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 وتتبع أعطال المولدات الكهربية (كاتربيلر-دويتس)

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-19(A)

ديسمبر ٢٠١٠

المحـــتويـــــات

الفصل الأول: أساسيات محرك الديزل ١-١

مقدمـــة ١-١

الدورة الرباعية لمحرك الديزل ١-١

النقط الميتة ١-٢

الأحداث الرئيسية للدورة الرباعية ١-٢

الدورة الثنائية ١-٥

الانضغاط ١-٧

الاحتراق ١-٨

الشحن الجبرى ١-٩

سرعة المكبس ١-١١

الأجزاء الثابتة فى محرك الديزل ١-١٤

الأجزاء المتحركة ١-١٨

أنواع فوانى الحقن ١-٣١

أنواع غرف الاحتراق ١-٣١

مجموعة التوقيت (وش التقسيمة) ١-٣٢

الفصل الثانى: الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تجميع المولد مع المحرك الديزل ٢-١

احتياطات أمان عامة ٢-١

تركيب محركات الديزل ٢-٣

الدورات الرئيسية ٢-٧

الفصل الثالث: خطوات التشغيل لمحركات الديزل التى تـــدار بواسطة بادئ الحركة (المارش). ٣-١

الإدارة الأولية ٣-١

كيف تبدأ إدارة محرك دافئ؟ ٣-٥

كيف تبدأ إدارة محرك بارد بدون مساعدات بدء الإدارة؟ ٣-٧

ضبط مدى سرعة المحرك ٣-٧

كيف توقف المحرك؟ ٣-٧

وقاية المحرك عند تخزينه لفترة ٣-٨

الفصل الرابع: صيانة وإصلاح محركات الديزل ٤-١
متطلبات الصيانة ٤-١
صيانة وإصلاح مجموعة السلندر ٤-٢
صيانة وإصلاح عمود المرفق ومحاور الارتكاز (الكراسى) ٤-٧
فحص وضبط الصمامات ٤-١٠
صيانة وإصلاح طلمبات الوقود ٤-١١
ضبط وإصلاح فوانى الرشاشات ٤-١٦
صيانة وإصلاح مجموعة التزييت ٤-٢١
صيانة وإصلاح مجموعة ضاغط الهواء ٤-٢١
احتياطات الآمان ٤-٢٢
التفاوت والخلوص ٤-٢٣

الفصل الخامس: دوائر التشغيل والتحكم للمولد وكيفية ضبط منظم الجهد ٥-١
بدء توليد القوة الدافعة الكهربية ٥-١
دائرة الإثارة ٥-٣
دائرة تثبيت المجال المغناطيسى فى حالة ثبات الأحمال وثبات الفولت ٥-٥
ضبط منظم الجهد ٥-٧

الفصل السادس: التسجيل والمتابعة لأعمال الفحص الفنى والصيانة الوقائية ٦-١
مقدمة ٦-١
التخطيط لصيانة محركات الديزل والمولدات ٦-١
خطط الصيانة الوقائية ٦-١
سجلات الصيانة ٦-٦

تقديـــم

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 التى تقدمها كيمونكس مصر وموضوعها "تشغيل وصيانة وتتبع أعطال المولدات (كاتربيلر ودويتس)"، وهى إحدى الدورات التى يشملها المجال الهندسى والفنى.

ويشمل الكتيب ستة فصول، يتناول الفصل الأول منها أساسيات محرك الديزل. ويعرض الفصل الثانى الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تجميع المولد مع المحرك الديزل، بينما يتحدث الفصل الثالث خطوات التشغيل لمحركات الديزل التى تدار بواسطة بادئ الحركة (المارش)، ويتناول الفصل الرابع صيانة وإصلاح محركات الديزل، ويعرض الفصل الخامس دوائر التشغيل والتحكم للمولد وكيفية ضبط منظم الجهد، ويعرض الفصل السادس التسجيل والمتابعة لأعمال الفحص الفنى والصيانة الوقائية.

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

الفصل الأول

أساسيات محرك الديزل

الفصل الأول

أساسيات محرك الديزل

مقدمـــة

يستخدم محرك الديزل كمحرك أولى لإدارة الطلمبات أو لتوليد الكهرباء. وتختلف محركات الديزل من حيث الحجم والقدرة (كلما زاد قطر الاسطوانة أو المكبس [البستم] زادت قدرة المحرك)، كما تختلف من حيث طرق التبريد ووضع الاسطوانات وترتـــيب الاشتعال ووضع الصمامات ونظام شحن الهواء ..... إلخ. إلا أن نظرية العمل الرئيسية لمعظم المحركات واحدة وهى تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود داخل الاسطوانات إلى طاقة ميكانيكية فى صورة حركة دورانية لعمود المرفق (الكرنك)، ويتم ذلك من خلال الدورة الرباعية التى سنتعرض لها بشئ من التفصيل على الصفحات التالية بالإضافة إلى بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بنظرية عمل المحرك.

الدورة الرباعية لمحرك الديزل

الدورة الرباعيـــة هى التى تتم أحداثهـــا بطريقـــة منتظمة وبنفـــس الترتيـــب مكونة أربعة أشواط. والأحداث التالية تكون دورة محركات الديزل الرباعية:

ا- ملء أسطوانات المحرك بهواء جديد (شوط السحب = شوط الحر).
ب- ضغط الهواء المشحون لزيادة ضغطه ودرجة حرارة الوقود الذى يشتعل فى نهاية هذا الشوط وبداية الشوط التالى (شوط الضغط).
جـــ- احتراق الوقود وتمدده مكوناً الغازات (شوط الاحتراق = شوط القدرة).

د- تفريغ الغازات الناتجة عن الاحتراق من الاسطوانات (شوط العادم).

النقط الميتة وضع المكبس فى أقرب نقطة من رأس السلندر أو أبعد نقطة من رأس السلندر تسمى النقط الميتة وتسمى النقطة القريبة من رأس السلندر النقطة الميتة العليا وتسمى النقطة البعيدة من رأس السلندر النقطة الميتة السفلى.

الدورة الرباعية

شوط السحب كما هو واضح من الشكل رقم (١-١) يتجه المكبس إلى أسفل أثناء شوط السحب مشدوداً بذراع التوصيل المتحرك من خلال حركة عمود المرفق (الكرنك) الدائرية. فيتحرك المكبس مبتعداً عن رأس السلندر مكوناً تخلخلاً بالأسطوانة مما يجعل الهواء يدخل إلى الأسطوانة من خلال فتحة صمام الدخول نتيجة الضغط الجوى الخارجى. وهذا الصمام يفتح فى بداية المشوار حتى يصل المكبس إلى نهاية المشوار بوصوله إلى النقطة الميتة السفلى.

شوط الضغط عندما يمر المكبس عبر النقطة الميتة السفلى فى هذه اللحظة يبدأ عمل مشوار الضغط فيقفل صمام السحب (الدخول) ويندفع المكبس الى أعلى عن طريق دفعه بواسطة ذراع التوصيل وحركة الكرنك ويبدأ الهواء داخل الأسطوانات فى الإنضغاط وترتفع درجة حرارته وقبل الوصول الى نهاية المشوار (قبل النقطة الميتة العليا). يدفع كمية من الوقود السائل فى هيئة رذاذ (بخار) والتى تدخل مباشرة الى الهواء الساخن بالسلندر فيشتعل.

شوط القدرة وفى هذه اللحظة يتم احتراق الوقود خلال اللحظات الأولى من مشوار القدرة (الشغل) الذى يزيد الضغط فى السلندرات وهذه العملية تسمى شوط الشغـــل أو الشوط الفعال أو شوط القدرة.

والغازات الساخنة الموجودة تحت الضغط تتمدد من خلال زيادة حجم السلندر بنزول المكبس إلى أسفل والذى بالتالى يدفع ذراع التوصيل الى أسفل والذى يحرك عمود الكرنك حركته الدائرية.

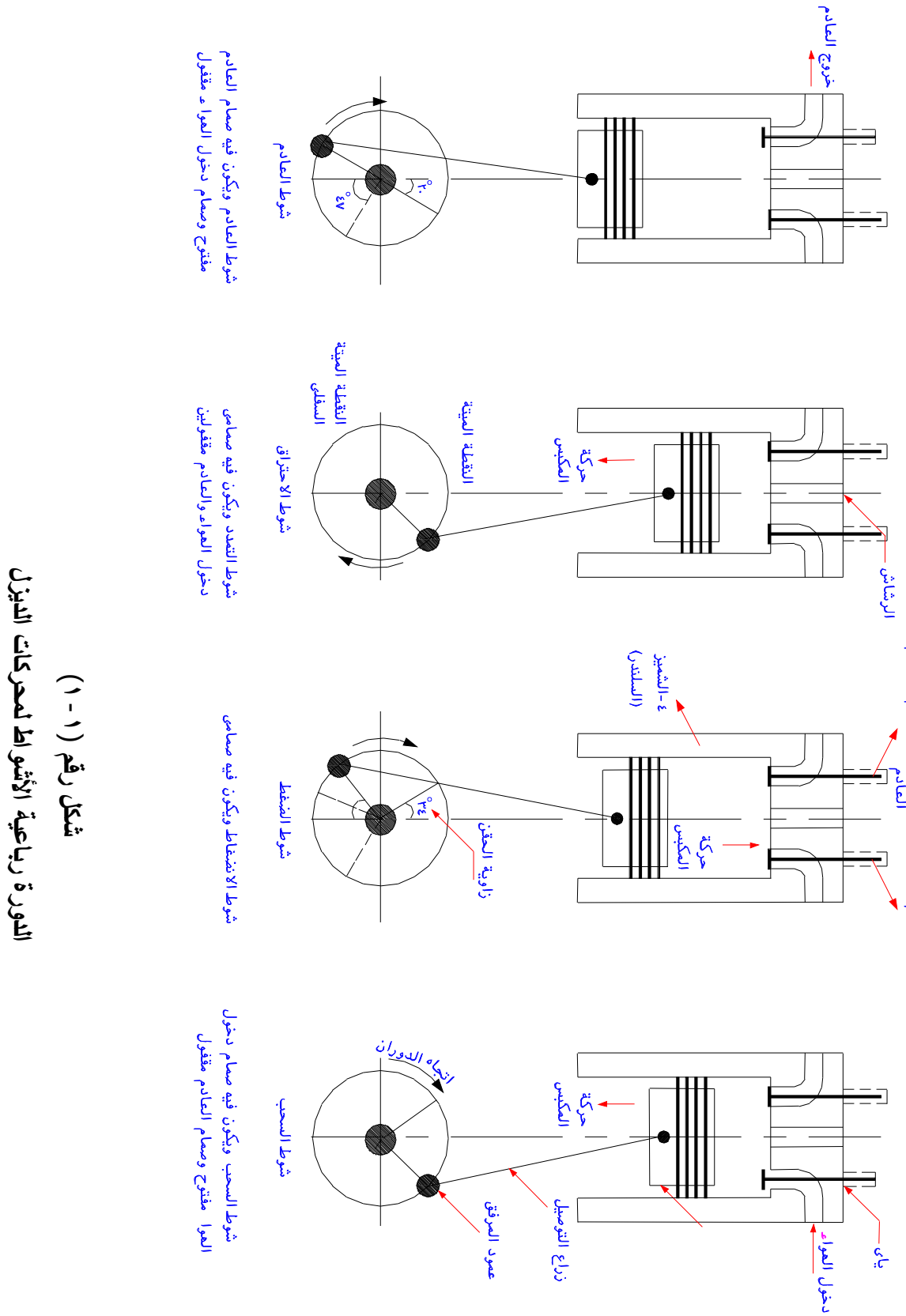
شوط العادم

عند وصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى يفتح صمام العادم وتهرب الغازات الناتجة من الاحتراق وذلك من خلال صمام العادم المفتوح وذلك تحت تأثير الضغط العالى المتولد من الاحتراق وبحركة المكبس إلى أعلى تندفع باقى نواتج الاحتراق إلى الخارج.

ومن ذلك يتضح أن هذه الإجراءات استغرقت أربعة أشواط نتجت عن دوران الكرنك لفتين وعليه تستغرق الدورة الرباعية أربعة أشواط ولفتين من لفات عمود الكرنك وتعطى شوط فعال (شوط قدرة) واحد.

توقيت الأحداث

فى الواقع أن نقاط التقسيم بين الأشواط الأربعة لا تحدث فى بداية أو نهاية الأشواط أو عند النقط الميتة العليا أو السفلى ويكون الاختلاف بسيط فى المحركات البطيئة ولكنها تزداد فى المحركات بزيادة سرعاتها فصمام الدخول يبدأ فى الفتح قبل النقطة الميتة العليا بحوالى ١٠ - ٢٥ درجة. وهذا التقديم يسمح للصمام بفتحه فتحة كاملة عند النقطة الميتة العليا عند بداية حركة المكبس فى مشوار السحب وذلك لسحب أكبر كمية هواء فى هذا المشوار. وصمام الدخول يقفل بعد النقطة الميتة السفلى بحوالى ٢٥ - ٤٥ درجة من زوايا الكرنك. ويتم حقن الوقــود قبل النقطة الميتة العليا بحوالى ٧ - ٢٦ درجة. ويعتمد إنهاء عملية حقن الوقود فى الاسطوانات على الحمل المطلوب ويتم فتح صمام العادم قبل وصول المكبس الى النقطة الميتة السفلى بحوالى ٣٠ - ٦٠ درجة وذلك لإزالة أكبر كمية من نواتج الاحتراق. ويتم غلق صمام العادم بعد النقطة الميتة العليا بحوالى ١٠ - ٢٠ درجة.

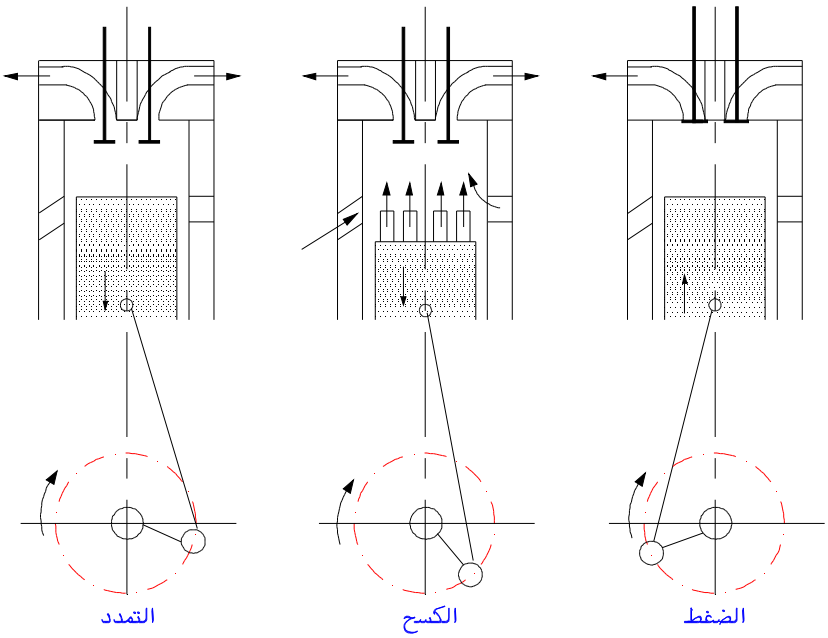


شكل رقم (١ - ١)

الدورة رباعية الأشواط لمحركات الديزل

الدورة الثنائية

هذه الدورة تتم فى شوطين فقط تستغرق لفه واحدة من لفات الكرنك حيث أن الدورة الرباعية تحتاج إلى لفتين من اللفات والاختلاف بين الدورتين هى الطريقة التى يتم بها كسح نواتج الاحتراق وكذا إعادة ملء الأسطوانة بهواء جديد. ويعرض الشكل رقم (١-٢) كسح العادم فى الدورة الثنائية الأشواط.



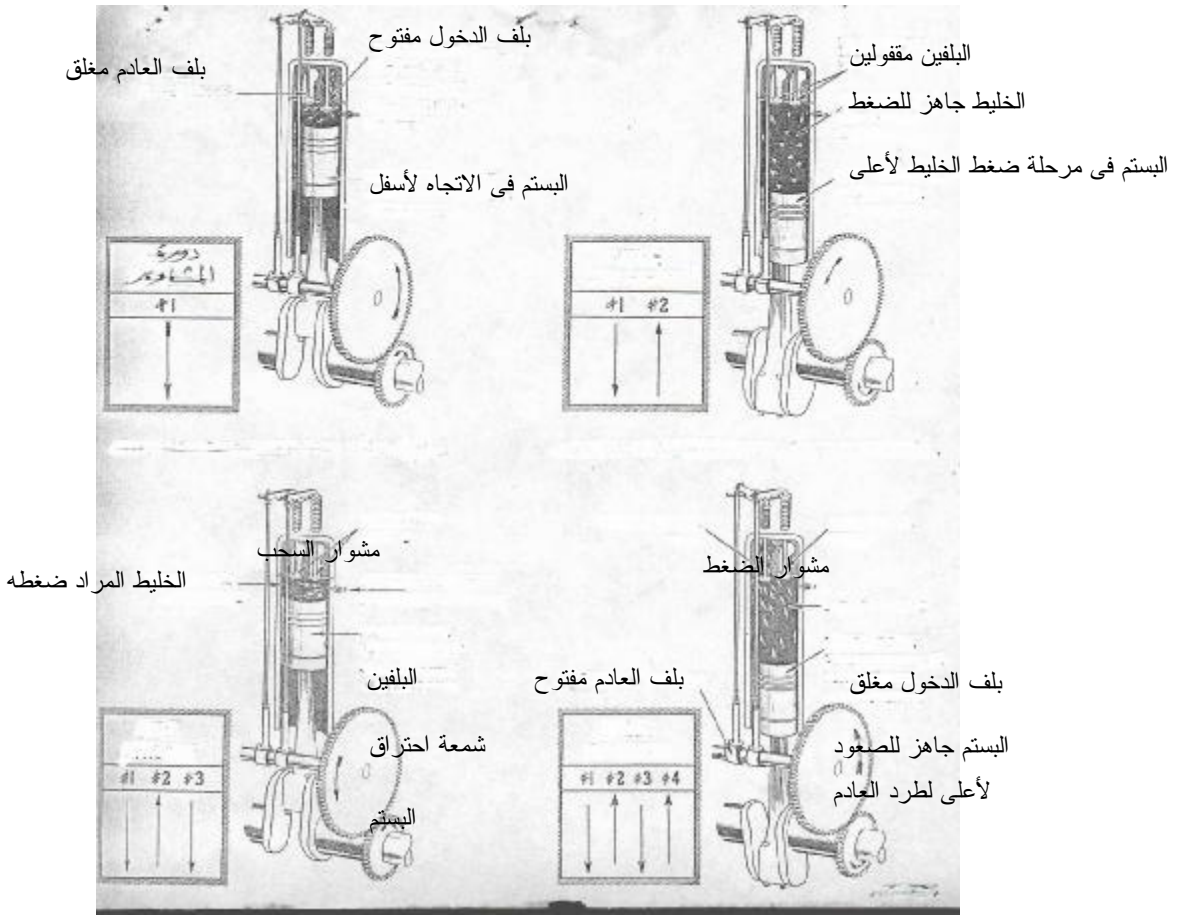
شكل رقم (١-٢)
كسح العادم فى الدورة الثنائية الأشواط

وتتم عملية إزالة نواتج الاحتراق والشحن لهواء جديد كما هو موضح بالشكل رقم (١-٣).

١. عندما يكون البستم متجها إلى اسفل فى شوط الانضغاط (التمدد) يفتح صمام العادم (e) عندما تكون نسبة المشوار حوالي ٨٠ - ٨٥ % من طول الشوط وبذلك يتم خروج نواتج الاحتراق ويتم انخفاض الضغط داخل الأسطوانة.
٢. أثناء اتجاه البستم إلى اسفل مستمرا فى نفس الشوط يمر على فتحات يندفع منها هواء تحت ضغط أكبر من الضغط الذى وصل إلية ضغط

نواتج الاحتراق بداخل الأسطوانة وبذلك يتم دفع باقى نواتج الاحتراق لخارج الاسطوانات ويتم شحن هواء جديد وتسمى هذه العملية بعملية الكسح.

٣. وقبل بدء شوط الانضغاط عندما يكون المكبس فى مشواره لأعلى يتم قفل فتحات العادم بعد غلق فتحات الكسح هى أنة يسمح لخروج بعض الهواء بداخل الأسطوانة للخارج إذ ربما يكون هناك بعض من نواتج الاحتراق موجودة بداخل الغرفة ثم يبدأ بعد ذلك شوط الانضغاط.



شكل رقم (١-٣)

رسم توضيحى لحركات البلف للأربع مشاوير للبستم المتغيرة

فائدة الدورة الثنائية تقوم الدورة الثنائية بعملية تخفيض عدد أشواط الدورة من أربعة أشواط إلى اثنان فقط ويعنى ذلك أن المحرك الثنائي الأشواط يعطى قدرة كل لفة من لفات الكرنك وبالمقارنة بالدورة الرباعية فان المحركات ذات الدورة الثنائية تعطى قدرة ضعف القدرة بالدورة الرباعية وكذلك يعتبر وزن المحركات الثنائية نصف وزن المحركات الرباعية مقارنة بالقدرات وتستعمل فى البواخر والقاطرات وبصفة خاصة للوحدات كبيرة القدرة .

الانضغاط يوجد سببين لضغط الهواء خلال شوط الانضغاط هما:

١- رفع الحرارة النوعية للهواء المشحون وبالتالى زيادة كفاءة المحرك وذلك بزيادة كثافته والتى بالتالى تعطى حرارة أكبر خلال شوط الاحتراق وهذا السبب هام فى محركات الاحتراق الداخلى سواء التى تعمل بشمعات الاحتراق أو بحقن الوقود.

٢- زيادة درجة حرارة الهواء المشحون حتى يتمكن الوقود المندفع على هيئة رذاذ (بخار) من الإشتعال تلقائياً بدون أى مساعدة من الخارج مثل شمعات الاحتراق كما فى محركات البنزين.

ونسبة الإنضغاط لمحركات الديزل هى النسبة بين حجم الأسطوانة V_1 عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة السفلى وبين حجم الأسطوانة V_2 عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة العليا وتبين العلاقة بينهما المعادلة:

$$R = \frac{V_1}{V_2}$$

حيث: R نسبة الإنضغاط.

V_1 حجم الأسطوانة والمكبس عند النقطة الميتة السفلى.

V2 حجم الأسطوانة والمكبس عند النقطة الميتة العليا.

وحجم الأسطوانة V_1 هو عبارة عن حجم الإزاحة الكلية للمكبس مضافاً اليه حجم الإنضغاط.

وعادة ما تكون نسبة الإنضغاط فى محركات الديزل حوالى ١ : ١٢ الى ١ : ١٩ وعندما تكون نسبة الإنضغاط أقل من ١ : ١٢ لا يتم التشغيل حيث أن الحرارة الناتجة من خلال الإنضغاط غير كافية لإحراق الوقود المندفع عند بدء إدارة المحرك وهى مازالت باردة. ونظرياً فإن زيادة الحرارة النوعية بإزدياد نسبة الإنضغاط تزيد درجة حرارة الاحتراق وتقلل من إستهلاك الوقود ولكن يؤدى ذلك الى حدوث إجهادات على مكونات المحركات وتؤدى أيضاً الى زيادة التآكل نتيجة الإحتكاك الشديد مما يتطلب زيادة وزن المحرك بصفة عامة لملاشاة ذلك. كما أن الحرارة العالية والضغط العالى يزيد التآكل والتى يؤدى الى نقص عمر المحرك وكذا زيادة عدد مرات الإصلاح وبالتالى يلزم عدم زيادة نسبة الإنضغاط عن حد معين.

الاحتراق توجد طريقتان متميزتان لإحراق الوقود داخل الأسطوانات:

١- عند ثبات الحجم
٢- عند ثبات الضغط

الاحتراق عند ثبات الحجم يعنى الاحتراق بدون تغيير فى الحجم وكل الحرارة الناتجة من الاحتراق تؤدى الى زيادة درجة الحرارة والضغط بمعنى أن المكبس لا يتحرك كما فى حالة وجود المكبس عند النقطة الميتة العليا وفائدة هذه الطريقة أنها ترفع الحرارة النوعية لمكونات الاحتراق ودرجة الحرارة والضغط وعيوب هذه الطريقة أنها تولد ضغط كبير مفاجئ وينتج صوت عال بالمحرك كما فى المحركات البنزين.

الاحتراق عند تعنى أن الاحتراق بثبات الضغط فنتيجة الاحتراق ترفع درجة الحرارة

ثبات الضغط

ونتيجة لإرتفاع الحرارة يزيد الضغط ليعادل تأثير إزدياد الحجم نتيجة المكبس الى أسفل وبالتالى لا يتغير الضغط وتكون الحرارة الناتجة من احتراق الوقود تحولت جزئياً الى شغل خارجى.

والاحتراق بثبات الضغط يستخدم فى المحركات ذات السرعات البطيئة وكذا فى المحركات ذات ضغط الهواء الجبرى. وأفضلية هذه الطريقة سهولة حركة المحرك وكذا توليد عزم كبير نتيجة إستمرار عملية الاحتراق ولكنها غير مناسبة لمحركات السرعات العالية.

الاحتـــــراق فـــى المحركات الحديثة

المحركات الحديثـــــة تعمـــل بازدواج كـــل مـــن الطريقتـــين والتى تسمى بدورة الاحتراق المزدوجة وبها جزء من الوقود يحترق بثبات الحجم بالقرب من النقطة الميتة العليا والباقى يحترق أثناء ثبات الضغط بعيداً عن النقطة الميتة العليا. وعلى ذلك فإن الضغط العالى لا يستمر ولكنه عادة يزداد ثم يقل تدريجياً. وعموماً فإن هذه الدورة تشبه إلى حد ما دورة ثبات الحجم أكثر من تميزها بدورة الديزل التقليدية وتفضل لكفاءتها العالية وقلة إستهلاكها للوقود. ولكن عيوبها صعوبة صيانتها الوقائية والصوت العالى للتشغيل.

الشحن الجبرى

الشحن الجبرى هو عملية زيادة القدرة للمحرك لنفس حجم الإزاحة والسرعة والمواصفات. وتتم عملية الشحن الجبرى فى محركات الديزل عن طريق توليد القدرة نتيجة احتراق كمية هواء مع كمية من الوقود وبنفس الطريقة يتطلب إحراق كمية من الوقود كمية من الهواء (وزناً من الهواء) ولكن مع وجود حجم ثابت ويستلزم ذلك زيادة وزن الهواء - الذى يمكن إنتاجه بزيادة ضغط الهواء الداخل والذى يسمى بالشحن الجبرى - والذى يعطى ضغطاً أكبر للهواء المشحون الى السلندرات ليبدأ عملية شوط الضغط والضغط كبير.

ولزيادة الضغط للهواء المشحون فى المحركات الرباعية الأشواط لايتم سحب الهواء المشحون للسلندرات كما يقال تحت التخلخل الطبيعى لحركة المكبس ولكن يتم ذلك بدفع هواء مضغوط منتج من كمبرسور أو مروحة.

وهناك ثلاثة أنواع من المراوح:

١- المراوح الترددية كما فى حالة المكابس فى ضواغط الهواء.
٢- المراوح الدائرية الموجبة.
٣- مراوح طاردة مركزية عالية السرعة كما فى الطلمبات الطاردة المركزية.

وعادة يتم إدارتها بواسطة الغازات الناتجة من نواتج الاحتراق للإستفادة من طاقة الحركة التى بها أثناء خروجها. وعندما يتم توصيل الشاحن الجبرى بمحرك رباعى الأشواط يتم تغيير بعض التصميمات لبعض الأجزاء مثل عملية فتح وقفل الصمامات والتى يجب تقديمها لفتحة الشحن وتأخيرها لفتحة العادم وبذلك يكون الصمامان مفتوحان فى آن واحد حوالى ٥٠ : ١٠٠ درجة وتسمى عملية فتح الصمامات فى آن واحد (Overlapping) وتفضل عملية فتح الصمامات معاً.

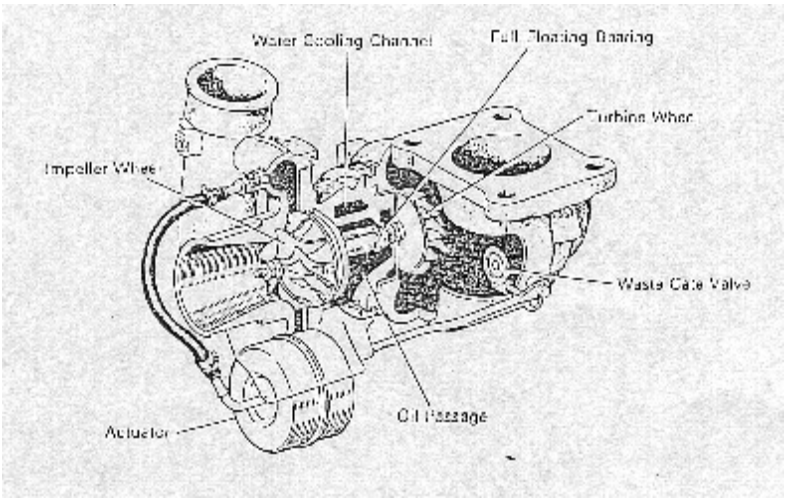
ثبت بالتجارب أنه عندما يكون الصمامان مفتوحان مع بعضهما حوالى ٤٠ : ٥٠ درجة (overlap) تزيد القدرة البيانية حوالى ٥% عندما يكون الشاحن صغيراً ويزيد الشاحن الجبرى من ضغط الاحتراق ويقل الإستهلاك النوعى للوقود لأنه بزيادة كمية الهواء يكون الاحتراق جيداً وتزيد القدرة الميكانيكية بتقليل القدرة المفقودة.

الشاحن التربينى يستخدم الشاحن التربينى عادة فى المحرك الديزل لزيادة قدرة المحرك بنسبة تقدر بحوالى ٢٥ % من قدرته الأساسية، ويعرض الشكل رقم (١-٤) أجزاء الشاحن التربينى.

فكرة عمل الشاحن التربينى:

يتكون الشاحن من تربينة ومروحة منفصلين ولكن مركبين على عامود واحد فعندما يدخل غاز العادم إلى ريشة التربينة بزاوية معينة فيحدث دوران

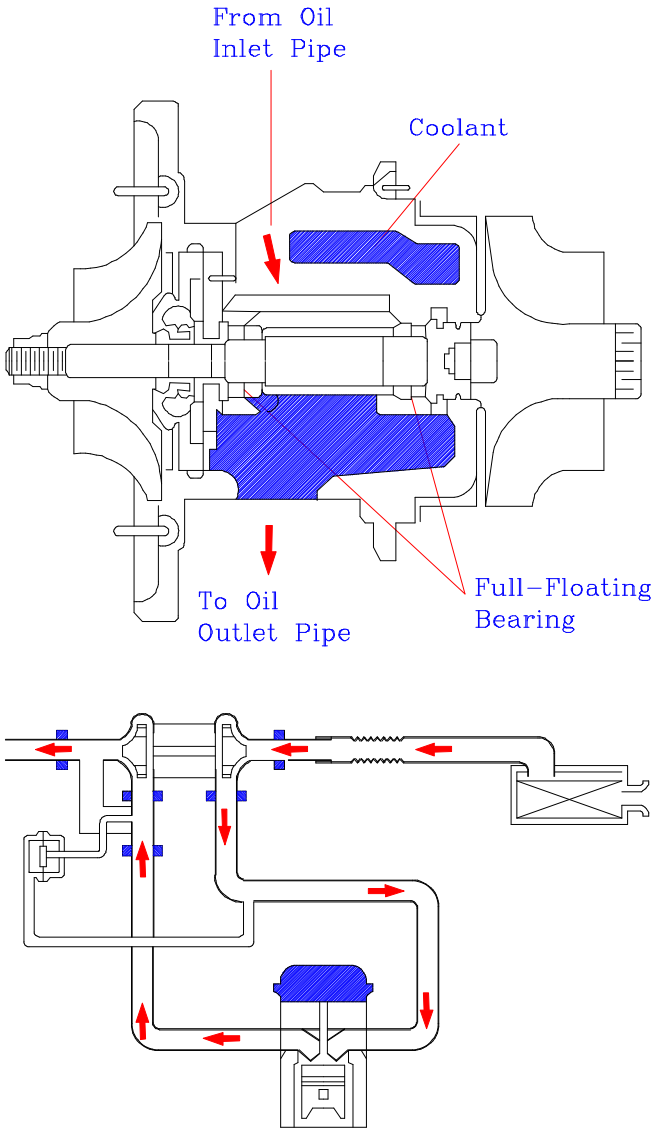
الريشة التربينية وبالتالى يتحرك العامود فيحرك ريشة المروحة التى تسحب الهواء من خلال فلتر الهواء ثم تدفعه إلى الاسطوانات لكى تزيد من كمية الهواء الداخلة لحيز الاحتراق ونتيجة لضغط كمية الهواء الزائد داخل حيز الاحتراق ينتج عنه قوة كبيرة تدفع الكباس وتزيد قدرة المحرك نتيجة لزيادة حجم الهواء. ويعرض الشكل رقم (١-٥) عمل الشاحن التربينى.



