الباب الثاني

خصائص المحركات الحثية

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الأول

طرق البدء في المحرك الحثي الثلاثي الأوجه

التوصيل الخارجي للمحرك:

المحرك الثلاثي الوجه يتكون من ثلاثة ملفات، وكل ملف له بداية ونهاية، فالملف الأول يرمز لبدايته بالحرف U ويرمز لنهايته بالحرف X، والملف الثاني تكون بدايته V وتكون نهايته Y، والملف الثالث تكون بدايته W ونهايته Z، وفي بعض الأحيان تكون بداية الملف الأول U1 ونهايته U2، وتكون بداية الملف الثاني V1 و نهايته V2، وتكون بداية الملف الثالث W1 ونهايته W2.

يتم ربط أطراف البدايات وأطراف النهايات على الروزته الموجودة في علبة التوصيل أعلى المحرك، كما في الشكل التالي:

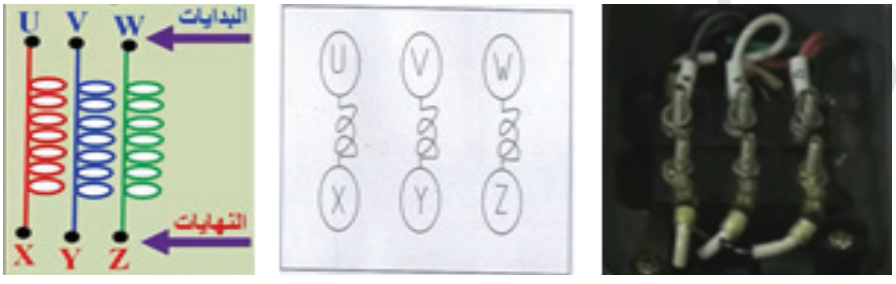
شكل (41) التوصيل الخارجي للملفات في المحركات الثلاثية الوجه

obeikandi.com

وتوجد طريقتان لتوصيل ملفات المحرك هما:

1- **توصيلة نجمة (ستار):**

يكون مكتوبا على لوحة البيانات الخاصة بالمحرك أن جهد التشغيل للمحرك هو 380V وأن طريقة التوصيل هي نجمة أو ستار أو يكون مكتوبا على لوحة البيانات الخاصة بالمحرك أن جهد التشغيل للمحرك هو Δ220 / Y 380 فإذا توفر مصدر ثلاثي جهد 220 فولت فإن هذا المحرك يعمل دلتا، وإذا توفر مصدر ثلاثي جهد 380 فولت فإن المحرك يعمل ستار، وحيث إنه لا يوجد جهد ثلاثي 220 فولت في مصر (الجهد الموجود في مصر هو 220 فولت أحادي الوجه أي بين الفاز والأرضي) فهذا المحرك لابد أن يعمل على توصيلة ستار (نجمة) أي يتم ربط نهايات (أو بدايات) الملفات الثلاثة معا ويتم ربط الثلاثة أطراف الأخري مع أطراف المصدر في علبة التوصيل، وإذا تم توصيل المحرك دلتا فإنه سوف يحترق، وذلك لأنه في التوصيلة ستار يكون جهد الخط أكبر من جهد الوجه ($VL=\sqrt{3}\ Vph$)ويكون كل ملف مسلطا عليه جهد وجه ($380V / \sqrt{3}$)ويكون جهد الخط (380V) مسلطا على ملفين، وبالتالي فإن كل ملف يكون مصمما من حيث عدد اللفات والعزل ليتحمل جهد المصدر وكذلك التيار المتولد، فإذا تم توصيل المحرك في هذه الحالة على شكل دلتا فإن كل ملف سيسلط عليه جهد الخط بدلا من جهد الوجه وينتج عن ذلك تيار كبير يعمل على سخونة الملفات بالإضافة إلى تأثير الجهد الكبير على العزل، وكل ذلك يؤدي إلى احتراق ملفات المحرك.

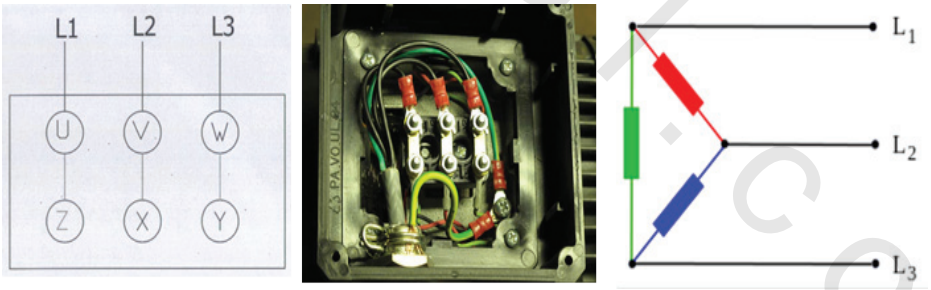


شكل (42) توصيل الملفات في المحركات الثلاثية الوجه على شكل ستار

2- **توصيلة دلتا:**

يكون مكتوبا على لوحة البيانات الخاصة بالمحرك Name plata أن المحرك يعمل على توصيلة دلتا، أو يكون مكتوبا على لوحة البيانات الخاصة بالمحرك أن جهد التشغيل للمحرك هو Y 660/ Δ 380فإذا توفر مصدر ثلاثي جهد 380 فولت فإن هذا المحرك يعمل دلتا، وإذا توفر مصدر ثلاثي جهد 660 فولت فإن المحرك يعمل ستار، وحيث إن الجهد الثلاثي المتوفر في مصر هو 380 فولت فهذا المحرك سوف يعمل على توصيلة دلتا، وإذا تم توصيلة ستار فإن المحرك سوف لايعمل بكامل قدرته، وذلك لأنه في توصيلة الدلتا يكون جهد الخط يساوي جهد الوجه (VL= VPh)، ويكون كل ملف مسلط عليه جهد الخط (380V)، فإذا تم توصيل المحرك في هذه الحالة على شكل ستار فإن كل ملفين سيسلط عليهما جهد الخط فيكون الجهد المسلط على الملف هو جهد الوجه وليس جهد الخط ($380/\sqrt{3}$).

وفي توصيلة الدلتا يتم ربط نهاية الملف الأول X مع بداية الماف الثاني V وربط نهاية الملف الثاني Y مع بداية الملف الثالث W وتم ربط نهاية الملف الثالث Z مع بداية الملف الأول U داخل المحرك.



شكل (43) توصيل الملفات في المحركات الثلاثية الوجه على شكل دلتا

تيار البدء في المحركات:

عندما يكون المحرك في حالة سكون ويتم تسليط جهد ثلاثي على ملفات العضو الثابت تكون هناك فترة زمنية صغيرة جدا قبل أن يبدأ العضو الدوار في الدوران، وفي هذه الفترة يكون:

1- الجهد على ملفات العضو الساكن يساوي جهد المصدر Rated Voltage.

