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

تشغيل وصيانة وتتبع أعطال المحركات الكهربية

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-17(A)

أكتوبر ٢٠١٠

تـــــقـــــديـــــــم

يهدف مشروع لتدريب العاملين بمحطة المعالجة إلى رفع مستوى الأداء عن طريق تعظيم قدرات الأفراد من خلال تعلم مهارات أو التعرف على معلومات تؤدى إلى تحسين الأداء. ويتم اختيار وسيلة التدريب التى تُيسِّر حصول الفرد على المعلومات والمهارات بأكبر كفاءة ممكنة، وفى نفس الوقت تساعد المتدرب على نقل ما تعلمه إلى مجال الممارسة الفعلية للعمل.

وبناءً على طلب إدارة مشروع محطتي المعالجة والرى بأبو ساعد ـــــ حلوان، قامت شركة كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية بإعداد وتقديم دورات تدريبية للعاملين بتشغيل وصيانة المشروع. تهدف هذه الدورات التدريبية إلى تحقيق غاية المشروع من خلال توفير التدريب فى المجال الهندسي والفني.

ويتضمن هذا الكتيب محتويات الدورة التدريبية التى تقدمها شركة كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية وموضوعها " تشغيل وصيانة وتتبع أعطال المحركات الكهربية " وهى إحدى الدورات التى يشملها المجال الهندسي والفني.

يتكون الكتيب من سبعة فصول. يعرض الفصل الأول منها مقدمة عن أنواع المحركات الكهربية وخصائصها. ويقدم الفصل الثاني عرضا عاما لأساسيات تشغيل المحركات بأنواعها. بينما يتناول الفصل الثالث أساسيات صيانة المحركات الكهربية. ويستعرض الفصل الرابع طرق فحص المحركات والكشف عليها. بينما يتناول الفصل الخامس بادئات الحركة وأهميتها فى حفظ ملفات المحركات من تيار البداية. ويتعرض الفصل السادس بالشرح لدوائر التحكم الكهربية وحماية المحركات وختاماً يناقش الفصل السابع احتياطات الأمان للعاملين بمحطات مياه الشرب والصرف الصحى . وهو يتضمن نصائح للقائمين بالصيانة لضمان سلامتهم، حيث أن سلامة الأفراد يجب أن تأخذ المقام الأول فى اهتمامات الإدارة.

والكتيب مدعم فى معظم فصوله بصور فوتوغرافية للمحركات الكهربية تعمل بالفعل لزيادة الإيضاح ولضمان الفائدة.

ونأمل أن يحقق هذا الكتيب الغرض الذى أعد من أجله، وأن تحقق الدورة أهدافها، والله الموفق.

المحتـــــويـــــــــــــــــات

الفصل الأول : أنواع المحركات الكهربية وخصائصها	١-١
مقدمـــــــــــــــة	١-١
محركات التيار المستمر	١-١
محركات التيار الترددى	١-٣
العوامل المؤثرة فى اختيار المحرك	١-٩
البيانات الخاصة بلوحة توصيف المحرك	١-١٠
الحماية الداخلية للمحرك ضد الظروف البيئية	١-١٣
الفصل الثانى: أساسيات تشغيل المحركات الكهربية	٢-١
مقدمـــــــــــــــة	٢-١
أساسيات التشغيل	٢-٢
أهم المشاكل التى تتعرض لها المحركات أثناء التشغيل	٢-٨
الفصل الثالث: أساسيات صيانة المحركات الكهربية	٣-١
مقدمـــــــــــــــة	٣-١
مقومات نجاح برنامج الصيانة	٣-١
الصيانة الوقائية للمحركات الكهربية	٣-٣
الاختبارات التى تتم على المحركات	٣-٦
الصيانة التصحيحية	٣-١٥
جدول الصيانة الدورية للمحركات	٣-٢٨
الفصل الرابع: فحص المحركات الكهربية والكشف عليها	٤-١
مقدمـــــــــــــــة	٤-١
فحص المحرك أثناء التشغيل	٤-١

فحص المحرك أثناء توقفه	٤-٢
الكشف على المحركات	٤-٦
طريقة تحليل الأعطال وإجراءات إصلاحها	٤-١٧
الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية	٤-٢٢
الفصل الخامس: بادئات الحركة وأجهزة التحكم للمحركات الكهربية	٥-١
تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر	٥-١
تحديد الخلل وإصلاحه لبادئات محركات التيار المستمر	٥-٤
تنظيم تشغيل محركات التيار المتغير ثلاثية الأوجه	٥-٥
الفصل السادس : دوائر التحكم وحماية المحركات الكهربية	٦-١
مقدمـــــــــــــة	٦-١
المصهرات	٦-١
مرحلات تعدى (زيادة) الحمل	٦-٤
المفاتيح الكهرومغناطيسية	٦-١١
أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها	٦-١٣
الفصل السابع: احتياطات الأمان	٧-١
مقدمـــــــــــــة	٧-١
تعليمات عامة لاستخدام المعدات	٧-٢
احتياطات هامة لضمان الأمان والسلامة	٧-٥

أنواع المحركات الكهربية وخصائصها

الفصل الأول

أنواع المحركات الكهربية وخصائصها

مقدمـــــــــــــــــــــة تنقسم المحركات الكهربية إلى:

١. محركات تيار مستمر (Direct current (D.C.) motors)
٢. محركات تيار ترددى أحادية الوجه (Single phase A.C. motors)
٣. محركات تيار ترددى ثلاثية الأوجه (Three phase A.C. motors)

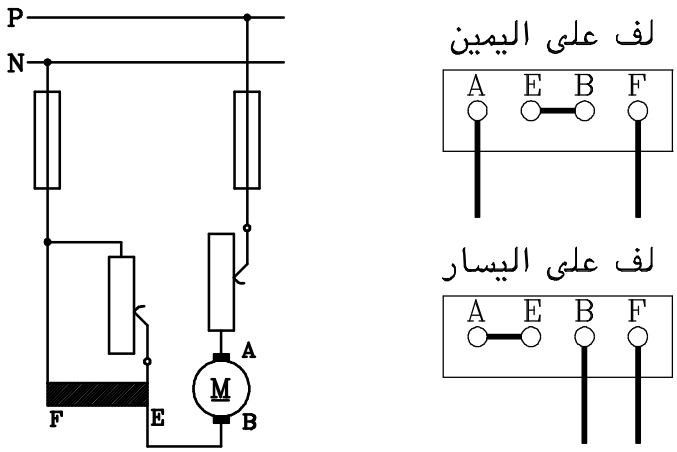
محركات التيار المستمر تصـــل قدرات هـــذه المحركات إلى ٣٠٠٠ حصان، جهد ١,٥ ك ف، وتنقسم من حيث توصيل ملفاتها بالمنبع إلى:

أ . توالى Series
ب. توازى Parallel
جـ.مركب Compound

محركات توصل ملفاتها على التوالى ويطلق عليها محركات التوالـــى حيث يتـــم توصيـــل ملـــف العضـــو الساكـــن (المجـــال) وملـــف العضـــو الدوارعلـــى التوالى بالمنبع، كما فى الشكل رقم (١-١)، وتتميز هذه المحركات بما يلى:

- تعطى عزم دوران كبير وسرعة متغيرة مع الحمل.
- تسرع فى الدوران عند تخفيض الحمل لذلك لا يتم تشغيلها بدون حمل.

- يتم التحكم فى السرعة عن طريق عدة مقاومات توصل على التوالى مع عضو الإنتاج أو بواسطة مقاومة واحدة متغيرة وتستخدم فى السكك الحديدية، ووسائل الرفع، والأوناش، والسيور الناقلة، والمصاعد.



شكل رقم (١-١)

محركات توصل ملفاتها بالمنبع على التوالى

محركات توصل ملفاتها على التوازى

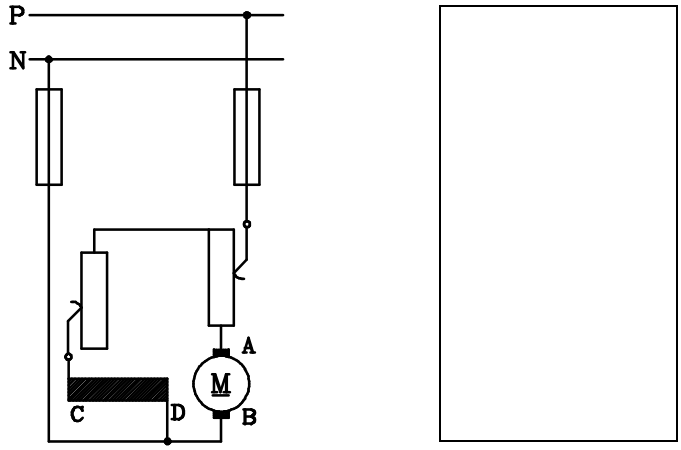
يتم توصيل ملف العضو الساكن (المجال) وملف العضو الدوار على التوازى بالمنبع، شكل رقم (١-٢). وتتميز بالخصائص الآتية:

- تعطى عزم دوران صغير.
- سرعة ثابتة تقريباً مع الحمل ولا تنخفض كثيراً مع التحميل.
- تستخدم فى جميع وسائل الإدارة التى تتطلب سرعة ثابتة، وهى أكثر محركات التيار المستمر استخداماً وخاصة فى آلات الورش - ومحرك فصل / غلق قواطع التيار.

محركات مركبة

يتم توصيل بعض ملفات المجال (العضو الساكن) على التوالى، وبعضها على التوازى مع ملفات العضو الدوار بالمنبع، ويمكن أن يكون اتجاه الفيض الناتج من ملفات التوازى فى نفس اتجاه أو عكس اتجاه فيض ملفات التوالى. وهى تجمع ما بين محرك التوالى ومحرك التوازى.

يتم تغيير اتجاه دوران محرك التيار المستمر بعكس أطراف التوصيل للمنبع.



شكل رقم (١-٢)

محركات توصل ملفاتها بالمنبع على التوازى

محركات التيار التـــــرددى

تنقسم محركات التيار الترددى(A. C. Motors) إلى نوعين رئيسيين هما:

١. المحركات أحادية الوجه.

٢. المحركات الحثية ثلاثية الأوجه.

المحركات أحادية الـــوجـــــه

فى هـــــذه المحركات لا يوجد غير مجال مغناطيسى واحد فى ملف التشغيل لا يمكنه من إدارة العضو الدوار، ولذا يلزم وجود ملفات بدء الحركة (تقويم) كما هو موضح بالشكل رقم (١-٣).

ملفات بدء الحركة (التقويم) :

توضع ملفات مساعدة تولد مجال مغناطيسى متعامد (بطريقة لف معينة أو بمكثف وبطريقة لف عادية) فى مجال ملفات التشغيل مما يساعد على دوران العضو الدوار. وعدد لفاتها ٣/٢ عدد لفات ملف التشغيل، وتفصل هذه الملفات عن الدائرة بعد تقويم المحرك ووصول سرعته إلى ٤/٣ السرعة المقررة.

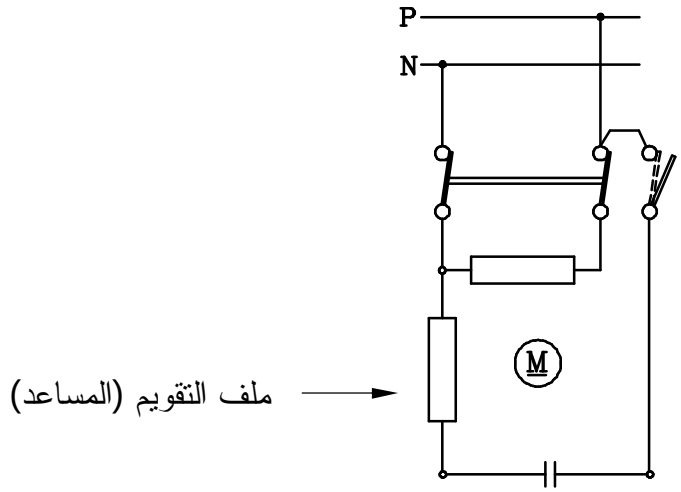
توصيل محرك أحادى الوجه :

يتم التوصيل بأحد الطرق التالية:

١. محرك بمفتاح طرد مركزى.

٢. محرك بمكثف.

٣. محرك بمكثف ومفتاح طرد مركزى.



شكل رقم (١-٣)

توصيل المحركـــــات أحاديـــــة الوجـــه

١. محرك بمفتاح طرد مركزى:

يكون المفتاح مغلقاً قبل دوران المحرك، ويفتح عند وصول سرعة المحرك إلى ٤/٣ السرعة المقررة، ويعمل بنظرية أثقال تدور مع المحرك وتفتح تلامسات المفتاح بالطرد المركزى لفصل التيار عن ملفات التقويم.

٢. محرك بمكثف:

لا يتم فصل ملفات التقويم أو المكثف بعد الدوران. ويعمل المكثف على تعامد المجالين لملفى التقويم والإدارة. ويكون عدد لفات ملف التقويم مساوياً لعدد لفات ملف التشغيل وقيمة المكثف أقل من ٣٠ ميكروفاراد.

٣. محرك بمكثف ومفتاح طرد مركزى:

يجمع بين الطريقتين السابقتين معاً، ويكون عدد لفات ملف التقويم ٣/٢ عدد لفات ملف التشغيل وقيمة المكثف أكبر من ٣٠ ميكروفاراد.

يتم تغيير اتجاه دوران المحرك ذو الوجه الواحد بأحد طريقتين:

- تبديل طرفى ملف التشغيل وبقاء ملف التقويم كما هو.
- تبديل طرفى ملف التقويم وبقاء ملف التشغيل كما هو.

وتستخدم محركات الوجه الواحد فى الأجهزة التى تتطلب عزماً كبيراً عند بدء الحركة مثل آلات الورش (المثاقب وغيرها) وأجهزة المطابخ والثلاجات والمراوح وشفاطات الهواء الصغيرة والغسالات وبعض الاستخدامات الأخرى لبعض الأحمال الصغيرة والتى تحتاج إلى قدرات كبيرة أو عزم دوران قوى.

محركات التيار الترددى الحثية ثلاثية الأوجه

يعتمد عمل المحرك الحثى (Three phase induction motor) على المجال المغناطيسي الدوار الناشئ من ملف يتم تغذيته من منبع تيار ترددى .A.C ثلاثى الأوجه والذى يولد تياراً حثياً فى ملف آخر مسبباً دورانه نتيجة للتفاعل بين المجال والتيار الحثى. وفى هذه الحالة تكون سرعة العضو الدوار (n) أقل من سرعة دوران المجال المغناطيسى فى العضو الساكن (n_s) والفرق بين السرعتين يسمى الانزلاق " slip" (S).

$$\text{الانزلاق (S) \%} = \frac{\text{سرعة دوران المجال فى العضو الساكن - سرعة العضو الدوار}}{\text{سرعة دوران المجال فى العضو الساكن}} \times ١٠٠$$

$$S\ (\%) = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

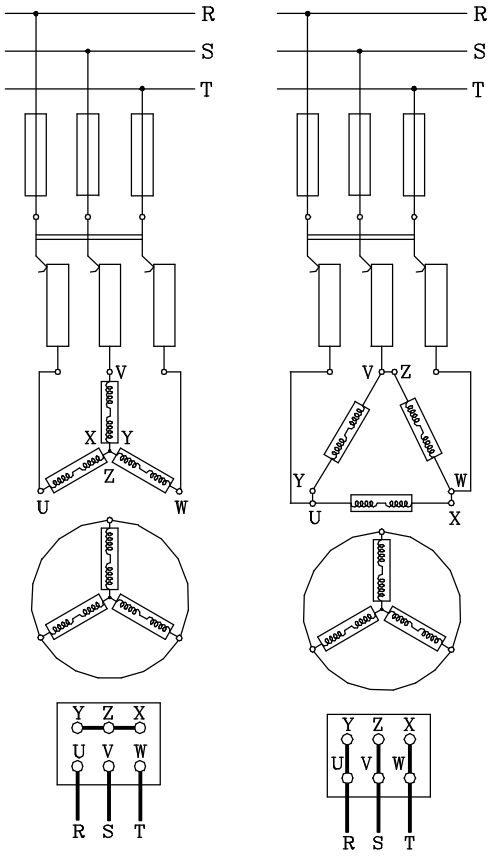
وتسمى سرعة دوران المجال فى العضو الساكن بالسرعة التزامنية (n_s) . "Synchronous speed"

أنواع المحركات الحثية :

أ. محركات القفص السنجابى (Squirrel cage motors):

تصل القدرات إلى ١١ ألف حصان. والعضو الدوار عبارة عن شرائح من الصلب السيليكونى به مجارى طبقة واحدة داخلها قضبان من النحاس أو الألومنيوم مقصورة على دائرة واحدة (عليها دائرة قصر) بحلقتين فى النهايتين، وبالتالى فإن مقاومتها تكون صغيرة فيتولد تيار بدء كبير (٦ أضعاف تيار التشغيل) وهو أحد العيوب الموجودة فى هذا النوع من المحركات. ولذلك يتم استخدام طرق بدء مختلفة لتخفيض تيار البدء. هذا النوع من المحركات يمتاز بعزم دوران كبير (مرة ونصف من مقدار عزم الحمل الكامل) ويكون العزم ثابت مع الحمل.

ويوضح الشكل رقم (١-٤) محركات القفص السنجابى



شكل رقم (١ - ٤)

توصيل محركات القفص السنجابى

وتستخدم هذه المحركات فى الأحمال الصغيرة، ويفضل استخدامها فى السرعات الثابتة وفى الأجواء المتربة (حيث أن العضو الدوار بدون فرش (Brushes) ومغلق بإحكام.

ب. محركات القفص السنجابى المزدوج (Double squirrel cage motor):
يتم استخدام طبقتان من المجارى بدلاً من استخدام طبقة مجارى واحدة فى العضو الدوار أحداهما على عمق والأخرى قريبة من السطح الخارجى للعضو الدوار. وبداخل المجارى قضبان من النحاس أو الألومنيوم مقصورة بحلقتين فى النهايتين.

ويتم اختيار مادة قضبان القفص الداخلى ذات مقاومة أقل عن مقاومة قضبان القفص الخارجى. ويكون الحث للقفص الداخلى أكبر من الحث للقفص الخارجى، أى أن الطبقة الخارجية ذات مقاومة أعلى وحث أقل (لقربها من السطح الخارجى للعضو الدوار) والطبقة الداخلية ذات مقاومة أقل وحث أعلى (لأنها أكثر عمقاً بعيداً عن السطح الخارجى للعضو الدوار).

وعند بدء المحرك يكون تردد التيار الحثى المار فى العضو الدوار كبيراً فيسبب ممانعة كبيرة للقفص الداخلى لأن حثه أعلى فيمر التيار فى القفص الخارجى ذو المقاومة الأكبر (عزم بدء أكبر). وبعد وصول المحرك لسرعته يقل تردد التيار الحثى المار فى العضو الدوار وبالتالى تقل ممانعة القفص الداخلى ذو المقاومة الأقل ويمر التيار به طوال فترة دوران المحرك.

ويوضح الجدول رقم (١-١) الأنواع القياسية لمحركات القفص السنجابى وخصائص كل منها.

جدول رقم (١-١)

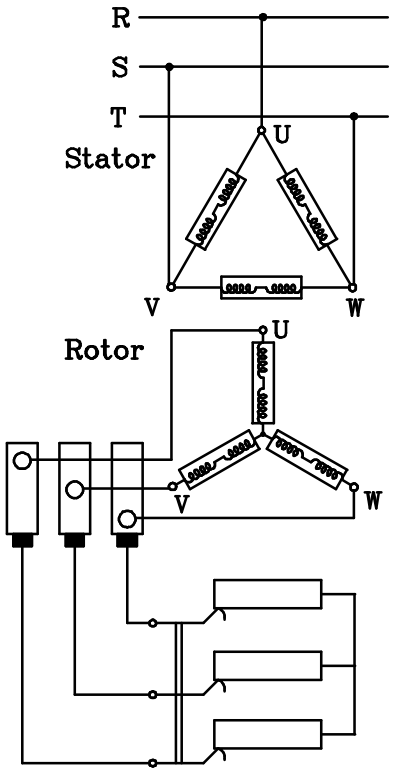
الأنواع القياسية لمحركات القفص السنجابى وخصائص كل منها

النوع	الخصائص
A	مجارى العضو الدوار مسطحة والمقاومة صغيرة وعزم الدوران عالى
B	مجارى العضو الدوار عميقة والمقاومة كبيرة وعزم البدء صغير
C	ذو قفص سنجابى مزدوج وعزم بدء عالى جداً
D	مجارى العضو الدوار عريضة وعزم بدء عالى
E	مجارى العضو الدوار أعرض وعزم بدء عالى
F	مجارى العضو الدوار أعمق وعزم بدء منخفض

جـــ. المحركات الحثية ذات حلقات الانزلاق (Wound slipping rotor motors):

تصل قدرات هذه المحركات إلى ٣٠٠٠ حصان ويتم عمل ملفات نحاس فى مجارى العضو الدوار تتصل مع ٣ مقاومات موصلة نجمة عن طريق حلقات الانزلاق والفرش. ويتولد تيار فى ملفات العضو الدوار بالحث نتيجة قطع المجال الدوار للعضو الساكن لها. ويمر التيار فى المقاومات مسبباً عزم دوران كبير جداً فى نفس اتجاه مجال العضو الثابت ويمكن ضبط سرعة المحرك (الانزلاق) عن طريق هذه المقاومات كما أنها تحد من قيمة تيار البدء. ويتم استبعاد هذه المقاومات بعد دوران المحرك بسرعته المقررة لتقليل فقد الطاقة، ويستمر القصر على حلقات الانزلاق ورفع الفرش لتقليل تآكلها أثناء التشغيل.

ويوضح الشكل رقم (١-٥) المحركات الحثية ذات حلقات الانزلاق



شكل رقم (١ - ٥)

توصيل المحركات الحثية ذات حلقات الانزلاق

العوامـــــــل المؤثـــــرة فى اختيار المحرك

١. نوع الجهد وقيمته (٣ أوجه / وجه واحد) (ph - Volt).
٢. نوع التيار وقيمته (تيار ترددى A.C - تيار مستمر .D.C) والتردد(Hz).
٣. القدرة P ومعامل القدرة (cos φ).
٤. السرعة المطلوبة وحدود تغييرها (فى حالة تغيير السرعة) "rpm/speed".
٥. نوع الخدمة (خدمة مستمرة/ خدمة لفترة قصيرة/ خدمة متقطعة ...) "S".
٦. طريقة التقويم وعزم الدوران عند أقل سرعة.
٧. نوع الحماية المطلوبة (زيادة تيار/ انعكاس أوجه/ انخفاض جهد/ زيادة سرعة ....).
٨. طريقة تثبيت المحرك (أفقى/ رأسى).

٩. طريقة نقل الحركة (فلانشة/ سيور/ تروس).
١٠. نوع العضو الدوار (سنجابى/ حلقات انزلاق).
١١. طريقة تغذية المجال فى محركات التيار المستمر (توالى/ توازى / مركب).
١٢. نوع التبريد (مراوح داخلية/ مراوح خارجية/ بدون).
١٣. الكفاءة ونوع العزل.
١٤. طريقة توصيل الملفات (نجمة/ دلتا).
١٥. أى اشتراطات خاصة (حماية ضد الرطوبة/ ضد الغازات المتفجرة/ ضد الأتربة) (IP).
١٦. ظروف التشغيل (درجة الحرارة/ الرطوبة).
١٧. نوع التشحيم (شحم/ زيت).
١٨. أبعاد جسم المحرك.
١٩. عدد مرات التقويم فى الساعة/ عزم القصور الذاتى.

طـــــرق تحميـــــل المحركـــــات

١. تشغيل مستمر وتحميل مستمر (طلمبات محطات المياه).
٢. تشغيل متقطع وتحميل متقطع مع تقويم كل مرة (طلمبات الروافع).
٣. تشغيل مستمر وتحميل متقطع (المخارط).
٤. تشغيل متقطع وتحميل متقطع مع تقويم وفرملة كل مرة (أوناش علوية).

البيانات الخاصة بلوحـــة تسميـــة المحـــــــرك

يعتبر تسجيـــل بيانـــات لوحـــــة تسمية المحـــــرك (Name plate data) بملف أوسجل كل محرك من الإجراءات الهامة كجـزء من برامج التشغيـــل والصيانـــة الوقائيـــة. وفيما يلى وصف موجز للبيانات التى ستجدها بلوحة التسمية وكيف أنها ترتبط بأداء المحرك.

١. اسم المصنع، الماركة المسجلة، بلد الصنع، تاريخ الصنع، وزن المحرك
٢. النوع أو الطراز (Type/ Model):

قد يتكون الرمز الخاص بنوع المحرك من مجموعة حروف وأرقام محددة بمعرفة الشركة الصانعة وكل حرف أو رقم له دلالته، فمثلاً من بعض الحروف يمكن معرفة ما إذا كان المحرك أفقياً أو رأسياً (B,V)، ودرجة حمايته من المؤثرات الخارجية والبيئية (1P23) ومن بعض الأرقام يمكن معرفة الجهد المقنن اللازم لتشغيله وهكذا.

٣. الرقم المسلسل (Serial number):

هذا الرقم تحدده الشركة الصانعة لتعريف هذا المحرك، ويجب ذكر هذا الرقم عند مخاطبة الشركة الصانعة عند طلب أى قطع غيار أو للاستفسار عن هذا المحرك.

٤. القدرة (Power):

هى القدرة المقننة (Rated power) التى تم تصميم المحرك وقطر عموده على أساسها. ويتم تشغيله عند معامل خدمة (Service factor) واحد صحيح (أى يعمل بصفة مستمرة)، وقد تكون القدرة بالحصان أو الكيلو وات أو الاثنين معاً.

٥. معامل الخدمة Sevice factor :

ويكون من ١,٠ إلى ١,٥ . يدل معامل الخدمة عندما يكون واحد صحيح على أن المحرك قد يعمل بصفة مستمرة على قدرته المقننة بدون أن يتسبب فى تلف العزل. أما إذا كان معامل الخدمة ١,٥ فهذا يعنى أن المحرك يمكن أن يعمل على قدرة تساوى القدرة المقننة مضروبة فى معامل الخدمة ١,٥ بدون الإضرار بالعزل إضراراً كبيراً. ولكن هذا التشغيل يسمح بتغييرات متقطعة فى الجهد تسبب سخونة داخلية بملفات المحرك. ولهذا يجب عدم استعمال معامل خدمة أعلى من الواحد الصحيح فى حالة الأحمال المستمرة لأن مثل هذا الاستخدام سوف يقلل من قوة العزل بسرعة كبيرة مع مرور الوقت.

٦. الفولت (Volt):

هو الجهد الذى يجب أن يكون عند أطراف المحرك كمناظر لجهد المنبع، وهو المقنن اللازم لتشغيل المحرك.

٧. الأمبير (Ampere) :

يحدد قيمة التيار المسحوب بواسطة حمل المحرك عند قيم الجهد والتردد والقدرة المقننة ويجب عدم تجاوز هذه القيمة بقدر الإمكان.

٨. التردد (Frequency/ (Hertz/cps :

يوضح تردد جهد التيار الترددى أى عدد دورات الموجة الجيبية الكاملة فى الثانية الواحدة.

٩. الوجه (Phase) :

يبين عدد أوجه الجهد المقنن لتشغيل المحرك (مثلاً ٣ أطوار 3 - ph).

١٠. الأداء (Duty) :

هذا البند يبين ما إذا كان المحرك مصمم للعمل المتواصل أى يمكن أن يعمل ٢٤ ساعة فى اليوم و ٣٦٥ يوماً فى السنة دون حدوث أى أضرار. وأحياناً يوضح أن تصميم المحرك للتشغيل أو الخدمة المتقطعة، أى أن المحرك يعمل على فترات متقطعة تحدد بمعرفة المصنع، مثلاً يعمل المحرك بالحمل الكامل لمدة محدودة (ساعة مثلاً) وبعدها يتم إيقافه حتى يبرد ثم يعاد تشغيله.

١١. الهيكل (Frame) :

يحدد حجم هيكل المحرك وأبعاده ومقاساته طبقاً للمعايير القياسية وغالباً لا تختلف من مصنع لآخر إذا لم تختلف المواصفات القياسية للمحرك.

١٢. التصميم (Design) :
يشير إلى خصائص التصميم الكهربى، العزم، السرعة، التيار المندفع، الانزلاق.

١٣. درجة العزل (Class of insulation) :
يحدد درجة عزل الملفات A,B,F,H وبالتالى أقصى درجة حرارة تشغيل تتحملها المادة العازلة للملفات.

١٤. أقصى درجة حرارة محيطة (Max. ambient temperature) :
توضح درجة الحرارة العظمى للجو الخارجى بالموقع المركب به المحرك.

١٥. درجة الحرارة المقننة (Rated temperature) :
هى أقصى درجة حرارة تشغيل مسموح بها فوق درجة الحرارة المحيطة.

١٦. السرعة (" Speed ("rpm :
هى السرعة المقننة لدوران المحرك (عدد الدورات فى الدقيقة)

١٧. معامل القدرة (Power factor P.f.)
هو جيب تمام (جتا Φ) الزاوية المحصورة بين التيار والفولت.

١٨. التوصيل الداخلى للملفات (Windings connection)

١٩. نوع العضو الدوار (Rotor type)

٢٠. جهد العضو الدوار (Rotor voltage)

٢١. تيار العضو الدوار (Rotor current)

٢٢. نوع التبريد (Cooling)

الحماية الداخلية للمحرك ضد الظروف البيئية لابد من توفير حماية داخلية ("IP" Internal protection) ضد الظروف البيئة، ففى المحركات التى تعمل فى محطات المياه والصرف الصحى يوجد وقاية ضد دخول الأجسام الغريبة والرطوبة لأجزائه الداخلية. وتتم الوقاية بإحكام غلق المحرك مع عمل مراوح تبريد داخل المحرك حتى لا يدخل هواء مشبع بالرطوبة من الخارج، مع وضع سخانات كهربية داخل ملفات العضو الساكن يتم تبطيلها أثناء عمل المحرك. ويتم استخدم الرمز "IP " ويضاف إليه بعض الأرقام التى لها معنى ومدلول خاص يدل على نوع الحماية المطلوبة طبقاً للجدول رقم (١-٢).

جدول رقم (١-٢)
الحماية الداخلية للمحركات

الرقم الأول	المعنـــــــى	الرقم الثانى	المعنـــــــى
٠	لا توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة	٠	لا توجد حماية ضد الرطوبة.
١	توجد حماية ضد دخول الجسيمات الكبيرة أكبر من ٥٠ مم (اليد).	١	توجد حماية ضد تكثف الرطوبة (قطرات الماء الرأسية).
٢	توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة المتوسطة أكبر من ١٢ مم (الأصبع)	٢	توجد حماية ضد قطرات المياه الساقطة بزاوية ١٥° مع الرأسى.
٣	توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة الصغيرة ٢,٥ مم (عدد - أسلاك).	٣	توجد حماية ضد قطرات المياه الساقطة بزاوية ٦٠° مع الرأسى.
٤	توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة الدقيقة ١ مم (عدد صغيرة - أسلاك رفيعة).	٤	توجد حماية ضد قطرات المياه الساقطة من أى اتجاه.
٥	توجد حماية ضد دخول الأتربة (لا ترسيبات لمواد ضارة).	٥	توجد حماية ضد قطرات المياه الساقطة (رش مستمر للمياه).
٦	توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة والأتربة.	٦	توجد حماية ضد قطرات المياه الساقطة من مياه البحار.
--		٧	حماية ضد الغطس فى المياه بعمق بين ٠,١٥ و ١ متر ولمدة محدودة.
--		٨	حماية ضد الغطس فى المياه لمدة طويلة.

مثال: محرك IP 23 طبقاً للمواصفات البريطانية للآلات الكهربية (B-S-4999) تعنى أنه توجد حماية ضد دخول الجسيمات الصلبة الكبيرة، كما توجد حماية ضد دخول قطرات المياه الساقطة بزاوية ٦٠° مع الرأسى.

قيـــود الظروف البيئية فى تشغيل المحركات

١. التبريد:

ترتفع درجة حرارة المحركات نتيجة للأسباب التالية:

أ. زيادة التيار المسحوب (الحمل).

ب. عدم كفاءة التبريد نتيجة عدم كفاءة مروحة التبريد/ ارتفاع درجة حرارة الجو الخاص الخارجى / سدد بفتحات التهوية وممراته.

ويظهر ذلك فى المحركات القديمة الكبيرة لعدم كفاءة إمرار هواء التبريد ، لذلك يتم الاتجاه حالياً لتصغير حجم الماكينة أو استخدام غاز للتبريد بدلاً من الهواء. وقد يستخدم قميص مياه نقية لتبريد الهواء كما بالمحولات (يستخدم الزيت حول الملفات كوسيط تبريد ويتم تبريد الزيت بالمياه).

وحيث أن عدم كفاءة التبريد للمحرك تؤثر على عمره الافتراضى لذلك يتم تبريده بقميص المياه كما يتم استخدام عزل كهربى لملفات المحرك يتحمل درجات حرارة عالية.

٢. المناطق الخطرة:

من شروط الجو المحيط بالمحرك ان يكون آمناً كما يلى:

أ. خلوه من الغازات المشتعلة / المتفجرة التى تتسرب للمحرك فتشتعل من حرارة ملفات المحرك / الشرارة على فرش المحرك.

ب. قوة تحمل جسم المحرك ضد التحطم.

ويقال حينئذ أن المحرك مقاوم للانفجار ويتم تحقيق الشرط الأول بتقليل عرض الفتحات بين أجزاء المحرك اللازمة لأعمال الصيانة / الإصلاح بما يقلل من تسرب الغازات المتفجرة من الجو الخارجى إلى المحـــرك ويمـــــــكن

تحقيق الشرط الثانى بزيادة طول الممرات الهوائية داخل جسم المحرك لتسمح بتبريد الغازات المتفجرة المتسربة إلى درجة حرارة أقل من نقطة الاشتعال.

ويتم حماية المحركات الكبيرة من الأخطار السابقة باستخدام خزان هواء جاف نقى داخل المحرك تحت ضغط ١٠ رطل/بوصة مربعة (أكبر من الضغط الجوى) بما يمنع من تسرب الغازات المتفجرة (فى محطات المجارى) من الدخول إلى جسم المحرك ويلزم حيئذ تنقية هواء الخزان كل فترة خاصة بعد فترات إيقاف تشغيل المحرك الطويلة. ويعتبر الجو الخارجى المحيط بالمحرك متفجراً إذا احتوى على حجم من غازات معينة وبنسبة تركيز معينة.

٣- المناطق الرطبة:

يتم حماية المحركات من دخول الرطوبة إلى أجزائه الداخلية بدون تقليل مرور هواء التبريد الخارجى والذى يحمل الرطوبة معه، ولذلك تستخدم مروحة التبريد داخل المحرك ووضع ماص للرطوبة أو سخانات تبخير الرطوبة فى الهواء داخل جسم المحرك مع إحكام ربط مسامير تجميع أجزاء المحرك حتى لا يتغير طول الممرات الهوائية والمصممة لتبريد الغازات المتسربة للمحرك.

تصميم غلاف المحرك

يتوقف تصميم غلاف المحرك "Motor enclosure" (الجسم الخارجى للعضو الساكن) على الظروف البيئية المحيطة حيث يتم تركيب المحرك وتشغيله، ويوجد نوعان أساسيان لغلاف المحرك :

١. محرك مفتوح (أى الغلاف من النوع المفتوح) "Open motor"
٢. محرك مقفول (مغلق) تماماً أو بالكامل "Totally enclosed"

ويمكن تقسيم النوعين السابقين إلى أقسام فرعية أخرى:

١. محرك ذو غلاف مفتوح بحواف معدنية قوية "Open drip proof (ODP)" وتكون فيه فتحات التهوية مصممة بحيث تمنع دخول المواد الصلبة أو قطرات السوائل الساقطة على غلاف المحرك بزاوية لا تزيد عن ١٥° مباشرة أو بواسطة تخبطها وتحركها بطول سطح الغلاف.

٢. محرك بغلاف مفتوح بحواف معدنية قوية مسورة بالكامل.
(Open drip proof, fully guarded) وهذا النوع من المحركات غلافه به فتحات تسمح بدخول الهواء مباشرة للأجزاء المكهربة أو الدوارة. والفتحات أما محدودة الحجم أو ذات شبك لمنع التلامس العارض للأجزاء.

٣. محرك بغلاف فتحات تهوية مغلقة تماماً (Totally enclosed ventilated) "TEV" هذا المحرك مغلق ومقفول تماماً وغير مزود بأى وسيلة خارجية للتبريد.

٤. محرك بغلاف مغلق تماماً ويبرد بمروحة داخلية
" TEFC" (Totally enclosed fan cooled)، غلاف هذا المحرك مغلق تماماً ولكنه مزود بمروحة داخلية للتبريد، وتعتبر هذه المروحة جزء لا يتجزأ من المحرك.

٥. محرك مزود بغلاف مضاد (مقاوم) للغازات المتفجرة (Explosion proof)، هذا الغلاف مصمم لتحمل الانفجارات الداخلية للغازات أو الأبخرة كما يمنع وصولها إلى داخل المحرك إذا حدثت خارجه.

أساسيات تشغيل المحركات الكهربية

الفصل الثانى

أساسيات تشغيـــل المحركات الكهربية

مقـــــدمـــــــة

يعتمد تشغيل وحدات محطات المياه ومحطات الصرف الصحى على المحركات الكهربية بصفة أساسية. وهى تعتبر العامل الرئيسى فى استمرارية تشغيل هذه المحطات. ومن هنا جاءت أهمية تشغيل وصيانة المحركات الكهربية بطريقة صحيحة وسليمة وآمنة. وهذا لا يتأتى إلا بالإلمام التام والمعرفة الكافية بكيفية عمل المحركات ومكوناتها وأنواعها واستخداماتها والطرق المثلى لتشغيلها وصيانتها وإصلاحها.

ليس هذا فقط ولكن يجب دراسة كل ما يرتبط بالمحرك من أجهزة تشغيل وحماية، ومعرفة وظيفة كل جزء وطريقة أداءه.

