شركة الصرف الصحى
للقاهرة الكبرى

شركة المقاولون العرب لتشغيل
وصيانة المرافق والخدمات

مشروع التدريب على أعمال التشغيل والصيانة بمحطتى معالجة مياه الصرف الصحى والرى بحلوان - عقد ٥

الدورة التدريبية عن

نظام بدء الحركة الناعمة (ABB) بلوحات الجهد المتوسط
نظرية عمله وإجراءات الصيانة المتبعة (الرى)

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-22(A)

ديسمبر ٢٠١٠

المحتويـــات

الفصل الأول: مقدمة عن الصيانة	**١ - ١**
مقدمة	١ - ١
خطة الصيانة	١ - ١
حصر المعدات التي تحتاج إلى صيانة	١ - ٢
تحديد كمية الأعمال اللازمة ودور العاملين بالمحطة	١ - ٢
سجلات وجداول الصيانة	١ - ٣
العوامل التي تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع	١ - ٤
الفصل الثاني: مقدمة عن بدء الحركة للمحركات	**١ - ٢**
مقدمة	١ - ٢
طرق بدء الحركة	١ - ٢
الفصل الثالث: التشغيل والصيانة لجهاز بدء الحركة Type SSM Medium voltage	**١ - ٣**
مقدمة	١ - ٣
بدء الحركة الناعم	٢ - ٣
التشغيل والصيانة لنظام SSM	٣ - ٣
الفصل الرابع: احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة	**١ - ٤**
مقدمة	١ - ٤
معدات الأمان	١ - ٤
كشافات الجهد	٢ - ٤
الاحتياطات المطلوبة عند إجراء الصيانة	٢ - ٤
احتياطات الأمان عند استخدام كاشف الجهد	٤ - ٤
تأريض قضبان التوزيع	٤ - ٤
تأثير الصدمة الكهربية على جسم الإنسان	٤ - ٦
خطر الصعق بالجهد المنخفض	٤ - ٨
نصائح لضمان السلامة الكهربية	٤ - ٩

مقدمة عن الصيانة

الفصل الأول

مقـــدمـــة عـــن الصيانـــــة

مقدمـــــة

إن أول التساؤلات التى تبدر إلى تفكير الإنسان الذى يـــصبح مـــسئولاً عـــن صيانة أى من المعدات الموجودة بالمحطة هى:

- ما هى الصيانة؟
- ما هو الهدف من الصيانة؟

وتعرف الصيانة بأنها مجموعة الأعمال التى تتم أو التى يلزم أداؤها يومياً - أسبوعياً - شهرياً - ربع سنوى (ثلاثة شهور) - نصف سنوى - أو ســـنوياً. وذلك حسب الجداول الواردة مع كل معدة، وذلك بهـــدف المحافظـــة علـــى المعدات بحالة جيدة، لتعمل بصورة سليمة، لأطول مدة ممكنة.

ولذلك تكمن أهمية الصيانة فى أنها الوسيلة التى تمكننا من:

- المحافظة على المعدات فى حالة تشغيل جيدة ومعقولة.
- المساعدة على اكتشاف الأخطاء ومواجهتها قبل أن تتطور إلى مشاكل رئيسية.

خطة الصيانة

عند التخطيط لصيانة المعدات يحتاج الأمر إلى تقدير دقيق لموقف المعـــدات الموجودة بالمحطة ويحتاج هذا إلى:

أ - حصر شامل لجميع معدات المحطة التى تحتاج إلى صيانة.

ب- تحديد كمية الأعمال اللازمة لخطة الصيانة ودور العاملين بالمحطة.

ج- تقدير الاحتياجات التمويلية وطرق تدبيرها.

حصـــر المعدات التى تحتاج إلى صيانة

ويشمل ذلك: المعدات الكهربية، والمعدات الميكانيكية، والمنشآت المختلفة.

من أمثلة المعدات الكهربية:

- لوحات التوزيع.
- المحركات الكهربية.
- المحولات الكهربية.
- البطاريات وأجهزة شحنها.
- وحدات التوليد.

وما يهمنا هنا هو لوحات التوزيع التى يلزم حصرها على مستوى المنشـــأة.

تحديد كمية الأعمال اللازمـــــــة ودور العاملين بالمحطة

تتلخص هذه النقاط فى جزئين رئيسيين بالنسبة لخطة الصيانة وهما:

الأعمال الروتينية اليومية:

وتشمل الأعمال والواجبات اليومية اللازم إنجازها لتحقيق أهـــداف الخطـــة. وغالباً ما يقوم بهذه الأعمال أفراد التشغيل، ومن أمثلتها:

- تسجيل قراءة الأمبير والجهد.
- النظافة الظاهرية للوحات التوزيع، التشغيل، والتحكم.
- النظافة الظاهرية لباقى المعدات (النظافة العامة).
- الكشف على مناسيب الزيوت والشحوم (إذا كان لها مبين ظاهر).

الأعمال الدورية:

وهى الأعمال التى يتم تنفيذها كل مدة زمنية أو كل عدد ساعات تشغيل محدد طبقاً لتوصيات الشركة المصنعة. ويتدخل فيها أيضاً نظام تشغيل المعدات أو الأجواء التى تعمل فيها. وهذه الأعمال يقوم بها أفراد الصيانة أنفسهم.

تقدير الاحتياجات التمويلية وطرق تدبيرها

يجب تقدير الاحتياجات التمويلية الخاصة بتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية اليومية والدورية من مواد وخامات (زيوت وشحوم ومهمات و..... إلخ) وقطع الغيار، وأى عدد خاصة لازمة لتنفيذ الصيانة، بالإضافة إلى تحديد مصادر وطرق التمويل اللازمة لتوفير هذه الاحتياجات.

سجلات وجداول الصيانة

تلعب السجلات دوراً كبيراً فى متابعة الأعمال التى تتم، وهى تعتبر المؤشر الدقيق لنجاح خطة الصيانة. وتنقسم سجلات الصيانة الدورية للمعدات إلى:

جداول واجبات صيانة يومية:

وهذه الواجبات يقوم بأدائها عمال التشغيل لكل معدة.

جداول الخطة السنوية لصيانة المعدات الكهربية

سواء كانت هذه الصيانة شهرية - ربع سنوية - نصف سنوية- سنوية أو طبقاً لساعات تشغيل المعدة، وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة.

كارت الصيانة والإصلاح للمعدة

فمن خلال هذا الكارت يمكن معرفة تاريخ المعدة من حيث أعطالها ومواعيد وتواريخ إجراء الصيانة لها.

جداول حساب ساعات التشغيل

هذه الجداول ضرورة من ضرورات إعداد خطط الصيانة لأنها تمثل عنصراً مهماً بالنسبة للمعدات التى تتم صيانتها طبقاً لعدد ساعات التشغيل.

أهمية سجلات وكروت الصيانة

تتضح أهمية سجلات وكروت الصيانة فى أنها:

- هى الطريقة الوحيدة التى تمكن القائم على الصيانة من متابعة برنامج الصيانة الوقائية الذى يقوم بتنفيذه.

- تمكننا من مسايرة الأحداث حتى تاريخه حيث يتم ملء السجلات يومياً، نظراً لأنه لا يمكن الاعتماد على الذاكرة لتذكر هذه الأحداث.

- بالنسبة لكروت الصيانة فهى كتاب مفتوح لتاريخ المعدة، ولا تحتاج إلى وقت لملئها أولاً بأول من الواقع.

العوامل التى تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع

من أهم العوامل التى تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع، والتى يجب مراعاتها قبل البدء فى التنفيذ ما يلى:

- دراسة ووضع الخطط اللازمة للقيام بعمليات الصيانة المختلفة.

- إعداد الوسائل المختلفة التى تساعد العاملين بالموقع على القيام بعمليات الصيانة بطريقة سهلة.

- وضع الخطط البديلة فى حالة حدوث حالات الطوارئ بالموقع أثناء إجراء عمليات الصيانة.

- توافر العدد والمعدات الخاصة التى تناسب طبيعة معدات الموقع وأيضاً قطع الغيار.

- توفر جميع كتالوجات المعدات لتسهيل أعمال الصيانة. وغالباً ما توضح الكتالوجات الآتى:

  - البيانات الفنية للمعدات
  - أسلوب الصيانة المتبع للمعدة
  - طريقة الفك والتركيب
  - الأعطال وكيفية التعامل معها
  - العدد الخاصة بالمعدة
  - قائمة بالأجزاء

- إعداد رسم تفصيلى بالموقع مدون به جميع البيانات والمعدات الخاصة بالموقع بالتفصيل لتسهيل القيام بعمليات الصيانة.
- تأمين الموقع بالمعدات اللازمة أثناء إجراء عمليات الصيانة (لوحات تحذيرية - حبال - طفايات حريق - أقماع بلاستيك - وغيرها من وسائل تأمين الموقع).

