الفصل العاشر

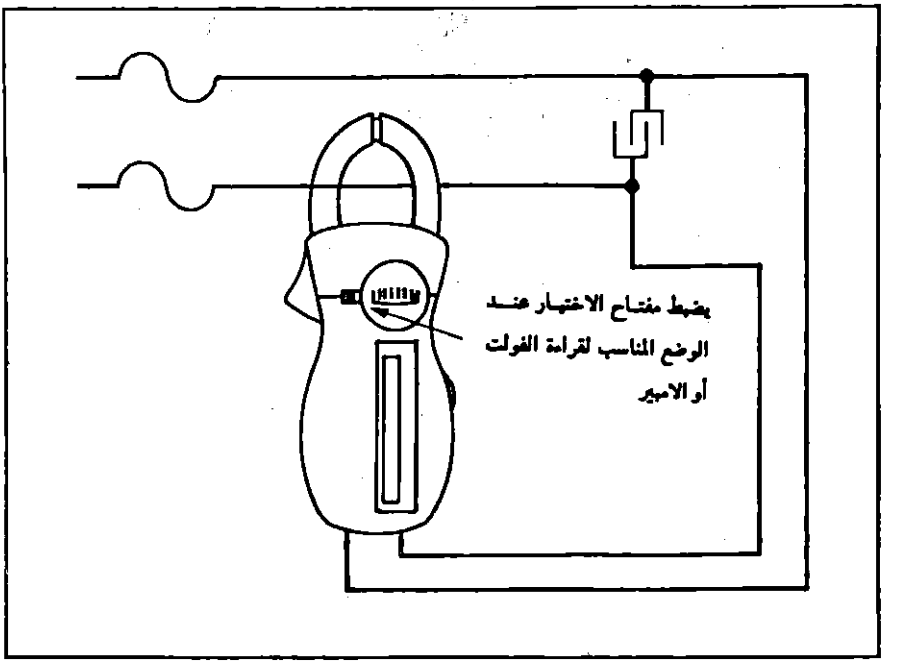
١ - إستعمال أجهزة الإختبار لفحص عوارض وأعطال المحركات الكهربائية

٢ - درجة حرارة ملفات محركات الضواغط المحكمة القفل والمواد العازلة المستعملة بها

٣ - العوارض التى تؤدى إلى إرتفاع درجة حرارة المحركات الكهربائية وأسبابها المحتملة.

١ - إستعمال أجهزة الإختبار لفحص عوارض وأعطال المحركات الكهربائية

يكون من الأهمية القصوى بالنسبة لكل من فنى أو مهندس الخدمة أن تتاح له الوسائل التى عن طريقها يمكنه إجراء الفحص الفنى بطريقة جيدة ودقيقة وذلك للأجهزة الكهربائية الموجودة بالخدمة وعلى الأخص المحركات الكهربائية الإستنتاجية (Induction Motors) التى يتوقع منها أن تعمل عند الأحمال العادية أثناء كل من عملية التقويم والدوران. هذا وعندما يزداد تيار الحمل عن القيمة المقررة بمقدار ٢٠ فى المائة مثلا أو أكثر، فإن عمر المحرك ينقص نتيجة لذلك. ومن الطبيعى فى هذه الحالة معرفة وتحديد سبب إستهلاك المحرك، أو وجود قصر بملفاته، أو بسبب الحالة الأكثر شيوعا وهى التى تحدث نتيجة للڤولت المنخفض لتيار تشغيل المحرك.

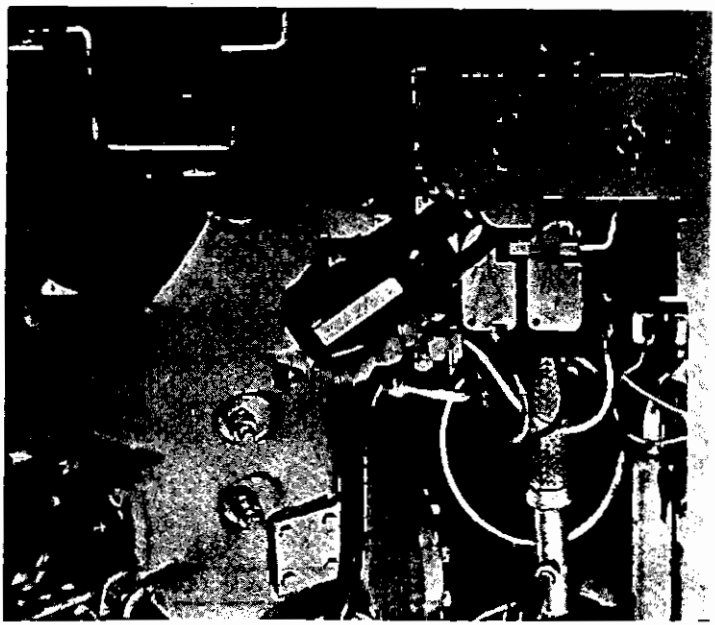


رسم رقم (١٠ - ١). إستعمال جهاز الڤولت - الأميروميتر ذو الفك المتحرك لإختبار الخط، وذلك بدون الحاجة إلى فصله من مصدر التغذية

هذا ويمكن تحديد سلوك الأجهزة الكهربائية وحالات التشغيل التى تؤثر عليها، وذلك باستعمال أجهزة القياس. وبمقارنة كل من قياسات الڤولت عند نهايات أطراف المحرك، ومقدار التيار الذى يسحبه بالأرقام الموجودة بلوحة بياناته (Name Plate)، فإنه يمكن مراجعة إذا كان المحرك يعمل فى هذه الحالة طبقا لمواصفاته الكهربائية أم لا. ويعتبر مفيدا أيضا إذا كان مقدار تيار التقويم مدونا بلوحة البيانات أو معروفا لفنى أو مهندس الخدمة.

ومن أفضل الأجهزة التى تستعمل لأخذ مثل هذه القراءات جهاز الڤولت – الأمبيروميتر ذو الفك المتحرك (Clamp -on - Volt - ammeter) الذى يُتيح إختبار الخط، وذلك بدون الحاجة إلى فصله من مصدر التغذية كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ – ١). ولإختبار هذا الخط يحاط الكابل أو السلك الواصل للمحرك بواسطة الفك المتحرك الخاص بالجهاز عن طريق الضغط على الزرار الجانبى الموجود به كما هو موضح بالرسم رقم (١٠ – ٢)، وذلك لفتح فك الجهاز.

