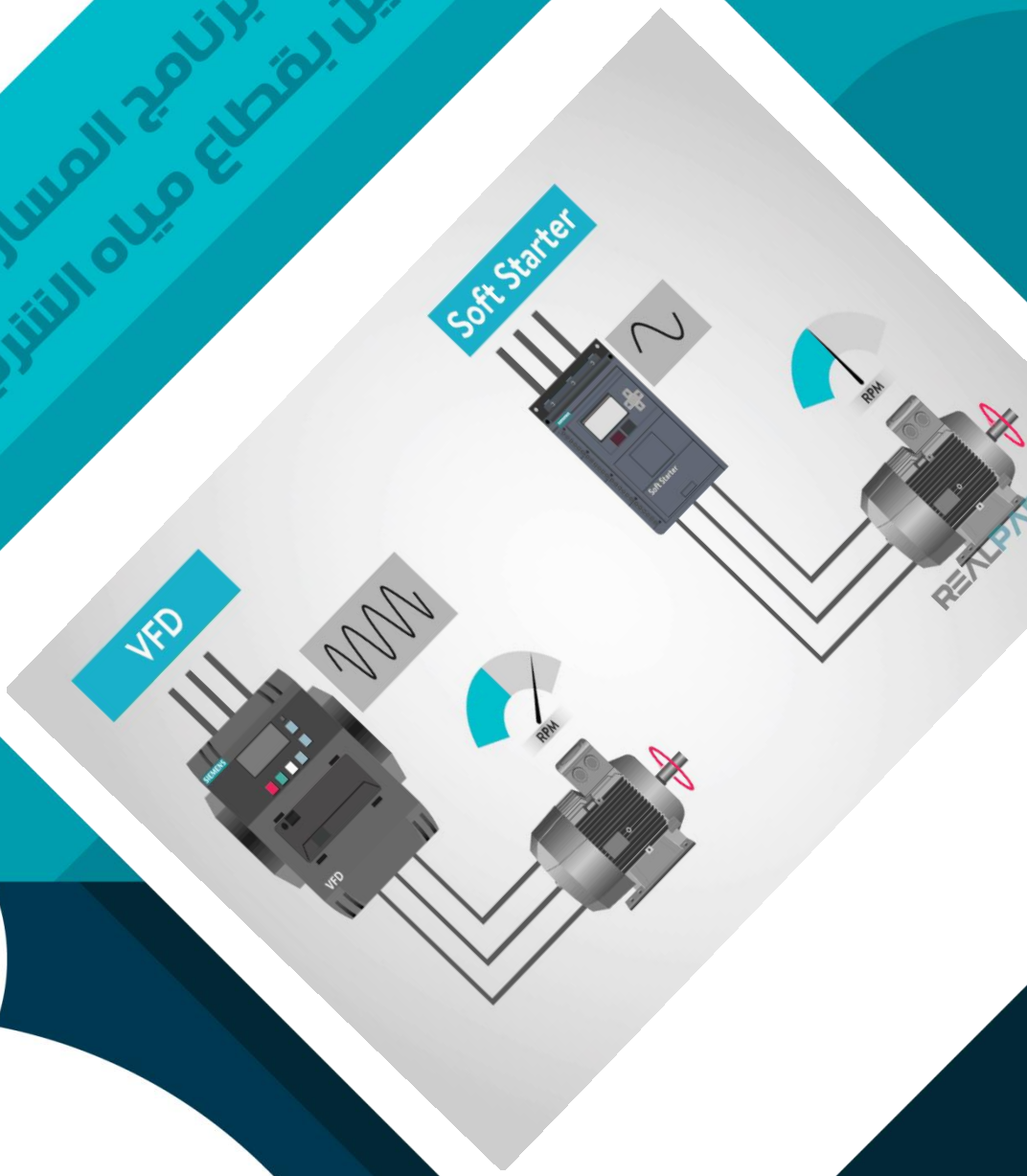
الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي



دليل
المتدرب

بوادىء الحركة الالكترونية

مهندس صيانة كهربائية– درجة ثانية

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفى - ادارة المشاريع
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة للمسار الوظيفي 2019-4-1 V2

المحتويات

مقدمه 4
اهميه الحاجه الي طرق بدء الحركه 4
انواع المحركات الكهربائية 5
انواع بوادي الحركه المختلفه للمحركات AC-induction motors 6
طريقة التوصيل مباشرة على الخط direct on Line Starter (DOL) 6
1.إضافة مقاومة ثلاثية الطور على التوالى مع ملفات العضو الثابت Stator resistance Starter : 6
2.إضافة مقاومة ثلاثية الطور على التوالى مع ملفات لعضو الدوار Rotor resistance Starter 7
استخدام محول ذاتي Autotransformer Starter: 9
3.إستخدام ستار / دلتا Star / Delta Starter 10
طرق تغير السرعه الميكانيكيه ماقبل مغيرات السرعه 12
مقارنه بين طرق البدء المختلفه 13
إستخدام أجهزة بدء الالكترونية 13
اولا ال VFD 13
مميزات مغير السرعة 13
المراحل المختلفه لمكونات VFD 19
قنطرة لتوحيد الجهد المتردد الى جهد مستمر 19
1.المرحلة الثانية تنعيم الجهد المستمر 19
2.المرحلة الثالثة لمغير السرعة 20
مفاهيم ضروريه 23
السرعة تتناسب طردى مع التردد 24
تأثير تيار البدءعلي الاحمال الأخري: 25
التصميمات المختلفة لمغيرات السرعه 26
مغير السرعة مصدر للتيار Current source inverter 26
مغير السرعة مصدر للجهد voltage source inverter 26
التحكم فى سرعة المحرك 26
الانكودر 29
توصيف واختيار وتوصيل مغيرات السرعه 30
مواصفات مكان تركيب جهاز مغير السرعة 31
اشتراطات اماكن تركيب مغير السرعة 31
المساحات الداخليه بين المكونات وحساب التشتت الحراري 33
التوافقيات والبوادئ الالكترونيه 34
توصيلات القدرة والتحكم لجهاز مغير السرعة 37

توصيل التغذية.....37
توصيل المحرك.....38
توصيل مقاومة الفرامل.....38
انواع نقاط تحكم الموجوده في اي مغير سرعة 39
نقاط الدخل التناظري analog input.....44
analog Output-3 45
output digital -4.....45
الفرامل الميكانيكية 48
automatic restart تلقائى بدء.....48
امثله 49
كيفيه توصيل منظومه الانفرتر بالكامل.....52
التشغيل من خلال شبكات الاتصال (Run from communication channel).....52
كيفية اختيار البادئ الناعم للتطبيقات المختلفة 54
الثيرستور كزوج من التارنزستور 58
شرح بعض ال PARAMETERS خاصة بالبادئ الناعم.....67
الاختلافات بين2-phase and 3-phase control في البادئات الناعمة: 80
مثال عملي 84
توصيل التغذية للسوفت ستارتر 84
توصيل المحرك.....85
القوانين والتحويلات الهامه.....92

مقدمه

ان من اهم مشاكل المحركات في الحياه العملية هي تيار البدئ(starting current) حيث يصل تيار البدئ الى حوالى 7 اضعاف التيار العادي للمحرك وذلك بسبب طاقه الوضع للمحرك والاشياء التي يحركها)طلمبه رفع مياه مثلا بملحقاتها(من السكون الى الحركة وكلما ازدت قدره المحرك كلما كانت مشكله تيار البدئ اكبر فيسبب ذلك الامر مشاكل كثيره مثل حدوث ش ارره كهربيه يسبب تك اررها انصهار نقط التلامس للكونتاكتوارت وايضا يسبب تلف ملفات المحرك وغير ذلك من المشاكل الكهربية والميكانيكية.

لذلك تم التفكير في بادئات التشغيل التي تمتص الصدمة الكهربية والميكانيكية عند بدء التشغيل يقوم المحرك بتحريك كل هذا الحمل من السكون الى الحركة في بدء التشغيل

طرق تغير السرعه الكلاسكيه ماقبل مغيرات السرعه

- صندوق التروس او الجير بوكس يعطى سرعة ثابتة
- التارة اوالسير اوv belt

اهميه الحاجه الي طرق بدء الحركه

1) توفير الطاقة الكهربائية:

ان استخدام طرق بدء الحركه مثل الانفرتر يسمح بتوفير الطاقة الكهربائية, ومن اشهر الامثلة على ذلك الضاغط Compressor , فالمحرك داخل الضاغط يبقى يعمل لحين الوصول الى ضغط معين, و من ثم تفصل الضاغط في وضع يسمى ب Idle, و عندما يقل الضغط عن حد معين يعود الضاغط للعمل من جديد. استخدام مغيرات السرعة في الضاغط يسمح للمحرك بتقليل سرعته للمحافظة على الضغط دون ان يستهلك كامل طاقته. و بذلك تقل الطاقة الكهربائية التي يستخدمها المحرك.

2) العديد من التطبيقات الصناعية **يتطلب تغيير سرعة النظام**, و كمثال تغيير سرعة مضخه للحصول علي التصرف المطلوب حسب احتياجات المواطنين والشبكه ,ناقلة Conveyer للحصول على سرعات متعددة لنقل المواد حسب حاجة الانتاج الخ.

3) استخدام مغيرات السرعة يحافظ على المحرك الكهربائي, حيث انه يقلل من استهلاك المحرك, كما انه يسمح بخاصية التشغيل التصاعدي Soft Starting و ACC TIME التي تقلل من تيارات البدء العالية, و الاهتزازات الشديدة عند بدا التشغيل و التي تؤثر سلبا على المحرك. كما ان فيه ميزات كثيرة مثل مراقبة التيارات العالية وعدم اتزان التيارات وانخفاض الجهد و تسرب تيار الى الارضي و التي تحافظ على المحرك و تحميه

انواع المحركات الكهربائية

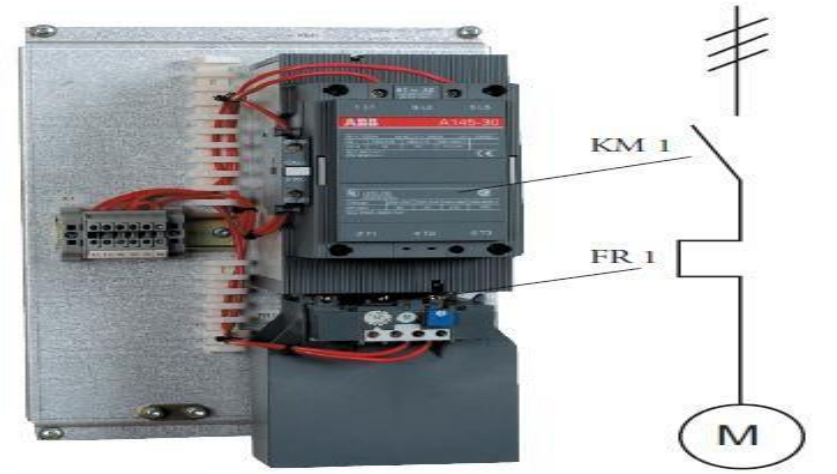
هى المحرك الاساسى فى الالات الكهربية وهى تقوم بتحويل الطاقة الكهربيـــــــــــة طاقة حركية تنقسم المحركات الي :

1. محركات جهد مستمر
   - محرك المغناطيس الدائم
   - محرك التوالى
   - محرك التوازى
   - المحرك المركب
2. محركات جهد متردد
   A. محركات احادية الوجه
   - محرك قفص سنجابى
   - محركات حثية
   - محرك حلقات انزلاق
   - محركات تزامنية

   B. محركات ثلاثية الاوجه
   - محركات حثية
   - محرك قفص سنجابى
   - محرك حلقات انزلاق
   - محركات تزامنية
3. المحرك العام (يعمل بجهد متردد او جهد مستمر)

انواع بوادي الحركه المختلفه للمحركات AC-induction motors

طريقة التوصيل مباشرة على الخط (DOL) direct on Line Starter



D.O.L. starter with contactor and O/L relay

Single line diagran for a D.O.L.

الدائرة الكهربية لتشغيل محرك طلمبه تعمل بدون بادئات تشغيل وتستخدم هذه الطريقة مع المحركات ذات القدرة الصغيرة)حتى 5 حصان(فهي لا تحتاج الى دائرة بدئ التشغيل نظ ار لصغر مقدار تيار البدئ.

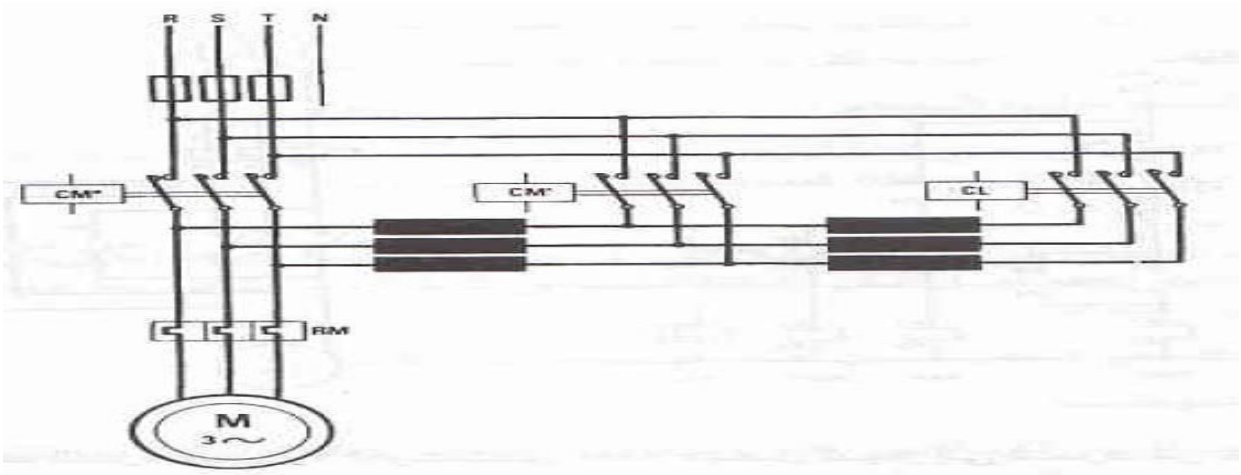
وهذه الدائرة تحتوى على كونتاكتور واحد فقط يتم تشغيله بواسطه مفتاح التشغيل بعد المرور على وسائل الحماية المختلفة.

1. إضافة مقاومة ثلاثية الطور على التوالى مع ملفات العضو الثابت Stator resistance Starter :

من انواع بادئات التشغيل لتلافي شده التيار عند بدء التشغيل طريقه مقاومات التوالي وفكره عمل هذا النوع نفس فكره عمل ستار دلتا حيث تدخل المقاومات في الدائرة عند بدء التشغيل لامتصاص التيار العالي ثم بعد ذلك تخرج من الدائرة عن طريق التايمر .

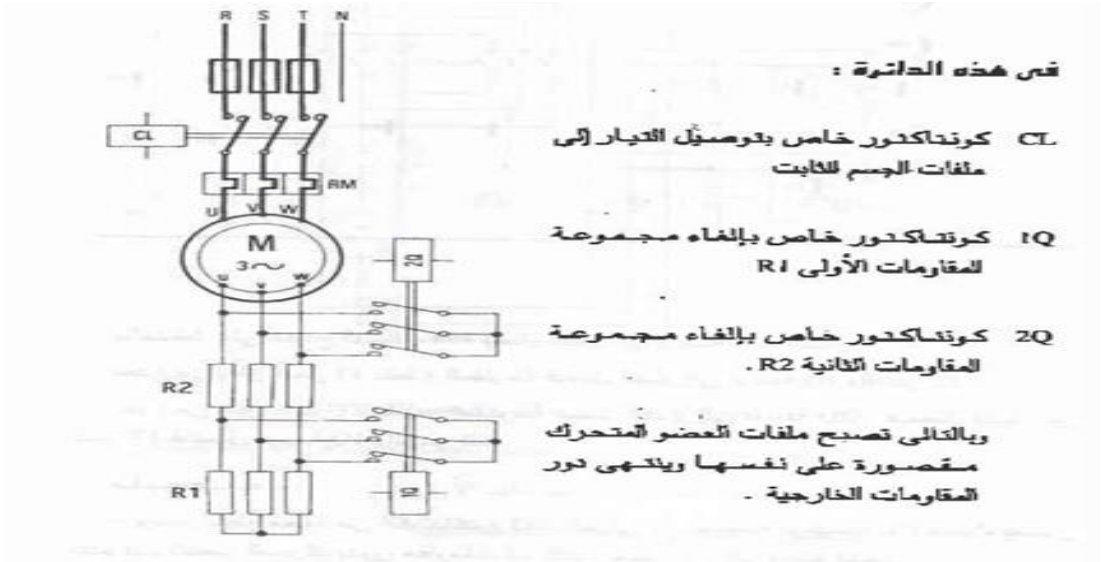
بادئات التشغيل بطريقه ادخال مجموعتين او اكثر من المقاومات

في هذه الطريقة يتم بدء الحركة بإدخال مجموعه المقاومات بالكامل في الدائرة لامتصاص تيار البدء حتى يأخذ المحرك سرعته ثم يتم خروج مجموعات المقاومات بالتعاقب حتى يتم خروج المقاومات بالكامل .



شرح الدائرة :

عند بداية التشغيل يصل التيار الى الكويل cl فيصل التيار الى المحرك ما ار بالمجموعتين وبعد زمن معين يغلق الكونتاكتور cm فيصل التيار الى المحرك ما ار بمجموعه واحده من المقاومات فيعمل المحرك بقدره اكبر نسبيا وبعد زمن معين يغلق الكونتاكتور cm فيصل التيار الى المحرك مباشره دون المرور على أي مقاومه ليعمل المحرك في هذه الحالة بقدرته كامله.



2. **<u>إضافة مقاومة ثلاثية الطور على التوالى مع ملفات لعضو الدوارRotor resistance Starter</u>**

يتم استخدام هذه الطريقة مع المحركات التي يكون فيها العضو المتحرك من النوع الملفوف (Slip Ring) وفي هذه المحركات يتم توصيل ملفات العضو الثابت ستار او دلتا بحيث يخرج منهم ثلاث اطراف فقط .

اما العضو المتحرك)الروتور(فتتصل اطراف ملفاته بثلاث حلقات نحاسيه مركبه على عمود الإدارة ومعزولة عنه .

وهذه الحلقات الثلاثة تعرف بحلقات الانزلاق .

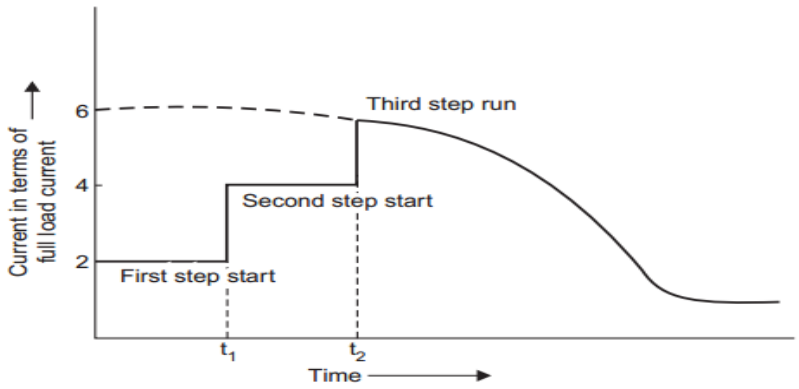
ويتميز هذا النوع من المحركات بإمكانية توصيل مقاومات خارجيه بالتوالي مع ملفات العضو المتحرك ويتم ذلك عن طريق الشربون الملامس للحلقات مع الوضع في الاعتبار انه كلما ازدت قيمه مقاومه العضو المتحرك كلما قلت قيمه شده تيار البدء وهذا هو المطلوب .

Slip ring motor

وعند بدء الحركة تدخل المقاومات الخارجية بالكامل على التوالي مع ملفات الروتور ثم تخفض هذه القيمة تدريجيا اثناء الدوارن حتى تخرج اطراف ملفات الروتور معا ليعمل المحرك بسرعته الطبيعية .

ومن الممكن تشغيل هذا النوع من المحركات بدون مقاومات خارجيه على ان يتم عمل كوبرى بين الحلقات الثلاثة وبذلك تقتصر ملفات العضو المتحرك على نفسها. ويبدا المحرك بعزم دوارن عادى مثله مثل المحرك العادي .

مع ملاحظه انه اذا تم توصيل التيار الى ملفات العضو الثابت بدون عمل قصر على ملفات العضو المتحرك سيسحب المحرك امبير عالي ويدور ببطء شديد ويحترق منحني التيار بخطوه المقاومه



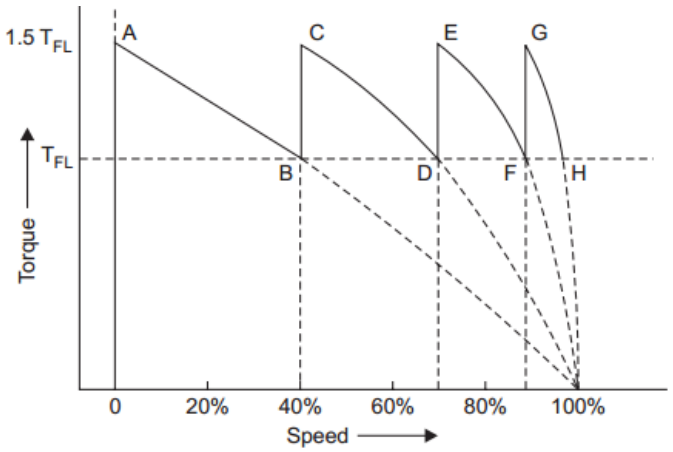
استخدام محول ذاتيAutotransformer Starter:

رابعا بدء الحركة عن طريق ادخال محولauto transformer

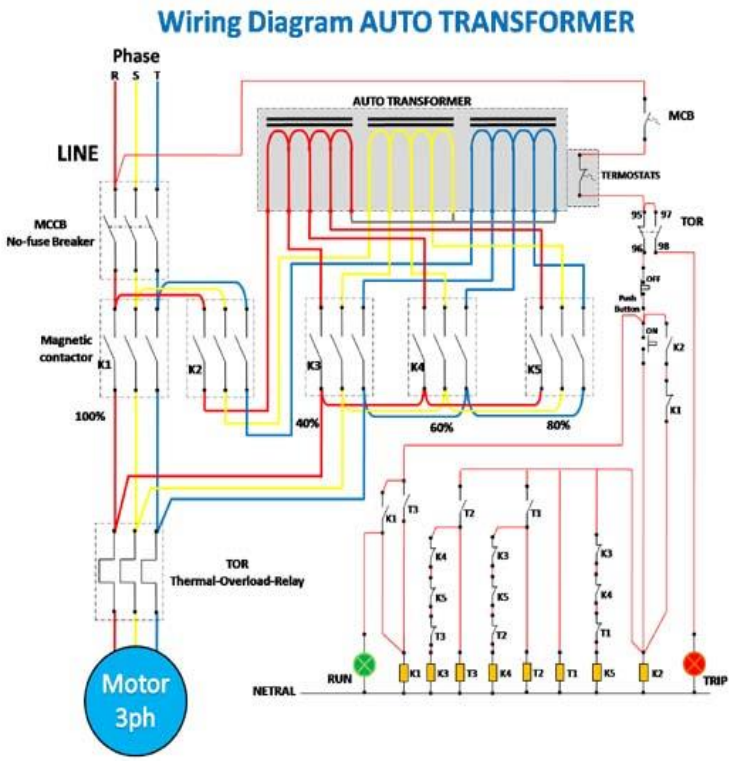
في هذه الطريقة يتم ادخال محول جهد)خافض(في الدائرة فعند بدء الحركة يكون المحول متصل على شكل ستار الامر الذى يؤدى الى خفض الجهد وبالتالي خفض تيار البدء .هذا بالإضافة الى انخفاض الجهد ايضا نتيجة نسبه التحويل الخاصة بالمحول .

تكون نسبه التحويل للمحول هي خارج قسمه عدد لفات الملف الثانوي على عدد لفات الملف الابتدائي .

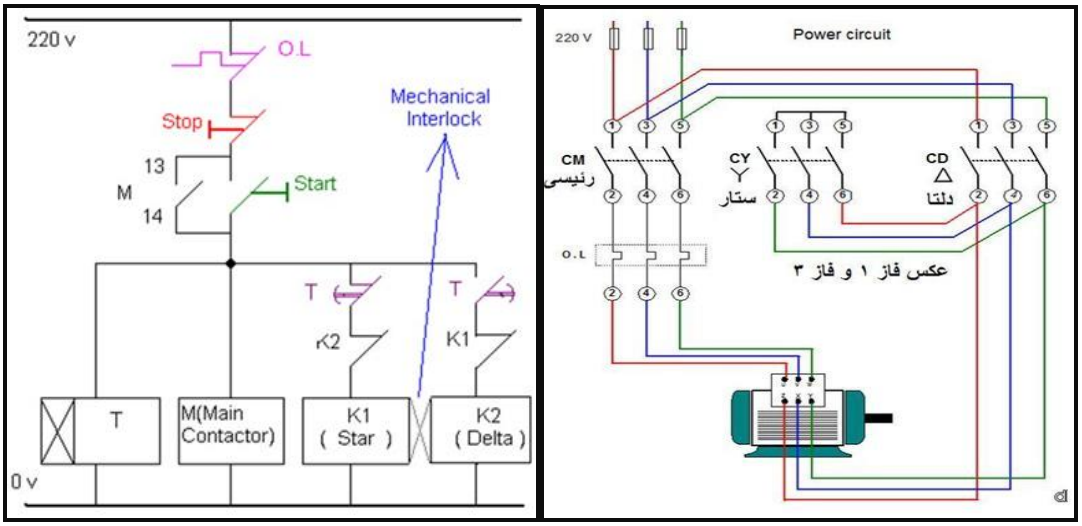
الشكل الاتي يوضح دائرة الباور لبادئ التشغيل(auto transformer)



Torque-speed curves during the period of acceleration of a slip-ring



3. إستخدام ستار / دلتا Star / Delta Starter



دائره الكنترول

دائره البور

من اهم وأشهر انواع بادئات التشغيل هي(**ستار ـ دلتا)**

في هذه الطريقة يبدأ المحرك بتوصيله ستار ثم يتحول بعد ذلك الى دلتا ويقوم التايمر بالدائرة بإدخال واخ ارج كونتاكتوارت ستار ودلتا .

وتتكون دائرة ستار دلتا من ثلاث كونتاكتوارت (k(M) & k2(D) &)(بالإضافة الى تايمر، حيث k(M)الكونتاكتور الرئيسي .

وكونتاكتور k2(D) لتشغيل دلتا وكونتاكتور k1(Y) لتشغيل ستار كل منهم يدخل مع الكونتاكتور الرئيسي .

التايمر :

وهو موجود بدائرة الكونتر ول ويقوم في بداية التشغيل بتغذيه الكونتاكتور ستار ليعمل في البداية مع الكونتاكتور الرئيسي وبعد الزمن المضبوط عليه التايمر يقوم بفصل الكونتاكتور ستار وتغزيه الكونتاكتور دلتا ويبقى التشغيل على هذا الوضع حتى يتم فصل المحرك

لماذا التشغيل اولا ستار ثم بعد ذلك دلتا :

وفي هذه الطريقة يبدا المحرك ستار ثم يتحول الى دلتا وذلك لان في حاله التوصيل على شكل دلتا يكون الجهد كامل مسلط على ملف المحرك وبالتالي يكون التيار عالي وهذا الامر غير مطلوب في بدء

لماذا التشغيل اولا ستار ثم بعد ذلك دلتا :

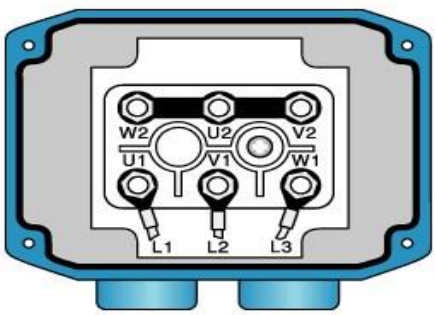
وفي هذه الطريقة يبدا المحرك ستار ثم يتحول الى دلتا وذلك لان في حاله التوصيل على شكل دلتا يكون الجهد كامل مسلط على ملف المحرك وبالتالي يكون التيار عالي وهذا الامر غير مطلوب في بدء

الحركة اما في حاله التوصيل على شكل ستار ينقسم الجهد على جزر 3 وبالتالي يقل التيار وهذا الامر هو المطلوب في بدء الحركة

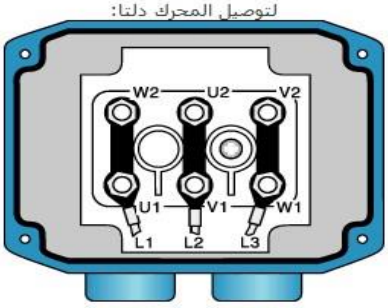
ملاحظات هامه

1. يتم اختيار الكونتاكتور الرئيسي والدلتا على اساس انه يتم توزيع التيار على الكونتاكتورين ويمكن ان يتم اختيار الكونتاكتور ستار بحيث ان يكون قيمته اقل حيث انه يدخل في الخدمة لمده لا تزيد عن عشره ثواني ثم يخرج تماما من الدائرة
2. يتم عاده توصيل الاوفر لوود اسفل الكونتاكتور الرئيسي.
3. يجب التأكد تماما من عدم دخول الكونتاكتور ستار ودلتا بالخدمة في وقت واحد فان ذلك يؤدى الى حدوث قصر شديد بالدائرة.
4. يجب التأكد تماما من صحه توصيل المحرك بحيث يتصل نهاية الملف الاول مع بداية الملف الثاني ونهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث ونهاية الملف الثالث مع بداية الملف الاول. وفي حاله عدم التوصيل الصحيح يؤدى ذلك ان يسحب المحرك تيار عالي جدا يمكن ان يؤدى الى حرقه.

