صيانة السيارات المرحلة الاولى
المقدمة

نبذة عن تاريخ السيارة :

يسود اعتقاد خاطئ لدى الكثيرين بأن الأمريكي هنري فورد هو من قام باختراع السيارة، لكن الحقيقة أن اختراع السيارة لم يتم في يوم واحد ولا يعود لشخص واحد، كما إن التاريخ لم يسجله باسم بلد واحد.
وفي الواقع إن تطور العلوم الميكانيكية والفيزيائية والرياضيات كان ينعكس دائماً على الصناعة بشكل عام وعلى صناعة السيارات بشكل خاص واختراع السيارة يعكس جملة من التطورات والابتكارات التي حدثت في عدة دول من العالم. تشير العديد من التقارير والمقالات العالمية إلى أن أول تصميم للسيارة في التاريخ، أو بالأصح لمركبة تندفع بواسطة شكل من أشكال المحركات، وضع من قِبل الإيطالي "غويدو دانيغفانو" وذلك في العام 1335. في عام 1769 تم اختراع أول مركبة ذاتية الحركة في التاريخ، وكانت عبارة عن عربة جر بثلاث عجلات اخُترعت بواسطة مهندس ميكانيك فرنسي يدعى "نيكولاس جوزيف كوينو"، حيث قام باستعمال محرك بخاري لدفع عربته بسرعة تصل إلى حوالي 4 كم/سا, وفي عام 1789 تم بناء أول مركبة بخارية في أمريكا، وفي عام 1801 تم بناء أول مركبة بخارية في بريطانيا.
أما في ألمانيا فقد استطاع "نيكولاس أوتو" تحريك العالم بأسره، من خلال وضعه أول تصميم لمحرك احتراق داخلي يعمل على البنزين، وبناء أول محرك رباعي الأشواط في التاريخ في عام 1876، وتدعى دورة عمل المحرك التي تدرس في جميع أرجاء العالم اليوم بدورة "أوتو"، وقد قام أوتو بوضع محركه وتجريبه على دراجة من عجلتين. ويعتبر التاريخ والعديد من المؤرخين أن كلاً من الألمانيين "كارل بنز" و "غوتليب ديملر" قد قاما باختراع السيارة، ويعود ذلك إلى كون كل منهما قد نجح في اختراع وبناء سيارة مزودة بمحرك بنزين، واستطاعا من خلال سيارتيهما أن يُدخلا العالم في مرحلة صناعة وتطوير السيارات، ولكنه من غير العدل أو الإنصاف القول بأن أحد منهما قام باختراع السيارة. تأتي أهمية " كارل بنز" من كونه أول من قام باختراع وصناعة سيارة من ثلاث عجلات وذلك في عام 1886، وسيارة رباعية العجلات في عام 1891، ويعود له الفضل أيضاً في اختراع قاعدة العجلات، أما "غوتليب ديملر" فهو أول من قام بصناعة واختراع عربة على أربع عجلات وذاتية الدفع تعتمد محرك أوتو في عام 1885 وذلك بالتعاون مع شريكه "مايباخ"، وفي عام 1889قام "ديملر" أيضاً باختراع محرك من أسطوانتين على شكل V. أما محرك الديزل الذي يختلف في العديد من النواحي عن محرك البنزين، فظهر أول مرة في عام 1897 بفضل مهندس التدفئة الألماني"رودولف ديزل" المولود في باريس، ليكون أول محرك احتراق داخلي بدون شمعات احتراق في التاريخ.
أما هنري فورد فهو أول من نجح في جعل السيارات في متناول الجميع، وذلك خلال العام 1908 عندما استطاع صناعة طراز "T" وبيعه بسعر 950 $ ، ليصل عدد السيارات المباعة من هذا الطراز في ما بعد إلى أكثر من 15 مليون وحدة في الولايات المتحدة فقط!!، وقد استطاع في العام 1913 إحداث انقلاب شامل في عملية تصنيع السيارات عندما نجح في ابتكار طريقة تصنيع جديدة، تم من خلالها خفض زمن تصنيع قاعدة سيارة من 728 دقيقة إلى 93 دقيقة، وذلك من خلال استعماله تقنية مبتكرة تعتمد على خط إنتاج ثابت ومتحرك وتقسيم المصنع إلى أجزاء, واعتبرذلك آنذاك انجازاً مذهلاً.
ان عملية اختراع وتطوير السيارة لا تعود إلى شخص أو بلد أو تاريخ محدد، بل هي نتاج البشرية التي كانت ومازالت بحاجة ماسة إلى وسائل نقل سريعة ومريحة .ولكن من المتعارف عليه الان
من سنة 1769 - 1770 صنع نيكولاس جوسيف كوجنوت سيارتين تعملان بالبخار.
من سنة 1801 - 1803 طور ريتشارد تريفيثيك عربة بأربع عجلات تعمل بالبخار.
من سنة 1860- 1870 سيلفيستر روبر صنع سيارة تعمل بالبخار.
من سنة 1893 - 1894 قام تشارلز وجاك فرانك ديوريا باستعراض تجربة عملية على أول سيارة تعمل بالبنزين في الولايات المتحدة.
في سنة 1896 قام هينرى فورد بتصنيع أول سيارة له تدور بالبنزين.
في سنة 1901 قام رانسون أولد بتصنيع 25 سيارة ليبدأ عهد التصنيع الضخم في الولايات المتحدة الأمريكية.
في سنة 1904 بدأ هنرى ليلدان من شركة كاديلاك بتصنيع سيارات بأجزاء قابلة للاستبدال.
في سنة 1908 قدمت فورد الموديل. T
في سنة 1908 أسس وليام ديورانت شركة جينرال موتورز.
من سنة 1920 وحتى سنة 1930 أصبح أكبر ثلاث شركات سيارات في أمريكا هم فورد وجى ام سى و كريزلر واصبحوا ينتجون معظم إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية من السيارات.
في سنة 1959 بدأ مصنعي السيارات في تصنيع السيارات الصغيرة.
في سنة 1964 قدمت شركة فورد السيارة موستانج آلتي كانت أول سيارة تصنف كسيارة رياضية.
في سنة 1968 تم إنتاج وسائل لتقليل دخان عادم السيارات ليضاهى المستوى القياسي في كل سيارات الولايات المتحدة.
من سنة 1970 وحتى سنة 1980 حدثت أزمة البترول العالمية فساعدت على انتشار السيارات ذات الاستهلاك الأقل للوقود.
في سنة 1980 لأول مرة تتفوق صناعة السيارات اليابانية على صناعة السيارات الأمريكية من حيث الريادة على مستوى العالم.
من سنة 1980 وحتى سنة 1990 أسست شركات صناعة السيارات اليابانية سبع خطوط تجميع سيارات في الولايات المتحدة الأمريكية.

المصدر 1- تاريخ_السيارات http://ar.wikipedia.org/wiki/

اجزاء المحرك الاساسية

يمكن تقسيم اجزاء المحرك الى اجزاء ثابتة واجزاء متحركة:

الاجزاء الرئيسية الثابتة:

1- كتلة الاسطوانات (Engine Block): وهو الجزء الرئيسي فى المحرك ويتضما غرف لإحتراق ويحوي جسم المحرك على: الأسطوانات، المكابس، ذراع التوصيل، عمود المرفق، كراسى عمود المرفق، مضخة الزيت وحوض الزيت ...الخ.

تصب **كتلة الإسطوانات ككتلة واحده فى المحركات المبردة بالماء وتنشا عن ذلك كتلة الإسطوانات وتكون هذه الكتلة عادة مع علبة المرفق جزءا واحدا ويسمى بكتلة الإسطوانات والمرفق**. اما في المحركات التى **تبرد بالهواء** فتتكون عادة من **اسطوانات منفصلة تثبت على علبة المرفق** بمسامير لولبية. اما علبة المرفق فتقوم باستيعاب عمود المرفق وعمود الكامات السفلي الى جانب قيامها بتثبيت الإسطوانات وتصنع عادة من حديد الزهر الرمادى او معادن خفيفة. **ويصب عادة كتلة الإسطوانات والجزء العلوى من علبة المرفق كجزء واحد فى المحركات المبردة بالماء**. وتصنع علبة المرفق فى المحركات المبردة بالهواء من معدن خفيف كما تثبت الإسطوانات بعلبة المرفق بواسطة شدادات او مسامير. ويستعمل الجزء السفلى من علبة المرفق كحوض للزيت ويصنع من الفولاذ او الألومنيوم.

وظيفة جسم المحرك:

1- تبريد المحرك
2- الإحتراق والقدرة
3- يحمل الإسطوانات والمكابس
4- بداخله عمود المرفق مع ذراع التوصيل، الذان يحولان الحركة الترددية للمكبس الى حركة دورانية.
5- يحمل عمود المرفق والحذافة.
6- مضخة الزيت ومسارات الزيت بداخلها.

2- الاسطوانات (cylinders):

وهي تكون داخل كتلة المحرك، ليتحرك بداخلها المكبس وهي على نوعين (**اسطوانات جافة واسطوانات مبتلة**).

الشروط الواجب توافرها في معدن الاسطوانة:

1. مقاومة اجهادات كبيرة مثل درجة الحرارة العالية.
2. خواص انزلاق جيدة.
3. مقاومة عالية للتاكل.
4. موصلية حرارة عالية.
5. خفة الوزن.
6. مقاومة عالية للصدا.
7. قدرة تلاصق جيدة مع وسيط التزيت.
8. امكانية انتاج رخيصة.

اعداد: م.م. منير ناجي

يستعمل عادة حديد الزهر الرمادى لصنع الاسطونات المبردة بالماء. اما الاسطوانات المبردة بالهواء فتصنع غالبا من سبائك الألمونيوم. وتمتاز بموصليتها الجيدة للحرارة وخفة وزنها.

الاجهادات المؤثرة على الاسطوانة:

1. **الضغط العالي**، يصل من 40 إلى 60 بار في محركات البنزين ومن 50 إلى 80 بار في محركات الديزل.
2. **درجة الحرارة العالية**، تسبب إجهاد على الاسطوانة حيث تصل درجة الحرارة إلى 2000 درجة في لحظة الإشعال وتصل عند سطح الاسطوانة الخارجي المبردة بالماء من 80 إلى 120 درجة وتصل عند سطح الاسطوانة المبردة بالهواء من 100 إلى 220 درجة.
3. **الاحتكاك يكون قويا وخصوصا عندما يكون المكبس في منتصف الشوط** ، حيث يدفع ذراع التوصيل الذي يكون في وضع مائل المكبس إلى اعلي دافعا إياه بقوة على جدار الاسطوانة، وينشأ عن هذا الضغط القوى احتكاكً كبير.

اسباب زيادة التاكل قرب النقطة الميتة العليا:

1. **التزيت اقل مايمكن عند اعلى الاسطوانة.**
2. **زوال غشاء الزيت الموجود على جدار الاسطوانة بواسطة الوقود المتكثف فوق سطح الاسطوانة، عند بدء ادارة المحرك البارد فى الشتاء لذلك ينشأ احتكاك جاف.**

يؤدى زيادة التاكل الى زيادة الخلوص بين الاسطوانة وحلقات المكبس وتقل قدرة المكبس وحلقات المكبس على عدم احكام التسرب وينتج عن ذلك نقص فى قدرة المحرك ويزيد استهلاك الزيت **وظهور دخان ابيض مائل للازرق مع غازات العادم** ، لذلك يجب اصلاح الاسطوانة او تغييرها عندما يبلغ التاكل فى السطح الداخلى **من 0,2 الى 0,4 مم** تبعا لحجم المحرك. ويتم توسيع الاسطوانة بمقدار **0,5 مم** يتبعه صقل السطح الداخلى ويمكن اعادة توسيع الاسطوانة عدة مرات حتى تصل الى 2 مم ويستعمل فى كل مرة مكبس اكبر فى الحجم، يمكن استعمال جلب داخلية داخل الاسطوانة حتى تعوض التوسيع فيها.

يوجد نوعان من جلب الاسطوانة:

النوع الاول: الجلبة الداخلية الجافة: الغير معرضة مباشرة لماء التبريد، ويمكن اعادة استعمال الجلب بعد عملية التوسيع. وتنتج بعض المحركات وهى مجهزة بجلب جافة وفى هذه الحالة تصنع كتلة الاسطوانات من الحديد الزهر الرمادى، وهو ارخص من ذلك المستخدم فى صنع الجلب الجافة. **وتكون عادة الجلب الجافة ذات سمك قليل**.

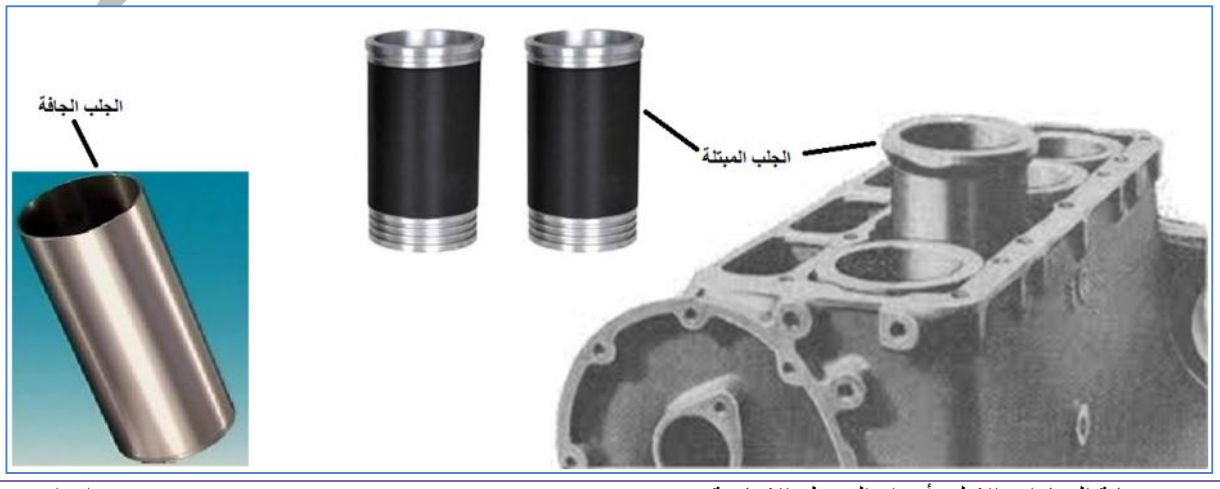
النوع الثانى: الجلب المبتلة: تحاط الجلبة بمياه التبريد، ويتم منع تسرب المياه بواسطة حلقات مطاطية وتنتج الجلب المبتلة من الحديد الزهر. عادة تستخدم الجلب المبتلة في المحركات الكبيرة (الديزل) بينما تستخدم الجلب الجافة في المحركات الصغيرة وخصوصا محركات البنزين.

مميزات الجلب المبتلة:

- استعمال المكابس بمقاس واحد
- سرعة عمل اصلاح الاسطوانات
- يمكن استبدال الجلبة التالفة بسهولة

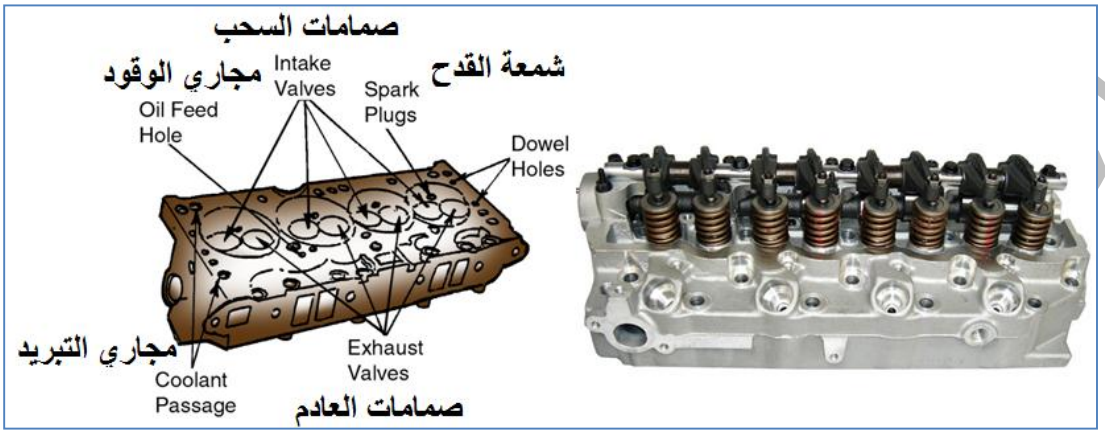
عيوب الجلب المبتلة:

- يمكن لمياه التبريد الوصول الى مجمع الزيت فى حالة عدم احكام حلقات منع التسرب او بالعكس.
- تكون كتلة الاسطوانات اقل جساءة



3. غطاء رأس الاسطوانات:

يصنع غطاء راس الاسطوانات من سبائك الالمنيوم عادة للمحركات الصغيرة او من سبائك الحديد للمحركات التي تعمل بالديزل. ان غطاء راس الاسطوانات يحوي على ممرات السحب والعادم ومجاري التزيت والتبريد، كذلك يحوي على الجزء العلوي لغرفة الاحتراق (حيز الانضغاط). يحوي غطاء راس الاسطوانات على صمامات السحب والعادم واليات تشغيلها. ويحكم غطاء راس الاسطوانات الى كتلة الاسطوانات عادة بواسطة حشوة (**Gasket**) حيث تربط بكل عناية الى مسامير (براغي) والصواميل حيث ان هذه العملية دقيقة وذلك لمنع الانحراف او تسرب الغازات، مما يؤدي بالتاثير على عمل المحرك ونقصان القدرة.



الاجهادات المؤثرة على غطاء راس الاسطوانات:

1. **الضغط العالي.**
2. **درجة الحرارة العالية.**

الشروط الواجب توافرها في معدن غطاء راس الاسطوانات:

1. متانة عالية لتحمل الانفجارات داخل غرفة الاحتراق. كون غطاء راس الاسطوانات يشكل جزء من غرفة الاحتراق.
2. خواص تمدد المعدن لاتختلف كثيرا عن خواص تمدد معدن كتلة الاسطوانات.
3. مقاومة اجهادات كبيرة مثل درجة الحرارة العالية.
4. موصلية حرارية عالية.
5. مقاومة عالية للصدا.
6. مقاومة عالية للتاكل.

الاجزاء الرئيسية المتحركة فى المحرك

1 – المكبس:

المكبس قطعة على شكل قرص تنزلق داخل اسطوانة متصلة بمحرك أو بآلة يراد إدارتها عن طريق ذراع تمر من خلال نهاية الأسطوانة. والمكبس هو أحد مكونات المحركات الترددية والمضخات وضاغطات الغاز، ويوجد بداخل أسطوانة وهو يمنع تسرب الغازات او السوائل إلى خارج الاسطوانة من خلال حلقات المكبس.

وظائف المكبس:

1 - يعمل كمانع تسرب متحرك بين غرفة الاحتراق وعلبة المرفق.
2 - يتلقى قوة ضغط الاحتراق وينقلها الى ذراع التوصيل.
3 - يتحكم فى حركة الغازات فى اسطوانات **المحركات ثنائية الشوط**.
4 - يوصل الحرارة الى جدار الاسطوانة والى زيت التزيت.

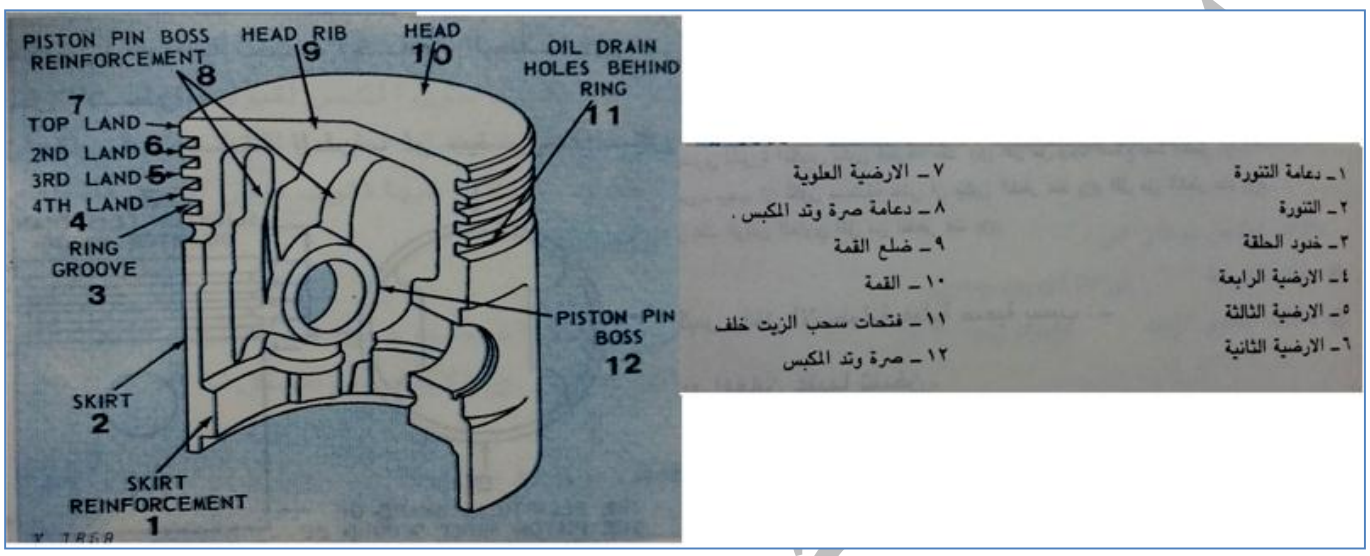
الاجهادات المؤثرة على المكبس:

1 - درجة الحرارة. 2 - الضغط العالى. 3 - الاحتكاك. 4- اجهاد الكلل.

الشروط الواجب توفرها فى معدن المكبس:

5 - ذو موصلية حرارة عالية.
6 - مقاومة عالية للصدأ.
7 - امكانية انتاج رخيصة.
8 – مقاومة اجهادات كبيرة وخصوصا درجة الحرارة العالية.

1 - معامل تمدد قليل.
2 - مقاومة عالية للتاكل.
3 - خواص انزلاق جيدة.
4 - خفة الوزن.



يتكون المكبس من: **رأس** المكبس وشفة الحريق (**تاج** المكبس) **ومنطقة حلقات** المكبس **وتنورة** المكبس **وصرة مسمار** المكبس.

اختلاف رؤوس المكابس: يسمح بزيادة او نقصان الضغط والدوامات التي نحتاجها لمختلف المحركات وانواع الوقود. **وفي بعض محركات الديزل من المحتمل ان تكون غرفة الاحتراق موضوعة في راس المكبس،** والاضلاع الداخلية لرأس المكبس تسنده وتساعد على نقل الحرارة من الرأس والى الحلقات.

وظيفة تنورة المكبس: توجيه حركة المكبس داخل الاسطوانة ونقل القوى الجانبية الى جدار الاسطوانة. **تتحكم الفتحات والنهاية السفلى لجذع المكبس فى سريان الغازات فى المحركات ثنائية الأشواط** . اما صرة تثبيت المكبس فتنقل القوى المؤثرة على المكبس الى ذراع التوصيل عن طريق مسمار التثبيت للمكبس.

تطابق المكبس داخل الاسطوان عملية صعبة بسبب:

1- تمدد المعادن عندما تسخن.
2- توفير مجال لتزيت المكبس وجدران الاسطوانة.

2- حلقات المكبس (Piston Ring):

وظائف حلقات المكبس:

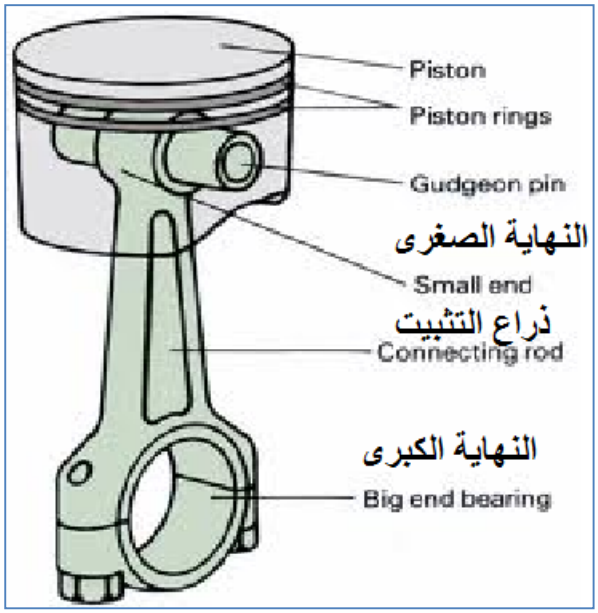
1 - منع وصول الزيت الى غرفة الاحتراق.
2 - منع تسرب الغازات من غرفة الاحتراق الى علبة المرفق.
3 - توصيل الحرارة من رأس المكبس الى جدار الاسطوانة.

أنواع حلقات المكبس: حلقات المكبس لاحكام الانضغاط. حلقات المكبس لكشط الزيت. وتشترك حلقات المكبس الانضغاطية فى عملية تنظيم استهلاك الزيت.

3- مسمار تثبيت المكبس: يربط المكبس بذراع التوصيل وينقل القوة المؤثرة على المكبس الى ذراع التوصيل، وهو يتعرض لاجهاد لذلك يحتاج الى مسمار تثبيت ذو قلب متين وسطح صلب (الفولاذ).

4 - ذراع التوصيل:

يتكون ذراع التوصيل من: النهاية الصغرى لذراع التوصيل مع جلبتها والنهاية الكبرى لذراع التوصيل مع الغطاء المحمل (كرسي التحميل المتحرك) ومسامير الربط الملولبة.



وظائف ذراع التوصيل:

1 - وصل المكبس بعمود المرفق و نقل القوة من المكبس الى عمود المرفق.
2 - توليد عزم لي على عمود المرفق.
3 - تحويل الحركة الترددية الى حركة دورانية.

الاجهادات المؤثرة على ذراع التوصيل:

1 - احتكاك في المحامل.
2 - اجهاد ضغط ينتج عنه خطر انحناء ذراع التوصيل.
3 - اجهاد شد وهو ينتج عن قوى القصور الذاتي الكبيرة للمكبس.