هذا وبجانب قياس ڤولت النهايات، وتيار الحمل، فإن هذا الجهاز يمكن إستعماله لمتابعة وإصلاح العوارض والأعطال الكهربائية التى قد تتواجد بالمحركات الكهربائية كالحالات الآتية:



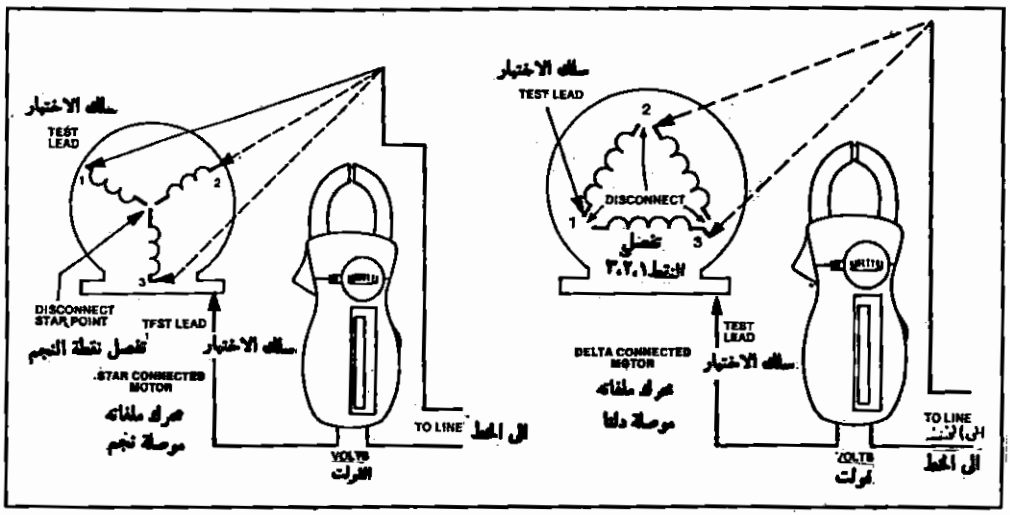
رسم رقم (١٠ – ٢). إختبار الخط، وذلك بإحاطة السلك الواصل للمحرك بواسطة فك الجهاز المتحرك، والضغط على الزرار الجانبى للجهاز بواسطة الإبهام

١ - إختبار وجود أرضى: لتحديد إذا كانت ملفات المحرك موصلة بالأرض أو مقدار مقاومة عزلها منخفضة جدا. نقوم بتوصيل جهاز الإختبار وأطراف أسلاكه كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ٣). فمثلا إذا كان فولت الخط حوالى ٢٢٠ فولت، نقوم بإستعمال تدريج جهاز الإختبار صفر - ٣٠٠ فولت. فإذا كانت ملفات المحرك موصلة مع الأرض عن طريق جسمه، فإن هذا لإختبار يُظهر على الجهاز فولت الخط الكامل.

وعندما تكون هناك مقاومة عالية مع الأرض، التى هى عبارة عن حالة مقاومة عزل منخفضة، فإن القراءة التى تظهر على جهاز الإختبار فى هذه الحالة تكون أقل قليلا من فولت الخط.

هذا والملفات التى لا تكون موصلة مع الأرض تظهر على جهاز الإختبار إما بقراءة صغيرة جدا أو قراءة لا يلتفت إليها والتى تكون فى معظم الحالات بسبب تأثير السعة (Capacitance) بين الملفات ورقائق الصلب بالمحرك.

ولتحديد الجزء من الملفات الموصل مع الأرض، تفصل كبارى توصيل ملفات الأوجه اللازمة كما هو موضح بالرسم ويتم إجراء الإختبار. والأجزاء من هذه الملفات الموصلة مع الأرض تكشف بقراءة فولت الخط الكامل.

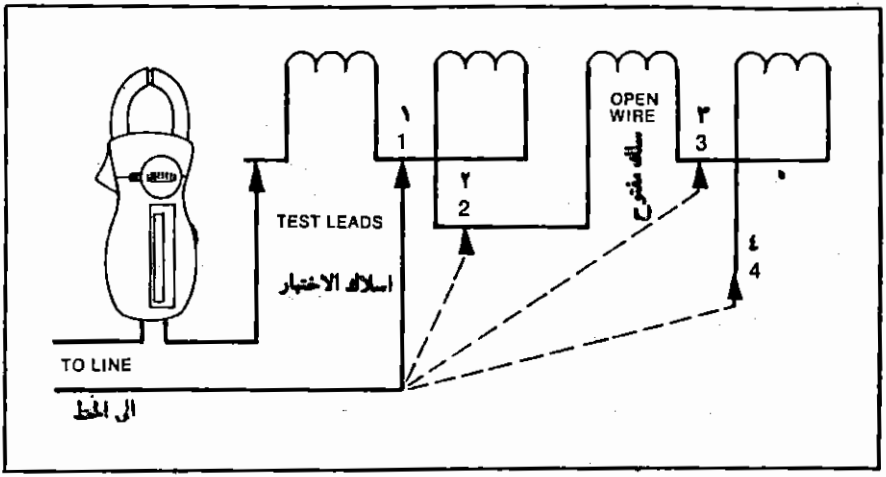


رسم رقم (١٠ - ٣). إختبار الأرضى بالنسبة لملفات المحرك الموصلة إما دلتا أو نجم، وذلك بواسطة جهاز الإختبار

٢ - **إختبار وجود فتح بالملفات:** لتحديد إذا كان هناك فتح (قطع) بالملفات، نقوم بتوصيل أسلاك الإختبار كما هو موضح بكل من الرسمين رقم (١٠ - ٤) و (١٠ - ٥). فإذا كان هناك وجود فتح بالملفات، فإنه لا تظهر قراءة ڤولت على جهاز الإختبار. وإذا كان لا يوجد فتح بالدائرة، فإن الجهاز يقرأ ڤولت الخط الكامل.

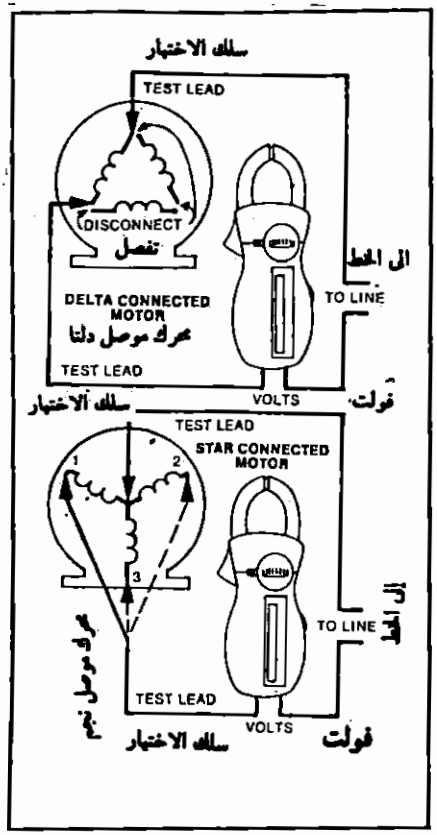
٣ - **إختبار وجود قصر بالملفات:** إن وجود قصر ببعض لفات الملفات فى المحرك تعمل مثل وجود قصر بالملفات الثانوية بالمحرك. ويقوم المحرك الذى به قصر بملفاته بسحب مقدار كبير من التيار وذلك أثناء دورانه بدون حمل. هذا ويمكن قياس التيار بدون فصل الخطوط، وذلك بقياس التيار المار فى خط واحد. فإذا كانت قراءة الأمبير أعلى بكثير من تيار الحمل الكامل المبين بلوحة بيانات المحرك، فإنه من المحتمل فى هذه الحالة أنه يوجد قصر بملفات المحرك. وفى المحركات التى تعمل بتيار ذو وجهين أو ثلاثة أوجه، إذا وجد قصر جزئى بملفاتها، فإنها تُعطى قراءة تيار مرتفع بملف الوجه الذى به قصر، وذلك عند قياس التيار بكل وجه.