بالنسبه لعمليه ضبط زمن التغيير من ستار الى دلتا فانه كلما ازدت قدره المحرك احتاج الى زمن اكبر حتى يأخذ سرعته كامله. وممكن من خلال متابعه جهاز قياس الامبير معرفه الزمن الذى يحتاجه المحرك للوصول الى حاله الاستقرار



لتوصيل المحرك دلتا:



طرق تغير السرعه الكلاسكيه ماقبل مغيرات السرعه

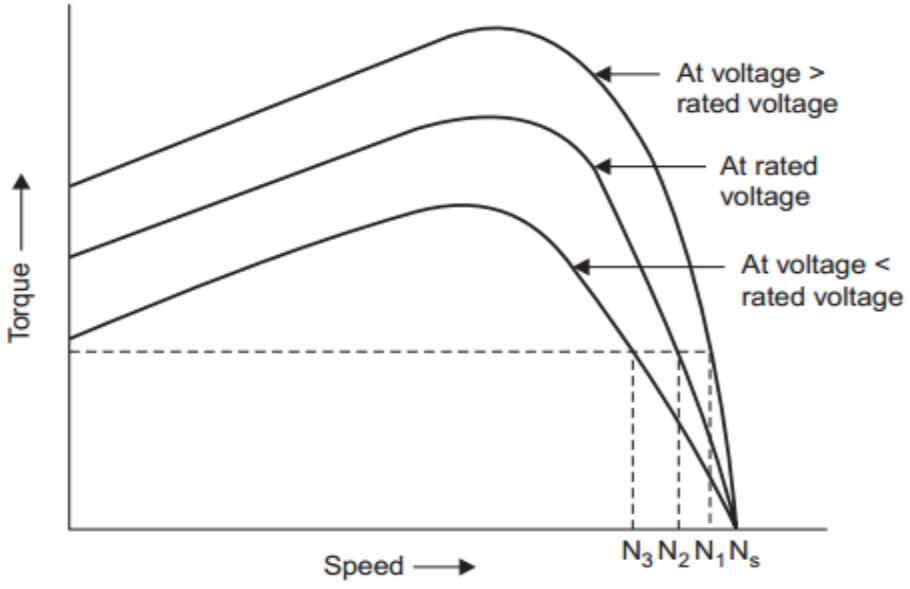
التارة والسير

صندوق التروس

طرق تغير السرعه الميكانيكيه ماقبل مغيرات السرعه

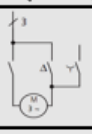
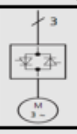
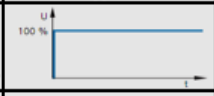
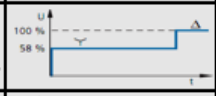
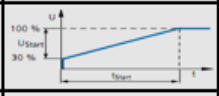
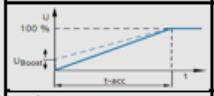
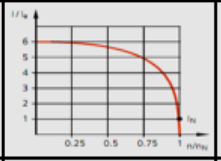
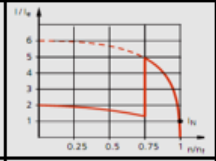
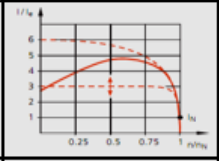
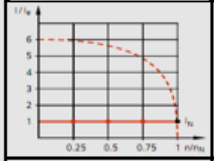
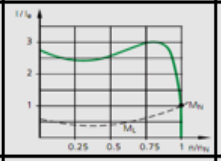
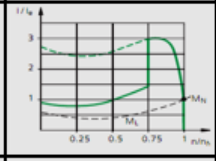
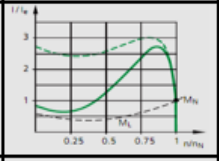
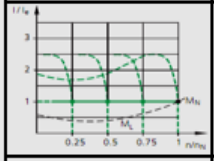
يعتبر 1- صندوق التروس او الجير بوكس احدي اشهر الطرق القديمة لتغيير سرعه محركيعطى سرعة ثابتة وايضا 2- طريقه التارة والسير او v belt من الطرق القديمة لتغيير سرعه محرك

و3-Multi-speed motors موتور متعدد السرعات (دالندر)



.3 Variation of slip with variation of line voltage for an induction motor

مقارنة بين منحنيات طرق بدء المحرك الأستتاجي

	البدء على التيار المباشر	البدء بواسطة نجمة دلتا	البدءالناعم	البدء بمغيرات السرعة
رسم خطى للدائرة				
منحنى الجهد				
منحنى التيار				
القيمة النسبية لتيار البدء	من4 إلى 8 مرات التيار المقنن	من 1.3 إلى 3 مرات التيار المقنن	من 2 إلى 6 مرات التيار المقنن	من 1 إلى 2 مرة التيار المقنن قابلة للضبط
منحنى العزم				
القيمة النسبية لعزم البدء	من 1.5 إلى 3 مرات العزم المقنن	من 0.5 إلى 1 مرة العزم المقنن	من 0.1 إلى 1 مرة العزم المقنن	من 0.1 إلى 2 مرة العزم المقنن
درجة التحميل على المحرك عند البدء	عالى	متوسط	منخفض إلى متوسط	منخفض
الخصائص	يبدأ بعزم أعلى مع تيار أكبر مع أحمال كبيرة	يبدأ بعزم أقل مع تيار منخفض ويتم التحميل الكامل بعد التحول للدلتا	يبدأ بعزم منخفض مع تيار منخفض مع أمكانية ضبط والتحكم في خصائص البدء	يبدأ بعزم أعلى مع تيار منخفض مع أمكانية ضبط والتحكم في خصائص البدء

مقارنه بين طرق البدء المختلفه

إستخدام أجهزة بدء الالكترونية

1. VFD
2. Soft Starter

اولا ال VFD

تعريف الvfd: variable frequency drive هو بادئات التشغيل التحكم في السرعة باستخدام تغيير قيمة التردد ونظرية مغير السرعة تعتمد على التحكم في قيمة تردد التيار الواصل للمحرك وبالتالي يمكن التحكم في سرعته تدريجيا وللاحتفاظ بقيمة قدرة المحرك ثابتة يتغير ايضا فرق الجهد بنفس نسبة تغيير التيار

مميزات مغير السرعة

1. **تتيح التحكم فى سرعة المحرك فتسمح بزيادة او خفض السرعة عن السرعة المقننة**

بالتالى هى تغنى عن صندوق التروس او الجير بوكس gear box والذى يعطى سرعة ثابتة او مدى صغير للسرعة كما تغنى عن التارة اوالسير او v belt

2. **خفض تيار بدء المحرك بالتالى تغنى عن دوائر البدء**

تتيح مغيرات السرعة التحكم فى زمن تسارع وتباطؤ المحرك بالتالى يتم زيادة الجهد والتردد تدريجيا خلال زمن تسارع معين تحدده انت كذلك فى الايقاف يتم خفض الجهد والتردد تدريجيا خلال زمن تحدده انت

النتيجة هى خفض تيار بدء المحرك اقل من التيار المقنن (لان الجهد والتردد يزيدا من الصفر تدريجيا) بالتالى لا تسبب مشاكل للشبكة ولا تسبب انخفاض للجهد لحظة بدء المحرك بالتالى تغنى عن اى دائرة بدء مثل نجمة دلتا او اى دائرة اخرى او حتى اجهزة البدء الناعم.

3. **امكانية التحكم فى زمن التسارع و التباطؤ**

بالتحكم فى زمن التسارع والتباطؤ يقل تيار البدء ايضا تنخفض الاجهدات الميكانيكة على المعدة عنها فى حالة البدء مباشرة حيث يبدء المحرك

بسلاسة ويتوقف بسلاسة ايضا فى حالة الطلمبات يؤدى ذلك لخفض او التخلص من المطرقـــــــه الماء او water hammer وهو الضغط العالى الناتج من التشغيل والفصل المباشر للطلمبة

4. **امكانية التحكم فى تغيير اتجاه المحرك**

كما يمكن تغيير اتجاه المحرك من خلال مغير السرعة دون الحاجة لإضافة دائرة عكس الحركة ولا يتأثر بتبديل الفا ازت لمصدر التيار فبه طرف تشغيل المحرك في اتجاه اليمين وطرف اخر في اتجاه اليسار دون الارتباط بترتيب الفا ازت

5. **امكانية فرملة المحرك**

يمكن ان تقوم مغيرات السرعة بتغذية المحرك بجهد مستمر لزمن معين بغية فرملته وتتيح لك تحديد قيمة الجهد وزمن الفرملة .

يقوم الجهد المستمر بتوليد عزم فرملى فيتوقف المحرك لكن يؤدى ذلك الى ارتفاع درجة حرارة المحرك بالتالى لاتستخدم بصورة متكررة.

مثلا يمكن برمجة نقطة دخل فى مغير السرعة كفرملة ويوصل مفتاح بها -كمفتاح ايقاف فرملى

6. **توفير الطاقة**

بعض مغيرات السرعة بها خيار توفير الطاقة حيث تقوم بقياس تيار المحرك وفى حالة انخفاض الحمل ينخفض التيار فيقوم الجهاز بخفض الجهد بقيمة

معينة بالتالى يتم توفير الطاقة تستخدم فى حالة الطلبمات والمراوح حيث ان القدرة تتناسب مع مكعب

السرعة بالتالى خفض السرعة بمقدار ٠١% يخفض القدرة بمقدار ٣٣%

بالتالى نوفر فى الطاقة هناك طرق اخرى لتوفير الطاقة منها فصل مغير السرعة والتشغيل

المباشر للمحرك Bypass فى حالة كانت السرعة المطلوبة هى ٥٠ هرتز اى السرعة المقننة

7. تحسين كفائة المحرك

يقوم الجهاز برفع معامل قدرة المحرك بسبب المكثف الموجود بالجهاز ، وفى حالة نظام التحكم الاتجاهى نستطيع ان نحصل على اقل تيار للعزم كما نستطيع ان نحصل على العزم المقنن عند السرعات المنخفضة بالاضافة الى دقة السرعة العالية وزمن الاستجابة السريع

8. وجود نظام تحكم مغلق PID

بعض مغيرات السرعة بها نظام تحكم مغلق PID حيث تتيح توصيل اشارةانــالوج خارجية لمغير السرعة وتقوم على اساسها بالتحكم فىسرعة المحرك لا تستخدم للتحكم فى المسافة لان سرعة الاستجابة منخفضة بالتالى

ستكون الدقة منخفضة وغير مجدية تستخدم عادة للتحكم فى الضغط او المستوى او السريان مثلا ، حيث

تكون سرعة الاستجابة المطلوبة مناسبة

9.نقاط الدخل قابلة للبرمجة (بساطة دائرة التحكم ودائرة القدرة)

يوجد بمغيرات السرعة عدد من نقاط الدخل سواء نقاط دخل رقمى اى يتم توصيلها بمفاتيح او نقاط دخل تماثلية مثل نقطة دخل pid

هذه النقاط قابلة للبرمجة بمعنى تستطيع برمجة كل نقطة دخل باى وظيفة تريد مثلا يمكن برمحة نقطة الدخل الاولى كتشغيل/ايقاف للمحرك او كفرملة للمحرك او لعكس سرعة المحرك او لزيادة السرعة او لخفض السرعة او كتشغيل بالسرعة الثابتة الاولى او كتشغيل بالسرعة الثابتة الثانية و بالتالى تكون دائرة التحكم فى المحرك فى حالة مغيرات السرعة من

اسهل ما يكون والاسهل هو تتبع الاعطل مثلا اذا تم برمحة اى نقطة كتشغيل فى اتجاه معاكس بالتالى اذا تم توصيل مفتاح بهذه النقطة وتشغيله سيدور المحرك فى الاتجاه المعاكس دون الحاجة لدوائر عكس الحركة.

10. وجود ريليهات قابلة للبرمجة

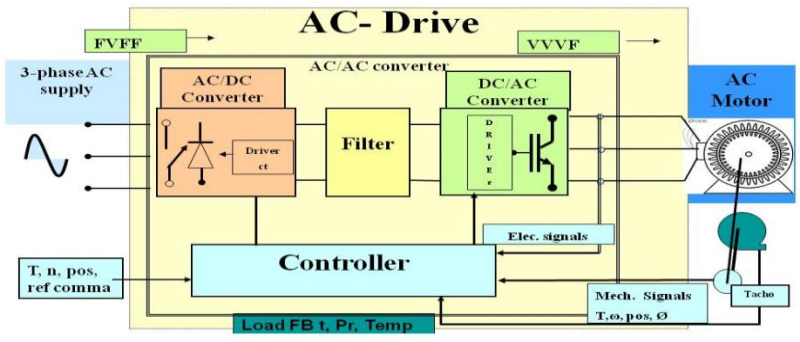
يوجد بمغيرات السرعة نقاط خرج ريلاى قابل للبرمجة حيث يتيح لك الجهاز اختيار وظيفة الريلاى اى متى يغلق الريلاى نقاطه مثلا فى حالة حدوث خطأ-فى حالة حدوث حمل زائد على المحرك .

فى حالة كان الجهاز جاهز للعمل اوانذار علي زياده التيار او انخفاض الجهد - الخ الخ ايضا بعض مغيرات السرعة تتيح لك برمجة الريلاى كريلاى فرامل اى يتحكم فى فتح وغلق فرامل المحرك خصوصا فى حالة الاوباش اقصد الاوناش او المصاعد حيث يمكن للحمل ان يدير المحرك حين تفتح الفرامل

11. حماية المحرك

يقوم جهاز مغير السرعة بحماية المحرك من الحمل الزائد حيث يمكنك من تحديد قيمة الحمل الزائد للمحرك كنسبة من التيار المقنن وسيفصل الجهاز عند الوصول لهذه القيمة وسيظهر لك رسالى خطأ بسبب الفصل بالتالى تغنى عن الاوفرلود, وايضا حماية المحرك من ارتفاع او انخفاض الجهد حيث يقوم الجهاز بقياس الجهد المستمر الموحد ولو انخفض عن الحدود المسموح بها يكون السبب انخفاض جهد المصدر بالتالى يفصل الجهاز ونفس الكلام مع ارتفاع الجهد فهى ستفصل وتحمى المحرك يمكن توصيل حساس حرارة ptc للجهاز لفصل المحرك فى حالة ارتفاع درجة حرارته او حساس حرارة pt 100 لقياس حرارة المحرك بدقة ، ايضا بدون استخدام حساس حرارة يستطيع الجهاز تعيين حرارة المحرك نظريا بدقة اعتمادا على النموذج الحرارلى للمحرك تحمى مغيرات السرعة المحرك من عكس الحركة بسبب انعكاس تتابعالفازات فالطريقة الوحيدة لعكس حركة المحرك هى عكس فازتين من كابل المحرك المتصل بمغير السرعة اما عكس فازتين من تغذية مغير السرعة فليس له اى تأثير حيث ان المرحلة الاولى بالجهاز هى تحويل الجهد المتردد الى مستمر بالتالى لاحاجة لاستخدام ريلاى تتابع الفازات فى حالة وجود مغير السرعة .

رسم توضيحي لمكونات الانفرتر



مبدأ عمل الانفرتر:

هو جهاز الكترونى يستخدم فى التحكم فى سرعة المحركات بالتحكم فى قيمة الجهد والتردد

سرعة المحرك =60*التردد/نصف عدد الاقطاب ، بالتالى سرعة المحرك تتناسب طرديا مع التردد فبزيادة التردد تزيد السرعة وبخفض التردد تنخفض السرعة بخفض التردد تنخفض الممانعة الحثية للملفات 2*pi*f بالتالى سيزيد التيار اذا كان جهد المحرك هو الجهد المقنن ،لذا يتم خفض الجهد بنفس نسبة خفض التردد للحفاظ على التيار

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{\mathrm{p}}$$

السرعة التزامنية

حيث:

NS: السرعة التزامنية

F:التردد

P:عدد ازواج الاقطاب

Fs= Ns. Is

حيث :

Fs : شدة المجال المغناطيسي في العضو الثابت.

Ns : عدد لفات العضو الثابت لكل قطب.

Is : القيمة الفعالة لتيار الوجه في العضو الثابت.

مراحل تكون الانفرتر

الجهاز يتكون من ثلاث مراحل

1. **المرحلة الاولى** قنطرة لتوحيد الجهد المتردد الى جهد مستمر بواسطة قنطرة من الدايود او ثايرستور او الترانزستور IGBT
2. **المرحلة الثانية** تنعيم الجهد المستمر بواسطة مكثف اوملف او كلاهما
3. **المرحلة الثالثة** (العاكس) تحويل الجهد المستمر الى جهد متردد

مرة اخرى بواسطة العاكس (انفرتر) تتكون من ستة ترانزستور من النوع IGBT او موديول واحد يجمع الستة ترانزستور

ملحوظة

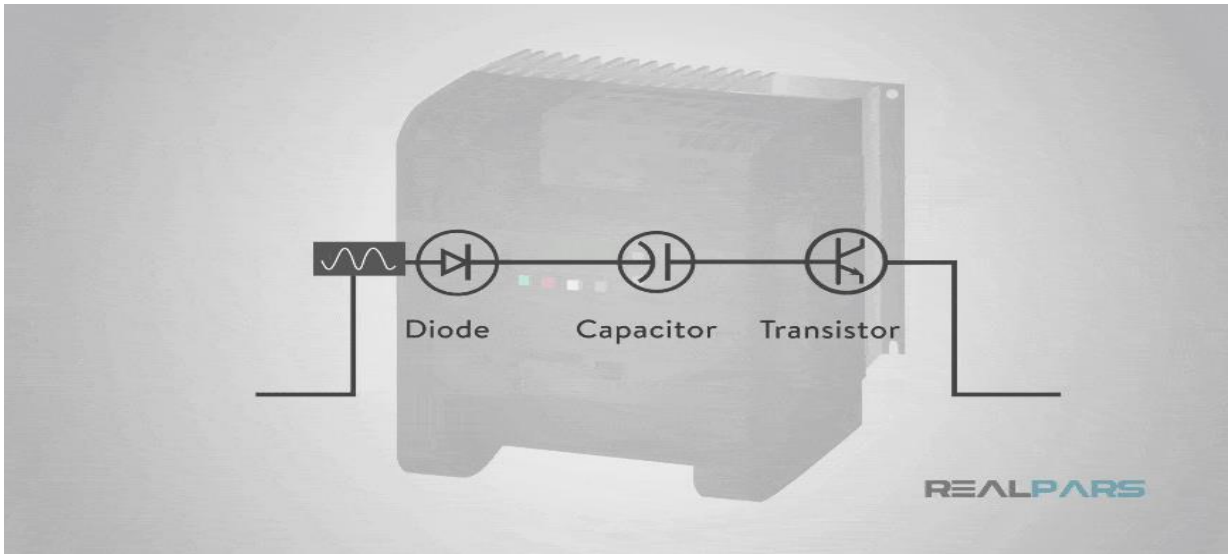
دائرة توحيد الجهد المتردد الى مستمر تسمى دائرة قنطرة او توحيد او بالانجليزية كونفرترconverterاو rectifier

دائرة تحويل الجهد المستمر الى متردد تسمى عاكس او بالانجليزية انفرتر inverter

المراحل المختلفه لمكونات VFD

المرحلة الاولى

قنطرة لتوحيد الجهد المتردد الى جهد مستمر



ذكرنا سابقا ان القنطره من الممكن ان تكون من الدايود او ثايرستور او الترانزستور

عند استخدام **الدايود** كموحد يعنى اننا لانستطيع التحكم فى قيمة الجهد المستمر وذلك يعنى ان الجهد المستمر يصل الى قيمته الاسمى فى زمن صغير

عند استخدام **الثايرستور** كموحد فان كفائة مغير السرعة اعلى منها فى حالة استخدام الدايود كموحد كما ان امكانية التحكم فى زاوية اشعال الثايرستور تعنى التحكم فى جهد الثايرستور تعنى اننا نستطيع زيادة الجهد المستمر dc bus تدريجيا بالتالى نقلل من تيار بدء مغير السرعة

فى حالة كان المصدر مولد كهرباء فمن الهام ضبط منظم السرعة ضرورى جدا فى حالة استخدام مغير السرعة هذا ، واذا وجد مشكلة فى تردد المصدر قد يسبب اشعال خاطىء للثايرستور فيؤدى الى خفض الجهد المستمر dc bus بالتالى تفصل مغير السرعة

يفضل استخدام قنطرة من **الترانزستور** IGBT لتوحيد الجهد المتردد الى مستمر بدلا من قنطرة الثايرستور حيث يتم التحكم فى زاوية التيار لتكون نفس زاوية الجهد بالتالى يكون معامل الازاحة factor displacement بواحد صحيح ايضا يتم التحكم فى شكل موجة التيار لتكون موجة جيبية تقريبا بالتالى يكون معامل القدرة عالى

1. المرحلة الثانية تنعيم الجهد المستمر

يتم استخدام ملف او مكثف او كلاهما للتنعيم حيث يقوم المكثف بالحد من معدل التغير فى الجهد dv/dt يقوم الملف بالحد من معدل التغير فى التيار di/dt

كما ان المكثف يقوم بتنعيم الجهد المستمر الموحد وايضا يقوم بتغذية المحرك بالكيلو فار مما يرفع من معامل القدرة ايضا يقوم بتخزين الكهرباء المرتدة من المحرك ويكون معه دائرة شحن فى حالة قنطرة الدايود

2. المرحلة الثالثة لمغير السرعة

تحويل الجهد المستمر الى متردد متغيرالقيمة والتردد

يتم التحكم فى قيمة جهد خرج مغير السرعة (الجهد المتردد) عن طريق

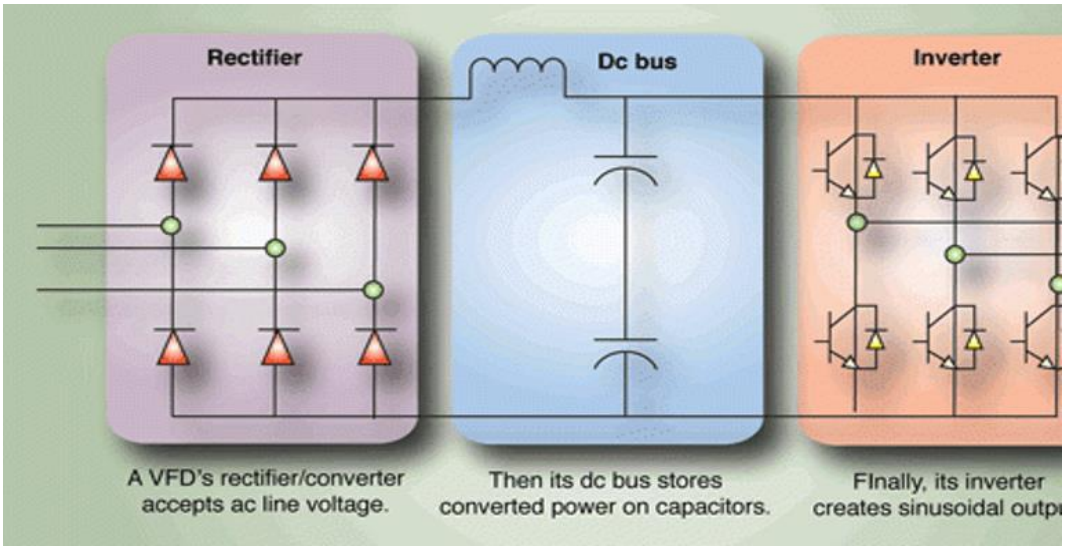
PWM (pulse width Modulation) اى التحكم فى عرض النبضة

(نبضة تشغيل الترانزستور)

يتم التحكم فى زمن تشغيل الترانزستور كنسبة مئوية من الزمن الكلى (الزمن الكلى هو زمن تشغيل الترانزستور+زمن ايقاف الترانزستور) فكلما زاد زمن تشغيل الترانزستور مقارنة بزمن ايقافه زاد جهد خرج الترانزستور

هذا معناه بزيادة زمن تشغيل الترانزستور يزيد الجهد

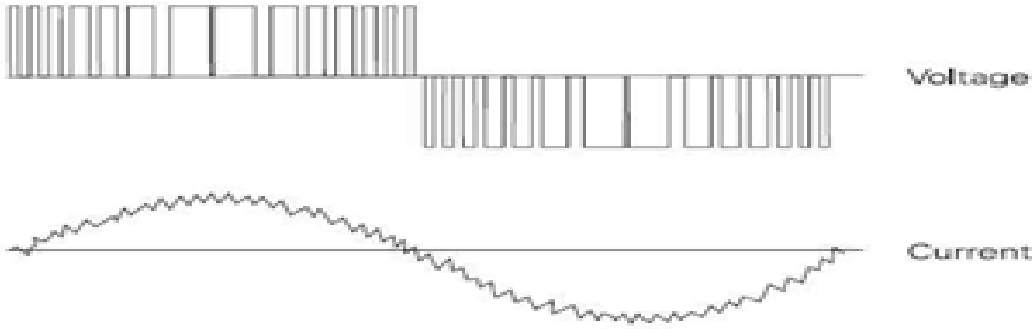
الترانزستور المستخدم فى المرحلة الثالثة يكون من النوع IGBT وذلك لانه يتحمل تيارات كبيرة بالتالى نستطيع استخدامه فى قدرات كبيره ايضا يتحمل ترددات عالية بالتالى نستطيع ان نحصل على موجة جيبية اضف لذلك انه يتم التحكم به بسهولة عن طريق نبضة جهد الى البوابة gtae بالتالى تكون قدرة التحكم منخفضة gate power



شكل ترانسيستورmodule IGBT

يتم التحكم فى **زمن** تشغيل الترانزستور للتحكم فى قيمة **الجهد** للحصول على موجة جيبية

الموجة الناتجة لا تكون جيبية خالصة ولكن تكون بالشكل التالى



نتيجة للتوصيل والفصل السريع للترانزستور يتعرض المحرك لاجهاد عالى على عزل الملفات نتيجة للتغير السريع للجهد **dv/dt**

حيث يكون جهد المحرك عبارة عن **نبضات** من الجهد المستمر قيمتها

٦٣,١*٠٠٤ وزمن النبضة تقريبا ١,٠ ميكرو ثانية بالتالى يكون معدل تغير الجهد على ملفات المحرك تقريبا ٥كيلوفولت/ميكرو ثانية

الجهد المستمر = 1.63 bus dc*جهد المصدر

لذا يجب ان يتحمل عزل ملفات المحرك هذا الاجهاد العالى

بضات الجهد تتحرك فى الكابل بسرعة ١٥٠ متر/ ميكرو ثانية ! هذه السرعة تعتمد على طول الكابل فبزيادة طول الكابل يزيد الزمن وتقل السرعة

اشكال وموديلات VFD المختلفه

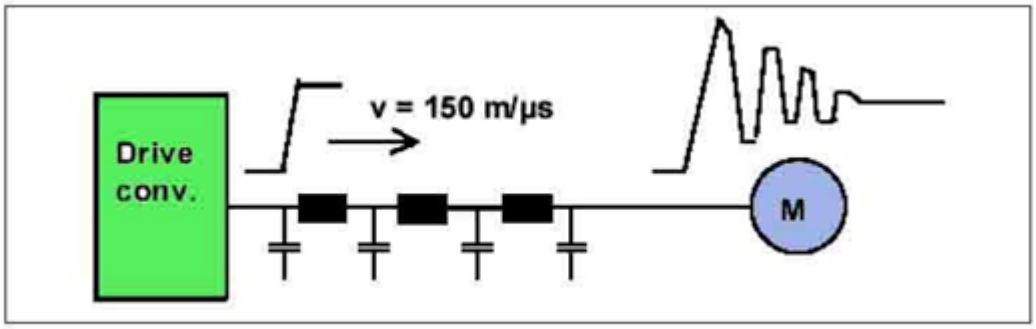


Fig 2

يبين الشكل Fig 2 كيف ان منحنيات العزم/السرعة تنحدر تدريجيا الى اليمين عند زيادة الفولتية و التردد, مما يعطي المحرك بداية ناعمة خلال زيادة السرعة

نظام القدرة الثابتة:

ان بعض التطبيقات يتطلب من المحرك ان يعمل فوق السرعة الاقصة, حيث تتطلب طبيعة هذه التطبيقات عزما اقل عند سرعات عالية, الا انه من المعروف انه لا يمكن زيادة الفولتية اكثر من الفولتية

القادمة من المصدر, و لذلك كان الحل الوحيد زيادة التردد, ان محرك كهربائي يعمل فوق تردده الاقصى سيعمل ضمن نظام القدرة الثابتة, حيث ستبدا نسبة الفولتية الى التردد بالنقصان تدريجيا كما هو مبين

الا انه لا يمكن زيادة سرعة المحرك بزيادة التردد كما نشاء, حيث ان زيادة التردد سيؤدي الى تناقص المجال

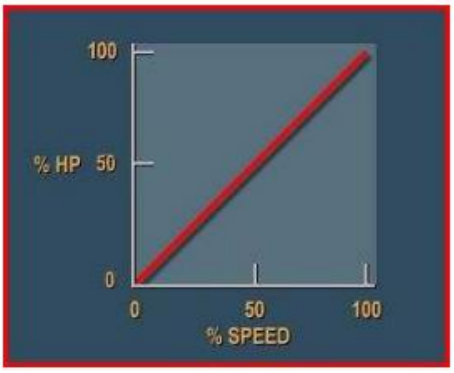
فعلى سبيل المثال محرك يعمل على 60 Hzيمكن ان ينشا 44% من العزم الاقصي على تردد 90 Hzو 25% من العزم الاقصى على تردد 120Hz.

مفاهيم ضروريه

العزم يتناسب طردى مع مربع الجهد

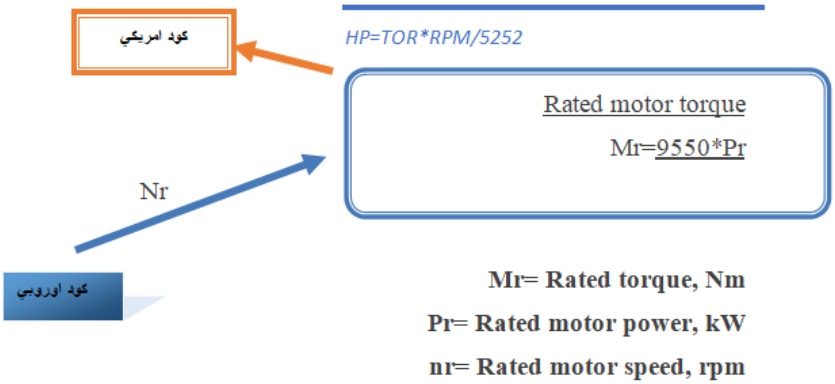
- لو االجهـد اقل 10% العزم يقل 20% مما يسحب تيار عالى وممكن يفصل اوفرلود فى حالة الحمل الكامل
- لو االجهـــــد زاد 10% العزم يزيد 20% مما يؤدى الى اجهادات ميكانيكيه ايضا يزيد التيار بزيادة االجهد ولكن بصورة طفيفة وقد لا يفصل اوفرلود
- زيادة االجهـد يؤدى الى خفض معامل القدرة لزيادة تيار المركبة الغير فعالة نتيجة ترحيل منحنى المغناطيسية والعمل على نقطة التشبع مما يستهلك تيار لا يقابله زيادة فى المجال المغناطيسى وفى
- النهاية يزيد التيار ولكن بصورة اقل منما فى حالة خفض االجهـــد وقد لا يفصل اوفرلود لذا يفضل وجود حماية ضد ارتفاع االجهد
- خفض االجهـــد يزيد من معامل القدرة ويزيد التيار ليعوض خفض االجهـــد لان القدرة ثابتة حتى يزيد التيار عن القيمة المقننة للمحرك

وسيفصل الاوفرلود



العزم يتناسب عكسى مع مربع التردد

3. بالتالى بزيادة التردد يقل العزم وبخفض التردد يزيد العزم



السرعه

لا يفضل زياده السرعه عن السرعه التزامنيه الخاصه بمحرك وذلك لان اغلب المحركات لا تكون متزنه حين تعمل بسرعه اعلي من السرعه التصميميه

مع العلم انه من الممكن زياده السرعه اوتقليل السرعه بنسبه تصل الي 15% **ولكن بالرجوع لكاتالوجات المصنع لمعرفه حدود اقصي واقل سرعه**

السرعة تتناسب طردى مع التردد

4. بالتالى بزيادة التردد تزيد السرعة وبخفض التردد تقل السرعة

عند التشغيل علي سرعات منخفضه يجب مراعة الاتي (VFD Slow Speed/Heating Options)

زياده الهواء الخاص بتبريد المحرك عن طريق مروحه منفصله (Add Pony Motor/Fan) تبريد جبري

استخدام محرك بدرجه عزل اعلي (Use better higher motor insulation)

(Class F, H, N, etc.)