2- التردد على ملفات العضو الثابت يساوي تردد المصدرRated Frequency.

3- في البداية تكون مقاومة العضو الدوار Resistance تكون ثابتة وصغيرة جدا و تكون مفاعلة العضو الدوارReactance تكون صفر لأن تردد العضو الدوار يكون صفر وبالتالي تكون المعاوقة صغيرة جدا.

4- الجهد المتولد بالحث في قضبان العضو الدوار (E) يساوي تقريبا جهد المصدر وذلك في اللحظة التي يتم توصيل المحرك بالمصدر.

5- نظرا لصغر المعاوقة فعند تطبيق قانون أوم ($Z \times I = V$) فإن تيار البدء Starting Current يكون كبيرا جدا من 5 – 7 أمثال تيار الحمل المقنن.

6- وعند هذه اللحظة (عند بداية تسليط الجهد وقبل أن يبدأ المحرك في الدوران) فإنه يتولد عزم عالي جدا يسمى عزم البدء Torque Starting، وهذا العزم يكون ناتجا عن الفيض الكبير جدا المتولد في قضبان العضو الدوار لكي يتغلب على القصور الذاتي للعضو الدوار ويساوي 1.5 من عزم الحمل الكلي.

7- عند بدء العضو الدوار في الحركة فإنه يكون له تردد وبالتالي تزيد مفاعلة العضو الدوار وبالتالي تزيد المعاوقة ويقل التيار.

نلاحظ مما سبق أن تيار البدء للمحركات الحثية عالي جدا وهذا التيار:

1- يؤثر على استقرار الشبكة الكهربية بشكل كبير، فإذا كان هناك مجموعة من الأحمال تتغذي من مولد، فعند تشغيل أحد المحركات ذات القدرات العالية فإنه يسحب تيار عالي جدا في البداية، هذا التيار يتسبب في حدوث هبوط في الجهد، هذا الهبوط في الجهد من الممكن أن يتسبب في فصل المولد أو يتسبب في فصل الإنارة أو يتسبب في فصل باقي الأحمال (فمثلا إذا كان ملف الكونتاكتور يعمل على جهد 220 فولت، فعند حدوث هبوط في الجهد يقل جهد الملف بشكل كبير لدرجة أنه لا يستطيع توليد مغناطيسية

تتغلب على قوة السوستة فيتم فصل الكونتاكتور وبالتالي فصل المحرك)، وكذلك يتم فصل بعض مفاتيح الضغط المنخض والمتوسط التي تكون مزودة بحماية ضد هبوط الجهد.

2- إذا كانت عملية البدء متكررة فإن تيار البدء يؤثر على ملفات المحرك وعلى الجلب ورولمان البلي.

3- في بعض المحركات الكبيرة يكون وزن العضو الدوار يكون كبيرا، والقصور الذاتي يكون كبيرا فقد تسبب عملية البدء في فك لحامات قضبان العضو الدوار.

طرق بدء المحركات:

نتيجة لهذه المشاكل التي يسببها تيار البدء في المحركات التأثيرية، كان لابد من وجود طريقة لخفض هذا التيار. فكما ذكرنا أن المحرك في حالة السكون يمكن تمثيله بمقاومة ثابتة، فعند تطبيق قانون أوم على المحرك نجد أن التيار يتناسب طرديا مع الجهد، ومن هنا نبدأ التفكير في أن خفض الجهد في بداية التشغيل يؤدي إلى خفض تيار البدء، وقد تم التوصل إلى عدة طرق للبدء منها:

1- التوصيل المباشر مع المصدر Direct on line Starting .

2- التوصيل عن طريق توصيلة ستار- دلتا Star – Delta Starting .

3- توصيل المحرك عن طريق محول ذاتي Auto Transformer Starting.

4- إضافة مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الثابت Stator Resistance Starter.

5- إضافة مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الدوارRotor Resistance Starter.

6- التوصيل الناعم للمحرك Soft Starting .

7- استخدام مغير السرعة Variable speed drive (VSD) or Variable frequency drive VFD .

أولا: التوصيل المباشر مع المصدر Starting line on Direct:

طرق البدء للمحركات مكلفة وغالبا ما يكون تيار البدء للمحركات الصغيرة ليس له أضرار كبيرة، ولذلك يتم تشغيل المحركات الصغيرة حتى قدرة 20 كيلووات عن طريق توصيلة مباشرة بالمصدر بل في بعض الأحيان عندما

obeikandi.com

يكون المصدر قويا ومستقرا يمكن تشغيل محركات تصل قدرتها إلى 75 كيلووات أو أكبر عن طريق التوصيل المباشر مع المصدر، حيث يتم توصيل أطراف المحرك على شكل ستار أو دلتا حسب طريقة التوصيل المكتوبة على لوحة بيانات المحرك ثم يتم توصيل الكابل مباشرة من المصدر مع أطراف المحرك.

مكونات الدائرة وتكون داخل لوحة Panel **تسمى بادئ حركة** Motor starter **أو** Motor drive **وتتكون من:**

1- **الدائرة الرئيسية أو دائرة القوى** Power Circuit **وهي تتكون من:**

- فيوز أو مفتاح (F).
- كونتاكتور Contator ويسمى أيضا مفتاح مغناطيسي (K1).
- الأوفرلود (O.L).

2- **دائرة التحكم** Control Circuit **وهي تتكون من:**

- نقطة مقفولة Normal close (N.C) من الأوفرلود (59 – 69).
- مفتاح **إيقاف** Push Button off.
- مفتاح **تشغيل** Push Button on.
- نقطة مساعدة مفتوحة من الكونتاكتور وتسمى نقطة الحفظ (13 – 14).
- ملف الكنتاكتور.
- جهد تشغيل دائرة التحكم ويكون 380 V أو 220 V أو أي جهد آخر طبقا لتصميم كل دائرة.