٤ - **إختبار العضو الدائر بمحركات القفص السنجابى:** فى بعض الحالات قد يكون الفقد فى عزم الخرج عند السرعة المقررة بالمحرك الإستنتاجى بسبب وجود فتح بأسياخ العضو الدائر (Rotor). ولإختبار العضو الدائر وتحديد أى من أسياخه أو قضباته (Bars) محلولة أو بها فتح، نقوم بوضع العضو الدائر على جهاز (جرولر - Growler)، ونقوم بتركيب فك

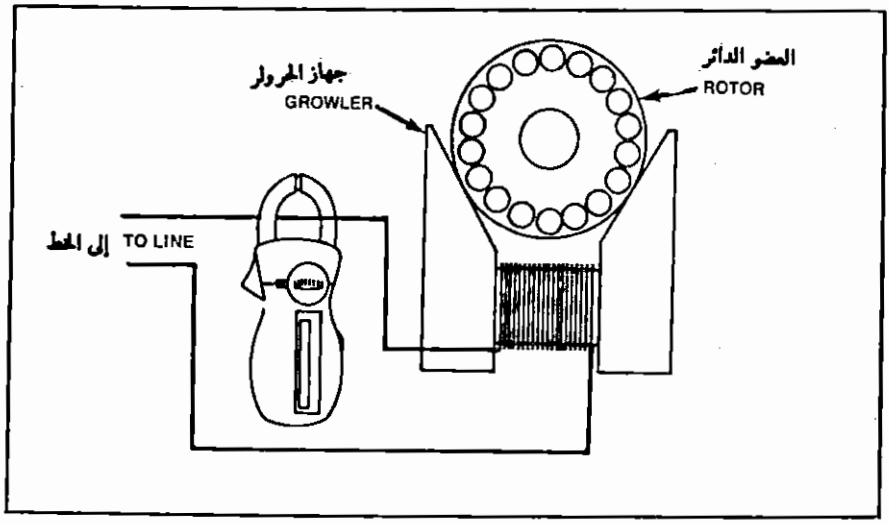


رسم رقم (١٠ - ٤). إختبار وجود فتح بالملفات بإستعمال جهاز الإختبار

جهاز الأمبيروميتر حول أحد الخطوط الموصلة بملفات جهاز الجرولر كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ٦). يتم بعد ذلك ضبط مفتاح الإختبار بجهاز الأمبيروميتر على مدى أعلى مقدار تيار. ونقوم بتشغيل جهاز الجرولر، وبعد ذلك نقوم بضبط جهاز الأمبيروميتر على مدى تيار مناسب. نقوم بإدارة العضو الدائر للمحرك فوق فكى جهاز الجرولر، ونقوم بتسجيل مقدار التيار على جهاز الأمبيروميتر وذلك أثناء تغذية جهاز الجرولر بالتيار الكهربائى. هذا وتعمل أسياخ وحلقات قصر النهايات الموجودة بالعضو الدائر مثل حالة وجود قصر بالملفات الثانوية بالمحول، وتكون ملفات جهاز الجرولر هى الملفات الإبتدائية. هذا والعضو الدائر الذى به تلف يُعطى هبوط فى قراءة التيار، وذلك عندما تتحرك أسياخه المحلولة أو التى بها فتح فوق المجال المغناطيسى لجهاز الجرولر.



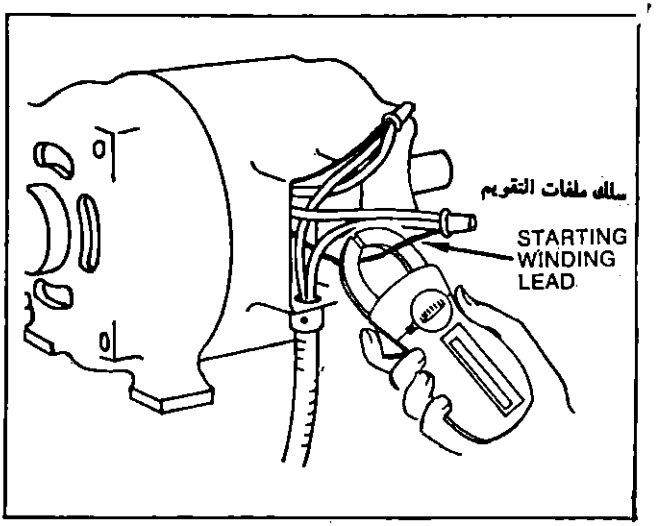
رسم رقم (١٠ - ٥). إختبار وجود فتح بملفات المحرك الموصلة إما دلتا أو نجم، وذلك بواسطة جهاز الإختبار



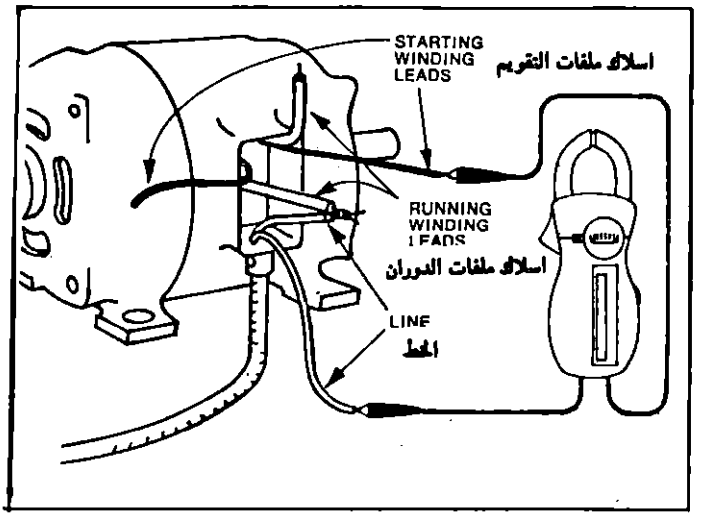
رسم رقم (١٠ - ٦). إختبار العضو الدائر لمحرك من نوع القفص السنجابي، وذلك بإستعمال جهاز الإختبار