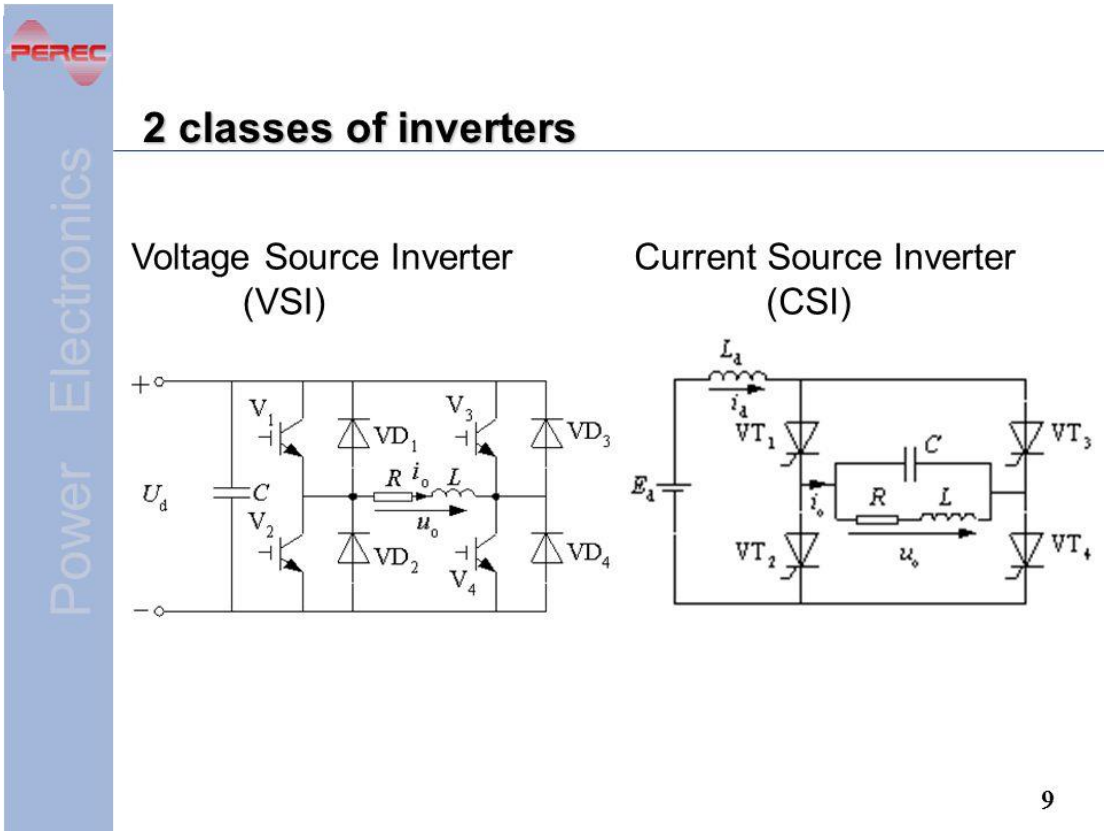
يوصي جميع المصنعين بعدم استخدام محرك مع مغير السرعه بعزل اقل من motor insulation (Class F او اعلي

with the motor manufacturer

- Use only motors with at least heat class F (311°F [155°C] maximum steady state temperature)

تأثير تيار البدءعلي الاحمال الأخري:

مـــن المعلـــوم ان لحظة البدء يسحب المحرك تيار عالى (تقريبا ٦-٧ مرات التيار المقنن) يؤدى لحدوث فقد كبير فى الطاقه وخفض لجهد الشبكه لحظة البدء قد يؤثر على باقى الاحمال فمثلا سترى ارتعاش فى
الاضاءة وربما تؤدى الى مشاكل فى عمل الاجهزة الالكترونية او فى عمل ريليهات وكونتاكتور التحكم (خفض الجهد قد يؤدى لفصل الكويل) او حتى مشاكل فى المحركات الاخرى (خفض الجهد يقلل العزم بالتالى قد تفصل بسبب الحمل الزائد فى حالة كانت تعمل بحمل كامل)



التصميمات المختلفة لمغيرات السرعه

يوجد تصميمين لمغير السرعة

مغير السرعة مصدر للتيار Current source inverter

مغير السرعة مصدر للجهد voltage source inverter

اولا مغير السرعة مصدر للتيار CSI Current source inverter

الدايود يوصل توالى مع الثايرستور حتى يزيد مقدار تحمل الجهد العكسى

يستخدم ملف فى باص الجهد المستمر لتنعيم التيار

- **متي تستخدم CSI**
- **تستخدم فى القدرات العاليه للمحركات الحثية و التزامنية او مع**

الطلمبات الغاطسه لانها تحتاج كابل تغذية طويل مما يسبب جهد عكسى كبير على مغير السرعة

تصمم مغيرات السرعة لمحركات الجهد المستمر كمصدر للتيار

ثانيا مغير السرعة مصدر للجهد VSI voltage source inverter

الدايود توازى مع الترانزستور ويستخدم مكثف لتنعيم الجهد **كفائته عاليه** لان الدايود توازى مع الثايرستور كمان الفقد فى مكثف تنعيم الجهد المستمر DC link اقل من فقد الملف فى حالة CSI

متي تستخدم VSI

تستخدم فى مغيرات السرعة للمحركات منخفضة ومتوسطة القدرة

- لاتستخدم VSIفى التطبيقات التى تطلب مسافه كبيره بين جهاز مغير السرعة والمحرك لانها قد تؤدى الى جهد عالى على المحرك وتحرقه..

التحكم فى سرعة المحرك

كما ذكرنا سابقا ،

سرعة المحرك التزامنية اى سرعة المجال الدوار = 60*التردد/ نصف عدد الاقطاب (لفة/دقيقة) وهى سرعة ثابتة

السرعة التزامنية=3000/نصف عدد الاقطاب (التردد 50 هرتز)

السرعة الفعلية للمحرك تكون اقل من السرعة التزامنية بمقدار معامل الانزلاق والذى يساوى تقريبا 5%

عدد الاقطاب	٢ قطب	٤ قطب	٦ قطب	٨ قطب
سرعة المحرك التزامنية	3000	1500	1000	**750**
السرعة الفعلية	**2850**	**1425**	**950**	**712**

ما اقصى تردد لمغير السرعة ؟

بعض مغير السرعة اقصى تردد لها 150 هرتز والبعض الاخر 400 هرتز والبعض الاخر 600 هرتز مع العلم ان اغلب التطبيقات لا تطلب سرعة اكبر**من ضعف السرعة المقننة اى 100 هرتز**

ما اقصى سرعة للمحرك؟

اقصى سرعة للمحرك ٢ قطب هى ضعف السرعة المقننة اى 100 هرتز ولايفضل تشغيله باعلى من هذه السرعة لاعتبارات ميكانيكية حيث ان رومان البلى غير مصمم للعمل على سرعة اكبر من ذلك ،ايضا هناك اعتبارات كهربية حيث يزيد الفقد وتنخفض القدرة والعزم بصورة كبيرة حيث ان عزم المحرك وقدرته ينخفضا بزيادة السرعة عن السرعة المقننة

لما نقوم بتثبيت الجهد فى السرعات الاعلى من السرعة المقننة؟؟

مغيرات السرعة لاتستطيع ان تعطى جهد خرج اكبر من جهد الدخل بمعنى لو جهد الدخل 380 فولت يكون اقصى جهد خرج هو الاخر 380 فولت

هل يمكن تشغيل المحرك باعلى من سرعته المقننه وبعزم كامل؟

نعم يمكن ذلك بزيادة الجهد بنفس نسبة زيادة التردد حتى 87 هرتز او بزيادته بمقدار 30% عند ضعف السرعة اى عند 100 هرتز ولكن لابد من الرجوع الي كاتاولجات المصنع للتاكد من قدره المحرك العمل عند سرعات اكبر من المقنن

ما اقل تردد لمغير السرعة؟

اقل تردد هو 0.5هرتز (فى حالة التحكم الاتجاهى فان العزم يكون عالى) لكن العزم سيكون منخفض للمحرك فى حالة التحكم القياسى لذا يكون اقل تردد فى حدود ٤ هرتز

فى حالة التحكم القياسى - طبقا لعزم الحمل- مع العلم اذا تم تشغيل المحرك باستمرار باقل من نصف السرعة المقننة (اى باقل من 25 هرتز) يتم تخفيض قدرة المحرك (اى يجب استخدام محرك اكبر فى القدرة) او يتم استخدام **تبريد جبرى للمحرك** اى اضافة محرك اخر بمروحة لتبريد المحرك

ماهو الافضل استخدام محرك سرعته اكبر من السرعة المطلوبة وخفض سرعته بواسطة مغير السرعة ام استخدام محرك سرعته اقل من السرعة المطلوبةوزيادةالسرعةبواسطةمغيرالسرعة؟

الافضل بلاجدال استخدام محرك سرعته اكبر ونخفض السرعة باستخدام جهاز مغير السرعة حيث يكون اداء المحرك افضل وعزمه يكون اكبر بالاضافة الى ان الاجهادات الكهربية على عزل المحرك تكون اقل! وفى هذه الحالة تكون قدرة جهاز مغير السرعة نفس قدرة المحرك

هل يمكن استبدال صندوق التروس gear box واستخدام جهاز مغير السرعة؟

يمكن ذلك ولكن يجب ان يتم استبدال المحرك بمحرك اخر قدرته اكبر بمقدار النسبة بين سرعة المحرك وسرعة صندوق التروس

مثلا لو محرك 1500 لفة فى الدقيقة يعمل على صندوق تروس 300 لفة فى الدقيقة فيجب اختيار محرك قدرته اكبر بمقدار/ بمقدار ٥

مرات!! لان صندوق التروس يزيد العزم بمقدار 300/1500 اى بمقدار خمس مرات

هل يمكن تشغيل مغيرات السرعة ثلاثية الاوجه على مصدر احادي الوجه ؟

جميع مغيرات السرعة الثلاث اوجه 220 فولت مصمه للعمل كوجه واحد L-N لكن جهد الخرج يساوى جهد الدخل اى 220 فولت مغيرات السرعة الثلاث اوجه 380 فولت غير مصممة للعمل على وجه واحد L-N

هل اعاده ضبط اعدادات مغير السرعة صعبه ؟

فى التحكم التقليدى لتغيير وظيفة الدائرة يجب عمل الكثير من التعديلات على التوصيلات مما ينتج عنها حدوث اخطاء والتكلفة عالية اما فى حالة مغير السرعة فلتغير طريقة التحكم يمكن تغيير اعدادات الجهاز بكل سهولة سواء بضبط الاعدادات بواسطة شاشة الجهاز او بواسطة جهاز حاسب الى يتم ربطه بالجهاز باستخدام شبكة rs232 او اى شبكة اخرى ايضا بعض انواع مغيرات السرعة تتيح نسخ الاعدادات من جهاز لاخر بواسطة الشاشة

نسخ اعدادات مغير السرعة الى الشاشة فى حالة وجود اكثر من مغير السرعة له نفس الوظيفة والاعدادات والحاجة الى تركيب مغير السرعةجديد -بدل اخر احترق مثلا- فلا حاجة لتصفح مغير السرعة الاخر ونقل الاعدادات لورقة خارجية ثم اعادة ادخال الاعدادات الى مغير السرعة الجديد فكل ما

عليك هو نسخ اعدادات مغير السرعة الى الشاشة ثم فك الشاشة وتركيبها على مغير السرعة الجديد ونسخ الاعدادات من الشاشة لمغير السرعة طبعا لازم يكون مغير السرعة نفس الموديل

الانكودر

جهاز يستخدم لتحديد سرعة المحرك او لتحديد المسافه التى تحركها

عنصر ما وليكن زجاجه على سير كهربى ويستخدم ايضا مع مغير السرعه لمحركات التيار المتردد كفاءة المحرك

يقوم الانكودر باعطاء عدد معين من النبضات الكهربيه pulses لكل دوره دوران للاكس المحرك بالتالى اذا تم قياس عدد النبضات فى الثانية وقسمتها على عدد النبضات فى اللفة(مسجلة على الانكودر) سنحصل على عدد اللفات فى الثانية اضربها فى 60 تحصل على عدد اللفات فى الدقيقة اى سرعة المحرك

عباره عن دايود يرسل ضوء واخر يستقبل الضوء من خلف قرص به عدد معين من الفتحات (عدد النبضات فى الدوره) هذا القرص يدور مع اكس المحرك بالتالى يمكن تحديد عدد لفات اكس المحرك وايضا يمكن تحديد جزء من اللفه (اللفه تساوى مثلا 400 نبضه) يعنى نصف لفه يبقى 200 نبضه وهكذا بالتالى يمكن تحديد موضع اكس المحرك اى موضع اقطاب العضو الدوار

انواعه

١. انكودر تصاعدى incremental encoder

انكودر مطلق absolute encoder

الانكودر الضوئى optical encoder

الانكودر المغناطيسى magnetic encoder

طرق تركيب الانكودر علي الموتور

تعتمد على نوع شافت الانكودر المطلوب

- مصمت : يجب تحديد قطر الشافتالخارجى
- مفرغ : يجب تحديد قطر الشافت الداخلى

اشكال وطرق تركيب الانكودر علي الموتور

توصيف واختيار وتوصيل مغيرات السرعه

- سماحية الجهد..... +/- %
- سماحية التردد ..... +/- %
- اقصى درجة حرارة .....درجة مئوية
- الحمل الزائد %..... لمدة دقيقة
- معامل القدرة ٥٩,٠ والكفاءة ٧٩,٠
- انظمه للتحكم (خطى-منحنى-تحكم اتجاهى-تحكم فى العزم)
- تردد مغير السرعة ..... -كيلو هرتز والافتراضى هو ٨ كيلو هرتز
- عدد السرعات الثابتة
- نقاط دخل قابلة للبرمجة pnp or NPN (اى تكون النقطة مفعلة لو
- وصلت بموجب ٤٢ فولت او بصفر فولت)
- ريلاى قابل للبرمجة (نقطة مفتوحة ومغلقة)

- التشغيل المباشر Internal Bypass
- نقاط دخل تماثلى انالوج
- نقطة دخل تماثلى للحرارة PTC
- نقاط خرج تماثلى
- منفذ اتصالات rs485
- الفرملة بالتيار المستمر
- اعلى سرعة ٠٥٦ هرتز
- امكانية التشغيل على الطاير واعادة التشغيل التلقائى
- نظام تحكم مغلق PID باستخدام اشارة تماثلية مرجعية ونظام
- توليف الى auto tune
- تشغيل يدوى / ألى
- مخصصة للاستخدامات العامة اوتطبيقات خاصه مثل طلمبات ,HVAC او مصاعد واوناش

اختيار قدرة مغير السرعة

قدرة مغير السرعة يجب ان تساوى قدرة المحرك على الاقل او تزيد عنه في بعض التطبيقات عادة يحدد دليل المستخدم اقصى قدرة للمحرك يمكن توصيلها على مغير السرعه واحيانا يكون هناك قدرتين قدرة محرك منخفضة فى حالة احمال العزم الثابت وقدرة محرك اعلى فى حالة احمال العزم المتغير مثل الطلمبات لانها ذا عزم زائد منخفض

جهد المحرك

جهد المحرك يجب ان يساوى جهد دخل مغير السرعة -او اقل منه

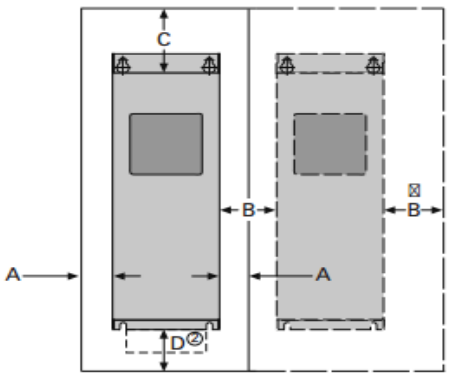
مواصفات مكان تركيب جهاز مغير السرعة

اشتراطات اماكن تركيب مغير السرعة

- يجب مراجعة دليل مستخدم الجهاز لمعرفة الاجراءات المطلوبة
- لاتقم بتركيب الجهاز فى مكان معرض **للاهتزازات** الدائمة

- لاتقم بتركيب الجهاز فى مكان معرض لاشعة الشمس المباشرة او الحرارة العالية او الرطوبة العالية او الغبار والاتربة والجسيمات الغريبة او الفيبر والالياف او الشظايا المعدنية...
- التاكد من IP اللوحات الموجود الانفرتر بداخلها لمنع دخول امطار والتاكد من تامين دخول الكابلات بجلاندات
- يجب تركيب مغير السرعة بصورة راسيه وليست افقية! كما يجب ان يكون هناك مسافة كافية لضمان تبريد مغير السرعة في حاله اكثر من مغير سرعه
- فى حالة التطبيقات التى تؤدى لوجود غبار او الياف او فيبر فى الهواء يجب استخدام نوع خاص من مغير السرعة حيث يكون مغلق وبلا مروحة تبريد لضمان عدم دخول جسيمات غريبة (مثال مغير السرعةدلتا موديل vfd-E-P) وفى هذه الحالة يمكن اضافة نظام تبريد هوائى لتبريد ال heat sink الخاص بمغير السرعة باستخدام مروحة وفلتر هواء ومسار خاص
- عند فصل مغير السرعة يجب الانتظار **٥ دقائق للتاكد من تفريغ شحنة المكثف** قبل العمل فى مغير السرعة (فك او تركيب اطراف المحرك) او قم بقياس الجهد DC bus اى بين B+ & B- يجب ان يكون صفر تقريبا
- يتم حساب CB والكونتاكتور على اساس 1.7 تيار مغير السرعة
- لا يجب تشغيل مغير السرعة مباشرة اذا تم تخزينه لفترة اكبر من سنة ، لذا يجب مراجعة دليل مستخدم الجهاز لمعرفة الاجراءات المطلوبة

Figure 17. Mounting Space



المساحات الداخليه بين المكونات وحساب التشتت الحراري

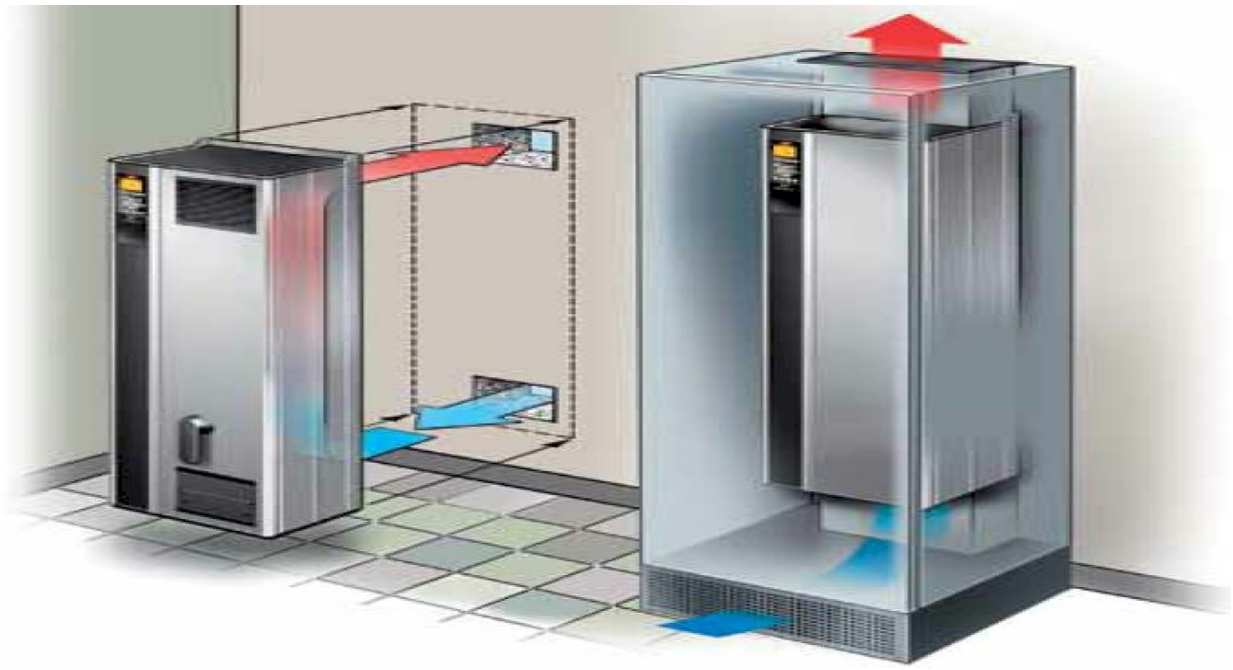


Table 8. Space Requirements for Mounting the H-Max Series VFD and Airflow

Frame Size	Line Voltage	hp (VT)	kW [1]	Amperes	A [2] in (mm)	B [2] in (mm)	C in (mm)	D in (mm)
FS4	230V	0.75–4	0.55–3.0	3.7–12.5	0.8 (20)	0.8 (20)	3.9 (100)	3.0 (50)
	480V	1.5–7.5	1.1–5.5	3.4–12				
FS5	230V	5–10	4–7.5	18–31	0.8 (20)	0.8 (20)	4.7 (120)	2.4 (60)
	480V	10–20	7.5–15	16–31				
	600V	3–10	—	3.9–11				
FS6	230V	15–20	11–15	48–62	0.8 (20)	0.8 (20)	6.3 (160)	3.1 (80)
	480V	25–40	18.5–30	38–61				
	600V	15–30	—	18–34				
FS7	230V	25–40	18.5–30	75–105	0.8 (20)	0.8 (20)	9.8 (250)	3.9 (100)
	480V	50–75	37–55	72–105				
	600V	40–60	—	41–62				
FS8	230V	50–75	37–55	140–205	0.8 (20)	0.8 (20)	11.9 (300)	6.0 (150)
	480V	100–150	75–110	140–205				
	600V	75–125	—	80–125				
FS9	230V	100–125	75–90	261–310	0.8 (20)	0.8 (20)	13.8 (350)	7.9 (200)
	480V	200–250	132–160	261–310				
	600V	150–200	—	144–208				

الجدول يوضح المسافات المطلوبه للمحافظه الحراره

التشتت الحراري ومسار الهواء

Deratingمعدل التخفيض في القدره

عند العمل ارتفاعات عاليه او درجات حراره عاليه اعلي من 40 درجه يجب ان يحدث Derating للتيار الاقصي الذي يتحمله السوفت ويكون التخفيض بناء علي كاتالوج المصنع

التوافقيات والبوادئ الالكترونيه

of deviation from a a measure of the amount:Harmonic distortion is
pure sinusoidal wave form

considered a that can be caused by a non-linear load a **VFD** is
non-linear load

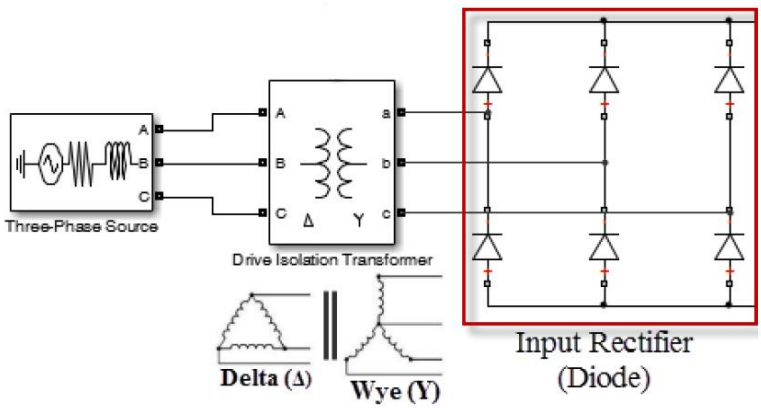
التوافقيات هي جهود وتيا ارت غير مرغوبة وهي عادة عبارة عن مضر وب التردد الأساسي للموجة الجيبية. والتوافقيات تكون التوافقية الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة وتسبب هذه التوافقيات حرارة ازئدة في المحركات والكابلات وغيرها وربما تقلل من العمر الافت ارضي للمعدات لو تركت لفت ارت طويلة، كذلك يمكن ايضا ان **تسبب التوافقيات افساد بعض وظائف الاجهزة والدوائر الالكترونية**.

التوافقيات غالبا تأتى من المصدر وكذلك تأتى من بعض العناصر مثل الاعاقة impedance في الشبكة المغذية محركات ومكثفات وغيرها بمعنى اخر ظاهرة مركبة من كل العناصر السابقة

الانفرتر يعتبر من مصادر التوافقيات لا تنشأ التوافقيات من **البادئ الناعم**

لا تنشأ التوافقيات من **البادئ الناعم** ولكن قد تؤثر على عمله ، ويكون هناك حاجة لفلتر لإ ازلة هذه التوافقيات وفي اجهزة البادئات الناعمة المعتمدة والجيدة تكون فيها دوائر حماية للحماية من هذه التوافقيات.

والحل اما محول عزل او فلاتر



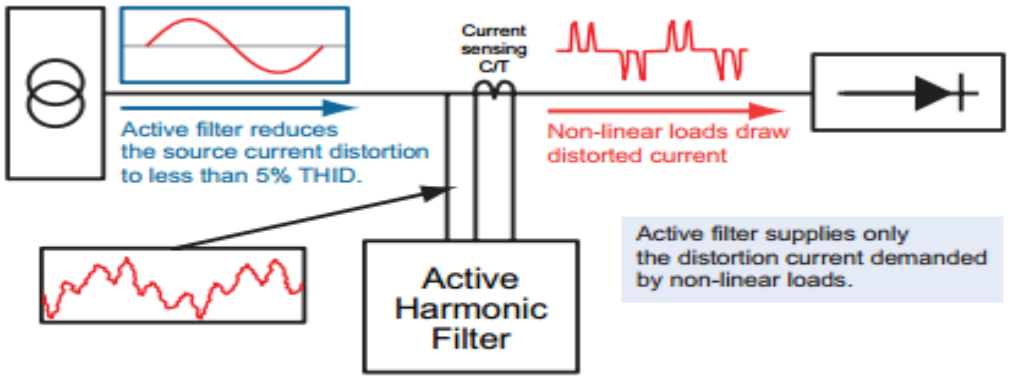


Figure 15 - active filter

أنواع الفلاتر:

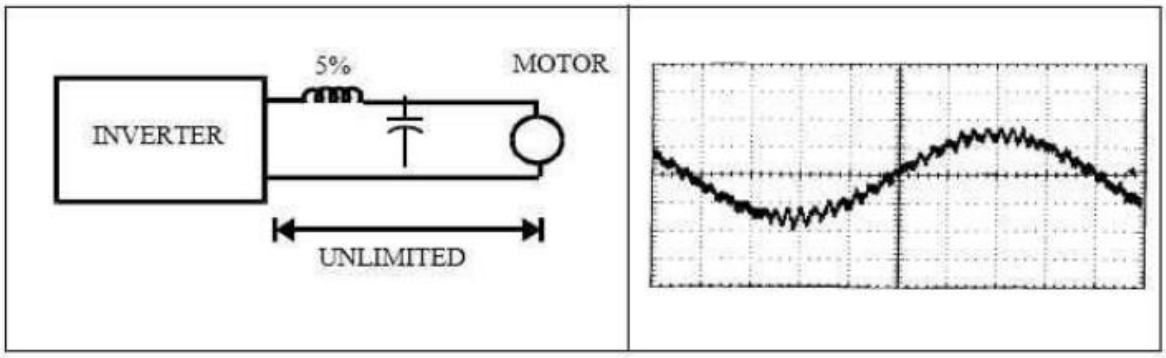
(1) المعاوقة التعويضية :

مبدئيا من المعروف انه فى الكابلات اذا تساوت معاوقى الكابل مع معاوقة الحمل فلا توجد هناك اى موجات منعكسة. ولكن كيف يمكن تحقيق ذلك؟ .. نظريا هي وضع معاوقة بالتوازى مع المحرك لتحقيق التوازن بين معاوقة الخط ومعاوقة المحرك. ولكن عمليا هناك صعوبة فى وضع هذه المعاوقة على اطراف المحرك ولذلك الاختيار الثانى فى وضع هذه المعاوقة بعد خرج الانفرتر مباشرة هو الاوقع.

(2) المرشح الجيبى :

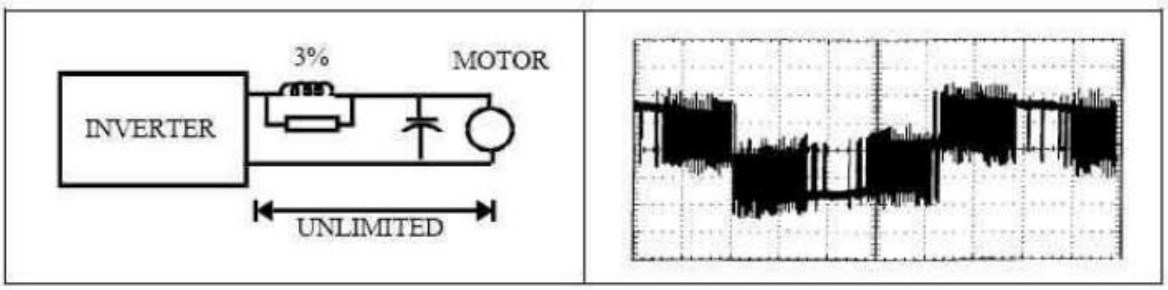
الطريقة الثانية وهي ما يسمى low pass sine wave filter وتتكون من مفاعلة حثية reactor ومفاعلة سعوية .capacitor imp على اطراف الانفرتر .كما في الشكل التالي

وبتركيب هذا الفلتر يمكن الحصول على جهد بعد الفلتر كما هو موضح بالشكل ويقارب جدا الشكل الجيبي.



(3) المرشح ذو الممانعة الحثية:Reactor :

الطريقة الثالثة هى استخدام reactor فقط بالتوالى مع اطراف الانفرتر ويوضح الشكل التالي طريقة التوصيل والجهد بعد الفلتر .ويلاحظ ان موجة الجهد بدات تتأثر بتأثير . PWM ويكون زمن ارتفاع الجهد اكبر من 4 ميكروثانية وهذا مستحب جدا



(4) مرشح ذو snubber للترددات العالية :

الطريقة الرابعة هي وضع ما يسمى high frequency snubber كما هو موضح بالشكل وتتكون من reactor بالتوازى مع مقاومة ومكثف توازى. ويكون زمن ارتفاع الجهد اكبر من 2 ميكروثانية ويكون اقصى تردد تقطيع ل PWM هو 3.75 KHz ولا يكون هناك حظر على طول الكابل.