تشغيل الدائرة:

عند تشغيل الدائرة يجب التأكد من الآتي:

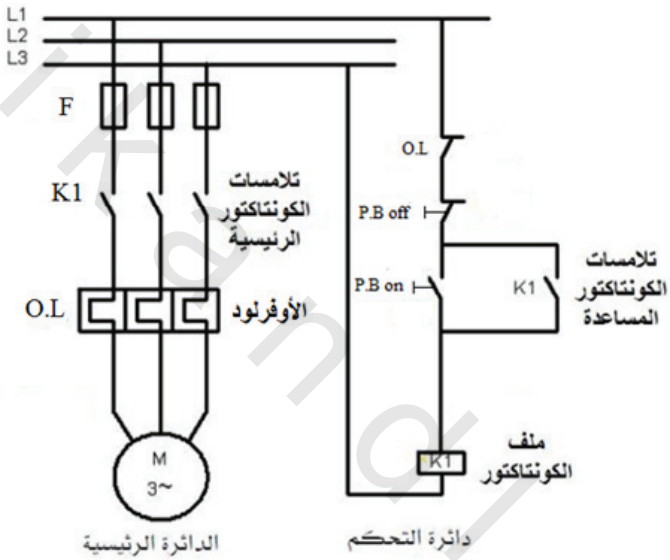
- توفير مصدر الكهرباء 380 V.
- أن يكون الفيوز سليما أو يكون المفتاح في وضع تشغيل.
- أن تكون النقطة المقفولة في الأوفرلود تكون مقفولة.
- أن يكون جهد دائرة التحكم متوفرا ومناسبا لملف الكنتاكتور.

عند الضغط على مفتاح التشغيل B.P on يتم وصول الجهد إلى ملف الكنتاكتور

obeikandl.com

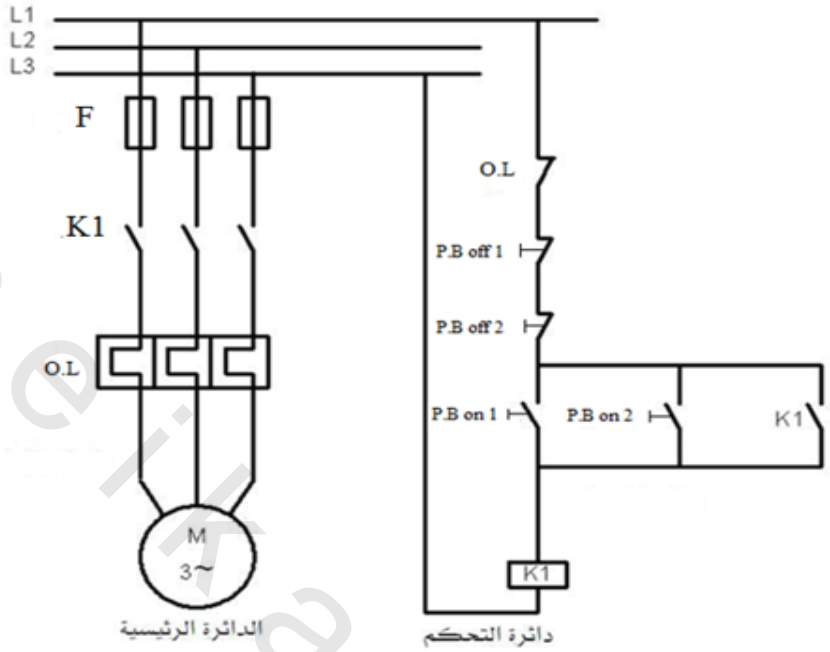
فيعمل المحرك، ويتم استخدام نقطة مفتوحة من الكنتاكتور على التوازي مع مفتاح التشغيل، فعند تشغيل الكنتاكتور تتحول هذه النقطة إلى نقطة مقفولة حتى لا يتم فصل الكهرباء عن المحرك عند رفع اليد من مفتاح التشغيل.

وعند فصل المحرك يتم الضغط على مفتاح الإيقاف off B.P فيتم فصل الكهرباء عن ملف الكنتاكتور فيتم فصل الكهرباء عن المحرك، ومن الممكن أن يتم فصل المحرك عن طريق الأوفرلود عند زيادة التيار.

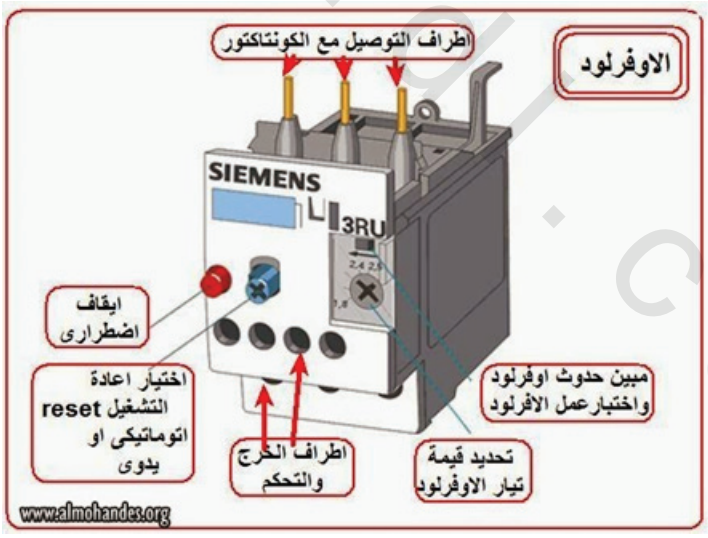


شكل (44) دائرة القوى ودائرة التحكم للتوصيل المباشر مع المصدر

وفي بعض الأحيان يكون مطلوبا تشغيل وإيقاف المحرك من مكانين مختلفين، ففي هذه الحالة لا يكون هناك تغيير في دائرة القوى ولكن التغيير يكون في دائرة التحكم حيث يتم توصيل مفتاح إيقاف على التوالي مع مفتاح الإيقاف الموجود داخل اللوحة ويتم توصيل مفتاح تشغيل على التوازي مع مفتاح التشغيل الموجود داخل اللوحة.



شكل (45) دائرة القوى ودائرة التحكم للتوصيل المباشر مع المصدر تشغيل وإيقاف من مكانين



شكل (46) تركيب الأوفرلود

تركيب جهاز الأوفرلود:

1- ثلاث نقاط رئيسية تحمل اسماء T3،T2،T1 من ناحية (و يتم توصيلها بالنقاط الرئيسية للكونتاكتور)، و تحمل من الجانب الآخر اسماء L3،L2،L1 (و يتم توصيلها بالمحرك مع مراعاة الترتيب).

2- نقاط مساعدة عادة يكون عددها نقطتين فقط.

النقطة الأولى: و تكون من النوع NC و تحمل اسم 96،95 و يتم توصيلها على التوالى مع ملف الكونتاكتور فى دائرة التحكم لتفصل الكونتاكتور و بالتالى الموتور فى حالة وجود over load.

النقطة الثانية: و تكون من النوع NO و تحمل اسم 98،97 و يتم استخدامها فى تشغيل لمبة بيان أو سارينة لإعطاء اشارة للمستخدم عند حدوث over load.