- تدعيم الموقع بالورش المجهزة التى تساعد وتخدم أغراض الصيانة المختلفة.

- اختيار العمالة المدربة التى تقوم بمختلف أنواع الصيانة بالموقع وتدريب العمالة على الأسلوب الأمثل للقيام بعمليات الصيانة المختلفة.

مقدمة عن بدء الحركة للمحركات

الفصل الثاني

مقدمة عن بدء الحركة للمحركات

مقدمة: الأساليب المتبعة لبدء دوران المحركات الكهربية تتم بهدف إنقاص تيار البدء للمحرك فعند بدء الدوران للمحرك فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذي يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأي فترة دوران، ويصل تيار البدء إلى ٦ أضعاف أو أكثر من قيمة تيار الحمل الكامل ولهذا يجب إنقاص تيار البدء خصوصاً إذا كان المحرك سوف يأخذ فترة طويلة في بداية الدوران فعلى سبيل المثال نجد أن محركات ال D.C يجب أن تستخدم وسيلة لإنقاص تيارها عند البدء لأنه يصل إلى أكثر من عشرين ضعف تيار الحمل الكامل.

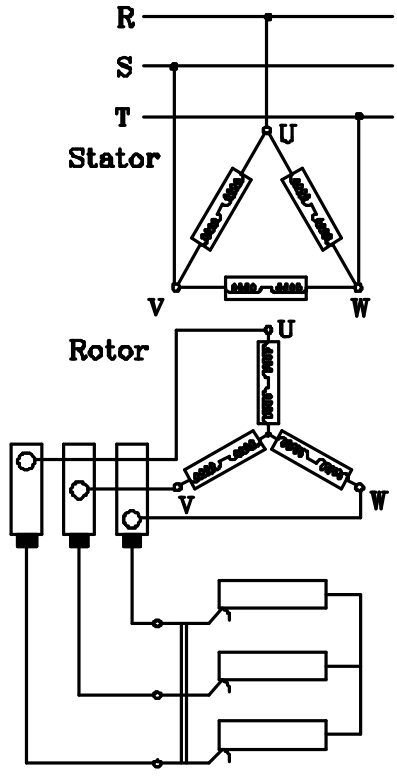
أما في المحركات الإستنتاجية ونظراً لصغر نسبة تيار البدء عن محركات التيار المستمر فإن المحركات الإستنتاجية صغيرة القدرة حتى حوالي ١٥ حصان يمكن بدؤها مباشرة بدون أى وسيلة خصوصاً إذا كان المحرك يبدأ دورانه بدون حمل ثم يتم تحميله بعد الدوران وكذلك عندما لا يكون المحرك متكرر البدء.

أما المحركات الأكبر من ذلك أو المتكررة البدء أو التى تبدأ دورانها بحمل و عزم كبير عند البدء يجب أن تستخدم وسيلة لبدء الدوران بهدف إنقاص تيار بدء المحرك وهذا أيضاً يعنى إنقاص التيار على الشبكة الكهربية بما تحتويه من محولات توزيع وكابلات وخطوط نقل ولوحات توزيع وخلافه.

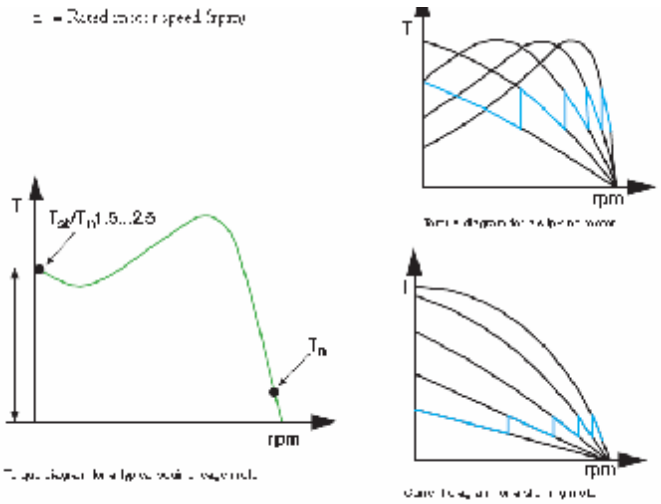
طرق بدء الحركة يتم الحد من تيار البدء للمحرك إلى قيمة يمكن أن تتحملها ملفاته بأحدي الطرق التالية : -

- **المحرك ذو العضو الدوار الملفوف (الملفوف ذو حلقات الإنزلاق)**

- **يتم ذلك بوضع مقاومة مع العضو الدوار** وتُتبع تلك الطريقة لبدء الدوران مع المحركات ذو العضو الدائر الملفوف ولا يجب أن تستعمل أى طريقة مهما كانت مع هذا المحرك لأن هذا المحرك تم تصنيعه بنظام العضو الدائر الملفوف خصيصاً لكى يعطى عزم بدء دوران عالى طوال فترة تغيير السرعة عند البدء ولكى يستطيع تشغيل الأحمال ذات عزم بدء الدوران العالى - وبالتالي لا يجب استخدام أى طريقة أخرى لأن كل الطرق الأخرى سوف تسبب خفض عزم المحرك خلال فترة البدء وهذا غير مرغوب للمحرك ذو العضو الدائر الملفوف ويوضح الشكل (٢-١) توصيل المقاومة الخارجية بالعضو الدوار الملفوف ويوضح شكل رقم (٢-٢) العلاقة بين شدة التيار والعزم لمحرك ذو عضو دوار ملفوف.



شكل رقم (٢-١)
بدء الحركة لمحرك
ذو عضو دوار ملفوف



شكل رقم (٢-٢)
العلاقة بين شدة التيار والعزم
لمحرك ذو عضو دوار ملفوف

- **أساليب بدء الحركة للمحرك ذو القفص السنجابى**

وفيه يمكن استخدام أى من الطرق التالية حيث جميعها تؤدى إلى نقص العزم للمحرك خلال فترة البدء وهذا عيب لا يمكن إجتيازه ولكن ايضاً تؤدي الي الحد من تيار البدء:

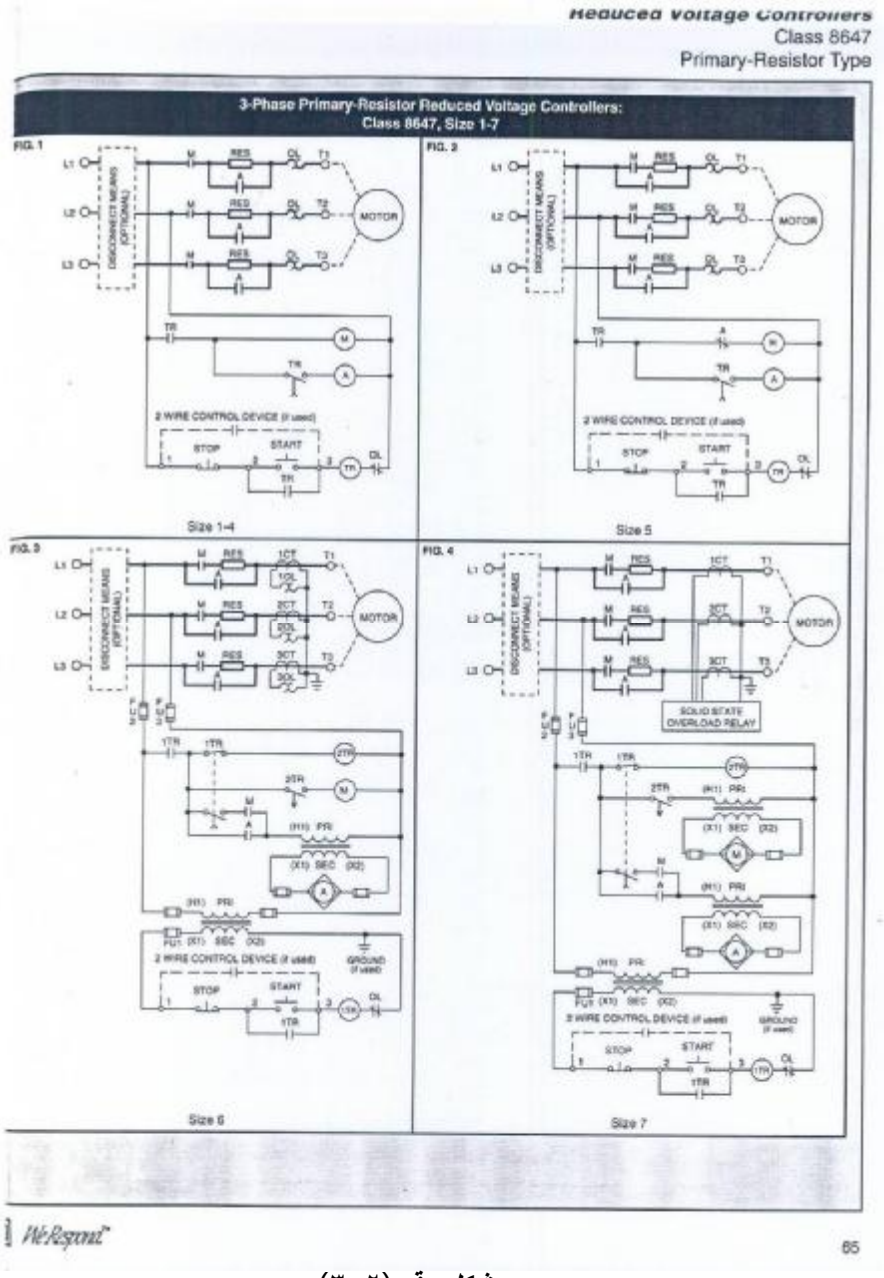
§ وضع مقاومة مع العضو الثابت :

