائي

الى دارة المحرك عن طريق مصهرات الحماية الحرارية ليعمل المحرك على توصيلة المثلث للسرعة المنخفضة

وعند تحويل المحرك ليعمل على توصيل النجمة / نجمة للسرعة العالية، بحيث يفصل المفتاح الكهرومغناطيسي (K1)

ويعمل المفتاح التلامسي (K2)، حيث يعمل المفتاح التلامسي (K2) الذي يقوم بوصل بدايات ملفات المحرك (U1-V1-W1) مع بعضها البعض ويعمل المفتاح (K3) على وصل نهايات اطراف المحرك مع المصدر الكهربائي ليصل (L1–V2) ويصل (L2–W2) و (L3–U2) ليعمل المحرك على توصيلة (النجمة/نجمة) للسرعة العالية

3-التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور عن طريق تغيير التردد

بواسطةجهاز مغير السرعة

Variable Speed Drivce

واختصاره :(VSD)

ويسمى ايضا:

جهاز مغير التردد

Variable Frequency Drivce

واختصاره (VFD)

والمعروف بالأنفيرتر inverter اي العاكس

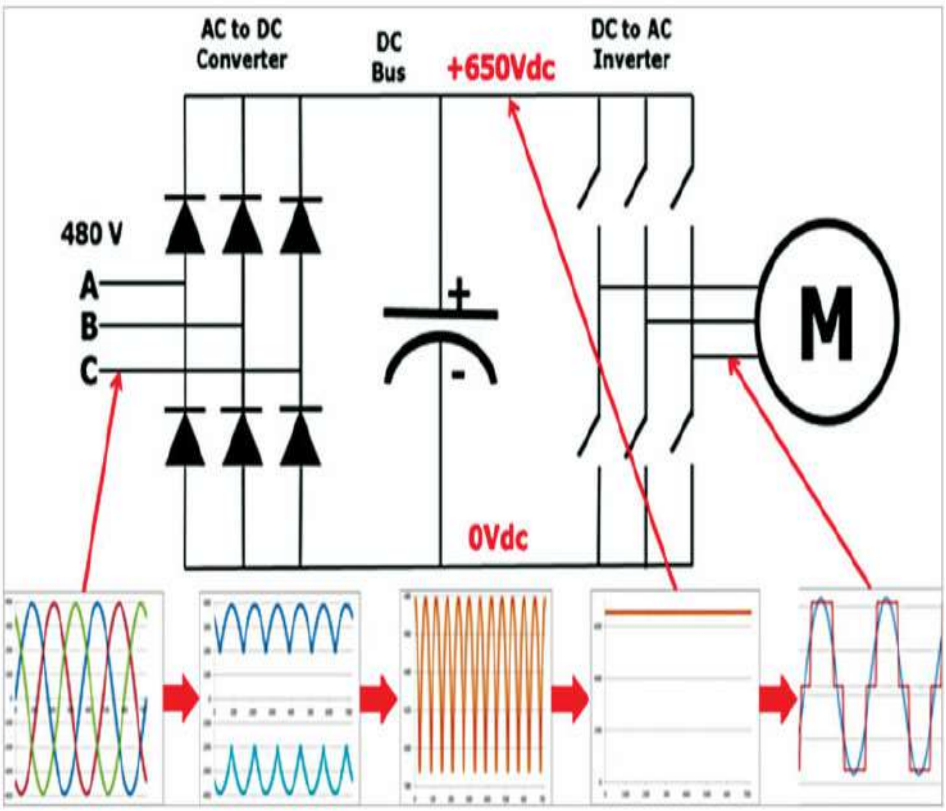
اي يعكس التيار من متردد الى مستمر ثم من مستمر الى متردد

تعريف الأنفيرتر

هو جهاز يقوم بقيادة المحركات من نوعية AC و التحكم بها عن طريق تغيير التردد HZ

حيث يتم تحويل التيار الكهربائي في دخل الانفيرتر من تيار متناوب إلى تيار كهربائي مستمر

يدخل هذا التيار إلى دارة خاصة لتحويل هذا التيار من مستمر إلى تيار نبضي (متقطع) ولكن بسرعة



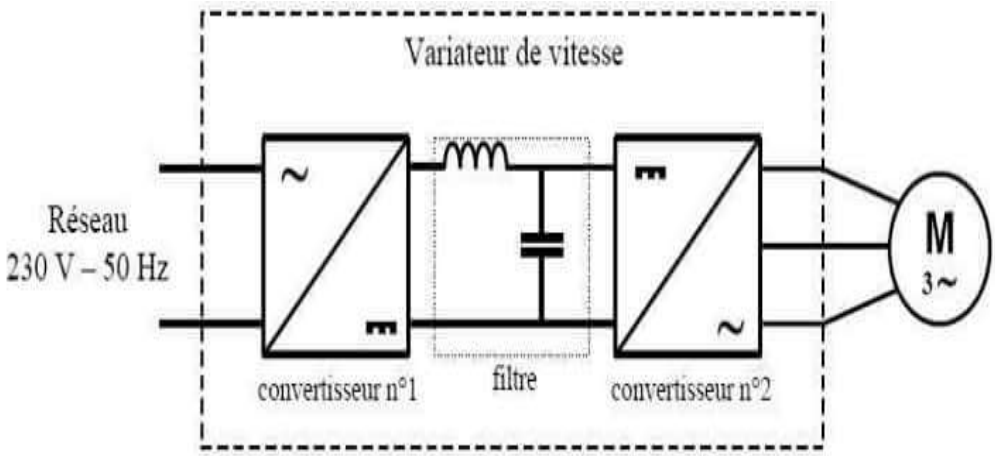
يتم التحكم بها بواسطة متغيرات قابلة للبرمجة

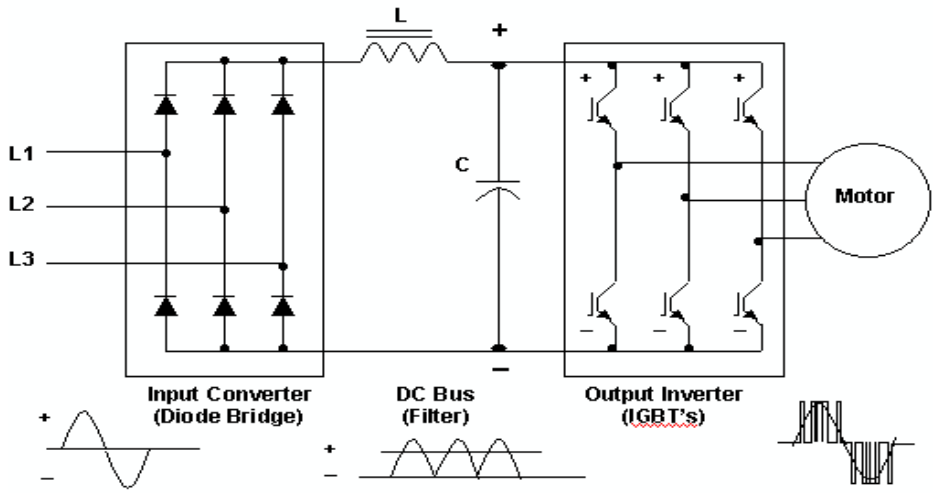
يتم حفظ البرنامج للتحكم بالمحرك عن طريق ذاكرة (مجموعة IC) خاصة تقوم بحفظ كافة المتغيرات التي تم إدخالها إلى الأنفيرتر عن طريق لوحة صغيرة لإدخال المتغيرات على البرنامج

نظرية عمله

هو عبارة عن جهاز يتحكم في سرعة المحركات عن طريق التحكم في الترددHZ...

يتم تغذيته بتيار متردد AC ثم يقوم الإنفيرتر بتحويل المتردد إلى DC تيار مستمر أو ثم يقوم بتحويل الDC إلى AC مرة أخرى ليتحكم في الجهد والتردد





مميزاته

1- وجود برامج ضمن الجهاز للتحكم بسرعة المحرك من دورة واحدة بالدقيقة الي أعلى من طاقة المحرك أحياناً تصل الي 10 اضعاف من سرعة المحرك الاساسية.