توصيلات القدرة والتحكم لجهاز مغير السرعة

توصيل التغذية

- يتم توصيل مصدر الكهرباء ثلاثى الاطوار الى النقاط L1-L2-L3 بالجهاز ثلاثى الاطوار 380 فولت
- يتم توصيل مصدر الكهرباء احادى الطور (L-N) الى النقاط L1-L2 بالجهاز ثلاثى الاطوار 220فولت
- يتم توصيل مصدر الكهرباء احادى الطور (L-N) الى النقاط L-N بالجهاز احادى الطور 220فولت

- حيث ان اى جهاز مغير سرعة ثلاثى الاطوار 380 فولت يوصل فقط بمصدر ثلاثى الاطوار اى ثلاثة فاز 380فولت

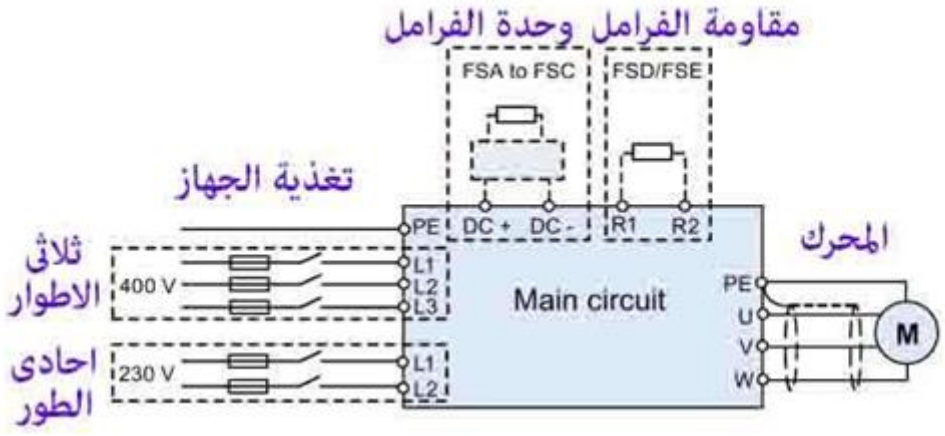
اذا تم توصيل الكهرباء بالخطأ الى خرج مغير السرعة اى مكان تركيب المحرك اى U-V-W بدلا من L1-L2-L3وتم توصيل الكهرباء سيحترق الجهاز

فى **القدرات الصغيرة** يكون نقاط تغذية الجهاز من **اعلى** ونقاط توصيل المحرك من **اسفل** ،

لكن فى القدرات الاكبر تكون نقاط التغذية ونقاط المحرك من **اسفل** لذا يجب الحذر ترتيب فازات **تغذية** الجهاز **لايؤثر** على اتجاه دوران المحرك

توصيل المحرك

يتم توصيل ثلاث اطراف المحرك ب U-V-W بمغير السرعة ترتيب توصيل اطراف المحرك بالجهاز **يؤثر** على اتجاه الدوران



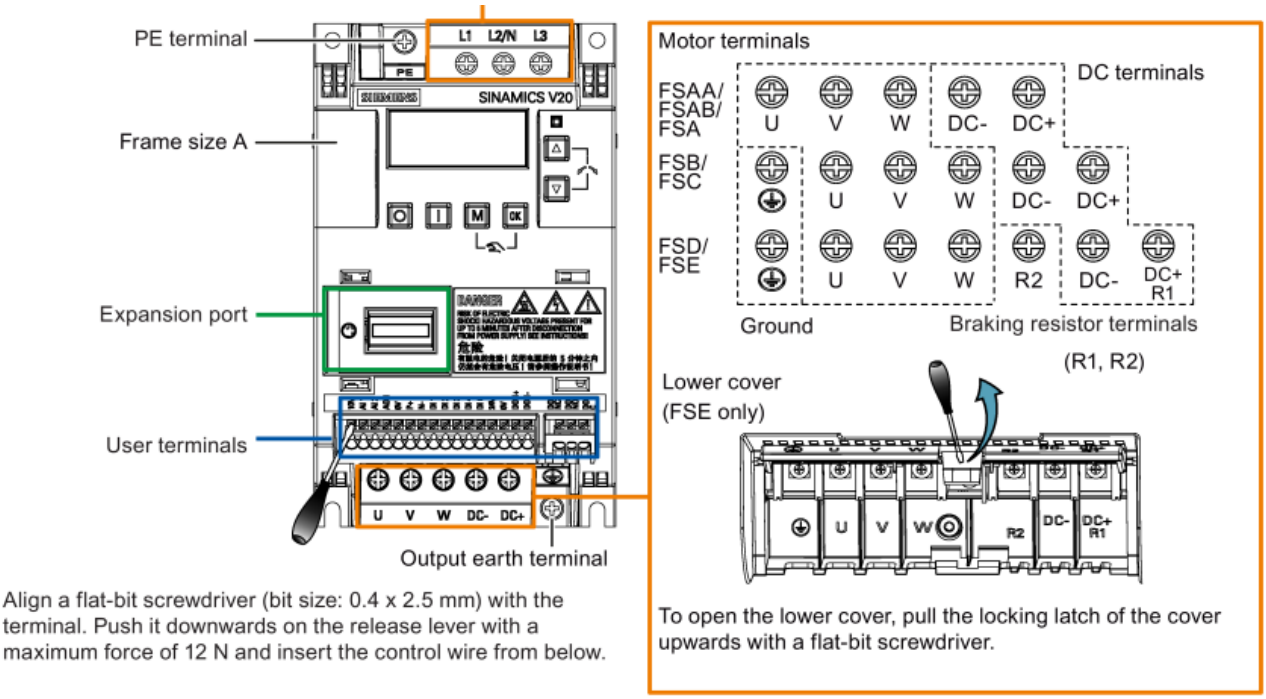
توصيل مقاومة الفرامل

لاتوصلال RESISTOR BRAKING على موجب وسالب الجهاز مباشرة DC BUS

توصل بين نقطتين محددتين حيث يوجد ترانزستور بداخل الجهاز مسئو عن

سيمنس SINAMIC V20

توصيلها وفصلها بالجهد المستمر dc bus اذا تم توصيلها على موجب وسالب الجهاز BUS DC فستؤدى لحدوث فقد كبير فى القدرة وانخفاض كبير للجهد المستمر d bus



انواع نقاط تحكم الموجوده في اي مغير سرعة

١. نقاط دخل رقمى digital input

٢. نقاط دخل تماثلى analog input

٣. نقاط خرج رقمى digital output

٤. نقاط خرج تماثلى analog output

اولا نقاط الدخل الرقمى

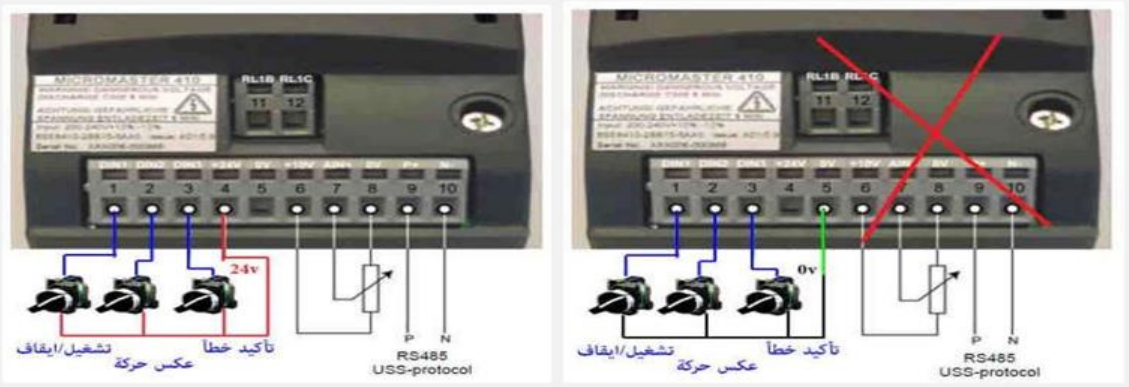
تستخدم هذه النقاط للتحكم فى المحرك كتشغيل وايقاف وعكس حركة وزيادة سرعة او خفض سرعة او فرملة او او توصل هذه النقاط بمفتاح ويكون لكل نقطة رمـــز معين ويتم تغيير القيمة المخزنة فى هذا كود الرمز لتغيير وظيفة نقطة الدخل

طريقة توصيل نقاط الدخل الرقمى

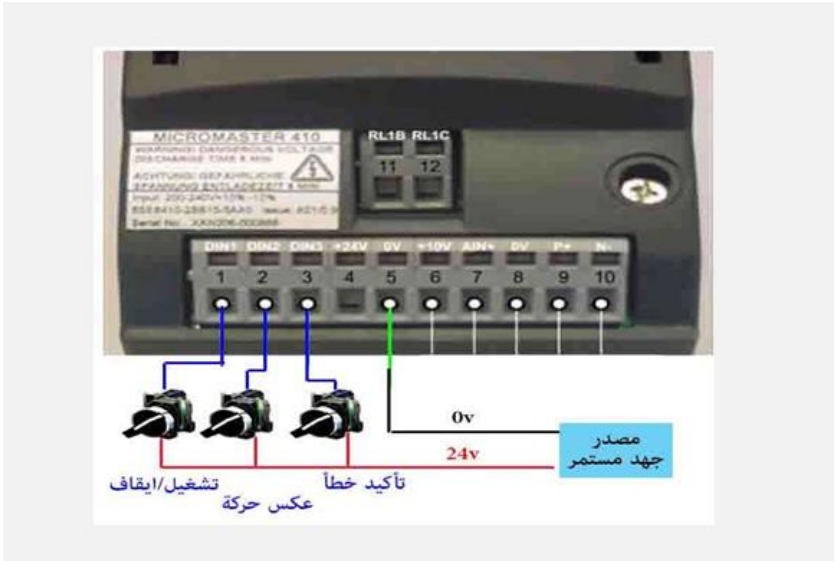
Pnp or source تعمل النقطة اذا تم توصيل ٢٤ فولت اليها

NPN or sink تعمل النقطة اذا تم توصيل صفر او com اليها

INTERNAL POWER SUPPLY



EXTERNAL POWER SUPPLY



فى حالة استخدام مصدر جهد مستمر خارجى

PNP: فى حالة استخدام مصدر ٤٢ فولت خارجى يجب توصيل صفر او com المصدر الخارجى بصفر او com مغير السرعة (النقطة 8) لانها متصلة بالطرف المشترك لنقاط الدخل

NPN : فى حالة استخدام مصدر ٤٢ فولت خارجى يجب توصيل ٤٢ فولت المصدر الخارجى ب ٤٢ فولت مغير السرعة (النقطة ٨) لانها متصلة بالطرف المشترك لنقاط الدخل

تغيير وظيفة نقاط الدخل او نقاط التحكم

يمكن تغيير وظيفة اى نقطة دخل فى مغير السرعة كل نقطة دخل لها رمز خاص بها بتغيير قيمة هذا كود الرمز تتغير وظيفة

النقطة P0701 كود الرمز هذا يحدد وظيفة نقطة الدخل الاولى

P0702 كود الرمز هذا يحدد وظيفة نقطة الدخل الثانية

P0703 كود الرمز هذا يحدد وظيفة نقطة الدخل الثالثة

p0701=1 اى وظيفة النقطة الاولى هى **التشغيل والايقاف**

p0702=12اى وظيفة النقطة الثانية هى **عكس الحركة**

p0703=9 اى وظيفة النقطة الثالثة هى تاكيد **reset**

وهكذا.....

يمكن تغيير وظيفة اى نقطة بتغيير القيمة المسجلة فى كود الرمز الى قيم اخري تبعا لكاتالوج المعده لتتغيير وظيفتها

البرمجه الممكنه لنقط الدخل digital input في انفيرتر سيمنس سينامك

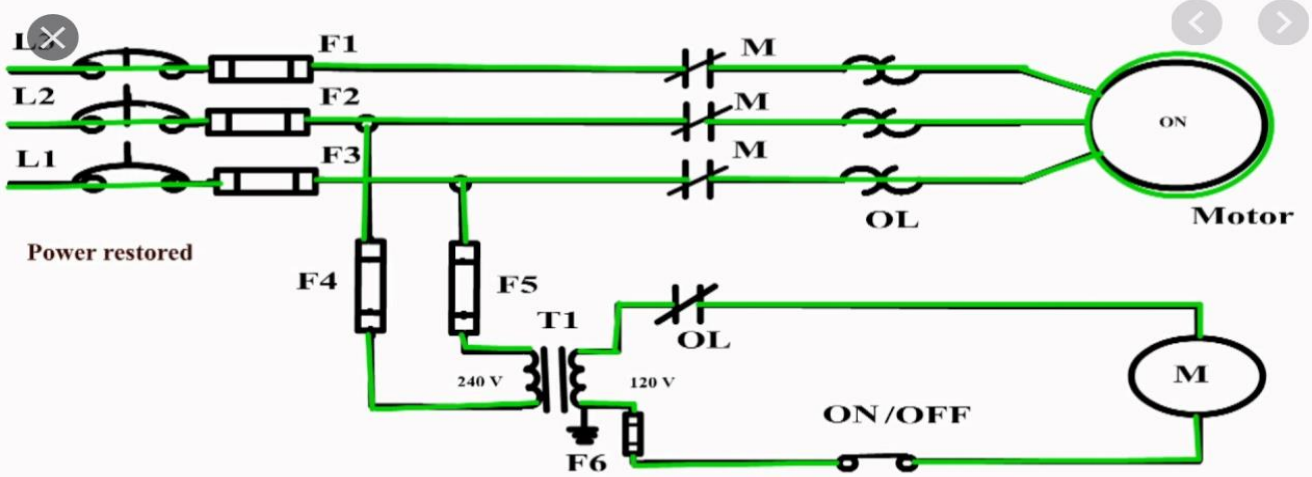
Parameter	Function	Range	Factory default	Can be changed	Scaling	Data set	Data type	Acc. Level
Note:	RS485 also supports MODBUS protocol as well as USS. All USS options on RS485 are also applicable to MODBUS.							
P0701[0...2]	**Function of digital input 1**	0 - 99	0	T	-	CDS	U16	2
	Selects function of digital input 1.							
	0	Digital input disabled						
	1	ON / OFF1						
	2	ON reverse / OFF1						
	3	OFF2 - coast to standstill						
	4	OFF3 - quick ramp-down						
	5	ON / OFF2						
	9	Fault acknowledge						
	10	JOG right						
	11	JOG left						
	12	Reverse						
	13	MOP up (increase frequency)						
	14	MOP down (decrease frequency)						
	15	Fixed frequency selector bit0						
	16	Fixed frequency selector bit1						
	17	Fixed frequency selector bit2						
	18	Fixed frequency selector bit3						
	22	QuickStop Source 1						
	23	QuickStop Source 2						
	24	QuickStop Override						
	25	DC brake enable						
	27	Enable PID						
	29	External trip						
	33	Disable additional freq setpoint						
	99	Enable BICO parameterization						
Dependency:	Resetting 99 (enable BICO parameterization) requires: • P0700 command source or • P0010 = 1, P3900 = 1, 2 or 3 (quick commissioning) or • P0010 = 30, P0970 = 1 factory reset in order to reset							
Note:	"ON / OFF1" can only be selected for one digital input (e.g. P0700 = 2 and P0701 = 1). Configuring DI2 with P0702 = 1 will disable digital input 1 by setting P0701 = 0. Only the last activated digital input serves as a command source. "ON / OFF1" on a digital input can be combined with "ON reverse / OFF1" on another digital input.							
P0702[0...2]	**Function of digital input 2**	0 - 99	0	T	-	CDS	U16	2
	Selects function of digital input 2. See P0701.							
P0703[0...2]	**Function of digital input 3**	0 - 99	9	T	-	CDS	U16	2
	Selects function of digital input 3. See P0701.							

Difference between 2wire and 3 wire control

عدد اطراف التحكم wire methods

هناك رمز معين يحدد عدد اطراف التحكم **طرفين** ام **ثلاث** اطراف

1. **طرفين تحكم (٢ مفتاح سلكتور)**

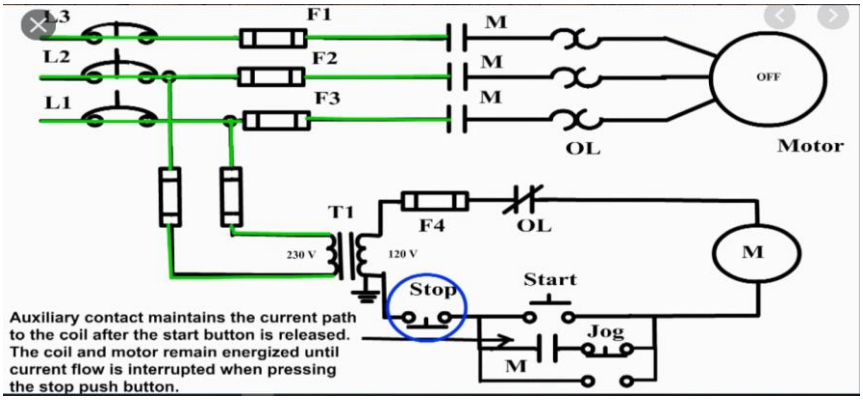


2 wire control systems can be extremely dangerous in places where the equipment (for example a conveyor) that starts automatically is surrounded by people. Therefore, 2 wire control system can be used for remote or unreachable installations.

بمعنـي اشارة تشغيل وايقاف، واشارة لعكس الاتجاه او اشارة تشغيل وايقاف يمين واشارة تشغيل وايقاف يسار(عكس حركة بطـيء) اى اذا كان مفتاح التشغيل يمين يعمل و تم تشغيل مفتاح التشغيل اليسار لن ينعكس اتجاه الدوران الا بايقاف مفتاح التشغيل يمين اشارة تشغيل وايقاف يمين واشارة تشغيل وايقاف يسار (عكس حركة سريع) اى اذا كان مفتاح التشغيل يمين يعمل و تم تشغيل مفتاح التشغيل اليسار ينعكس اتجاه الدوران الى اليسار

2. ثلاث اطراف تحكم (٣ مفتاح لحظى (push button

اي نبضة ايقاف ونبضة تشغيل يمين ونبضة تشغيل يسار بمعنى يجب ان يكون هناك مفتاح لحظى وضع طبيعى مغلق للايقاف متصل بنقطة معينة ومفتاح تشغيل لحظى وضع طبيعى مفتوح متصل بنقطة دخل اخرى واذا ضغطت على مفتاح التشغيل اللحظى سعمل المحرك ويظل يعمل حتى تضغط على مفتاح الايقاف اللحظى (تغنى عن الحاجة لاستخدام ريلاى مع مفتاح التشغيل اللحظى – لعمل نقطة تعويض latch للمفتاح



الاشارات الممكن توصيلها علي الانفرتر

نقاط الدخل التناظري analog input

تستخدم هذه النقاط لادخال قيمة متغيرة الى جهاز مغير السرعة كأشارة سرعة متغيرة مثلا او اشارة تغذية عكسية للضغط او السريان او المستوى او السرعة او الحرارة تكون الاشارة التماثلية اشارة تيار 0-20 مللى امبير 4-20 مللى امبير او اشارة جهد ٠-10فولت او (-10 الـي 10)فولت ويمكن توصيل مقاومه متغيره (يتم تحديد قيمتها تبعا للكاتالوج)

وكما تم سابقا ف مثال digital inputيتم برمجه واختيار النقط

رمز اختيار نوع الدخل التناظري الاول p0756[0]

رمز اختيار نوع الدخل التناظري الثانى p0756[1]

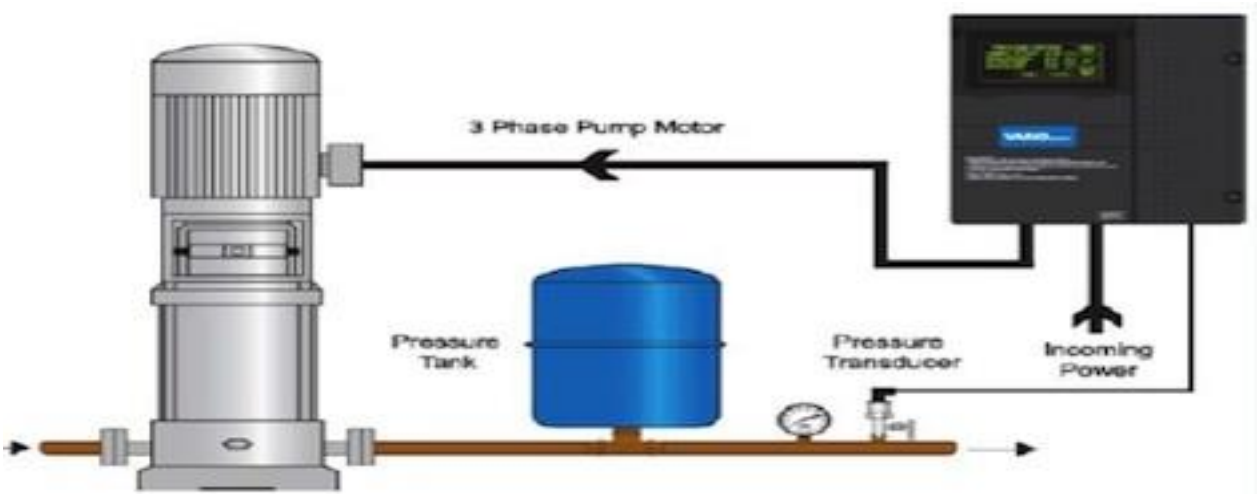
0 اى شارة تماثلية للجهد 10-0فولت

2 اى اشارة تماثلية للتيار مللى امبير20-0

4 اي اشاره تماثليه للجهد -10 ~ 10

Fig 5

في fig 5 لا يوجد سوى نقطة دخل تماثلى واحدة و+AIN1 لا يوجد سالب الدخل التناظري حيث انه موصل داخليا بصفر فولت النقطة تعمل فقط كاشارة جهد تماثلى ٠-10 فولت



DIGITAL POTETIOMETER

ويمكن استبدال المقاومه بمقاومه رقميه DIGITAL-POT للتحكم في التشغيل من ترابيزات التشغيل او MCC

PRESSURE CONTROL WITH PID LOOP

يمكن تحويل اى نقطة دخل analog الى دخل رقمي عند الحاجة يتم الدخول الى كود الرمز الخاص بالنقطة الرقمية سيكون به صفر اى النقطة الرقمية غير مفعلة اى انها تستخدم بالوظيفة الاساسية لها كنقطة تماثلية، فاذا تم تغيير القيمة صفر الى اى قيمة اخرى تفعل كنقطة دخلرقمى حيث تكون موجب النقطة التماثلية هى نقطة الدخلor PNP وسالب النقطة التماثلية توصل ب صفر فولت بالتالى تعمل ك digital input

analog Output-3

تستخدم هذه النقطة لاخراج اشارة تماثلية متغيرة مثلا تردد التشغيل للمحرك او السرعة او العزم او ليتم ارسالها الي منظومه التحكم او الاسكادا او DIGITAL INDICATOR

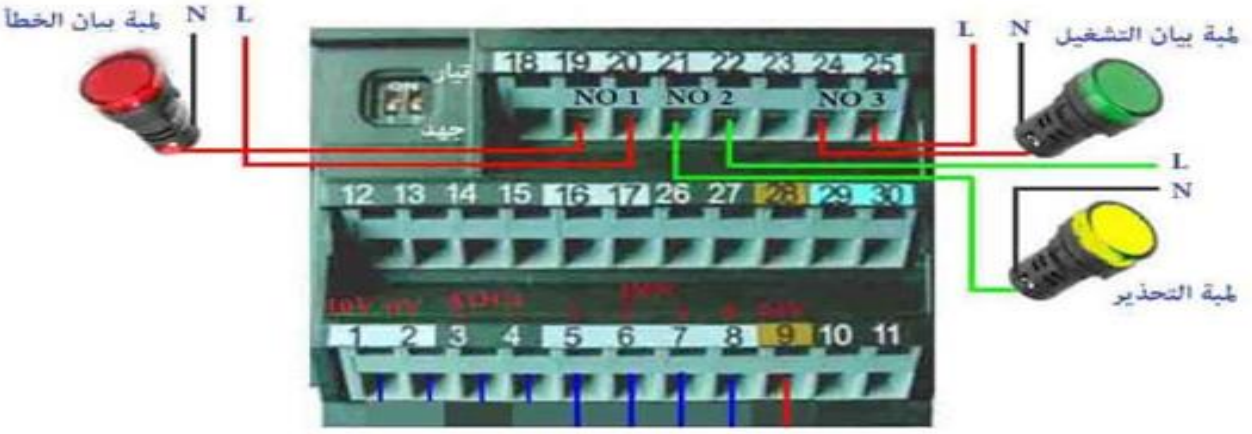
اشارة تماثلية 10-0فولت

اشارة تماثلية 4 -20 مللى امبير AO

output digital -4

هى نقاط قابلة للبرمجة اى يتم تحديد متى تغلق هذه النقاط مثلا فى حالة حدوث عطل ما مثل زياده تيار انخفاض جهد سقوط فازه او فى حالة التشغيل او فى حالة الايقاف

عادة نرمز لها بالرمز output DO=digital ممكن ان تكون ريلاي او ترانسيستور



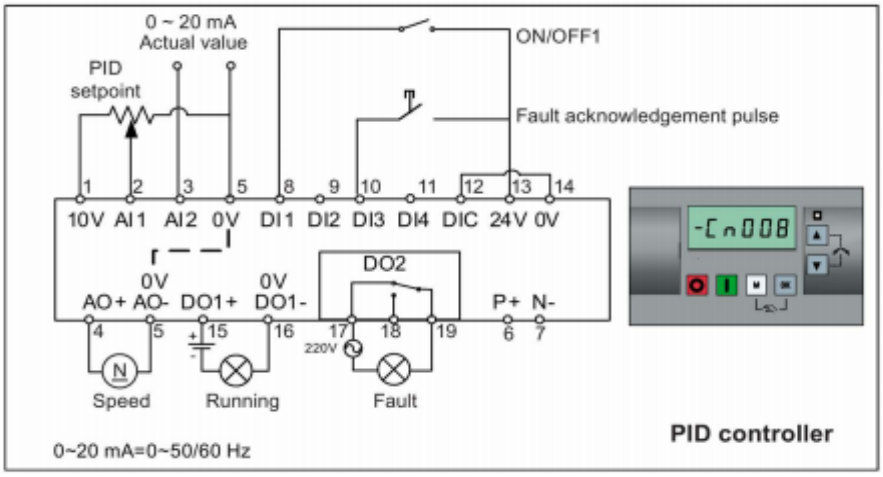
ويتم برمجه هذه النقاط كما يلي

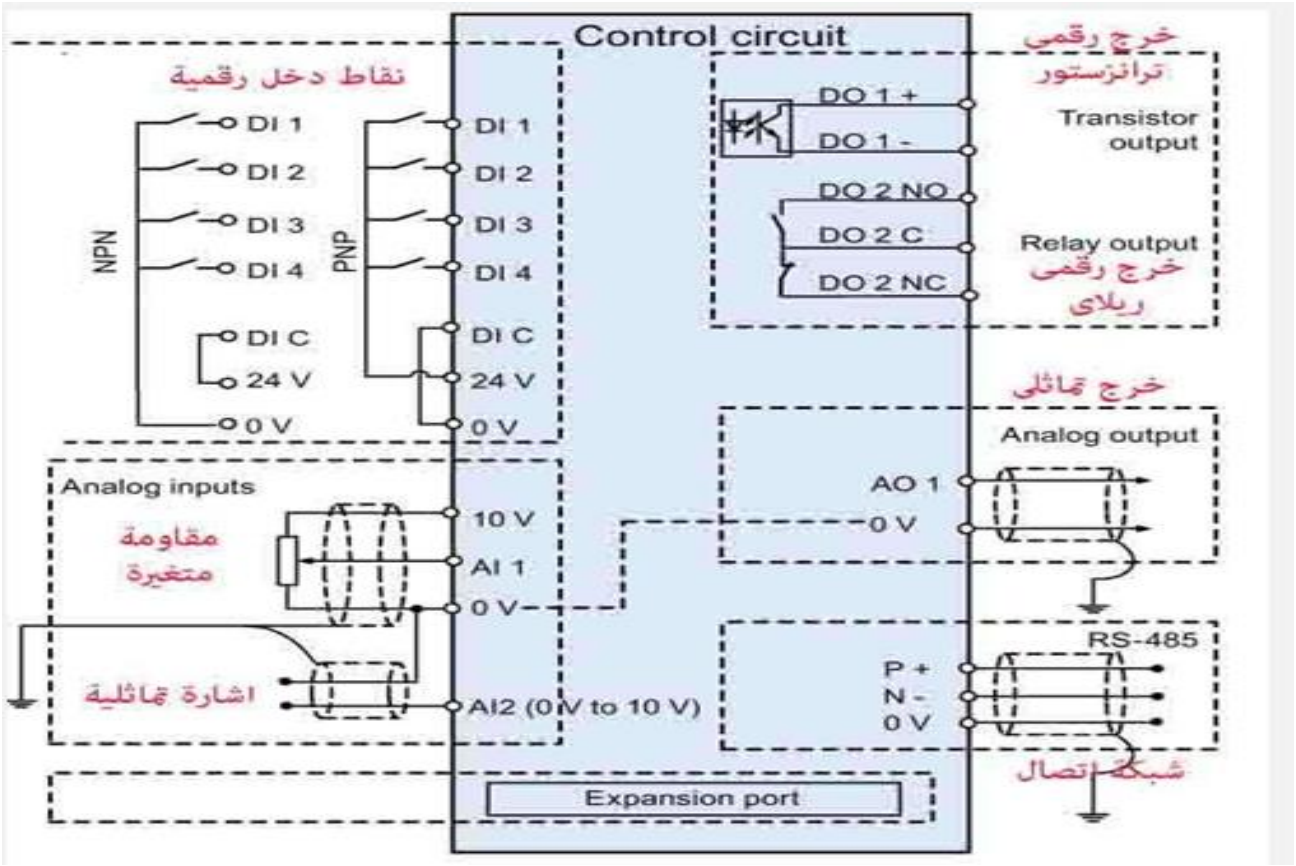
P0731هو 1 do ويدل علي ال running

P0732هو 2 doويدل علي ال fault

Parameter	Description	Factory default	Default for Cn007	Remarks
P0727[0]	Selection of 2/3-wire method	0	2	3-wire STOP + Forward pulse + Reverse pulse
P0771[0]	CI: Analog output	21	21	Actual frequency
P0731[0]	BI: Function of digital output 1	52.3	52.2	Inverter running
P0732[0]	BI: Function of digital output 2	52.7	52.3	Inverter fault active

Connection macro Cn008 - PID control with analog reference

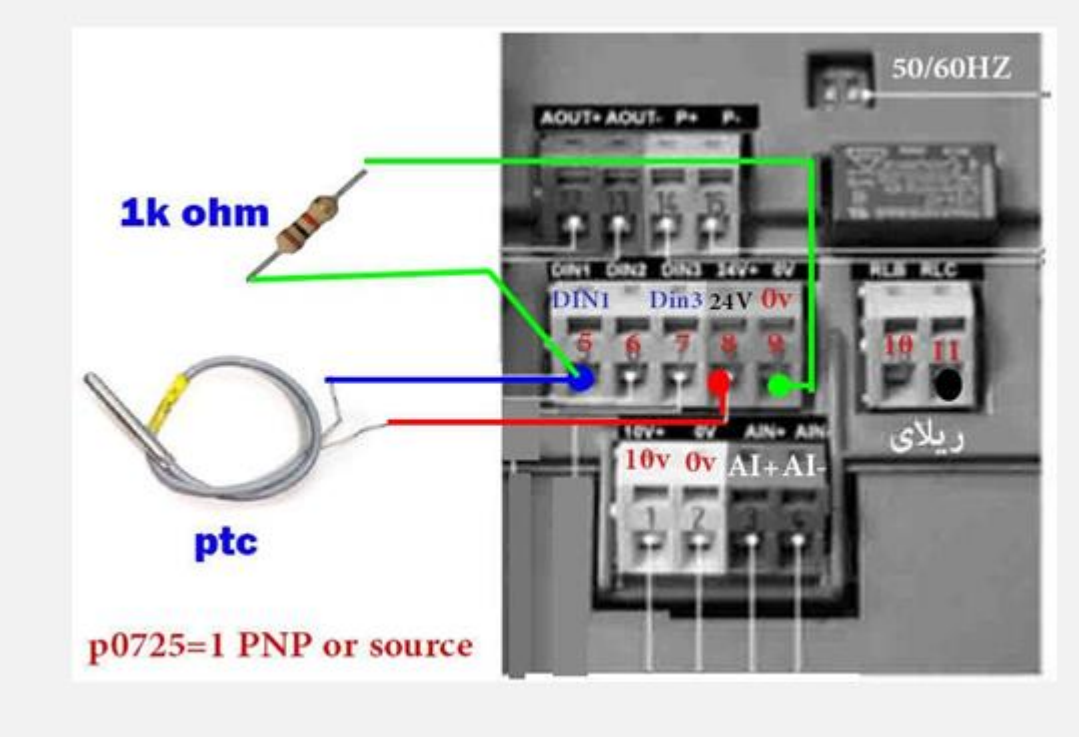




نقاط دخل حساسات الحرارة المختلفه

- **PTC= Positive temperature coefficient**
- **RTD: resistance temp detector**
- **Thermocouple**

يمكن توصيل حساسات الحراره المختلفه علي مغيرات السرعه



الفرامل الميكانيكية

فى حالة وجود فرامل على المحرك يمكن برمجة ريلاى مغير السرعة

للتحكم فى الفرامل فى حالة وجود حمل قد يسبب دوران المحرك بمجرد فتح الفرامل مثلا مصعد او ونش يحمل حمل ما على ارتفاع معين بمجرد فتح الفرامل سيقوم الحمل بالسقوط وسيدور المحرك ويرتد جهد على مغير السرعة

<u>فى حالة المصعد او ونش يحمل حمل لا يمكن استخدام الفرملة الداخلية للانفرتر عن طريق ال dc ويجب استخدام فرمله ميكانيكية</u>

automatic restart تلقائى بدء

فىحالةحدوث انخفاضفىجهدالمصدرسيفصل الجهازويعطىرسالة خطأ يجب ان تضغط على زر تأكيد الخطأ **reset** حتى يختفى الرسالة

وتستطيع تشغيل الجهاز بعد حل المشكلة بالطبع هناك خيار يمكنك من تشغيل الجهاز اليا بعد وصول الجهد للقيمة المسموح بها حيث يقوم الجهاز بعمل تاكيد للخطأ اليا **بالتالى اذا كانت اشارة تشغيل الجهاز موجودة سيعمل المحرك تلقائيا** يمكنك تحديد عدد محاولات التشغيل بمعنى سيقوم الجهاز بتاكيد رسالة الخطأ والتشغيل واذا حدث خطا مرة اخرى سيتوقف ويكرر المحاولة هناك رمز معين تقوم بتفعيل هذه الخاصية فيه وهناك رمز اخر تقومبتعيين عدد المحاولات به