أن التشغيل الخاطئ، والصيانة الارتجالية يعرضان المحرك وبالتالى الآلة التى يديرها إلى مخاطر كبيرة قد تؤدى إلى تدمير إحدى الآلتين إن لم يكن كلتيهما، وبالتالى توقف المعدة عن العمل.

ولأداء تشغيل سليم وصيانة منظمة لابد من الرجوع إلى كتيبات تعليمات التشغيل وارشادات الصيانة التى توردها الشركات المصنعة للوحدات. هذه الكتيبات تحتوى على كل ما يخص الوحدة من مواصفات فنية ومكوناتها، وكيفية شحنها إلى الموقع، وكيفية تخزينها، وتداولها، وتركيبها، وتشغيلها، وصيانتها.

أساسيات التشغيل

بعد استلام أى محرك وفحصه وتركيبه أو بعد توقفه لفترة طويلة أو بعد إصلاحه، يجب إجراء بعض الاختبارات عليه قبل تشغيله وهى ما تسمى "باختبارات ما قبل التشغيل".

والهدف من هذه الاختبارات التأكد من أن العناصر الأساسية للمحرك لم يصبها أى تلف ولم تتعرض لأى قصور، وأن جميع القياسات التى تتم فى حدود المسموح به، وأنها تطابق تلك المسجلة بلوحة تسمية المحرك وكتيب الارشادات، وإذا ثبت غير ذلك فإنه يمكن تدارك الاختلافات وإصلاح العيوب قبل التشغيل، وبذلك يتم المحافظة على المحرك والمعدات والأجهزة المرتبطة به.

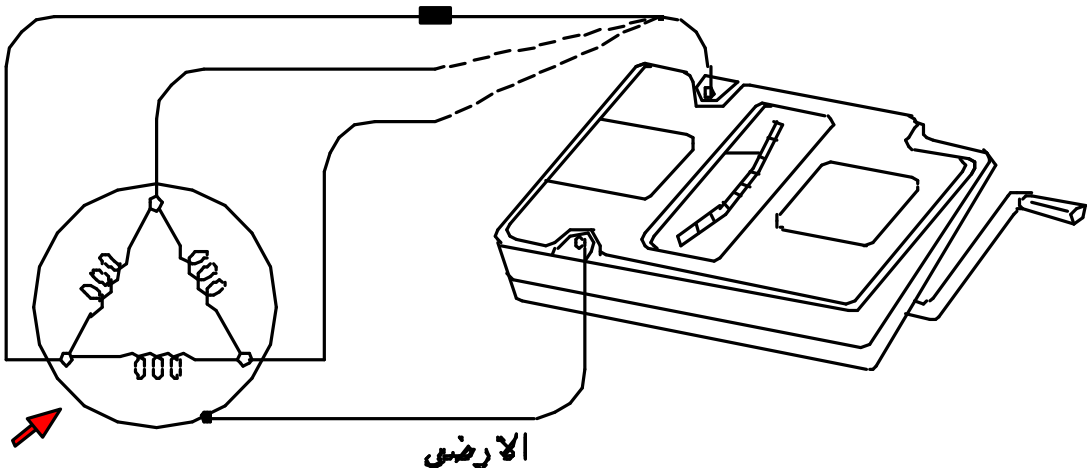
اختبارات ما قبل التشغيـــــــــل

١ - اختبار مقاومة العزل (Insulation resistance):

تراجع قيمة مقاومة عزل الملفات قبل توصيله بمصدر القدرة، ويستخدم لذلك جهاز قياس العزل "الميجر Megohmmeter"، وهو جهاز يولد تياراً مستمراً بإدارته يدوياً أو كهربياً، وتوجد منه أنواع لتوليد جهود مختلفة ٥٠٠، ١٠٠٠، ٢٥٠٠ فولت. ويوصل طرفى الملف المراد قياس مقاومة عزله بطرفى جهاز الميجر ثم تدار اليد ويستمر الاختبار لمدة دقيقة واحدة. ويجب أن تكون مقاومة العزل فى الحدود المدونة بإرشادات المصنع، وإذا كانت المقاومة غير معلومة ولم يستدل عليها فيمكن تحديد قيمتها تقريباً كما يلى:

مقاومة العزل (ميجا أوم) = الجهد المقنن للمحرك (ك.ف.) + ١

ويوضح الشكل رقم (٢-١) طريقة قياس مقاومة العزل للملف باستخدام جهاز الميجر.



شكل رقم (٢ - ١)

طريقة قياس مقاومة العزل للملف باستخدام جهاز الميجر.

مثال:

محرك يعمل على جهد ٣ ك.ف. تكون مقاومة عزل ملفاته = ٣ + ١

= ٤ ميجا أوم.

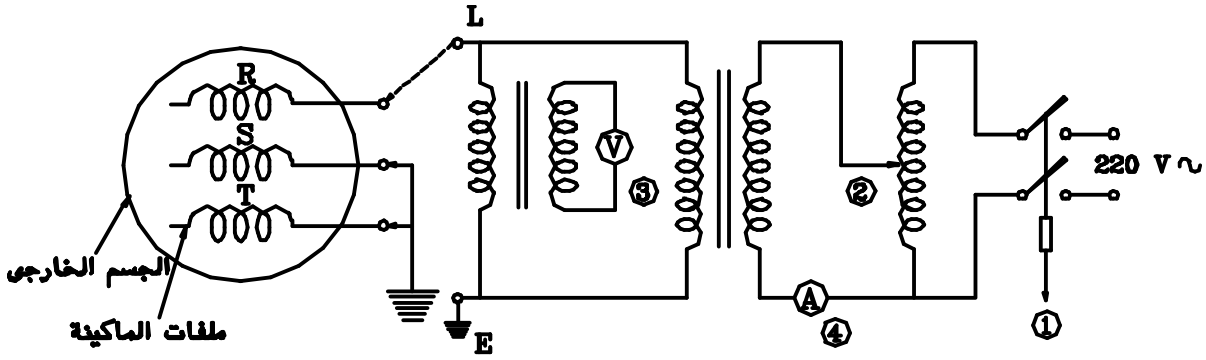
٢- اختبار قوة العزل (قدرة تحمل العزل للجهد العالى)

Dielectric test (H.V. Test) :

يتم هذا الاختبار بتوصيل جهد كهربائى بين طرفى الملف مقداره يساوى ضعف الجهد المقنن للمحرك بالفولت + ١٠٠٠ فولت لمدة دقيقة واحدة، إلا إذا ذكر غير ذلك بكتيب الإرشادات.

عند إجراء هذا الاختبار على المحركات القديمة أو التى يتم إصلاح ملفاتها، قد يختلف جهد الاختبار عن الجهد المقنن للمحرك بزيادة طفيفة ويجب استشارة المصنع قبل إجراء الاختبار.

ويوضح الشكل رقم (٢-٢) اختبار قوة العزل.



شكل رقم (٢-٢)

اختبـــار قـــوة العـــــــزل

قد تنتج عن اختبار قوة العزل أضرار شخصية أو حالة وفاة، لذا يجب أن يقوم بهذا الاختبار الأفراد المؤهلين لمثل هذه الأعمال مع مراعاة احتياطات الأمان اللازمة.

تكرار اختبار قوة العزل بجهد أكبر من اللازم قد يسبب تلف العزل.

٣- قياس درجة الحرارة بقياس مقاومة الملفات

(Windings resistance" Temperature"):

التغيير فى مقاومة الملفات يعطى قياساً دقيقاً لمتوسط درجة حرارة الملفات، يجب إجراء القياسات بعناية تامة باستخدام أجهزة دقيقة وحساسة، ويفضل استخـــدام نفس الأجهـــزة لقياس المقاومة فى الحالة الباردة والحالة الساخنة (أى والملفات باردة، والملفات ساخنة).

تقاس الملفات فى الحالة الباردة (Cold resistance measurement) والملفات باردة، أى قبل تشغيل المحرك (الملفات تكون فى درجة حرارة الغرفة).
أما المقاومة فى الحالة الساخنة (Hot resistance measurement) فتقاس بعد ايقاف المحرك بعد التشغيل مباشرة أى والملفات ساخنة.

وباستخدام القانون التالى يمكن الحصول على درجة حرارة الملفات وهى ساخنة أى بعد توقف المحرك بعد تشغيله مباشرة:

$$د_{٢} = \frac{م_{٢}}{م_{١}} (٢٣٤,٥ + د_{١}) - ٢٣٤,٥$$

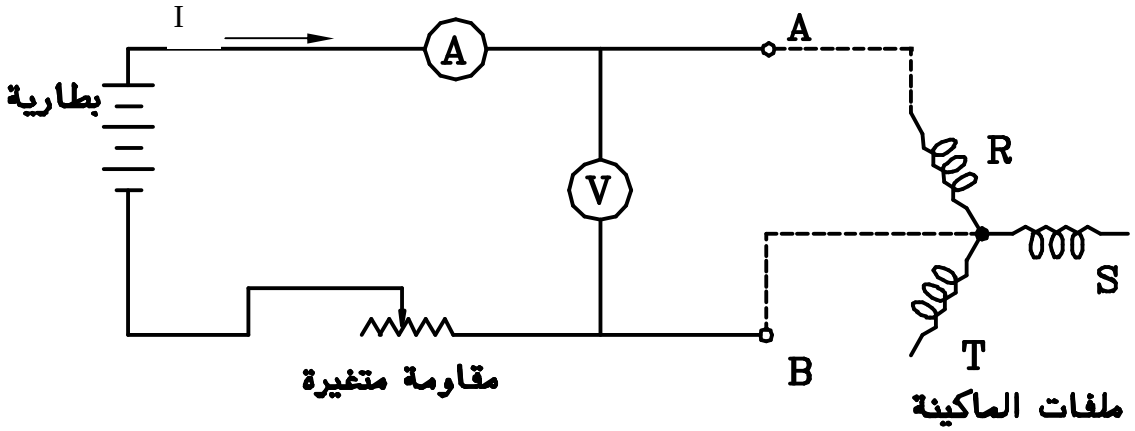
حيث د٢ = درجة حرارة الملفات وهى ساخنة (°م).

م٢ = مقاومة الملفات وهى ساخنة (أوم).

د١ = درجة حرارة الملفات وهى باردة (درجة حرارة الغرفة) (°م).

م١ = مقاومة الملفات عند درجة حرارة الغرفة (أوم).

ويوضح الشكل رقم (٢-٣) قياس مقاومة الملفات باستخدام الفولتميتر والأميتر.



شكل رقم (٢-٣)

قياس مقاومة الملفات باستخدام الفولتميتر والأميتر

مثال:

مقاومة الملفات الباردة (م١) = ٠,٥ أوم عند درجة حرارة (د١) ٢٥°م.

مقاومة الملفات وهى ساخنة (م٢) = ٠,٦١ أوم . ومطلوب معرفة درجة حرارة الملفات وهى ساخنة (د٢)؟

الحـــــــــــــــــــــــــل:

درجة حرارة الملفات وهى ساخنة (د٢)

$$= \frac{٠,٦١}{٠,٥} \text{ (٢٣٤,٥ +٢٥) - ٢٣٤,٥}$$

= ٨٢,٠٩ °م = ٨٢ °م

التشغيل الابتدائى للمحرك

التشغيل الخـــــاطئ قــد يضر بالأشخاص أو يتلف المعدات. لذلك يجب التشغيل طبقاً للمعدلات والقيم المقننة المسجلة بلوحة التسمية وكتيب إرشادات المصنع.

بدء التشغيل الأولى (Start of initial operation) :

بعد إتمام تركيب المحرك وعمل اختبارات ما قبل التشغيل، وقبل وضع الوحدة فى نظام التشغيل المنتظم، إبدأ التشغيل الأولى كما يلى:

١. راجع توصيلات المحرك والمقوم وتوصيلات دوائر التحكم، يجب أن تكون جميع التوصيلات مطابقة للرسومات.
٢. تأكد من أن جهد وتردد الخط ومصدر القدرة مطابقة للبيانات التى على لوحة التسمية.
٣. إذا كان قد تم تخزين المحرك سواء قبل التركيب أو بعده، راجع الإرشادات الخاصة بذلك بكتيب المصنع لإعداد المحرك للخدمة.
٤. راجع سجل الخدمة والبطاقة المصاحبة للمحرك للتأكد من أن كراسى التحميل تم تشحيمها بالطريقة المناسبة (عند شحن المحرك من المصنع،

يتم تشحيم كراسى التحميل بشحم ضد الاحتكاك يكفى لتشغيل المحرك لمدة ٦ شهور بطريقة مرضية).

٥. كراسى التحميل التى تستخدم الزيت، يتم شحنها من المصنع بدون زيت، يجب ملء الخزان بالزيت قبل التشغيل.
٦. إذا أمكن، افصل الحمل الخارجى عن المحرك، ولف العامود باليد للتأكد من أن الدوران يتم بدون أى إعاقة.
٧. إبدأ تشغيل المحرك بأقل جهد لمدة كافية لاختبار إتجاه الدوران والتأكد من عدم وجود حالات غير عادية.
٨. إصغ لأى ضوضاء زائدة، والاهتزاز غير العادى، وصوت الطقطقة، وأصوات السحق، إذا تبين وجود أى من هذه الحالات إفصل القدرة الكهربائية عن المحرك فوراً. راقب بكل اهتمام وعناية أى ملاحظات غير عادية تحدث أثناء توقف المحرك، إبحث عن السبب وحاول إصلاحه قبل وضع المحرك فى الخدمة.

عمليات البدء والتوقف المتكررة قد تسبب زيادة الحرارة وتلف العزل. انتظر فترة من الوقت بين كل إيقاف وبدء، لإعطاء فرصة لتبريد الملفات (راجع كتيب المصنع).

٩. عندما تكون جميع المراجعات التى تمت مرضية، شغل المحرك بأقل حمل وتنبه لأى ملاحظات غير عادية. زود الحمل تدريجياً وببطء حتى تصل إلى التحميل الكامل. تأكد من أداء المحرك بطريقة مرضية.

التشغيل المعتاد للمحرك

إبدأ تشغيل المحرك طبقاً للإرشادات الخاصة ببدء تشغيل المحرك. فى بعــض الأحيان يتم تقليل الحمل إلى أقل قيمة، خاصة عند بدء التشغيل بتخفيض الجهد أو إذا كانت الأحمال المتصلة بالوحدة ذات عزم قصور ذاتى مرتفع.

درجات حرارة التشغيل :

تعمل جميع المحركات الكهربائية طبقاً للمعدلات وارتفاع درجة الحرارة المسجلة بلوحة التسمية. إلا إذا حدث تلف بالمحرك، أو انسداد فتحات التهوية أو تغيير ظروف التشغيل عن التى تم وضعها مسبقاً بمعرفة المصنع. وأفضل وسيلة لقياس ارتفاع الحرارة هى طريقة المقاومة السابق شرحها. قس درجة الحرارة عند الحمل الكامل بطريقة المقاومة.

مقدار الارتفاع فى درجة الحرارة عند الحمل المقنن، يحدد على أساس نوع تصميم المحرك، وعلى أى حال، فإن أى تراكمات للمواد الغريبة فى مجارى التهوية وعلى الملفات سيقلل من سريان الهواء خلال المحرك وبالتالى يقل معدل نقل الحرارة من المحرك إلى هواء التبريد. هذان التأثيران سيعملان على ارتفاع درجة الحرارة عن القيمة المعتادة والمقننة.

من العوامل المسببة لارتفاع درجة الحرارة أيضاً، زيادة الحمل. ويجب ألا تتعدى تيارات التشغيل قيمة الحمل الكلى، إلا إذا كان المحرك معداً لمثل هذا النوع من التشغيل. الجهد والتردد أيضاً لهما تأثيرهما فى ارتفاع الحرارة.

تنظيـــــم الجهـــــد :

تعمل المحركات كالمعتاد ولا تتأثر بالتغير فى الجهد أو التردد فى الحدود التالية:

١. إذا لم يتعد التغير فى الجهد ± ١٠% من الجهد المقنن، مع اتزان جميع الأوجه.
٢. إذا لم يتعد التغير فى التردد ± ٥% من التردد المقنن.
٣. إذا لم يتعد التغير فى الجهد والتردد معاً ± ١٠% من القيمة المقننة (بشرط ألا يتعدى التغير فى التردد ± ٥%).

أهم المشاكل التى تتعـــــرض لها المحركات أثناء التشغيـــــــل

من المعــروف ان المحـــــركات الحثية حساســـــة وتعتبـــــر جــزءاً متكاملاً لمقدرة تشغيل محطات المياه والصرف الصحى وكفاءتها. فإذا حدثت بها أعطال فقــد يكون ذلك أمـــــــراً خطـــــيراً جداً لأن توقف ضخ الطلمبات يخلق مشاكل حرجة فى التشغيــل بالإضافة إلى أن إصلاح أو تغيير المحرك يكون مكلفاً جداً.

فإذا تم تشغيل المحرك فى ظروف من النظافة والجفاف طبقاً للحمل وخصائص التشغيل المدونة بلوحة تسمية المحرك، فليس هناك أى سبب يمنع تشغيل المحرك لسنوات وسنوات بدون أعمال صيانة كبيرة ومكلفة. لكن هناك عدداً من العوامل المختلفة التى تجعل المحرك يعمل خارج المقننات الخاصة به. وعندما يحدث هذا فإن عمر المحرك يقل بدرجة كبيرة.

وفيما يلى عرض لبعض المشاكل التى تواجه تشغيل المحركات وحلولها:

مشكلة رقم (١)

التلـــــــــــــوث:

التلوث هنا يعنى رواسب الأتربة والشحم وخلافة، فانهيار العزل يمكن أن يحدث عندما تتجمع رواسب الأتربة والشحم، أو أى مواد غريبة على الملفات وتمنع إشعاع الحرارة المتولدة فى ملفات المحرك أثناء التشغيل العادى، وهذا يسبب تكون بقع ساخنة موضعية فى الملفات، وعندما ينهار العزل تماماً، سوف يسبب قصر بين وجه وآخر يميزه حدوث شرر، و بالتالى انصهار بين ملفات الأوجه.

الحـــــــــــــــــل:

حافظ على المحرك نظيفاً وخالياً من ملوثات الأوساخ أو الشحم. اتبع توصيات الصانع بخصوص طريقة التشحيم والمواد المستخدمة لتشحيم المعدات.

مشكلة رقم (٢) **دورة تشغيل قصيرة أو بدء دوران زائد عن الحد:**

يحدث هذا عندما يقوم نظام التحكم الأتوماتيكى بعمليات توقف متكررة للطلمبة والمحرك فى محطات الرفع استجابة للتغير فى مناسيب البئر المبتلة بسبب عيب فى نظام التحكم نفسه.

عندما يبدأ المحرك الحثى فى الدوران، فإن التيار المطلوب لمغنطة الملفات وبدء دوران العضو الدوار يمكن أن يصل من ٥ إلى ٨ مرات مثل تيار التشغيل المقنن. على سبيل المثال، إذا كان التيار المعتاد للمحرك ١٠٠ أمبير للحمل الكامل فإن تتابع الحركة سيتطلب من ٥٠٠ إلى ٨٠٠ أمبير لبدء حركة المحرك.

فعندما يحدث تكرار لعملية البدء. فإن الحرارة المتولدة من تيارات البدء لا يكون لها فرصة الإشعاع وبالتالى فإن درجة حرارة الملفات الداخلية ترتفع مع كل بدء متتابع للمحرك. وبطريقة نمطية فإن المحركات حتى ١٠٠ حصان يجب ألا يزيد عدد مرات التشغيل عن ٤-٥ مرات فى الساعة، وكلما زادت القدرة الحصانية يجب أن يقل عدد مرات البدء فى الساعة.

الحـــــــــــــــــــــل:

للتغلب على الحرارة الزائدة الناشئة عن تعدد مرات التشغيل فى الساعة، استعمل طريقة الجهد المنخفض لبدء التشغيل.

ويوضح الجدول رقم (٢-١) مقارنة بين الطرق المختلفة للبدء بالجهد المنخفض.

جدول رقم (٢ - ١)

مقارنة بين الطرق المختلفة للبدء بالجهد المنخفض

نـــــــــــــوع البـــــــــــــــدء	تيار بدء الدوران	عزم بدء الدوران
١.من خلال الخط المباشر	١٠٠ %	١٠٠ %
٢.مقاومة / مفاعلة (عند ٦٥% من الجهد)	٦٥ %	٦٥ %
٣.ملف ذاتى (عند ٦٥% من الجهد)	%٤٢	%٤٢
٤.ملفات ستار / دلتا	%٣٣	%٣٣
٥.ملفات من جزءين	%٥٠	%٥٠

مشكلة رقم (٣) **درجة حرارة تشغيل محيطة مرتفعة:**

إذا زادت درجة حرارة التشغيل المحيطة عن تلك المحددة على لوحة التسمية، فهذا سيؤدى إلى درجة حرارة تشغيل داخلية عالية. درجة الحرارة المحيطة فى جميع أنواع العزل محددة بأربعين درجة مئوية (٤٠° م).

الحـــــــــــــــــــــل:

وفر تهوية مناسبة أو جهز محركات خارج المبانى، خاصة إذا كان المناخ جنوبى حيث يمكن أن تزيد درجة حرارة المحيطة عن (٤٠° م).

مشكلة رقم (٤) **هوايات الجسم مسدودة (معاقة):**

جميع أجسام المحركات مصممة لأقصى إشعاع للحرارة المتولدة داخلياً.

الحـــــــــــــــــــــل:

فى المحركات المفتوحة ذات الحواف المعدنية القوية لا توجد أى إعاقات بفتحات التهوية. ولكن فى المحركات المقفولة، وذات التبريد بالمروحة فإن الاتساخات والشحم والأتربة التى تتكون على حواف الجسم سوف تقلل من قدرة الجسم على إشعاع الحرارة. حافظ على جسم المحرك نظيفاً.

مشكلة رقم (٥) **غياب أحد الأوجه:**

غياب أحد الأوجه (Single phasing) تشير إلى الحالة التى يحدث فيها نقص أحد الأوجه سواء من شركة الكهرباء أو نتيجة احتراق أحد المصهرات بلوحة التحكم فى المحركات. فى مثل هذه الحالات فإن المحرك الاستنتاجى (الحثى) الذى يكون فى حالة تشغيل سيستمر فى الدوران، وسوف يسبب مزيداً من الضوضاء والاهتزاز إلى أن تحس به أجهزة الحماية ويفصل عن طريق ريليهات زيادة الحمل.

إذا كان المحرك لا يعمل أصلاً فالمحرك لن يقوم أو يدور طالما أن أحد الأوجه مفقود. ويتسبب فقد أحد الأوجه فى تولد تيارات غير متزنة تدور فى العضو الدوار ينتج عنها زيادة فى درجة حرارة المحرك الداخلية (تيار الوجه الناقص يوزع على الوجهين الباقيين).

الحل:

لتصحيح وضع نقص أحد الأوجه، حدد السبب فى غياب الوجه، هل هو شركة الكهرباء (مشكلة عامة) أو احتراق أحد المصهرات (أو فصل فى قاطع الدائرة فى لوحة تحكم المحرك). بمجرد معرفة السبب وتحديده، يصبح من السهل تصحيحه بالاتصال بشركة الكهرباء وإبلاغها بنقص أحد الأوجه. أو بتغيير المصهر المحترق أو فحص قاطع الدائرة وإعادة تشغيله.

مشكلة رقم (٦) **تعدى حمل المحرك:**

وهو عبارة عن تشغيل المحرك بطريقة تجعله يسحب تياراً زائداً على ما هو مدون بلوحة التسمية. يمكن أن يحدث تعدى الحمل بدون قصد من خلال تشغيل غير سليم لمنحنى الطلمبة بتغير قطر المروحة أو من خلال تغير فى ظروف التشغيل الديناميكى للطلمبة الذى يغير من الرفع الديناميكى الكلى.

توجد بعض حالات أخرى يمكن أن تسبب زيادة حمل المحرك، تشمل مشاكل كراسى التحميل وحشر جسم بين المروحة الدوارة وجسم الطلمبة (الغلاف).

كذلك عندما تتداخل خرق أو صخور أو أخشاب فى حرية دوران المروحة فإن هذا يتطلب طاقة أكبر لإدارة الطلمبة. وتسبب زيادة الحمل.

الحـــــــــــــــــــــل:

مطلوب تفهم كامل لعلم الهيدروليكا وظروف التشغيل الحالية قبل إجراء أى تغيير فى حالة الطلمبة من حيث أن التغييرات غير السليمة قد يكون لها تأثيرات سيئة على المحرك. لابد أن تكون على علم ومعرفة بما تفعله قبل إجراء أى تغييرات.

مشكلة رقم (٧) **عدم اتزان الجهد:**

تغيير قيمة الجهد: فى حدود ± ١٠% على الأوجه الثلاثة معاً.

عدم تماثل الجهد على الثلاثة أوجه لا يزيد عن ± ٢,٥ % بين الوجه والآخر لأنه يسبب عدم تساوى فى التيار فى حدود ± ١٠ % الذى يؤدى بدوره إلى ارتفاع زائد فى حرارة المحرك بنسبة ٢٠ % والتى تؤدى إلى انخفاض مقاومة عزل الملفات.

فعلى سبيل المثال جهد غير متزن بنسبة ٢ % يمكن أن ينتج عنه تيار غير متزن بنسبة ٢٠ % ، وجهد غير متزن بنسبة ٤,٥ % سينقص من عمر العزل بنسبة ٥٠ % من عمره المقنن.

أسباب عدم تماثل أو عدم اتزان الجهد على الأوجه الثلاثة:

١. انخفاض جهد أحد الأوجه من المصدر.
٢. تلف أحد ملفات المحرك.
٣. التوصيلات المفككة والمقاومة العالية لنقط التلامس بقواطع الدائرة أو مقومات الحركة.

كيفية حساب نسبة عدم تساوى الجهد:

١. ايجاد القيمة المتوسطة للجهد.

٢. ايجاد أقصى فرق للجهد وهو أكبر قيمة يختلف بها أحد الجهود عن القيمة المتوسطة.
٣. ايجاد النسبة المئوية لعدم تماثل اتزان الجهد بقسمة أقصى فرق على متوسط الجهد × ١٠٠.

مثـــــــــــــــــــال:

جهد المحرك بين الوجه ١،٢ = ٢٣٤ فولت.

جهد المحرك بين الوجه ١،٣ = ٢٣٠ فولت.

جهد المحرك بين الوجه ٢،٣ = ٢٢٣ فولت.

الحـــــــــــــــــــل:

القيمة المتوسطة للجهد = ٢٣٤ + ٢٣٠ + ٢٢٣ / ٣ = ٢٢٩ فولت

أقصى فرق للجهد = الجهد المتوسط - أقل جهد

= ٢٢٩ - ٢٢٣ = ٦ فولت

النسبة المئوية لعدم تماثل الجهد = أقصى فرق × ١٠٠ / الجهد المتوسط

= ٦ × ١٠٠ / ٢٢٩ = ٢,٦ % .

أى أكبر من ٢,٥ %.

وهذه النسبة تقودنا إلى عدم اتزان الحمل بنسبة قد تصل إلى ٢٦ %.

مشكلة رقم (٨) **عدم اتزان التيار أو الحمل:**

يجب مراجعة التيار المار بالمحرك من حيث إتزانه فى الأوجه الثلاثة، ويتم قياس التيار عن طريق أجهزة التيار المبينة بلوحة التشغيل أو باستخدام بنسة الأمبير (Clip-on ammeter).

أسباب حدوث عدم اتزان التيار:

١. مصدر الكهرباء الخارجية بما فى ذلك صندوق التحكم.
٢. مشكلة داخلية فى ملفات المحرك أو فقد فى كابلات العضو الثابت.

كيفية حساب نسبة عدم اتزان التيار:

١. قياس التيار بكل وجه.

٢. حساب التيار المتوسط.
٣. ايجاد أقصى فرق بين أقل قيمة للتيار والقيمة المتوسطة.
٤. إيجاد النسبة المئوية لعدم اتزان التيار.

مثـــــــــــــــــــــــــال:

تيار الوجه الأول : ٦,٢٣ أمبير.
تيار الوجه الثانى : ٦,٥٦ أمبير.
تيار الوجه الثالث : ٥,٤٤ أمبير.
التيار المتوسط = ٦,٢٣ + ٦,٥٦ + ٥,٤٤ / ٣ = ٦,٠٧٦ أمبير.
أقصى فرق للتيار = التيار المتوسط - أقل قيمة للتيار بين الأوجه.
= ٦,٠٧٦ - ٥,٤٤ = ٠,٦٣٦ أمبير.
النسبة المئوية لعدم الاتزان = ٠,٦٣٦ × ١٠٠ / ٦,٠٧٦ = ١٠,٤٦ % .
ويجب ألا تزيد النسبة المئوية لعدم اتزان التيار عن ٥ % .

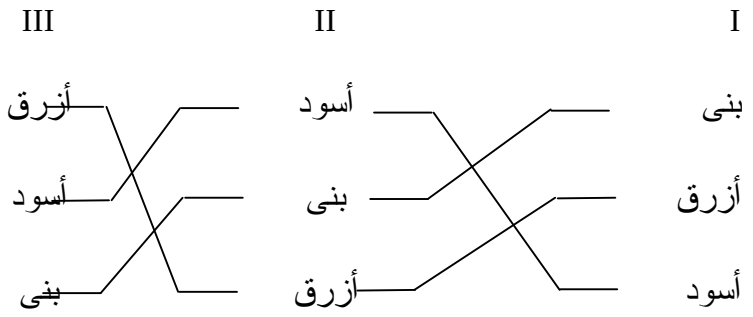
طريقة تحديد أسباب عدم إتزان التيار باستخدام بنسة الأمبير:

بافتراض أن المحرك موصل بشكل صحيح وبالتالى فهو يدور فى الاتجاه الصحيح، كما نعلم فإن تغيير وضع توصيل أى وجهين منه يجعل المحرك يدور فى الاتجاه العكسى.

ولكن ما سوف نقوم به الآن هو تغيير وضع الثلاث أوجه المغذية مرتين بطـــريقة لا تحدث أى تغير فى اتجاه المحرك كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٤).

مثـــــــــــــــــال (١):

لدينا محرك كابلاته المغذية موصلة على الوضع الأول I (بنى / أزرق / أسود) للاتجاه الصحيح للدوران. فى كل من الوضع الثانى II أو الثالث III سيدور المحرك فى نفس الاتجاه كما بالشكل.



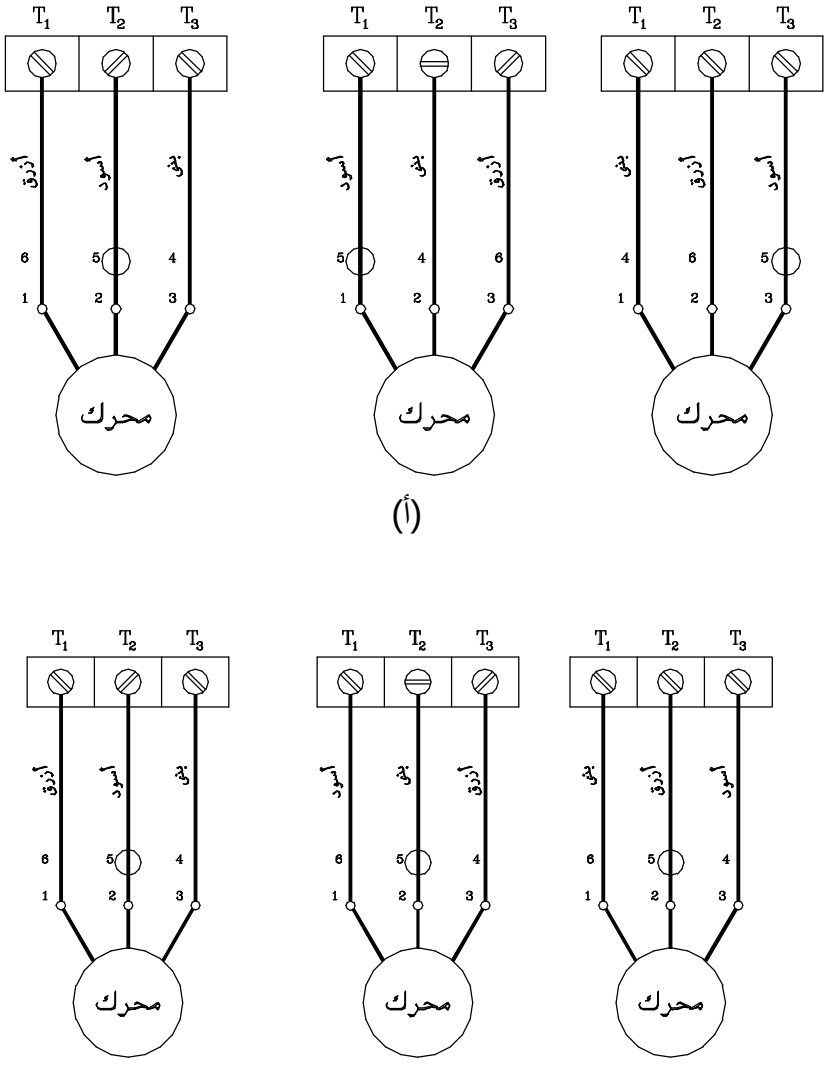
شكل رقم (٢ - ٤)

تغيير وضع الأوجه الثلاث للمحرك مع الاحتفاظ بنفس اتجاه الدوران

يتم قياس التيار بواسطة بنسة الأمبير على كل وجه فى الحالة III , II , I (أنظر شكل رقم ٢-٥-أ). فإذا وجدنا قيمة تيار كل وجه ثابتة دائماً (٦ أمبير مثلا) مع لون واحد من الكابل. فإن ذلك يعنى أن العطل فى مصدر التيار الخارجى، ويتم بعد ذلك قياس الجهد وعزل الكابلات.

أما إذا وجدنا أن قيمة تيار كل وجه ثابتة دائماً بصـــرف النظر عن لون الكابل فإن ذلك يعنـــــى أن العطـــــــل فى ملفات المحرك من الداخل (شكل رقم ٢-٥-ب)، بعد ذلك يتم فصل المحرك وقياس عزل ملفاته بالميجر.

وإذا تبين اختلاف قيمة التيار فى الأوجه الثلاثة عند كل مرة يتم فيها تبديل أطراف المحرك، فيتم توصيل المحرك بالطريقة التى تعطى أكبر نسبة اتزان حتى يعمل بأعلى كفاءة والمثال التالى رقم (٢) يوضح ذلك.



شكل رقم (٢ - ٥)

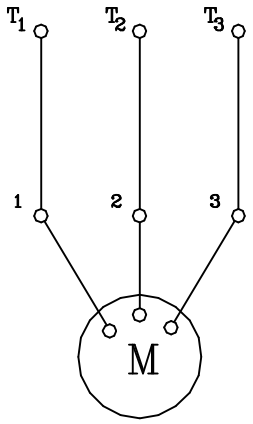
كيفية تحديد سبب عدم اتزان التيار

مثـــــــــــــال (٢):

وصل أطراف المحرك بثلاث طرق واحسب نسبة عدم الاتزان فى كل مرة. وحدد الطريقة التى تعطى أكبر نسبة اتزان للتيار.

الحـــــــــــــل:

١. قس قراءة التيار على الأوجه الثلاثة بواسطة بنسة الأمبير كما بالشكل رقم (٢-٦)، وسجلها



شكل رقم (٢-٦)

أطراف المحرك فى الوضع الأصلي

وجه ١ : ٢٥ أمبير .

وجه ٢ : ٢٣,٥ أمبير.

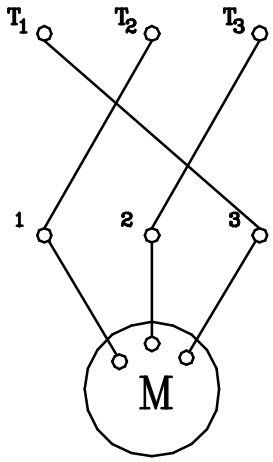
وجه ٣ : ٢٦,٥ أمبير.

المجموع : ٧٥ أمبير.

المتوسط : ٢٥ أمبير.

افصل القدرة عن المحرك.

٢. استبدل أطراف المحرك من الشمال إلى اليمين بحيث تصبح كما بالشكل رقم (٢-٧)، وهذا التعديل لن يغير من اتجاه دوران المحرك. شغل المحرك وقس التيار على الأوجه الثلاثة.



شكل رقم (٢-٧)

أطراف المحرك بعد تبديلها لأول مرة

وجه ١ : ٢٥ أمبير.

وجه ٢ : ٢٤ أمبير.

وجه ٣ : ٢٦ أمبير.

المجموع : ٧٥ أمبير.

المتوسط : ٢٥ أمبير.

افصل القدرة عن المحرك.

٣. استبدل أطراف المحرك مرة أخرى من الشمال إلى اليمين كما فى الشكل رقم (٢-٨)، وهذا التبديل أيضاً لن يغير من اتجاه دوران المحرك وقس التيار على الأوجه الثلاثة.

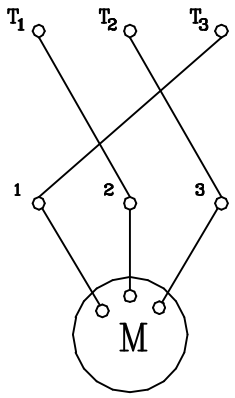
وجه ١ : ٢٥ أمبير.

وجه ٢ : ٢٤,٥ أمبير.

وجه ٣ : ٢٥,٥ أمبير.

المجموع : ٧٥ أمبير.

المتوسط : ٢٥ أمبير.



شكل رقم (٢-٨)

أطراف المحرك بعد تبديلها للمرة الثانية

٤. احسب أكبر فرق لكل خطوة وهو الفرق بين أقل قيمة للتيار فى كل خطوة والقيمة المتوسطة.

أكبر فرق بالخطوة رقم (١) = ٢٥ - ٢٣ = ٢ أمبير.
أكبر فرق بالخطوة رقم (٢) = ٢٥ - ٢٤ = ١ أمبير.
أكبر فرق بالخطوة رقم (٣) = ٢٥ - ٢٤,٥ = ٠,٥ أمبير.

٥. احسب النسبة المئوية لعدم اتزان التيار لكل خطوة من الخطوات ١، ٢، ٣ .