الخواص الواجب توافرها في ذراع التوصيل:

1 - خواص انزلاق جيدة للمحامل.
2 - مقاومة عالية لاجهاد الانحناء.
3 - مقاومة عالية الاجهاد الشد.
4 - خفة الوزن.

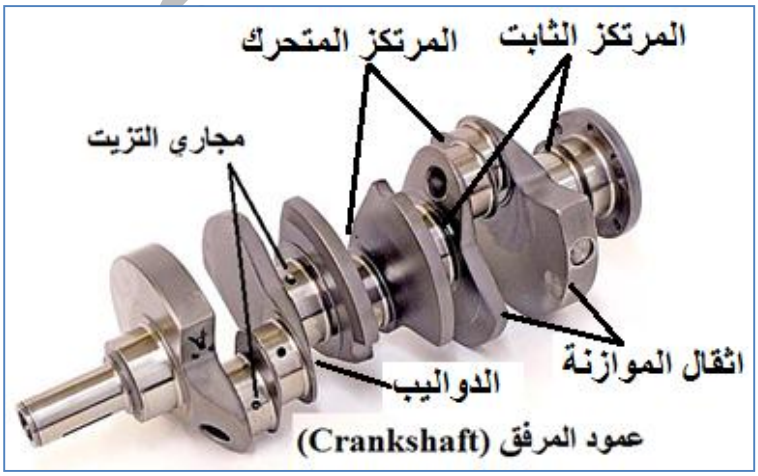
معادن اذرع التوصيل: تتطلب الاجهادات صنع ذراع التوصيل من الفولاذ مصلد ومطبع حراريا (معامل حراريا)، ويصنع غالبا من سبائك الفولاذ المحتوية على الكروم او المغنيزيوم والسيليكون.

5 - عمود المرفق:

يقوم عمود المرفق بتحويل الحركة الترددية للمكابس الى حركة دورانية، اي يقوم بتحويل الحركة الترددية الى قوى دورانية واحدة تقوم بادارة المحرك، ويصنع عمود المرفق اما من الحديد المطروق او من الحديد الزهر المصبوب والمعامل حراريا لغرض الحصول على قوة اضافية عادة يصنع من قطعة واحدة.

اجزاء عمود المرفق: الاجزاء الرئيسية لعمود المرفق هي:

- **الركائز الثابت:** وهي اسطح ناعمة يحمل عليها عمود المرفق وتكون على نفس المحور.
- **الركائز المتحركة:** وهي اسطح ناعمة ويربط الى هذه الركائز النهاية الكبرى لذراع التوصيل، وتكون على غير استقامة للمحور وهي التي تحدد ترتيب الاحتراق للمحرك.
- **الدواليب**: تساعد الدواليب المتوازية على توفير موازنة دوران عمود المرفق.
- **اثقال الموازنة**: اثقال موازنة لمقابلة قوة مرتكز الذراع.



يجب ان يكون عمود المرفق عند عمل المحرك طافيا على كراسي التحميل، اي يجب ان تكون طبقة رقيقة من الزيت بين عمود المرفق والكراسي.

وظائف عمود المرفق:

1 - توليد الحركة الدورانية. 2 - تثبيت الحذافة والقابض.

3 - يتلقى القوى المؤثرة على القابض ونقلها الى المحامل. 4 - توليد عزم الدوران ونقله الى القابض.

5 - ادارة تورس التحكم ومضخة الماء والمولد والمروحة ومضخة الحقن.

الاجهادات المؤثرة على عمود المرفق:

1- الاحتكاك في مواقع المحامل. 2 - اجهاد الالتواء، يعتمد على عزم الدوران وطول العمود وقطره.

3 - اجهاد الانحناء. 4 - الاهتزاز الالتوائي، وهو يتوقف على مادة تصنيع عمود المرفق وطوله وقطره.

الخواص الواجب توافرها في عمود المرفق:

1 - مقاومة الانحناء. 2 - مقاومة الالتواء. 3 - مقاومة للتاكل عالية. 4 - خواص انزلاق جيدة.

6 – الحذافة:

تتصل الحذافة (الدولاب الطيار) بعمود المرفق، وتصنع من الحديد الصلب المخلوط بالزهر الرمادى.

وظائف الحذافة :

1. يثبت بها الترس الحلقي الخاص ببادئ تشغيل المحرك ويقال على هذا الترس ترس الحذافة.
2. **تخزين الطاقة** من الشوط الفعال (شوط القدرة) وتجهزها الى الأشواط الغير فعالة.
3. تشكل احد اوجه الاحتكاك للقابض الاحتكاكي الجاف.
4. يركب عليها القابض.

7-الصمامات (Valves):

سوف يرد ذكرها فيما بعد

8- عمود الحدبات:

اجزاء المحرك الاساسية

يمكن تقسيم اجزاء المحرك الى اجزاء ثابتة واجزاء متحركة:

الاجزاء الرئيسية الثابتة:

1- كتلة الاسطوانات (Engine Block): وهو الجزء الرئيسي فى المحرك ويتضما غرف لإحتراق ويحوي جسم المحرك على: الأسطوانات، المكابس، ذراع التوصيل، عمود المرفق، كراسى عمود المرفق، مضخة الزيت وحوض الزيت ...الخ.

تصب **كتلة الإسطوانات ككتلة واحده فى المحركات المبردة بالماء وتنشا عن ذلك كتلة الإسطوانات وتكون هذه الكتلة عادة مع علبة المرفق جزءا واحدا ويسمى بكتلة الإسطوانات والمرفق**. اما في المحركات التى **تبرد بالهواء** فتتكون عادة من **اسطوانات منفصلة تثبت على علبة المرفق** بمسامير لولبية. اما علبة المرفق فتقوم باستيعاب عمود المرفق وعمود الكامات السفلي الى جانب قيامها بتثبيت الإسطوانات وتصنع عادة من حديد الزهر الرمادى او معادن خفيفة. **ويصب عادة كتلة الإسطوانات والجزء العلوى من علبة المرفق كجزء واحد فى المحركات المبردة بالماء**. وتصنع علبة المرفق فى المحركات المبردة بالهواء من معدن خفيف كما تثبت الإسطوانات بعلبة المرفق بواسطة شدادات او مسامير. ويستعمل الجزء السفلى من علبة المرفق كحوض للزيت ويصنع من الفولاذ او الألومنيوم.

وظيفة جسم المحرك:

1- تبريد المحرك
2- الإحتراق والقدرة
3- يحمل الإسطوانات والمكابس
4- بداخله عمود المرفق مع ذراع التوصيل، الذان يحولان الحركة الترددية للمكبس الى حركة دورانية.
5- يحمل عمود المرفق والحذافة.
6- مضخة الزيت ومسارات الزيت بداخلها.

2- الاسطوانات (cylinders):

وهي تكون داخل كتلة المحرك، ليتحرك بداخلها المكبس وهي على نوعين (**اسطوانات جافة واسطوانات مبتلة**).

الشروط الواجب توافرها في معدن الاسطوانة:

1. مقاومة اجهادات كبيرة مثل درجة الحرارة العالية.
2. خواص انزلاق جيدة.
3. مقاومة عالية للتاكل.
4. موصلية حرارة عالية.
5. خفة الوزن.
6. مقاومة عالية للصدا.
7. قدرة تلاصق جيدة مع وسيط التزيت.
8. امكانية انتاج رخيصة.

اعداد: م.م. منير ناجي

يستعمل عادة حديد الزهر الرمادى لصنع الاسطونات المبردة بالماء. اما الاسطوانات المبردة بالهواء فتصنع غالبا من سبائك الألمونيوم. وتمتاز بموصليتها الجيدة للحرارة وخفة وزنها.

الاجهادات المؤثرة على الاسطوانة:

1. **الضغط العالي**، يصل من 40 إلى 60 بار في محركات البنزين ومن 50 إلى 80 بار في محركات الديزل.
2. **درجة الحرارة العالية**، تسبب إجهاد على الاسطوانة حيث تصل درجة الحرارة إلى 2000 درجة في لحظة الإشعال وتصل عند سطح الاسطوانة الخارجي المبردة بالماء من 80 إلى 120 درجة وتصل عند سطح الاسطوانة المبردة بالهواء من 100 إلى 220 درجة.
3. **الاحتكاك يكون قويا وخصوصا عندما يكون المكبس في منتصف الشوط** ، حيث يدفع ذراع التوصيل الذي يكون في وضع مائل المكبس إلى اعلي دافعا إياه بقوة على جدار الاسطوانة، وينشأ عن هذا الضغط القوى احتكاكً كبير.

اسباب زيادة التاكل قرب النقطة الميتة العليا:

1. **التزيت اقل مايمكن عند اعلى الاسطوانة.**
2. **زوال غشاء الزيت الموجود على جدار الاسطوانة بواسطة الوقود المتكثف فوق سطح الاسطوانة، عند بدء ادارة المحرك البارد فى الشتاء لذلك ينشأ احتكاك جاف.**

يؤدى زيادة التاكل الى زيادة الخلوص بين الاسطوانة وحلقات المكبس وتقل قدرة المكبس وحلقات المكبس على عدم احكام التسرب وينتج عن ذلك نقص فى قدرة المحرك ويزيد استهلاك الزيت **وظهور دخان ابيض مائل للازرق مع غازات العادم** ، لذلك يجب اصلاح الاسطوانة او تغييرها عندما يبلغ التاكل فى السطح الداخلى **من 0,2 الى 0,4 مم** تبعا لحجم المحرك. ويتم توسيع الاسطوانة بمقدار **0,5 مم** يتبعه صقل السطح الداخلى ويمكن اعادة توسيع الاسطوانة عدة مرات حتى تصل الى 2 مم ويستعمل فى كل مرة مكبس اكبر فى الحجم، يمكن استعمال جلب داخلية داخل الاسطوانة حتى تعوض التوسيع فيها.

يوجد نوعان من جلب الاسطوانة:

النوع الاول: الجلبة الداخلية الجافة: الغير معرضة مباشرة لماء التبريد، ويمكن اعادة استعمال الجلب بعد عملية التوسيع. وتنتج بعض المحركات وهى مجهزة بجلب جافة وفى هذه الحالة تصنع كتلة الاسطوانات من الحديد الزهر الرمادى، وهو ارخص من ذلك المستخدم فى صنع الجلب الجافة. **وتكون عادة الجلب الجافة ذات سمك قليل**.

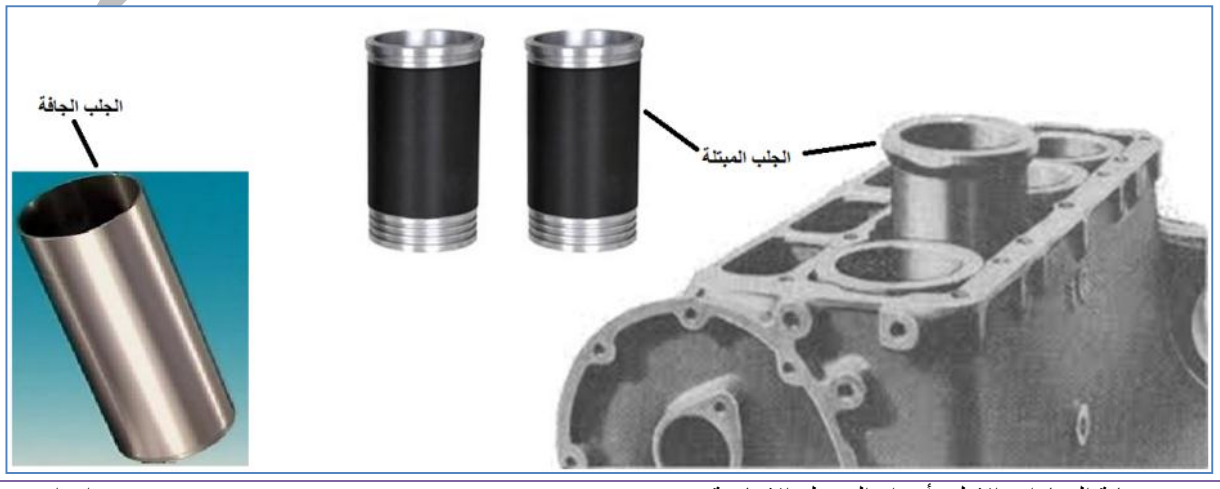
النوع الثانى: الجلب المبتلة: تحاط الجلبة بمياه التبريد، ويتم منع تسرب المياه بواسطة حلقات مطاطية وتنتج الجلب المبتلة من الحديد الزهر. عادة تستخدم الجلب المبتلة في المحركات الكبيرة (الديزل) بينما تستخدم الجلب الجافة في المحركات الصغيرة وخصوصا محركات البنزين.

مميزات الجلب المبتلة:

- استعمال المكابس بمقاس واحد
- سرعة عمل اصلاح الاسطوانات
- يمكن استبدال الجلبة التالفة بسهولة

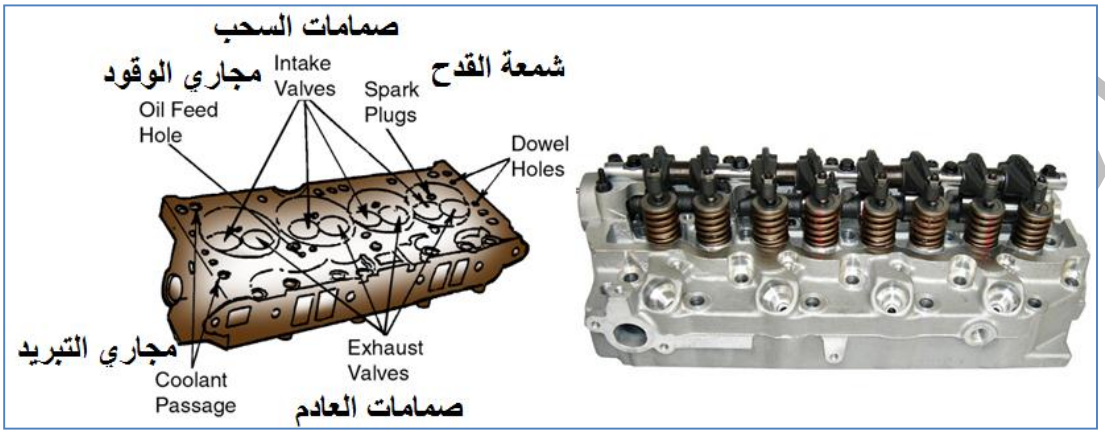
عيوب الجلب المبتلة:

- يمكن لمياه التبريد الوصول الى مجمع الزيت فى حالة عدم احكام حلقات منع التسرب او بالعكس.
- تكون كتلة الاسطوانات اقل جساءة



3. غطاء رأس الاسطوانات:

يصنع غطاء راس الاسطوانات من سبائك الالمنيوم عادة للمحركات الصغيرة او من سبائك الحديد للمحركات التي تعمل بالديزل. ان غطاء راس الاسطوانات يحوي على ممرات السحب والعادم ومجاري التزيت والتبريد، كذلك يحوي على الجزء العلوي لغرفة الاحتراق (حيز الانضغاط). يحوي غطاء راس الاسطوانات على صمامات السحب والعادم واليات تشغيلها. ويحكم غطاء راس الاسطوانات الى كتلة الاسطوانات عادة بواسطة حشوة (**Gasket**) حيث تربط بكل عناية الى مسامير (براغي) والصواميل حيث ان هذه العملية دقيقة وذلك لمنع الانحراف او تسرب الغازات، مما يؤدي بالتاثير على عمل المحرك ونقصان القدرة.



الاجهادات المؤثرة على غطاء راس الاسطوانات:

1. **الضغط العالي.**
2. **درجة الحرارة العالية.**

الشروط الواجب توافرها في معدن غطاء راس الاسطوانات:

1. متانة عالية لتحمل الانفجارات داخل غرفة الاحتراق. كون غطاء راس الاسطوانات يشكل جزء من غرفة الاحتراق.
2. خواص تمدد المعدن لاتختلف كثيرا عن خواص تمدد معدن كتلة الاسطوانات.
3. مقاومة اجهادات كبيرة مثل درجة الحرارة العالية.
4. موصلية حرارية عالية.
5. مقاومة عالية للصدا.
6. مقاومة عالية للتاكل.

الاجزاء الرئيسية المتحركة فى المحرك

1 – المكبس:

المكبس قطعة على شكل قرص تنزلق داخل اسطوانة متصلة بمحرك أو بآلة يراد إدارتها عن طريق ذراع تمر من خلال نهاية الأسطوانة. والمكبس هو أحد مكونات المحركات الترددية والمضخات وضاغطات الغاز، ويوجد بداخل أسطوانة وهو يمنع تسرب الغازات او السوائل إلى خارج الاسطوانة من خلال حلقات المكبس.

وظائف المكبس:

1 - يعمل كمانع تسرب متحرك بين غرفة الاحتراق وعلبة المرفق.
2 - يتلقى قوة ضغط الاحتراق وينقلها الى ذراع التوصيل.
3 - يتحكم فى حركة الغازات فى اسطوانات **المحركات ثنائية الشوط**.
4 - يوصل الحرارة الى جدار الاسطوانة والى زيت التزيت.

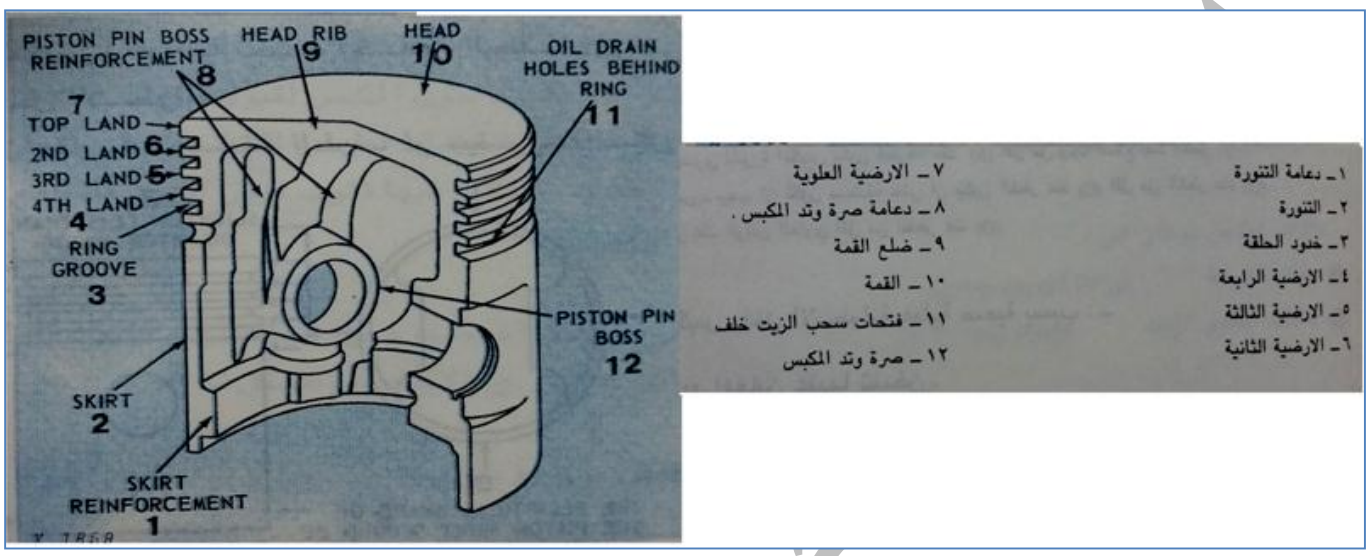
الاجهادات المؤثرة على المكبس:

1 - درجة الحرارة. 2 - الضغط العالى. 3 - الاحتكاك. 4- اجهاد الكلل.

الشروط الواجب توفرها فى معدن المكبس:

5 - ذو موصلية حرارة عالية.
6 - مقاومة عالية للصدأ.
7 - امكانية انتاج رخيصة.
8 – مقاومة اجهادات كبيرة وخصوصا درجة الحرارة العالية.

1 - معامل تمدد قليل.
2 - مقاومة عالية للتاكل.
3 - خواص انزلاق جيدة.
4 - خفة الوزن.



يتكون المكبس من: **رأس** المكبس وشفة الحريق (**تاج** المكبس) **ومنطقة حلقات** المكبس **وتنورة** المكبس **وصرة مسمار** المكبس.

اختلاف رؤوس المكابس: يسمح بزيادة او نقصان الضغط والدوامات التي نحتاجها لمختلف المحركات وانواع الوقود. **وفي بعض محركات الديزل من المحتمل ان تكون غرفة الاحتراق موضوعة في راس المكبس،** والاضلاع الداخلية لرأس المكبس تسنده وتساعد على نقل الحرارة من الرأس والى الحلقات.

وظيفة تنورة المكبس: توجيه حركة المكبس داخل الاسطوانة ونقل القوى الجانبية الى جدار الاسطوانة. **تتحكم الفتحات والنهاية السفلى لجذع المكبس فى سريان الغازات فى المحركات ثنائية الأشواط** . اما صرة تثبيت المكبس فتنقل القوى المؤثرة على المكبس الى ذراع التوصيل عن طريق مسمار التثبيت للمكبس.

تطابق المكبس داخل الاسطوان عملية صعبة بسبب:

1- تمدد المعادن عندما تسخن.
2- توفير مجال لتزيت المكبس وجدران الاسطوانة.

2- حلقات المكبس (Piston Ring):

وظائف حلقات المكبس:

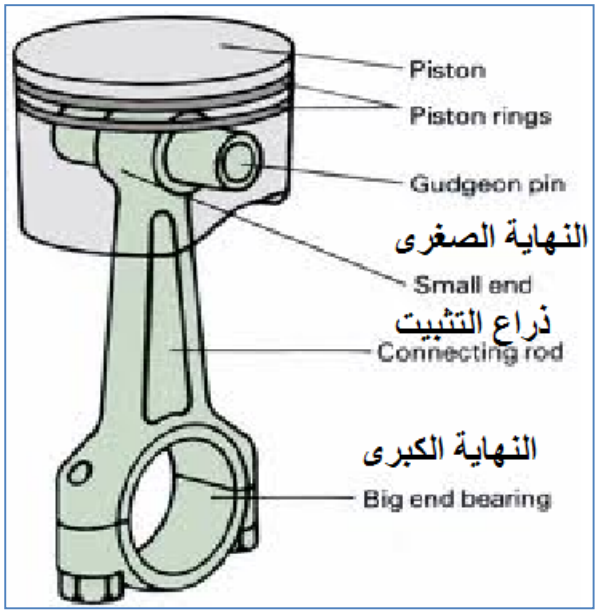
1 - منع وصول الزيت الى غرفة الاحتراق.
2 - منع تسرب الغازات من غرفة الاحتراق الى علبة المرفق.
3 - توصيل الحرارة من رأس المكبس الى جدار الاسطوانة.

أنواع حلقات المكبس: حلقات المكبس لاحكام الانضغاط. حلقات المكبس لكشط الزيت. وتشترك حلقات المكبس الانضغاطية فى عملية تنظيم استهلاك الزيت.

3- مسمار تثبيت المكبس: يربط المكبس بذراع التوصيل وينقل القوة المؤثرة على المكبس الى ذراع التوصيل، وهو يتعرض لاجهاد لذلك يحتاج الى مسمار تثبيت ذو قلب متين وسطح صلب (الفولاذ).

4 - ذراع التوصيل:

يتكون ذراع التوصيل من: النهاية الصغرى لذراع التوصيل مع جلبتها والنهاية الكبرى لذراع التوصيل مع الغطاء المحمل (كرسي التحميل المتحرك) ومسامير الربط الملولبة.



وظائف ذراع التوصيل:

1 - وصل المكبس بعمود المرفق و نقل القوة من المكبس الى عمود المرفق.
2 - توليد عزم لي على عمود المرفق.
3 - تحويل الحركة الترددية الى حركة دورانية.

الاجهادات المؤثرة على ذراع التوصيل:

1 - احتكاك في المحامل.
2 - اجهاد ضغط ينتج عنه خطر انحناء ذراع التوصيل.
3 - اجهاد شد وهو ينتج عن قوى القصور الذاتي الكبيرة للمكبس.

الخواص الواجب توافرها في ذراع التوصيل:

1 - خواص انزلاق جيدة للمحامل.
2 - مقاومة عالية لاجهاد الانحناء.
3 - مقاومة عالية الاجهاد الشد.
4 - خفة الوزن.

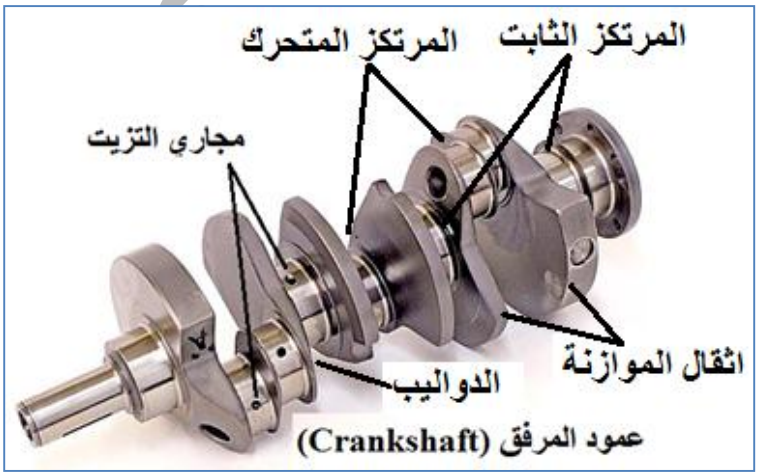
معادن اذرع التوصيل: تتطلب الاجهادات صنع ذراع التوصيل من الفولاذ مصلد ومطبع حراريا (معامل حراريا)، ويصنع غالبا من سبائك الفولاذ المحتوية على الكروم او المغنيزيوم والسيليكون.

5 - عمود المرفق:

يقوم عمود المرفق بتحويل الحركة الترددية للمكابس الى حركة دورانية، اي يقوم بتحويل الحركة الترددية الى قوى دورانية واحدة تقوم بادارة المحرك، ويصنع عمود المرفق اما من الحديد المطروق او من الحديد الزهر المصبوب والمعامل حراريا لغرض الحصول على قوة اضافية عادة يصنع من قطعة واحدة.