مثلا مغير السرعة من سيمنز

كود الرمز	الوصف	القيمة الافتراضية
P1210	اعادة التشغيل الالى automatic restart	0 اى غير مفعل
P1211	عدد مرات المحاولة number of restart attempts	3

امثله

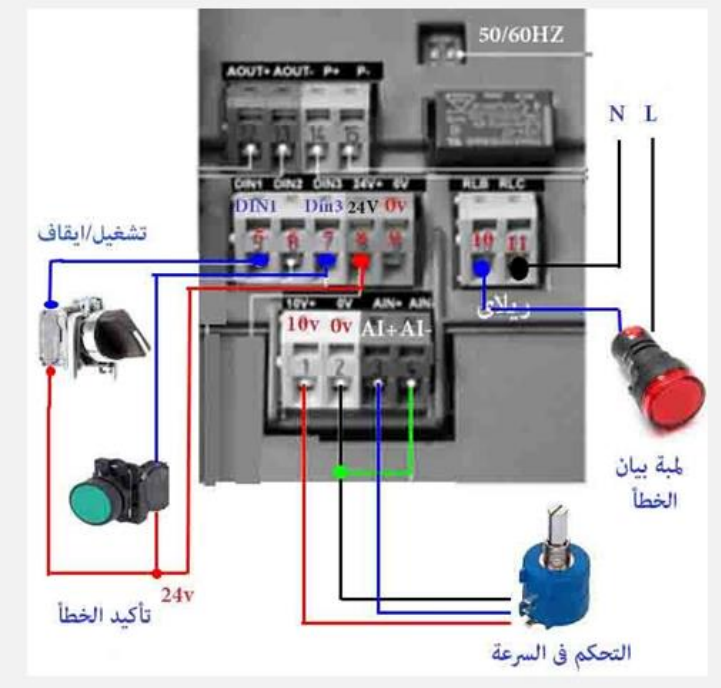
مثال1 التحكم الخارجى بالجهاز (مفاتيح تشغيل ومقاومة متغيرة)

التشغيل والايقاف بواسطة مفتاح سلكتور

تأكيد الخطأ reset بواسطة مفتاح لحظى

التحكم بالسرعة بواسطة مقاومة متغيرة ٥ كيلو اوم

توصيل لمبة بيان حمراء220 فولت تضىء فى حالة الخطأ (الفصل بسبب الحمل الزائد مثلا او اى سبب اخر)



يتم توصيل لمبة الخطأ بالجهد (متردد) بواسطة نقطة الريلاى 10-11

يتم توصيل مفتاح التشغيل والايقاف بين 24 فولت ونقطة الدخل الاولى DI1

يتم توصيل مفتاح تاكيد الخطأ reset بين 24 فولت ونقطة الدخل الثالثة DI3

باستخدام كابل شيلد ثلاث اطراف يتم توصيل طرفى المقاومة الثابتة بين 0 و 24v وطرف المقاومة المتغيرة الى نقطة الدخل التماثلية الموجبة AI1 والدخل التناظري السالب -AIN توصل بصفر فولت

الشرح

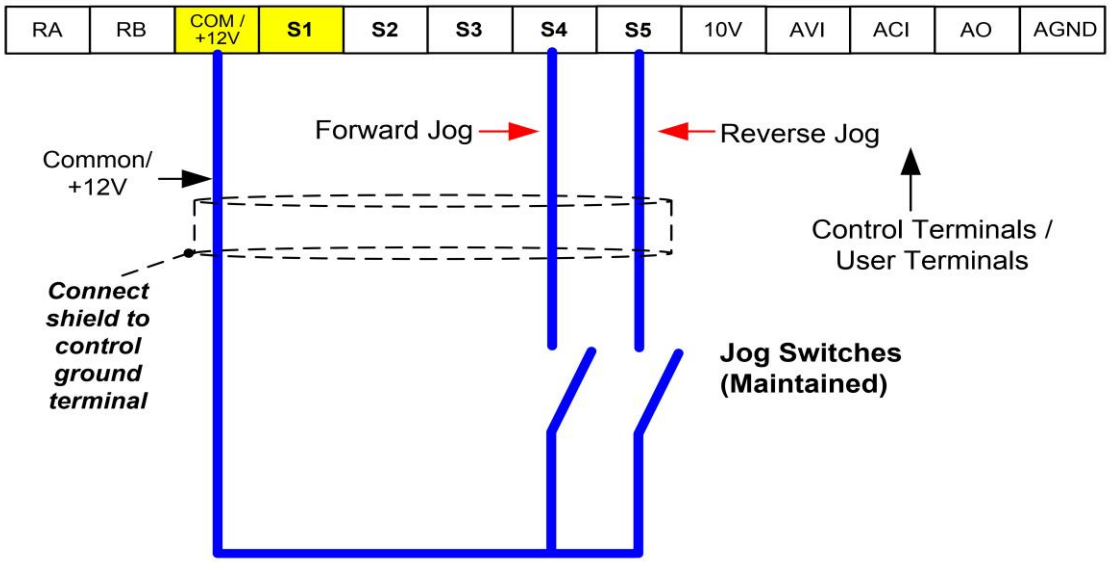
- يعمل ويتوقف المحرك بادارة المفتاح يمين او يسار
- يمكن التحكم فى سرعة المحرك بادارة المقاومة المتغيرة مع او ضدعقارب الساعة
- فى حالة اضائة لمبة بيان الخطأ الحمراء فيجب قراءة رمز الخطأ علىشاشة الجهاز وحل المشكلة ثم الضغط على زر تأكيد الخطأ resetلكىتتمكن من التشغيل مرة اخرى

الترميز	الوظيفة	الاعداد الافتراضى	البرمجة
P0700	مصدر امر التشغيل	1	2= امر التشغيل والايقاف خارجى ای بواسطة نقاط الدخل
P1000	امر السرعة	1	٢ امر السرعة تماثلىعبرمقاومةمتغيرة
P0731	وظيفة نقطة خرج الريلاى	52.7	3.2وجود خطأ بالجهاز
P0701	وظيفة نقطة الدخل الاولى	0	1 اى تشغيل وايقاف
P0703	وظيفة نقطة الدخل الثالثة	9	9 اى تاكيد الخطأ reset
P2000	قيمة السرعة التماثلية Analog setpoint	50	50 هرتز

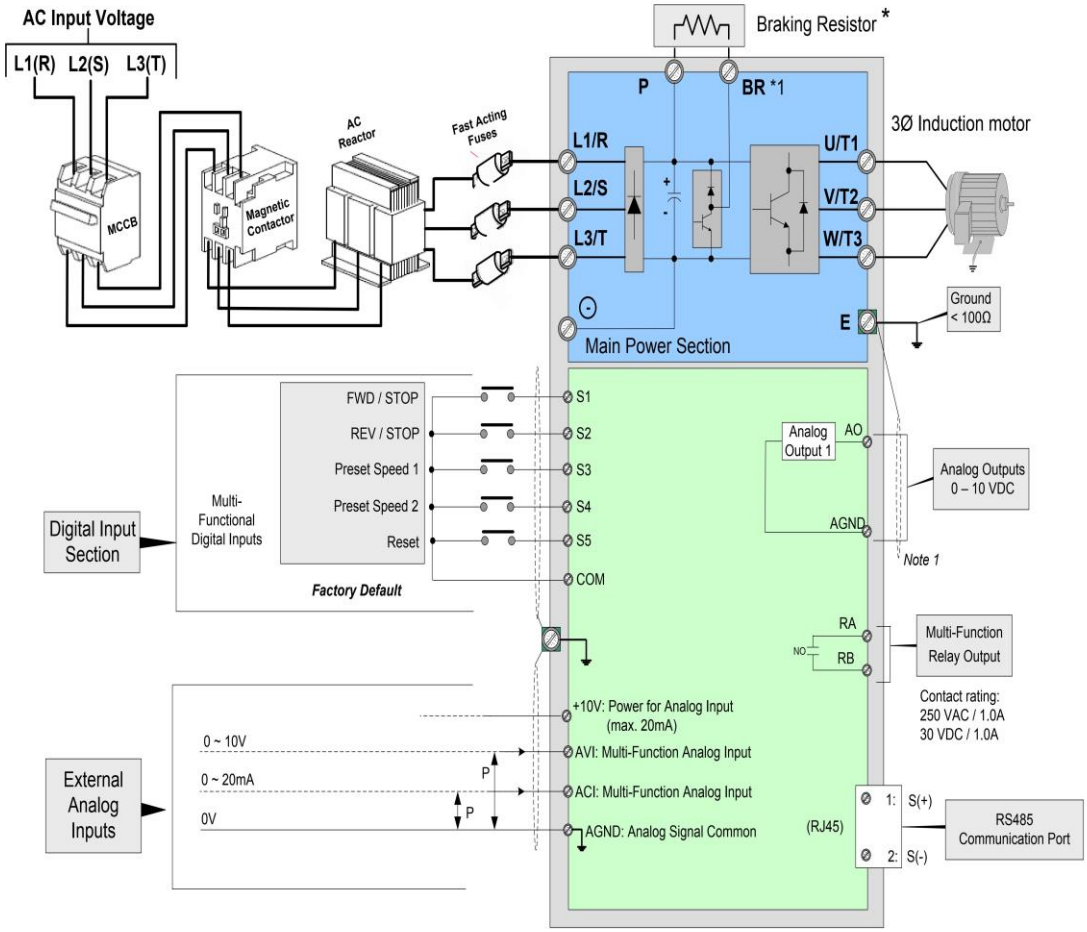
Forward and Reverse Jog

The jog forward command is used in combination with multi-function digital input function #6 (Jog Forward) and the jog reverse command is used in combination with multi-function digital input function #7 (Jog Reverse).

Example: Jog Forward input terminal S4 (03-03 = 06) and Jog Reverse input terminal S5 (03-04=7)

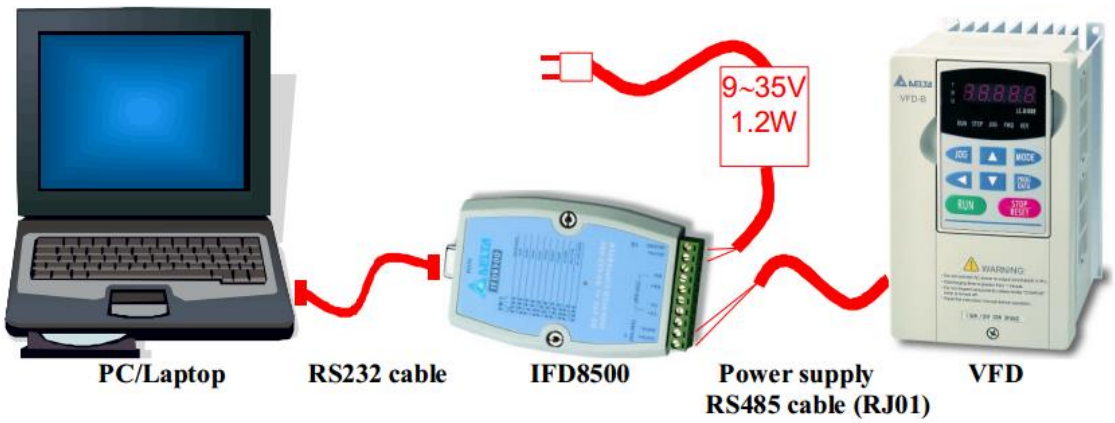


General Wiring Diagram



كيفيه توصيل منظومه الانفرتر بالكامل

التشغيل من خلال شبكات الاتصال (Run from communication channel)



2.1 PC/Laptop

Use a PC or laptop with RS232 COM port.

يمكن التشغيل من خلال الاتصال بالانفرتر عن طريق البروتوكلات المختلفه متل :

- Modbus-rs 485
- tcp-ip
- RTU
- CANBUS
- ETHERNET
- PROFIBUS

من خلال كابلات الاتصالات المختلفه دون الحاجه الي اسلاك متعدده الي روزته التشغيل من خلال كابلات الاتصالات المختلفه دون الحاجه الي اسلاك متعدده الي روزته التشغيل

من المميزات لهذه الطريقه امكانيه الحصول علي كل البيانات الموجود علي البادئ من (جهد-تيار _هرتز_سرعه-انذارات) من خلال كابل واحد فقط دون الحاجه الي اسلاك متعدده للتشغيل

ولكن يجب مراعاه اصول الصناعه والاكواد المختلفه لمسار الكابلات الخاصه بـ**الاتصالات** والبيانات **ومرورها بحانب كابلات القوي وكيفيع تلافي التشويش الصادر عنها.**

ثانيا بادئ الحركة الناعمSOFT STARTER

يختلف البادئ الناعم عن الوسائل السابقة حيث يستخدم عناصر القدرة الاستطاعية للقيام بعمله وهذه العناصر غالبا الثيرستور، وينظم جهد المحرك عن طريق دائرة تحكم مطبوعة PRINTED CIRCUIT BOARD، يعتمد البادئ الناعم على انه كلما قل جهد المنبع فأن عزم البدء وكذلك تيار البدء يقل في لحظة البدء يكون الجهد المطبق على المحرك قليلا.

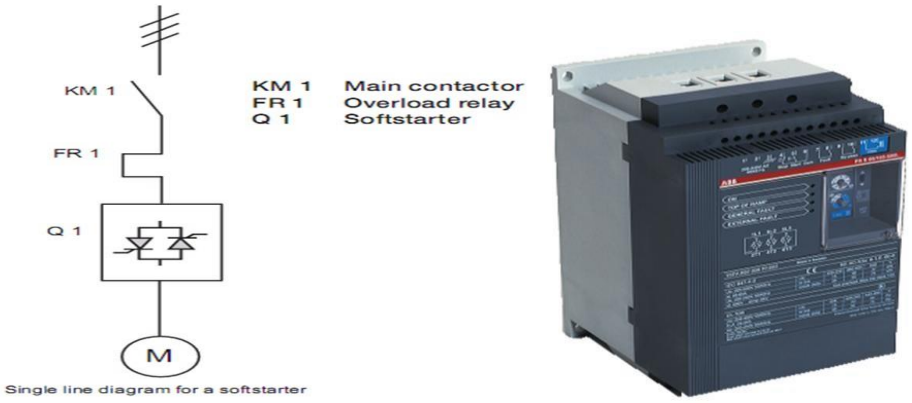
بالتالي امكن التخلص من المشاكل التي تحدث للسيور والتروس وناقلات الحركة التي تتسبب في انزلاق للسيور واهتزازت في التروس وخلافه، بعد ذلك يأخذ المحرك سرعته تدريجيا.

احد فوائد البدء بهذه الطريقة هي امكانية ضبط العزم الى القيمة المرغوبة سواء كان المحرك محملا او بدون حمل.

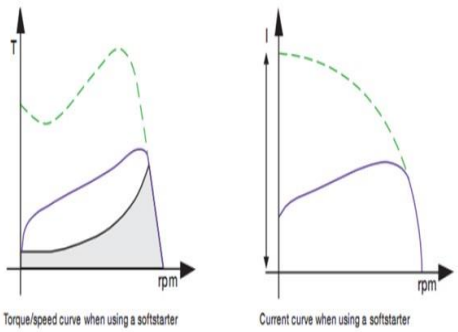
كذلك وظيفة اخرى للبادئ الناعم وهي الايقاف الناعم والهامة جدا في الطلمبات للحد من ظاهرة المطرقة المائية WATER HAMMER، وفي السيور حيث قد يحدث انزلاق للسيور .

منحنيات الخصائص لبادئ الحركة الناعم

كيفية اختيار البادئ الناعم للتطبيقات المختلفة:



Single line diagram for a softstarter



Torque/speed curve when using a softstarter

Current curve when using a softstarter

منحنيات الخصائص لبادئ الحركة الناعم

كيفية اختيار البادئ الناعم للتطبيقات المختلفة

من الطبيعي ان اختيار قدرة البادئ الناعم يكون على اساس قدرة المحرك ، لكن يفضل في بعض الاحيان اختيار البادئ بقدرة اعلى من القدر ة المقننة للمحرك خصوصا في حالات:

الخدمة الشاقة HEAVY DUTY LOADS :كلما زدت كلما كانت الحاجة لبادئ قدرته اكبر من قدرة المحرك مثل العمل في بيئه عدوانيه مثل الصرف الصحي

CONFORMAL COATING

الكروت الالكترونيه الخاصه بدائرة تحكم PRINTED CIRCUIT BOARD، التي تعمل في بيئه عدوانيه مثل الصرف الصحي

يجب عزلها بطبقه حمايه CONFORMAL COATING

عدد مرات البدء في الساعة : كلما ازدت كلما كانت الحاجة لبادئ قدرته اكبر حيث تعتمد سعة البدء للبادئ على سعة الثيرستور والمبردة الح اررية عليه HEAT SINK

الدليل التالي يبين اختيار البادئ للتطبيقات المختلفة عند البدء الطبيعي او البدء بأحمال عالية

Normal start

Typical applications

»Bow thruster »Centrifugal pump
»Compressor »Conveyor belt (short)
»Elevator »Escalator

Selection

Select the softstarter according to the rated motor power.

For units with built-in overload, select trip class 10.

Heavy duty start

Typical applications

»Centrifugal fan »Conveyor belt (long)
»Crusher »Mill
»Mixer »Stirrer

Selection

For softstarters designed for nomal start, select one size larger than the rated motor power.

For softstarters designed for heavy duty start, select according to the rated motor power.

For units with built-in overload, select trip class 30.

If more than 6 starts /h
Select one size larger than the selection above.

تركيب البادئ الناعم

بادئ الحركة الناعم مبنى من مجموعة عناصر قليلة مثل دوائر الكترونية مطبوعة PCB، مب رد ح ارى HEAT SINK، مجموعة الثيرستور مراوح تبريد، الهاوسنج الذى توضع فيه المجموعة بالكامل

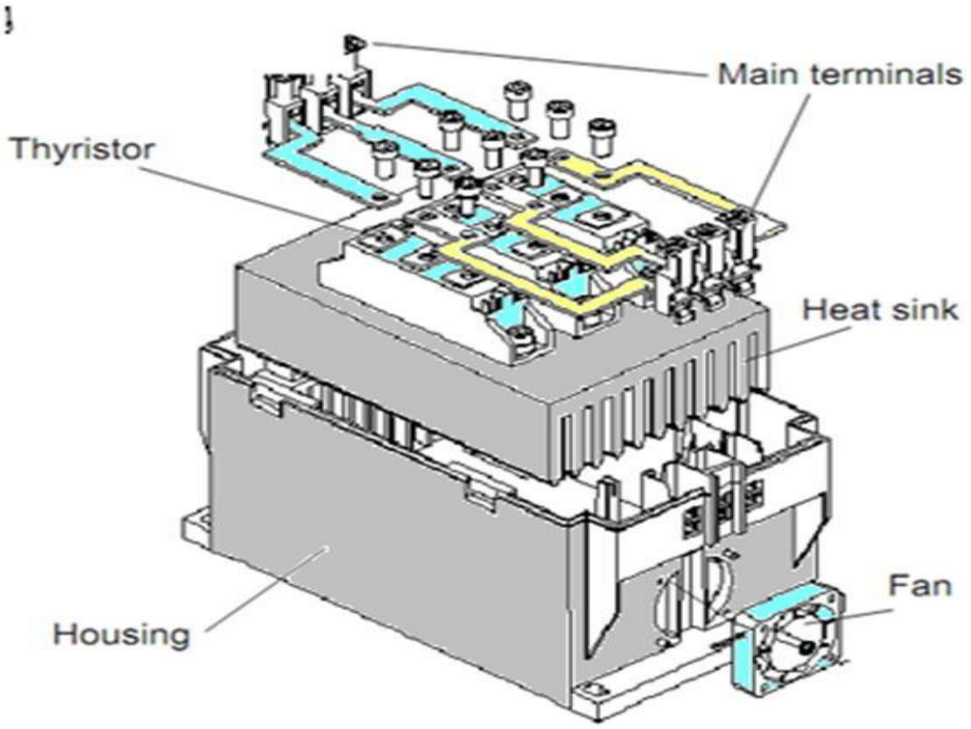
دائرة التحكم هي دائرة رقمية DIGITAL او تناظرية ANALOG او تحتوى الاثنين معا مجمعة على لوحة مطبوعة واحدة او اكثر.

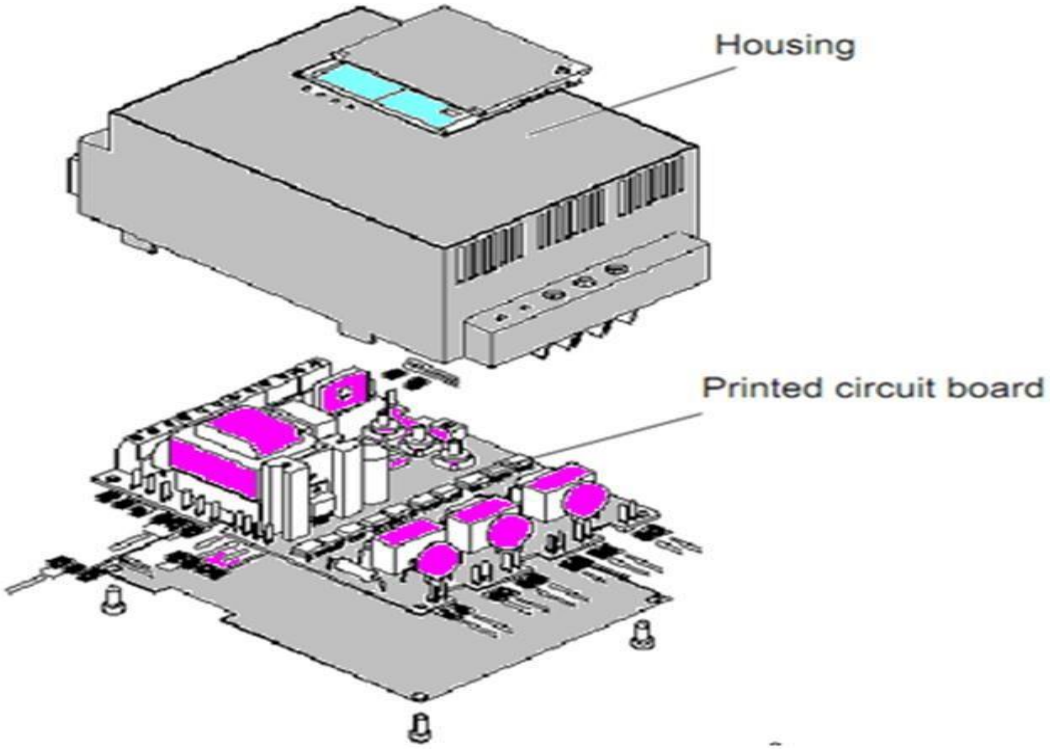
اشارة خرج البادئ يمكن ان تكون ثابتة او تكون قابلة للبرمجة حيث يمكن للمستخدم ان يبرمج ريلاي.

غالبا يزود البادئ ريلاي اوفرلود الكترونى يغنى عن مرحل اوفرلود التقليدي

عند الحاجة الى عمل شبكة اتصال بين مختلف اجهزة المحطة مثل PLC ولوحات التحكم الألى والحساسات وغيرها فأن معظم اجهزة بادئات الحركة الناعمة الحديثة تحتوى على مخارج للاتصال وتزود بكابلات فيبر اوبتك لتدعم الاتصال بالأجهزة المختلفة عبر النظم المختلفة للاتصال مثل: MODBUS، PROFIBUS

- INTERBUS، DEVICENET، وغيرها...





وصف مكونات بادئ الحركة الناعم SOFT STARTER

1. دائرة التحكم المطبوعة PCB

تقوم اساسا بالتحكم في اشعال الثيرستورس بناء على القيم المدخلة اليها سابقا من جهود وتيا ارت عبر البرنامج ، كما تقوم ايضا بالتحكم في كافة القيم والحسابات الاخرى مثل:

حساب معامل القدرة، القدرة الفعالة، وغير ذلك الكثير، تسجيل تاريخي للبياناتHistorical data

2. مبددة الحارة heat sink

للتخلص من الحرارة المنبعثة من البادئ لحظة البدء حتى لحظة خروج البادئ سعة مبددة الحرارة هي معامل هام في تحديد سعة البادئ الناعم وفي تحديد التيار الذى سيتحمله البادئ

3. المراوح FANS

تستخدم لزيادة سعة التبريد لمبددة الحرارة ويمكن ان يحتوى البادئ مروحة او اثنين او اكثر حسب سعة وحجم البادئ وحسب التصميم، وهنالك بعض البادئات الصغيرة قد لا تحتوى مروحة تبريد.

4. HOUSING الهاوسنج

يصنع من البلاستيك او الحديد او كلاهما ووظيفته حماية البادئ من الاض ارر الميكانيكية والكهربية كذلك من الاتربة والغبار. وللحماية الكلية من العوامل الخارجية يتم وضع المجموعة بالكامل في هاوسنج له درجة انغلاق جيدة

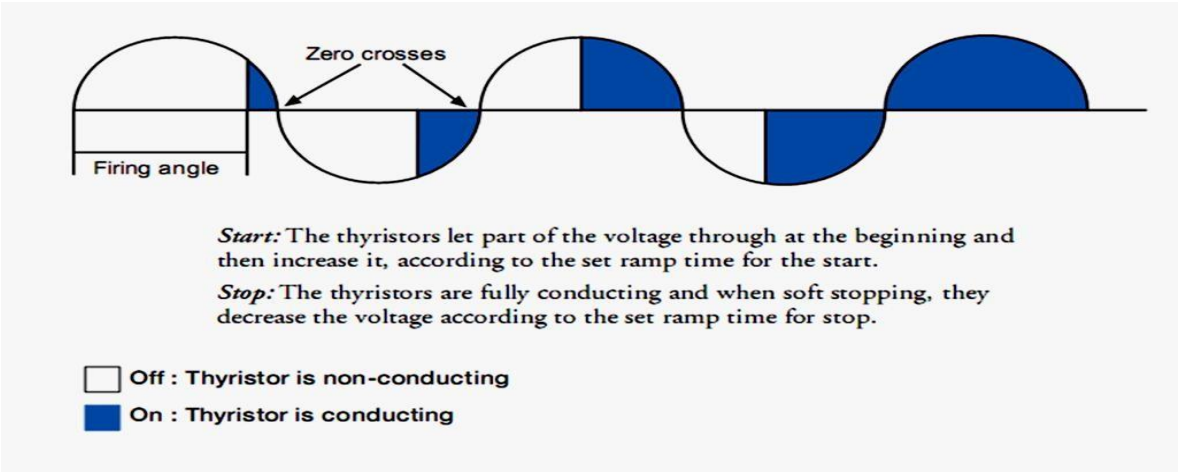
5. الثيرستور) الموحدات المتحكم فيها(

عناصر من اشباه الموصلات الالكترونية موصلة توصيل توازى متعاكس ANTI-PARALLEL وتكون مجموعتان او ثلاثة وتوصل الى دائرة القوى بالتوالي بين اطراف المنبع واطراف العضو الثابت للمحرك

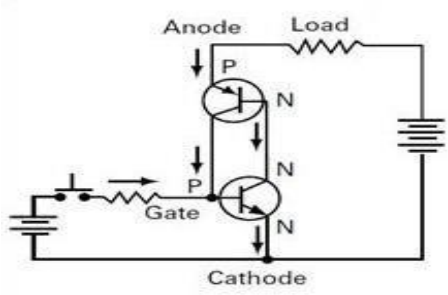
الثيرستور او الموحد السليكونى المحكوم SCR: انواعه، تركيبه، خصائصه، شرح طريقة عمله

يعتبر الثيرستور أحد أهم عناصر إلكترونيات القدرة إذ يستخدم بكثرة في العديد من دوائر إلكترونيات القدرة . ويمثل في الدوائر بمفتاح إما أن يوصل تيار أو يكون في حالة عدم توصيل ويمكن اعتباره في هذه الحالة مفتاحا مثاليا ولكن في الواقع هناك بعض القيود والخصائص التي يجب أن تراعي عند التشغيل الفعلي في الدائرة

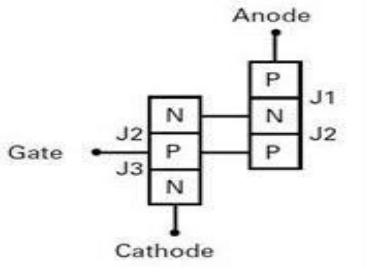
تركيب الثيرستور وتشغيله :يتكون الثيرستور من أربع طبقات من نبائط أشباه الموصلات مرتبة علي هيئة pnpn ومكونة من ثلاث وصلات) junctions (هي J، J2، 3J1 كما هو مبين في الشكل التالي)أ(وللثيرستور ثلاثة أطراف هي الأنود والكاثود والبوابة كما بالشكل التالي)ب(الرمز الإلكتروني للثيرستوروالمستخدم في الدوائر



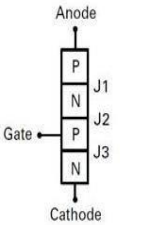
الثيرستور كزوج من التارنزستور



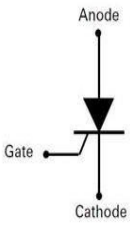
Two-transistor Schematic



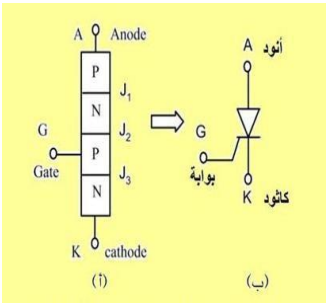
Two-transistor Block Construction Equivalent



Block Construction



Schematic Symbol



الثيرستور كزوج من التارنزستور

الثيرستور مغلق أماميا (Forward blocking) : عندما يكون جهد الآنود موجبا بالنسبة لجهد الكاثود تصبح الوصلتان J_1 ،J في حالة انحياز أمامي $_2$ (Forward bias) ، أما الوصلة J_3 فتكون في حالة إنحياز عكسي (Reverse bias) وبذلك لا يمر تيار في الثيرستور بإستثناء تيار ذو قيمة صغيرة جدا يسمي التسرب (Leakage current

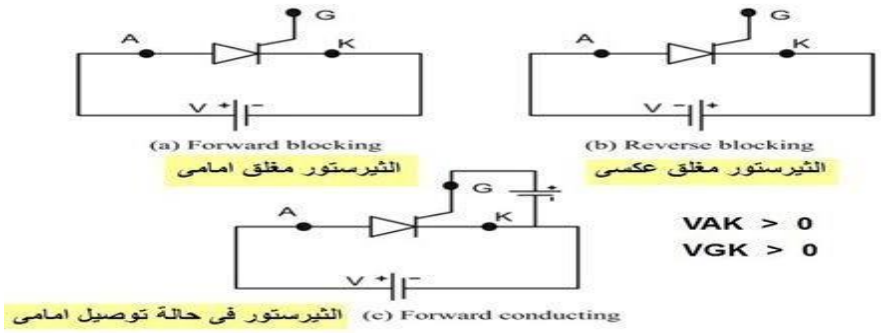
الثيرستور مغلق عكسيا (Reverse blocking) عندما يكون جهد الأنود سالبا بالنسبة لجهد الكاثود تكون الوصلة J_2 في حالة إنحياز أمامي ولكن الوصلتين J_1 ،J $_3$ تكونان في حالة إنحياز عكسي . وبذلك

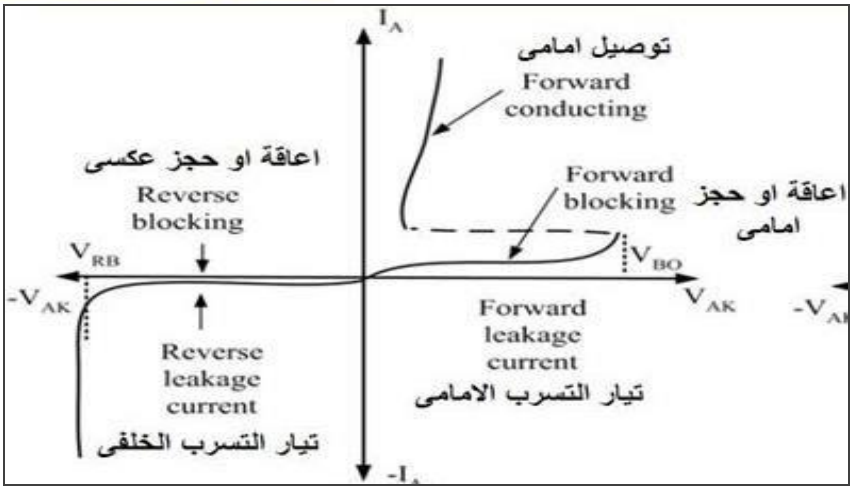
يصبح الثيرستور في حالة إعاقة عسكسية) Reverse blocking (ولا يمر تيار ، سوي تيار صغير جدا يسمي تيار التسرب العكسي

الثيرستور في حالة توصيل أمامي) Forward conducting (يمكن أن يوصل الثيرستور تيار أمامي إذا كان الجهد الأمامي VAK أكبر من الصفر وتم تطبيق جهد موجب بين البوابة والكاثود ويقال أن الثيرستور في هذه الحالة قد انتقل من حالة الإعاقة الأمامية إلي التوصيل الأمامي . وتسمي هذه الحالة بحالة التوصيل الأمامي) Forward

خواص الثيرستور Thyristor characteristics : تتحدد خصائص الثيرستور الرئيسية بالعلاقة بين الجهد المسلط)VAK(عليه والتيار المار فيه)IA(في حالتي الانحياز الامامي والانحياز العكسي ويوضح الشكل التالي خصائص الثيرستور عندما يكون تيار البوابة صف ار

فعندما يكون الجهد المسلط موجب) الأنود موجب بالنسبة للكاثود (يمر تيار صغير جدا يسمي تيار التسرب . وعند زيادة الجهد تدريجيا فإن التيار لا يظهر زيادة ملحوظة إلي أن يصل الجهد إلي الحد الذي تبدأ فيه انهيا ارت داخلية ، يزداد التيار بعد ذلك بسرعة ، ويسمي جهد الانهيار الأمامي VBO والتيار IBO وعندما يتم الإشعال) أي توصيل جهد موجب للبوابة (يصبح الثيرستور في حالة توصيل وتصبح الخواص مشابه لخواص الدايود المنحاز أماميا مع هبوط الجهد في حدود 1 فولت .