2- وجود برامج ضمن الجهاز تقوم بحماية المحرك من الكثير من الاخطاء أشهرها:

انقطاع احد الفازات

تغير في احد الفازات

حمل زائد علي قدرة المحرك

ارتفاع درجة حرارة المحرك فوق الحد المسموح الذي تم ظبطه من خلال الجهاز

3- وجود شاشة علي الجهاز تقوم باظهار الكثير من القياسات للمحرك أشهرها:

سرعة الدوران الحالية

أمبير الحمل للمحرك أثناء العمل

اتجاه دوران المحرك لليمين او لليسار

استبيان الأخطاء التي حدثت أثناء العمل

4- دخل 220V والخرج 380V

5- يعمل الجهاز من 220V الي 460V

6-إذا اخطأ المبرمج يمكن ارجاع القيم الي ضبط المصنع بسهولة

ملاحظات هامة

1_عند تغيير سرعة المحرك يقوم الإنفيرتر بإخراج جهد للمحرك يتناسب مع قيمة التردد والسرعة المطلوبة

2_ قيمة الأمبير بين المحرك والانفرتر تكون أعلى من قيمة الأمبير بين الإنفيرتر والمصدر

3_ المحرك الذي يعمل على الإنفيرتر له مواصفات تسمح بخصائص الإنفيرتر

4 الإنفيرتر به جميع الحمايات للمحرك

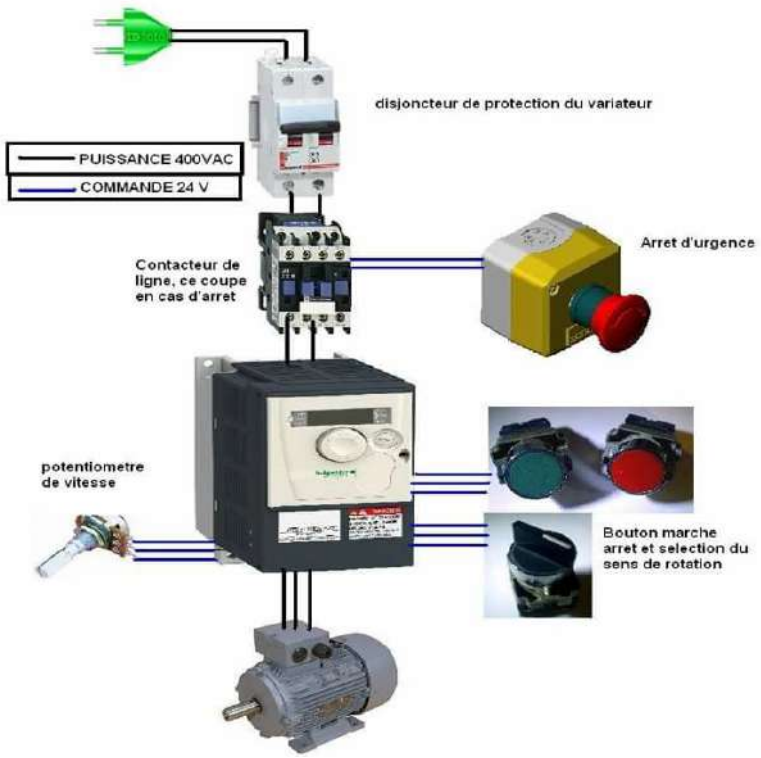
5_ هناك أنواع تسمح لتغير إتجاه المحرك عن طريق لوحة تشغيله دون نقل كابلات مثل ماركة (ABB)وبه شاشة موضح عليها قيمة التردد والا مبير وسهم دوار بالاتجاه ولو تم عكس اتجاه تكون

قراءة الهرتز بالسالب

وهناك انواع مثل ماركة(دانفوس) ليس به خاصية تغيير الاتجاه وعند تبديل الكابلات يدوياً يعطي قراءة بالسالب أيضا

6_ يقوم الإنفيرتر بقراءة بيانات المحرك

7_ بعض أنواع الإنفيرتر بها مخرجين تيار متردد و تيار مستمر للمحركات التي تحتاج إلى فرملة أو العمل على dc



ما هو الفرق بين المحرك العادى والمحرك المصمم للعمل على الانفرتر؟

الاجابة:

المحرك المصمم للعمل على الانفرتر يسمح بتشغيله اعلى من السرعة المقننة له ولذلك فان المواصفات التالية يجب ان تتوفر فيه:

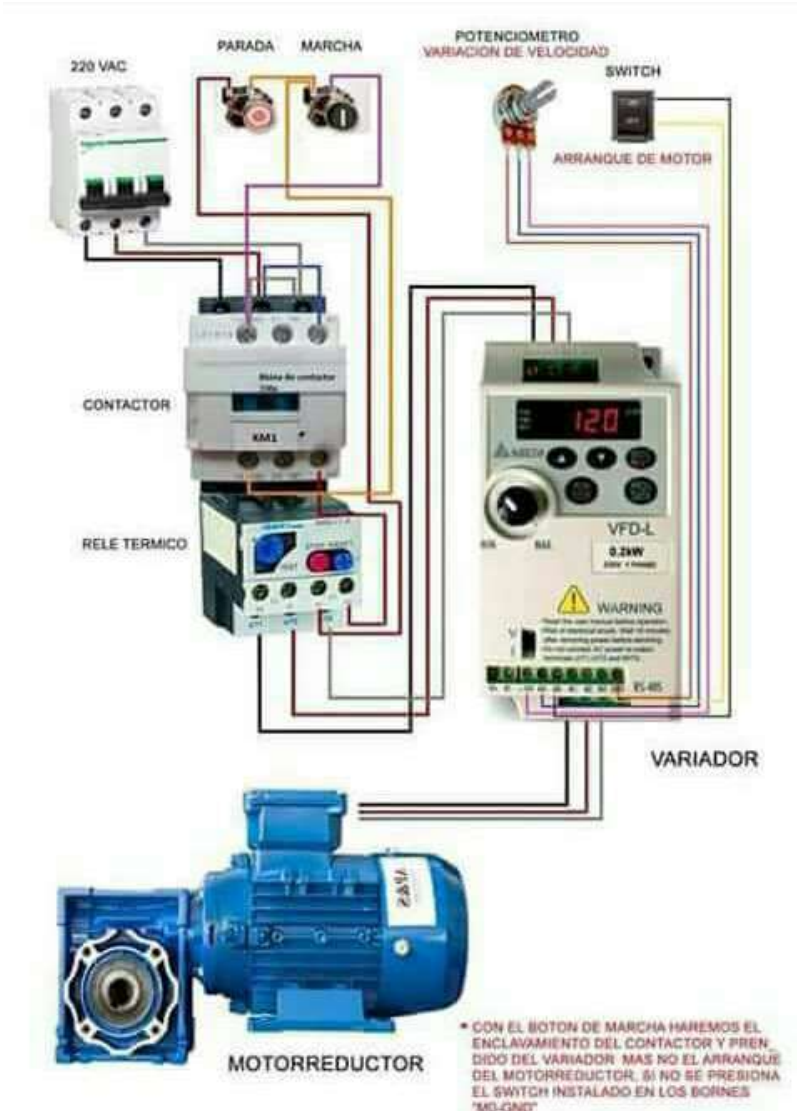
1- قابلية عزل الملفات للعمل مع الجهد الخارج من الانفرتر من حيث درجة العزل ضد التغيرات السريعة فى الجهد voltage transient dv/dt والتى تسبب اجهادات متكررة على العزل قد تؤدي لانهياره

2- درجة حرارة التشغيل المسموح بها اعلى من المحرك العادي حيث انه فى السرعات المنخفضة تدور مروحة التبريد المركبة على المحرك بسرعة منخفضة وبذلك تنخفض كفاءة تبريد المحرك.

3- يحتاج المحرك الى فلتر وذلك لتقليل dv/dt
وايضا للسماحية بطول اكبر للكابل المغذي للمحرك

4- المحرك يصمم لتحمل اهتزازات ميكانيكية اعلى
mechanical vibration

من ناحية التصميم الميكانيكي لتثبيت الملفات فلا
يوجد فرق بينهما



تشغيل محرك ثلاثي الطور ليعمل كمحرك احادي الطور

الطريقة الأولى بواسطة اضافة مكثف

يمكن تشغيل محركات ثلاثية الطور (380v) على فولتية طور واحد (220v) للمحركات ذات القدرات الصغيرة التي قدرتها اقل من حصان ميكانيكي واحد وقد يقبل بان ترتفع هذه النسبة لتصل الى حصان ونصف الحصان الميكانيكي (1.5HP) علماً بأن قدرته لن تتعدى 75% من قدرته الأصلية

اي ان المحرك في حالة التحويل سوف يفقد ثلث قدرته تقريبا والسبب أن احد الملفات الثلاثة يعمل كملف بدء تشغيل