شكل رقم (١-٤)
أجزاء الشاحن التربينى

سرعة المكبس

تعتبر سرعة دوران عمود المرفق (الكرنك) سرعة منتظمة. بينما تعتبر سرعة المكبس متغيرة حيث أنه عند النقط الميتة العليا والسفلى (تكون سرعة المكبس صفراً). وعندما يبدأ المكبس فى الحركة فإن السرعة تزيد تدريجياً الى أن تصل الى أقصى سرعة والتى تكون فى منتصف الشوط، ومن هذه النقطة تبدأ سرعة المكبس فى التناقص الى أن تصل الى الصفر مرة أخرى وذلك بوصولها الى النقطة الميتة الأخرى. وعلى ذلك فإن سرعة تحركه تكون مختلفة فى كل الأوقات وبعد عمل بعض الحسابات لمعرفة متوسط سرعة المكبس أى السرعة الثابتة المطلوب من المكبس أن يتحرك بها لقطع مسافة فى نفس الزمن.



شكل رقم (١-٥)

عمل الشاحن التربينى

وحساب السرعة المتوسطة للمكبس لمستخدمى المحركات تكون مقدرة بالقدم/ثانية والمسافة المقطوعة للمكبس فى دقيقة واحدة تكون مساوية لعدد إثنين مشوار فى كل لفة من لفات الكرنك وتظهر من العلاقة التالية:

$$C = \frac{LN}{6}$$

حيث: C هى سرعة المكبس قدم/ثانية

L هى طول المشوار بالقدم

N هى سرعة المحرك لفة/دقيقة

معامل السرعة (CS) تصنف المحركات عادة الى عدة درجات طبقاً للسرعة الدورانية لعمود المرفق وهذه الدرجات هى:

محركات ذات السرعة البطيئة ومحركات ذات السرعة المتوسطة ومحركات ذات السرعة العالية، أو يمكن أن تحدد بتصنيف أدق طبقاً لسرعة المكبس. فمثلاً المحرك ٣,٥ × ٤,٥ بوصة يعمل بسرعة تصل الى ٩٠٠٠ لفة/دقيقة وهناك المحركات المتوسطة والتى تصل سرعاتها الى ٢٠٠٠ لفة/دقيقة والمحركات كبيرة الحجم تعمل عند سرعة لاتصل الى ٧٥٠ لفة/دقيقة (محركات ذات السرعة البطيئة). وسرعة المكبس فى محركات السرعة العالية تصل الى ١٨٠٠ قدم/دقيقة. وفى محركات السرعة الصغيرة تكون سرعة المكبس صغيرة حيث أن معامل السرعة للمحرك (CS) يكون دالة للسرعة الدورانية للمحرك وكذلك لسرعة المكبس معاً طبقاً للعلاقة التالية:

$$CS = \frac{NC}{100000}$$

حيث أن: CS معامل السرعة النوعية

N سرعة المحرك لفة/دقيقة

C سرعة المكبس قدم/دقيقة

ومعامل السرعة لمحركات الديزل المختلفة يقع بين حدود ١ الى ١٨ ويعتمد على بيانات كل المحركات والتى أعطيت ٤ درجات لمحركات الديزل وكل درجة تحدد أقصى قيمة لها برفع ٣ لأس الدرجة (٣ أس١ ، ٣ أس٢، ٣ أس٣، ٣ أس٤).

فالدرجة الأولى محركات السرعة البطيئة ومعامل سرعاتها من ١ الى ٣.
الدرجة الثانية محركات السرعة المتوسطة والمعامل من ٤ الى ٩.
الدرجة الثالثة محركات السرعة العالية والمعامل من ١٠ الى ٢٧.
الدرجة الرابعة محركات السرعة العالية جداً والمعامل من ٢٨ الى ٨١.

وبصورة أوضح تعتمد مجموعة السرعة التى يندرج تحتها المحرك على أكبر قيمة لها لتشغيل المحرك كما فى مجموعة محركات السرعة العالية والتى يجب أن يتم المحافظة على أفضل حالات تشغيل المحرك وكذا معرفة جميع التفصيلات المعطاة من كتيبات المحرك الصادرة من المصنع. كما يجب أن تكون حريصاً على معرفة متى سيتم عمل العمرة أو التوقف اللازم لعمل الصيانة اللازمة.

الأجزاء الثابتة فى محرك الديزل

تتكون ماكينة الديزل من أجزاء ثابتة وأجزاء متحركة ويشرح هـذا الفصـل الأجزاء الثابتة (الهيكل/ السلندرات) لعدة أنواع مختلفة من الماكينات.

الهيكـل

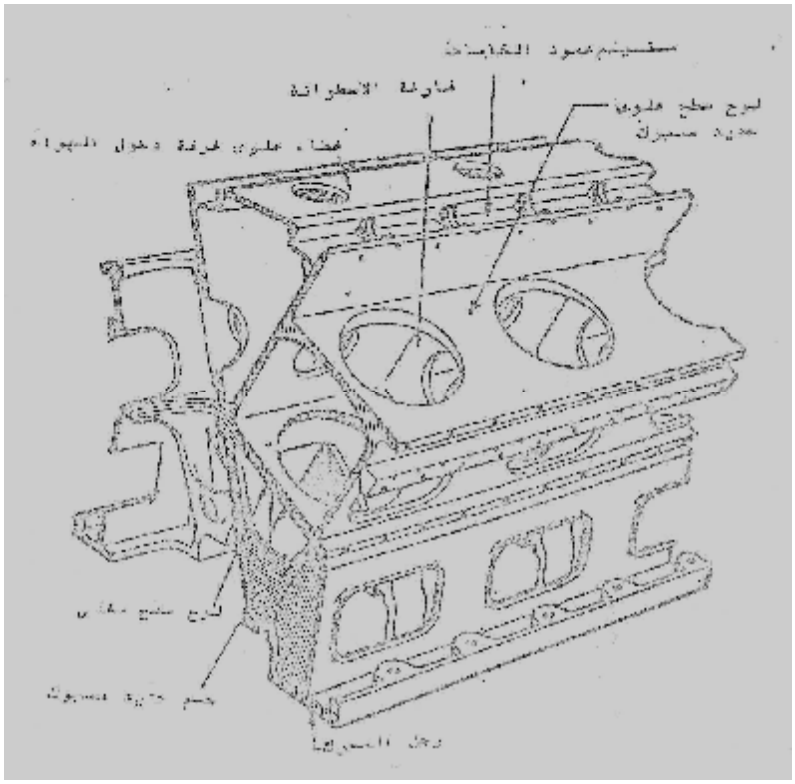
يتكون فى الغالب من القاعدة وفارغة الكرنك والسلندرات ويكون فى المحركات عالية السرعة كما فى محركات البنزين وبعض أنواع السولار قطعة واحدة وتكون فى المحركات المنخفضة السرعة منفصلة عن باقى الهيكل.

قاعدة المحرك:

تكون من الزهر فى المحركات الكبيرة وتكون قطعة واحدة ومركز ثقلها متجه إلى اسفل كما فى البواخر نظرا لاهتزاز البواخر ولكن فى المحركات الخفيفة تكون من الصلب المقوى ومزودة بأعصاب لزيادة قوة احتمالها وتكون فى محركات السيارات دائما القاعدة وغرف الزيت (كارتير) من شرائح الصلب أو الألمونيوم المقوى .

فارغة الكرنك:

فى السرعات المنخفضة كانت السلندرات منفصلة عن بعضها كل على حدة وبعد ذلك ظهرت المحركات نظام البوكس (الصندوق) والتى يتم فيها وضع السلندرات قطعة واحدة وهى تستخدم فى معظم المحركات المتوسطة والكبيرة السرعة كما فى الشكل (١-٦).

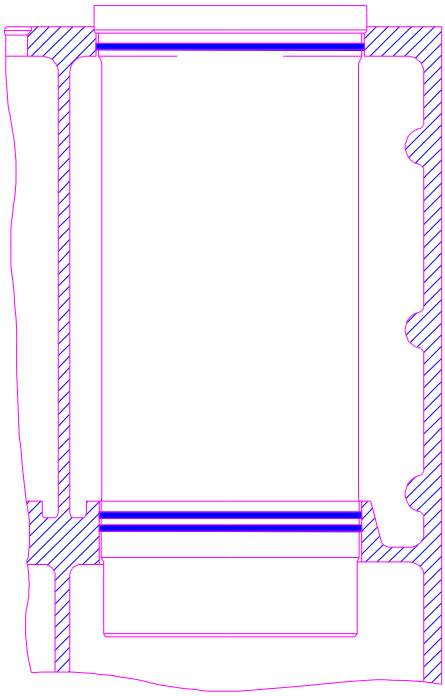


شكل رقم (١-٦)
فـــارغـــة المحـــرك

السلندرات:

يستخدم بعض مصنعي المحركات السلندرات المنفصلة ولكن أغلبية المحركات ذات السلندرات المتعددة تصب فى داخل بلوك كقطعة واحدة. مع ذلك فإن معظم صانعي ومستخدمي المحركات يفضلون المحركات ذات السلندرات التى يمكن تغييرها وذلك بسبب اختلاف الظروف التى تتعرض لها مثل دخول رمال مع هواء الدخول أو وجود زيت غير نظيف فى زيت

المحرك أو وجود أتربة وكلها تؤثر على السلندرات وتزيد من الخلوص بين البستم وبين السلندرات وتؤدى بالتالي إلى هروب الغازات من غرفة الاحتراق والتى تؤدى بدورها إلى انخفاض الضغط فى مشوار الضغط وكذلك تلف الأجزاء التى يتم تزيتها . أما فى حالة صب السلندرات فى البلوك فيجب أن يتم تغيير كل البلوك وفى هذه الحالة ترتفع التكلفة ولتقليل التكلفة يتم صنع السلندرات من النوع الذى يمكن تغيرها. كما هو موضح بالشكل رقم (١-٧).



شكل رقم (١-٧)

رسم تخطيطى للشكل العام للسلندر

أنواع السلندرات:

النوع المبلل:

والذي يكون سطحه الخارجي ملامسا لمياه التبريد.

النوع الجاف:
والذي يحفظ داخل سلندر آخر مناسب وهو يصعب تغيرها أو فكها إلا أنها لا تسمح بتسرب المياه إلى غرفة الاحتراق ولكن العيب عدم توصيلها لدرجات الحرارة حيث المياه لا تكون ملامسة للسلندر.

تنعيم السلندرات:
إن سطح السلندرات لابد وان يكون ناعما لأنة يجب أن يحافظ على وجود غشاء رقيق من الزيت ولتحقيق ذلك يجب أن يكون السلندر مستقيما (ليس به أي اعوجاج) وكفاءة ونعومة سطح السلندرات تحافظ على الغشاء الرقيق للزيت والتى تمنع التلامس بين أسطح المعادن لوجود طبقة من الزيت وبالتالى تؤدى إلى عدم التصاق الشنابر.

ففى حالة وجود خشونة فى السلندرات فان غشاء الزيت يملا الفراغات والارتفاعات الناتجة عن الخشونة ويتم احتراق الزيت فى حركة البساتم الموجود على السلندرات ويؤدى ذلك إلى حدوث التآكل فى البساتم والشنابر وتكون النتيجة عدم ثبات مستوى الزيت ويؤدى ذلك إلى تسرب الضغط فى كل من شوط الانضغاط والقدرة.

انبعاج السلندرات:
فى حالة القياس للسلندرات بعد التركيب لرأس السلندر تجده دائريا ولكن فى كثير من الأحيان لا توضح أجهزة القياس (الميكروميتر) دائريتة فى جميع النقاط والسبب هو أنة عندما يتم تركيب رأس السلندر فوق السلندر وربطة بالمسامير يحدث اعوجاج للسلندرات وفى هذه الحالة يأكل البستم فى المناطق المنبعجة إلى أن يتم إصلاح جميع النقاط ولهذا السبب فالسلندرات لابد أن تربط بإحكام أثناء عملية التركيب.

عمر السلندرات:

تصبح جميع السلندرات من جميع الماركات فى محركات الديزل غير مرضية بمرور الوقت وذلك بسبب التآكل فى السلندرات مع غض النظر عن أحجام المحركات تبين تقريبا أن ٠,٠٠١ بوصة تآكل يحدث فى ١٠٠٠ ساعة تشغيل فى المحركات ذات سرعة بطيئة.

وإذا كان الخلوص بين البستم والسلندر فيه ٠,٠٥ بوصة وإذا كان الخلوص الرئيسي يبدأ من ٠,٠٢ بوصة والتآكل المسموح به ٠,٠٢ إلى ٠,٠٥ بوصة يكون المتوسط ٠,٠٣ بوصة ومع كمية تآكل ٠,٠٠١ بوصة لكل ١٠٠٠ ساعة تشغيل يكون عمر المحركات ذات السرعة البطيئة كالتالي:

T = 1000(0.03 / 0.001) = 30000 أي أن حوالي ٣٠٠٠٠ ساعة تشغيل أي حوالي ٥ سنوات من التشغيل المتواصل ٢٤ ساعة يوميا هو العمر الطبيعى للسلندر.

التبطين بالكروم:

يمكن لعمر خدمة السلندرات أن يزداد بواسطة تغليف السطح بطبقة من الكروم فسلندرات المحركات ذات سرعة متوسطة والحجم المتوسط لها غلاف ناسب من الكروم ونسبة التآكل فيه ٠,٠٠١ بوصة كل ٤٠٠٠ ساعة وفى حالة وضع طبقة كروم بسمك ٠,٠٠٨ بوصة يمكن للسلندرات أن تعمل حوالي ٣٢٠٠٠ ساعة تشغيل قبل التفكير فى وضع طبقة جديدة أو بداية التآكل.

الأجزاء المتحركة

كما للمحرك أجزاء ثابتة فإن المحرك له بعض الأجزاء المتحركة مثل البساتم وعمود الكرنك وعمود التوصيل. ويعتمد تصنيف ماكينات نظام الاحتراق على كل من البساتم وأذرع التوصيل وعمود الكرنك.

أولا البساتم: يوجد نوعان من البساتم التى تستعمل فى توصيل الحركة:

١. البساتم البرميلية
٢. البساتم الجزعية

البساتم البرميلية:

تستخدم فى المحركات ذات الفعالية المزدوجة وتبرد بواسطة دائرة تبريد مياه أو زيت.

البساتم الجزعية:

تستخدم فى جميع المحركات الأحادية الفعالية. كما أن البساتم يجب أن تكون لها مقاومة للضغوط العالية والضغوط الجانبية والمتولدة من السلندرات علاوة على تجهيزها للتبريد والتزييت ومقاومتها للتآكل ضد الاحتكاك مع السلندرات وكذلك مقاومتها للكسر فى مناطق وجود الشنابر والبساتم.

وظيفة البساتم هى:

١. نقل ضغوط الغازات إلى عمود الكرنك .
٢. منع نواتج الاحتراق بدخل السلندرات من الخروج إلى فارغة الكرنك.
٣. فقد الحرارة المختزنة فى رأس البستم خلال الاحتراق حتى بداية مشوار القدرة .
٤. أخذ الضغوط الجانبية المتولدة من حركة أذرع التوصيل.

رأس البستم:

إن سمك رأس البستم أو الجزء المسمى بالتاج يتحكم فيه عاملان وهما:

- قوة التحميل .
- القدرة على فقد الحرارة.

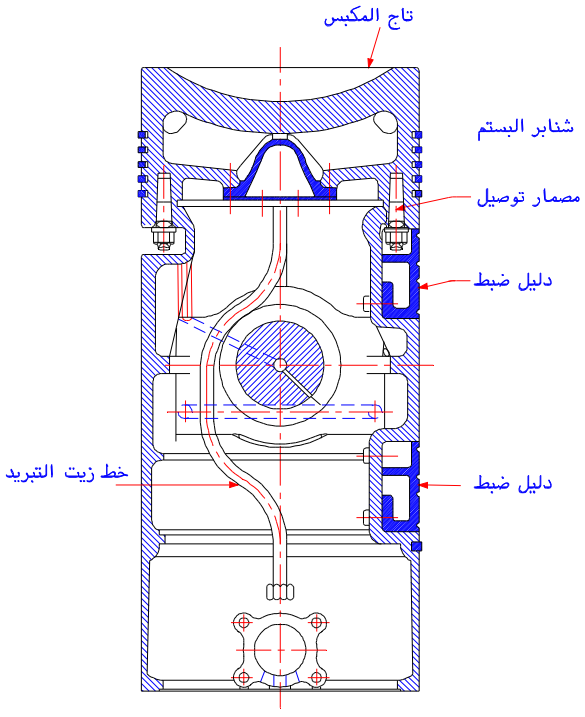
ويصنع التاج غالبا أكبر من المطلوب لمقاومة الاجهادات الضرورية ويحتوى البستم على بنز بستم ومبارى تأخذ بعض حمل الغازات ولكن ليست كل

البساتم تساعد على فقد الحرارة المتولدة من غازات العادم وفى المحركات الكبيرة يصنع الجزء العلوي (التاج) من البساتم وأحيانا من أجزاء منفصلة تثبت بواسطة جوايط بالجزء السفلي كما هو موضح بشكل (١-٨) و(١-٩).

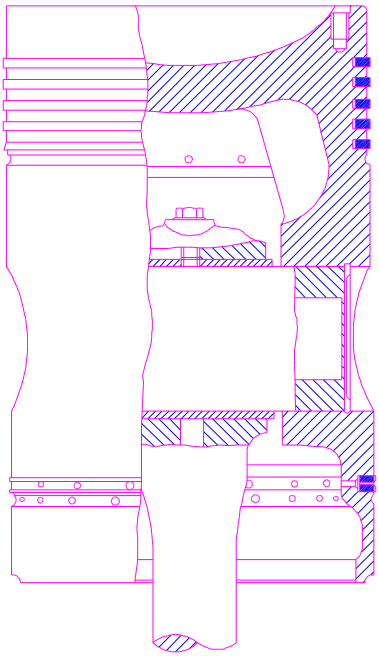
والهدف هو أن يكون الجزء العلوي له قوة تحمل كبيرة وتتحمل درجات حرارة عالية. والهدف الآخر لصناعة البساتم بتاج منفصل يمكن تغيير الجزء العلوي (التاج) إذا حدث له تصدع أو شروخ من إجراء الاجهادات الناتجة من الحرارة العالية وخبطات احتراق الوقود بهذا التاج لتقليل التكلفة .

خلوص البساتم:

يمكن أن يتم تقليل الاحتكاك بين البستم والسلندرات باستعمال شنابر بستم تنتج أقل ضغط واكبر حرية حركة للبستم وذلك بالتزييت الجيد وتقليل الحرارة الزائدة للزيت ويتغير الخلوص بين البساتم والسلندر طبقا لتصميم المحرك وقطر البستم.



شكل رقم (١-٨)
مكبس بماكينة ديزل بدورة زيت تبريد



شكل رقم (١-٩)
رسم تخطيطى يوضح البساتم مع مجارى الشنابر

وعموما فالقاعدة لحساب الخلوص بحد أقصى ٠,٠٠٥ بوصة بين جذع البستم والسلندر ويوجد مقاس فى حالة البرودة وآخر فى حالة السخونة.

بنز البستم:

إن كل الاحمال المتولدة من السلندرات لابد وان تنتقل عبر بنز البستم ولذلك يسمى ببنز المرفق وهو الذراع الموصل بين ذراع التوصيل وبين البستم وهذا البنز يثبت من كلا النهايتين بجلب نحاس فى جذع البستم .

شنابر البستم:

يوجد فى أعلى البستم شنابر ضغط وفائدة الشنابر هى:

١. أحكام غلق الخلوص بين البستم والسلندر لمنع هروب غازات الاحتراق أو الهواء.
٢. تنقل الحرارة من البستم إلى السلندرات المبردة بالمياه.
٣. تمتص جزء مجدد من الضغط الجانبي المتردد للبستم.

شنابر زيت (التزييت):

توضع الشنابر المتحكمة فى الزيت فى أسفل نقطة من البستم وبها ثقوب لتجميع الزيت.

ويستخدم شنبر زيت واحد فى المحركات الصغيرة أما المحركات الكبيرة يستخدم أثنين أو أكثر وذلك لكسح مزيد من الزيت المتطاير إلى أعلى من جراء حركة الكرنك أو ذراع التوصيل وذلك لتقليل استهلاك الزيت المحروق فى غرفة الحريق وفى نفس الوقت تسمح شنابر الزيت بصعود كمية مناسبة من الزيت إلى أعلى للوصول إلى المناطق العليا للسلندر للتزييت.

شنابر الضغط:

تصنع هذه الشنابر من الزهر الرمادي ويأخذ شكل مخصوص ليتحمل التآكل وبعض الشنابر لها ميل من ٠,٥ إلى ١ درجة ومنذ عام ١٩٤٠ تم تغليف الكروم للأسطح الخارجية لشنابر الضغط العلوية لمقاومة التآكل ويوجد مقاطع كثيرة لشنابر الضغط.

خلوص الشنابر:

يجب أن لا يكون بشنابر البساتم خلوص كبير بين حافتي الشنبر ولكن يوجد خلوص بين الحافتين من ٠,٠٠٢ إلى ٠,٠٠٢٥ بوصة وذلك فى المحركات ذات قطر صفر (٤ : ٥) بوصة والمحركات ذات (١١ : ١٢) بوصة قطر تبلغ قيمة الخلوص بها من ٠,٠١٥ : ٠,٠١٢ بوصة.

أذرع التوصيل (البيلات)

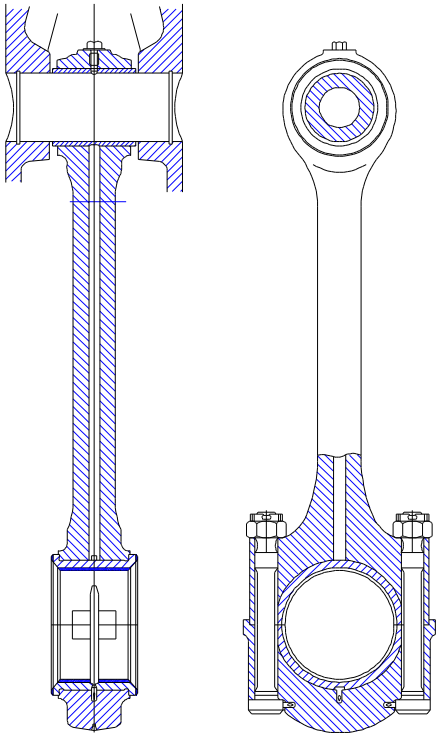
أذرع التوصيل التى تستعمل فى محركات الديزل تتكون من ذراع التوصيل من ثقب فى النهاية الصغرى مخصصة لكرسي بنز البستم وعمود طويل (قصبة) وثقب كبير فى الجهة الأخرى والتى بها شق ليمكن تركيب كرسى فى ركبة الكرنك والمخصصة لأذرع التوصيل ويصنع العمود من سبيكة الصلب المقسى ومعظم أعمدة التوصيل يكون بها مجرى طويل بطول العمود تصل ما بين النهايتين وذلك ليمكن سريان الزيت من خلاله إلى بنز البستم والواصل من عمود الكرنك وغالبا قصبة عمود التوصيل تكون على شكل H لتحمل أقصى جهد مع صغر الوزن وأنواع أذرع التوصيل تعتمد على طرق استعمالها وهى:

الشكل العادى:

كما فى شكل (١-١٠) ويستعمل فى المحركات ذات السلندر الواحد وركبة واحدة للكرنك.

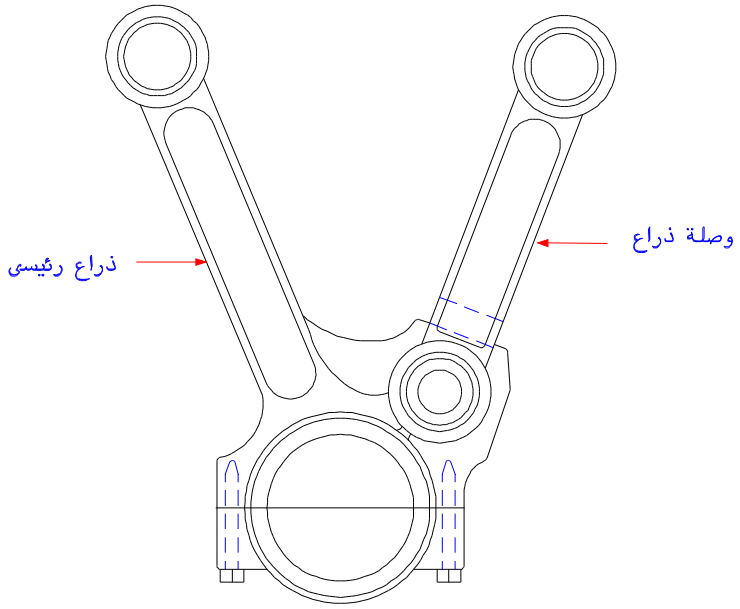
النوع المتشعب ذو الشوكة:

ويستخدم فى محركات حرف V كما فى شكل (١-١١) والذى يكون أحدهما رئيسي والآخر مرتبط به ويكون فى العمود الرئيسي ثقب لربط الذراع الآخر فيه ويسمى بذلك العمود المفصلي وعندما تتحرك النهاية الصغرى لذراع التوصيل على خط السلندرات تتحرك النهاية الكبرى مع خط دوران عمود الكرنك .



شكل رقم (١-١٠)

ذراع توصـــيل عـــادى



شكل رقم (١-١١)

ذراع توصيل مفصلى

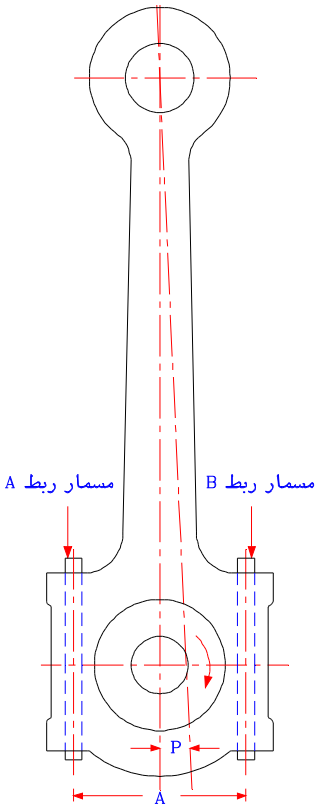
وهذه الزاوية بين الخط الرئيسي للسلندر والخط الرئيسي لذراع التوصيل تصل إلى أقصى قيمة عندما يكون بين خط الكرنك وخط السلندرات زاوية قائمة.

وتتحكم طول الذراع التوصيل ونصف قطر عمود الكرنك فى مقدار أقصى زاوية وينتج التزاوى ضغط جانبي على السلندرات وعلى مقاطع ربط أعمدة التوصيل بالكرنك وكذا بين الأسطح المتلامسة وهذا الضغط يمكن تقليلة بتقليل التزاوى .

مسامير أعمدة التوصيل:

إن غطاء عمود التوصيل يجب أن يربط بعدد ٢ مسمار أو اكثر وفى المحركات الرباعية الأشواط تصمم هذه المسامير لأخذ أقصى قصور ذاتى مع قلة الاجهادات لهذا القصور الذاتي أو لقوة الطرد المركزى وتصمم على المساحة الصغيرة الموجودة عند القطر الداخلى لسن القلاووظ لمنع انهيار المسامير عند هذه النقطة عند قفش البساتم وعندما تدور المحركات لا يكون هناك اى اجهادات على الكراسى تحت تأثير الاحتكاك لركبة الكرنك.

وإذا نظرنا إلى المسمار رقم (A) بالشكل (١-١٢) وتلاحظ اتجاه الدوران تجد أن قطر المسمار رقم (A) أكبر من قطر المسمار رقم (B) فى نفس الشكل فى المحركات الكبيرة وذلك ليمكن للمسمار رقم (A) من تحمل الإجهادات الواقعة علية من جراء تأثير القصور الذاتى للبستم وعمود التوصيل وأيضا قوى الاحتكاك فى اتجاه كراسى عمود التوصيل.



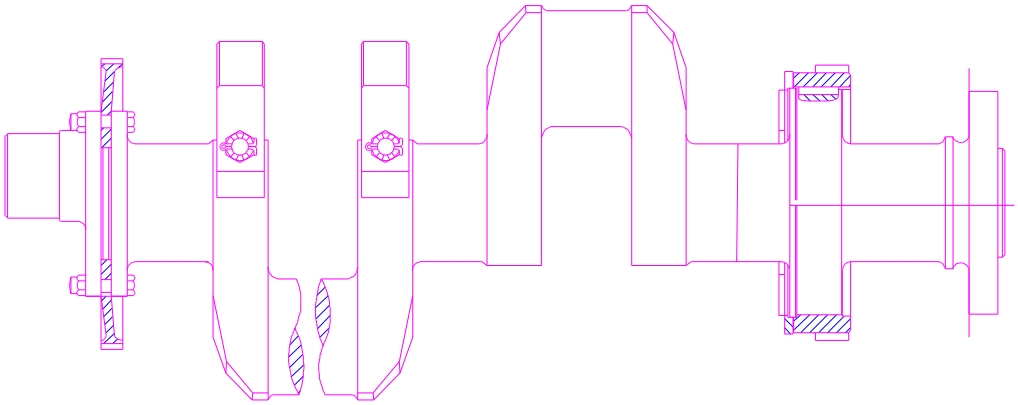
شكل رقم (١-١٢)

تأثير الاحتكاك على مسامير الكرسى

عامود الكرنك

إن أعمدة الكرنكات من أهم الأجزاء بالمحرك ويلزم العناية بها فى المصنع والكرنكات الصغيرة تصنع بالطرق والكبيرة تصنع بالطرق والتشكيل الميكانيكى.

وعند تشكيل عمود الكرنك على الماكينة فأنة يجب مسكها من المناطق الوسطى وذلك لمنع الاهتزازات وان تكون مثبتة من النهايتين تثبيتا جيدا وبعد التشغيل يتم اتزانها استاتيكيا وديناميكيا على الكرنك ذو السرعات العالية وأعمدة الكرنكات التى بها ثقوب خلال مجارى الكرنك تسمح بمرور ضغط التزييت من الكراسى الرئيسية إلى كراسى أعمدة التوصيل وكذلك إلى بنوز البساتم كما فى شكل (١-١٣).



شكل رقم (١-١٣)

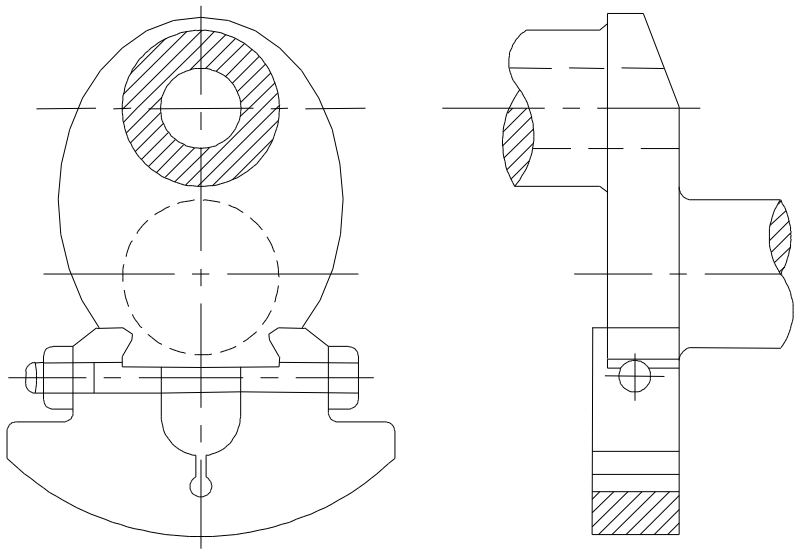
رسم توضيحى لعامود الكرنك

إن حرارة الكرنك تكون من كل من البستم وحرارة الاحتكاك من الكراسى ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أنه بالسماح بوجود خلوص مناسب بين أجناب الكرنك وبين شرائح السبائك يجب أن تحسب بعناية لمنع الحركة الطولية الناتجة من جميع الكراسى لابد من وجود خلوص محورى بسيط لا يسمح بالحركة الطولية الكبيرة.

أثقال الاتزان

أينما يكون المحرك ذو السلندر الواحد أو ذو الاثنين سلندر يكون لازما اتزانهما ويمكن تقليل الذبذبات الناتجة بوضع أثقال أتزان وكتل أتزان وكتل مناسبة للهيكل وتوضع أوزان أتزان داخلية مع عمود الكرنك فى المحركات الصغيرة وتثبت أوزان الاتزان بواسطة جوايط فى المحركات البطيئة ومتوسطة السرعة.

ولمنع حركة هذه الأوزان على العمود تثبت الأوزان على العمود بحيث تكـــون ملائمة على الجوانب وتصنع بأبعاد أقـــل قليلا ليمكن تثبيتها مع العمود وتسخن قبل تثبيتها لمنع حركتها بعد شمطهـــا إلى العمود كما فى شكل (١-١٤).



شكل رقم (١ - ١٤)
ثقل توازن لماكينة ديزل عالية السرعة

الحدافات

نناقش هنا عمل الحدافة أثناء أشواط (السحب /الضغط /العادم) فى الماكينة الرباعية الأشواط وأثناء شوط الضغط فى الماكينة الثنائية الأشواط ، كما يشرح دور الحدافة فى تخزين ،تفريغ الطاقة عند زيادة أو نقص سرعة عمود الكرنك.

عمل الحدافة:

الغرض من الحدافات هو تخزين الطاقة خلال لحظة توليد الطاقة من الغازات فى غرفة الاحتراق والتى تكون كبيرة على الحمل الموجود على المحرك خلال شوط القدرة.

عموما عندما تكون سرعة حركة عمود الكرنك تميل للزيادة فإن الحدافة تمتص الطاقة وعندما تكون سرعة حركة عمود الكرنك تميل إلى النقصان تعطى الحدافة الطاقة لعمود الكرنك وبذلك يكون عمل الحدافة هو المحافظة على ثبات سرعة دوران الكرنك.