اجزاء عمود المرفق: الاجزاء الرئيسية لعمود المرفق هي:

- **الركائز الثابت:** وهي اسطح ناعمة يحمل عليها عمود المرفق وتكون على نفس المحور.
- **الركائز المتحركة:** وهي اسطح ناعمة ويربط الى هذه الركائز النهاية الكبرى لذراع التوصيل، وتكون على غير استقامة للمحور وهي التي تحدد ترتيب الاحتراق للمحرك.
- **الدواليب**: تساعد الدواليب المتوازية على توفير موازنة دوران عمود المرفق.
- **اثقال الموازنة**: اثقال موازنة لمقابلة قوة مرتكز الذراع.



يجب ان يكون عمود المرفق عند عمل المحرك طافيا على كراسي التحميل، اي يجب ان تكون طبقة رقيقة من الزيت بين عمود المرفق والكراسي.

وظائف عمود المرفق:

1 - توليد الحركة الدورانية. 2 - تثبيت الحذافة والقابض.

3 - يتلقى القوى المؤثرة على القابض ونقلها الى المحامل. 4 - توليد عزم الدوران ونقله الى القابض.

5 - ادارة تورس التحكم ومضخة الماء والمولد والمروحة ومضخة الحقن.

الاجهادات المؤثرة على عمود المرفق:

1- الاحتكاك فى مواقع المحامل. 2 - اجهاد الالتواء، يعتمد على عزم الدوران وطول العمود وقطره.

3 - اجهاد الانحناء. 4 - الاهتزاز الالتوائي، وهو يتوقف على مادة تصنيع عمود المرفق وطوله وقطره.

الخواص الواجب توافرها فى عمود المرفق:

1 - مقاومة الانحناء. 2 - مقاومة الالتواء. 3 - مقاومة للتاكل عالية. 4 - خواص انزلاق جيدة.

6 – الحذافة:

تتصل الحذافة (الدولاب الطيار) بعمود المرفق، وتصنع من الحديد الصلب المخلوط بالزهر الرمادى.

وظائف الحذافة :

1. يثبت بها الترس الحلقي الخاص ببادئ تشغيل المحرك ويقال على هذا الترس ترس الحذافة.
2. **تخزين الطاقة** من الشوط الفعال (شوط القدرة) وتجهزها الى الأشواط الغير فعالة.
3. تشكل احد اوجه الاحتكاك للقابض الاحتكاكي الجاف.
4. يركب عليها القابض.

7-الصمامات (Valves):

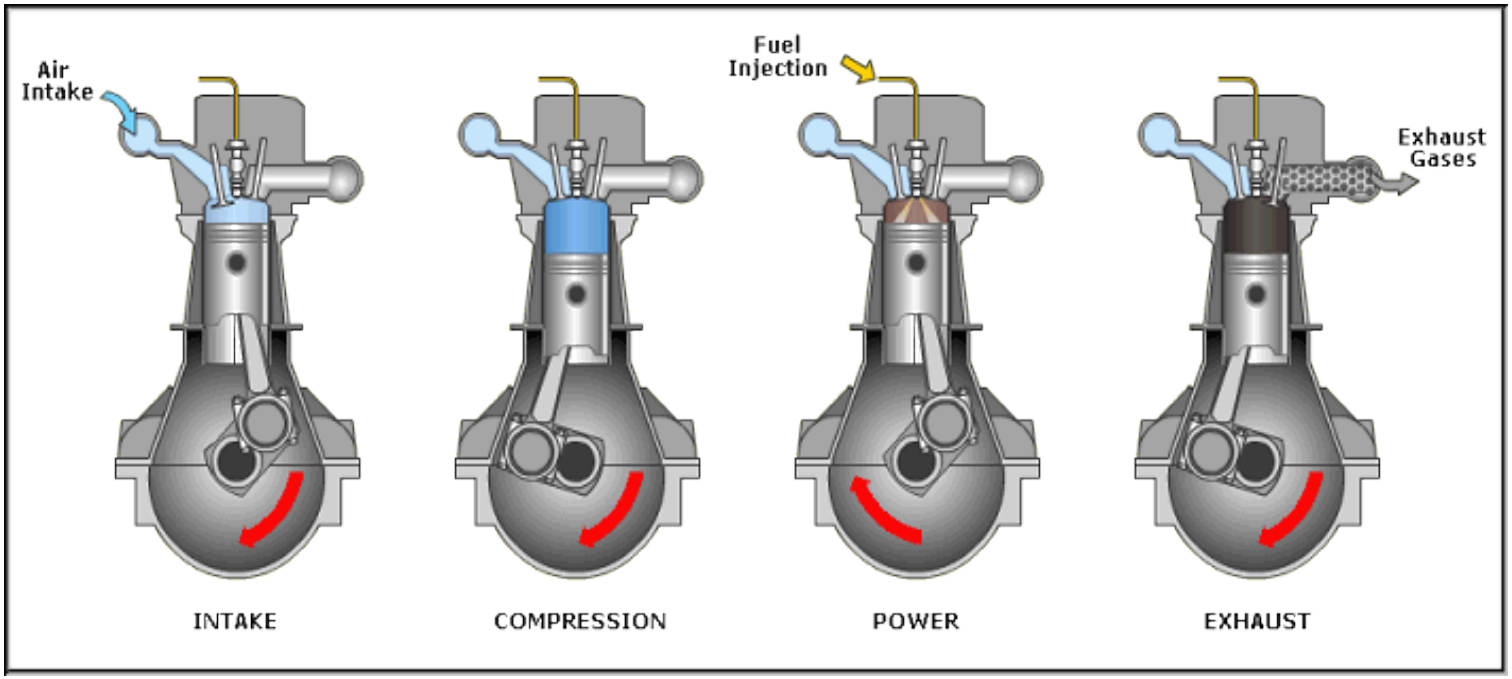
سوف يرد ذكرها فيما بعد

8- عمود الحدبات:

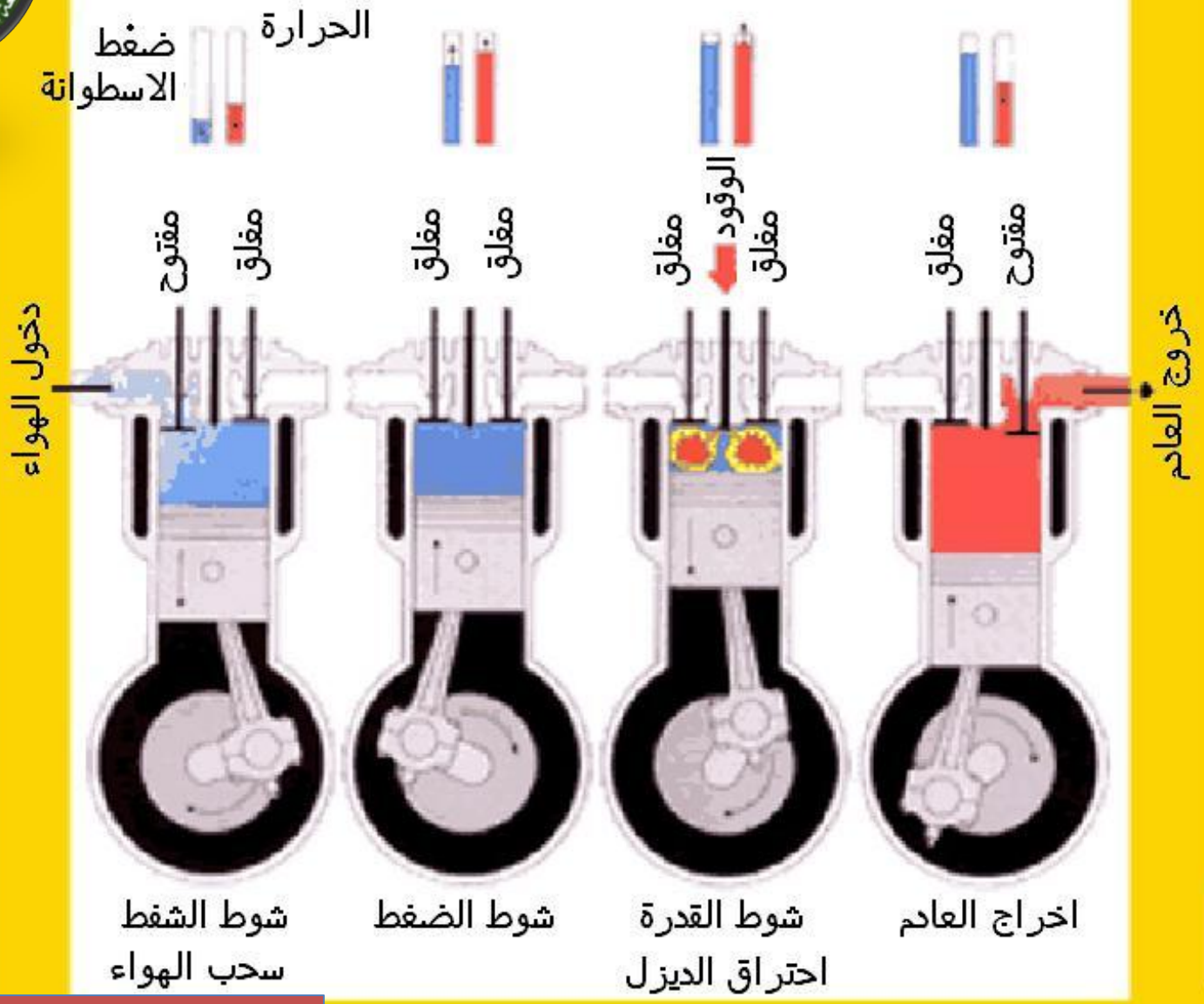
محركات الديزل

أعداد: م.م. منير ناجي

- **محرك الديزل** هو من محركات الاحتراق الداخلي حيث يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود (زيت الغاز) إلى طاقة حركية. أول من اخترع المحرك الديزل هو رودولف ديزل في عام ١٨٩٢ والهدف من وراء هذا الاختراع هو إيجاد محرك ذو كفاءة أعلى من كفاءة محرك البنزين. وتأتي الزيادة في الكفاءة من ارتفاع نسبة الضغط (Compresses Ratio) في محركات الديزل حيث تتراوح ما بين ١:١٢ إلى ١:٢٥ أما البنزين فيتراوح ما بين ١:٨ إلى ١:١٤ وكما هو معروف أن كفاءة المحرك تتناسب طرديا مع نسبة الضغط.

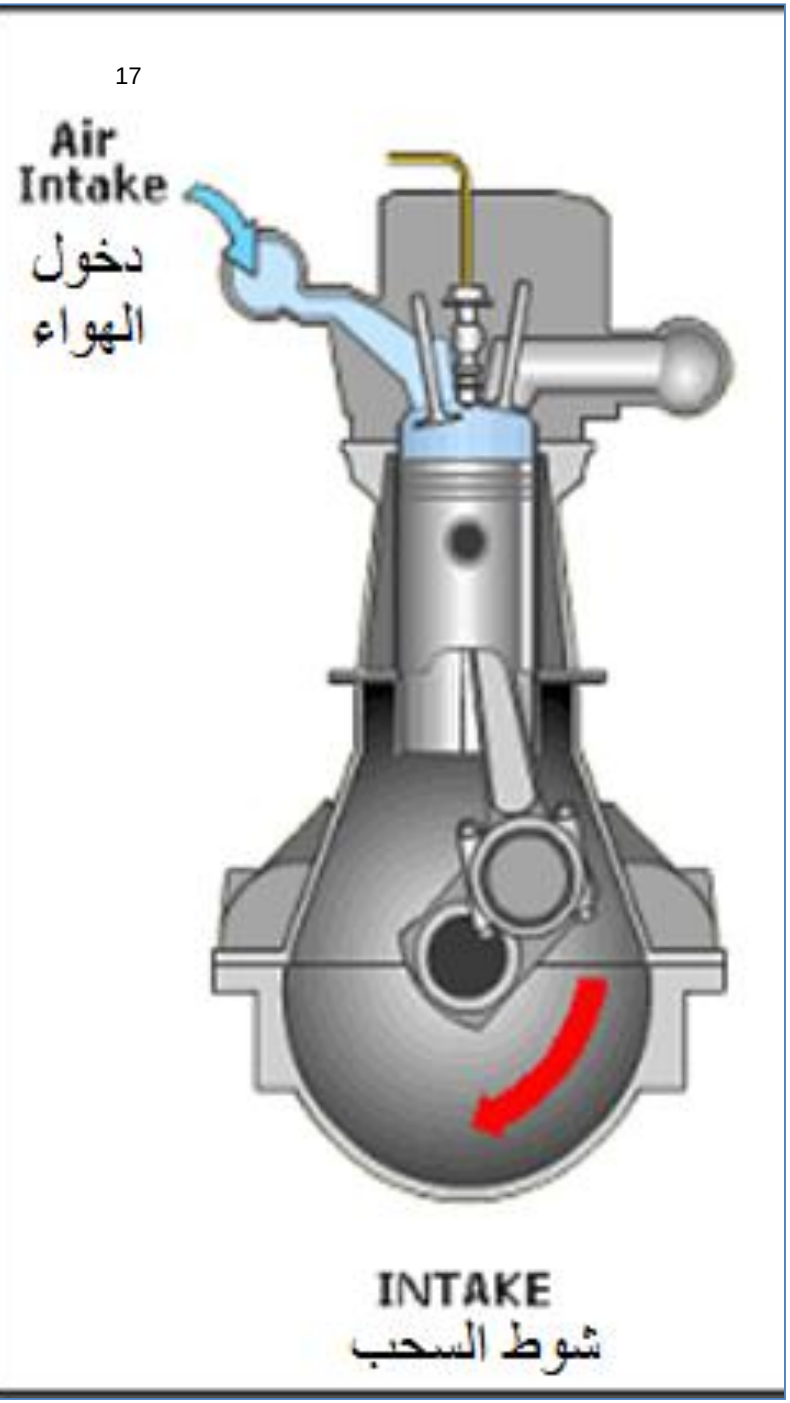


مبدأ عمل مكينة الديزل



أعداد: م.م. منير ناجي

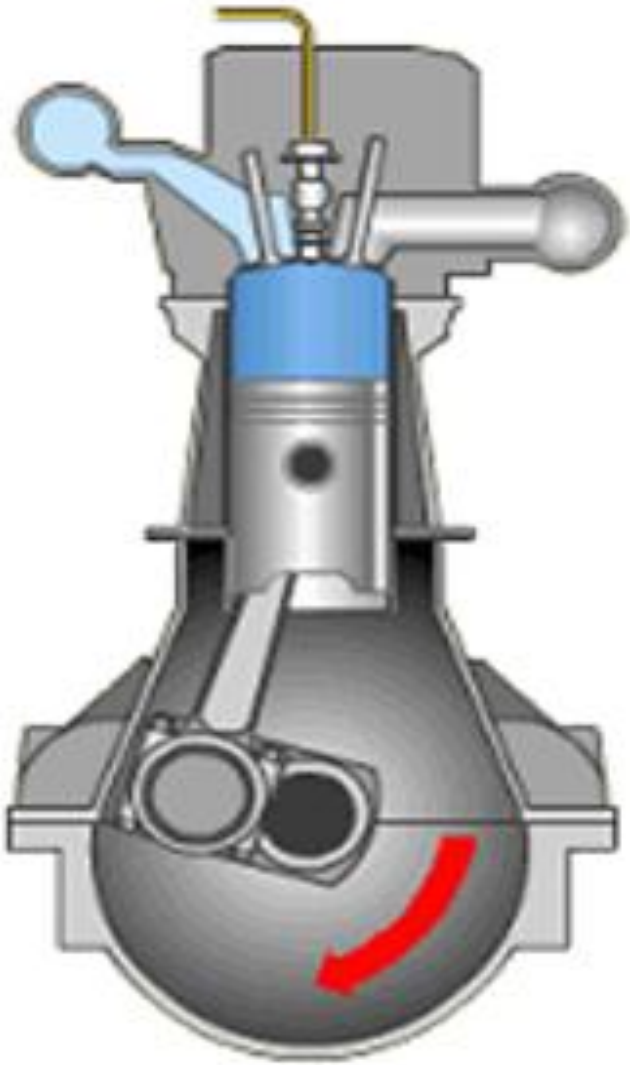
17



شوط السحب

يتحرك المكبس باتجاه النقطة الميتة السفلى (B.D.C)، وحينئذ يكون صمام السحب مفتوحاً، ونتيجة لضغط الهواء المحيط المرتفع (اي تخلخل الضغط داخل غرفة الاحتراق) نسبياً فإن الهواء الجديد يمر إلى غرفة الاحتراق. ويبقى صمام العادم في هذه الحالة مغلقاً. وفي هذه الأثناء يكون عمود المرفق قد أتم نصف دورة.

أعداد: م.م. منير ناجي

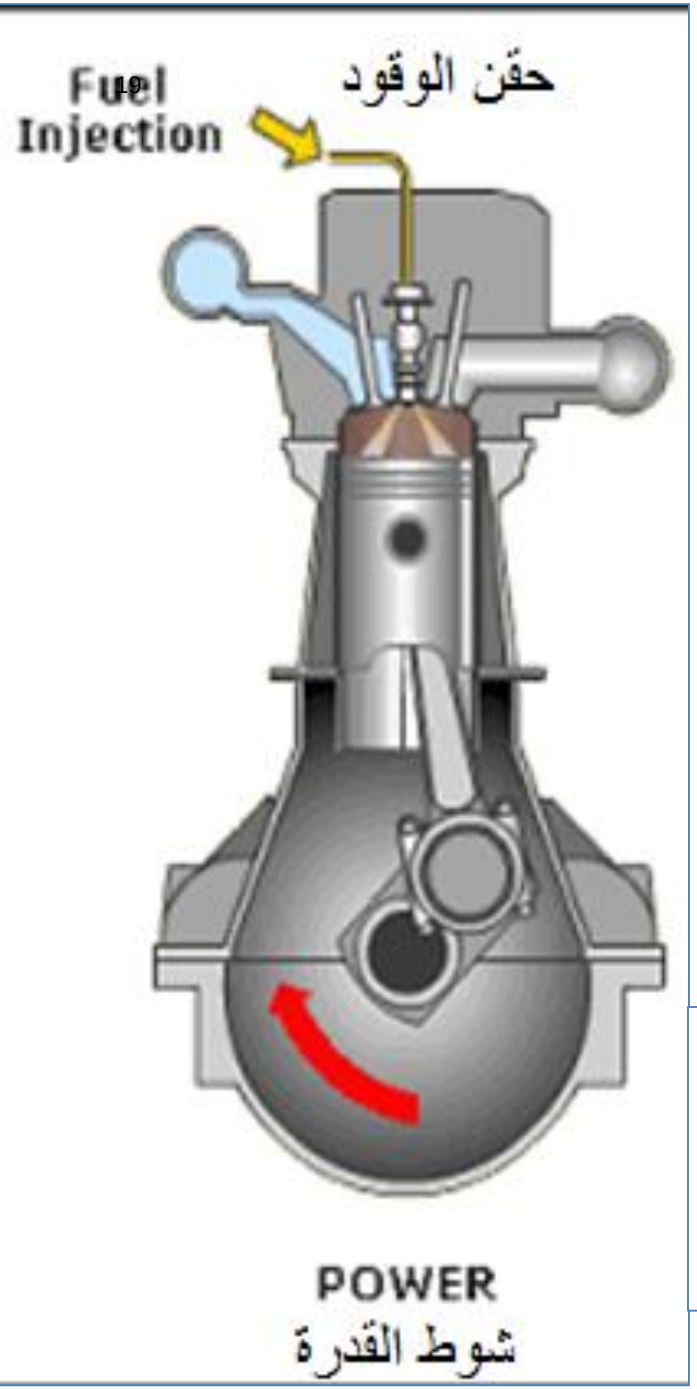


COMPRESSION
شوط الضغط

شوط الانضغاط

في شوط الانضغاط يتحرك المكبس إلى ألاعلى باتجاه النقطة الميتة العليا (T.D.C). ويكونا الصمامان مغلقان، بحيث ينضغط الهواء المحبوس في غرفة الاحتراق، وباكتمال الشوط الثاني يكون عمود المرفق قد أتم دورة واحدة.

أعداد: م.م. منير ناجي



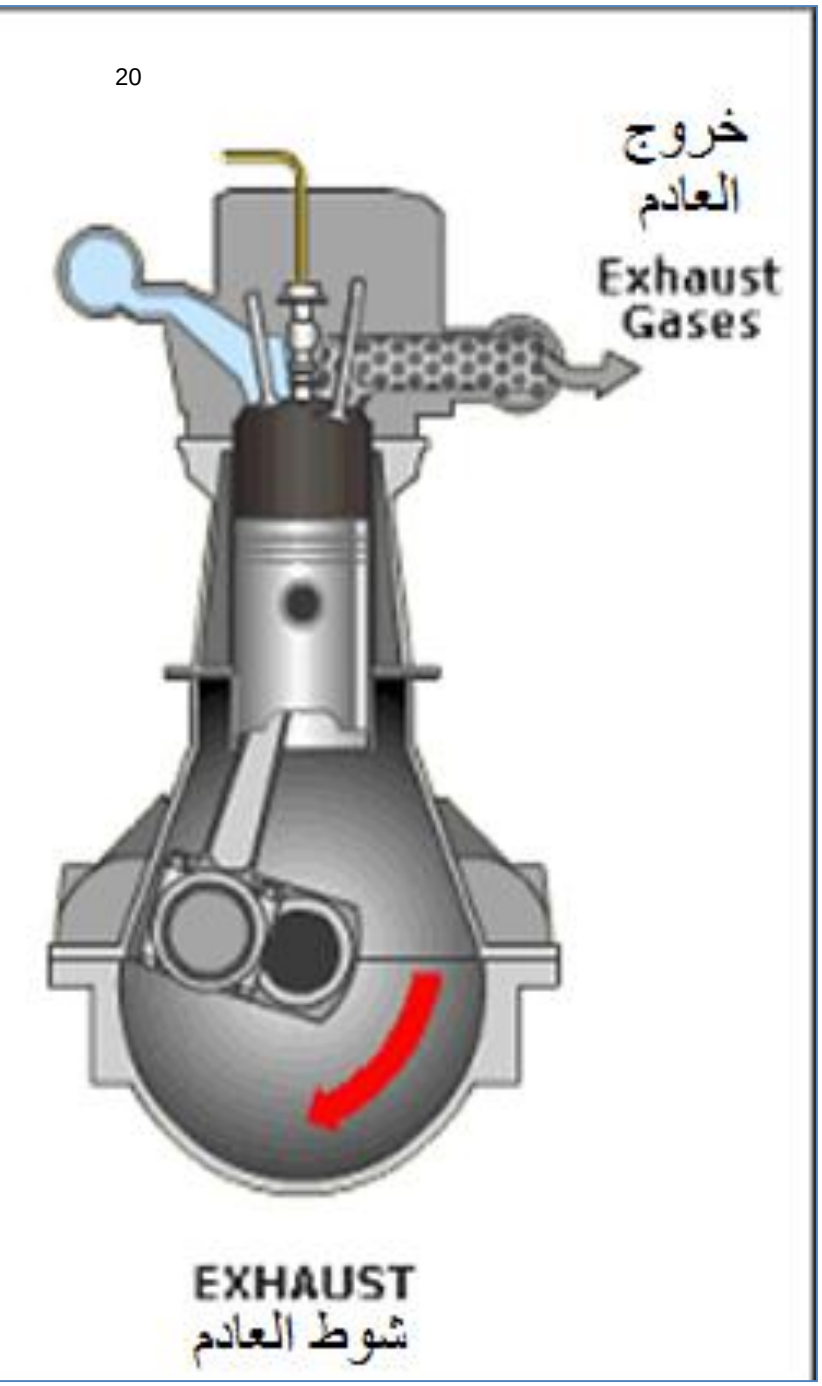
شوط القدرة "الاحتراق"

يبدأ حقن الوقود قي شوط القدرة على شكل رذاذ قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا (T.D.C). ويخلط الوقود المحقون بالهواء الساخن المنضغط فيشتعل الخليط ذاتياً، نتيجة درجة الحرارة المرتفعة الناشئة من الانضغاط، تتمدد الغازات دافعة المكبس أمامها إلى ألاسفل للـ(B.D.C)، وباكتمال الشوط الثالث يكون عمود المرفق قد أتم دورة ونصف.

ملاحظة:

يتم السيطرة على سرعة المحرك عن طريق التحكم بكمية الوقود المحقون.

