المحركات الكهربائية

Electrical Motors

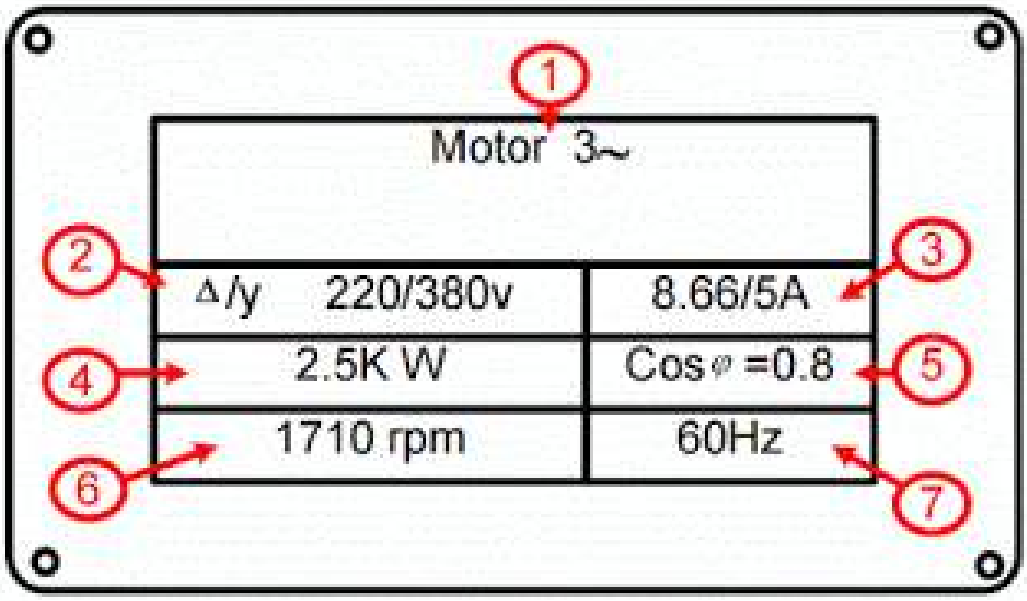
إعداد

عقيل محمد فني كهرباء

الجزء الثالث

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



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

الأجزاء الرئيسية في المحرك الحثي ثلاثي الوجه:

1- العضو الثابت:

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية وهي:

أ) 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

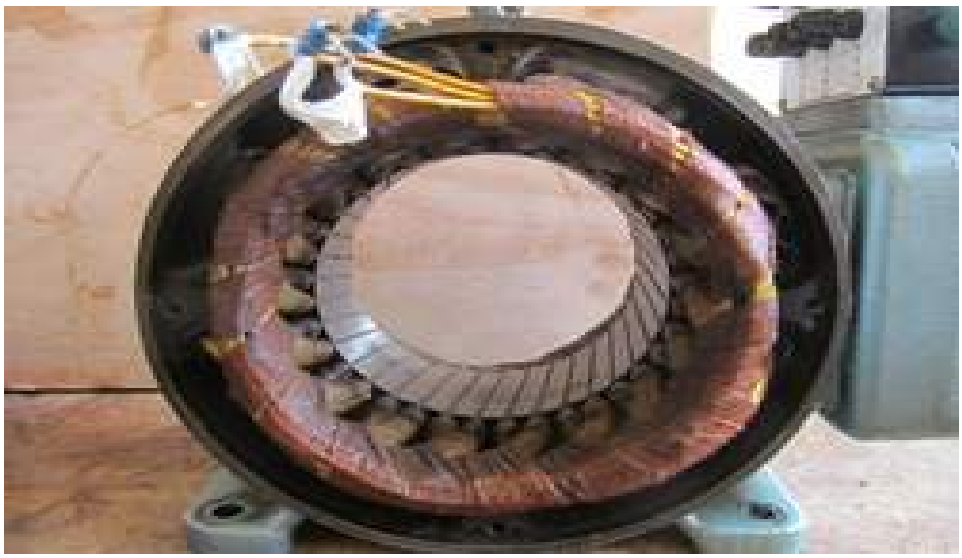
ب) قلب العضو الثابت:

ويصنع من رقائق الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها بـ الورنيش والمضغوطة, يشق على محيطها الداخلي مجاري طولية توضع بها ملفات العضو الثابت.

ج) 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:

أ -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

ب -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

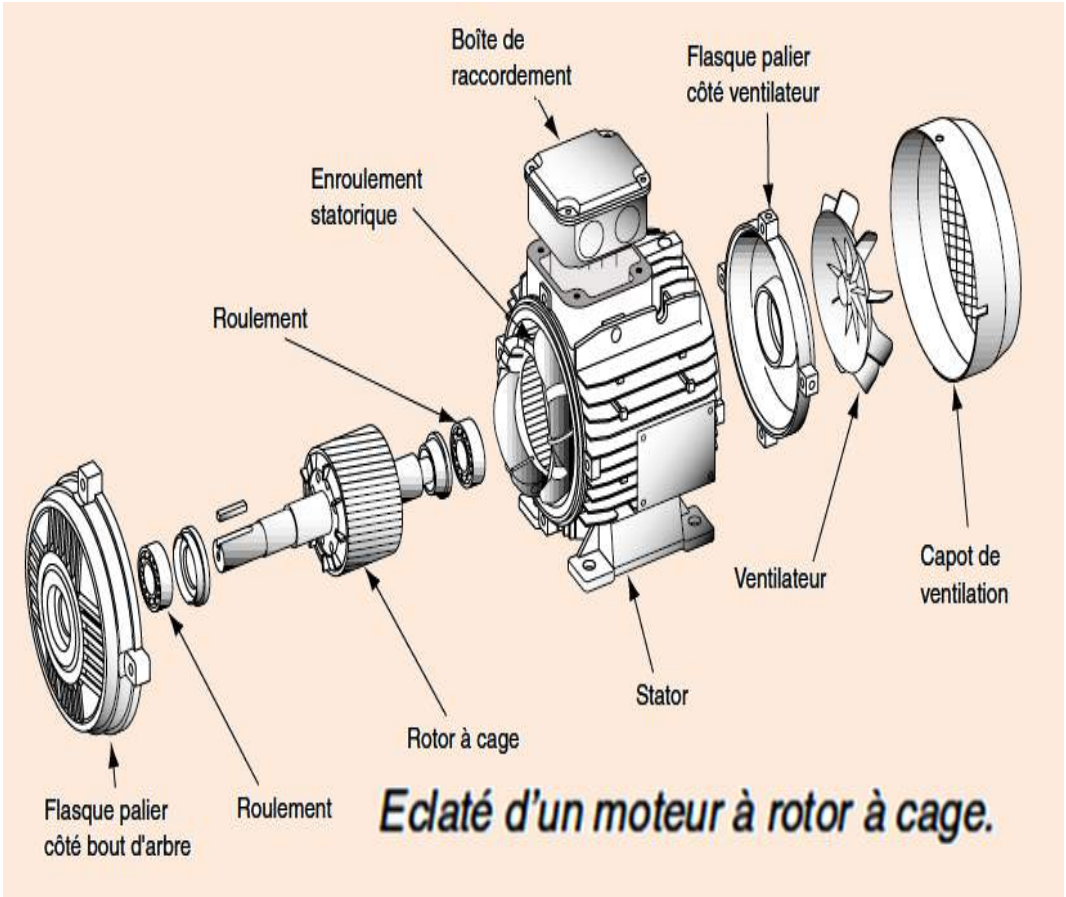
3- الغطاءان الجانبيان:

يصنعان من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم أي من نفس معدن ا لإطار ويثبتان بواسطة مسامير قلاووظ ويكون احدهما أمامي والآ خر 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:

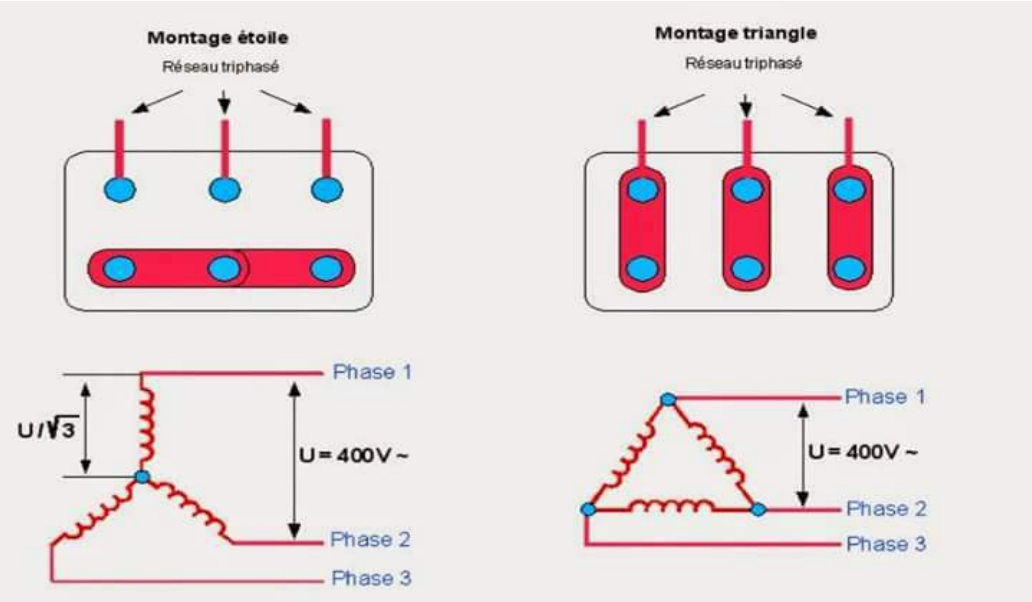
وهي جزء مهم حيث تصنع من الألمنيوم أو البلاستيك, أثناء دوران المحرك فيندفع الهواء بين زعانف الإطار فتخفض من درجة

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 120درجة 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 Synchronous speed ويتم حسابها من

المعادلة التالية: ns=120×fs/p

حيث ان:

الnsالسرعة التزامنية:

الfsتردد العضو الثابت:

الpعدد أقطاب الآلة:

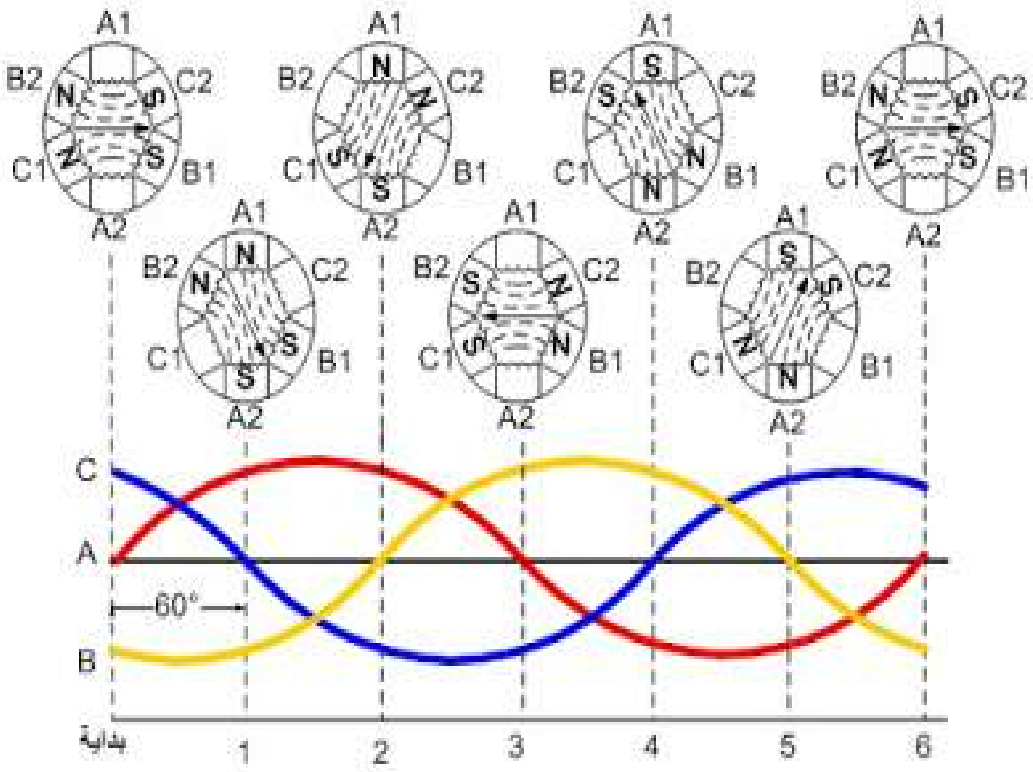
شدة هذا المجال المغناطيسي تتناسب طرديا مع تيار الوجه المار في العضو الثابت وعدد اللفات في العضو الثابت تحت كل قطب، وتحسب من المعادلة التالية: Is.Fs=Ns

حيث :

الFs : شدة المجال المغناطيسي في العضو الثابت

الNs: عدد لفات العضو الثابت لكل قطب

الIs : القيمة الفعالة لتيار الوجه في العضو الثابت



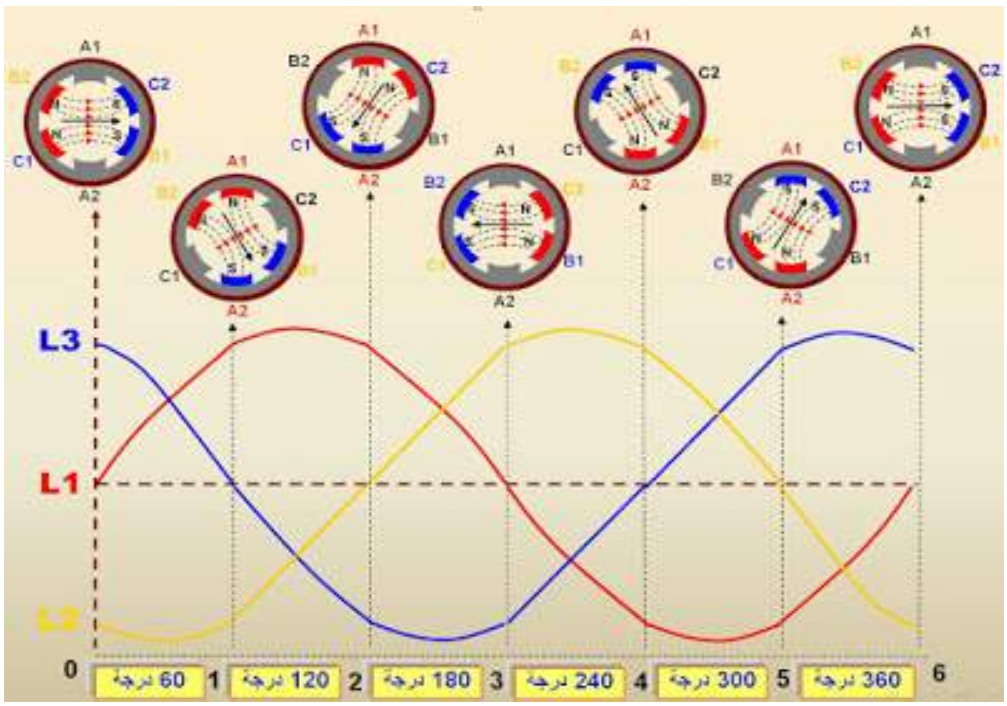
كيفية عمل المحرك الحثي ثلاثي الطور

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 بـ النسبة 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

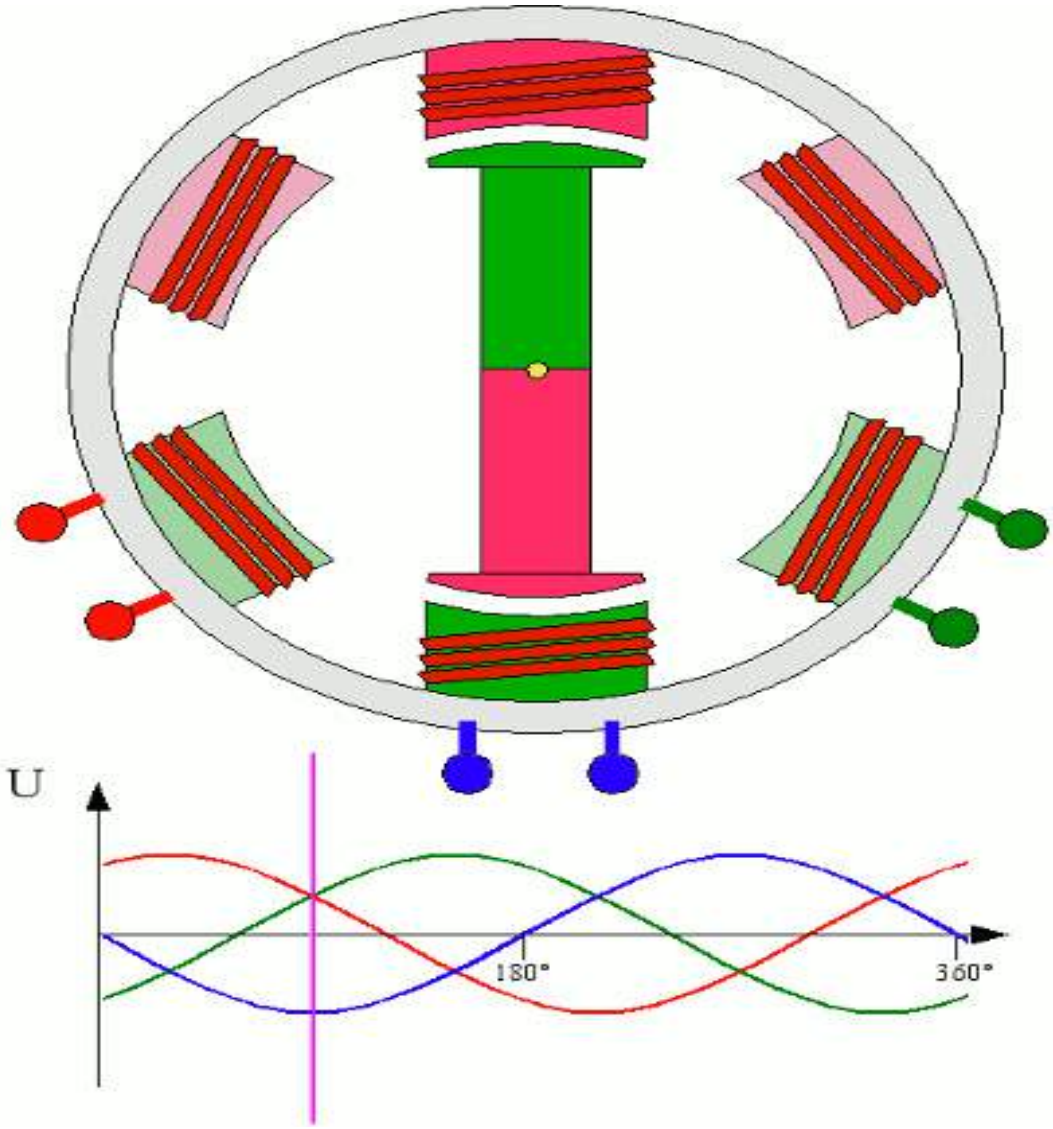


ان إدارة العضو الدائر بسرعة منتظمة يتولد جهد متردد ثلاثي الأ وجه جيبي الشكل بين طرفي كل ملف من الملفات الثلاثة يسمى جهد الطور أو جهد الوجه

سرعة المجال الدوار:

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

ولكن لو وضعت ست ملفات بدل من ثلاثة ملفات بحيث تكون زاوية الإزاحة60 درجة 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 العلا قة عكسية بين عدد الأقطاب وسرعة المجال الدوار

ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

ns : سرعة المجال الدوار

F : تردد المصدر

P : عدد أزواج الأقطار

2P : عدد الأقطاب

الأنزلاق في المحركات الكهربائية Slip in Induction Motors

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 يدعـى 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 وهناك بعض المصطلحات التي تتعلق بموضوع الانزلاق:

سرعة الانزلاق N Slip وهي فرق السرعة الناتج بين سرعة المجال المغناطيسي الدوار (سرعة التزامن) داخل العضو الثابت ويرمز لها بالرمز (Ns) والسرعة الفعلية للعضو الدوار Nr (سرعة المحرك) حيث :

N Slip = NS Nr

معامل الانزلاق : وهي النسبة المئوية بين سرعة الانزلاق وسرعة المجال المغناطيسي (سرعة التزامن)، حيث:

S=(NS - Nr) /NS

S% = (NS - Nr) /NS * 100

ونجد أن معامل الانزلاق له دور كبير جدا في تحديد خواص المحرك حيث اننا نلاحظ انه عندما يعمل المحرك على اللاحمل نجد أن سرعته تكون كبيرة جدا ويقل عزم دوران المحرك وذلك الان معامل الانزلاق اصبح قريب من الصفر تقريبا 0.1 الى 0.2 وتصل الى 0.05 في المحركات الكبيرة ولكن عند تحميل المحرك يلاحظ ان سرعته تقل ويزيد العزم وذلك لأن معامل الانزلاق يزيد ويصل ما بين 3% الى 5% .

ويلاحظ أن قيمة معامل الانزلاق لا تقل عن الصفر وذلك إذا افترضنا أن سرعة العضو الدوار تساوت مع سرعة التزامن ولا

تزيد عن الواحد الصحيح وذلك عندما يكون العضو الدوار ساكن ومن هنا نجد أن

سرعة العضو الدوار تساوي Nr = 1-S

تردد تيار العضو الدوار Rotor Current Frequency

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) =

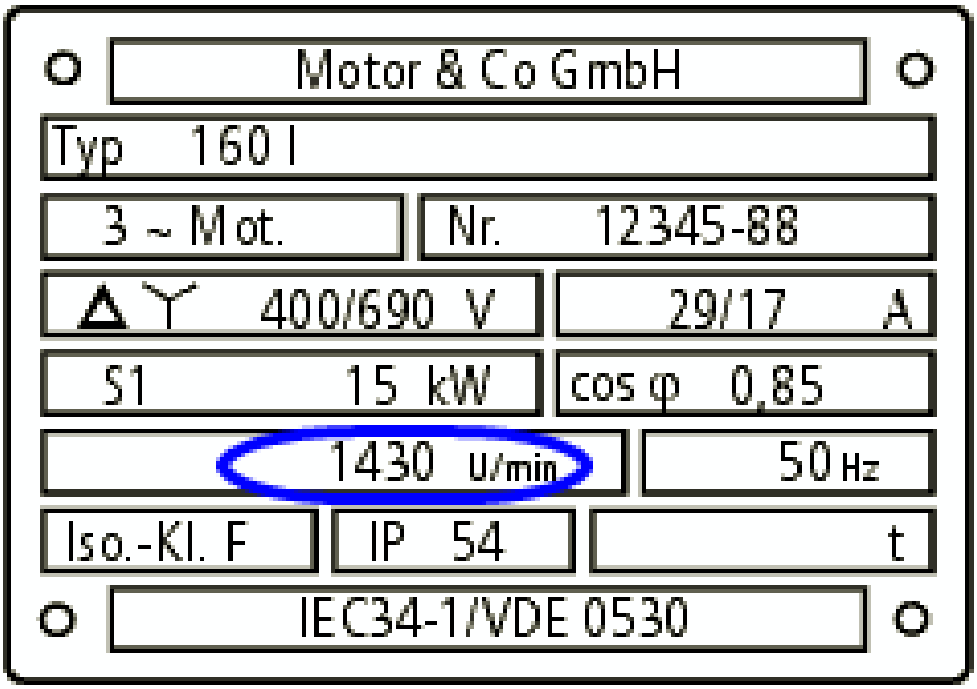
$$Fr = S \times Fs$$

تردد التيار بالعضو الدائر Fr =

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

حيث N السرعة P عدد الاقطاب S الانزلاق

سرعة المجال الدوار في العضو الساكن وسرعة العضو الدوار



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:

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

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:

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

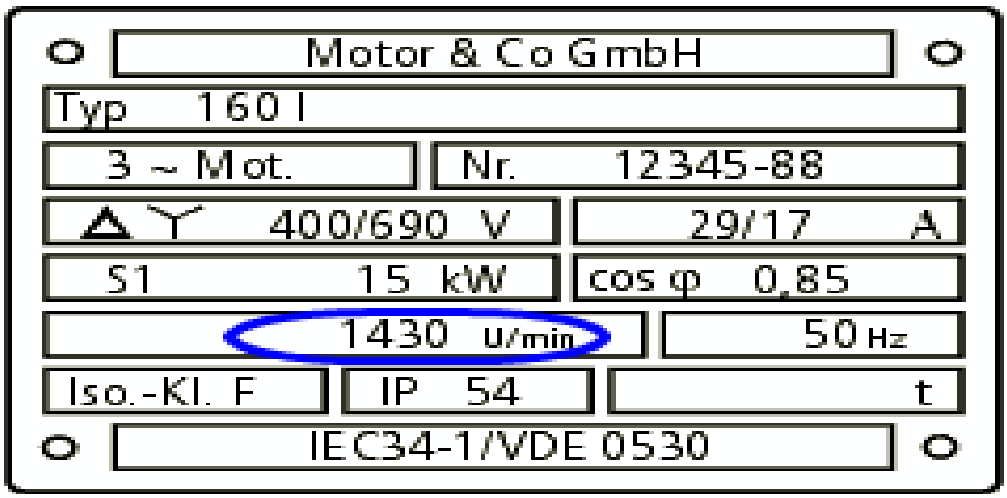
وعليه تكون سرعة المحرك 1500 لفة او دورة /دقيقة وهكذا إذا كان المحرك قطبان فستكون سرعته 3000 دورة/دقيقة فالعلاقة بين عدد الاقطاب والسرعة هي علاقة عكسية حيث انه كلما زاد عدد الاقطاب قلت السرعة بينما العلاقة بين التردد وسرعة المحركات هي علاقة طردية اي كلما زاد التردد زادت السرعة.

وسرعة المجال لا يعوقها شيء فسرعته هي نفس السرعة الناتجة من القانون.

وقوة هذا المجال وسرعته هي التي تؤثر في قوة وسرعة دوران

المحرك (اي دوران العضو الدوار) ولكن توجد عدة عوامل تؤثر في سرعة العضو الدوار مثل (رولمان البلى -البيل- او الحمل) فتنخفض سرعته عن سرعة المجال في العضو الساكن قليلا بحوالي 5% وتتغير هذه القيمة من محرك إلى آخر.

فمثلاً كما تحدثنا أن محرك 4 اقطاب تكون سرعة المجال في العضو الساكن له 1500 دورة / دقيقة ولكنك ستجد ان السرعة المكتوبة على لوحة بيانات المحرك 1430 دورة/دقيقة او اقل قليلا او اعلى قليلاً الشكل التالي.



واليك في ما يلي جدول تحديد السرعة للمجال المغناطيسي في العضو الساكن وسرعة العضو الدوار للمحرك.