وفيها يتم توصيل مقاومة متغيرة فى كل خط من خطوط التغذية للمحرك لإنقاص تيار البدء ويعيب هذه الطريقة القدرة العالية المفقودة نتيجة المقاومة ونقص عزم البدء الذى يتناسب مع مربع الجهد، وأهم مميزات تلك الطريقة هى قلة التكاليف المتعلقة بها كما بالشكل رقم (٢-٣).

§ وضع ممانعة حثية مع العضو الثابت

وفيها يتم إستبدال المقاومات المستخدمة فى طريقة المقاومة مع العضو الثابت بممانعات يتم توصيلها على التوالي مع المنبع ولكى يكون حجم الممانعات صغير ويجب أن تلف ملفاتها على قلب حديدى من رقائق الصلب السليكونى حيث تصبح على شاكلة المحول الثلاثي الأوجه- بملف لكل وجه تخرج منه عدة نقاط لإمكانية تغيير عدد لفات كل ممانعة وبالتالي تغيير قيمة الممانعة بإنقاصها مع زيادة السرعة ويتم اخراج الممانعة من دائرة المحرك عندما يصل إلى أعلى سرعة.

وميزة هذه الطرقة فتتركز فى الخفض الكبير فى القدرة المفقودة فى وسيلة البدء مقارنة بطريقة مقاومات العضو الثابت رغم تكلفتها المادية العالية فهى من الطرق الشائعة الاستخدام مع المحركات متوسطة القدرة، وعيبها هو انخفاض عزم البدء .



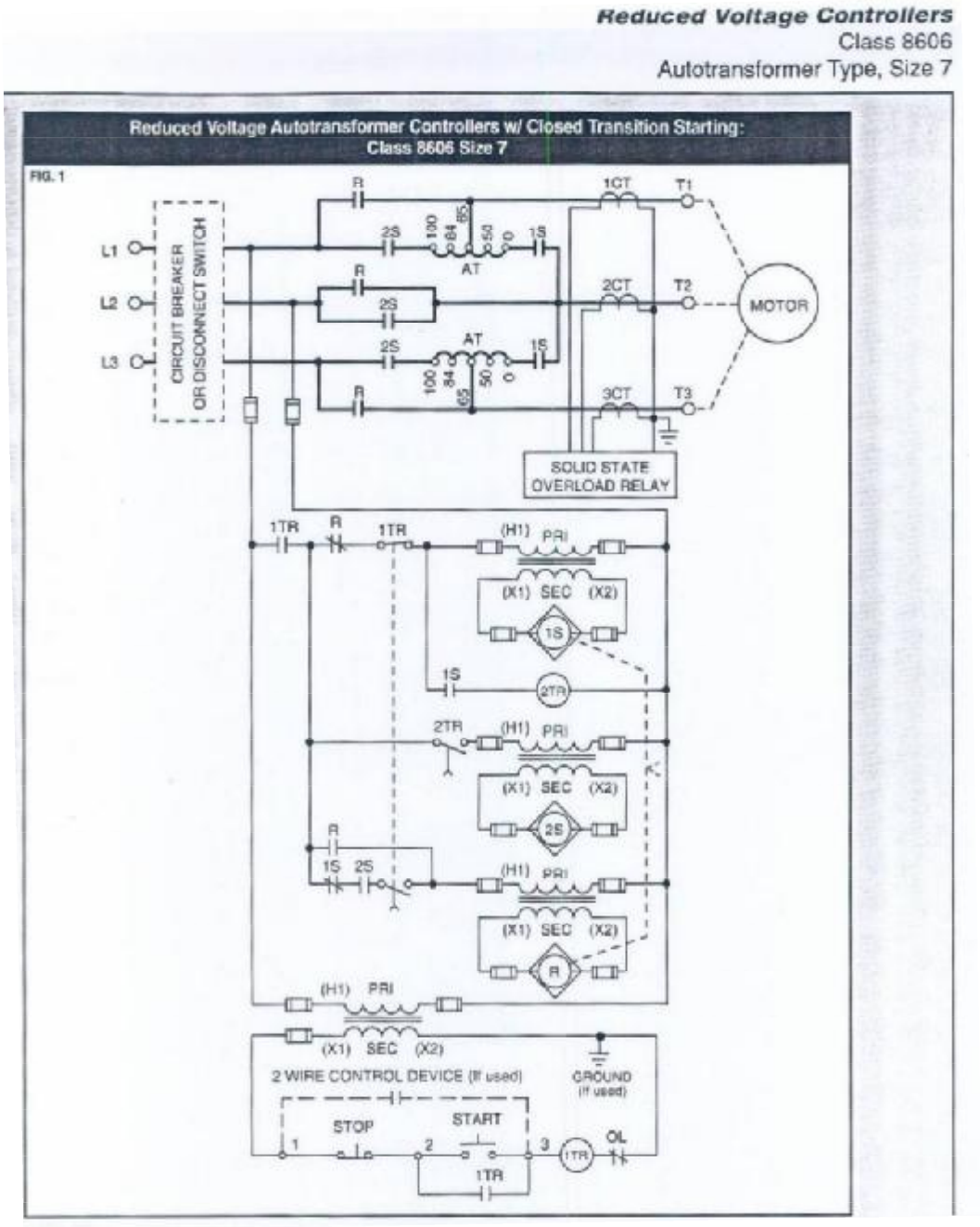
شكل رقم (٢-٣)

بدء الحركة لمحرك حثي بمقاومة خارجية

§ استخدام محول ذاتى Auto Transformer

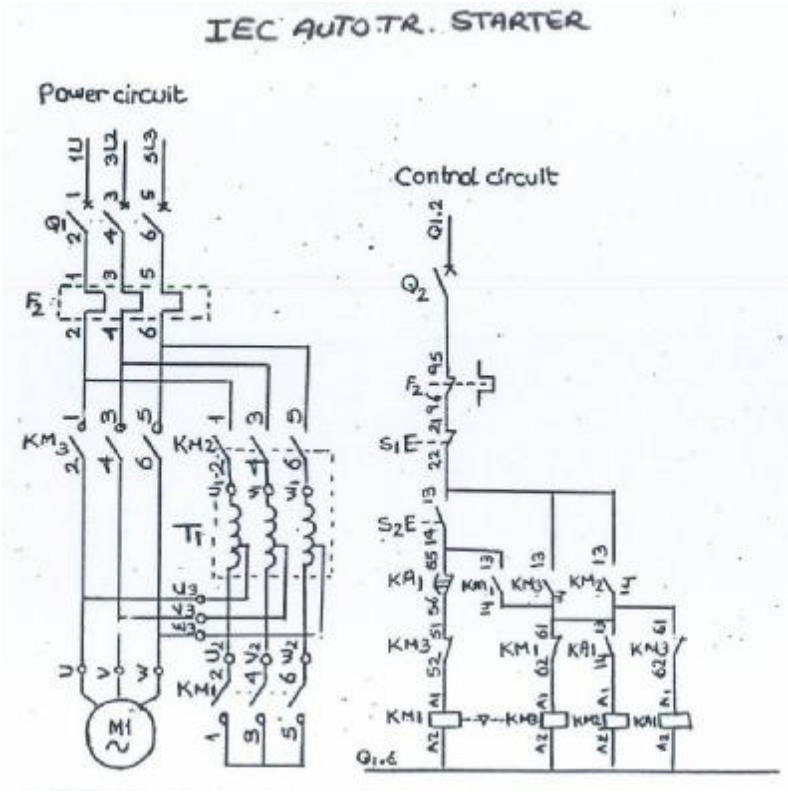
وفيها يتم خفض الجهد المسلط على المحرك عند البدء ومع زيادة السرعة يتم زيادة الجهد بالتدريج الناعم أو على عدة نقاط وعندما يصل المحرك الي سرعته يتم فصل المحول عن المنبع لتوفير القدرة التى يستهلكها المحول، وإن كانت عبارة عن قدرة الا حمل له إلا أن تيارها يكون بمعامل قدرة صغير مما يخفض من معامل القدرة

