التجربة الاولى + التجربة الثانية :
موازنة الطاقة

تجربة رقم (1) + تجربة رقم (2)

اسم التجربة : - موازنة الطاقة

المقدمة :- **موازنة الطاقة تعني مجموع الطاقات الداخلة الى النظام الحراري = مجموع الطاقات الخارجة منه . وعليه ففي هذه التجربة سوف نقوم بعمل موازنة للطاقة على النظام وعمل الدراسة عليه والتعرف على الطاقات الداخلة والخارجة والخسائر في الطاقة وكيفية تقليل هذه الخسائر .**

هدف التجربة :- تهدف التجربة الى مايلي :

1- **تحليل النظام الحراري ثرموديناميكيا**
2- **موازنة الطاقة للنظام الحراري**
3- **حساب مختلف الكفاءات للنظام**

الجهاز المستخدم : - ان الجهاز المستخدم هو ضاغط ترددي ذو مرحلتين والضاغط بشكل عام هو جهاز يقوم برفع ضغط الهواء او الغازات ويكون على عدة انواع منها ترددية (مكبسية) .ومنها ضاغط طرد مركزي أو دوار أو لولبي ومبداء عمله هو اعطاءه طاقة حركية عن طريق محرك احتراق داخلي او عن طريق محرك كهربائي وبالتالي يحولها الى طاقة كامنة مخزونة بالهواء (هواء مضغوط) .

ان انضغاط الهواء على مرحلتين يعني ان ضغط الهواء يرتفع عن طريق تجزئته اي عن طريق ضاغطان الاول يرفع الضغط الى حد معين ويعطي الى الثاني ليكمل رفع الضغط الى الحد المطلوب . وسوف نتعرف ما الفائدة من ذلك لاحقا .

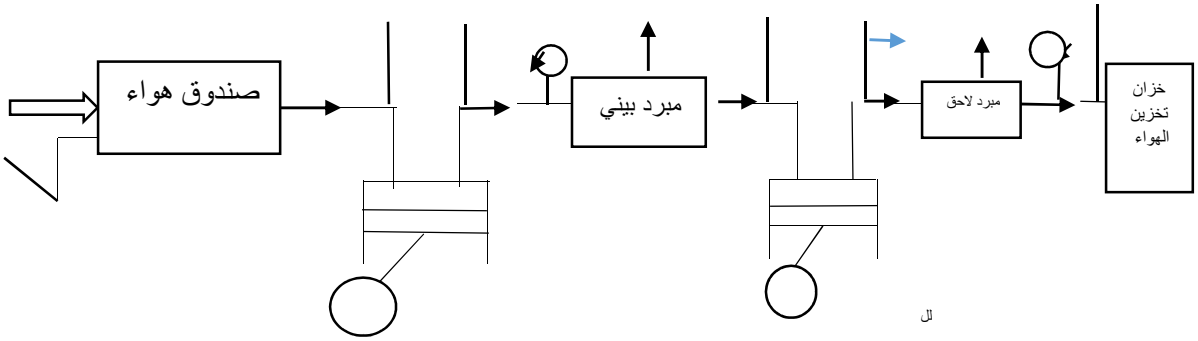
وجهاز التجربة يتكون من ضاغطان ترددیان الاول يدار عن طريق محرك كهربائي ثلاثي الاطوار (تيار متناوب) والثاني يدار بواسطة محرك كهربائي (تيار مستمر) والسبب هو للحصول على كفاءات مختلفة وفي المرحلة الثانية يمكن تغيير سرعة الضاغط . ويوضع مبرد للهواء المضغوط بين الضاغطان يسمى المبرد البيني وسوف نتعرف لاحقا فائدة هذا المبرد.

يوضع قبل فوهة الدخول للضاغط الاول صندوق هواء ذو فتحة صغيرة معروف قطرها ويربط بالقرب منها مانوميتر مائي لحساب فرق الضغط ومن تطبيق معادلة برونولي يمكن حساب كتلة الهواء الداخلة الى الضاغط وكذلك فان فائدة صندوق الهواء هو في تقليل الاصوات (الضوضاء) الناتجة عن سحب الهواء من الضاغط وكذلك لتأمين استقرارية في دخول الهواء الى الضاغط .

تربط فتحة خروج ضاغط المرحلة الثانية بخزان يخزن فيه الهواء المضغوط ويوضع بينهما مبرد يسمى المبرد اللاحق والسبب هو لتبريد الهواء المخزون لان التبريد يعني تقليل حجم الهواء وبالتالي نستطيع خزن كمية اكبر من الهواء في الخزان وكذلك يجب ان يكون الهواء المضغوط بارد لكي لايؤذي الاجهزة الاخرى التي تعمل على الهواء المضغوط وكذلك لكي يسهل عملية الانضغاط في المرحلة الثانية .