فوائد الحدافات:

١. تحافظ على عدم التغيير فى سرعة دوران عمود الكرنك أثناء كل دورة.
٢. تعطى أو تأخذ الزيادة أو النقصان فى السرعة المطلوبة خلال التغيير المفاجئ للأحمال .
٣. هى المسئولة عن رفع البساتم فى شوط الانضغاط عندما تكون السرعة بطيئة أو فى حالة عدم التحميل .
٤. تساعد فى جعل المحرك يدور فى بداية حركته.
٥. تحافظ على ثبات زاوية التقديم والتأخير عند السرعة الثابتة للماكينة كما فى حالة ماكينة تقوم بإدارة مولد كهربى بسرعة ثابتة

تأثير الحدافة:

كمية الطاقة التى خزنتها الحدافة تعتمد على وزن وقطر الحدافة وعلى سرعة المحرك وبذلك فالمحركات ذات سرعة عالية تتطلب حدافات أخف وأصغر من حدافات محركات السرعة البطيئة لنفس القدرة.

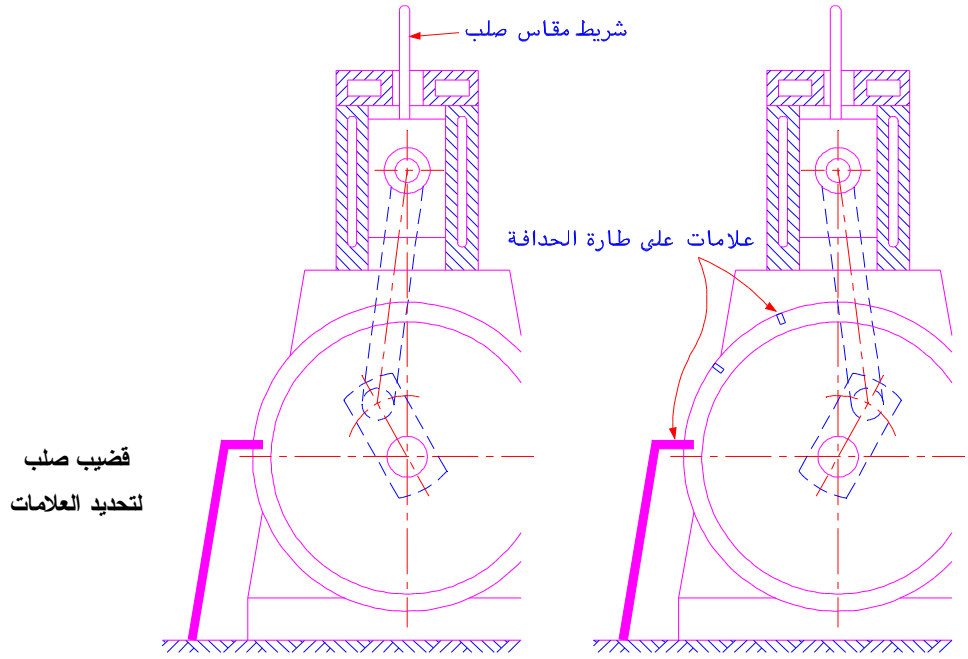
علامات الحدافة:

العلامات الرئيسية الموجودة على طوق الحدافة تبين الميتة العليا لكل البساتم وتوضع العلامات طبقا لذلك مثل (١) النقطة الميتة العليا ، (٢) النقطة الميتة العليا للبستم الثانى .... وهكذا.

وعندما تدور الحدافة تكون إحدى هذه العلامات أمام مؤشر أو علامة فى فارغة الكرنك وبذلك تحدد بأن هذا البستم عند النقطة الميتة العليا.

ومعظم المحركات الحديثة والتى يكون بها عامود للكامات ذو علامات داخلية ليس مطلوب بأن يكون هناك أى علامات لتوقيت الصمامات على الحدافة ماعدا مكان وجود علامة تحدد فتح وغلق أحد الصمامات ودائما يكون صمام

الدخول للبستم رقم واحد وإذا كان التوقيت لهذا الصمام صحيحا فيكون بالتالى جميع توقيتات الصمامات صحيح أيضا. كما فى شكل (١-١٥).



شكل رقم (١-١٥)

تحديد علامات النقطة الميتة العليا على الحدافة

تخبيط الحدافة:

يكون للحدافة التى تثبت بخوابير مسلوبة إلى عمود الكرنك اتجاه لضغط أجناب الخابور على أماكن الخوابير وبمرور الوقت ونتيجة لهذا الضغط يتولد خلوص بين الأجناب وبين الخابور وعند ذلك تبدأ الحافة فى إصدار أصوات مزعجة وغير مرضية وتسمى هذه الخبطات بتخبيط الحدافة.

وإذا لم يتم إيقاف هذا الخبط فأنة يؤدى إلى تلف مكان الخابور بصورة كبيرة وفى نفس الوقت تظهر اجهادات على عمود الكرنك تحت تأثير هذه الضغوط وهذه الأجهادات تحدث انهيار لعمود الكرنك وأفضل طريقة للعلاج هو وضع خابور جديد.

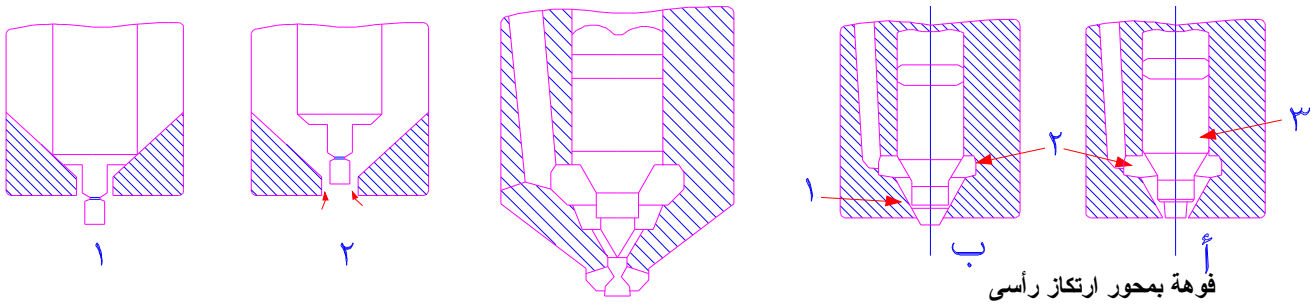
أنواع فوانى الحقن تنقسم فوانى الحقن إلى ثلاثة أنواع رئيسية شائعة الاستخدام هى:

١. فوهة بمحور ارتكاز رأسى Single hole Nozzle.

٢. فوهة متعددة الفتحات Multi hole nozzle.

٣. فوهة اختناق Pinter type.

ويعرض الشكل رقم (١-١٦) أنواع فوانى الحقن.



فوهة بمحور ارتكاز رأسى

أ. مغلقة ب. مفتوحة

١. مقعد الصمام ٢. تجوف حلقى

٣. أبرة الفوهة

فوهة متعددة الفتحات (مفتوحة)

فوهة اختناق

١. مغلقة ٢. مفتحة

شكل رقم (١-١٦)

أنواع فوانى الحقن

أنواع غرف الاحتراق تنقسم غرف الاحتراق إلى أربعة أنواع رئيسية حسب طريقة الاحتراق وهى:

١. طريقة الخلية الهوائية

٢. طريقة غرفة الاحتراق الكروية المركزية

٣. طريقة الغرفة الدوامية

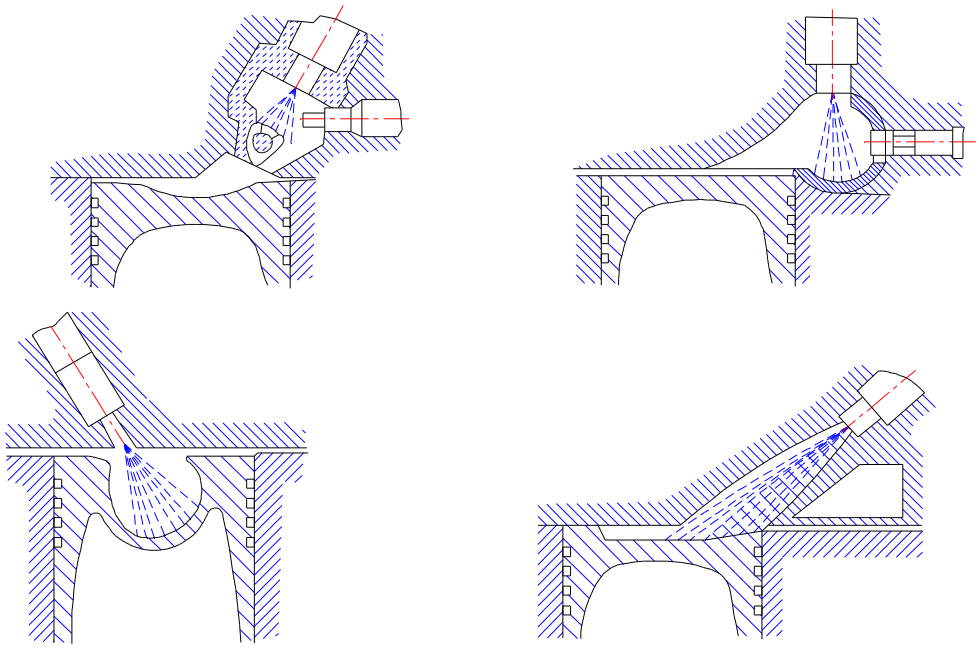
٤. طريقة غرفة الاحتراق المتقدم

ويعرض الشكل رقم (١-١٧) الأنواع المختلفة لغرف الاحتراق.

مجموعة التوقيت (وش التقسيمة)

الغرض من مجموعة التوقيت هو التحكم فى توقيت العمليات الآتية.

١. دخول الهواء وخروج العادم فى المحركات الرباعية الأشواط.
٢. طرد العادم فى بعض المحركات ثنائية الأشواط.
٣. دخول الوقود مع الهواء المحقون فى بعض المحركات ذات الحقن الميكانيكى.
٤. دخول الهواء المضغوط اللازم لبدء الحركة فى معظم المحركات الكبيرة.

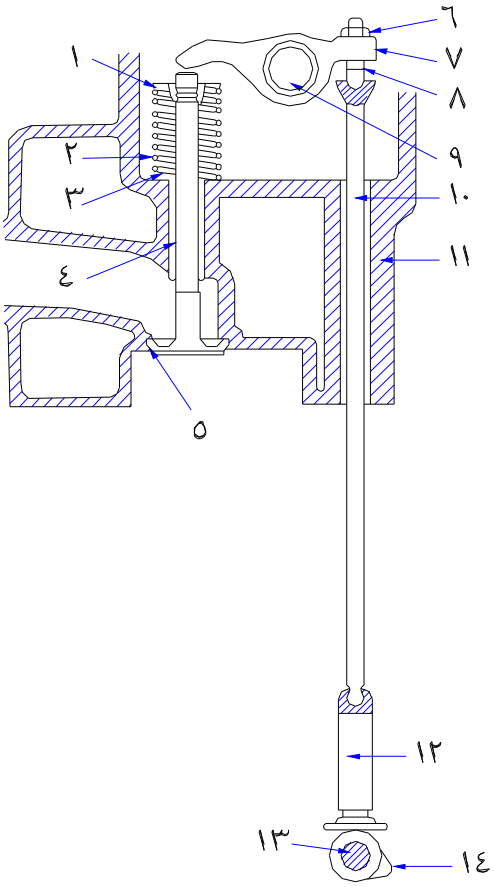


شكل رقم (١-١٧)
الأنواع المختلفة لغرف الاحتراق

مكونات مجموعة التوقيت

هى مجموعة الأجزاء الميكانيكية التى تقوم بتشغيل صمامات الهواء والعادم والوقود وصمامات هواء بدء الحركة، حيث تقوم فى فتحها وغلقها فى التوقيت المناسب طبقاً لوضع البستم وركبة عمود الكرنك وهى هامة جداً فى تركيبها، وتعتمد على نوع وسرعة وحجم المحرك وأبسط طريقة لشرحها كما هو موضح بالشكل رقم (١-١٨) حيث يقوم عمود الكامات المتحرك بواسطة الكامة بدفع التابع وعمود الدفع إلى أعلى وبهذا تنتقل حركة الكامات إلى

عمود التاكيهات حيث يقوم بدفع الصمام إلى أسفل ثم يقوم ياى الصمام بإعادة الصمام (الصباب) إلى قاعدته ويحكم إغلاقه بعد انتهاء دفع الكامة.



١. طبق حاجز لسوستة البلف
٢. غلق حاجز سوستة البلف
٣. سوستة البلف
٤. عامود البلف
٥. دليل البلف
٦. صامولة ضبط ذراع البلف
٧. ذراع البلف
٨. قلاووظ للضبط
٩. جلبة ذراع البلف
١٠. عامود ذراع البلف
١١. رأس السلندر
١٢. ناقل حركة
١٣. عامود الكامة
١٤. الكامة

شكل رقم (١-١٨)
رسم توضيحى لحركة البلف

الكامات:

تستخدم الكامة فى فتح وغلق الصمامات ومعظم محركات الديزل وحتى فى بعض المحركات الكبيرة تصنع الكامات مع العمود ككتلة واحدة ويتم تصنيعها طبقاً للشكل المطلوب، ويسمى عمود الكامات التكاملى، ولهذا تشبه أعمدة كامات الديزل بأعمدة كامات السيارات، ويتميز هذا النوع التكاملى بأنه يكفى ضبط توقيت أى صمام بشكل صحيح لتصبح جميع الصمامات مضبوطة وبالتالى إذا حدث تغيير فى توقيت أى صمام فإن جميع الصمامات تتأثر فى كل الاسطوانات.

وظيفة الكامة:

تصنع الكامات بحيث تتحمل الطرق المفاجئ (Impact lone) والاحتكاك الشديد. ويحدد شكل الكامة بداية فتح وغلق الصمام، وسرعة الفتح والغلق ومسافة حركة الصمام بالنسبة لقاعدته (وضع الصمام) وتسمى أعلى نقطة فى الكامة بأنف الكامة. وتصنع جوانب الكامة محدبة للخارج وتسمى كامة محدبة أو تكون مستقيمـــة وتسمى كامة مفلطحة، ويجود فى المحركات رباعية الأشواط كامتين على الأقل لكل اسطوانة واحدة لصمام الهواء والأخرى لصمام العادم، وقد يوجد بالإضافة للكامتين السابقتين كامة لتشغيل نظام حقن الوقود وكذلك كامة لتشغيل صمام هواء بدء الحركة فى نظام بدء الحركة.

ويوجد محرك قابل للدوران فى عكس اتجاهه الأصلى ويحتم ذلك وجود مجموعة أخرى من الكامات للدوران فى الاتجاه المعاكس وبذلك يصل عدد الكامات إلى ثمانية لكل اسطوانة.

عمود الكامات:

معظم محركات الديزل الحديثة يكون عمود الكامات والكامة قطعة واحدة ويصنع عمود الكامات فى بعض المحركات الكبيرة من جزأين أو أكثر يتم ربطهما بفلانشة، وفى المحركات الثنائية الأشواط يدور عمود الكامة بنفس سرعة عمود الكرنك، بينما فى المحركات رباعية الأشواط يدور عمود الكامة بنصف سرعة دوران عمود الكرنك.

التابع (تابع الكامة):

التابع هو العضو أو الجزء الملاصق لسطح الكامة ويقوم بنقل حركة الكامة إلى عمود الدفع، ويوجد عدة أنواع من التوابع هى:

١. تابع كروى:

ويستخدم فى المحركات المتوسطة والكبيرة مع كامة مفلطحة الجوانب أو كامة محدبة الجوانب.

٢. تابع مفلطح:

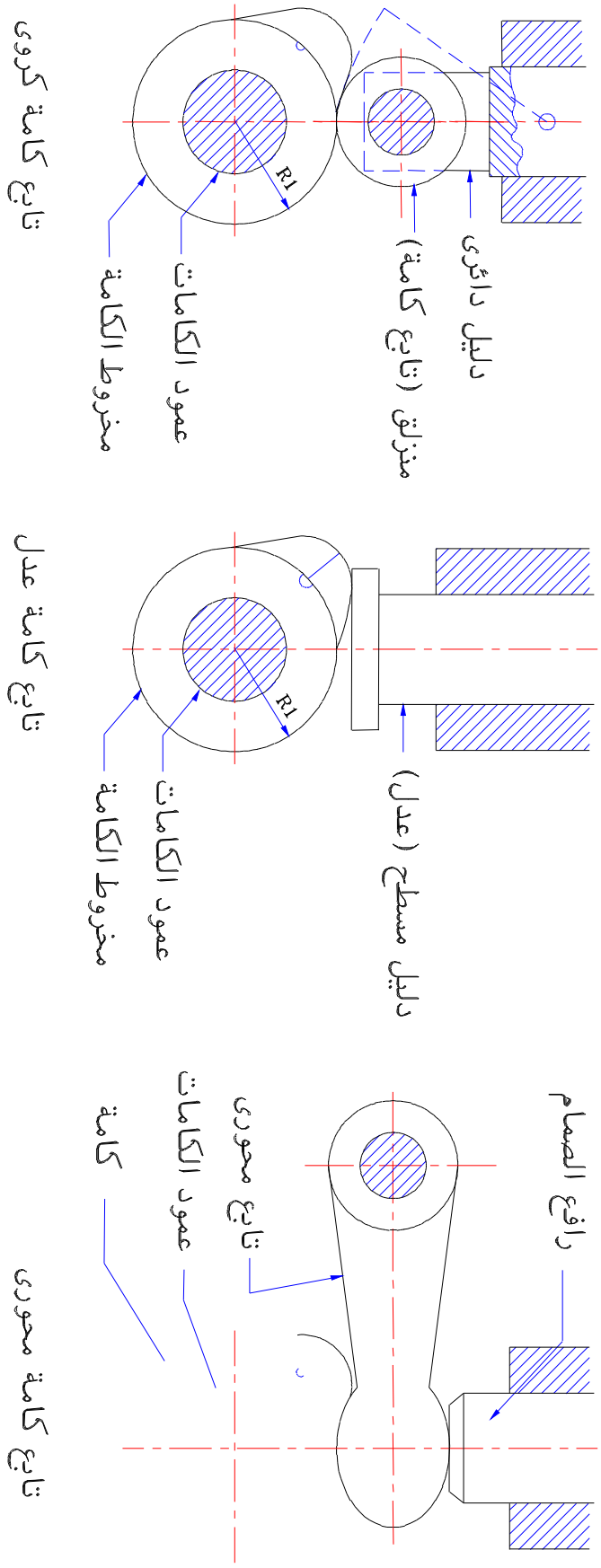
يستخدم فى المحركات الصغيرة سريعة الدوران ويعمل مع كامة محدبة الجوانب.

٣. تابع محورى:
يستخدم مع جميع أنواع الكامات.

ويعرض الشكل رقم (١-١٩) رسم تخطيطى للكامة والتابع الخاص بها

ذراع التاكيهات:
يتصل ذراع التاكيهات فى إحدى نهايتيه بالصمام، وتتصل النهاية الأخرى باسطوانة (منزلق)، وفى حالة وجود صمامين ينبغى إغلاقهما أو فتحهما معاً كما فى حالة وجود صمامى عادم لمعظم المحركات ثنائية الأشواط حيث يستخدم ذراع تاكيهات واحد لكلا الصمامين حيث يعمل ذراع التاكيهات على كوبرى يصل بين الصمامين.

الصمامات:
وظيفة الصمام هى إدخال الهواء النقى إلى اسطوانة المحرك وإخراج العادم منها بعد استنفاذ كل طاقته، وتصنع صمامات الهواء أكبر من صمامات العادم فى أغلب الأحيان، وتكون الصمامات ذات رأس مخروطية الشكل وتكون قاعدتها مشطوفة بزاوية ٤٥ درجة وقد ثبت أن هذه الزاوية أنسب الزوايا لعمل الصمامات، وبالنسبة لصمام العادم تكون الزاوية أقل من ٤٥ درجة ويجب أن يكون الصمام قادر على تحمل الضغوط والحرارة العاليين جداً ويكون محكم جداً فى الإغلاق لمنع تسرب الغاز. ولإطالة عمر قواعد صمامات الحر تصنع كقطع منفصلة عن رأس الاسطوانة وتتكون قواعد الصمامات من حلقات من سبيكة مقاومة للحرارة.



شكل رقم (١ - ١٩)

الكامة والأنواع المختلفة من التوابع

خلوص الصمام وضبطه:

تتمدد النهاية العليا للصمام وباقى أجزاء مجموعة التوقيت عندما يسخن المحرك وهذا التمدد قد يجعل الصمامات تترك قواعدها، ومن المهم جداً ضبط الخلوص حيث أن زيادة قيمة الخلوص عن القيمة المحددة يؤدى إلى ضجيج عالى أثناء التشغيل وكذلك يزداد التآكل وتفسد عملية توقيت الفتح والغلق حيث يفتح الصمام متآخراً ويغلق مبكراً عن الوقت المحدد له، كما أن تقليل قيمة الخلوص عن القيمة المحددة له تؤدى إلى أخطار شديدة حيث قد تمنع إحكام إغلاق الصمام مما يؤدى إلى تسريب واحتراق أسطح الصمامات وقد يؤدى إلى منع حدوث الاشتعال نتيجة لقلة الضغط داخل الاسطوانة. وفى معظم المحركات تكون وسيلة الضبط عبارة عن مسمار ضبط وصامولة زنق فى أحد طرفى ذراع التاكيهات ويقاس الخلوص مباشرة بواسطة (فيلر). ويوجد فى الوقت الحالى نوعين من الضبط، ميكانيكى وهيدروليكى.

الفصل الثـــــانى

الاعتبارات الواجـــب مراعاتها عنـــد تجميع المولد مع المحرك الديـــــزل

الفصل الثانى

الاعتبارات الواجـــب مراعاتها عنـــد تجميع المولد مع المحرك الديـــــزل

احتياطات أمان عامـــــــــة

* استخدم المحركات طبقاً لنوع الاستخدام المصممة من أجله فقط.
* لا تدخن عند وضع الوقود فى الخزان.
* نظف فوراً أى وقود منسكب. واحفظ المواد والخامات التى بها آثار وقود بعيداً فى مكان آمن.
* لا تضع الوقود فى الخزان أثناء إدارة المحرك (إلا عند الضرورة القصوى).
* لا تقم بتنظيف المحرك أو إضافة زيت أو ضبط المحرك أثناء إدارته (إلا بعد الحصول على التدريب الكامل، وحتى بعد الحصول على هذا التدريب يجب أخذ عناية فائقة لتجنب الإصابة).
* لا تقم بعمليات ضبط إلا بعد فهمها والتدريب عليها.
* تأكد من أن مكان تركيب المحرك لا يسبب تركيزاًفى الإنبعاثات السامة أثناء إدارته.
* يجب أن يكون بافى الأفراد على مسافة آمنة من المحرك أو المعدة أثناء تشغيلها .
* لا يسمح بالاقتراب من الأجزاء المتحركة من المحرك أثناء تشغيله.

تحذير: بعض الأجزاء المتحركة لا يمكن رؤيتها أثناء دوران المحرك.

* لا تقم بتشغيل المحرك فى غير وجود فرد الأمن الصناعى المسئـــول عن المحرك.

* لا تقم بفك غطاء المشع (الرديياتير) والمحرك ساخن وسائل التبريد تحت ضغط، حيث أن ذلك يمكن أن يسبب خروج البخار وسائل التبريد الساخن المضغوط بقوة عند فك غطاء فتحة الملء، ويمكن ان يؤدى إلى إصابات.
* لا تستخدم مياه مالحة أو أى سائل تبريد يمكن ان يسبب صدأ لدائرة التبريد المغلقة.
* لا تسمح باقتراب أى شرارة او مصدر حريق من البطاريات (خاصة عند شحن البطاريات) لأن الغازات المنبعثة من السائل الإلكتروليتى قابلة للاشتعال. سائل البطارية خطير على الجلد وخاصة العين.
* أفصل أقطاب البطارية قبل إجراء أي إصلاح للدوائر الكهربائية.
* يجب أن يقوم بمراقبة وفحص وضبط المحرك شخص واحد فقط.
* تأكد أنه يتم تشغيل المحرك من لوحة العدادات والتحكم، أو من وضع المشغل.
* عند ملامسة وقود ضغط عالى للجلد يتم المعالجة الطبية فوراً.
* يمكن أن يسبب وقود وزيوت الديزل (خاصة الزيت المستعمل) أضراراً للجلد لبعض الأشخاص. ولوقاية الجلد يتم إرتداء قفاز للأيدى أو المعالجة بمحلول خاص.
* لا ترتدى ملابس بها آثار زيت محرك ولا تضع خامات بها آثار زيت محرك فى جيوبك.
* تخلص من زيت المحرك المستعمل فى مكان آمن لتجنب التلوث بها.
* تأكد من وضع ذراع التعشيق والتحكم فى نقل الحركة فى وضع الحياد (المور) قبل بدء إدارة المحرك.
* توخى العناية الفائقة فى حالة وجوب إجراء إصلاحات طارئة فى ظروف معاكسة.
* بعض أجزاء المحرك مصنوعة من مواد قابلة للاشتعال (مثل بعض موانع التسرب) وبالتالى فهى تسبب أضرار خطيرة عند احتراقها. أحرص على عدم ملامسة هذه المواد المحترقة للجلد أو العين.
* استخدم فقط الأجزاء وقطع الغيار الأصلية.

تركيب محركات الديـــــزل

تستخدم محركات الديزل أما كوسيلة إدارة مباشـــرة للمضخـــات. أو كوسيلة إدارة للمولد الكهربائى وذلك بهدف توليد الكهرباء وفى أى من الاستخدامين فإن المحرك الديزل يكون قد تم إعداده واختباره مسبقاً بالمصنع، وبالتالى لا يحتاج المحرك إلى فترة تليين أو إعداد وإنما يمكن استغلاله مباشرة وعلى الحمل الكامل.

التوصيلات الأرضية لمحركات الديزل

توصيل المعدة بالأرضى هـــو اتصال كهـــربائى مباشـــر بيـــن جسم المعدة والأرضى. ويجب توصيل المعدة بالأرضى قبل توصيل أقطاب مصدر القدرة الرئيسى، كإجراء أمنى وقائى ولضمان التشغيل السليم.

ولضمان التوصيل الأرضى السليم للمعدة، يجب ألا تزيد مقاومة الوصلة الأرضية عن ٢٥ أوم. ويجب ان تكون وصلة الأرضى أقصر ما يمكن لضمان الحصول على أفضل النتائج. يجب توصيل المجموعات الفرعية وأى أجهزة إضافية (والتى هى جزء من المعدة ولكن غير مركبة على قاعدتها)، بالأرضى، مثل كابينة التحكم فى المعدة عن بعد. يتم توصيل أرجل التحميل الأربعة لكل مجموعة فرعية بالأرضى.

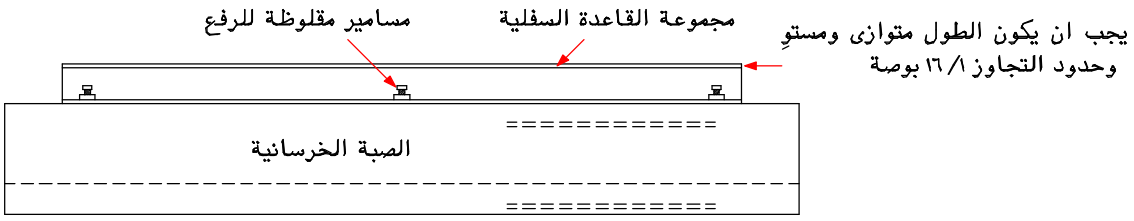
ضبـــط مستـــوى سطح قاعدة المعدة

Leveling unit

يجب أن تكون حدود التفاوت فى المستوى الأفقى لقاعدة المعدة (أو الوحدة) ١٦/١ بوصة (١,٥مم) فى كل من العرض والطول (شكل رقم ٢-١).

ومن المهم ضبط المستوى الأفقى للقاعدة الخرسانية للمعدة قبل تركيب قاعدة المعدة فى مكانها. وقاعدة (شاسيه) المعدة لها أربعة أوجه سفلية تم تسوية أسطحها بالكشط والتجليخ فى المصنع، وهذه الأوجه هى التى تقابل السطح العلوى للقاعدة الخرسانية للمعدة. و إذا كان المستوى الأفقى للقاعدة (الصبة) الخرسانية مضبوط تماماً، فإن المستوى الأفقى للوحدة (المعدة) بالكامل سيكون مضبوطاً تماماً بدون تجاوزات. ويتم تزويد قاعدة المعدة بمسامير رفع

مقلوظة تستخدم عند ضبط المستوى الأفقى للقاعدة وإضافة رقائق معدنية للتسوية عند الحاجة.



شكل رقم (٢ - ١)

ضبط المستوى الأفقى لسطح قاعدة المعدة

ضبط المحاذاة المحورية لوحدة التوليد مع المحرك

Generator alignment to engine

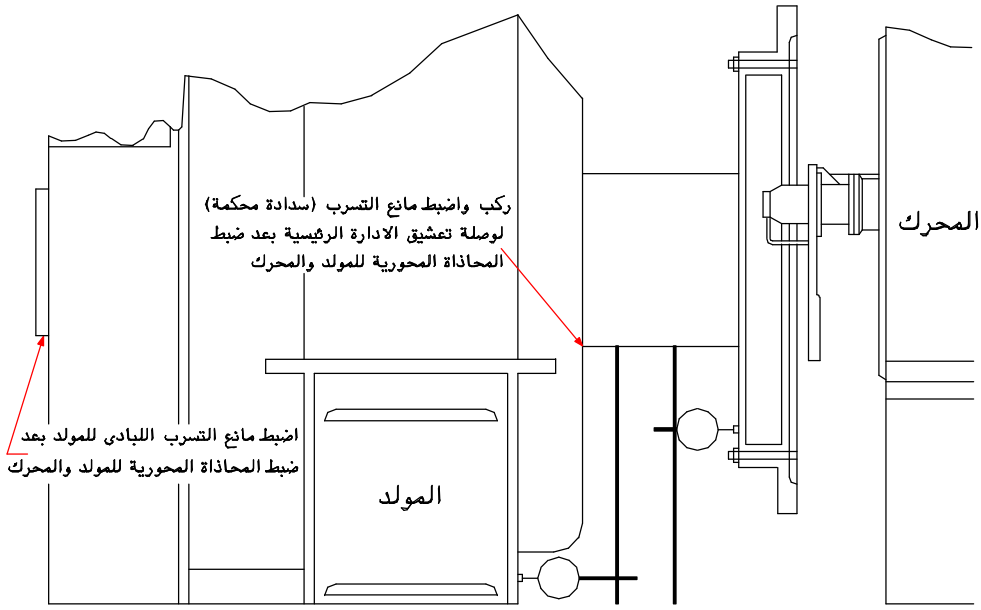
يوجد بالنهاية الأخرى للعضو الدوار (بوحدة توليد الطاقة الكهربائية) رولمان بلى أحادى يرتكز على كرسى التحميل الرئيسى الخلفى للمحرك بواسطة وحدة تقارن (كوبلنج) قرصية مرنة. ويجب ان تكون محاذاة محور العمود الدوار لوحدة التوليد مع محور عمود مرفق المحرك مضبوطة تماماً لتجنب الاهتزازات والتحميل الغير متساوى على كراسى التحميل. ويجب أيضاً محاذاة محور العضو الساكن بوحدة التوليد مع محور العضو الدوار لمساواة الفجوة الهوائية (الخلوص النصف قطرى للدوار). ويجب توفير خلوص جانبى يسمح بالتمدد الطولى للعمود (Longitudional shaft expansion) حتى تمنع أى إعاقة للوضع السوى للعمود الدوار.

الفجوة الهوائية وضبط المحاذاة للمولد الكهربى

Air gap and alignment

يجب إجراء ضبط الفجوة الهوائية وضبط المحاذاة فى نفس الوقت. أحد العمليتان تعادل (تحايد) زاوية العمود الدوار إلى قرص كوبلنج وحدة توليد الكهرباء والمحرك، والأخرى توازن الفجوة الهوائية بين أقطاب العمود الدوار لوحدة التوليد وصفائح العضو الساكن. يستخدم مؤشرين مزودين بأقراص مدرجة (ساعة) مثبتين كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢). يتم وضع مِكْبَس أحد المؤشرين بحيث يلامس قرص المولد (وحدة توليد

الكهرباء) بالقرب من حافة (إطار) القرص ليدل على الزاوية. ويتحرك مِكْبَس المؤشر الثانى على السطح الدائرى الداخلى المخروط بجسم العضو الساكن ليدل على مركزية الفجوة الهوائية . يتم تثبيت المؤشرات على قضبان معدنية مثبتة بالقلاووظ داخل فتحات مقلوظة ٤/١ بوصة فى تجهيزة كوبلنج مولد الكهرباء . ويتم استخدام قضيبين معدنيين يثبت عليهما المؤشرين، بطول ١٤ بوصة عند نهاية وصلة الكوبلنج، و ٢٠ بوصة عند نهاية المولد الكهربائى. أو يمكن استخدام مؤشرين مغناطيسيين بدلاً من القضيبين المعدنيين وكل من المؤشرين سوف يدور مع العضو الدوار.