ان الحالة التي بضمنها يستطيع الثيرستور تحمل الجهد الأمامي دون أن يتحول إلي حالة توصيل تسمي **بمنطقة الإعاقة الأمامية**

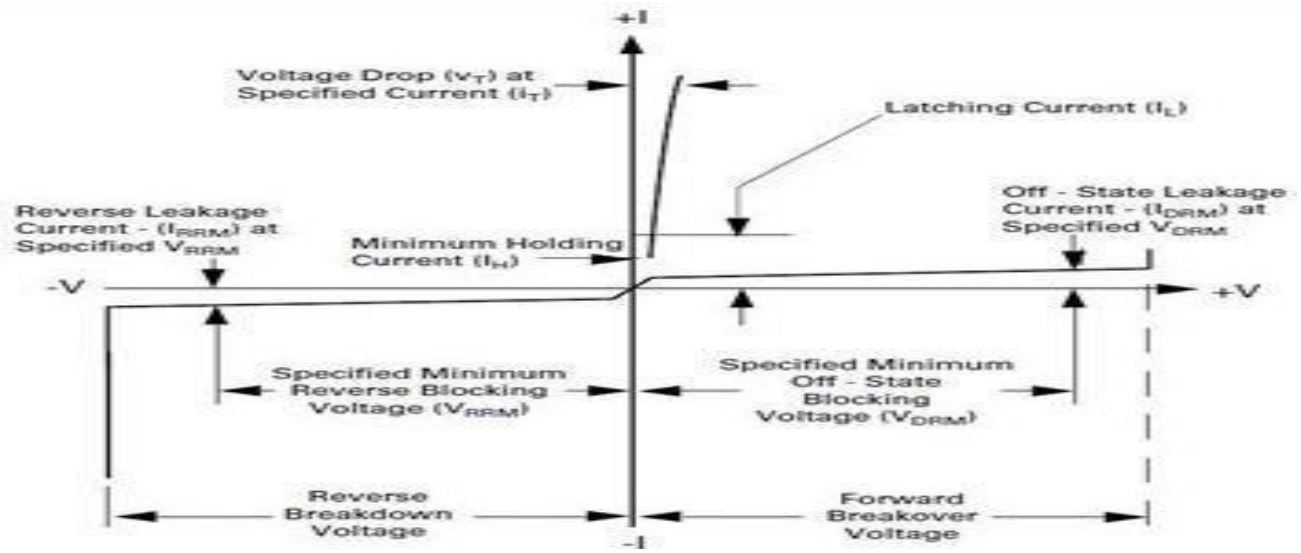
عندما يصبح الثيرستور موصلا فإن التيار المار يتحدد بالمقاومة الخارجية الموصلة بالدائرة . وبزيادة هذه المقاومة يقل التيار إلي أن يصل إلي حد أدني يصبح الثيرستور بعده في منطقة الإعاقة الأمامية ويسمي التيار عند هذا الحد بالتيار الماسك (Holding current(IH

وعند عكس الجهد المسلط علي الثيرستور تصبح الخواص مشابه للدايود المنحاز عكسيا وبزيادة الجهد العكسي يبقى التيار قليلا حتي جهد الإنهيار حيث يزداد التيار بسرعة كبيرة وبشكل حاد مع الجهد . وتسمي المنطقة التي بضمنها يستطيع الثيرستور تحمل الجهد العكسي دون حدوث إنهيار لمنطقة الإعاقة العكسية بتوصيل جهد موجب بين البوابة والكاثود يمر تيار موجب في البوابة وتصبح خصائص الثيرستور كما هو موضح بعد ولقيم مختلفة لتيار البوابة يمكن ملاحظة أن الزيادة في تيار البوابة تزيد من تيار الإعاقة وتقلل جهد التوصيل الأمامي

.ولو زيد تيار البوابة بدرجة كافية لأصبحت الخصائص الأمامية مشابهة لخصائص الدايود حيث تختفي في هذه الحالة منطقة الإعاقة الأمامية

من خصائص البوابة كذلك إمكانية إشعال الثيرستور وجعله في حالة توصيل حتي ولو كان الجهد الأمامي أقل من جهد الإنهيار ولكن بشرط أن يكون مصدر البوابة كافيا وهذه هي الطريقة المعتادة لإشعال الثيرستور ، ويلاحظ كذلك أن التغيير في تيار البوابة ليس له أي تأثير طالما كان الثيرستور في حالة توصيل لذي يكفي أن يمر تيار البوابة فقط في المدة التي يتحول الثيرستور فيها إلي حالة التوصيل ويمكن إ ازلته بعدها وتستعمل بصورة عامة تيا ارت نبضية لإشعال الثيرستور وكما ذكر سابقا بأن تيار الأنود للثيرستور يتحدد بالمقاومة الخارجية الموصلة في الدائرة .

فإن كانت هذه المقاومة كبيرة فقد لا يكفي تيار الأنود الإبتدائي لإبقاء الثيرستور في حالة التشغيل ويسمي هذا التيار بتيار التعشيق Latching current (IL) ويعرف بأنه أقل قيمة لتيار الأنود اللازمة لإبقاء الثيرستور في حالة توصيل بعد الإشعال وا ازلة تيار البوابة ويعد تيار التعشيق هذا أكبر من التيار الماسك



منحني خصائص الثيرستور

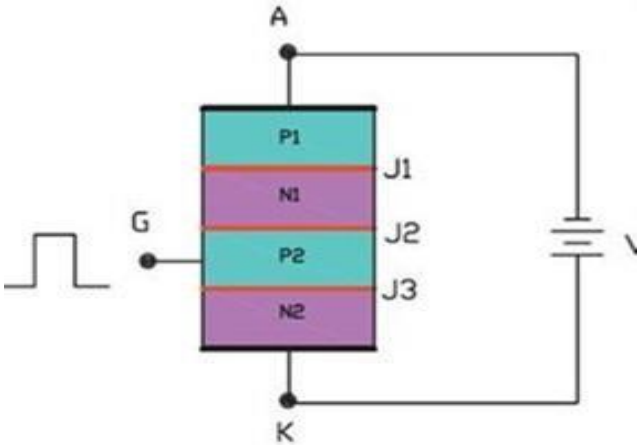
بعض اشكال الثيرستور

المقوم السليكونى المحكوم : يعد المقوم السليكونى المحكوم (Silicon - Controlled Rectifier) ويشا ارليه بالأحرف (SCR) من أهم عناصر عائلة الثايرستور ، وتعود أهميتة لكونه يتحمل مرور تيا ارت عالية ، مما ساعد علي إنتشار تطبيقاته ، ويكافئ مفتاح ثلاثي الاطراف أحادي الإتجاه) المصعد والمهبط والبوابة (يمرر التيار الكهربائي في إتجاه واحد من المصعد إلي المهبط ، حيث يتم التحكم بتشغيله بواسطة البوابة ، وكونه من أهم عناصر العائلة أصبح يشار إليه بإسم العائلة) ثايرستور (بحيث عندما يقال ثايرستور يكون المقصود المقوم السليكوني المحكوم بالبوابة .

تركيب الثايرستور : يتكون الثايرستور من أربع طبقات من ش ارئح شبه موصله كما بالشكل التالي يطلق علي الطبقة الموجبة P1 طبقة المصعد ، وتتصل بطرف توصيل خارجي يسمي المصعد) Anode(وعلي الطبقة السالبة N1 التي تليها بطبقة الحجز ، ومن ثم طبقة التحكم P2 وتتصل بطرف خارجي يسمي البوابة) Gate(وأخي ار الطبقة السالبة N2 ويطلق عليها طبقة المهبط ، وتتصل بطرف توصيل خارجي يسمي المهبط) Cathode

خصائص الثايرستور: يكون الثايرستور في إحدي ثلاث حالات تحدد بواسطة عناصر ومتغيرات الدائرة وهي

منطقة الحجز العكسي ويكون فيها جهد المصعد (A) سالبا بالنسبة للمهبط (K) كما بالشكل التالي وعليه تكون الوصلة 2J في حالة إنحياز أمامي بينما تكون الوصلتان J1،3J في حالة إنحياز عكسي مما يجعلهما تمانعان مرور التيار من المهبط إلي المصعد ولا يمر في الثايرستور سوي تيار صغير جداً يعرف بتيار التسرب العكسي الذي يعتمد علي درجات الحرارة . واذا ازد فرق الجهد الملسط علي طرفي الثايرستور عن قيمة معينة تعرف بجهد الإنهيار العكسي (VR) فإن تيا ار عكسيا عالي القيمة يمر فيه بشكل مفاجئ قد يؤدي إلي تلفه .



منطقة الحجز الأمامي يكون جهد المصعد موجبا بالنسبة لجهد المهبط وبفرق جهد أقل من جهد محدد يعرف بجهد الإنهيار الأمامي كما بالشكل التالي حيث تكون الوصلتان J1،3J في حالة إنحياز أمامي ، في حين تكون الوصلة 2J في حالة إنحياز عكسي ذات مقاومة عالية ، حيث تعيق مرور التيار فلا يمر سوي تيار صغير جداً يعرف بتيار التسرب الأمامي فيكون الثايرستور في حالة الحجز الأمامي علي فرض أن تيار البوابة يساوي صف اًر

منطقة التوصيل الأمامي إذا ازد فرق الجهد علي طرفي الثايرستور عن جهد الإنهيار الأمامي فإن مقاومة الوصلة 2J تقل مما يسمح للتيار بالمرور خلال الثايرستور ، وي ارفق ذيادة التيار نقصان في الجهد علي طرفي الثايرستور إلي أن يصل إلي 2V تقريبا ، وفي هذه المنطقة يتصرف الثايرستور كمقاومة سالبة كما في الت ارنزستور أحادي الوصلة وينتقل عندها إلي منطقة التوصيل الأمامي . نلاحظ هنا أن بإمكان الثايرستور الإنتقال إلي منطقة التوصيل الأمامي دون الحاجة إلي البوابة . ولكن ما دور البوابة في الثايرستور ؟

إن حقن تيار)قدح(علي طرف البوابة المتصلة إلي منطقة الوصلة 2J) المنحازة عكسيا (يعمل علي تقليل مقاومتها حيث تسمح بمرور التيار من المصعد إلي المهبط عند جهد إنهيار أمامي أقل من جهد الإنهيار الأمامي الإسمي ويتناسب تيار البوابة عكسيا مع جهد الإنهيار الأمامي .

في تطبيقات التحكم التي تستخدم الثايرستور يكون الجهد المطبق أقل من جهد الإنهيار الإسمي حيث يترك مجال للتحكم بعملية الوصل بواسطة البوابة التي تفقد تأثيرها حال انتقال الثايرستور إلي حالة الوصل

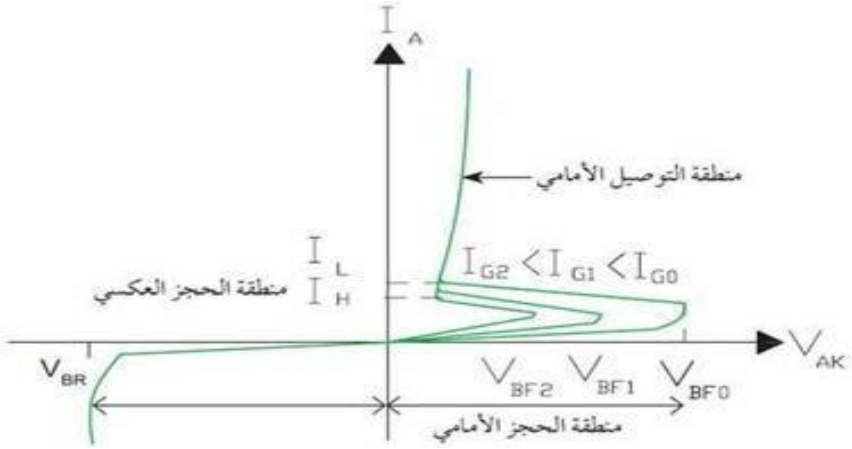
فصل الثيرستور إذا كان الثايرستور في منطقة التوصيل فإنه لا يمكن إعادته إلي منطقة الحجز الأمامي أو منطقة الحجز العكسي بواسطة البوابة ، ويمكن إطفاؤه بتقليل التيار المار فيه عن قيمة محددة تعرف بتيار الإستم ارر بالتوصيل)Holding current Ih(ويطلق علي عملية تحويل الثايرستور من الوصل إلي الفصل بعملية التبديل

)Commutation(وهذه الخاصية تجعله ملائما لتطبيقات التحكم في دا ارت التيار المتناوب لأن الجهد المتناوب يهبط إلي الصفر بشكل طبيعي وبذلك يتم إطفاء الثايرستور تلقائيا .

تيار الإمساك) البدء بالتوصيل (Latching Current IL(ويعبر عن قيمة تيار المصعد الذي يتحول عنده الثايرستور من منطقة الحجز الأمامي إلي منطقة التوصيل الأمامي وقيمته تتناسب عكسيا مع تيار البوابة وأعلي قيمة له عندما يكون IG=O

تيار الإستم ارر بالتوصيل)Holding current Ih(ويعبر عن قيمة تيار المصعد التي يتحول عندها الثايرستور من منطقة التوصيل الأمامي إلي منطقة التوصيل الأمامي إلي منطقة الحجز الأمامي

تيار القدح)IGr(ويعبر عن قيمة تيار البوابة اللازم لقدح الثايرستور من منطقة الحجز الأمامي إلي منطقة التوصيل الأمامي



طرق إشعال الثيرستور Thyristor firing

كما عرفنا فإن الثيرستور يصبح موصل إذا ازد تيار الأنود عن تيار

التعشيق IL ويمكن أن يتم ذلك عن طريق عدة طرق وتشمل هذه الطرق العملية المستخدمة وكذلك الطرق غير المعتادة وغير المرغوبة التي يجب تجنبها والتخلص منها ان د ارسة طرق الإشعال مفيد عند تصميم دوائر الثيرستور في إتخاذ التحفظات اللازمة لمنع حدوث الإشعال في غير توقيته

1. **الإشعال بالحرارة** : إن الزيادة في درجة حرارة رقيقة الفرص السيليكوني تؤدي إلي زيادة في معدل تولد حاملات الشحنات فإذا كانت هذه الزيادة عالية عن حد معين فإنها يمكن أن تؤدي إلي تشغيل الثيرستور وعادة هذا التشغيل غير مرغوب فيه لذلك يجب تجنبه وذلك بإستخدام وسيلة لإ ازلة الحرارة ال ازئدة المتولدة حيث يمكن أن تتولد هذه الحرراة نتيجة لزيادة التيار ويمكن إستخدام وسيلة لتبديد الحرارة مثل تثبيت الثيرستور علي قطعة من المعدن تسمي Heat sink
2. **الإشعال بالضوء :** لو سلطت حزمة ضوئية علي الوصلة J2 لتولدت إلكترونيات وفجوات في رقيقة القرص السيليكونى وتتولد حاملات الشحنات ويتم إشعال الثيرستور بنفس الأسلوب الح ارري وبناء علي تلك الفكرة تم تصنيع ثيرستور يعتمد إشعاله وتشغيله علي الضوء ويسمي بالمقوم المتحكم السيليكونى المثار بالضوء Light) activated silicon controlled rectifier LASCR (
3. **الاشعال بالجهد** :الزائد عرفنا أنه إذا ازد الجهد الأمامي عن جهد الإنهيار فإن تيار التسرب للثيرستور

Leakage current) يكون كافيا لتحويل الثيرستور إلي حالة التوصيل الأمامي وهذه الطريقة للإشعال تدمر الثيرستور لذلك يجب تجنبها (

4. **الإشعال بمعدل الجهد المسلط** dv/dt) من المفترض أن الجهد الأمامي المسلط يزداد بالتدريج ولو سمح لهذا الجهد بالزيادة المفاجئة فقد تؤدي إلي إشعال الثيرستور من دون تسليط إشارة إلي البوابة أو زيادة الجهد الأمامي أكثر من مستوي الإنهيار . إن هذا النوع غير المرغوب من الإشعال يمكن تجنبه بتحديد معدل تغير الجهد الأمامي) dv/dt (وتت اروح قيم التحديد هذه في الثيرستور التقليدي بين 22 إلي 222 فولت لكل مايكروثانية .

5. **الإشعال بتيار البوابة** إذا سلطت إشارة موجبة علي البوابة بتوصيل مصدر بين البوابة والكاثود فإن التيار المار بدائرة البوابة يؤدي إلي مرور فج وات من البوابة إلي الطبقة 2P فتزيد حاملات الشحنة الموجودة مما يساعد في إشعال الثيرستور وان طريقة التشغيل بالبوابة هذه هي الطريقة الإعتيادية والشائعة في تشغيل الثيرستور وعادة تكون الإشارة المسلطة في شكل نبضة تستغرق زمنا معينا كافيا لتشغيل الثيرستور . واذا وصل الثيرستور يستمر كذلك ولا داعي لإبقاء تيار البوابة

طرق إيقاف الثيرستور

الإخماد (thyristor turn – off) :

الإخماد الطبيعى : يمكن تقليل تيار الثيرستور إلى الصفر بفتح مفتاح موصل على التوالى مع الثيرستور

الشكل التالي) أ (أو يجعل مسار تحويلى للتيار عن طريق غلق مفتاح موصل على التوازى مع الثيرستور الشكل التالي)ب(ويجب إعادة المفتاح إلي حالته الأولي في كلتا الحالتين بعد إخماد الثيرستور الا أنه تتولد dv / dt عالية عبر الثيرستور مما قد يتسبب معها إعادة تشغيل الثيرستور .

الإخماد الإجبارى) القسرى (: فى هذه الطريقة يسلط جهد عكسى عبر الثيرستور فيجبر التيار على الهبوط إلى الصفر بل ويمر بالأتجاه العكسى لمدة قصيرة قبل أن يستعيد الثيرستور قابليته للتعويق الأمامى . ويوضح الشكل التالي)ج(دائرة مبسطة لهذا النوع من الإخماد . فعند غلق المفتاح S يوصل المكثف المشحون مسبقاً بالقطبية المبينة عبر الثيرستور ، فيصبح منحا أَز عكسياً ويتحول إلى حالة عدم التوصيل . أن هذا النوع من الإخماد كثير فى دوائر الثيرستور . تتبع دوائر التيار المتردد التى ينعكس فيها جهد الخط ذى الإخماد القسرى ويسمى فى هذه الحالة

) LINE COMMUTATED(. بالإخماد الطورى

طرق إخماد تاثيرستور

حماية الثيرستور THRISTOR

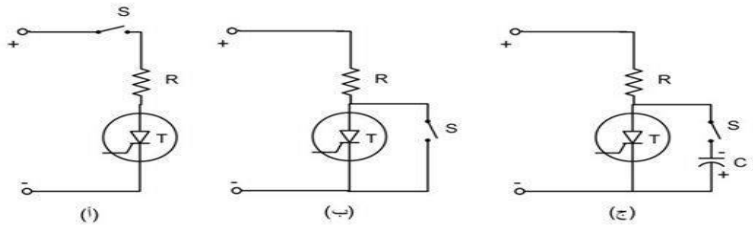
PROTECION : تميل درجة الحرارة المتولدة فى وصلات الثيرستور إلى الارتفاع عند زيادة الجهد او التيار وذلك بسبب صغر السعه الح اررية له . وان إستعمال طريقة للتخلص من درجة الحرارة ال ازئدة يحسن نوعا ما من سعته الح اررية ، ولكن ليس بالدرجة الكافية للتغلب على كل الاحتمالات . ومن أجل تشغيل جيد للثيرستور يجب عدم تعدى مقنناته . وهذا ما يمكن تحقيقه بأختيار ثيرستور ذو مقننات أعلى من مقننات الدائرة وذلك لكى يتحمل التيا ارت ال ازئدة والجهود العابرة . أيضا يمكن إستخدام طرق إضافية لضمان الحفاظ على تيا ارت وجهود الثيرستور ضمن الحود الأمنه .

الحماية ضد الجهد الزائد : ان تسليط جهد ازئد على الثيرستور فى الأتجاه العكسى قد يسبب زيادة كبيرة فى التيار العكسى الذى قد يتلف الثيرستور . وفى الأتجاه الأمامى يمكن أن يشعل الثيرستور إما بزيادة الجهد بأكثر من جهد الأنهيار أو نتيجة لارتفاع dv/dt ، وعموما فإن أى من الحالتين يسبب تشغيل غير مرغوب فيه للثيرستور مما يسبب خط اًر له وللحمل المتصل معه على السواء . قد يحدث الجهد ال ازئد ضمن الدائرة ، وكذلك خارجها عن طريق الحالات العابرة التى تحدث فى خط المصدر ويسببها الأعطاب والصواعق وعمليات الفتح والغلق ، وتعد إمكانية التنبؤ بهذه الحالات صعبة ولكن يمكن الحيطة منها بأخذ عامل أمان عند التصميم . تصمم أنظمة الحماية لامتصاص الطاقة الناجمة عند الجهود ال ازئدة والتى تسبب تلف للثيرستور أو تربك عمله . وتبدد هذه الطاقة فى مقاومات أو تستعمل لشحن مكثفات موضوعة بصورة مناسبة فى الدائرة . ويوضح الشكل التالي)أ(أستعمال دائرة حماية من الجهود العابرة بإستخدام دائرة RC ناحية الدخل ، ويعتمد حجم المكثف على الطاقة المطلوب امتصاصها وعلى قيمة الجهد العابر المتوقع وتستخدم المقاومة r لإخماد التذبذبات الناتجة من دائرة الرنين المشكلة من المكثف وأى ملف موجود الدائرة أما المقاومة R فتستخدم فى تفريغ المكثف والدائرة المستخدمة تقلل أيضاً من معدل إرتفاع dv / dt المسلطة على الثيرستور ، هذا ويجب حماية الثيرستور كلا على حدة ضد dv / dt العالية والجهود ال ازئدة خصوصاً تلك الناتجة عن فتح وغلق الثيرستور ويستخدم لذلك الدائرة الموضحة فى شكل)ب(

الحماية ضد التيار الزائد :

يسبب التيار ال الزائد إلى إرتفاع درجة حرارة الوصلات للثيرستور بشدة وقد يسبب الأرتفاع الحاد فى التيار تسخيناً ازئدا وتلفاً لحظياً فى مثل هذه الحالة يجب فصل الدائرة مباشرة وعند تعرض الثيرستور لأحمال ازئدة أقل شدة ولكن بصورة متكررة فهناك زيادة مطردة فى درجة الحرارة ويؤدى ذلك بإستخدام قواطع سريعة والتى يجب أن تنصهر قبل تلف الثيرستور ، أما النوع الثانى فيمكن أستعمال قواطع دورة أبطأ نسبياً .

أما حماية الثيرستور ضد المعدل العالى لإرتفاع التيار di / dt فتتم عادة بتوصيل ملف (على التوالى معه فى الشكل التالي .ووظيفتها تنظيم الجهد المغذى للمحرك فى لحظة البدء ولحظة الأيقاف كما هو مبين بالشكل أدناه .



كونتاكتور الباي باص المدمج داخل البادئ) في بعض الانواع

قد يدمج داخل البادئ كونتاكتور باي باص او ما يسمي بالكوناكت بلوك لإخراج الثيرستورس بعد اتمام عملية البدء وذلك للحفاظ عليها

وهو من الشروط الاساسيه الازم توافرها

شرح بعض ال PARAMETERS خاصة بالبادئ الناعم

الضبط الشائع لعناصر البادئ الناعم

1. **START RAMPرمب البدء**

المقصود بكلمة ارمب في البادئات الناعمة هو تدرج قيمة من اعلا لأسفل او العكس

وارمب البدء هي الزمن من لحظة بدء البادئ)الجهد الاولى INITIAL VOLT(والى ان يصل الجهد الى نهايته FINAL VOLTAGE

ي ارعى ان لا يكون زمن ارمب البدء طويل فقد يسبب هذا ارتفاع في حرارة المحرك ويمكن ان يجعل الاوفر لود يفصل المحرك، اذا كان المحرك غير محمل NO – LOAD فأن زمن البدء يحتمل ان يكون اقصر من زمن ضبط ال ارمب.

فإذا كان المحرك عليه حمل كبير فأن الاحتمال ان يكون زمن البدء طويلا.

اذا تم ضبط ارمب البدء على القيمة= صفر فأن المحرك سوف يبدأ حركته مباشرة DIRECTON LINE

STARTING

2. **رمب الايقاف stop ramp**

هي المدة الزمنية من لحظة الجهد الكلى FINAL VOLT وحتى لحظة توقف المحرك INITIAL VOLTAGE ، اذا تم ضبط ارمب الايقاف على القيمة= صفر فأن المحرك سوف يتوقف مباشرة DIRECT STOP.

3. INITIAL VOLT :الجهد الاولى

يسمى احيانا بجهد العبور PEDSTRAIN VOLTAGE OR TORQUE وهو النقطة التي سوف يبدأ منها البادئ الناعم ال ارمب الخاصة به سواء ارمب البدء او ارمب الايقاف.

عزم المحرك سوف يهبط متناسبا مع مربع الجهد لذا يجب ضبط هبوط الجهد وكمثال:

هبط الجهد بنسبة 22 % فيصير العزم ^{2} 2.2= 4 % فقط بهذا لن يمكن للمحرك ان يقلع اصلا

من اجل ذلك فمن الهام جدا ايجاد مستوى من الجهد عالي بما فيه الكفاية بحيث يقوم المحرك وفي نفس الوقت لا يسبب سخونة ازئدة.

4. CURRENT LIMIT FUNCTIONخاصية حد التيار

يمكن استخدامه في التطبيقات التي تحتاج الى تحديد لتيار البدء، او في حالات البدء عند الخدمة الشاقة HEAVY DUTY حيث يصعب الوصول الى ضبط جيد للبدء بواسطة قيمة الجهد الاولية وارمب البدء فقط ، ففي هذه الحالة وبضبط تيار البدء فسوف يقوم البادئ بانتظام بوقف زيادة الجهد الى ان يصل التيار الى قيمته المضبوط عليها ثم يكمل ال ارمب لأعلى حتى الجهد الكلى FULL VOLTAGE، هذه الخاصية ليست متاحة في كل انواع البادئات الناعمة.

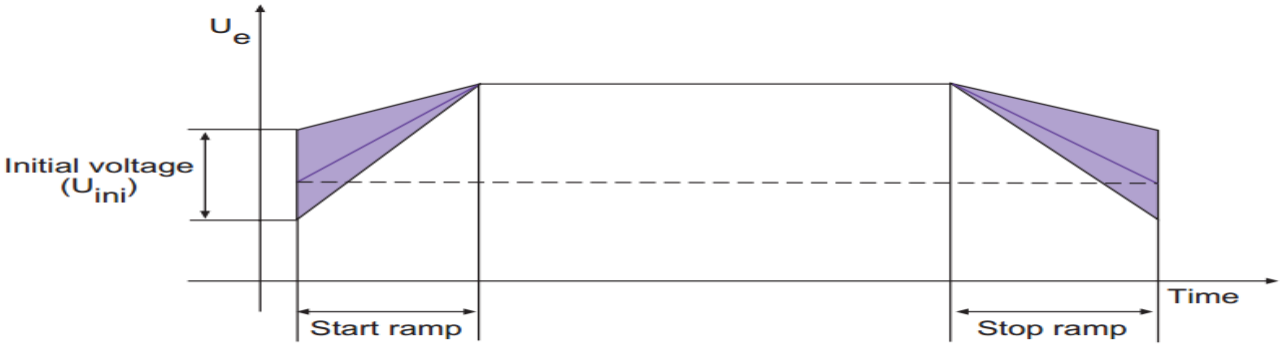
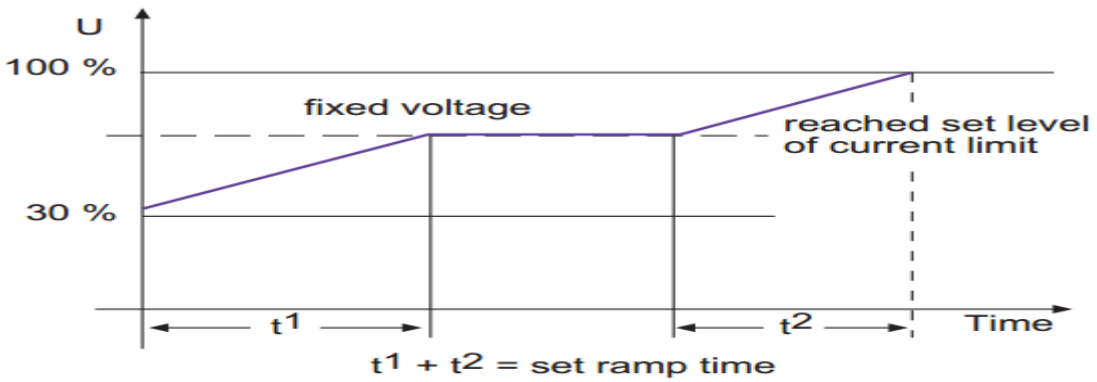
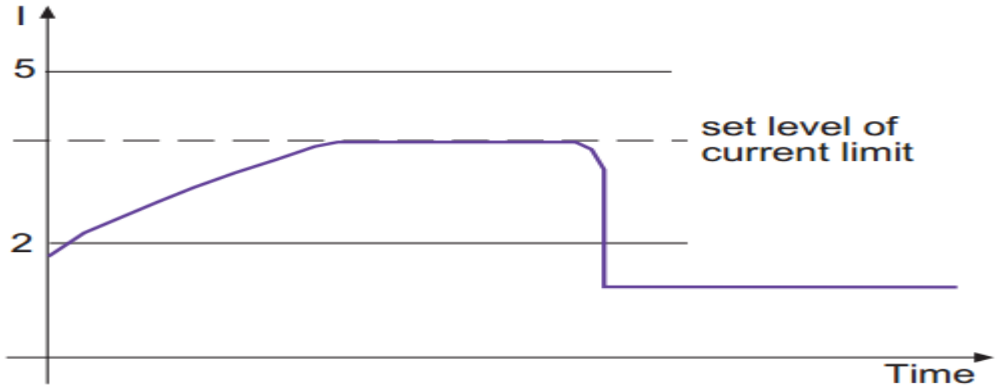


Diagram showing start ramp, stop ramp and initial voltage





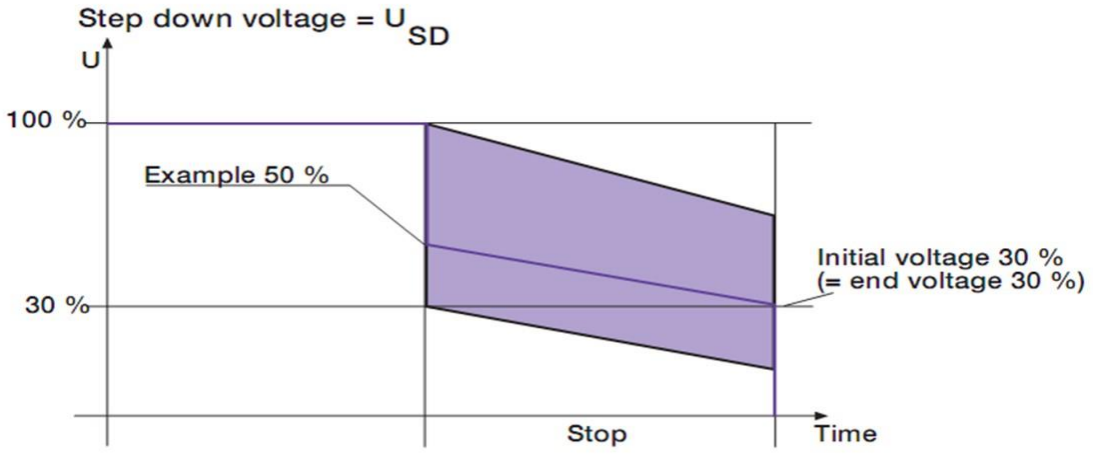
Current limit function in softstarter use

5. جهد الهبوطSTEP DOWN VOLTAGE

تعطى هذه الوظيفة نوع خاص من الايقاف STOP RAMP، فمن الممكن ضبط الجهد ليهبط الى مستوى معين وذلك عندما سرعة المحرك يحدث ان تهبط مباشرة عند امر الايقاف.