٥ - إختبار المفتاح الطارد المركزى المركب بالمحركات ذات الوجه المنفصل: إذا وجد عارض بالمفتاح الطارد المركزى (Centrifugal Switch) المركب بالمحرك ذو الوجه المنفصل (Split Phase Motor)، فإنه لا يفصل ملفات التقويم (Sarting Winding) الموجودة بالمحرك فى الوقت المناسب. ولإمكان تحديد بصفة نهائية أن هذه الملفات تظل بصفة دائمة فى الدائرة، نقوم بتركيب فكى جهاز الأمبيروميتر حول أحد أسلاك توصيل ملفات التقويم كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ٧). نقوم بضبط جهاز الأمبيروميتر ليعمل بالتيار المناسب، ونقوم بعد ذلك بتوصيل التيار للمحرك ونراقب إذا كان هناك تيار يمر بدائرة ملفات التقويم. إن مرور هذا التيار يوضح لنا أن المفتاح الطارد المركزى لم يقوم بفتح هذه الدائرة عندما يصل المحرك إلى سرعة دورانه المقررة.

٦ - إختبار وجود قصر بين كل من ملفات التقويم والدوران بالمحرك: يمكن تحديد وجود قصر بين كل من ملفات التقويم والدوران بالمحرك، وذلك بإستعمال الأمبيروميتر وڤولت الخط وذلك لفحص إستمرار التوصيل (Continuity) بين الدائرتين المنفصلتين. نقوم بفصل أطراف أسلاك التقويم والدوران، ونقوم بعد ذلك بضبط جهاز الإختبار عند مدى الڤولت المناسب، ونوصل الجهاز كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ٨). وفى حالة وجود قصر بين كل من ملفات التقويم والدوران فإنه تظهر قراءة كاملة للڤولت على تدريج جهاز الإختبار.



رسم رقم (١٠ – ٧). اختبار المفتاح الطارد المركزى المركب بالمحرك ذو الوجه المنفصل، وذلك باستعمال جهاز الاختبار



رسم رقم (١٠ – ٨). إختبار وجود قصر بين كل ملفات التقويم والدوران بالمحرك، وذلك بإستعمال جهاز الإختبار

إختيار الكباستور:

فى معظم الأحيان تسبب الكباستور التالفة مشاكل للمحركات الموصل معها كباستور (Capactior Type Motor)، ولذلك يلزم إختبار الكباستور من ناحية وجود قصر أو فتح أو أرضى به أو سعته بالميكروفاراد غير كافية، وذلك لتحديد إذا كان الكباستور المختبر بحالة جيدة أو تالفا.

ولقياس سعة الكباستور يُضبط جهاز الإختبار عند مدى الڤولت المناسب، وتُقرأ حالة ڤولت الخط، وبعد ذلك يضبط عند مدى التيار المناسب وتقرأ حالة تيار الكباستور. وأثناء إجراء هذا الإختبار يلزم الإحتراس فى وضع الكباستور بالخط فترة قصيرة جدا من الزمن، نظرا لأن كباستور تقويم المحرك من نوع المحلول الإلكتروليت (Electrolytic Capacitor) المصممة لتعمل فترات قصيرة متقطعة.

هذا والسعة بالميكروفاراو يمكن بعد ذلك حسابها بوضع قراءات كل من الڤولت والتيار التى تم تسجيلها فى المعادلة الآتية:

بالنسبة للتيار ٥٠ ذبذبة/الثانية.

$$\text{ميكروفاراد} = \frac{\text{الأمبير} \times ٣١٨٠}{\text{ڤولت}}$$

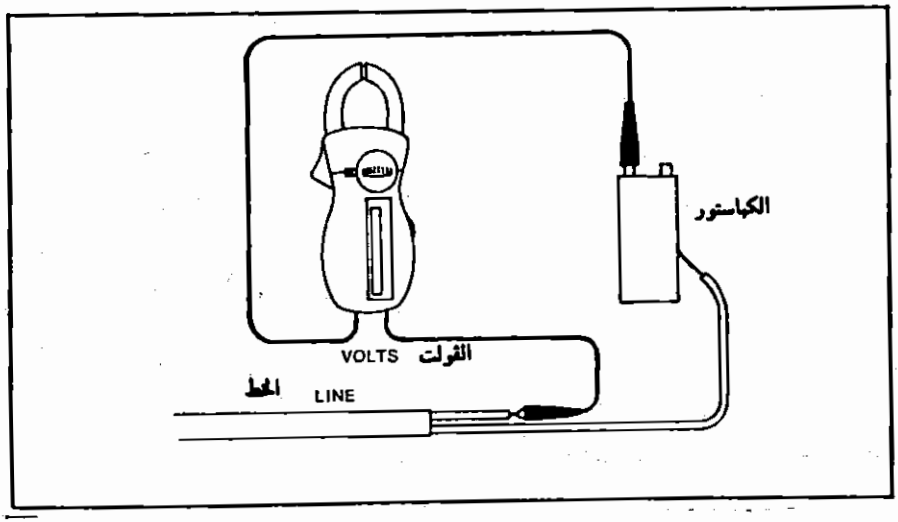
بالنسبة للتيار ٦٠ ذبذبة/الثانية.

$$\text{ميكروفاراد} = \frac{\text{الأمبير} \times ٢٦٥٠}{\text{ڤولت}}$$

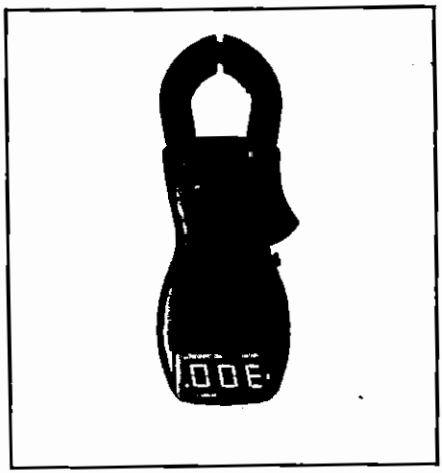
وعندما يكون الكباستور به فتح فإن عدم قراءة تيار بالنسبة للإختبار المذكور تُؤكد ذلك.

والكباستور الذى به قصر داخلى يجعل المصهر يحترق عند توصيله بالتيار وذلك عند قياس ڤولت الخط.

ولتحديد وجود أرضى باكباستور، يضبط جهاز الإختبار عند مدى الڤولت المناسب، ويتم توصيل جهاز الإختبار والكباستور على الخط كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ٩). فعند قراءة ڤولت كامل على جهاز الإختبار، فإن ذلك يدل على وجود أرضى مع علبة الكباستور المعدنية.