الإجمالي من الشبكة، وعيوبها تتركز فى أن حجمها كبيـــر والتكلفـــة عالية، وتتميز بأن جهد الخرج منها يبقى ثابتاً مع تغير تيار المحرك وخلال فترة البدء مما يمكننا بسهولة من الحـــصول علـــى أى جهـــد مطلوب بثبات ولذلك فهي تستخدم مع المحركات عالية القـــدرة كمـــا بالشكل رقم (٢-٤- أ،ب).



شكل رقم (٢-٤-أ)

بدء الحركة لمحرك حثي باستخدام محول أوتو



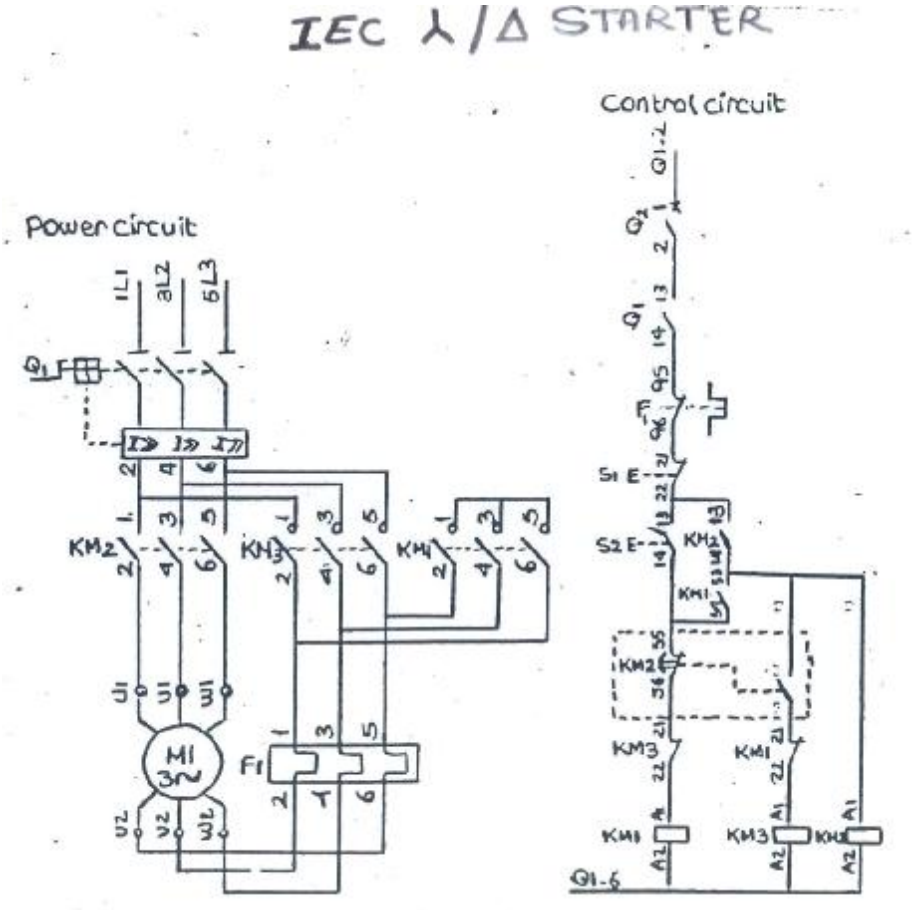
شكل رقم (٢ - ٤ -ب)
بدء الحركة لمحرك حثي باستخدام محول أوتو

§ استخدام مفتاح ستار / دلتا Star/Delta

وهى من أكثر الطرق المستخدمة لبساطة تكوينها وقلة تكاليفها وعدم وجود أى قدرة مفقودة فيها لأنها مجرد كونتاكتورز توصيل وفيها تخرج الأطراف الستة لملفات المحرك الثلاثي الأوجه ويتم توصيلها بالكونتاكتورز ويمكن استخدام مفتاح سكينة بسيط مع المحركات الصغيرة وهو عبارة عن مفتاح سكينة قلاب ثلاثي الأوجه وعند البدء توصل السكينة ناحية النجمة وبعد زيادة السرعة للمحرك يتم تعديل التوصيل يدوياً جهة الدلتا وتصبح ملفات المحرك فى وضعها الطبيعي موصلة دلتا إلى المنبع.

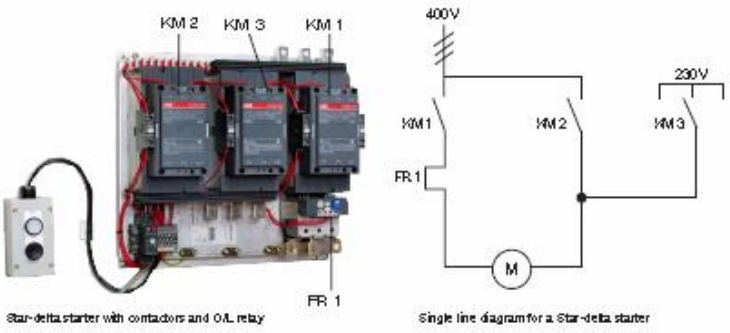
إلا أنه مع المحركات الكبيرة القدرة يجب أن تتم عملية نقل التوصيل من نجمة إلى دلتا أوتوماتيكيا فى زمن محدد وثابت ومناسب لكل محرك يتم ضبطه عن طريق timer لأنه إذا ظل المحرك زمناً

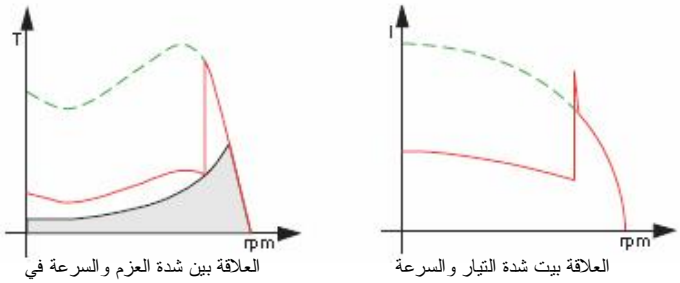
طويلاً وهو موصل نجمة فإن تياره يكون أكبر من التيار المقنن وذلك عندما يكون حمله كبيراً قرب الحمل الكامل وينقص التيار إلى القيمة الطبيعية المناسبة عند التعديل للدلتا، أما إذا كان المحرك يدور بدون حمل أو بحمل خفيف فإن بقاء المحرك فترة طويلة موصل نجمة سوف يجعل التيار أقل منه لو تم تعديل التوصيل إلى دلتا ويوضح بالشكل رقم (٢-٥) توصيلة دلتا/ستار ويوضح الشكل رقم (٢-٦) العلاقة بين كل من التيار وعزم الدوران والسرعة بطريقة بدء ستار دلتا.