ويوضع مقياس لقياس الضغط ودرجة الحرارة قبل وبعد كل ضاغط وكما موضح بالشكل الاتي :-

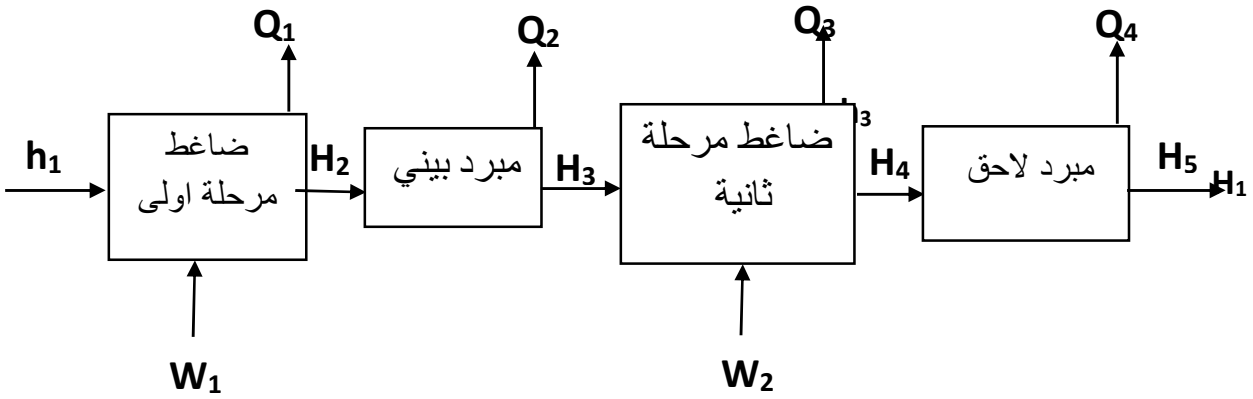
شكل رقم (1)

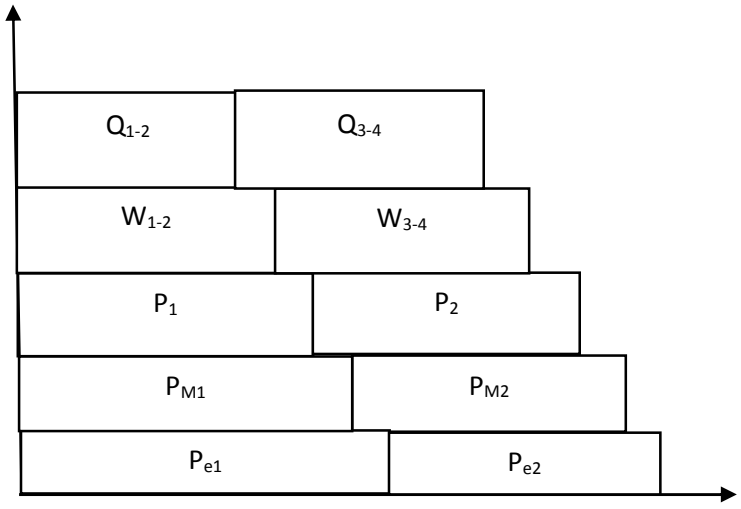


موازنة الطاقة:-

لقد تعرفنا في السابق ان الضاغط يدار عن طريق محرك كهربائي وهذا يعطى له تيار كهربائي والمحرك الكهربائي يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية ولكن ليس كل الطاقة تتحول الى ميكانيكية بل هنالك خسائر داخل المحرك الكهربائي . تنقل الطاقة الميكانيكية عن طريق حزام ناقل الى الضاغط وهذا يعني انه ليس كل الطاقة تنقل الى الضاغط اي ان هنالك خسائر بالنقل ايضا . والطاقة الواصلة الى الضاغط تعمل على حركة مكبس الضاغط صعودا ونزولا ونتيجة لهذه الحركة يدخل الهواء ويضغط اي قد تحولت الطاقة الواصلة الى الضاغط الى شغل مبذول على الهواء ولكن ايضا ليس كل الطاقة تتحول الى شغل اي ان هنالك خسائر . ونتيج ارتفاع ضغط الهواء ترتفع درجة حرارته ويفقدها الهواء على شكل حرارة الى الخارج عن طريق زعانف خارج الضاغط مصممة لذلك وعن طريق المبرد البيني واللاحق . وان نظام الضاغط من النوع المفتوح اي ان هنالك انثالبية داخلة وخارجة من النظام .