رسم رقم (١٠ - ٩). إختبار الكباستور بواسطة جهاز الإختبار



رسم رقم (١٠ - ١٠). جهاز الإختبار الحديث ذو الفك المتحرك الرقمى

وعندما يكون هناك أرضى ذو مقاومة عالية، فإن القراءة التى يُسجلها جهاز الإختبار تكون أقل نوعا ما عن ڤولت الخط. أما القراءة التى لا يلتفت إليها أو التى لا تُسجل أى ڤولت، فإنها تدل على أن الكباستور لا يوجد به أرضى.

ويجب أن نوضح هنا أنه فى السنين الأخيرة قد تم تطوير صناعة أجهزة القياس أو الإختبار إلى الأنواع الرقمية الحديثة، فمثلا جهاز الإختبار ذو الفك المتحرك الرقمى (Digital Clamp on meter) كالذى يظهر شكله فى الرسم رقم (١٠ - ١٠) يمتاز عن الطرازات العادية ذات المؤشر من ناحية سهولة قراءته، وأنه أكثر دقة لأنه من النوع الإلكترونى ذو الحالة الجامدة (Solid State) التى لا شتمل على أجزاء متحركة لا تحتاج إلى ضبطها من وقت لآخر.

ولكن يجب أن نوضح أيضا هنا أن هذه الأجهزة الرقمية الحديثة تحتاج إلى بطاريات لتشغيلها، بينما الأنواع العادية الأخرى لا تحتاج إلى مثل هذه البطاريات وذلك ما لم تكون مصممة لتعمل أيضا كجهاز لقياس المقاومة (أوهميتر Ohmmeter)، ففى هذه الحالة تستعمل بها أيضا بطاريات.

٢ - درجة حرارة ملفات محركات الضواغط المحكمة القفل والمواد العازلة المستعملة بهذه الملفات

مقدمة:

بوجه عام يتراوح عمر الضاغط المحكم القفل (Hermetic Compressor) ما بين ١٠ و ٢٥ عاما، وذلك يتوقف على عاملين أساسيين، التلف الميكانيكى (التآكل، الإجهاد، إلخ) والتلف الكيميائى. وكقاعدة عامة يمكن المحافظة بسهولة على جعل التلف من النوع الأول فى الحدود المعقولة. ولكن المحافظة على جعل التلف من النوع الثانى لإبقاء عمر الضاغط تصل إلى ما بين ١٠ و ٢٥ عاما قد يكون صعبا.

هذا ومن المعروف جيدا أن عملية التلف الكيميائى تُغرى عادة إلى الإرتفاع فى درجة الحرارة.

درجة حرارة المحرك المحكم القفل:

إن درجة حرارة ملفات المحرك المحكم القفل تتوقف على عدة عوامل أهمها:

١ - درجة الحرارة المحيطة.

٢ - درجة حرارة الهواء الذى يتحرك حول غلاف (جسم) الضاغط.

٣ - درجة حرارة التكاثف.

٤ - درجة حرارة التبخر.

٥ - القولت.

هذا وتُوضح مؤسسة التبريد الدولية الحالات القياسية التى يلزم إجراء الإختبارات عليها لهذا الضواغط كالآتى:

١ - درجة الحرارة المحيطة:

جو معتدل: + ٢٥° م (+ ٧٧° ف).

جو عادى: + ٣٢° م (+ ٩٠° ف).

جو مناطق حارة: + ٤٣° م (+ ١١٠° ف).

٢ – درجة حرارة الهواء الذى يتحرك حول الضاغط:
بالحمل الطبيعى: أقصى ٢, متر/ثانية (٦, قدم/ثانية).
بالحمل المندفع: ١,٥ ± ٣, متر/ثانية (٤,٥ ± ٩, قدم/ثانية).

٣ – درجة حرارة التكاثف:
جميع الحالات: + ٥٥° م (١٣١° ف).

ملاحظة:

ضواغط درجة حرارة التبخر العالية (H) التى تستعمل فى المناطق الحارة يمكن إختبارها عند + ٦٥° م (+ ١٤٩° ف) وذلك طبقا لإتفاق خاص.

٤ – درجة حرارة التبخر:
الضواغط التى تعمل عند درجة حرارة تبخر منخفضة (L): – ٢٥° م (– ١٣°ف).
الضواغط التى تعمل عند درجة حرارة تبخر متوسطة (M): – ١٠° م (+ ١٤° ف).
الضواغط التى تعمل عند درجة حرارة تبخر عالية (H): + ٥° م (+ ٤١° ف).

إن درجة حرارة التبخر لها تأثير كبير على درجة حرارة ملفات المحرك.

إن الإرتفاع فى درجة حرارة التبخر التى تكون أصلا مرتفعة تسبب زيادة حادة فى فقد المحرك عن الزيادة فى تأثير تبريد غاز السحب، مما يؤدى إلى زيادة درجة حرارة ملفات المحرك.

هذا والهبوط فى درجة حرارة التبخر التى تكون أصلا منخفضة تُسبب إنخفاض حاد فى تأثير تبريد غاز السحب، مما يؤدى أيضا إلى زيادة درجة حرارة ملفات المحرك.

٥ – الڤولت:
الڤولت المقرر: + ١٠٪ إلى – ١٥٪.
فمثلا ٢٢٠ ڤولت، أقصاه ٢٤٢ ڤولت وأدناه ١٨٧ ڤولت.

المواد العازلة:

يمكن تقسيم المواد العازلة المستخدمة فى محركات الضواغط المحكمة القفل إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

١ – طلاء الأسلاك.

٢ - المواد العازلة لمجارى (Slots) المحرك.

٣ - زيوت التزييت.

طلاء الأسلاك:

إن الطلاء (Enamel) العادى الذى يستعمل بأسلاك محركات الضواغط المحكمة القفل هو المعروف تُجاريا باسم (فورم ڤار - Form var) وكيميائيا (بولى فنيل أسيتال - Poly vinyl acetal). وهذا النوع من مواد الطلاء له مقاومة عالية لمركبات التبريد والمواد المذيبة، ولكن عند درجة حرارة أعلى من ١٢٠° م (٢٥٠° ف)، وعندما يستعمل مع مركبات تبريد أخرى خلاف م.ت - ١٢ فإنه لا يكون ناجحا.

الجدول التالى رقم (١) يبين الأنواع الحديثة الأخرى من مواد طلاء أسلاك المحركات المحكمة القفل. هذا وفى البلاد الأوروبية يستعمل بكثرة الطلاء من نوع (بولى أميد/يوريثان - Poly amide/Urethane)، حيث أنه إذا ما قورن بالطلاء (فورم ڤار) نجد أن له مقاومة للإذابة أعلى، ولكنه لا يعتبر مناسبا للإستعمال مع مركبات التبريد ٢٢ و ٥٠٠ و ٥٠٢.