ملحوظة: يمكن أن تكون النقطتان كالتالى: نقطة مشتركة تسمى 95، ونقطة مغلقة تسمى 96، ونقطة مفتوحة تسمى 98.

3- مؤشر لتحديد قيمة تيار الفصل : حيث يستخدم فى تحديد قيمة تيار الفصل تبعا لتيار المحرك.

4- مفتاح Reset Button يستخدم فى إرجاع نقاط الأوفرلود إلى وضعها الطبيعى بعد الفصل (و يمكن أن يتم ضبطها على وضع automatic حيث يقوم الجهاز بإرجاع وضع النقاط أوتوماتيكيا بعد حدوث الفصل بزمن معين.

5- مفتاحTest Button : و يستخدم فى اختيار النقطاط المساعدة NC،NO .

6 - مفتاح Stop Button يستخدم فى فصل النقاط الرئيسية للأوفرلود أى جعلها مفتوحة.

شرح كيفية عمل جهاز الأوفرلود:

- يحتوى جهاز الأوفرلود على ثلاثة ملفات حرارية تتصل بالتوالى مع المحرك و عندما تتعدى شدة تيار المحرك القيمة المضبوط عليها مؤشر الأوفرلود تتمد هذه الملفات الحرارية و تقوم بتبديل وضع النقاط المساعدة ال NO،NC
- فتقوم النقطة ال NC بفصل الكونتاكتور فيفصل المحرك لحمايته.

obeikandl.com

- و تقوم النقطة NO بتشغيل لمبة بيان أو سارينة للتنبيه بأن الأوفرلود قد عمل.
- بعد معرفة سبب زيادة شدة التيار و علاج المشكلة يتم الضغط مرة أخرى على Button Reset فتعود نقاطه الرئيسية للعمل، وهنا يمكن تشغيل المحرك مرة أخرى.

كيفية شراء الكونتاكتور:

1- شدة تيار الحمل أو قدرته: حيث إن الكونتاكتور يجب أن تتحمل نقاطه الأساسية قيمة هذا الحمل . و كلما زاد شدة تيار الحمل زاد حجمه و ثمنه، وعادة يتم اختيار الكونتاكتور بحيث يتحمل شدة تيار أعلى من شدة تيار الحمل، كما يعتمد اختيار الكونتاكتور على عدد الفصل و التوصيل التى سيعمل عليها الكونتاكتور. فإذا كان الكونتاكتور سيفصل و يوصل التيار عدد مرات كثيرة فى وقت قليل .. يجب اختيار شدة تياره أعلى.

2- فرق الجهد الذى سيعمل عليه ملف الكونتاكتور و نوعه (فرق جهد دائرة التحكم)، يجب اختيار الكونتاكتور حسب نوع فرق الجهد الذى سيعمل عليه ملفه (ac) أو (dc) و قيمة هذا الجهد يمكن أن يكون مساويا لفرق جهد الحمل أو أقل ويجب ألا يتم تشغيل الكونتاكتور على فرق جهد غير المقنن له و إلا تم حرق الملف الخاص به.

3- عدد نقاطه المساعدة و نوعها و ايضا امكانية تركيب نقاط مساعدة إضافية أم لا يمكن.

4- عدد مرات تشغيل و إطفاء الكونتاكتور خلال العمر الافتراضى.

5- الاختيار حسب الحمل المراد تشغيله كما يلي:

AC1 contactor type

وهذا النوع يستخدم للعمل مع الأحمال القريبة من كونها resistive loads أو الأحمال قليلة الحث مثل أحمال الإنارة مثلا و تصنع النقاط الأساسية للكونتاكتور بحيث تتحمل حوالى 1.25 من قيمة تيار الحمل

AC2 contactor type

و هذا النوع من الكونتاكتورات يكون مصمما لتشغيل المحركات الحثية ذات العضو الدائر الملفوف

AC3 contactor type

و هذا النوع من الكونتاكتورات يكون مصمما لتشغيل المحركات الحثية induction motor ذات القفص السنجابي وتصنع النقاط الأساسية لهذا النوع بحيث تتحمل حوالى 10 أضعاف تيار المحرك الكلى لضمان تحمل نقاط الكونتاكتور لتيار البدء العالي لهذا النوع من المحركات

AC4 contactor type

هذا النوع يستخدم أيضا في المحركات الحثية induction motor ذات القفص السنجابي عندما يكون هناك زيادة فى عدد مرات التشغيل و الإيقاف للمحرك فى وقت قليل، وأيضا عند استخدم المحرك فى اتجاهين، و هنا تصنع النقاط الأساسية بحيث تتحمل حوالى 12 ضعف تيار المحرك الكلى .

ثانيا: التوصيل عن طريق توصيلة ستار- دلتا Starting Delta – Star:

نظرا للتيار الكبير الذي يسحبه المحرك في بداية التشغيل والذي يكون له تأثير سلبي على المحرك وعلى مكونات الشبكة الكهربية المغذية للمحرك فيتم استخدام هذه الطريقة لخفض تيار البدء للمحركات فإذا كان مكتوبا على لوحة البيانات الخاصة بالمحرك أن جهد التشغيل للمحرك هو 380Δ / 660Y، فإنه من الممكن تشغيل هذا المحرك في البداية ستار ثم بعد ذلك يتم توصيله دلتا، لأنه كما ذكرنا إذا توفر جهد 660 فولت فإنه يمكن أن يعمل المحرك ستار بكامل قدرته، وإذا تم تشغيله على جهد 380 فولت فإن المحرك سوف لا يعمل بكامل قدرته، وبالتالي سوف يسحب تيارا أقل ثم بعد فترة زمنية معينة (بعد الوصول لمرحلة الاستقرار أي بعد أن يأخذ المحرك سرعته) يتم تحويله دلتا ليعمل بكامل قدرته.

obeikandl.com

ويمكن عمل مقارنة بين التيار والجهد في توصيلة الدلتا والنجمة كالتالي:

توصيلة دلتا	توصيلة ستار
VL = VPh	VL = √3 VPh
IL = √3 IPh	IL = IPh
IPh = VPh / Z	IPh = VPh / Z
ILΔ = √3 VL / Z	ILY = VL / √3 Z
ILY / ILΔ = VL Z / 3 VL Z	
ILΔ = 3 ILY	

نلاحظ من الجدول السابق أن التيار في حالة توصيلة ستار يساوي ⅓ التيار في حالة الدلتا، فإذا تم تصميم دائرة معينة بحيث يعمل المحرك في البداية ستار ثم بعد فترة معينة يتم التحويل إلى دلتا فإن تيار البدء يقل إلى الثلث.