أعداد: م.م. منير ناجي



شوط العادم

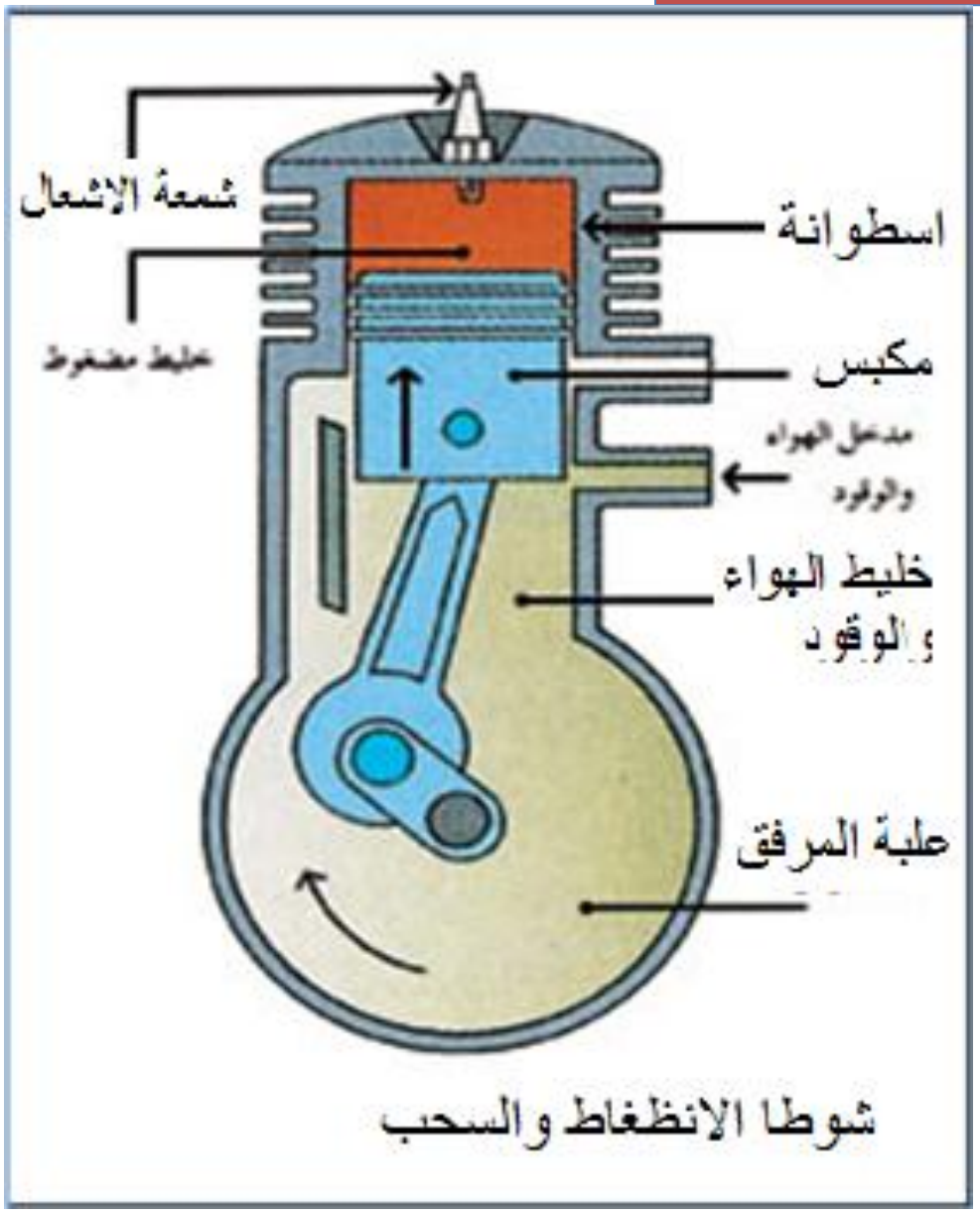
في هذا الشوط يتحرك المكبس باتجاه النقطة الميتة العليا (T.D.C)، في حين يكون صمام العادم مفتوحاً وصمام السحب مغلقاً، وتنصرف الغازات الموجودة في غرفة الاحتراق عن طريق صمام العادم. باكتمال الشوط الرابع يكون عمود المرفق قد أتم دورتين كاملتين.

أعداد: م.م. منير ناجي

دورة محرك بنزين ثنائي الاشواط

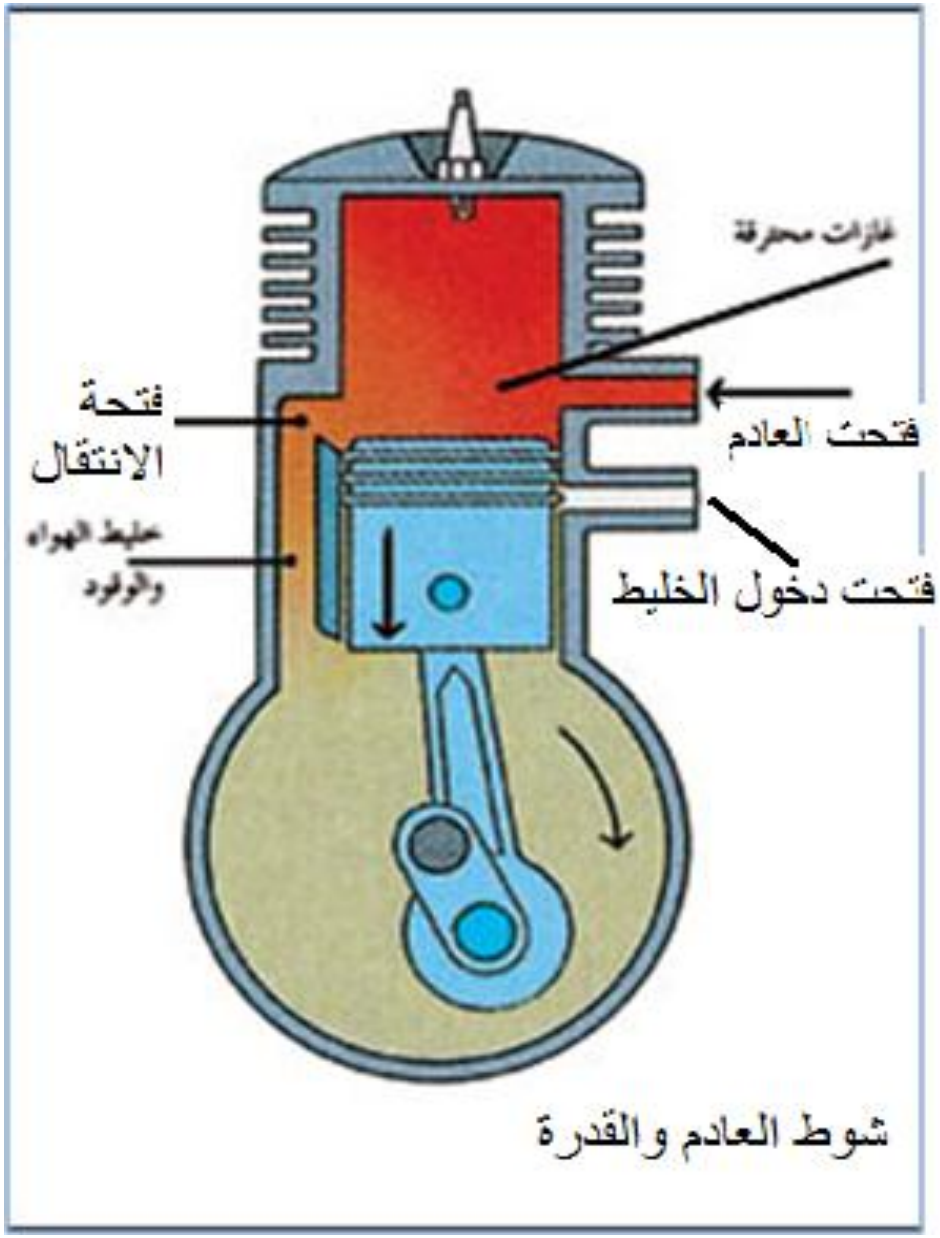
شوط السحب والانضغاط:

يتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا ضاغطاً الخليط الموجود في غرفة الاحتراق، وفي الوقت نفسه يكشف الطرف السفلي للمكبس فتحت السحب، ويُنشأ تخلخل في علبة المرفق نتيجة حركة المكبس إلى ألاعلى بحيث يتمكن الخليط الجديد من الدخول (**هواء+وقود+زيت**).



أعداد: م.م. منير ناجي

شوط القدرة والعادم



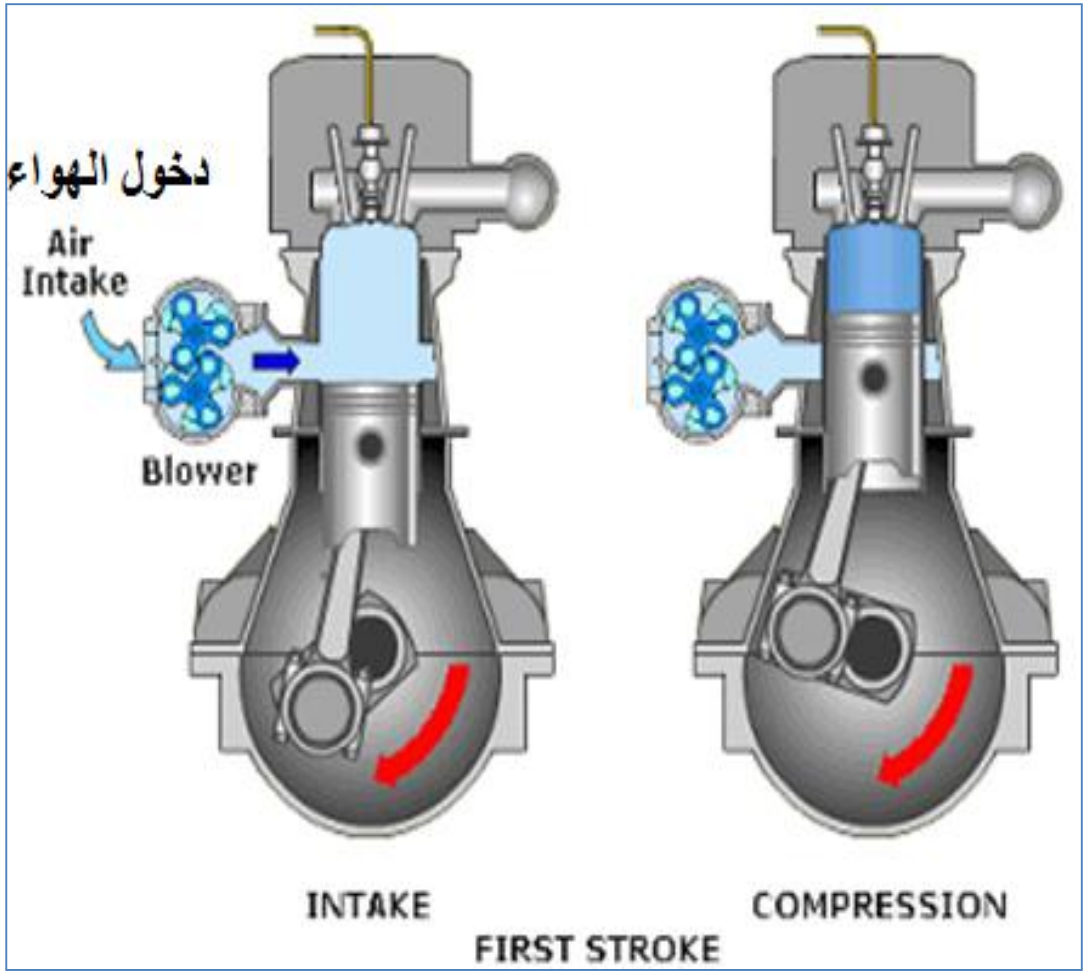
شوط العادم والقدرة

قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا مباشرة، يُشعل الخليط بواسطة الشرارة المنبعثة من شمعة القدح. ويُدفع المكبس إلى ألاسفل نتيجة ضغط الغازات المتمددة عليه. وبانزلاق المكبس إلى ألاسفل فإنه يضغط الخليط في علبة المرفق، **كاشفاً** في الوقت نفسه عن **فتحات الانتقال**. وبالتالي يدخل الوقود المخلوط إلى غرفة الاحتراق فيملؤها، في حين تنصرف الغازات المحترقة المضغوطة عن طريق فتحة العادم. وفي هذه الحالة يكون **عمود المرفق قد أتم دورة كاملة**.

محركات الديزل ثنائية الأشواط

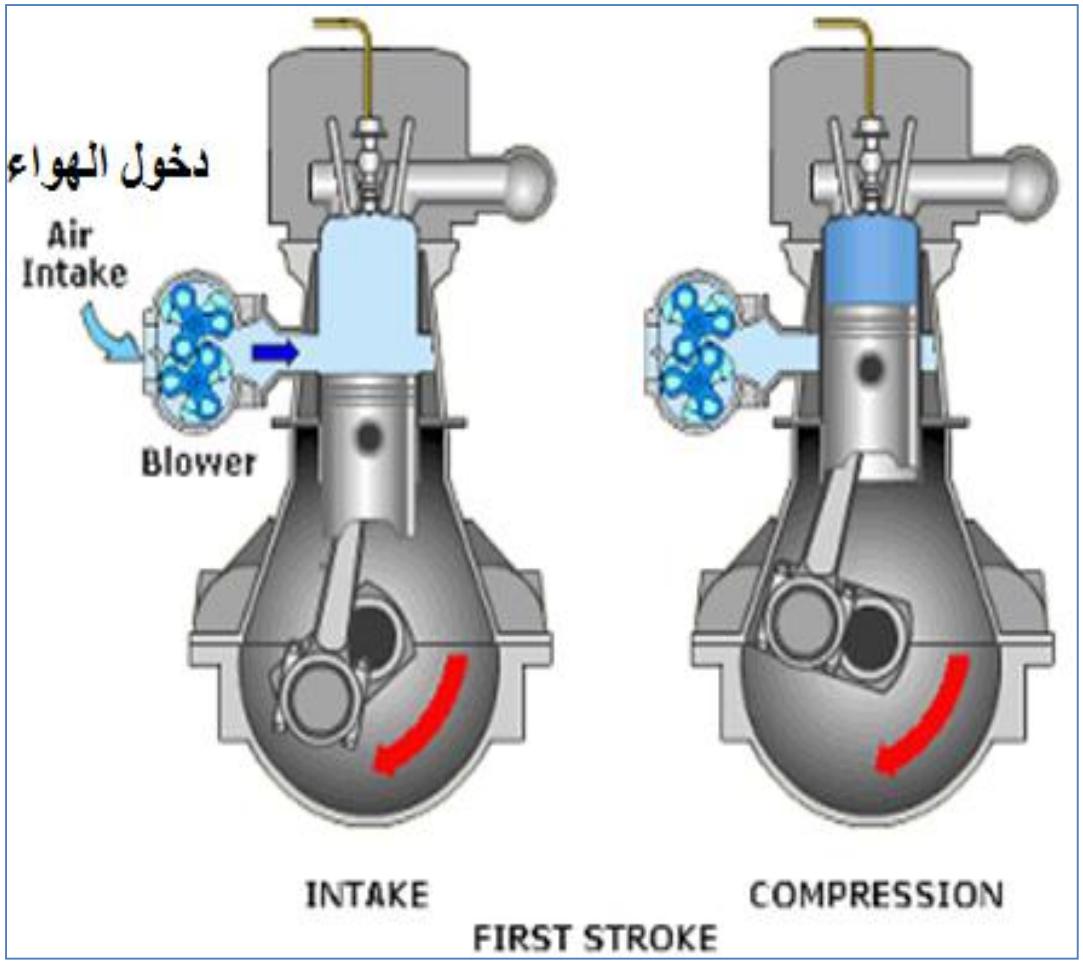
تُبنى فكرة المحرك ثنائي الأشواط على دوران عمود المرفق دورة واحدة لاتمام دورة المحرك. ان الفرق الرئيسي في محرك الديزل ثنائي الشوط عن المحرك البنزين هو وجود حاقن للوقود بدل من شمعة القدح.

هنالك عدة تصاميم لمحرك ديزل ثنائي الشوط، وسنرد احدها فقط (محرك ديزل ثنائي الشوط بصمامي عادم)



أعداد: م.م. منير ناجي

طريقة العمل: في هذا النوع كل نصف دورة لعمود المرفق تقريبا نحصل على شوطين.

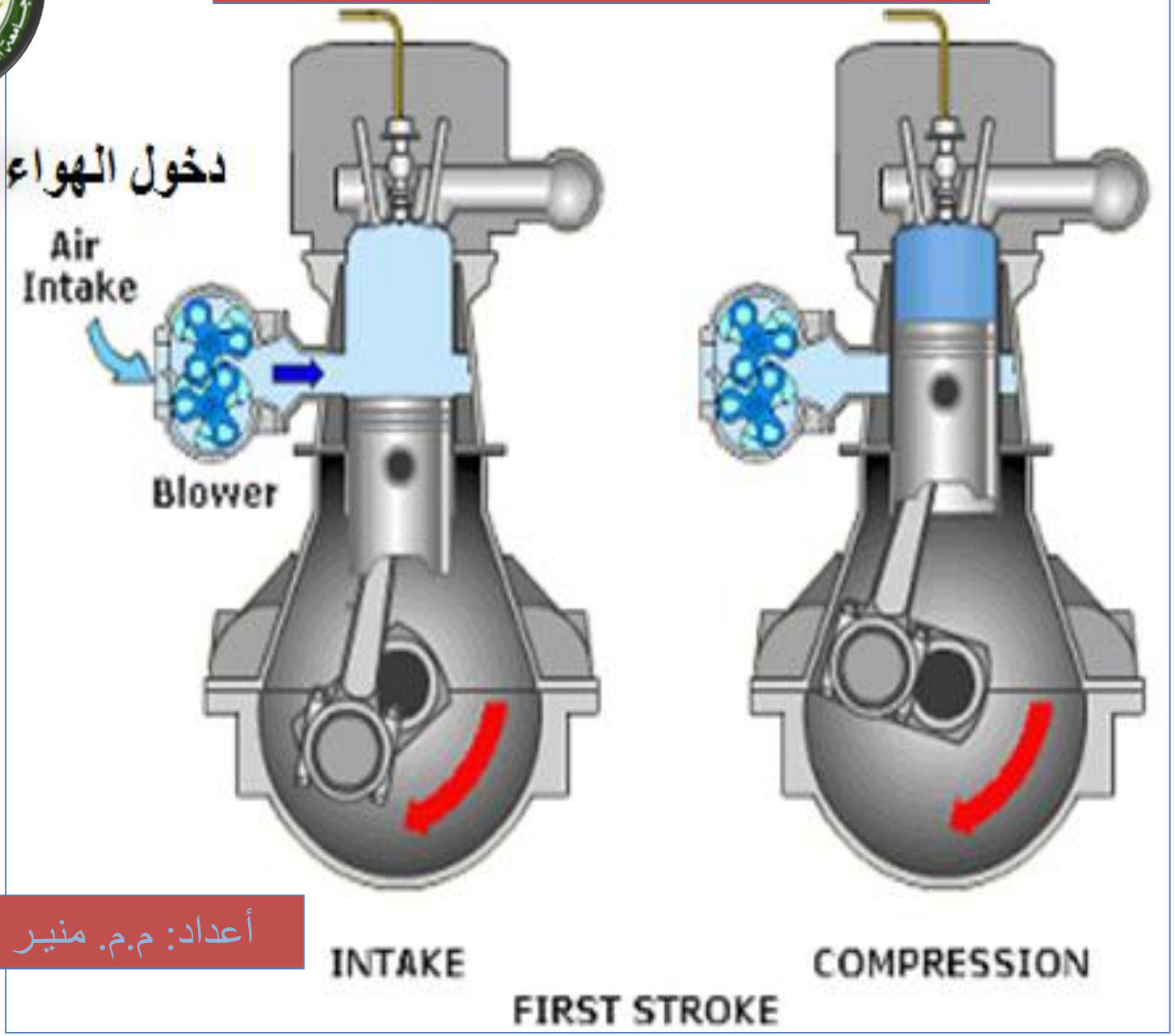


شوط السحب والانضغاط:

عند نزول المكبس والكشف عن فتحت دخول الهواء، سوف يدخل الهواء الى غرفة الاحتراق ويملاها ويكون **صمامي العادم مغلقان عند صعود المكبس قبل غلق فتحة دخول الهواء.**

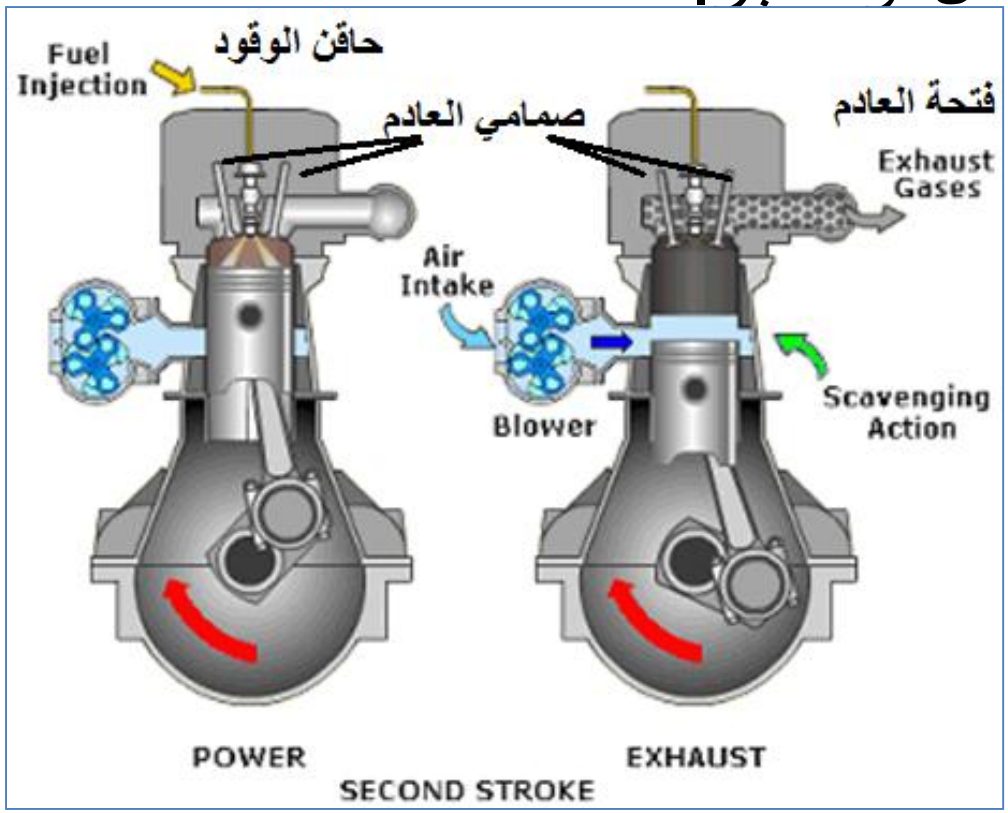
أعداد: م.م. منير ناجي

شوط السحب والانضغاط



أعداد: م.م. منير ناجي

شوطي القدرة والعادم: يحقن الوقودعلى شكل رذاذ قبل وصول المكبس الى النقطة المية العليا فيخلط مع الهواء المضغوط الحار، عند ارتفاع درجة حرارة ذرات الوقود سوف تشتعل او تنفجر .

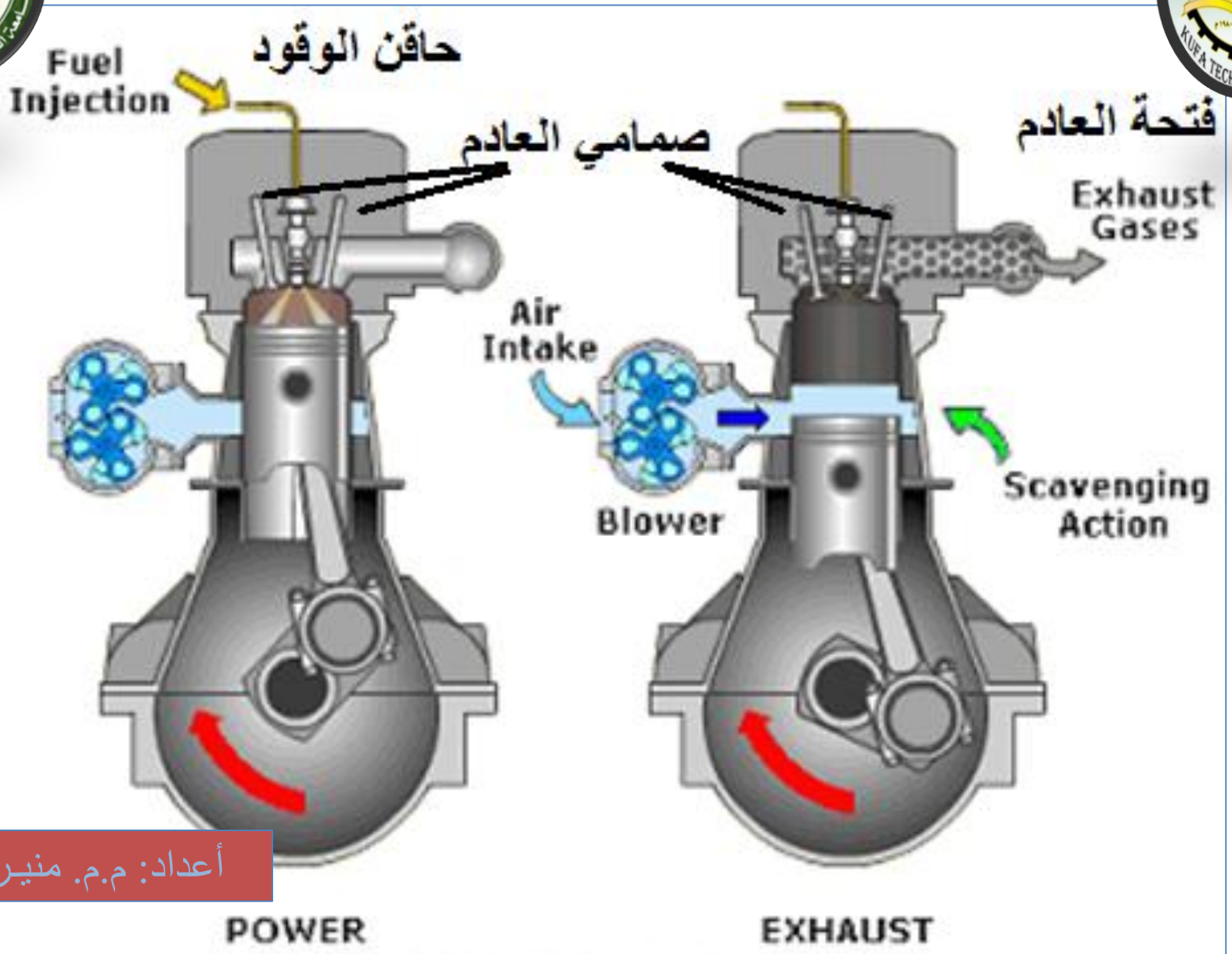


((عند وصول درجة حرارة الوقود الى درجة الاتقاد الذاتي سوف يشتعل الوقود))، عند حدوث الانفجار سوف تتمدد الغازات دافعتا المكبس الى الاسفل. في هذا الشوط **يكون صمامي العادم مغلقان.**

اما **شوط العادم** فيبدا قبل وصول المكبس الى فتحت دخول الهواء. اي عند نزول المكبس وبمسافة محدد سوف يفتح صمامي العادم لتصريف نواتج الاحتراق ويغلق صمامي العادم بعد صعود المكبس وقبل وصوله الى نهاية فتحة دخول الهواء