جدول رقم (١). مواد الطلاء التى تستعمل بأسلاك المحركات المحكمة القفل

الطلاء*درجة المقاومة	حراريا	ميكانيكيا	كيميائيا	الإذابة
بولى فنيل أسيتال.	١٢٠° م	* * *	*	*
أكريلك.	١٢٠° م	* * *	*	؟
إيبوكسى.	١٣٠° م	*	* * *	* * *
بولى أميد/يوريثان.	١٣٠° م	* * *	* *	* *
بولى إستر.	١٦٠° م	*	* *	*
بولى إستريميد.	أعلى من ١٦٠° م	* * *	* * *	* *
بولى أميد إميد.	أعلى من ٢٠٠° م	* * *	* * *	* * *
بولى ميد.	أعلى من ٢٠٠° م	* *	* * *	* * *

هذا وطلاء الأسلاك من نوع البولى إستر (Polyester) له ثبات حرارى وكيميائى جيد، ولكن ثباته الميكانيكى ضعيف جدا، حيث أنه يتلف بسهولة عند إستعماله مع ماكينات لف الملفات.

هذا وطلاء البولى إستريميد (Polyesterimide) الحديث يعتبر ممتازا جدا، حيث أن له ثبات حرارى وميكانيكى وكيميائى جيد، وكذلك مقاومته للإذابة جيدة، ويعتبر هذا الطلاء هو النوع الأساسي الذى يستعمل فى الوقت الحاضر.

المواد العازلة لمجارى المحرك:

إن رقائق البولى إستر (Polyester Films) والتى تعرف تجاريا بأسماء مايلار وميلينكس (Mylar, Melinex) هى التى تستعمل غالبا فى الوقت الحاضر لعزل مجارى المحركات المحكمة القفل.

هذا والجدول رقم (٢) يبين لنا المواد العازلة المختلفة التى يمكن إستعمالها فى عزل مجارى محركات الضواغط المحكمة القفل.

جدول رقم (٢) - المواد العازلة التى تستعمل فى عزل مجارى محركات الضواغط المحكمة القفل

المادة * درجة المقاومة	حراريا	ميكانيكيا	كيميائيا	الإذابة
بولى إستر (مايلار - ملينكس).	١٤٠° م	* * *	* *	* * *
بولى إستر (كودار).	١٥٠° م	* * *	* * *	* * *
بولى إستر يميد (كابتون).	أعلى من ٢٠٠° م	* * *	* * *	* * *
بولى أميد إميد (نومكس).	أعلى من ٢٠٠° م	* * *	* * *	* *
إيبوكس (طبقة سائلة).	١٤٠° م	* * *	* *	* * *
بولى إستر (طبقة سائلة).	١٤٠° م	؟	؟	؟

هذا والإتجاه السائد الآن هو إستعمال الأنواع من الطبقة السائلة مثل الإيبوكسى أو البولى إستر، حيث أنه بإستعمال هذه الأنواع لعزل مجارى العضو الثابت بالمحركات المحكمة القفل

يكون من الممكن تخفيض حجم رؤوس الملفات (Winding heads)، كما أنها مناسبة تماما للإستعمال باللف الميكانيكى.

زيوت التزييت:

إن زيت الضاغط لا يستعمل فقط لعملية التزييت، ولكنه يستعمل أيضا كمادة عازلة وكمبرد فى نفس الوقت لمحرك الضاغط المحكم القفل. هذا والجدول رقم (٣) يبين لنا أهم أنواع الزيوت التى تستعمل فى تزييت هذه الضواغط.

جدول رقم (٣) - أنواع الزيوت التى تستعمل فى تزييت الضواغط المحكمة القفل

نوع الزيت	حراريا	كيميائيا	التزييت
نفثينى.	١٢٠° م	* *	* * *
بارافينى (مواد طيارة عادية).	١٣٠° م	* * *	* * *
بارافينى (مواد طيارة قليلة).	١٦٠° م	* * *	*
بارافينى (مجموعة من مواد طيارة).	١٦٠° م	* * *	* * *
بارافينى + Alkyl-benzene.	١٦٠° م	*	* *

هذا والزيوت البارافينية التى قد تم إزالة معظم المواد الطيارة (Aromatics) الغير ثابتة منها عن طريق التكرير تحتفظ بثباتها الحرارى والكيميائى، وبدون أن تفقد جودتها من ناحية التزييت. ومن أجل ذلك تعتبر مناسبة جدا للضواغط المحكمة القفل التى ترتفع درجة حرارة ملفات محركاتها إلى أعلى من ١٢٠° م (٢٥٠° ف). أما بالنسبة للضواغط المركبة فى دوائر تبريد تكون بها مشاكل عملية إنتقال الزيت، كالدوائر التى تعمل بمركبات التبريد ٢٢ و ٥٠٢، فإنه قد تم إنتاج زيت لها يتكون من مخلوط من الزيوت المعدنية والصناعية (Alkyl benzene).

إختيار المواد العازلة لمحركات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل:

لقد حدث فى الأيام الأخيرة تقدم كبير فى إنتاج مواد عازلة لمحركات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل (Hermetic Centrifugal Compressor Motors).

وفيما يلى الخواص التى يلزم مراعاتها عند إختيار هذه المواد:

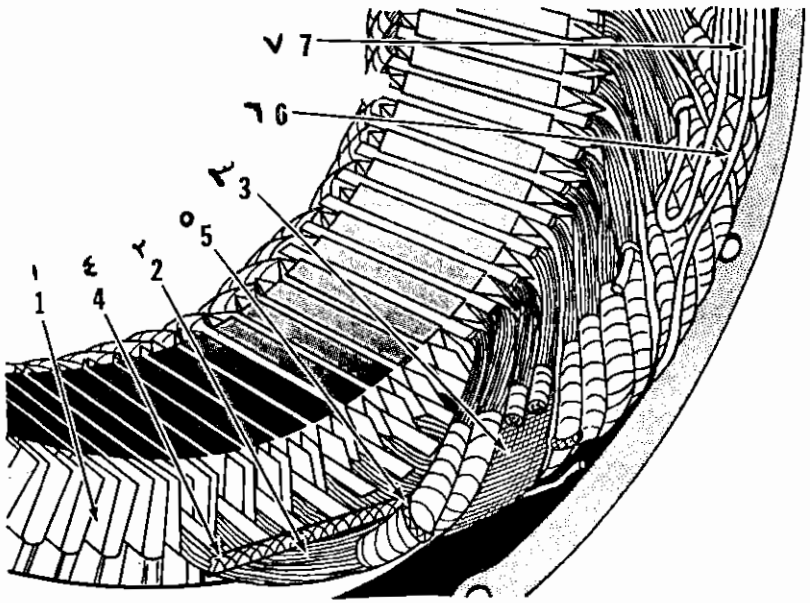
١ – قوة مقاومة عزل عالية لكل وحدة سُمك معرضة لجو من مركب التبريد عند درجات حرارة محددة وعند أقصى حالات تشغيل مفاجئة متوقع حدوثها.