شكل رقم (٢-٤)

بدء الحركة لمحرك حثي باستخدام دائرة دلتا ستار





العلاقة بين شدة العزم والسرعة في توصيلة دلتا ستار

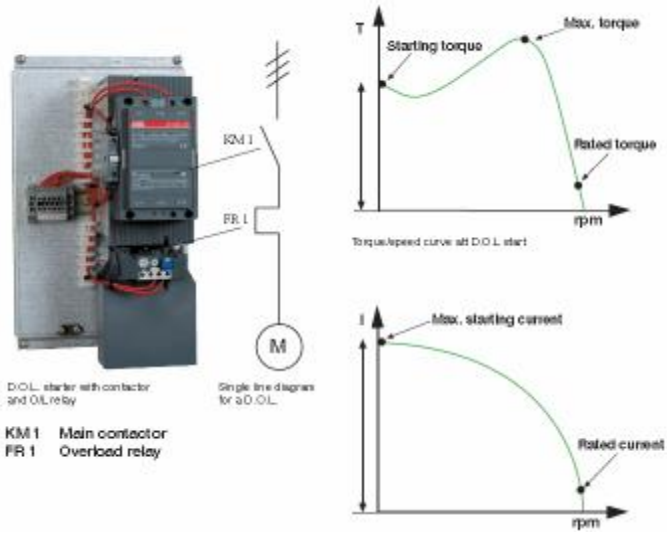
العلاقة بيت شدة التيار والسرعة في توصيلة دلتا ستار

شكل رقم (٢ - ٥)

العلاقة بين كل من التيار وعزم الدوران والسرعة بطريقة بدء ستار دلتا

§ بدء الحركة بالتوصيل المباشر Direct ON-Line

وفيه يتم توصيل المحرك مباشرة علي خط التغذية باستخدام كونتـــاكتور واحد كما يوضح الشكل (٢ - ٦) الذي يوضح أيضا العلاقة بين كـــل مـــن التيار والعزم مع السرعة.



شكل رقم (٢ - ٦)

العلاقة بين كل من التيار وعزم الدوران والسرعة بطريقة التوصيل المباشر

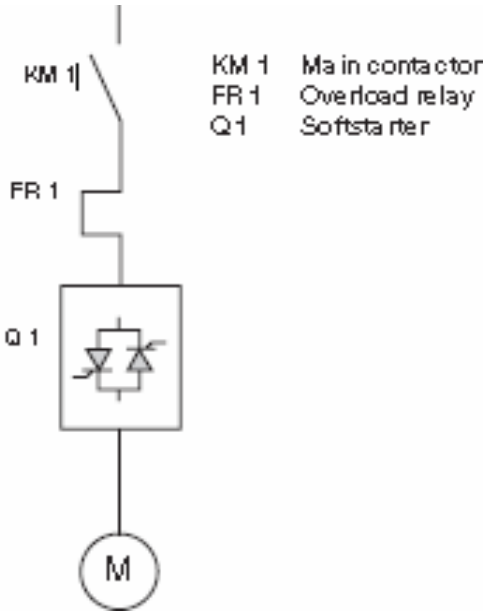
§ بدء الحركة الناعمة للمحركات

يمكننا أن نقول عن طريقة البدء للمحرك على أنها بدء ناعم إذا أمكننا ضبط الجهد بحيث تكون قيم تيارات المحرك عند البدء بالقدر الكافي فقط لأن يعطى المحرك عزما يساوى عزم الحمل عند البدء وبالطبع هذه القيم لن تؤدى إلى دوران المحرك والحمل فقط ولكنها تؤدى إلى البدء بالدوران بدون إجهادات ميكانيكية أو كهربية ومع حدوث تطور كبير في تصنيع المكونات الإلكترونية أصبح من السهل التحكم في تيار البدء للمحركات وهذا ليس على مرحلتين أو ثلاثة بل بمعدلات تغير طفيف يؤدى إلى بدء ناعم بالقيمة المطلوبة ليس للتيار فقط وإنما أيضاً للعزم وبمعدل تغير يناسب طبيعة كل حمل بحيث لا يؤدى إلى أية صدمات ميكانيكية أو كهربية ويوضح الشكل (٢-٧) رسم خطي لدائرة بدء الحركة الناعمة كما يوضح الشكل (٢-٨) دائرة بدء الحركة الناعمة.

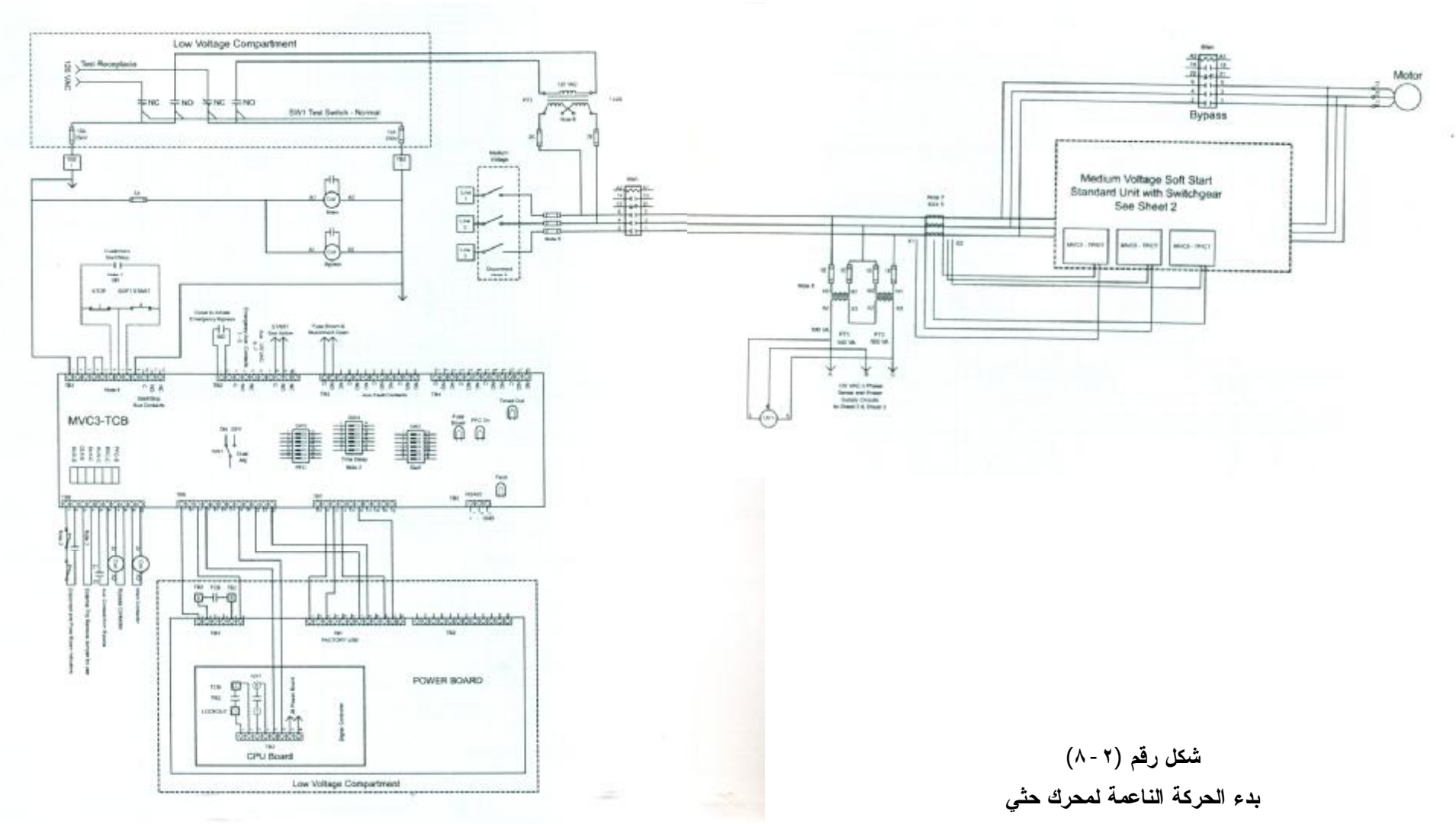
والأجهزة المستخدمة للبدء الناعم توصل بين المنبع الكهربي والمحرك وهذه الأجهزة (البدء الناعم) تقوم بزيادة الجهد الواقع على المحرك مع الزمن أو مع السرعة حتى تتزايد السرعة إلى أن تصل إلى أعلى قيمة وحيث يكون الجهد قد وصل إلى قيمته المقننة ومع التغيير التدريجي لقيمة الجهد لأجهزة البدء الناعم يتزايد عزم المحرك مع وقت الدوران تدريجياً وبنعومة بدلا من حدوث لتغيرات مفاجئة وبناءا على ذلك نستطيع أن نشير بأن عمليات البدء الناعم تستخدم لمحركات التيار المتردد ثلاثية الأوجه عالية ومتوسطة القدرة نظراً لما يصاحب عمليات بدء الدوران لها من سحب لكميات هائلة من التيار من الشبكة ونستخلص من ذلك أهم مميزات البدء الناعم للمحركات الكهربية وهى: -

١. إنقاص مخاطر الصدمات الميكانيكية على محور الدوران لكل من المحرك والحمل وكذلك على السيور أو تروس النقل من المحرك للحمل مما يزيد من عمرها الإفتراضى.
٢. إنقاص تيار البدء إلى قيمة تتحملها ملفات المحرك.