النسبة المئوية فى الخطوة (١) = ٢ × ١٠٠ / ٢٥ = ٨ %
النسبة المئوية فى الخطوة (٢) = ١ × ١٠٠ / ٢٥ = ٤ %
النسبة المئوية فى الخطوة (٣) = ٠,٥ × ١٠٠/٢٥ = ٢ %

٦. استخدم التوصيلة التى تحقق أقل نسبة مئوية لعدم اتزان التيار، وهى التوصيلة الموضحة بالخطوة رقم (٣)، ونسبة عدم اتزان التيار فيها هى ٢ %

أساسيات صيانة المحركات الكهربية

الفصل الثالث

أساسيات صيانة المحركات الكهربية

مقـــدمـــــة

من المعروف أن الصيانة الدورية المنظمة أفضل الطرق لضمان الاقلال من الأعطال وإطالة عمر تشغيل الوحدات. وهذا يُحد من عمليات الاصلاح المكلفة، وتوقف الوحدات عن الانتاج التى تعود بالخسارة على المنشأة.

مقومـــات نجـــاح برنامج الصيانة

هناك عنصران هامان يتحكمان فى برنامج الصيانة، هما:

١- مستوى الأفراد القائمين بتنفيذ الصيانة.

٢- دقة وانتظام التسجيل بالدفاتر والسجلات وحفظها.

مستوى الأفراد القائمين بتنفيذ الصيانة

هم الأفراد المدربون والذين يعرفـون كيـف يقومـون بالعمـل ويتعاملـون مع المعـدات. والمعروف أن جمـع المعلومـات والبيانـات التمهيديـة ودراسـة الاحتمالات تعتبر الخطوة الأولى فى تحديد أى عطل. ومعظم الأعطال تنشأ عن دوائر التحكم فلا بد للقائم بالصيانة أن يكون على دراية تامة بفهم تشغيل الدائرة والوظائف الأخرى المرتبطة بها. ماذا يحدث عندما تعمل بطريقة صحيحة؟ وماذا يحدث لو عملت بطريقة خاطئة؟ فيجب على القائم بالصيانة أن يكون قادراً على القيام الآتى:

١- معرفه ماذا سيحدث عند إجراء أى عمل، مثلا عند الضغط على مفتاح، أو عند فصل مفتاح: أى الملفات عملت، أى تلامسات قفلت، أى ريليهات اشتغلت، أى المحركات دارت.

٢- فحص كل العوامل الأخرى: ما هى الأشياء الأخرى غير العادية التى تحدث إذا لم تعمل الدائرة بطريقة سليمة.

٣- تحليل ما يعرفه: أي الأجزاء تعمل بطريقة صحيحة؟ هل فصل المفتاح نتيجة عطل؟ ، هل هذا العطل ميكانيكى أو كهربائى أو مشكلة كهربية بسبب إخفاق ميكانيكى؟

٤- اختيار الإجراءات البسيطة: لتحديد المشكلة يجب اختيار الطرق المنطقية البسيطة والتى يمكن انجازها بسرعة.

٥- استعمال حواسه فى الفحص (بالنظر - بالشم - باللمس- بالسمع) ويبحث عن الأسلاك المحترقة، الأسلاك المفككة، الأماكن المبتلة، الملفات المحترقة، تلامسات مفككة أو روائح غريبة وأصوات غير عادية .... إلخ.

٦- تحديد مصدر المشكلة (ميكانيكى، كهربائى، دائرة التحكم ...) ثم تحليله وبحث أسبابه ومعالجته.

٧- تحديد ما يحتاجه لمعالجة المشكلة وإصلاحها (رسومات، كتالوجات، أدوات وعدد، أجهزة قياس ... إلخ).

٨- اقتراح الحلول البديلة لعدم تكرار ما حدث إذا أمكن.

دقة وانتظام التسجيل بالدفاتر والسجـــلات وحفظـــــــــــها

سجلات منظمة ومصنفة تشتمل على البنود الآتية:

١- البيانات الكاملة المسجلة بلوحة التسمية (سجل الخدمة).
٢- المطبوعات والنشرات (رسومات التوصيلات الكهربية، أشكال معتمدة، كتيبات وتعليمات وإرشادات التشغيل والصيانة، كتالوجات ...).
٣- قوائم الأجزاء وقطع الغيار.
٤- مخزون قطع الغيار والأجزاء الرئيسية.
٥- قوائم بالوحدات الكاملة الإضافية بالمخزن.
٦- بيانات الضبط (الانحرافات عن الضبط المثالى والتجاوزات فى ارتفاع درجة الحرارة - الجهد - التيار).
٧- نتائج الفحص الدورى (سجل الخدمة).
٨- الاصلاحات التى تمت (سجل الخدمة).
٩- بيانات التشحيم والتزييت:
- أنواع الشحم: للأماكن الرطبة، الجافة، الحارة أو غير الملائمة.
- المخزون من الشحومات والزيوت.
- دورة التشحيم لكل محرك بالنسبة لموقعه.
- سجل لكل وحدة (سجل الخدمة)

هذا بالاضافة إلى الالتزام ببرامج الصيانة المنظمة المختلفة التى توصى بها الشركات الصانعة. وسنتعرض لها بالتفصيل فيما بعد.

الصيانـــة الوقائيـــة للمحركات الكهربية

تذكر دائماً أن الكهربائى المؤهل يجب أن يقوم بإجراء معظم أعمال الصيانـــة والإصلاح الضرورية للمعدات الكهربية.

إذا كنت لا تعرف كيف، ولماذا، ومتى تقوم بهذا العمل، فلا تقدم عليه، حيث من الممكن أن تعرض نفسك للخطر، كما تعرض زملائك القائمين على التشغيل. لا تحاول مطلقاً أن تفعل ما أنت غير مؤهل له، أو لست مسئولاً عن إنجازه.

إن المحركات الكهربية تعمل على أساس القيم المحددة لها وهى القدرة، الجهد، التيار، السرعة، ومعامل القدرة، وهذه البيانات مسجلة بلوحة التسمية الخاصة بكل محرك.

يتوقف عمر تشغيل المحركات على طريقة تشغيلها وصيانتها، ومن المعروف أنه بطول وقت الخدمة فإن المحركات تتعرض للتقادم وتتأثر بالعوامل الجوية والظروف المحيطة بها وهذا بالطبع يؤثر على كفاءتها. فمثلاً بمرور الوقت يفقد العزل الكهربائى للملفات خواصه الأصلية تدريجياً وقد يحدث هذا نتيجة لتقادم العزل أو الارتفاع الكبير فى درجة الحرارة، أو التلف الميكانيكى. ولاكتشاف مثل هذه العيوب فى الوقت المناسب ولمنع توقف المعدات أثناء التشغيل يجب أن يتعرض كل محرك لاختبارات الصيانة الوقائية، ويتم فحص جميع عناصره طوال فترة خدمته. والغرض من هذه الاختبارات والمراجعات هى اكتشاف العيوب التى يستحيل اكتشافها بالفحص الظاهرى.

أهم البنود التى تشملها الصيانة الوقائية:

١- الفحص
٢- التحميل
٣- درجة الحرارة

١- الفحص يجب فحص كل محرك أو معدة على فترات منتظمة. التكرارية والشمولية سيتوقفان على كمية التشغيل، طبيعة الخدمة والظروف البيئية.

١- <u>النظافة</u>:

يجب أن يكون الجسم الخارجى للمعدة خالياً من الزيوت، الأتربة، القاذورات والكيماويات. بالنسبة للمحركات التى تبرد بالمروحة، من الأهمية الاحتفاظ بفتحات الهواء خالية من الأجسام الغريبة والتأكد من أن مخرج الهواء غير مسدود.

٢- الرطوبة:

إذا كانت المعدات تعمل بطريقة متقطعة فى أماكن رطبة أو ندية، فيجب وقايتها من الرطوبة باستخدام سخانات. لمنع تكون الصدأ، شحم كل قطع التركيب عند إعادة تجميع الوحدة بعد مراجعة الصيانة.

٢- التحميل إحذر من التحميل غير السليم - زيادة التحميل يتسبب فى ارتفاع درجة الحرارة الذى سوف يؤدى إلى تقصير عمر العزل. الملفات التى تتعرض إلى (١٠) درجات مئوية زيادة عن الحد الأقصى المسموح به للقسم الخاص بها تنقص عمر العزل بمقدار النصف.

تخفيض الحمل رغم أنه أقل خطورة من زيادته إلا أنه إجراء غير سليم. فهو عادة يخفض معامل القدرة والكفاءة والتى ينتج عنها زيادة كبيرة فى التكاليف. أى وحدة تكون منخفضة التحميل بطريقة ثابتة يجب استبدالها بوحدة ذات معدل قدرة منخفض. (المحرك فقط).

ليس من السهل قياس كمية الحمل التى يمكن أن ينتجها المحرك بأمان، ولكن هناك قاعدة تشير لمعظم الحالات وهى: إذا كان الجهد المغذى يتفق مع المعدل المسجل بلوحة التسمية، والأمبير يساوى أو أقل من القيمة المحددة بلوحة التسمية، والسرعة (ل/ق) تساوى أو أكبر من المحددة على لوحة التسمية حينئذ يكون المحرك غير محمل بحمل زائد ويكون منتجا لمقنن قدرته الحصانية الصحيحة.

٣- درجة الحـــرارة الأجهزة الكهربية التى تشتغل فى ظروف عادية تصبح دافئة تماماً. بالرغم من أن بعض المواضع قد تشعر بها مرتفعة الحرارة عند لمسها ولكنها لا تكون خطيرة، إذا كانت تعمل فى حدود المعدل المسجل بلوحة التسمية والتهوية ليست محكومة ... راجع درجة الحرارة باستخدام ترمومتر الازدواج الحرارى أو بالمقاومة.

تعتبر درجة الحرارة الكلية - (ليس الارتفاع فى درجة الحرارة)، هى المقياس للتشغيل الآمن. ابحث فى ظروف التشغيل إذا زادت درجة الحرارة الكلية المقاسة عن درجة الحرارة الخاصة بكل قسم من أقسام العزل كما هو موضح بالجدول رقم (٣-١).

جدول رقم (٣-١)

درجة الحرارة الخاصة بكل قسم من أقسام العزل

عزل القسم	درجة الحرارة
"A"	110°م (٢٣٠ درجة فهرنهيت)
"B"	130°م (٢٦٦ درجة فهرنهيت)
"F"	155°م (٣١١ درجة فهرنهيت)
"H"	180°م (٣٥٦ درجة فهرنهيت)

الاختبارات التى تتم على المحركات يفضل إجراء اختبارات ومراجعات الصيانة الوقائية أثناء العمرة الشاملة والتى يكون فيها العضو الدوار خارج العضو الساكن، وكذلك فى عقب أى إصلاحات دورية، وأهم هذه الاختبارات هى:

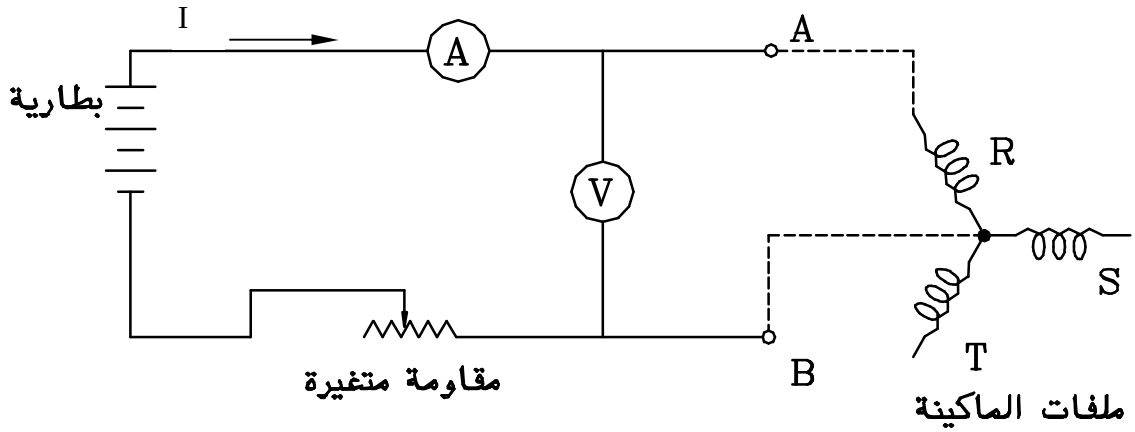
١- **قياس مقاومة الملفات** يتم قياس مقاومة ملفات كل من العضو الساكن والعضو الدوار (إذا كان من النوع الملفوف)، ويجب ألا يزيد الفرق بين القيمة المقاسة لكل وجه عن القيمة المسجلة للإختبار السابق أو بيانات المصنع عن ٢%.

(المقاومة الأومية)

ويتم قياس المقاومة بمرور تيار مستمر مناسب بالملف وقياس الجهد المفقود بين طرفيه وباستخدام قانون أوم يمكن معرفة قيمة المقاومة لهذا الملف.

$$\text{المقاومة} = \frac{\text{فرق الجهد}}{\text{التيار المار}} \quad (\text{أوم})$$

وتستخدم الدائرة الموضحة فى الشكل رقم (٣-١) فى إجراء هذا الاختبار.يتم تحديد التيار المطلوب واللازم لرفع درجة حرارة الملفات لدرجة حرارة التشغيل المعتادة عن طريق المقاومة المتغيرة (البوتنشيوميتر).



شكل رقم (٣-١)

قياس مقاومـــــة الملفـــــــات

إذا اختلفت مقاومة أى وجه عند نفس درجة الحرارة عن قيمتها فى الأوجه الأخرى أو عن القيمة السابق قياسها لنفس الوجه بأكثر من ٢%، فيكون سبب هذا الاختلاف ان لحامات وصلات نهاية الملفات غير سليمة أو ردئية (كقاعدة عامة).

٢ - قياس مقاومة يعتبر اختبار عزل الملفات أكثر اختبارات الصيانة الوقائية شيوعاً للمحركات

عــزل الملفــات ثلاثية الوجه. ولإجراء هذا الاختبار يتم استخدام جهاز الميجا أوم ميتر أو الميجر وهو جهاز أوميتر لقياس المقاومة ذو مدى مرتفع (تقرأ المقاومة بالميجا أوم = ١٠٠٠ أوم)

وهناك أنواع متعددة من أجهزة الميجر:

١- نوع يدوى يدار باليد.

٢- نوع يعمل بالبطارية.

٣- نوع يعمل بالتيار الكهربائى جهد ٢٢٠ فولت.

وينتج عند إدارة يد الميجر (١٢٠ لفه/دقيقة) تياراً مستمراً يستخدم فى عملية القياس. والجهود المعتادة للميجر هى ٥٠٠، ١٠٠٠، ٢٥٠٠ فولت. والتدريج يبدأ من الصفر فى أقصى اليمين إلى مالانهاية فى أقصى اليسار. كما أن له طرفان أحدهما يوصل بالأرضى ويميز بالحرف "E" والآخر بطرف الملف المراد قياسه ويميز بالحرف "L"، شكل رقم (٣-٢).

خطوات اختبار مقاومة عزل الملفات :

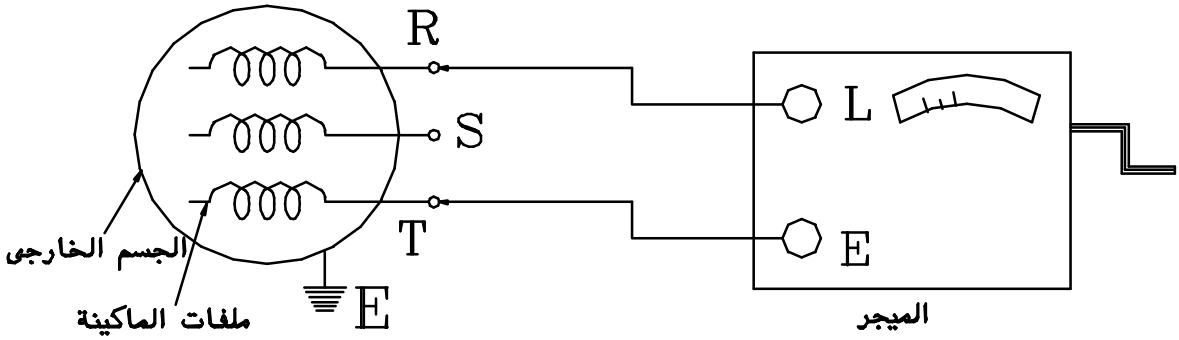
١- افصل القـــــدرة عن المحــرك وضع لوحــات التحذيــر طبقـــاً للإجراءات
الأمنية المتبعة بالمحطة.

٢- افصل أطراف المحرك عن صندوق توصيل المحرك.

٣- اختبر عمل الميجر

أ- شغل الميجر وطرفيه متباعدين - يجب أن تكون قراءة الميجر مالانهاية.

ب- وصل الطرفان ببعضهما وشغل الميجر - يجب أن تكون قراءة الميجر فى هذه الحالة صفراً.



شكل رقم (٣-٢)

قياس مقاومة عزل الملفات

حـــ- وصل طرف الأرضى للميجر (E) بالأرضى فى نقطة ما ووصل الطرف (L) للميجر بأى أرضى فى مكان آخر - تكون قراءة الميجر فى هذه الحالة صفراً.

٤- لقياس مقاومة العزل بين الملفات وهيكل المحرك:

أ- وصل الطرف (E) للميجر بالهيكل المعدنى للمحرك، والطرف (L) بطرف الملفات الثلاثة كل على حده للحصول على ثلاث قياسات بين كل ملف والأرضى.

ب- شغل الميجر لمدة دقيقة على الأقل.

جـــ- سجل القراءات الثلاثة بالسجل الخاص بذلك.

٥- لقياس مقاومة العزل بين كل ملف والآخر:

وصل طرفى الميجر بطرفى كل ملفين على حدة وشغل الميجر وسجل القراءات (بين الوجه الأول والثانى، الثانى والثالث، الثالث والأول).

وعموماً يجب ألا تقل القراءة عن ميجا أوم واحد لكل ١٠٠٠ فولت من الجهد المقنن لتشغيل المحرك فى حالة عدم وجود شهادة المصنع الموضح بها قيم مقاومة عزل الملفات، وبمتابعة هذه القراءات ومقارنتها بالقراءات السابقة يمكن اكتشاف أى تدهور أو انهيار تدريجى للعزل ومعالجته قبل حدوث الانهيار الكامل.

تنبيه:

فى هذا الاختبار تكون الملفات بها شحنات كهربية من الميجر. ويجب تفريغ هذه الشحنات بعد إجراء الاختبار وقبل لمس أى أطراف للمحرك. بعض أجهزة الميجر مزودة بمفتاح لتفريغ الشحنات.

ضع المفتاح فى وضع التفريغ (Discharge) ليتم تفريغ الشحنات، والوقت اللازم لتلك العملية حوالى ٤ دقائق.

معامل الامتصاص:

عند قياس مقاومة عزل الملفات يتم أخذ قراءة بعد ١٥ ثانية وقراءة أخرى بعد ٦٠ ثانية إذا كان جهد المحرك ٢ كيلو فولت فأكثر أو قدرته ١٠٠٠ كيلووات فأكثر. والنسبة بين المقاومة بعد ٦٠ ثانية والمقاومة بعد ١٥ ثانية تسمى بمعامل الامتصاص وليس لها قيمة قياسية ولكن يتم مقارنتها بنتائج الاختبارات السابقة.

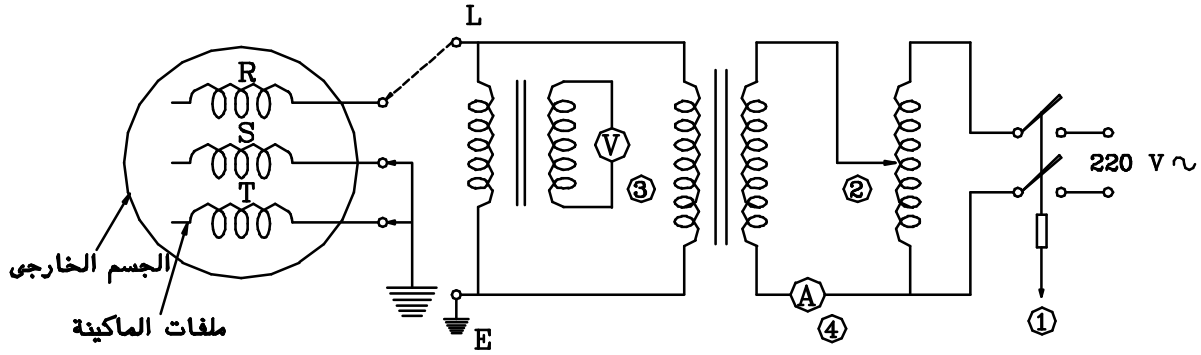
$$\text{معامل الامتصاص} = \frac{\text{مقاومة العزل مقاسه بعد ٦٠ ثانية}}{\text{مقاومة العزل مقاسه بعد ١٥ ثانية}}$$

ويكون معامل الامتصاص أكبر من الواحد الصحيح إذا كان العزل جافاً وليس به رطوبه، أما إذا كان العزل محتوياً على رطوبة فيكون معامل الامتصاص أقل من الواحد الصحيح.

٣- اختبار الجهد العالى

ويسمى أيضاً قياس قوة تحمل عزل الملفات للجهد العالى. ويجرى هذا الإختبار على كل وجه بتغذية ملف الوجه بجهد عالى مع توصيل الوجهان الآخران معا وتوصيلهما بالأرضى. ولإجراء هذا الاختبار يستخدم جهاز اختبار الجهد العالى شكل رقم (٣-٣).

والمقصود باختبار قوة العزل هو التأكد من أن عزل ملفات المحرك سوف تتحمل زيادة معينة فى الجهد عن الجهد المقنن للتشغيل لمدة محدده.



شكل رقم (٣-٣)

اختبـــــــار الجهـــــــد العالـــــــى

ويتم تحديد جهد الاختبار بصفة عامة بضعف الجهد المقنن للتشغيل مضافاً إليه ١٠٠٠ (ألف) فولت.

أى أن جهد الاختبار = ٢ × الجهد المقنن للتشغيل (فولت) + ١٠٠٠ فولت
أما إذا كانت المحركات قديمة جداً فيمكن احتساب جهد الاختبار كما يلى:

جهد الاختبار = ٠,٧٥×الجهد المقنن (فولت) + ١٠٠٠ فولت، أو استشارة المصنع فى ذلك.

خطوات إجراء اختبار الجهد العالى :

يتكون جهاز اختبار الجهد العالى الموضح فى الشكل السابق (٣-٣) من:

١- قاطع هوائى (١).
٢- بوتنشوميتر (٢) للتحكم فى قيمة جهد التشغيل (٢٢٠).
٣- محول اختبار (٣) لرفع الجهد المنخفض إلى الجهد العالى المطلوب
٤- محول جهد (٤) لبيان جهد الاختبار على الفولتميتر (V).

٥- فجوة الشرارة (sparkgap) لمنع حدوث تجاوز عرضى أعلى من جهد الاختبار، ويتم ضبطها بالمصنع لحدوث الانكسار عند ١١٠% من جهد الاختبار.
٦- أميتر (A) لقياس قيمة التيار المتسرب (Leakage current) بين عزل الملفات.

وتتم إجراءات الاختبار كما يلى:
١- افصل الطاقة عن المحرك، ضع لوحات التحذير طبقاً لإجراءات الأمان بالمحطة.
٢- افصل أطراف المحرك.
٣- تأكد أن جميع مفاتيح الجهاز فى وضع الايقاف وأن يد إدارة البوتنشوميتر فى وضع الصفر.
٤- وصل طرف الوجه المراد اختباره بالطرف "L" للجهاز، والوجهان الآخران يوصلان معا بالأرضى ويوصل الطرف "E" للجهاز بالأرضى.
٥- وصل طرف التغذية للجهاز بمصدر جهد ٢٢٠ فولت ، ٥٠ ذبذبة/ثانية.
٦- وصل القاطع الهوائى (١) ليصل التيار إلى البوتنشوميتر (٢)
٧- ابدأ تحريك يد البوتنشوميتر (٢) لرفع جهد الاختبار تدريجياً مع ملاحظة قراءة الجهد على الفولتميتر (V) إلى أن يصل الجهد إلى القيمة المحددة. لاحظ قيمة التيار المتسرب على الأميتر (A).
٨- افصل القاطع (١) مع الابقاء على يد البوتنشوميتر (٢) فى وضعها على قيمة جهد الاختبار. اضبط الساعة الميقاتية على دقيقة واحدة.
٩- وصل القاطع (١)، يصل جهد الاختبار دفعة واحدة إلى الملف وفى نفس اللحظة يبدأ عمل الساعة الميقاتية.
١٠- تعطى الساعة الميقاتية صوت انذار دليل انقضاء المدة المحددة للاختبار وهى دقيقة واحدة، وإذا مرت هذه المدة دون فصل القاطع (١) تلقائياً يكون هذا الملف قد اجتاز اختبار الجهد العالى.

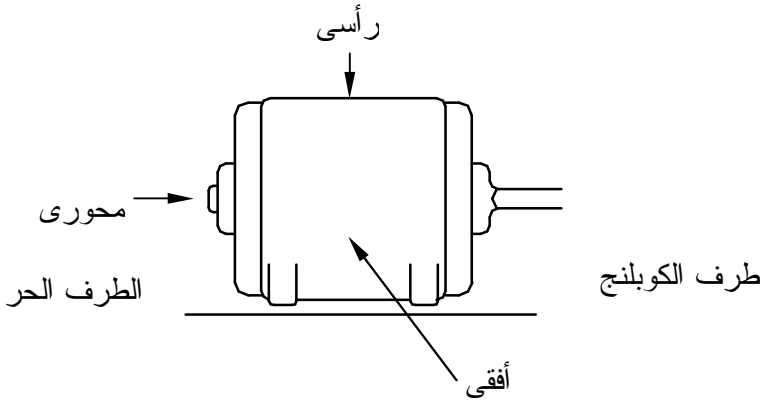
١١- سجل قيمة الجهد ونتيجة الاختبار وكذا قيمة التيار المتسرب.
١٢- افصل القاطع (١) وفرغ الشحنة وكرر نفس الخطوات السابقة على الوجهين الآخرين.
١٣- قارن نتائج الاختبار بنتائج الاختبارات السابقة.

تحذير:
الطرف L للجهاز يحمل تياراً ذو جهد عالى يصل إلى عدة كيلو فولتات. لذا يجب تفريغ الشحنة من هذا الطرف بعد كل اختبار وقبل الاقتراب من الجهاز.

تنبيه:
هذا الجهاز ينتج عنه جهوداً عالية - يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لعدم اقتراب أى شخص غير مؤهل من منطقة العمل.

٤- مراجعة إزاحة المحرك نتيجة للإهتزازات

يتم اختبار ومراجعة إزاحة المحرك نتيجة للإهتزازات (Vibration displacement measurement) بإستخدام جهاز خاص يسمى جهاز قياس الاهتزازات (Vibration meter). ويتم أخذ القياسات فى بعض النقاط على جسم المحرك وأجزائه على ثلاثة محاور: أفقى (Horizontal) ورأسى (Vertical) ومحورى (Axial) من عند طرفى المحرك (جهة الكوبلنج) (" Drive end "D.E) والجهة الحره ("Free end " F.E)أو ("Non drive end " N.D. E) كما هو موضح فى الشكل رقم (٣-٤).



شكل رقم (٣ - ٤)

اختبار ومراجعة إزاحة المحرك

١- رأسى : جهة الطرف الحر
٢- أفقى : جهة الطرف الحر
٣- محورى: جهة الطرف الحر
٤- رأسى : جهة طرف الكوبلنج
٥- أفقى : جهة طرف الكوبلنج
٦- محورى: جهة طرف الكوبلنج

ويجب ألا تزيد القراءات عن القيم التالية :

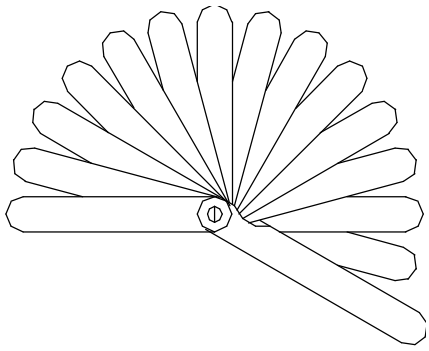
سرعة المحرك المقننة (ل/ق)	٣٠٠٠	١٠٠٠ فأقل
الازاحة الناتجة (مم)	٠,٠٥	٠,٠١

ويتم مقارنة القراءات بالقراءات السابقة أو بقراءات المصنع.

ويمكن التعرف على سبب الاهتزازات، فإذا كانت الاهتزازات رأسية يكون السبب فى تثبيت المحرك، واذا كانت أفقية كان السبب فى كراسى التحميل أما إذا كانت محورية كان السبب فى الكوبلنج.

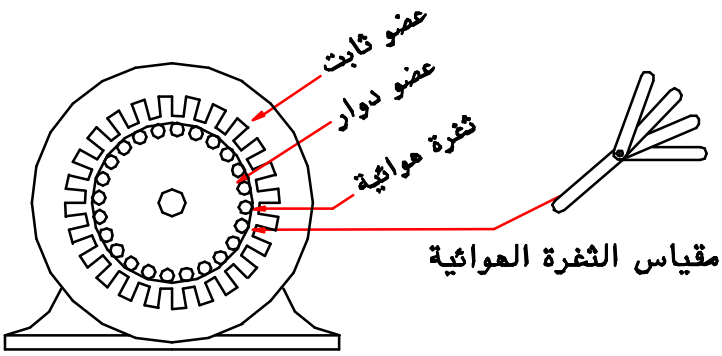
٥- قياس الفجوة الهوائية بين العضو الدوار والعضو الساكن لكى يعمل المحرك بطريقة سليمة يجب أن يكون تمركز العضو الدوار داخل العضو الساكن بالطريقة الصحيحة. لذلك فإنه من الضرورى مراجعة الفجوة (الثغرة) الهوائية "Air gap" بينهما للتأكد من تمام التمركز وسلامته.

ويتم إجراء هذه القياسات بإدخال مقياس تحسس(Feeler gauge) "فيلر" أو مقياس التخانات شكل رقم (٣-٥) من خلال مشقبيات (فتحات) "Slots" فى نهاية المحرك بين العضو الدوار والعضو الساكن. وتؤخذ هذه القياسات فى مواضع قطرية متقابلة ويجب أن تكون القياسات فى هذه المواضع متساوية أو على الاقل، لايزيد الفرق بينها وبين القيمة المتوسطة عن ١٠% شكل رقم (٣-٦).



شكل رقم (٣-٥)

مقياس التخانات



شكل رقم (٣-٦)

قياس الفجوة الهوائية بين العضو الدوار والعضو الساكن

الصيانة التصحيحية هناك عاملان يستدعيان عادة إجراء الصيانة التصحيحية، هذان العاملان هما:

١- قصور أو اخفاق كهربى

٢- قصور أو اخفاق ميكانيكى

ومن أمثلة القصور الكهربى: مقاومة العزل المنخفضة.

ومن أمثلة القصور الميكانيكى :

١- الاهتزازات

٢- ارتفاع درجة الحرارة ، صدور أصوات من كراسى المحاور (التحميل).

٣- عدم ضبط محاذاة الكوبلنج (القارنة).

أول دلالة على القصور الكهربى هو مقاومة العزل المنخفضة، أما الاخفاقات الميكانيكية فإنها تعرف عن طريق صوت كراسى التحميل الزائد، الحرارة أو الاهتزازات.

مقاومة عزل منخفضة العوامل التى تسبب عادة اعطاء قراءة منخفضة للعزل هى:

١- ملفات غير نظيفة (زيت، أتربة، شحم، ملح، ... الخ)

٢- الرطوبة الزائدة

٣- انهيار العزل ميكانيكيا

٤- درجة حرارة عالية تسبب اتلاف العزل

العاملان (٣،٤) يتطلبان اصلاحات شاملة. اما الملفات المتسخة فيمكن تنظيفها والملفات المحملة بالرطوبة يمكن تجفيفها.

ولعلاج مقاومة العزل المنخفضة يجب عمل الآتى:

١- التظيف
٢- اختبار مقاومة العزل
٣- تجفيف العزل

التنظيـــــــف:

نظف الوحدة من الداخل ومن الخارج، بصفة منتظمة. الظروف الحقيقية المحيطة والموجودة حول الوحدة تحدد عدد مرات عمليات التنظيف. استخدم الخطوات التالية:

امسح الاتربة والقاذورات والمياه... الخ من الأسطح الخارجية للوحدة. هذه الأشياء يمكن أن تُحمل إلى داخل الملفات أو تغطى الأسطح المشعة للحرارة وتسبب ارتفاع الحرارة أو انهيار العزل. أزل القذارة والغبار والأجزاء الغريبة من مداخل الهواء. لا تسمح بتراكم مثل هذه الأشياء بالقرب من المدخل. لا تشغل المحرك ومخرج الهواء مسدود. نظف المحرك المفتوح داخليا بنفخ هواء جاف نظيف ومضغوط من ٤٠ إلى ٦٠ رطل على البوصة المربعة. اذا كان لا بد من الاحتراس استخدم شفاطات التنظيف (Vacuum cleaner).

تنبيـــــــه:

١- القاذورات، الأتربة والجسيمات الأخرى المتطايرة قد تسبب أضرارا بالعين. ارتدى النظارات الواقية عند استخدامك للهواء المضغوط.

٢- قد تنتقل الأتربة والجسيمات المتطايرة من المحرك الجارى تنظيفة الى المحركات والوحدات الأخرى القريبة منه فى حالة استخدام الهواء المضغوط، لذا يفضل استخدام شفاطات التنظيف إذا أمكن ذلك.

عندما تتماسك القاذورات وتتجمع على شكل مواد صلبة، أو تكون الملفات مغطاة بوسخ زيتى وشحم، فك المحرك ونظفة بمادة مذيبة سريعة التطاير.

بعد اتمام عملية التنظيف والتجفيف راجع دائما مقاومة العزل.

اختبار مقاومة العزل:

الجهد العالى قد يتلف اشباه الموصلات، المحولات الصغيرة، منظمات الجهد والأجهزة الأخرى، لذلك يجب قبل إجراء الاختبار اتباع ما يلى:

- أفصل القدرة من الدائرة قبل اجراء اختبار مقاومة العزل
- راجع وسجل مقاومة العزل بانتظام. عادة، يكون أفضل وقت لمراجعة مقاومة العزل أثناء فترات توقف المحرك المعتادة.
- جهاز اختبار مقاومة العزل اليدوى (ميجر) يعتبر الجهاز الأكثر ملائمة والأكثر أمانا فى الاستعمال.

النشرات القياسية توصى بأن مقاومة عزل ملفات العضو الساكن (عند درجة حرارة ٧٥ درجة مئوية) المقاسة بميجر ٥٠٠ فولت تيار مستمر بعد دقيقة واحدة يجب الاتقل عن :

الجهد المقنن بالكيلو فولت +١ = المقاومة بالميجا أوم

تجفيف العزل:

اذا كانت قراءة جهاز اختبار مقاومة العزل أقل من المفروض، وأن السبب هو زيادة الرطوبة فى الملفات، جفف الملفات بأحد الطرق الاتية:

١- هواء فرن ساخن

٢- سخانات كهربائية
٣- تدوير (مرور) تيار خلال الملفات

يجب استخدام الحرارة ببطء على أن يتم الحصول على درجة الحرارة المطلوبة، والموضحة بالجدول رقم (٣-٢)، بعد ٦ ساعات:

جدول رقم (٣-٢)
درجات حرارة تجفيف العزل*

القسم	درجة الحرارة
"A"	٧٥°م
"B"	٩٤°م
"F"	١١٨°م
"H"	١٣٥°م

* يجب تحميص وحدات العزل للأقسام "B"، "F"، "H" عند ٧٠% من درجة الحرارة المحددة لكل (لتجنب التيارات داخل الملفات) لمدة حوالى ٦ ساعات، قبل ارتفاع الحرارة إلى درجة التجفيف، ويجب قياس مقاومة العزل قبل توصيل الحرارة، وبعد ذلك كل ٦-٨ ساعات.

ملحوظة :
مقاومة العزل سوف تقل كلما ارتفعت درجة حرارة الوحدة، لكن سوف تبدا فى الزيادة تدريجيا مع استمرار عملية التجفيف.
يجب الاحتفاظ بدرجة حرارة منتظمة فى الوحدة للحصول على قراءات ثابتة للمقاومة. عندما تصل قراءات جهاز اختبار مقاومة العزل إلى قيمة ثابتة تكون عملية التجفيف قد تمت.

التجفيف باستخـــــــــدام هواء الفرن الساخن:

١- انزع علبة تثبيت كراسى التحميل
٢- أخرج العضو الدوار

حمص الملفات فى الفرن عند درجة الحرارة المحددة بالجدول (٣-٢) واتبع الخطوات السابقة لتجفيف العزل.

الحرارة الزائدة قد تسبب انهيار العزل وتلفه.

تجنب تركيز الحرارة على أجزاء معينة. تجنب اشعاعات الحرارة النصف قطرية لأن بعض الأجزاء قد تشيط قبل أن تصل الأجزاء البعيدة إلى درجة الحرارة المطلوبة.

التجفيف باستخدام شرائح الحـــرارة :

١- انزع علبة تثبيت كراسى التحميل
٢- أخرج العضو الدوار
٣- وجه مروحة إلى الملفات لازالة الرطوبة
٤- اربط مبينات حرارة بالملفات ووصل الحرارة طبقا للجدول. اتبع الخطوات السابقة لتجفيف العزل.

التجفيف بتمرير تيار كهربى:

١- ارفع علبة تثبيت كراسى التحميل
٢- مركز العضو الدوار فى قلب العضو الساكن
٣- احشر شرائح من الفيبر فى الجزء السلفى من الثغرة الهوائية بين العضو الدوار والعضو الساكن، لعدم حدوث تلامس بينهما.
٤- وجه مروحة على الوحدة لازالة الرطوبة الزائدة
٥- ثبت مبينات حرارة بالملفات واتبع خطوات تجفيف العزل السابق ذكرها.
٦- وصل تيار تحكم بنفس عدد الاوجة وبنفس التردد المقنن أو اقل إلى الملفات. يجب ألا يزيد الجهد المستخدم عن ١٠% من المقنن، والا سيتسبب هذا فى مرور تيار أكبر من ٦٠% من تيار الحمل الكامل المقنن فى الملفات.