شكل رقم (٢ - ٢)

ضبط المحاذاة المحورية للمولد وضبط الفجوة الهوائية

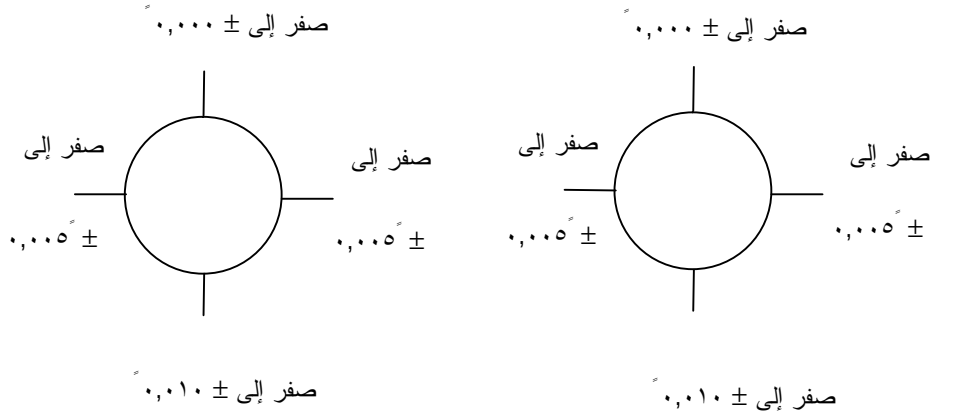
بعد تركيب المؤشرين على القضيبين المعدنيين أو فى وضعيهما بواسطة التأثير المغناطيسى وتأمين حرية حركة العضو الدوار وعمود المرفق (ربط مسامير الكوبلنج جيداً)، يتم لف العضو الدوار لوضع قضبان المؤشرات فى الوضع الرأسى . إضغط على مِكْبَس المؤشرين حتى يدور مؤشر (عقرب) القرص المدرج دورة كاملة ثم ثبت كل مؤشر جيداً فى القضيب الخاص به. أضبط مؤشر القرص المدرج على وضع الصفر.

تأكد من أن المؤشر مثبت جيداً فى مكانه. إضغط على مِكْبَس المؤشر وأتركه للتأكد من سلامة عمل مؤشر القياس. باستخدام قضيب أو عتلة للإدارة مناسبة عند قرص الكوبلنج، أدر العضو الدوار للمولد الكهربائى دورة واحدة للتأكد من سلامة عمل مؤشر القياس. وعند عودة مؤشرات القياس للوضع الأصلى، يجب ان تشير مؤشرات الأقراص المدرجة إلى وضع الصفر مرة ثانية. ثم نبدأ الدوران مرة ثانية من وضع القمة الرأسى ونسجل قراءات مؤشر القياس كل 90° من الدوران. ويعتبر المولد الكهربائى مضبوط محاذاة محوره عندما تكون قراءات المؤشر مطابقة لحدود التفاوت الموضحة فى شكل (٢-٣).

وقد يتطلب الأمر ضبط بسيط لوضع العضو الساكن او إضافة رقائق أو حشوات تحت حوامل المولد. ويجب استخدام حشوات على طول حامل المولد بالكامل ويمكن استخدام حشوات فى أماكن محددة فقط للوصول إلى حدود التفاوت الموضحة فى الشكل (٢-٣). وحيث ان أى حركة لجسم المولد تؤثر على كل من الفجوة الهوائية والوصلة القارنة (الكوبلنج). لهذا يجب أخذ القراءات عدة مرات مع إجراء التصحيحات اللازمة. ويجب أيضاً مراجعة إبعاد كرسى التحميل الدفعى بعناية بعد ضبط المحاذاة النهائى لمحور وصلة التعشيق (الكوبلنج) للتأكد من أن القياسات عند غطاء كرسى التحميل الأمامى سليمة.

بعد التربيط النهائى للمولد الكهربائى ركب مسامير التثبيت، وراجع مرة ثانية تفاوتات ضبط المحاذاة للتأكد من عدم وجود أى تغيير. إذا كانت حدود التفاوتات مقبولة،ثبت المولد فى قاعدته.

مولدات القوة الدافعة الكهربية التزامنية



مؤشر القياس مثبت على دليل هيكل العضو الساكن

مؤشر القياس مثبت على القرص

شكل رقم (٢ - ٣)

حدود تفاوت ضبط المحاذاة المحورية للمولد

الدورات الرئيسية تختلف الدورات الرئيسية للمحركات حسب نوع نظام حقن الوقود.

نظام حقن الوقود يوجد طريقتان لحقن الوقود هما:

١. حقن الوقود بالهواء.
٢. حقن الوقود بدون هواء [الميكانيكى - الهيدروليكى].

الحقن الميكانيكى تنقسم طرق الحقن الميكانيكى إلى أربعة مجموعات رئيسية هى:

١. نظام حقن الوقود فى خط مشترك (تحت ضغط ثابت).
٢. نظام الطلمبات المتأرجحة.
٣. نظام التوزيع.
٤. نظام غرفة الاحتراق الابتدائية.

التذريـــة فى نظام الحقن الميكانيكى نحصل على التذرية عندما يتعرض سائل الوقود لضغط عالى يمر من خلال فتحة صغيرة أو عدة فتحات إلى غرفة الاحتراق المملوءة بالهواء الذى تم ضغطه أقل من ضغط الوقود. ونتيجة لذلك يتم رفع

سرعة تيار الوقود وهذه السرعة تولد احتكاك كبير بين تيار الوقود والهواء الموجود فى غرف الاحتراق، ونتيجة لهذا الاحتكاك تتكسر الجزيئات الدقيقة من على سطح تيار الوقود.

نظام الحقن فى خط مشترك:

يتكون هذا النظام من طلمبة ضغط عالى شوطها ثابت وكمية تصريفها ثابتة تطرد الوقود إلى خط مشترك ومنه يوصل كل حاقن للوقود بأنبوبة صمام عدم الرجوع بواسطة سوستة محملة عليه وعلى المغذى وذلك للمحافظة على ضغط ثابت للنظام وإرجاع كل الكميات الزائدة من الوقود إلى خزان الوقود مرة ثانية، ويتم التحكم فى الكمية طبقاً للقدرة المطلوبة بواسطة لسان (كابولى) الذى يغير عمل صمام الوقود، فعندما يتم دفع اللسان إلى اليمين يقل مشوار الصمام وبالتالى فإن حركة تابع الكامة يتم نقلها لقضيب الدفع مبكراً ويفتح الصمام الإبرى للوقود مبكرا ويغلق متأخرا لذا فإن مقدار رفع الصمام يزداد قليلاً فيسمح بكمية أكبر من الوقود للدخول لكل دورة. وعندما يسحب اللسان إلى اليسار قليلا يزداد لسان الصمام ويفتح الصمام الإبرى متأخرا ويقفل مبكرا ولذلك فإن كمية الوقود تقل ومكان لسان التحكم يتغير بواسطة منظم سرعة فى المحركات وتكون متغيرة آليا مع السرعة أو يدويا.

نظام طلمبات الحقن المتأرجحة:

يحتوى هذا النظام على خزان الوقود والمتطلبات المطلوبة من طلمبة الوقود هى وجود الإمداد بالوقود للدائرة، وفيما يتعلق بمعايرة كلا من عملية التوقيت والقياس الكمى للوقود فيكون لهم أجهزة دقيقة بالمعمل.

الطلمبة المتأرجحة:

من أجل الحصول على تذرية جيدة لمضخة الوقود فإن ضغط ضخ الوقود تكون عالية وسرعة الكباس يجب أن تكون مناسبة، ويتم ذلك بواسطة وجود صمام إحكام فوق الكباس، وفى معظم الأحيان فإن الطلمبات المتأرجحة يتم

التحكم فيها بواسطة تغيير الأطوال الفعالة لأشواط الكباسات بواسطة إحدى الطريقتين:

أ. يتم الحصول على الوقود من خلال الفتحات الموجودة بالجراب والتحكم فيها من خلال التجويف الحلزونى، ويتم دفع الوقود إلى الرشاش.

ب. يتم دفع الوقود إلى الجراب من خلال فتحات فى الجراب، ويتم التحكم فى القياس بواسطة صمامات منفصلة.

الرشاشات:

يتكون من نوعان أساسيان:

أ. النوع المفتوح:

يكون دائما له فونية رش بسيطة مع بلف عدم رجوع يقى الطلمبة من رجوع الغازات المتولدة من داخل غرفة الاحتراق ولكنها بسيطة فى تذريتها للوقود.

ب. النوع المقفول:

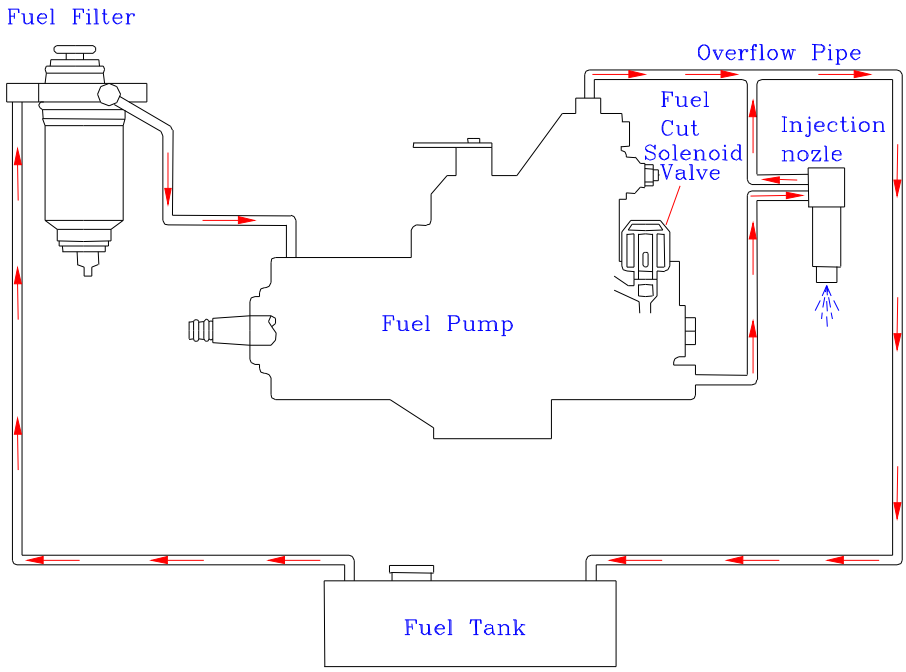
يستخدم هذا النوع بكثرة وبداية وتعمل هيدروليكيا مع قوة ضغط زمبركية على صمام إبرى وتفتح تحت تأثير الضغط على جوانب الصمام الإبرى، ويوجد نوعين هنا: النوع الإبرى والنوع الثقبى.

وتتكون دورة الوقود من الأجزاء التالية كما هو معروض بالشكل رقم (٢-٤):

١. خزان السولار
٢. فلتر السولار
٣. فلتر إضافى (إن وجد)
٤. طلمبة حقن الوقود
٥. ماسورة ضغط الوقود
٦. الرشاش
٧. كامة لنقل الحركة لطلمبة الوقود
٨. خزان الوقود المتسرب

٩. الوقود الزيادة الراجع من طلمبة الحقن

١٠. الوقود الزيادة الراجع من الرشاش والفلاتر



شكل رقم (٢ - ٤)

دورة الوقود بالمحرك

دورة التزييت:

الوصلات والأجزاء المركبة فى الماكينة

الوصلات والأجزاء المركبة على البديل

١. مسامير المص

٢. عمود الكرنك

٣. عمود الكامات

٤. طلمبة طرد مركزى

٥. منظم

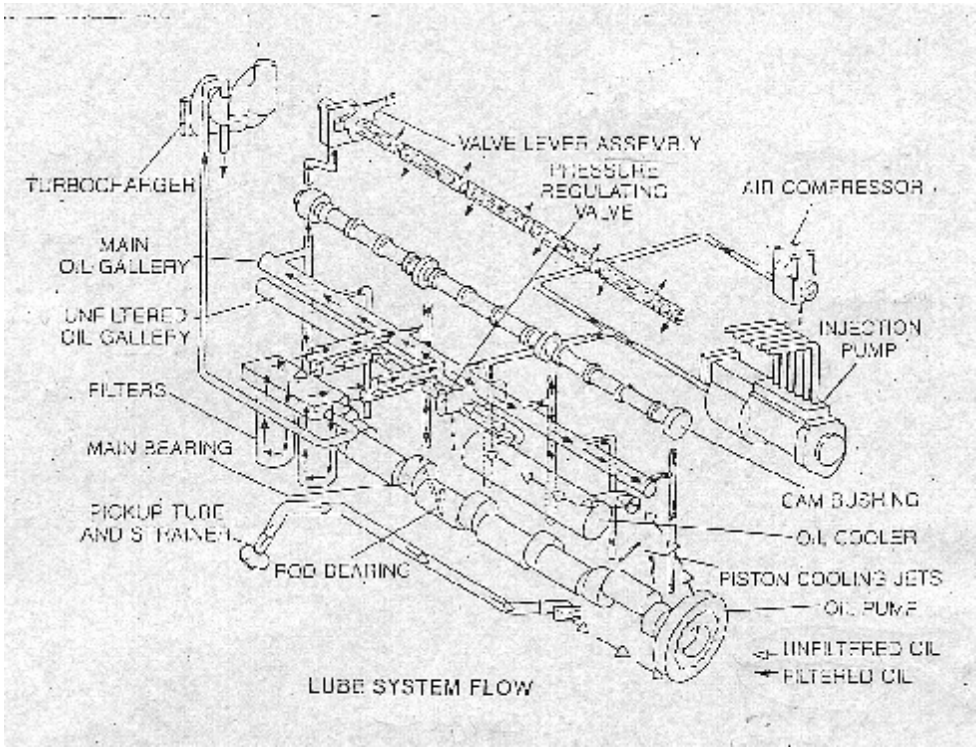
٦. بلف منظم ضغط الزيت

٧. مانومتر لقياس الضغط

٨. ضغط بادئ الحركة

٩. ترمومتر لقياس الحرارة
١٠. طلمبة الزيت
١١. طلمبة احتياطى
١٢. فلتر الزيت
١٣. محول لفلتر الزيت
١٤. مبرد الزيت
١٥. بلف منظم الزيت
١٦. طلمبة يدوى
١٧. تبك زيت عال المستوى

ويعرض الشكل رقم (٢-٥) رسومات توضيحية لدورة التزييت.



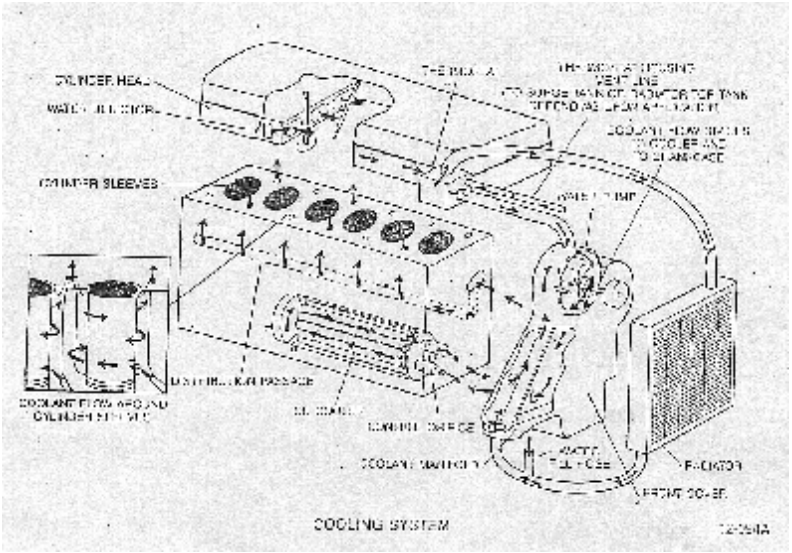
شكل رقم (٢-٥)

رسومات توضيحية لدورة التزييت بالمحرك

الدورة المغلقة للمياه:

نعرض فيما يلى وكما هو معروض بالشكل رقم (٢-٦) الدورة المغلقة للمياه.

١. طلمبة الطرد المركزى
٢. منظم
٣. المحرك
٤. منظم لمياه التبريد الزائدة
٥. منيم الحرارة
٦. مانومتر منيم ضغط
٧. منظم سريان المياه
٨. خزان التعويض
٩. مبرد المياه
١٠. سربنتينة
١١. مروحة للهواء بالموتور
١٢. طلمبة يدوى
١٣. مواسير دائرة المياه
١٤. مواسير الفايز



شكل رقم (٢-٦)

نظام التبريد للمحرك الديزل رباعى الأشواط

الفصل الثـــــالث

خطوات التشغيل لمحركات الديزل التى تدار بواسطة بادئ الحركة (المارش)

الفصل الثالث

خطوات التشغيل لمحركات الديزل التى تدار بواسطة بادئ الحركة (المارش)

الإدارة الأولية

من الأمور الضرورية والهامة جداً قبل إجراء أى عمل بوحدة التوليد، التأكد من فصل الوحدة، أى التأكد من فصل الموصلات الرئيسية للتيار عن الوحدة.

إذا كانت وحدة التوليد مخزنة، يتم إتباع التوصيات اللازمة لمثل هذه الوحدات المخزنة قبل وأثناء الإدارة الأولية، وعند استخدام المحرك لأول مرة يجب إتباع التعليمات الآتية بمنتهى الدقة لتجنب أى مشاكل. ويمكن أن يؤدى عدم اتباع هذه التعليمات إلى حوادث خطيرة أو إصابات.

المحـــرك

زيت المحرك:

اختبر مستوى الزيت فى غرفة مرفق المحرك وفى حمام زيت مرشح الهواء، واستكمل عند الضرورة (شكل رقم ٣-١). استخدم زيت مناسب ومطابق للمواصفات ذو درجة لزوجة مناسبة لدرجة حرارة الجو المحيط.

سائل التبريد:

اختبر مستوى سائل التبريد واســـتكمل إذا لزم الأمر. أضف مانع صدأ ومانع تكون رواســـــب قشرية لمياه التبريد. أو أعد الملء بسائل تبريد خاص مثل (R 4 SEASONS-ANTA). اختبر أى تسربات بالوصـــلات المطاطية والمواسير (شكل رقم ٣-٢).

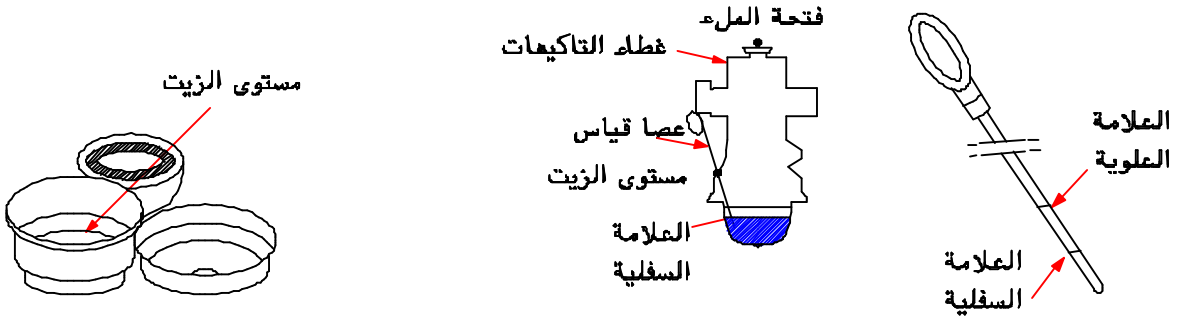
أثناء ملء الدورة بسائل التبريد يجب خروج الهواء من خلال وصلة الراديياتير المطاطية العلوية (كوع الراديياتير العلوى) وإلى الخارج من فتحة الملء. يجب أن يكون معدل الملء لسائل التبريد ٣٠ لتر/ دقيقة لضمان خروج الهواء من الدورة.

أدر المحرك وتأكد من عدم وجود تسرب بالدورة.
أترك المحرك يدور عدة دقائق ثم إختبر مستوى سائل التبريد مرة ثانية.

الوقـــــود:

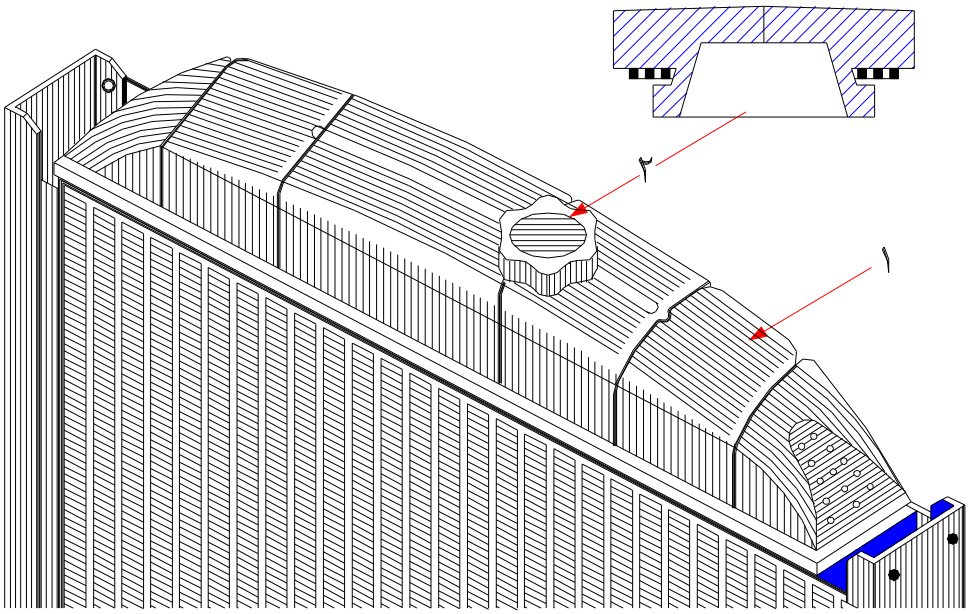
استخدم فقط وقود نظيف ومرشح ومطابق للمواصفات.

* املء جميع الخزانات بكامل سعتها، واختبر أى تسربات بالمواسير والوصلات.
* فرغ الوقود حتى مستوى الرشاشات.



أ - مستوى زيت المحرك ب - مستوى زيت مرشح الهواء

شكل رقم (٣-١)
مستوى الزيت فى المحرك وفى مرشح الهواء



١- مستوى سائل التبريد

٢- غطاء الراديياتير

شكل رقم (٣-٢)

مستوى سائل التبريد بالراديياتير

البطاريات:

تجهيز البطاريات للخدمة:

- فك طبب البطارية.
- إملء خلايا البطارية بمحلول حامض الكبرتيك، وتكون كثافته النوعية كالأتى:
  - * ١,٢٥ - ١,٢٧ فى البلاد ذات الطقس المعتدل.
  - * ١,٢١ - ١,٢٣ فى البلاد ذات الطقس الحار.

الكثافة النوعية الموضحة بعالية تصلح لدرجات حرارة فى حدود 20° م.
وتزداد الكثافة النوعية عندما تقل درجات.

مثال:

محلول حامضى ذو كثافة نوعية = ١,٢٦ يناسب درجة حرارة 20°م.

و تصبح الكثافة النوعية = ١,٢٧ عندما تكون درجة الحـــرارة 5°م.

وتصبح الكثافة النوعية = ١,٢٥ عندما تكون درجة الحرارة 35°م.

- اترك البطارية بدون تشغيل لمدة ٢٠ دقيقة بعد الملء بالمحلول إذا كانت درجة الحرارة أقل من 5°م. بعد ذلك هز البطاريات قليلاً وبرفق وأضبط مستوى المحلول حتى العلامة أو أعلى من الفواصل بمقدار ١٠مم. ولاستكمال المستوى يستخدم نفس المحلول.

- تصبح البطارية الآن جاهزة للاستعمال. ومن المفضل شحن البطارية قبل تشغيلها إذا قلت كثافة محلول الملء بمقدار ٠,٠٢، أو زادت درجة حرارة المحلول بمقدار 4°م، أو إذا كانت البطارية ستستخدم فى مناطق باردة (أقل من 5°م).
- اضبط تيار شحن البطارية بحيث يكون ١/ ٢٠ إلى ١٠/١ من ســـعة البطـــــــارية (أى ٢-٤ أمبير لبطارية سعة ٤٠ أمبير ساعة) واستمر فى شحن البطارية حتى يتم شحنها تماماً (متوسط زمن الشحن ٣-٦ ساعة). الشحن الكامل للبطارية يدل على ظهور فقاقيع فى جميع الخلايا أو الوصول لكثافة نوعية داخل كل خلية تساوى الكثافة النوعية لمحلول إعادة الملء وبقاؤها ثابتة لمدة ساعتين متتاليتين.

- أعد توصيل الكابلات بأقطاب البطارية.

التركيـــــب

- تأكد من تحميل الوحدة (وحدة توليد أو مجموعة المحرك) بانتظام واستواء على الصبة الخرسانية. الوضع الغير مضبوط والغير مستوى للوحدة يمكن أن يؤدى إلى تلف خطير نتيجة عدم التحكم فى اهتزازات الوحدة أثناء التشغيل.

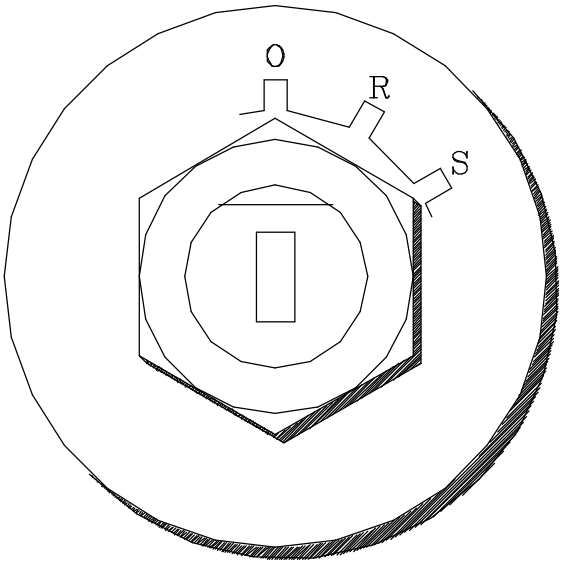
- تأكد من أن ماسورة العادم موصلة خارج مكان تركيب الوحدة ولها قطر مناسب (لا يقل بأى حال عن قطر كاتم الصوت). ويجب تعليق المواسير بطريقة مناسبة وعدم تثبيتها بقوة فى الوحدة (مثل لحام المواسير بجسم الوحدة). تأكد من وجود وصلة مرنة بين مواسير العادم والوحدة أو المجموعة.

- تأكد من وجود نظام تبريد مطابق لتعليمات تشغيل جهة الصنع وانه تم تجهيز مدخل الهواء (ام^{٣} لكل ١٠٠كيلو فولت أمبير) للوحدات المجهزة بأسقف.

الاختبارات الموضحة بعالية لا تعفى المشغل أو القائم بالتركيب من المسئولية تجاه الالتزام بالتعليمات والالتزامات وقواعد الخدمة والتشغيل الموردة مع الوحدة أو الالتزام بالتعليمات والمواصفات القياسية المتبعة عند تركيب وحدات التوليد أو مجموعة الطلمبة.

كيف تبدأ إدارة محرك دافىء؟

* إذا كان المحرك مجهز بوسيلة تحكم وإيقـــاف يدوية، تأكد من أنها فى وضع التشغيل (شكل رقم ٣-٣).
* اضبط سرعة المحرك على ٤/١ السرعة القصوى للمحرك.
* أدر مفتاح المارش إلى الوضع "s" (A) لتعشيق المحرك الكهربى للمارش.
* أعد مفتاح المارش إلى الوضع "R" بمجرد بدأ إدارة المحرك.
* تأكد دائماً أن المحرك والمارش فى الوضع الساكن قبل تشغيل المارش.



شكل رقم (٣-٣)

مفتاح إيقاف المحرك

كيـــف تبـــدأ إدارة محـــرك بـــــارد بدون مساعدات بِـــــدء الإدارة؟

* تأكد من ضبط سرعة المحرك على أقل سرعة.
* بالنسبة للمحركات المجهزة بوسيلة تحكم وإيقاف يدوية (ماكينة بطال). تأكد من أن مقبض (يد) التحكـــم فى وضع التشغيل. ثم أضبط سرعة المحرك على أقصى سرعة.
* أدر مفتاح تشغيل المارش على وضع "S" (A) لتعشيق المحرك الكهربائى للمارش. إذا كان المحرك مجهز بوسيلة تحكم فى الإيقاف كهربائية، اضبط سرعة المحرك على السرعة القصوى بعد تشغيل المارش. أدر مفتاح المارش إلى الوضع"R" بعد بدء إدارة المحرك. ثم أضبط سرعة المحرك للحصول على سرعة خاملة معقولة.
* إذا لم تتمكن من إدارة المحرك فى خلال ٣٠ ثانية. أعد مفتاح المارش إلى الوضع "R" لمدة ٢-٣ دقيقة، ثم قم بتشغل المارش مرة ثانية لمدة لا تتجاوز ٣٠ ثانية.

ضبـــط مـــــدى سرعة المحرك

لا يجب وضـــع أقصى وأقل سرعة للمحرك بواسطة عامل التشغيل أو الفنى المسئول عن إصلاح المحرك لأن ذلك يمكن أن يؤدى إلى تلف المحرك أو أجهزة نقل الحركة. حيث يمكن أن يتأثر ضمان الجهة المصنعة للأداء السليم للمحرك إذا حدث تلف لموانع التسرب المركبة فى طلمبة حقن الوقود أثناء فترة الضمان.

كيف توقف المحرك؟

افصل الأحمال عن المحرك أولاً ثم طبقـــاً لنوع المعدة المركبة، إما أن تدير مفتاح تشغيل المحرك إلى الوضع "o" أو بواسطة تشغيل مقبض التحكم اليدوى فى الإيقاف. وعند استخدام التحكم اليدوى فى الإيقاف، تأكد من عودة مقبض التحكم اليدوى إلى وضـــع التشغيل بعد إيقاف المحرك. وتأكد من دوران مفتاح بدء إدارة المحرك إلى وضع "o".

وقاية المحرك عند تخزينه لفترة

التوصيات الموضحـــة أدناه مصممة لوقاية المحرك من التلف والكسر. عند سحب المحرك من الخدمة (عدم استخدام) لفترة طويلة، اتبع هذه الخطوات بعد سحب المحرك من الخدمة.

الخطوات

* نظف الأجزاء الخارجية للمحرك تماماً.
* عند استخدام وقود واقى (يحتفظ بخواصه لفترة طويلة)، يمكن ترك المحرك ودورة الوقود مملؤة تماماً بالوقود ولكن فى نهاية فترة التخزين يجب تفريغ الوقود من الدورة ومن المرشحات.
* أدر المحرك حتى يدفأ. ثم اختبر أى تسرب من الوقود او زيت التزييت أو الهواء وعالجها. أوقف المحرك وفرغ الزيت من حوض (كرتير) الزيت.
* استبدل عناصر الترشيح بمرشحات الزيت.

* املأ وعاء المرفق بسائل حافظ نظيف وجديد حتى العلامة العليا لعصا قياس مستوى الزيت. ويجب تفريغ هذا السائل والملء بزيت تزييت مناسب حتى المستوى الصحيح فى نهاية فترة التخزين.
* فرغ سائل التبريد من دورة التبريد لوقاية أجزاء الدورة من الصدأ، واملأ الدورة بمخلوط ضد التجمد مطابق لتعليمات جهة الصنع لأن ذلك يوفر الوقاية ضد الصدأ.

تحذير:
إذا كانت الوقاية ضد التجمد ليست ضرورية (فى البلاد المعتدلة أو الحارة مثلاً) وسيتم استخدام مانع صدأ بدلاً منه، من المفضل استشارة مركز خدمة تابع لجهة الصنع.

* أدر المحرك لفترة قصيرة حتى ينساب الزيت وسائل التبريد فى المحرك.
* نظف ماسورة تنفيث المحرك وسد الماسورة بطبة.
* فك الرشاشات ورش زيت واقى وتنظيف معتمد لتوفير درجة من الوقاية. رش داخل اسطوانات المحرك ٢٠ -٣٠ ملليتر من الزيت فى كل اسطوانة.
* أدر عمود المرفق ببطء لفة واحدة ثم ركب الرشاشات مع وضع ورد وموانع تسرب أتربة جديدة.
* فك مرشح الهواء، ثم فك الماسورة أو المواسير المركبة بين مرشح الهواء والشاحن التربينى إذا لزم الأمر. رش مانع صدأ معتمد داخل مجمع السحب أو الشاحن التربينى. ومن المفضل أن يكون زمن الرش للشاحن التربينى أكبر بمقدار ٥٠% من زمن الرش لمجمع السحب.سد مدخل مجمع السحب أو الشاحن التربينى بسدادة أو شريط مانع لتسرب المياه.
* فك ماسورة العادم. رش مانع صدأ داخل مجمع العادم أو الشاحن التربينى. من المفضل أن يكون زمن الرش أكبر بمقدار ٥٠ % عن

زمن الرش داخل مجمع السحب. سد مخرج مجمع السحب أو الشاحن التربينى بسدادة أو شريط مانع لتسرب المياه.

* فك غطاء التاكيهات ورش مانع صدأ حول مجموعة عمود التاكيهات. ثم ركب غطاء التاكيهات.
* فك البطارية وأحفظها فى مكان تخزين آمن وهى مشحونة تماماً. قبل تخزين البطارية يجب وضع طبقة من الشحم أو الفازلين على أقطاب البطارية لوقايتها من الصدأ.
* سد ماسورة تهوية خزان الوقود أو فتحة الملء بغطاء مانع لتسرب المياه.
* فك سيور المحرك وخزنها بطريقة مناسبة.
* رش أجزاء المحرك الخارجية بمانع صدأ معتمد لوقايتها من الصدأ. لا ترش مانع الصدأ داخل مروحة تبريد مولد التيار المتردد.