ويتم التحويل بتوصيل مكثف تشغيل

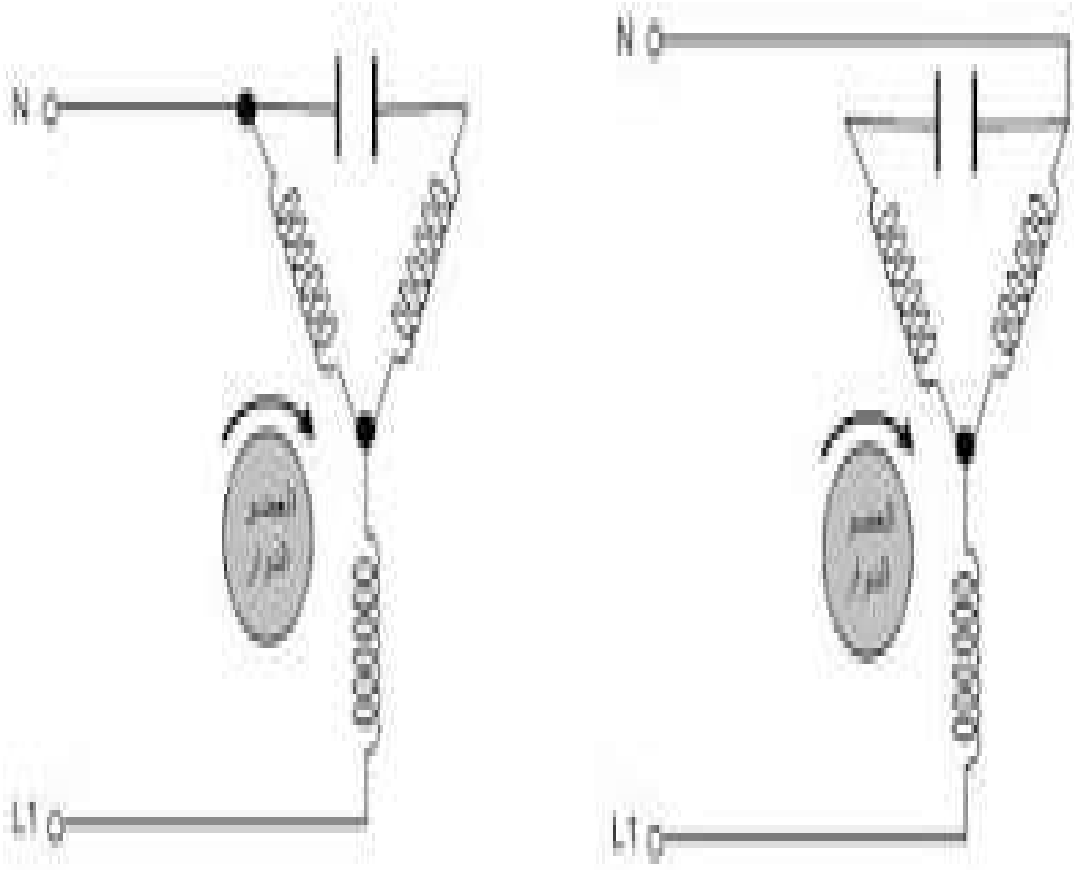
وتحسب قيمة المكثف بشكل تقريبي حسب قدرة المحرك وهي كما يلي:

يتم توصيل مكثف 50 مايكروفاراد 450 فولت لكل حصان ميكانيكي عند عمل المحرك على فولتية

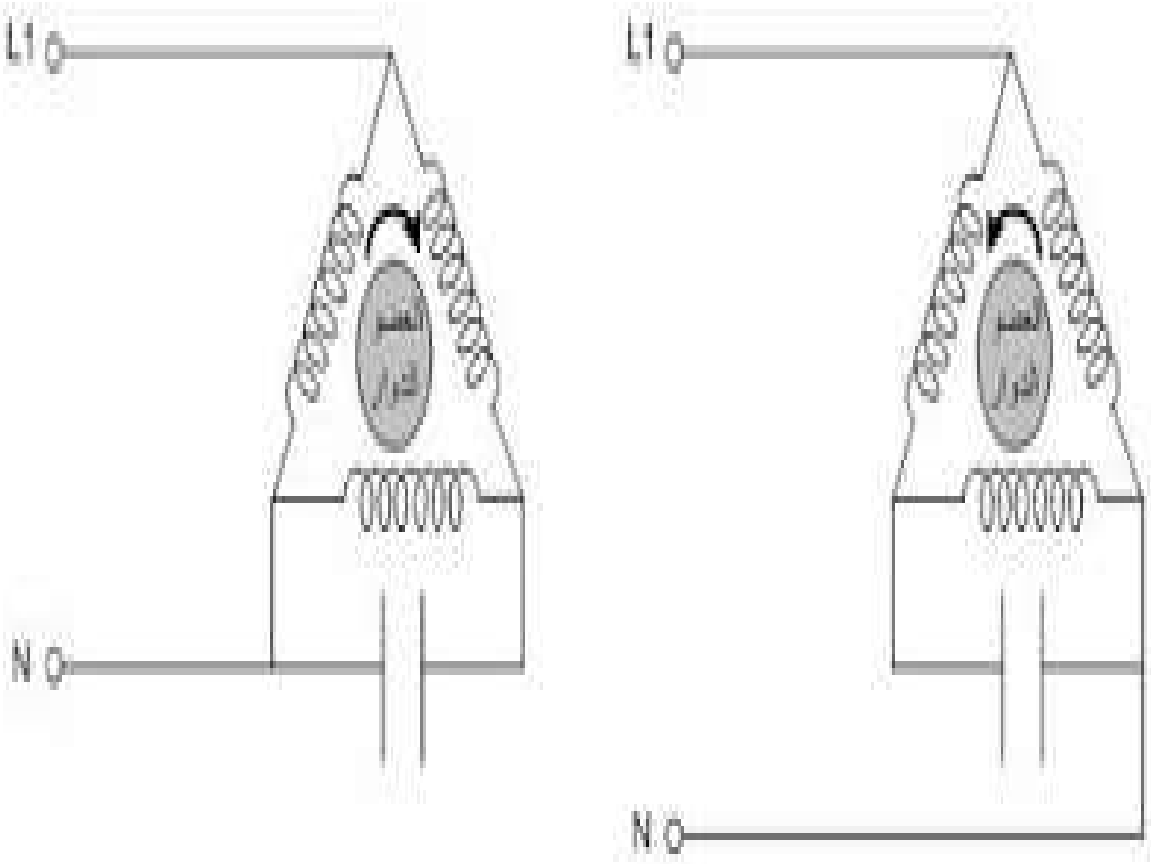
220 فولت طور واحد

اي ان المحرك الذي قدرته HP 1.5 يتم توصيله بمكثف قدرته 75 ميكرو فراد وبفولتية 450 فولت

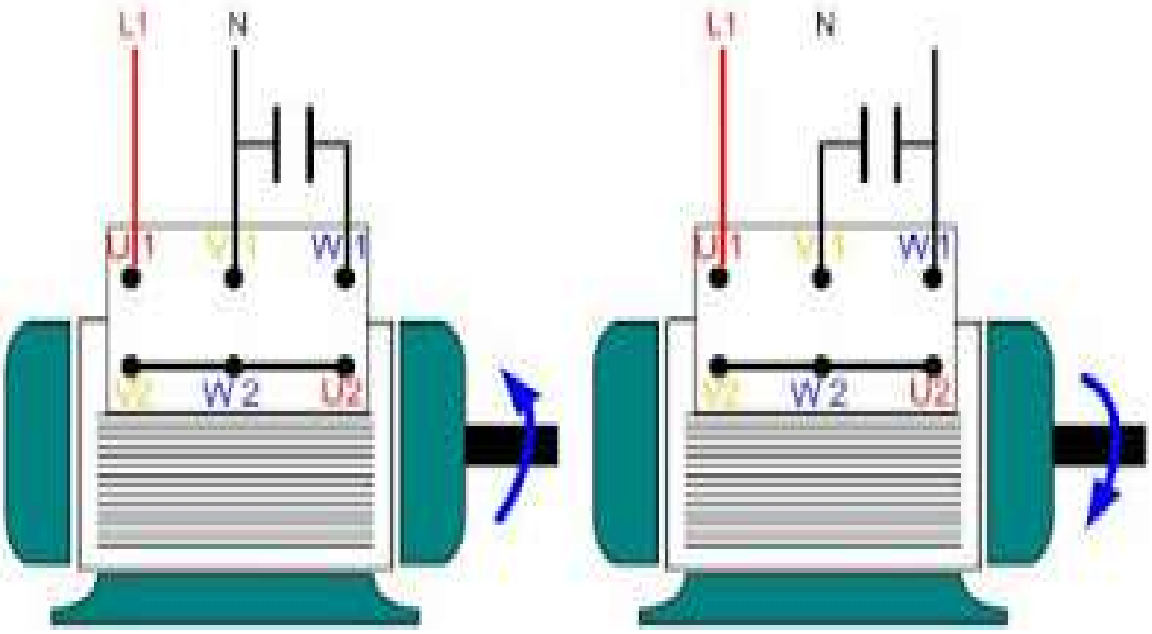
يبين الشكل رقم1 كيفية توصيل المكثف مع المحرك حيث يبين الشكل التالي توصيلة ملفات المحرك في حال توصيلة النجمة (ستار) وكيفية عكس اتجاه دورانه:



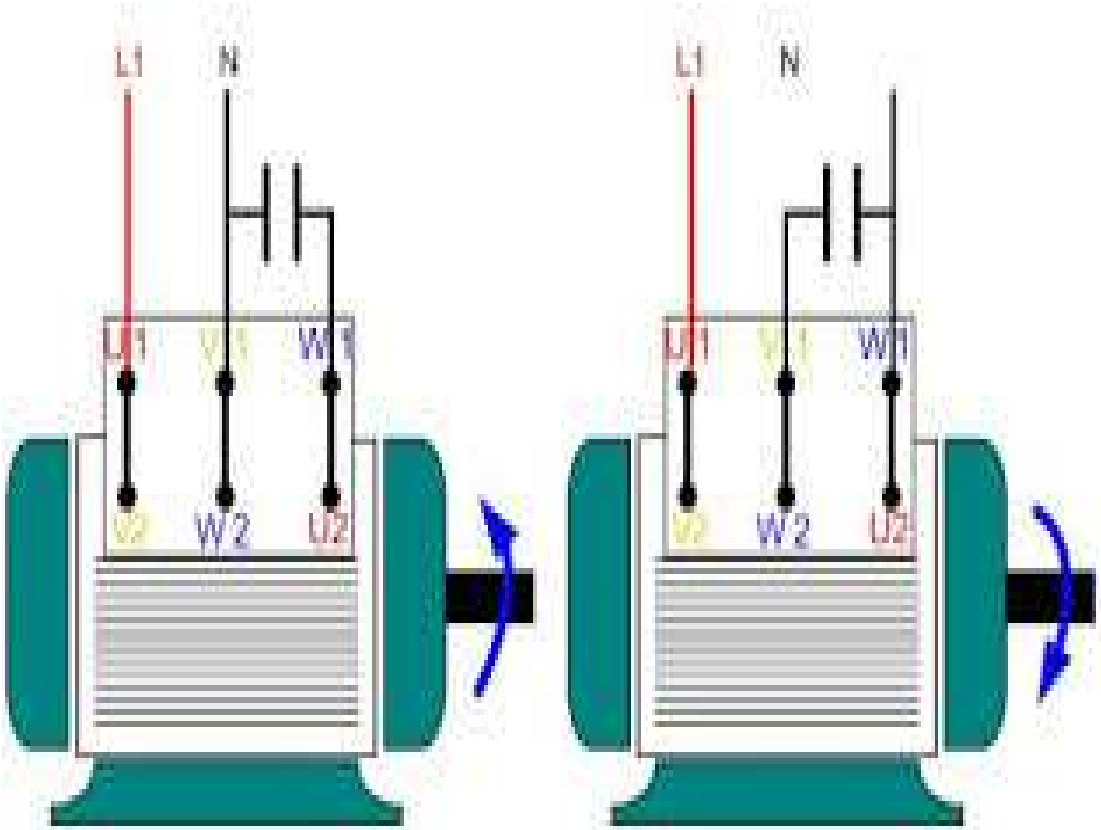
اما الشكل رقم 2 فيبين توصيل ملفات المحرك في حالة المثلث وكيفية عكس اتجاه دورانه:



اما الشكل رقم 3 فيبين كيفية التوصيل العملي على لوحة بيانات للمحرك وعكس اتجاه دورانه لتوصيل النجمة (ستار).

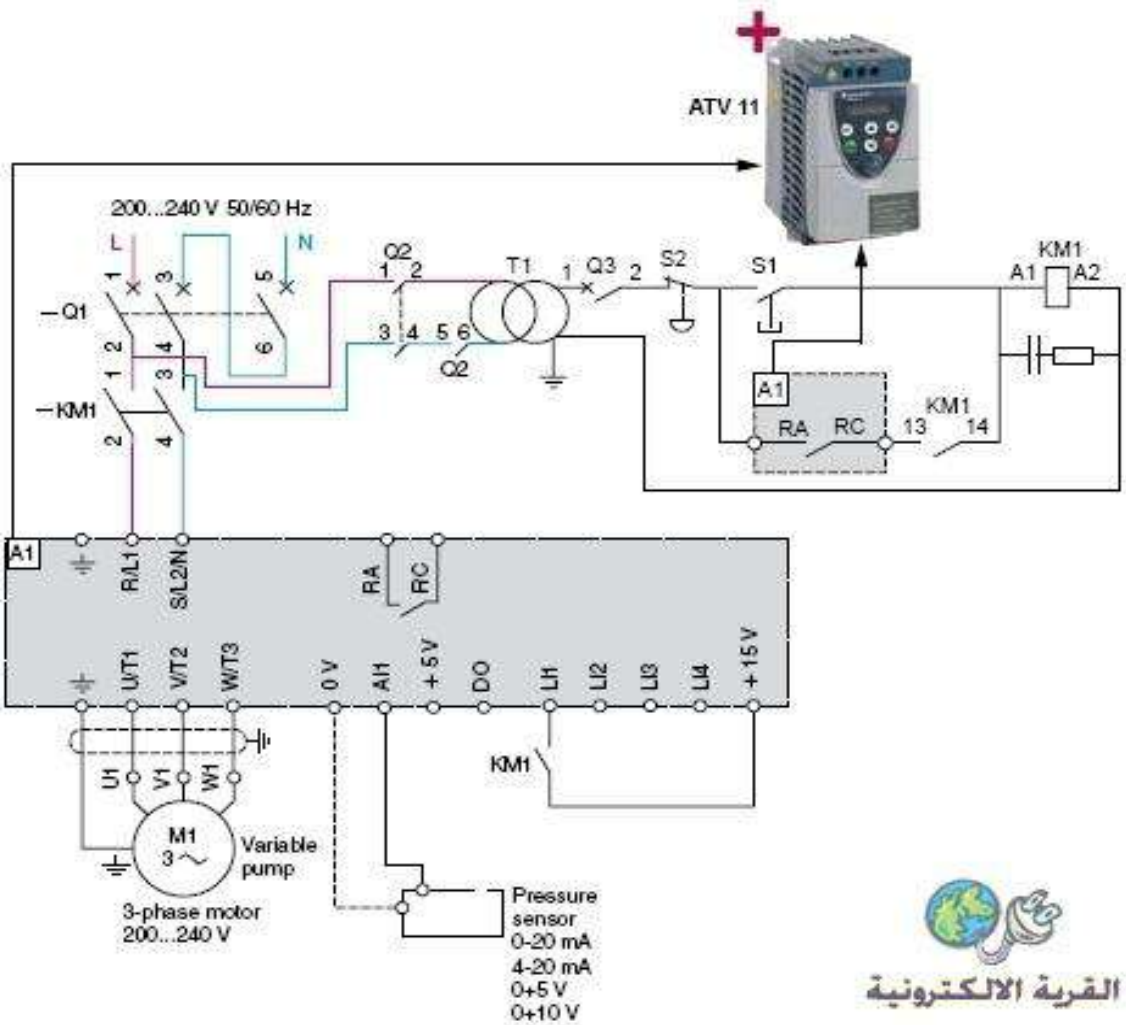


اما الشكل رقم 4 فيبين كيفية التوصيل العملي على لوحة بيانات للمحرك وعكس اتجاه دورانه لتوصيل المثلث (الدلتا)



الطريقة الثانية بواسطة انفيرتر

هذه الدائرة لا تصلح الا للمحركات ذات القدرة الصغيرة



القرية الالكترونية

شرح بعض الرموز المستخدمة فى الدائرة ووظيفتها

الرمز ATV11 جهاز الانفرتر او مغير السرعة

الرمز Q1 مفتاح ثلاثي نقوم بتوصيله ليعمل على جهد 220 فولت وهذه انسب توصيلة عند استخدام جهد 220 فولت على ثلاث كونتاكات لاستفادة من حساسية المفتاح كلها فى حالة الشورت سيركت .

الرمز KM1 وهو عبارة عن كونتاكتور ثنائي القطبية , يقوم بعملية الفصل والتوصيل عند حدوث خطأ ما بالدائرة وهو المسئول عن تغذية الانفرتر ب 220 فولت , طبعآ يستخدم كونتاكتور ثلاثي فى حالة 380 فولت , ونفس الجهاز يمكن ان يتم توصيله بالجهدين .

الرمز Q2 وهو مفتاح ثنائي يقوم بالحمايةقبل المحول و دائرة الكونترول المستخدمة وبعملية

الفصل والتوصيل .

الرمز T1 وهو المحول المسئول عن تغذية الفولت المناسب والمستخدم فى دائرة الكونترول

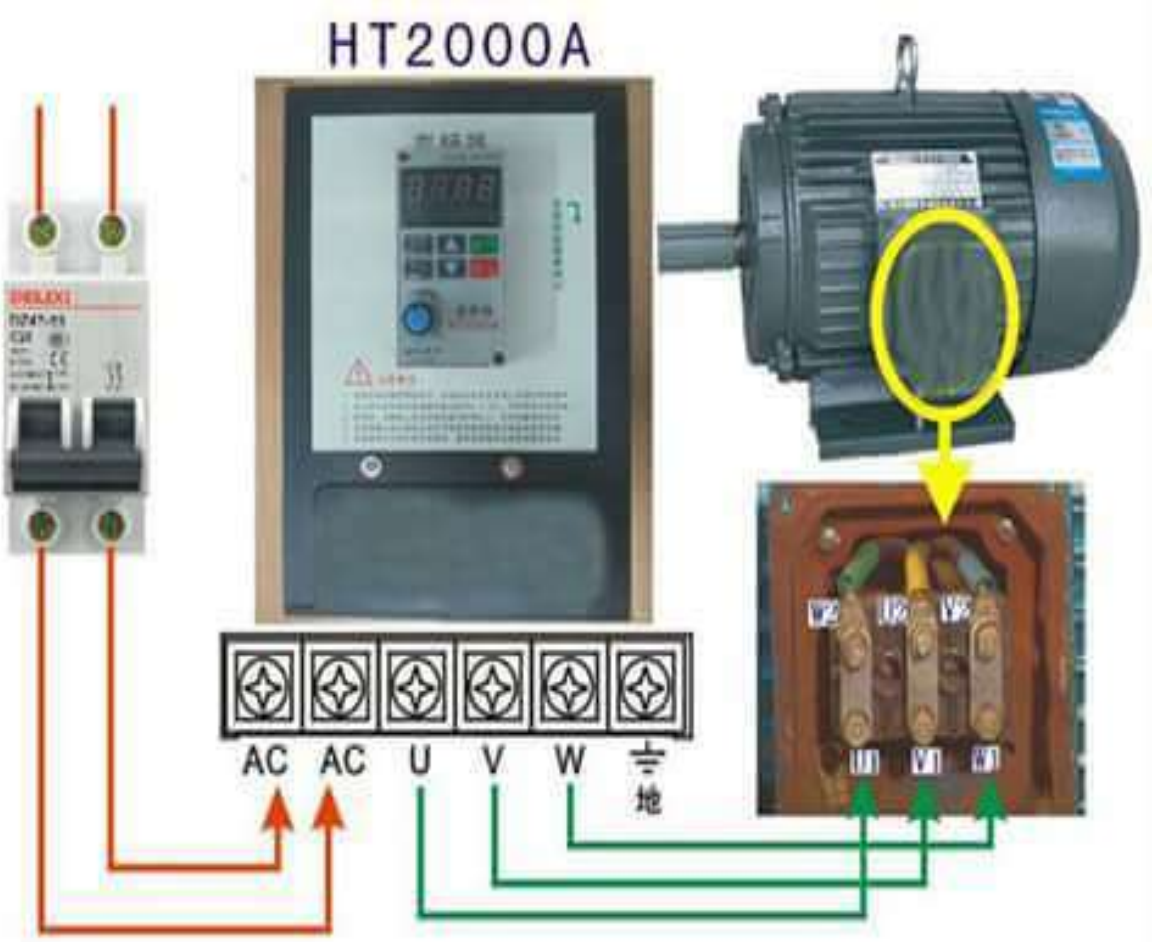
الرمز Q3 عبارة عن مفتاح حماية مباشر لدائرة الكونترول بعد المحول