أعداد: م.م. منير ناجي

شوطي القدرة والعادم



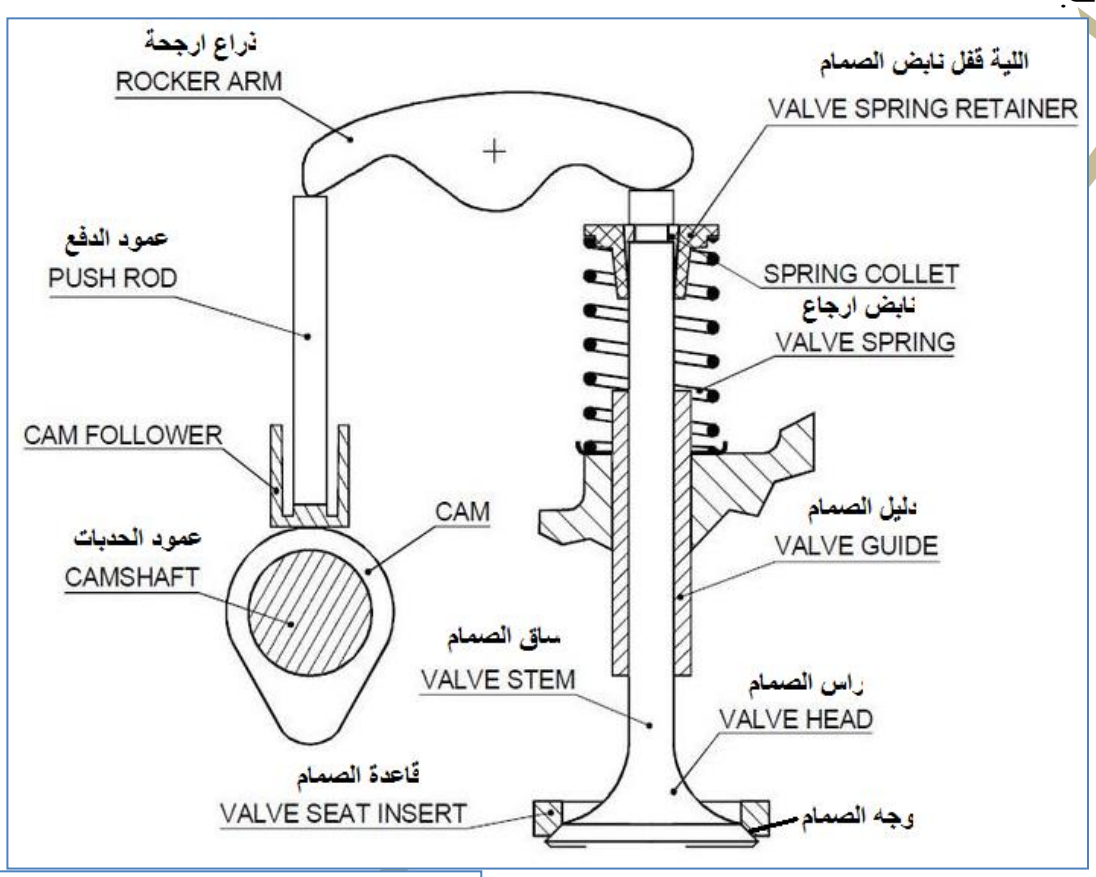
أعداد: م.م. منير ناجي

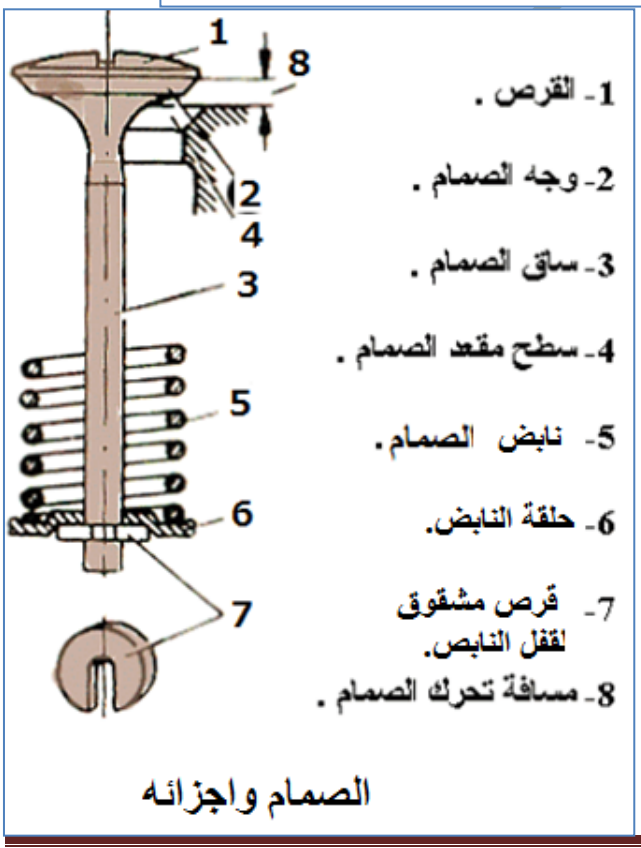
اهم الفروقات بين محركات البنزين و الديزل

محركات البنزين	محركات الديزل
١.الاشتعال بالشرارة	١.اشتعال بالانفجار
٢.عزم اقل	٢.عزم اكبر
٣.استهلاك وقود اكثر	٣.استهلاك وقود اقل
٤.غالبا يجهيز الخليط (الوقود+الهواء) خارج غرفة الاحتراق	٤.يجهيز الخليط (الوقود+الهواء) داخل غرفة الاحتراق
٥. سرعات عالية	٥. سرعات بطيئة
٦.توجد شمعات قدح لغرض اشعال الخليط	٦.لاتوجد شمعات قدح
٧.انبعاثات (تلوث) قليلة	٧.انبعاثات (تلوث) اكثر
٨.حجم اصغر	٨.حجم اكبر
٩.اصوات منخفضة اقل من الديزل	٩.اصوات مرتفعة اكثر من محرك البنزين بكثير
٠١.السيطرة على سرعة المحرك عن طريق التحكم بكمية الهواء الداخل	٠١.السيطرة على سرعة المحرك عن طريق التحكم بكمية الوقود الداخل

مجموعة التحكم في المحرك

تشمل مجموعة التحكم في المحرك جميع الأجزاء التي تتحكم في دورة الأشواط، من تزامن حركة الصمامات إلى كيفية التحكم في الفتحات.
تتكون مجموعة تزامن حركة الصمامات بالمحرك الرباعي الأشواط ذي الصمامات الرأسية (في حالة وجود الصمامات برأس المحرك) من عمود الحدبات، الصمامات بنوابضها, أقراص النوابض (الأطباق), روافع الصمامات، أذرع دفع الصمامات والأذرع المترجحة بمحاملها. أما إذا كان عمود الحدبات فوق الصمامات فلا داعي لوجود الروافع أو أذرع دفع الصمامات.



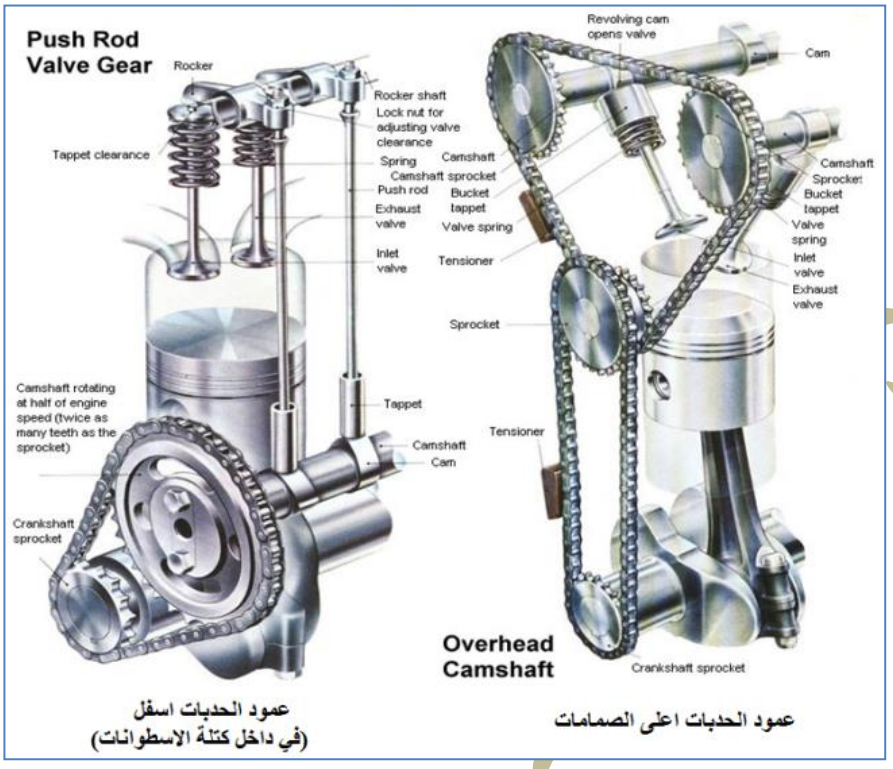


الصمامات (Valves):

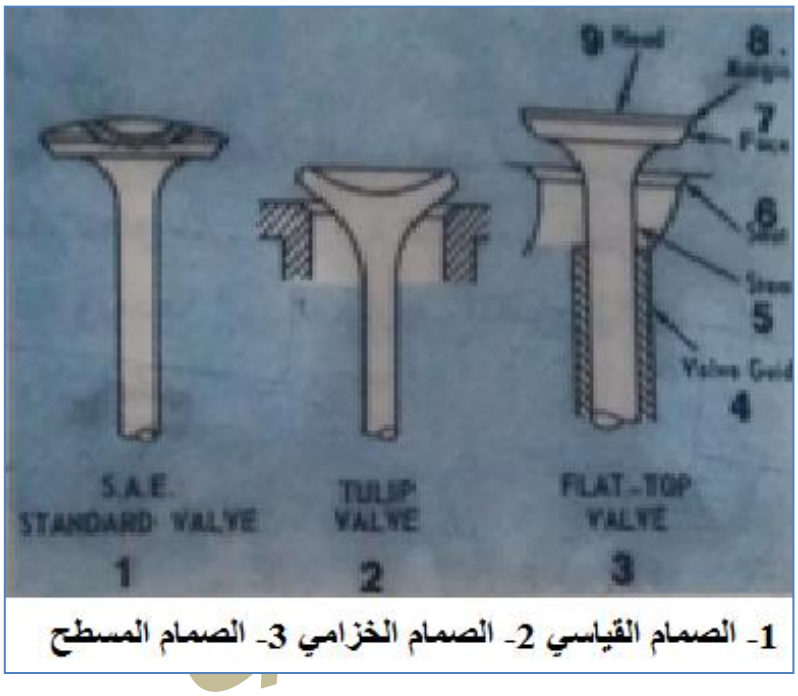
وأهم جزء في مجموعة تزامن الحركة هو الصمام، وهو عبارة عن قرص له وجه حلقي (2)، في نهاية القرص (1)، وساق (3). يتخذ وجه القرص شكلاً مخروطياً (زاوية 45^0)، وتجرى له عملية تجليخ وتطبيع مع سطح مقعده (4) لمنع تسرب الغازات من خلاله.

ألية عمل الصمامات:

تتحرك الصمامات حركة ترددية لفتح وغلق مجرى العادم او السحب. الصمامات تاخذ حركتها من عمود الحدبات اما عن طريق اذرع الدفع او مباشرة اذا كان عمود الحدبات اعلى الصمامات وتغلق بواسطة قوة النابض.



انواع الصمامات المستخدمة:



1- الصمام القياسي 2- الصمام الخزامي 3- الصمام المسطح

ان اشكال الصمامات تشبه الفطر ويتكون الصمام من الرأس والساق وحاشية الاحكام التي تسمى وجه الصمام وان الشكل المخروطي لرأس الصمام يجعلة يتمركز في الوسط عند الاغلاق.

1. الصمام القياسي.
2. الصمام المخزومي.
3. الصمام ذو القمة المستوية.

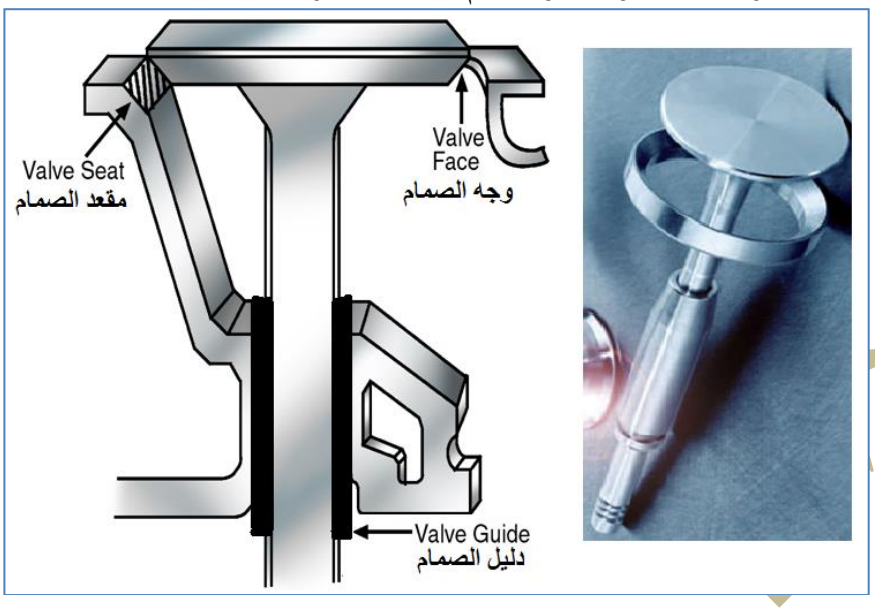
1- الصمام القياسي: قليل الاستخدام حاليا

2- الصمام المخزومي: شائع الاستخدام في محركات الطائرات وسيارات السباق لسهولة مرور الغازات.

3 - الصمام ذو القمة المستوية: وهو من اشهر انواع الصمامات المستخدمة حاليا في السيارات. ان هذا الصمام هو مركب من الصمام القياسي والصمام المخزومي وان الحاشية الواسعة المستدقة لطرف رأس الصمام تساعد على مرور الغازات بشكل افضل وتقوي من احكام غلق الصمام.

31

تصنع الصمامات عادة من نوع او نوعين من السبائك الخاصة من الحديد والكروم والنيكل لصمامات السحب, وصمامات العادم تصنع من سبائك الحديد وسليكات الكروم (بسبب الحرارة العالية جدا). ويكون صمام السحب عادة اكبر من صمام العادم **وذلك لضمان** دخول اكبر كمية من الهواء او الخليط الى غرفة الاحتراق, **اظافة الى ذلك** ان غازات العادم تخرج قسرا بواسطة كسح المكبس للغازات اما دخول الهواء فيتم عادة عن طريق التخلخل بالضغط.



مقاعد الصمامات (Valve Seats):

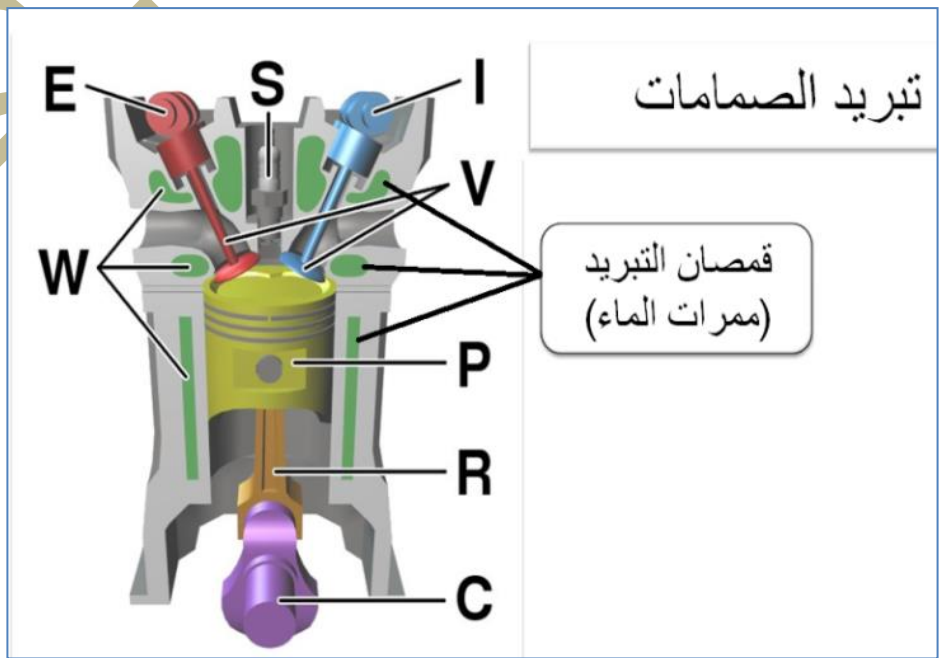
ان مقعد الصمام مخروط في سطح جسم غطاء راس الاسطوانة حيث يستقر الصمام فيها عندما يغلق وهذا **المقعد عادة يصنع بزاوية مساوية الى زاوية وجه الصمام** لضمان احكام غلق الصمام (لعدم تسرب الغازات واحكام الضغط).

حشوة مقعد الصمام:

يستخدم في اغلب المحركات حشوات لمقاعد الصمامات, حيث انها تقلل من استهلاك وتمنع التسرب ويمكن استبدالها عند استهلات حشوة المقعد. ان الحشوة عبارة عن حلقة مصنوعة من سبيكة معدنية خاصة ذات جودة عالية توضع في غطاء الاسطوانة لتؤدي عمل مقعد الصمام.

كيف تبرد الصمامات:

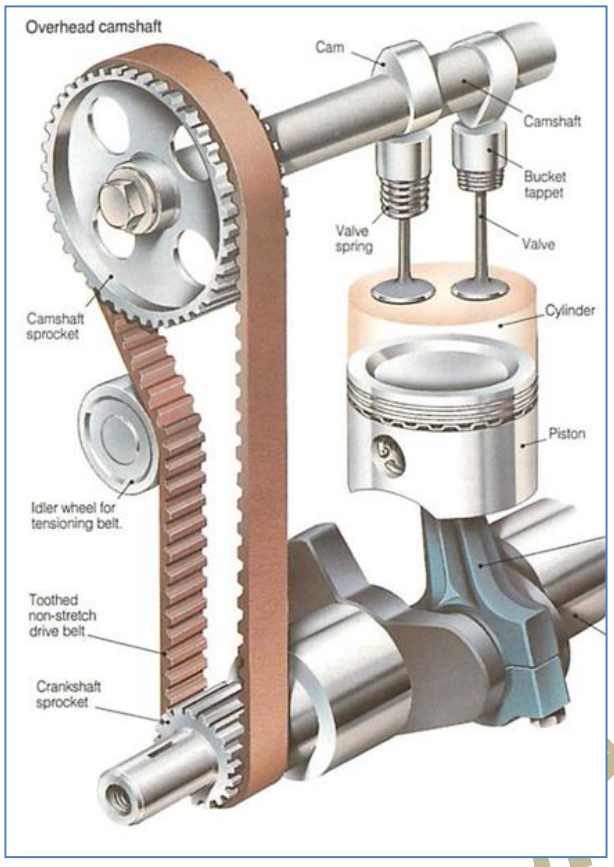
تبرد الصمامات من الحرارة خلال اشتغال المحرك فعندما يكون الصمام مغلق فان الحرارة تنتقل من غرفة الاحتراق الى راس الصمام ومنها الى غطاء الاسطوانة وبعدها الى التجاويف المائية وفي اغلب الاحيان تنتقل الحرارة من ساق الصمام والى دليل الصمام ثم الى غطاء الاسطوانة.

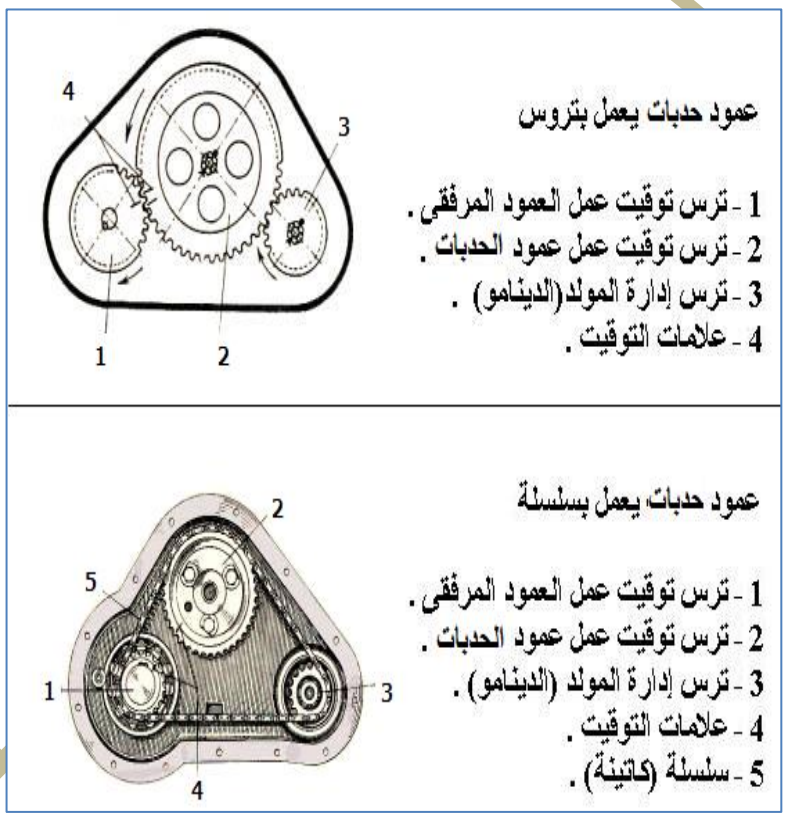


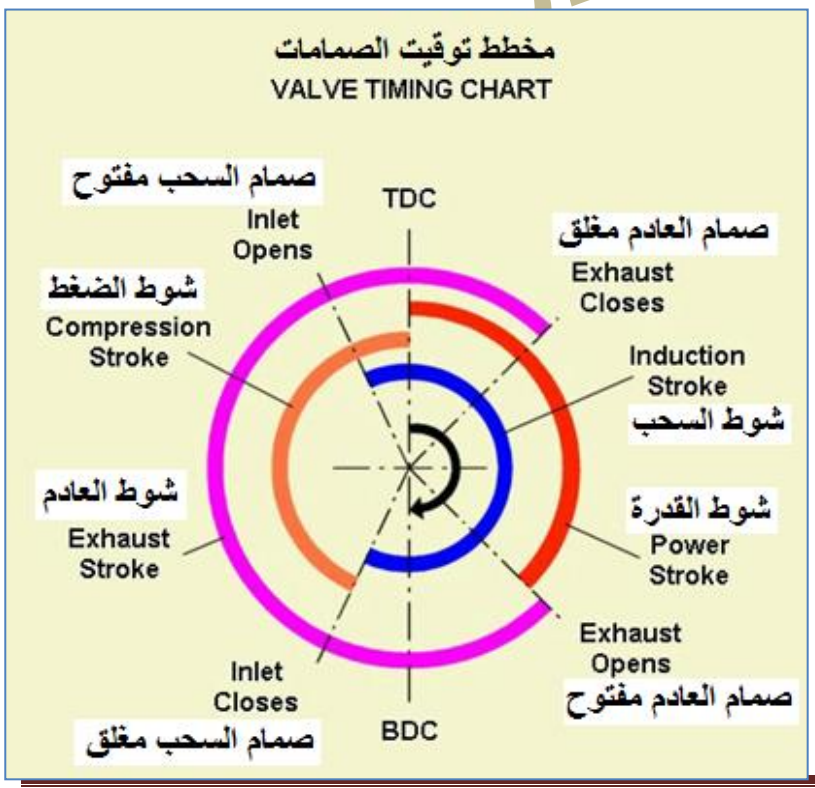
عمود الحدبات:

يصنع عمود الحدبات من قطعة واحدة للمحركات الصغيرة او المتوسطة الحجم. وكل اسطوانة مزودة بحدبة لصمام السحب وحدبة لصمام العادم (والحدبة عبارة عن بروز في جانب واحد من العمود), تحدد الحدبة وفقاً لتوقيت فتح أو غلق الصمام وان اقطار حمالات المرتكز تكون اكبر لتسمح للعمود ان يتحرك في مكانه.

يستمد عمود الحدبات حركته من عمود المرفق بواسطة تروس أو سلسلة أو حزام ناقل (قايش). أما نسبة التعشيق فهي تساوي 1:2، **أي أنه إذا دار عمود المرفق دورتين كاملتين يكون حينها قد أتم عمود الحدبات دورة واحدة وفتح خلالها كلاً من صمام السحب وصمام العادم مرة واحدة.** وفي المحركات القديمة يقوم عمود الحدبات بتشغيل مضخة الزيت ومضخة البنزين وإدارة موزع الشرر.







توقيت عمود الحدبات:

في المحركات الرباعية الاشواط يجب ان يفتح صمام السحب قبل نهاية شوط العادم وذلك ليستفيد من استمرارية خروج التيارات الغازية ويجب ان يغلق صمام السحب بعد نهاية شوط السحب ليستفيد من تأثير اندفاع استمرارية دخول الهواء او الخليط الى داخل غرفة الاحتراق وهكذا تملأ الاسطوانة بشكل كامل.

كذلك يجب ان يفتح صمام العادم قبل نهاية شوط القدرة ويغلق بعد الانتهاء من شوط العادم (يفتح صمام العادم قبل نهاية شوط القدرة وذلك بسبب ضغط الاسطوانة في نهاية شوط القدرة يكون تاثيره قليل على تحريك المكبس وتدوير عمود المرفق), (ويجب ان يغلق صمام العادم بعد نهاية شوط العادم وذلك ليسمح باكتساح جميع غازات العادم بسبب قوة استمرارية خروج التيارات الغازية الذاهبة الى وصلات وانابيب العادم). تحدد زاوية تداخل الصمامات حسب تصميم المحرك فهي تختلف من محرك الى اخر, مخطط تداخل توقيت الصمامات يوضح ذلك.