الشكل رقم (2)





مخطط توزيع الطاقة

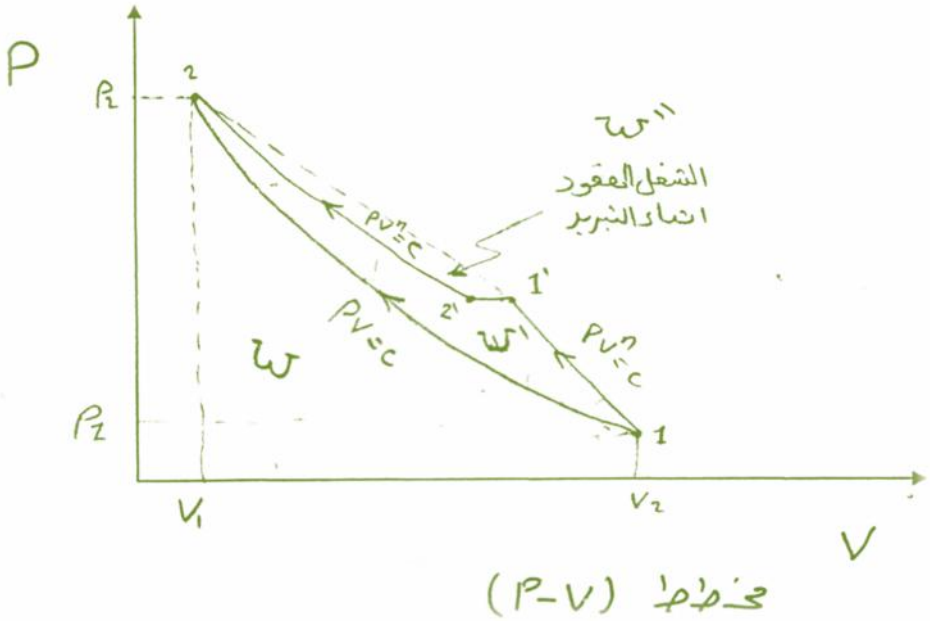
الانضغاط ذو المرحلتين : -

لقد ذكرنا ان الضاغط يحتاج الى طاقة للعمل وكذلك قلنا ان نتيجة لارتفاع ضغط الهواء ترتفع درجة حرارته وهذا يعني ان كلما ارتفعت درجة حارة الهواء زادت الخسائر الحرارية وتتطلب اعطاء طاقة اكثر للضاغط اي زادت صرفيات الطاقة للنظام وكثرت الخسائر وهذا يعني كفاءة الضاغط قلت . والسبب في ذلك هو كلما ترتفع درجة حرارة الهواء زاد حجمه وبذلك يتطلب قدرة اكبر لضغطه لان الانضغاط هو عملية تقليل الحجم . وعند الرجوع الى علم ثرموداينامك نجد ان الشغل الايزوثرملي (ثبوت درجة الحرارة) هو اقل شغل من الشغل البولتروبي والشغل الاديباتي . لذلك في مثل هذا النظام يكون الشغل الايزوثرملي (pv = c) حيث ان (n=1) يكون هو الشغل المثالي ولكن لايمكن تحقيق ذلك اي لايمكن ضغط هواء مع بقاء درجة حرارته ثابتة ولكن نقوم بتجزئه الهواء عن طريق ضاغطان أو أكثر ويوضع مبرد بيني بينهما لتبريد الهواء (تبريد بثبوت الضغط) والتبريد سوف يقلل من حجم الهواء ويقلل من صرف الطاقة ويقربه من الشغل الايزوثرملي (المثالي) .

كما موضح على مخطط (p-v)

حيث ان n هي اس الانضغاط وعندما تكون قيمتها (1) يعني ان الاجراء هو ايزوثرملي وعندما تكون (1.4) يعني ان الاجراء يكون اديباتي وعندما تكون قيمتها من (1.1 – 1.39) يعني ان الاجراء يكون بولتروبي .

-1



المطلوب والمناقشة في التجربة الثانية :

1- استخدام القراءات التي حصلت عليها بحساب الشغل الايزوثرملي وكذلك الشغل البولتروبي للمرحلتين واس الانضغاط والكفاءات (الى اخره) . في حالة التبريد بواسطة الهواء .
2- اعد كل الحسابات اعلاه ولكن باستخدام القراءات التي حصلت عليها عندما كان التبريد بواسطة الماء
3- قم بمقارنة الحسابات في حالة التبريد بواسطة الهواء والتبريد بواسطة الماء مع مناقشة الاختلاف بالقيم واذكر بالنهاية ايهما كان افضل .
4- ارسم على ورقة بيانية وبمقياس مناسب مخطط توزيع الطاقة واحسب الخسائر في الطاقة منه وللحالتين (تبريد بواسطة ماء وتبريد بواسطة هواء) مع ذكر ايهما كانت الخسائر اقل .
5- ارسم جميع الاجراءات التي حصلت على الهواء على المخطط (T _ S)أو (P –V)

التجربة الثالثة : اختبار اداء محرك ديزل عند سرعة ثابتة

التجربة رقم (3)