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

المحرك الثلاثي الطور ذو القفص السنجابي

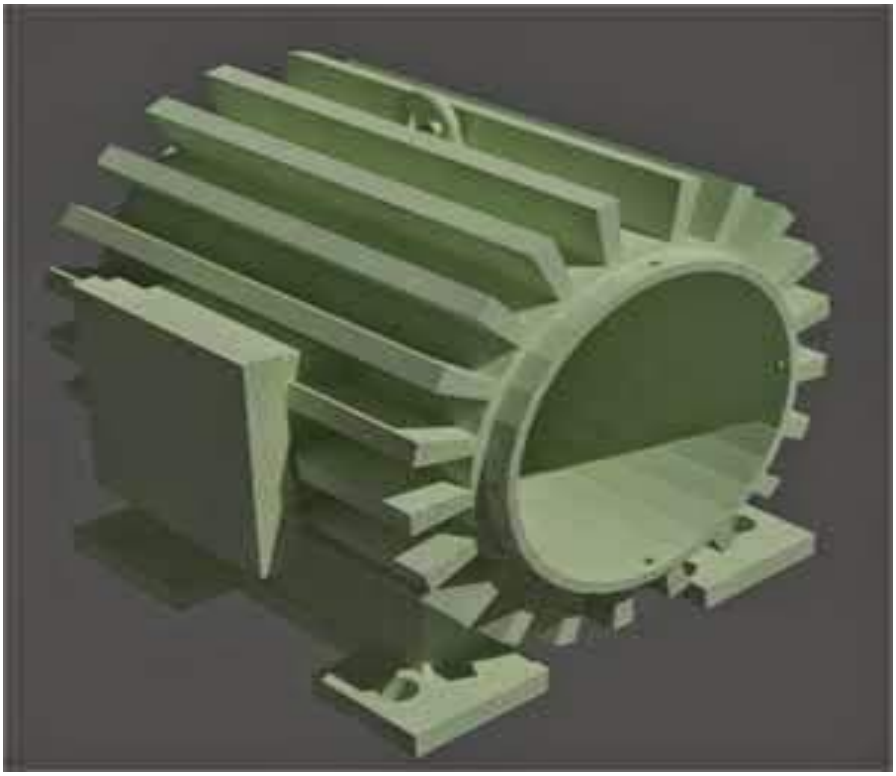
يتركب المحرك ذو القفص السنجابي من الاجزاء الاتية :

العضو الساكن :

حيث يتكون العضو الساكن من الاجزاء الآتية :

1- الهيكل الخارجي (الاطار):

وهو جسم المحرك ويصنع من الحديد الزهر او الألمنيوم ويحتوي على زعانف (فتحات) تهوية، تعمل على تبريد ملفات المحرك خلا ل الهواء الصادر من مروحة التبريد ويثبت عليه صفائح العضو الساكن والشكل التالي يوضح اطار المحرك



2-القلب (Stator Core) :

ويتكون من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني المعزولة عن بعضها البعض بالورنيش والمضغوطة لتعمل على تقليل المفاقيد الهستيرية (Hysteresis Losses)، حيث أن هذه المفاقيد تنتج من مجالات مغناطيسية تتغير حسب تردد المصدر، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة القلب المعدني، الأمر الذي يؤدي الى فقدان جزء من الطاقة على شكل حرارة

وتعمل الصفائح المعدنية المعزولة على تقليل مفاقيـد التيارات الدواميـة (Eddy Current) التي تنتج بسبب التغير في المجال المغناطيسي في القلب المعدني

يشق على محيطها الداخلي مجاري طولية يوضع بها ملفات العضو الساكن

3-ملفات العضو الساكن (Wingdings):

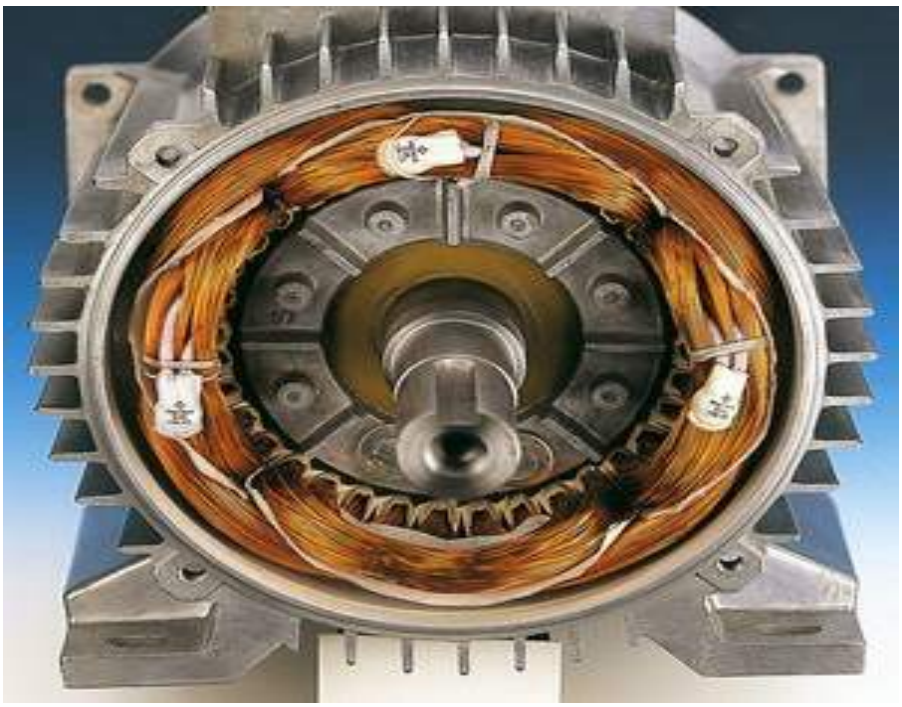
يحتوي العضو الساكن على ثلاثة ملفات متماثلة موزعة توزيعاً منتظماً ومتساوياً في مجاري المحرك، بحيث يخصص لكل طور من الأطوار عدد متساوٍ من الملفات والمجاري

ويكون ملف كل طور مزاحاً عن ملف الطور الآخر بمقدار 120 درجة كهربائية وذلك من أجل ضمان عمل متوازن للمحرك

ويوزع ملف كل طور ضمن الحيز المخصص له في العضو الساكن

وتصنع من اسلاك نحاسية معزولة بالورنيش يتم لفها على قوالب لف خاصة بعدد لفات وقطر سلك يتناسب مع قدرة المحرك ويتم وضعها بالمجاري المعزولة في ثلاثة انواع من الملفات يسمى كل نوع بملفات الطور، بحيث يكون للطور الاول ملفاته وللطور الثاني ملفاته وللثالث ملفاته

تنتهي هذه الملفات بالنهاية على علبة توصيل المحرك الى ستة اطراف ثلاثة بدايات وثلاثة نهايات يتم توصيلها بطريقة معينة ليعمل المحرك اما بتوصيلة النجمة (STAR) او المثلث (DELTA)



4-العضو الدوار (Rotor) :

هو الجزء المتحرك في المحرك ثلاثي الطور

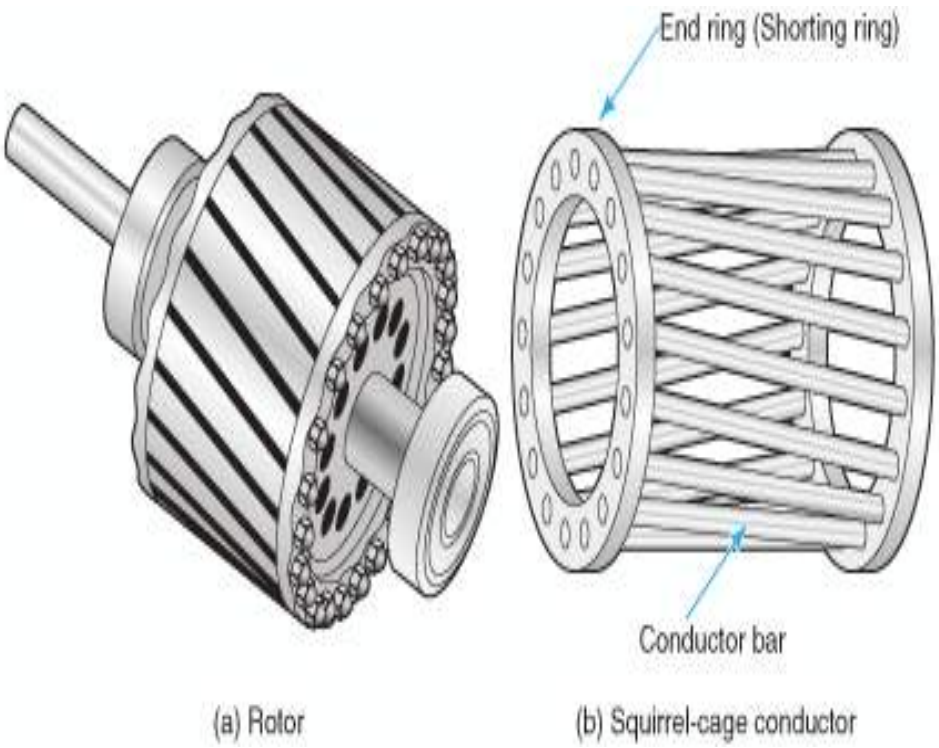
وهو عبارة عن جسم اسطواني معدني على شكل صفائح من الحديد المغناطيسي قابليتها للتمغنط عالية جدا وتعزل هذه الصفائح عن بعضها بعض بالورنيش

ويتكون القلب من ثلاثة اجزاء رئيسية وهي :

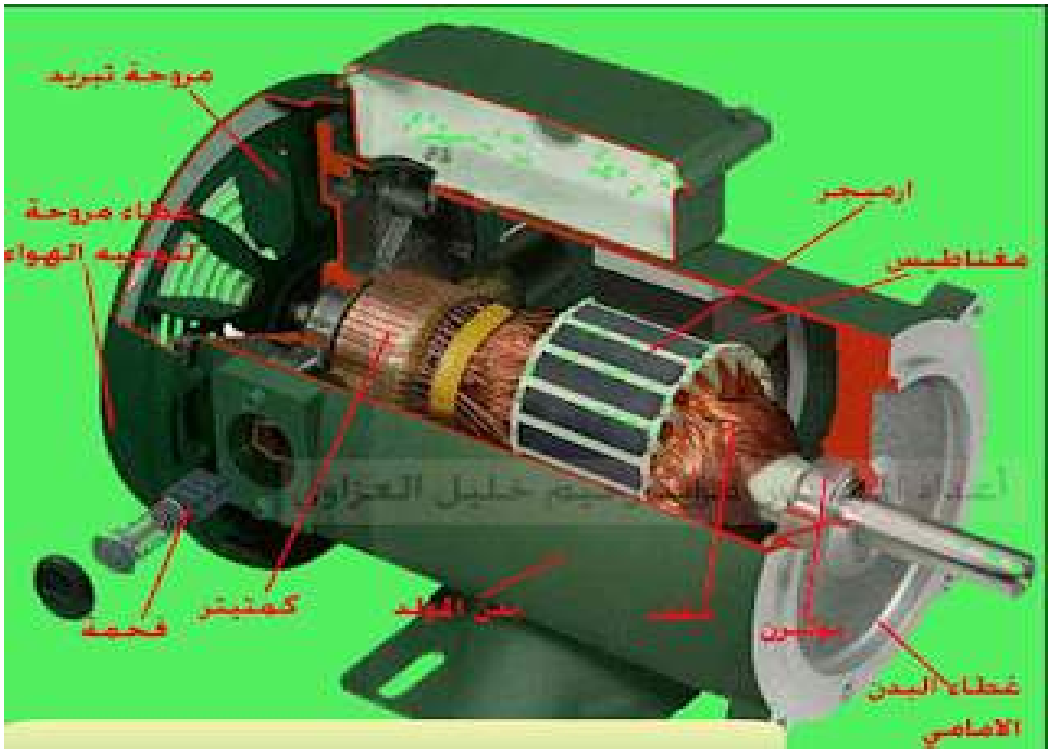
أ-القلب: حيث يركب من صفائح معدنية ذات خواص كهربائية عالية الجودة

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

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



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



يتكون المحرك الحثي ذو العضو الدوار الملفوف من عضوين رئيسين:

1-العضو الساكن: ويحتوي العضو الساكن على الاجزاء التالية:

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 الا نزلاق لا تختلف عن المحرك الثلاثي الطور ذو العضو القفص السنجابي والعضو الساكن في المحرك يتكون من :

أ- الهيكل الخارجي (Frame):

وهو جسم المحرك ويصنع من الفولاذ ويحتوي على فتحات تهوية، بمر بها الهواء الذي ياتي من مروحة التبريد، وذلك لتعمل على تبريد المحرك وتبديد الحرارة الناتجة عن المفاقيد في القلب الحديدي ، ويثبت على الهيكل الخارجي القلب المعدني

ب- القلب (Stator Core) :

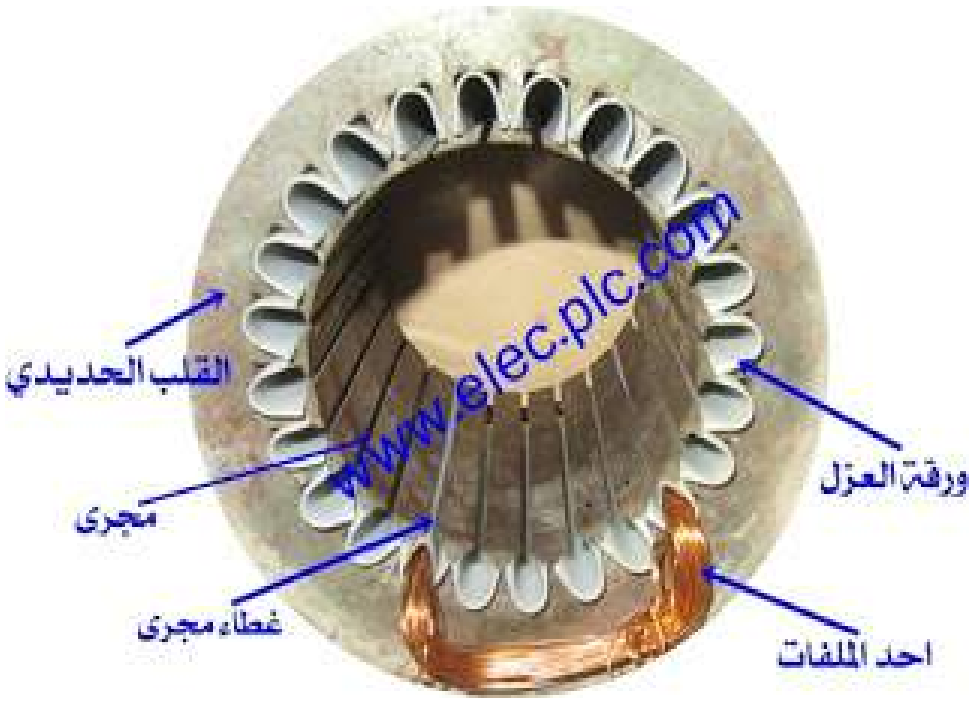
ويتكون القلب في المحرك ذو العضو الدوار الملفوف من مجموعة من صفائح معدنية معزولة لتعمل على تقليل المفاقيد الهستيرية (Hysteresis Losses)، حيث أن هذه المفاقيد تنتج عن مجالا ت مغناطيسية تتغير حسب تردد المصدر، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة القلب المعدني، الأمر الذي يؤدي الى فقدان جزء من الطاقة على شكل حرارة

وتعمل الصفائح المعدنية المعزولة على تقليل مفاقيـد التيارات

الدوامية (Eddy Current) التي تنتج بسبب التغير في المجال المغناطيسي في القلب المعدني

وهذه القوة الدافعة المغناطيسية مسئولة عن تولد تيارات تسري على شكل حلقات على سطح القلب المعدني

هذه الحلقات الدوامية تتقطع بسبب الصفائح المعزولة ونتيجة لذلك تقلل المفاقيد الحرارية في العضو الدوار



ج- الملفات (Winding):

يحتوي العضو الساكن على ثلاثة ملفات متماثلة موزعة توزيعاً منتظماً ومتساوياً في مجاري المحرك، بحيث يخصص لكل طور من الأطوار عدد متساوٍ من الملفات والمجاري

ويكون ملف كل طور مزاحاً عن ملف الطور الآخر بمقدار 120 درجة كهربائية وذلك من أجل ضمان عمل متوازن للمحرك

ويوزع ملف كل طور ضمن الحيز المخصص له في العضو الساكن وفق ما يسمى بخطوة اللف وهي البعد بين طرفي اللفة الواحدة في الملف الواحد وتوصل ملفات العضو الساكن بتوصل النجمة (ستار) او المثلث (دلتا)

2-العضو الدوار:

يتكون العضو الدوار من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني وتحتوي على محيطها الخارجي على مجاري يتم تقسيمها لعدد من ا لاقطاب 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

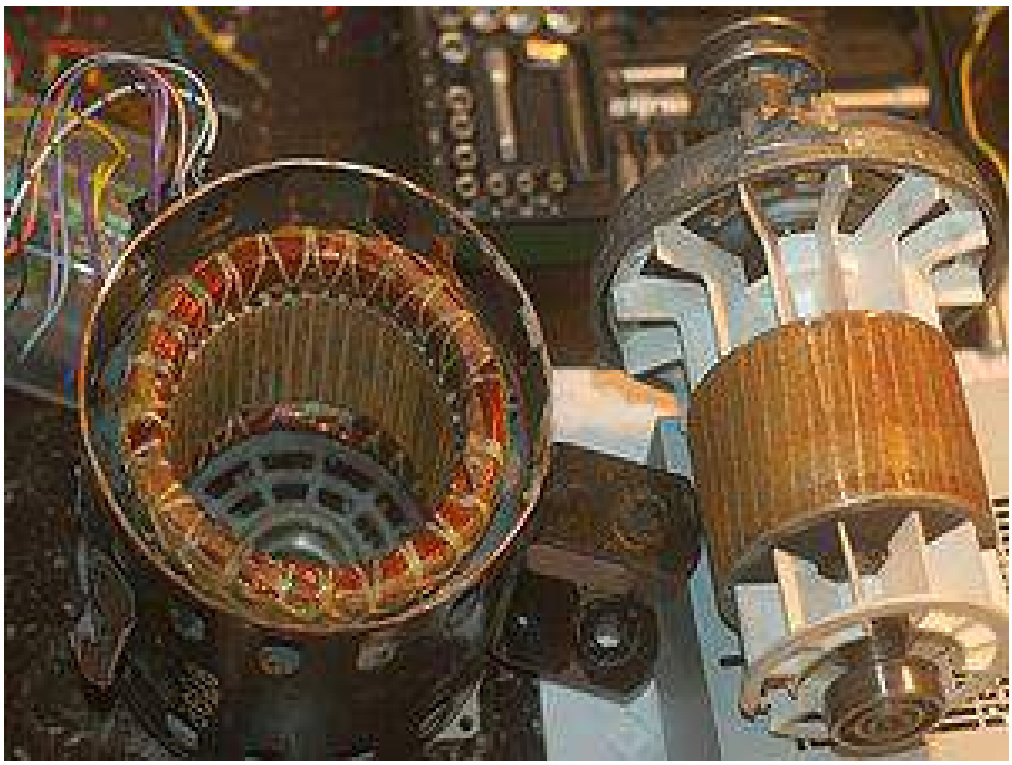
ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من المحركات بالمحركات ذات الحلقات الانزلاقية (Slip-Rings Motors)

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:

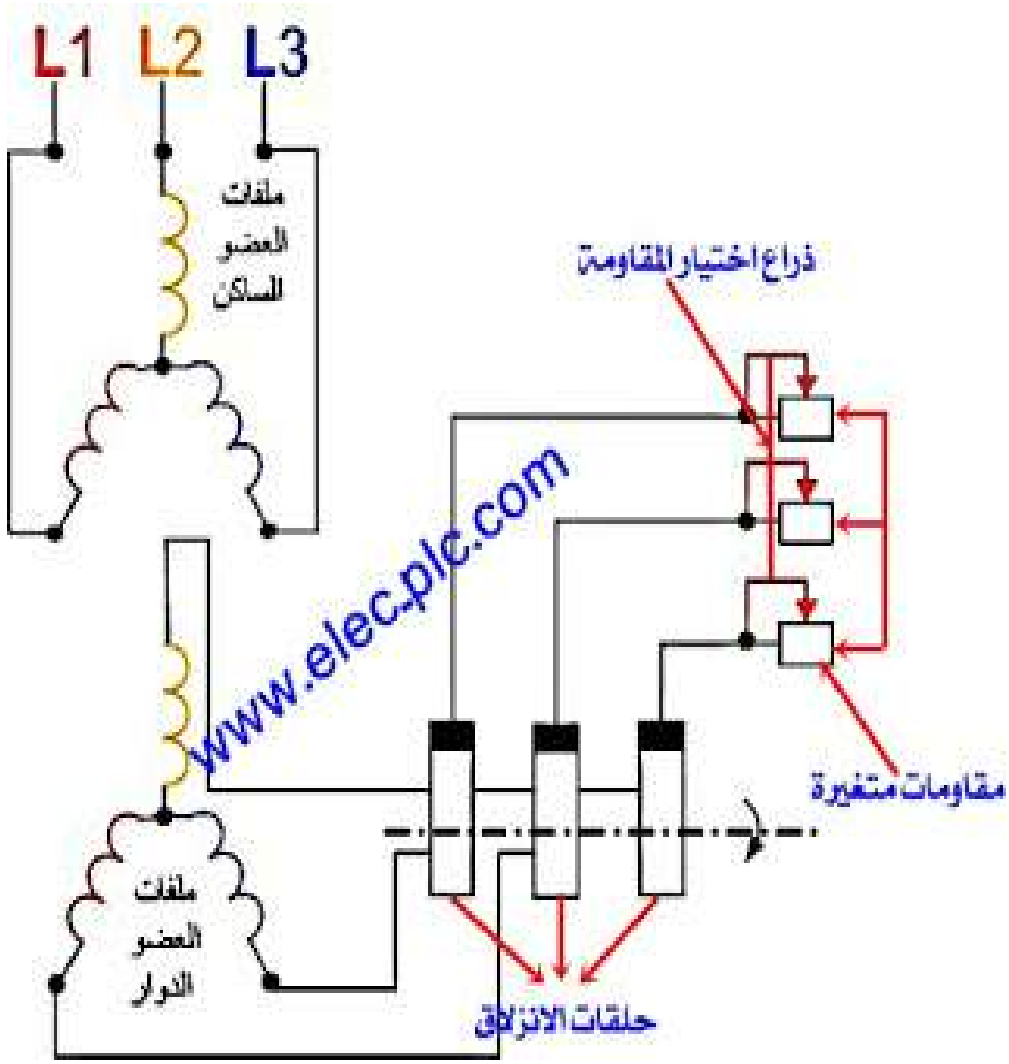
كما ذكرنا سابقا فاننا نجد ان العضو الدوار في هذا المحرك يتكون من مجموعه من الاقطاب، بحيث يكون عدد اقطابه متساوية مع عدد اقطاب العضو الساكن، ونتيجة سريان تيار كهربائي في العضو الساكن يتكون مجال مغناطيسي، وعندما يقطع هذا المجال ملفات العضو الدوار، ولان ملفات العضو الدوار مقصورة مع بعضها البعض من خلال المقاومات او بدونها في المحركات الصغيرة، حيث يمر بها تيار معاكس للتيار الاصلي المتسبب به حسب (قاعدة لنز) وبالتالي ينتج عنه مجالا مختلف عن المجال الا صلي فنجد ان الاقطاب الرئيسية بالعضو الساكن يقابلها اقطاب مختلفة في القطبية بالعضو الدوار وبالتالي يحدث التجاذب والتنافر 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



حيث ان اضافة هذه المقاومات مع العضو الدوار يعمل على :

- إمكانية التحكم بسرعة المحرك.
- الحد من تيار البدء المسحوب من المصدر.
- رفع معامل القدرة عند بدء التشغيل.
- تحقيق عزم بدء عالٍ.

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 .

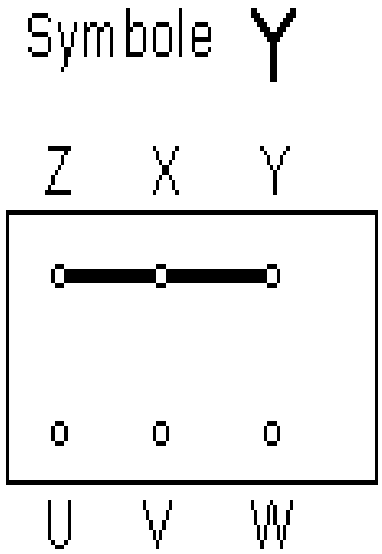
مجالات استخدام المحرك ذو العضو الدوار الملفوف :

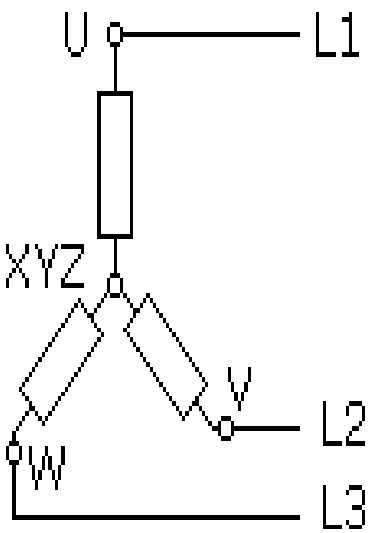
- المصاعد والروافع
- المضخات
- ماكنة صقل الورق

طرق توصيل المحركات الحثية ثلاثية الطور:

يوجد نوعان من التوصيلات للمحركات ثلاثية الطور وهما توصيلة النجمة(Star) وتوصيلةمثلث(Delta)

توصيل ستار (نجمة):

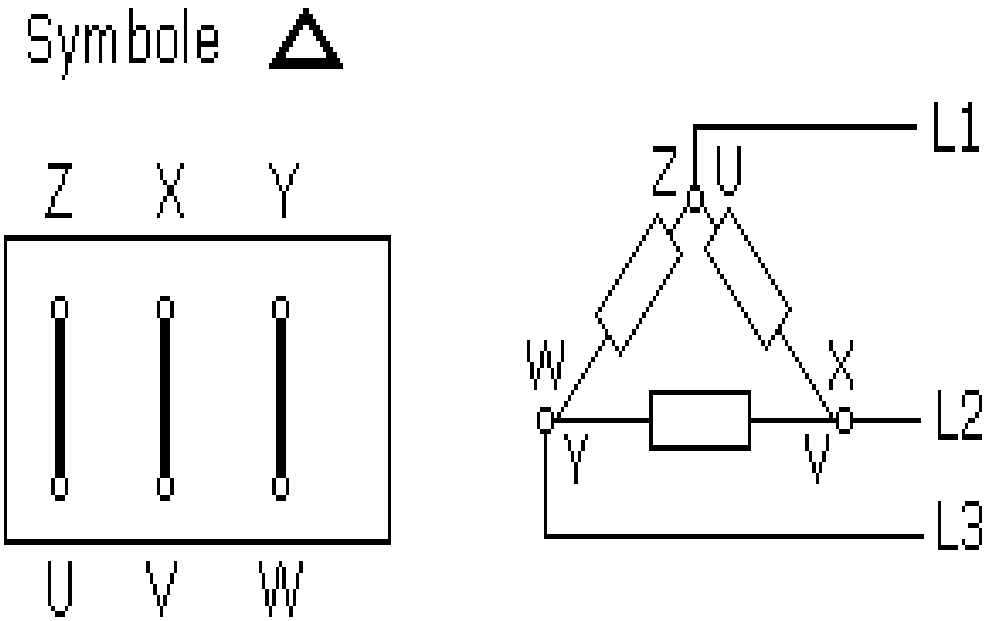




يتم توصيل المحرك ستار على جهد 380V في القدرات الصغيرة والمتوسطة وبادئ اقلاع في القدرات الكبيرة وعلى جهد 660V

ويتم التوصيل بحيث يتم جمع نهايات اطراف المحرك معا ويتم توصيل الاوجه الثلاثة L1 و L2و 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 .

والطريقتين الشائعتان في توصيل توصيلة الدلتا (مثلث) كالتالي:

L1 -U1-V2

L2-V1-W2

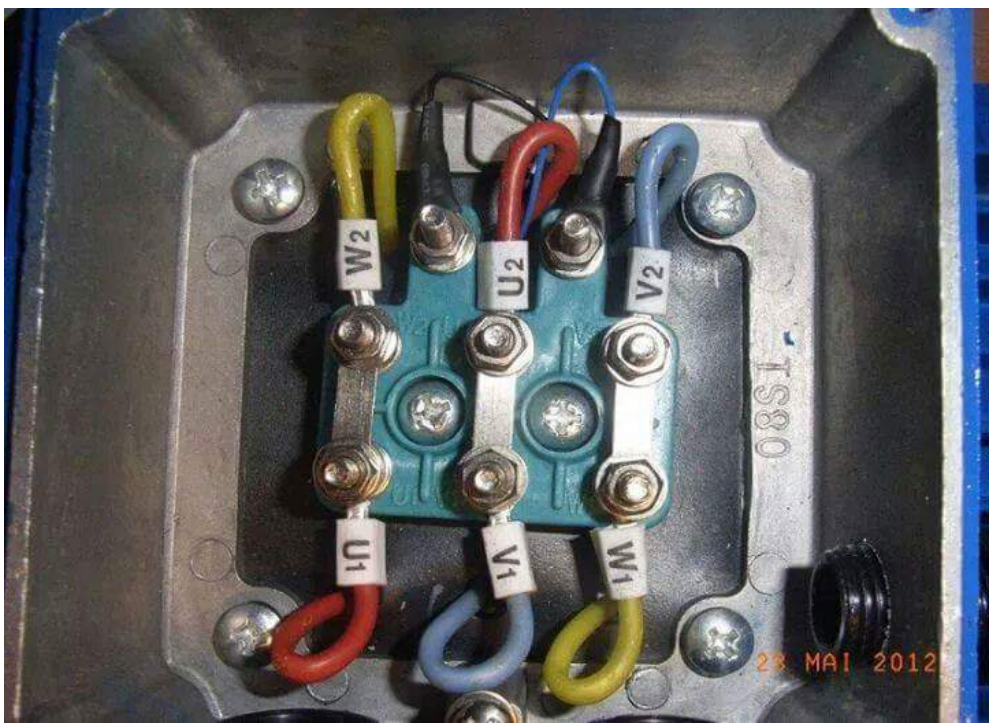
L3-W1-U2

او يمكن توصيلها بالطريقة التالية:

L1 -U1-W2

L2-V1-U2

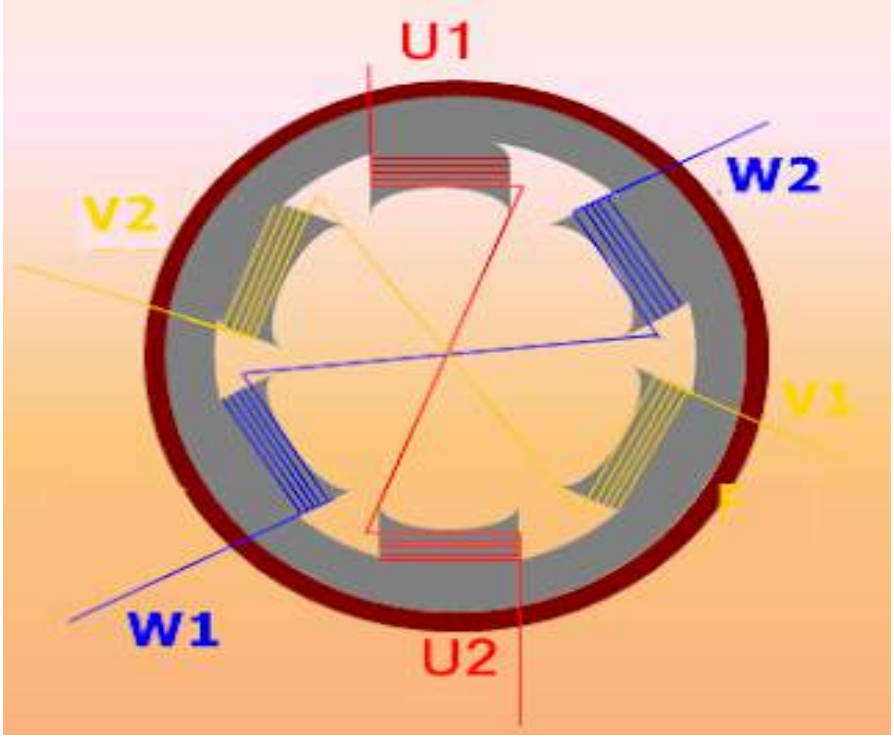
L3 - W1-V2



طرق توصيل المحركات الحثية ثلاثية الطور:

توصيل ملفات العضو الثابت للمحركات الثلاثية الطور

في الشكل التالي نلاحظ ملفات العضو الثابت لمحرك ثلاثي الأوجه، وكما تشاهد انه تم تقسيم المحرك الى ستة ملفات (ملفان لكل وجه) .



كما نلاحظ ان كل ملف من ملفات الوجه الواحد عبارة عن مجموعة ملفات متصلة بطريقة معينة لتكون القطب الاخر وبذلك يكون قد اكتملت ملفات وجه ذو قطبين وكما هو معلوم انه يتم وضع هذه الملفات بمجاري مصنوعة من شرائح معدنية ولذلك عند مرور التيار بهذه الملفات تصبح كمغنطيس كهربائي قلبه الحديدي هو المجاري واحد الملفين هو قطبه الشمالي والاخر هو الجنوبي وعند انعكاس دور التيار تنعكس القطبية وهكذا.