مثال لتوضيح الفرق في التيار بين توصيلة ستار وتوصيلة دلتا

– الجهد = 380 فولت – معاوقة الوجه 10 أوم – تيار البدء = 5 أضعاف تيار الحمل الكامل

أولا: في حالة الدلتا:

تيار الوجه = 10 / 380 = 38 أمبير – تيار الخط = 38 × 1.73 = 65.7 أمبير

تيار البدء = 5 × 65.7 = 328.7أمبير

ثانيا: في حالة ستار:

– جهد الوجه = 1.73 / 380 = 220 فولت – تيار الوجه = تيار الخط = 220 / 10 = 22 أمبير

تيار البدء = 22 × 5 = 110 أمبير

هذا المثال يوضح أن تيار البدء في الدلتا يساوي ثلاثة أضعاف تيار البدء في ستار.

خواص استخدام دائرة ستار – دلتا:

من أهم مميزات هذه الدائرة هو أن تيار البدء في النجمة يساوي ⅓ (ثلث)

obeikandl.com

التيار في حالة الدلتا والجهد يقل بنسبة $1/\sqrt{3}$ وحيث إن عزم البدء يتناسب طرديا مع مربع الجهد فإن انخفاض الجهد بنسبة $1/\sqrt{3}$ يؤدي إلى انخفاض عزم البدء إلى الثلث$(1/3)$، وحيث إن زمن بدء الدوران يتناسب عكسيا مع عزم البدء، فإن انخفاض عزم البدء يؤدي إلى زيادة زمن البدء.

توصيل أطراف المحرك عند معرفة بداية ونهاية كل ملف :

1- معرفة بداية ونهاية كل ملف، فالملف الأول بدايته U1 ونهايته U2 أو X و الثاني بدايته V1 ونهاية V2 أو Y والملف الثالث بدايته W1 ونهايته W2 أو Z.

2- إستخدام عدد 2 كابل ثلاثي القلب بين المحرك وبادئ الحركة

3- يجب توصيل 380 فولت على كل ملف، فيتم توصيل بداية الملف الأول مع الفازة L1 (الكابل الأول) ويتم توصيل نهايته مع الفازة L3(الكابل الثاني) وتوصل بداية الملف الثاني مع الفاز L2 (الكابل الأول) وتوصل نهايته مع الفاز L1 (الكابل الثاني) وتوصل بداية الملف الثالث مع الفاز L3 (الكابل الأول) ونهايته مع الفاز L2 (الكابل الثاني) وبذلك يتم تمثيل توصيلة الدلتا ويجب ألا يتم توصيل بداية ونهاية ملف مع فاز واحد.

4- يتم توصيل الكابل الأول على الكونتاكتور الرئيسي والكابل الثاني مع كونتاكتور الدلتا

توصيل أطراف المحرك عند عدم معرفة بداية ونهاية كل ملف :

1- إذا وجد في علبة التوصيل ستة أطراف ولا يوجد عليهم أي بيانات فيتم عن طريق جهاز الفولتميتر يتم تحديد كل ملف على حدة

2- يتم افتراض بداية ونهاية لكل ملف.

3- يتم عمل محاولات لتشغيل المحرك على شكل توصيلة ستار عن طريق ربط الثلاث نهايات أو الثلاث بدايات معا ويتم قياس الأمبير في كل محاولة حتى نصل إلى التشغيل الصحيح لتوصيلة ستار ويكون الأمبير متزن على كل فاز.

4- بعد معرفة بداية ونهاية كل ملف يتم التوصيل الصحيح للمحرك

مكونات الدائرة وتكون داخل لوحة Panel **تسمى بادئ حركة** starter Motor **أو** Motor drive **أو** Motor starter **وتتكون من :**

1- **الدائرة الرئيسية أو دائرة القوى** Circuit Power **وهي تتكون من:**

– فيوز أو مفتاح (F).

– كونتاكتور رئيسي CM ليسمح بمرور التيار إلى بدايات الملفات.

- **كونتاكتور** YC **ليغلق النهايات معا.**

– كونتاكتور DC ليغلق نهاية كل فاز مع بداية الفاز الآخر.

– الأوفرلود (O.L).

2- **دائرة التحكم** Control Circuit **وهي تتكون من:**

– نقطة مقفولة (N.C) Normal close من الأوفرلود (95 – 96).

– مفتاح إيقاف Push Button off.

– مفتاح تشغيل .Push Button on

– ثلاثة ملفات للكنتاكتورات MC – YC – DC.

– مؤقت زمني Timer.

– نقطة مغلقة (N.C) من الـ Timer.

– نقطة مساعدة مفتوحة (N.O) ونقطة مساعدة مغلقة (N.C) من الكنتاكتور CY.

– نقطة مساعدة مغلقة (N.C) من الكنتاكتور DC.

– نقطة مساعدة مفتوحة من الكونتاكتور الرئيسي CM وتسمى نقطة الحفظ.

– جهد تشغيل دائرة التحكم ويكون 380 V أو 220 V أو أي جهد آخر طبقا لتصميم كل دائرة.

تشغيل الدائرة:

عند تشغيل الدائرة يجب التأكد من الآتي:

– توفير مصدر الكهرباء 380 V.

– أن يكون الفيوز سليم أو يكون المفتاح في وضع تشغيل.

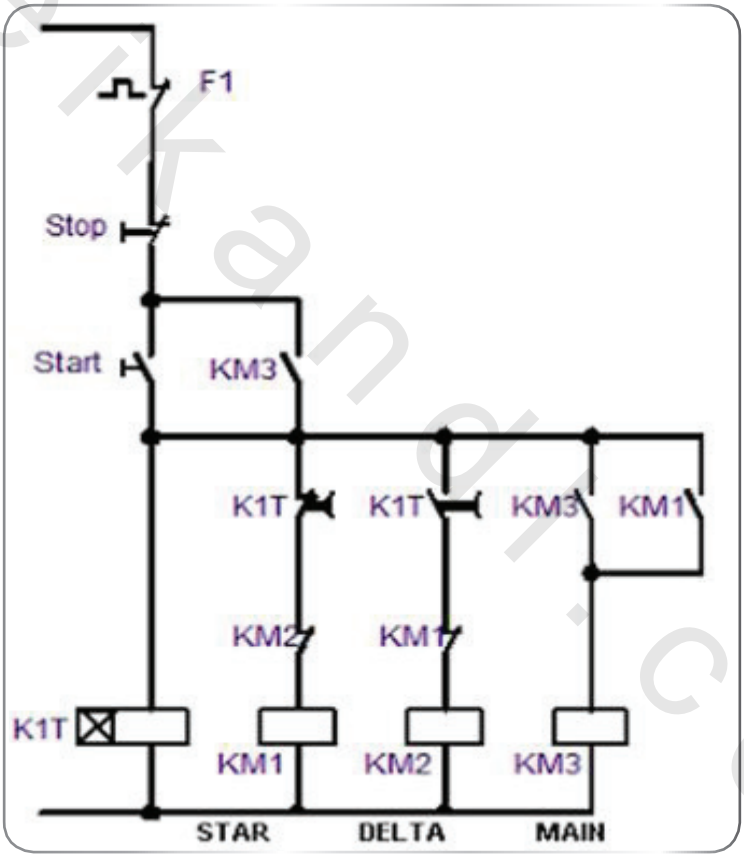
– أن تكون النقطة المقفولة في الأوفرلود تكون مقفولة.