تحذير:

بعد انتهاء فترة التخزين وقبل بدء إدارة المحرك، شغل المارش (مع وضع مقبض التحكم فى إيقاف المحرك فى وضع عدم التشغيل) حتى يظهر ضغط الزيت ويتحرك مؤشر مبين ضغط الزيت أو ينطفئ نور لمبة ضغط الزيت. وعند استخدام جهاز لإيقاف المحرك ذو ملف لولبى (Solenoid Stop Control) بطلمبة الحقن، يجب فصله أثناء إجراء هذه العملية.

إذا تم تنفيذ الخطوات الموضحة بعاليه لوقاية المحرك بطريقة سليمة، فلن يحدث أى صدأ بالمحرك. وجهة الصنع غير مسئولة عن أى تلف يحدث للمحرك إذا تم تخزينه بعد فترة من الاستخدام.

ويعرض الجدول رقم (٣-١) بيانات تشغيل وحدة الديزل.

جدول رقم (٣ - ١)

بيانات تشغيل وحدة الديزل

من الساعة السادسة يوم / / ٢٠٠ إلى الساعة السادسة يوم / / ٢٠٠

الزمن	الحمل %	ضغط الزيت Kg/cm^2	ضغط المياه Kg/cm^2	درجة الحرارة فهرنهيت	درجة حرارة المياه								درجة حرارة الحريق								درجة حرارة التربينة	الكرسى النهائى
					١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨		

الفصل الرابـــــع

صيانة وإصلاح محركات الديزل

الفصل الرابع

صيانة وإصلاح محركات الديزل

يناقش هذا الفصل خطوات صيانة وإصلاح بعض الأجزاء الرئيسية لمحرك الديزل مثل رأس السلندر ، المكبس، محاور ارتكاز عمود المرفق (الكرنك).

متطلبات الصيانة

يجب توفير العدد والآلات والخامات والتزج والمساحة الكافية لإجراء ذلك، فمثلاً يمكن استخدام ونش علوى ٥ طن لرفع حمل وزنه ٢٠٠ رطل ولكن لا يمكن استخدام وير تحميل ١ طن لرفع حمل وزنه ٢ طن.

واستخدام عاملان صيانة فى وجود العدة اللازمة، يكون أفضل من استخدام أربعة عمال صيانة يعملون بدون عدة ويعتمدون على القوة البدنية فى الرفع والفك.

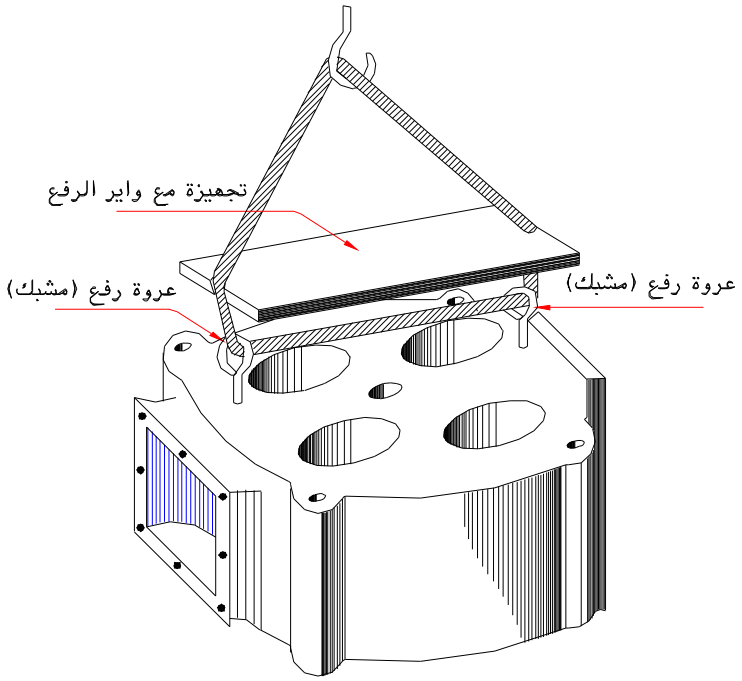
والعملية الأساسية فى الصيانة بالترتيب: التنظيف / الضبط / الإصلاح / الاستبدال. ويعتمد نوع الآلات والخامات والعدد اللازمة فى الصيانة على عدد المحركات التى سيتم صيانتها ونوع الصيانة المطلوبة. وفى المحركات ذات الحجم الكبير من المستحسن إصلاح الأجزاء العاطلة. وفى المحركات ذات الحجم الصغير من المستحسن استبدال الأجزاء العاطلة بأخرى جديدة من مخزن قطع الغيار وإرسال الأجزاء العاطلة إلى ورش إصلاح خاصة بها وذلك لخفض التكاليف (على ألا يتعارض ذلك مع تعليمات جهة الصنع).

صيانة وإصلاح مجموعة السلندر

يجب توخى الحرص عند صيانة وإصلاح هذه المجموعة حيث أنها تمثل عنصر توليد القوى للمحرك. وتشمل هذه المجموعة رأس السلندر والسلندر، والجراب والمكبس.

فك رأس السلندر

يجب الحرص أثناء فك رأس السلندر (Cylinder head) حتى لا يحدث إتلاف أو ثنى الجوايط يتم فك المواسير - تابع الكامات - الصمامات أولاً وقبل فك رأس السلندر (وش السلندر) فى المحركات الكبيرة ثم فك صواميل جوايط وش السلندر بواسطة مفاتيح خاصة (بذراع طويل) وغير مسموح بفك الصواميل بالدق عليها بالشاكوش أو باستخدام مفتاح عادى بذراع ماسورة ثم يركب مسمارين بنهاية عروة فى ثقبين مقلوظين متقابلين لوش السلندر مع استخدام قطع خشب ٢ × ٤ بوصة فاصل بين المسامير (دقارات) لمنع ثنيها أثناء الرفع كما هو موضح فى الشكل رقم (٤-١)، ثم يتم رفع رأس السلندر بواير وخطاف ونش (سبية) من عروة المسمارين.



شكل رقم (٤-١)

رفع رأس السلندر

صيانة وإصلاح رأس السلندر

يتم تنظيف وش السلندر دورياً وعادة بعد فك المكبس، تسـد جميع ثقوب الجوايـط بخوابير خشب ثم تقلب لأسفل لملء الفراغ بمحلول حمض منظف مناسب وعند بـدء فورانه (تصاعد فقاعات غازية) فإن ذلك يعنى بداية التفاعل النشط للحامض مع الرواسب الموجودة وعندما تصل درجة حرارة الحامض إلى الغليان يتم تفريغه وغسيل وش السلندر بماء بارد ثم بماء ساخن لإزالة آثار الحامض ثم نفك الخوابير الخشب مع تنشيف وش السلندر.

صيانة وإصـلاح السلندر والجراب

بعد فك المكبس يتم تلميع السلندر والجراب من أى خربشة وقيـاس الخلوص أو التآكل وعدم الاستدارة (البيضاوى) خاصة فى الجزء العلوى للسلندر حيث تكون قيمته أكبر من قيمته فى الجزء السفلى.

صيانة وإصلاح السلندر:

بعد قياس الخلوص يتم تجليخ - تلميع - جوانب السلندر بسنفرة ناعمة وذلك بإزالة الخربشة / القشور الزجاجية (رواسب الزيت) الموجودة والتى تعوق عمل الشنابر ثم يتم غسل السلندر بالماء والصابون ثم تنشف ويتم تزييت الأسطح وتغيير الشنابر بمقاس يناسب التآكل فى السلندر. وأقصى تآكل مسموح به فى السلندر هو ٠,٠٠٣ بوصة لكل بوصة من قطرها وأقصى عدم استدارة (بيضاوى) مسموح به فى السلندر ٠,٠٠١ بوصة لكل بوصة من قطرها، وقد يختلف ذلك قليلاً حسب مواصفات المصنع. وفى المحركات ذات السرعة المنخفضة والتى لها نظام تزييت خاص يتم تزييت السلندر بعد فك المكبس بمزيتة يدوية قبل بدء الصيانة.

صيانة وإصلاح جراب السلندر:

يتم فحص السلندر والجراب (وهما جزء واحد فى معظم المحركات الديزل) دورياً، ومن الملاحظ أن الجراب سمك ٣٢/١ بوصة يعتبر موصل جيد للحرارة، أما الجراب سمك ١٦/١ بوصة فيعزل بعض الحرارة. وتتم عملية الصيانة والتنظيف كالآتى:

١. غسل بالمياه لإزالة الرمال والطين ثم سد الفتحات بخوابير خشب.

٢. التنظيف بمحلول حمضى مناسب (بنسبة ١ جزء حامض إلى ١٠٠ جزء ماء)، ويخلط فى وعاء ويتم سحبه بواسطة طلمبة يدوية ويحقن فى فتحة صمام مياه التبريد ويعود الراجع إلى الوعاء فى دورة مغلقة تستمر حتى نلاحظ فوران (فقاعات هواء) فى الحامض الراجع و يعنى ذلك تمام التنظيف.
٣. الغسيل بالماء البارد ثم الماء الساخن لإزالة آثار الحامض.
٤. فك جميع الخوابير والتنظيف.

صيانة وإصلاح المكبس

يتم فك المكبس "Piston" فى أوقات منتظمة وفك الشنابر وتنظيفها بالكيروسين وفحصها بعد التنشيف.

يتم تنعيم الخدوش على المكبس بسنفرة ناعمة أو حجر جلخ ويفحص المكبس لملاحظة التشققات أو التآكل والتى تستلزم تغييره إذا لزم الأمر. ولا يتم ذلك بالعين المجردة بل بوسائل أخرى مثل:

١. الفحص بالصبغة الملونة (واستخدام عدسات تكبير).
٢. الفحص المغناطيسى.
٣. الفحص الضوئى.

ويتم فحص التجاويف الخاصة بالشنابر (منيم) لأن الشنبر الجديد لا يمكن ضبطه مع تجويف غير مضبوط ولذلك يتم قطع تجاويف بمقاسات جديدة طبقاً لمقاس الشنبر الجديد وتركيب شنابر مقاس أكبر. ويعتمد الخلوص المسموح به للتجاويف على نوع المكبس وظروف تشغيل المحرك. ويوضح الجدول رقم (٤-١) الحدود المسموحة للخلوص فى التجاويف.

كما يجب فحص رأس المكبس لملاحظة أى ترسبات كربونية عليه وإزالتها بواسطة حجر جلخ (صاروخ) لاستعادة شكل المكبس الأصلى. كما يجب تنظيف فتحات التزييت بالمكبس وبنز المكبس.

جدول رقم (٤-١)
الحدود المسموحة للخلوص فى تجاويف الشنابر

قطر الاسطوانة	التآكل المسموح به فى التجاويف
حتى ٤ بوصة	٠,٠٠٢ بوصة
٤ - ٨ بوصة	٠,٠٠٣ بوصة
٨ - ١٢ بوصة	٠,٠٠٤ بوصة
أكبر من ١٢ بوصة	٠,٠٠٥ بوصة

ظروف تشغيل المكبس والجراب:
تبين حالة المكبس وجراب السلندر بعد الفك كفـــاءة التزييت من عدمه فإذا كـــانت الشنابر والجراب لها أسطح لامعة فإن كفاءة التزييت تكون سليمة (كما وكيفا)، وإذا كانت الشنابر والجراب لها أسطح رمادية اللون ومصمغة وعليها رواسب كربونية فإن ذلك يعنى زيادة كمية الزيت أو أن الاحتراق ضعيف (فقير).

اعتبارات هامة يجب مراعاتها عند صيانة مجموعة السلندر والمكبس:
يجب ألا يزيد الفرق بيـــن قيمة الضغـــط فى نهاية شوط الانضغاط والقيمة المقررة له عن + ٤%، فمثلاً إذا كان الضغط المقرر ٥٠٠ رطل/بوصة مربعة فإن أقصى فرق مسموح به = ٠,٠٤ × ٥٠٠ = ٢٠ رطل/بوصة مربعة (ليس أكبر). ويمكن أن يقل الضغط لوجود تسرب فى الصمامات أو تسرب فى المكابس أو انسداد صمام السحب أو انخفاض ضغط كسح غاز العادم أو زيادة خلوص نهاية المكبس.

أما بالنسبة لضغط شوط الاحتراق، فلا يزيد الفرق بين القيمة المقررة والفعلية عن + ٥ %، وحيث أن هذا الضغط يتأثر بالضغط فى شوط الانضغاط أو نوع الوقود أو خواص صمام الحقن أو توقيت الحقن للوقود سواء بالحقن

الميكانيكى أو حقن الوقود بالهواء، ولذا فإن الاحتراق يكون كاملاً أو غير كامل مما يسبب مشاكل فى الصيانة مع وجود دخان كثير فى العادم.

تركيب المكبس عند صيانة المكبس أو استبداله يتم تجميعه مع عمود التوصيل فى مكانه بالاسطوانة باستخدام مسامير التثبيت الخاصة به كما يلى:

١. مسك المكبس بالكلابة (بنسة كبيرة) من رأسه وتزييت السطح الخارجى وتركيبه مع عمود التوصيل وتركيب الشنابر.
٢. تدوير عمود الكرنك حتى يصل إلى وضع النقطة الميتة العليا ثم يتم تسقيط المكبس فى مكانه ببطء حتى لا تخدش جدار السلندر باستخدام زرجينة الشنابر.
٣. إذا كانت النهاية الكبرى لعمود التوصيل منفصلة عن العمود نفسه لابد من تجميعها أولاً مع العمود بتشبيط المسامير بعدد خاصة.
٤. تركيب النصف العلوى الأثقل (الذى به المسامير) للنهاية الكبرى لعمود التوصيل.
٥. تشبيط النصف السفلى فى مكانه فى المسامير البارزة من النصف العلوى.
٦. تركيب الصواميل وربطها طبقاً للعزوم المقررة (الواردة بتعليمات جهة الصنع) مع برشمتها.
٧. فك الكلابة من رأس المكبس.

خلوص نهاية المكبس:

يتم تحديد ضغط شوط الانضغاط بضبط المسافة بين أعلى (قمة) المكبس فى النقطة الميتة العليا ورأس السلندر وتسمى هذه المسافة (خلوص نهاية المكبس أو الخلوص الميكانيكى) والحدود المسموح بها + ٠,٢٥ من مشوار المكبس أى أنه فى المحركات ذات مشوار مكبس ٤ بوصة يكون الخلوص + ٠,٠١ بوصة ويلزم المحافظة عليه عند تغيير حشو رأس السلندر.

خلوص جانب المكبس:

عند تغيير السلندر أو المكبس يتم ضبط الخلوص الجانبى بين المكبس والسلندر ويكون هذا الخلوص كبيراً فى حالة المكابس الألومنيوم عنها فى المكابس الحديد الزهر. كما أن الخلوص بين قمة المكبس إلى التاج يكون صغيراً للسماح بتمدد قمة المكبس فى درجات الحرارة العالية.

فحص شنابر المكبس:

يجب أن تكون الشنابر فى حالة ممتازة حيث أنها تتحكم فى قدرة المحرك وتزييت المكبس والسلندر وإطالة عمر المحرك. ويعتبر كسر أو تصمغ أحد الشنابر أحد أسباب تلف المحرك. ويجب فحص الشنابر واختبار خلوصاتها طبقاً لمواصفات المصنع. ويمكن استبدال بعض أو كل الشنابر التالفة عند وجود تشققات، نقر، تآكل، عدم إحكامها، زيادة الخلوص للضعف. وعند فكها يلزم الحرص على عدم إتلافها حتى يمكن إعادة تركيب الصالح منها مع ترقيمها أثناء الفك لتركيبها فى أماكنها الأصلية ثانية.

كما يجب فحص منيم الشنبر للتأكد من عدم تغير شكله (منيم مسلوب مثلاً) كما يلزم تدوير الشنبر حول المكبس عدة مرات للتأكد من نعومة دورانه بدون خشونة. وعند زيادة خلوص الشنبر عن الحدود المسموحة يتم تغييره لزيادة قدرة المحرك وإلا سيعمل المحرك على حمل منخفض.

صيانة وإصلاح عمود المرفق ومحاور الارتكاز (الكراسى)

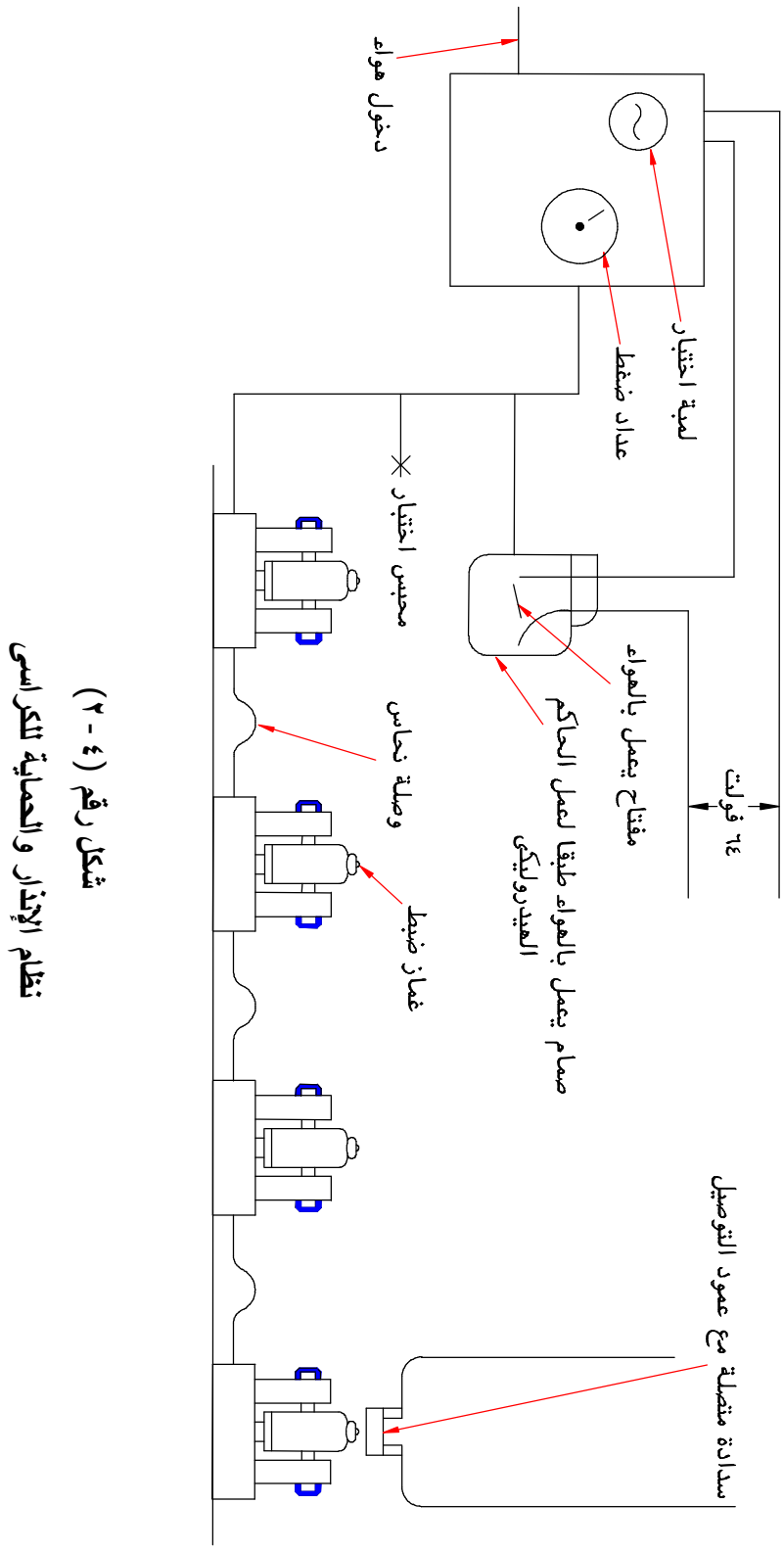
يتم اختبار استقامة عمود المرفق (الكرنك) مرة واحدة كل عام، حيث أن عدم استقامة العمود تتسبب فى كسره خلال أسابيع دون إنذار سابق. واختلاف خلوص محاور ارتكازه (الكراسى الرئيسية) هو سبب عدم استقامة العمود، ولذلك يلزم اختبار تآكل الكراسى وإذا لم يتساوى التآكل فى كل كراسى العمود ينتج عن ذلك عدم استقامة عمود الكرنك.

دائرة حماية الكراسى يعتبر الخلوص المحورى بين أى عمود دوار والكرسى هاماً للسماح بطبقة زيت (فيلم) مما يساعد على إطالة عمر الكرسى. وعند وجود بوش فى الكرسى (خلوص زيادة) يتم ضبطه بشرائح البابيت، عند وجود (خلوص ناقص) نلاحظ سخونة الكرسى نتيجة للاحتكاك الزائد ولذلك يلزم إعادة ضبطه مهما كلفنا ذلك.

يوضح الشكل رقم (٤-٢) وسائل حماية الكراسى بإيقاف المحرك فوراً عند حدوث عيب فى الكرسى وتسمى هذه الدائرة كلب الحراسة (Watch dog) للكراسى، وتتكون من مجموعة روافع وغماز (شاكوش) مع كل كرسى متصلة مع موتور سرفو بالحاكم (الميزان) للمحرك لإيقافه (منع الوقود) ومتصلة أيضاً بلمبة إنذار (ضوئى). وتعمل هذه الدائرة بالهواء المضغوط. وعند زيادة الخلوص بين الكرسى والشاكوش عن قيمة معينة تعمل دائرة الإنذار ويتم فصل المحرك وبالتالى يزيد العمر الافتراضى للمحرك وتقل عدد العمرات اللازمة.

عمل دائرة حماية الكراسى بالهواء المضغوط:

يمر هواء بضغط ١٠ جوى فى مواسير إلى فتحات الخلوص وعند زيادة الخلوص عن القيمة المحددة ينخفض ضغط الهواء فى المجموعة مما يسبب عمل صمام تشغيل الحاكم (الميزان) فتوقف المحرك وتضئ لمبة الإنذار. وتعمل الدائرة أيضاً عند كسر عمود المرفق أو أحد مسامير تثبيته.



شكل رقم (٤ - ٢)

نظام الإنذار والحماية للكراسى

فحص وإصلاح كراسى عمود الكرنك / كراسى بنوز عمود الكرنك

تتطلب كراسى عمود / بنوز عمود الكرنك عناية خاصة وعِدد خاصة لفحصها لصيانتها مثل مفتاح لقمة/ ماسورة/ مناسب لفك صواميل تثبيت الكراسى وكذلك فلر لقياس الخلوص بها مع وجود ونش رفع أو حبال خاصة لرفع أى كرسى، واير صلب لصندوق الكرنك. ويتم ضبط خلوص الكراسى الرئيسية كالآتى:

١. عندما يكون المكبس قرب النقطة الميتة العليا يتم إنزال النصف السفلى للكرسى مع وضع ٣ لينات رصاص سمك ٣٢/١ بوصة على محيط الكرسى واحدة فى المنتصف واثنان فى الأطراف.
٢. رفع النصف السفلى للكرسى وربطه على النصف العلوى بمسامير التثبيت حتى نفس العلامة السابقة على الصامولة (للحصول على نفس قوة ربط المسمار السابقة).
٣. يتم إنزال النصف السفلى للكرسى مرة أخرى وإخراج لينات الرصاص وقياس سمكها بالميكروميتر بعد تطبيعها مع الكرسى، ويكون سمكها مساوى لسمك الخلوص الزيادة والمطلوب ملؤه وتركيبها فى الكرسى كما سبق فى تركيب اللينات الرصاص.

فحص وضبط الصمامات

يجب أن تكون جميع الصمامات فى حالة جيدة حيث يتم فكها وتجليخها قبل التركيب لإحكام استقرارها فى قواعدها (بدون تسريب)، وإذا لم يتحقق ذلك بعد التجليخ، تستبدل بأخرى جديدة. كما يلزم اختبار خلوص الصمامات كل فترة زمنية طبقاً لتعليمات جهة الصنع وتعليمات التشغيل.

ضبط توقيت فتح وغلق الصمامات

يتم اختبار ذلك بتركيب جهاز (بروتواكتور) على ركبة الكرنك أو بتعليم النقطة الميتة العليا لأقرب اسطوانة على الحدافة وتقسيم محيط الحدافة بالدرجات. ثم ضبط توقيت فتح وغلق صمامات الحر والعادم (بأخذ القيمة المتوسطة لكل الصمامات) وملاحظة ألا يزيد الفرق عن ٥ درجات من زوايا عمود الكرنك عن القيمة المحددة فى سجلات الصيانة.

ضبط خلوص الصمامات

يمكن ضبط قيمة هذا الخلوص سواء (بين الكامة وتابع الكامة) أو بين(ذراع الشاكوش "غماز" وعمود الصمام)، ويتم اختبار هذا الخلوص كل فترة زمنية طبقاً للمحدد بسجلات التشغيل والصيانة. و يجب ألا يزيد هذا الخلوص عن القيمة المحددة بالسجلات، فإذا قل هذا الخلوص عن القيمة المحددة والمحرك بارد فإنه يسبب عدم إحكام قفل الصمام عندما ترتفع درجة حرارة المحرك أثناء التشغيل.

كما أن زيادة هذا الخلوص عن القيمة المحددة يغير توقيت عمل الصمام (تفويت الصمام) ويسبب تآكل أو كسر فى الصمام.

صيانة وإصلاح طلمبات الوقود

تلعب الطلمبة دوراً هاماً فى حقن وتوزيع الوقود على السلندرات وبالتالى أقصى قدرة للمحرك واستقرار عملها، والمطلب الرئيسى الذى يلزم اختباره فى نظام طلمبة واحدة للحقن بالهواء هو تساوى كمية الوقود المحقون لكل سلندر.

أما فى نظام طلمبات الحقن بدون هواء فتوجد طلمبة واحدة لكل سلندر مع طلمبة عمومية للمجموعة تقوم بضبط توقيت الحقن وكمية الوقود ويلزم اختبار عملها. من حيث خلوص الصمامات / رافع الصمامات وتجليخها إذا لزم الأمر.

فحص وصيانة وإصلاح صمامات الوقود ونظام الحقن الميكانيكى

يلزم صيانة أقل لصمامات الوقود ذات الحقن الميكانيكى، لكن بتكرار أكثر لعملية التنظيف واختبار عملها كل ٥٠٠ ساعة تشغيل لأن أى تسريب بها يؤدى إلى خلل تام فى تشغيل المحرك.

إذا بدأت الصمامات فى التسريب بعد إجراء عملية الصيانة اللازمة لها فإنه يلزم تغييرها سريعاً وإرسال التالفة للإصلاح بالورش الرئيسية. فإذا تعذر ذلك يمكن محاولة إصلاحها بزيادة الخلوص لقاعدة الصمام لمنع التسريب ثم إعادة اختبار التسريب بعد ١٠٠ ساعة تشغيل، فإذا استمر التسريب يتم استبدال

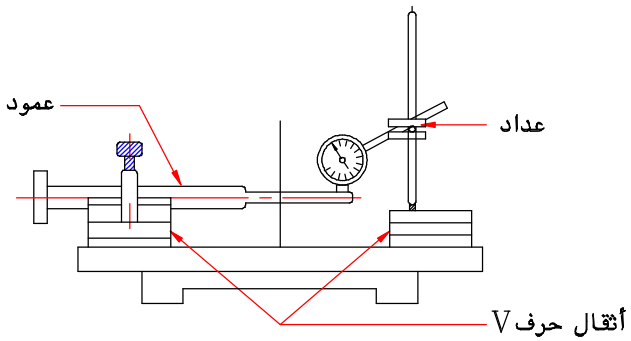
الصمام ولا يسمح بزيادة الخلوص أكثر من ذلك حيث أنه يزيد عرض قاعدة الصمام (فتحة الفونية) ويتلف عمل الصمام. والسبب الرئيسى للتسريب فى الصمام هو عدم ضبط الاستقامة بين الصمام الإبرى والفونية مما يؤدى إلى وجود بوش جانبى حول الصمام أثناء عمله مسبباً تآكل (عدم استدارة) فتحة الفونية.

وأسباب عدم الاستقامة هى:
- عدم استدارة فتحة الفونية.
- تلف قاعدة فتحة الفونية.
- تآكل عمود الصمام الإبرى.

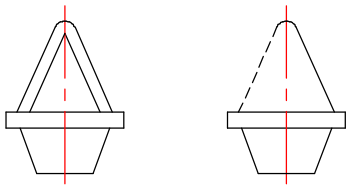
والجهاز اللازم لهذه الاختبارات عبارة عن تزجة، أثقال حرفV ، مخرطة، عداد، فونية مقاس، ويوضح الشكل رقم (٤-٣) كيف يتم الضبط كالآتى:

وضع عمود الصمام الإبرى فى فتحة الأثقال حرف V ولفه باليد وملاحظة تحديد موضع انحناء العمود بتغيير قراءة العداد ثم استعدال العمود بالشاكوش ولفه مرة أخرى حتى تتأكد من عدم تغير قراءة العداد. ثم يتم اختباره بتجليخ سن الصمام الأبرى (العمود) وتركيب العمود بعد ذلك فى مكانه وربط الصواميل وفحصه بعدسة مكبرة لاكتشاف أى عيوب فى أى وضع عند لفه باليد لفة كاملة، فإذا وجدت أى عيوب تكرر العملية السابقة مرة أخرى، وإذا لم يتم الضبط يستبدل الصمام.

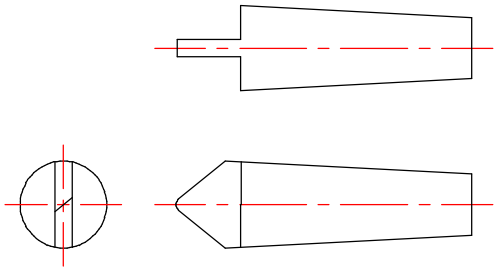
وعادة ما تكون الصمامات الجديدة مضبوطة إلا انه قد يحدث بها تآكل أثناء عملية التداول أو التركيب وذلك عند ربط صواميل الزنق أكثر من اللازم أو تركها مفكوكة قليلاً وعملية ضبط صمامات الحقن تحتاج إلى مهارة عالية من عمال الصيانة بالورش.



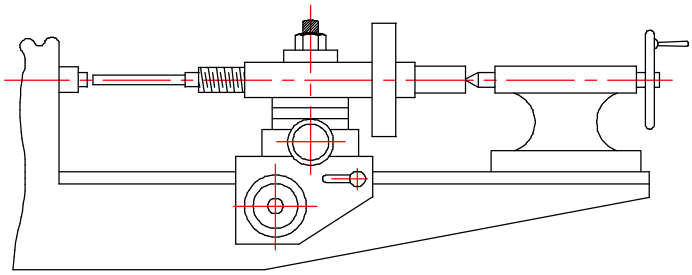
اختبار استقامة العمود



فونية مقاس تستخدم لضبط باقى الفونيات



قلم قطع لضبط ميول جسم الصمام



مخرطة ضبط الصمام

شكل رقم (٤-٣)

فحص وإصلاح الصمامات

ويتم خرط الصمام وتركيبه على غراب المخرطة واستخدام قلم قطع لضبط ميول سن الصمام (شطف) بالزاوية المطلوبة مع ملاحظة تطابق محور عمود دوران المخرطة مع محور دوران الصمام تماماً وإلا فإن ضبط الميول لسن الصمام سيكون خاطئاً ويتم تنعيم مكان الشطف بتخفيف الضغط على قلم القطع وبعد فك الصمام من على المخرطة يتم تلميعه وتركيبه فى مكانه واختبار عمله وهذه الطريقة أفضل من طريقة تسليك (توسيع) الفونية.