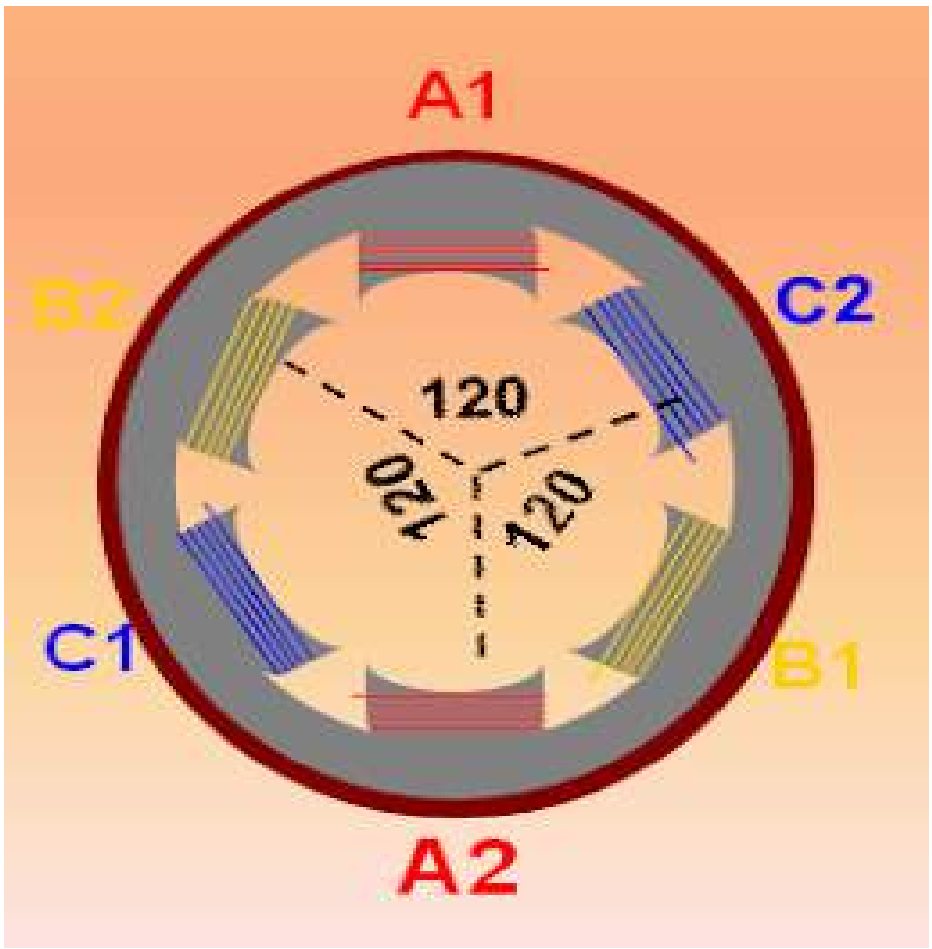
عند توصيل التيار الكهربائي الى المحرك :

نجد ان ملفات الوجه (U1-U2) قد تم توصيلها الى الوجه L1

وملفات الوجه (V1-V2) قد تم توصيلها الى الوجه L2

وملفات الوجه (W1-W2) قد تم توصيلها الى الوجه L3

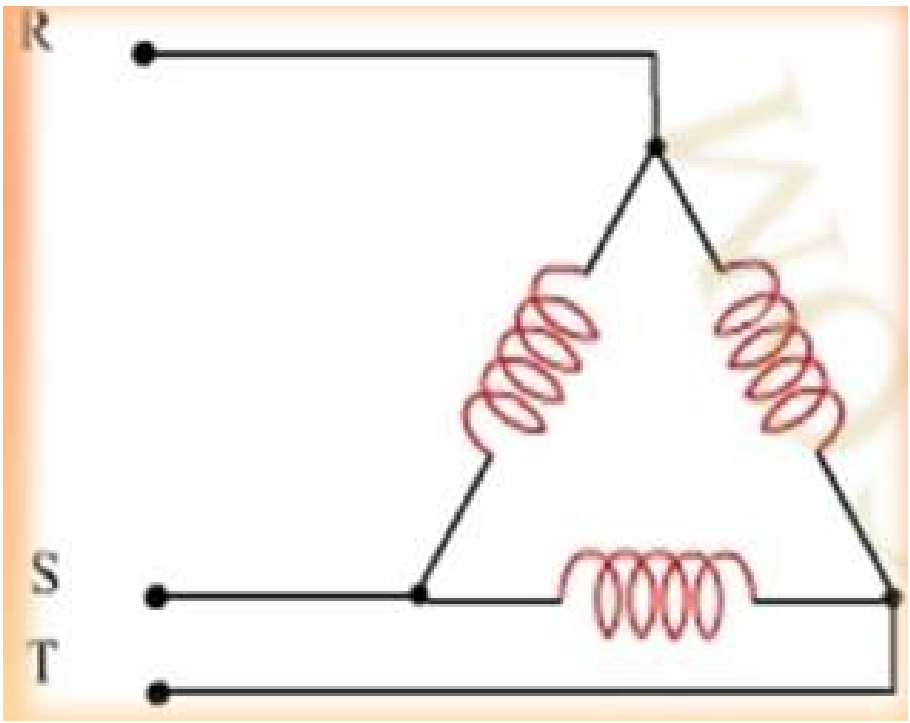
ونجد انه قد تم وضع هذه الملفات بحيث يكون بين ملفات كل وجه و الاخر 120 درجة كهربائية .



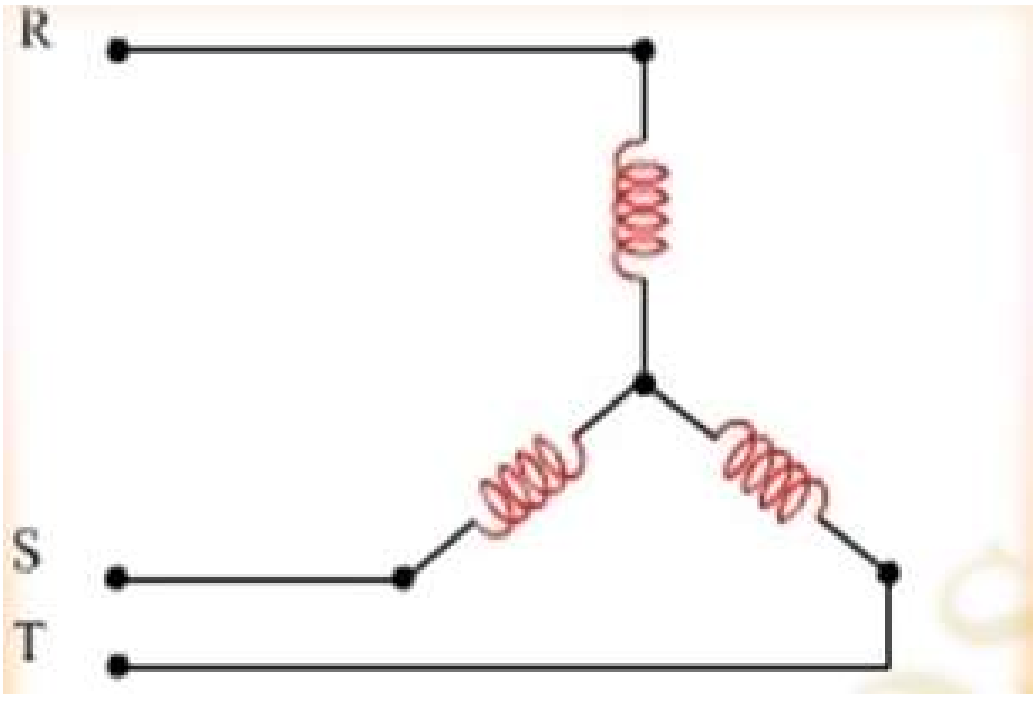
و

الطرق المتبعة لتوصيل ملفات اوجه المحرك الثلاثي الوجه:

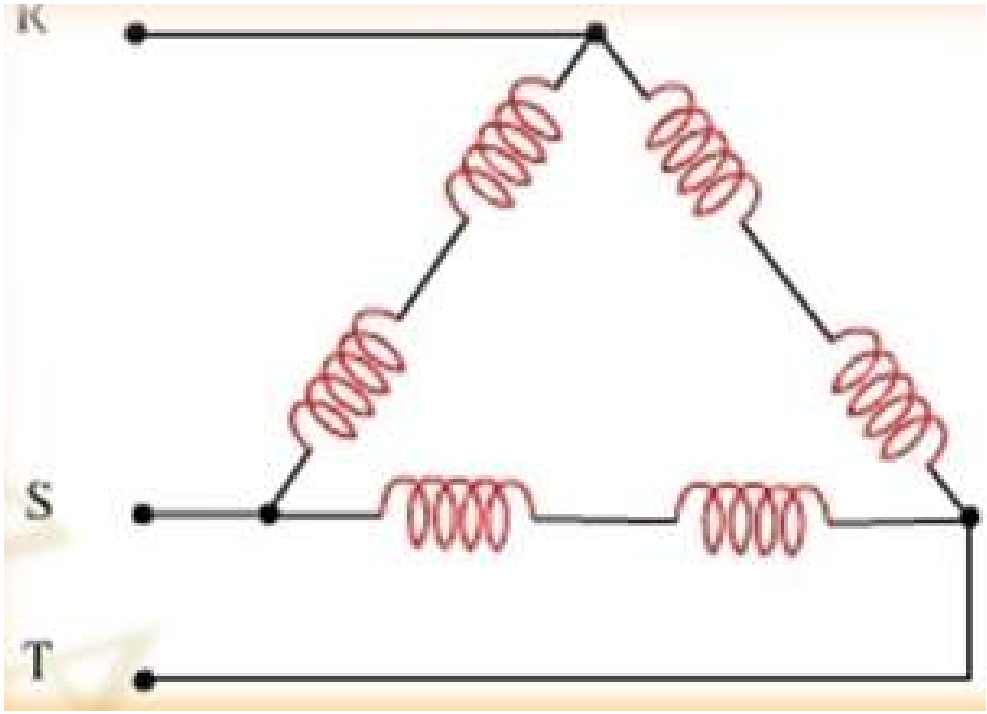
أ- والشكل التالي يبين ان لكل وجهه مجموعة واحدة وجميع الاوجة متصلة دلتا (تعمل على جهد اقل وتيار اعلى)



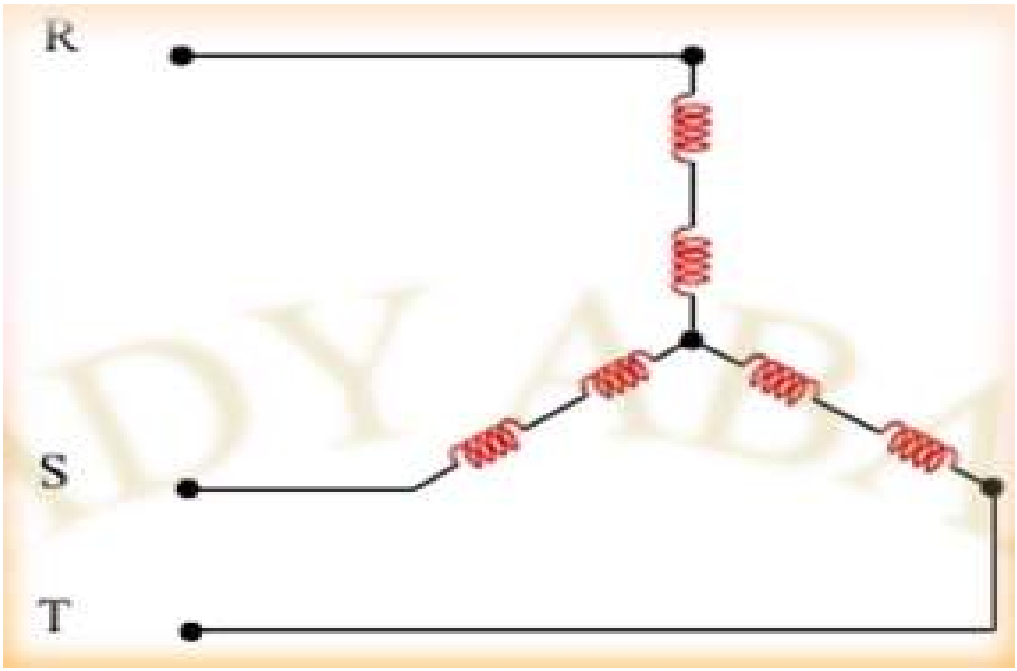
ب- والشكل التالي يبين ان لكل وجهه مجموعة واحدة من الملفات وجميع الاوجة متصلة نجمة (تعمل على جهد اكبر وتيار اقل)



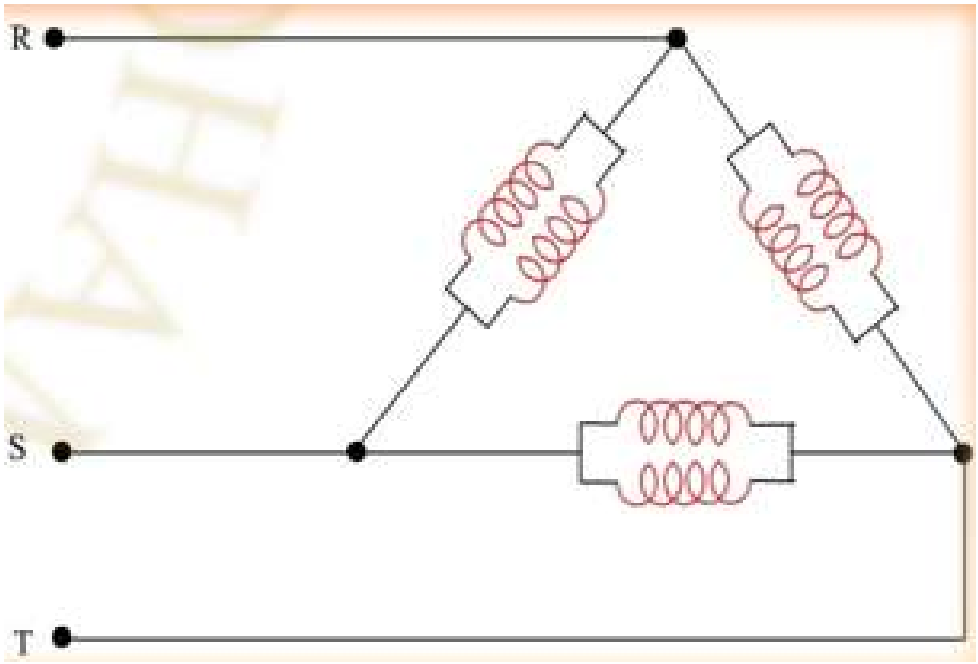
ج- توصيلة الدلتا (المثلث) حيث يكون لكل وجه مجموعتين من الملفات موصلة بالتوالي وجميع الاوجة متصلة دلتا (تعمل على جهد اعلى وسرعة اقل).



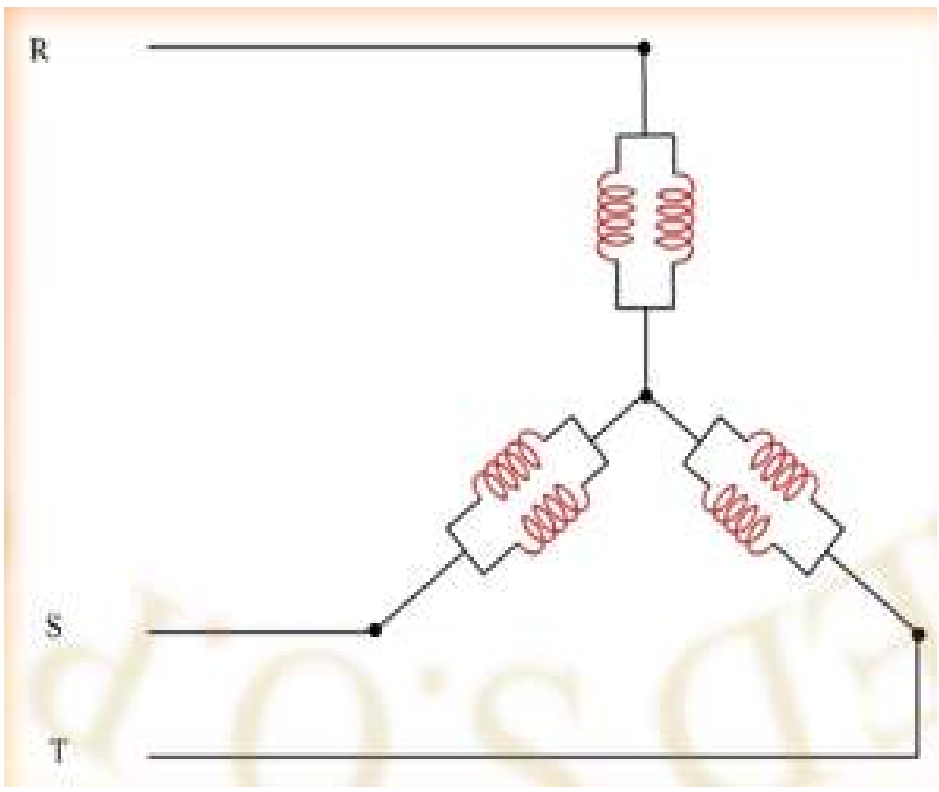
د- والشكل التالي يبين مجموعتين من الملفات لكل وجهه وصلت بالتوالي وجميع الاوجه متصلة نجمة (تعمل على جهد اكبر وسرعة أقل)



ه- والشكل التالي يبين ان لكل وجهه مجموعتين من الملفات موصلة بالتوازي وجميع الاوجة متصلة دلتا (تعمل على جهد اقل وسرعة اعلى)



و- يبين الشكل التالي يبين ان لكل وجهه مجموعتين من الملفات موصلة بالتوالي وجميع الاوجة متصلة نجمة (تعمل على جهد اقل وسرعة اعلى)



كيفية قراءة لوحة بيانات المحرك الحثى ثلاثى الطور three phase induction motor

من الأمور الهامة عند شراء أي محرك كهربائي حثي هي قراءة لوحة بياناته بدقة وعناية ، وهي عبارة عن لوحة معدنية موجودة على المحرك يوجد عليها البيانات الخاصة به والتي تفيد في عملية التشغيل وعمل دائرة التحكم المناسبه له والظروف المحيطه به وما إلى ذلك ، وفهم هذه البيانات يحافظ على أداء المحرك ويضمن أطول عمر افتراضي له

يتم كتابة الجهد المقنن الذي يسمح للمحرك بالعمل ستار او دلتا على لوحة بيانات المحرك name plate

و يتم ذلك بطرق تختلف من شركة لاخرى

التعرف على اللوحة رقم 1

شرح دلالة كل رقم على name plate

1 - يدل على عدد اقطاب المحرك number of poles.

2- قدرة المحرك بالحصان و معروف ان الواحد حصان ميكانيكى يساوى تقريبا 746 وات و هنا المحرك قدرته 1 حصان

3 - القدرة بالكيلو وات

4 - التردد الذى يعمل عنده المحرك و الذى يوازي السرعة الاسمية للمحرك

5 - سرعة المحرك rated speed و يعمل عندها الموتور عند تطبيق التردد المقنن (هنا 50 هرتز) و الجهد المقنن

6-فئة العزل Insulation Class و هو حرف يدل على درجة تحمل عزل ملفات المحرك لدرجات الحرارة

انظر الجدول الذى يوضح درجة تحمل عزل الملفات لدرجة الحرارة لكل حرف

نوع المادة	اقصى درجة حرارة
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
G	BIGER THAN 180

7 - درجة حرارة الوسط الذى يعمل عندها المحرك بكفاءه

8 - طبيعة عمل المحرك و تنقسم الى الكثير من الانواع مثل:

-الرمز continues اى يعمل بكفاءة لمدة كبيره

-الرمز intermediate اى يعمل لفترة و يفصل لفترة

- الرمز short time duty اى يعمل لمدة قصيرة و يجب ان يقف بعدها (و تكون هذه المدة مكتوبة بجانب نوع المحرك)

9- رقم يدل على نوع و مواصفات الرولمان بلى bearing الذى يتم تركيبه فى المحرك

10 - الرمز serial number و هذا رقم يخص المصنع للمساعدة على التعرف على خواص المنتج

11 - من اهم المعلومات حيث تحدد الجهد و التيار الذى يجب ان يعمل عندها المحرك عند العمل star و عند العمل delta و اذا لم يتم الالتزام بهذه القيم من الجهود .. يمكن ان يحترق المحرك

12 -الرمز IP Code و هو كود يحدد درجة حماية المحرك ضد دخول الاتربة او المياه اليه

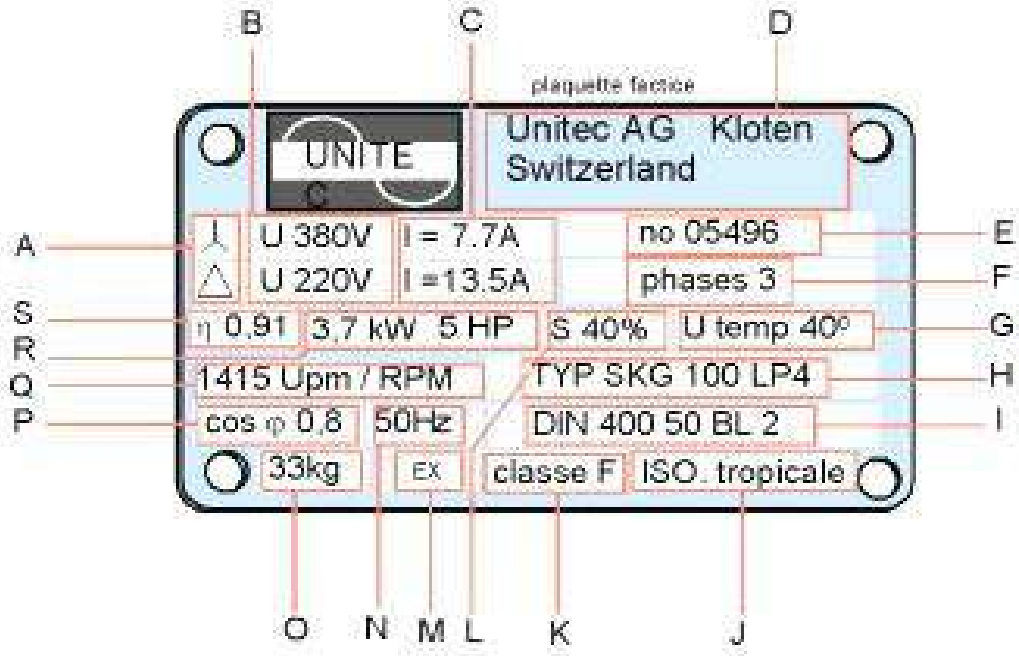
13 - تاريخ تصنيع المحرك

14 - وزن المحرك و يفيد جدا عند الرغبة فى نقله او رفعه بالونش

15 - رقم يدل على ابعاد المحرك و توجد جداول توضح دلالة هذا الرقم

كيفية قراءة لوحة بيانات المحرك الحثى ثلاثى الطور three phase induction motor

التعرف على لوحة بيانات رقم 2



اللوحة الاسمية لمحرك ثلاثي الطور

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)

حرفG:

حرارة المحرك الداخلية.

حرفH:

نوع المحرك خاص بالمصنع.

حرفI:

موصفات المحرك (هنا الموصفات المانية)

حرفL:

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

حرفK:

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

حرفL:

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:

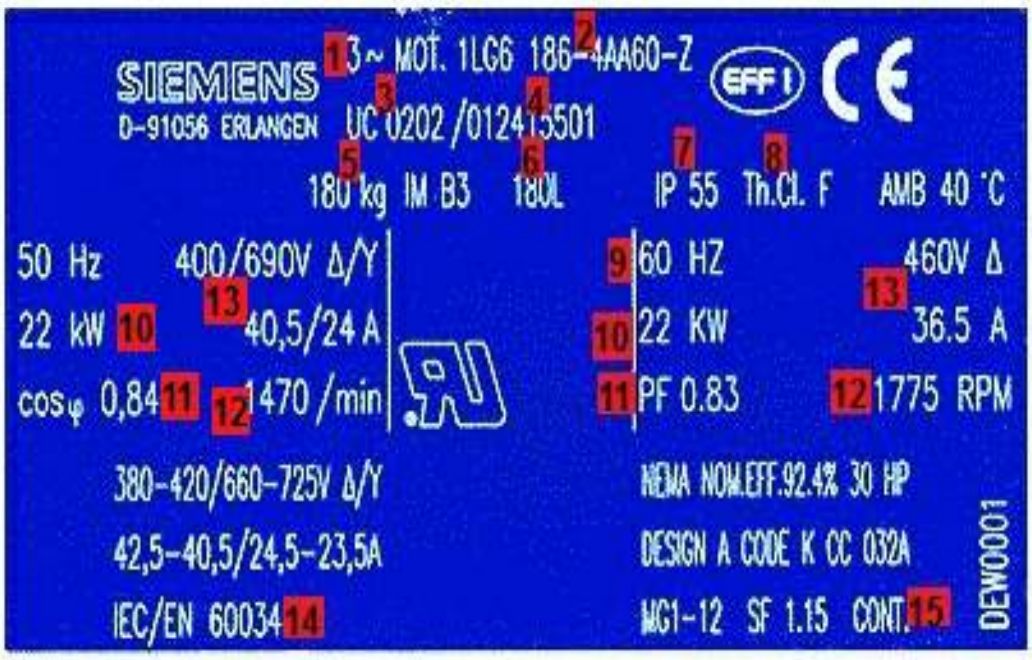
قدرة المحرك

حرفS:

كفاءة المحرك

كيفية قراءة لوحة بيانات المحرك الحثى ثلاثى الطور three phase induction motor

التعرف على لوحة بيانات رقم 3



رقم 1 - Three~ Motor:

محرك ثلاثي الأطوار (الأوجه) Three-Phase Motor وتكتب بهذه الطريقة أو تكتب 3Φ Mot

رقم 2 - 1LG6 186- 4AA60-Z

رقم أمر التشغيل Order Number وهو رقم خاص بالأعمال الإدارية للمصنع

رقم 3 - 0202

تاريخ تصنيع المحرك Manufacturing Date ويكتب على هيئة EYYMM ، حيث تشير YYإلى العام ، وتشير MM إلى الشهر ، ونجد في المثال أن المحرك تم تصنيعه عام 2002 في شهر 2

رقم 4 - 012415501

هو رقم مسلسل المحرك Serial Number وهو رقم المحرك عند التصنيع وله أهمية كبيرة حيث يتم الرجوع إليه عند التواصل مع الشركة المصنعة في حالة حدوث أي أعطال أو ما إلى ذلك.

رقم 5 - 180Kg

وزن المحرك بالكيلوجرام Motor Weight ، وهو يفيد عند الرغبة في نقله أو رفعه بالونش.

رقم 6 - 180L

رقم يمثل أبعاد المحرك Frame Size ، وهو رقم كودي يكتب على لوحة بيانات المحرك نستطيع البحث بواسطته في الجداول الملحقة مع المحرك على كل أو بعض الأبعاد

رقم 7 - IP55

إختصار International Protection وهو يعبر عن درجة حماية المحرك من الاختراق (أي دخول أجسام غريبة سواء كانت صلبة أو سائلة) ،

ويتكون هذا الرقم من خانتي الأحاد والعشرات كما هو موضح :

يشير رقم الأحاد إلى الحماية ضد اختراق المواد السائلة (مثل الماء) وتتراوح قيمته من 0 - 8

يشير رقم العشرات إلى الحماية ضد اختراق المواد الصلبة (مثل الغبار) وتتراوح قيمته من 0 - 6

جدول رقم الأحاد

رقم الأحاد	درجة الحماية ضد اختراق السوائل
0	لا توجد حماية
1	توجد حماية. المحرك يتحمل تساقط نقاط المياه التي تسقط رأسياً عليه.
2	المحرك يتحمل نقاط المياه التي تتساقط عليه رأسياً وأيضاً إذا حدث ميل للمحرك بزاوية حتى ١٥°
3	المحرك يتحمل تساقط المياه عليه رأسياً والتي تسقط بميل يصنع زاوية مع المستوى الرأسي حتى ٦٠°
4	المحرك يتحمل المياه التي ترش عليه من أي اتجاه.
5	المحرك يتحمل المياه التي تسلط عليه من خرطوم مياه في أي اتجاه.
6	المحرك يتحمل المياه التي تسلط عليه بشكل نافورة قوية Powerful Water Jet من أي اتجاه.
7	المحرك يتحمل أن يغمر في المياه حتى ضغط مياه محدود.
8	المحرك يتحمل أن يغمس في المياه طوال الوقت وتحت ظروف تشغيل يحددها المصنع.

جدول رقم العشرات

رقم العشرات	درجة الحماية من تماس أو دخول أجسام غريبة
0	لا توجد حماية
1	الحماية ضد دخول أجسام غريبة ذات قطر أكبر من ٥٠ مم
2	الحماية ضد دخول أجسام غريبة ذات قطر أكبر من ١٢ مم
3	الحماية ضد دخول أجسام غريبة ذات قطر أكبر من ٢,٥ مم
4	الحماية ضد دخول أجسام غريبة ذات قطر أكبر من ١ مم
5	الحماية ضد دخول الأتربة التي تترسب وتكون ضارة بالمحرك . ودخول الأتربة ليس ممنوعاً كلياً ولكن الأتربة يجب ألا تدخل بكمية تكون كافية لعدم تشغيل المحرك بطريقة مناسبة . كما أن الحماية تكون كاملة ضد دخول أجسام غريبة
6	الحماية كاملة ضد دخول أي أتربة .. والحماية كاملة ضد دخول أجسام غريبة

الرقم 8 - (F) TH.CL.