– أن يكون جهد دائرة التحكم متوفر ومناسب لملف الكنتاكتور.

عند الضغط على مفتاح التشغيل B.P start يمر التيار أولا إلى ملف التايمر ويبدأ في عد الزمن بالثواني وفي نفس اللحظة يمر التيار في ملف الكنتاكتور Star فيعمل فتغير النقاط المساعدة وضعها فتفتح النقطة المساعدة المغلقة فلا يعمل الكتاكتور Delta وتغلق النقطة المساعدة المفتوحة فيعمل الكتاكتور

obeikandl.com

الرئيسي Main، أي عند الضغط على مفتاح التشغيل يعمل كلٌّ من الكنتاكتور Main والكنتاكتور Star، ويعمل المحرك في هذه الحالة ستار، وبعد زمن معين تغير النقاط المساعدة الخاصة بالمؤقت الزمني وضعها ، فتنقطع التغذية عن الكنتاكتور Star، فتعود نقاطة المساعدة إلى وضعها الطبيعي، ويصل التيار إلى ملف الكنتاكتور Delta من خلال النقطة المساعدة للكنتاكتور الرئيسي Main وعندما يعمل الكنتاكتور Delta تفتح النقطة المساعدة الخاصة به فتفصل الكهرباء عن ملف Star، فيظل يعمل كلا من Delta و Main معا إلى أن يتم الضغط على مفتاح الإيقاف stop B.P.



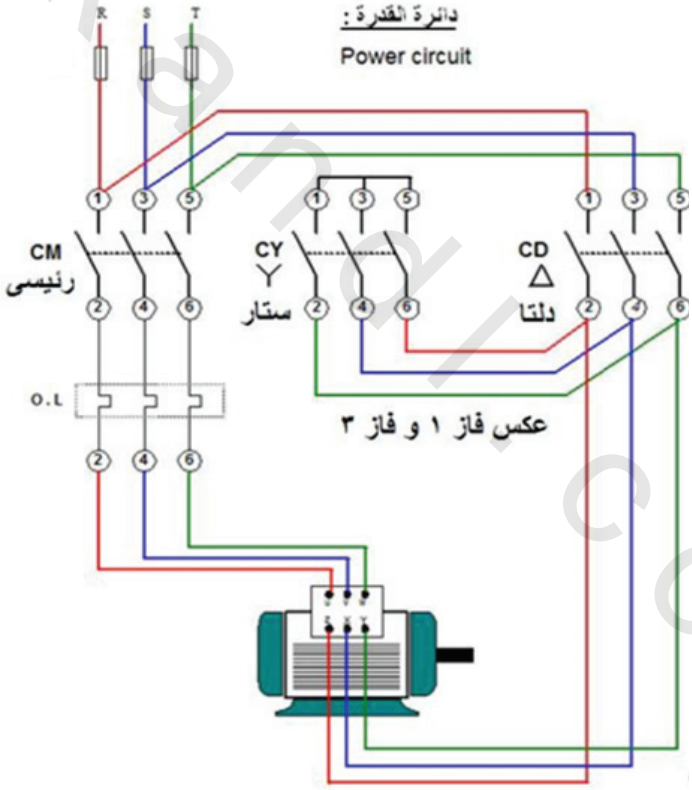
شكل (47) دائرة التحكم توصيلة ستار – دلتا

oberkandi.com

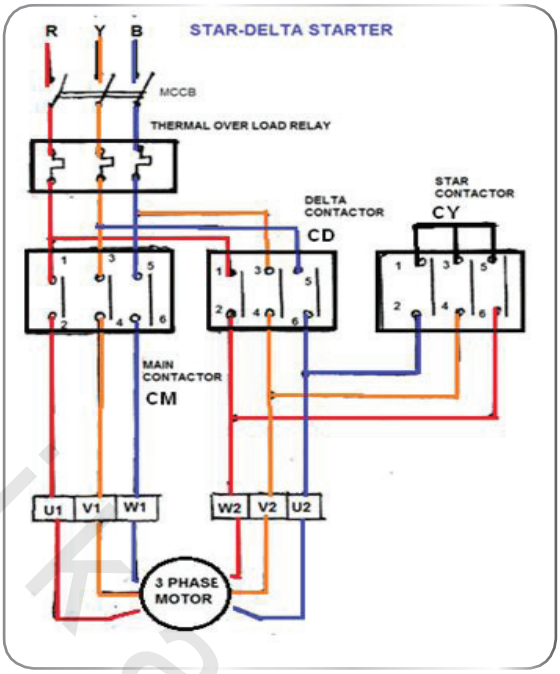
مكان تركيب الأوفرلود:

1- في بعض دوائر ستار – دلتا يوضع الأوفرلود بعد خروج الكونتاكتور الرئيسي، ويتم ضبط تيار الأوفرلود على تيار المحرك وهو يعمل ستارا لأن تيار المحرك لا يمر بالكامل في مقاومات الأوفرلود ولكنه يوزع بين الكنتاكتور الرئيسي وكنتاكتور الدلتا.

2- وفي دوائر أخرى يوضع الأوفرلود تحت المفتاح الرئيسي أو الفيوزات، ويتم ضبط تيار الأوفرلود على تيار المحرك وهو يعمل دلتا لأن تيار المحرك يمر بالكامل في مقاومات الأوفرلود.



obeikandl.com



شكل (48) دائرة القوى توصيلة ستار – دلتا

اختيار الكونتاكتور في دائرة ستار – دلتا:

في طريقة التوصيل المباشر Direct on line يوجد كنتاكتور واحد بالدائرة، لذلك يتم اختيار الكونتاكتور طبقا للتيار الاسمي للمحرك Rated current ، أما في دائرة ستار – دلتا يكون هناك ثلاثة كنتاكتور ويتم عملهم في الدائرة كما هو موضح بالجدول التالي:

	مرحلة البدء	المرحلة الإنتقالية	مرحلة التشغيل المستمر
الكنتاكتور الرئيسي	ON	ON	ON
كونتاكتور ستار	ON	OFF	OFF
كونتاكتور دلتا	OFF	OFF	ON

من الجدول السابق نلاحظ أن الكنتاكتور الرئيسي يعمل باستمرار، وكنتاكتور ستار يعمل في مرحلة البدء فقط، وكنتاكتور دلتا يعمل في مرحلة التشغيل المستمر، فعندما يعمل المحرك دلتا فإن تيار المحرك يتوزع بين كلٍّ من الكنتاكتور الرئيسي والكنتاكتور دلتا أي يكون

$$I\ Delta = I\ Main = I\ Rated/\sqrt{3}$$

وعندما يعمل المحرك ستار فإن نفس التيار يمر في الكنتاكتور الرئيسي وكنتاكتور ستار

$$I\ Star = I\ Delta/\sqrt{3} = I\ Rated\ /3$$

وتكون جميع الكنتاكتور من النوع AC3.