ضبط باقى أجزاء الصمـــــــام

يوضح الجدول رقم (٤-٢) مواصفات معجون التنظيف (كومباوند) المستخدم فى عمليات تنعيم وتسليك الفونية بأبرة مـــن الصلب كما فى الشكل رقـــم (٤-٤)

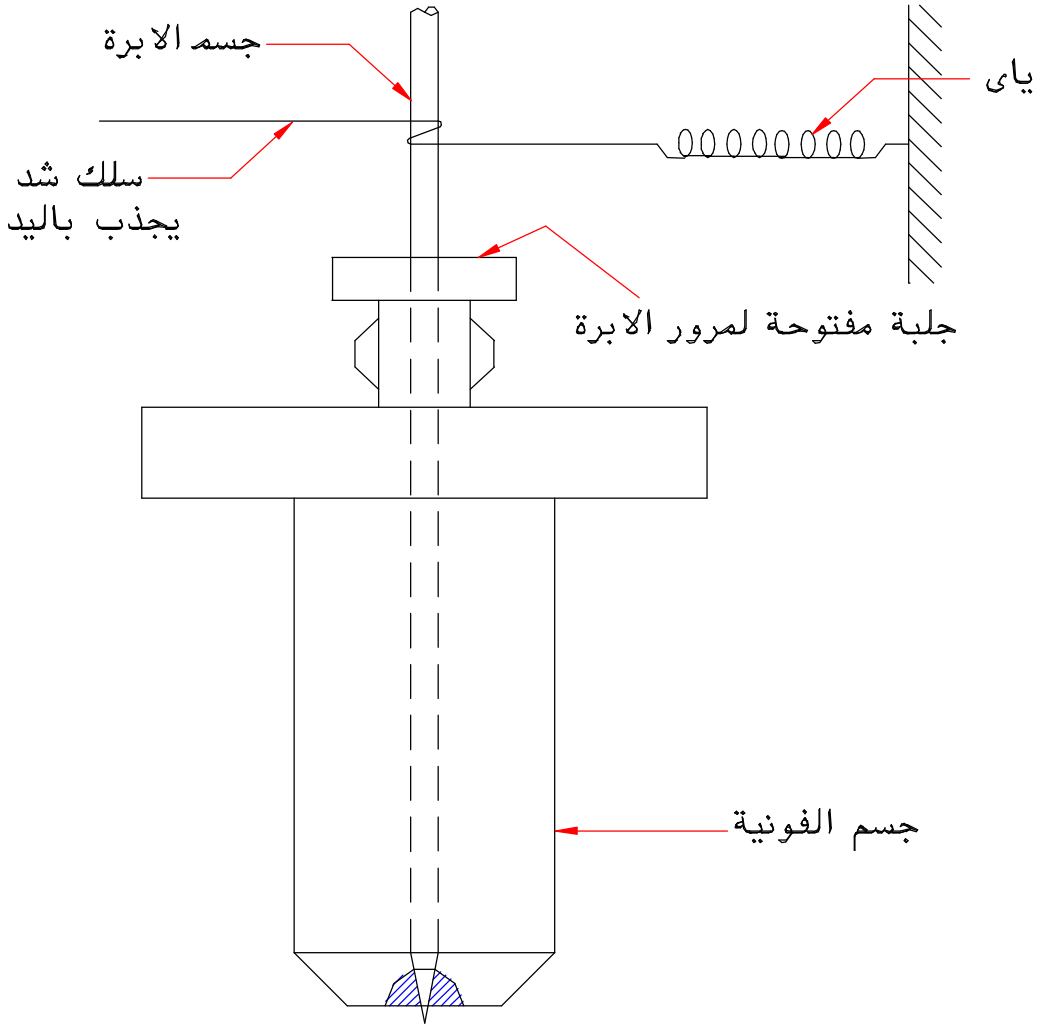
جدول رقم (٤-٢)
مواصفات معجون التنظيف المستخدم فى عمليات
تنعيم وتسليك الفونية بأبرة من الصلب

النوع	الطراز	رقم الكتالوج
متوسط	بوش أمريكى، سبرنجفنليد، ماس	TSE 7752
دقيق	بوش أمريكى، سبرنجفنليد، ماس	BM 10007
دقيق	كاربورندم أمريكى، نياجرا، نيفو	H400

ويتم ذلك كالآتى:
وضع إبرة التسليك فى الفونية من خلال جلبة خاصة رقم 6730D بعد غمس سن الأبرة فى معجون التنظيف.

لف سلك شد ٣ مرات حول جسم الأبرة مع ربط أحد نهايتى السلك فى ياى ثابت والطرف الأخر يجذب باليد للأمام ثم يترك ليعود للخلف تحت تأثير الياى وبذلك تلف الإبرة فى كلا الاتجاهين داخل الفونية على أن يكون لف الإبرة دورة كاملة على الأقل ويكرر ذلك لمدة ٥ دقائق أو يمكن لف الإبرة

بين أصبعين باليد (السبابة والإبهام) عدة مرات فى كلا الاتجاهين ثم نخلع إبرة التسليك وتُنظف أى بواقى من معجون التنظيف بالكيروسين أو الجازولين وتُنفخ بالهواء ثم يتم تجميع الفونية مع الصمام وإحكام ربط صواميل الزنق واختبار عمل الصمام أخيراً.



شكل رقم (٤ - ٤)

تســـليك الفونيـــة بالإبـــرة

ضبـــط وإصـــلاح فوانى الرشاشات

يمكن الاستدلال على مشاكل الفونية عند حدوث الآتى:

١. فقد القدرة الميكانيكية.
٢. وجود دخنه بالعادم بدون زيادة الحمل على المحرك.
٣. درجة حرارة العادم فى أحد السلندرات أعلى من أو أقل من الباقى.
٤. تصفيق (خبط/صوت عالى) فى أحد السلندرات.

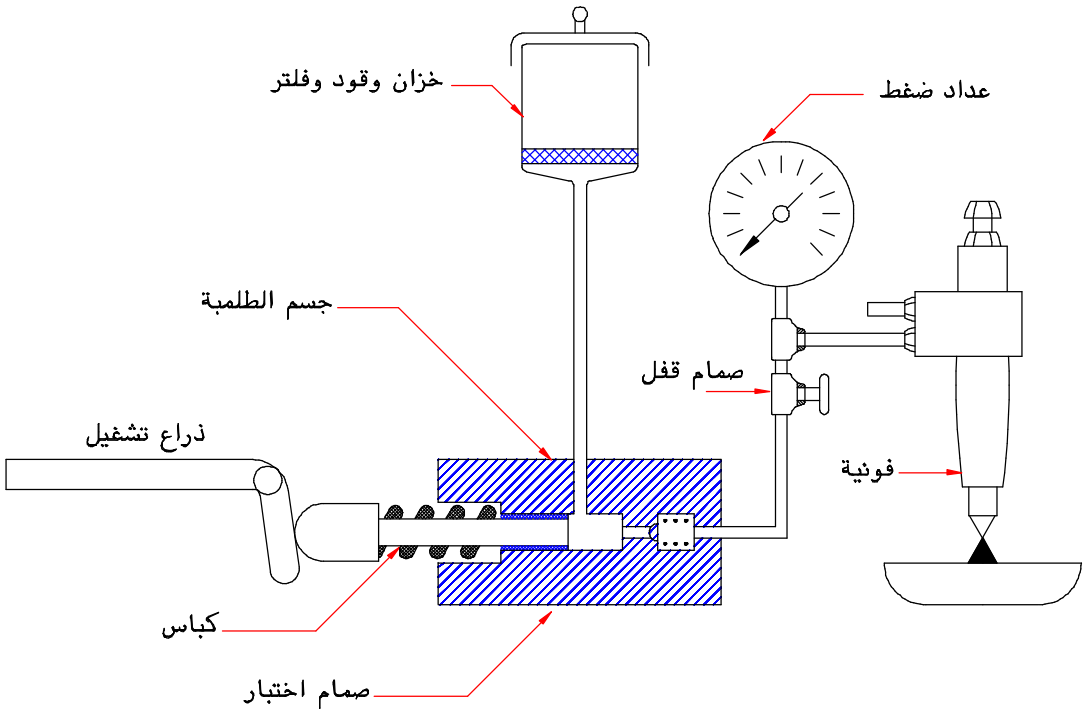
ويتم توريد بعض الرشاشات مع فلر بذراع لقياس خلوص سن الصمام الأبرى مع القاعدة وعند فدغ الفلر من الذراع أثناء تشغيل المحرك نشعر بوجود موجات ضغط على أصابع يد المشغل إذا كان الرشاش يعمل جيداً. وإذا كان الرشاش لا يعمل جيداً لا تشعر بأى موجات ضغط. كما يمكن الاستدلال على عدم عمل فونية أحد الرشاشات بقطع الوقود عنها فنلاحظ عدم انخفاض قدرة المحرك أو انخفاضها قليلاً عن القيمة المتوقعة، وعند تحديد الفونية المسدودة بإحدى هذه الطرق يتم فكها وإصلاحها.

اختبار الفوانى:

يتم اختبار الفوانى بطلمبة حقن يدوية تعطى ضغطاً حوالى ١٠٠٠ رطل/بوصة مربعة بقياس هذا الضغط على عداد ضغط مع تركيب فلتر بين الطلمبة وخزان الوقود كما هو موضح فى الشكل رقم (٤-٥) ويمكن إجراء هذا الاختبار بجوار محرك الديزل أو فى الورش الخاصة، ويتم اختبار الفوانى من حيث:

١. ضغط فتحة الفونية.
٢. شكل رذاذ الوقود الخارج من الفونية.
٣. التسرب.
٤. القفز.
٥. التخبيط (تصفيق).

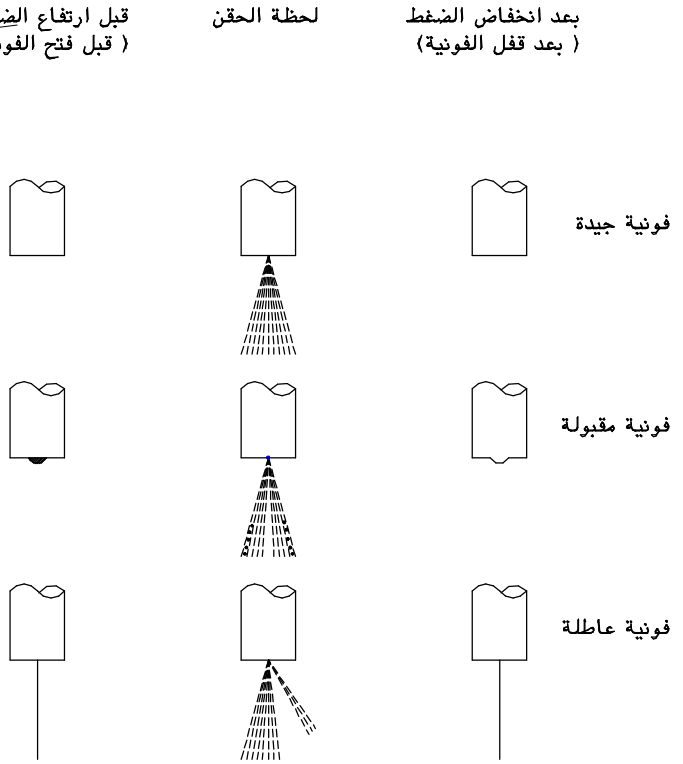
ولا يتم اختبار كل الفوانى فى كل البنود الخمس السابقة. ويمكن تصنيف الفوانى كما يلى:



شكل رقم (٤ - ٥)

اختبـــــــار الفونيـــة

فوانى مفتوحة، فوانى مغلقة بدون قفز من مكانها، فوانى مغلقة مع القفز من مكانها، ميكانيكية. ويتم اختبار الفوانى المفتوحة فى شكل رذاذ الوقود المحقون فقط، فإذا كان شكل الرذاذ غير متماثل - بيضاوى - فإن الفونية تكون غير مضبوطة. ويتم اختبار الفوانى المغلقة بقياس ضغط فتح الفوانى كما هو محدد بالمواصفات، وإذا لم يكن فى الحدود المطلوبة يتم ضبطه بصامولة زنق أو وضع لينات تحت يای الفوانى، ويتم اختبار الفوانى المغلقة بدون قفز ضد التسرب بضبط قيمة الضغط المناسب قبل فتح الفونية مباشرة وملاحظة هل يوجد تسرب، فإن وجد، كان ذلك بسبب عدم إحكام غلق الصمام وضبطه كما سبق شرحه أو تغييره واختبار عمله بعد ذلك. ويوضح الشكل رقم (٤ - ٦) شكل رذاذ الوقود فى الفوانى السليمة وغير السليمة.



شكل رقم (٤ - ٦)

اختبار فوانى الضغط ذات ياى الضغط

وتستخدم الفوانى الميكانيكية فى محركات الديزل (حقن الهواء / بدون هواء) ويتم اختبار التسرب بها.

احتياطات الأمان عند اختبار الفوانى:

عند اختبار الفوانى فى جهاز الاختبار تبعد الأيدى تماماً من رشاشات الوقود نظراً لسرعتها العالية وضغطها العالى الذى قد يخترق الجلد واللحم وأحياناً مسبباً جروحاً قطعية سامة باليد، ويتم علاج النزيف فوراً والعرض على الطبيب المختص.

عيوب الفوانى

يمكن اكتشاف عيوب الفونية بعد اختبارها على الجهاز. ويمكن تلخيص عيوب الفوانى فى الآتى:

١. عدم ضبط ضغط الياى.

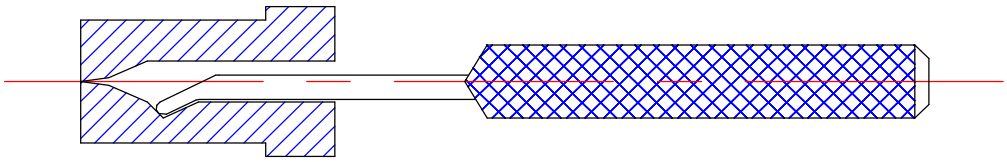
٢. عدم ضبط قاعدة الصمام.
٣. التصاق الصمام بقاعدته.
٤. تآكل عمود الصمام.
٥. عيوب فى فتحة الفونية.
٦. رواسب كربونية على فتحة الفونية.
٧. كسر الياى.

وقد سبق شرح ضبط ضغط ياى الصمام/ أما بالنسبة لتنظيف الفونية من الرواسب فيتم فى وعاء زجاجى به محلول حمض رابع كلوريد الكربون أو الأسيتون لإصلاح باقى العيوب. وقد يستخدم البنزين كسائل تنظيف لرخص ثمنه نسبياً ويفضل عدم استخدامه لخطورة حدوث حرائق منه، ويمكن استخدام فرشة تنظيف سلك (نحاس أصفر) كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٧) أو سلاكة خشب مغموسة فى الزيت مع الحرص على عدم استخدام مفكات معدنية أو سنبك فى التنظيف لأنه يجرح جسم الفونية.

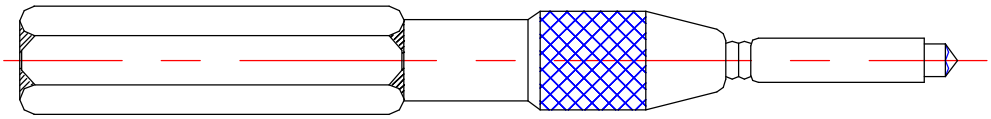
ثم تُنفخ الفونية بالهواء المضغوط بعد تنشيفها وتنقع بعد ذلك فى وعاء زجاج به كمية من الوقود ويعاد تركيبها أو توضع على أرفف مبطنة بالورق، ويراعى عدم تركها مكشوفة حتى لا تصدأ مع عدم لمسها بالأيدى لمنع اتساخها، وإذا لوحظ حدوث تسريب فى الفونية يتم ضبطها كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٧) بتنظيفها أولاً بسائل تلميع للمعادن أو زيت محركات نظيف. وباستخدام العدة الموضحة فى الشكل.

ويتم الضبط لزاوية شطف سن الصمام الأبرى لتكون أكبر بمقدار درجة واحدة عن زاوية شطف قاعدة الصمام وذلك لإحكام التلامس فيما بينها عند تأثير الضغط العالى للوقود على الصمام. ويتم المقارنة بعد الضبط مع صمام نموذجى (فونية مقاس) لمعرفة الفرق فى الضبط. وتستخدم بودرة أكسيد الألومنيوم (كسنفره ناعمة) للحصول على الشطف بالزاوية المطلوبة ثم ينظف الصمام بعد ذلك ويستخدم. وإذا لم تتوفر العدة المذكورة يتم استبدال الصمام

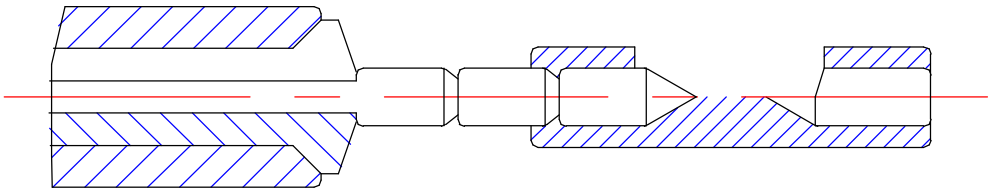
والفونية معاً حيث يتم توريد الصمام مع الفونية كزوج واحد ولا يتم استبدال أحدهما دون الآخر.



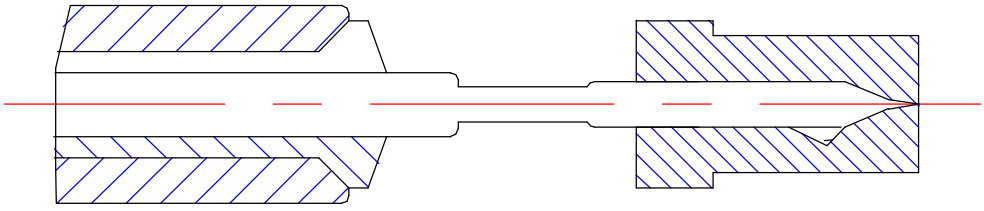
ابرة تسليك الفونية



ماسك تثبيت الابرة



عدة ضبط سن الفونية



عدة ضبط قاعدة سن الفونية

شكل رقم (٤-٧)

عدة إصلاح الفوانـــى

فك تصميغ (التصاق) الصمام الأبرى

إذا لم نتمكن من تحرير دوران الصمام الأبرى داخل الفونية يدوياً يتم نقعه فى الأسيتون لمدة ١٢ ساعة. وإذا لم يتم تحريره يتم تسخينه باللهب الخفيف.

تنظيف ثقوب الفونية

يتم إدخال سلك رفيع (وتر معدن لآلة موسيقية) ذو قطر أقل من قطر الثقب فى الثقوب وشده عدة مرات للأمام والخلف بواسطة سلك خاص (خشبى) مع عدم تدوير السلك حتى لا يتسع قطر الثقوب.

ضبط تروس عمود الكامات

يتم فحص التفويت فى التروس، كذلك خلوص محاور ارتكاز (كراسى) عمود الكامات والذى يجب ألا يزيد عن ٠,٠٠٣ بوصة مع اختبار تثبيت التروس جيداً وسلامة مجموعة التزييت.

ضبط الحاكم

يتم فحص الحاكم (Governor) على فترات منتظمة من ناحية وجود وصلات أذرع، يايات، جلب، تروس. فإذا وجدت إحداها مفكوكة أو متآكلة يتم ضبطها أو تغييرها والحاكم طراز (Woodward) يتم توريده مع عدة ضبط كاملة (مروحة هواء تعمل بسرعة ٤٢٠٠/١٥٠ لفة وباقى العدة اللازمة للورش).

صيانة وإصلاح مجموعة التزييت

يتم فك الفلاتر والمصافى المعدنية وغليها فى معجون صودا ساخن وفك مواسير التزييت ونفخها بالهواء المضغوط ثم تنظف بالكيروسين ويعاد نفخها بالهواء المضغوط. وتصفية خزان الزيت اليومى والشهرى وغسيله بالكيروسين وتنظيفه.

صيانة وإصلاح مجموعة ضاغط الهواء

وتشمل صيانة وإصلاح ضاغط الهواء (الكمبرسور) ومبردات الهواء به وصيانة وإصلاح خزانات ومواسير الهواء.

صيانة وإصلاح ضاغط الهواء (الكمبرسور)

يتم تنظيف محابس الكمبريسور بمحلول الصودا وكشط الرواسب الكربونية بفرشة سلك (نحاس) وتجليخ الصمامات إذا لزم الأمر وتغيير الياءات بها إذا تطلب ذلك مع وضع الورد والحشو اللازم للصمام بعد إصلاحه. ونلاحظ ألا يزيد الخلوص فى المكبس عن القيمة المحددة لأنه يخفض من كفاءة الكمبريسور وكمية الهواء المضغوط.

صيانة مبردات الهواء فى الكمبرسور

فى مجموعة الضغط العالى / المتوسط / المنخفض يلزم تنظيف مبردات الهواء بمحلول الأوكايت (٢/١ رطل أوكايت + جالون مياه) وتغطى المبردات فى وعاء به المحلول مسخن إلى درجة الغليان فتعمل على تفكيك الرواسب الكربونية والزيوت ويتم تصفية المحلول من طبة أسفل الوعاء ثم يعاد غسلها بالماء البارد والساخن. أما مجموعة ملفات الضغط المنخفض فتغسل بالمياه لإزالة الأتربة ثم يمرر بها تيار من حمض الهيدروكلوريك المخفف بالمياه (بنسبة ١ جزء حمض : ١٠ أجزاء مياه) تحت ضغط ويستمر حتى إزالة كل الرواسب (خروج المحلول نظيفاً من الطرف الآخر)، ثم تغسل بالمياه الباردة والساخنة.

صيانة خزانات ومواسير هواء

تنظف خزانات الهواء بمحلول الأوكايت السابق الإشارة إليه. ويتم فك المواسير وتسخينها باللهب (من الخارج) لحرق أى رواسب كربونية داخلها ثم تنفخ المواسير بالهواء المضغوط لتنظيفها من الرواسب الكربونية المحترقة.

احتياطات الأمان

يجب لفت انتباه مشغلى المحركات لبعض التحذيرات وقواعد الأمن الصناعى أثناء التشغيل للمحافظة على كفاءة المحرك وتقليل الحوادث. فمثلاً بالنسبة للكراسى:

١. لا يتم تشغيل المحرك طالما كانت الكراسى غير سليمة عدا فى الطوارئ.

٢. إذا وصلت درجة حرارة الكرسى بعد ساعة تشغيل إلى الدرجة المقررة فإنه يكون سليماً، أما إذا ارتفعت درجة الحرارة بعد ١٥ دقيقة يكون من الخطورة ترك المحرك تعمل بدون تبريده أو إيقافها.
٣. غير مسموح بترك الكرسى يدخن أى يتصاعد منه دخان.
٤. استخدام كهنة نظيفة غير مستعملة فى تنظيف الكراسى بعد فكها.
٥. لا تحاول معالجة التآكل فى الكرسى فى مكانه بل فك الكرسى وحاول إصلاحه فى ورش خاصة أو تغييره.
٦. ممنوع ملء فتحات التزييت بالزيت الجديد قبل تسليكها وتنظيفها.
٧. تأكد من استخدام زيت من النوع المناسب.
٨. عدم نسيان صيانة أى كرسى فى الأماكن صعبة الوصول إليها.
٩. كل الكراسى ذاتية التزييت يتم شفط الزيت القديم أولاً وتنظيفها وملئها بالزيت الجديد، ويجب تزييت كل الأماكن الدوارة قبل تشغيل المحرك.
١٠. عند تجليخ أى كراسى يلزم إعادة تركيب شرائح بابيت جديدة بالسمك المناسب.
١١. عند وضع شرائح بابيت لكرسى تأكد من تلامس نصفى الكرسى بعد التركيب لملء الفراغ تماماً.
١٢. غير مسموح بتشكيل سبائك بابيت فى قالب غير جاف حيث أن وجود أى رطوبة يسبب تلف السبيكة.
١٣. لا تنسى فتح فتحات التزييت فى شرائح البابيت الجديدة قبل تشكيلها.
١٤. عند فتح مشقبيات فى الكراسى يراعى عدم مد المشقبية لأطراف الكراسى.

التفاوت والخلوص بنز البستم:

C = (0.0010 / 0.0015) D

C = خلوص التشغيل (بين البستم والشنبر)

D = قطر البستم بالبوصة

خلوص الكرسى الرئيسي:

C = (0.0010 /0.0025) D

C = خلوص التشغيل(بين الكرسى وعمود الكرنك)

D = قطر الكرسى بالبوصة

خلوص النهايات:

الخلوص الهام الذى يجب التركيز علية هو ما بين :

(شرائح الكرسى الرئيسى، عمود الكرنك)،(شرائح الكرسى الكرنك، خوابير عمود الكرنك).

خلوص دليل الصمامات:

قطر ٣ بوصة فأقل ٠,٠٠٢ / ٠,٠٠٣ بوصة.

قطر أكبر من ٣ بوصة ٠,٠٠٣ / ٠,٠٠٥ بوصة.

خلوص غاز الصمام (شاكوش):

قطر ٣ بوصة فاقل ٠,٠٠١ / ٠,٠٠١٥ بوصة.

قطر أكبر من ٣ بوصة ٠,٠٠٢ / ٠,٠٠٣ بوصة.

خلوص عامود الصمامات:

صمامات الحر والعادم والماكينة ساخنة ٠,٠١ / ٠,٠١٥ بوصة.

صمامات الحر والعادم والماكينة باردة ٠,٠١٢ / ٠,٠١٧ بوصة.

صمامات الحر والعادم والماكينة باردة ٠,٠١٥ / ٠,٠٣٠ بوصة.

خلوص ترس عامود الكرنك:

قطر ٣ بوصة فاقل ٠,٠٠٠٥ / ٠,٠٠٢ بوصة.

قطر أكبر من ٣ بوصة ٠,٠٠١ / ٠,٠٠٣ بوصة.

خلوص عمود دوران الحاكم:

قطر ٣ بوصة فاقل ٠,٠٠١ / ٠,٠٠٢ بوصة .

قطر أكبر من ٣ بوصة ٠,٠٠٣ / ٠,٠٠٥ بوصة .

خلوص ترس طلمبة الزيت:

أى حجم للماكينة ٠,٠٠٥ / ٠,٠٠٨ بوصة .

خلوص ترس طلمبة المياه:

قطر ٣ بوصة فاقل ٠,٠٠٢ / ٠,٠٠٤ بوصة.

قطر أكبر من ٣ بوصة ٠,٠٠٤ / ٠,٠٠٦ بوصة.

الفصل الخـــامس

دوائر التشغيل والتحكم للمولد وكيفية ضبط منظم الجهد

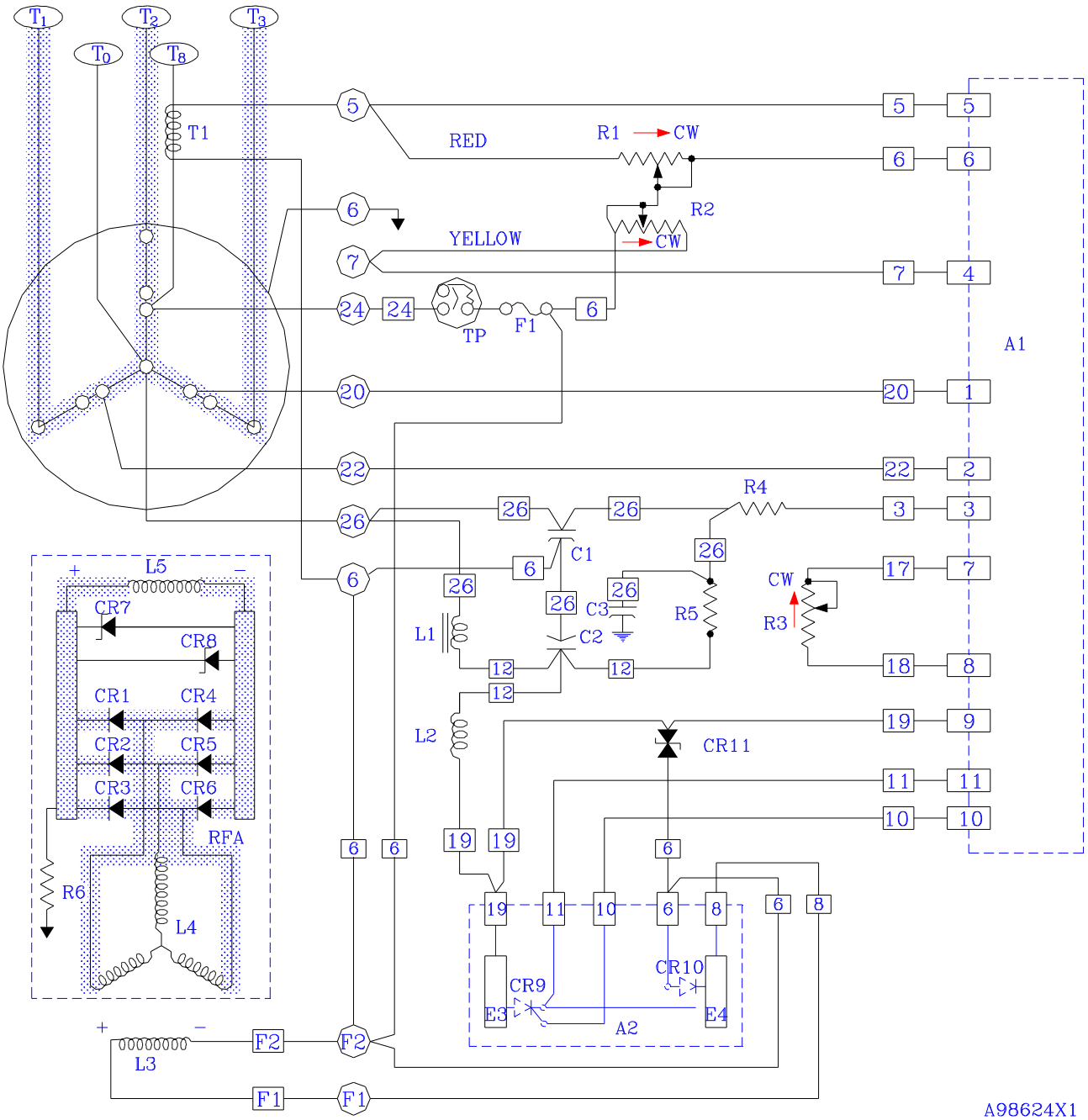
الفصل الخامس

دوائر التشغيل والتحكم للمولد وكيفية ضبط منظم الجهد

بـــدء توليد القوة الدافعة الكهربية

عنـــدما يبـــدأ الديزل فى الحركة والدوران تتسبب المغناطيسية المتبقية فـــى ملفات المثير (العضو الساكن L_3) فى تواجد تيار وفولت متردد فى العضو الدوار فى المثير (L_4) هذا التيار يتحول إلى تيار مستمر بواسطة دائرة مـــوحـــدات ($CR_1, CR_2, CR_3, ..., CR_6$) تدور مع العضو الدوار للمـــولد الرئيسى لتغذية أقطابه L_5 (Rotor).

الآن أصبحت الأقطاب الرئيسية للمولد الرئيسى (L_5) مجال مغناطيسى دوار بالنسبة للعضو الثابت (L_6 عضو الإنتاج) فيتولد فيه قوة دافعة كهربية تسبب فى اندفاع التيار الكهربى إلى T_1, T_2, T_3 ولذلك من الضرورى التحكم فى فولت المولد لتجعل منه فولت ثابت مع تغيير الأحمال. كما هو موضح بالشكل رقم (٥-١).



شكل رقم (٥ - ١)

بدء توليد القوة الدافعة الكهربية فى المولد

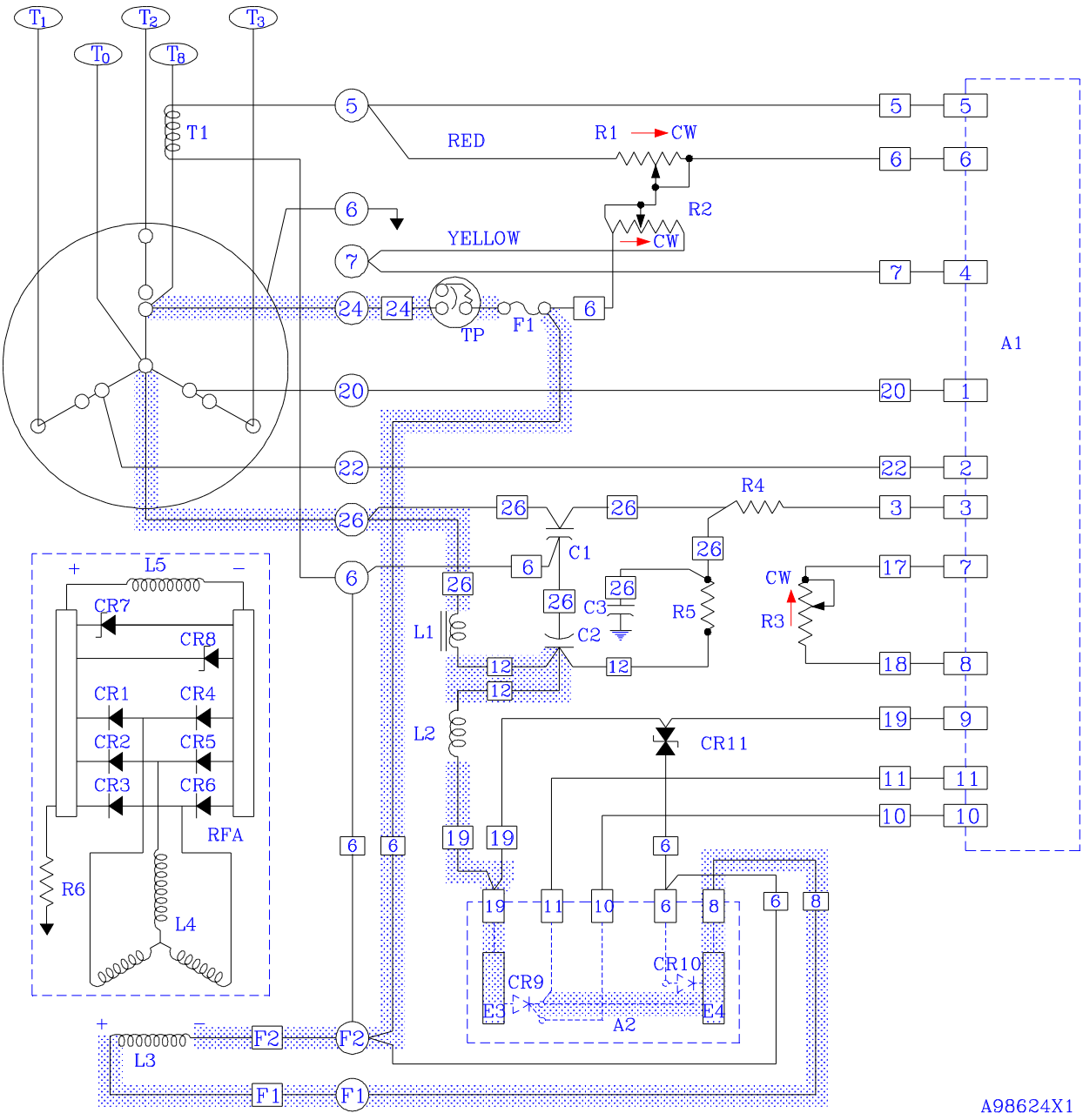
دائرة الإثارة

يوضح الشكل رقم (٥-٢) القوة الفعلية لدائرة الإثارة والتى تأتى من ملفات عضو الإنتاج (L_6) وذلك عندما تكون النقطة T_0 هى الطرف الموجب T_8 هى الطرف السالب فيمر التيار من T_0 إلى الروزتة رقم ٢٦ إلى الملف L_1 ثم إلى المكثف C_2 ثم إلى الملف L_2 ومنها إلى كارت وحدة التقويم A_2 روزتة رقم ١٩ ومن هذه النقطة نصل إلى الأناود (E_3) الخاص بثيريستور التحكم CR_9 ثم إلى الكاثود E_4 الخاص بدايود المجال المغناطيسى CR_{10} ومنها إلى الروزتة رقم ٨ فى الكارت A_2 ثم إلى فيوز F_1 منها إلى ملف الإثارة L_3 لزيادة الفيض المغناطيسى، ثم ترجع مرة أخرى من خلال فيوز F_2 & F_1 إلى فيوز حرارى TP إلى الملف T_8 (الجزء السالب فى الدائرة) وهذه الزيادة فى الفيض المغناطيسى تزيد بالتالى فى جهد الخرج للمولد الرئيسى.