اسم التجربة : أختبار اداء محرك ديزل عند سرعة ثابتة

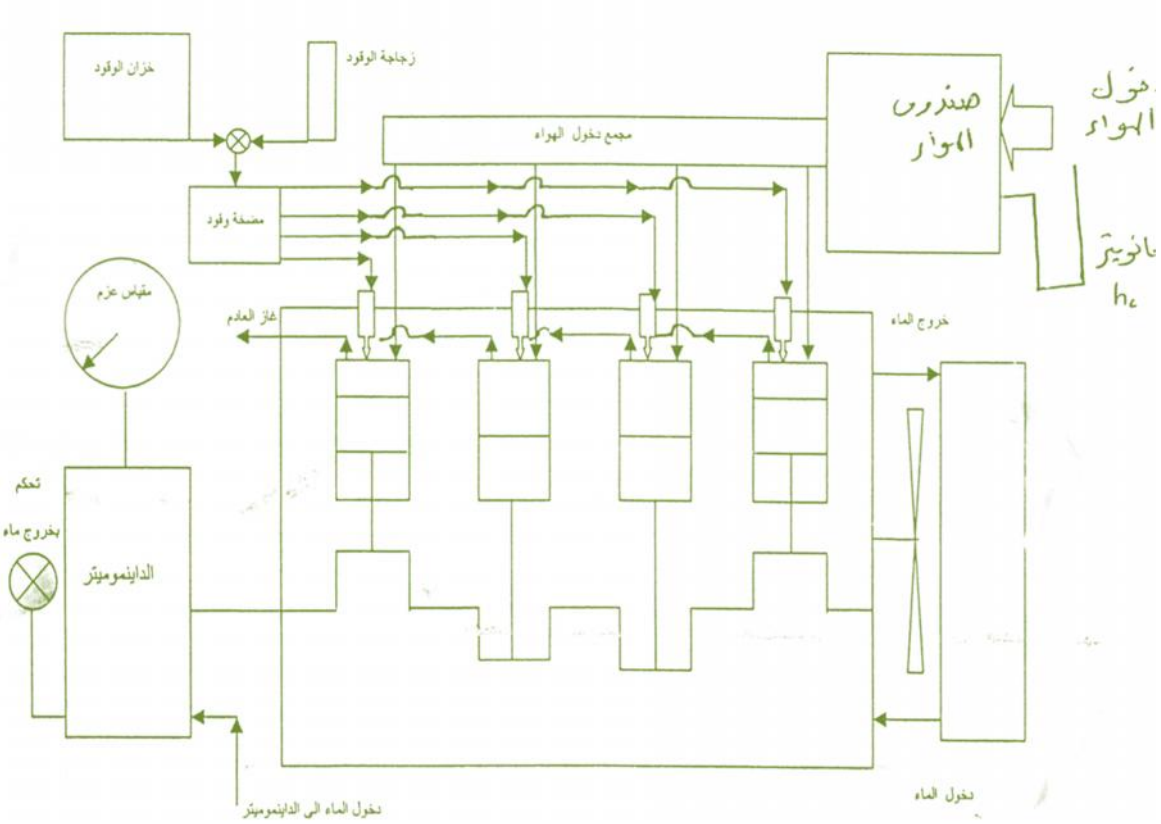
المقدمة : **يعد اداء المحرك مؤشرا لدرجة نجاح المحرك في انجاز العمل او الوظائف المناطة به وبتعبير اخر تحويل الطاقة الكيمياوية المخزونة في الوقود الى شغل ميكانيكي مفيد ويمكن مقارنة درجة النجاح بالاستناد الى المؤشرات التالية :**

1- استهلاك الوقود النوعي
2- الكفاءة الحرارية
3- متوسط الضغط الفعال المكبحي
4- القدرة الخارجية النوعية
5- الوزن النوعي للمحرك
6- غازات العادم والمنبعثات الاخرى

ان مجال استخدام المحرك هو الذي يحدد اي من العوامل اعلاه اكثر اهمية من العوامل الاخرى وعلى سبيل المثال يعد الوزن النوعي في محركات الطائرات اكثر اهمية بينما يعد استهلاك الوقود النوعي من اكثر العوامل اهمية في المحركات الصناعية .
وهنالك عوامل اخرى تؤثر على اداء المحرك وهي نسبة الانضغاط , وزمن فتح وغلق الصمامات التي تؤثر على الكفاءة الحجمية للمحرك , وتوقيت الاشتعال (زمن حقن الوقوددداخل غرفة الاحتراق) , نسبة خلط الهواء الى الوقود , طول الشوط ونوع الوقود المستخدم .

الغرض من التجربة : دراسة تأثير تغير نسبة الوقود الى الهواء على اداء المحرك وتحديد القدرة البيانية بطريقة خط ولن .