مثال لحساب قدرة الكنتاكتور بالأمبير:

محرك كهربي قدرته 100 حصان، و سرعته1465 rpm و معامل قدرة 86،0 ويتم استخدام التوصيله ستار / دلتا حيث إن جهد التشغيل الخاص به كالتالي 380Δ / 660Y والتيار الخاص به 135 Δ/ 78 Y أمبيرعلى الترتيب المذكور، فالمطلوب حساب قدرة الكنتاكتور الرئيسي وكنتاكتور دلتا وكنتاكتور ستار.

التيار	مرحلة البدء	المرحلة الانتقالية	مرحلة التشغيل المستمر
الكنتاكتور الرئيسي	45 A	0 A	78 A
كونتاكتور ستار	45 A	0 A	0 A
كونتاكتور دلتا	0 A	0 A	78 A

- قدرة الكنتاكتور الرئيسي بالأمبير 80 A وهي أقرب قيمة قياسية للتيار المار وهو 78 A.
- قدرة الكنتاكتور دلتا 80 A وهي أقرب قيمة قياسية للتيار المار وهو 78 A.
- قدرة الكنتاكتور ستار بالأمبير = 45 A.

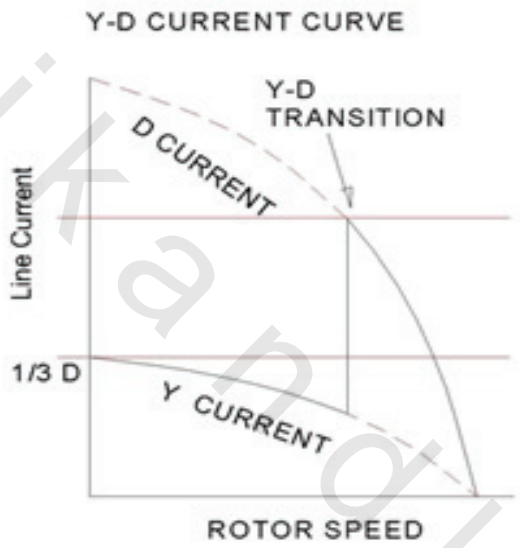
obeikandl.com

تتركز عيوب طريقة الستار دلتا في الآتي:

تحتاج محرك توصيله العادي من نوع دلتا و يخرج منه ستة اطراف.

بالرغم من انخفاض تيار البدء فإن عزم البدء ايضا ينخفض إلى الثلث.

ـ لحظة الانتقال من توصيل ستار إلى توصيل دلتا يؤدي إلى قفز التيار مرة أخرى إلى ما يقارب أربعة أضعاف تيار المحرك. كما هو مبين في هذا الشكل:

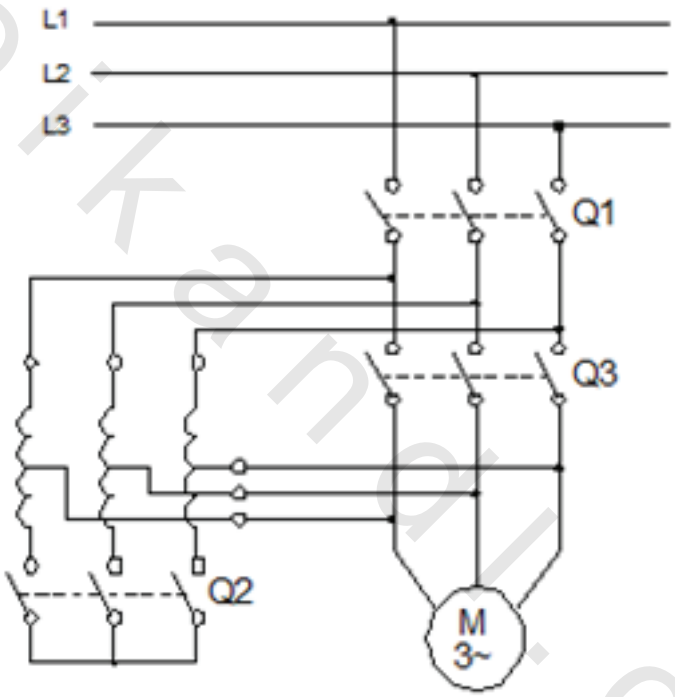


شكل (49) قفزالتيار لحظة الانتقال من توصيل الستار إلى توصيل الدلتا

ثالثا: التوصيل عن طريق محول ذاتي Auto transformer :

في دائرة ستار – دلتا يتم خفض الجهد بمقدار واحد وهو $VL / \sqrt{3}$ ونتيجة لذلك يتم خفض تيار البدء ولكن في المحركات ذات القدرات العالية يكون مطلوبا خفض الجهد بقيمة أكبر من $VL / \sqrt{3}$ للحد من تيار البدء، لذلك يتم استخدام طريقة المحول الذاتي فيمكن أن يتم خفض الجهد بأكثر من قيمة باستخدام مغير الخطوة، حيث يتم توصيل أطراف المصدر إلى محول ذاتي ثلاثي الأوجه، ويتم توصيل خرج المحول على أطراف العضو الثابت للمحرك

بحيث يخفض الجهد المسلط على ملفات العضو الثابت إلى قيمة تتناسب مع تيار البدء المسموح به، ويوجد أكثر من خطوة في المحول الذاتي 50% 65% and 80% ، لتحديد الجهد المسلط على المحرك في بداية التشغيل، وبعد مرور فترة البدء يتم خروج المحول الذاتي من الدائرة و تسليط جهد المصدر كاملا على المحرك، ويجب استخدام خطوة مغير الجهدVoltage tape المناسبة لكي يستطيع المحرك من يتولد عزم البدء .Starting torque



شكل (50) دائرة القوى في حالة التوصيل عن طريق محول ذاتي

طريقة التشغيل:

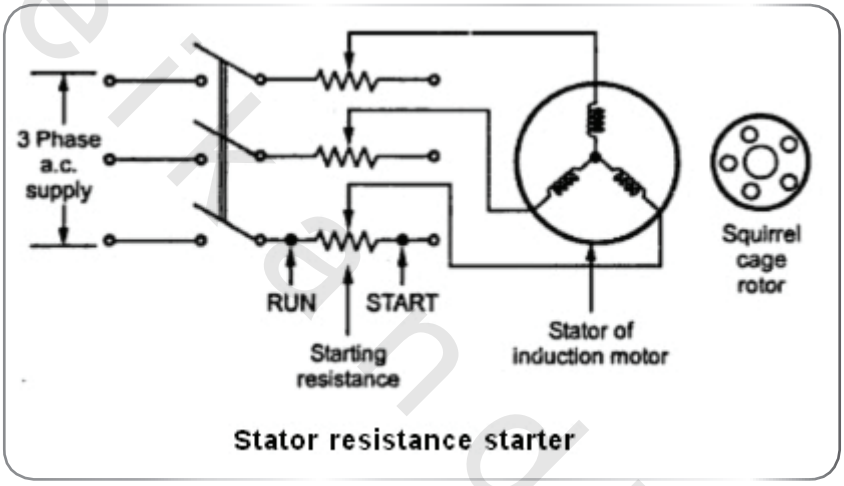
1- في البداية يكون الكونتاكتور Q1 والكنتاكتور Q2 في وضع تشغيل والكنتاكتور Q3 لا يعمل، فيتم تغذية المحرك من خلال ملفات المحول الذاتي.

2- بعد زمن البدء يتم فصل الكنتاكتور Q2 وتشغيل الكنتاكتور Q1 والكنتاكنور Q3، حيث يتم فصل المحول الذاتي وتشغيل المحرك من جهد المصدر مباشرة.

obeikandl.com

رابعا: إضافة مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الثابت:

إن توصيل مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الثابت يؤدى إلى تقليل الجهد المسلط على العضو الثابت نتيجة لهبوط الجهد الحادث على هذه المقاومات وبالتالى يقل تيار البدء ثم بعد اجتياز فترة البدء يمكن خروج هذه المقاومات تدريجيا. عيب هذه الطريقة هو زيادة المفاقيد النحاسية ($I^2 \times R$)مما يجعلها غير مناسبة للاستخدام خصوصا مع المحركات الكبيرة.



شكل (51) دائرة القوى في حالة التوصيل عن طريق إضافة مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الثابت

خامسا: إضافة مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الدوار:

هذه الطريقه خاصه فقط بالمحرك ذى حلقات الانزلاق حيث يمكن توصيل مقاومات على التوالى مع ملفات العضو الدوار ، وبالتالى فإن تيار البدء يقل، وبعد أن يجتاز المحرك فترة البدء يتم خروج هذه المقاومات تدريجيا وذلك لتجنب زيادة المفاقيد فى دائرة العضو الدوار. هذه تعتبر الطريقة الأفضل للمحركات ذات حلقات الانزلاق، كما أنها تزيد من عزم البدء للمحرك.

سادسا: التوصيل عن طريق البدء الناعم Starter Soft:

تعتبر هذه الطريقة من أحدث طرق البدء للمحركات الحثية التي ظهرت حيث تستخدم تقنية إلكترونات القدرة، هذه الأجهزة تعتمد على مبدأ التحكم الدقيق والناعم في الجهد مع مراقبة التيار في نفس الوقت، وبالتالي تجعل التيار ثابت طيلة فترة البدء مع عزم مستقر. هذه الطريقة تعتبر الأفضل وذلك لأنها توفر للمحرك تسارع ناعم بدون وقفات أو قفزات مفاجئة أو تذبذب أو إجهاد ميكانيكي كما هو الحال في الطرق التقليدية، كما أن هذه الأجهزة تتوفر فيها جميع أنواع الحماية التي يتطلبها المحرك عادة، مما يعني توفير ثمن أجهزة الحماية مقابل ارتفاع ثمن الجهاز، كما أنها أيضا تتحكم بعملية إيقاف أو تباطؤ المحرك عند الإيقاف، وهذه الأجهزة تتوفر بقدرات تصل إلى 500 ك.وات.

مزايا استخدام جهاز البدء الناعم :

1- إنقاص تيار البدء إلى قيمة تتحملها ملفات المحرك.

2- المحافظة على ثبات جهد الشبكة لأن تيار البدء العالى يؤدى 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- استخدام مساحة مقطع صغير للكابلات المتصلة من الشبكة للمحرك.

5- باستخدام طريقة بدء مفتاح " ستار / دلتا " نحتاج إلى كابلين كل منهما ثلاثة أطراف من المحرك حتى المفتاح، ولكن باستخدام جهاز البدء الناعم تحتاج فقط إلى كابل ثلاثة أطراف.

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

7- يساعد على بدء دوران المحرك بدون حدوث إجهادات ميكانيكية أو كهربية للمحرك أو الأحمال، حيث يتم ضبط معدل تسارع المحرك عند بدء التشغيل حسب الرغبة – كما يتم ضبط معدل التباطؤ حتى الوصول إلى الإيقاف الكامل، وأيضا يضبط معدل ارتفاع الفولت المطبق على المحرك عند بدء التشغيل، و أيضا

معدل انخفاض الجهد عند الإيقاف، وبهذا يقل كثيرا الإجهادات الميكانيكية المؤثرة على أحمال المحركات.

يمكن أيضا عند إكتمال عملية بدء المحرك و وصوله إلى سرعة التشغيل أن يشتغل كونتاكتور مركب على التوازي مع البادئ الناعم ليقوم بتوصيل التيار للمحرك و إراحة البادئ من عبء تمرير التيار.

سابعا: استخدام مغير السرعة :

وهو يعتبر من أفضل الطرق لبدء حركة المحركات وتوقفها بشكل هادئ وآمن، ويتميز هذا الجهاز عن أجهزة البدء الناعم بالتحكم الدقيق في سرعة المحركات، ويتم ذلك عن طريق تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر ثم تحويله مرة أخرى إلى تيار متردد، ولكن مع إمكانية التحكم في التردد والسرعة، وبهذه الطريقة نستطيع أن نتحكم في قيمة الجهد والتردد، وبالتالي تيار وعزم البدء قبل وأثناء تشغيل المحرك، ومن مميزات هذا الجهاز أيضا أنه يمنح العزم الكامل للمحرك عند أي قيمة للسرعة، ولكن يعيب هذه الطريقة الثمن الغالي للجهاز.

obeikandl.com