يعبر عن أقصى درجة حرارة تتحملها ملفات المحرك .. تكتب على لوحة البيانات .CL اختصار Classوبجانبها أحد الحروف التالية (حيث أن كل حرف من تلك الحروف Y , A , E , G , B , F , H يمثل قيمة معينة لأقصى درجة حرارة يمكن أن تتحملها المواد العازلة المستخدمة)

وأكثر المواد العازلة شيوعاً هي :

Class B	تتحمل حتى ١٣٠ درجة مئوية
Class F	تتحمل حتى ١٥٥ درجة مئوية
Class H	تتحمل حتى ١٨٠ درجة مئوية

الرقم 9 - 50or 60 HZ

التردد "Frequency" الذي يعمل عليه المحرك (ذبذبة/ثانية) (هرتز)

وعندما يعمل المحرك على أكثر من جهد تشغيل فإن كل جهد تشغيل يكون مسجل بجانبه التردد الموافق له (كما هو موضح بلوحة البيانات)

يوجد العديد من المحركات التي تعمل على ترددين مختلفين 50 & 60 هرتز كما هو الحال في المثال

الرقم 10 - 22KW

قدرة المحرك بالكيلووات (قدرة الخرج Output Power) أي القدرة النهائية التي يمكن من خلالها إدارة الآلة المرتبطة بالمحرك

الرقم 11 - PF0.83

معامل القدرة Power Factor ويكتب بهذه الطريقة أو يكتب (cosΦ)

الرقم 12 - 1775rpm , 1470rpm

عدد لفات المحرك (لفة/دقيقة) "Revolution Per Minute"

عند التردد 60HZ ، وتكون عدد اللفات 1470 لفة/دقيقة عند التردد 50HZ

الرقم 13 - 460V , 36.5A

جهد التشغيل (فولت) والتيار الكهربي المسحوب (أمبير) وذلك عند التردد 60HZ .. والتوصيل يكون Δ

وعند التردد 50HZ يكون جهد التشغيل 690/400 والأمبير المسحوب 40.5/24 والتوصيل Δ/Y

الرقم 14 - IEC/EN 60034

المواصفات القياسية الدولية Standards and Regulations وتكون فقط لبعض المحركات الخاصة Special Motors

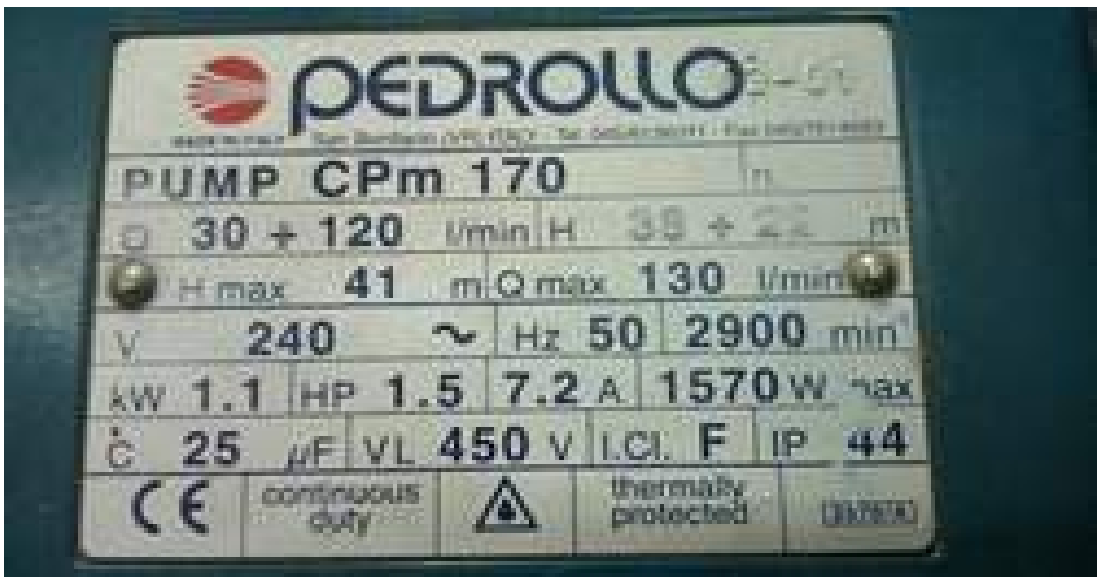
الرقم15 - SF 1.15

معامل تحميل المحرك (Service Factory) أي يمكن تحميله بمقدار أكبر من الحمل المقنن له بنسبة 15% دون حدوث أي مشاكل نتيجة ذلك التحميل الزائد Over Load

كيفية قراءة لوحة بيانات المحرك الحثى ثلاثى الطور three phase induction motor

التعرف على لوحة بيانات رقم 4

لوحة بيانات محرك احادي الطور (مضخة ماء)



تلاحظ في حياتك وجود لوحة بيانات (معلومات) على غالبية الأ جهزة الكهربائية التي تستخدمها فقد تجد تلفزيونا مسجلا عليه قدرته 150 وات ويعمل على فولتية 220 فولت وبتردد 50 هيرتز، وإذا بحثت من حولك ستجد أجهزة كهربائية حولك عليها معلومات كثيرة ومفيدة، وربما إذا كان عندك مضخة ماء ستجد عليها لوحة معلومات معدنية تحوي معلومات مهمة جداً، وسنتعرف على أهم المعلومات الأساسية في لوحة المعلومات وأهميتها في مجال عملك.

والشكل التالي يوضح لوحة بيانات محرك لمحرك مضخة ماء

وستجد فيها المعلومات التالية:

PUMP CPM 100X			n. B
Q 10 ÷ 60 l/min		H 15 ÷ 7 m	
H max 16 m		H min 7 m	
V 220 ÷ 230 ~	Hz 50	2900 min $^{-1}$	
kW 0.25	HP 0.33	1.9 A	350 W max
C 10 F	VL 450 V	I.Cl. F	IP 44
CE	Continuous duty	Thermally Protected	4095/A

وفي ما يلي شرح للبيانات الموجودة على لوحة المحرك السابقة :

1-الفولتية الأسمية التي يعمل عليها المحرك : (220 -230 V) تيار متردد.

2-التردد : (50 Hz).

3-سرعة المحرك بوحدة (RPM):

حيث تبين اللوحة ان سرعة المحرك عند الحمل الكامل (2900 RPM)

4-قدرة المحرك :

حيث تكتب القدرة على اللوحة بوحدة الكيلوواط أو الحصان الميكانيكي (Hp) أو كلاهما معاً.

حيث تبين اللوحة ان قدرة المحرك: (0.33 HP) بالحصان الميكانيكي وهي ما يعادل (0.25 KW).

5-تيار الحمل الكامل للمحرك :

حيث توضح اللوحة ان تيار الحمل الكامل للمحرك هو (1.9A) .

والتيار يقاس بوحدة الامبير

6-سعة المكثف(بالميكروفارد):

وهذه المعلومة خاصة بالمحركات الاحادية الطور. واللوحة تبين ان سعة المكثف (C = 10 F) اي 10 ميكرو فراد .

7-فترات العمل(Duty) :

حيث يستفاد من هذه المعلومة من معرفة أن يعمل المحرك بشكل متواصل (Continuous) أو بشكل متقطع.

ولوحة البيان تبين امكانية عمل المحرك بشكل متواصل.

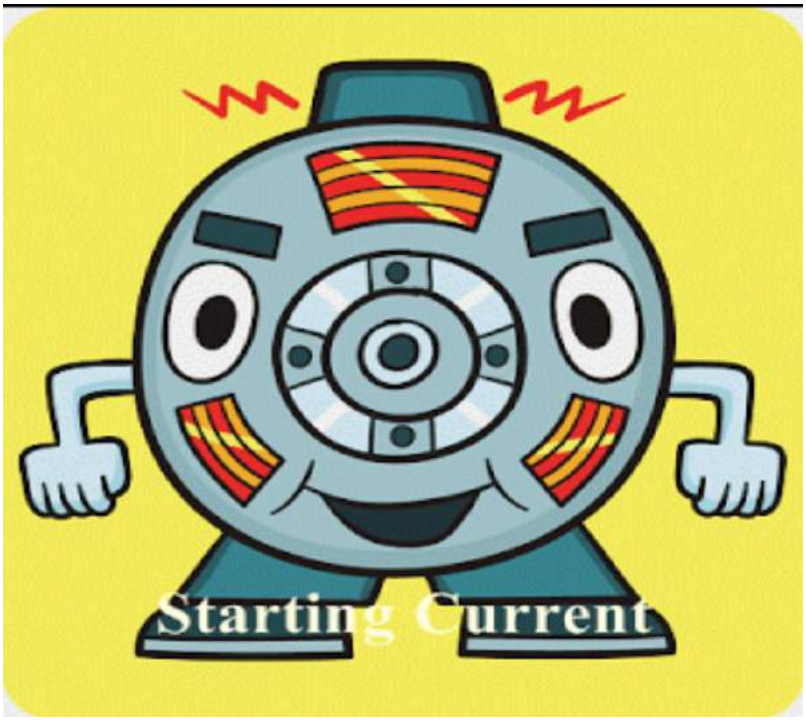
8-درجة العزل للمحرك ضد التلامس وتسرب الأجسام الغريبة و الماء(IP):

حيث تبين اللوحة ان عزل المحرك هو(IP 44) وهو يعني ان هذا المحرك محمي من دخول الماء من جميع الاتجاهات ومحمي من دخول الغبار.

9-معلومات خاصة بحسب استخدام المحرك.

لاحظ في اللوحة الأسمية للمحرك معلومات عن اقّل وأكبر ارتفاع لدفع الماء ومعدل تدفق الماء.

معرفة قيمة وسبب ارتفاع تيار البدء للمحركات الكهربائية



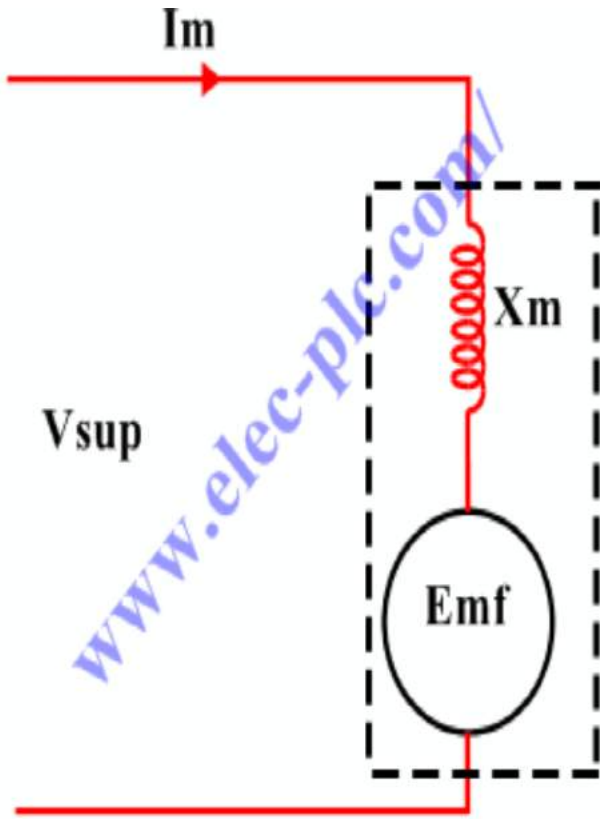
في الموضوع التالي نتعرض لموضوع غاية في الاهمية في المحركات الكهربائية وهي سبب ارتفاع تيار بدء المحركات الكهربائية وكيفية معرفة قيمة ارتفاع تيار البدء للمحركات من لوحة البيانات، كما سوف نتعرض لتعريف بعض البيانات الواحدة في لوحة بيانات المحركات الكهربائية:

يتم حساب تيار المحرك المقرر Rated Current للمحركات الكهربائية من المعادلة التالية :

$$I_m = \frac{P}{V \ /\cos\varphi}$$

ولكن عند بدء تشغيل المحرك يظهر للمحرك تيار أكبر بكثير من هذه القيمة يسمى تيار البدء Ist، وتيار البدء (Starting Current) هذا ويستمر هذا التيار لثواني معدودة ثم تعود قيمة التيار الى القيمة الطبيعية المحسوبة من المعادلة السابقة.

ولفهم سبب تيار البدء المرتفع ندرس الدارة المكافئة للمحركات الكهربائية الشكل التالي:



www.elec-plc.com/

$$I_m = \frac{V_{sup} - Emf}{X_m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Emf = k\ \omega\ \varphi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث :

w سرعة المحرك

f الفيض المغناطيسي

حيث نستنتج من الشكل التالي ان قيمة تيار المحرك:

حيث أن المحرك عند لحظة بدء دورانه من السرعة صفر، فإن قيمة Im عندب البدء تساوي

$$I_m = \frac{V_{sup}}{X_m} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث تكون قيمة التيار عالية جدا بسبب انخفاض قيمة Xm، ومع تزايد سرعة w المحرك فإن قيمة التيار Im تبدأ بالانخفاض تدريجيا بسبب انخفاض قيمة (Em - Vm) في المعادلة رقم 2 حتى تستقر عند القيمة التيار المقررة للمحرك.

من المعادلة:

$$I_m = \frac{P}{V \ /\cos\varphi}$$

كيفية تحديد قيمة تيار البدء من لوحة بيانات المحرك (Name Plate) :

يمكن حساب قيمة تيار البدء في المحركات من معرفة ما يسمى KVA Code والذي يكون مطبوعا على لوحة بيانات المحرك الشكل التالي:

SIMENS								
PE 21* PLUS™				PREMIUM EFFICIENCY				
ORD.NO.	1LA02864SE41		E NO.					
TYPE	RGZESD		FRAME	268T				
H.P.	30.00		SEVICE FACTOR	1.15			3 PH	
AMPS	34.9		VOLTS	460				
R.P.M	1765		HERTZ	60				
DUTY	CONT	40° C AMB.			DATE CODE			51-770-642
CLASS INSLL	F	NEMS DESION	B	K.V.A CODE	G	NEMA. NOM.EFF.	93.6	
SH.END BRG	5OBC03JPP3		OPP,END BRG.	50BC03JPP3				
MILLAND CHEMICAL DUTY QALITY INDUCTION MOTOR								
	Simens Energy @ Automation Inc. Little Flock, AR				MADE IN U.S.A.			

ويظهر من لوحة بيانات المحرك ان KVA Code هو G ثم من خلال الجدول التالي يمكن حساب قيمة IST .

Kva Code	(Kva/HP at STARTING
A	0 – 3.14
B	3.15 – 3.43
C	3.44 – 3.99
D	4 – 4.49
E	4.5 – 4.99
F	5 – 5.59
G	5.6 – 6.29
H	6.3 – 7.09
J	7.1 – 7.99
K	8 – 8.99

www.elec-plc.com/

مثال على حساب تيار بدء محرك :

احسب تيار البدء للمحرك المبينة معلوماته من خلال لوحة البيانات السابقة:

الحل :

من لوحة البيانات في الشكل السابق نجد ان قدرة المحرك هي 30HP وجهد التشغيل 460V وان الـ kVA Code الخاص بالمحرك هو الحرف G من الجدول نجد ان قيمة kVA/HP المقابل لهذا الرمز هي 5.6 – 6.29 حيث سنختار قيمة متوسطة بين القيمة الدنيا 5.6 والقيمة العليا 6.29 ومن ثم يمكن حساب تيار البدء كما يلي :

$$\text{kVA/HP}\ \big]_{ST} = \frac{5.6 + 6.29}{2} = 5.9\text{kVA/HP}$$

$$\text{kVA}\ \big]_{ST} = 5.9 \times 30 = 177\text{kVA}$$

$$I_{ST} = \frac{177 \times 1000}{\sqrt{3}460} = 222\text{A}$$

حيث 460 هو VL

لاحظ ان تيار البدء هو 222 أمبير يساوي في هذا المحرك حوالي ستة اضعاف التيار الطبيعي الذي يساوي 34.9A والموجود على لوحة بيانات المحرك.

ومن هنا يجب مراعات تيار Rated Current للل CB لا بد ان تراعي القيمة المرتفعة لتيار البدء، ومن ثم فلا بد أن تكون (Icb>Ist) وذلك حتى لا تفصل دارة المحرك عند بدء التشغيل

من المعلومات الاخرى الواردة في لوحة بيانات المحرك ومن الجدير التحدث عنها :

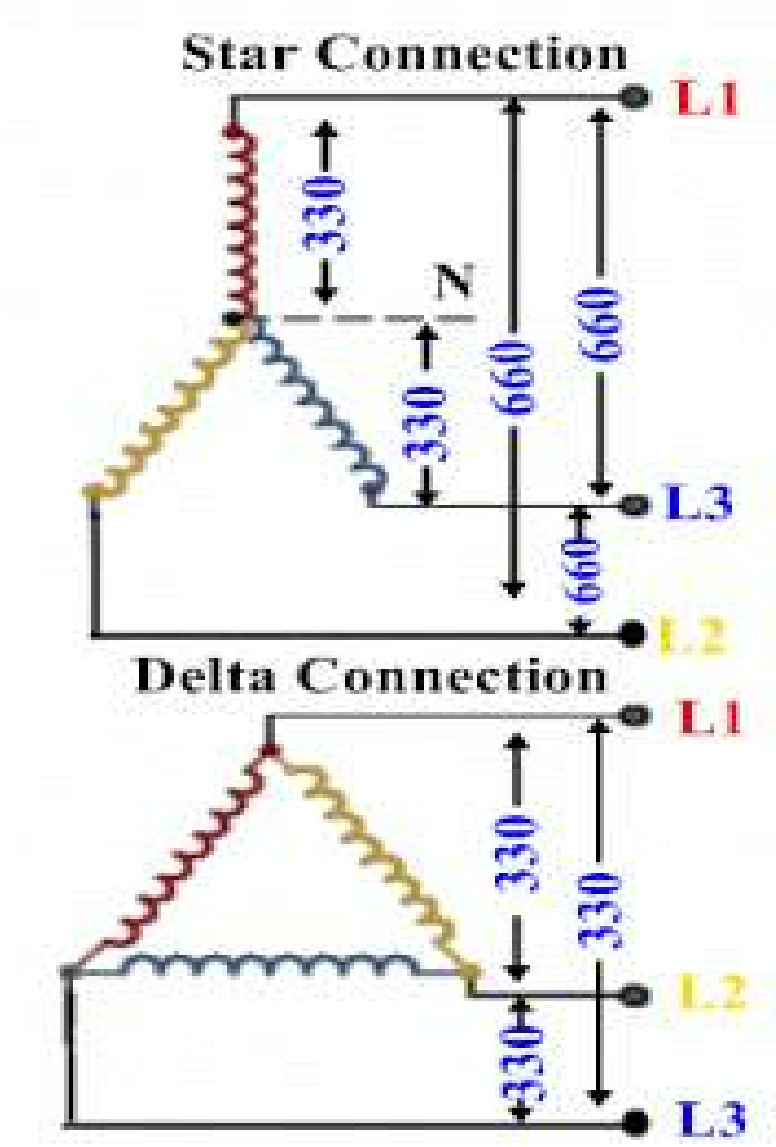
عامل الخدمة Service Factor

وهي يعطي مؤشر على أقصى التحميل الذي يمكن الوصول اليه، فمثلا لو كان هذا العامل يساوي 1.15 كما في لوحة البيانات السابقة فمعناه اننا يمكن تحميل هذا المحرك بنسبة 15% فوق التحميل الطبيعي له. ولكن هذه الزيادة ستكون على حساب العمر التشغيلي للمحرك.

نوعية العزل : Insulation Class

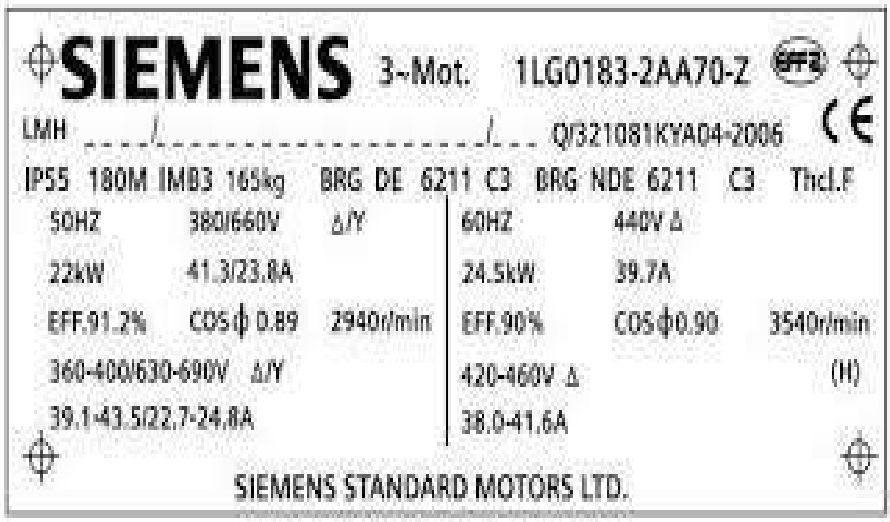
وهي معلومة مهمة للغاية لأنها تعطي مؤشر على أقصى درجة حرارة يمكن ان يتحملها هذا المحرك، وهناك ستة classes ء المية موجودة بجدول وكل مهنا يتحمل درجة الحرارة المبينة بجوار الرمز، حيث ان الرمز F يتحمل 155 درجة.

حسابات توصيلة النجمة والمثلث والفرق بينهما



حسابات توصيلة النجمة Star وحسابات توصيلة المثلث Delta من حيث حساب كلا من التيار وفرق الجهد والقدرة وكيفية اختيار المفاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتور) لتشغيل المحركات الحثية بتوصيلة نجمة مثلث من اجل تقليل تيار البدء الذي قد يصل الى 8 اضعاف تيار المحرك المقنن للمحركات الحثية.

ولتوضيح طريقة الحساب للمحرك بحثت لكم عن لوحة معلومات محرك ووجدت اللوحة التالية والتي تحتوي على معلومات محرك حثي ثلاثي الطور حيث تبين من لوحة بيانات المحرك التالية ان المحرك يعمل على ترددين هما 50Hz و60Hz وسوف ناخذ بيانات المحرك من لوحة بيانات المحرك الثلاثي وهي كالتالي :



1- قدرة المحرك بالكيلو وات 22Kw (كيلوات) وهي تعادل تقريبا 29.5HP (حصان ميكانيكي)

2- الجهد 380 فولت في حالة توصيلة ال Delta و 660 فولت في حالة توصيلة Star

3- التيار في حالة توصيلة المثلث 41.3 A

4- التيار في حالة توصيلة النجمة 23.8 A

5- معامل قدرة المحرك 0.90

6- كفاءة المحرك 0.91

وفيما يلي نستعرض حسابات المحركات الثلاثية الطور لحالتي التوصيل ستارStar ودلتا deltaوالفرق بينهما :

اولا في حالة Delta :

الفولتية في حالة المثلث :

$$VL = Vph$$

حيث:

VL: فولتية الخط

Vph: فولتية الطور

التيار في حالة المثلث:

$$IL=1.73*Iph$$

حيث:

VL: جهد الخط

IL: تيار الخط

Iph: تيار الوجه

1.73: جذر الرقم 3

ثانيا : في حالة توصيلة Star :

الفولتية في حالة توصيلة Star:

$$VL = Vph*1.73$$

حيث :

VL: فولتية الخط

Vph: فولتية الطور

التيار في حالة الستار:

$$IL = Iph$$

IL:تيار الخط

Iph تيار الوجه

قانون حساب القدرة للمحركات الثلاثية الوجه

$$P=V*I*1.73*COS\ F*EFF$$

حيث:

P: القدرة

V : فرق الجهد

I: التيار

1.73: جذر الرقم 3

COS F : معامل قدرة المحرك

EFF : كفاءة المحرك

وبتطبيق المعادلة لحساب التيار في حالتي التوصيل Star و Delta

I*380*0.89*0.912*1.73=1000*22

I=22000/533.5 = 41.23 A

حيث انه فعلا نفس الرقم المكتوب على المحرك تقريبا وهو 41.3

وبتطبيق المعادلة فى حالة توصيلة Star

P=V*I*1.73*0.89*0.912

I*660*0.89*0.912*1.73=1000*22

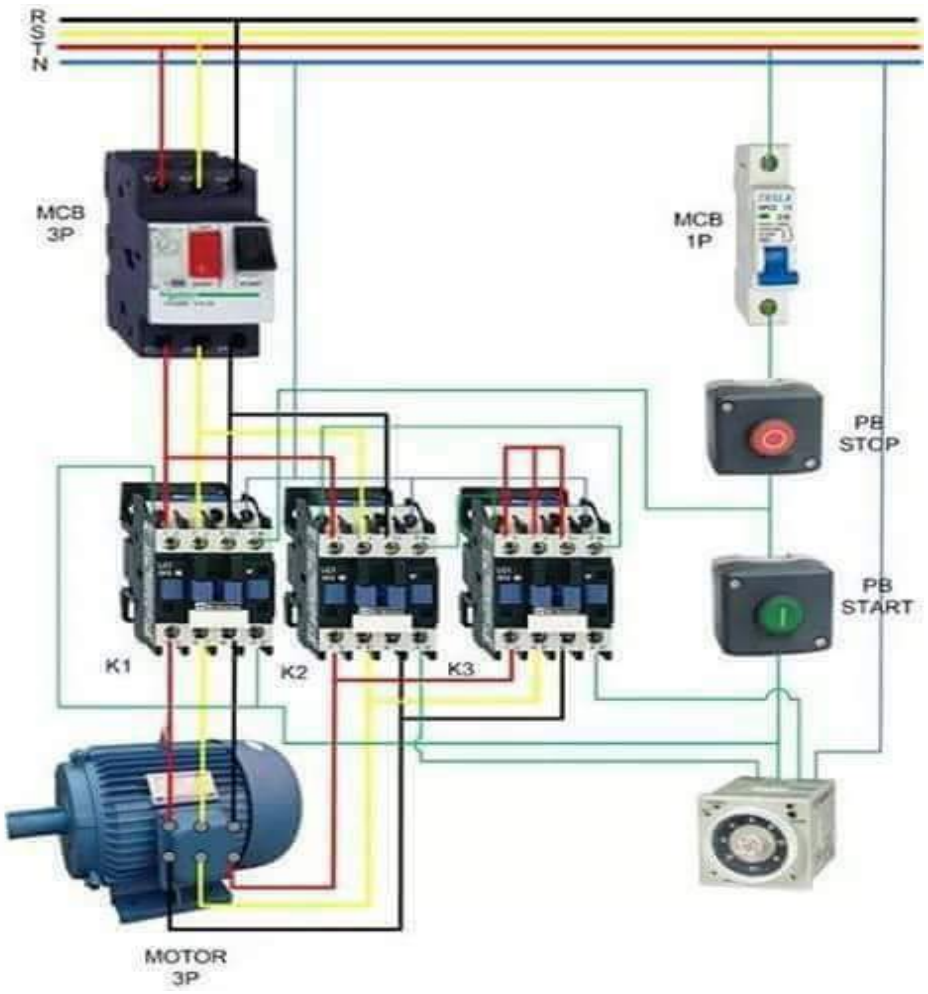
I=7500/660*0.84*0.87*1.73

I=22000 /926.7 = 23.74

وهو تقريبا نفس قيمة التيار المكتوبة على المحرك وهي 23.8A

لتحديد قيمة المفتاح التلامسي الذي سيوصل في الدارة ليعمل المحرك بتوصيلة Star-Delta u حيث يتم استخدام هذه الطريقة ببدء حركة المحرك بتوصيلة Star لتقليل تيار البدء للمحرك الذي قد يصل الى 8 اضعاف التيار المقنن للمحرك

ومن ثم نقوم بالتحويل الى توصيلة المثلث



كيفية اختيار قيمة المفتاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتورات) :

1- اختيار المفتاح الكهرومغناطيسي (الكونتاكتور) الخاص بتوصيلة Star :

يقسم تيار توصيلة Delta على جذر 3 والقيمة الناتجة نختار على اساسها قيمة تيار كونتاكتور Starاو ان يكون قريب منها:

قيمة تيار كونتاكتور ستار = 41.3 / 1.73 = 23.87 وبهذه الحالة نختار قيمة التيار اعلى من هذه القيمة وليكن 30 امبير

اما كونتاكتور الدلتا فيحب ان يكون اعلى من قيمة تيار توصيلة المثلث ويكون 45 امبير تقريبا

ويكون مثلة الكونتاكور الرئيسي

ولاختيار القاطع الرئيسي للتوصيلة كاملة :

نضرب 1.7 بقيمة تيار المحرك في حالة توصيلة الدلتا

ويكون: 41.3*1.7 = 70.21 امبير وبالتالي نختار قاطع رئيسي اعلى من هذه القيمة

طرق بدء تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الطور:

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

ويسمى هذا التيار بتيار البدء ويرجع السبب في ارتفاع قيمة تيار البدء الى أنه في المحرك الحثي تعتمد القوةالدافعةالكهربية المستحثة فى ملفات العضو الدوار على قيمة معامل الإنزلاق وتحدد هذه القوة الدافعة قيمة التيارات المارة فى العضو الدوار حيث يحسب قيمة التيار المار فى العضو الدوار من المعادلة

$$I_{2r} = \frac{sE_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}}$$

ولكن خلال لحظة البدء تكون سرعة المحرك مساوية للصفر وبالتالي يكون معامل الانزلاق قيمته يساوي واحد (s=1) وبالتالي تكون قيمة القوة الدافعة المستحثة في ملفات العضو الثابت اعلى ما يمكن اثناء لحظة التشغيل وبما ان ملفات العضو الدوار مقصورة (short circuited) فبالتالي يمر تيار عالي جدا في ملفات العضو الدوار مم يعني بالتبعية ان التيار المار في ملفات العضو الثابت والمسحوب من المصدر تكون قيمته عالية جدا تتراوح ما بين 6-8 مرات من القيمة المقننة

جزء من تيار البدء يستخدم في توليد عزم للتغلب علي القصور الذاتي للكتلة الميكانيكية للمحرك والحمل والجزء المتبقي يسبب حرارة عالية في ملفات العضو الدوار 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 و القواطع واجهزة الحماية

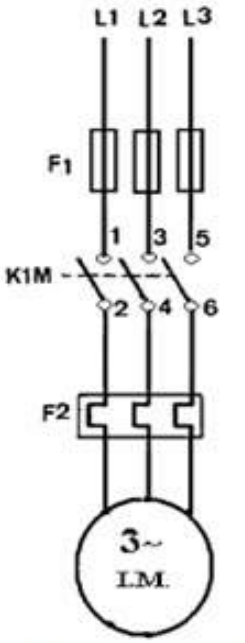
لذلك لابد من اتخاذ التدابير للتقليل من تيار البدء وخصوصا في المحركات الكبيرة

وفيم يلي نستعرض اهم الطرق المستخدمة في تقليل تيار البدء :

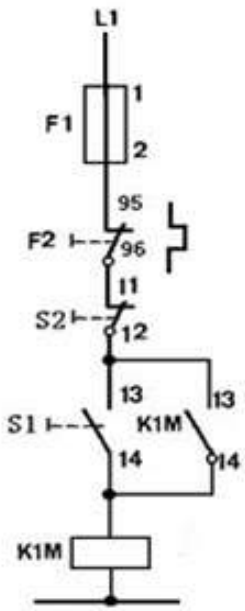
1- طريقة التوصيل مباشرة على الخط Direct on line Starter