٢ – ثبات حرارى جيد عند درجة حرارة نظرية (Impermeability) عالية.

٣ – أدنى مقاومة حرارية.

٤ – ثبات كيميائى عال فى جو من مركب التبريد المختلط بأثر بسيط من الزيت والرطوبة ومنتجات التحلل:

(أ) قابليتها للإنتزاع (Extractable) منخفضة.
(ب) مقاومة للمذيبات والزيت.
(جـ) مقاومة لمنتجات التحلل.
(د) مقاومة لحدوث التجزيع (Craze).
(هـ) مقاومة لحدوث بزبزة (Blister).



رسم رقم (١٠ – ١١). أنواع العوازل المختلفة المستعملة فى الملفات الخاصة بمحركات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل من النوع الذى يتم لفها وتركيبها بالعضو الثابت بالمحرك

٥ - خواص طبيعية جيدة:

(أ) المرونة.

(ب) مقاومة للإحتكاك.

(جـ) عدم قابليتها لنفاذ الرطوبة والأحماض.

(د) قوية الإلتصاق أو التماسك.

(هـ) قوية من الناحية الميكانيكية، ويمكن ثنيها وتشكيلها بدون أن يحدث تلف بها.

هذا وتستعمل بكثرة الآن المواد العازلة من طبقة (Class-H) فى عزل محركات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل، وذلك للإستفادة من خواصها الأخرى وذلك بالإضافة إلى القدرة الجيدة فى تحملها الحرارى.

الرسومات رقم (١٠ - ١١) و (١٠ - ١٢) توضح كل من أنواع الملفات التى يتم لفها وتركيبها بالعضو الثابت، وكذلك الملفات الجاهزة التشكيل (Form Wound Coils) التى يتم تركيبها أيضا بالعضو الثابت لمحركات الضواغط الطاردة المركزية من النوع المحكم القفل.

هذا وتستعمل الملفات الجاهزة التشكيل بكثرة فى المحركات التى تعمل بضغط عال (أكثر من ٦٠٠ ڤولت). كما أن كلا النوعين من الملفات يستعملان فى المحركات التى تعمل بڤولت منخفض، إلا أن النوع منها الذى يتم لفه وتركيبه بالعضو الثابت وجد إستعمالا زائدا. هذا والرسم رقم (١٠ - ١١) يوضح لنا أيضا أنواع المواد العازلة المختلفة المستعملة فى الملفات التى يتم لفها وتركيبها بالعضو الثابت بالمحرك وهى كالآتى طبقا للأرقام الموضحة بالرسم:

١ - عوازل تبطين المجارى (Slot Liners):

تُعطى حاجزا طبيعيا ومقاومة عالية لكهرباء بين صفائح العضو الثابت والملفات.

٢ - عوازل ثنيات اللفات (Turn Insulation):

تعمل كحاجز ذو مقاومة كهربائية بين حزم مجموعات أسلاك لفات العضو الثابت. وهذه العوازل خاصة بطبقة العزل من نوع (Class B)، حيث تُتيح قوة مقاومة كهربائية تصل إلى ثلاثة أضعاف قيمة ڤولت التشغيل.

٣ - فواصل الوجه (Phase Separators):

تخلق هذه الفواصل حاجزا طبيعيا ومقاومة عالية لكهرباء بين ملفات الأوجه.

٤ - حلقة الرباط (Bracing Ring):

تستعمل عادة مع الملفات التى بها ثنيات نهائية لها طول زائد، حيث تُعطى تحميلا إضافيا للفات النهائية.

٥ – الرباطات (Ties):

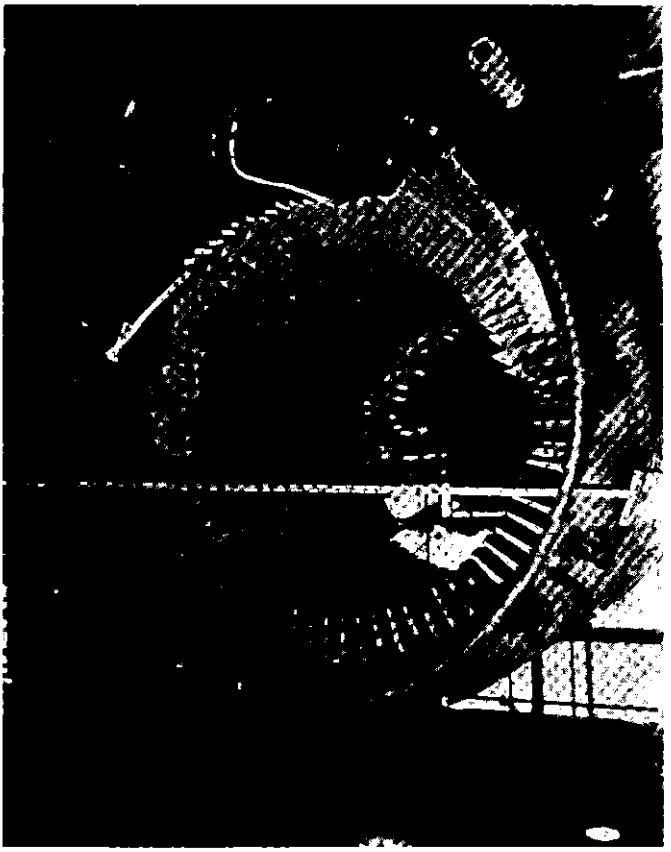
تستعمل لتحزيم كل ملف وحزمة نهايات الأطراف.

٦ – مواسير (يطلق عليها أيضا مكرونة) أسلاك أطراف النهايات العازلة:

تستعمل بنجاح لعزل أطراف أسلاك النهايات بين بعضها وبين الملفات.

٧ – الورنيش العازل (Varnish):

يستعمل الورنيش العازل بعد إتمام تركيب ملفات العضو الثابت، وذلك بإجراء عدد مرات مناسبة من عمليات التغطيس (Dips) والتحميص (Bakes) للعضو الثابت بعد لفه، حيث تضيف هذه العمليات قوة ميكانيكية للملفات العضو الثابت وتساعد على وقايتها من تأثيرات جو مركبات التبريد المحيط بها.