الرمز S1 وهو عبارة عن مفتاح التشغيل بوش بوتن S2وهو عبارة عن مفتاح ايقاف بوش بوتن

الرموز RC, RA وهى عبارة عن نقطة مفتوحة نقوم بتوصيلها فى الدائرة لحماية الانفرتر وهى عبارة عن اشارة من الجهاز وهي تظل مفتوحة عند حدوث خطاء ما في الانفرتر ويتم توصيلها بجهاز ال PLC ايضآ .

الرموز R/L1 ,S/L2,T/L3 وهى التغذية المباشرة من المصدر لجهاز الانفرتر , ويتم استخدام L1/L2 فى حالة 220فولت .

الرموز U,V,W او T1,T2,T3 وهى عبارة عن خروجات



فرملة المحركات الكهربائية ثلاثية الطور

في كثير من التطبيقات الصناعية لابد من وجود وسيلة لفرملة وإيقاف الكتل المتحركة، ممثلة في المحرك والحمل الميكانيكي المتصل به.

حيث انه عند فصل الفولتية عن أي محرك لا يقف مباشرةً في نفس اللحظة ولكن يظل في حالة دوران فترة من الزمن بفعل القصور الذاتي

وفي بعض الدارات الكهربائية يجب أن يتوقف المحرك في نفس لحظة فصل الفولتية مثل المصاعد أو الروافع.

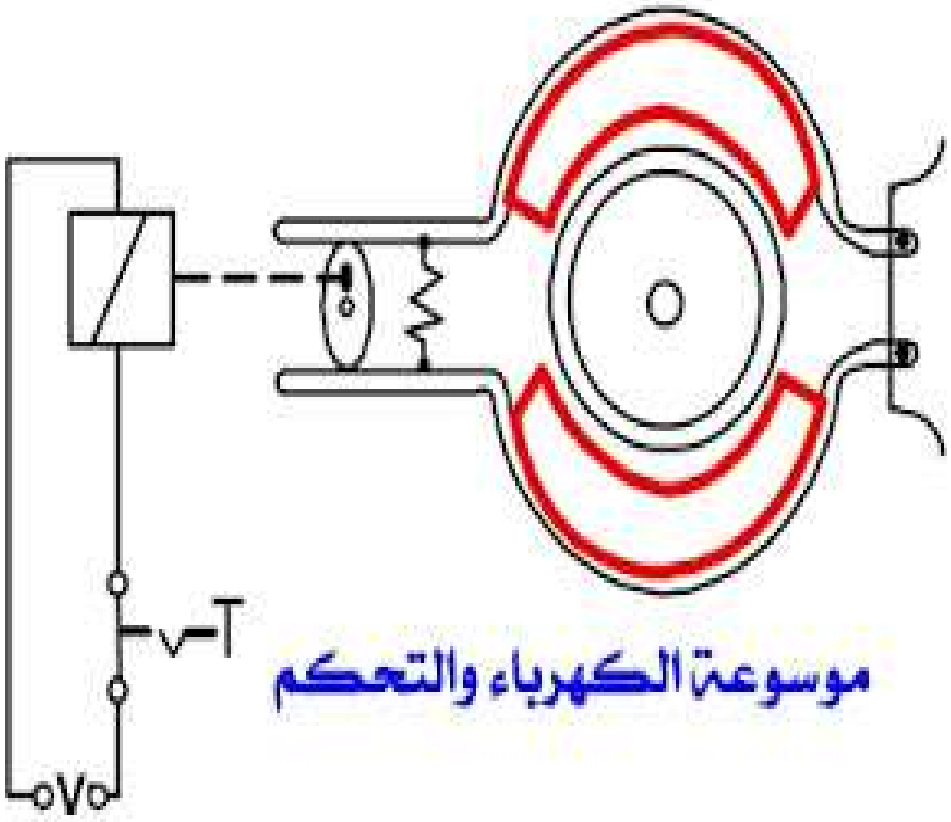
توجد طرق مختلفة لفرملة المحركات الكهربائية سنذكر بعض انواع الفرملة المستخدمة:

1- الفرملة الكهروميكانيكية

وهي على نوعين:

بواسطة بوبينة خارجية

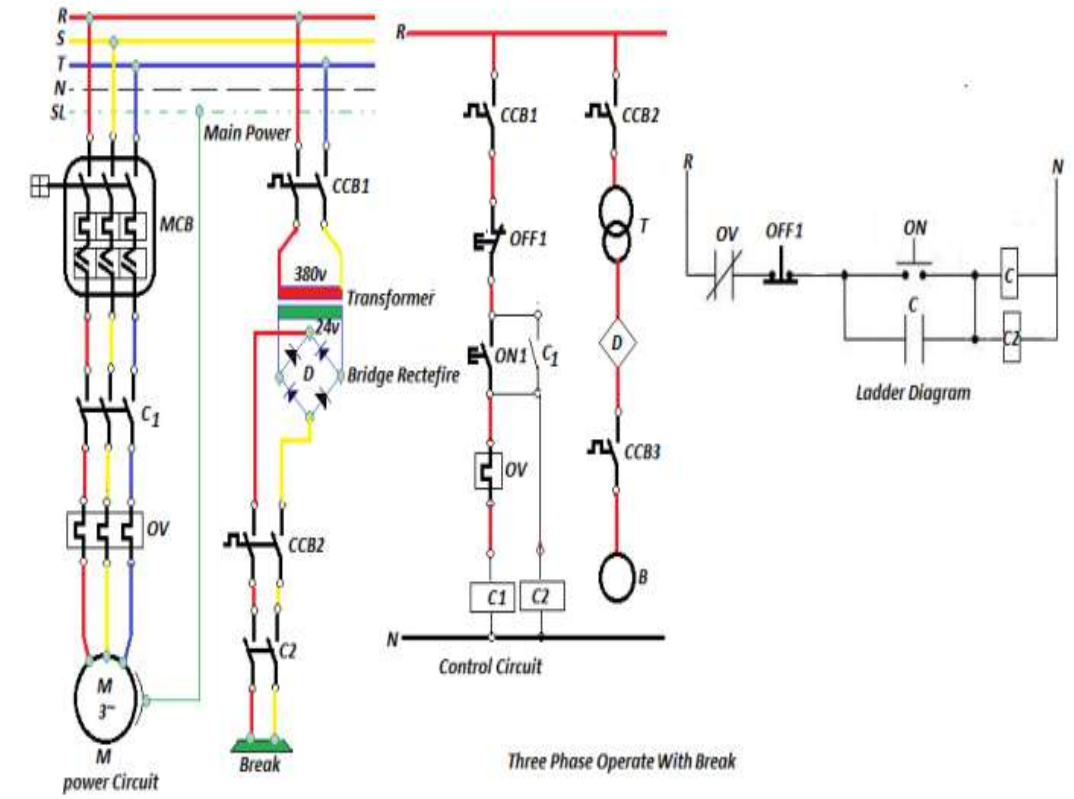
وقد سبق الكلام عنها في فرملة المحركات آحادية الطور



بواسطة كابح خارجي يسمى بريك Break

هذا البريك يعمل على جهد 24 VDC لذلك سوف نحتاج الى محول خافض جهد 24/380

ونحتاج ايضا الى دائرة توحيد كاملة لتحويل التيار من مترددAC الى مستمر DC



مبدأ عمل دائرة التحكم

عند الظغط على مفتاح التشغيل يصل التيار الى ملف الكونتاكتور C1 وملف الكونتاكتور C2