ملحوظـــــــة:
ستقل مقاومة العزل كلما سخنت الوحدة، لكن سوف تزداد باستمرار عملية التجفيف. استخدم طريقة التجفيف بالفرن اذا كانت قراءة الميجا أوم أقل من ٢٥% من القيمة المحددة بقانون مقاومة الميجا أوم.
عندما تصل مقاومة العزل نصف القيمة الادنى المحددة بالقانون، فانه يمكن زيادة الجهد إلى ١٥% من الجهد المقنن.

ملحوظـــــــة:
لمزيد من التفاصيل عن صيانة العزل، راجع ارشادات المصنع.

الاهتزازات يمكن اكتشاف معظم المشاكل عند الفحص بالنظر. وغالبا ما يكون التغير فى الاهتزازات على مدى زمن معين أكثر أهمية من الاهتزاز نفسه.

راجـــــع:
- الأجزاء المفككة أو الناقصة، مثل ريش المروحة، صواميل، مسامير، قلاووظات، الكوبلنج... الخ.
- تجمع القاذورات على المروحة أو العضو الدوار.
- الفرش الخرسانى- القاعدة الحديد، المونة ومعدات دعم الوحدات المدارة المرتبطة بالمحرك.
- المعدات المرتبطة - افصل المعدة المدارة بالمحرك لتحديد مصدر الاهتزاز.

سجـــــل:
- متى لوحظ الاهتزاز أول مرة ؟
- هل كان هناك تغير فى الحمل و/ أو أداء المعدة ؟

كراسى التحميل

يتأكد العمر الطويل لكراسى التحميل بالمحافظة على ضبط صحيح لمحاذاة الكوبلنج، وتشحيم جيد فى كل الأوقات. وهذان العاملان يسببان صدور ضوضاء غير عادية وارتفاع درجة حرارة كرسى التحميل.

وقد ينتج عن كراسى التحميل العديد من المشاكل اذا لم يتم عمل الصيانة الصحيحة لها، فقد يتسبب تأكل الكرسى فى احتكاك العضو الدوار بالعضو الثابت وقد يؤدى هذا بالتالى إلى حدوث انحناء بالعامود.

لذلك يجب الاهتمام بصيانة كراسى التحميل صيانة سليمة والعمل على عدم تآكلها أو ارتفاع درجة حرارتها، وذلك باستخدام جداول التشحيم وطرق التشحيم السليمة.

جدول التشحيم :

يلعب التشحيم دورا هاما وأساسيا فى صيانة كراسى التحميل، ولكى تحصل على تشحيم سليم ينبغى أولا عمل جدول أو سجل عام للتشحيم يسجل فيه البيانات الآتية:

١- جميع الوحدات التى تحتاج إلى تشحيم وترتب ترتيبا تنازليا حسب قدراتها.
٢- نوع الشحم المطلوب لكل وحدة والكمية التى تحتاجها.
٣- الفترات اللازمة لاعادة تشحيم كل وحدة (اسبوعية- شهرية- ربع سنوية...).
٤- الأسماء المختلفة للنوع الواحد من الشحم (الأسماء التجارية) والتى تعتبر بديلا للنوع الأصلى والشركات المنتجة.
٥- أماكن التشحيم بكل وحدة، كذلك أماكن سحب الشحم القديم.

ويمكن الاستعانة بكتيبات ارشادات المصانع المنتجة للوحدات للحصول على هذه المعلومات.

كما يتم عمل سجل لكل وحدة يسجل به الآتى:

١- عمليات التشحيم التى تتم والتاريخ الذى تم التشحيم فيه، واسم العامل الذى قام بالتشحيم وتوقيعه.
٢- كمية الشحم المستخدمة ونوعه والأجزاء التى تم تشحيمها بالوحدة.

اذا كان هناك اخفاق بسبب شحم خطأ أو غير كاف غير النوع أو زود مرات التشحيم بالجدول. كذلك يجب اضافة المعدات الجديدة ورفع المعدات المستغنى عنها. حدد أكثر من شخص للقيام بهذا العمل أو تمريره على اكثر من عامل حتى لا تتوقف عملية التشحيم والتسجيل فى حالة غيابه.

طريقة التشحيم:

١- أبطل الوحدة إذا كانت الأجزاء المتحركة قريبة من مواضع التشحيم أو طبة الصرف.

٢- انزع طبة الصرف من علبة تبييت كرسى التحميل.

٣- انزع الغطاء الواقى لمواضع التشحيم وامسحها وتأكد أن الشحم المستعمل نظيفا خاليا من أى أجسام غريبة.

٤- استعمل طلمبة التشحيم (المشحمة) فى ضغط الشحم النظيف إلى أن يخرج الشحم من فتحة الصرف نظيفا. لا تضغط الشحم وطبة الصرف موجودة، قد يتسبب هذا فى زيادة الضغط على جوانات الاحكام (مانعات التسرب) فيتلفها.

٥- ضع الغطاء الواقى على مواضع التشحيم.

٦- شغل الوحدة وطبة الصرف مرفوعة، اثناء ارتفاع درجة الحرارة، سيطرد الشحم الزائد من فتحة الصرف. يمكن اعادة طبة الصرف بعد تشغيل الوحدة لمدة ساعات قليلة.

ينصح بوضع طبب صرف خاصة مزودة بمحبس عدم رجوع بسوستة للوقاية من الضغط الزائد.

٧- يجب الاحتفاظ بأوعية الشحم محكمة الاغلاق لتقليل فرصة دخول القاذورات إلى الشحم، اذا تعذر ذلك فيمكن شراء الشحم فى عبوات صغيرة محددة الكمية.

ملحوظـــات :

أ- هناك خطأ جسيم وهو التشحيم اليومى لكراسى التحميل. لأنه عند اضافة الشحم دون نزع طبة الصرف فإن الشحم الزائد قد يتجه إلى أماكن أخرى وعادة يدفع إلى وخلال الغطاء الداخلى للكرسى وبعد ذلك يصرف فى الملفات، بالاضافة إلى أماكن خروجه من جوانات الأحكام. التشحيم الصحيح مطلوب، ولكن التشحيم الناقص أقل خطورة من التشحيم الزائد.

ب- اذا كانت الوحدة فى التشغيل لمدة سنوات فإن الشحم القديم قد يتجمد، اذا حدث هذا، استبدل الشحم بآخر جديد بعد تنظيف الكرسى وتجفيفه.

حـــ- تكرارية اعادة التشحيم والكمية المضافة فى كل مرة تتوقف على عاملين:

١- السرعة (ل/ق)

٢- نوع الخدمة

وذلك طبقا لما هو موضح بجدول رقم (٣-٣) والجدول الاسترشادى لتشحيم الكراسى رقم (٣-٤):

جدول رقم (٣-٣)
تكرارية إعادة التشحيم

السرعة (ل/ق)	فترة اعادة التشحيم
٣٦٠٠	٨ شهور (٤٠٠٠ ساعة تشغيل)
١٨٠٠ فأقل	١٢ شهر (٨٠٠٠ ساعة تشغيل)

جدول رقم (٣-٤)
جـــــــدول استرشادي لتشحيـــــــم الكراسى

السرعة rpm	الفترة بين تكرار التشحيم بالاسبوع		ملحوظـــــــــه
	٨ ساعات شغل يوميا	٢٤ ساعة شغل يوميا	
٢٥٠	١٢	١٠	مع زيادة السرعة يزيد تكرار عدد مرات التشحيم وكمية الشحم يجب الا تزيد عن المقرر حتى لا تتحول لسائل مع الدوران وتسبب دوامات ويزيد الاحتكاك
٥٠٠/٢٥٠	١٢	١٠	
٧٥٠/٥٠٠	١٠	٥	
١٠٠٠/٧٥٠	٧	٣	
١٥٠٠/١٠٠٠	٥	٢	
٢٠٠٠/١٥٠٠	٤	١	
٢٥٠٠/٢٠٠٠	٣	١	
٣٠٠٠/٢٥٠٠	٢	----	

القارنة (الكوبلنج)

الكوبلنج هو أداة الربط بين المحرك والمعدة التى يديرها ويتكون من نصفين أحدهما مثبت بالمحرك والآخر بالوحدة المدارة. وما لم يكن الكوبلنج بين المحرك والمعدة التى يديرها مضبوطاً ضبطاً تاماً ينتج عن ذلك كسر فى كراسى التحميل، إعوجاج فى العامود، تلف فى المحرك والوحدة المدارة (وفى حالة استخدام التروس ككوبلنج يمكن أن تتآكل نتيجة عدم الضبط). ولعدم توقف المعدات، ولتجنب التكلفة العالية لاستبدال الأجزاء التالفة؛ فإنه يلزم مراجعة ضبط المحاذاة لجميع الوحدات.

قد لا يكون التركيب الأصلى الخطأ للمعدة هو السبب فى المشكلة فهناك أيضاً الفرش الخرسانى للوحدة، عدم تحمل الأرض للوحدة، تآكل زائد فى كراسى التحميل، قاعدة تثبيت مفتولة وكثير من العوامل الأخرى تسبب اختلاف ضبط محاذاة الكوبلنج.

الكوبلنج المرن يسمح بتجميع سهل للمعدة ويمكن أن يتوائم مع أى انحراف بسيط، ولكن يجب ضبط المحاذاة له تماماً كما لو كان كوبلنج غير مرن (من نوع الفلانشة) وذلك للمحافظة على أقل عمليات صيانة واصلاح ممكنة.

مـــــــراجعة ضبـــــط محاذاة الكوبلنج :

هناك طريقتان لضبط محاذاة الكوبلنج:

الطريقة الأولى:
تتم باستخدام مسطرة عدلة شكل رقم (٣-٧). ومؤشرات عدم ضبط محاذاة الكوبلنج هى:

١- ارتفاع درجة حرارة كراسى التحميل والمحرك الناتجة عن عدم زيادة الحمل.
٢- الاهتزاز الملحوظ.
٣- الضوضاء والضجيج غير العادى.

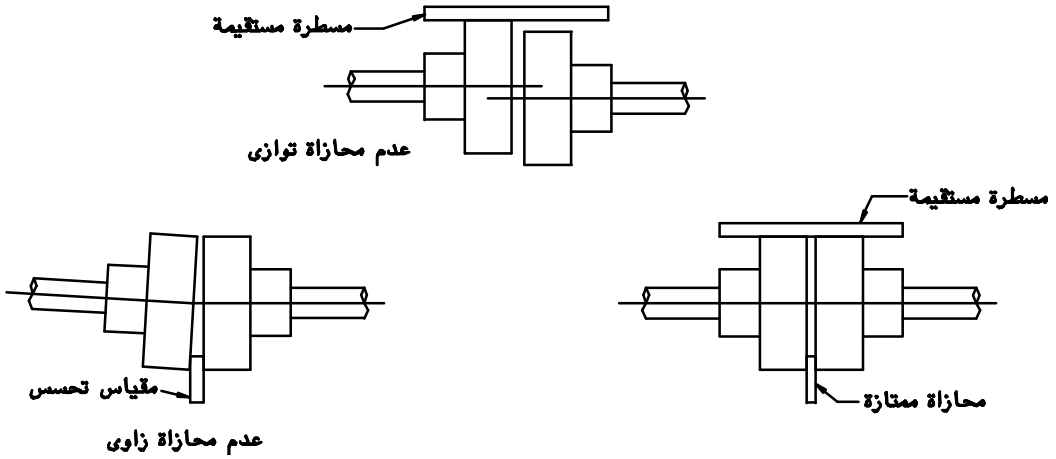
تراجع المحاذاة كالآتى:

١- انزع بنوز الكوبلنج.
٢- اربط المعدة المدارة بإحكام، واربط المسامير المثبتة للمحرك ربطاً خفيفاً.

٣- لتصحيح اختلاف المحاذاة أفقياً ورأسياً، حرك المحرك أفقياً، ورأسياً مستخدماً الرقائق المعدنية (لينات) لرفع المحرك ليكون نصفى الكوبلنج فى وضع محاذاة بحيث لا يمكن رؤية أى ضوء تحت المسطرة العدلة الموضوعة عليهما. ضع المسطرة العدلة فى اربع مواضع موضعان أفقيان، وموضعان رأسيان، وضع خلف المسطرة مصدر اضاءة للمساعدة فى ضمان الدقة فى عملية الضبط.

٤- راجع اختلاف المحاذاة الزاوي (مسبباً زاوية) بادخال مقياس تخانة (فيلر) "Feeler gauge" فى أربع أماكن للتأكد من تساوى الفراغ المحدد (خلوص) بين نصفى الكوبلنج.

٥- إذا تم التأكد من عملية الضبط، يمكن وضع بنوز الكوبلنج مكانها بسهولة استخدام ضغط الأصابع فقط.



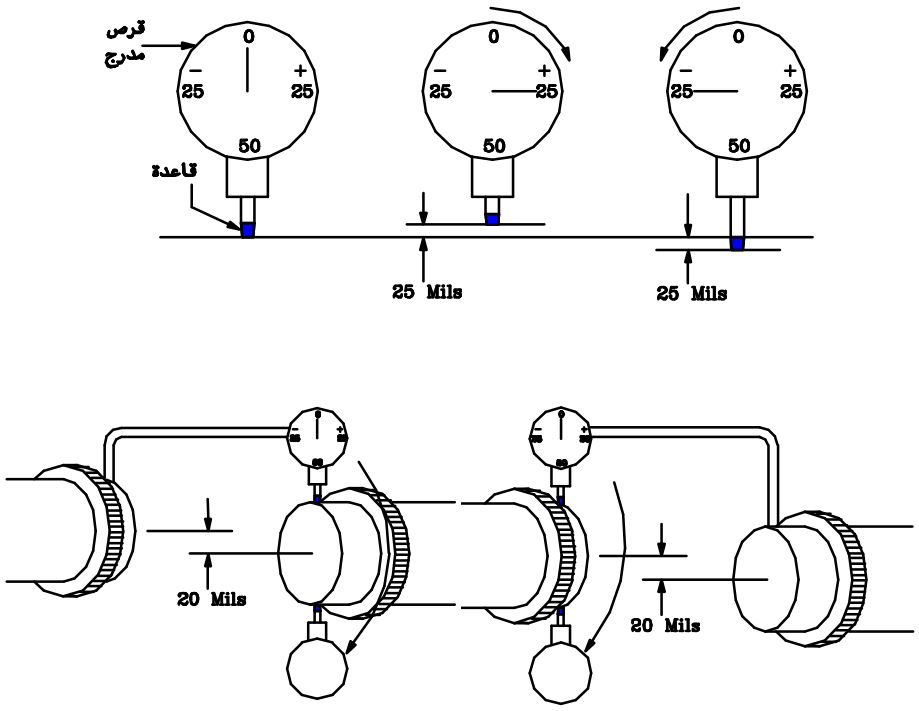
شكل رقم (٣-٧)

مراجعة ضبط محاذاة الكوبلنج باستخدام مسطرة عدلة

الطريقة الثانية:

باستخدام طريقة المبين والقرص المدرج(Dial indicator)، شكل رقم (٣-٨) يمكن استخدام طريقة أخرى لمراجعة وضبط المحاذاة بين نصفى الكوبلنج وذلك بجهاز المبين ذو القرص المدرج. وهذه الطريقة تؤدى إلى نتائج أفضل

من طريقة المسطرة العدلة، حيث يبين الحركات والمسافات متناهية الصغر والتى تقاس بالممل (الممل = ١/١٠٠٠ من البوصة). يتكون الجهاز من قرص بميناء مدرجة (بقراءات موجبة + وقراءات سالبة -)، قاعدة وقضيب مبين صلب (تثبيتة).



شكل رقم (٣-٨)

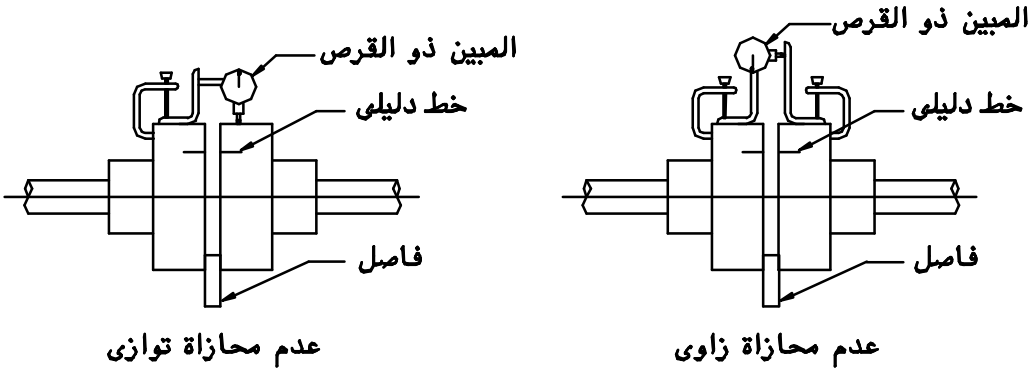
مراجعة ضبط محاذاة الكوبلنج باستخدام المبين والقرص المدرج

يربط الجهاز بأحد نصفى الكوبلنج عن طريق التثبيتة ويضبط على قراءة الصفر. عندما يدور عامود المعدة ففى حالة عدم المحاذاة ستنكمش القاعدة (قراءة موجبة) أو تتمدد (قراءة سالبة)، يتم الضبط بتغير وضع المحرك كما سبق الى أن يقرأ الجهاز صفر.

ويوضح الشكل رقم (٣-٩) كيفية استخدام جهاز المبين والقرص المدرج فى ضبط عدم المحازاة الزاوية والمتوازية.

تحدد نشرة المصنع أقصى حد للتجاوز المسموح به.

ادرس طريقة استخدام الجهاز قبل محاولة استخدامه.



شكل رقم (٣-٩)
طريقة ضبط المحاذاة الزاوية والمتوازية

جدول الصيانـــــــــــــة الدورية للمحركات

الصيانة اليومية

١- تنظيف المحرك من الأتربة والقاذورات المترسبة.
٢- مراجعة نظام التبريد.
٣- مراجعة تسريب الشحم الزائد من كراسى التحميل.
٤- الإنصات إلى أى أصوات غريبة وغير عادية.
٥- مراجعة حرارة الكراسى، وحلقات الانزلاق، والملفات (جسم المحرك).
٦- فحص الفرش من حيث وجود شرارة أكثر من اللازم.
٧- ملاحظة وجود أى أتربة دقيقة ناتجة من كاوتش الكوبلنج.
٨- ملاحظة الاهتزازات.

الصيانة الأسبوعية قياس درجة الحرارة

الصيانة ربع السنوية

١- مراجعة حمل المحرك على الأوجه الثلاثة.
٢- فحص الأطراف والتوصيلات من حيث وجود آثار سخونة عالية واحتراق العزل.
٣- إعادة تربيط الأطراف جيداً.
٤- فحص حلقات الانزلاق.
٥- تربيط صواميل المحرك.

الصيانة نصف السنوية

١- مراجعة تشحيم أو تزييت كراسى التحميل.
٢- فحص الفرش وتنظيفها بسنفرة ناعمة.
٣- فحص حلقات الانزلاق من حيث وجود خدوش أو تنقير وتنظيفها.
٤- فحص جهاز رفع الفرش وعمل القصر من حيث سهولة عمله وتزييته إذا لزم الأمر.
٥- اختبار العزل بالميجر.

الصيانة السنوية

١- فحص كراسى التحميل وتنظيفها وإعادة تشحيمها أو تغييرها إذا لزم الأمر.
٢- مراجعة الثغرة الهوائية بين العضو الدوار والعضو الساكن.
٣- فحص الملفات وتنظيفها.
٤- قياس المقاومة الآومية للملفات.
٥- قياس مقاومة عزل الملفات.
٦- اختبار الجهد العالى للملفات.
٧- قياس الاهتزازات.
٨- مراجعة الفرش فى ماسكاتها وحرية حركتها وقوة ضغط السوست عليها وفحص الكابلات الموصلة لها.
٩- خرط حلقات الانزلاق إذا لزم الأمر.

فحص المحركات الكهربية والكشف عليها

الفصل الرابع

فحص المحركات الكهربية والكشف عليها

مقدمـــــــــــة

يجب فحص كل محرك على فترات منتظمة. التكرارية والشمولية يتوقفان على حجم التشغيل، طبيعة الخدمة والظروف البيئية ويتم فحص المحرك أثناء تشغيله كما يتم فحصه وهو متوقف.

فحص المحرك أثناء التشغيل

قبل فحص محـــــــرك أثناء تشغيله فإنه من الضرورى مراعاة عدة اعتبـــــــارات للأمان. فيجب خلع ساعات اليد، والخواتم والدبل وأى أشياء من شأنها توصيل الكهرباء. كما أن الملابس المفككة وغير المقفلة بالزرايز قد تعرضك لبعض الأخطار الأخرى نتيجة جذبها بواسطة الأجزاء المتحركة والدوارة.

خطوات الفحص

- يبدأ الفحص للمحرك الشغال بفحص ظاهرى بحـــــــــثا عن أى أجـــــــزاء
مفككة أو مكسورة. كذلك يجب فحص فتحات التهوية بحثا عن وجود اتساخات أو قاذورات أو شحومات أو أجسام غريبة تعوق تدفق الهواء خلال المحرك وهذا الهواء يوفر التبريد اللازم للمحرك.

- والمحرك الذى يعمل بطريقة صحيحة يجب أن يكون صوته ناعما أو ثابتا. وبالإنصات الجيد لصوت المحرك الشغال يمكن اكتشاف أى صوت غير ثابت أو زيادة فى ضوضاء وضجيج المحرك والتى قد

تكون مؤشراً لحدوث عطل بالمحرك كعطل كهربائى أو إخفاق فى كراسى التحميل.

- كذلك فإن الحركة غير العادية للمحرك أو اهتزاز العامود يمكن أن يكون مؤشرا لوجود عطل بالمحرك (وعادة تكون علامة من علامات تدهور حالة كراسى التحميل). ويمكن الإحساس بالاهتزازات مثلما يمكن سماعها ويجب الاحتراس الشديد عند لمس علب كراسى التحميل فقد تكون درجة حرارتها مرتفعة وينتج عن ذلك بعض الأضرار للأفراد.

- ويمكن قياس اهتزازات المحرك بواسطة جهاز قياس الاهتزازات Vibration meter ويجب مقارنة هذه القراءات بالقراءات السابقة والمأخوذة تحت نفس الظروف.

- إذا كان المحرك من النوع ذو العضو الدوار الملفوف، فيجب إعطاء العناية الكافية لحلقات الانزلاق والفرش الكربونية وتوصيلاتها. فإذا كانت الحلقات متسخة فيمكن تنظيفها بقطعة من قماش الخيام بوضعها على الحلقات أثناء دوران المحرك. ويجب أن تكون جميع الفرش ملامسة تماما للحلقات.

- يجب مراجعة التيار المار بالمحرك من حيث اتزانه وثبات قيمته فى الأوجه الثلاثة ويتم قياس التيار عن طريق أجهزة الأميتر المثبتة بلوحة تشغيل المحرك أو باستخدام بنسة الأمبير Clamp ammeter

فحص المحرك أثنـــــاء توقفـــه

هذا الفحص يتطلب فك المحرك، وأول خطوة يجب اتخاذها قبل بدء فك المحرك هى فصل مصدر القدرة عن المحرك ووضع لافتة تحذير طبقا لإجراءات الأمان المتبعة بالمحطة.

ويجب عدم لمس أطراف القدرة إلا بعد التأكد من فصل التيار وتفريغ الشحنة الكهربائية لتجنب الاصابة بالصدمة الكهربائية (يستخدم فى ذلك جهاز مبين الجهد ومجموعة توصيل الأرضى لتفريغ الشحنات).

خطوات فك المحرك

١- أرفع غطاء صندوق توصيل أطراف الكابل.

٢- فك أطراف كابل التوصيل ولفها بشريط عازل ملون (لون مختلف لكل طرف).

٣- أفصل المحرك عن المعدة التى يديرها بفك مسامير الكوبلنج.

٤- جهز منطقة العمل بوضع قطعة من القماش أو كتلتان على شكل حرف V حيث يتم وضع العضو الدوار.

٥- ضع علامة على كل من الغطاءين الجانبيين للمحرك لضمان إعادة تركيبهما فى أماكنهما الأصلية دون خطأ.

٦- فك مسامير حاجزى كراسى التحميل جزئيا. ثم فك مسامير الغطاءين الجانبيين وارفعهما من مكانيهما.

٧- فى حالة المحركات الصغيرة فإنه بعد نزع أغطية الجنب يصبح العضو الدوار بدون حوامل وبذلك يستقر على العضو الساكن.

أما فى حالة المحركات الكبيرة فإنه يجب عدم ترك العضو الدوار يستقر على العضو الساكن حيث أنه يمكن أن يتسبب فى تلفه. لذلك يتم تحميل العضو الدوار على دعامات خاصة لمنعه من الارتكاز على العضو الساكن.

٨- بعد رفع غطاءى الجنب، يتم رفع العضو الدوار بعناية خارج المحرك. ويجب عدم جر العضو الدوار لأن ذلك قد يؤدى إلى تلف كل من العضو الدوار والعضو الساكن ويمكن الاستعانة بمعدات الرفع فى حالة المحركات الكبيرة.

٩- يتم وضع العضو الدوار بعد ذلك على الكتلتين على شكل حرف V بعد ذلك يمكن البدء فى فحص المحرك.

فحص المحرك وتنظيفه

١- يتـــم الفحص ظـــاهريا بالنظر بحثا عن أى شىء غير عادى. على سبيل المثال علامات الاحتراق تشير إلى الأماكن التى أدى ارتفاع التيار إلى زيادة الحرارة بها.

٢- يتم فحص العضو الدوار لمحرك قفص السنجاب للبحث عن فتحات بين حلقات الأطراف وقضبان العضو الدوار، والقضبان التى بها انثناءات وأى أجزاء أخرى تالفة أو مكسورة.

٣- يتم فحص ملفات العضو الدوار للمحرك ذو العضو الدوار الملفوف بحثا عن علامات احتراق والتى قد تدل على وجود أرضى، دوائر مفتوحة أو مقصورة، كذلك يجب فحص عزل الملفات بعناية شديدة.

٤- يتم فحص كراسى التحميل بإدارتها للتأكد من دورانها بسهولة ونعومة وإذا كانت معيبة يتم استبدالها.

٥- يتم فحص العضو الساكن بحثا عن وجود نقط احتراق أو أجزاء مفكوكة أو مكسورة كما يتم فحص عزل الملفات.

٦- بعد الانتهاء من فحص جميع أجزاء المحرك، يتم تنظيفه وتغطية كراسى التحميل بقطع قماش للمحافظة عليها أثناء عملية التنظيف. وهناك طريقتان لتنظيف المحرك وإزالة الاتساخات والرواسب البسيطة

وغير المتماسكة، إما بالهواء المضغوط أو مكنسة شفط الأتربة وبعدها يمكن تنظيف كل من العضو الدوار والعضو الساكن برشهما بمذيب معتمد. ويجب على من يقوم بهذا العمل أن يرتدى قناعا ضد الأتربة وقفازاً و نظارة واقية للعيون.

٧- بعد تنظيف العضو الدوار والعضو الساكن يعاد فحصهما مرة أخرى للكشف عن أى مشاكل لم يتمكن من اكتشافها أو رؤيتها بسبب تغطيتها بالاتساخات.

٨- بعد ذلك يمكن تجفيف المحرك بالكامل. وبعد عمل الإصلاحات اللازمة يمكن إعادة تجميعه.

تجميع المحرك

١- يـرفع العضـــو الـــدوار لإعادتـــه إلى مكانـــة داخـل العضـــــو الســـــاكن
للمحرك ويجب الاحتراس التام أثناء ذلك لتجنب احتكاك العضو الدوار بملفات العضو الساكن.

٢- يتم وضع أغطية الجنب فى أماكنها طبقا للعلامات السابق وضعها.

٣- يتم رفع العضو الدوار قليلا لينزلق بسهولة داخل غطاء الجنب.

٤- يتم ربط مسامير أغطية الجنب كما يتم ربط حاجزى الكراسى مكانيهمـــا.

٥- قبل توصيل أطراف القدرة يجب اختبار المحرك بالميجر للتأكد من عدم وجود أرضى، كذلك يتم قياس مقاومة الملفات للتأكد من تساوى قيم الأوجه الثلاثة ولضمان عدم وجود مشاكل كهربائية.

٦- يتم توصيل أطراف المحرك، ويتم إدارة العضو الدوار باليد للتأكد من سلاسة الحركة.

٧- قبل إعادة ربط الكوبلنج يتم اختبار اتجاه دوران المحرك للتأكد من انه يدور فى الاتجاه الصحيح.

٨- يتم ربط الكوبلنج وتشغيل المحرك.

٩- يراجع حمل المحرك على الأوجه الثلاثة.

الكشف على المحركات

عندمـــا يحـــدث عطـــل فى المحـــرك يـــؤدى إلى الإخفـــاق فى تشغيله فإن من مسئوليات طاقم الصيانة الكهربائية أن يحدد المشكلة ويعمل على تصحيحها. فمثلا عندما لا يقوم محرك فإن فرد الصيانة لابد أن يسأل نفسه عن السبب ويعمل على علاجه . وهناك ثلاث أماكن يمكن أن تكون المشكلة بإحداها:

أ- فى جهاز التحكم لتشغيل المحرك.
ب- فى المعدة التى يديرها المحرك.
جـ- فى المحرك نفسه.

وفى العديد من الحالات وتوفيراً للوقت يمكن مراجعة جهاز التحكم والمعدة المدارة واستبعادهما قبل اختبار المحرك. فإذا لم تكن المشكلة فى جهاز التحكم أو المعدة المدارة، حينئذ يكون من الضرورى التعامل مع المحرك نفسه للكشف عن المشكلة.

ويجب على العاملين فى مجال الصيانة الكهربائية للمحركات أن يستخدموا جميع حواسهم ومن ضمنها الإحساس العام والشامل لتحديد نقطة بداية البحث

عن المشكلة " أى من أين نبدأ ؟". فمثلا، رائحة احتراق العزل فى محرك قفص سنجاب تدل على أن المشكلة تكمن فى العضو الساكن وليس العضو الدوار أما إذا كانت الرائحة فى محرك عضوه الدوار ملفوف فقد تكون المشكلة فى العضو الدوار أو الساكن أو كلاهما.

ومن المعلوم أن معظم مشاكل المحركات ثلاثية الأوجه تحدث فى العضو الساكن فقد ثبت انها تمثل ٧٠% من الأعطال أما ٣٠ % الباقية فهى موزعة بالتساوى بين العضو الدوار وكراسى التحميل وبعض المسببات الأخرى.
ويمكن بيان أسباب الاعطال ونسبتها فى الجدول رقم (٤-١):

جدول رقم (٤-١)
أسباب الأعطال ونسبتها

سبب العطل	النسبة المئوية
زيادة الحمل	%٣٠
التلوث	%١٩
غياب أحد الأوجه	%١٤
كراسى التحميل	%١٣
انتهاء العمر الافتراضى	%١٠
أعطال العضو الدوار	%٥
أسباب أخرى	%٩

ومما سبق يتبين أن نسبة كبيرة من أعطال المحركات يمكن تلافيها، فكل هذه المسببات والعوامل يمكن السيطرة عليها بواسطة:

١- إعداد برنامج صيانة وقائية وتنفيذه بجدية

٢- المراقبة الجيدة لأداء المحرك والتصرف الفورى السليم عند حدوث ظاهرة غير عادية أثناء التشغيل.

ويمكننا افتراض أن كثيرا من أعطال الملفات له علاقة كبيرة بنظام العزل المستخدم لحماية ملفات المحرك. لهذا يجب إعطاء هذا الموضوع أهمية خاصة، حيث أن حالات عديدة قد تؤدى إلى تولد حرارة زائدة (كزيادة الحمل أو وجود اتساخات ورواسب على العزل تمنع سرعة إشعاع الحرارة إلى خارج المحرك) والتى سوف تؤدى فى النهاية إلى تلف العزل وعطل المحرك.
لذلك فإن أفضل نقطة لبدء الاختبارات أو الكشف هو العضو الساكن.

ويوجد عموما ثلاث أخطار شائعة فى الملفات لابد من البحث عنها وهى الأرضى، والدائرة المفتوحة والدائرة المقصورة. هذا وسوف نتحدث عن محرك القفص السنجاب باعتباره من أكثر المحركات استخداماً.

الكشف عن التلامس الأرضى فى العضو الساكن

عندما يكـــــــون هناك تلامســـــا أرضيا فى العضو الساكـــن فهذا يعنـــى وجـــود مقاومة صغيرة خلال العزل بين ملفـات العضـــو الساكـــن والغـــلاف المعدنى للمحرك (الجسم) ولاختبار وجود أرضى يتم استخدام جهاز الميجا أوم ميتر أو اختصاراً الميجر (١ ميجا أوم = ١٠٠٠٠٠ (مليون) أوم).

وللكشف عن وجود الأرضى يتم توصيل الطرف الأرضى للميجر (E) بجسم المحرك المعدنى، وطرف الخط للميجر (L) بأطراف ملفات العضو الساكن تباعا. وفى حالة وجود تماس مع جسم المحرك فإن قراءة الميجر تكون أقل من المعتاد وقد تصل إلى الصفر.

(القراءة المعتادة تكون اميجا اوم لكل ١٠٠٠ فولت من الجهد المقنن لتشغيل المحرك، فمثلا محرك يعمل بجهد ٣٠٠٠ فولت يجب أن يعطى قراءة ٣ ميجا

أوم على الأقل) فإذا كانت قراءة الميجر أقل من هذا الرقم بكثير أو تصل إلى الصفر يكون هناك تماسا لأحد الملفات مع جسم المحرك. الخطوة التالية بعد تحديد مكان الأرضى هى معرفة السبب.

أ - وتعتبر الرطوبة من أكثر الأسباب شيوعا فى حدوث الأرضى وعليه فيجب فحص ملفات العضو الساكن بعناية للبحث عن أى مظاهر للرطوبة. وفى هذه الحالة يمكن تصحيح المشكلة بتجفيف الملفات. وهناك عدة طرق للتجفيف، والطريقتان التقليديتان هما استخدام لمبات تسخين أو امرار هواء ساخن من خلال المحرك.

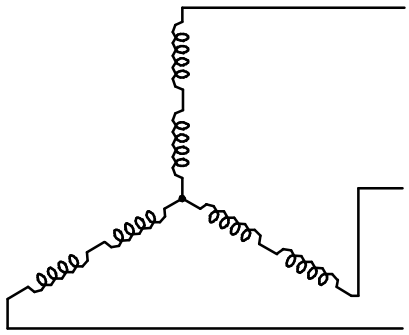
ب - كما أن الأرضى قد يحدث بسبب تلامس أطراف المحرك مع الجسم. وهذه المشكلة يمكن معالجتها بإعادة عزل الأطراف.

جـ - أما إذا كان الأرضى داخل المحرك والتجفيف لم يحل المشكلة فيتم إعادة عزل الملفات وإذا استمر وجود الأرضى فلا بد من إعادة لف المحرك.

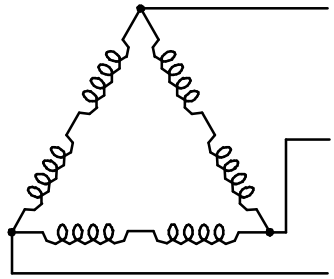
الكشف عن الدوائر المفتـــوحـــــة فى العضـــــو الساكن

وجود فتح فى ملفـــات العضو الساكن يعنى أن أحد الملفات به قطع يتسبب فى عدم استكمال مسار التيار فى هذا الملف. وهناك طريقتان عامتان للكشـــــــــف عن الفتح فى ملفات العضو الساكن. والطريقة التى تستخدم تتحدد من طريقة توصيل الملفات. وملفات العضو الساكن توصل بإحدى طريقتين:

أ - توصيلة النجمة أو ستار أو "واى"، شكل رقم (٤-١).
ب - توصيلة الدلتا شكل رقم (٤-٢).



شكل رقم (٤ - ١)
توصيلـــــــــة نجمـــــــة

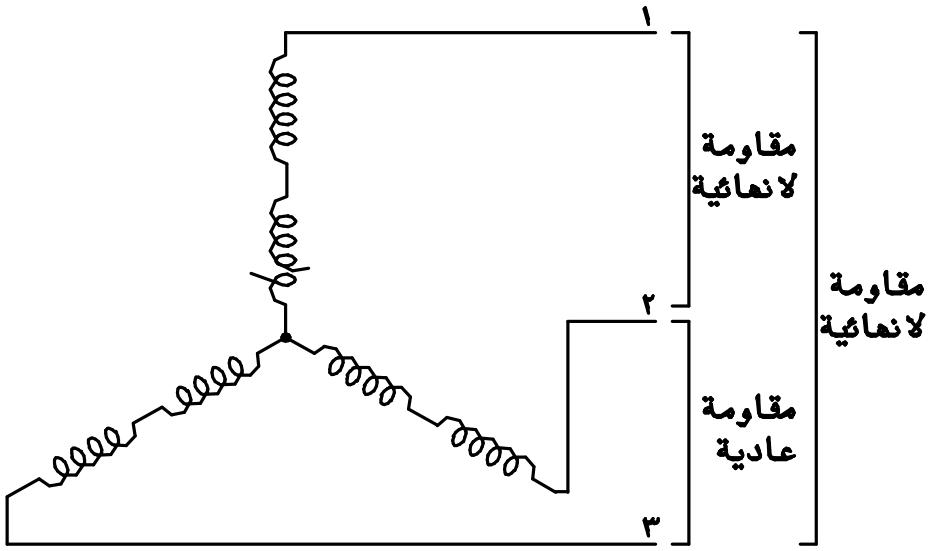


شكل رقم (٤ - ٢)
توصيلـــــــة دلتـــــــا

وتوصيلة النجمة تتم من خلال نقطة عامة أو مشتركة للملفات الثلاثة. أما فى الدلتا فيتم توصيل الملفات نهاية ببداية.

وعادة ما تخبرنا لوحة تسمية المحرك بنوع توصيل ملفـــات العضو الساكـــــــن.
ويمكن استخدام جهاز قياس الأوم (أوم ميتر) أو الأفوميتر لاختبار الدوائر المفتوحة والدوائر المقصورة ويتم أخذ قراءة المقاومة لكل مسار من مسارات التيار.