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

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)



Power Circuit



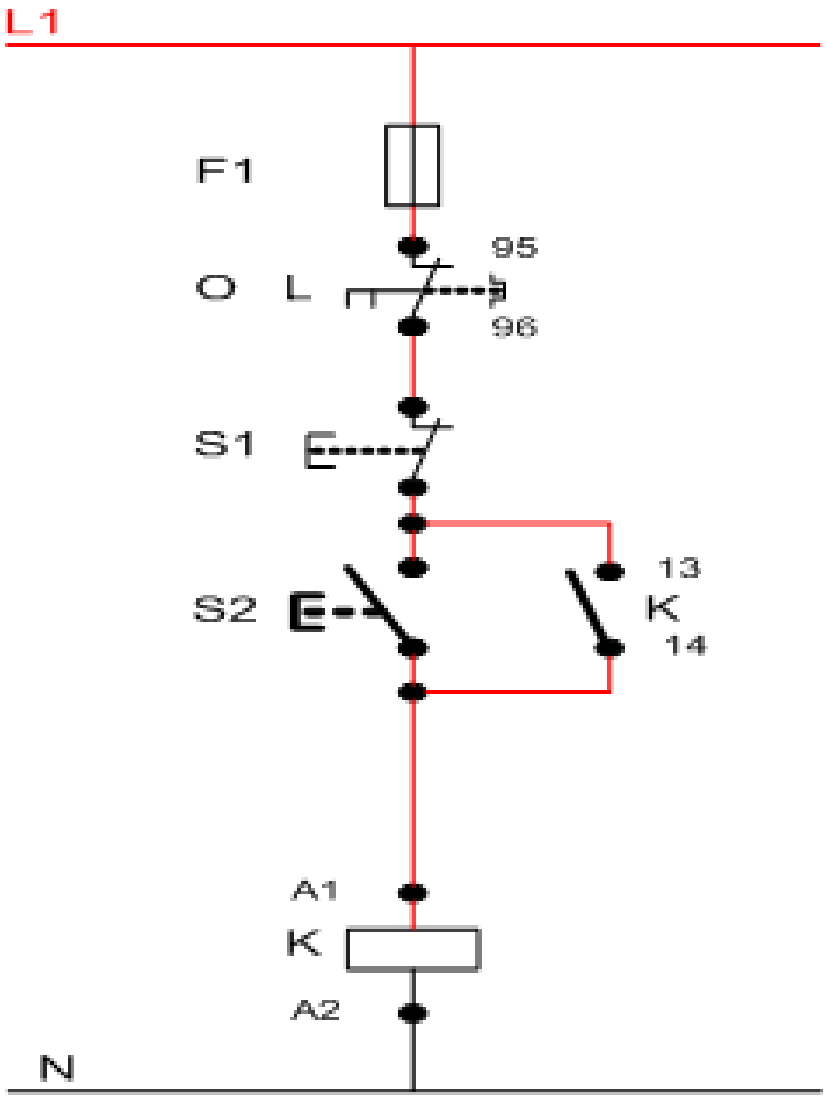
Control Circuit

. تشغيل محرك ثلاثي بواسطة مفتاح كهرومغناطيسي (كونتاكتور):

يستخدم المفتاح الكهرومغناطيسي Contactor في عدة تطبيقات صناعية لتشغيل المحركات الكهربائية في مختلف الاعمال الصناعية ويمكن التحكم بتشغيله باكثر من مكان واحد وايقافه من اكثر من مكان واحد، كما ان استخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية يعطي الآمان اللازم للعاملين كون دائرة التحكم منفصلة تماما عن دارة القوى

تتكون توصيلة تشغيل محرك ثلاثي الأوجه بالمفاتيح الكهرومغناطيسية من دائرة التحكم ودائرة القوى حيث تمثل دائرة التحكم مصهر الحماية F1 والحماية الحرارية O.L وضاغط الايقاف S1 وضاغط التشغيل S2 وملف المفتاح الكهرومغناطيسي K وتلامس الاستمرارية (الامساك الذاتي) 13-14 وفيما يلي شرح دائرة التحكم :

1. دائرة التحكم :



يعتمد مبدأ عمل الدائرة الكهربائية على ايصال التيار الكهربائي الى النقطتين A1 و A2 في المفتاح الكهرومغناطيسي عن طريق ضاغط التشغيل S2

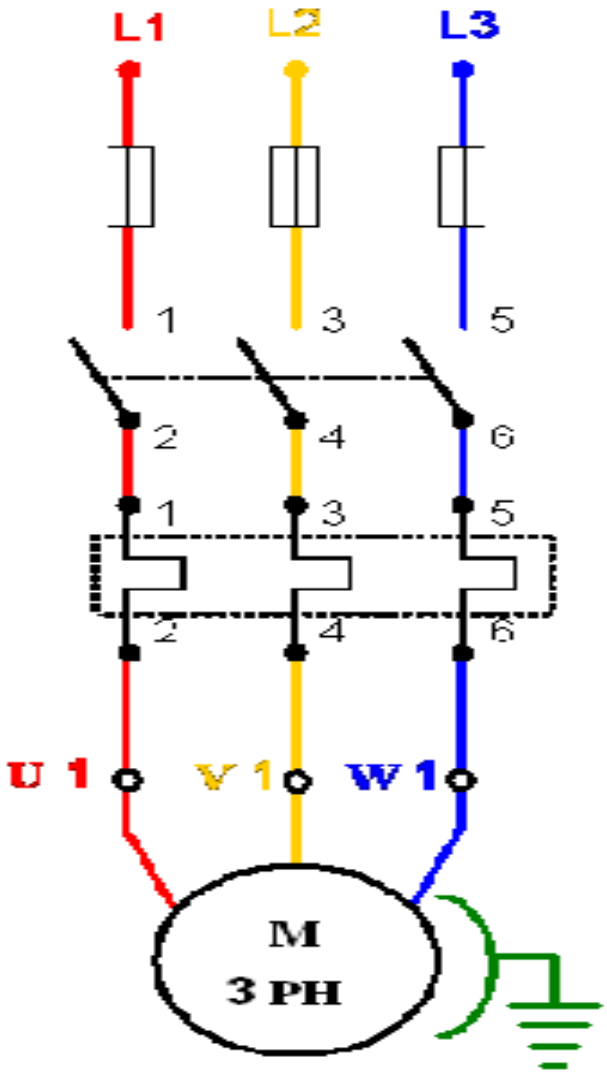
(والذي يشبه ضاغط الجرس حيث يعمل الضاغط عند الضغط عليه باصبع اليد ثم يفصل عند رفع اصبع اليد عنه) فيقوم المفتاح الكهرومغناطيسي بغلق التلامسات المفتوحة.

فيغلق التلامس 14-13 وتلامسات التشغيل 1-2 و 3-4 و 5- 6 لضمان توصيل الفازات الثلاثة الى المحرك في المفتاح الكهرومغناطيسي K.

ويعمل التلامس 13-14 على تامين استمرارية وصول التيار الكهربائي إلى ملف المفتاح الكهرومغناطيسي، وهي ما تسمى بحالة الاستمرارية او (الامساك الذاتي) وتعني ضمان استمرار سريان التيار الكهربائي لأطراف المفتاح الكهرومغناطيسي.

وعندما نريد ايقاف المحرك نضغط على ضاغط الايقاف S1 وهو ضاغط يعاكس ضاغط التشغيل حيث انه ضاغط نقاطه مغلقة في الوضع الطبيعي وعند الضغط عليه باصبع اليد يفتح اي يقطع مسار التيار الى الدارة وعند رفع اصبع اليد عنه يعود الى وضعه الطبيعي اي يسري التيار من خلاله.

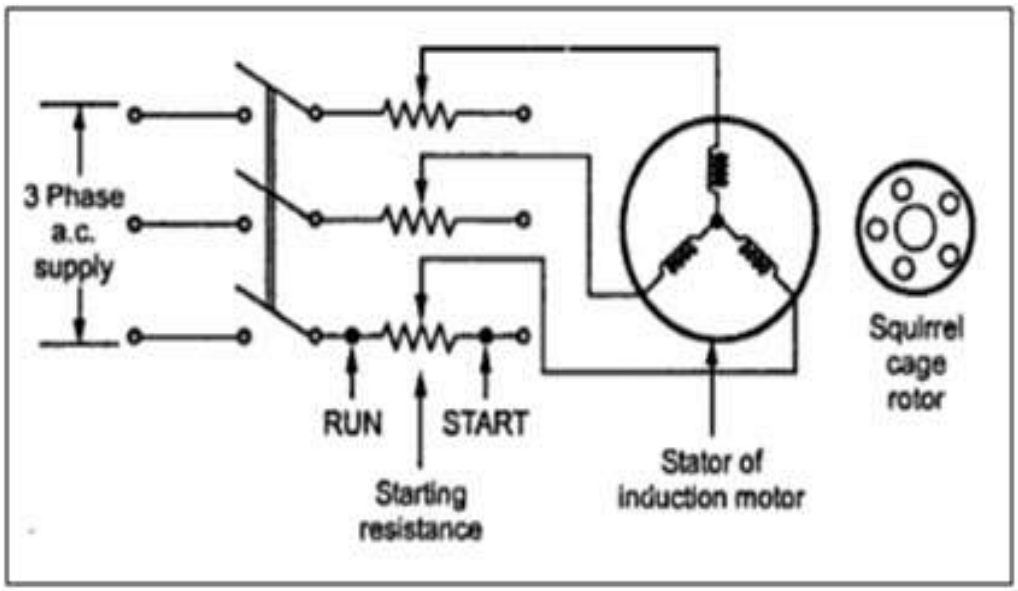
2. دائرة القوى :



يعتمد مبدأ عمل دائرة القوى على سريان التيار من المصدر الكهربائي الى دائرة المحرك عن طريق المفتاح الكهرومغناطيسي والحماية الحرارية حيث يتصل كل من L3 ، L2-V1 ، L1-U1-W1 عندما تغلق نقاط القدرة في المفتاح الكهرومغناطيسي عن طريق ضاغط التشغيل S2 كما هو موضح في دائرة التحكم فيصل التيار الكهربائي الى المحرك الكهربائي

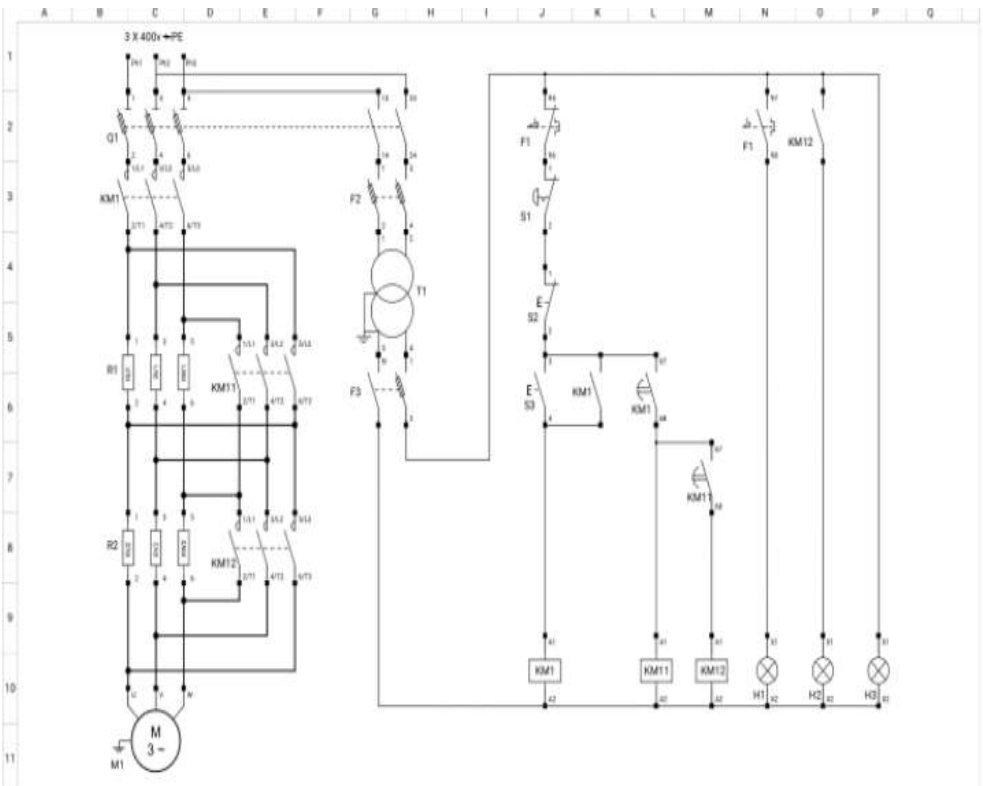
2- اضافة مقاومات على التوالي مع ملفات العضو الثابت
Stator Resistance Starter

إن توصيل مقاومات على التوالي مع ملفات العضو الثابت يؤدي إلى تقليل الجهد المسلط على العضو الثابت نتيجه لهبوط الجهد الحادث على هذه المقاومات وبالتالي يقل تيار البدء ثم بعد إجتياز فترة البدء يمكن إخراج هذه المقاومات تدريجيا



عيب هذه الطريقة هو زيادة المفاقيد النحاسي مما يجعلها غير مناسبة للإستخدام خصوصا مع المحركات الكبيرة

شرح دائرة القوى و التحكم :



عند الضغط على مفتاح التشغيل S3 يصل التيار الى ملف الكونتاكتور KM1فيشتغل

يقوم الكونتاكتور KM1 بغلق التلامسات المفتوحة.

فيغلق التلامس 14-13 وتلامساته الرئيسية

ويعمل التلامس 13-14 على تامين استمرارية

يصل التيار الى مجموعة المقاومات R1 ومنها الى مجموعة المقاومات R2ومنها الى اطراف المحرك فيشتغل بسرعة منخفضة

يقوم التايمر الهوائيKT1 المركب على الكونتاكتور KM1 بعد الزمن المظبوط عليه وعند انتهاء الزمن يبدل تلامساته فيصل التيار الى ملف الكونتاكتور KM11

فيقوم بغلق تلامساته الرئيسية

فيمر منه التيار مما يؤدي الى اخراخ مجموعة المقاومات R1 ويعمل المحرك بالسرعة المتوسطة

يقوم التايمر الهوائيKT11 المركب على الكونتاكتور KM11 بعد الزمن المظبوط عليه فاذا انتهى الزمن يبدل تلامساته فيصل التيار الى ملف الكونتاكتور KM12

فيقوم بغلق تلامساته الرئيسية

فيمر منها التيار مما يؤدي الى اخراج مجموعة المقاومات R2 ويعمل المحرك بكامل سرعته

4- بدء التشغيل عن طريق توصيلة ستار دلتا star delta connection:

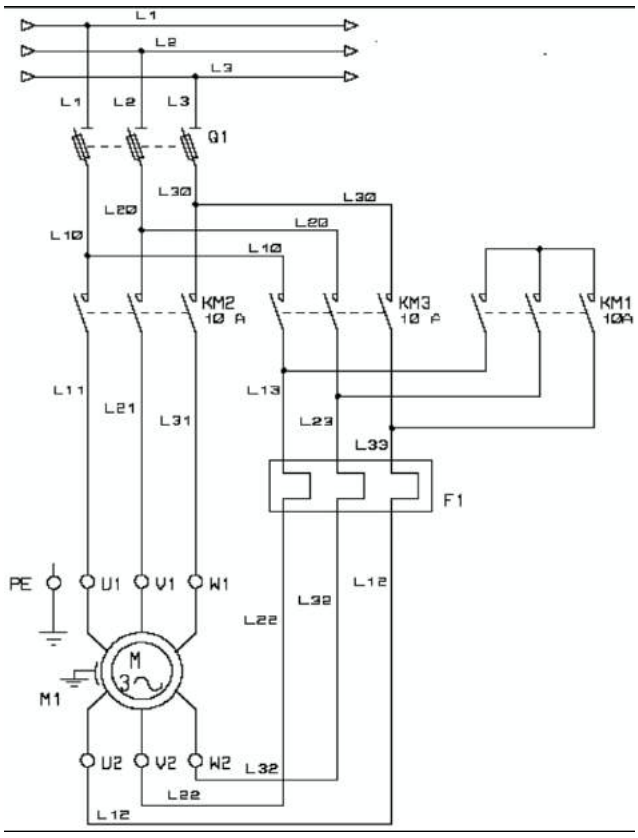
تعتبر هذه الطريقة من اكثر الطرق المستخدمة في التطبيقات الصناعيةمعروف ان فى توصيلة ستار: يتم توصيل نهايات الملفات معا لتشكل نقطة واحدة و يتم توصيل طرف كل ملف بطرف من المصدر

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

و 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 و القواطع وأجهزة الحماية

عيوب استخدام بادئ ستار دلتا :

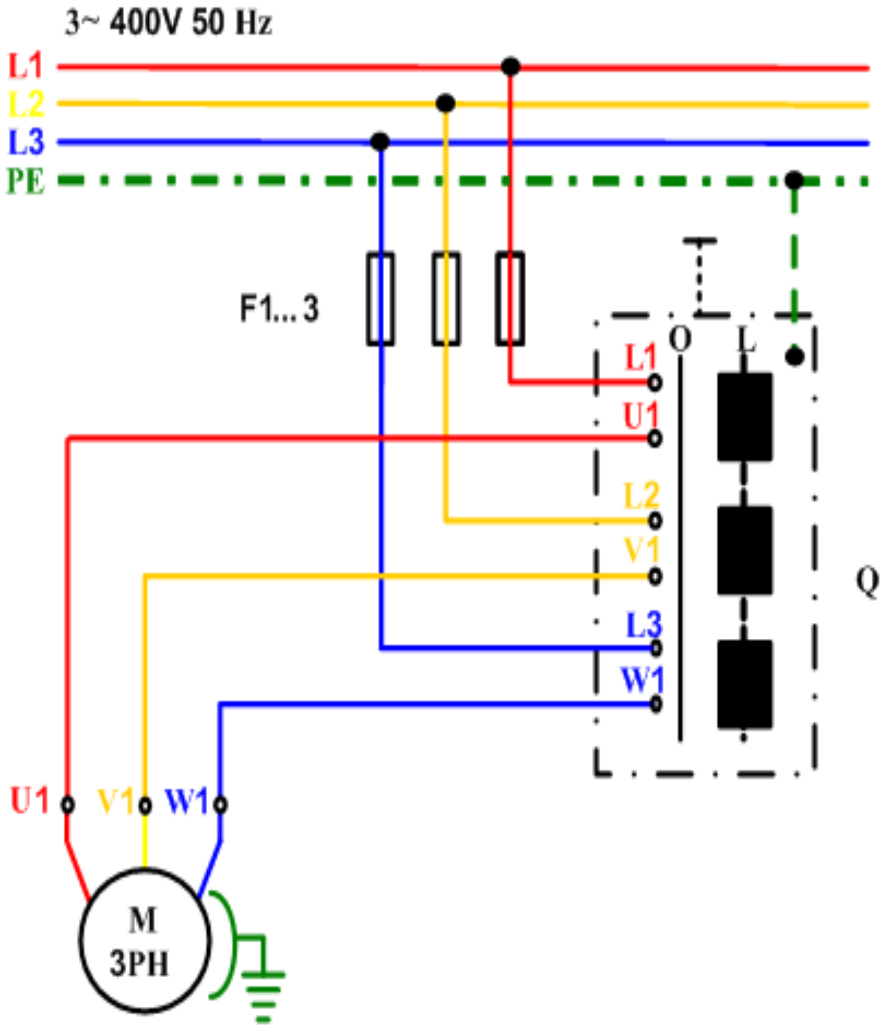
-حدوث تيارات عابره Transient currents ذات قيم قصوى عاليه جدا فى اللحظة التى يتم فيها تغيير طريقة توصيل ملفات المحرك من " ستار " إلى " دلتا "

- 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

يتم توصيل المحرك ستار دلتا يدويا بواسطة مفتاح اسطواني

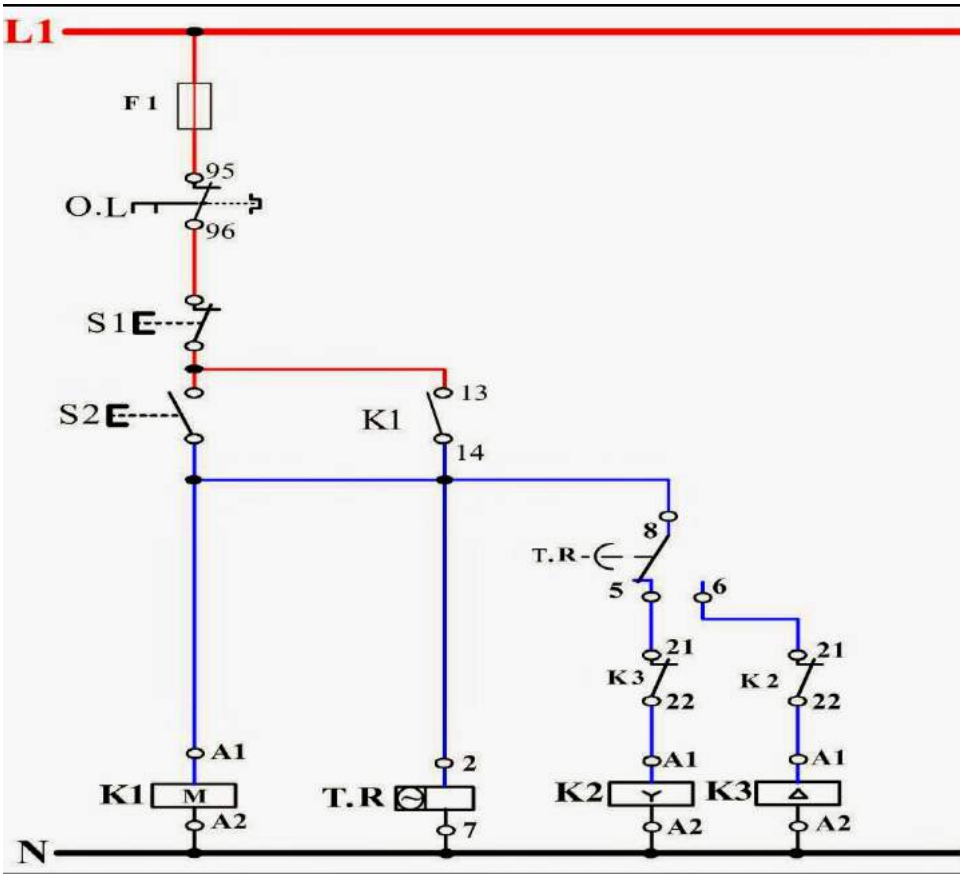
او آليا بواسطة مفاتيح كهرومغناطيسية (كونتاكتورات)

0
Y
Δ


3~ 400V 50 Hz
L1
L2
L3
PE
F1...3
O
L
L1
U1
L2
V1
L3
W1
Q
U1
V1
W1
M
3PH

تشغيل محرك star-delta اليا بواسطة كونتاكتورات وتايمر timer و contractors

1. دائرة التحكم :



عند الضغط على ضاغط التشغيل S2 يغذي التيار ملف الكونتكتور K1 فيغلق تلامساته المفتوحة ويفتح تلامساته المغلقة ويسري التيار أيضا الى ملف المؤقت T.R فيعملان معا عن طريق تلامس الاستمرارية 13- 14في الكونتاكتور K1

الذي يوصل التيار الى نقاط ملف المؤقت T.R ليعمل على إيصال التيار الى ملف الكونتاكتور K2فيعمل المحرك بتوصلية النجمة.

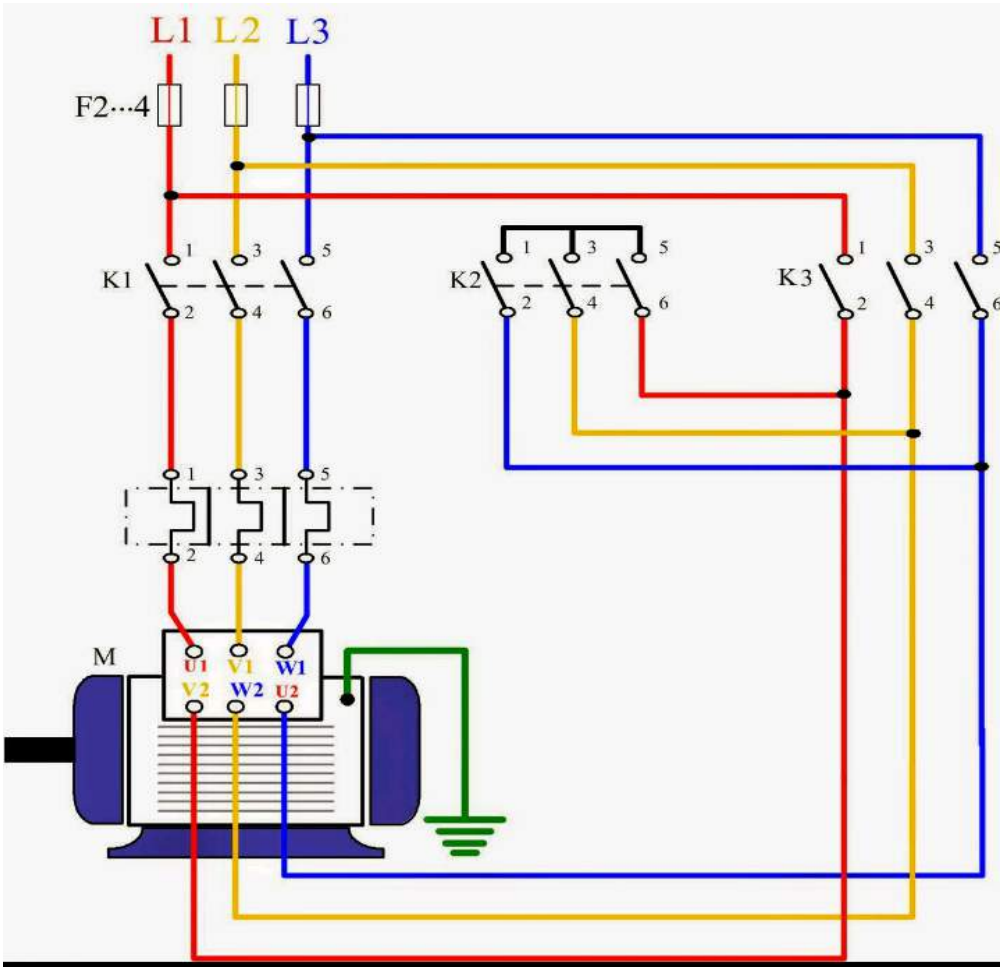
وبعد فترة من الزمن يتم تحديدها مسبقا يقوم المؤقت بفصل التيار عن ملف كونتاكتور K2 الخاص بتوصيلة النجمة، ويصل التيار

الى ملف الكونتاكتور K3 الخاص بتوصيلة المثلث فتضيء لمبة H2 ويستمر في العمل مع الكونتاكتور K1 الرئيسي عن طريق نقاط الاستمرارية ليعمل المحرك بتوصيلة المثلث.

ويتم إيقاف المحرك بالضغط على ضاغط الإيقاف S1 فيضيء المصباح H3.

وعند حدوث خلل في المحرك يضيء المصباح H3 . ويقف المحرك عن العمل.

2 .دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثي الطور نجمة / مثلث:



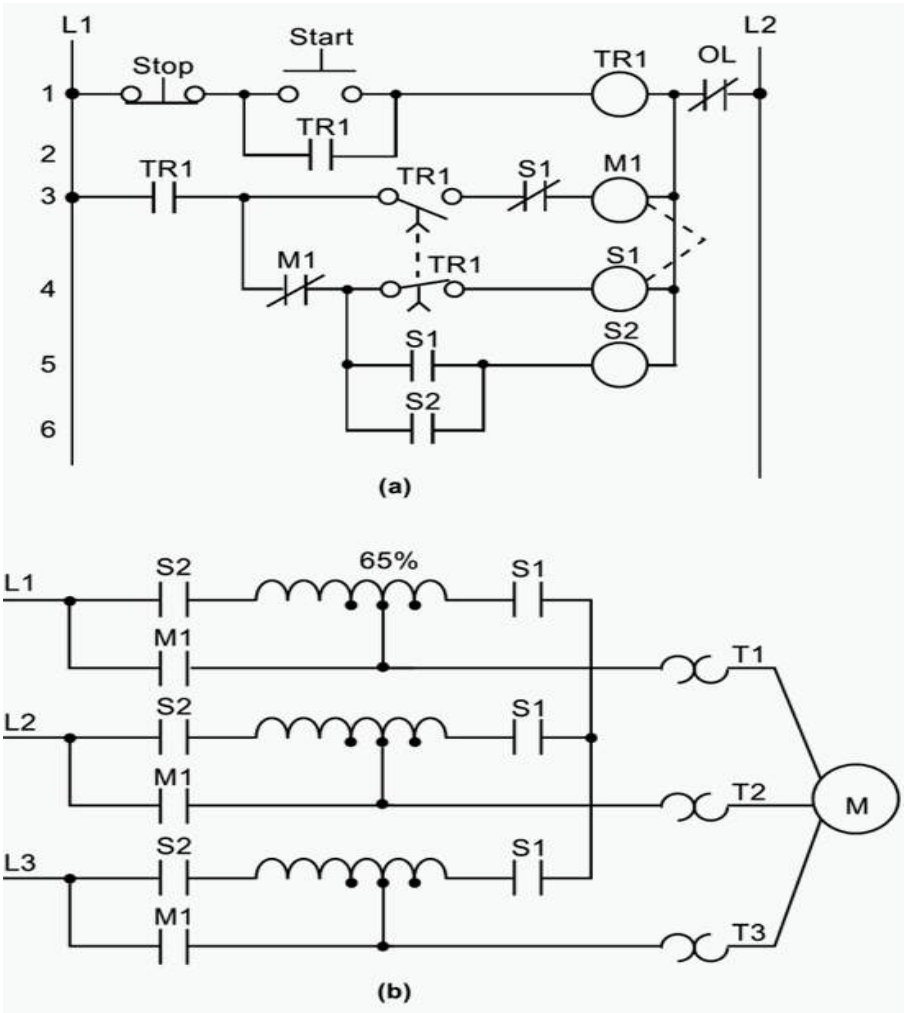
يعتمد مبدأ عمل دائرة القوى على إغلاق تلامسات الكونتاكتور (K2) الذي يقوم بوصل النقاط (U2-V2-W2) مع بعضها البعض ويتم وصل التيار الكهربائي من المصدر الكهربائي الى دائرة المحرك عن طريق مصهرات الحماية الحرارية ليسري التيار الى الكونتاكتور (K1) حيث يقوم بوصل كل من L2-V1 ، L1-U1 ، L3-W1عندما تغلق نقاط القدرة في تلامسات الكونتاكتور (K1) ليعمل المحرك على توصيلة النجمة.