يغلق الكونتاكتور C1 تلامس الاستمرارية C1 فتستمر الدائرة بالعمل

يقوم الكونتاكتور C1 بغلق تلامساته الرئيسية فيصل التيار الى أطراف ملفات المحرك فيعمل المحرك

وفي نفس الوقت يقوم الكونتاكتور C2 بغلق تلا مساته الرئيسية فيعمل البريك ويحرر عمود دوران المحرك

وعند الظغط على مفتاح الإيقاف يفتح الكونتاكتور C1 تلامس الأستمرارية فينقطع التيار عن المحرك فيتوقف عن العمل

ايضا ينقطع التيار عن البريك فيرجع الى وضعه الطبيعي ويوقف المحرك جبريا

2- فرملة ديناميكية

وذلك عن طريق مصدر تيار مباشر

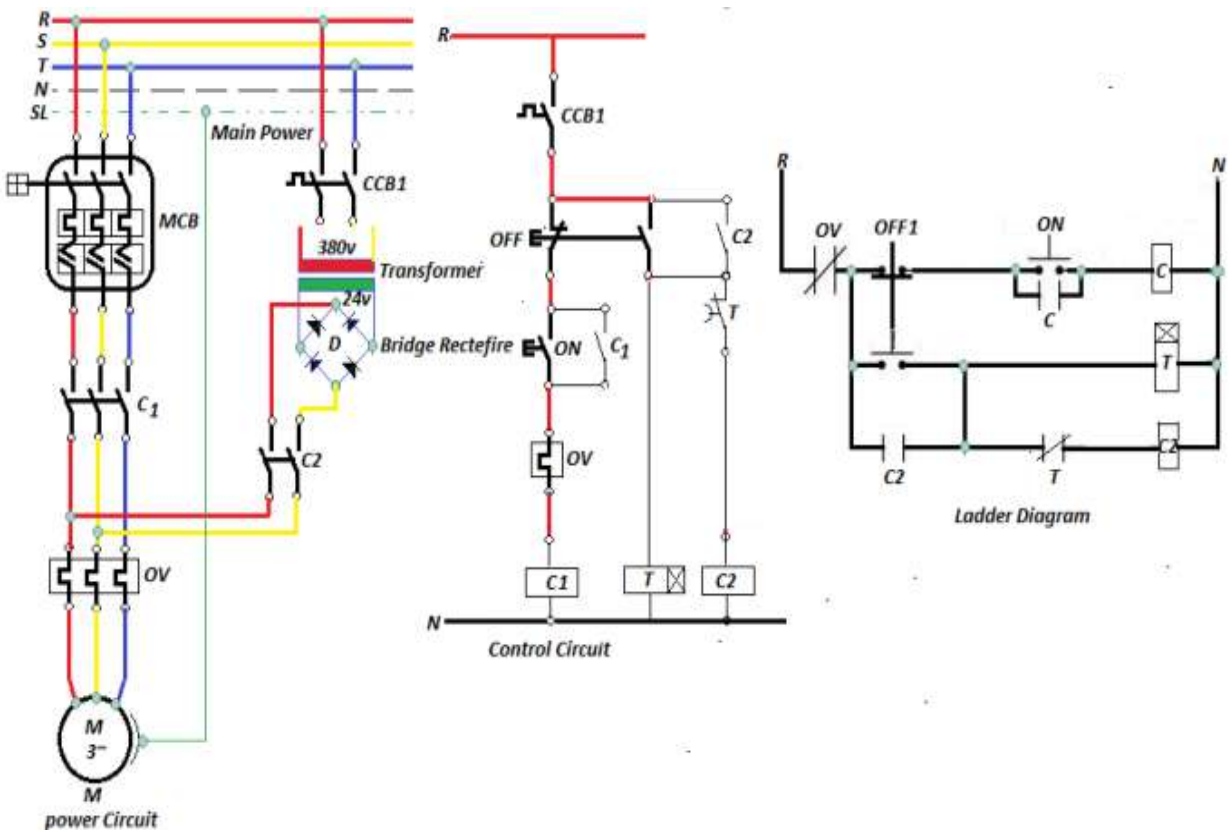
من المعروف أن محرك القفص السنجابي (Squirrel Cage Rotor) الواسع الانتشار يعمل فقط بالتيار المتناوب.

فإذا اتصلت ملفاته بمصدر للتيار المباشر يتولد مجال مغناطيسي ثابت يؤدي إلى تثبت العضو الدوار ويمكن استغلال هذه النظرية لكبح بعض أنواع المحركات ذات القدرات الصغيرة

للحصول على تيار مستمر من التيار المتردد ثلاثي الطور يوجد طريقتين:

1-استخدام محول خافض جهد 380V/24V

واستخدام دائرة توحيد كاملة لتحويل التيار من متردد AC الى مستمر DC



شرح دائرة التحكم

يعتمد مبدأ عمل الدائرة الكهربائية على سريان التيار الكهربائي خلال ملف الكونتاكتور C1 عن طريق ضاغط التشغيل .

فيقوم الكونتاكتور C1 بغلق التلامسات المفتوحة فيصل التيار الى أطراف المحرك فيعمل

فيغلق تلامس الاستمرارية C1 فتستمر الدائرة بالعمل

وعند إيقاف المحرك بالضغط على ضاغط الايقاف المزدوج يفصل سريان التيار عن ملف الكونتاكتور C1 ففتح تلامساته الرئيسية ويفصل التيار عن المحرك

يصل التيار الى ملف الكونتاكتور C2 فيقوم بغلق

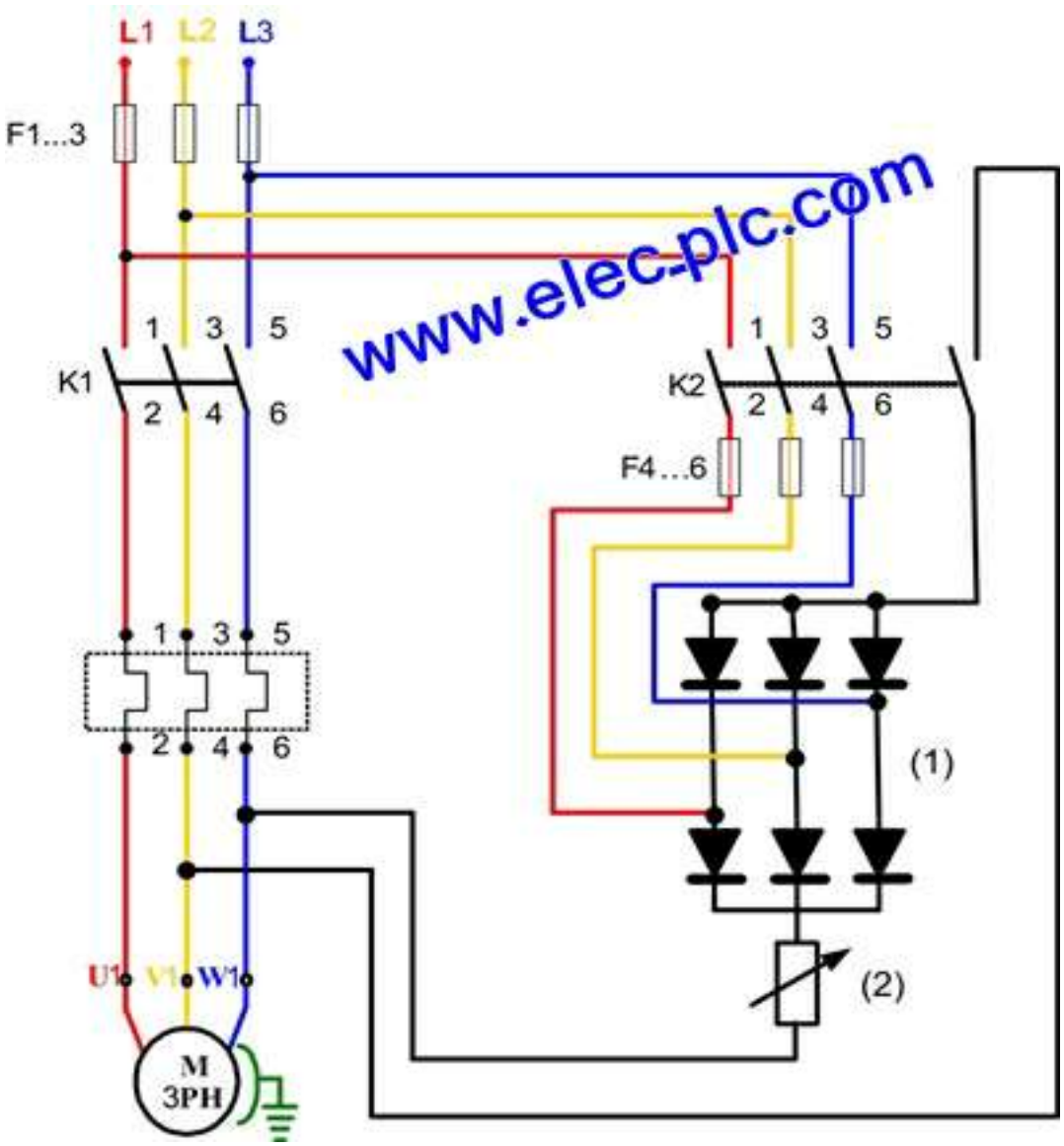
تلامس الأستمرارية C3 وغلق تلامساته الرئيسية فيصل التيار المستمر الى ملفات المحرك

ويصل ايضا التيار الى ملف التايمر T فيعمل ويقوم بعد الزمن المظبوط عليه وهو ثانيتين

وهي الفترة التي يصل فيها التيار المباشر الى ملفات العضو الساكن في المحرك ليعمل على كبح العضو الدوار فيها بشكل مباشر.