الكشف عن دائرة مفتوحة فى ملف عضو ساكن موصل نجمة :
يوضح الشكل رقم (٤-٣) ملفات عضو ساكن موصل نجمة ويوجد فتح فى أحد ملفاته. هذا الفتح أو القطع يمنع سريان التيار بين الطرف (١) والطرف (٢)، وبين الطرف (١) والطرف (٣).



شكل رقم (٤-٣)

عضو ساكن موصل نجمة ويوجد فتح فى أحد ملفاته

اذا تم أخذ قراءة الأوميتر بين الطرفين (١)، (٢) فإن الجهاز سيقرأ مقاومة لا نهائية (∞). وإذا أخذت القراءة بين الطرفين (١)، (٣) فإن الجهاز يقرأ مقاومة لانهائية (∞) أيضا. أما فى مسار التيار بين الطرفين (٢)، (٣) فلا يوجد فتح فى الملف، لذلك إذا تم قياس المقاومة بين هذين الطرفين فإن الجهاز يقرأ مقاومة عادية وليست لا نهائية. يراعى تمييز أطراف الملفات الثلاثة بشرائط معزولة ملونة للتعرف على أى الأوجه الذى به الفتح.

خطوات التعرف على مكان الفتح:

١ - يضبط جهاز الأفوميتر على قياس المقاومة.

٢ - يتم اختبار عمل الجهاز بتلامس طرفيه - المفروض أن تكون قراءة المؤشر صفر.

٣ - يتم اختبار مسار التيار بين الطرف (١)، والطرف (٢)، اذا كان الفتح فى الملف (١) فإن الجهاز سيقرأ مقاومة لا نهائية.

٤ - بعد ذلك تؤخذ قراءة المقاومة بين الطرف (١) والطرف (٣)، ومع وجود الفتح فى الملف رقم (١) تكون المقاومة لا نهائية أيضا.

٥ - عند هذه النقطة فإنه يفترض أن الفتح موجود فى الملف رقم (١). ومن القراءات المأخوذة يتضح أن القطع فى مسار التيار يكون بين الطرف (١)، والطرف (٢) أو بين الطرف (١) والطرف (٣).

٦ - للتأكد من مكان وجود الفتح تأكيدا مطلقا، يتم أخذ قراءة للمقاومة بين الطرف (٢) والطرف (٣). وهنا يشير الجهاز إلى مقاومة عادية.

النتيجة: المقاومة بين طرف (١) وطرف (٢) لانهائية
المقاومة بين طرف (١) وطرف (٣) لانهائية
المقاومة بين طرف (٢) وطرف (٣) مقاومة عادية

∴ يكون الفتح فى الملف رقم (١) حيث أنه المشترك مع طرف (٢) وطرف (٣).

ومن ذلك يتضح أن الطريقة الوحيدة لتحديد أى الدوائر مفتوحة هى الحصول على قراءة لكل وجه من مسارات التيار الثلاثة.

الكشف عن الدائـــــرة المفتوحة فى عضو ساكن موصل دلتا:

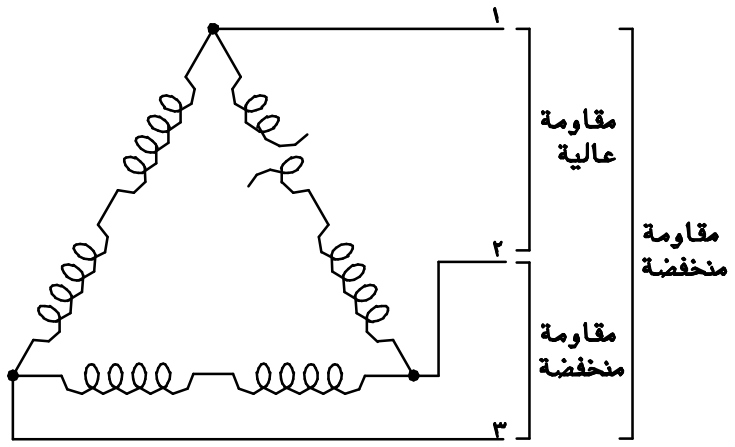
فى المحـــــركات الموصلـــــة دلتا نجد أن هناك استمرارية بين أى طرفين، حتى لو كان يوجد فتح فى أحد الملفات. وحيث أن الملفات فى توصيلة الدلتا تكون
بداية بنهاية أو طرف بطرف، فإن جهاز القياس لن يقرأ مقاومة لا نهائية حتى لو كان هناك فتح فى أحد الملفات.

وفى حالة عدم وجود فتح فى أى ملف فإن قراءات الجهاز لمسارات التيار الثلاثة تكون متساوية أما إذا كان يوجد فتح فى احداهما فإن قراءات المقاومة لن تكون متساوية.

يوضح شكل رقم (٤-٤) ملفات عضو ساكن موصلة دلتا مع وجود فتح فى احداها. هذا الفتح يمنع مرور التيار مباشرة بين الطرف (١) و الطرف (٢). وبدلا من هذا فإن التيار يمر خلال الملفان الآخران. وعندما يتم قياس المقاومة بين الطرف (١) والطرف (٣) وبين الطرف (٢) والطرف (٣) تكون القراءات متقاربة جداً. ولكن عندما يتم أخذ القراءة بين طرف (١) وطرف (٢) تكون قراءة المقاومة ضعف القراءتان الآخرتان. والسبب فى ذلك أن التيار عليه أن يسلك مسارا من خلال ملفان بدلا من ملف واحد وعند اكتشاف الملف المفتوح فإن العلاج يكون إعادة لف المحرك.

الكشف عن القصر فى العضو الساكن

القصر عبارة عن مسار عارض للتيـــار ذو مقاومة منخفضة. وعندما يحـــــدث قصر فإن مساراً ما يتداخل مع أحد المســـارات المعتادة للتيار. ومن المعروف أن التيار يسلك المسار ذو المقاومة الأقل والتى تنشأ عن وجود القصر.



شكل رقم (٤-٤)

عضو ساكن موصل دلتا ويوجد فتح فى أحد ملفاته

وفى بعض الأحيان يكون اكتشاف القصر عن طريق اختبار اتزان المقاومات فى مسارات التيار. ومع ذلك، فعندما يكون هناك قصر فى العضو الساكن، فإن عدم الاتزان فى مسارات التيار قد تكون من الصغر بحيث لايمكن ملاحظتها أو قياسها. وحيث أنه قد يكون من الصعب تحديد مكان القصر،

فإنه من الأفضل التأكد أولا من عدم وجود أرضى أو دائرة مفتوحة. بعد ذلك يمكن الافتراض بوجود قصر. وفى معظم الحالات إذا لم يفلح علاج الملف المقصور بعزله فإن المحرك يعاد لفه.

الكشف عن الفتح فى العضو الدوار لمحرك قفص سنجاب

لا يحـــدث القصـــر فى العضـــو الـــدوار لمحـــرك قفص السنجاب، لأن قضبان العضو الدوار مقصورة أصلاً بواسطة حلقات الأطراف كذلك فإن الأرضى لا يحدث لأن قضبان العضو الدوار الحاملة للتيار غير معزولة عن العضو الدوار نفسه، والذى يمكن أن يحدث هو فتح فى دائرة العضو الدوار.

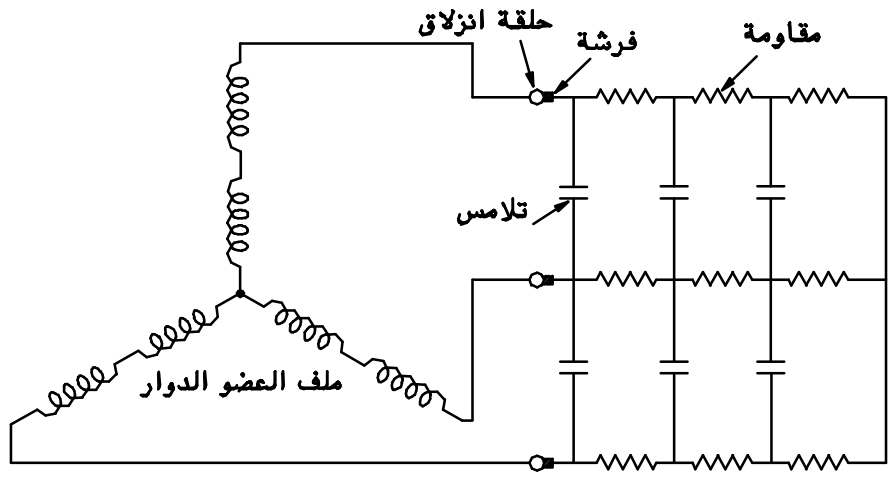
فعندما ينفصل أحد القضبان عن احدى حلقتى الأطراف، يحدث قطع فى مسار التيار. ويكون عادة الفحص الظاهرى لقضبان العضو الدوار وحلقات الأطراف هو كل المطلوب للتحقق من وجود الفتح.

إختبار العضو الدوار الملفوف

فى بعض الأحيان، لا يكشف اختبار العضو الساكن عن أى مشكلة. وإذا كان الأمر كذلك فإن الخطوة المنطقية التالية هى اختبار العضو الدوار.

الكشف عن الأرضى فى دائرة العضو الدوار الملفوف

يوضح شكل رقم (٤-٥) عضو دوار ملفوف موصل نجمة الشكل يوضـــــح كل من العضو الدوار والمقاومة الخارجية، وهما متصلان معـــاً عـــن طـــريق حلقات الانزلاق والفرش. وعندما يوجد أرضى فى دائرة العضو الدوار الملفوف، فقد يكون فى العضو الدوار أو فى المقاومة الخارجية.



شكل رقم (٤-٥)

دائرة عضو دوار ملفوف موصل نجمة

وكما سبق يستخدم الميجر فى الكشف عن الأرضى، ويختبر العضو الدوار منفصلاً عن المقاومة الخارجية.

الخطوات:

١ - إرفع الفرش عن حلقات الانزلاق لفصل الدائرة إلى جزئين:

أ - العضو الدوار

ب - المقاومة الخارجية

٢ - **قياس العضو الدوار:**

أ- لقياس العضو الدوار وصل طرف الأرضى للميجر E بعامود العضو الدوار وطرف الخط L يوصل بإحدى حلقات الانزلاق. وحيث أن ملفات العضو الدوار متصلة معاً، فإن طرف الخط للميجر L هو فقط الذى يلمس احدى حلقات الانزلاق لاختبار كل الملفات.

ب - فى حالة وجود قصر فى أى من الملفات فإن الميجر سوف يبين قراءة أقل من المعتاد وربما تكون صفراً.

جـ -جفف المحرك، إذا لم يتلاشى الأرضى يتم إخراج العضو الدوار لإصلاحه.

٣- لاختبار المقاومة الخارجية:

أ- وصل الطرف الأرضى "E" للميجر إلى أرضى قريبا من المقاومة الخارجية، وطرف الخط "L" يوصل بإحدى الفرش. إذا بين الميجر مقاومة لا نهائية، فلا يوجد قصر. أما إذا كانت المقاومة أقل من المعتاد أو صفر فيكون هناك قصر.

ب- يمكن تحديد مكان القصر بتتبع التوصيلات أو تجزئ الدائرة إلى أجزاء صغيرة واختبار كل جزء على حدة.

الكشف عن الدوائر المفتوحة فى العضو الدوار الملفوف

يتم استخدام الأفوميتر أو الأوم ميتر للكشف عن الدوائر المفتوحة. وكما حدث فى اختبار القصر، يتم اختبار العضـــــو الدوار منفصلا عن المقاومة الخارجية، ولتنفيذ ذلك يتم رفع الفرش من على حلقات الانزلاق.

فى هذا الاختبار يتم اختبار حلقات الانزلاق مثنى مثنى لقياس المقاومة خلال ملفات العضو الدوار. فيتم اختبار الحلقة الأولى والثانية أولاً، بعد ذلك الحلقة الأولى، والثالثة، وأخيراً الحلقة الثانية والثالثة. إذا تساوت القراءات الثلاثة، فهذا يعنى عدم وجود دوائر مفتوحة فى ملفات العضو الدوار.

الخطوة التى تلى ذلك، هى اختبار المقاومة الخارجية للكشف عن الدوائر المفتوحة. يتم اختبار كل فرشتان معاً (قيمة المقاومة العادية تكون معلومة ومبينة على المعدة أو بكتيب التعليمات). يجب أن تكون جميع القراءات متساوية. إذا تبين عدم وجود اتزان فى القراءات فقد يكون هناك فتح فى الدائرة. الخطوة التى تلى ذلك هى تقسيم الدائرة الخارجية إلى دوائر صغيرة مستقلة لتحديد مكان الفتح بالضبط. بعد ذلك يمكن إصلاح الجزء المفتوح أو استبداله.

الكشف عن القصر فى العضو الدوار الملفـــــوف

إذا تم الحصـــــول على قـــراءات منخفضـــــة جداً خلال اختبار الدوائر المفتوحة ســـــواء فى العضـــــو الـــــدوار أو المقاومة الخارجية، فقد يوجد قصر فى الدائرة التى تم قياسها. وأيضاً، إذا تم إزالة أى أرضى أو فتح فى دائرة كأسباب ممكنة لحدوث مشاكل فى المحرك، عندئذ يكون التوقع فى وجود قصر شيئاً معقولاً. وعندما يتوقع وجود قصر فى ملفات العضو الدوار، يتم رفع العضو الدوار لفحصه ظاهريا وبالنظر. كما أن علامات الاحتراق دليل على حدوث قصر. وإذا لم يكن هناك علامات مرئية، حينئذ يمكن وضع العضو الدوار على جهاز النعارة الكهربية growler لمزيد من الاختبار عن القصر. ويتم تحريك ظهر سلاح منشار حوله. وفى حالة وجود قصر فى ملفات العضو الدوار، فإن ظهر سلاح المنشار سوف يهتز. وتعمل النعارة بتوصيل جهد متردد داخل ملفات العضو الدوار. ومن المهم عدم لمس حلقات الانزلاق أثناء وضع العضو الدوار على جهاز النعارة لأن الجهد الموجود قد يسبب صدمة كهربية. اذا كان العضو الدوار كبير الحجم، فيتم إمساك النعارة فى مواجهة العضو الدوار. وتتحرك النعارة وظهر سلاح المنشار حول العضو الدوار، وسوف يهتز سلاح المنشار فى حالة وجود قصر بالملفات، ويكون مكان القصر قبل أو سابق لمكان سلاح المنشار.

طريقـــــة تحليـــل الأعطال وإجراءات إصلاحهـــــــا

أ - **المحرك لا يقوم Motor will not start** :

جهـــاز تحكم الأوفر لود فاصـــل. انتظـــــر حتى يبـــــــرد الأوفـــــر لـــــود، حـــاول أن تدور المحرك مرة أخرى، إذا ظل المحرك لا يعمل، راجع الأسباب المبينة فيما بعد.

١ - <u>مصهرات تالفه:</u>

اختبر المصهرات وغير التالف.

٢ - <u>جهد منخفض:</u>

- راجع الجهد المقنن على لوحة التسمية.

- راجع الجهد عند أطراف المحرك عند بدء دوران المحرك بالحمل لمراجعة الهبوط فى الفولت.

٣ - توصيلات التحكم خاطئة:
راجع التوصيلات بمقارنتها على الرسم.

٤ - توصيلات أطراف النهايات مفككة:
إفصل القدرة الكهربائية عن المحرك وإحكم الرباطات.

٥ - الماكينة المدارة معاقة:
إفصل المحرك عن الحمل. إذا دار المحرك بطريقة سليمة - إفحص الماكينة المدارة.

٦ - دائرة مفتوحة فى ملفات العضو الساكن أو الدوار:
إفحص الملفات بحثا عن الدوائر المفتوحة وعالجها.

٧ - قصر فى ملفات العضو الساكن:
إختبر الملفات بحثا عن مكان القصر وعالجها.

٨ - الملفات متماسه مع الأرض:
إختبرها لتحديد أى الملفات المتماسه مع الأرض وعالجها.

٩ - كراسى تحميل متجمدة:
إفحص كراسى التحميل بحثا عن سبب التجمد وغيرها إذا لزم الأمر.

١٠ - زيادة تحميل:
قلل الحمل.

ب - المحرك يصدر ضوضاء أثناء الدوران Noisy motor:

١ - المحرك يدور مع غياب أحد الأوجه:
أوقف المحرك، حاول إدارته. لن يدور المحرك إذا كان أحد الأوجه ناقصاً. راجع بحثا عن دائرة مفتوحه فى أحد الخطوط.

٢ - الحمل الكهربائى غير متزن:
راجع إتزان التيار فى الأوجه الثلاثة عالج عدم الاتزان.

٣ - عامود يرتطم (يدقدق) (فى حالة المحرك ذو محامل الجلبة):
راجع ضبط الاستقامة مع الحمل وحالات وسيلة الأقران (كوبلج - سير - تروس).

٤ - اهتزازات:
قد تكون الماكينة المدارة غير متزنة، افصل المحرك عن الماكينة. إذا استمر ضجيج المحرك، أعد الاتزان.

٥ - عدم انتظام الثغرة الهوائية:
راجع تمركز العضو الدوار وغير كراسى التحميل إذا لزم الأمر.

٦ - كراسى التحميل الكرية ذات ضجيج:
راجع التزليق. استبدل كراسى التحميل إذا كان الضجيج زائدا عن الحد ومستمر (متداوم).

٧ - احتكاك العضو الدوار بالعضو الساكن:
راجع تمركز العضو الدوار واستبدل كراسى التحميل إذا لزم الأمر.

٨ - المحرك غير مربوط جيداً على القاعدة:
أحكم رباط الجوايط المثبتة للمحرك. قد يحتاج المحرك إلى إعادة ضبط الاستقامة مع الحمل.

٩ - القارنة (الكوبلنج) غير مربوطة جيداً:
أدخل مقياس "فيلر" فى أربع أماكن فى وصلة القارنة قبل رفع المسامير لمراجعة ضبط الاستقامة. أربط مسامير القارنة بإحكام.

جـــ) درجة حرارة المحرك أعلى من المعتاد أو المحرك يدخن (قس درجة الحرارة بترمومتر وقارنها بتلك المدونة بلوحة التسميه).

١ - زيادة حمل:
قس تيار الحمل بواسطة أميتر. قلل الجهد إذا لزم الأمر.

٢ - الحمل الكهربائى غير متزن:
راجع اتزان الجهد أو أن أحد الأوجه غير موجود.

٣ - تهوية معاقة:
نظف ممرات الهواء.

٤ - جهد وتردد غير صحيحان:
راجع القيم المقاسه مع القيم المدونة بلوحة التسمية كذلك راجع الجهد عند أطراف المحرك عند الحمل الكامل.

٥ - توقف مفاجئ للمحرك بسبب أن كراسى تحميل الماكينة المداره تكون محكمه إحكاما شديداً:
أفصل القدرة عن المحرك. وافحص الماكينة لتحديد سبب التوقف المفاجئ.

٦ - ملفات العضو الثابت مقصوره أو متماسه مع الأرض:
اختبر الملفات بوسائل معيارية وعالج الملفات المعيبة.

٧ - توصيلات العضو الدوار (مفككة):
أحكم الرباطات إذا أمكن أو أستبدل العضو الدوار بآخر.

(د) كراسى التحميل ساخنه Hot bearing:

١ - الواقيات الطرفية سائبة أو ليست موضوعة فى أماكنها بطريقة صحيحة:
تأكد أن الواقيات الطرفية موضوعة فى أماكنها بطريقة صحيحة ومحكمة الرباط.

٢ - عامود مثنى:
استعدل العامود أو إرسله إلى ورشة إصلاح المحركات.

(هـ) سخونة كراسى التحميل من نوع الجلبة Sleeve bearings:

١ - زيت غير كاف:
أضف الزيت - إذا كان الزيت منخفض جدا، اسحب الزيت القديم، أغسل وأعد ملء الخزان بزيت جديد.

٢ - وجود شوائب بالزيت أو زيت ردىء الجودة:
اسحب الزيت واغسل الخزان وأعد ملئه بزيت طبقا لمواصفات المصنع.

٣ - حلقات الزيت تدور ببطء أو لا تدور على الإطلاق:
الزيت ثقيل جدا، اسحب الزيت وإملء بزيت جديد. إذا كانت الحلقات بها نقط تآكل، استبدل بحلقات جديدة.

٤ - المحرك يميل بدرجة كبيرة:
اجعل المحرك مستويا أو قلل الميل وأعد ضبط الاستقامة إذا لزم الأمر.

٥ - الحلقات مثنية أو تالفة:
استبدل الحلقات.

٦ - الحلقات خارج المشقبيات (مشبك حلقة الزيت ليس فى مكانه):
أضبط أو استبدل مشبك التثبيت.

٧ - كراسى تحميل معيبة أو عامود خشن:
استبدل الكراسى. نعم العامود.

(و) سخونة كراسى التحميل الكرية (الكروية) Ball bearings:

١ - شحم كثير جداً:
ارفع طبة التصريف، وأدر المحرك. إذا لم يخرج الشحم الزائد، اغسل كراسى التحميل وأعد التشحيم.

٢ - نوعية الشحم رديئة:
اغسل كراسى التحميل وأعد التشحيم بنوع جيد من الشحم طبقا لتوصيات المصنع.

٣ - شحم غير كاف :
ارفع الطبة وشحم كراسى التحميل.

٤ - الشحم به شوائب :
اغسل كراسى التحميل، أعد التشحيم، تأكد من نقاوة الشحم ونظافته وخلوه من الشوائب. (أحكم غطاء الوعاء فى حالة عدم استخدامه حفاظاً على عدم تسرب الشوائب إلى الشحم).

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية

سوف يستعرض الجدول رقم (٤-٢) فى الصفحات القادمة الأعطال الميكانيكية والكهربية الشائعة عند تشغيل محركات التيار المستمر، والمحركات ثلاثية الأوجه من حيث أعراضها والأسباب المحتملة للعطل والإجراء الواجب القيام به. وكيفية إصلاحه سواء بالاستبدال أو إعادة اللف أو التصليح، الخ.

جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
أ. الأعطال الميكانيكية			
١. عدم سلاسة دوران المحرك واهتزاز الفرشة الخرسانية.	عدم إحكام ربط مسامير القاعدة أو فك رباطها بعد التشغيل.	بالضغط على المحرك ومعرفة ما إذا كان هناك بوش بين لوح القاعدة والفرشة الخرسانية.	يفك رباط مسامير القاعدة، ثم تربط.
	البكرة غير متمركزة فى وضعها.	يبدأ تحريك المحرك بدون البكرة، فإذا دار بسلاسة كان العيب منها.	تستبدل البكرة.
	شد السير أكبر من اللازم، ويتسبب ذلك فى ثنى العمود.	يراجع شد السير.	يقلل شد السير، ويخفف رباط بكرة الشد.
	عدم اتزان العضو الدوار.	عند بدء تحريك المحرك بدون البكرة لا تختفى الاهتزازات.	إعادة اتزان العضو الدوار.
٢. سخونة الكراسى.	نقص الزيت أو الشحم.	يراجع مستوى الزيت أو الشحم.	يستكمل النقص.
	انخفاض جودة الزيت أو اتساخه.	اختبر عينة من الزيت.	يغسل صندوق التروس بالكيروسين، ثم يعاد ملؤه بزيت جديد.
	انسداد أو اختناق مجارى التزييت بجلب الكراسى	بالفحص	تنظيف مجارى التزييت، أو توسع، وتغسل بالكيروسين.
	الشد الأصلى للسير أكبر من اللازم.	يرجع شد السير.	يقلل شد السير، وإذا لم تنخفض درجة الحرارة يختبر المحرك بسرعة أقل.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
"تابع" سخونة الكراسى.	عدم انتظام رباط مسامير الفرشة الخرسانية عند تركيب المحرك مما أدى إلى عدم تثبيته.	سخونة الكراسى بالرغم من دوران المحرك بسرعة أقل مع عدم وجود السير.	يخفف رباط مسامير الفرشة الخرسانية، ثم تصحح استقامة المحرك. وبعد ذلك تربط مسامير الفرشة الخرسانية.
٣. ازدياد سخونة البكرة والسير.	انزلاق السير على البكرة	تفحص البكرة والسير عن طريق اللمس.	يشحم السطح الاحتكاكى للسير بشحم خاص. (لا يستخدم القلفونيا، أو أية مادة راتنيجة أخرى).
			تضبط بكرات الشد إن وجدت.
٤. زيادة سخونة المحرك.	التهوية غير كافية	يجرى الكشف عن إذا كانت المروحة تنزلق على العمود، أو ما إذا كانت فتحات التهوية مسدودة من عدمه.	يحكم رباط مسامير تثبيت المروحة على العمود وتنظف جميع فتحات التهوية.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
ب. الأعطال الكهربية **أولاً: محركات التيار المستمر** **أعطال بدء الحركة والتغيرات غير المسموح بها فى السرعة**			
١. عدم بدء الحركة بالمحرك، وعدم وجود جهد كهربى عند بدء توصيله.	احتراق المصهر.	اختبر المصهر.	يستبدل المصهر ويراجع الجهد الكهربى عند لوحة المفاتيح والتوصيلات الكهربية الخاصة بالمحرك.
	عدم وجود تيار بالخط.	اختبر وجود الجهد.	يكشف عن المصهر الرئيسى لمؤسسة الكهرباء.
٢. التصاق الفرش الكربونية بماسكاتها.	نوع الفرش الكربونية غير مناسب.	يجرى التأكد من ملامسة الفرش الكربونية لعضو التوحيد (باستخدام ورقة كرتون).	يعدل شكل الفرش الكربونية بالبرادة ليتلاءم مع شكل عضو التوحيد.
	زرجنة ماسكات الفرش.	بالفحص.	تنظيف الماسكات.
٣. تآكل الفرش الكربونية بسرعة.	زيادة ضغط الفرش.	يختبر الياى على الفرش الكربونية	يقلل شد الياى (أو يستخدم ياءات ضغط أطول).
	خشونة سطح عضو التوحيد.	يختبر السطح بالملامسة.	ينعم السطح بالتجليخ أو الخراطة.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
٤. تآكل غير متساو فى الفرش.	عدم تساوى الفرش.	يختبر ضغط الياى على الفرش الكربونية.	يضبط ضغط الفرش ليكون ١٨٠ جم/سم٢ فى جميع مواضعها.
٥. زيادة سخونة عضو التوحيد	زيادة ضغط تلامس الفرش.	يختبر ضغط الياى على الفرش الكربونية.	يقلل شد الياى (أو يستخدم ياءات ضغط أطول).
	نوع الفرش الكربونية غير مناسب.	تقارن أبعاد الفرش الكربونية المستخدمة بالأبعاد التى يحددها المصنع.	يجب الالتزام بإتباع تعليمات التشغيل التى ينص عليها المصنع المنتج.
٦. تسرب الزيت بين العمود والكراسى.	تولد قوى شفط نتيجة الحركة الشديدة للهواء الناجمة من دوران الأجزاء.	بالفحص	تركيب حلقة حشو جلدية أو قرص تغطية.
٧. عدم بدء الحركة	خطأ فى توصيل الملفات المغناطيسية والمقاومة الخاصة ببدء الحركة.	تراجع التوصيلات.	تصحح التوصيلات ويقاس تيارا عضو الإنتاج والمجال.
	حدوث قطع بالدائرة المغناطيسية.	الأميتر لا يبين قراءات عند توصيله بالدائرة المغناطيسية (بعد رفع الفرش الكربونية).	يصلح القطع إن أمكن، أو تستبدل ملفات المجال.
	زيادة سخونة ملفات عضو الإنتاج.	عند وجود قصر بالدائرة الكهربية لعدة ملفات من عضو الإنتاج يبين الأميتر قراءات عالية للتيار الكهربى. وقد يتسبب القصر فى الدائرة الكهربية فى تلف عوازل الشرائح.	إعادة لف عضو الإنتاج إلا إذا كان القصر الكهربى ناتجاً عن توصيلات خارجية يمكن إصلاحها. وفى حالة تلف عوازل الشرائح يجلخ عضو التوحيد بالصنفرة، أو ينعم بالخراطة، وتقشط رقائق الميكا العازلة حتى عمق ١/٢ مم.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
"تابع" عدم بدء الحركة	عدم وجود تيار فى الدائرة الكهربية لعضو الإنتاج، وقد تكون إحدى الفرش ملتصقة (مزرجنة) وغير ملامسة لعضو التوحيد.	لا تظهر أية قراءات عند قياس التيار فى الدائرة الكهربية لعضو الإنتاج.	يصحح تركيب الفرش الكربونية عن طريق البرادة وتطلب الفرش المناسبة. تنظيف يايات الفرش، تصلح العوازل وتوصل بالأرضى.
٨.إجهاد المحرك عند بدء الحركة واحتراق المصهر	حدوث قصر كهربى بين دائرتى عضو الإنتاج والمجال، أو حدوث قصر مع الأرضى.	تفك الأسلاك الكهربية من لوحة توصيل الأطراف، ويراجع العزل الجيد لها (بين الأسلاك وبعضها البعض، وبينها وبين الأرضى).	تصلح العوازل وتوصل الدائرة بالأرضى.
	قطع أو قصر كهربى فى ملفات عضو الإنتاج.	تخلع الفرش من عضو التوحيد. وعند توصيل طرفى تلامس مصباح الاختبار بدائرة المجال وجسم الموتور يضئ المصباح.	تخلع ملفات المجال ويزال التلامس من الجسم باستخدام شريط عازل.
٩. نخع المحرك عند بدء الحركة	قطع أو قصر كهربى فى ملفات عضو الإنتاج.	يحدث القطع فى معظم الحالات فى الوصلات الملحومة بين ملفات عضو الإنتاج وبين شرائح عضو التوحيد، وإذا اصطدم عضو الإنتاج عند تحريكه باليد بالوصلتين الملحومتين المتقابلتين (مع رفع الفرش الكربونية) يحدث القصر الكهربى فى الملفات. ويمكن اكتشاف القصر الكهربى بقياس المقاومة بين قطع عضو التوحيد.	تلحم الوصلات المفككة. ويجب إصلاح ملفات عضو الإنتاج وإعادة لفها عند حدوث قصر كهربى أو فى دائرتها. ويجب إزالة الرايش المعدنى الموجود فى عوازل الشرائح.
١٠. دوران المحرك فى عكس اتجاهه	خطأ فى التوصيلات.	تقارن التوصيلات الموجودة فى لوحة توصيلات الأطراف.	يصحح توصيل الأطراف.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة			
١١. الارتفاع الشديد فى درجة حرارة المحرك عند دورانه بحمل.	زيادة حمل المحرك على الحمل المقرر.	يجب بعد التركيب إجراء اختبار حركة فعلى لمحرك الإدارة والحمل الموصل بها (بعد التحميل).	يستبدل المحرك الموجود بمحرك آخر أقوى منه فى حالة عدم التمكن من تخفيف الحمل.
	قصر كهربى فى الملفات.	يمكن اكتشاف القصر الكهربى بقياس مقاومتى ملفات المجال وملفات عضو الإنتاج وبين شرائح عضو التوحيد.	يجب استبدال الملف عند وجود قصر كهربى، كما يجب التخلص من القصر الكهربى فى عضو التوحيد.
	تهوية غير كافية	يجرى الكشف عما إذا كانت المروحة تنزلق على العمود، أو ما إذا كانت فتحات التهوية مسدودة من عدمه.	تحكم مسامير تثبيت المروحة على العمود، وتنظف فتحات التهوية.
١٢. الإرتفاع الشديد فى درجة حرارة بادئ الحركة	زيادة حمل بادئ الحركة.	تقاس اقصى قيمة لتيار بدء الحركة بالأميتر وتقارن بشدة التيار المقررة.	تخفض أقصى قيمة للتيار بتقليل حمل بدء الحركة أو يستبدل.
١٣. الإرتفاع الشديد فى درجة حرارة عضو التوحيد.	زيادة ضغط تلامس الفرش على الضغط المقرر.	يختبر ضغط الياى على الفرش الكربونية.	يقلل من شد الياى (أو تستخدم ياءات ضغط اطول).

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)
الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
حدوث شرارات كهربائية بالفرش			
١٤. قد تحدث نتيجة للأعطال أو العيوب بعضو التوحيد	بروز العوازل المصنوعة من الميكا الموجودة بين قطع عضو التوحيد.	يمكن إكتشاف بروز العوازل الميكا باللمس، علاوة على ظهور سواد بالقطع.	يصنفر عضو التوحيد بورق الصنفرة، وتقشط العوازل الميكا بإستخدام عدة لقم صلب لتكوين مجارى بعمق ٠,٥ مم
		تتاكل الكراسى اذا كان هناك بوش بينها وبين العمود.	استبدل الكراسى التالفة.
	اهتزاز عضو التوحيد.	اذا اهتز عضو التوحيد بدون أن يكون هناك بوش بين العمود وبين الكراسى ففى هذه الحالة يكون عضو التوحيد غير متمركز، أو غير مستقيم.	تصحح إستقامة عضو التوحيد بإستخدام الخراطة.
	أتساخ عضو التوحيد.	بالفحص	تزال الأتساخات والاتربة بقطعة من القماش المبللة بالبنزين، أو ينظف عضو التوحيد بالصنفرة او التلميع.
١٥. قد تحدث نتيجة للعيوب الخاصة بالفرش الكربونية	عدم وجود الفرش فى المنطقة المحايدة (neutral plane).	توجد بالماكينة علامة لتسهيل مراجعة الوضع الصحيح للفرش.	يضبط وضع الفرش طبقا للعلامة مع مراعاة الإتجاه الصحيح للدوران.
		عدم إنتظام تآكل أوجة التلامس بالفرش المنزوعة من ماسكاتها، أو عدم استقامة هذه الأوجة.	تستخدم فرش كربونية جديدة وتجلخ لتتطابق مع عضو التوحيد بوضع شرائط من القماش الزجاجى بينها وبينه. وتزال الأتربة المتخلفة عن التجليخ بعناية.
	عدم كفاية مساحة التلامس الموجودة بين الفرش وبين المجمع.	عدم كفاية ضغط تلامس الفرش بالرغم من وجودها فى الوضع الصحيح.	يزداد شد الياءات

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
ثانياً: المحركات الثلاثية الأطوار **اعطال بدء الحركة، والتغيرات غير المسموح بها فى السرعة**			
١. عدم قدرة المحرك على بدء الحركة	عدم وجود جهد كهربى عند لوحة توصيل الأطراف.	يراجع الجهد الكهربى عند الأطراف باستخدام مصباح إختبار أو فولتميتر.	تراجع الدائرة من مصدر الجهد حتى أطراف المحرك.
	إحتراق المصهر عدم وجود تيار بالخط.	عدم إضاءة مصباح الإختبار عند توصيل طرفيه بمسمارى الملامسة الخاصين بالمصهر. يختبر بادئ الحركة	يستبدل المصهر. توصل الأجزاء المقطعة إن وجدت أو تستبدل.
٢. إحتراق مصهر، أو اكثر عند إدخال المحرك.	حدوث قصر كهربائى فى أحد الخطوط الواصلة بين العضو الساكن وبين المفتاح.	تفك الأسلاك من لوحة توصيل الأطراف ويكشف عما اذا كانت هناك عيوب فى عوازلها من عدمه.	يجب إعادة عزل الخطوط التالفة، أو إستبدال خطوط أخرى جديدة بها.
	حدوث قصر فى الخطوط الواصلة من المحرك إلى بادئ الحركة	تعزل الفرش عن حلقات الإنزلاق بوضع ورق بينها. وتفك الأسلاك من بادئ الحركة ثم يجرى فحص لإكتشاف أى عيوب فى العوازل.	يجدد عزل الأسلاك التالفة، أو تستبدل بها اسلاك أخرى جديدة.
	حدوث قصر كهربى فى ملفات العضو الساكن بين الوجهين أو وجود تسرب أرضى.	تفك أسلاك التغذية من لوحة توصيل الأطراف، ويختبر عزل الأطوار (الأوجة) المختلفة عن بعضها البعض، وعن الأرض.	يجب إعادة لف العضو الساكن.

" تابع " جدول رقم (٤ - ٢)

الأعطال الشائعة عند تشغيل المحركات الكهربية AC / DC

الأعطال أو الأعراض	الأسباب المحتملة	الإجراء	كيفية الإصلاح
٣. عدم بدء الحركة بالمحرك أو بدؤها بالنخـــع، أو انخفـــاض السرعـــة بشكـــل ملحوظ عند وجود حمل.	إنقطاع وجه من الدائرة الكهربية للعضو الدوار.	تراجع الأطراف الملامسة للفرش، والبايات الملامسة لمبدئ الحركة.	يزاد شد البايات للفرش، وبايات الملامسة لمبدئ الحركة.
	حدوث قطع فى الدائرة الكهربية لبادئ الحركة.	تراجع التوصيلات بين مبدئ الحركة وبين لوحة توصيل الأطراف لإكتشاف القطع.	يزال القطع إن وجد. يجب إعادة لف العضو الدوار.
		وجود قطع بملفات العضو الدوار.	يزال القطع.
الإرتفاع الشديد فى درجة الحرارة			
٤. الإرتفاع الشديد فى درجة حرارة المحرك.	زيادة حمل المحرك على الحمل المقرر.	يختبر الإستهلاك فى التيار بإستخدام الأميتر لتحديد مقدار الحمل.	يختبر حمل المحرك لتحديد سبب زيادة الحمل والتخلص منه.
ثالثاً: الموتور الثلاثى الأطوار ذو القفص السنجابى			
١. عدم بدء الحركة بالمحرك عند إدخاله عن طريق مفتـــاح λ/ Δ.	عدم إستطاعة بايات الملامسة بالمفتـــاح λ/ Δ إحداث أى تلامس	يفحص المفتاح.	يزداد شد البايات، أو تستبدل.
٢. يبدأ المحرك الحركة ولكن تنخفض سرعتـــه بشكـــل ملحوـــظ عندمـــا يدور بحمل.	التلامس ضعيف بين قضبان العضو الدوار وبين حلقات القصر.	يختبر العضو الدوار لمعرفة مدى تثبيت القضبان فى حلقات القصر الكهربائى.	يعاد لحام قضبان العضو الدوار بحلقات القصر.
	زيادة الحمل.	يراجع الإستهلاك فى التيار بإستخدام الأميتر	يراجع حمل المحرك.