ويلاحظ أن دائرة الإشعال الخاصة بثيرستور التحكم CR_9 تأتى من كارت المنظم A_1 من الروزتة رقم ١٠ إلى بوابة الثيرستور (Gate) ليصبح فى وضع On ويسمح للتيار بالمرور إلى L_3 وهذه الإشارة التى تأتى من كارت المنظم A_1 تأتى مرة واحدة كل دورة. وذلك عندما يشعر المنظم بأن المولد فى حاجة إلى زيادة الفولت أو نقصانه على حسب زيادة الأحمال أو إيقاف الأحمال.

ملحوظة:

لا يتعرض هذا الشرح إلى عمل كل من الملف L_1 ، L_2 والمكثفات C_1,C_2,C_3 فى الدائرة ولكن الغرض من هذه الدائرة هو معرفة مسار التيار فقط أما عمل هذه المكونات فى الدائرة سيتم شرحها وفهم وظيفة وعمل كل مكون فى الدائرة فيما بعد.

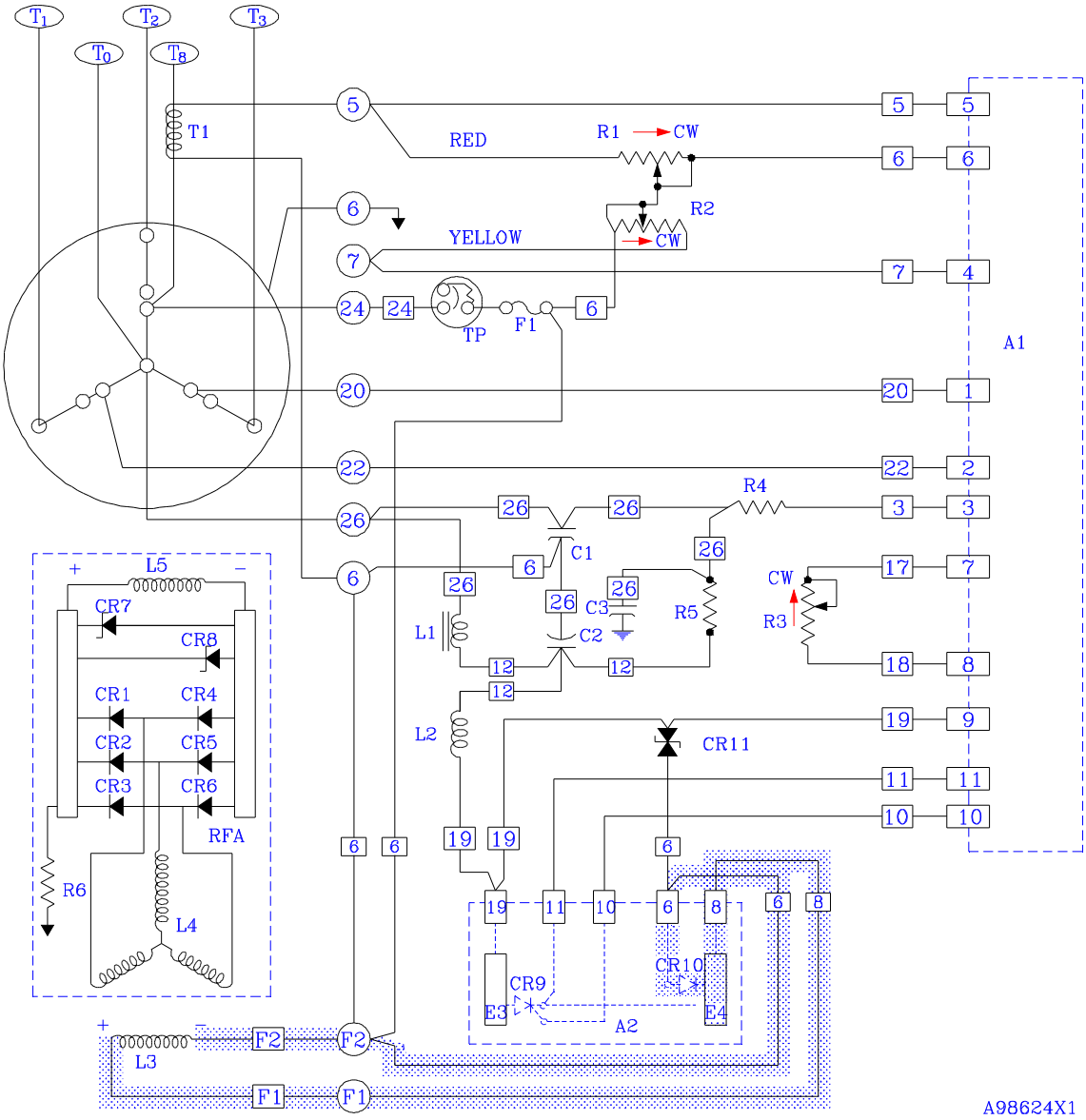


شكل رقم (٥-٢)

القوة الفعلية لدائرة الإثارة

دائرة تثبيت المجال المغناطيس فى حالة ثبات الأحمال وثبات الفولت

بمرور التيار خلال ملف الإثارة L_3 من خلال ثيرستور التحكم CR_9 أصبح CR_9 أصبح OFF لدى المفات الخاصة به مجال مغناطيسى قوى وبفرض أن وتصبح الدائرة الكهربائية مستمرة عن طريق CR_{10} كما بالشكل. إلى أن يشعر كارت المنظم A_1 بأنه يجب إشعال الثيرستور مرة أخرى وزيادة الفولت، كما هو موضح بالشكل رقم (٥-٣).



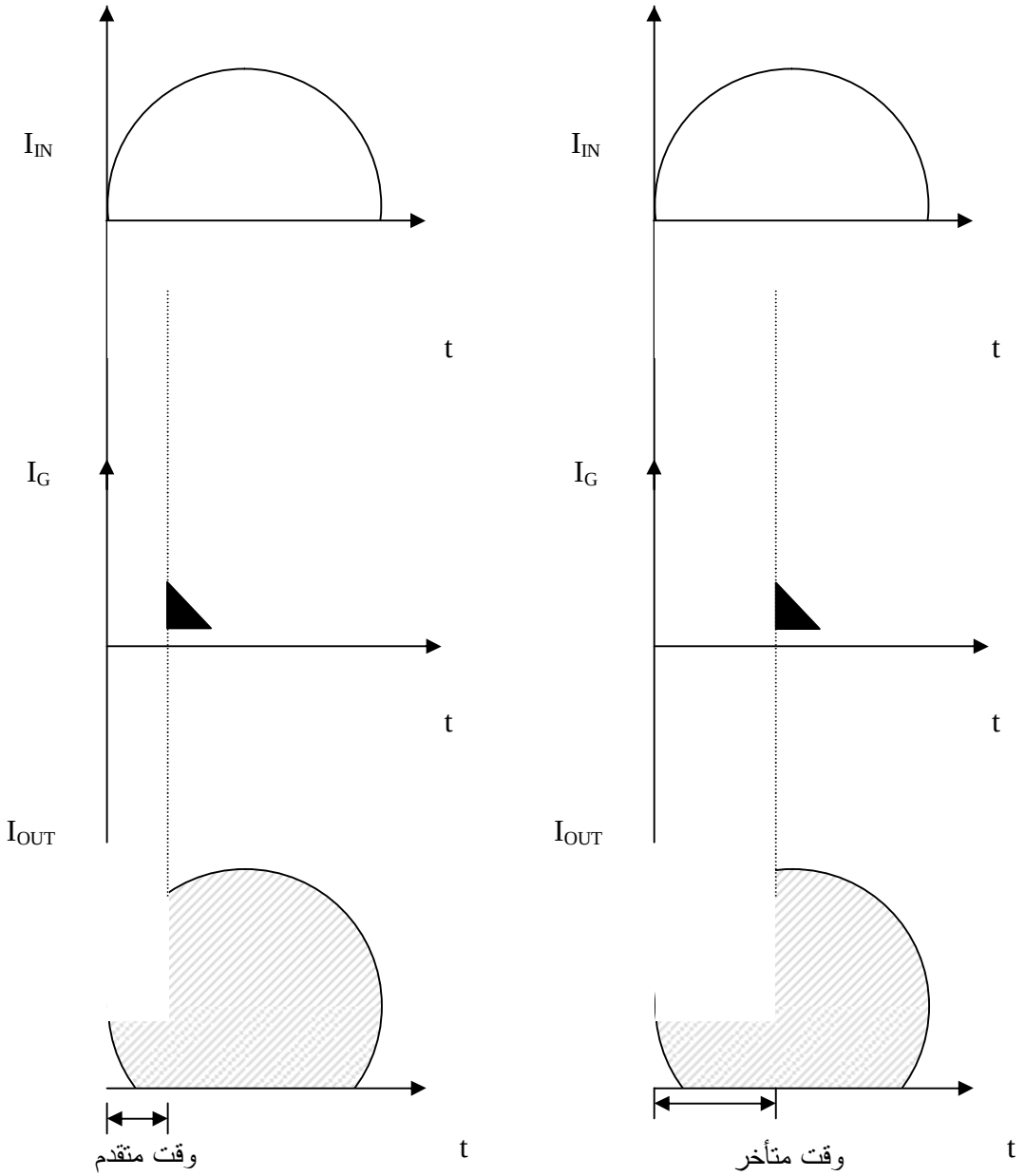
شكل رقم (٥-٣)

دائرة تثبيت المجال المغناطيسى

بعد ثبات أحمال المولد وثبات الفولت

التحكم فى شدة التيار بالنسبة لملفات عضو الإثارة (L_3):

لزيادة الفولت يجب إشعال الثيرستور فى زمن متقدم من الدورة أما لو كان المطلوب هو نقصان فولت المولد فيجب إشعال الثيرستور فى زمن متأخر من الدورة. أنظر الشكل رقم (٥-٤).



شكل رقم (٥-٤)

التحكم فى شدة التيار بالنسبة لملفات عضو الإثارة (L_3)

ملاحظات هامة:

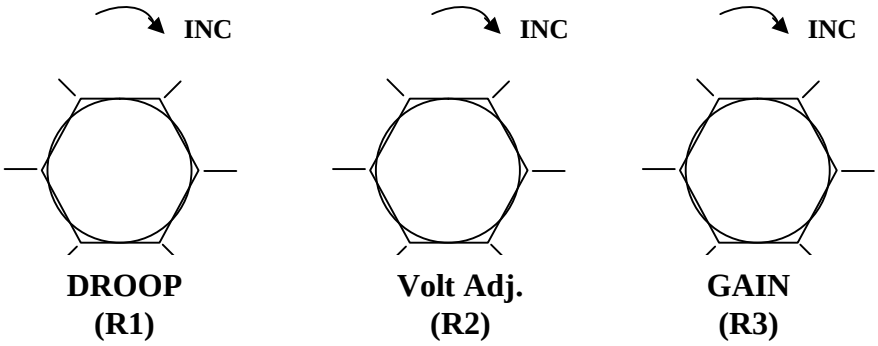
عندما يتحول ثيرستور التحكم CR_9 لحالة On يحدث تحميل مفاجئ على L6 (Stator) عضو الإنتاج يسبب ذبذبات عالية (Harmonics Frequency Multiplication).

هذه الموجات تعمل على عدم عمل الأجهزة الإلكترونية الموجودة فى محطات المياه ومحطات الصرف بكفاءة ولهذا تم وضع كل من ملف L_2 والمكثف C_2 لكى يقلل الصدمة على عضو الإنتاج L_6 وذلك بتأخير وصول التيار إلى CR_9 فى وجود الملف L_2 وأيضاً لأن المكثف C_2 يفرغ الشحنة أولاً فى CR_9 قبل مرور التيار من عضو الإنتاج إليه وتعمل كل من C_3 & C_1 & L_1 على تقليل التداخل بالنسبة لموجات الراديو وتسمى RFI (Radio Frequency Interference) ويلاحظ أنه يتم تأريض جسم المولد مع نقطة T_0 مع المكثف C_3.

لاحظ أن $X_c = 1/WC$ أى عند الترددات العالية المفاعلة السعوية ≅ صفر وتستطيع التخلص من الموجات العالية عن طريق التأريض. كما هو معروض بالشكل السابق رقم (٥-١).

ضبط منظم الجهد

توجد ثلاث مفاتيح متصلة بالمقاومات المتغيرة التى فى الدائرة كما بالرسم السابق. ولضبط هذه المفاتيح تتبع الخطوات الآتية:



١. أضبط أولاً مفتاح DROOP على أخر المشوار عكس عقارب الساعة فى اتجاه DEC.
٢. ابدأ فى تشغيل ماكينة الديزل إلى أن تصل السرعة إلى السرعة المكتوبة على الديزل نفسه (Name Plate)
٣. اضبط فولت الخرج للمولد حتى تصل إلى الفولت المكتوب على المولد نفسه (Name Plate) من مفتاح Volt-Adv.
٤. ضع جميع الأحمال المطلوب وضعها على المولد ودع الماكينة تعمل لفترة "دعها تسخن لدرجة الحرارة العادية للماكينة".
٥. أفصل جميع الأحمال من على المولد وألقى نظرة على الفولت الذى تم ضبطه من قبل وأضبط الفولت عن طريق Volt-Adv عند الحاجة.
٦. ضع الأحمال من جديد على المولد وألقى نظرة على الفولت، إذا كان أعلى من ذى قبل، اضبط من مفتاح الـــ Gain بتحريكه عكس عقارب الساعة حركة خفيفة أما إذا كان الفولت أقل من ذى قبل حرك المفتاح GAIN مع عقارب الساعة حركة خفيفة إلى أن تصل إلى الفولت المطلوب، أعد المحاولة مرة أخرى إذا تطلب الأمر.

الفصل السادس

التسجيل والمتابعة لأعمال الفحص الفنـــى والصيـــانـــة الـــوقـــائيـــة

الفصل السادس

صيانة المولدات وكيفية التعامل مع منظم السرعة ومنظم الجهد

مقـــدمـــة

بعدما تم شرح فكرة عمل المولدات الحديثة "بدون فرش" ينبغى لنا معرفة كيفية إجراء عملية الصيانة الوقائية والتصحيحية وتتبع الأعطال فى هذه النوعية من المولدات. ولإجراء هذه العمليات يتعين على المسئول عن صيانة هذه المولدات أن يكون لديه الخبرة الكافية التى تؤهله للتعامل مع هذه الأجهزة الإلكترونية التى أصبحت تشكل العمود الفقرى والأساسى فى عمليات التحكم فى جميع المجالات.

ولأن معظم الشركات المنتجة لهذه الأجهزة أصبحت تجرى عملية تعتيم كامل على المكونات الداخلية لهذه المنظمات (Regulators) الخاصة بالفولت والسرعة فى المولدات لتجنى الربح السريع عن طريق احتكارها لتصنيع هذه المنظمات فلذا كان على مسئول الصيانة أن يتعامل فقط مع هذه المنظمات عن طريق الروزتة الخارجية للمنظم والمقاومات المتغيرة الموجودة على واجهة اللوحة الإلكترونية لإجراء عملية الضبط فقط.

وفيما يلى شرح واف لكى يستطيع أى مسئول صيانة – بشرط أن يكون لديه الخبرة الكافية بفكرة عمل المولدات الحديثة – إجراء عملية الضبط وتتبع الأعطال.

أولا: الصيـــانة الوقائية

هذه الصيانة تسمى الصيانة الوقائية لأنها بالفعل تقى المعدات وتطيل فى عمل استخدام المعدة وهذه الصيانة تتم حسب جداول مدونة من قبل الصيانة وأهم أركان هذه الصيانة هى:

١. التفتيش
٢. التشحيم
٣. تغيير الأجزاء التالفة
٤. نظافة
٥. ضبط
٦. اختبار

ولعمل الصيانة الوقائية لأى معدة كهربائية يجب على مسئول الصيانة أولاً قراءة كتالوج المعدة للالتزام بما جاء فيه من توصيات من الشركة المنتجة للمعدة.

ملاحظة هامة جداً:

قبل إجراء أى عملية صيانة للمولد أو للديزل يجب فصل أطراف البطارية للحماية من التشغيل المفاجئ للماكينة خاصة فى حالة وجود تشغيل أتوماتيكى للماكينة أو فى حالة وجـــود خاصية التشغيل عن بعد. ويعرض الجدول رقم (٦-١) جدول الصيانة الوقائية للأجزاء المختلفة للمولد.

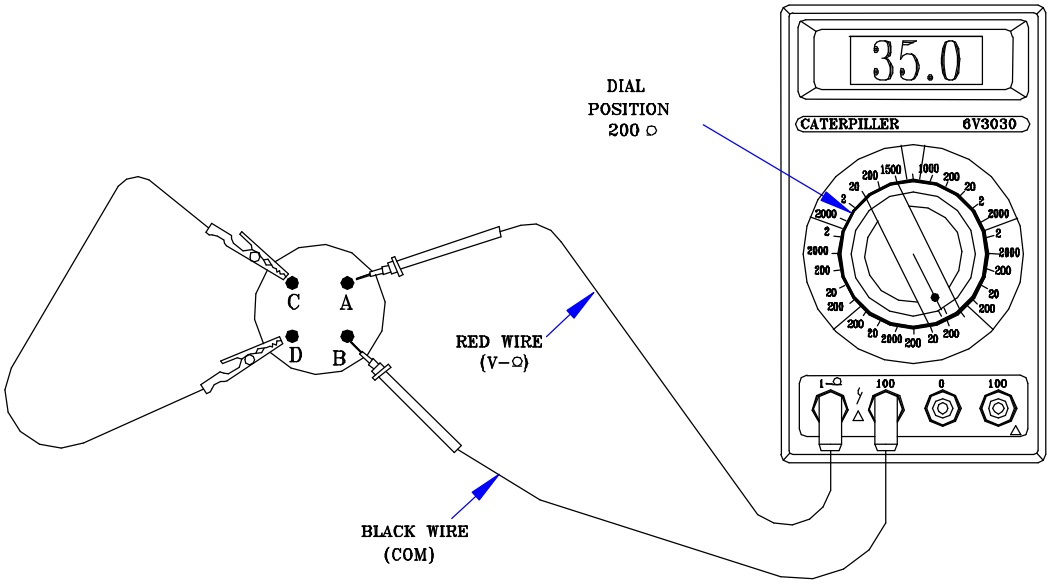
جدول رقم (٦-١)

جدول صيانة الأجزاء المختلفة للمولد

الجزء المراد صيانته	كيفية عمل الصيانة	توقيت الصيانة
البطاريات	التأكد من مستوى المحلول داخل البطارية وعمل نظافة عامة على الأطراف والربطات والكابلات وقياس فولت البطاريات كل بطارية على حدة، (فى حالة وجود بطاريات قلوية ١,٣٥ فولت/ بطارية)	أسبوعياً
المولد	١. تشحيم رولمان البلى إن وجد. ٢. نظافة المولد بواسطة شفاط هوائى. ٣. ومراجعة الأسلاك والربطات الخاصة بأسلاك الكونترول المرتبطة بمنظم الجهد. ٤. اختبار التوصيل الأرضى للمولد ٥. اختبار عزل الملفات للمولد وتسجيل البيانات	٦ شهور ١ شهر ٣ شهور ١ شهر ٦ شهور
الثرموستات الخاص بالراديـاتير	تغيير مياه الراديـاتير ويجب تغيير الثرموستات الخاص بالراديـاتير حتى لو كان الحالة جيدة	كل سنتان
لمبات البيان	اختبار لمبات البيان وتغييرها إذا لزم الأمر	شهرياً
كابلات القدرة ومفتاح التوصيل	فصل الكابلات من جهة المولد ومن جهة مفتاح التوصيل (C.B) وعمل قياس لعزل الكابلات، وعمل قياس عزل لمفتاح التوصيل (C.B) بعد نظافته وإعادة ربطات الكابلات بنفس الترتيب السابق قبل فكها، مع تسجيل قراءة العزل.	كل ٦ شهور
الحاكم الكهربى	فصل أطراف الحاكم الكهربى من منظم السرعة وقياس مقاومته ويجب أن تكون فى حدود القيمة المنصوص عليها فى كتالوج المصنع ويتراوح ما بين ٣٠- ٤٠ أوم، وفى حالة وجود تغيير فى قيمة المقاومة يجب تغيير الحاكم فوراً (تسجيل قيمة المقاومة)	كل ٦ شهور

"تابع" جدول رقم (٦ - ١)
جدول صيانة الأجزاء المختلفة للمولد

الجزء المراد صيانته	كيفية عمل الصيانة	توقيت الصيانة
إعادة ضبط المرحلات للمولد	يجرى اختبار للمرحلات الخاصة بالمولد وأجهزة الحماية وإعادة ضبطها إذا كانت القيمة ليست فى المدى وتسجل القيمة الحالية قبل وبعد الضبط	٣ شهور
حساس السرعة	فصل أطراف حساس السرعة من منظم السرعة وقياس مقاومته، ويجب أن تكون فى حدود القيمة المنصوص عليها فى كتالوج المصنع، ويتراوح بين (١٩٠-٢١٠ أوم) فى حالة وجود تغير فى قيمة المقاومة يجب تغييرها (تسجل قيمة المقاومة)	كل ٦ شهور
اختبار دوائر الحماية الكهربائية لمحرك الديزل	١. تشغيل الديزل ومراجعة كتاب المعدة لمعرفة أطراف الأسلاك التى تقوم بعمل إيقاف للماكينة مثل درجة حرارة المياه. ٢. عوامة مستوى المياه داخل الراديياتير ٣. ضغط الزيت عن طريق (Pres-Switch) وعمل إيهام بالعطل للماكينة واختبار عمل ريلاى الإيقاف الاضطرارى.	كل ٦ شهور
تشغيل المولد	فى حالة عدم تشغيل المولد لفترات طويلة يجب تشغيل الماكينة وإجراء عملية التحميل على المولد بحد أدنى ٣٠ % من الحمل لمدة ساعتين.	كل ٣ شهور



شكل رقم (٦ - ١)

إحدى طريق قياس مقاومة الحاكم الكهربى

ملحوظة:

يوجد فى بعض الأنواع من الحاكم الكهربى لقياس المقاومة الداخلية له يجب عمل شورت على بعض الأطراف كما هو موضح بالشكل رقم (٦ - ١) أعلاه، تم عمل شورت على الأطراف (C, D) وقياس قيمة مقاومة الحاكم عن طريق الأطراف (A, B).

ثانياً: الصيانة التصحيحية

هذه الصيانة ليست من ضمن الصيانات التى تتم عن طريق جداول ولكنها صيانة طارئة لتصحيح وضع معين غير سليم وسرعان ما يتم تنفيذها، ويمكن تنفيذها على حساب الصيانة الوقائية إذا دعت الضرورة.

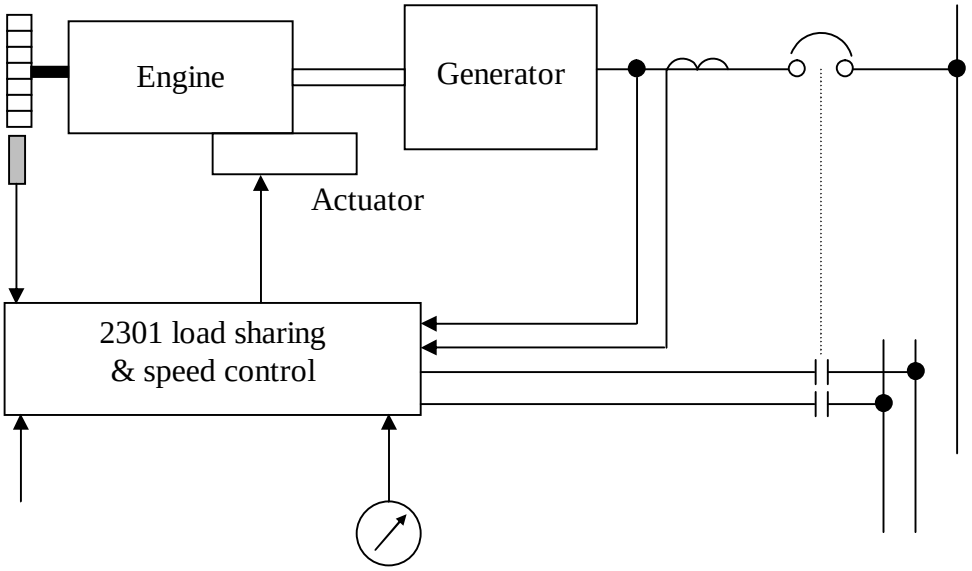
تعتمد الصيانة التصحيحية لأى معدة اعتماداً كلياً على معرفة القائم بأعمال الصيانة على مكونات الدائرة الكهربائية للمعدة وذلك من الرسم الكهربائى وذلك لتسهيل مهمة القائم بأعمال الصيانة لإيجاد العطل وإعادة الوضع كما كان عليه فى أسرع وقت. وفى حالة عدم وجود دائرة كهربائية يجب توافر خبرات كافية فى أعمال الصيانة للتعامل مع هذه المكونات مع معرفة الفكرة

الرئيسية للتوليد كما سبق شرحه فى "دورة تشغيل وحدات التوليد الكهربية" السابقة ومعرفة اتصال كل من منظم السرعة ومنظم الجهد بالمحرك والمولد أى يكون على دراية كاملة بهذه النوعية من المنظمات.

ونعرض فيما يلى صيانة منظم السرعة وكيفية ضبطه وصيانة المولد ومنظم الجهد

صيانة منظم السرعة وكيفية ضبطه

نعلم أن الحاكم الكهربى يحول الإشارة الكهربية الواصلة إليه من لوحة التحكم إلى حركة ميكانيكية للتحكم فى زيادة أو نقصان كمية الوقود وبالتالى يتحكم فى سرعة الماكينة، فمثلا لو أن سرعة الماكينة أعلى من السرعة السابق ضبطها فى لوحة التحكم فسوف يقل الفولت المرسل من لوحة التحكم إلى الحاكم الميكانيكى وبالتالى سوف تقل كمية الوقود نتيجة غلق جزئى من الحاكم للوقود. وتعتمد هذه التغيرات فى الفولت المرسل من وحدة التحكم إلى الحاكم على السرعة المقاسة عن طريق حساس السرعة (Magnetic Pickup). ويعرض الشكل رقم (٦-٢) مخطط لعملية التحكم فى السرعة.

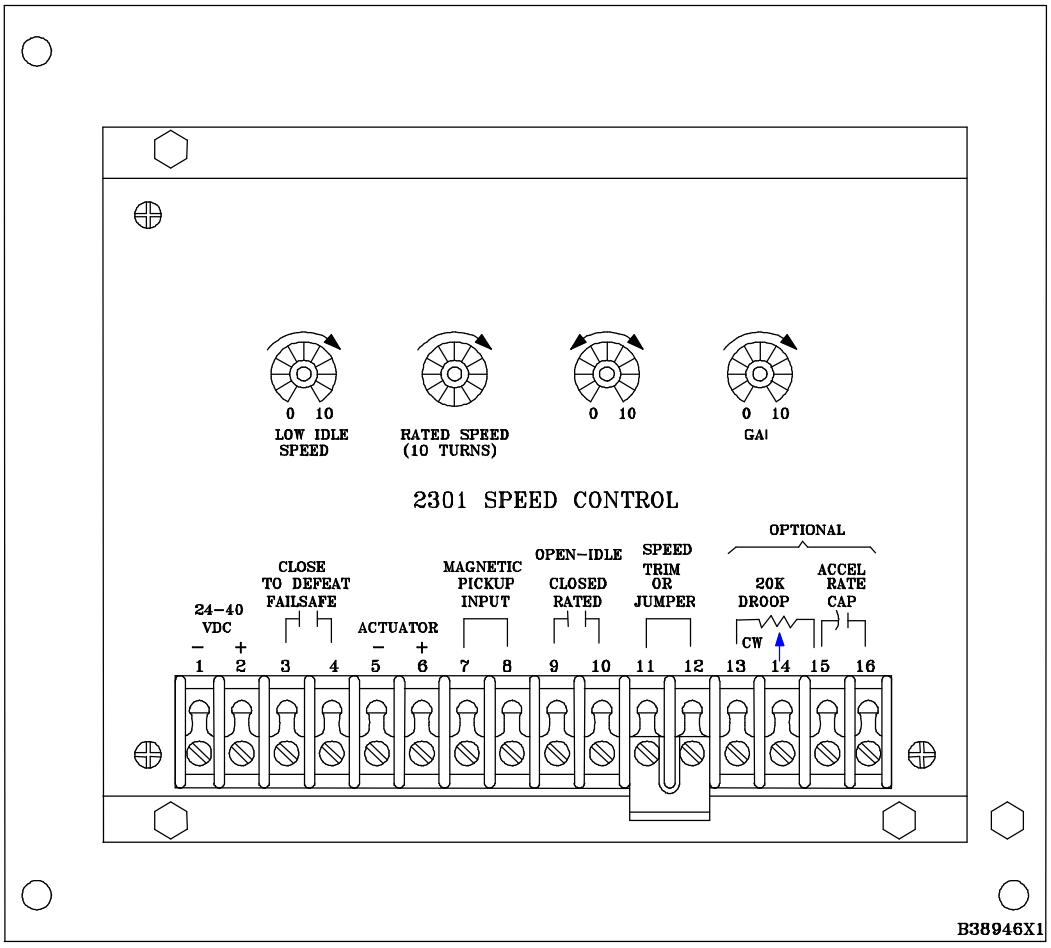


شكل رقم (٦-٢)

مخطط لعملية التحكم فى السرعة للمولد

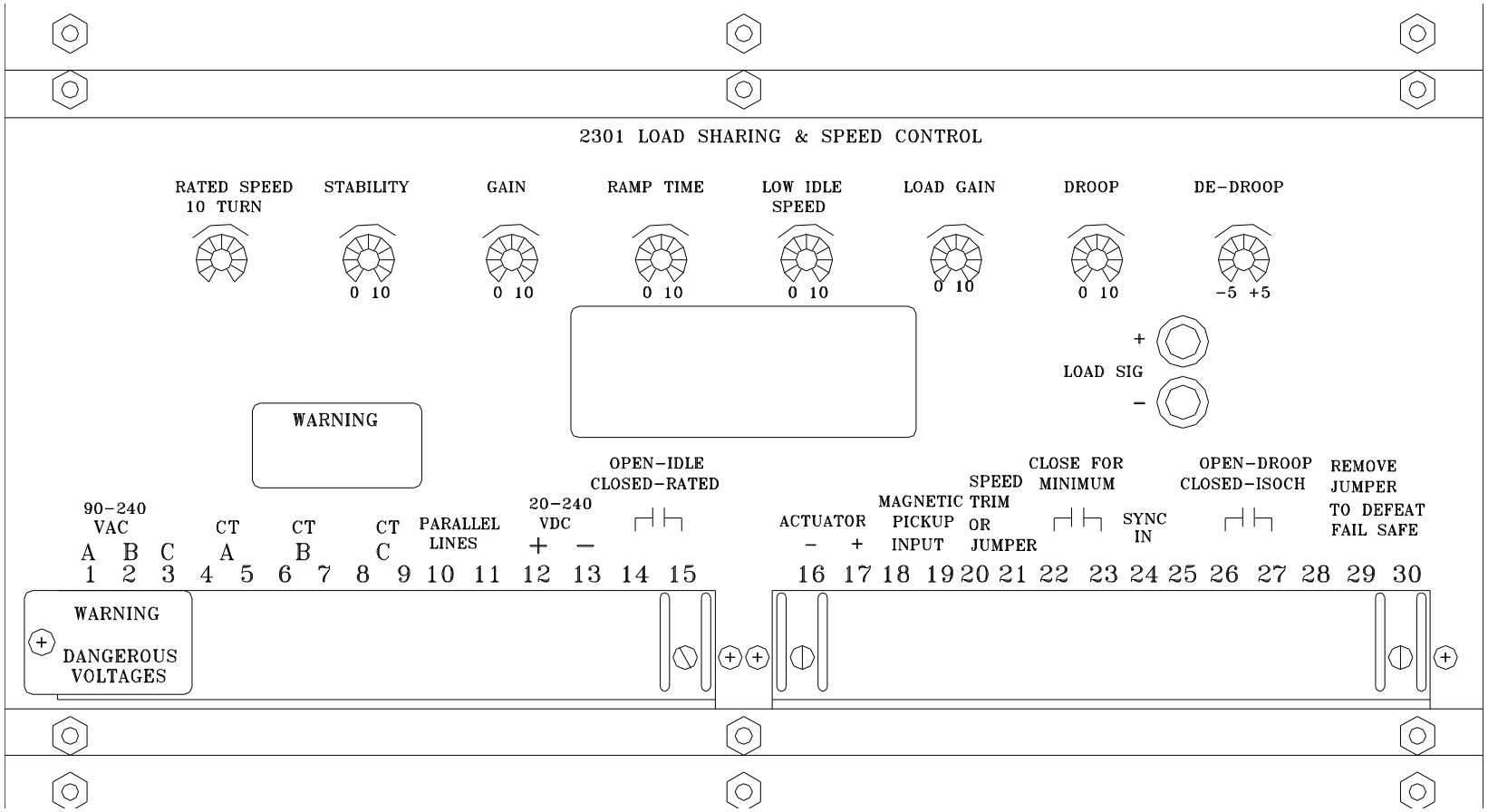
وتوجد فى الأسواق أنواع كثيرة من منظمات السرعة أشهرها منظم السرعة ٢٣٠١ (2301 Speed control) ومن هذه المنظمات توجد منظمات تعمل مع مولد واحد (Non Parallel Speed Control) ومنظمات تعمل مع مولدات تعمل على التوازى معا (Parallel Speed Control)، وسوف يقتصر الشرح على النوعيات التى تعمل مع مولد واحد فقط، وسوف يذكر باختصار النوعية الأخرى التى تعمل مع المولدات التى تتصل على التوازى.