2-استخدام دائرة توحيد من تيار متردد AC ثلاثي الطور الى تيار مستمر DCآحادي الطور

باستخدام دائرة توحيد لتوحيد التيار المتناوب الى تيار مباشر



مكونات الدائرة

- ثلاثة فيوزات رئيسية مناسبة للحمل لحماية دائرة المحرك الكهربائي بالإضافة إلى ثلاث فيوزات أخرى لحماية دارة التوحيد والمحرك أثناء الكبح

- كونتاكتور K1 لتشغيل المحرك بالتيار المتناوب

- كونتاكتور K2 لتوصيل التيار إلى مدخل دائرة التوحيد

- دائرة توحيد (1) لتوحيد التيار المتناوب لتيار مباشر

- مقاومة متغيرة (2) لخفض قيمة فولتية الكبح المباشرة

- طرفا دائرة التوحيد يوصلان الى أي طرفين من أطراف المحرك

مبدأ العمل

يعتمد مبدأ عمل دائرة القوى على سريان التيار من المصدر الكهربائي الى دائرة المحرك عن طريق الكونتاكتور K1 والحماية الحرارية حيث يتصل كل من L2-V1 ، L1-U1، L3-W1 عندما تغلق نقاط القدرة في تلامسات الكونتاكتور K1عن طريق دائرة التحكم

يصل التيار الكهربائي الى المحرك الكهربائي.

وعند إيقاف المحرك يسري التيار فترة استخدام ضاغط الإيقاف فيسري التيار الى دائرة التوحيد ومنها الى المحرك الكهربائي ليقف المحرك بشكل مباشر

ملاحظات حول الفرملة بالتيار المباشر

أ-يجب عدم ادخال التيار المستمر الى ملفات المحرك أكثر من ثانيتين كي لا تتأثر ملفاته وتبدأ با لإنـهيار

ب- يمكن استخدام دارة توحيد أحادية الطور بدلا من دارة التوحيد ثلاثية الطور وتتصل بطورين وليس من الضروري استخدام دارة توحيد ثلاثية الطور.

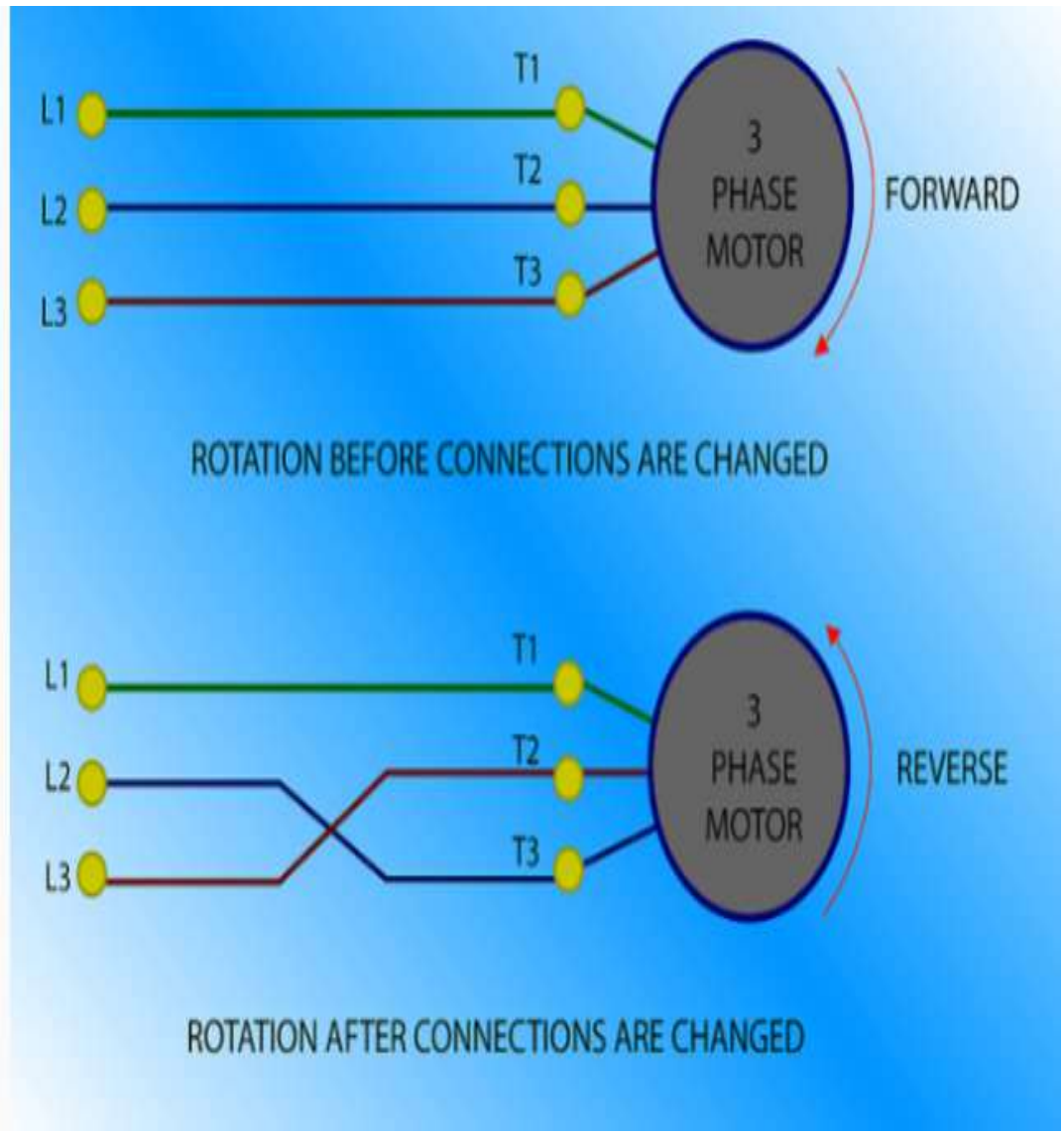
ج- كلما زادت الفولتية المباشرة الواصلة إلى ملفات المحرك كلما زادت قوة الكبح وارتفع التيار داخل ملفات العضو الساكن والعكس صحيح ولذلك يتم وضع مقاومة متغيرة يمكن بواسطتها ضبط الفولتية المناسبة للكبح.

د- بعض المحركات التي تعمل بكبح تيار مباشر تحتوي على مفتاح يشبه مفتاح الطرد المركزي المستخدم في المحركات أحادية الطور يغير وضع مـ لامساته عن طريق دوران أو وقوف المحرك ولكنه أكثر حساسية فهو يغلق ملامسته لحظة دورانه مباشرتا ويفصلها لحظة توقف المحرك عن العمل

3-الفرملة الكهرومغناطيسية

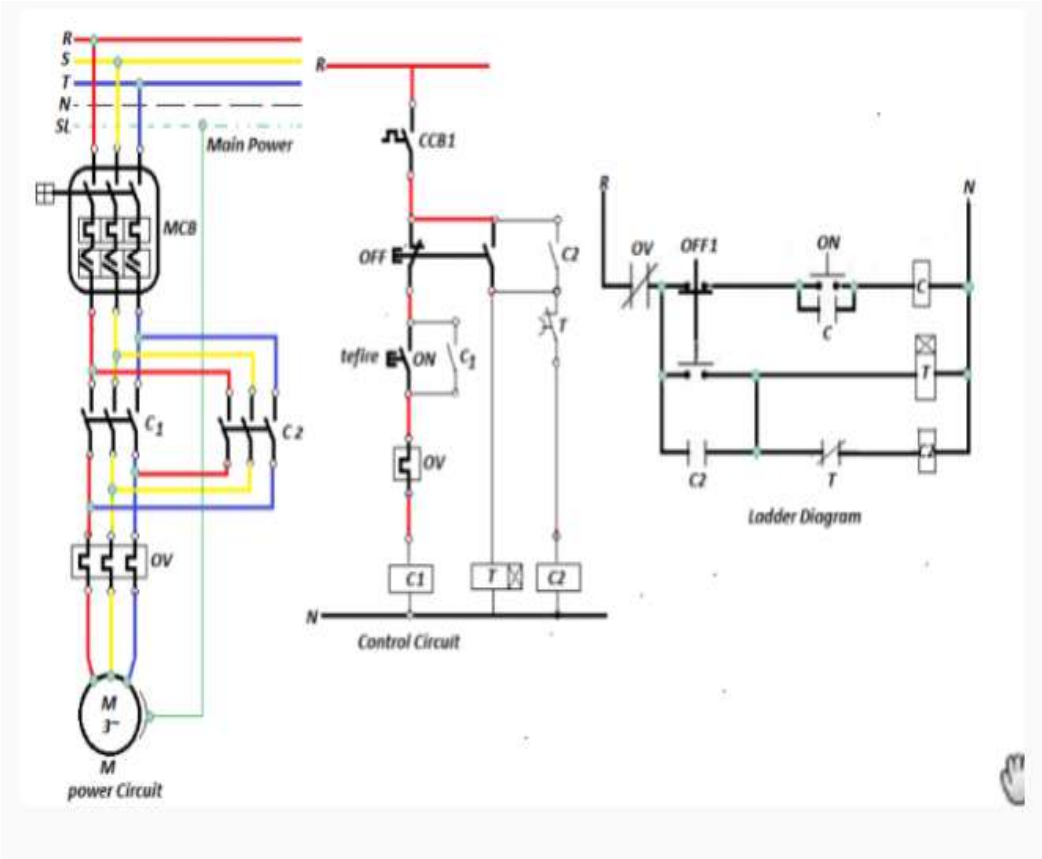
وذلك بعكس اتجاه الدوران لحظي

عندما نريد عكس حركة المحرك الثلاثي الطور نقوم بتبديل فازين فقط من الثلاثة فاز الموصلة الى أطراف المحرك