بادئات الحركة وأجهزة التحكم للمحركات الكهربية

الفصل الخامس

بادئات الحركة وأجهزة التحكم للمحركات الكهربية

تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر

تستهلك محركات التيار المستمر التى تقل قدرتها عن ٠,٥ حصان تياراً صغيراً جداً. لذلك يمكن توصيل الجهد بالكامل على المحرك مباشرة عند بدء الحركة. وتسبب محركات التيار المستمر الكبيرة مرور تيار ابتدائى كبير، وذلك لأن مقاومتها صغيرة. فإذا وصّل الجهد بأكمله على المحرك وهو ما زال ساكناً فإن مرور التيار الزائد عند البدء قد يتلف المحرك، أو يحرق المصهر. لذلك يجب عند بدء حركة محرك كبير وضع وحدة مقاومة على التوالى مع المحرك، وعندما يصل المحرك إلى السرعة المطلوبة تنعدم الحاجة إلى المقاومة لأن المحرك يولد جهداً مضاداً للجهد الموصل عليه، فيمنع بذلك مرور تيار زائد. هذا الجهد المضاد يسمى القوة الدافعة الكهربية المضادة (ق. د. ك.) Back electro motive force وتتوقف قيمته على سرعة المحرك فتكون أكبر ما يمكن عند السرعة الكاملة، وصفراً عندما يكون المحرك ساكناً.

مثال:

إذا كانت مقاومة المنتج الذى يشتغل على ٢٣٠ فولت هى ٢ أوم، فسوف تكون قيمة التيار الذى يمر عندما يكون المحرك ساكناً، طبقاً لقانون أوم:

$$ت = \frac{ج}{م} = \frac{٢٣٠}{٢} = ١١٥ \text{ أمبيراً}$$

فإذا كان المحرك دائراً، ويولد قوة دافعة كهربية مضادة قيمتها ١٠٠ فولت يكون الجهد على المنتج:

٢٣٠ - ١٠٠ = ١٣٠ فولت وعلى ذلك يكون التيار:

$$\text{ت} = \frac{\text{٢٣٠ - ١٠٠}}{\text{٢}} = \frac{\text{١٣٠}}{\text{٢}} \text{ ٦٥ أمبيراً}$$

أى أن قيمة التيار المار انخفضت بدرجة ملحوظة نتيجة لوجود ق.د.ك. مضادة. وإذا كان المحرك يدور بسرعته الكاملة ويولد ق.د.ك. مضادة قيمتها ٢٠٠ فولت فسوف تكون قيمة التيار:

$$\text{ت} = \frac{\text{٢٣٠ - ٢٠٠}}{\text{٢}} = \frac{\text{٣٠}}{\text{٢}} = \text{١٥ أمبيراً}$$

ولمنع مرور التيار الابتدائى الكبير توصل مقاومة فى دائرة المحرك، وتقلل تدريجياً كلما ازدادت سرعة المحرك وتولدت فيه ق.د.ك مضادة، وتوضع المقاومة فى صندوق يطلق عليه صندوق البدء starter وهو يركب بالقرب من المحرك، ويمكن لهذا الصندوق أن يعمل يدوياً أو أوتوماتيكياً.

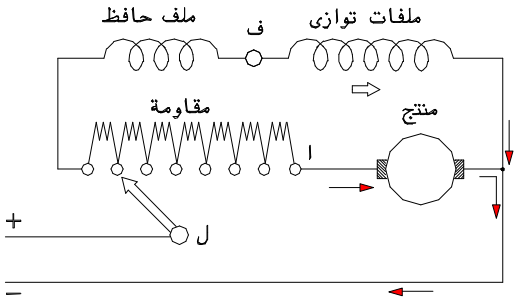
ويوضح الشكل رقم (٥-١-أ، ب) توصيل مقاومة البدء على التوالى مع محرك تيار مستمر توازى.

يتكون صندوق البدء من وحدة مقاومة ذات نقط تقسيم، وهى التى تحدد قيمة تيار البدء فى المحرك إلى درجة مأمونة، وتنقسم وحدة المقاومة إلى نقاط متعددة، ثم تؤخذ منها توصيلات إلى نقاط التلامس على اللوحة المواجهة كما هو مبين بالشكل رقم (٥-١-أ، ب). وعند تحريك اليد من نقطة إلى نقطة تقل قيمة المقاومة الداخلية فى الدائرة. ويوجد على اللوحة المواجهة ملف وهو يعمل كمغناطيس حافظ لحفظ اليد فى مكانها بعد أن تكون قد تحركت إلى آخر نقطة تلامس. هناك ثلاث نهايات على اللوحة المواجهة وهى مرقمة ل، أ، ف وهى تشير إلى الخط والمنتج وملفات المجال، على الترتيب وهى توصل داخلياً مع اليد، والمقاومة، والملف الحافظ.

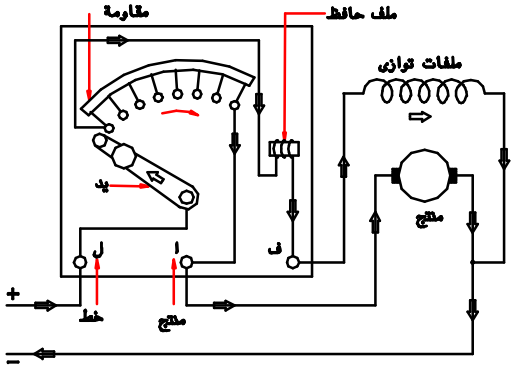
طريقة العمل

عندما تستقر اليد على نقطة التلامس الأولى يمر التيار من طرف الخط الموجب إلى النهاية ل ، ثم خلال اليد إلى نقطة التلامس الأولى. بعد هذه النقطة يسير التيار فى ممرين: أحدهما خلال المقاومة كلها إلىالنهاية أ، والأخر خلال الملف الحافظ إلى النهاية ف . ابتداء من نهاية المنتج يمر التيار خلال ملف المنتج إلى الجانب السالب من الخط، وابتداء من نهاية ملفات المجال يمر التيار خلال ملفات التوازى إلى الجانب السالب أيضاً من الخط.

ويوضح الشكل رقم (٥-١-أ ، ب) صندوق البدء.



شكل رقم (٥-١-أ)



شكل رقم (٥-١-ب)

شكل رقم (٥-١- أ ، ب)

صنـــــــــدوق البـــــــــــدء

ولما كانت المقاومة بأكملها متصلة مع المنتج على التوالى عند وضع البدء، فسوف تقل قيمة التيار الابتدائى إلى حد مأمون. ثم تزداد سرعة المحرك أثناء تحريك اليد، فينتج ق.د.ك. مضادة وهذه أيضاً تعمل على الحد من قيمة التيار الذى يمر.

عمل الملف الحافظ:

يلاحظ أن الملف الحافظ يوصل على التوالى مع ملفات المجال وعلى ذلك فسوف يمر فيه التيار فى الوقت الذى يكون فيه ماراً فى ملفات المجال فيكتسب بذلك مغناطيسية. وبهذا يستطيع الملف الحافظ أن يحفظ اليد فى مكانها الأخير.

إذا حدث لأى سبب أن فتحت ملفات المجال أو انقطع التيار فسوف يتوقف مرور التيار فى الملف الحافظ، فيفقد مغناطيسيته وتعمل قوة الشد فى اللولب على إرجاع اليد إلى موضعها الأصلى وتفتح دائرة المنتج وتكون المقاومة بالكامل داخل دائرته. وعلى ذلك فالملف الحافظ يعمل كجهاز أمان.

تحديد الخلل وإصلاحه لبادئات محركات التيار المستمر

١. إذا لم يدر المحرك بعد تحريك اليد عدة خطوات، فقد يكون العيب:

أ. احتراق المصهر - اختبره ثم استبدله.

ب. فتح وحدة من وحدات المقاومة - اختبر المقاومة بوضع طرفى دائرة اختبار على نقاط التلامس المتجاورة، يجب أن يضئ المصباح فى هذه الحالة، وإذا لم يضئ فمعنى هذا أن المقاومة مفتوحة بين النقطتينن.

جـ. ضعف التلامس بين الذراع ونقطة التلامس، وفى هذه الحالة قد تحدث أقواس كهربية.

د. خطأ فى توصيلات البادئ.

هـ. قطع فى الأسلاك قد يتسبب فى فتح المنتج أو دائرة ملفات المجال.

و. الجهد المستعمل منخفض.

ز. الحمل زائد عن الحد.

ح. تفكك أو اتساخات فى توصيلات النهايات.

ط. فتح فى دائرة الملف الحافظ يؤدى إلى فتح ملفات المجال.

٢. إذا لم تثبت اليد فى مكانها عند وصولها إلى أخر نقطة فقد يكون العيب:
أ. فتح فى دائرة الملف الحافظ بسبب احتراق التلامسات أو قطع التوصيلات إليها، أو ضعف التلامس عندها.
ب. انخفاض الجهد.
جـ. ملف مقصور.
د. خطأ فى التوصيل.
هـ. فتح تلامس تعدى الحمل.

٣. إذا انفجر المصهر عند تحريك اليد، فقد يكون العيب:
أ. حدوث تماس أرضى مع وحدات المقاومة أو التلامسات أو الأسلاك.
ب. تحريك اليد بسرعة زائدة.
جـ. فتح فى دائرة ملفات المجال على صندوق البدء أو الملف الحافظ.
د. المقاومة مقصورة من خارج الدائرة.

٤. إذا ازدادت سخونة صندوق البدء، فقد يكون العيب:
أ. تعدى الحمل على المحرك.
ب. تحريك اليد ببطء.
جـ. قصر بعض وحدات المقاومة أو بعض التلامسات.

تنظيم تشغيل محركات التيار المتغير ثلاثية الأوجه

إذا وصل محرك تيار متردد على جهد الخط بأكمله عند البدء، فسوف يسحب تياراً يبلغ من ضعفين إلى ستة أضعاف تيار التشغيل المقنن. ولما كان المحرك مصمماً على أساس أن يتحمل صدمة البدء، فسوف لا يحدث أى ضرر نتيجة لمرور هذا التيار الزائد. ويستحب فى المحركات الكبيرة عموماً، اتخاذ الخطوات اللازمة نحو تقليل تيار البدء، وإلا فقد يلحق التلف بالآلات التى يديرها المحرك، كما يمكن أن ينشأ فى الخط

بعض الاضطرابات، التى تؤثر على تشغيل المحركات الأخرى الموصلة على نفس الخط.

ففى المحركات الصغيرة، أو عندما يكون الحمل قادراً على تحمل صدمة البدء، وحين تتولد فى الخط اضطرابات غير مستحبة، يمكن استعمال مفتاح بدء يدوى أو آلى للتحكم فى المحرك. هذا النوع من المفاتيح يوصل المحرك على الخط مباشرة ويطلق عليه (منظم بدء الحركة) "Starting controller".

فى حالة المحركات الكبيرة، التى يجب أن يتولد عزم الدوران الابتدائى منها تدريجياً، أو عندما يتبين أن التيار الابتدائى الكبير سوف يؤثر على جهد الخط يصبح من اللازم ادخال جهاز مع الخط، تكون مهمته تقليل تيار البدء ويحتمل أن يكون هذا الجهاز وحدة مقاومة أو محولاً ذاتياً ويطلق على المنظمات التى تستعمل هذه الطريقة فى بدء المحرك أسم " منظمات البدء بجهد منخفض" (Reducing voltage starting controller) ، وتستخدم المنظمات أيضاً لحماية المحرك من السخونة الزائدة، ومن تعدى الحمل، ولتنظيم السرعة، ولعكس اتجاه دوران المحرك، ثم للحماية من انخفاض الجهد.

طرق بدء الحركة للمحركات من نوع القفص السنجابى

يوجد عدة طرق تستخدم عموماً لبدء حركة محركات التيار المتردد ثلاثى الأوجه من نوع القفص السنجابى، وسيقتصر الكلام هنا على طريقتين أكثر استعمالاً:

١. بدء المحركات بتوصيلها على الخط مباشرة.
٢. بدء المحركات بتقليل الجهد الموصل لها.

فى الأولى يتم توصيل المحرك مباشرة إلى الخط وبالتالى يحصل المحرك على القيمة العظمى لتيار البدء، يجب الأخذ فى الاعتبار أنه سوف يحدث عادة انخفاض وارتفاع فى الخط خاصة عند بدء حركة محركات كبيرة بصورة متكررة.

فى الثانية - تقليل الجهد - تكون الخطورة أقل بالنسبة للمحرك وخطوط القدرة ويمكن تطبيق هذه الطريقة بعدة وسائل أكثرها شيوعاً واستعمالاً:

أ. مجموعة من محولين أو ثلاثة محولات ذاتية Auto - transformers.

ب. مجموعة من ثلاث مقاومات لخط القدرة Three line resistors.

جـ. مفتاح توصيل من ستار إلى دلتا Star-delta switch.

وفى هذه الحالة فإن عزم البدء سيتأثر تأثراً شديداً بالجهد الابتدائى الموصل للمحرك حيث أن عزم البدء يتناسب طردياً مع مربع الجهد الابتدائى.

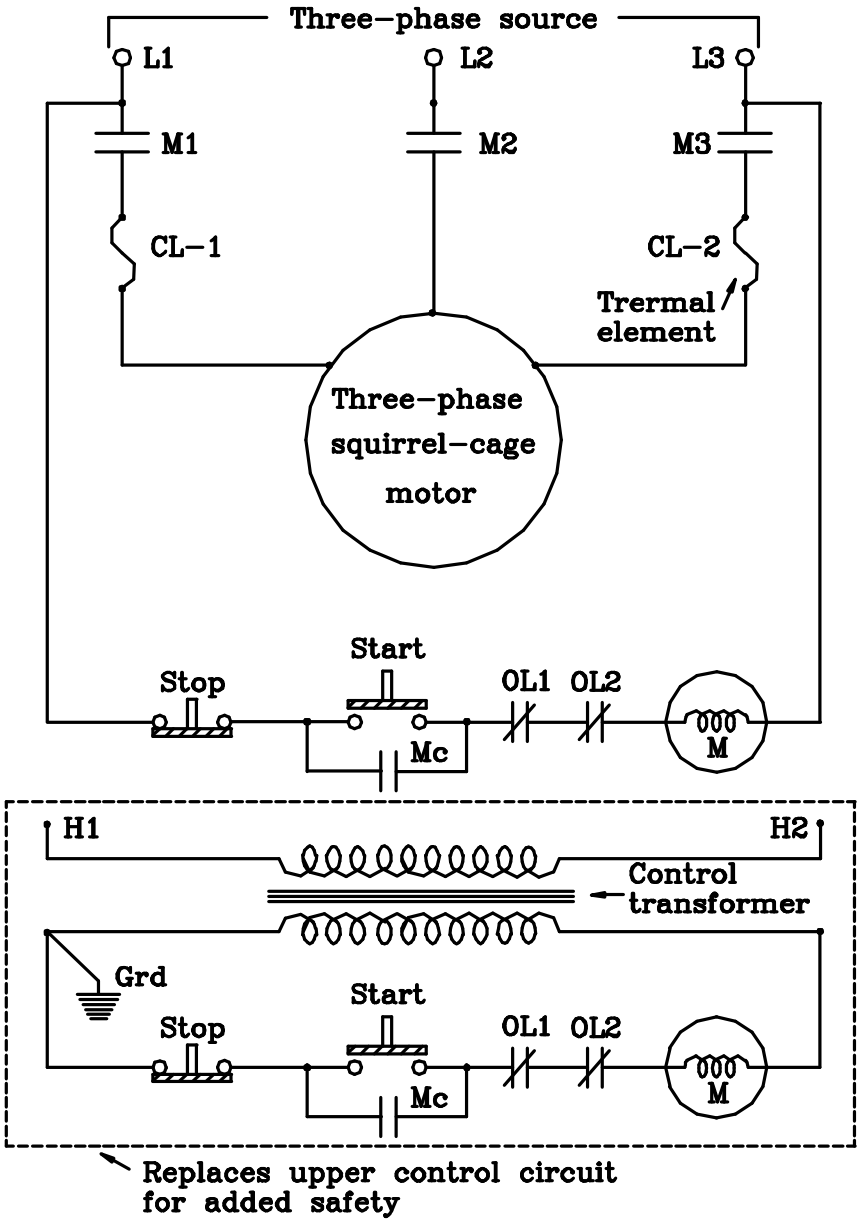
بدء المحرك بتوصيل جهد الخط مباشرة:

البادئ المغناطيسى على الخط:

بادئ الحركة بالجهد الكلى المستخدم فى توصيل المحرك من نوع القفص السنجابى بسيط وغير مكلف وسهل التركيب والصيانة ويتكون من زراير ضاغطة للبدء والإيقاف، وموصل مغناطيسى والتلامسات الخاصة به، وجهاز حماية تعدى الحمل.

ويوضح الشكل رقم (٥-٢) البادئ المغناطيسى على الخط.

يبدأ المحرك بالضغط على زرار البدء. فيصل التيار إلى الموصل المغناطيسى (Contactor M) خلال مرحلات زيادة الحمل OL2 , OL1 (مقفولان فى الوضع العادى) والذى بالتالى يغلق التلامسات M1, M2, M3 لبدء دوران المحرك، فى نفس الوقت يقفل التلامس Mc لاستمرار وصول التيار إلى M بعد تحرير زرار البدء. ويتم توفر حماية المحرك ضد زيادة الحمل عن طريق عنصرين حراريين يوضعان فى طريق أطراف الخط، عندما يسخن المحرك (ترتفع حرارته) نتيجة زيادة الحمل فإن العناصر الحرارية CL1, CL2 تفتح التلامسات OL1, OL2 وبالتالى تفتـــح دائرة التحكم وتمنع وصول التيار إلى الموصل المغناطيسى وبالتالى تفتـــح التلامسات M1, M2, M3 ويتوقف المحرك.



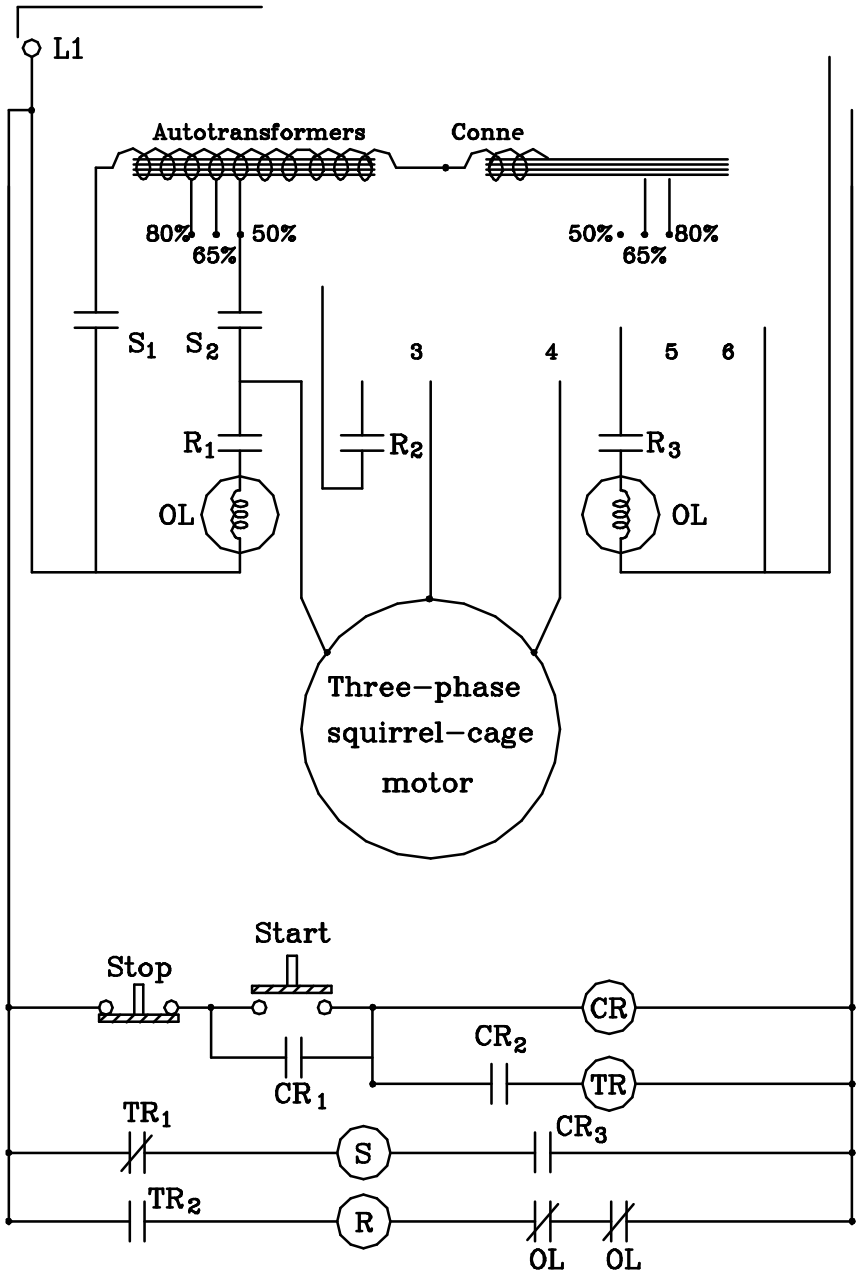
الشكل رقم (٥-٢)

البادئ المغناطيسى على الخط

بدء المحرك بتقليل الجهد الموصل إليه:

بادئ المحول الذاتى:

ويوضح الشكل رقم (٥-٣) بادئ المحول الذاتى



شكل رقم (٥-٣)

بـــــادئ المحـــــول الذاتـــــى

يتكون بادئ المحول الذاتى من:

- محولين ذاتيين موصلان دلتا مفتوحة، ذات تفريعات.
- مجموعة مكونة من ست تلامسات للبدء.
- مجموعة مكونة من ثلاث تلامسات للحركة.

- ملفا زيادة الحمل.
- زرار البدء وزرار التوقف.

(بعض البادئات تحتوى على ثلاث محولات ذاتية موصلة دلتا أو ستار وذلك لاتزان أفضل للتيار ولكن الوحدة ذات المحولين أكثر شيوعاً لأن عدم الاتزان المعتاد فى حدود ١٥% ليس من الخطورة بمكان).

بصفة عامة يخرج من المحولات الذاتية ثلاث تفريعات ٥٠ ، ٦٠ ، ٨٠ % من جهد الخط بحيث يمكن عمل الضبط اللازم للجهد الذى ينتج عزم البدء المطلوب للمحرك.

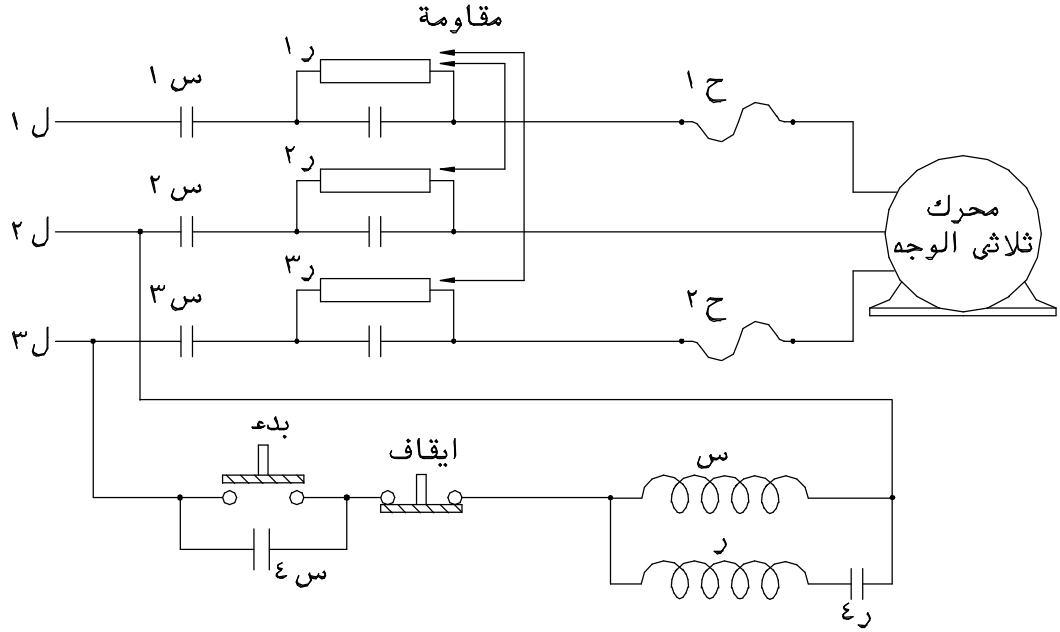
١. عنـــــد الضغط على زر البدء فإن تيار التحكم يصل إلى ريلاى التحكم CR الذى يعمل على :
أ. قفـــــل التلامس CR1 ليستمر مرور تيار التحكم من خلاله بعد رفع الضغط عن زر البدء.
ب. قفل التلامس CR2 ليبدأ عمل الريلاى الزمنى TR.
جـــ. قفل التلامس CR3 الذى يوصل التيار إلى الملف S الذى بدوره يقفل التلامسات S ليصل تيار المنبع إلى المحولين الذاتيين خلال التلامسات S1 , S 3 , S4 , S6 وتوصل الجهد المنخفض (٥٠ % فى الشكل) إلى المحرك خلال التلامسات S2 , S4 , S5.

٢. بعد أن يصل المحرك إلى سرعته الكاملة بعد وقت محدد من بدء المحـــرك يفصل التلامس TR1 المقفول عادة ليقطع التيار عن الملف S وبالتـــالى تفتح التلامسات S، وفى نفس الوقت يقفل التلامس TR2 ليصل التيار إلى الملف R لتوصيل المحرك على الجهد الكامل بالخط عن طريق قفل التلامسات R1 , R2 , R3.

بادئ المقاومة:

أساس هذا النوع من البادئات هو نفسه المستخدم فى بدء محركات التيار المستمر. يتم إدخال المقاومات فى الخط لإحداث هبوط فى الجهد وبذلك يسمح لبدء المحرك بجهد منخفض. وتنخفض قيمة التيار المار به، وسوف يبدأ المحرك دورانه ببطء، وكلما زادت سرعته أنتج قوة دافعة كهربية مضادة تعمل على حفظ تيار الخط عند قيمة مضادة محددة، ونتيجة لذلك يمكن رفع المقاومة من الدائرة عندما يصل المحرك إلى سرعة معينة فيعمل على الجهد الكامل للخط، وهذه المقاومات تستخدم فى دائرة العضو الثابت.

ويبين الشكل رقم (٥-٤) بادئ المقاومة.



شكل رقم (٥-٤)

بـــــــادئ المقـــــاومـــــــة

وتستعمل فى بادئ المقاومة ثلاث وحدات من المقاومة، ويبين الشكل السابق مجموعتين من نقط التلامس. عند الضغط على زر البدء تكمل دائرة التحكم من ل ٣ خلال الملف س إلى الخط ل ٢ وبذلك يمر التيار فى الملف س فيقفل نقط تلامس البدء س١ ، س٢ ، س٣ ويبدأ المحرك دورانه ببطء - وعند

إقفال نقط تلامس البدء تقفل نقتطا تلامس القفل المساعدة س٤ لكى تكمل الدائرة خلال الملف س ويستمر تيار التحكم يسرى بعد رفع الضغط عن زرار البدء. وفى نفس الوقت يبدأ جهاز التوقيت فى التحرك وبعد وقت معلوم يتم ضبطه على الجهاز يقفل التلامس (ر٤) ويصل التيار بالتالى إلى الملف (ر) فيقفل نقط تلامس الحركة ر١ ، ر٢، ر٣ وتعمل على توصيل المحرك على الخط. بالضغط على زر الإيقاف تفتح جميع التلامسات نتيجة لفصل تيار التحكم عن الملفات س ، ر.

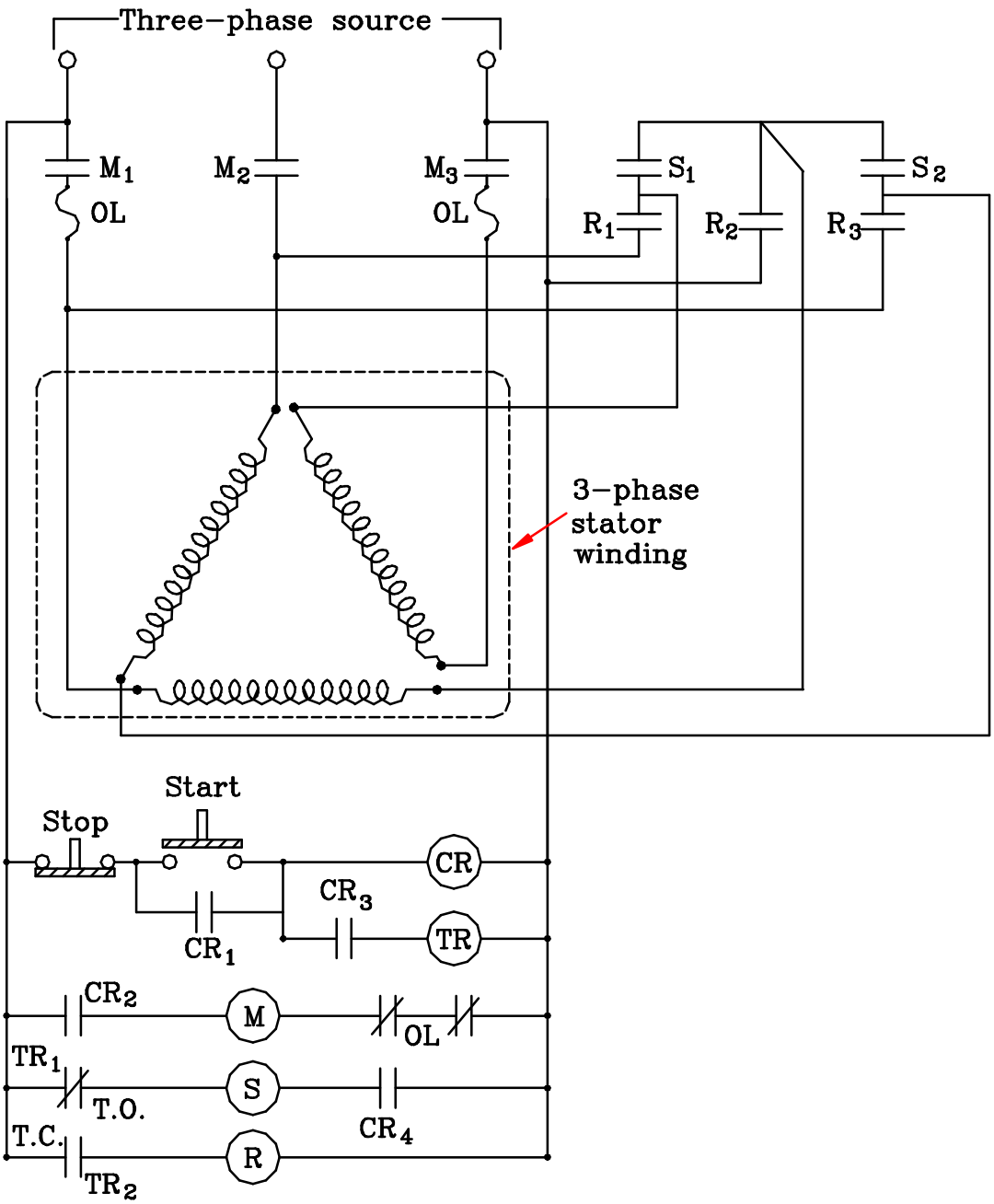
وإذا حدث تعد للحمل واستمر فسوف يتسبب فى تسخين كل وحدات التسخين بمرحلات زيادة الحمل التى سوف تفتح تلامسات تعدى الحمل ح١ ، ح٢ المقفولة عادة مؤدية إلى فتح دوائر التحكم.

بادئ توصيلة النجمة - دلتا (ستار / دلتا):

تستخدم هذه الطريقة للبدء بجهد منخفض فى حالة المحركات الثلاثية الأوجه الموصلة دلتا فقط، إذا وصل محرك موصل دلتا بجهد مقداره "ف" فسوف يأخذ كل وجه الجهد "ف" بالكامل. ومن ناحية أخرى لو كان المحرك موصلاً نجمة واستخدمنا نفس جهد الخط "ف" فإن كل وجه سوف يأخذ ٥٨ % من جهد الخط أى: $\frac{\text{ف}}{\sqrt{٣}}$

لاستخدام هذه الميزة على منظم، يصبح من الضرورى إخراج ستة أطراف من ملفات المحرك، وذلك حتى يمكن تبديلها عند تغيير التوصيل من نجمة وقت البدء إلى دلتا أثناء الحركة ويمكن استخدام منظمات مغناطيسية (Contactos) ذات زر ضاغط أو منظمات يدوية لعمل التغيير، وسنتكلم هنا عن النوع الأول (الآلى).

ويبين شكل رقم (٥-٥) دائرة توصيل لبادئ نجمة / دلتا آلى تتكون أساساً من مرحل (ريلاى) تحكم، ومرحل (ريلاى) زمنى، وثلاث موصلات (Contactors) بمجموعات التماس المعتادة.



شكل رقم (٥ - ٥)

دائرة توصيل لبادئ نجمة / دلتا آلى

يبدأ المحرك بالضغط على زر البدء. يصل التيار إلى مرحل التحكم CR، الذى بدوره يقفل CR1 ليحفظ باستمرار دائرة التحكم من خلاله عند ارتداد زر البدء، ويقفل CR4, CR3, CR2. بقفل CR4 يصل التيار إلى الموصل المغناطيسى S ليوصل الملفات نجمة فى تلامسات S2, S1 ، وقفل التلامس

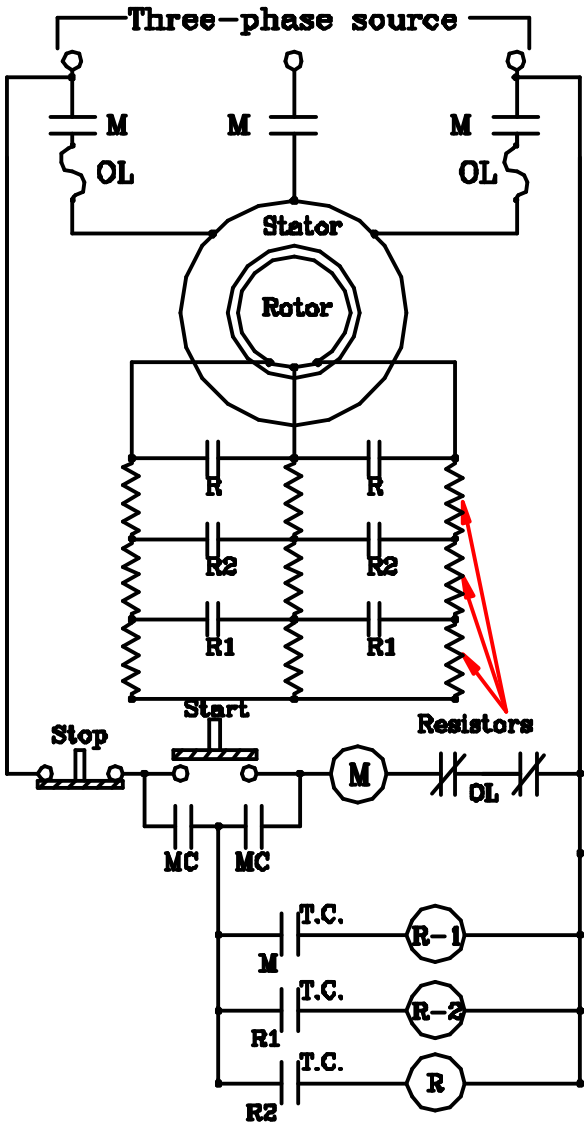
CR2 يوصل التيار إلى الموصل المغناطيسى M الذى بدوره يقفل التلامسات الرئيسية M3, M2 , M1 لتوصيل المنبع لبدء المحرك على الجهد المنخفض. بعد قفل التلامس CR3 يبدأ المرحل الزمنى TR فى العمل وعندما يصل المرحل الزمنى إلى نهاية المدة المضبوطة، فإن التلامسات TR1 (المقفولة عادة) سوف تفتح نقطة النجمة عند S وبعد جزء من الثانية، سوف يقفل التلامس TR2 (المفتوح عادة) لتوصيل التيار إلى الموصل المغناطيسى R وفى الحال يوصل الملفات دلتا من خلال التلامسات
R3, R2, R1. عندئذ يستمر المحرك فى التشغيل بالجهد الكامل كالمعتاد إلى أن يتوقف بالضغط على زر الإيقاف أو حتى تفتح تلامسات زيادة الحمل بسبب مرحلات زيادة الحمل.

بدء الحركة للمحركات ذات العضـــو الدوار الملفوف(ذو حلقات انزلاق)

عندما يبدأ محـــــــرك ذو عضو دوار ملفوف فإن التيارات المندفعة إلى العضو الساكن تكون منخفضـــــــــة بدرجة كافية لإيجاد صعوبات بسيطة أو عدم وجود صعوبات عموماً. يرجـــــــــع ذلك إلى المقاومـــة الكبيرة نسبياً لدائرة العضو الدوار، المكونة من ملفات العضو الدوار المتصلة على التوالى مع مقاومة خارجية، تحد من تيارات العضو الدوار (الثانوى)، والذى بالتالى، بفعل عمل المحول، يمنع تيارات العضو الساكن (الابتدائى) من الوصول إلى قيم كبيرة جداً. هذا النوع من المحركات مناسب جداً بصفة خاصة:

١. للأحمال ذات عزم القصور العالى.
٢. للاستخدامات التى تتطلب عمليات ضبط السرعة على مدى واسع.

ويوضح الشكل رقم (٥-٦) بادئ مقاومة لمحرك ثلاثى الأوجه ذو عضو دوار ملفوف ومزود بحلقات انزلاق يعمل آلياً.



شكل رقم (٥ - ٦)

بادئ مقاومة لمحرك ثلاثى الأوجه ذو عضو دوار ملفوف ومزود بحلقات انزلاق يعمل آلياً

يبدأ المحرك فى الحركة بالضغط على زر البدء، يصل التيار إلى الموصل المغناطيسى M، الذى يقفل بدوره التلامس Mc للمحافظة على تيار التحكم. بعد رفع اليد عن زر البدء، يقفل التلامسات M1 , M2 , M3 ليصل تيار الخط إلى العضو الساكن وتكون المقاومة كلها داخل دائرة العضو الدوار عن طريق تلامسها مع حلقات الانزلاق عن طريق الفرش الكربونية.