توضيح ذلك:

في المحركات ذات الاحمال الخفيفة لن تهبط السرعة حتى يصل الجهد الى قيمة صغيرة جدا ، لكن باستخدام وظيفة ال STEP DOWN VOLTAGE فيمكن التخلص من هذه الظاهرة وهذه الخاصية مفيدة لإيقاف الطلمبات



Curve showing the step down voltage function

تيار المحرك المقنن القابل للضبط

يمكنك بواسطة هذا الخيار ان تضبط التيار المقنن للمحرك على البادئ الناعم، يمكن لهذا الضبط ان يؤثر في بعض القيم الاخرى مثل فصل الاوفر لود المدمج بالبادئ وغيرها....

Application	Start Mode	Start Ramp Time	Initial Current (%)	Current Limit (%)	Adaptive Start Profile	Stop Mode	Stop Time (seconds)	Adaptive Stop Profile
Pump Centrifugal	Adaptive Control	10	200	500	Early accel.	Adaptive Control	15	Late decel.
Pump bore	Adaptive Control	3	200	500	Early accel.	Adaptive Control	3	Late decel.
Pump Hydraulic	Constant Current	2	200	350	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Fan Damped	Constant Current	2	200	350	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Fan Undamped	Constant Current	2	200	450	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Compressor Screw	Constant Current	2	200	400	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Compressor Recip	Constant Current	2	200	450	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Conveyor	Constant Current	5	200	450	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Bow thruster	Constant Current	5	100	400	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a
Bandsaw	Constant Current	2	200	450	n/a	Coast To Stop	n/a	n/a

جداول توضح قيم الضبط للتطبيقات المختلفه

والجدول التالي يبين بعض القيم الاسترشادية للتطبيقات المختلفة وقد تختلف هذه القيم قليلا حسب التطبيق وحالة المعدة والعوامل المختلفة

Type of load	Ramp time for start (sec.)	Ramp time for stop (sec.)	Initial voltage Uini	Current limit (x I_e)
Bow thruster	10	0	30 %	3
Centrifugal fan	10	0	30 %	4
Centrifugal pump	10	20	30 %	3.5
Centrifuge	10	0	40 %	4.5
Conveyor belt	10	0[1)]	40 %	4
Crusher	10	0	60 %	5
Escalator	10	0	30 %	3.5
Heat pump	10	20	30 %	3.5
Hydraulic pump	10	0	30 %	3.5
Lifting equipment	10	10	60 %	4
Mill	10	0	60 %	5
Piston compressor	10	0	30 %	4
Rotary converter	10	0	30 %	3
Scraper	10	10	40 %	4.5
Screw compressor	10	0	40 %	4
Screw conveyor	10	10	40 %	4
Stirrer, Mixer	10	0	60 %	5
Unloaded motor	10	0	30 %	2.5

بعض الرسائل التي تظهرعلى واجهة البادئ الناعم وتفسيرها

حسب الموديل والمصنع تظهر بعض الرسائل على شاشة البادئ لبيان حالة ما واهم هذه الرسائل:

1. **ON** معناها ان الباور سبلاى يغذى البادئ وانه جاهز لتشغيل المحرك
2. **TOP OF RAMP** معناها ان ارمب البدء قد اكتملت وزمن البدء قد انتهي والجهد بالكامل مطبق على البادئ وفي حالة وجود باي باص كونتاكتور فأنه سوف يكون قد اغلق في هذه اللحظة
3. **Fault** وهي كلمة عامة وتعنى خطأ قد يكون من داخل البادئ او من ناحية المحرك ا ومن ناحية التغذية.

- **Overload تظهر عند حدوث اوفر لود وقد يكون سبب ذلك:**

1. تيار المحرك عالي عن الحد
2. زمن البدء طويل جدا
3. عدد مرات بدء كثير المرة تلى الاخرى
4. ضبط خاطئ ريلاي الاوفرلود

Over temperature ارتفاع حرارة البادئ وقد يكون ذلك بسبب:

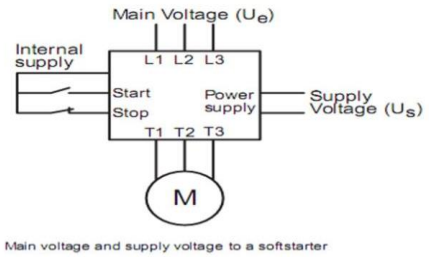
1. زيادة عدد مرات البدءفي وقت صغير
2. تيار مقنن زائد عن الحد
3. زمن بدء طويل عن الحد

الجهود المختلفة المستخدمة مع البادئ الناعم

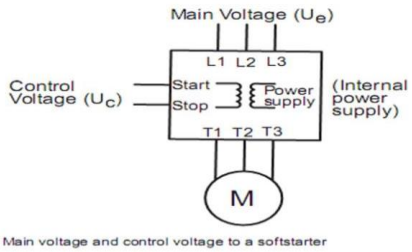
Main Voltage (U_e),
which is the voltage feeding the motor and also the voltage exposed to the main circuit (thyristors) in the softstarter. 200 - 690 V are normal values.

Supply voltage (U_S),
which is the voltage feeding the electronic components inside the softstarter, for example the printed circuit board.
Common values are 110 - 120 V or 220 - 240 V.

Control Voltage (U_C),
which is the voltage for controlling the start and stop command of the softstarter.
Values between 24 - 480 V exist.



Main voltage and supply voltage to a softstarter



Main voltage and control voltage to a softstarter

تطبيق

بدء اكثر من محرك ببادئ واحد

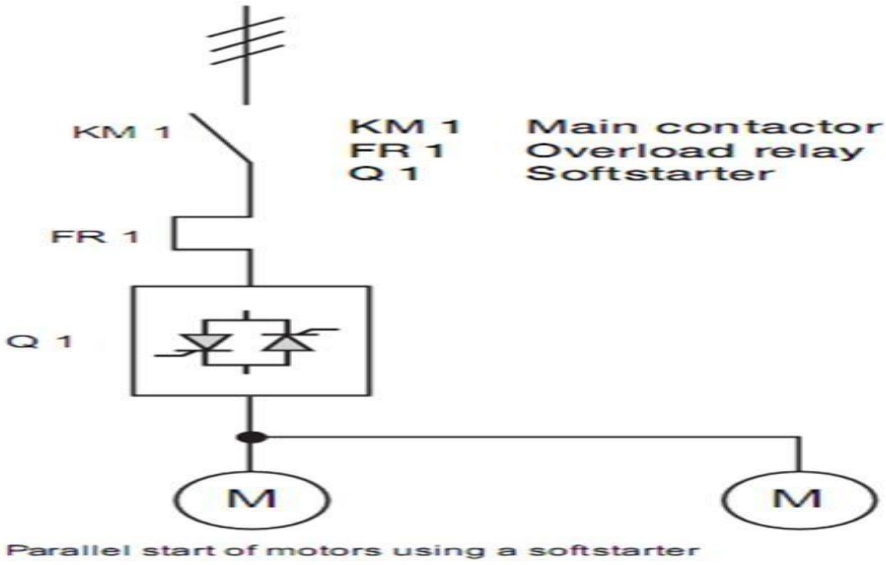
هناك موديلات من البادئات يمكنها تغذية اكثر من محرك

وهناك اليتان لذلك:

parallel startالبدء بالتوازي.

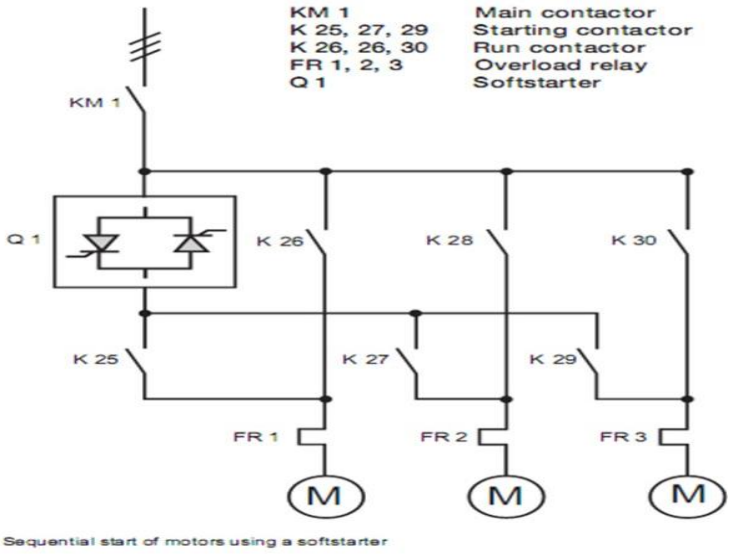
المقصود تشغيل المحركات في نفس اللحظة كما بالشكل ويجب ليتم ذلك ان يتحقق عنصران:

1. يمكنه التعامل مع التيار المقنن **لجميع للمحركات** كلها في نفس الوقت .
2. يمكنه التعامل مع تيار البدء للمحركات كلها في نفس الوقت حتى يوصل المحركات لسرعتها المقننة. :



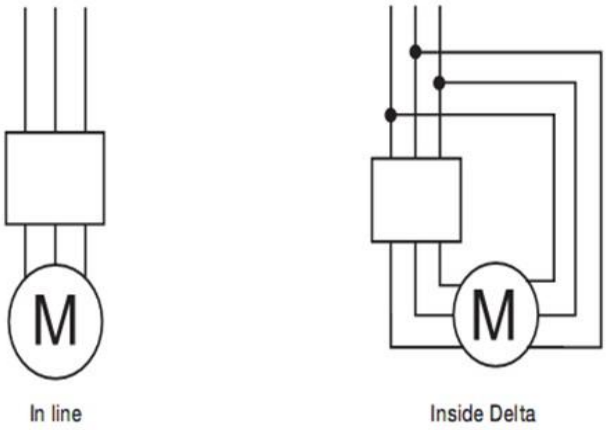
البدء التتابعيsequential start .

المقصود جعل البادئ يبدأ تشغيل اكثر من محرك في توقيتات مختلفة وفقا لتتابع تشغيلي معين مثل تتابع تشغيل طلمبات وفق منسوب مياه في البيارة،او الحفاظ علي معدل تدفق المياه . لكن لا يبدؤا في نفس التوقيت مثل الحالة السابقة. ويشترط ان يكون البادئ قادر على التعامل مع تيار البدء لكل محرك في لحظة تشغيله والشكل يبين هذه الحالة.

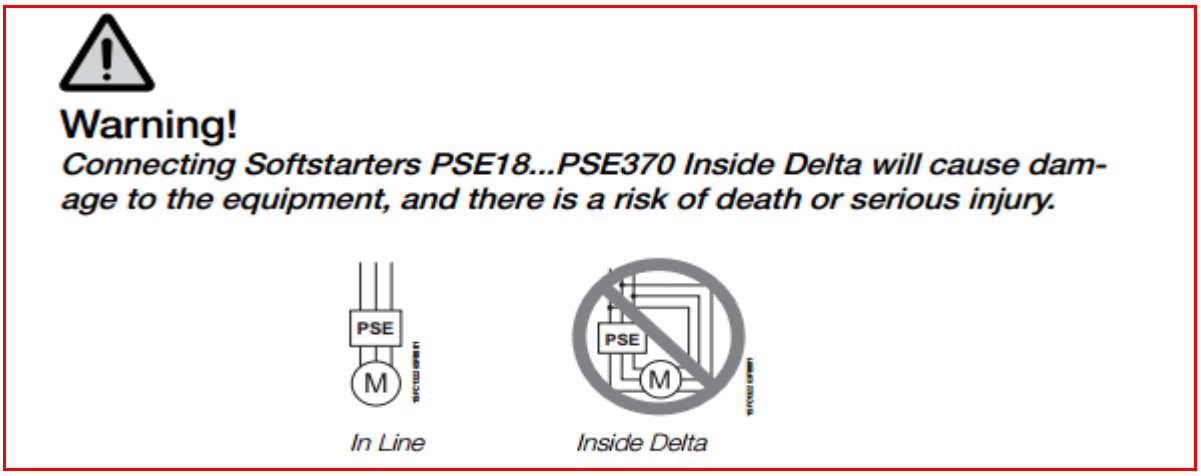


طرق توصيل البادئ الناعم بالمحرك 1. على الخط in line with motor

طريقة سهلة وشائعة حيث يوصل المنبع الثلاثي الوجه الى الكونتاكتور الرئيسي بالتوالي مع الاوفرل ود والمحرك. يجب ان يتحمل البادئ المتصل بهذه الطريقة تيار بدء الحمل الموصل عليه مثلا محرك يحتاج 22 امبير اذا تحتاج بادئ 122 امبير وكونتاكتور رئيسي 122 امبير



Inside delta loop



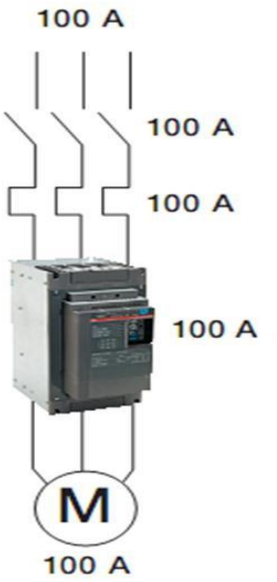
داخل توصيلة الدلتا2. يوصل البادئ داخل الدلتا كما بالشكل وعندما يوصل بهذا الشكل فأنه سوف **يتعرض فقط ل55% 1/ جذر 3**(من تيار الخط in-line current بذلك يمكن استخدام بادئ اقل حجما من البادئ المستخدم في حالة البدء على الخط السابقة , **ولكن يحب الرجوع الي كاتالوجات المصنع لان بعض الموديلات توصيلها داخل الدلتا يودي الي احتراق السوفت كما بالصوره**

2-phase CONTROLLED soft starters can't be used with inside delta connection

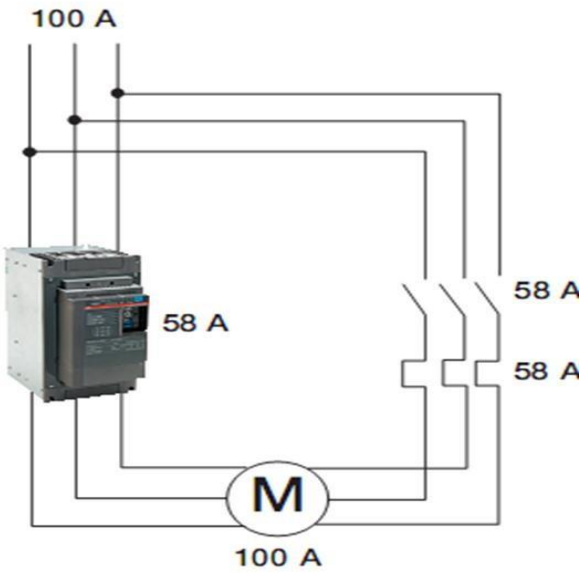
لا يمكن استعمال السوفت 2 PHASE -CONTROL افي توصيله داخل الدلتا

مثال ذلك:

محرك **122** امبير سيحتاج الى بادئ **55** امبير وكونتاكتور رئيسي **55** امبير فقط لو تم توصيل البادئ داخل الدلتا لوب تستخدم هذه الطريقة في المحركات التي تحتوى روزتتها الخارجية على 6 اطراف



Softstarter connected In-line with the motor



Softstarter connected Inside Delta

موضع الكونتاكتور الرئيسي main contactor في توصيلة الدلتا للبادئ:

عند وضع البادئ الناعم داخل الدلتا فهناك طريقتان لتوصيل الكونتاكتور الرئيسي، اما داخل او خارج الدلتا كلاهما سوف يقوم بإيقاف المحرك ولكن في الخيار الاول سيعتبر المحرك لاي ازل تحت التوتر under tension لكن في هذه التوصيلة سيكون حجم الكونتاكتور اقل كما في المثال السابق 58 امبير لكن في حالة توصيله خارج الدلتا فأن الكونتاكتور يجب ان يساوى مقنن المحرك وهو 122 امبير على غير المثال السابق وهذا مكلف اكثر **انظر الرسم :**

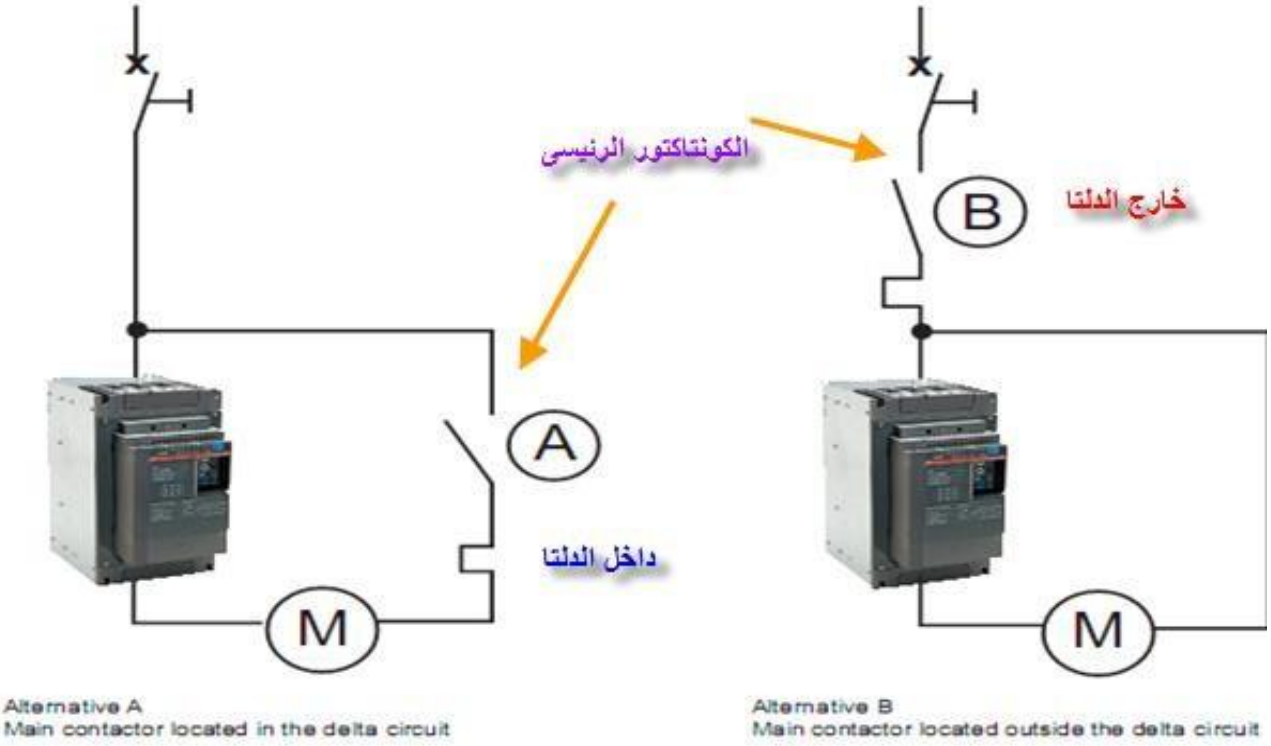
مخططات القدرة لتوصيل بادئات الحركة الناعمة

البادئ والفيوازت بالتوالي على الخط مع الكونتاكتور الرئيسي

يمنع توصيل المكثفات تحسين معامل القدره من ناحيه الموتور ولكن يمكن توصيلها علي مصدر التغذيه

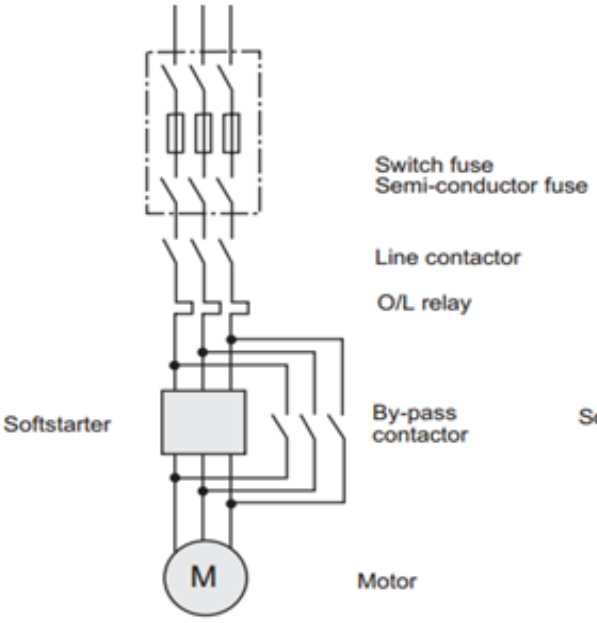
Warning!

Capacitors for power factor compensation are not allowed between the softstarter and the motor, since this can cause current peaks which can damage the thyristors in the softstarter. If such capacitors are to be used, they should be connected on the line side of the softstarter.

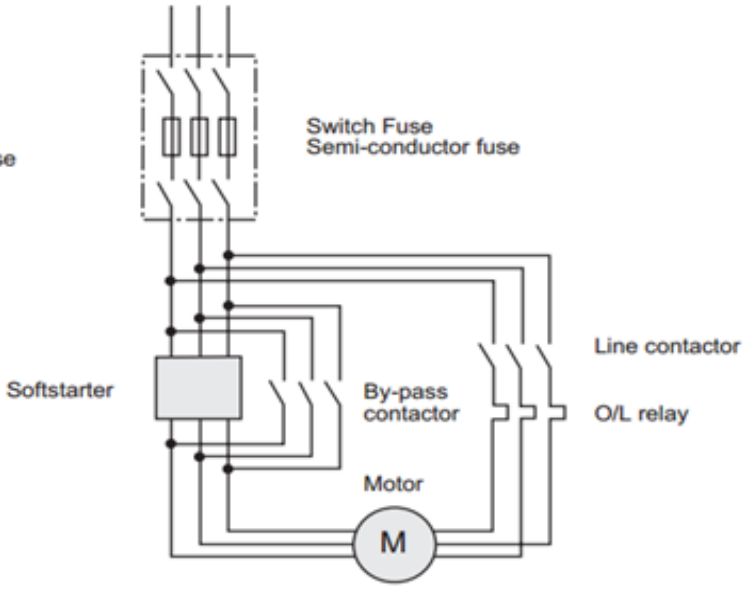


Alternative A
Main contactor located in the delta circuit

Alternative B
Main contactor located outside the delta circuit



Starter and fuses In-line
Line contactor AC-3
By-pass contactor AC-1



Starter inside delta and fuses In-line
Line contactor AC-3
By-pass contactor AC-1
Line contactor and by-pass contactor Inside Delta connected

بادئ داخل توصيلة الدلتا وكذلك كونتاكتور الخط

ضبط البادئ الناعم للتطبيقات المختلفة

يختلف ضبط البادئ الناعم من تطبيق لأخر حسب نوع الحمل وخصائص المحرك وغيرها.

كيفيه قراءة ال **co-ordination tables**

Motor	Indicates the rated output of the motor and maximum current. If this does not correspond fully to the actual motor, select according to the maximum current.
Softstarter	Indicates suitable softstarter type and size for this motor.
Semi-conductor fuses	Indicates rated current and type of semi-conductor fuse.
Switch fuse	Indicates suitable switch fuse for the semi-conductor fuses.
Thermal overload relay	Indicates suitable thermal overload relay, type and setting range.
Line contactor	Indicates suitable line (main) contactor for the motor. This contactor is given with AC-3 rating.
By-pass contactor	Indicates suitable by-pass contactor which is not required for the co-ordination. This contactor is given with AC-1 rating.

يفضل ان تستخدم مع البادئات الناعمة فيوزات خاصة هي فيوزات شبه الموصلة semiconductor fuses والتي تمتاز بسرعة الفصل العالية جدا لذا تسمى high speed fuses والمخطط التالي يبين ميزة هذا النوع عن بعض الانواع الاخرى، الا انه حسب التطبيق قد تستخدم انواع اخرى او تستخدم القواطع المقولبة mccb في التطبيقات الخفيفة.

SOFTSTARTERS WITH FUSES

500 V - 65 kA - Normal start - up, type : 2

Note : PSS5065LINE40

PSS50/40

SOFTSTARTERS PS S 03 ... 142

500 V, 65 kA (up to 40°C) IEC 947-4-2, type 2, AC-53a,b

Starter and fuses in line

Motor		Softstarter	Semi-conductor fuses		Switch Fuse	Thermal Overload Relay		Line contactor	By-pass contactor
Rated Output [kW]	Max current [A]	Type	Rated current [A]	Bussmann ref.	Type	Type	Setting range [A]	Type	Type
	3.5	PS S 03-480B	16	170M1359	OS 160RD0380	TA25DU4.0	2.8 - 4.0	A9	Built-in
5.5	9	PS S 12-480B	40	170M1363	OS 160RD0380	TA25DU14	10 - 14	A9	Built-in
7.5	12	PS S 18/30-500	40	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU14	10 - 14	A12	A9
		PS S 12-480B	40	170M1363	OS 160RD0380	TA25DU14	10 - 14	A12	Built-in
	14	PS S 18/30-500	50	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU14	10 - 14	A16	A9
		PS S 25-480B	50	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU14	10 - 14	A16	Built-in
11	17	PS S 18/30-500	50	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU19	13 - 19	A26	A9
	18	PS S 18/30-500	50	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU19	13 - 19	A26	A9
15	22	PS S 25-480B	50	170M1364	OS 160RD0380	TA25DU25	18 - 25	A26	Built-in
	23	PS S 30/52-500	80	170M1366	OS 160RD0380	TA25DU32	24 - 32	A30	A9

Example of co-ordination table: 500V, 65kA, normal start, type 2 (PSD5065LINE40)

ال co-ordination tables لاختيار الفيوز المناسب

سعة البدء والحماية من زيادة الحمل

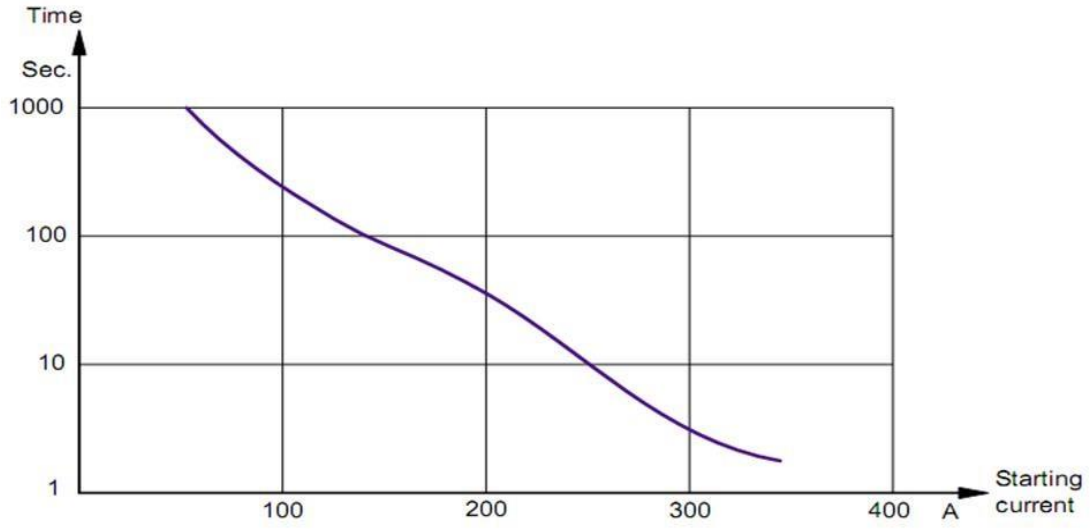
- تيار البدء في البادئات الناعمة يكون من 3-4 التيار المقنن للمحرك

- في تطبيقات الخدمات الشاقة heavy duty يحتاج المحر ك دائما لتيار بدء من 4-5 مرات تيار المحرك المقنن

- اقصى تيار بدء مسموح به للبادئ يعتمد على زمن البدء ويحدد الكيرف التالي العلاقة بين التيار والزمن

- تيار بدء عالي سوف يعطى زمن بدء قصير قدر الامكان مثال ذلك الطاحونة

- العكس صحيح اقل تيار بدء سوف يسمح بأطول زمن بدء مثال الطلمبات



Typical starting capacty graph for a softstarter

سعة بدء البادئ عند استخدام باي باص كونتاكتور

يمكن في هذه الحالة استخدام بادئ= قدرة المحرك سيكون احسن الاحوال ذلك لأن البادئ سيعمل فقط لحظة الايقاف ولحظة البدء

عدد مرات البدء / الساعة:

يعتمد اقصى عدد مرات بدء للبادئ على عدة عوامل منها تيار بدء المحرك المطلوب ودرجة الحرارة ومعامل التقطيع

: intermittent factor.