الجهاز المستخدم : يجرى الاختبار على محرك ديزل من نوع (فيات) مستقيم رباعي الاشواط رباعي الاسطوانات سعته 3.666 لتر . يبرد المحرك مائياً بدورة تبريد مغلقة ويتم تشغيله بواسطة محرك كهربائي تغذيه بطارية 12فولت . يتم قياس عزم الدوران له بواسطة داينموميتر هيدروليكي مثبت عليه مقياس لقياس العزم ويتم قياس كمية الهواء التي يستهلكها المحرك عن طريق صندوق هواء مثبت قبل مجمع دخول الهواء للمحرك مثبت عليه مانوميتر لقياس فرق الضغط , ويتم قياس كمية الوقود المستهلك عن طريق زجاجة مدرجة ذات حجم معلوم تملاء بالوقود ومن خلال قياس فترة الزمنية التي يستغرقها المحرك لاستهلاك هذه الكمية المعلومة نستطيع معرفة كمية الوقود المستهلك , وهنالك عداد لقياس السرعة الدورانية للمحرك ومقياس لقياس درجة الحرارة (درجة حرارة ماء التبريد الداخلة والخارجة من المحرك ودرجة حرارة غازات العادم) وكما موضح بالشكل : -



يأخذ محرك الديزل كمية من الهواء النقي خلال شوط السحب ثم يضغطها خلال شوط الانضغاط بنسبة انضغاط تتروح 1: 17 وبسبب هذه النسبة ترتفع درجة حرارة الهواء الى 600 درجة مئوية تقريبا ويرش الوقود قبل نهاية شوط الانضغاط بقليل تحت ضغط مرتفع يتراوح بحدود 140بار في الهواء الساخن فيحترق الوقود حالا وتوقيت الاشتعال (توقيت رش الوقود) يتم بواسطة مضخة حقن الوقود اذ ليس هنالك شمعة قدح .

ان مضخة حقن الوقود الة عالية الدقة وهي تنظم فضلا من توقيت الاشتعال معدل رش الوقود وكمية الوقود المجهزة لكل شوط احتراق .

نظرية التجربة :-

ان اي احتراق يحدث يجب ان تتوفر فيه ثلاث شروط وهي الهواء (غاز الاوكسجين) ومادة قابلة للاشتعال (الوقود) ووسيلة اشعال (شمعات القدح او الانضغاط) بالاعتماد على درجة الاشتعال الذاتي للوقود وان اشواط المحرك سواء كانت رباعية ام ثنائية فهي تحقق هذه الشروط الاساسية للاحتراق وان نسبة الخلط الصحيحة بين الهواء والوقود تجعل الاحتراق داخل المحرك جيد وبالتالي تعطي للمحرك اداء جيد . ففي هذه التجربة سوف نعمل دراسة على تغيير نسبة الهواء الى الوقودةومقدار تأثيرها على اداء المحرك حيث سوف نختار اي سرعة دورانية للمحرك ونثبتها خلال فترة الاختبار سنلاحض ان كمية الهواء الداخلة للمحرك سوف بقى ثابتة عند هذه السرعة الثابتة وذلك بسبب ان زمن فتح وغلق الصمامات سوف يبقى ثابت ولكن ستتغيير كمية الوقود خلال الاختبار وبهذا سوف نستنتج العلاقة بين معالم الاداء للمحرك وكمية الوقود المستهلك .

طريقة الاختبار : -

يشغل المحرك بدون حمل لفترة معينة وذلك للاحماء والوصول الى حالة الاستقرار حيث تسقر السرعة والحمل ودرجة حرار الغاز الخارج ودرجة حرارة الماء الخارج وكذلك تستقر قراءة المانوميتر عند هذه السرعة (بدون حمل) . وبعد الاستقرار نبدء بالاختبار واخذ القراءات وكما يلي :-

التجربة الرابعة :- اختبار محرك ديزل عند سرع متغيرة

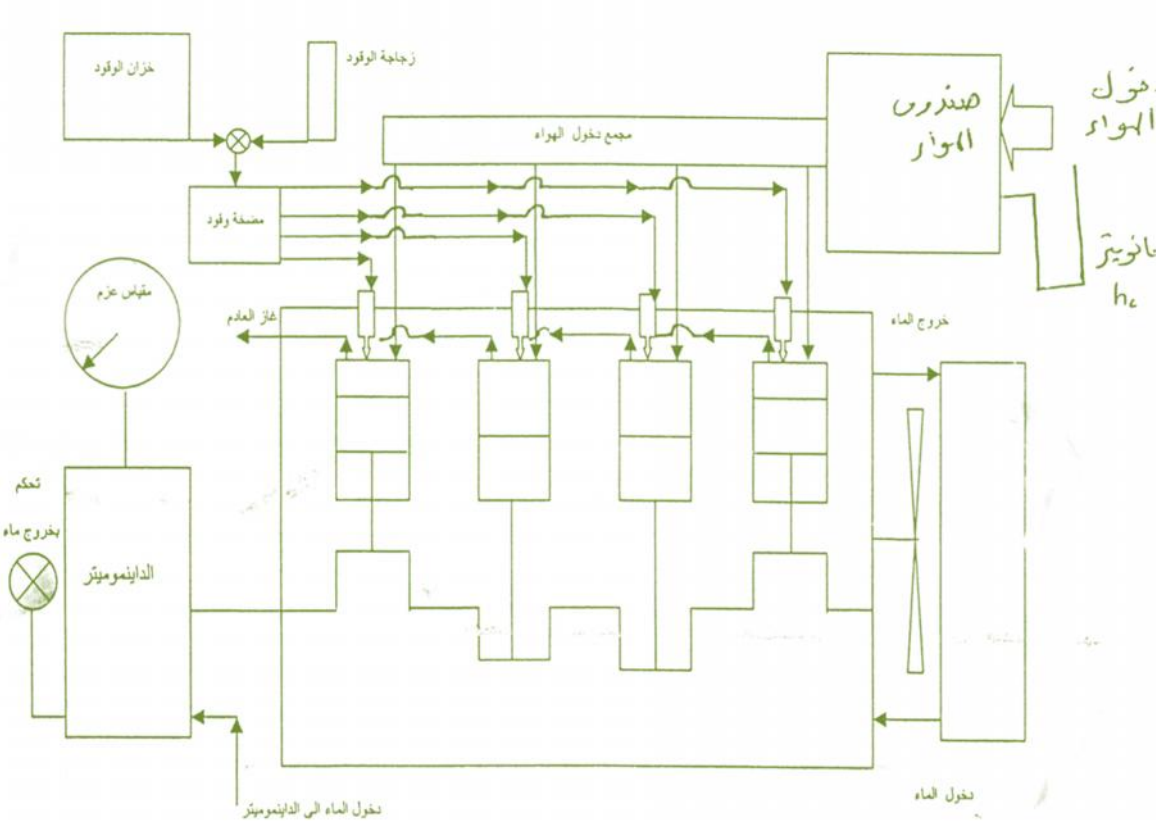
التجربة رقم (4)