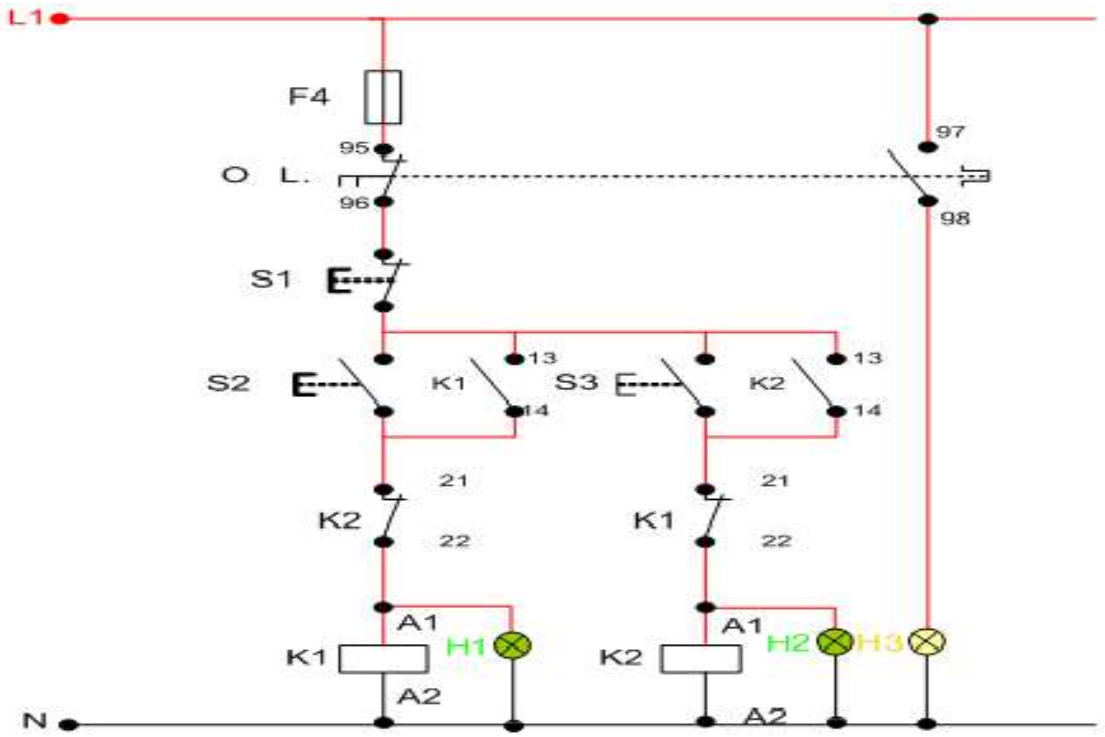


ويتم ذلك اما يدويا باستخدام مفتاح اسطواني خاص لتوصيل محرك ثلاثي اتجاهين

او آليا باستخدام كونتاكتورات ودائرة تحكم



شرح دائرة تحكم لعكس اتجاه دوران لحظي لمحرك ثلاثي الطور



يعتمد مبدأ عمل الدائرة الكهربائية على سريان التيار الكهربائي خلال ملف الكونتاكتور K1 عن طريق ضاغط التشغيل S1

فيقوم الكونتاكتور بغلق التلامسات المفتوحة وفتح التلامسات المغلقة.

فتغلق التلامس 14-13 ويفتح التلامس 22-21 في

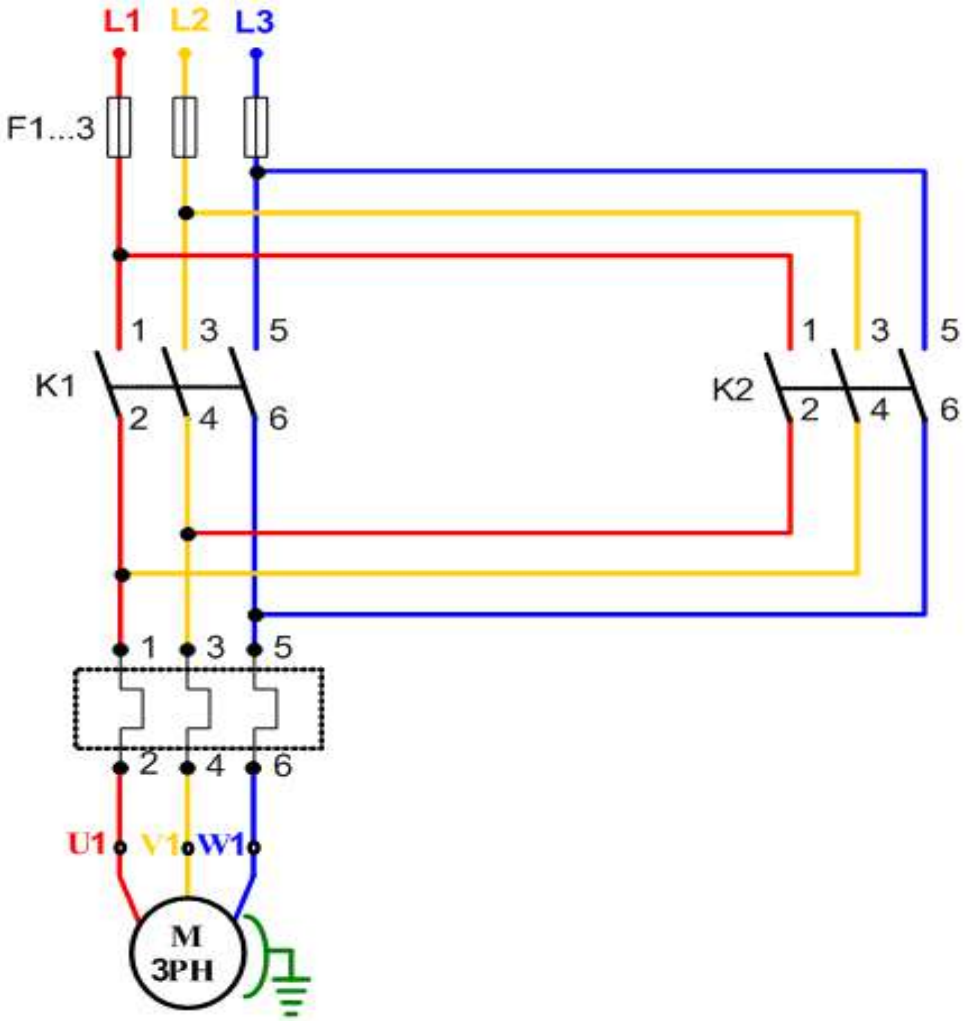
الكونتاكتور K1 لضمان عدم وصول التيار الكهربائي الى ملف الكونتاكتور K2 .

وعند إيقاف المحرك بالضغط على ضاغط الإيقاف المزدوج S2 يفصل سريان التيار عن ملف الكونتاكتور K1 فتغلق التلامسات المفتوحة وتفتح التلامسات المغلقة

فيصل التيار الى ملف الكونتاكتور K2 من الفترة التي يستمر فيها الضغط على مفتاح الإيقاف ولغاية رفع اليد عن الضاغط.

وهي الفترة التي يصل فيها التيار الى ملفات العضو الساكن في المحرك فيولد مجالا مغناطيسيا معاكس لجهة الدوران فيعمل على كبح العضو الدوار بشكل مباشر.

شرح دائرة القوى لعكس اتجاه دوارن محرك ثلاثي الطور



يعتمد مبدأ عمل دائرة القوى على سريان التيار من المصدر الكهربائي الى دائرة المحرك عن طريق المصهرات و الكونتاكتور (K1) والحماية الحرارية حيث يتصل كل من L1-U1، L3-W1 ، L2-V1

عندما تغلق نقاط القدرة في تلامسات المفتاح

التلامسي وعند التحويل للاتجاه الثاني يعمل الكونتاكتور (K2) على إيصال التيار من المصدر عبر نفس المصهرات والحماية الحرارية التي تم استخدامها في الاتجاه الأول حيث يتصل كل من L1 – V1 ، و L2 – U1، و L3 – W1، فيدور المحرك بالاتجاه المعاكس