٣. المحافظة على ثبات جهد الشبكة الكهربية لأن تيار البدء العالي يؤدى إلى خفض جهد الشبكة مما يسبب مشاكل لبقية الأحمال.
٤. إنقاص المخاطر الناتجة عن تيار البدء العالي في محول التوزيع الذي يتغذى منه المحرك.
٥. توفير الطاقة الكهربية خلال فترات البدء.
٦. استخدام مساحة مقطع صغير للكابلات المتصلة من الشبكة للمحرك.
٧. المنع التام للصدمات الفجائية أثناء رفع الأحمال عن طريق الأوناش.
٨. إنقاص لمخاطر التموج في زيادة ونقصان التيار والجهد لكل من الأحمال والشبكة عند تشغيل الكباسات الترددية.
٩. منع انسكاب أو تحرك المواد السائلة التي يتم نقلها عن طريق السيور.



شكل رقم (٢-٧)
بدء الحركة الناعمة لمحرك حثي



شكل رقم (٢-٨)

بدء الحركة الناعمة لمحرك حثي

التشغيل والصيانة لجهاز بدء الحركة
Type SSM Medium voltage

الفصل الثالث

التشغيل والصيانة لجهاز بدء الحركة
Type SSM Medium voltage

مقدمة: كم تم الإشارة إليه في الفصل السابق من ان الأساليب المتبعة لبدء دوران المحركات الكهربية تتم بهدف إنقاص تيار البدء للمحرك فعند بدء الدوران للمحرك فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذي يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأي فترة دوران، ولذلك فلقد تم استخدام وسيلة بدء الحركة الناعمة لمحركات طلمبات محطة الري ذو الجهد المتوسط طراز SSM نظراً للقدرات العالية للطلمبات والمشاكل التي كانت تعانيها المحطة من تكرار تعطل نظام الحماية من المطرقة المائية.

ففي حالة عدم تفضيل استخدام طريق بدء الحركة بالتوصيل المباشر D.O.L نتيجة تيار بدء الحركة العالي، او استخدام طريقة التقويم Star/Delta نتيجة ضعف عزم البدء ففي هذه الحالة يستخدم محرك ذو العضو الدوار الملفوف.

فعند بدء الحركة لهذه النوعية من المحركات بتغيير مقاومة العضو الدوار وعندما تزيد السرعة ويتم إزالة المقاومة الموصلة مع العضو الدوار بالتدريج حتى تصل السرعة السرعة المقننة عندها يعمل المحرك كمحرك قفص سنجابي.

فمن مميزات هذه الطريقة ان تيار البدء سوف يكون أقل وكذلك فأنه من الممكن الوصول بعزم البدء الي أقص عزم كما تم توضيح ذلك بالشكل رقم (٢-٢) بالفصل الثاني من هذا الدليل.

عموما في حالة استخدام **بدء الحركة الناعمة** يجب تغيير محركات العضو الدوار الملفوف واستخدام المحركات ذات القفص السنجابي

بدء الحركة الناعم

Softstarter

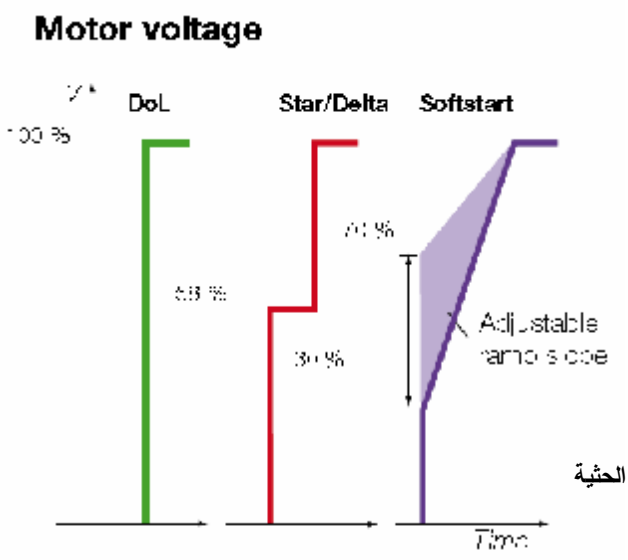
By using an ABB softstarter the voltage is reduced during the start sequence with the result that the motor torque is reduced. During the start sequence the softstarter increases the voltage so that the motor will be strong enough to accelerate the pump to the nominal speed without any torque or current peaks. A normal starting current with a softstarter when starting a fully loaded centrifugal pump is approx. 4 times rated motor current.

Also during the stop sequence the softstarter is the solution. The softstarter reduces the voltage during stop via a voltage ramp and the motor becomes weaker and weaker. Because of this the water speed slows down very smoothly without creating any pressure waves.

A special function on the softstarter is sometimes available, called "step-down voltage", which ensures an optimum setting to the actual need for any pipe system.

ونظرية استخدام نظام بدء الحركة الناعمة مع الطلمبات في حالتنا هذه تقوم علي أساس ان الجهد يكون قليل خلال البدء وبالتالي فان العزم يكون ضعيف وأثناء عملية التقويم يتم زيادة الجهد بحيث ان المحرك يكون بالقوة اللازمة لتشغيل الطلمبة عند السرعة المقننة دون زيادة اللحظية للتيار أو العزم، تيار البدء للمحرك مع نظام بدء الحركة الناعمة مع الحمل الكامل للطلمبات في حدود ٤ مرات التيار المقنن ويوضح الشكل رقم (٣-١) منحنيات الجهد للطرق الثلاثة لبادئات الحركة للمحركات الحثية DoL,Star/Delta,Softstar.

وأيضا عند توقف الطلمبة فأن نظام بدء الحركة الناعمة يعتبر حل، فعند تقليل الجهد أثناء فترة التوقف تدريجياً "step-down voltage" يتم إضعاف المحرك أكثر فأكثر ونتيجة لذلك فأن سرعة المياه سوف تقل تدريجياً أيضاً بدون حدوث أية موجات ضغط للمياه ويتم التوقف الآمن.



شكل رقم (٣-١)
منحنيات الجهد للطرق الثلاثة لبادئات الحركة للمحركات الحثية
DoL,Star/Delta,Softstar

التشغيل والصيانة

لنظام SSM سيتم في هذا الدليل شرح فكرة التشغيل للنظام المستخدم بمحطة الري طراز Type SSM-110200-E-S1 والذي تم تركيبه من خلال شركة ABB للوحدات المبينة بالجدول التالي، وكذلك أعمال الصيانة وتتبع الأعطال، وذلك طبقاً لدليل الشركة الموردة.

Serial No:	Model No:	Voltage	Rated Amp.	Motor FLA
203328	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A
203329	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A
203330	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A
203331	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A
203332	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A
203333	SSM-110200-E-S1	11000	200A	71A

احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة

الفصل الرابع

احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة

مقدمـــــة

من الضرورى، قبل وأثناء القيام بصيانة لوحات التوزيـــع الكهربيـــة، اتخـــاذ الاحتياطات المناسبة لتجنب التعرض لمخاطر الكهرباء.

معدات الأمان

تشمل معدات الأمان التى يجب توافرها عند العمل الآتى:

- لافتات التحذير (خطر/ احترس/... إلخ).
- الأقفال.
- طفايات الحريق.
- مهمات الحماية الشخصية، وتشمل:
  - الملابس الواقية من الحريق (Overalls).
  - أقنعة حماية الوجه من الشرارة الكهربية.
  - نظارات حماية العين من الشرارة الكهربية.
  - خوذات حماية الرأس من الصدمات.
  - القفازات والأحذية والأرضيات العازلة.
- كاشفات الجهد (الضوئية والصوتية) للجهد المنخفض والمتوسط والعالى.
- كابلات التأريض.
- العُصى العازلة (للاستخدام مـــع كاشـــف الجهـــد) والعُـــصى العازلـــة (للاستخدام فى عملية التأريض).
- عِدد الإصلاح المعزولة.

وسنعرض فيما يلى فكرة مبسطة عن إحدى المعدات السابقة وهـــى كاشـــفات الجهد.

كاشفات الجهد هناك نوعان من كاشفات الجهد وذلك للجهد المتوسط والعالى.