رسم رقم (١٠ – ١٢). الملفات الخاصة بمحركات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل، من النوع الجاهز التشكيل التى يتم تركيبها بالعضو الثابت بالمحرك

جدول العوارض المختلفة التى تؤدى إلى إرتفاع درجة حرارة المحركات الكهربائية وأسبابها المحتملة

العارض	ڤولت الوجه	تيار الوجه	السبب المحتمل
١ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل.	(أ) متساوٍ أو عادى عند بادئ الحركة والمحرك.	(أ) متساوٍ ولكنه زائد جدا عند بادى الحركة والمحرك.	(أ) زيادة حمل ميكانيكية.
	(ب) متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك، ولكنه أقل من العادة.	(ب) كما تقدم.	(ب) ڤولت تيار التغذية منخفض.
	(جـ) كما تقدم.	(جـ) كما تقدم.	(جـ) هبوط شديد فى الڤولت بأسلاك التوصيل.
	(د) متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك، ولكنه أقل من الڤولت المقرر للمحرك.	(د) كما تقدم.	(د) ڤولت المحرك المقرر مرتفع جدا.
٢ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته حتى عند الحمل المنخفض.	(أ) متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك، ولكنه أعلى من الڤولت المقرر.	(أ) كما تقدم.	(أ) ڤولت المحرك المقرر منخفض جدا.
	(ب) متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك ولكنه أعلى من العادة.	(ب) كما تقدم.	(ب) ڤولت تيار التغذية مرتفع جدا.
	(جـ) متساوٍ وعادى عند بادئ الحركة والمحرك.	(جـ) متساوٍ، ولكنه شديد الإرتفاع عند بادئ الحركة والمحرك.	(جـ) توصيلة النجم بالمحرك قد تم توصيلها خطأ دلتا.

العارض	ڤولت الوجه	تيار الوجه	السبب المحتمل
٣ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل، وهو ليس من نوع التقويم الذاتى.	متساوٍ وعادى عند نهايات التغذية ببادئ الحركة. أحد النهايات الخارج منها التيار، القولت بها عادى والنهايتين الأخريتين بهما القولت منخفض.	التيار متواجد فى خطوط وجهين فقط عند بادئ الحركة والمحرك.	وجود فتح (قطع) فى ملفات العضو الثابت الموصلة نجم.
٤ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل، وقد لا يكون من النوع ذو التقويم الذاتى.	متساوٍ وعادى عند نهايات التغذية ببادئ الحركة. أحد النهايات الخارجه منه بها القولت عادى، والنهايتين الأخرتين القولت بها منخفض.	التيار موجود فى خطوط وجهين فقط	وجود فتح (قطع) فى أحد الخطوط الموصلة ببادئ الحركة.
٥ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل، وهو ليس من نوع التقويم الذاتى.	عادى بين زوج واحد من نهايات الخط عند بادئ الحركة. وصفر أو منخفض بين الزوجين الأخريين.	التيار موجود بوجهين فقط من الخطوط.	وجود فتح (قطع) فى أحد خطوط التغذية ببادئ الحركة.
٦ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل، ولكنه قد يكون من النوع ذو التقويم الذاتى.	(أ) ڤولت غير متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك.	(أ) تيار شديد فى وجهى خطين عند بادئ الحركة والمحرك، ومنخفض فى الخط الآخر.	(أ) يوجد فتح فى خط واحد عند النقطة التى تغذى أيضا المحرك الدائر.

العارض	ڤولت الوجه	تيار الوجه	السبب المحتمل
	(ب) كما تقدم.	(ب) تيار شديد بخط وجه واحد، متساوٍ ولكنه أقل فى الخطين الآخرين.	(ب) يوجد فتح فى ملفات العضو الثابت الموصلة دلتا.
٧ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل.	ڤولت غير متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك.	تيار وجه غير متساوٍ عند بادئ الحركة والمحرك.	خطأ فى التغذية، توجد مقاومة عالية بأحد الخطوط، أو أحمال وجه واحد غير مُتزنة.
٨ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته، قد يفصل قاطع الوقاية من زيادة الحمل.	(أ) غير متساوٍ نوعا ما عند بادئ الحركة والمحرك.	(أ) غير متساوٍ بخطوط الأوجه الموصلة ببادئ الحركة والمحرك.	(أ) أيوجد خطأ أرضى بدائرة المحرك.
	(ب) كما تقدم.	(ب) كما تقدم.	(ب) وجود قصر بدائرة المحرك.
٩ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته، من المحتمل أن لا يكون من النوع ذو التقويم الذاتى.	عادى بين زوج واحد من نهايات الخطوط، ٥٨٪ من العادى بين الزوجين الآخرين.	متساوٍ فى خطين، ومنخفض فى الخط الثالث.	يوجد خطأ أرضى، وفتح فى أحد خطوط التغذية.
١٠ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته، وهو ليس من نوع التقويم الذاتى.	عادى بين زوجين من خطوط الأوجه عند بادئ الحركة، وصفر بين الزوج الآخر.	أعلى فى أحد الخطوط عن الخطين الآخرين.	وجود فتح بالدائرة، وقصر بأحد خطوط التغذية.

العارض	ثولت الوجه	تيار الوجه	السبب المحتمل
١١ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل.	(أ) متساوٍ وعادى عند بادئ الحركة والمحرك.	(أ) متساوٍ وعادى إلى بادئ الحركة والمحرك.	(أ) المحرك الذى يلزم توصيله دلتا قد تم توصيله خطأ نجم.
	(ب) متساوٍ وعادى عند بادئ الحركة، ٥٨٪ من ثولت الخط عند ملفات العضو الثابت.	(ب) متساوٍ وعادى إلى بادئ الحركة، وكذلك بالأسلاك الواصلة من بادئ الحركة إلى المحرك.	(ب) بادئ الحركة من نوع النجم دلتا تُرك فى موضع التقويم.
١٢ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل، وقد ترتفع درجة حرارة بادئ الحركة.	متساوٍ وعادى عند بادئ الحركة ولكنه منخفض عند المحرك.	متساوٍ وعادى إلى بادئ الحركة. متساوٍ ولكنه شديد إلى المحرك.	بادئ الحركة من نوع المحول الأوتوماتيكى تُرك فى موضع التقويم.
١٣ ـ المحرك ترتفع درجة حرارته عند الحمل.	(أ) متساوٍ وعادى عند بادئ الحركة والمحرك.	(أ) متساوٍ وعادى إلى بادئ الحركة والمحرك.	(أ) وجود خطأ فى عملية التهوية.
	(ب) كما تقدم.	(ب) كما تقدم.	(ب) تقويم متعدد خلال فترات قصيرة جدا.
	(جـ) كما تقدم.	(جـ) كما تقدم.	(جـ) محرك من الطراز المصمم ليعمل لفترات قصيرة، ولكنه يدور فترات طويلة وبدون وقت كاف لتبريده.

العارض	ثولت الوجه	تيار الوجه	السبب المحتمل
	(د) تـذبـذب فى الثولت عند بادئ الحركة والمحرك.	(د) تذبذب فى خط كل وجه إلى بادئ الحركة والمحرك.	(د) يوجد فتح بدائرة العضـو الـدائـر بالمحرك، أو بالدائرة الخـارجيـة للعضـو الدائر.