وعند تحويل المحرك ليعمل على توصيل المثلث يفصل الكونتاكتور (K2) ويعمل الكونتاكتور (K3) الذي يقوم بوصل التيار الكهربائي من المصدر عبر مصهرات الحماية ليصل (L1 – V2) ويصل (L2 – W2) و (L3 – U2) ليعمل المحرك على توصيلة المثلث.

5- 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 M1فيصل 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 تلامسه 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 ال turns ratio الخاص بالمحول

عيوبه:

- اغلى من طريقة ستار دلتا من حيث التكلفة

الاستخدامات :

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

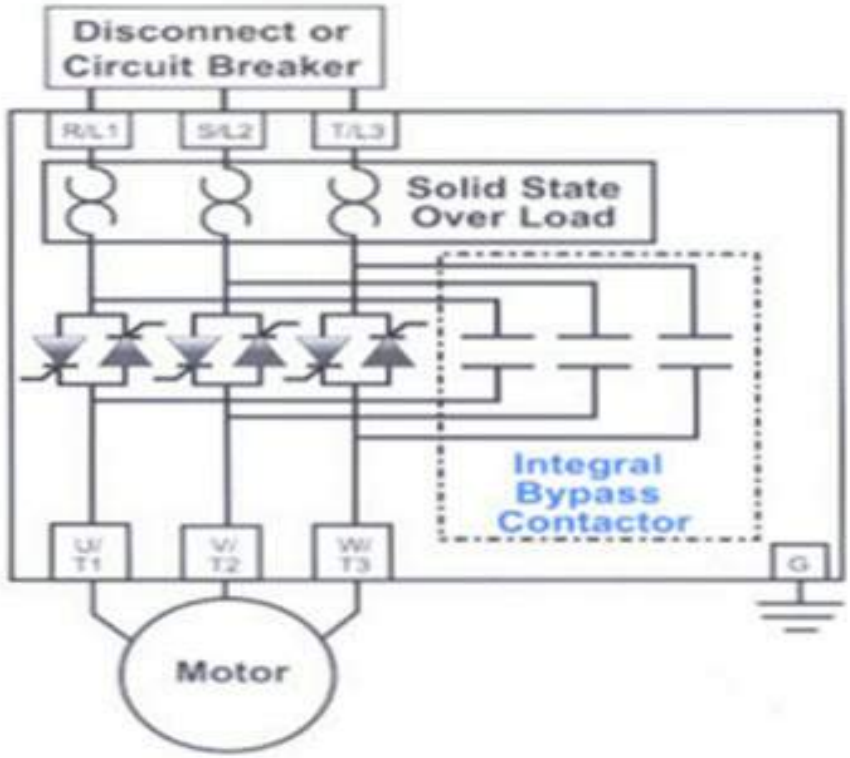
-يستخدم في المضخات الغاطسة عالية القدرة

6- 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 الكونتاكتور



●-نظرية العمل :

يتم التحكم فى عمليتي فصل وتوصيل المحركات عن طريق ثايروستورات (thyristors) بحيث يتم تسليط جهد المصدر بـ التدريج 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:

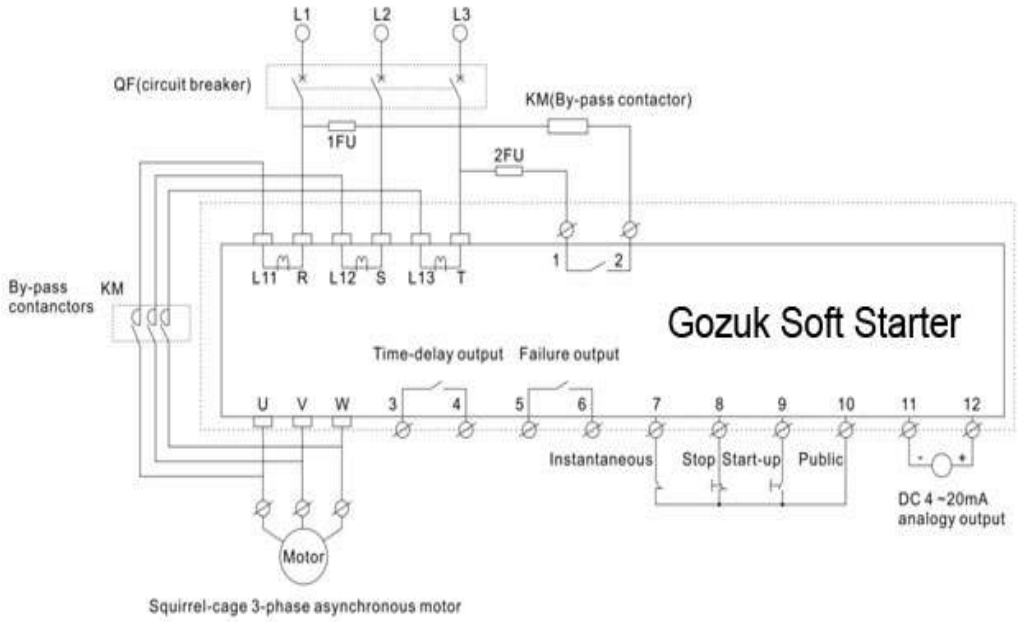
يتم ادخال اشارتي السرعة والتيار للمحرك لدائرة تحكم وبناءا على قيمتي السرعة والتيار تقوم هذه الدائرة بالتحكم فى زاوية الإ شعال (firing angles) للثايرستورات وبالتالي يتم تغيير قيمة الجهد

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 والحمل 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



- 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

التطبيقات :

مما سبق نستطيع أن ندرك المدى الواسع للتطبيقات التى تستخدم فيها بادئات التشغيل والإيقاف الهادئة وعلى سبيل المثال:

ففى حالة السيور الناقلة Conveyer Belts والمستخدمة بكثرة فى خطوط النقل والتعبئة يتضح ضرورة أن تتم عملية الإيقاف و

التشغيل بدون أى حركات فجائية وإلا أدى ذلك إلى حدوث خسائر فى المنتج وهنا يصبح إستخدام هذا النوع من بادئات التشغيل ضرورة وليس إختيارا

وأيضا تستخدم بكفاءة فى الأوناش والروافع حتى نضمن حركة هادئة أثناء رفع وإنزال الأحمال

وأيضا تستخدم فى آلات التغليف بالبلاستيك

وكذلك مع المضخات والضواغط حيث يؤدي ذلك إلى تلافي التغيرات الفجائية فى ضغط الغازات والسوائل داخل المواسير مما يقضى على ظاهرة الطرق hammering داخل المواسير

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

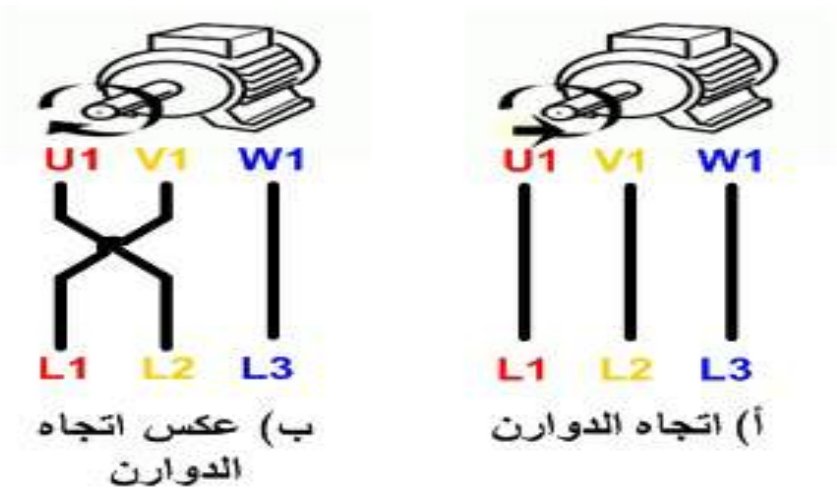
(التيار الذي ينتج عن سريان فولتية الوجه الاول L1 في ملفات الوجه الأول U1-U2 والتيار الذي ينتج عن سريان فولتية الوجه الثاني L2 في ملفات الوجه الثاني V1-V2 والتيار الذي ينتج عن سريان فولتية الوجه الثالث L3في ملفات الوجه الثالث W1-W2)

الذي ينتج عن مرور فولتية الوجه الثاني L2 وبعكس تغذية وجهين من خط المصدر يمكن عكس اتجاه دوران المجال المغناطيسي في العضو الساكن وبالتالي عكس اتجاه دوران العضو الدوار (المحرك)

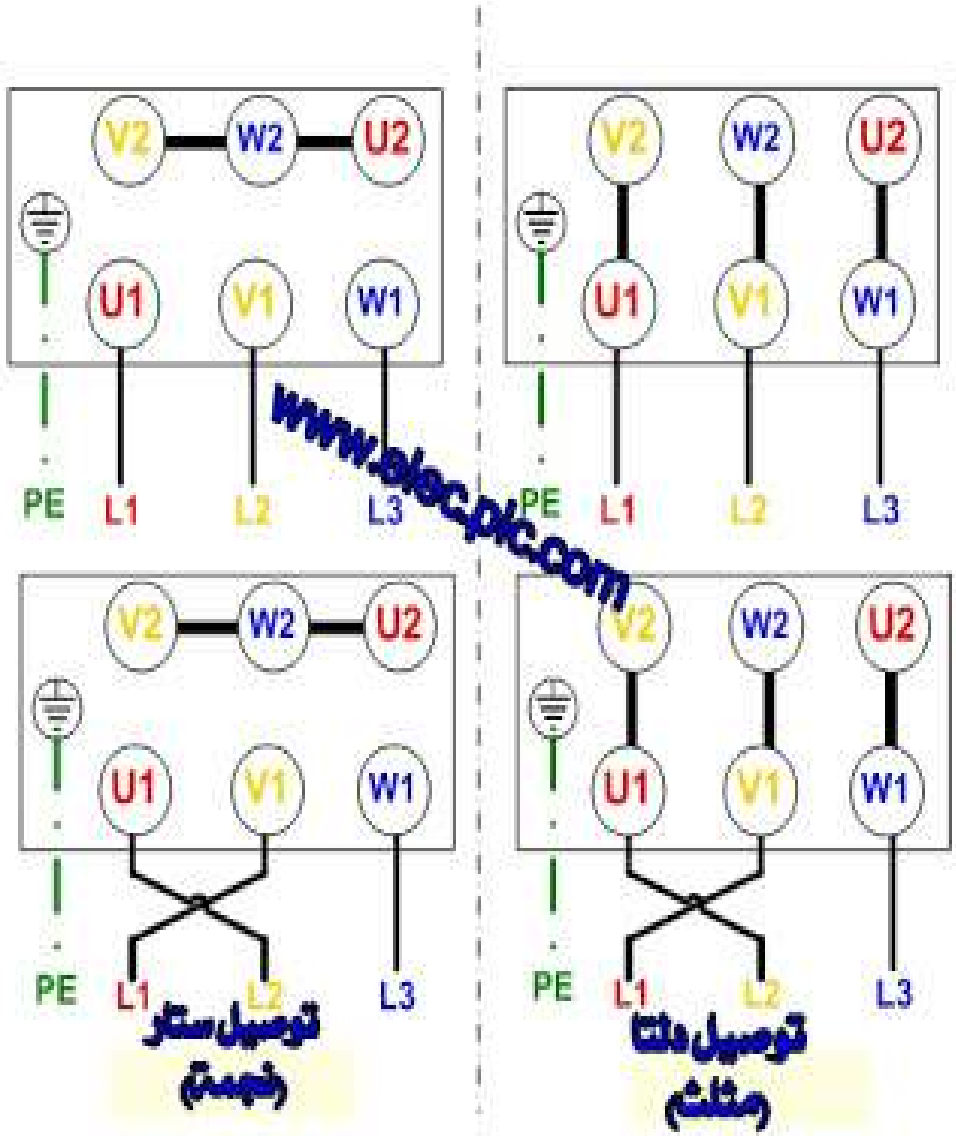
طريقة عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الأوجه:

ومن ما سبق يتضح لنا انه يتم عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الأوجه بتبديل وضع أي وجهين مع بعضهما البعض عند توصيلهما مع أطراف المحرك

ويتم ذلك باستخدام مفاتيح يدوية أو باستخدام المفاتيح المغناطيسية



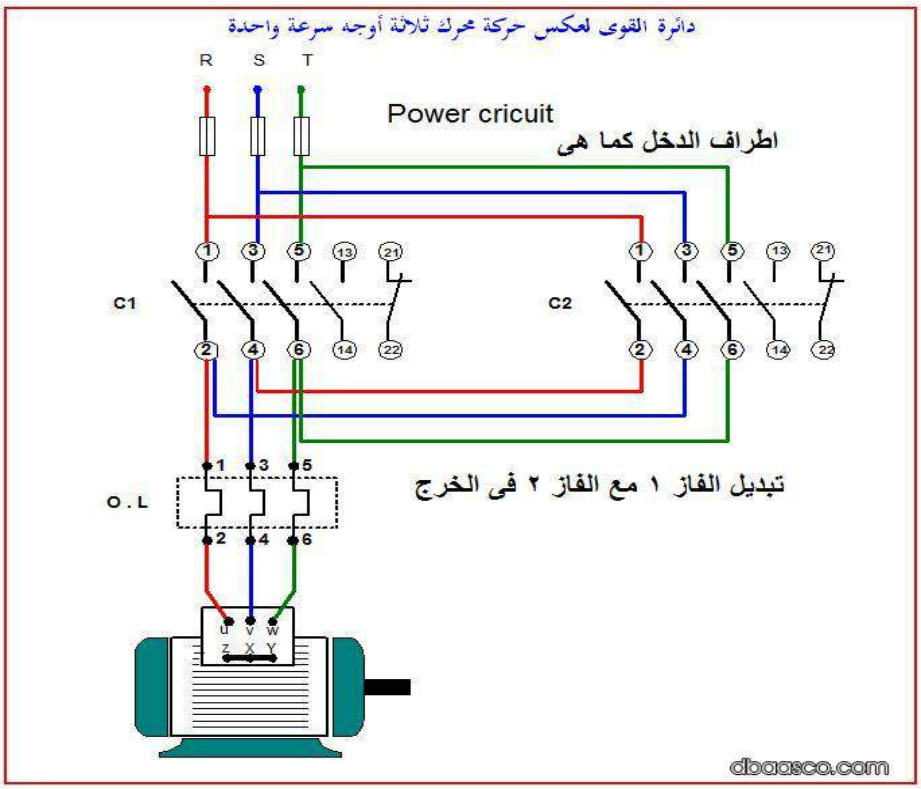
ولا تختلف طريقة عكس اتجاه دوران المحرك ثلاثي الأوجه الموصول بتوصيلة ستار (نجمة) أو دلتا (مثلث) باستخدام علبة التوصيل الموجودة على المحرك حيث يتم عكس الدوران بتبديل توصيل اي وجهين من اوجه المحرك وتثبيت الوجه الثالث، وحيث يتم تبديل كل من الوجه الأول الذي كان موصول مع U1 في الاتجاه الاول ليتم توصيله مع V1 عند عكس اتجاه الدوران و يتم توصيل L2 مع V1 في الاتجاه الاول ليتم توصيله مع U1 عند عكس اتجاه دورانه ويتم تثبيت الوجه الثالث L3 في كلا الاتجاهين مع W1



كيفية عكس اتجاه الدوران في الحياة العملية:

تستخدم العديد من الطرق بالحياة العملية لعكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الأوجه حيث (تستخدم المفاتيح اليدوية لعكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الطور)

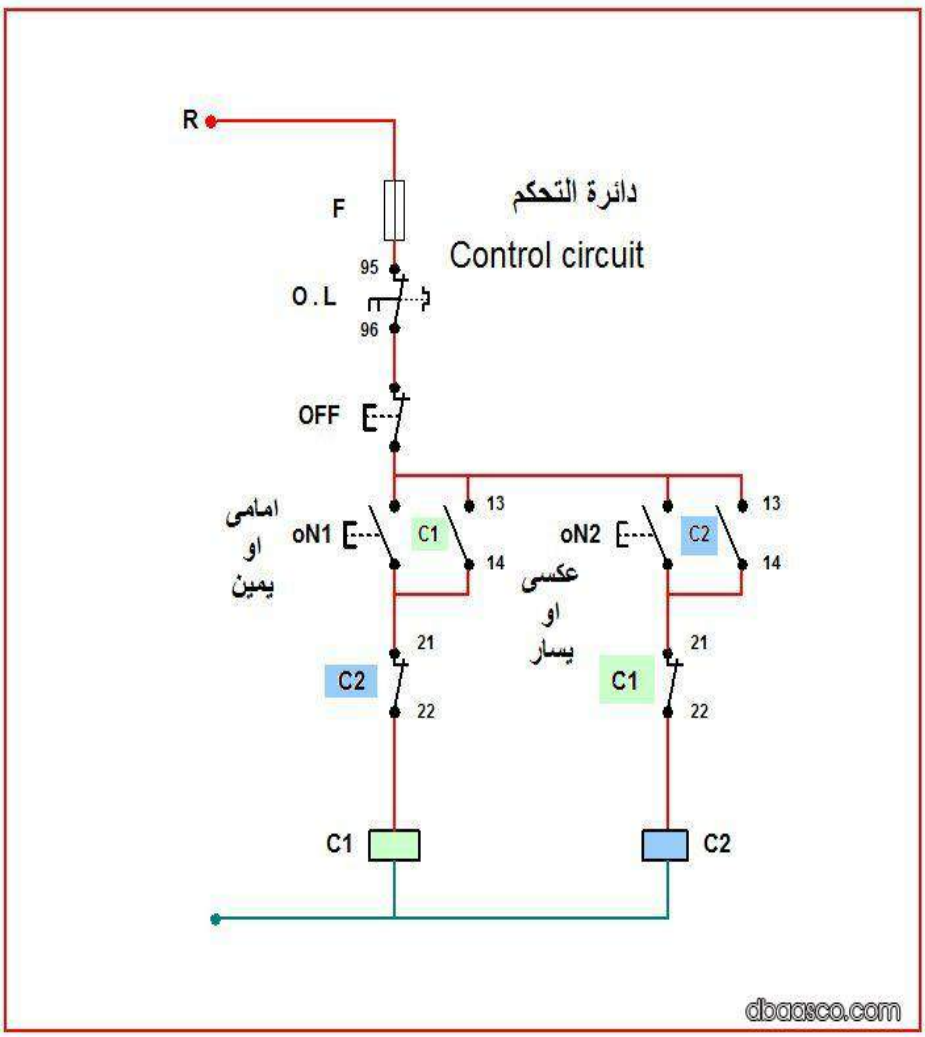
كما تستخدم (المفاتيح المغناطيسية في عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الطور)



يتم التحكم بالكونتاكتورات بواسطة دائرة تحكم

او تستخدم الحاكمات المنطقية المبرمجة PLC لعكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية بمختلف انواعها عن طريق (المخطط السلمي لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثة فاز)

عند عكس اتجاه المحركات ذات القدرة العالية يجب مراعاة توقف المحرك عن الاتجاه الذي يسير فيه ثم الأنطلاق الى الأتجاه الآخر



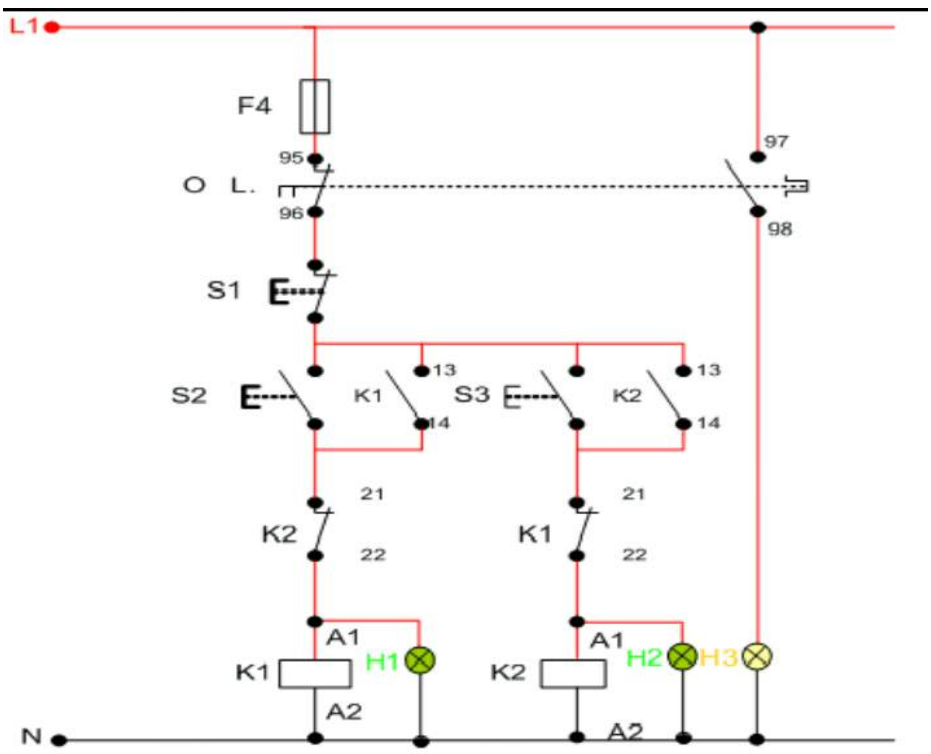
عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور بالمفاتيح المغناطيسية (CONTACTORS)

تتطلب الكثير من الاعمال الصناعية عكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية مثل المقادح ومحركات المخارط وغيرها من الاعمال الصناعية ومن ابسط طرق عكس اتجاه دواران المحركات الكهربائية عكس اتجاه دوارن المحركات الثلاثية الطور باستخدام مفتاح يدوي.

كما يمكن استخدام المفاتيح الكهرومغناطيسية وضواغط التشغيل وا لايقاف لعكس اتجاه الدوران لمحرك ثلاثي الطور، كما سوف نقوم بشرح كما يلي:

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 تلامساته 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 .

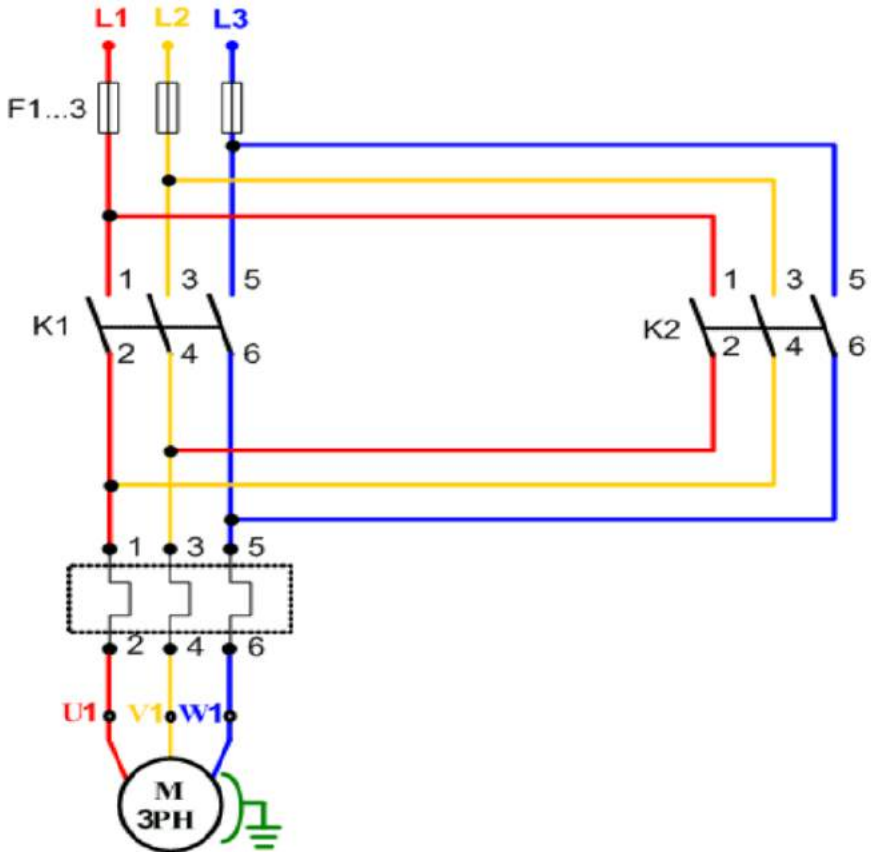
ولعكس اتجاه دوران المحرك يجب إيقاف تشغيل المحرك أولا عن طريق استخدام الضاغط (S1)

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 L2-V1 ، L1-U1 ، L3-W1 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.

التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور:

أهم طرق التحكم

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 على الأقل الموجودة بالمعادلة حيث أن:

الn: سرعة المحرك

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

الP: عدد الاقطاب المغناطيسية

الs: 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 حسب العلاقة التالية:

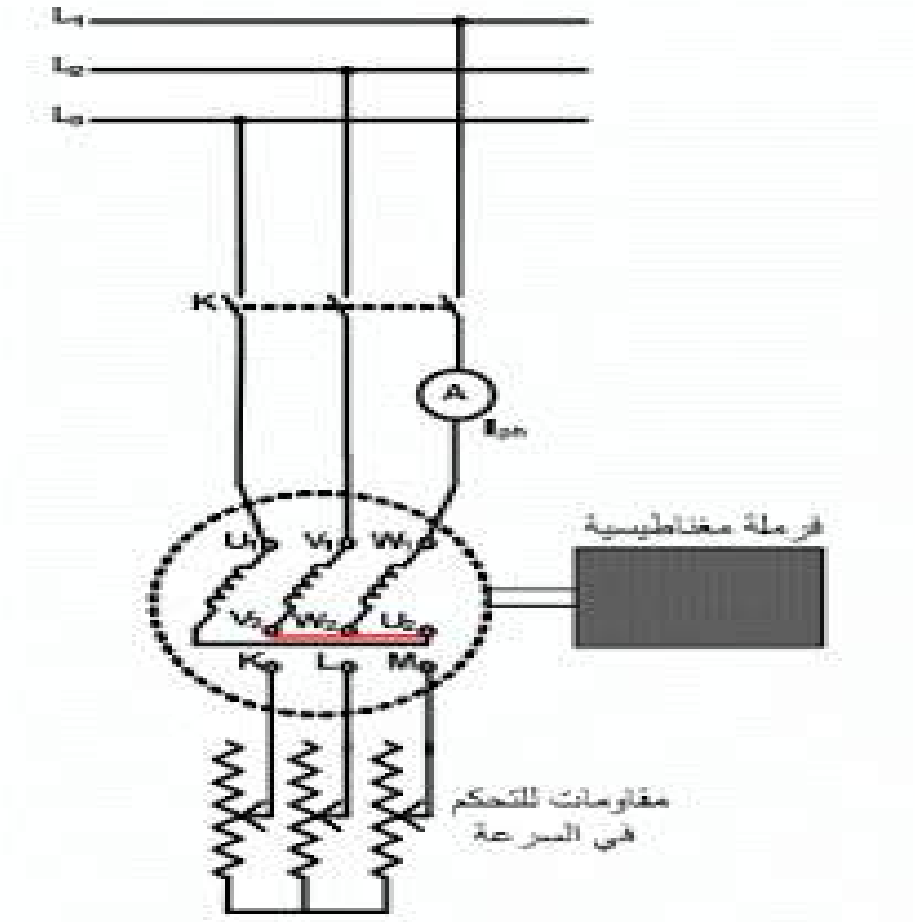
S=Pcu2/Pg

الPcu2: الفقد النحاسي بالجزء الدوار

الPg: قدرة الفجوة الهوائية

وبما أن المفاقيد النحاسية سترتفع ، سيرفع ذلك من قيم الإنزلاق مما يجعل من سرعة المحرك تنخفض وذلك حسب المعادلة(1)

من مميزات هذه المقاومة أيضاً هو الخفض من قيمة تيار الإقلاع (تيار البدء) وكذلك الرفع من قيمة عزم البدء وهو مهم جداً لأي محرك ولكن مشكلة هذه الطريقة هي أنها تزيد من المفاقيد النحاسية مما يؤدي إلى خفض قيمة الكفاءة وبالتالي فإنها تستخدم في أضيق الحدود وذلك عندما يراد تخفيض السرعة بنسبة لاتتجاوز ال 15% من السرعة المقننة



2- التحكم في السرعة عن طريق عدد الأقطاب:

ما يميز المحركات الحثية عن محركات التيار المستمر أنه يمكن تغيير عدد الأقطاب المغناطيسية لنحصل على سرعة متناسبة مع الحمل

من نفس المعادلة يمكننا ملاحظة أن العلاقة بين السرعة وعدد الأ قطاب 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 الأ قطاب 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

في المحرك ذو الحلقات الإنزلاقية نحن بحاجة لتغيير عدد الأقطاب في الجزء الثابت والدوار مما يجعل من هذه العملية معقدة وغير ممكنة