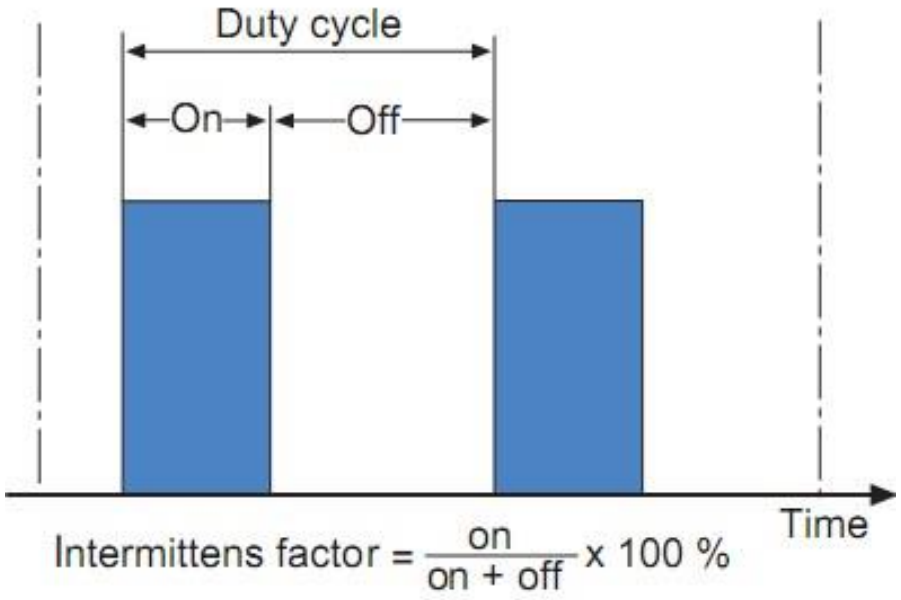
معامل التقطيع

- معامل يحدد طول المدة التي سيعمل فيها البادئ)زمن البدء + زمن التشغيل(مقارنة بزمن الدورة الكلى

- من الهام تعريف معامل التقطيع عند التحدث عن عدد مرات البدء/ ساعة لأن زمن توقف البادئ هو زمن تبريد للبادئ

- تيار بدء عالي وزمن بدء كبير يحتاجان لزمن توقف اطول عن ان كان زمن البدء اقل وتيار العزم اقل

- يتم حساب كل ذلك لضبط عدد مرات البدء / ساعة



Derating when used at high altitudes OR temperature over 40 c

عند العمل ارتفاعات عاليه او درجات حراره عاليه اعلي من 40 درجه يجب ان يحدث Derating للتيار الاقصي الذي يتحمله السوفت

ويكون التخفيض بناء علي كاتالوج المصنع

Ambient temperature	Storage. -40 °C to + 70 °C (-40 °F to 158 °F) Operation: -25 °C to + 40 °C (-13 °F to 104 °F) without derating. + 40 °C to + 60 °C (104 °F to 140 °F) with derating 0.6 % /1 °C (0.6% / 1,8 °F).

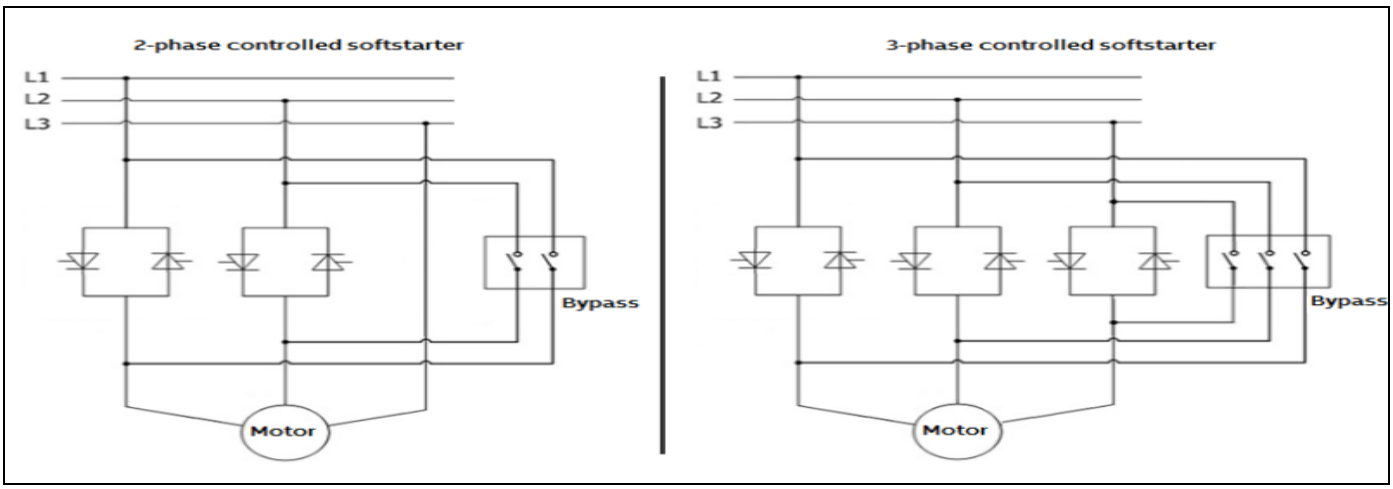
هذا معناه اه كل ارتفاع درجة واحدة في الحراره بناظرة تخفيض 0.6% من ناحية القدره

الاختلافات بين2-phase and 3-phase control في البادئات الناعمة:

2 phase control	3 phase control
In all different segments	Absolutely lowest starting current is required
When torque control is required	Inside delta connection is required
Normal start or heavy duty start	The unbalanced currents during start and stop is a problem
When a compact and cost effective solution is required	

differences between the two technologies.

البادئات الناعمةلديها طريقتين للتحكم ان لديها إما مجموعتين أو ثلاث مجموعات من thyristors للسيطرة على جهد المحرك أثناء بدء أو إيقاف



ما هو اختلال التيارcurrent imbalance ومن أين يأتي وتاثيره

أولا عند بدء تشغيل محرك ثلاثي الطور مع سوفت 2 مرحلة تتحكم فيه هو أن التيارات في المراحل ليست متساوية. بشكل عام، المراحل التي يتم التحكم فيها لديها تقريباً !.! 30-50٪ تيار أقل ابالنسبة إلى الفازه الغير متحكم فيها ولكن

الفازاتين الخاضعين للتحكم لها قراءات تيارات متماثلة والثالثه مختلفهفي الاطوار الخاضعة للتحكم ، يتحكم الثايرستور في التيار إلى المحرك عن طريق التبديلswitching أثناء دورة نصف الموجة الجيبية ، ثم إيقاف التشغيل (الدخول في حالة غير موصلة) عند نقطة العبور الصفرية. هذا يعني أن الاطوار الفازات الخاضعة للتحكم تجري فقط لجزء من الوقت ، في حين أن المرحلة غير المتحكم بها متاحة دائمًا للتوصيل، وتوفر مسار عودة للتيار

Limited impact of current imbalance

The differences mentioned above can have an impact only during ramping. In a majority of

applications, the ramp time with a soft starter is less than 10 seconds.

العيوب

2-phase CONTROLLED soft starters can't be used with inside delta connection

لا يمكن استعمال السوفت 2 PHASE -CONTROL افي توصيله داخل الدلتا

مميزات 2phase

- **Less components equals less failure:**مكونات اقل اعطال اقل
- **A third less of harmonics during start**:التوافقيات اقل
- **Less PRICE**ارخص سعرا
- **Fewer components**. مكونات اقل تعني حجم اقل من نظيره المتحكم في 3 اطوار

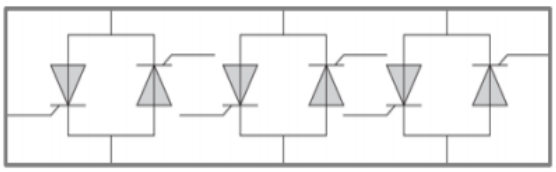


Figure 4: Thyristor topology of a "3-phase softstarter": 3 sets of anti-parallel thyristors.

Figure 5: Thyristor topology of a "2-phase softstarter": 2 sets of anti-parallel thyristors.

تحذير

يجب التحذير دائما ان في- 2 -phase CONTROLLED soft starters هناك دائما فازه من الخروج(الموتور) عليها جهد باستمرار حتي وان كان السوف لا يعمل لذا يجب فصل مصدر التيار دائما كما هو موضح من كاتالوج المصنع

Warning!

Depending on the two phase control, a connected motor terminal always carries live hazardous voltage. Do not touch terminals when voltage is applied. Output terminals will have live voltage even when the device is OFF. This can cause death or serious injury.

مشكلة الشحنات الكهروستاتيكية مع البادئات الناعمة(Electrostatic discharges (ESD

- هناك مشكلة تحدث مع الدوائر الالكترونية وهي تفريغ الشحنات الكهربية الاستاتيكية

- واساس حدوث هذه المشكلة هو التعامل الخاطئ مع الاجهزة والدوائر الالكترونية المطبوعة والعناصر التي تتلف نتيجة هذه الظاهرة تتعرض الى مستوى عالي من الجهد والان ومع انضغاط المكونات الالكترونية في صورة دوائر متكاملة ic اصبحت المشكلة اكبر حيث صارت المسافة بين ارجل ال ic قليلة تصل الى حوالى 223.2 مم

وتتلخص مشاكل الشحنات الاستاتيكية في ثلاث حالات:

تلامس بين موصلين كلاهما بالأخر

عزل موصلين عن بعض

التأثير الناشئ عن الكهرباء الاستاتيكية بدون أي تلامس بين المواد

ويسبب ذلك مع الدوائر المنطقية ANALOG CIRCUITS

اخطاء في دقة القياس

مستويات خاطئة للجهد تحتاج للضبط

تلف عناصر من الدائرة

اما مع النظم الرقمية والسوفت وير فقد:

تتحول ال)1(الى)2(والعكس بدون أي اسباب مما قد يسبب خطأ في تنفيذ الاجراءات.

الحرص عند التعامل مع الدوائر المطبوعة

احيانا تسمع صوت طقة CLICK عندما تلمس عنصر الكترونى وسبب ذلك هو الشحنات الاستاتيكية العالية وقد تسبب تلك الشحنات في تلف العنصر لذا يجب عند التعامل مع عناصر الكترونية الحرص على ما يلى:

تجنب لمس العنصر بمواد مشحونة او بيدك

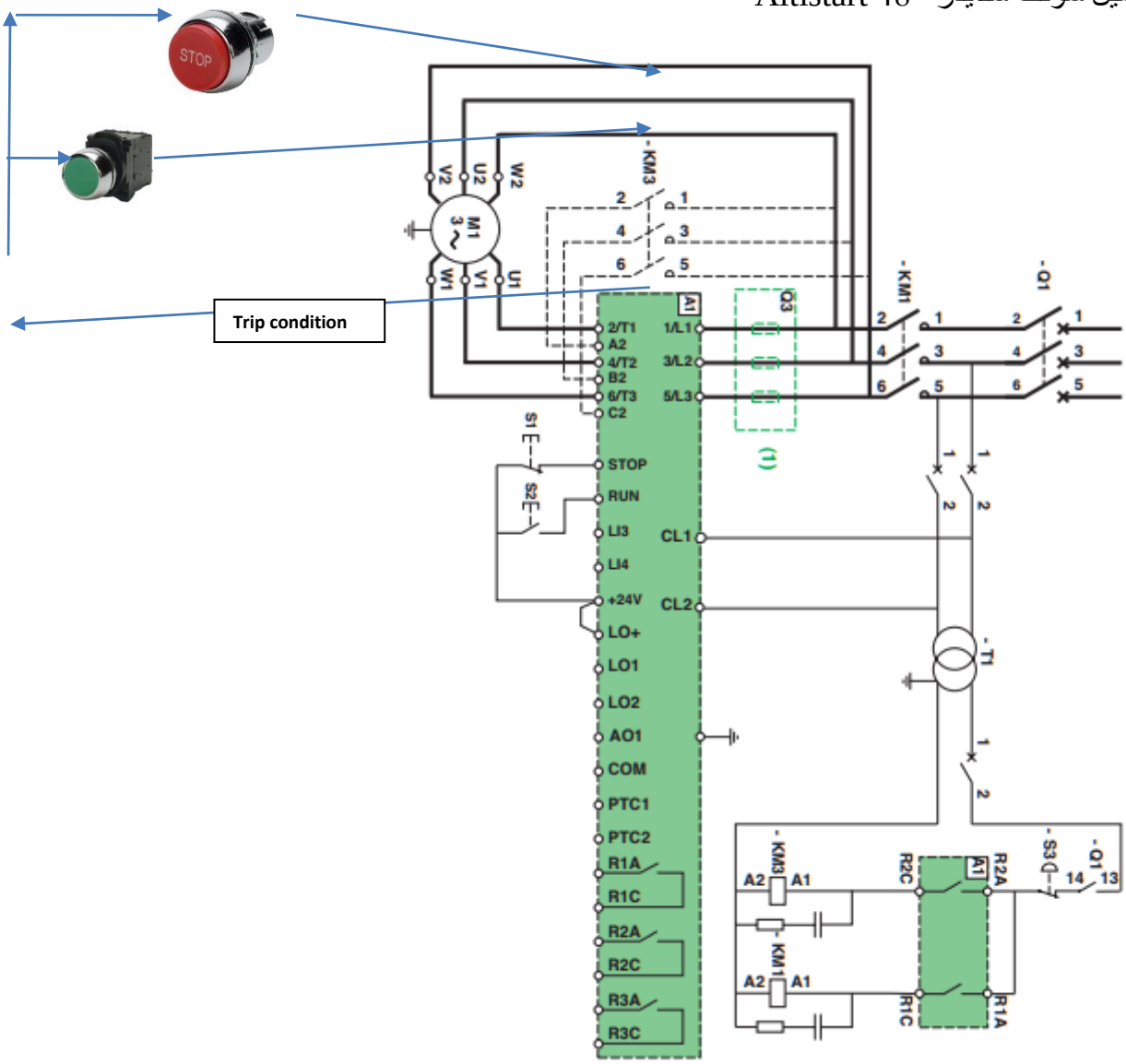
عند لمس العناصر الالكترونية حاول ان تكون متصلا مباشرة بالأرض

تجنب الرطوبة العالية

وصل ارضى الدائرة الى الارض

مثال عملي

توصيل سوفت شنايدر Altistart 48



مع وجود كوناكتوري km3 bypass contactors و km1 line contactor

توصيل التغذية للسوفت ستارتر

- يتم توصيل مصدر الكهرباء ثلاثى الاطوار الى النقاط L1-L2-L3 بالجهاز ثلاثى الاطوار 380 فولت **يوصي جميع المصنعين بتركيب line contactor علي تغذيه السوفت**
- يتم توصيل مصدر الكهرباء احادى الطور (L-N) الى النقاط L-N بالجهاز احادى الطور 220فولت

اذا تم توصيل الكهرباء بالخطأ الى خرج السوفت مكان تركيب المحرك اى T1-T2-T3 بدلا من L1-L2-L3وتم توصيل الكهرباء قد يودي الي تلف الجهاز

ترتيب فازات التغذية للسوفت يؤثر على تشغيل الجهاز لان به حمايه ترتيت الفازاتphase sequence علي عكس الانفرتر توثر فقط اتجاه دوران المحرك

توصيل المحرك

يتم توصيل ثلاث اطراف المحرك ب T1-T2-T3مــن البــادي ترتيب توصيل اطراف المحرك بالجهاز يؤثر على اتجاه الدورا

السوفت لا يقوم بتغير اتجاه الحركه مثل الانفرتر ولكن يمكن تغير الحركه عن طريق اضافه كونتاكتوري عكس حركه

البرمجه

terminal control-1	مصدر الاشاره (التشغيل)	Control mode
Voltage ramp startup-0	شكل نظام البدء	Startup mode
2ثانيه	تاخير البدء	Startup delay time
20ثانيه	زمن الوصول للجهد الكامل(البدء)	Ramp ascending time
20ثانيه	زمن الوصول للجهد الايقاف	Ramp descending time
%300	تحديد اقصي تيار للبدء	Startup current limit
400V	جهد التغذيه	Line voltage
50 HZ	تردد التغذيه	Line frequency
.----A	تيار الموتور	Motor current
----KW	قدره الموتور	Motor POWER
to 100% 0	عزم الموتور	Motor torque
60C	درجه حراره التشغيل	Motor thermal PROTECT
ϕ	معامل قدره الموتور	Cosine ϕ
4	اقصي عدد مرات تشغيل	MAX START PER HOUR
40 ثانيه	الزمن الازم للسماح بالتشغيل	COOL DOWN TIME

		Parameter Group	Default Setting
5		**Protection Levels**	
	5A	*Current Imbalance*	30%
	5B	*Current Imbalance Delay*	00:03 (mm:ss)
	5C	*Undercurrent*	20%
	5D	*Undercurrent Delay*	00:05 (mm:ss)
	5E	*Overcurrent*	400%
	5F	*Overcurrent Delay*	00:00 (mm:ss)
	5G	*Undervoltage*	350 V
	5H	*Undervoltage Delay*	00:01 (mm:ss)
	5I	*Overvoltage*	500 V
	5J	*Overvoltage Delay*	00:01 (mm:ss)
	5K	*Underpower*	10%
	5L	*Underpower Delay*	00:01 (mm:ss)
	5M	*Overpower*	150%
	5N	*Overpower Delay*	00:01 (mm:ss)
	5O	*Excess Start Time*	00:20 (mm:ss)
	5P	*Restart Delay*	00:10 (mm:ss)
	5Q	*Starts per Hour*	0
	5R	*Phase Sequence*	Any Sequence
6		**Protection Actions**	
	6A	*Auto-Reset Count*	0
	6B	*Auto-Reset Delay*	00:05 (mm:ss)
	6C	*Current Imbalance*	Soft Trip and Log
	6D	*Undercurrent*	Soft Trip and Log
	6E	*Overcurrent*	Soft Trip and Log
	6F	*Undervoltage*	Soft Trip and Log
	6G	*Overvoltage*	Soft Trip and Log
	6H	*Underpower*	Log Only
	6I	*Overpower*	Log Only
	6J	*Excess Start Time*	Soft Trip and Log
	6K	*Input A Trip*	Soft Trip and Log
	6L	*Input B Trip*	Soft Trip and Log
	6M	*Network Communications*	Soft Trip and Log
	6N	*Remote Keypad Fault*	Soft Trip and Log
	6O	*Frequency*	Soft Trip and Log
	6P	*Phase Sequence*	Soft Trip and Log
	6Q	*Motor Overtemperature*	Soft Trip and Log
	6R	*Motor Thermistor Circuit*	Soft Trip and Log

10.4 Parameter List

	Parameter Group	Default Setting
1	**Motor Details**	
1A	*Command Source*	Digital Input
1B	*Motor Full Load Current*	Model dependent
1C	*Motor kW*	0 kW
1D	*Locked Rotor Time*	00:10 (mm:ss)
1E	*Locked Rotor Current*	600%
1F	*Motor Service Factor*	105%
1G	*Reserved*	
2	**Motor Start/Stop**	
2A	*Start Mode*	Constant Current
2B	*Start Ramp Time*	00:10 (mm:ss)
2C	*Initial Current*	200%
2D	*Current Limit*	350%
2E	*Adaptive Start Profile*	Constant Acceleration
2F	*Kickstart Time*	000 ms
2G	*Kickstart Level*	500%
2H	*Jog Torque*	50%
2I	*Stop Mode*	TVR Soft Stop
2J	*Stop Time*	00:00 (mm:ss)
2K	*Adaptive Stop Profile*	Constant Deceleration
2L	*Adaptive Control Gain*	75%
2M	*Multi Pump*	Single Pump
2N	*Start Delay*	00:00 (mm:ss)
2O	*DC Brake Torque*	20%
2P	*DC Brake Time*	00:01 (mm:ss)
2Q	*Brake Current Limit*	250%
2R	*Soft Brake Delay*	400 ms
3	**Motor Start/Stop 2**	
3A	*Motor Full Load Current-2*	Model dependent
3B	*Motor kW-2*	0 kW
3C	*Start Mode-2*	Constant Current
3D	*Start Ramp Time-2*	00:10 (mm:ss)
3E	*Initial Current-2*	200%
3F	*Current Limit-2*	350%
3G	*Adaptive Start Profile-2*	Constant Acceleration
3H	*Kickstart Time-2*	000 ms

Soft starter Parameter list

Troubleshooting for Soft starter

Display	Possible cause/Suggested solution
Network communication	There is a network communication problem, or the network master may have sent a trip command to the starter. Check the network for causes of communication inactivity. Related parameters: 6M
Not ready	• The reset input may be active. If the reset input is active, the starter will not operate. • The soft starter may be waiting for the restart delay to elapse. The length of the restart delay is controlled by parameter 5P *Restart Delay*. Related parameters: 5P
Overcurrent	The current has exceeded the level set in parameter 5E *Overcurrent* for longer than the time set in parameter 5F *Overcurrent Delay*. Causes can include a momentary overload condition. Related parameters: 5E, 5F, 6E
Overpower	The motor has experienced a sharp rise in power. Causes can include a momentary overload condition which has exceeded the adjustable delay time. Related parameters: 5M, 5N, 6I
Overvoltage	There has been a voltage surge on the mains. Causes can include problems with a transformer tap regulator or off-loading of a large transformer load. Related parameters: 5I, 5J, 6G
Parameter out of range	This trip is not adjustable. • A parameter value is outside the valid range. The keypad will indicate the first invalid parameter. • An error occurred loading data from the EEPROM to RAM when the keypad powered up. • The parameter set or values in the keypad do not match the parameters in the starter. • "Load User Set" has been selected but no saved file is available. Reset the fault. The starter will load the default settings. If the problem persists, contact your local distributor. Related parameters: None
Phase sequence	The phase sequence on the soft starter's input terminals (L1, L2, L3) is not valid. Check the phase sequence on L1, L2, L3 and ensure the setting in parameter 5R is suitable for the installation. Related parameters: 5R, 6P

Display	Possible cause/Suggested solution
Current imbalance	Current imbalance can be caused by problems with the motor, the environment or the installation, such as: • An imbalance in the incoming mains voltage • A problem with the motor windings • A light load on the motor • A phase loss on input terminals L1, L2 or L3 during Run mode • An SCR that has failed open circuit. A failed SCR can only be definitely diagnosed by replacing the SCR and checking the starter's performance. Related parameters: 5A, 5B, 6C
Current Read Err Lx	Where 'X' is 1, 2 or 3. Internal fault (PCB fault). The output from the CT circuit is not close enough to zero when the SCRs are turned off. Contact your local supplier for advice. Related parameters: None
Depth Sensor	The smart card has detected a fault with the depth sensor. Related parameters: 30L, 36C
EEPROM fail	An error occurred loading data from the EEPROM to RAM when the keypad powered up. If the problem persists, contact your local distributor. Related parameters: None
Excess start time	Excess start time trip can occur in the following conditions: • parameter 1B *Motor Full Load Current* is not appropriate for the motor • parameter 2D *Current Limit* has been set too low • parameter 2B *Start Ramp Time* has been set greater than the setting for 5O *Excess Start Time* • parameter 2B *Start Ramp Time* is set too short for a high inertia load when using Adaptive Control Related parameters: 1B, 2B, 2D, 3D, 3F
Firing Fail Px	Where 'X' is phase 1, 2 or 3. The SCR did not fire as expected. The SCR may be faulty or there may be an internal wiring fault. Related parameters: None
FLC too high	If the soft starter is connected to the motor using inside delta configuration, the soft starter may not be correctly detecting the connection. Contact your local supplier for advice. Related parameters: None

Display	Possible cause/Suggested solution
Internal fault 88	The soft starter firmware does not match the hardware.
Keypad disconnected	Parameter 1A *Command Source* is set to Remote Keypad but the VersiStart p III cannot detect a remote keypad. If a remote keypad is installed, check the cable is firmly connected to the soft starter. If no remote keypad is installed, change the setting of parameter 1A. Related parameters: 1A
L1 phase loss L2 phase loss L3 phase loss	This trip is not adjustable. During pre-start checks the starter has detected a phase loss as indicated. In run state, the starter has detected that the current on the affected phase has dropped below 10% of the programmed motor FLC for more than 1 second, indicating that either the incoming phase or connection to the motor has been lost. Check the supply and the input and output connections at the starter and at the motor end. Related parameters: None
L1-T1 shorted L2-T2 shorted L3-T3 shorted	During pre-start checks the starter has detected a shorted SCR or a short within the bypass contactor as indicated. Consider using PowerThrough to allow operation until the starter can be repaired. Related parameters: 6S
Input A trip Input B trip	The soft starter's programmable input is set to a trip function and has activated. Resolve the trigger condition. Related parameters: 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G, 7H
Instantaneous overcurrent	This trip is not adjustable. The current on all three phases has exceeded 7.2 times the value of parameter 1B *Motor Full Load Current*. Causes can include a locked rotor condition or an electrical fault in the motor or cabling. Related parameters: None
Internal fault x	Where 'X' is a number. This trip is not adjustable. The VersiStart p III has tripped on an internal fault. Contact your local supplier with the fault code (X).

TO OBTAIN	Single Phase AC power	Three Phase AC power
kilowatts electrical (kW)	$\frac{Volts \times Amps \times PF}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$
kilowatts electrical (kW)	$kVA \times PF$	$kVA \times PF$
kilowatts mechanical (kWm)	$\frac{kVA \times PF}{Alternator\ Efficiency}$	$\frac{kVA \times PF}{Alternator\ Efficiency}$
kVA	$\frac{Volts \times Amps}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times \sqrt{3}}{1000}$
Amps	$\frac{kVA \times 1000}{Volts}$	$\frac{kVA \times 1000}{Volts \times \sqrt{3}}$
Speed (rpm)	$\frac{120 \times Frequency}{\#\ Poles}$	$\frac{120 \times Frequency}{\#\ Poles}$
Reactive Power (kVAr)	$\frac{Volts \times Amps \times sin\emptyset}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times \sqrt{3} \times sin\emptyset}{1000}$
% Voltage regulation (for Steady- Loads, from No–Load to Full–Load)	$\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$	$\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$
Horsepower required to drive alternator	$\frac{kW}{0.746 \times Alternator\ Efficiency}$	$\frac{kW}{0.746 \times Alternator\ Efficiency}$
First cycle RMS short circuit current (±10%)	$\frac{Rated\ Amperes}{puX''d}$	$\frac{Rated\ Amperes}{puX''d}$

Desired data	Single-phase	Three-phase	Direct current
Kilovolt-Amps (kVA)	$\frac{Volts \times Amps}{1,000}$	$\frac{Volts \times Amps \times 1.732}{1,000}$	
Kilowatts (kW)	kVA x Power Factor (PF)	kVA x Power Factor (PF)	$\frac{Volts \times Amps}{1,000}$
AMPS - When kW are known	$\frac{kW \times 1,000}{Volts \times PF}$	$\frac{kW \times 1,000}{1.732 \times Volts \times PF}$	$\frac{kW \times 1,000}{Volts}$
AMPS - When kVA is known	$\frac{kVA \times 1,000}{Volts}$	$\frac{kVA \times 1,000}{1.732 \times Volts}$	
AMPS - When Horsepower is known	$\frac{HP \times 746}{Volts \times \%\ Eff. \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{1.732 \times Volts \times \%\ Eff. \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{Volts \times \%\ Eff.}$
Electric Motor Horsepower Output (HP)	$\frac{Volts \times Amps \times \%\ Eff. \times PF}{746}$	$\frac{Volts \times Amps \times 1.732 \times \%\ Eff. \times PF}{746}$	$\frac{Volts \times Amps \times \%\ Eff.}{746}$

القوانين والتحويلات الهامه

Formula

Ohm's law

$I = \frac{U}{R}$ $R = \frac{U}{I}$ $U = I \times R$

I = Current (ampere)
U = Voltage (volt)
R = Resistance (ohm)

Rated motor torque

$M_r = \frac{9550 \times P_r}{n_r}$

M_r = Rated torque, Nm
P_r = Rated motor power, kW
n_r = Rated motor speed, rpm

Moment of inertia

$J = \frac{m(R^2 + r^2)}{2}$

J = Moment of inertia, kgm^2
m = Mass for the flywheel, kg
R = Outer radius, m
r = Inner radius, m

Flywheel mass

mD^2 or GD^2 ($mD^2 \sim GD^2$)

mD^2 = Flywheel mass, kpm^2
GD^2 = Flywheel mass, kgm^2

Relation Moment of inertia and Flywheel mass

$J = \frac{1}{4} GD^2 = \frac{1}{4} mD^2$

J = Moment of inertia, kgm^2
mD^2 = Flywheel mass, kpm^2
GD^2 = Flywheel mass, kgm^2

Moment of inertia on load shaft recalculated to the motor shaft

$$J'_b = \frac{J_b \times n_b^2}{n}$$

J'_b = Moment of inertia recalculated to the motor shaft, kgm^2
J_b = Moment of inertia for the load, kgm^2
n_b = Speed of the load, rpm
n_r = Speed of the motor, rpm

Load torque on load shaft recalculated to the motor shaft

$$M'_b = \frac{M_b \times n_b}{n_r}$$

M'_b = Load torque recalculated to the motor shaft, Nm
M_b = Load torque, Nm
n_b = Speed of the load, rpm
n_r = Speed of the motor, rpm

Electrical power

$$P = \frac{U \times I \times PF}{1000}$$

P = Power in kW (1-phase)
PF = Power factor

$$P = \frac{U \times I \times PF \times \sqrt{2}}{1000}$$

P = Power in kW (2-phase)

$$P = \frac{U \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$$

P = Power in kW (3-phase)

Conversion factors

Length

1 mile	=	1,609344 km	**1 km**	=	0,621 mile
1 yd	=	0,9144 m	**1 m**	=	1,09 yd
1 ft	=	0,3048 m	**1 m**	=	3,28 ft
1 in	=	25,4 mm	**1 mm**	=	0,039 in

Velocity

1 knot	=	1,852 km/h	**1 km/h**	=	0,540 knot
1 mile/h	=	1,61 km/h	**1 km/h**	=	0,622 mile/h
1 m/s	=	3,6 km/h	**1 km/h**	=	0,278 m/s

Area

1 acre	=	0,405 ha	**1 ha**	=	2,471 acre
1 ft^2	=	0,0929 m^2	**1 m^2**	=	10,8 ft^2
1 in^2	=	6,45 cm^2	**1 cm^2**	=	0,155 in^2

Volume

1 ft^3	=	0,0283 m^3	**1 m^3**	=	35,3 ft^3
1 in^3	=	16,4 cm^3	**1 cm^3**	=	0,0610 in^3
1 gallon	=	4,55 l (UK)	**1 l**	=	0,220 gallon (UK)
1 gallon	=	3,79 l (US)	**1 l**	=	0,264 gallon (US)
1 pint	=	0,568 l	**1 l**	=	1,76 pint

Mass

1 lb	=	0,454 kg	**1 kg**	=	2,20 lb
1 oz	=	28,3 g	**1 g**	=	0,0352 oz

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة © الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المناهج

المراجع

- تم إعداد الإصدار الأول بمشاركة المشروع الألماني GIZ
- و مشاركة السادة :-

مهندس/ أشرف لمعي توفيق	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ السيد رجب شتيا	شركة مياه وصرف صحي البحيرة
مهندس/ أيمن النقيب	شركة صرف صحي الاسكندرية
مهندس/ خالد سيد أحمد	شركة مياه القاهرة
مهندس/ طارق ابراهيم	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ علي عبد الرحمن	شركة صرف صحي الاسكندرية
مهندس/ علي عبد المقصود	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ محمد رزق صالح	شركة مياه وصرف صحي البحيرة
مهندس/ مصطفي سبيع	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ وحيد أمين أحمد	شركة مياه القاهرة
مهندس/ يحيى عبد الجواد	شركة مياه وصرف صحي الدقهلية

- **تم التحديث V2**

بمشاركة السادة :-

- **مهندس/ خالد سيد أحمد — شركة مياه القاهرة**
- **مهندس / ريمون لطفى زاخر — شركة صرف صحي القاهرة**
- **مهندس/ علاء عبد المهيمن الشال — شركة مياه وصرف صحي الغربية**
- **مهندس/ محمد عطية يوسف — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد محمد الشبراوى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد صالح فتحى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ هانى رمضان فتوح — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ عادل عزت عبد الجيد — شركة مياه وصرف صحي بنى سويف**

❖ **تمت أعمال التنسيق بواسطة كل من :**

- **الأستاذ/ علاء محمد المنشاوي — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **المهندسة / بسمة فوزى — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **الأستاذ / سيد محمود سيد — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**