اسم التجربة : أختبار اداء محرك ديزل عند سرع متغيرة

المقدمة : يؤثر عدد دورات المحرك تأثيراً كبيراً على الاداء العام للمحركات وخصوصا اذا تجاوز الحد الطبيعي الذي سيتبين لاحقا . ويكون هذا التأثير مباشر على كل من الكفاءة الحجمية , القدرة الاحتكاكية , ومعدل استهلاك الوقود وهذه العوامل بدورها تؤثر على القدرة الناتجة والكفاءة الحرارية والميكانيكية للمحرك . ولغرض التعرف على هذه العوامل والمؤثرات يتم اختبار المحرك عند عدد متغير من الدورات .

الغرض من التجربة : دراسة تأثير تغير عدد دورات المحرك على الاداء العام لمحرك ديزل رباعي الاشواط .

الجهاز المستخدم : يجرى الاختبار على محرك ديزل من نوع (فيات) مستقيم رباعي الاشواط رباعي الاسطوانات سعته 3.666 لتر . يبرد المحرك مائياً بدورة تبريد مغلقة ويتم تشغيله بواسطة محرك كهربائي تغذيه بطارية 12فولت . يتم قياس عزل الدوران له بواسطة داينموميتر هيدروليكي مثبت عليه مقياس لقياس العزم ويتم قياس كمية الهواء التي يستهلكها المحرك عن طريق صندوق هواء مثبت قبل مجمع دخول الهواء للمحرك مثبت عليه مانوميتر لقياس فرق الضغط , ويتم قياس كمية الوقود المستهلك عن طريق زجاجة مدرجة ذات حجم معلوم تملاء بالوقود ومن خلال قياس فترة الزمنية التي يستغرقها المحرك لاستهلاك هذه الكمية المعلومة نستطيع معرفة كمية الوقود المستهلك , وهنالك عداد لقياس السرعة الدورانية للمحرك ومقياس لقياس درجة الحرارة (درجة حرارة ماء التبريد الداخلة والخارجة من المحرك ودرجة حرارة غازات العادم) وكما موضح بالشكل : -



يأخذ محرك الديزل كمية من الهواء النقي خلال شوط السحب ثم يضغطها خلال شوط الانضغاط بنسبة انضغاط تتروح 17 :1 وبسبب هذه النسبة ترتفع درجة حرارة الهواء الى 600 درجة مئوية تقريبا ويرش الوقود قبل نهاية شوط الانضغاط بقليل تحت ضغط مرتفع يتراوح بحدود 140بار في الهواء الساخن فيحترق الوقود حالا وتوقيت الاشتعال (توقيت رش الوقود) يتم بواسطة مضخة حقن الوقود اذ ليس هنالك شمعة قدح .

ان مضخة حقن الوقود الة عالية الدقة وهي تنظم فضلا من توقيت الاشتعال معدل رش الوقود وكمية الوقود المجهزة لكل شوط احتراق .