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

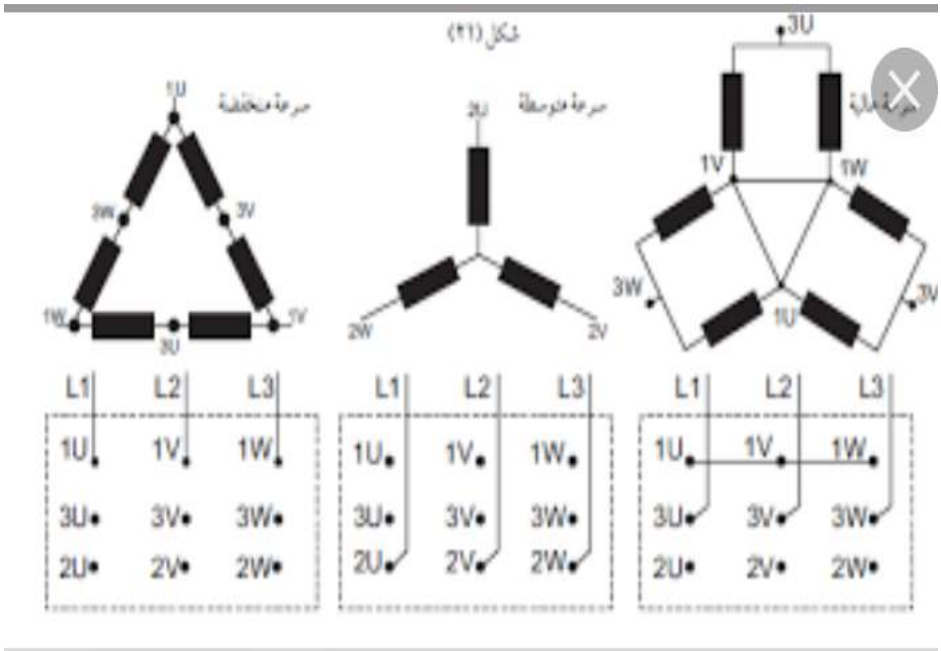
يتم هذا التغيير باستخدام مفتاح خاص يطلق عليه اسم مفتاح "د النلدر"

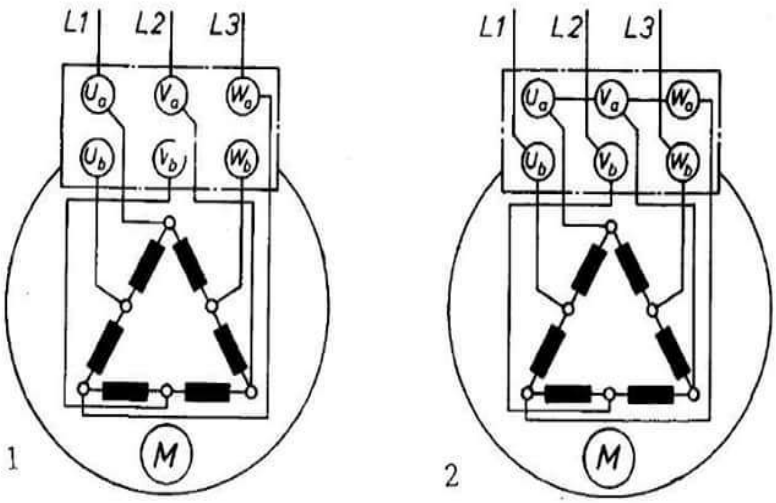
يمكن ملاحظة أنه للحصول على أربعة أقطاب وبالتالي على سرعة منخفضة تربط ملفات الجزء الثابت على التوالي وبذلك فإن اتجاه التيار في كل جانب ملف يحدد نوعية القطب إذا ما كان شمالياً أو جنوبياً فإذا فرضنا أن التيار الداخل يشكل قطباً شمالياً والخارج

جنوبياً فإننا نحصل على أربعة أقطاب وسرعة منخفضة

إذا ربطت كل

مجموعة من الملفات على التوازي فإن إتجاه التيار سيصبح كما بـ الشكل ب وبالتالي ستكون كل مجموعة من التيارات الداخلة و الخارجة وهي متساوية في كل جانبي ملف متتالين عدد 2 قطب وبالتالي سترتفع سرعة المحرك





التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور:

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:

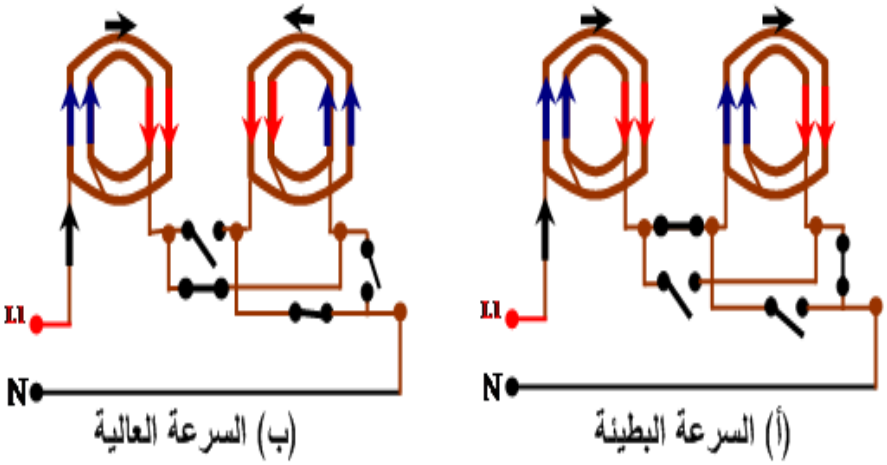
يتم تشغيل محرك ثلاثي الطور سرعيتن، حيث يتم التحكم بالسرعة للمحرك الحثي بواسطة مفتـاح عـن طريـق تغييـر عدد الأقطــاب:

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 :

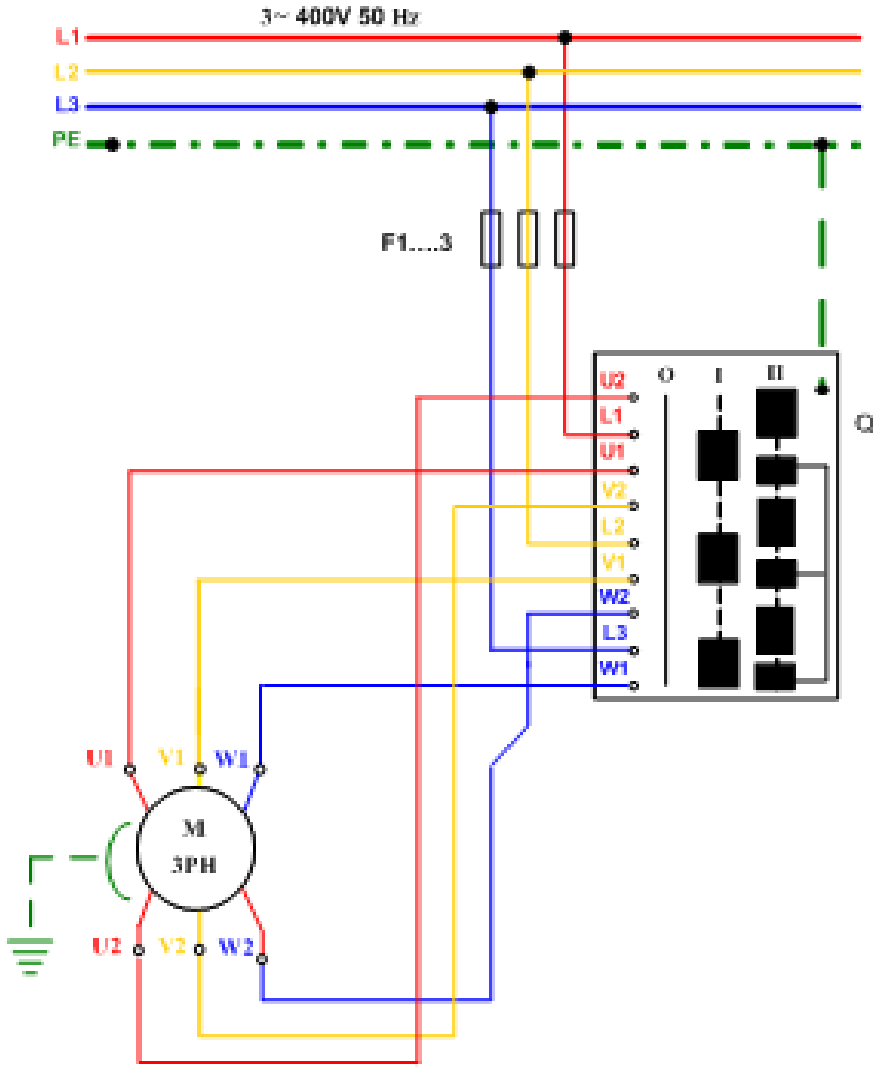
السرعة = 120 X التردد / عدد الاقطاب



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/ 4 اقطاب تطبيق عملي


3~ 400V 50 Hz
L1
L2
L3
PE
F1....3
U2
L1
U1
V2
L2
V1
W2
L3
W1
O
I
II
Q
U1
V1
W1
M
3PH
U2
V2
W2

التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور:

تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه سرعتين (دالندر)

سرعتين (دلتا D/ نجمة نجمة/ YY)

بواسطة مفاتيح مغناطيسية (كونتاكتورات)

في الآلات التي تعمل بسرعتين قابلتين للتحويل، تستخدم محركات ث لاثية الطور تحتوي على ملفين متصلين في العضو الساكن لأحدهما 6 أقطاب وللآخر 2 قطب مثلا

ففي محركات التيار المتناوب ثلاثية الطور التي تحتوي مجموعة واحدة في العضو الساكن يمكن تغيير عدد الأقطاب من أجل تغيير السرعة من خلال تحويل أطوار الملفات

وتسمى ملفات المحرك ذات الأطوار القابلة للتحويل باسم (ملفات

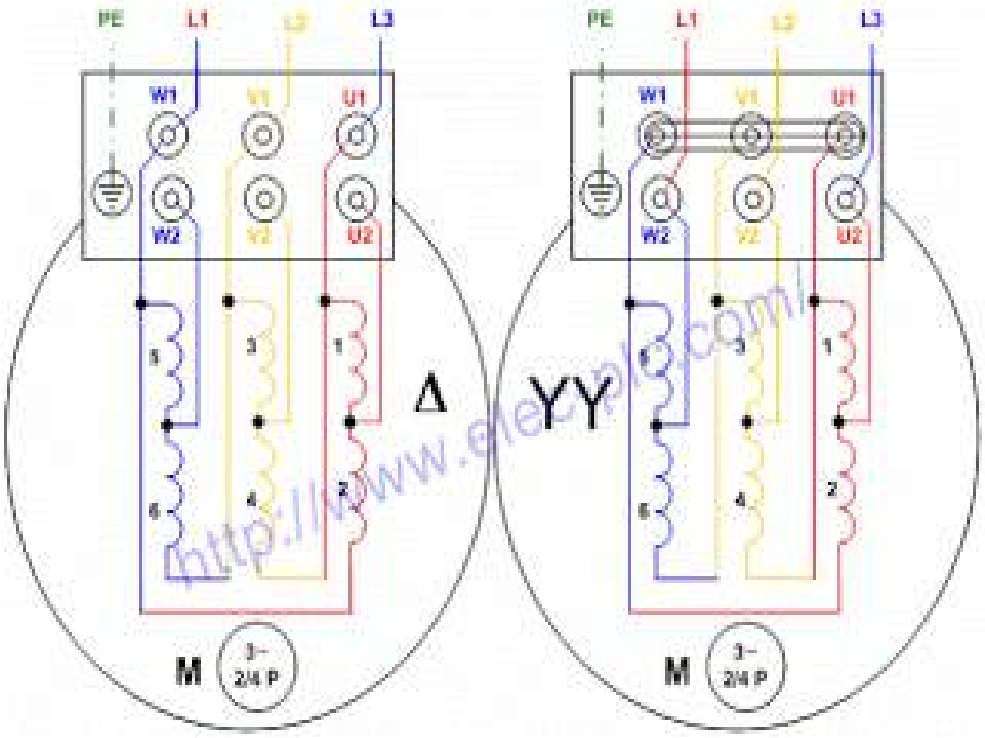
دالندر) وتسمى دارة التوصيل اللازمة لعملية التحويل باسم (دارة

دالندر)

تكون للوحة المحرك الاسمية (لوحة البيانات) الذي يحتوي على ملفات المنفصلة (دالندر) 6 أطراف وهي U1-V1-W1 لبديات اطراف المحرك و U2-V2-W2لنهايات اطراف المحرك، ويرمز للسرعة المنخفضة بالرمز والسرعة العالية Y Y

توصل نهايات ملفات المحرك للحصول على السرعة المنخفضة D

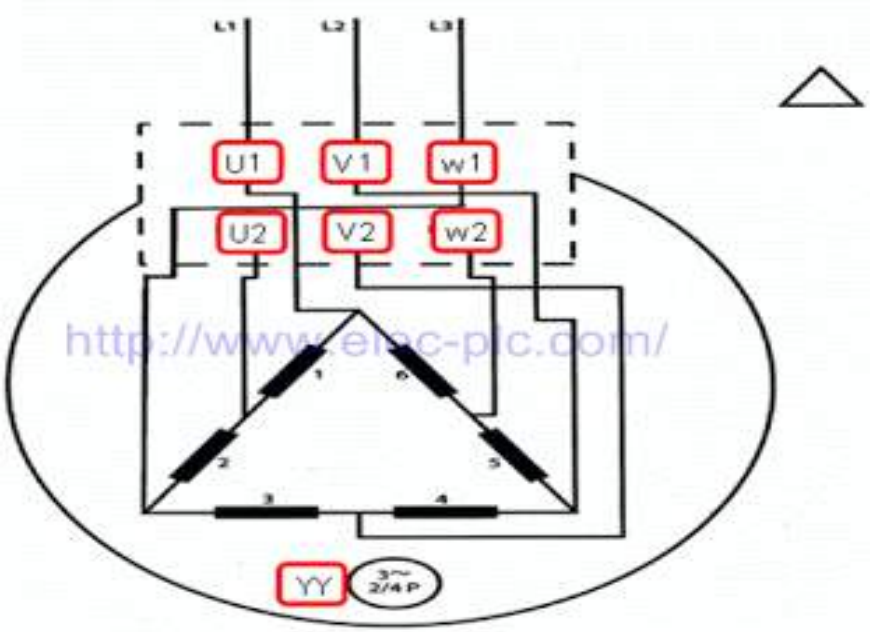
وتوصل ملفات المحرك للحصول على السرعة العالية Y Y



ملاحظة :على توصيل السرعة المنخفضة D وتوصيل السرعة العالية YY

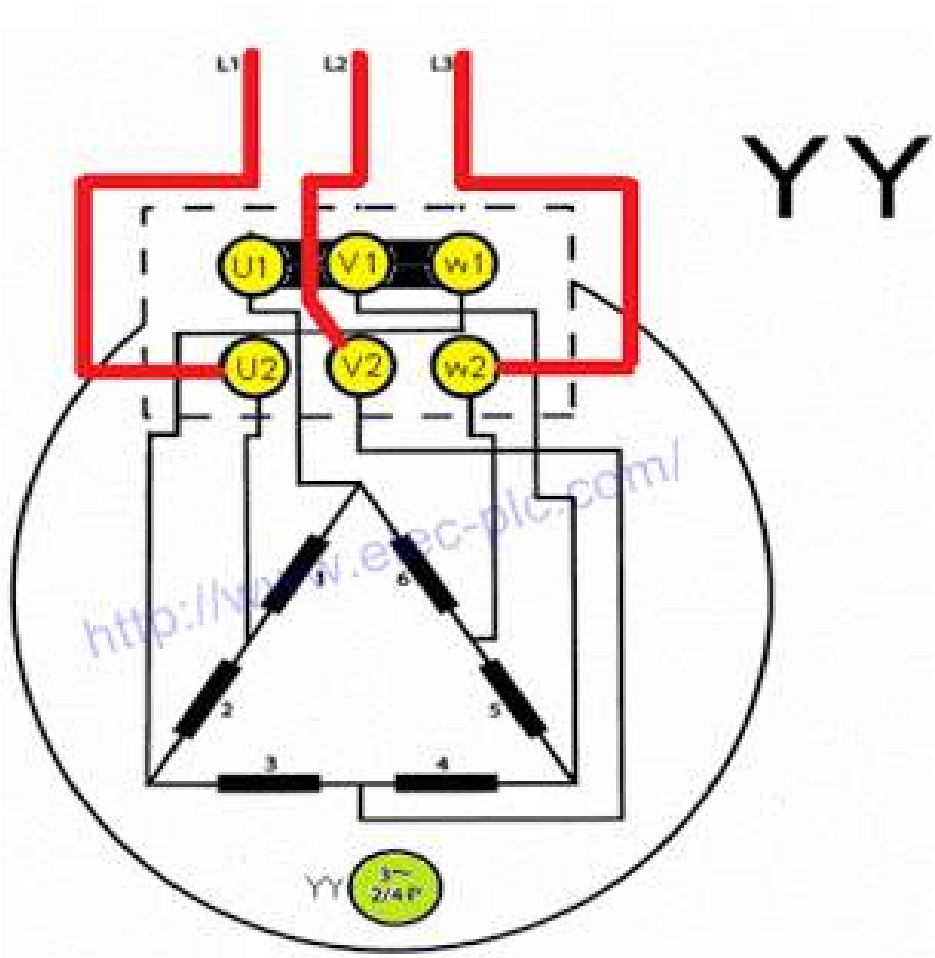
في حالة التوصيل الخاص بالسرعة المنخفضة D يتم توصيل الأطراف (U1-V1-W1) بالمصدر ويمثل لها في الدائرة الرئيسية المفتاح الكهرمغناطيسي K1

وتترك الأطراف (U2-V2-W2) مفتوحة ويمثل لها في الدائرة الرئيسية المفتاح الكهرومغناطيسي K3



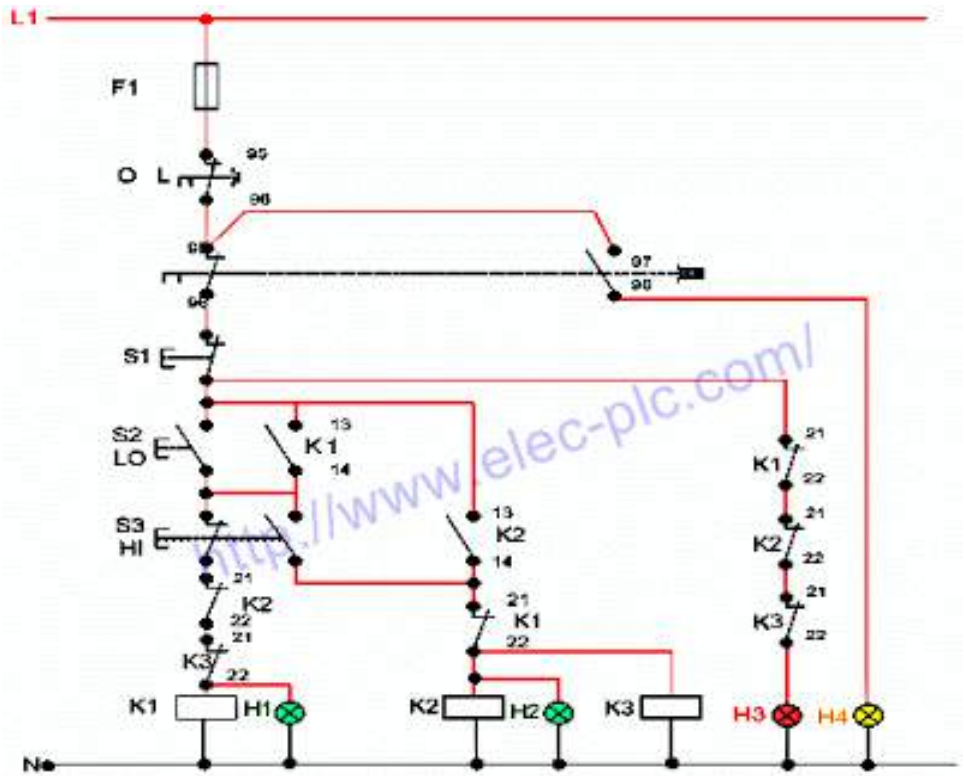
في حالة التوصيل الخاص بالسرعة العالية (YY) يتم توصيل الا طراف (U2-V2-W2) بالمصدر ويمثل لها في الدائرة الرئيسية المفتاح الكهرومغناطيسي (K3)

وتقصر الاطراف (U1-V1-W1) ويمثل لها في الدائرة الرئيسية المفتاح الكهرمغناطيسي (K2).



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	مصهرك 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		

شرح دارة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه (دلتا / نجمة نجمة) :

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 K3ويعمل مع المفتاح K2 عن طريق نقاط الاستمرارية ليعمل المحرك بتوصيلة Y Y أي على السرعة المرتفعة.

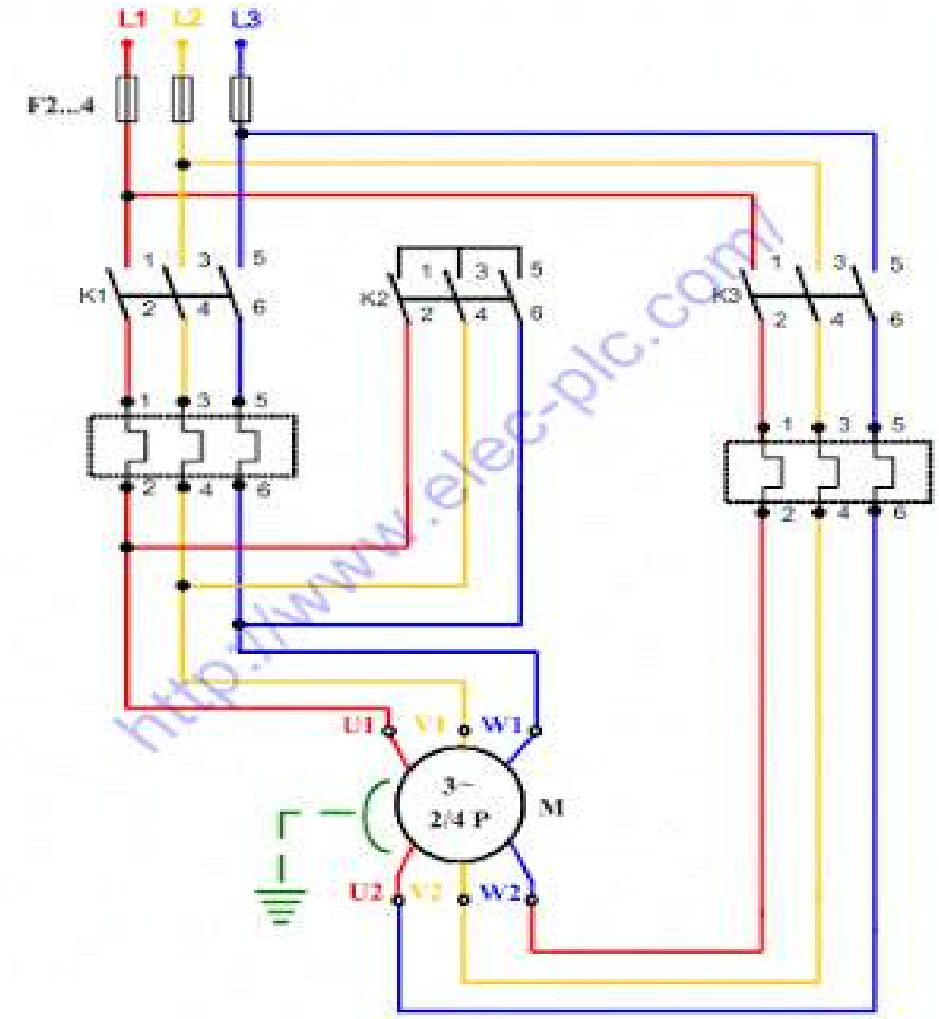
يمكننا التحويل من السرعة المنخفضة D إلى السرعة العالية YY في هذه الدارة مباشرة عند الضغط على ضاغط التشغيل S2 لتشغيل السرعة المرتفعة، ثم الضغط على ضاغط القفل S3 لتشغيل السرعة العالية Y Y

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:



شرح دارة القدرة لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه (دلتا ثم نجمة - نجمة) :

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

التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الطور:

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

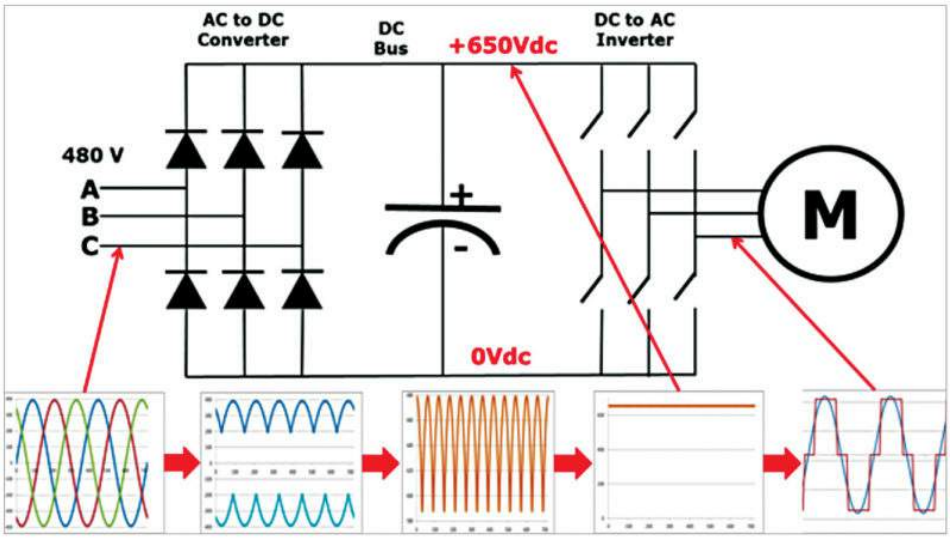
اي يعكس التيار من متردد الى مستمر ثم من مستمر الى متردد

- -تعريف الأنفيرتر:

هو جهاز يقوم بقيادة المحركات من نوعية AC والتحكم 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 والامبير 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 الا نفرتر؟

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.

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 و السبب أن احد الملفات الثلاثة يعمل كملف بدء تشغيل.

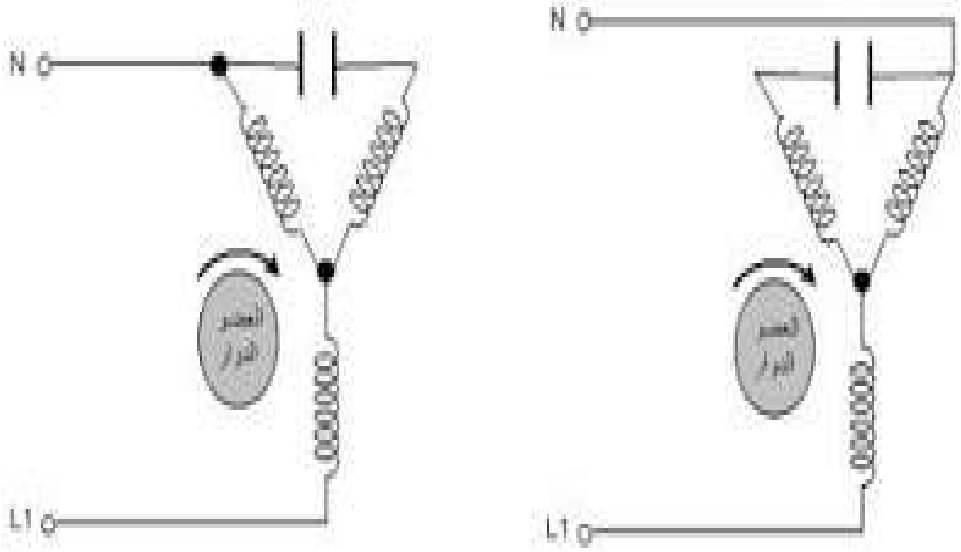
ويتم التحويل بتوصيل مكثف تشغيل

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

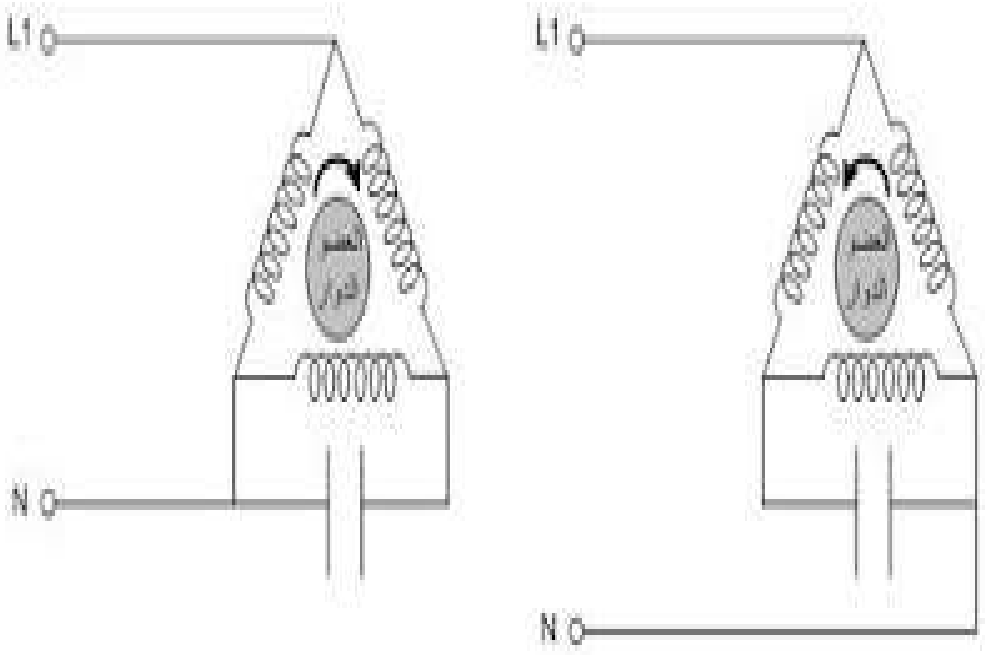
يتم توصيل مكثف 50 مايكروفاراد 450 فولت لكل حصان ميكانيكي عند عمل المحرك على فولتية 220 فولت طور واحد.