محركات توقيت الصمامات المتغير المستمر Continuous variable valve timing) CVVT:

او محركات توقيت الصمام المتغير الذكي (VVT-i) (Variable Valve Timing - intelligent):

من المعروف أن وظيفة عمود الحدبات في محركات الاحتراق الداخلي التقليدية هي تنظيم عمل صمامات العادم والسحب حيث يتم حقن الوقود بكمية ثابتة وفي وقت معين ثابت ولا يتغيران مهما اختلفت ظروف القيادة من تحميل وصعود وسرعة وتكييف. إن CVVT او(VVT-i) يعني أن نظام التحكم بالمحرك (توقيت الصمامات) يقوم بالتحكم بفتحات العادم والسحب حسب حاجة المحرك وليس بشكل ثابت مهما كانت الظروف كالمحرك التقليدي.
توقيت الصمام المتغير المستمر يوفر قدرة فريدة على التحكم المستقل للصمامات السحب والعادم في محرك الاحتراق الداخلي. ليتحمل المحرك أي معايير، يمكن توقيت السحب والعادم مبرمجة بشكل مستقل.

اعطال الصمامات وطرق صيانتها:

ت	العطل	الصيانة
1	تشويه مقاعد الصمامات	اعادة التجليخ او التبديل
2	وجود ترسبات على الصمامات	تنظيف
3	المسافة البينية قليلة الاصبع الغماز	اعادة ضبط المسافة
4	تاكل الصمام او الدليل او القاعدة	تبديل الجزء التالف
5	الاجهاد الحراري	تبديل الجزء التالف
6	التكسر للصمام او القاعدة	تبديل الجزء التالف
7	ضعف في النوابض او الرافعات الزيتية	تبديل الجزء التالف

اعداد: منير ناجي

منظومة التزيت (Lubriction System)

الغرض من عملية التزييت: هو وضع غشاء رقيق من الزيت بين سطحين متلاصقين يتحرك إحداهما بالنسبة للآخر حتي يحول الزيت دون تلامسهما أثناء الحركة وتقل المقاومة الاحتكاكية التي تنشأ بينهما تلافياً للتآكل الذي يحدث بين الاجزاء المتحركة.

وظائف زيت التزييت: تقوم منظومة التزييت بالاعمال التالية من اجل المحرك وهي:

1- تقليل الاحتكاك بين الاجزاء المتحركة: يحول الزيت دون احتكاك الأسطح المعدنية ببعضها فيمنع تآكل سطوحها أو حدوث خدوش عليها.

2- امتصاص وتشتيت الحرارة المتولدة داخل المحرك: يمتص الزيت الحرارة من الاسطوانات و المكابس وكراسي التحميل (الارتكاز) وغيرها من أجزاء المحرك وينقلها إلى خزان الزيت بعلبة المرفق وهكذا يحول دون تمددها وتماسكها نتيجة لارتفاع درجة حرارتها.

3- احكام حلقات المكبس مع جدران الاسطوانة: يملئ الزيت الفراغ بين الاسطوانات ومكابسها وبين حلقات المكبس ومجاريها وبذلك يحول دون تسرب غازات الاحتراق إلى خارج غرفة الاحتراق.

4- تنظيف وغسل الاجزاء المتحركة: يختلط الزيت بالكربون والاتربة والمواد الصمغية وغيرها من المواد الغريبة التي تتكون داخل المحرك ويحملها معه إلي خزان الزيت بعلبة المرفق حيث تترسب الجزيئات الكبيرة في قاعه ويتم التخلص من الجزيئات الصغيرة العالقة به بواسطة مرشحة الزيت.

5- زيادة القدرة المستفادة: يعمل الزيت على تقليل القدرة المفقودة في التغلب على الاحتكاك ومن جراء تسرب غازات الاحتراق.

6- المساعدة على تخفيض اصوات المحرك: يعمل كوسادة تردع الأصوات الناتجة عن حدة الصدمات التي تحدث بين الأجزاء المتحركة من جراء التغير الفجائي في الضغط عند الاحتراق مما يساعد على الأداء الهادئ للمحرك.

الخصائص الواجب توافرها في زيوت التزييت:

1- ذو لزوجة مناسبة ثابتة: أي ذو قوام ثابت يلائم جميع ظروف التشغيل المختلفة (درجات الحرارة العالية و المنخفضة – الطقس الرطب والجاف –التشغيل لمسافات طويلة وقصيرة وعلى سرعات عالية وبطيئة).

2- ذو مقاومة كبيرة للاحتراق: إذ يجب أن يكون قادراً على تحمل الحرارة المرتفعة التي يتعرض لها كدرجة حرارة جدران الاسطوانات والمكابس وحلقات المكبس أثناء تشغيل المحرك دون أن يحترق حتى لا تتكون نسبة كبيرة من الكربون تتراكم في غرف الاحتراق وتترسب على أقطاب شمعة الاشتعال.

3- ذو مقاومة للتأكسد: حتى لا يؤدي هذا التأكسد إلى تكون طبقة غروية تشبة القطران تسد مجاري ومواسير الزيت وتكون طبقة صمغية تشبة الورنيش تعوق حلقات المكبس والصمامات وتكون مواد فعالة كيماوية تعمل على تآكل الأجزاء المتحركة.

4- ذو مقاومة للرغوة: إذ يجب ألا يميل إلى حدوث رغوة تشبة رغوة بياض البيض من جراء اهتزازه بعلبة المرفق وتلاطم عمود المرفق وتعمل هذه الرغاوي على عدم امكانية عمل المضخة بشكل صحيح.

وأصبحت الزيوت الآن تعرف بالدرجات التي حددتها جمعية مهندسي السيارات (**Society Of Automotive Engineers**) وهي أرقام (10،30،20،40،60، 90،110) يسبق كل من هذه الأرقام الرمز (**S.A.E**) بالإضافة إلى اسم الزيت الذي يحدد نوع الخدمة ويدل الرقم الأصغر على أن الزيوت ذو معامل لزوجة صغير والرقم الأكبر على أن الزيت ذو معامل لزوجة كبير. حديثا قد اصبح معامل اللزوجوة متغير مثل (5-30 او 10-40), وهذا يتم عن طريق اضافة مواد بلاستيكية الى الزيت.

يجب تغيير زيت التزييت في فترات بصفة دورية – بعد حوالي كل 2000 كم عادة او حسب نوع الزيت كذلك تبديل مرشح الزيت (الفلتر) او يتم استبدال الزييت حسب نوع استخدام المحرك, اي تحت اي ظرف تم التشغيل.

انواع منظومة التزيت (Lubricating System Types)

1 - التزييت بالرش المستمر.
2 - التزييت الجبري الداخلي والرش معا.
3 - التزييت الجبري الداخلي الكامل.

1 - التزييت بالرش المستمر (Circulating Splash Lubricating System):

هذه العملية تحدث طالما أن حوض الزيت يحتوي على كمية كافية من الزيت ولكن لا يعتمد على هذه الطريقة كثيرا للتزييت لجميع أجزاء المحرك المهمة. في هذه الطريقة توجد ملاعق صغيرة مثبتة تحت اذرع التوصيل فعند دوران عمود المرفق فان هذه الملاعق تنغمس في الزيت, فيتم نثر الزيت على جدران الاسطوانة ويتم التزييت بالرش فينتشر الزيت بالرش إلى كراسي المحرك الرئيسية والطرف الكبير لاذرع التوصيل وأجزاء المكابس.

يتم التزييت بالرش للأجزاء التالية بشكل رئيسي:

1 – الأسطوانة. 2 - ذراع التوصيل. 3 - عمود المرفق. 4 – اجزاء المكبس.

2- التزييت الجبري الداخلي والرش معا:

(Internal Force Feed And Splash Lubricating System)

وهي تشبه الطريقة السابقة بالاضافة انه يوجد مضخة تقوم بضغط الزيت خلال الكراسي المعرضة لاجهادات عالية (الكراسي لعمود المرفق تزيت بالمضخة وباقي الاجزاء بالرش).

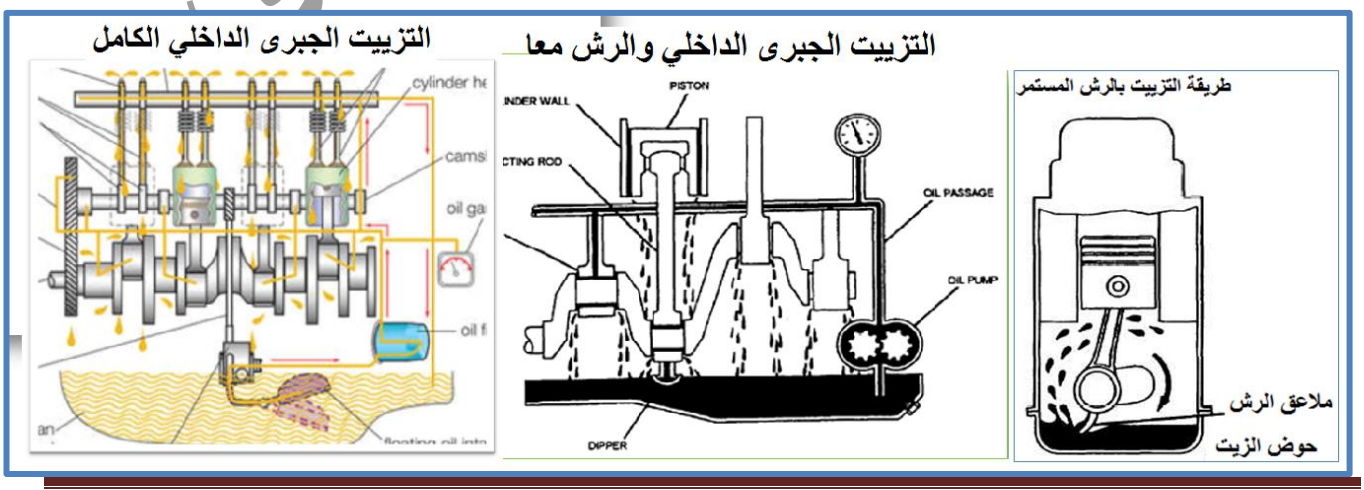
3- التزييت الجبري الداخلي الكامل (التزيت الجبري):

(Full Internal Force Feed Lubricating System)

تعتبر طريقة التزييت الجبري اكثر الطرق شيوعاً, وفيها تستخدم مضخة تأخذ حركتها عن طريق ترس من عمود الكامات او عمود المرفق وتقوم هذه المضخة بسحب الزيت من وعاء الزيت (غطاء علبة المرفق) عبر مصفاة سلكية ثم تدفعه بضغط معين يحدده منظم الضغط ليمر إلى مرشح الزيت ومنه إلي أنبوبة رئيسية تتفرع إلي عدة فروع تصل إلي ممرات الزيت لتزييت الاجزاء المتحركة بالمحرك **وهذه الفروع هي:**

a) **فرع إلى مبين ضغط الزيت في الدائرة أثناء تشغيل المحرك.**
b) **فرع إلى كراسي ارتكاز عمود المرفق.**
c) **فرع إلى كراسي عمود الكامات.**
d) **فرع إلى عمود روافع الصمامات اعلى غطاء الاسطوانات ومن ثم سيقان دفع الصمامات.**
e) **ممر خاص بالكرسي الأمامي لعمود المرفق أو كرسي عمود الكامات لتزييت تروس التوقيت.**

ويتساقط الزيت بعد مروره في هذه الفروع إلى علبة المرفق (خزان الزيت) مرة أخرى.



مكونات منظومة التزييت:

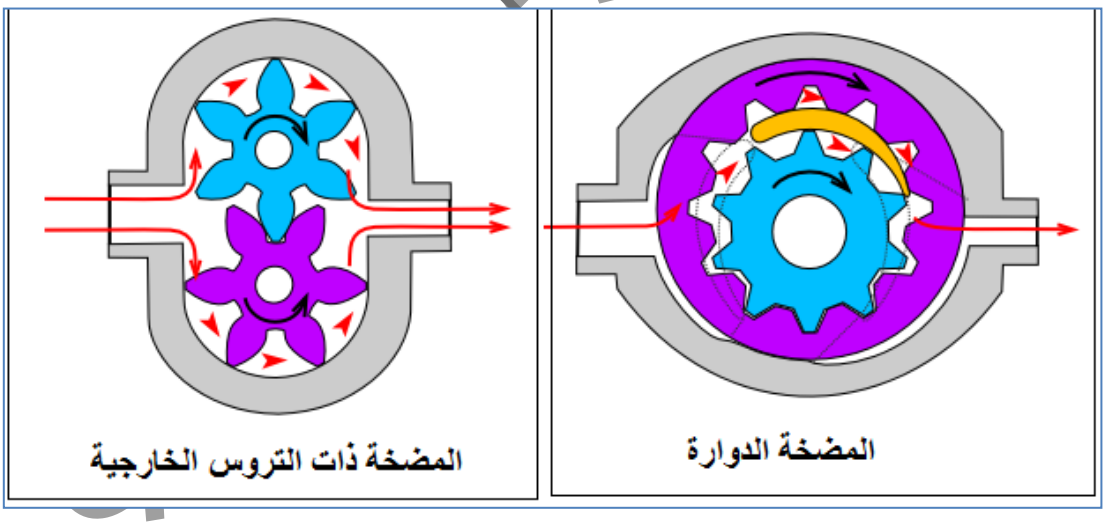
1- وعاء الزيت (Oil pan):

وهو الوعاء الذي يتجمع فيه زيت تزييت المحرك والغرض منه ان يعمل كخزان لكمية معينة من الزيت تبعا لمتطلبات المحرك والحفاظ على مستوى الزيت بحيث يكون ثابتا ومناسبا بالنسبة للمضخة اثناء هبوط او صعود المرتفعات لذا تكون قاعدته ذات مستويين مختلفين كما يحتوي على سدادة تفريغ في ادنى نقطة فيه حتى يمكن تفريغ زيت المحرك بعد رفع او فك هذه السدادة.

2- مصفاة الزيت المعدنية (Oil Strainer):

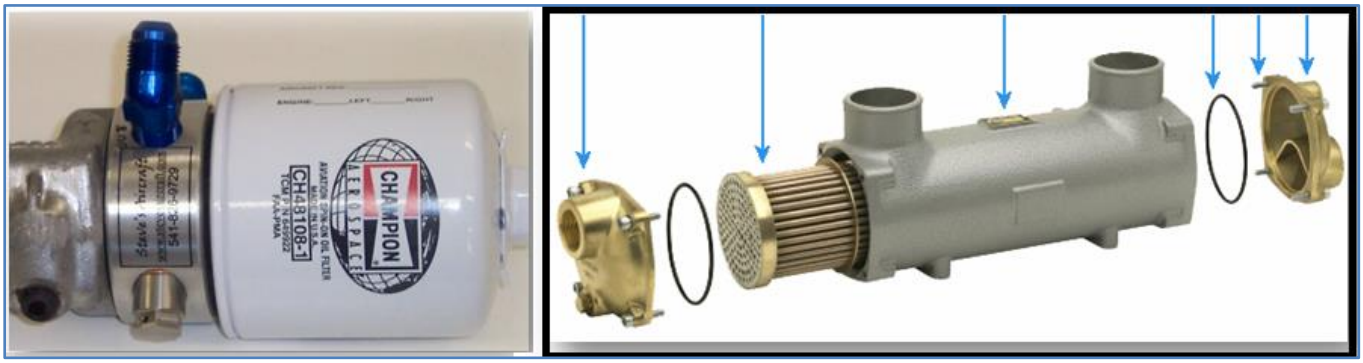
هي عبارة عن شبكة سلكية معدنية دقيقة الثغرات توضع في غلاف تربط اسفل مضخة الزيت بحيث تكون على بعد مناسب من قاع وعاء الزيت تفاديا لالتقاط الرواسب المعدنية الناتجة اثناء تشغيل المحرك والتي تتراكم داخل الوعاء وبالتالي تعمل المصفاة على تنقية الزيت من المواد الغريبة الكبيرة نسبيا من الوصول إلى اجزاء المحرك مع تيار الزيت. **تعتبر مصفاة اولية.**

3- مضخة الزيت (Oil Pump): تستخدم عدة انواع من مضخات الزيت ضمن مجموعة التزييت لاجزاء المحرك مثل– **المضخة الدوارة – المضخة ذات التروس الخارجية** وهي تستمد حركتها عادة على اختلاف انواعها من عمود كامات المحرك واحيانا من عمود المرفق والغرض من المضخة هو سحب الزيت من الوعاء ثم دفعه في موزع دائرة التزييت تحت ضغط معين يناسب الضغط اللازم لوصول الزيت لاجزاء المحركات المختلفة ويتم تزويد المضخة **بمنظم للضغط (صمام امان)** يركب معها عند فتحة خروج الزيت. **وعندما يكون المحرك ساخناً ينبغي أن يكون ضغط الزيت من 2 إلى 3 ضغط جوي.**



4- مرشح الزيت (Oil Filter): يركب في دوائر تزييت المحرك **نوعان رئيسيان** لمرشحات (منقيات) الزيت والغرض منها هو حجز الشوائب الدقيقة العالقة بالزيت وتحول دون مرورها في دائرة التزييت ليصل نظيفاً إلي اجزاء المحرك المتحركة فيقل تاكلها ويطول عمر تشغيلها.

5 - مبرد الزيت: عبارة عن مبادل حراري لتبريد الزيت ويوجد في بعض السيارات او قد يزود قاع حوض الزيت بزعانف طويلة لتسريب الحرارة. **يجب** ان تكون درجة حرارة الزيت منخفضة عن او اقل من درجة حرارة اجزاء المحرك. حتى تبقى دون ذلك تجهز دوائر التزييت لبعض محركات مركبات الخدمة الشاقة بمبردات يرسل اليها الزيت الوارد من المضخة لتبريده قبل مروره إلى الدائرة اذا ما تطلب الامر عن طريق صمام تحويل.



6 - ممرات الزيت: تنقل الزيت لأجزاء المحرك.

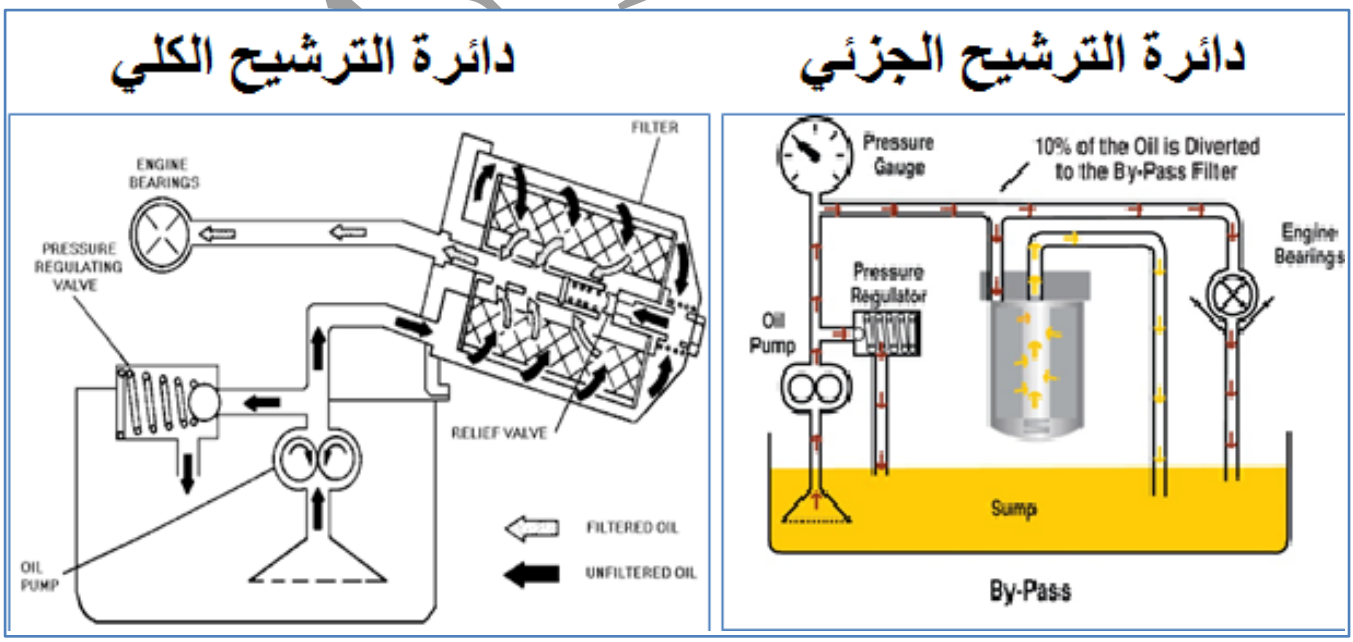
7 - مؤشر ضغط الزيت: عبارة عن مؤشر أو ضوء تحذير يبيين ضغط الزيت في المنظومة.

8- سدادة تغيير الزيت: من اجل تغيير الزيت كما انه يلتقط القطع المعدنية لانه عبارة عن مغناطيس دائم.

دوائر ترشيح زيت التزييت :

1- دائرة الترشيح الجزئي للزيت: وفيها يوجد ممران منفصلان للزيت يتصل احدهما بالمرشح بينما يتصل الاخر بكراسي محاور المحرك المختلفة حيث يمر جزء من الزيت الوراد من المضخة إلى ممر جانبي إلى المرشح ليمر خلال مادة ترشيح دقيقة ثم يعود إلى خزان الزيت بعلبة المرفق بعد ترشيحه وتنقيته حتى يظل نظيفا قبل ان يتجة او يدفع إلى كراسي محاور المحرك.

2- دائرة الترشيح الكلي للزيت: وفيها يمر الزيت في ممر واحد حيث يمر الزيت الوارد من المضخة جميعه عبر المرشح الكلي للزيت ليمر خلال مادة الترشيح ليخرج بعد تنقيته إلى كراسي المحاور **ويحتوي المرشح الكلي على صمام تحويل مسار الزيت حتى يسمح بمروره عبر المرشح في حالة انسداد مادة الترشيح تماما** حيث يفتح الصمام عند زيادة ضغط الزيت الوارد ليمر الزيت بالمرشح ويكمل دورته دون ترشيح وهكذا يحول الصمام دون انقطاع الزيت عن كراسي المحاور عند انسداد مادة الترشيح, ومن الاهمية تبديل الزيت مع المرشح بصورة دورية منتظمة تفاديا لما يحدث نتيجة سوء الترشيح.

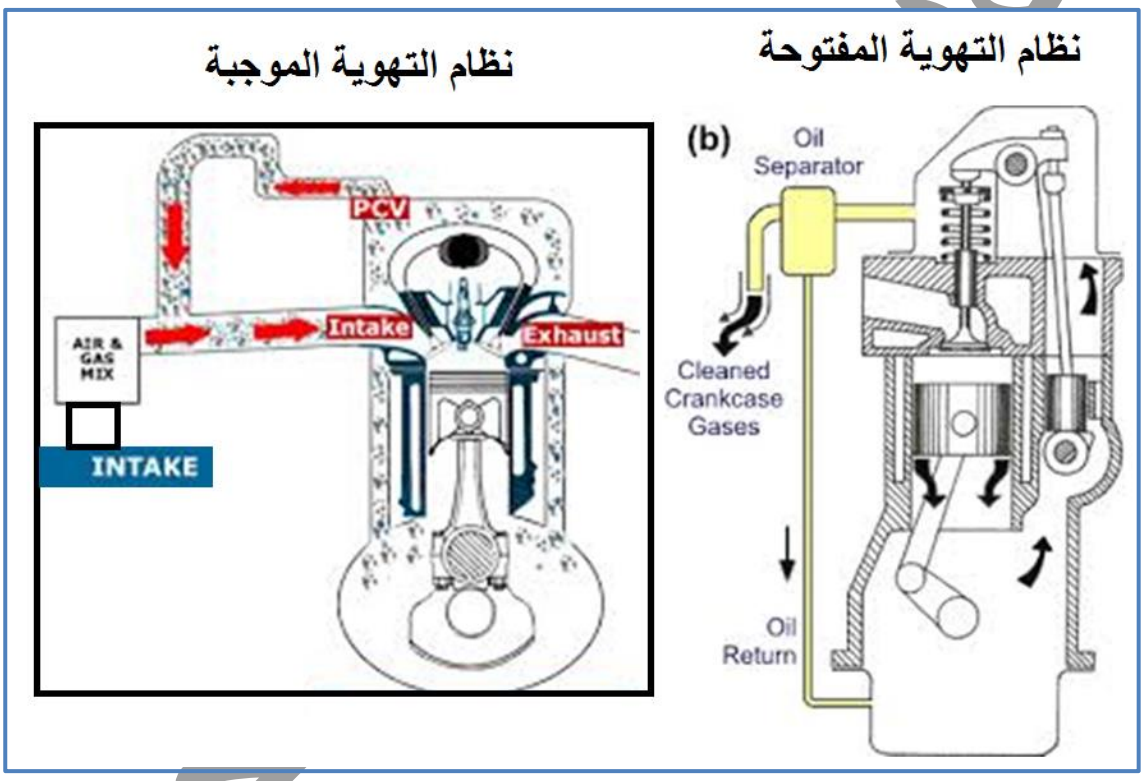


تهوية علبة المرفق Crankcase Ventilation

للحفاظ على الضغط داخل علبة المرفق وضمان عدم نقص كمية الزيت بها وذلك بالتخلص من الابخرة الضارة.

وسائل تهوية علبة المرفق: تحتوي دائرة تهوية علبة المرفق عامة على فتحة لدخول الهواء الي المحرك, فتحة لخروج الهواء من المحرك. يستخدم في تهوية المحركات الحديثة علبة مرفق محكمة لذا يطلق على نظام تهويتها **بنظام التهوية الموجبة للعلبة** Positive Crank Case Ventilation وفيه يتم ادخال تيار هواء التهوية من المرشح الرئيسي مباشرة والذي يدفع الابخرة المتجمعة بعلبة المرفق من فتحة الخروج الجانبية بالعلبة الي انبوبة خاصة تتصل بالمغذي او مشعب السحب لاعادتها ثانية إلى غرف الاحتراق مع خليط الهواء والوقود عبر صمام التهوية الموجبة لعلبة المرفق.