نظرية التجربة :-

ان اي احتراق يحدث يجب ان تتوفر فيه ثلاث شروط وهي الهواء (غاز الاوكسجين) ومادة قابلة للاشتعال (الوقود) ووسيلة اشعال (شمعات القدح او الانضغاط) بالاعتماد على درجة الاشتعال الذاتي للوقود وان اشواط المحرك سواء كانت رباعية ام ثنائية فهي تحقق هذه الشروط الاساسية للاحتراق وان نسبة الخلط الصحيحة بين الهواء والوقود تجعل الاحتراق داخل المحرك جيد وبالتالي تعطي للمحرك اداء جيد . ففي هذه التجربة سوف نعمل دراسة على تغيير نسبة الهواء الى الوقودةومقدار تأثيرها على اداء المحرك حيث سوف نختار اي سرعة دورانية للمحرك ونثبتها خلال فترة الاختبار سنلاحض ان كمية الهواء الداخلة للمحرك سوف بقى ثابتة عند هذه السرعة الثابتة وذلك بسبب ان زمن فتح وغلق الصمامات سوف يبقى ثابت ولكن ستتغيير كمية الوقود خلال الاختبار وبهذا سوف نستنتج العلاقة بين معالم الاداء للمحرك وكمية الوقود المستهلك .

طريقة الاختبار : -

دقيقة للوصول الى حالة الاتزان والاستقرار الحراري . 20- 15 يتم تشغيل المحرك بدون تحميل لفترة ثم يتم تحميل المحرك وزيادة تجهيز الوقود للحصول على حمل قريب من الحمل الاقصى عند سرعة معينة . بعد ذلك يتم تخفيض الحمل بقدار معين والحصول على سرعة جديدة بدون التلاعب بمقدار تجهيز الوقود . وعند ذلك يتم تسجيل كل من عدد الدورات , زمن استهلاك مقدار معين من الوقود , العزم , قراءة المانوميتر الخاص بمعدل تدفق الهواء , بعد ذلك يتم تخفيض الحمل مرة اخرى والحصول على سرعة جديدة وايضا بدون التلاعب بمعدل استهلاك الوقود وتسجيل القراءات مرة اخرى وهكذا يتم تكرار العملية باربعة او خمس مرات على الاقل .

تجربة رقم (5)

اسم التجربة : اداء محرك سترلنك

الغرض من التجربة :- حساب الشغل والكفاءة الحرارية للماكنة عند سرعة ثابتة وسرعة متغيرة .

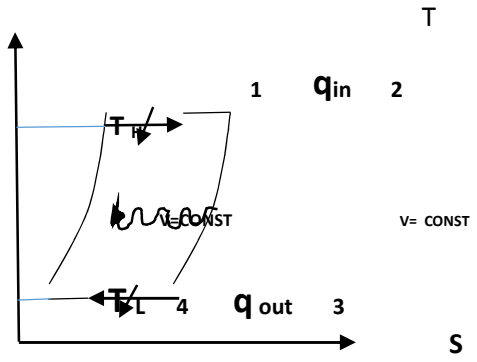
نظرية التجربة :- يعتمد عمل ماكنة سترلنك على الدورة النظرية المسماة دورة سترلنك التي ابتكرها العالم روبرت سترلنك عام 1816 م . والتي تتضمن اربعة اجراءات حرارية هي :-

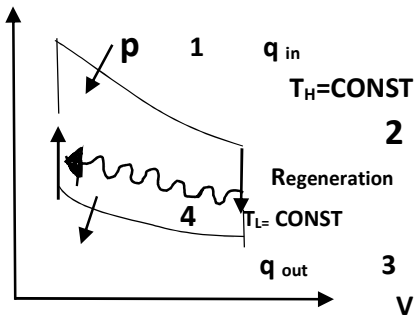
الاجراء 1 2 :- (اجراء ثبوت درجة الحرارة) :- يتم خلالها اضافة حرارة من مصدر خارجي بدرجة حرارة T_{high} الى مائع الشغل (الهواء) .

الاجراء 2 3 :- (اجراء ثبوت الحجم) :- يتم خلاله انتقال الحرارة من مائع الشغل الى المسترجع (regenerator) حيث تهبط درجة حرارة الهواء الى T_{high}

الاجراء 3 4 :- (اجراء ثبوت درجة الحرارة) :-يتم خلالها طرح الحرارة من مائع الشغل (الهواء) والذي يكون بدرجة T_{LOW} حيث تبقى درجة حرارة الغاز ثابته عند T_{LOW} .

الاجراء 4 1 :- (اجراء ثبوت الحجم) يتم خلاله ارجاع الحرارة التي تم خزنها في المسترجع الى الغاز حيث يسمى هذه العملية بالاسترجاع (regeneration)
وترتفع درجة حرارة الغاز الى T_{high} مرة اخرى ويوضح الشكل (1) هذه الاجراءات على مخططي p-v , T-S