ويعرض الشكل رقم (٦-٣) إحدى المنظمات التى تعمل مع مولد واحد، بينما يعرض الشكل رقم (٦-٤) إحدى المنظمات التى تعمل مع مولدات متصلة على التوازى.



شكل رقم (٦-٣)

إحدى المنظمات التى تعمل مع مولد واحد



شكل رقم (٦ - ٤)

إحدى المنظمات التى تعمل مع مولدات متصلة على التوازى

منظم السرعة الذى يعمل مع مولد واحد:

من الشكل رقم (٦-٣) نجد أن مجموعة المقاومات المتغيرة الخاصة بضبط المنظم هى عبارة عن:

١. Low IDLE Speed
٢. Rated Speed
٣. Stability
٤. Gain

Low IDLE Speed:

هذه المقاومة للتحكم فى أقل سرعة لازمة لتشغيل الديزل (أكبر من السرعة اللازمة لتشغيل عمود الكرنك) ويتم ضبطه مع مقاومة ضبط السرعة المقننة (Rated Speed).

Rated Speed:

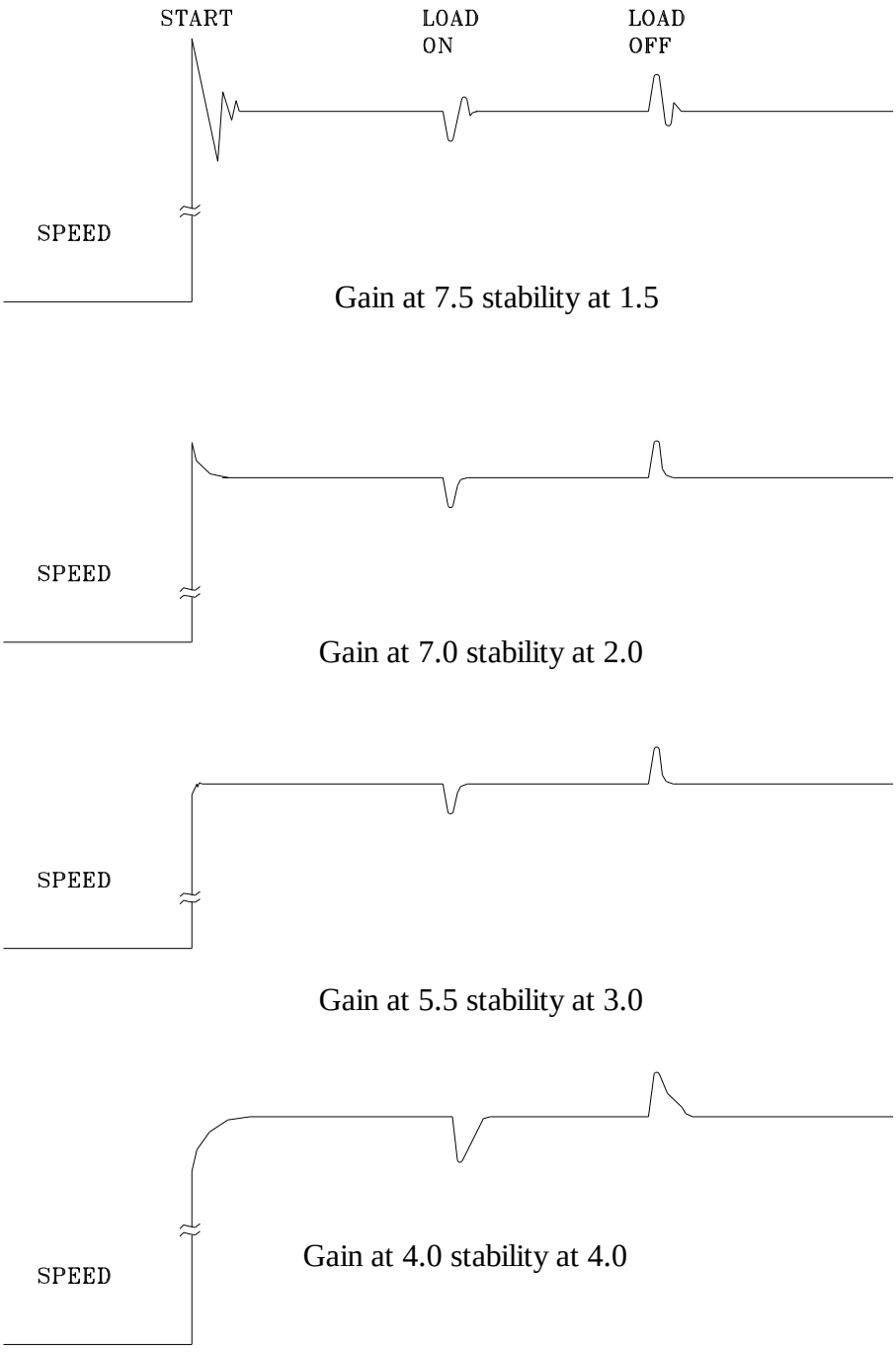
تستخدم لضبط السرعة المقننة للمحرك (Rated Speed).

Stability And Gain:

يستخدما معا لضبط سرعة استجابة الماكينة مع تغيير الأحمال، مع ملاحظة أن المقاومة الخاصة بال Gain تستخدم لتقليل زمن الاستجابة إلى أدنى حد، والمقاومة الخاصة بالـــ Stability تستخدم لتحسين الوصول إلى أفضل درجة لثبات هذه السرعة مع هذا الـــ Gain.

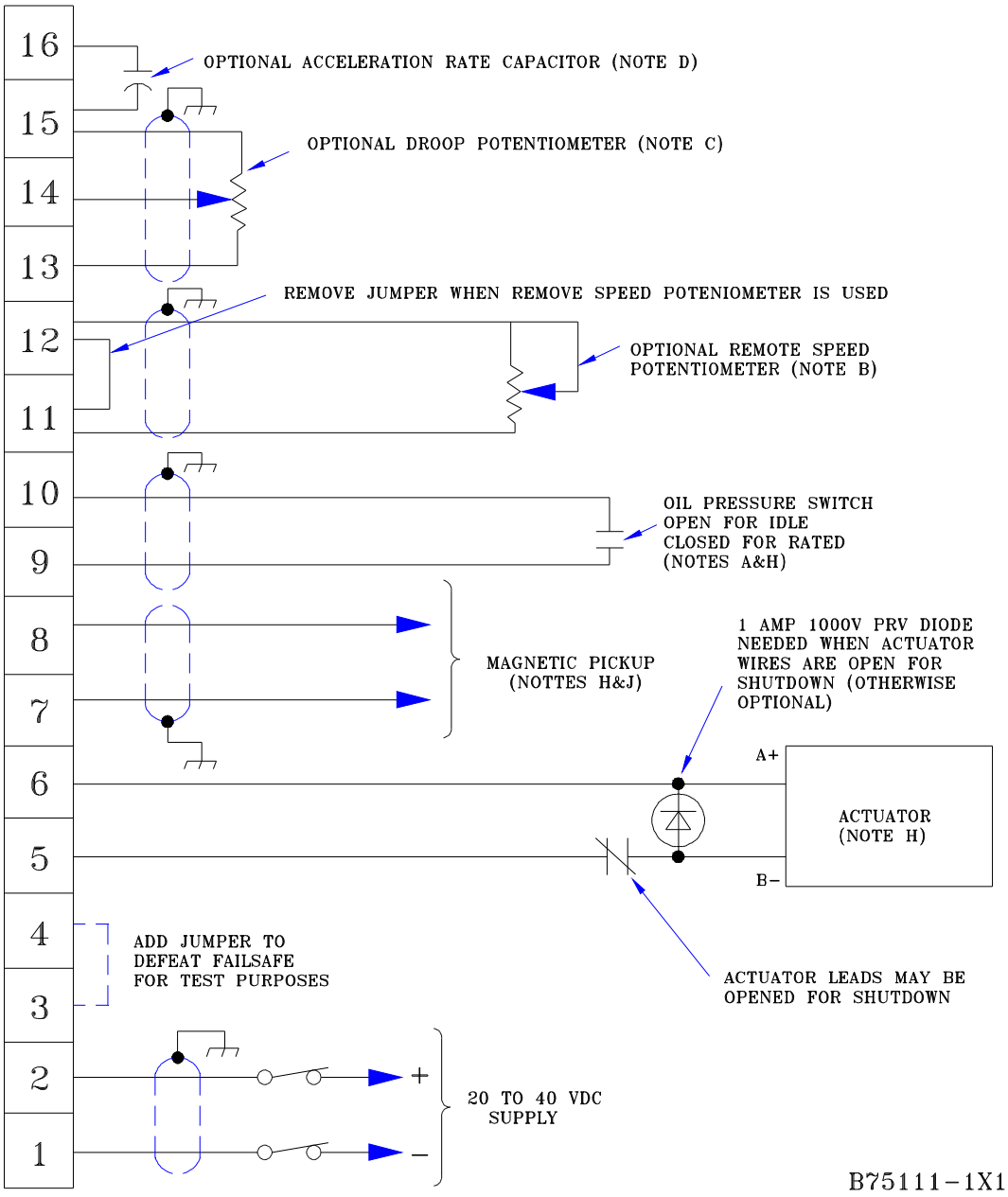
ويعرض الشكل رقم (٦-٥) علاقة الـــ Stability And Gain، بينما يعرض الشكل رقم (٦-٦) اتصال لوحة التحكم بالمكونات الخارجية للمحرك.

يلاحظ أن عند تقليل الـــ Gain وزيادة الـــ Stability يقل معدل التذبذب فى السرعة عند بداية التشغيل، وأيضا لا يوجد تذبذب عند زيادة الأحمال أو انخفاضها.



شكل رقم (٦-٥)

علاقة الـــ Stability And Gain



شكل رقم (٦-٦)

اتصال لوحة التحكم بالمكونات الخارجية

من الشكل السابق يلاحظ أن النقطة (5,6) متصلة مباشرة بالحاكم (Actuator) والنقطة (7,8) متصلة بحساس السرعة (Magnetic Pickup) والنقطة (1,2) هى التغذية الرئيسية لهذه اللوحة ويتراوح الفولت بين (٢٤ - ٤٠) فولت تيار مستمر.

كما يمكن عن طريق النقطة (11,12) توصيل مقاومة متغيرة (أقل من ١٠٠ أوم) فـــى مكان آخر خارج هذا المنظم لإمكانية التحكم فى السرعة فى حدود ± ٤ % وهو ما يسمى (Speed trim) وفى حالة عدم استخدامه يجب أن يظل هذا الاتصال بين النقطتين (11,12) موجود (Jumper). أما النقطة (3,4) تستخدم كحماية للمحرك أى تعمل على إيقاف الماكينة فورا عندما لا تصل الإشارة القادمة من حساس السرعة وذلك عن طريق منع الفولت عن الحاكم وبالتالى يتم إيقاف المحرك (Fail safe). ويجب تنشيط هذه الخاصية إما بعمل شورت أو عمل فتح فى الدائرة. أنظر الشكل رقم (٦-٦).

أما النقطة (9,10) (Open IDLE, Closed Rated) يتم توصيلهم بحساس لضغط الزيت بالمحرك حتى لا يسمح للمحرك بالتغير والوصول إلى السرعة المقننة قبل أن يتأكد من أن ضغط الزيت كاف لغلق هذا الاتصال (Switch).

وبالرجوع إلى الشكل رقم (٦-٣) نجد أنه يوجد اختلاف بسيط فى مجموعة المقاومات المستخدمة فى المنظم الخاص بتشغيل مولدات على التوازى مثل:

أ- % (Droop):

تستخدم هذه المقامة المتغيرة عند عمل مولدين على التوازى على نفس قضبان التوزيع، ويكون ضبطها عادة بين ٢,٥ – ٣ %، وبما أن عملية تنظيم السرعة هى فى الحقيقة دالة فى عملية تغيير الأحمال، فلذا يجب حكم هذه العملية ويتم ذلك عن طريق المقاومة المتغيرة المسماة بالـــ (Droop)، ويمكن تعريفها كالتالى:

$$\% \text{ Droop} = \frac{(\text{سرعة الماكينة بدون حمل} - \text{سرعة الماكينة بالحمل الكامل})}{\text{سرعة الماكينة بالحمل الكامل}} \times ١٠٠$$

ويمكن ضبطها كالتالى:

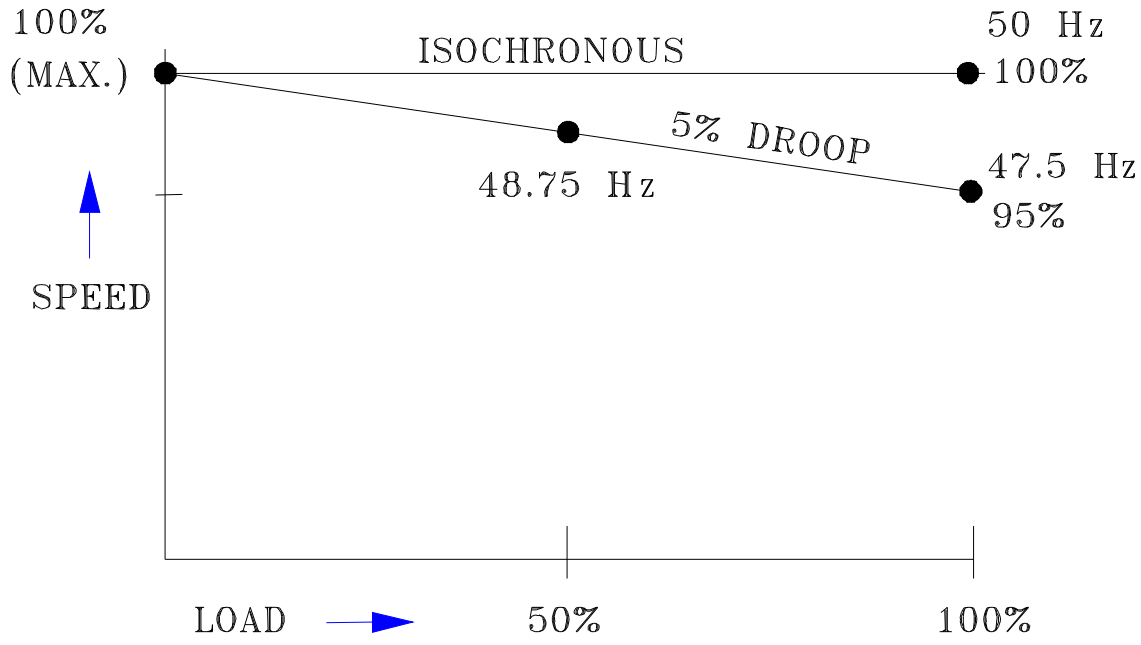
١. تدار الماكينة بعد ضبطها للسرعة المقررة عن طريق (Rated Speed) بحيث تصل إلى ١,٠٣ من السرعة المقررة (51.5 Hz).

٢. تكون مقاومة الـــ (Droop) إلى أقصى نهاية لها مع عقارب الساعة.

٣. نضع الأحمال على المولد (حمل كامل).

٤. تغير فى الـــ (Droop) إلى أن نصل إلى (50.5 Hz).

كما يمكن ضبط الـــ (Droop) إلى قيمة أقل من ٣ % لو أن الأحمال الموجودة على المولد أقل من الحمل الكلى. أنظر الشكل رقم (٦-٧).



شكل رقم (٦-٧)

عمل المقاومة المتغيرة المسماة بالـــ (Droop)

ب- (Ramp Time):

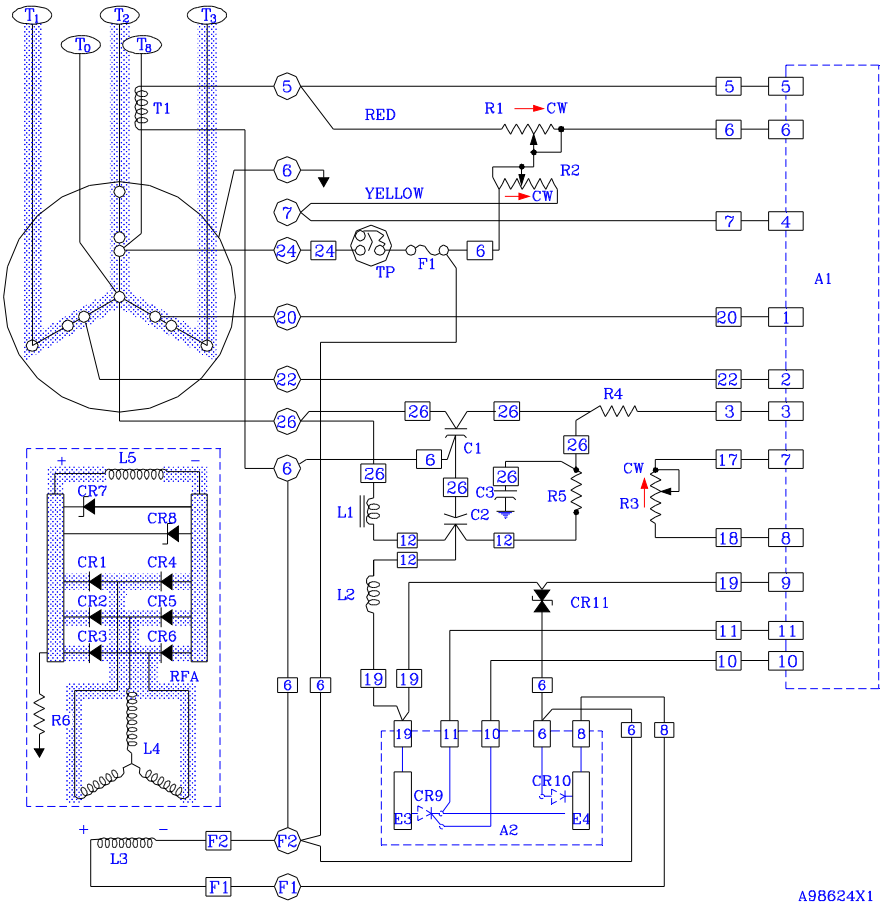
تستخدم هذه المقاومة المتغيرة فى التحكم فى الوقت اللازم الذى سوف تأخذه الماكينة لتصل إلى السرعة المقررة.

جـــ- (Load Gain):

تستخدم هذه المقاومة لعمل اختبار لكل مولد على حدة عن طريق إخراج فولت معين على هذه النقط (يعطى بواسطة الشركة المصنعة) للتأكد من أن جميع المحركات تعمل على التوازى بدون وجود أى اضطرابات فى عملية ضبط الـــ (Gain & Stability) ويجب أن يكون هذا الفولت متساوى فى جميع المنظمات الخاصة بالمولدات التى تعمل معا على التوزاى.

صيانة المولد ومنظم الجهد

عند صيانة المولد ومنظم الجهد تظهر بعض الأعطال ولتسهيل عرض الفكرة الرئيسية لتتبع هذه الأعطال سيتم إعطاء مثال لذلك وهو الشكل رقم (٦-٧).



شكل رقم (٦-٧)

بدء توليد القوة الدافعة الكهربية فى المولد

أ. **لا يوجد فولت متردد على الفولتميتر الخاص بالمولد رغم تشغيل الماكينة:**

وهذا قد يكون راجع إلى:

١. خلل فى الفولتميتر.
٢. تلف الفيوز F1 أو الحماية الحرارية .T.P.
٣. سرعة المولد أقل من السرعة المقننة لتقويم الماكينة Low Idle Speed.
٤. فتح فى ملف الإثارة L3.
٥. فتح أو دائرة قصر موجودة فى المولد.
٦. خلل ربطات الأسلاك الخاصة بالتحكم.
٧. دائرة قصر فى الموحدات الدوارة (CR1.....CR6).
٨. دائرة قصر فى موحدات المجال (CR9,CR10).
٩. لا توجد دائرة مغناطيسية متبقية فى ملفات الإثارة L3.
١٠. خلل فى منظم الجهد A1.

سيتـــم شرح كل هذه الاحتمالات وكيفية اختبار كل احتمال فى الجدول رقـــم (٦-٢).

جدول رقم (٦ - ٢)
الأعطال وطرق الإصلاح

العطل الرئيسى	سبب العطل المفترض	طريقة التحقق من سبب العطل
لا يوجد فولت متردد على الفولتميتر الخاص بالمولد	خلل فى الفولتميتر	يجب التحقق بأنه لا يوجد فولت حقيقى على أطراف الفولتميتر وذلك بواسطة جهاز قياس للفولت خارجى وتغيير الفولتميتر إذا لزم الأمر.
	تلف الفيوز F1 أو الحماية الحرارية .T.P.	يجب فصل جميع الأسلاك المتصلة بالنقطة رقم ٦ والنقطة رقم ٢٦ وقياس بواسطة جهاز لقياس الاتصال بين هاتين النقطتين وتغيير الفيوز أو عمل إعادة تشغيل للحماية الحرارية (Reset) إذا لزم الأمر. ملحوظة: يجب تغيير الفيوز F1 بنفس نوع الفيوز المركب سابقاً لأن هذه النوعية من الفيوزات مصممة للفصل اللحظى السريع لحماية مجموعة أشباه الموصلات المستخدمة فى دائرة التحكم
	سرعة المولد أقل من السرعة المقننة لتقيم الماكينة Low Idle Speed.	تحدث هذه الظاهرة أحياناً خاصة فى الأجواء شديدة البرودة فيحدث أن موحد التحكم CR9 يجد صعوبة لأن يكون (on) حتى بعد أن تأخذ الإشارة من وحدة التحكم A2 وبزيادة طفيفة فى سرعة الماكينة حوالى من ١٠٠ إلى ١٥٠ لفة فى الدقيقة عن طريق الزيادة فى المقاومة المتغيرة المسئولة عن هذا فى منظم السرعة (Low Idle Speed) سيظهر زيادة فى الفولت.
	فتح فى ملف الإثارة L3.	أفصل أطراف الملف من الروزتة رقم F1 & F2 كما هو مبين بالرسم وقياس توصيل ملف الإثارة L3 بواسطة أوميتر لقياس مقاومته.
	فتح أو دائرة قصر موجودة فى المولد.	أفصل أطراف الملف L5 (المجال الدوار) من كل من E1 & E2 الجزء الموجب والسالب (شريحة التبريد) للموحدات الدوارة، ويتم عمل قياس للملف L5 على حدة من ناحية الاتصال وقياس مقاومته وسيكون بالطبع أقل من ١ أوم. احتفظ بأطراف الملف L5 بعيداً عن شرائح التبريد E1 & E2 وقم بعملية القياس للملف L4 عضو الإثارة الدوار عن طريق جهاز أوميتر بين أطرافه لقياس مقاومته وستكون أيضاً أقل من ١ أوم. ولقياس اتصال ملف التوليد L6 يجب فصل جميع الأسلاك المتصلة به من لوحة الكنترول وهى كالآتى: النقطة ٢٠، ٢٢، ٢٤، ٢٦ وفتح دائرة التغذية من جهة

"تابع" جدول رقم (٦-٢)
الأعطال وطرق الإصلاح

العطل الرئيسى	سبب العطل المفترض	طريقة التحقق من سبب العطل
لا يوجد فولت متردد على الفولتميتر الخاص بالمولد		الأحمال عن طريق .C.B العمومى للتأكد بأن الملف منفصل تماماً عن الدائرة ويتم عمل قياس بنفس الطريقة لتتأكد من توصله ومن أن مقاومته أقل من ١ أوم.
	خلل ربطات الأسلاك الخاصة بالتحكم.	يمكنك فحص هذه الكابلات بمجرد النظر لتتأكد من عدم وجود إحكام فى الربطات بفرض أنه لم يتم العبث فى أوضاع هذه الأسلاك وإلا سيتم التأكد من موضعها عن طريق الرسومات الكهربائية.
	دائرة قصر فى الموحدات الدوارة (CR1.....CR6).	أفصل الملف L5 من الدائرة عن طريق فصل أطرافه من شرائح التبريد E1 & E2 ويمكنك القياس عن طريق أفوميتر بتوصيل الطرف الموجب لجهاز القياس بـــ E1 والطرف السالب بأطراف أى من CR1, CR2, CR3 سنجد أنه لا يوجد اتصال أى مقاومة كبيرة جداً، وبنفس الطريقة لاختبار كل من CR4, CR5, CR6 بتوصيل الطرف الموجب لجهاز القياس بأى من أطراف CR4, CR5, CR6 والطرف السالب بـــ E2 ستجد عدم اتصال ومقاومة كبيرة جداً. ملحوظة: إن كان هناك اتصال عند إجراء هذا القياس يجب اختبار كل موحد على حدة بعد فصل جميع الأسلاك المتصلة لكل موحد حتى تجد الموحد التالف.
	دائرة قصر فى موحدات المجال (CR9,CR10).	لقياس CR10 يجب فصل الأسلاك من الروزتة ٨ و ٦ فى الكارت A2 والقياس بواسطة أفوميتر كما سبق، الطرف الموجب لجهاز القياس على الطرف ٨، والطرف السالب لجهاز القياس على النقطة ٦ سنجد أنه لا يوجد اتصال. ولقياس CR9 يجب فصل الأسلاك من الروزتة رقم ١١ والروزتة رقم ١٩ والروزتة رقم ١٠ ويعمل القياس كالاتالى: الطرف الموجب لجهاز القياس عند النقطة ١١ والطرف السالب لجهاز القياس عند النقطة ١٩، اقرأ المقاومة واحتفظ بالقراءة ثم أعكس أطراف جهاز القياس لنفس النقطتين ستجد أن المقاومة فى الاتجاهين واحدة وهى حوالى ٣٠٠ كيلو أوم أو أكثر.

"تابع" جدول رقم (٦-٢)
الأعطال وطرق الإصلاح

العطل الرئيسى	سبب العطل المفترض	طريقة التحقق من سبب العطل
لا يوجد فولت متردد على الفولتميتر الخاص بالمولد		ثم حل طرف جهاز القياس الموجب بالنقطة ١٠ والطرف السالب بالنقطة ١١ ستكون المقاومة بين ١٠ إلى ٢٠٠ أوم. ويمكن اختبار الثيروستور كالأتى: يتم توصيل الطرف الموجب لجهاز القياس بالروزتة ١٩ والطرف السالب بالنقطة ١١ سنجد أن المقاومة ٣٠٠ ك. أوم وعندئذ أعمل توصيل بين النقطة ١٩، والنقطة ١٠ باستخدام سلك خارجى فى هذه الحالة الثيرستور أصبح On وهو يعمل. وعند فتح التوصيل بين النقطتين ٩، ١٠ مرة أخرى ستصبح المقاومة مرة أخرى ٣٠٠ ك أوم وينصح بإجراء هذه التجربة باستخدام لمبة بيان بين أطرافه.
	لا توجد دائرة مغناطيسية متبقية فى ملفات الإثارة L3.	يمكن إضافة بعض المغناطيسية إلى الملف L3 باستخدام مصدر خارجى للفولت على أطراف L3 بعد فصل أسلاك التوصيل من الروزتة F1 & F2 لفترة ثم يعاد إدارة المولد، هذا بعد التأكد من أنه لا يوجد مغناطيسية متبقية كافية وذلك عن طريق قياس الفولت على الأطراف ٢٠، ٢٢ على كارت المنظم A1 ستكون أقل من ٤ أو ٥ فولت.
	خلل فى منظم الجهد A1.	كل شركة منتجة لهذا المنظم تعطى بعض الدلائل على كيفية معرفة الخلل مثل بعض الأطراف يجب أن يكون عليها فولت معين إذا لم يتواجد هذا الفولت يجب تغيير المنظم فوراً .... رجاء الرجوع إلى كتالوج المورد.

ب. الجهد المتولد منخفض عن المعدل الطبيعى:

فى هذه الحالة يمكن أن يكون لأحد الأسباب الآتية:

١. خلل فى الفولتميتر.
٢. تلف فى الموحدات الدوارة "دائرة فتح".
٣. خطأ فى التوصيل بين المولد ولوحة التحكم.
٤. سرعة الماكينة أقل من المعدل الطبيعى.
٥. الأحمال على المولد أكبر من المعدل الطبيعى أو غير متزنة.
٦. مراجعة عامة على كل من مقاومات الضبط الخاصة بمنظم الجهد (Volt level , Droop, Gain).
٧. تيار دائرة الإثارة المار فى الملف L3 غير مستقر.
٨. مراجعة عزل ملفات المجال L5.

سيتم شرح كل هذه الاحتمالات وكيفية اختبار كل احتمال فى الجدول رقم (٦-٣).

جدول رقم (٦-٣)
الأعطال وطرق الإصلاح

العطل الرئيسى	سبب العطل المفترض	طريقة التحقق من سبب العطل
الجهد المتولد منخفض عن المعدل الطبيعى	خلل فى الفولتميتر	يجب التحقق بأنه لا يوجد فولت حقيقى على أطراف الفولتميتر وذلك بواسطة جهاز قياس للفولت خارجى وتغيير الفولت إذا لزم الأمر.
	تلف فى الموحدات الدوارة "دائرة الفتح"	أفصل الملف L5 من الدائرة عن طريق فصل أطرافه من شرائح التبريد E1 & E2 ويمكنك القياس عن طريق أفوميتر بتوصيل الطرف الموجب لجهاز القياس بـــ E1 والطرف السالب بأطراف أى من CR1, CR2, CR3 سنجد أنه لا يوجد اتصال أى مقاومة كبيرة جداً، وبنفس الطريقة لاختبار كل من CR4, CR5, CR6 بتوصيل الطرف الموجب لجهاز القياس بأى من أطراف CR4, CR5, CR6 والطرف السالب بـــ E2 ستجد عدم اتصال ومقاومة كبيرة جداً. ملحوظة: إن كان هناك اتصال عند إجراء هذا القياس يجب اختبار كل موحد على حدة بعد فصل جميع الأسلاك المتصلة لكل موحد حتى تجد الموحد التالف.

"تابع" جدول رقم (٦-٣)
الأعطال وطرق الإصلاح

العطل الرئيسى	سبب العطل المفترض	طريقة التحقق من سبب العطل
	خطأ فى التوصيل بين المولد ولوحة التحكم	يمكنك فحص هذه الكابلات بمجرد النظر لتتأكد من عدم وجود إحكام فى الربطات بفرض أنه لم يتم العبث فى أوضاع هذه الأسلاك وإلا سيتم التأكد من موضعها عن طريق الرسومات الكهربائية.
	سرعة الماكينة أقل من المعدل الطبيعى	يجب قياس سرعة الماكينة باستخدام أى وسيلة خارجية لقياس السرعة والتأكد منها ويتم الضبط من خلال منظم السرعة عند الحاجة.
	الأحمال على المولد أكبر من المعدل الطبيعى أو غير متزنة	يجب أن يتم قياس الحمال التى تم تشغيلها على المولد نفسه والتأكد من أنها ليست أكبر من الحمل المقنن للمولد.
	مراجعة عامة على كل من مقاومات الضبط الخاصة بمنظم الجهد Volt level , Droop, Gain	يتم مراجعة عملية الضبط التى تم شرحها من قبل.
	تيار دائرة الإثارة المار فى الملف L3 غير مستقر	يتم فصل أطراف L3 من الروزتة F1 & F2 ويتم إدخال جهاز لقياس التيار على النقطة F1 & F2 وأطراف الملف L3 ويتم عندئذ تشغيل الماكينة وتتأكد أن التيار المار فى الجهاز الخاص بالقياس فى حدود ١٥ أمبير وثابت.
	مراجعة عزل ملفات المجال L5	يتم اتباع ما سبق شرحه.

جـــ. الجهد المتولد أعلى من المعدل الطبيعى:

فى هذه الحالة يمكن أن يكون لأحد الأسباب الآتية:

١. خلل فى الفولتميتر.
٢. خطأ فى توصيل أسلاك الكنترول.
٣. وجد تلف فى منظم الجهد.
٤. وجود تلف فى أى من CR9 أو CR10.
٥. وجود دائرة فتح فى المقاومة R4.
٦. الأحمال غير متزنة.
٧. سرعة الماكينة أعلى من المعدل الطبيعى.
٨. يمكن أن يكون خطأ فى توصيل أطراف المحول T1 "عكس الأطراف".

وقم تم التعرض بالشرح لهذه الأعطال السابقة وطريقة الكشف عنها.

ومن العرض السابق يمكن للمسئول عن الصيانة أن يكتشف أعطال المولد إذا توافرت له أجهزة القياس المعايرة جيداً.