اما في المحركات القديمة فتحتوي **على نظام تهوية مفتوح**, اي الهواء الممزوج بذرات الزيت يتم اخراجه مباشرتا الى المحيط الخارجي بعد عملية تكثيف الزيت.



الاعطال التي تصيب منظومة التزييت	
العطل	**الصيانة**
1- ضعف مضخة الزيت	تبديل
2- انسداد مجاري التزيت	تنظيف
3- ضعف منظم الضغط	اعادة ضبط او تبديل
4-انسداد المصفي المعدني	تنظيف
5-عطل مؤشر الضغط	تبديل
6- تسرب الزيت من الوعاء او شرخ في وعاء الزيت	اصلاح التسريب او تبديل الوعاء

منظومـــة التبريـد
مقدمـــة Introduction

معظم الطاقة الحرارية في المحركات (ربما 65%) تخسر خلال منظومة التبريد ومنظومة العادم اضافتا الى الاحتكاك. ان درجة حرارة الغازات المتولدة نتيجة الاحتراق يمكن ان تصل الى 2300- 2500 م°. هذه درجة حرارة عالية جدا ربما تسبب تلف الزيت او اختلاف حجم الاجزاء المتحركة او ذوبانها. ولهذا درجة الحرارة **يجب ان تخفض الى حوالى 150-200 م°** وهي درجة الحرارة التي يمكن ان يعمل بها المحرك بكفائة. عند درجة الحرارة هذه تكون غرفة الاحتراق Combustion Chamber حارة بما فيه الكفاية لتبخير الوقود، مما يساعد على احتراق أفضل ونواتج احتراق أقل. الزيت المستعمل في تزييت المحرك لديه لزوجة منخفضة (يكون أرق Thinner)، لذلك فإن أجزاء المحرك تتحرك بحرية أكثر، وبالتالي فإن المحرك يفقد طاقة أقل لتحريك مكوناته الداخلية. تآكل أو إهتراء wear أقل للأجزاء المعدنية. وعندما يكون المحرك بارداً، فإن مكونات المحرك تضعف بسرعة، وتكون كفاءته أقل، وانبعاثاته أكثر تلوثاً. مهمة نظام التبريد Cooling System الأساسية هي الاهتمام في تلك الحرار. إن نظام التبريد في سيارة تسير على الطريق العام، باستطاعته تشتيت حرارة كافية لتسخين بيتين من الحجم المتوسط. إن **العمل الأساسي** لنظام التبريد هو الحفاظ على حرارة المحرك في الوضع الطبيعي عبر تشتيت الحرارة الزائدة إلى الهواء. **وقد لوحظ ان:**

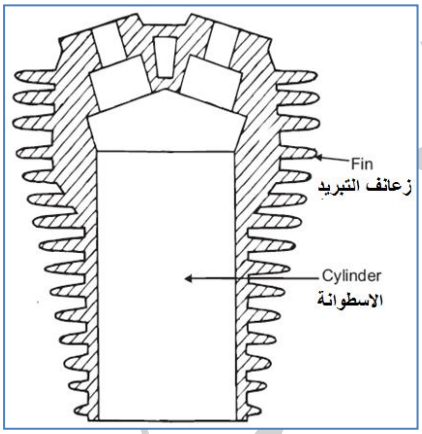
I. **تقريبا 20-35% من مجمل الحرارة المتولدة من الاحتراق تحول الى طاقة ميكانيكية.**
II. **نظام التبريد صمم لازالة 30-35% من الحرارة الكلية.**
III. **الحرارة المتبقية تخسر من خلال الاجزاء المتحركة وباقي الحرارة تحمل خارج المحرك بواسطة نظام العادم.**

وظائف نظام التبريد:

1. **الوصول السريع لدرجة حرارة التشغيل للمحرك.**
2. **المحافظة علي درجة حرارة التشغيل للمحرك وثابتها عند كل ظروف التشغيل.**
3. **التخلص من الحرارة الزائدة في المحرك.**
4. **المساهمة في عملية التدفئة في السيارة.**

ت	مساوئ التشغيل على البارد	مساوئ التشغيل على الساخن
1	كفائة المحرك اقل	اشتعال مبكر, يولد عملية الطرق او الصفع
2	استهلاك للوقود اكثر	احتراق الصمامات
3	انبعاثات المحرك اكثر	اخفاق التزييت
4	استهلاك الاجزاء الداخلية المتحركة اسرع	تلف غطاء راس الاسطوانات (اعوجاج او شرخ)
5	صدور اصوات	احتمال كبيرتلف كراسي عمود المرفق
6	استهلاك الاسطوانات	تلف حلاقات المكبس

هناك نوعان من أنظمة التبريد موجودة في السيارات: **التبريد بالهواء و التبريد بالسائل**

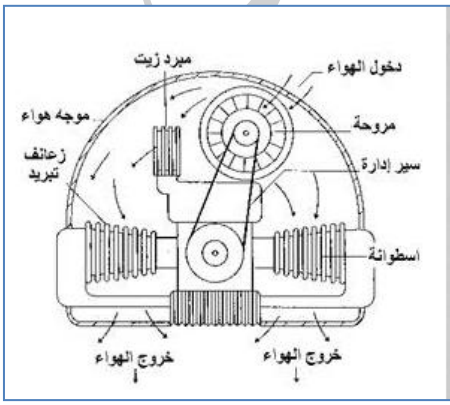


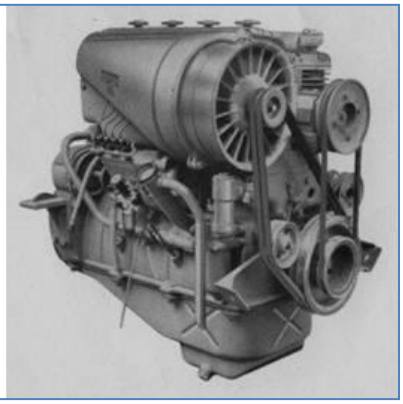
نظام التبريد بالهواء

نظام التبريد بالهواء يستخدم بصورة واسعة في المحركات الصغير (15-20kW) ومحركات الطائرات وبعض محركات الديزل الكبيرة خصوصا في السيارات العسكرية. في هذا النظام **يجهز** المحرك بزعانف او اسطح ممتدة على جدار الاسطوانة الخارجي, غطاء راس الاسطوانة,...الخ. الحرارة المتولدة نتيجة الاحتراق في المحرك تُنقل الى الزعانف, من خلال سريان الهواء عبر الزعانف سوف تنقل الحرارة من الزعانف الى الهواء او المحيط الخارجي للمحرك.

كفائة نظام التبريد بالهواء تعتمد على:

- ✓ كمية الهواء المار خلال الزعانف.
- ✓ المساحة السطحية للزعانف.
- ✓ كفائة التوصيل الحراري لمعدن الزعانف المستخدم.





الاجزاء الرئيسية لمنظومة التبريد الهوائي:

1. مروحة كبيرة
2. موجه هواء
3. مبرد زيت
4. أسطوانات منفصلة وبها زعانف.

محاسن التبريد بالهواء:

1. نظام التبريد مختصر والصيانة المطلوبة للنظام قليلة جدا, بسبب قلة الاجزاء.
2. احتمال فشل نظام التبريد بالهواء قليل جدا او معدومة.
3. يمكن استخدامة في المناطق الباردة جدا وبفعالية. ليس هناك احتمال تلف نتيجة التجمد في الأجواء الباردة. ولهذا ليس هناك حاجة إلى مانع التجمد أو إضافات منع الصدأ مطلوبة.
4. المحرك يمكنه العمل في درجات حرارة أعلى من محركات التبريد بالسائل المماثل له, مما يزيد كفاءة التشغيل.
5. أن محرك التبريد بالهواء أخف وزنا عن محرك التبريد بالسائل المماثل له. تستخدم في العادة سبيكة الألمنيوم لتصنيع المحرك وأجزائه حيث إنها أفضل من ناحية التوصيل من حديد الزهر أو الصلب. بالإضافة إلى وزن قميص المياه.
6. محركات التبريد بالهواء تصل الى درجة حرارة التشغيل في وقت أقصر واسريع من محركات التبريد بالسائل.

مساوئ نظام التبريد بالهواء:

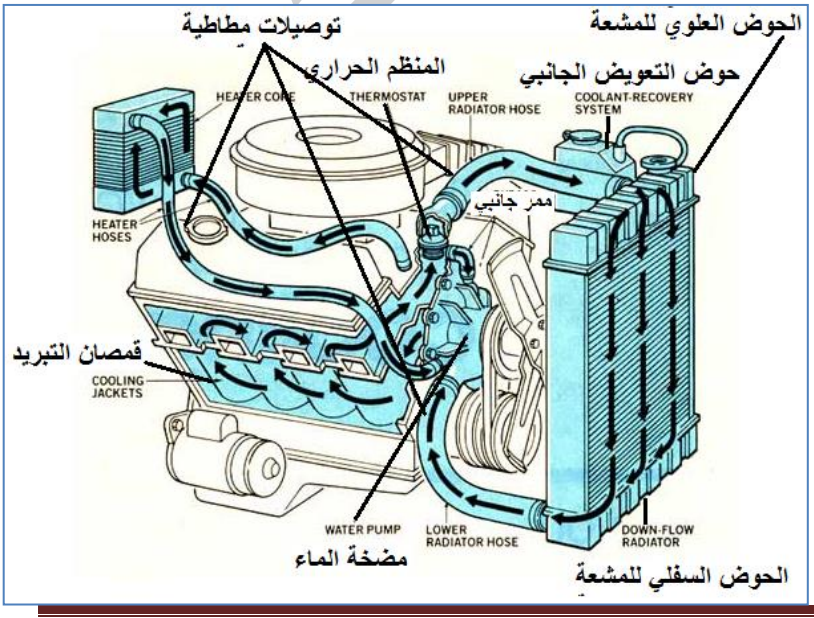
1. **يحتاج إلى مروحة كبيرة وموجه للهواء.** (مروحة بهذا النوع تستهلك جزء من قدرة المحرك عند إدارتها عن طريق المحرك وبالتالي تقلل من قدرة المحرك المستفاد منها. كما أن المروحة بهذا الحجم يصدر منها صوت دفع الهواء, مما يزيد من الضوضاء).
2. **كفائة المنظومة اقل مقارنتا بالتبريد بالسائل عند السرعات العالية والاحمال الكبيرة.**
3. **لا يمكن استخدامة في المناطق المغلقة,** لانه يعتمد على درجة حرارة المحيط الخارجي للمحرك.
4. **يعتبر المحرك غير هادئ وذو اصوات (ضوضاء) عالية مقارنتا بالتبريد بالسائل.** لعدم وجود الجيوب المائية وسائل التبريد لتخميد الضوضاء الصادرة من المحرك. اضافتا, الضوضاء الميكانيكية للمحرك تكبر نتيجة الزعانف. فإن كل ذلك يؤدي إلى تشغيل ذو ضوضاء عالية والتي في الغالب سوف تكبّر عن طريق أجزاء نظام موجه الهواء.
5. **أكثر كلفة لان الأسطوانات تصنع منفصلة لوضع الزعانف.** الاسطوانات يجب أن تكون على مسافات كبيرة نسبيا لضمان تشكيل الزعانف, مم يتسبب في طول المحرك ذو الشكل المستقيم, طول لعمود المرفق وعلبة المرفق وبالتالي أثقل وزناُ. ولهذا فإن معظم محركات تبريد الهواء تكون مرتبة على شكل حرف V أو أفقية متقابلة والتي تكون أقل طول واقل تكلفة من النظام البسيط للمحرك المستقيم.
6. **يحتاج إلى نوع متطور من زيت التزييت.** أعلى سعرا وذلك لأن درجة حرارة التشغيل مرتفعة.
7. **موجه الهواء المحيط بالمحرك يُصعِب عملية الوصول إلى أجزاء المحرك لإجراء الصيانة والضبط ويعمل كمكبر للصوت.** كما إنه في حالة عدم احكامه جيدا فإنه يؤدي إلى عمل ضوضاء.
8. **يحتاج الى كمية زيت اكبر مقارنتا بالمحركات المبردة بالسائل.** زيت التزييت (حيث هو الوسيط المتاح للتخلص من حرارة المكبس وحلقات المكبس وكراسي التحميل) ولهذا تحتاج محركات تبريد الهواء إلى كمية زيت اكبر ومبادل حراري (مبرد زيت) لتبريد الزيت, (هذا على الرغم من إنه أصغر وأخف عن مشع المياه فهو ليس أرخص).
9. **أنه من الصعب الحصول على تلوث منخفض من محرك تبريد بالهواء.** هذا سبب آخر لاستخدام معظم السيارات تبريد المياه.
10. **من الصعب عمل نظام تدفئة لحيز السيارة من الداخل.**

صيانة منظومة التبريد بالهواء:

في الغالب المنظومة لاتحتاج الى صيانة معقدة او مكلفة. وصيانتها عن طريق استخدام الهواء المضغوط لطرد ذرات الغبار والإتربة. اذا كان مُستخدم مروحة تبريد فان المروحة تحتاج الى صيانة مثل كراسي التحميل للمروحة والحزام الناقل للحركة.

نظام التبريد بالسائل Liquid Cooling System:

في نظام التبريد بالسائل في السيارات يمر السائل خلال أنابيب وممرات داخلية في المحرك. خلال مرور السائل التبريد في المحرك الحار، فإنه يمتص الحرارة منه وبالتالي يبرده, وبعد خروج السائل من المحرك، فإنه يمر من خلال المبادل الحراري أو المبرد، والذي يقوم بنقل الحرارة من السائل إلى الهواء الذي يمر من خلال المبادل. **يُستخدم السائل لتبريد المحرك والهواء لتبريد السائل.**

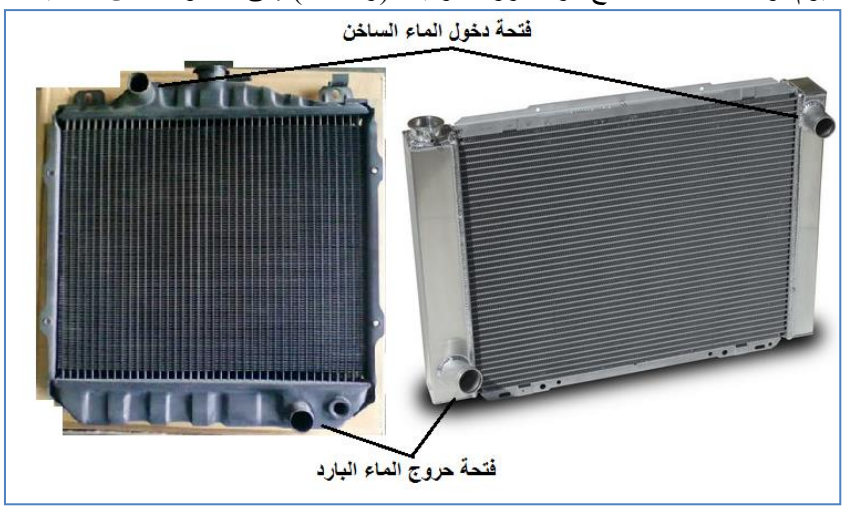


اجزاء منظومة التبريد بالسائل:

1. المشعة - مبادل حراري (Heat Exchanger or Radiator).
2. غطاء المشعة (Radiator Cap).
3. قمصان التبريد. (Water jackets)
4. المروحة (Fan).
5. مضخة المياه (Water pump).
6. المنظم الحراري (Thermostat).
7. سائل التبريد. (Coolant Fluid).
8. خزان الفائض (Expansion Tank).

1- المشعة: المبادل حراري (Heat Exchanger or Radiator):

المشعة (الراديتور) عبارة عن نوع من أنواع مشتتات الحرارة. والمشعة **تركب** أمام المحرك على بدن السيارة بأحكام على وسائد مطاطية لمنع اهتزازها وتلفها. وهي **مصممة** لنقل الحرارة من سائل التبريد الحار والذي يمر من خلالها إلى الهواء الذي يمر من خلال المشعة بواسطة المروحة. تصنع من الحديد او النحاس او الالمنيوم. وهذه المشعة تصنع بربط زوائد رقيقة (زعانف) إلى مجموعة من الانابيب.



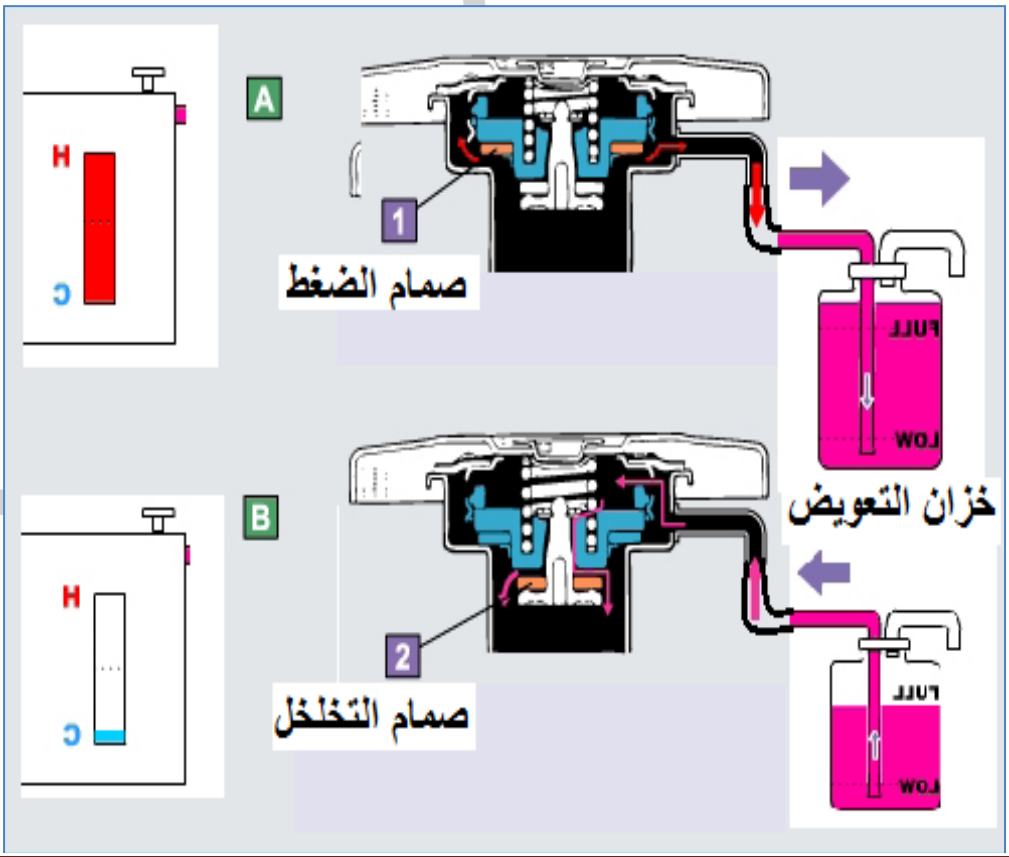
سائل التبريد يتدفق من مدخل المشعة إلى مخرجه خلال العديد من الأنابيب المصفوفة في ترتيب متوازي على شكل افقي او عمودي. وتقوم الزوائد (زعانف) بسحب الحرارة من الأنابيب ومن ثم بنقلها إلى الهواء المار من خِلال المشعة.

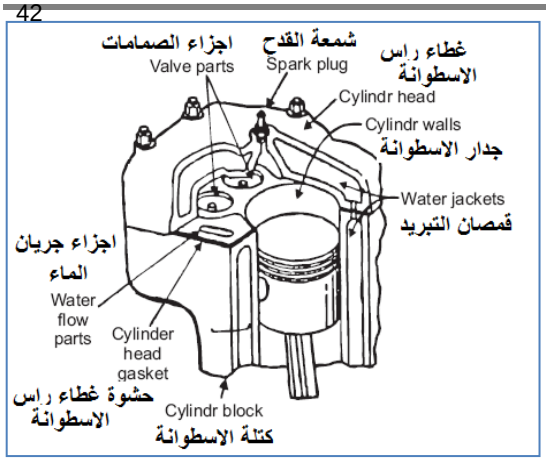
أحياناً يكون لهذه الأنابيب نوع من الزوائد موضوعة بداخلها تسمى (turbulator) والتي تقوم بزيادة حركة السائل الذي يتدفق داخل الأنابيب. إذا ما تدفق السائل بسهولة وبطئ في داخل الأنابيب فإن السائل الذي يلمس الأنابيب فقط هو الذي سوف يبرد مباشرة. كمية الحرارة التي تنتقل من السائل إلى الأنابيب التي يمر بها، تعتمد على اختلاف درجة الحرارة بين السائل والأنابيب التي يلامسها.

2- غطاء المشعة (Radiator Cap):

في الحقيقة غطاء المشع يرفع نقطة غليان سائل التبريد عن ما قبل حوالي (25). أن الغطاء عبارة عن صمام سيطرة للضغط. نقطة غليان الماء تزيد عندما يكون الماء تحت الضغط (عندما يسخن السائل داخل نظام التبريد فإنه يتمدد مما يولد ضغطاً). لا يمكن للضغط أن يخرج إلا من عند الغطاء لذلك فأن **إعدادات** النابض (Spring) على الغطاء يحدد الضغط بداخل نظام التبريد. وعندما يصل الضغط إلى الحد المطلوب فإن الضغط يدفع الصمام لينفتح مما يسمح لسائل التبريد بالخروج من نظام التبريد. سائل التبريد هذا يمر من خلال أنبوب الفائض وينتقل إلى خزان الفائض (هذا الترتيب يبقي الهواء خارج نظام التبريد). عندما يبرد المشع فإنه يحدث نوع من الفراغ في داخل نظام التبريد والذي يقوم بسحب/فتح نابض اخر (صمام التخلخل) والذي يسحب الماء من خزان الفائض إلى الداخل وذلك ليحل مكان الماء الذي تم طرده.

- **عند درجة الحرارة العالية يرتفع الضغط داخل المشعة: يخرج الماء الى خزان التعويض لتقليل الضغط.**
- **عند انخفاض درجة الحرارة يقل الضغط داخل المشعة: نتيجة التخلخل بالضغط يداخل الماء الى المشعة.**



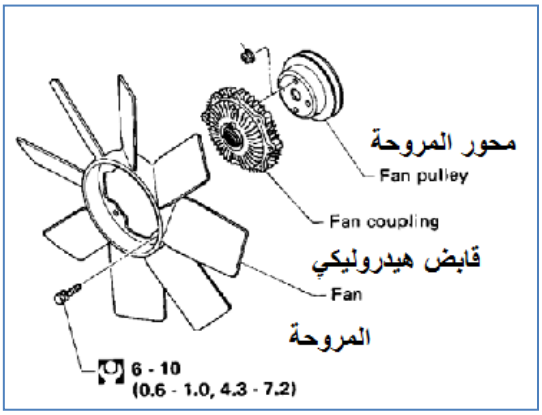


3- قمصان التبريد:

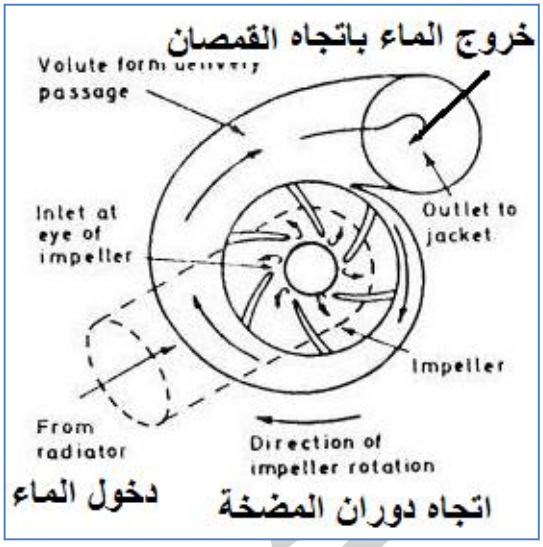
قمصان التبريد وهي مجاري تحيط بالاسطوانات في جسم المحرك, حول الصمامات برأس الاسطوانات واي جزء ساخن يراد ان يُبرد. الحرارة المتولدة في الاسطوانات تسري خلال الجدران الى مجاري التبريد (قمصان التبريد). الماء يسري خلال المجاري ليمتص الحرارة المتولدة. هذا الماء الساخن سوف يبُرد بواسطة المشعة.

4- المروحة (Fan):

الغرض من المروحة هو إيجاد تيار هوائي شديد ليمر خلال المشع. ويركب غلاف موجه حول المروحة لزيادة جودتها ولضمان مرور جميع الهواء المندفع بواسطة المروحة خلال المشع. **السيارات ذات السحب الأمامي تكون المراوح فيها كهربائية** (لأن المحرك عادة يكون بوضع عرضي). **يتم التحكم بالمراوح إما بواسطة مفتاح حراري أو بواسطة كمبيوتر السيارة** ويتم تشغيلها عندما ترتفع درجة حرارة سائل التبريد فوق الدرجة المحددة. ويتم إطفائها عندما تنخفض درجة حرارة السائل إلى ما تحت هذه النقطة.



السيارات ذات الدفع الخلفي ذات المحركات الطولية تحتوي على مراوح تبريد يتم تحريكها بواسطة سير/حِزام، هذه المراوح تحتوي على قابض حراري يتحكم بها. هذا القابض موضوع في محور المروحة، في مواجهة الهواء القادم من المشعة. يحوي هذا القابض على سائل لزج يتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة فيجعل القابض في حالة وصل. عنده بداية التشغيل او عند درجات الحرارة المنخفضة يكون الهواء القادم من المشعة بارد فيتقلص السائل سامحا للقابض بفك التعشيق اي لا يدوُر المروحة, وعند ارتفاع درجة الحرارة سوف يمر على القابض هواء ساخن وهنا سوف يتمدد السائل الموجود في القابض ويجعل القابض في حالة وصل اي يصل الحركة من محور المروح الى المروحة.