أ. **كاشف يعمل بالمجال (Proximity detector)**:
يوضع فى نهاية عصا عازلة، ويعمل بتأثير المجال الكهروستاتيكى حول الموصل الحى. يستخدم لكشف الجهد بتقريبه من الموصل الحى، ويعطى إنذار (صوتياً/ ضوئياً) عند وجود جهد.

ب. **كاشف يعمل باللمس المباشر (Direct detector)**:
يوضع فى نهاية عصا عازلة ويعمل باللمس المباشر مع الموصل، وتوجد بالعصا مجموعة مكثفات متصلة على التوالى تستخدم لتقسيم الجهد. ويعطى هذا الكاشف إنذاراً ضوئياً.

الاحتياطات المطلوبة عند إجراء الصيانة توجد بعض الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء عمليات الصيانة ونستعرضها فيما يلى:

- تأمين اللوحة أولاً بفصل الكهرباء عنها، وباستخدام الأقفال يتم تأمين مصادر تغذية اللوحة بالكهرباء فى حالة الفصل.
- تعليق لافتات تحذير على الأجزاء التى تم فصلها. ويجب أن تحمل هذه اللافتات اسم وتوقيع الشخص المسئول وتاريخ تعليقها. ولا يتم رفع لافتات التحذير إلا بموافقة نفس الشخص المسئول.
- التأكد من توصيل جسم اللوحة بالأرضى توصيلاً جيداً. وذلك قبل البدء فى إجراءات فتح اللوحة والعمل بها.

- ارتداء مهمات الحماية الشخصية قبل البدء فى:
  ١. إدخال وإخراج قواطع الدائرة الكهربية.
  ٢. توصيل وفصل الأرضى.
  ٣. اختبار المعدات بالجهد العالى.

شكل رقم (١١ - ١)

نماذج من لافتات التحذير

- الكشف عن وجود جهد أو أى شحنات كهربية عن طريق كاشف الجهد المناسب. ويفضل الكشف مرتين بواسطة شخصين مختلفين.
- التأكد من تأريض القاطع أثناء خرُوجه.
- تغطية قضبان التوزيع بالصورة السليمة وبالأخص الأجزاء الحية منها.
- توصيل قضبان التوزيع بالأرضى (قبل العمل عليها) عن طريق كابل تأريض مناسب لكل جهد. ولا يتم فصل هذا الكابل إلا بعد الانتهاء من إجراء الصيانة.

ونستعرض فيما يلى احتياطات الأمان عند استخدام كاشف الجهد، وعملية تأريض قضبان التوزيع (أى توصيلها بالأرضى).

احتياطات الأمان عند استخدام كاشف الجهد

لاستعمال كاشف الجهد لابد من اتباع بعض احتياطات الآمان والتى نوجزها فيما يلى:

١. ارتداء القفاز العازل.
٢. التأكد من أن عصا الكاشف العازلة نظيفة من الأتربة والرطوبة.
٣. اختبار عمل الكاشف قبل تجربته على موصل مؤكد وجود جهد عليه.

تأريض قضبان التوزيع

من أهم فوائد التأريض تفريغ الشحنات الكهربية الاستاتيكية التى قد تكون موجودة على القضبان قبل بدء أعمال الصيانة، أو التى قد ترد إلى القضبان (بسبب التوصيل الخاطئ) أثناء إجراء الصيانة، وذلك لحماية الأفراد القائمين بالصيانة.

خطوات التأريض:

١. اختيار كابل التأريض المناسب مع مراعاة الآتى:
أ. أن يكون شكل ومساحة مقطع كلبسات الكابل مناسباً لشكل نقطة التأريض باللوحة بقدر الإمكان.

ب. أن يكون قطر كابل التأريض مناسباً (ويفضل أن يكون هو نفس قطر كابل توصيل اللوحة بالتيار أثناء تشغيلها).

٢. تستخدم عصا تأريض فى توصيل الجزء المراد تأريضه بالأرضى حتى ينتهى العامل الآخر من توصيل كلبس كابل التأريض بهذا الجزء، ثم يتم رفع عصا التأريض.

٣. أثناء إجراء عمليات التأريض يجب أن يرتدى القائم بعملية التأريض مهمات الأمان اللازمة لهذا العمل، وتشمل: قفازات عازلة مع قفازات الحماية، قناع للوجه، خوذة.

ملحوظة:

يستخدم قفاز عازل كهربياَ عند العمل على قضبان التوزيع لزيادة الأمان أثناء العمل. وتوجد منه أنواع مختلفة منها طبقاً للجهود التالية:

أ. قفاز طراز "0" للجهد المنخفض حتى ٧٥٠ فولت.
ب. قفاز طراز "١" للجهد حتى٥ ك. ف (ويستخدم جهد ١٠ ك. ف لاختبار عزله).
جـ. قفاز طراز "٢" للجهد ١٠ ك.ف (ويستخدم جهد ١٥ ك. ف لاختبار عزله).
د. قفاز طراز "٣" للجهد ١٥ ك.ف (ويستخدم جهد ٢٠ ك. ف لاختبار عزل).

ويلاحظ عند استخدام قفاز العزل ألا يكون مثقوباً أو مشبعاً بالشحم أو الزيت. ويستخدم قفاز حماية مع قفاز العزل لحماية الأخير من التعرض للقطع أو التلف.

تـــأثير الصدمة الكهربية على جسم الإنسان

صدق أو لا تصدق ولكنها الحقيقة بالرغم مما قد يبدو فى ذلك غريباً، أن معظم الصدمات الكهربائية المميتة تحدث عادة لمن يعملون فى مجال الكهرباء، وهـــم الذين يعرفون خطورتها أكثر من غيرهم. ولذلك فإننا نسوق فيما يلـــى بعـــض الحقائق الكهروطبية التى تجعلك تفكر مرات ومرات عند التعامل مع الكهرباء.

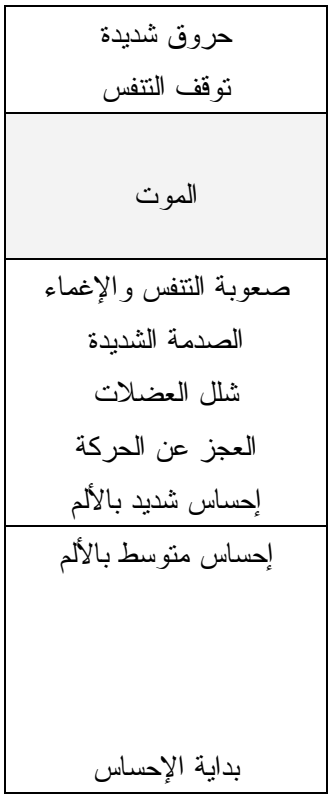
١. إنه التيار الكهربائى الذى يقتل:

للوهلة الأولى قد يبدو أن صدمة كهربائية من عشرة آلاف فولت أكثر إماتة من مائة فولت. ولكن الأمر ليس كذلك!! فإن أشخاصاً قد ماتوا بصدمات كهربائية من أجهزة تعمل على جهد ١١٠ فولت!!! بل إن آخرين قد مـــاتوا بـــصدمات كهربائية من أجهزة صناعية تعمل على جهد بسيط فى حدود ٤٢ فولت!!!

إن أمر الصدمة الحقيقى يكمن فى كمية التيار (الأمبير) المدفوعة خلال الجسم وليس الجهد (الفولت). وإن أى جهاز كهربائى مستعمل فى المنزل من الممكن تحت ظروف معينة أن ينقل إلى الجسم تياراً مميتاً. وفى الوقت الذى نعلم فيـــه أن أى كمية تيار فوق ١٠ مللى أمبير (٠,٠١ من الأمبيـــر) كافيـــة لحـــدوث إحساس بالألم يصل إلى صدمة شديدة، فإن تيارات ذات قيمة من ٠,١ فما فوق هى تيارات مميتة، إذا لم نسرع بإسعاف المصاب (حيث أن إنعاشـــاً بـــالتنفس الصناعى كفيل إذا ما تم إجراؤه سريعاً بإنقاذ حياة المصاب).

علاوة على ذلك، فإن التيارات ذات الشدة فوق ٠,٢ أمبير تسبب حروقاً شديدة وفقدان للوعى، ومن وجهة النظر العملية فإنه من المستحيل بعدما يفقد شخص وعيه نتيجة لصدمة كهربائية أن نحدد شدة التيار الذى مـــر خـــلال أعـــضائه الحيوية.