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

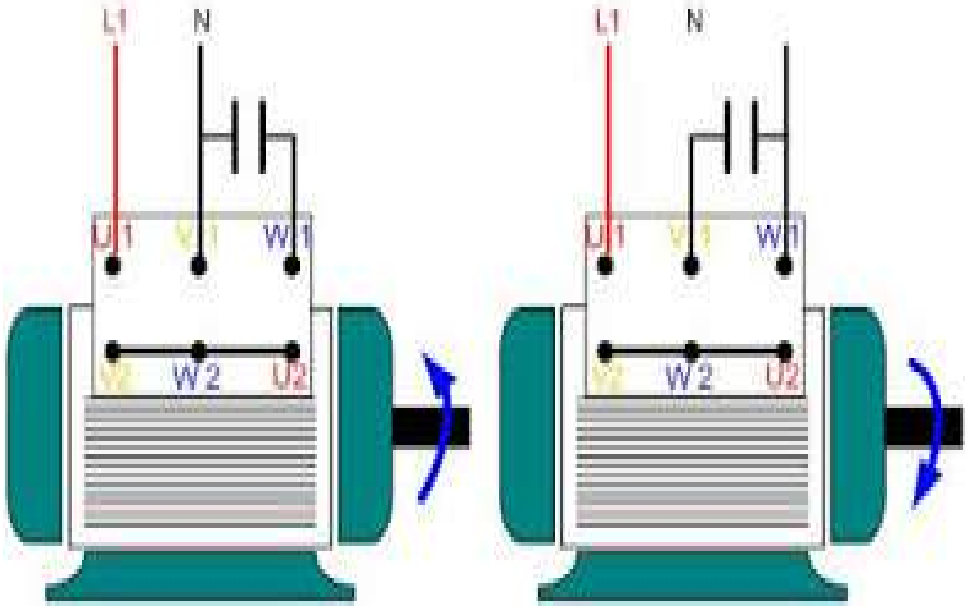
تبين الاشكال التالية كيفية توصيل المكثف مع المحرك ، حيث يبين الشكل التالي توصيلة ملفات المحرك في حال توصيلة النجمة (ستار) وكيفية عكس اتجاه دورانه:



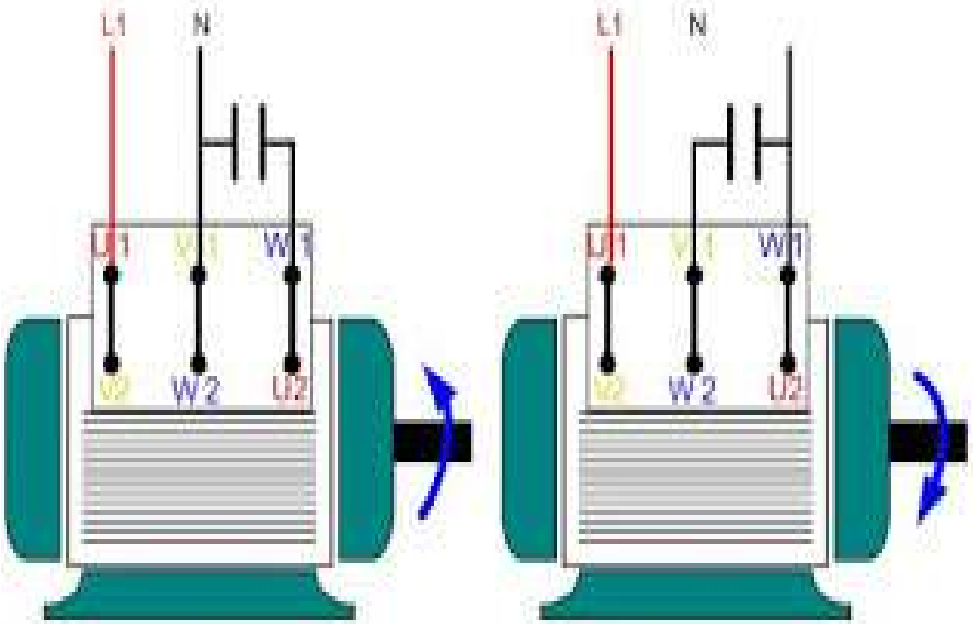
اما الشكل التالي فيبين توصيل ملفات المحرك في حالة المثلث وكيفية عكس اتجاه دورانه:



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



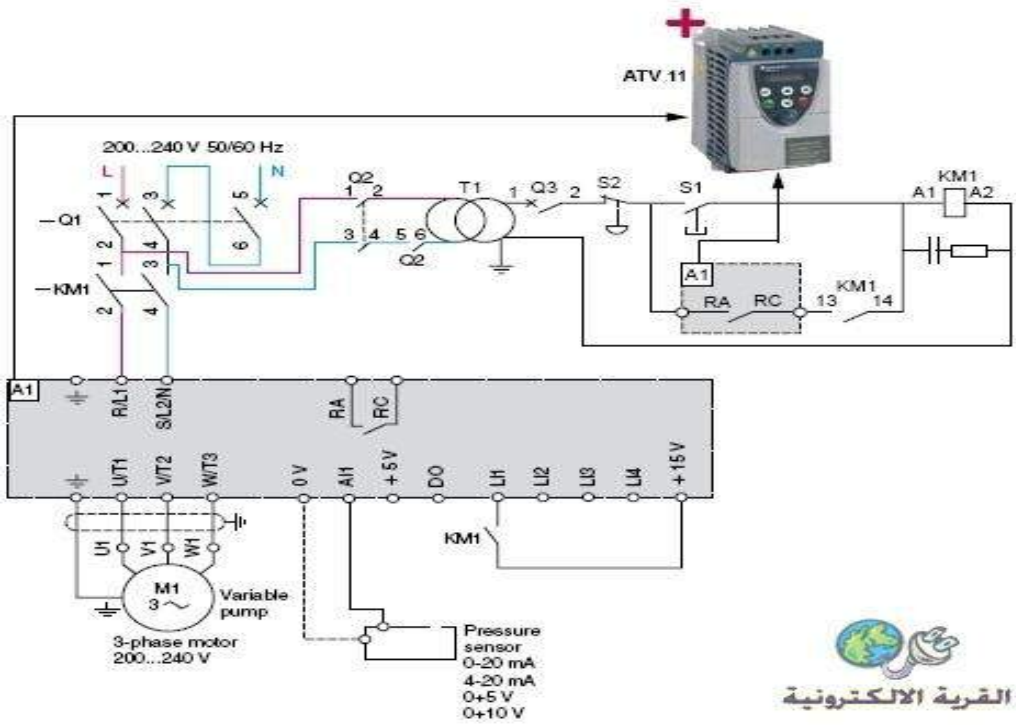
اما الشكل التالي فيبين كيفية التوصيل العملي على لوحة بيانات للمحرك وعكس اتجاه دورانه لتوصيل المثلث (الدلتا).



تشغيل محرك ثلاثي الطور ليعمل كمحرك احادي الطور

بواسطة انفيرتر

هذه الدائرة لا تصلح الا للمحركات ذات القدرة الصغيرة



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 و المستخدم فى دائرة الكونترول

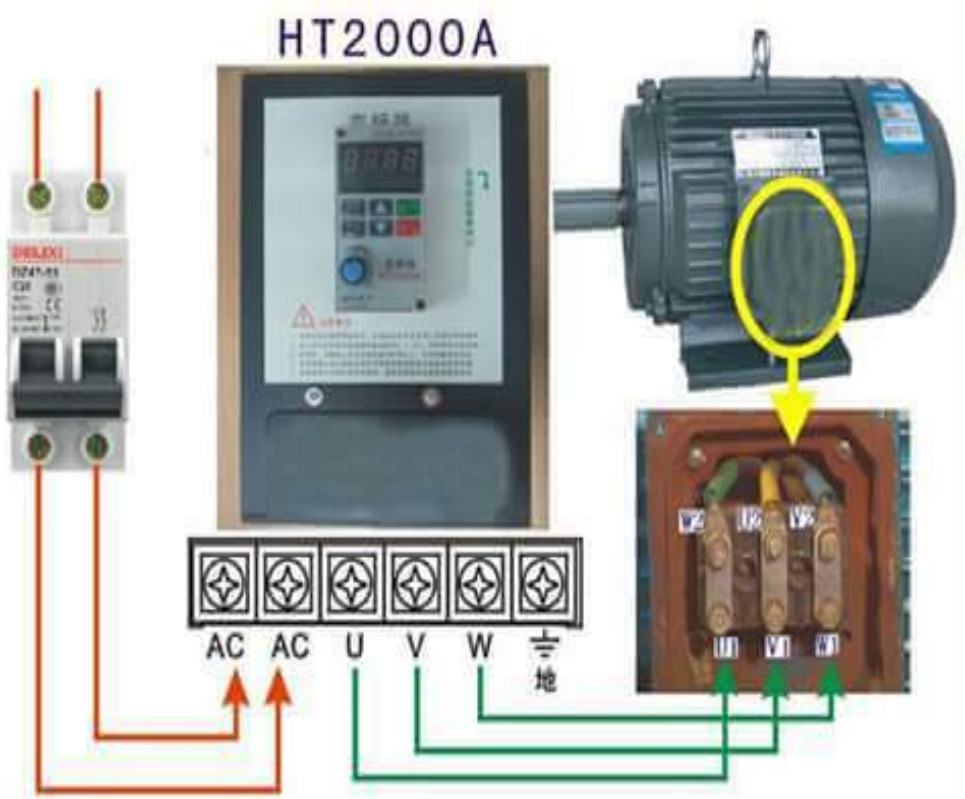
الرمز Q3 عبارة عن مفتاح حماية مباشر لدائرة الكونترول بعد المحول

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

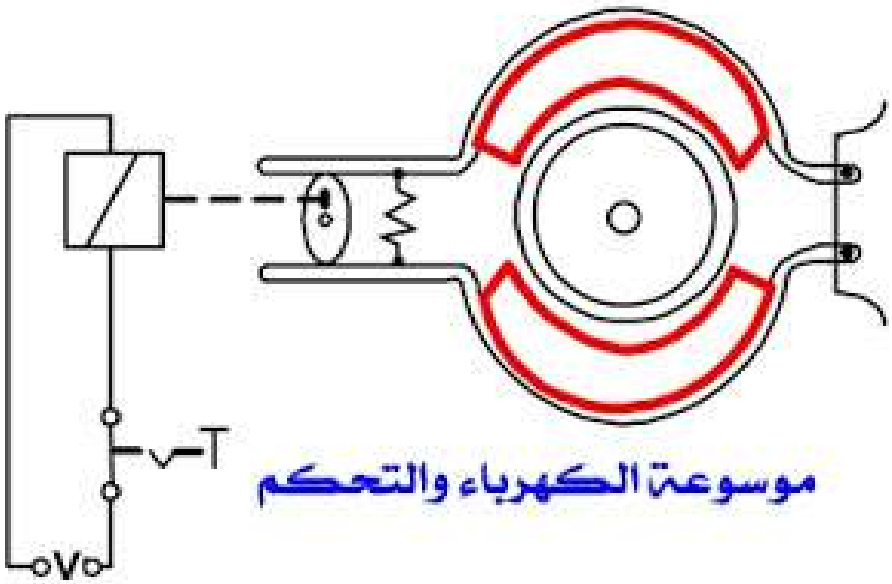
وفي بعض الدارات الكهربائية يجب أن يتوقف المحرك في نفس لحظة فصل الفولتية مثل المصاعد أو الروافع.

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

1- الفرملة الكهروميكانيكية:

وهي على نوعين:

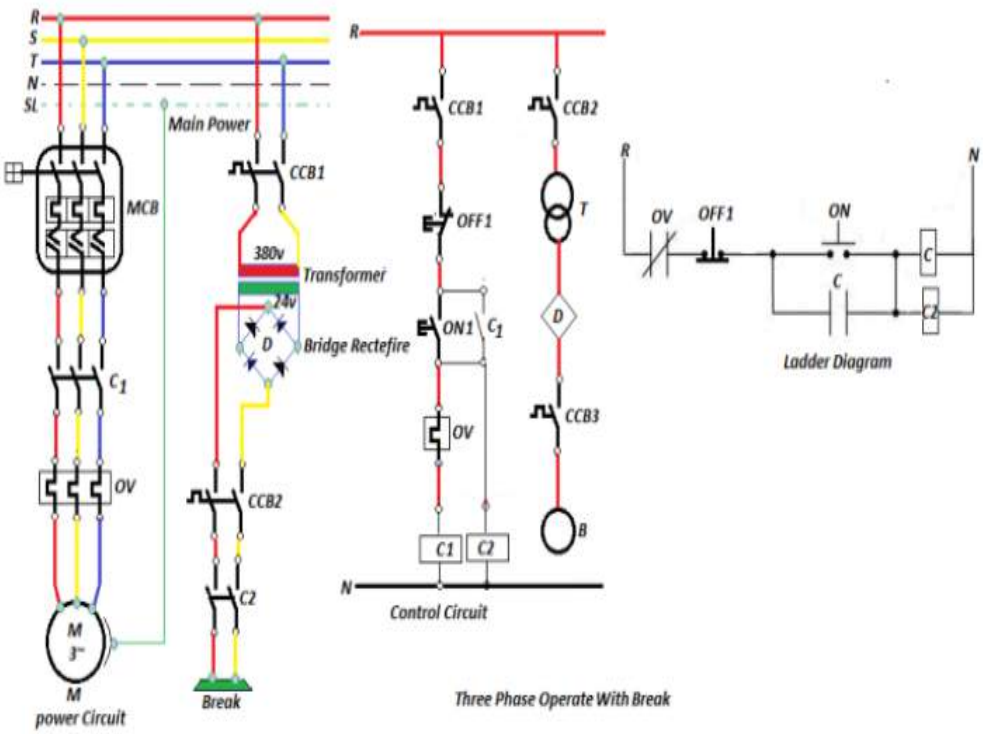
أ-بواسطة بوبينة خارجية وقد سبق الكلام عنها في فرملة المحركات آحادية الطور



ب-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 متردد AC 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 تلامساته الرئيسية فيعمل البريك ويحرر عمود دوران المحرك

وعند الظغط على مفتاح الإيقاف يفتح الكونتاكتور C1 تلامس الأ ستمرارية 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.

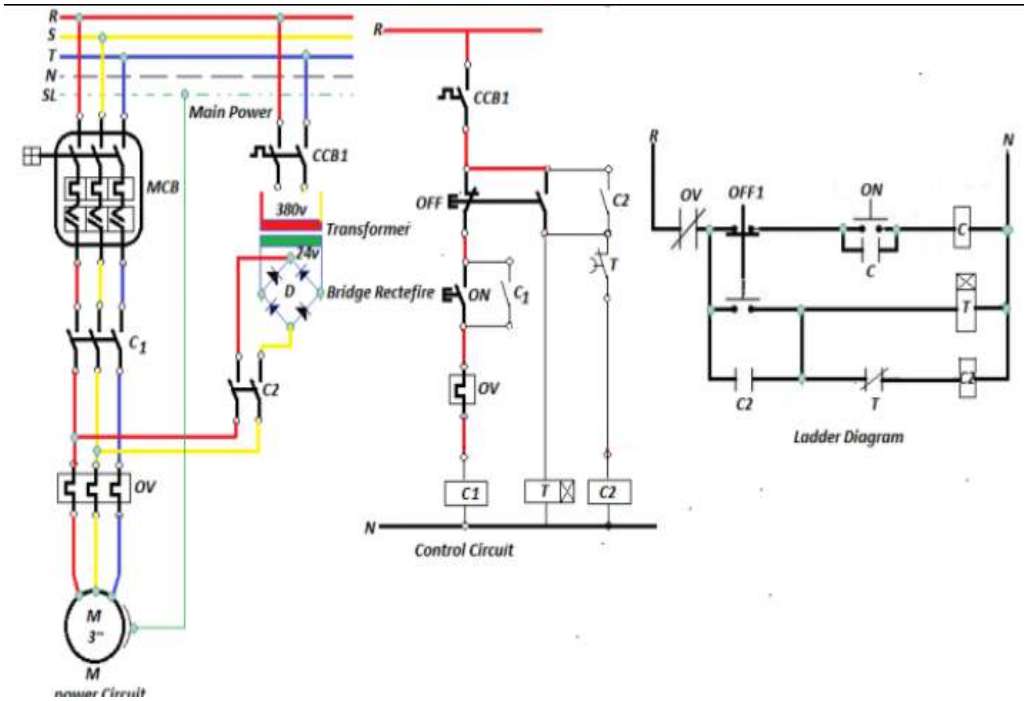
فإذا اتصلت ملفاته بمصدر للتيار المباشر يتولد مجال مغناطيسي ثابت يؤدي إلى تثبت العضو الدوار، ويمكن استغلال هذه النظرية لكبح بعض أنواع المحركات ذات القدرات الصغيرة.

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

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



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.

ملاحظة :

هذه الدائرة ينقصها مفتاح ايقاف آخر

او تلامس مغلق 12 22 من الكونتاكتور C1 في مسار ملف التايمر وملف الكونتاكتور C2

او الغاء التايمر وتلامس الاستمرارية C2 والاكتفاء بتشغيل الكونتاكتور يدوي من خلال مفتاح الايقاف المزدوج

شرح دائرة القوى :

باستخدام دائرة توحيد لتوحيد التيار المتناوب الى تيار مباشر

1-مكونات الدائرة :

- ثلاثة فيوزات رئيسية مناسبة للحمل لحماية دائرة المحرك الكهربائي بالإضافة إلى ثلاث فيوزات أخرى لحماية دارة التوحيد و المحرك 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.

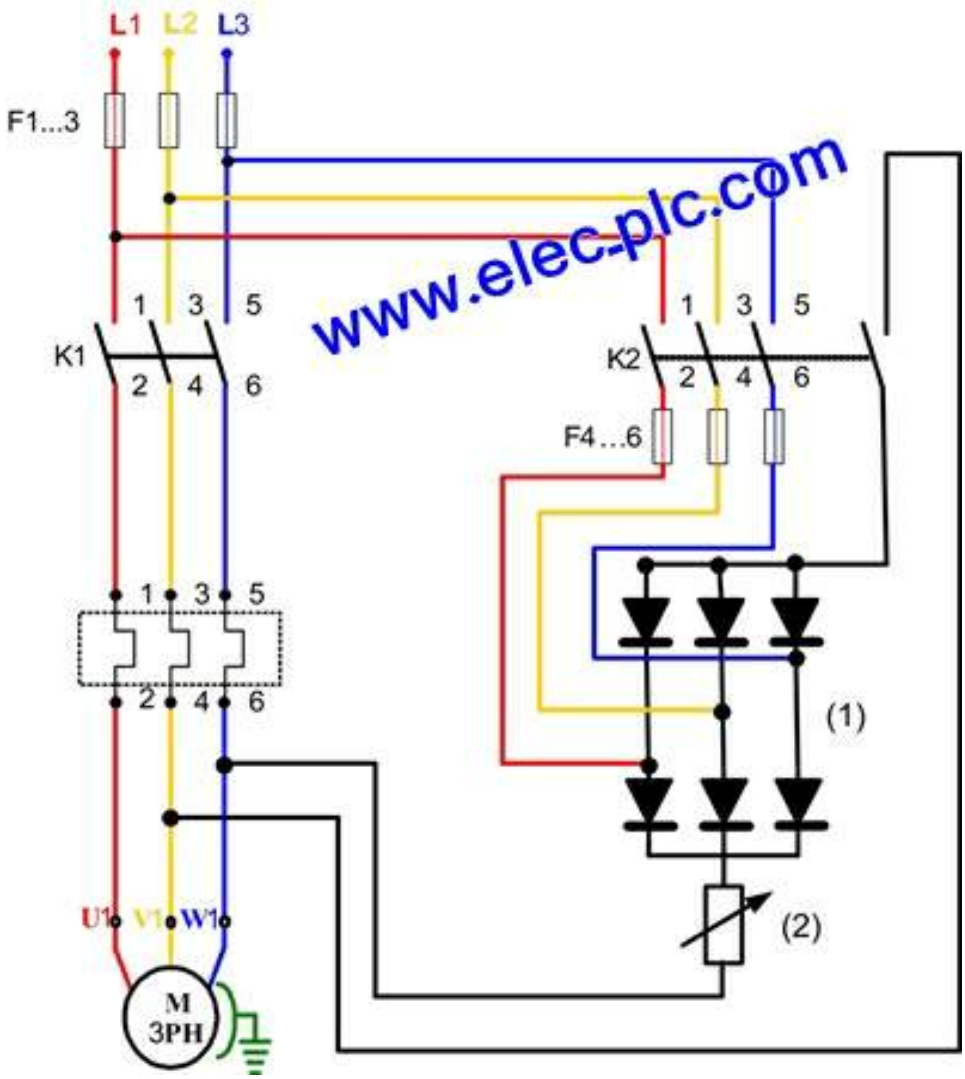
- طرفا دائرة التوحيد يوصلان الى أي طرفين من أطراف المحرك.

2. 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 L1-U1، L3-W1 ، L2-V1 عندما تغلق نقاط القدرة في تلامسات الكونتاكتور K1 عن 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-جب عدم ادخال التيار المستمر الى ملفات المحرك أكثر من ثانيتين كي لا تتأثر ملفاته وتبدأ بالإنهيار

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

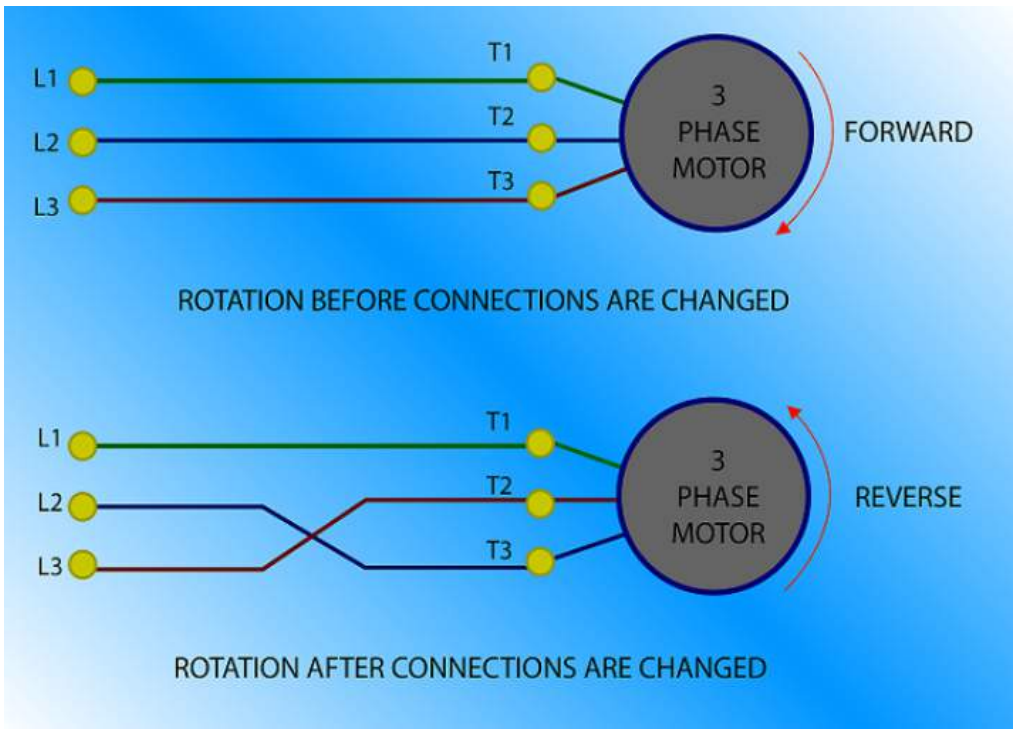
ج- كلما زادت الفولتية المباشرة الواصلة إلى ملفات المحرك كلما زادت قوة الكبح وارتفع التيار داخل ملفات العضو الساكن والعكس صحيح ولذلك يتم وضع مقاومة متغيرة يمكن بواسطتها ضبط الفولتية المناسبة للكبح.

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

3-الفرملة الكهرومغناطيسية:

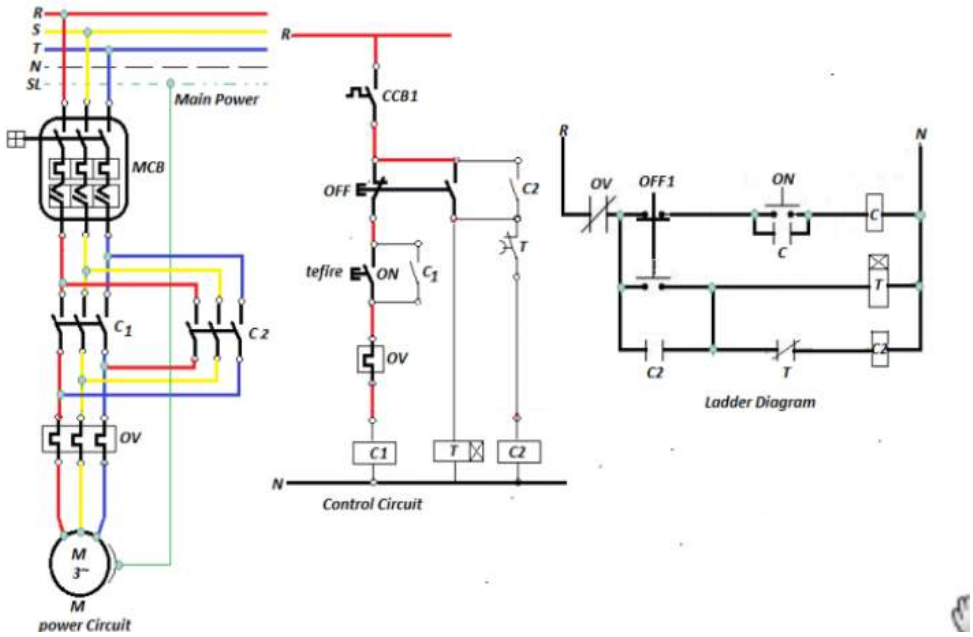
وذلك بعكس اتجاه الدوران لحظي

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

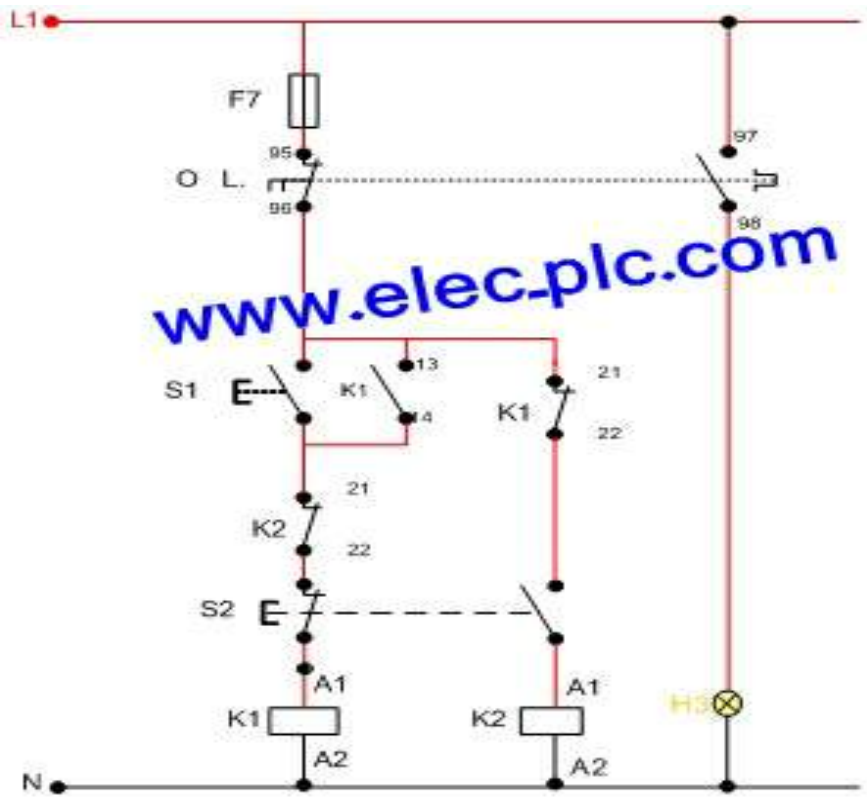


ويتم ذلك اما يدويا باستخدام مفتاح اسطواني خاص لتوصيل محرك ثلاثي اتجاهين

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.

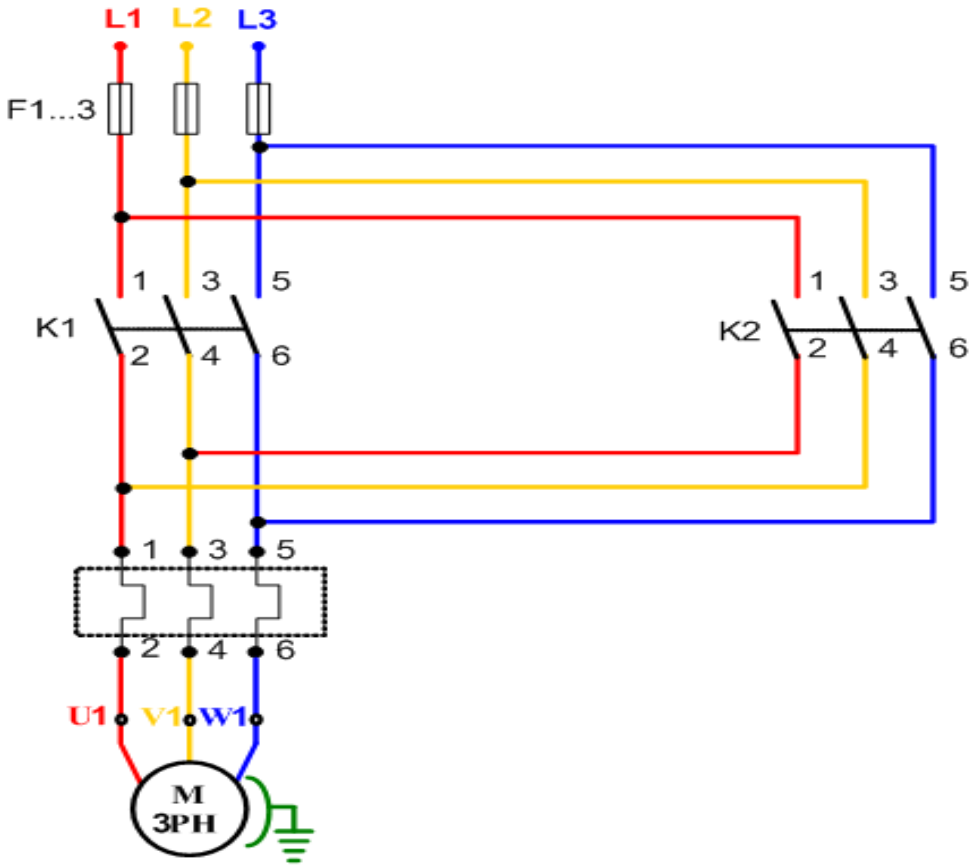
فتغلق التلامس 14-13 ويفتح التلامس 21-22 في الكونتاكتور K1 لضمان عدم وصول التيار الكهربائي الى ملف الكونتاكتور K2 .

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 L2-V1 ، L1-U1 ، L3-W1 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.