وصف الجهاز :-

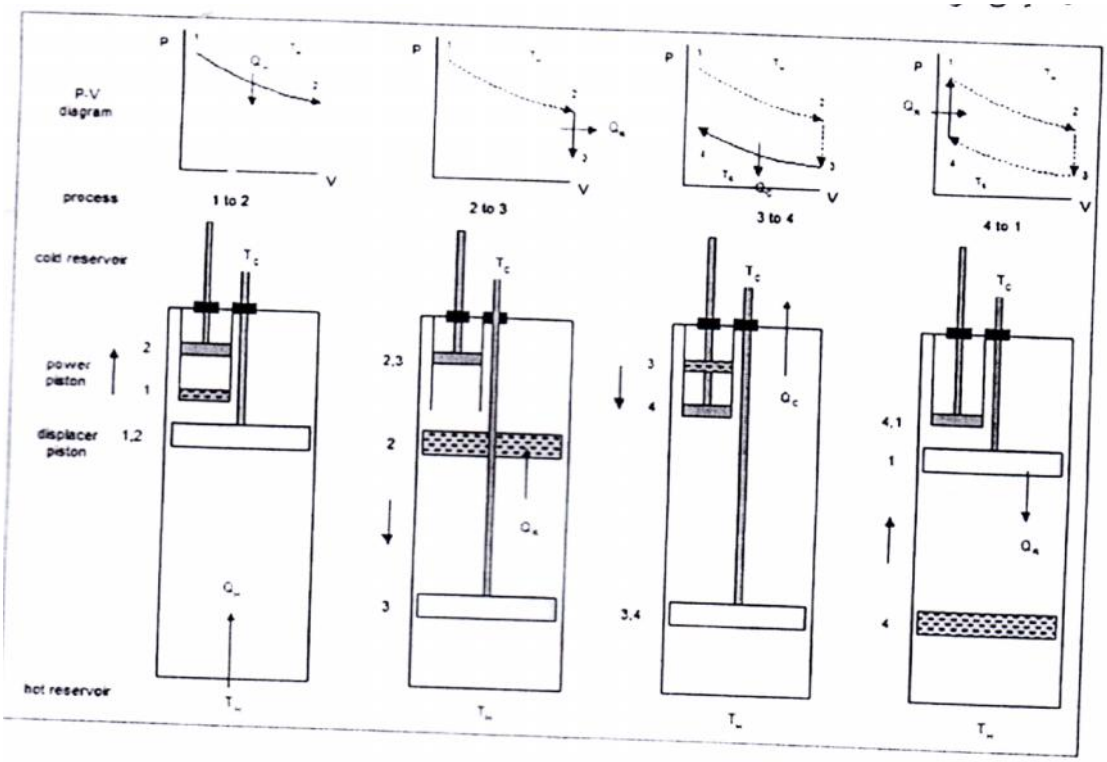
يشمل التصميم الاساسي لمحرك سترلنك المستخدم في التجربة على كل من :

1- **مكبس الشغل (working piston) :- ويتحرك داخل اسطوانة تحتويه , كما يرتبط بذراع توصيل الى العمود المرفق المزود بحذافه .**
2- **مكبس الازاحة (displacer piston) :- ويتحرك داخل اسطوانه حتويه , كما يرتبط بذراع توصيل الى عمود المرفق المزود بحذافه .**
3- **مسخن (heater) :- لتسخين مائع العمل (الهواء) الموجود في اسطوانه مكبس الشغل .**
4- **مسترجع وهو عبارة عن صفائح مسامية يتم طرح الحرارة منها اثناء الدورة .**

ويحتوي الجهاز على اجهزة قياس هي :-

- **جهاز قياس التيار الكهربائي المار في المسخن .**
- **جهاز قياس الفولتية .**
- **جهاز قياس العزم (ميزان الكتروني + حزام ناقل)**
- **مقياس سرعة .**

والشكل الثاني يبين الاجراءات الاربعة التي تم شرحها سابقا :



شكل رقم (2)

الشكل (3) صورة للجهاز موضح فيها تفاصيل الجهاز مع ملحقاته واجهزة القياس

طريقة العمل :-

أ- أختبار الماكنة عند سرعة ثابتة :-

1- يتم تشغيل الجهاز من خلال توصيل الدائرة الكهربائية والانتظار لمدة 15- 10 دقيقة حتى يتم تشغيل مائع الشغل (الهواء) الموجود في الاسطوانة مكبس الشغل وبعد ذلك يتم بدء الحركة من خلال تدوير الحذافة يدويا وعند استقرار القراءات (التيار , الفولية , العزم , السرعة) يتم تسجيلها عند سرعةا معينة يم اخيارها مسبقا .
2- يتم زيادة العزم من زيادة شد الحزام الناقل فتهبط السرعة الى مقدار معيين حيث يتم استعادتها (المقدار الذي تم اختياره اول مرة) من خلال زيادة التيار .
3- زيادة الخطوة (2) لاربع مرات وفي كل مرة يتم تسجيل نفس المعلومات في الخطوة (1) .

ب- اختبار الماكنة عند سرع متغيرة :-

- **تعاد الخطوة الاولى بنفس الطريقة .**
- **يتم الحصول على اعلى سرعة ممكنة من خلال تقليل العزم وزيادة التيار .**
- **يتم زيادة العزم بمقدار معيين حتى تهبط السرعة الى قيمة مناسبة ويتم تسجيل القراءات في الخطوة الاولى .**
- **تكرر الخطوة (3) لاربع مرات للحصول على القراءات لسرع مختلفة .**