تشغيل الموصل المغناطيسى M أيضاً يسبب بدء جهاز توقيت (مرحل زمنى) يتم ضبطه على زمن معين، وبعد انقضاء هذا الزمن يقفل التلامس .M.T.C وبذلك يصل التيار إلى الموصل المغناطيسى R-1 لقفل التلامسات R1 ويخرج جزء من المقاومة، وفى نفس الوقت يبدأ جهاز التوقيت المرتبط بالموصل المغناطيسى R1 فى العمل وبعد انقضاء الزمن المحدد له فإن التلامس R1- .T.C يقفل ويصل التيار بالتالى إلى الموصل المغناطيسى R-2 الذى بدوره يقفل التلامسات R2 وبالتالى يخرج جزء آخر من المقاومة. وأخيراً وبعد انقضاء الزمن المحدد بجهاز التوقيت المرتبط بالموصل المغناطيسى R-2 يقفل التلامس .R2-T.C ليصل التيار إلى الموصل المغناطيسى R الذى يقفل التلامسات R ويخرج الجزء الثالث من المقاومة ويقصر ملفات العضو الدوار تماماً عند التلامسات R وبذلك يعمل المحرك على جهد الخط الكامل كمحرك ذو قفص سنجابى.

فى هذا النوع من المحركات تظل الفرش موضوعة على حلقات الانزلاق حيث أن القصر الكهربائى لملفات العضو الدوار تتم داخل المقاومة عن طريق التلامسات.

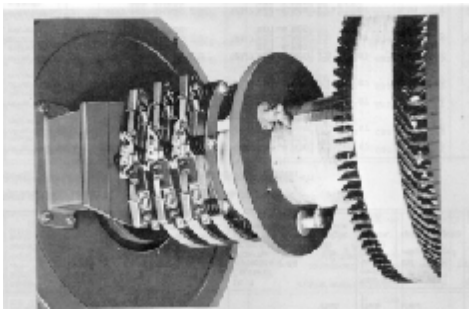
توجد أنواع أخرى من المحركات مزودة بجهاز قصر الدائرة متزامن مع رفع الفرش الكربونية من على حلقات الانزلاق فى نفس الوقت لعمل القصر داخل المحرك وخارج المقاومة.

ويوضح الشكل رقم (٥-٧) محرك كهربى مزود بجهاز قصر دائرة كما يمكن استبدال خروج المقاومات عن طريق التلامسات باستخدام محرك كهربائى يقوم بإخراج المقاومات من دائرة العضو الدوار على خطوات.

ولا ننسى هنا أن يتم تزويد هذا النظام من المحركات ببعض الحمايات والإعاقات لمنع بدء المحرك والعضو الدوار مقصوراً أو المقاومات كلها أو جزء منها خارج دائرة العضو الدوار حتى لا يتعرض المحرك أو المقاومة

إلى أضرار جسيمة، كما أنه فى بعض المحركات الحديثة يتم تزويد هذا النظام بجهاز إنذار يعطى إنذاراً فى حالة عدم رفع الفرش وعمل القصر خلال مدة معينة وبعد فترة إضافية يفصل القاطع إذا لم يتم عمل القصر.

مجموعة رفع الفرش وجهاز قصر الدائرة فى محرك كهربى ذو حلقات انزلاق

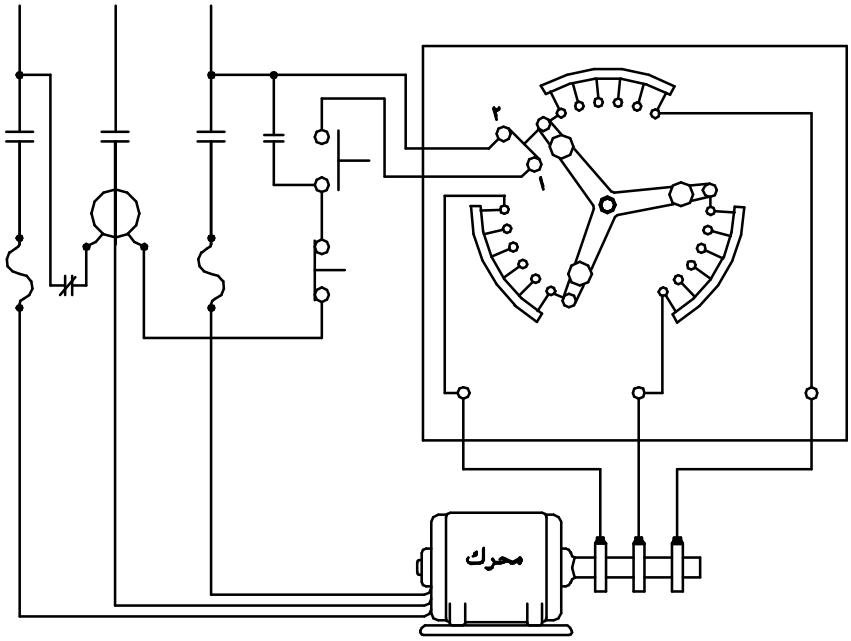


محرك كهربى ذو حلقات انزلاق غير مزود بجهاز رفع الفرش وقصر الدائرة

شكل رقم (٥-٧)
محرك كهربى مزود بجهاز قصر دائرة

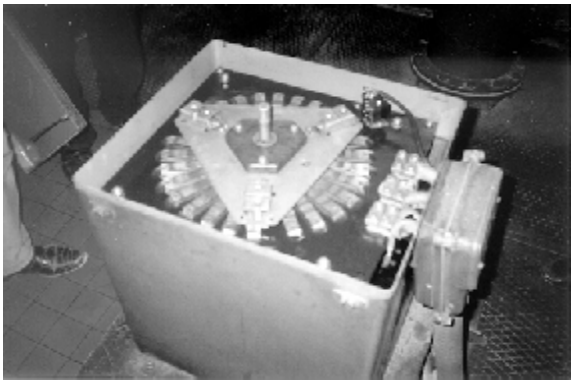
ويبين شكل رقم (٥-٨) دائرة تحكم لمقاومة بدء الحركة بحيث لا يتم توصيل التيار إلى دائرة التحكم إلا إذا كان التلامسان ١ ، ٢ مقفولان وهذا لا يتم إلا إذا كانت مقاومة بدء الحركة فى وضع بداية التشغيل. أما إذا كانت فى غير هذا الوضع فإن التلامسان ١ ، ٢ يكونا مفتوحين وبالتالى يستحيل بدء المحرك فى هذه الحالة.

ويبين شكل رقم (٥-٩) صورة لمقاومة بدء الحركة.



شكل رقم (٥ - ٨)

دائرة تحكم لمقاومة بدء الحركة



داخل الصندوق بدون غطاء

خارج الصندوق

شكل رقم (٥ - ٩)

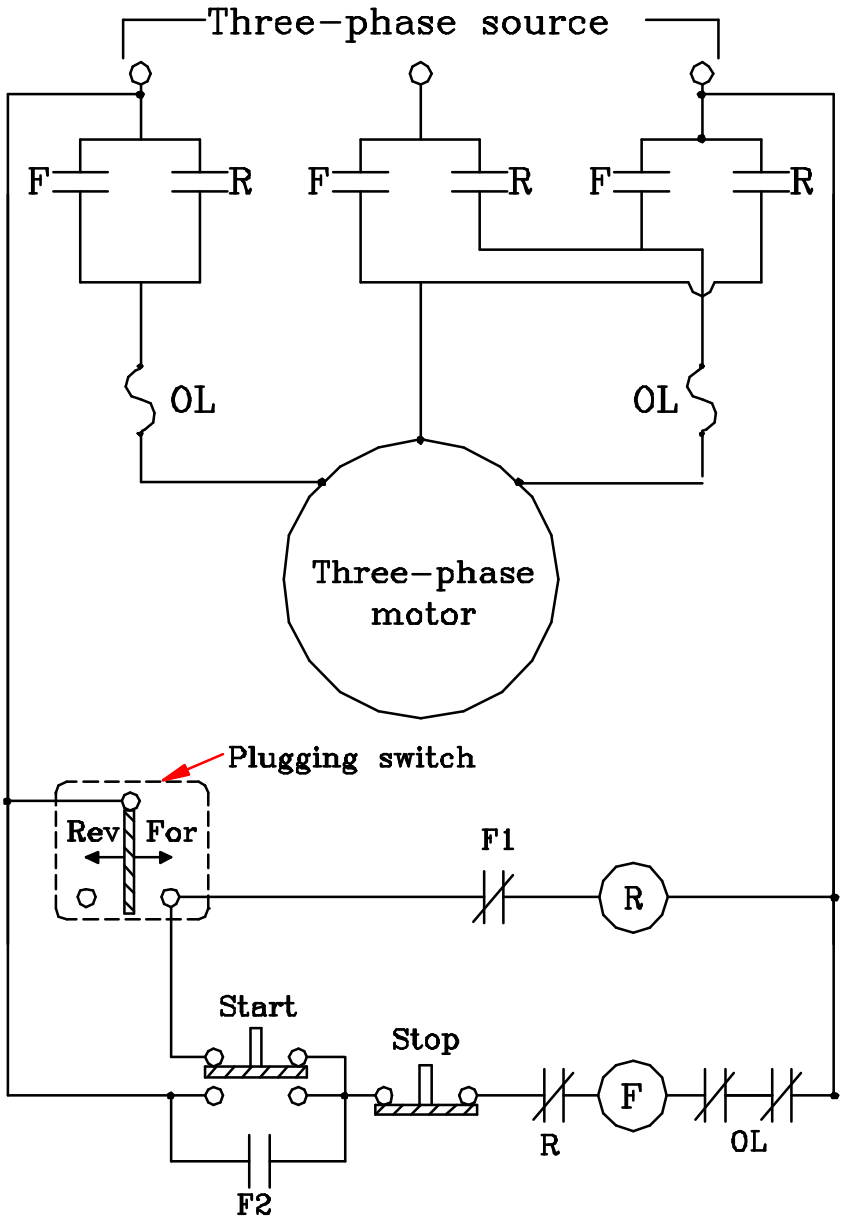
مقاومة بدء الحركة

فرملة المحركات ثلاثية الأوجه

الفرملة باستخدام اتجاه الدوران العكسى:

يوضح الشكل رقم (٥-١٠) رسم الدائرة الكهربية لبدء وإيقاف المحرك عن طريق الفرملة بعكس اتجاه الدوران. لاحظ أنه يوجد مجموعتين من تلامسات الخط (F للتقدم للأمام، R للدوران العكسى)، موصلان مغناطيسياً R, F مفتاح فرملة (تلامساته تقفل فقط بعد بدء المحرك)، زراير البدء والتوقف، وعدة تلامسات للتحكم. يبدأ المحرك للدوران للأمام (الاتجاه المعتاد) بالضغط على زر البدء، وبذلك يصل التيار إلى الملف F وبالتالى يفتح التلامسات F1 (المقفولة عادة) لمنع تلامسات عكس الدوران من أن تقفل، كما يقفل F2 لاستمرار عمل دائرة التحكم بعد رفع زرار البدء، وتقفل الموصل المغناطيسى الرئيسى F للتشغيل العادى. بينما يبدأ المحرك فى الدوران، فان تلامسات الحركة للأمام لمفتاح الفرملة تقفل لكى تجهز ملف عكس التيار R لأداء مهمته كفرملة. لايقاف المحرك يجب الضغط على زر الايقاف، هذا يسبب سقوط الملف F وفى هذه الحالة تفتح التلامسات F2 وتقفل التلامسات F1. قفل التلامسات يوصل التيار إلى الموصل المغناطيسى R، الذى يقفل التلامسات R لعكس توصيلات العضو الساكن. وبهذا يتم انشاء عزم معاكس لعزم الحمل وينتج عن هذا تناقص سريع فى الاستخدام. وأخيراً، عندما تصل سرعة المحرك إلى قيمة منخفضة جداً فان مفتاح الفرملة يفتح ويفصل التيار عن الملف R وهذا يسبب سقوط الملف R ويفتح التلامسات R تبعاً لذلك.

* أساس عمل هذه الفرملة يعتمد على حقيقة أن إتجاه دوران المحرك يحدد بواسطة دوران المجال وفى نفس اتجاهه. فلو تم عكس اتجاه دوران المجال يتم عكس دوران المحرك بالتالى.



شكل رقم (٥-١٠)

رسم الدائرة الكهربية لبدء وإيقاف المحرك عن طريق الفرملة بعكس اتجاه الدوران

اختيار تتابع تقويم المحركات:

يتم حساب التيار المسحوب فى عملية بدء المحركات حسب أحجامها ثم عمل ترتيب زمنى لعمليات التقويم بحيث لايتم سحب تيار كبير من الشبكة إلا فى أقل مدة ممكنة.

مثـــــــــــــــــــــــال:

مطلوب تحديد أحسن طريقة لتقويم:

١- محرك قدره ٣٠٠ حصان وآخر قدرة ١٠ حصان بالمواصفات التالية:

المحرك قدره ٣٠٠ حصان: تيار البدء ٣٠٠٠ أمبير لمدة ٩ ثوان

تيار التشغيل ٣٠٠ أمبير

المحرك قدره ١٠ حصان: تيار البدء ٣٠٠ أمبير لمدة ٢ ثانية

تيار التشغيل ٣٠ أمبير

الحـــــــــــــــــــــل:

أ. تقويم المحرك ١٠ ح أولاً ثم المحرك ٣٠٠ ح

المحرك ١٠ ح: يسحب ٣٠٠ أمبير لمدة ٢ ثانية ثم ٣٠ أمبير

المحرك ٣٠٠ ح: يسحب ٣٠٠٠ أمبير لمدة ٩ ثوان ثم ٣٠٠ أمبير

ب- تقويم المحرك ٣٠٠ ح أولاً ثم المحرك ١٠ح.

المحرك ٣٠٠ ح يسحب ٣٠٠٠ أمبير لمدة ٩ ثوان ثم ٣٠٠ أمبير

المحرك ١٠ ح يسحب ٣٠٠ أمبير لمدة ٢ ثانية ثم بعد ذلك ٣٠ أمبير

بالمقارنة بين أ، ب نجد أن فى الحالة أ أقصى تيار يتم سحبه من الشبكة ٣٠٣٠ أمبير لمدة ٩ ثوان.

أما فى الحالة ب فإن أقصى تيار يتم سحبه من الشبكة ٦٠٠ امبير لمدة ٢ ثانية.

وبالتالى فإن الطريقة (ب) تعتبر افضل من الطريقة (أ) فى تتابع تقويم المحركات.

دوائر التحكم وحماية المحركات الكهربية

الفصل السادس

دوائر التحكم وحماية المحركات الكهربية

مقـــــدمـــــــة لحماية المحرك والخط من تعدى الحمل سواء كان وقتياً أو مستمراً، يمكن أن يزود جهاز البدء أو المحرك أو كلاهما بجهاز يعمل على فصل المحرك آلياً عن مصدر القدرة عند زيادة الحمل لأنه إذا مر تيار كبير جداً لمدة طويلة فقد يلحق الضرر بالمحرك (زيادة التيار تؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة التى تؤدى بدورها إلى تلف العزل ثم حدوث قصر). ويمكن توفير هذه الحماية عن طريق استخدام:

١. المصهرات (Fuses).

٢. المرحلات (ريليهات زيادة الحمل) "Overload, or over current relays"

المصهرات توضع المصهرات عموماً فى دائرة الخط الذى يغذى المحركات الكهربائيـــة لحماية الدائرة من القصر أساساً ومن تعدى أو زيـــادة الحمـــل فـــى بعـــض الحالات.

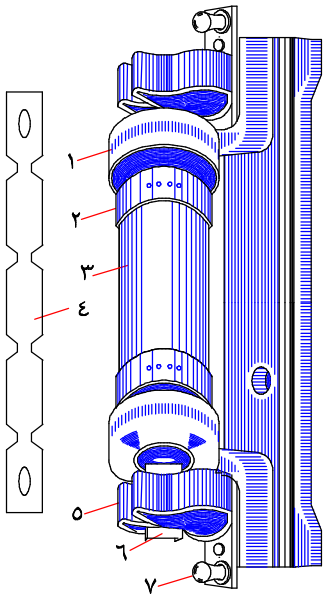
يقوم عمل المصهرات على أساس التأثير الحرارى للتيار الكهربائى، ومن المعروف أن كل تيار يمر فى موصل ينتج عنه حرارة.

ففى حالات التشغيل المعتادة عندما لا يزيد تيار الحمل عن تيار المصهر المعتاد (المقنن) فإن الحرارة الناتجة عن مرور التيار فى عنصر المصهر تشع مباشرة فى الجو المحيط. وعندما يصل التيار إلى قيمة خطيرة لا يمكن للحرارة الناتجة أن تشع بسرعة كافية مما يؤدى إلى انصهار عنصر المصهر

وبالتالى تفتح الدائرة، وكلما كان التيار كبيراً كلما كان انصهار المصهر أسرع.

ويوضح الشكل رقم (٦-١) الأجزاء الرئيسية للمصهر.

١- أغطية معدنية لتثبيت شريحة المصهر داخل العبوة (الجسم)
٢- حلقة من النحاس الأصفر.
٣- انبوبة العبوة (جسم المصهر).
٤- شريحة (سلك) المصهر.
٥- كليبسات تلامس.
٦- ريش طرفية تثبت بها شريحة المصهر.
٧- مسامير الأطراف.



شكل رقم (٦-١)
المصـــــهـــــــر

وحتى يتم اختيار المصهر اختياراً سليماً مناسباً للدائرة التى سيستخدم فيها، هناك عدة متطلبات يجب مراعاتها:

١. أن يكون الجهد المبين على المصهر مساوياً لجهد الدائرة المستخدم فيها المصهر.
٢. أن يكون أقصى تيار للقطع (ك. ف. أ.) مساوياً أو أكبر من تيار القطع للدائرة.

٣. أن يكون التيار المعتاد (المقنن) للمصهر أكبر من تيار الدائرة بدرجة كافية حتى لا ينصهر المصهر عند استمرار مرور تيار الحمل أو يكون هناك تيار زيادة الحمل لمدة قصيرة.
٤. بالنسبة للمحركات التى تعمل على جهد ٣٨٠ فولت أو ٥٠٠ فولت يجب أن ينصهر المصهر فى خلال ٠,١٥ - ٠,٢ من الثانية ذلك لأن المحركات التى تعمل على هذين الجهدين تشغل عن طريق موصل (Conductor) يكون متصلاً على التوالى مع المصهر وتلامسات هذا الموصل غير مصممة على تحمل تيارات قصر الدائرة. وهذا الموصل غير مزود بأى نوع من الحمايات.

ويوضح الجدول رقم (٦-١) شدة التيار للمحركات والمصهر المناسب لكل منها

جدول رقم (٦-١)
شدة التيار للمحركات الكهربية وتيار المصهر

قدرة المحرك		شدة التيار «أمبير»		تيار المصهر «أمبير»			
ك. وات	حصان	وجه واحد	٣ أوجه	تقويم عادى		تقويم ستار دلتا	
		٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف
٠,١٢٥	٠,١٧	٠,٧	٠,٤٠	٢	٢	-	-
٠,١٨٠	٠,٢٥	١,٠	٠,٥٥	٤	٢	-	-
٠,٢٥٠	٠,٣١	١,٤	٠,٧٤	٤	٢	-	-
٠,٣٧٠	٠,٥٠	٢,٠	١,٠٥	٤	٢	-	-
٠,٥٥٠	٠,٧٥	٢,٨	١,٤٨	٤	٢	٤	٢
٠,٨٠٠	١,٠٠	٣,٥	٢,١٠	٦	٤	٤	٤
١,١٠٠	١,٥٠	٤,٣	٢,٥٠	٦	٤	٦	٤
١,٥٠٠	٢,٠٠	٥,٧	٣,٣٠	١٠	٦	٦	٦
٢,٢٠٠	٣,٠٠	٨,١	٤,٧٠	١٥	١٠	١٠	٦
٣,٠٠٠	٤,١٠	١١,٠	٦,٢٠	٢٠	١٠	١٥	١٠

" تابع" جدول رقم (٦ - ١)
شدة التيار للمحركات الكهربية وتيار المصهر

قدرة المحرك		شدة التيار «أمبير»		تيار المصهر «أمبير»			
ك. وات	حصان	وجه واحد	٣ أوجه	تقويم عادى		تقويم ستار دلتا	
		٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف
٤,٠٠٠	٥,٤٠	١٤,٥	٨,٣٠	٢٥	١٥	٢٠	١٠
٥,٥٠٠	٧,٥٠	١٩,٠	١١,٠٠	٣٥	٢٥	٢٥	١٥
٧,٥٠٠	١٠,١٠	٢٦,٠	١٥,٠٠	٣٥	٢٥	٣٥	١٥
١١,٠٠٠	١٥,٠٠	٣٨,٠	٢٢,٠٠	٦٠	٥٠	٥٠	٢٠
١٥,٠٠٠	٢٠,٠٠	٥٢,٠	٣٠,٠٠	٨٠	٦٠	٦٠	٢٥
٢٢,٠٠٠	٣٠,٠٠	٧٥,٠	٤٣,٠٠	١٠٠	٦٠	٨٠	٣٥
٣٠,٠٠٠	٤٠,٠٠	١٠٠,٠	٥٨,٠٠	١٠٠	٨٠	١٠٠	٥٠
٤٨,٠٠٠	٥٥,٠٠	١٣٥,٠	٧٧,٠٠	١٦٠	١٠٠	١٦٠	٦٠
٥٠,٠٠٠	٦٨,٠٠	١٧٠,٠	٩٥,٠٠	.٢٠٠	١٠٠	٢٠٠	٨٠
٦٢,٠٠٠	٨٦,٠٠	٢١٠,٠	١٢٠,٠٠	٢٢٥	١٢٥	٢٢٥	١٠٠
٨٠,٠٠٠	١٠٩,٠٠	٢٦٠,٠	١٥٠,٠٠	٣٠٠	١٦٠	٣٠٠	١٢٥
١٠٠,٠٠٠	١٣٦,٠٠	٣٢٠,٠	١٨٥,٠٠	٣٥٠	٢٠٠	٣٥٠	٢٠٠

مرحلات تعدى (زيادة) الحمل

يوجد نوعان من مرحلات تعدى (زيادة) الحمل:

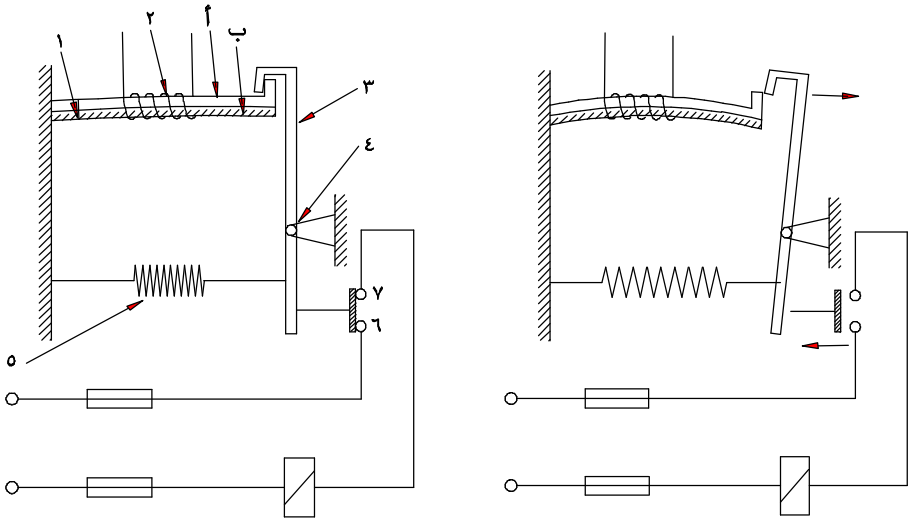
١. مرحلات حرارية.

٢. مرحلات مغناطيسية.

المرحل الحرارى

العنصر الأساسى فى المرحل الحرارى Thermal overload relay عبارة عن لوح من معدنين مزدوجين (١) شكل (٦-٢) مصنوع من معدنين مختلفين. عندما يمر التيار فى عنصر التسخين (٢) فإن ارتفاع الحرارة يتسبب فى تمدد المعدن المزدوج، ولكن المعادن المختلفة تتمدد بكميات مختلفة لكل درجة من درجات الحرارة. وقد تم الاستفادة بهذه الطريقة على أساس اختيار المعدن (ب) بحيث يزيد فى الطول (يتمدد) أكثر من المعدن (أ)، وهذا يجعل اللوح

ينثنى فى أتجاه المعدن (أ) وبالتالى يفك تعشيقة السقاطة (٣) التى تدور حول المفصلة (٤) بفعل السوستة (٥) وينتج عن هذا فتح التلامسان (٦)، (٧) ليقطع تيار التحكم عن دائرة الملف المغناطيسى للبادئ فتفتح التلامسات الرئيسية ويفصل المحرك من خط التغذية.



شكل رقم (٦-٢)

المـــــــــرحـــــل الحـــــــــــرارى

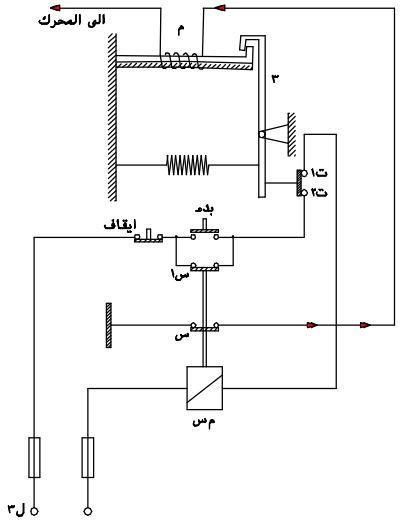
التلامسان (٦) ، (٧) يكونان مقفولان عادة Normally closed (N.C.) فى حالة الموصل المغناطيسى Magnetic contactor كما هو مبين فى الشكل السابق، أما فى حالة القاطع الهوائى Air circuit breaker فيكون التلامسان ٦، ٧ مفتوحان عادة Normally opened (N.O.) وعلى ذلك عند زيادة تيار الحمل يغلق التلامسان ويصل تيار التحكم إلى ملف الفصل Tripping coil ليفصل القاطع الهوائى.

طريقة عمل المرحل الحرارى:

عند الضغط على زر التشغيل (البدء) شكل رقم (٦-٣) يصل التيار من ل ٣ خلال مفتاح البدء إلى الملف م س من خلال تلامسات المرحل ت١، ت٢ المقفولان عادة فيتمغنط الملف م س وبالتالى يقفل التلامسات الرئيسية س كما

يقفل التلامس الإضافى س١ ليستمر مرور تيار التحكم من خلاله إلى الملف م س وذلك بعد زوال الضغط من على زرار البدء.

فى حالة زيادة تيار الحمل الذى يمر خلال عنصر التسخين م يتمدد لوح المعدن المزدوج نتيجة إرتفاع الحرارة ويؤدى إلى تسييب السقاطة (٣) وفتح التلامسان ت١ ، ت٢ وينقطع التيار عن الملف م س وتفتح التلامسات الرئيسية س ، الفرعية س١ ونتيجة لذلك يفصل المحرك من الخط.



شكل رقم (٦-٣)

طريقة عمل المرحل الحرارى

المـــــرحـــــل الكهرومغناطيسى

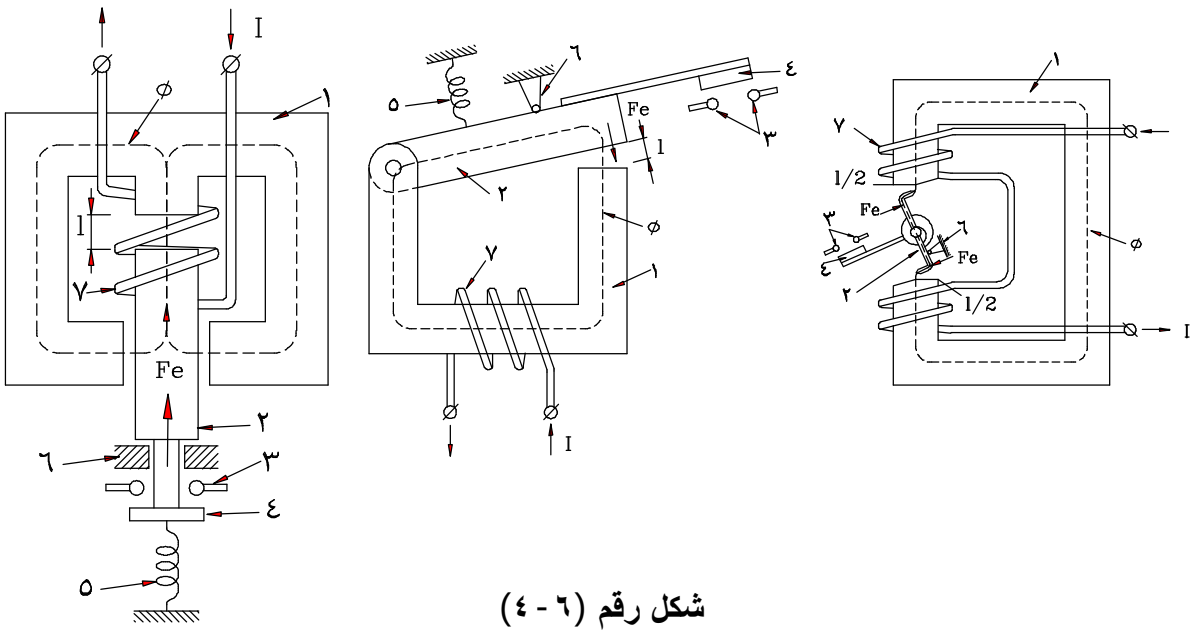
يوجد ثلاث أنواع رئيسية من المرحلات الكهرومغناطيسية :

١. الغاطس Plunger
٢. الذراع المفصلى Hinged armature
٣. الذراع الدوار Rotating armature

ويوضح الشكل رقم (٦-٤) المرحل المغناطيسى بأنواعه الثلاث

كل هذه الأنواع تؤدى نفس الغرض وتتكون من:

قلب مغناطيسى (١) يثبت عليه ملف (٧) وذراع متحرك (٢)، تلامسات ثابتة (٣)، تلامسات متحركة (٤)، سوستة تحكم (٥)، مصد (٦) لتثبيت الوضع الابتدائى للذراع.



شكل رقم (٦ - ٤)

الأنواع المختلفة للمرحل الكهرومغناطيسى

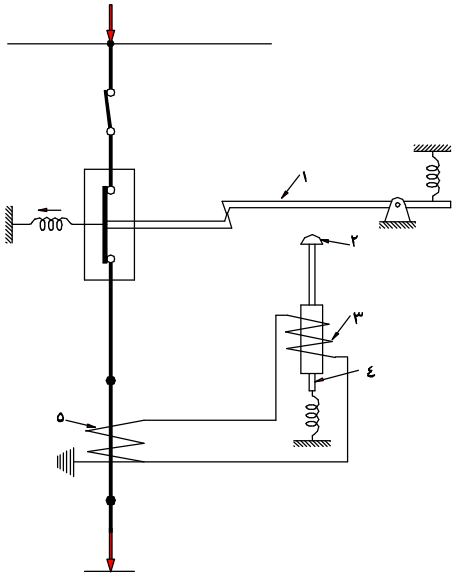
عند مرور التيار I خلال الملف (٧) يتكون مجال مغناطيسى (ϕ) ويكمل دائرته خلال القلب (١)، الذراع (٢) والثغرة الهوائية (j) وهذا ينشئ قوة جذب مغناطيسية (Fe).

عندما يكون المرحل يعمل ويقفل التلامسات فإنه من الضرورى أن يكون التيار المار بالملف بقيمة كافية لإنتاج مجال مغناطيسى كاف لعمل قوة جذب Fe كبيرة تكفى التغلب على قوة الشد لسوستة التحكم (٥) فتجذب الذراع (٢) وتقفل التلامسات الثابتة (٣) عن طريق التلامسات المتحركة (٤).

طريقة عمل المرحل الكهرومغناطيسى:

أ. الطريقة المباشرة:

هذا النوع من المرحلات لا يحتاج إلى قدرة خاصة بالتشغيل (جهد تحكم) ويوضح الشكل رقم (٦-٥) رسم تخطيطى لمرحل كهرومغناطيسى لزيادة الحمل يعمل بالطريقة المباشرة، يوصل ملف المرحل (٣) بالملف الثانوى لمحول التيار (٥) بمجرد أن يرتفع التيار السارى فى ملف المرحل إلى القيمة المضبوطة على المرحل، تجذب الذراع (٤) مسببة الدقاق (٢) ليخبط السقاطة (١) وبالتالى يفصل الدائرة ويفتح قاطع الدائرة.



شكل رقم (٦-٥)

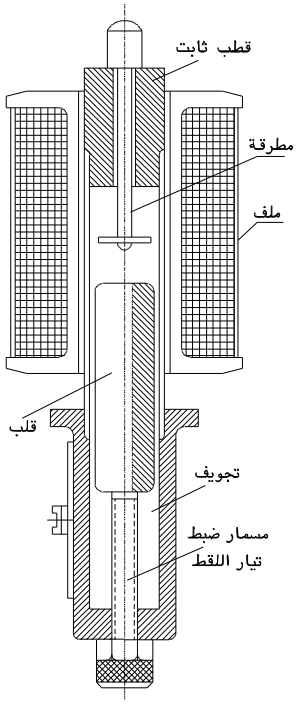
رسم تخطيطى لمرحل كهرومغناطيسى لزيادة الحمل يعمل بالطريقة المباشرة

ب. الطريقة غير المباشرة:

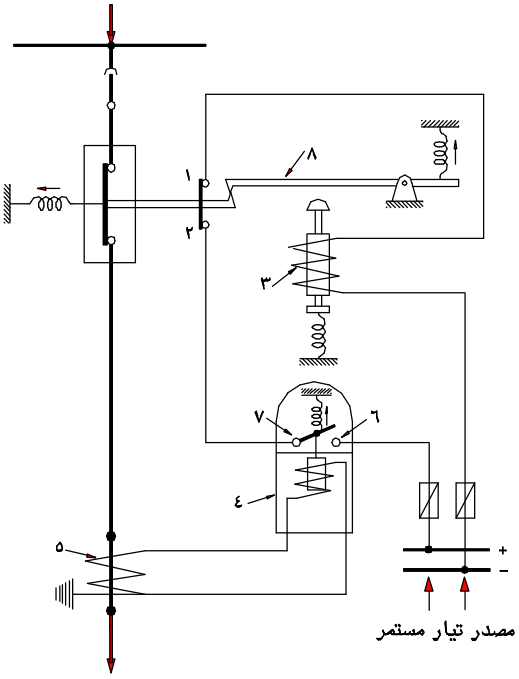
ويبين الشكل رقم (٦-٦) توصيلات الطريقة غير المباشرة لفصل الدائرة عند حدوث تعدى للحمل باستخدام مرحل وسيط يستخدم الجهد المستمر كجهد تشغيل أو تحكم. يوصل ملف المرحل (٤) بالملف الثانوى لمحول التيار (٥). عند وصول التيار المار فى الملف إلى قيمة محددة يقفل تلامسات المرحل ٦،

٧ (المفتوحة عادة) وبالتالى يقوم ملف الفصل بتخليص السقاطة (٨) من ذراع القاطع فتفصل الدائرة ويفتح القاطع.

بينما يبين الشكل رقم (٦-٧) ريلاى كهرومغناطيسى بمسمار لضبط تيار اللقط.



شكل رقم (٦-٧)
ريلاى كهرومغناطيسى بمسمار لضبط تيار اللقط



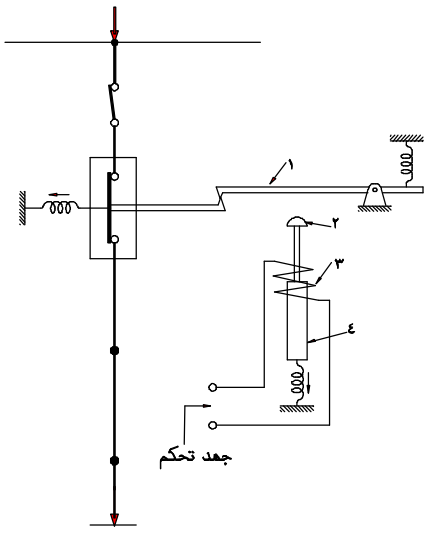
شكل رقم (٦-٦)
توصيلات الطريقة غير المباشرة لفصل الدائرة عند حدوث تعدى للحمل باستخدام مرحل وسيط يستخدم الجهد المستمر كجهد تشغيل أو تحكم

ملف هبوط الجهد

يستخدم هذا الملف فى فصل المحرك عن مصدر القدرة فى حالة هبوط الجهد عن قيمة معينة أو سقوطه نهائياً من الشبكة. وذلك بسبب أن بدء المحركات يحتاج إلى بعض التجهيزات قبل إعادة التشغيل فلو حدث هبوط فى الجهد أو سقط الجهد كله ثم عاد فجأة، فبدون هذا النوع من الحماية ستبدأ المحركات فى الدوران مباشرة بمجرد عودة الجهد مما ينتج عنه أضرار بالغة بالمحرك والآلة التى يديرها.

ويبين الشكل رقم (٦-٨) ملف هبوط الجهد.

ويتكون الجهاز من ملف (٣) وذراع (١) ومطرقة (٢). يوصل الملف (٣) بالملف الثانوى لمحول جهد. وطالما أن الجهد فى فى حدود القيمة المعنية يحتفظ الملف بالمطرقة (٢) بعيدة عن السقاطة (١). وبالتالى يمكن قفل الدائرة فى أى وقت. عندما يحدث هبوط فى الجهد إلى قيمة معينة (١٠ % من القيمة المقننة مثلاً) فإن الملف (٣) يفقد مغناطيسيته، ويؤدى ذلك إلى عدم إحتفاظه بالمطرقة وتقوم الأخيرة بفصل تعشيقة السقاطة (١) وبذلك يفصل القاطع. وتستمر السقاطة مرفوعة عن الوضع المعتاد لها إلى أن يصل الجهد إلى قيمته المقننة فتجذب المطرقة إلى الملف وتعود السقاطة إلى وضعها حيث يمكن تعشيقها مع ذراع القاطع.