ويوضح الرسم البيانى المعروض فى شكل (١١-٢) التأثير الواقع على وظائف أعضاء جسم الإنسان تبعاً لشدة التيار الكهربائى المار خـــلال الجـــسم نتيجـــة للصدمة الكهربائية.



شكل رقم (١١-٢)

التأثير الواقع على وظائف أعضاء جسم الإنسان تبعاً لشدة التيار الكهربى

لاحظ أن التأثير هنا لشدة التيار بصرف النظر عن قيمة الجهد. ونظراً لما نعلمه جميعاً من تناسب شدة التيار المار خلال دائرة ما عكسياً مع قيمة المقاومة فإننا نسلم باختلاف شدة تيار الصدمة تبعاً لمقاومة الجزء من الجسم الذى يمر خلاله التيار بين نقط التلامس خلال حدوث الصدمة.

ويبين هذا الرسم البيانى أيضاً أن تأثير تيار الصدمة على وظائف أعضاء الجسم يزداد قسوة بزيادة شدة هذا التيار فعند قيمة صغيرة لشدة التيار مثل ٢٠ مللى أمبير (٠,٠٢ أمبير) يصبح التنفس صعباً وأخيراً يتوقف تماماً عندما تصل شدة التيار إلى ٧٥ مللى أمبير فقط (٠,٠٧٥ أمبير). وعندما تصل شدة

التيار إلى ١٠٠ مللى أمبير (٠,١ أمبير) يحدث توقف القلب حيث تتقلص جدران القلب وبالتالى يتوقف ضخ الدم من القلب إلى أعضاء الجسم.

فإذا لم تتم معالجة هذا التقلص بأسرع ما يمكن فإن الموت سيقع خلال وقت قصير جداً.

خطر الصعق بالجهد المنخفض

من المعلومات الهامة التى قد تبدو غريبة أن مصابى صدمات الضغط العالى يستجيبون للتنفس الصناعى أسرع من مصابى صدمات الضغط المنخفض. وربما كان السبب فى ذلك الانقباض الحنون للقلب نتيجة لشدة التيار العالية الناشئة عن الضغط العالى.

وعموماً فإنه مخافة أن تكون قائمة هذه التفاصيل غير قابلة للتفسير فإن النتيجة المنطقية الوحيدة التى يمكن استنتاجها هى أن ٧٥ فولتاً لها ما لـ ٧٥٠ فولت ما لـ ٧٥٠ فولتاً من التأثير المميت.

تختلف المقاومة الحقيقة للجسم تبعاً لنقط التلامس وحالة الجلد (رطب أو جاف). فمثلاً بين الأذنين تكون المقاومة فى حدود ١٠٠ أوم فقط وهى أقل من مقاومة الجلد. بينما نجد أن المقاومة من اليد إلى القدم تقترب كثيراً من ٥٠٠ أوم.

تعتمد مقاومة جسم الإنسان للتيار الكهربى المتردد على حالته الصحية وطوله ووزنه، وطبقاً للمواصفات الأمريكية فإن المقاومة من الرأس إلى للقدم والجلد جاف = ٦٠٠/١٠٠ ك. أوم.
والمقاومة من الرأس للقدم والجلد مبلول = ١ ك. أوم.
المقاومة من اليد للقدم والجلد جاف = ٦٠٠/٤٠٠ أوم.
المقاومة من اليد لليد والجلد مبلل = ١٠٠ أوم.

أما مقاومة الجلد فإنها قد تتغير من ١٠٠٠ أوم للجلد الرطب إلى أكثر من ٥٠٠٠٠٠ أوم للجلد الجاف.

ويتم حساب التيار الكهربى الذى يمر فى جسم الإنسان عند ملامسته للجهاز كما يلى:

$$\text{التيار} = \frac{\text{الجهد}}{\text{مقاوم جسم الإنسان}}$$

نصائح لضمان السلامة الكهربية

وحرصاً منا على سلامتك عزيزنا المتدرب فإنا نرجو أن تتذكر النصائح الهامة الآتية:

أ. نصائح عامة:

١. عند العمل حول معدة كهربائية، تحرك ببطء وحذر. تأكد من أن أقدامك تتحرك بثبات حرصاً على التوازن الجيد. لا تندفع خلف العدة الساقطة فقد تكون فى انتظارك صدمة كهربية.

٢. أفصل جميع مصادر الطاقة الكهربائية وقم بتأريض جميع نقط الضغط العالى (وصلها بالأرضى) قبل لمس التوصيلات. تأكد من أنه ليس هناك سبيل للتيار الكهربائى ليرجع بطريق الخطأ. لا تعمل فى أى معدة غير مؤرضة (غير موصلة بشبكة الأرضى) لا تختبر معدة موصلة بالكهرباء عندما تكون متعباً جسدياً أو ذهنياً.

٣. احتفظ بإحدى يديك فى جيبك عند فحص معدة موصلة بالكهرباء. وفوق كل هذا، لا تلمس معدة كهربائية أثناء الوقوف على أرضية معدنية أو خرسانة مبللة أو أى مسطحات أخرى مؤرضة. لا تحمل أو تنقل معدة كهربائية وأنت ترتدى ملابس مبللة (خصوصاً الأحذية المبللة) أو عندما يكون جلدك مبللا بالماء.

٤. لا تعمل وحدك!! وتذكر أنك كلما زدت معرفة بالمعدات الكهربائية كلما زادت غفلتك عن خطورتها.

٥. لا تأخذ على عاتقك مخاطرات لا داعى لها قد تكلفك حياتك.

ب. ماذا يجب عمله للمصاب:

إفصل الكهرباء فوراً و/أو إبعد المصاب عن نقطة التلامس بأسرع ما يمكن ولكن دون تعريض نفسك للمخاطر... إستعمل قطعة طويلة من الخشب الجاف أو حبلاً أو بطانية... إلخ. لا تضيع وقتاً ثميناً فى البحث عن مفتاح الكهرباء، فإن مقاومة منطقة مرور التيار فى جسم المصاب تقل بمرور الوقت وقد تصل شدة التيار إلى المرحلة المميتة.

جـ. الاستعمال الصحيح لطفاية الحريق:

تحتاج أى نار إلى ثلاثة عوامل للإبقاء عليها وتقويتها وهذه العوامل هى: الحرارة والوقود والأكسجين. فإذا تخلصت من أى عامل من هذه العوامل الثلاثة فإن النار سنتطفئ. وكلنا نعلم أن أى سائل غير قابل للاشتعال يمكنه تبريد الأشياء المحترقة إلى ما دون درجة حرارة اشتعالها (٤٥٠ فهرنهيت تقريباً للأشياء الورقية القابلة للاشتعال) وبالتالى يؤدى إلى إطفائها. ويمكن منع الوقود بقفل محبس وفصل المواد القابلة للاشتعال عن موقع النار أو بناء فاصل حاجز لمنع انتقال النار عبره كما فى حالة حرائق الغابات.

أما الأكسجين فإن بالإمكان حصره بتغطية النار بمادة غير قابلة للاشتعال مثل بطاطين الحريق أو الرصاص أو أى غاز خامل لا يحتوى الأكسجين فى تركيبه. وتأتى طفايات الحريق فى تصميمات ذات مستويات ثلاثة هى أ، ب، ج، (A, B, C).

ففى المستوى أ (A) يتم شحن الطفايات بالماء وتكون مناسبة للحرائق المتعلقة بالخشب والورق والبلاستيك وما شابه ذلك من المواد الصلبة القابلة للاشتعال.

ولا يجوز إطلاقاً استعمال طفايات الحريق المائية للحرائق المتعلقة بالكهرباء حيث أن الماء موصل للكهرباء، فإذا تلامس مع مصدر الكهرباء تنتقل الكهرباء خلال الماء إلى القائم بالإطفاء ومن الممكن أن يؤدى هذا إلى صدمة قاسية أو مميتة لهذا الشخص.

ولنحاذر فالطفايات من الفئة أ (A) يجب ألا تستعمل لإطفاء نار مشتعلة في مواد ملتهبة إطلاقاً، حيث أنها ستسبب طفو السائل المشتعل وتطايره إلى مواقع إضافية وبذلك تساعد على انتشار النار.

أما الطفايات من الفئة ب (B) فإنها تشحن ببودرة كيميائية جافة أو تشحن بغاز خامل مثل ثانى أكسيد الكربون أو الهليوم وهذا النوع من الطفايات هو النوع المفضل للاستعمال مع حرائق الكهرباء.