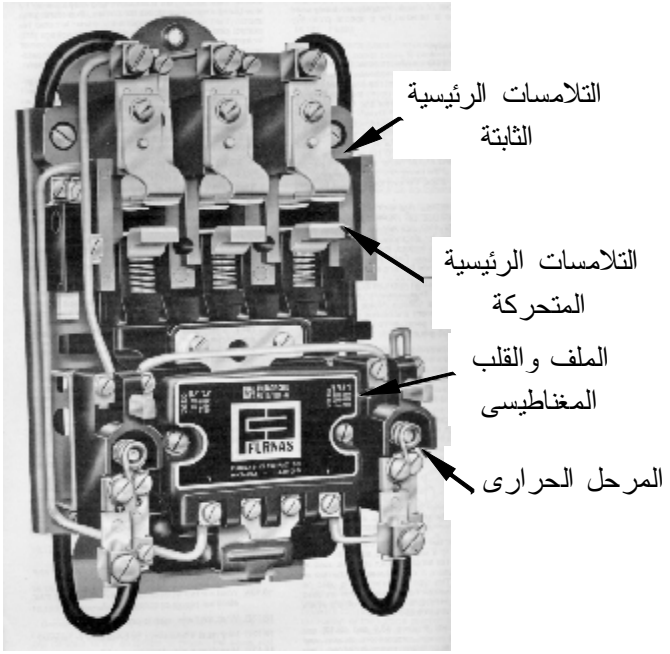
شكل رقم (٦-٨)
ملف هبوط الجهد

المفاتيح الكهرومغناطيسية

مفاتيح التوصيل الكهرومغناطيسية (الموصلات الكهرومغناطيسية) هى أكثر المفاتيح استعمالاً لتوصيل القدرة الكهربائية إلى المحركات وتعرف بـ Magnetic contactors. ويعمل المفتاح الكهرومغناطيسى بفعل الكهرومغناطيسية المنتجة.

ويوضح الشكل رقم (٦-٩) المفتاح المغناطيسى. حيث يتكون من :

١. الملف والقلب المغناطيسى.
٢. مجموعة تلامسات ثابتة ومتحركة (رئيسية) لتوصيل القدرة الكهربائية على المحرك.
٣. مجموعة تلامسات إضافية (لدوائر التحكم).
٤. مرحل حرارى لتعدى الحمل بالتلامسات الخاصة به.
٥. زراير ضاغطة للبدء والإيقاف.



شكل رقم (٦-٩)
المفتاح المغناطيسى

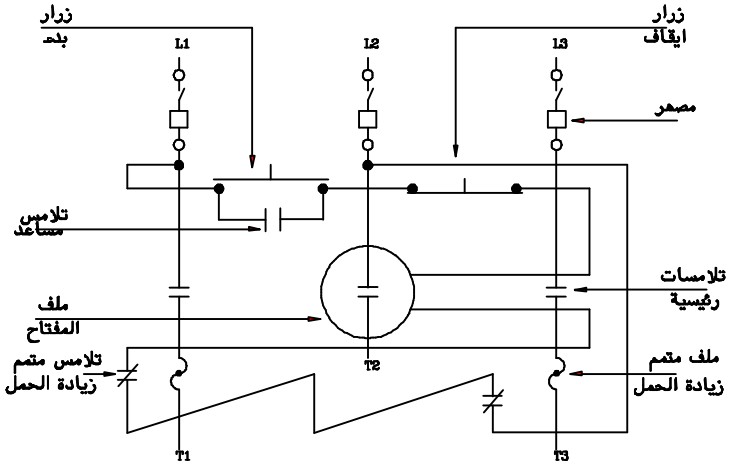
طريقة التشغيل:

يوضح الشكل رقم (٦-١٠) طريقة تشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى.

عند الضغط على زرار البدء يمر تيار التحكم إلى ملف المفتاح من خلال زرار الإيقاف وتلامسات المرحل الحرارى (المقفولة عادة) فتقفل التلامسات الرئيسية، وبذلك يتم توصيل المحرك بمصدر القدرة. فى نفس الوقت يقفل

التلامس المساعد ليعمل على الاحتفاظ بمرور تيار التحكم إلى الملف طوال عملية التشغيل بعد رفع الضغط عن أزرار البدء.

فى حالة زيادة التيار نتيجة تعدى الحمل فإن تلامسات المرحل تفتح نتيجة تمدد المعدن المزدوج وبذلك ينقطع مرور تيار التحكم إلى الملف فتفتح التلامسات الرئيسية والتلامس المساعد ويفصل المحرك عن مصدر القدرة.



شكل رقم (٦-١٠)

طريقة تشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى

أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها يوضح الجدول رقم (٦-٢) أعطال دوائر التحكم والأسباب المحتملة لهذه الأعطال وكيفية العلاج.

جدول رقم (٦-٢)

أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها

العطل	السبب المحتمل	الإصلاح
أ. الأعطال الكهربائية:		
اصطكاك التلامسات	١.كسر حزام القطب المغناطيسى*	١.يتم استبداله.
	٢.تلامس ضعيف فى دائرة التحكم	٢.حسن التلامس أو استخدم ماسك لإعاقة الدائرة
	٣.جهد منخفض	٣.صحح حالة الجهد - راجع سقوط الجهد اللحظى
تلاحم أو تجمد	١. اندفاع غير عادى للتيار	١. استخدم موصل مغناطيسى أكبر، راجع التماس الأرضى، قصر الدائرة، الحمل الزائد للمحرك
	٢.بدء وإيقاف متكرر	٢.ركب جهاز يتحمل معدلات أكبر للبدء والإيقاف أو قلل من عمليات البدء والإيقاف المتكررة
	٣.ضغط غير كاف للتلامس	٣.استبدل سوستة التلامس، راجع حامل التلامس من حيث تلفه
	٤.وضع التلامس غير صحيح	٤.راجع سقوط الجهد أثناء البدء
	٥.أشياء غريبة تمنع المغناطيس من الاستقرار فى وضعه	٥.نظف التلامسات
	٦.قصر دائرة	٦.عالج سبب القصر، راجع المصهر أو القاطع من حيث مناسبتهما للعمل

* حزام القطب = قضيب من النحاس يحيط برقائق القلب الحديد داخل ملف الموصل المغناطيسى.

" تابع" جدول رقم (٦ - ٢)
أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها

العطل	السبب المحتمل	الإصلاح
قصر عمر التلامسات أو سخونة التلامسات	١.محاذاة التلامسات غير سليمة أو المسافة بينهما بعيدة أو تلامسات تالفة ٢.تيارات عالية جداً ٣.بدء المحرك وتوقفه بصورة متكررة ٤.ضغط التلامس ضعيف ٥.تلامسات متسخة ٦.توصيلات مفككة	١.لا تبرد طبقة الفضة الموجودة بالتلامسات، النقط الخشنة أو تغيير اللون لا يضر التلامسات ٢.ركب جهاز أكبر، راجع التماس الأرضى، القصورات، التيار الزائد ٣.حذر المشغل من تكرار البدء والتوقف ٤.اضبط السوستة أو استبدلها ٥.نظف التلامسات بمنظف مناسب ٦.راجع الأطراف واربطها جيداً
ارتفاع حرارة الملف	١. قد لا يكون ملف البدء تحرك من موضعه ٧.زيادة الحمل لا تترك المحرك يصل إلى سرعته الأدنى ٨.زيادة الجهد أو ارتفاع درجة الحرارة المحيطة ٩.ملف غير مناسب ١٠.لفائف مقصورة بتلفيات ميكانيكية أو صدأ ١١.جهد أقل وفشل الإحكام المغناطيسى ١٢.اتساخات أو صدأ على أسطح الأقطاب يزيد من الثغرة الهوائية	١. اصلح الملف ٢.تخلص من زيادة الحمل ٣.راجع الدائرة والاستخدام ٤.راجع القيم المقننة، إذا كان الملف غير مناسب استبدله بآخر ٥.استبدل الملف ٦.صحح نظام الجهد ٧.نظف اسطح الأقطاب

"تابع" جدول رقم (٦-٢)
أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها

العطل	السبب المحتمل	الإصلاح
مرحل زيادة الحمل	١.زيادة الحمل مستمرة ٢.توصيلات مفككة بأحد أو كل أسلاك الحمل	١.راجع التماس الأرضى، القصورات، تيار المحرك الزائد، زيادة حمل ميكانيكى. ٢.راجع، نظف الأطراف واربطها بإحكام.
اخفاق فى فصل مرحل زيادة الحمل	١. انثناء ميكانيكى / اتساخ أو صدأ ٢. مرحل زيادة الحمل مضبوط على قيمة أكبر من القيمة المقننة ٢. السلك الحرارى غير مناسب أو تم عمل كوبرى عليه	١. نظف التلامسات أو استبدل المرحل. ٢. اضبط المرحل على المعدل المناسب. ٣. راجع السلك الحرارى - لا تلغى السلك الحرارى بعمل كوبرى - ركب سلك حرارى مناسب.
أعطال الأجزاء الميكانيكية والمغناطيسية		
مغناطيس ذو ضوضاء	١.كسر الملف المظلل ٢.اسطح وجه المغناطيس غير لامعة ٣.اتساخ أو صدأ على وجه المغناطيس ٤.جهد منخفض	١.استبدل الملف. ٢.استبدل المغناطيس أو أعد ضبطه. ٣.نظف المغناطيس وأعد ضبطه. ٤.راجع الجهد وسقوط الجهد عند البدء - صحح القيمة.
اخفاق فى اللقط أو عدم إحكام اللقط	١. جهد منخفض ٥.الملف مفتوح أو مقصور ٦.ملف غير مناسب ٧.معوقات ميكانيكية	١.افحص الجهد وراجع قيمته. ٢.استبدل الملف. ٣.استبدل الملف (راجع الرقم ومعدل الجهد). ٤.افصل القدرة، اختبر حرية الحركة للتلامسات ومجموعة المغناطيس وأصلح الأخطاء.

"تابع" جدول رقم (٦-٢)
أعطال دوائر التحكم والتغلب عليها

العطل	السبب المحتمل	الإصلاح
"تابع" أعطال الأجزاء الميكانيكية والمغناطيسية		
إخفاق فى القطع	١. مادة صمغية على القطب ٢. الجهد ما زال على الملف ٣. أجزاء متآكلة أو مصدأة تسبب إنثناء ٤. مغناطيسية متبقية بسبب نقص الثغرة الهوائية فى ممر المغناطيس ٥. تلامسات متلاحمة	١. نظف القطب باستخدام مذيب مناسب. ٢. راجع دائرة الملف. ٣. استبدل الأجزاء أو نظفها. ٤. استبدل أجزاء المغناطيس المتآكلة أو اضبطها إذا أمكن. ٥. استبدل التلامسات.

احتياطـــــــــات الأمـــــان

الفصل السابع

احتياطات الأمان

مقدمـــــــــــــــــــة بصفتك أحد العاملين فى محطة تنقية مياه الشرب أو معالجة مياه الصرف الصحى، فليس مطلوباً منك أن تكون خبيراً فى المعدات الكهربية، ولكن ينبغى أن تعمل وأنت متفهم للكهرباء. وهذا بالطبع يتطلب معرفتك باحتياطات الأمان اللازمة لتشغيل وصيانة المعدات الكهربية حماية لك ولزملائك وللمعدات.

يعتبر العامل والآلات والمواد من المقومات الأساسية للإنتاج ومن أهم الموارد لأى وحدة إنتاجية. لذلك يلزم اتخاذ الاحتياطات والوسائل الكفيلة بمنع وقوع الحوادث أو الإصابات لأى من هذه العناصر الهامة.

والوقاية من الحوادث واجب إنسانى قبل كل شئ، ويهدف الأمان الصناعى إلى تهيئة ظروف عمل آمنة من أى مخاطر أو حوادث للمحافظة على صحة العاملين وسلامتهم ولياقتهم للعمل وكذلك بهدف زيادة الإنتاج ورفع مستواه.

والحوادث والإصابات تمثل خسائر يمكن تلافيها لما تضيفة من أعباء على تكلفة الإنتاج علاوة على الإصابات أو الإضرار بصحة العاملين التى قد يتبعها بعض حالات العجز أو الوفاة.

ومن الأهمية اقتناع العاملين بأن الحوادث ليست حتمية الوقوع، فهى كأى ظاهرة فى عالمنا لها مسبباتها لذلك يجب دراسة الحوادث ومعدلات وقوعها

واستنتاج الأسباب الرئيسية لها وحصر الخسائر الناجمة عنها وعمل تقارير بها واقتراح الحلول لتلافيها ورفع هذه التقارير إلى اللجان المختصة.

كما ينبغى اقناع العاملين أنفسهم بضرورة اتباع إجراءات الأمان والتى هى أولاً وأخيراً لصالحهم ولا يتأتى هذا إلا بالتوعية المستمرة وبرامج التدريب الفعالة.

والوقاية من حوادث الآلات والمعدات تتوقف إلى حد بعيد على عدة عوامل:

- مدى مراعاة التعليمات والإرشادات المتعلقة باستخدام جميع هذه المعدات.
- تحديد أسلوب للعمل يشتمل على خطة لمنع الحوادث والإصابات.

تعليمـــات عامـــــة لاستخدام المعدات

فيما يلى عرض لبعض تعليمات وإرشادات استخدام المعدات:

١. فى أثناء رفع (فك) وتجميع المعدات والآلات وأجزائها ومجموعات الإدارة والحركة بالاستعانة بوسائل النقل والرفع (الأوناش) يجب ربط الأجزاء جيداً بالأوناش أو بخطاطيفها أو بالوسائل المستخدمة لهذا الغرض. واتباع تعليمات وإرشادات التشغيل فيما يتعلق بالأبعاد والأوزان والطرق الخاصة بالتعليق

٢. الصيانة بأنواعها والإصلاح تحقق التشغيل الآمن للماكينات والآلات.

٣. بعد إجراء عمليات الصيانة أو الإصلاح للطلمبات أو المحركات يجب تثبيتها جيداً على قواعدها لمنع تحركها أو تأرجحها حتى لا تحدث أى تغيرات غير مرغوبة فى أوضاعها أو أماكنها.

٤. يجب عدم رفع الغطاء الواقى أو الساتر الخاص بالآلة إلا بعد إيقافها منعاً للإقتراب من مواطن الخطر (غطاء الكوبلنج).

٥. الترتيب الصحيح لوسائل التحكم فى الآلة وتمييزها وتشغيلها يساعد علىالوقاية من الحوادث. فقد يصعب الاستدلال على مفتاح الطوارئ الكهربائى نتيجة لعدم كفاية العلامات الدالة عليه. أو أن هناك عائقاً لتشغيل مفتاح قاطع الدائرة الكهربية. أو أن عناصر الدائرة الكهربية أو الأجزاء المتحكمة فيها فشلت فى أداء وظيفتها نتيجة لتعطلها بسبب الإهمال فى اتباع التعليمات والإرشادات الخاصة بها.

٦. يجب أن تكون علامات بدء الحركة والإيقاف والتحكم واضحة ويمكن رؤيتها وتمييزها بسهولة فى أى وقت، كما يسهل الوصول إليها. ويجب عدم السماح بتعطيل وسائل التحكم والاهتمام بتثقيف العمال فى المجالات المتعلقة بالأمان.

٧. الملابس المناسبة للعمل تلعب دوراً هاماً فى الوقاية من الحوادث. فيجب أن تكون نظيفة وملائمة للعمل وخالية من الأطراف السائبة كما يجب ضم الأكمام بأزرار عند الأساور أو تقصيرها لتنتهى فوق المرفق.

٨. يجب التأكد من سلامة المعابر أو السقالات وما شابهها فى حالة استخدامها فى أعمال الصيانة، كما يجب تثبيتها وتسويرها مع التأكد من توافر وسائل حماية مستخدميها من التزحلق أو الإتيان بحركة لا إرادية.

٩. يجب مراعاة أن الحوادث تتسبب بلا مبرر فى فقد الوقت والمواد فضلاً عن القصور فى العمالة نتيجة للإصابات.

١٠. يجب عدم تشغيل الآلات والمعدات بعد الإصلاح بدون إجراء الاختبارات اللازمة للتأكد من تمام وجودة الإصلاح.

١١. يجب أن يقوم بالصيانة والإصلاح العمال المختصون والموثوق فى كفاءتهم.

١٢. يجب فصل مصدر القوى المحركة عن الآلة الجارى صيانتها أو إصلاحها. وأيضاً تأمين عدم تشغيل مفتاح التوصيل للجزء الجارى إصلاحه ونزع الفيوزات، كما يجب تركيب لوحات تحذير متفق عليها ويمكن رؤيتها بوضوح لحظر تشغيل الآلات المعيبة أثناء إصلاحها أو صيانتها ولا يتم رفع هذا الحظر إلا بمعرفة المسئول عن الصيانة.

١٣. يجب وضع المعدات الكهربية بطريقة توفر الأمان عند التشغيل والفحص والصيانة. كما يجب أن تكون مصممة بحيث تلائم الظروف والجو التى ستعمل فيه ويتم وقايتها وحمايتها من الأضرار الخارجية بطريقة مناسبة.

١٤. كما يجب توفير الحماية ضد القصر وزيادة الحمل لكل معدة كهربية وذلك بتركيب المصهرات أو أجهزة الفصل المناسبة فى دوائر إمداد الطاقة لهذه المعدات.

١٥. يجب إعطاء العناية الخاصة بأن تكون الأسلاك أو الكابلات التى توصل المعدة بمصدر الطاقة ذات مقطع وحجم مناسب للقيم المقننة ويتم تركيبها طبقاً للأصول الفنية. وغير مسموح بترك صناديق الأطراف (Terminal boxes) أو أجهزة بدء الحركة أو أجهزة الحماية بدون أغطية حيث أن الأجزاء الحاملة للتيار تمثل خطورة كبيرة كما يؤدى ذلك إلى تجميع الأتربة والترسيبات عليها مما يؤدى إلى تكوين مسارات يتسرب خلالها التيار ويكون من شأنها أن تتسبب فى صدمات كهربية وقصر فى الدوائر أو خطأ التوصيل بالأرضى.

١٦. جميع الأسلاك الموصلة من مصدر الطاقة إلى المعدة يجب أن تمر مباشرة إلى صندوق التوصيل ويجب عدم ترك أى جزء بدون حماية.

١٧. جميع الهياكل المعدنية والحاويات الخاصة بالمعدات الكهربية وكذلك أجهزة بدء الحركة وأجهزة الحماية يجب أن تكون مؤرضة (موصلة بالأرضى).

١٨. يجب أن تحاط الأجزاء الدوارة (مثل المراوح، بروزات الأعمدة، الكوبلنج) بواقيات ثابتة.

احتياطات هامة لضمان الأمان والسلامة

سنتناول فيما يلى بعض الاحتياطات الهامة لضمان أمان وسلامة العاملين وتشمل:

١- التأريض
٢- احتياطات تتعلق بالعدد والآلات.
٣- احتياطات خاصة بالنقل والفك والفحص.
٤- اللوحات الإرشادية والإعلانات.
٥- مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها.

التأريض

توصيل أجسام المعدات الكهربية بالأرضى من أهم وسائل الأمان والوقاية من الصدمات الكهربية التى تعمل عادة بدون أى جهد.

ويتم هذا عن طريق نظام خاص بالأرضى أو أقطاب مدفونة فى التربة أو تتلامس معها مباشرة. وهذا النظام يتطلب مداومة التأكد من ملامسة الأقطاب للتربة واختباره دورياً والتأكد من سلامته.

احتياطات تتعلق بالعدد والآلات

يجب المحافظة على العدد والأدوات فى حالة مناسبة وآمنة. ويجب استخدام العدد والأدوات بالأحجام والأطوال المناسبة والمقاسات التى تتطلبها المسامير والصواميل بالضبط، واستخدام كل عدة للعمل المخصص لها. ويجب أن تكون العدد والأدوات المستخدمة فى الأعمال الكهربية ذات مقابض

أو أيادى معزولة. كما يجب فحص واختبار قوة تحمل المادة العازلة بجهد اختبار ٣٠٠٠ فولت كل ستة أشهر.

احتياطات خاصة بالنقل والفك والفحص

١. المعدات حتى ٨٠ كجم يمكن رفعها بواسطة شخصين مع مراعاة خلو الممرات من أى معوقات. أما المعدات التى تزن أكثر من ذلك فيتم تداولها بالأوناش.

٢. يجب فصل الطاقة عن المعدة ورفع المصهرات وتأمين عدم توصيل الطاقة قبل إجراء أى فحص داخلى للمعدة، مراجعة الثغرة الهوائية، والتمركز، وإعادة التشحيم، وضبط الفرش، وقياس مقاومة العزل.

٣. يجب فحص المعدة الكهربية واختبارها قبل إعادتها إلى الخدمة.

٤. عند استخدام مصباح اختبار (Test lamp) يجب ألا يزيد جهد المصباح عن ٣٦ فولت وأن يكون المصباح محاطاً بشبكة معدنية.

٥. التدخين ممنوع أثناء تنظيف أجزاء المعدة بأى سوائل قابلة للاشتعال.

٦. يجب ارتداء القفازات الواقية والملابس المناسبة.

٧. من الضرورى ارتداء الأقنعة الواقية عند نفض الأتربة عن المعدة.

اللوحات الإرشادية والإعلانات

العامل الماهر هو الذى يعلم مكان الخطر فى العملية الصناعية ويتلافاه ومن واجب المشرف الفنى تبصير العامل بمواطن الخطر، وإرشاده إلى كيفية تجنب الخطر أو مواجهته فى حالة حدوثه. واللوحات الإرشادية والإعلانات لها دور فعال لهذا الغرض، حيث تكون فى مواجهة العامل فى وقت العمل وبصفة مستمرة، واختيار الشكل والمضمون لهذه اللوحات هو المقياس لمدى فعاليتها للغرض المصممة من أجله. ويعرض الشكل رقم (٧-١) نماذج للوحات التحذير.

ملحوظة:

قم فى مجموعتك بتحديد المعدات والآلات فى مجال عملك، ابدأ بكتابة تعليمات وإرشادات التشغيل والصيانة الخاصة بكل منها من كتيبات الجهة الصانعة أو الموردة بالطريقة التى يمكن أن ترفق مع الآلة.

مخاطر الكهرباء وكيفية تجنبها

الكهرباء محيطـــــــــة بنـــــا من كل جانب، فالإنسان تعلم كيف يصنع الكهرباء وعرف كيف يجعلها تعمل من اجله فنحصل منها على الضوء والحرارة والحركة، واستطاع ان يختزنها للاستعمال عند الحاجة كما هو الحال فى البطاريات بأنواعها. وبذلك أصبحت الكهرباء جانبا هاما جدا فى حياتنا اليومية. الا ان هناك خطورة عالية تلازم استعمال الكهرباء - فإنها ان لم تستعمل بحذر تصبح مصدرا للحوادث والحرائق والانفجاريات. لذلك يجب إتباع التعليمات والإرشادات الخاصة بالطرق الصحيحة لاستعمال الأجهزة الكهربية أو المعدات والآلات التى تعمل بالكهرباء.

يتوقف الاستخدام الآمن للكهرباء على :

١- مدى سلامة المعدات والأجهزة الكهربية ودرجة جودتها.
٢- الاستخدام الجيد للمعدات الكهربية السليمة.
٣- سلامة التركيبات والتوصيلات المستخدمة فى توصل الكهرباء وفصلها.
٤- كفاءة أعمال الصيانة والإصلاحات.

تتمثل الاخطار الناتجة عن الكهرباء فى حوادث وحرائق وانفجارات.

وبالنسبة للإنسان، فإن الصدمات الكهربية تمثل الخطر الرئيسى الذى يمكن أن ينتج من معدات الطاقة الكهربية. ومن أخطارها ايضا الحروق نتيجة وميض أو شرر كهربائى. وكذلك الاصابات التى تحدث نتيجة سقوط شخص تعرض لصدمة كهربية أحدثت تقلصا بعضلاته وبالتالى فقد توازنة، وايضا المشى فوق الاسلاك الكهربية أو التعثر بها يمثل خطرا آخر.

شكل رقم (٧ - ١)

نمـــاذج لوحـــات التحذيـــر

وفيما يلى شرح لبعض الاخطار الناجمة عن الكهرباء وكيف نتجنب حدوثها فيما يتعلق بالمعدات والآلات والمواد المستخدمة فى محطات المياه والصرف الصحى.

١ - اخطار المعدات اليدوية المحمولة التى تعمل بالكهرباء :

المعدات اليدوية التى تستخدم فى الاماكن الرطبة أو الخزانات المعدنية تعرض العامل لحالات تسهل مرور التيار خلال جسمه خصوصا اذا كان مبللا بالعرق - وتحدث معظم الصدمات الكهربية نتيجة تلف العزل بين الاجزاء الحاملة للتيار والجسم المعدنى للجهاز لان هذا العيب يصعب اكتشافة عن اكتشاف الاسلاك العارية أو الاطراف المقطوعة داخل الجهاز.

ولتجنب المخاطر السابقة - يجب اتباع الارشادات واتخاذ الاحتياطات الاتية:

- لا تعمل بمفردك ولكن يجب ان يكون معك زميل آخر على الاقل اثناء قيامك بأى عمل.
- يحرم بتاتا اختبار مرور الكهرباء باستعمال اليد أو أى موصل بل تستخدم لذلك أجهزة قياس خاصة يمكن بواسطتها معرفة الضغط وشدة التيار والطاقة المستهلكة.
- يجب عمل فحص دورى للمعدات واجراء الصيانة الدورية اللازمة لها.
- يجب الحرص فى تداول المعدات لمنع سقوطها او تقطع اسلاكها.
- التنظيف المستمر يساعد على منع تعرية الاسلاك أو تمزقها وبالتالى منع تواجد الخطر.
- المناضد العازلة (الواح للوقوف عليها) ومشايات المطاط العازلة والقفازات العازلة توفر عوامل أمان اضافية للعامل فى الاماكن الرطبة أو المبللة.
- تأريض المعدات الكهربية المحمولة وسيلة ايجابية لتأمين سلامة العامل فإن كان بالمعدة أى خلل أو قصر فى الدائرة - يمر التيار من الجسم المعدنى للمعدة خلال السلك الارضى ولا يمر خلال جسم العامل.

- هناك قوانين وتشريعات للأمن الصناعى تتطلب استخدام المعدات الكهربية ذات الطرف الارضى والفيش الثلاثية (سلك ثالث ارضى بجانب اسلاك توصيل الكهرباء). وذلك لضمان الا ينسى العامل توصيل الجهاز بالارض.
- يجب استخدام الاسلاك الكهربية الجيدة وفحصها واختبارها قبل الاستخدام.
- لان الاسلاك الموجودة فوق الارض (توصيلات العدد اليدوية) تعرضنا لخطر المشى فوقها أو التعثر بها فيجب تعليقها فوق الممرات فى مناطق العمل أن أمكن.
- تجنب تعليق الاسلاك على المواسير او أى حواف حادة ولا تدعها تتعقد أو تتركها ملقاه على الارض لتمر فوقها المركبات بل يمكن وضع الواح خاصة للعبور والسير فوقها.
- حافظ على التوصيلات من التلامس بالزيت أو الكيماويات او الاسطح الساخنة.
- لا تغطى الاجزاء تالفة العزل من الاسلاك بشريط اللحام بل استبدل الخط أو اقطع الجزء المكشوف وأعد توصيله مستخدما الشريط العازل الواقى.
- استخدم المنظار أو قناع الوجه إن كان هناك خطر من تطاير اجزاء اثناء العمل.
- خزن اسلاك التوصيل فى مكان نظيف جاف - بحيث تكون ملفوفة بطريقة سليمة.
- لا يجب تحت أى ظرف أن يكون مقبض المعدة غير مثبت جيدا حتى لا تهتز المعدة فى يد العامل أثناء استخدامها.
- لا ترتدى ملابس واسعة أو ممزقة عند استعمال المعدات اليدوية.
- يجب أن تكون كل الادوات المستعملة فى الاعمال المتصلة بالكهرباء مثل المفكات والزراديات والمفاتيح ذات مقابض عازلة كما يجب الحرص على الا تقع هذه الادوات على الوصلات الكهربية.

- لا ترتدى سلاسل أو خواتم معدنية أثناء اجراء اعمال الصيانة المرتبطة بالكهرباء.
- لا تستعمل ابدا الكابل لرفع أو انزال المعدة من مكان لاخر.
- لا تدخل أى مسامير أو أجسام أخرى فى فتحات التهوية - لان ذلك يقلل من كفاءة التهوية وبالتالى ترتفع درجة حرارة المعدة مما قد يؤدى إلى تلف العزل.
- استخدام المعدات ذات العزل المزدوج يمثل طريقة أخرى لمنع خطر الصدمات الكهربية.
- نظراً لتعرض الاجهزة الكهربية المتنقلة (المحمولة) احيانا للخدمة الشاقة أو الاستخدام السيئ فقد يتلف السلك العازل ويصبح العزل غير فعال ويسبب وقوع حوادث - لذلك يجب اجراء اختبار الأسلاك العازلة كل ثلاثة إلى ستة شهور والتأكد من سلامتها.

٢ - أخطار لوحـــات التوزيع الكهربية :

تحدث معظـــــــم الحرائـــــق فى لوحـــات التوزيع نتيجة تعطل مفتاح قاطع الدائرة

ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة وقد تسبب صدمات كهربية للعامل اذا تلف العازل الكهربائى حيث تصبح مبايت هذه اللوحات واغلفتها نابضة بالتيار الكهربائى. وفيما يلى بعض الإرشادات لتجنب أخطار لوحات التوزيع الكهربية:

- يجب الا تعرض اللوحات للرطوبة أو الغازات المؤكسدة (المسببة للصدأ).
- يجب أن تزود جميع لوحات التوزيع باضاءة مناسبة من الامام وان تزود اللوحات المحتوية على اجهزة او اجزاء تتطلب ضبطاً أو اصلاحاً أو تغييراً باضاءة من الخلف.

- يجب أن يتم فتح لوحات التوزيع بواسطة الاشخاص المؤهلين لذلك والمسئولين عنها وأن يزودوا بوسائل الحماية الشخصية اللازمة مثل قفاز عازل وحذاء عازل ايضا ومعدات الكشف والاصلاح الخاصة.
- يجب على العامل ان يقف على مادة عازلة ان كان ملامسا لها.
- كل المعدات الكهربية بما فى ذلك لوحات التوزيع يجب توصيل هيكلها بالارض ويجب العمل على أن تكون مقاومة الدائرة الارضية اقل ما يمكن. ويجب صيانة الموصلات الارضية صيانة مستمرة بواسطة عمال مهرة ويجب اجراء اختبارات مستمرة للتاكد من صلاحية مقاومة الوصلات الارضية وكذلك صلاحية الارض الموصلة بها هذه الوصلات بواسطة الاجهزة الخاصة بذلك.
- يجب وضع لوحات وعلامات تحذير دائمة أو مؤقتة للخلايا المحملة بأكثر من ٦٠٠ فولت.
- يجب غلق المساحات المحتوية على جهد عالى وأن تزود بمغلاق يفتح من الداخل بدون مفتاح.
- يجب الاعلان عن الوحدات التى تعمل أوتوماتيكيا بعدم الاقتراب منها حيث أن هذه الوحدات تعمل فجأه وبدون سابق انذار.
- يجب عدم استعمال الجزء الخلفى للوحات التوزيع كمكان للتخزين أو تداول المواد.
- يجب تغطية الجزء الخلفى للوحات التوزيع منعا للاتصال بالأسلاك والموصلات المكشوفة.
- يجب أن تكون التوصيلات والاسلاك والاجزة الكهربية المتصلة باللوحات فى حالة سليمة دائما وأن يوضع تحت كل مفتاح فى لوحة التوزيع اسمه واسم الجهاز أو الماكينة المتصلة به لكى يسهل استعماله.
- يجب وضع أرضيات عازلة أمام وخلف لوحات التوزيع من الخشب الجاف أو الكاوتشوك العازل على الارض لوقاية العاملين عليها من خطر الصدمات الكهربية المفاجئة من تسرب الكهرباء إلى المقابض البارزة على التابلوه نتيجة كسر احد العوازل أو غيره ومنع رش أى

مياه على الارضيات وملاحظة خلو هذه الارضيات من المسامير أو أى مواد موصلة للكهرباء.

- يجب وضع رسم توضيحى للدوائر الكهربية الموصلة لكل جهاز داخل لوحات التوزيع حتى تسهل عملية الصيانة الكهربية للاجهزة وتحدد أماكن العيوب بسرعة وبكل سهولة.
- يجب على العاملين أن يتنبهوا لملاحظة أى أخطار أو اعطال أو تخريب ويبلغوا عنه بأسرع ما يمكن مسئولى محطة القوى واذا حدث اى خطر - يجب ان يظل احد الاشخاص واقفا عند الحاجز الواقى او ايجاد أى وسائل اخرى لمنع الحوادث والاصابات عن الاخرين ويجب عمل تقرير فورى عن الكابلات المعطلة والاسلاك والاخشاب أو اى مخلفات اخرى يمكن ان تكون مصدراً للخطر بحجرة المحولات.
- يجب ان يكون مكان واستعمال طفايات الحريق مألوف لجميع العاملين، طفايات بيكربونات الصودا لا تستعمل بالقرب من الموصلات الحية، استخدم طفايات ثانى اكسيد الكربون او البودرة الجافة. ويجب الا تحتوى الطفايات على مواد موصلة، كما يجب فحصها على فترات للتأكد انها بحالة جيدة.

٣ - أخطار المفاتيح الكهربية :

تستخدم المفاتيح الكهربية للتحكم فى سريان التيار الكهربائى للاجهزة أو الاضاءة، وفيما يلى بعض الإرشادات لتجنب أخطارها:

- يجب ان تكون السكاكين الكهربية موضوعة داخل صندوق ولها رافعة تعمل خارج الصندوق ويوضع بجانبه لوحة تحذير من خطورة استعمالها، حتى لا يتعرض العاملون لخطر نتيجة لمسها او نتيجة للشرر الكهربائى الناتج عن فتح او قفل السكينة وكذلك لتجنب وقوع الحرائق.
- يجب فتح وقفل هذه السكاكين بواسطة عمال اخصائيين مدربين بدرجة عالية على الأعمال الكهربية وعلى فتح هذه السكاكين اثناء القيام باى اصلاحات فى الاجهزة واثناء عملية الصيانة.

٤- أخطار المصهـــرات:

لتجنب أخطار المصهرات يراعى الآتى:

- يجب ان تكون اسلاك التوصيل المستعملة بها مناسبة لمدى احتمال الاجهزة المطلوب حمايتها حتى تنصهر وتعمل على قطع التيار المار بالدائرة عما تتحملة هذه الاجهزة.
- يجب وضع المصهرات داخل صناديق عازلة واقية لها من التقلبات الجوية.
- يجب مراعاة عدم رفع المصهرات والدائرة الكهربية محملة منعا لحدوث الشرر.

٥- الوقاية من الحوادث والحرائق الناجمة عن الكهرباء :

- تحدث الحرائق فى المنشآت الكهربية أساساً من :

أ- سخونة خطوط التيار الكهربائى.

ب- الشرر والاقواس الكهربية.

- وقد تسخن خطوط التيار الكهربائى اذا كانت محملة أكثر من اللازم- كما هو الحال عند توصيل الاحمال بدائرة مصدر كهربائى عالى القدرة - وقد ترتفع درجة حرارتها وتصل إلى درجة حرارة اشتعال المواد المحيطة القابلة للاشتعال.

- واذا كانت اطراف التوصيل فى صناديق التوزيع مثلا او مخارج المحركات او التوصيلات ذات الفيش والبرايز غير مثبتة (سائبة) - فانها تصبح عرضة للارتفاع الشديد فى درجة الحرارة نتيجة لزيادة مقاومة التلامس - ومن المحتمل ايضا أن تصبح هذه التوصيلات عرضة لحدوث شرر قد يتسبب فى رفع درجة حرارة الموصلات إلى درجة حرارة اشتعال المواد المحيطة القابلة للاشتعال. وهذه الظاهرة قد تتسبب فى حدوث احتراق وتدخين بغير لهب.

- والتسرب الارضى نتيجة لتلف العازل الخاص بالموصل - قد يتسبب كذلك فى نشوب الحرائق وفى الغالب يكون لموضع التسرب الارضى مقاومة ملامسة عالية تؤدى إلى تحويل الطاقة الكهربية إلى حرارة وبالتالى فإنها تتسبب فى احتراق المواد وتدخينها بدون لهب.

والعيوب السابق ذكرها - مثل السخونة الزائدة فى الموصلات واطراف التوصيل أو حدوث الشرر فى توصيلات الاسلاك قد تتسبب فى حدوث انفجارات فى الغرف والعنابر التى تتداول فيها سوائل قابلة للاشتعال.

- وللوقاية من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة يجب تركيب مصهرات أو مفاتيح فصل اوتوماتيكية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة فى الخطوط حسب مساحة المقطع المستعرض للموصلات.
- يحظر استخدام مصهرات ذوات مقننات اكبر من اللازم للغرض المحدد أو ترميم المصهرات المحترقة.
- ويحظر عمل كبارى بالاسلاك فوق الفيوزات المحترقة - بل يجب استبدالها.
- فى الاماكن ذات الحرارة العالية أو الرطوبة يحسن أن تكون الاسلاك جيدة العزل ولايجوز تركها مكشوفة حتى لا تتسرب اليها الرطوبة أو تؤثر فيها الحرارة وتؤدى إلى قصر كهربائى.
- يجب عدم تعرض الاسلاك الكهربية المغطاة بالمطاط أو البلاستيك للشمس والحرارة حتى لا يفسد المطاط اذا تعرض لها مدة طويلة.
- يجب مراعاة ألا يمتد السلك المعزول بالمطاط فوق قطع حادة من المعدن أو المواسير ... الخ حتى لا يبلى بفعل صدأ الحديد أو يتعرض للقطع فيحدث تماس بين الأسلاك والمعدن.
- يجب الا يعقد السلك المدلى لتقصيره أو تدق عليه مسامير لتقريبه من الحوائط، بل يقطع السلك حسب الطول المطلوب بغرض تقصيره.