5- مضخة المياه (Water pump):

مضخة الماء مضخة طرد مركزية بسيطة تاخذ حركتها من عمود المرفق بواسطة حزام سير او ترس. المضخة تقوم بتدوير سائل التبريد عندما يكون المحرك يعمل. تستعمل مضخة الماء قوة الطرد المركزية لإرسال السائل للخارج عندما تدور، مما يؤدي إلى سحب السائل من الأجزاء الداخلية بشكل مستمر. تقع فتحة المضخة قريباً من الوسط وذلك لكي يضرب السائل العائد من المشعة (الراديتور) زعنف المضخة. وتدفع زعنف المضخة السائل إلى خارج المضخة حيث تقوم بإدخاله إلى المحرك. **عندما يخرج السائل من المضخة فإنه يندفع أولاً الى كتلة المحرك ورؤوس أسطواناته ثم يذهب إلى المشعة وفي النهاية يعود مره أخرى إلى المضخة.**

6- المنظم الحراري (Thermostat):

أن عمل منظم الحرارة الرئيسي هو السماح للمحرك بأن يسخن بسرعة وأن يحافظ على درجة حرارة المحرك هذه ثابتة. ويتم ذلك بتنظيم كمية الماء التي تمر بالمشعة. في درجات الحرارة المنخفضة يتم قفل مخرج الماء للمحرك بشكل كامل تقريبا، ويتم تدوير سائل التبريد داخل المحرك فقط. عندما تصل درجة حرارة سائل التبريد إلى ما بين (82-91 م°) فأنه يتم فتح منظم الحرارة (Thermostat) مما يسمح للسائل بالمرور في المشعة. وعندما تصل درجة حرارة سائل التبريد ما (93-103 م°) فإن منظم الحرارة يبقى مفتوح طوال الوقت.

إن سر منظم الحرارة يكمن في الأسطوانة الصغيرة الموجودة داخل الجهاز. هذه الأسطوانة مملوءة بالشمع والذي يبدأ بالذوبان عند درجة 82م° (بعض المنظمات الأخرى تفتح عند درجات حرارة مختلفة حسب الموصا بها). وهناك قضيب متصل بالصمام يضغط على هذا الشمع. وعندما يذوب الشمع فإنه يتمدد بشكل ملحوظ مما يدفع القضيب لخارج الأسطوانة مما يؤدي إلى فتح الصمام.

7- سائل التبريد: (Coolant Fluid):

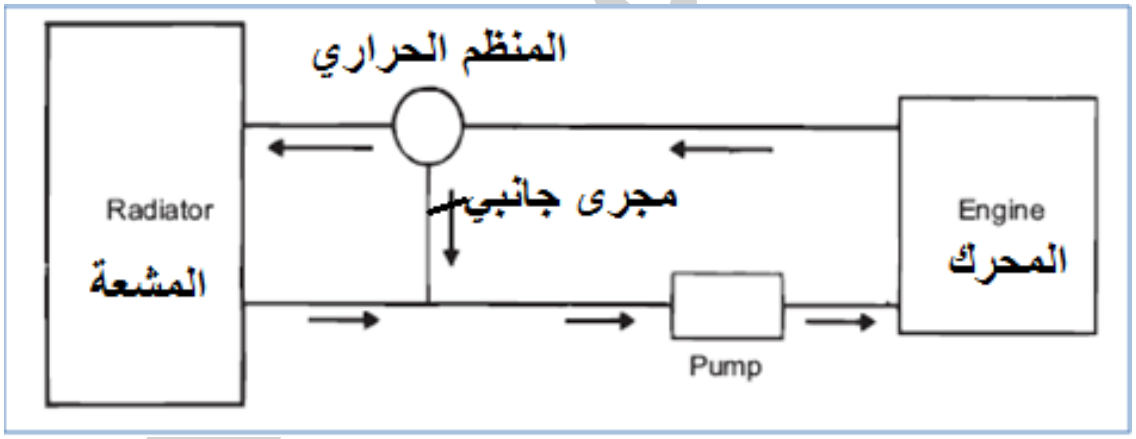
السيارات تعمل في ظروف مختلفة من درجات الحرارة، لذلك فمهما كان السائل المستخدم لتبريد المحرك **فيجب ان تكون درجة تجمده منخفضة جداً ودرجة غليانه عالية. وأن تكون لديه القدرة على حمل الكثير من الحرارة. يحتوي مضاد التجمد كذلك على إضافات لمقاومة التآكل.**

الماء من أحد السوائل الأكثر فعالية لحمل الحرارة ولكن الماء يتجمد عند درجة حرارة منخفضة ويتبخر عند درجة حرارة مرتفعة نسبياً. ليتم استخدام الماء لتبريد المحركات يجب تعديله. السائل الذي تستعمله معظم السيارات هو عبارة عن مزيج من الماء والإيثيلين جلايكول (Ethylene Glycol) ($C_2H_6O_2$)، وكذلك يعرف بمضاد التجمد. عبر إضافة الإيثيلين جلايكول إلى الماء فإن نقاط التجمد والغليان تتغير بشكل ملحوظ. درجة حرارة سائل التبريد يمكن أن تصل (121 إلى 135°), كذلك درجة انجماد سائل التبريد تصل الى تحت الصفر المؤي حتي ينجمد بالاعتماد على نوع المواد المضافة.

طريقة عمل منظومة التبريد بالماء:

عند بدء إدارة محرك السيارة تقوم المضخة بتدوير سائل التبريد الذي يمر بكتلة الاسطوانات ومنه إلى رأس المحرك وتمر المياه حول شمعات الإشعال وصمام العادم من الخارج للتبريد, تقود هذه الممرات السائل إلى أخطر الأماكن في المحرك. عند بداية التشغيل يكون منظم الحرارة مغلق (اي قاطع طريق المياه إلى المشع) حتى تصل درجة حرارة الماء الى درجة حرارة التشغيل (وبالتالي يعود الماء من ممر جانبي إلى كتلة الأسطوانات مرة أخري)، وعندما تصل درجة حرارة الماء إلى الدرجة المصمم عليها المنظم الحراري يبدأ بالفتح **وتخرج المياه من الفتحة العلوية للمحرك** ذاهبتا إلى المشع الذي يقوم بتشتيت الحرارة إلى الهواء (المحيط الجوي) **وتدخل المياه باردة إلى كتلة الاسطوانات من الفتحة السفلية للمشع**.

إن درجة الحرارة في غرفة الاحتراق داخل المحرك من الممكن أن تصل (2500 م)، لذلك فإن تبريد المنطقة حول الأسطوانة خطر جداً. المناطق حول صمامات العادم مناطق أساسية هامة ، وتقريباً كل المساحة داخل رؤوس الأسطوانة حول الصمامات والتي لا حاجة لها في الهيكل يتم ملئها بسائل التبريد. **إذا تم تشغيل المحرك بدون سائل** تبريد لفترة طويلة فإنه يتلف. وعندما يحدث هذا فإن المعدن يصبح حاراً جداً لدرجة أنه من الممكن أن يلتحم (ينصهر) المكبس بالأسطوانة. وهذا عادةً يعني تلف وتدمير للمحرك بالكامل. **إحدى الطرق المثيرة** لتخفيض الحاجة إلى نظام التبريد هو بتقليل كمية الحرارة التي تنتقل من غرفة الاحتراق إلى أجزاء المحرك المعدنية. يتم عمل ذلك في بعض المحركات بتغطية الجزء الداخلي العلوي من رأس الأسطوانة بطبقة رقيقة من الخزف. الخزف موصل سيئ للحرارة وبذلك تنتقل حرارة أقل إلى الأجزاء المعدنية للمحرك وكذلك يتم طرد الجزء الأكبر عبر العادم.



محاسن التبريد بالسائل:

1. محرك أقل ضوضاء (قمصان الماء تخمد الضوضاء الصادرة من داخل المحرك).
2. المروحة في نظام تبريد المياه أصغر وأقل ضوضاء وتستهلك جزء بسيط من قدرة المحرك.
3. يمكن وضع الاسطوانات بشكل متقارب مما يجعل المحرك أقل حجما.
4. العمر التشغيلي لمحركات التبريد بالسائل أطول 50% من العمر التشغيلي لمحركات التبريد بالهواء المماثلة. بسبب درجة الحرارة التشغيل الثابتة والصحيحة التي توفرها محركات التبريد بالسائل أثناء التشغيل. فلا يحدث انهيار زيت التزييت بسرعة.
5. ليس هناك ما يعيق الوصول لأجزاء المحرك لعدم وجود موجه الهواء فوق وحول هذه الأجزاء.
6. يعمل المحرك في ظروف جوية قاسية من الحرارة دون التعرض لمشكلة زيادة الحرارة.
7. ارتفاع درجة حرارة التشغيل مع النظام المغلق يزيد من كفاءة التشغيل. ولذلك يسمح باستخدام مشعة أصغر للمحركات التي تعمل عند درجة حرارة أقل (الأجواء الباردة).

مساوئ نظام التبريد بالسائل:

1. أجزاء أكثر ويحتاج إلى صيانة أكثر.
2. المحرك أغلى من نظيره المبرد بالهواء.
3. يحتاج إلى العديد من عمليات الصيانة مثل الكشف على مستوى المياه, إضافة مانع التجمد, مانع التاكل, تنظيف الرواسب.
4. المحرك معرض للتلف نتيجة تجمد المياه في الأجواء الباردة.

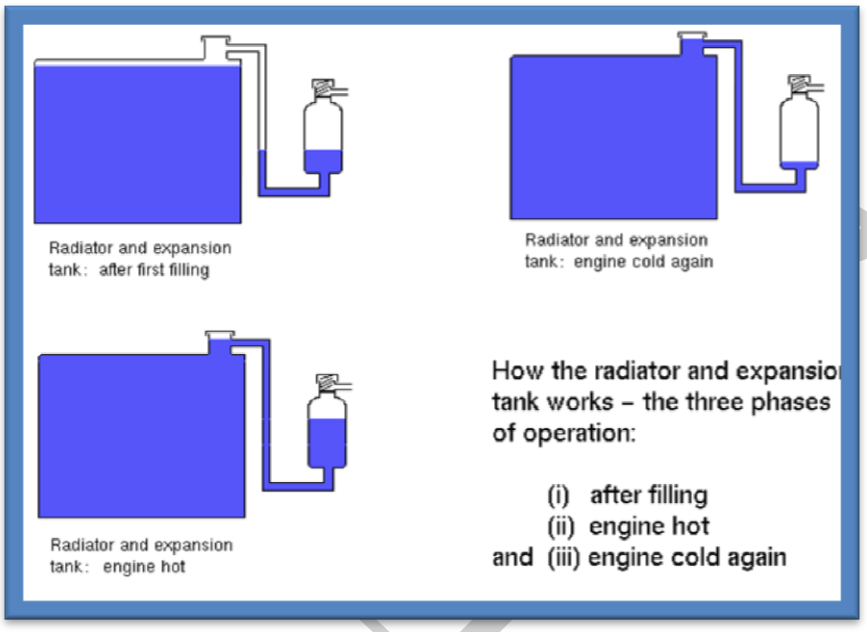
5. المحرك يأخذ وقت أطول للوصول إلى درجة حرارة التشغيل (الوقت اللازم لتسخين المياه).
6. - تسريب السائل يعد من أكبر المشاكل التي تواجه محركات التبريد بالسوائل, ارتفاع درجة الحرارة تؤدي إلى تلف المحرك. في المركبات الحربية عند إصابة المشعة برصاصة أو شظية يؤدي إلى توقف المركبة نتيجة فشل المحرك (تصلبه).

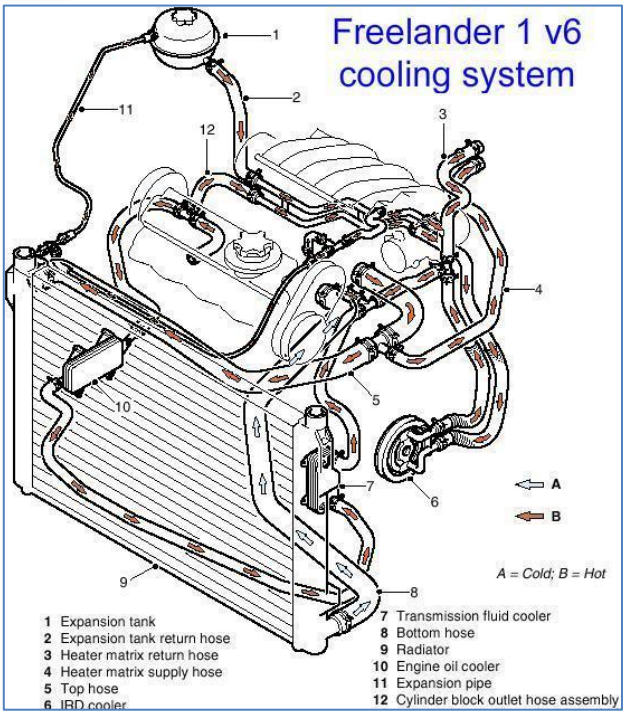
انواع نظام دورة التبريد بالسائل:

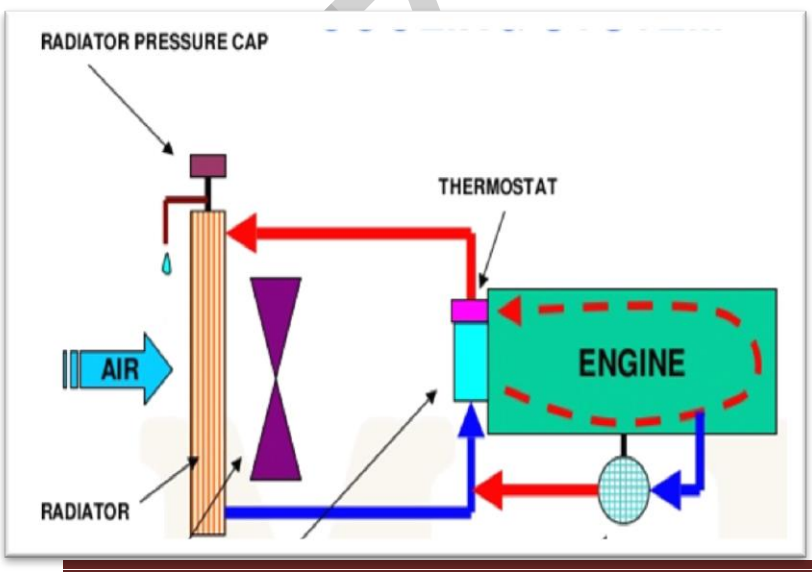
1- الدورة المفتوحة. 2- الدورة المغلقة. 3- الدورة المشتركة.

اعطال وصيانة منظومة التبريد بالسائل:

1. يجب ملاحظة مستوى ماء التبريد دوريا **ويضاف الماء والمحرك بارد**. اذا كان المحرك **ساخنا** يراعي تشغيل المحرك واضافة الماء, **والا**, فانه يؤدي الى شروخ في جدار الاسطوانات, كتلة الاسطوانات, غطاء راس الاسطونات,... الخ.
2. **عند نقص ماء التبريد يختبر إحكام المشع, توصيلاته, غطاء المشع, إذا ظهرت فقاعات هواء او وجود زيت** دل ذلك على عدم إحكام حشوات منع التسرب لكتلة وغطاء الاسطوانات.
3. في بعض منظومات التبريد بالسائل, يوجد مرشح ترسبات (filter), يجب تبديل المرشح حسب توصيات المنتج.
4. ازالة الاتربة والتكلسات التي تتكدس على المشع من الخارج وخصوصا في اجواء العراق او المناطق الترابية.
5. وجوب تنظيف المشع من الداخل من وقت لأخر لتجنب انسداد القنوات الداخلية.
6. تبديل سائل التبريد **كل سنة**.







المقدمة :

تتم عمليات الاحتراق في محركات البنزين عن طريق شرارة كهربية تصل قيمتها ألأن في بعض المنظومات إلى 45000 فولت، وتعمل تلك الشرارة على بدء إشعال مخلوط الهواء والبنزين المضغوط داخل الأسطوانة في نهاية شوط الضغط، ولقد تطورة منظومات الإشعال كثيرًا حتى وصلنا إلى الإشعال المباشر بدون موزع.

وظيفة نظام الإشعال: يجب على منظومة الاشعال عمل الوظائف التالية

1. تأمين شرارة كهربية ذات جهد عالٍ.
2. توقيت منظم لحدوث الشرارة.
3. توزيع الشرارة على اسطوانات المحرك حسب ترتيب الإشعال.
4. في بعض المحركات وسيلة للتعرف على عدد لفات المحرك.

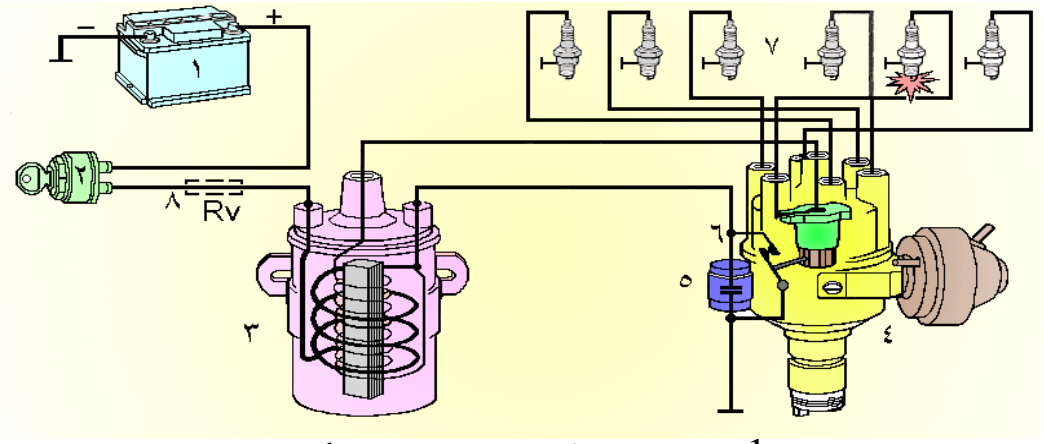
مراحل تطور منظومات الإشعال: قد مرت منظومات الإشعال بمراحل تطور وهي :

1. منظومات الإشعال التقليدية.
2. منظومات الإشعال الالكترونية بقاطع اتصال .
3. منظومات الإشعال الالكترونية الكاملة (مولد النبضة الحثي).
4. منظومات الإشعال الالكترونية الكاملة (مولد هول).
5. منظومات الإشعال الالكترونية بدون موزع.
6. منظومات الإشعال المباشر.

نظام الإشعال التقليدي

يتكون نظام الإشعال التقليدي من الأجزاء التالية

1/ البطارية.
2/ مفتاح الإشعال.
3/ ملف الإشعال.
4/ الموزع.
5/ المكثف.
6/ قاطع التلامس.
7/ شمعات الإشعال.
8/ مقاومة الموازنة



الشكل(1) يبين دائرة الإشعال التقليدي و أجزاءها.

ملف الإشعال (Ignition Coil)

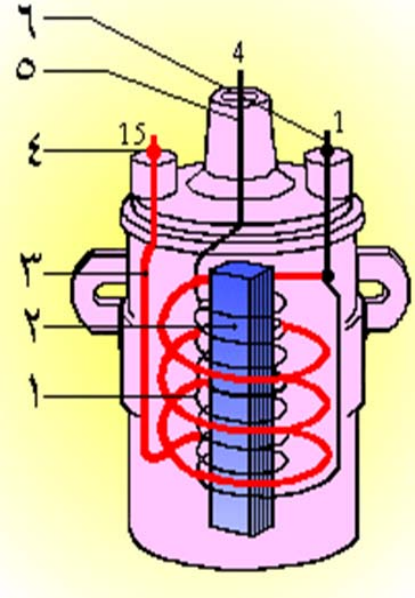
وهو عبارة عن محول كهربائي. يقوم بتحويل جهد البطارية المنخفض إلى جهد إشعال عالٍ ويتكون من ما يلي:

1- قلب من رقائق الحديد المطاوع المعزول .

2- الملف الابتدائي ويتكون من عدد قليل من اللفات المصنوعة من سلك النحاس ويكون قطرها أكبر من قطر أسلاك الملف الثانوي.

3- الملف الثانوي ويتكون من عدد كبير من اللفات المصنوعة من أسلاك النحاس ذات القطر الرفيع والمعزولة، .ويوضع فوقها الملف الابتدائي.

ويلف هذان الملفان أحدهما داخل الآخر حيث يلف الملف الثانوي أولاً حول القلب الحديدي ثم يلف حوله الملف الابتدائي. ويتم توصيل الملف الابتدائي مع البطارية عند النقطة (15) . كما يتم توصيل بداية الملف الثانوي مع نهاية الملف الابتدائي وتكون نهاية الملف الثانوي (4) متصلة مع موزع الإشعال، وتوصل النقطة (1) مع قاطع التلامس، كما يوجد بداخل بعض أنواع ملفات الإشعال زيت لتبريد الحرارة الناتجة عن مرور التيار الكهربائي ذي الجهد العالي.

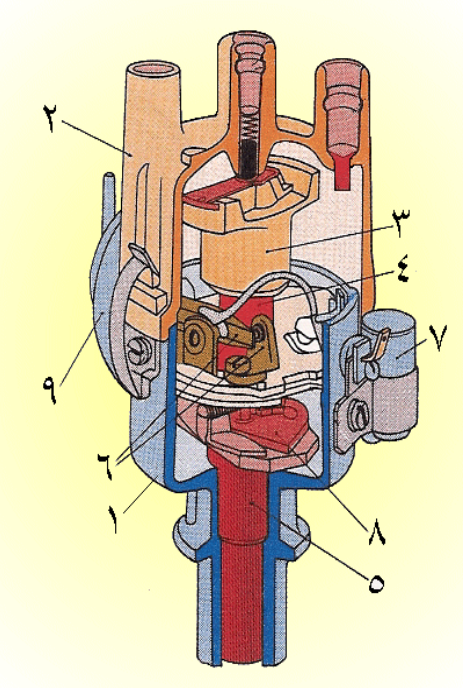


1- الملف الثانوي
2- قلب من رقائق الحديد المطاوع المعزول
3- الملف الابتدائي
4- مدخل التيار القادم من مفتاح الإشعال
5- التيار الخارج ذو الجهد العالي إلى موزع الإشعال
6- التيار الخارج والذاهب إلى قاطع التلامس

الشكل(2) يبين أجزاء ملف الإشعال

موزع الشرر(Distributor)

يعد موزع الشرر هو المكون الأساس لنظام الإشعال وذلك لقيامه بأغلب الوظائف ويتكون من:



1/ جسم الموزع .Distributor Housing
2/ غطاء الموزع Distributor Cap.
3/ العضو الدوار (الشاكوش) Rotor Electrode.
4/ حدبات القطع (كامة) Breaker Cam .
5/ عمود الموزع Distributor Shaft.
6/ قاطع التلامس. (البلاتين) Contact Breaker
7/ المكثف Condenser.
8/ وحدة الطرد المركزي.Centrifugal Advance Mechanism
9/ وحدة التخلل Vacuum Unit .

غطاء الموزع Distributor Cap

وهو غطاء للموزع ويحتوي بداخله على عدد من النحاسات تقدر بعدد الأسطوانات موزعة على محيطه كما يوجد عند مركز الغطاء جزء خاص لتوصيل الضغط العالي من ملف الإشعال

Breaker Cam تقوم حدبات القطع المشكلة على عمود الموزع بفتح وغلق البلاتين ويستمد موزع الشرر حركته من عمود كامات المحرك ويدور بنفس سرعته.

المكثف Condenser يتكون المكثف من شريطين أو مجموعة من الشرائط من رقائق الألومنيوم أو الرصاص أو القصدير وبينهما شرائح عازلة من ورق مشبع بالبارفين وبحيث يكون للمكثف سطح كبير لاختزان الطاقة الكهربائية المتولدة عبر القوس الكهربائي عند فتح البلاتين . و تلف هذه الشرائط على هيئة أسطوانة وتوضع داخل علبة من الألومنيوم ويتصل أحد طرفي ألواح المكثف من الداخل بالعلبة "توصيلة الكهربائي أرضي" بينما الطرف الآخر يتصل بسلك بالملف الابتدائي، ويوصل المكثف بقاطع التلامس على التوازي وللمكثف فائدتان أساسيتان هما :

1/ تخزين الطاقة الكهربائية المارة لفتح البلاتين وبذلك يحمي نقاط التلامس من الحريق و التلف من شرارة القوس الكهربائي.

2/ إعادة تفريغ هذه الطاقة في اتجاه معاكس لمرور التيار في الملف الابتدائي عندما يتلامس البلاتين مما يعمل على توليد مجال مغناطيسي عكسي، يعمل علي سرعة انهيار المجال المغناطيسي الأصلي المتولد حول الملف الابتدائي، ويؤدي ذلك إلى زيادة الجهد الناتج بالملف الثانوي. و يؤدي أي عيب بالمكثف لسرعة تلف قاطع التلامس وضعف أو انعدام الشرارة بالشمعات.

قاطع التلامس. (البلاتين) **(Contact Breaker)**

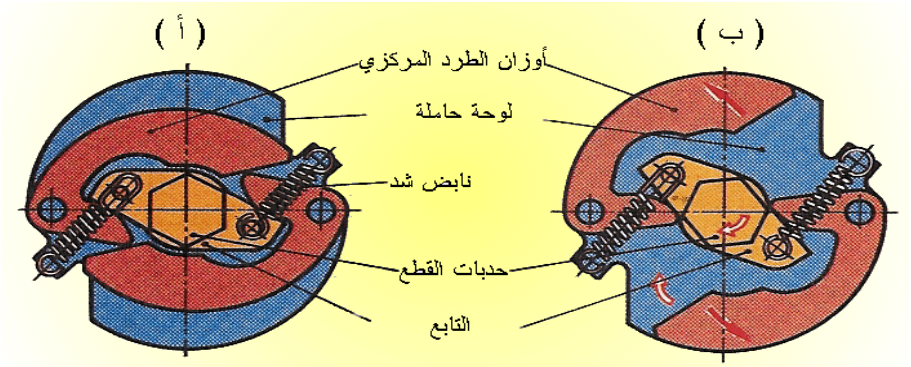
وهو يتحكم في زمن مرور التيار في اللفيفة الابتدائية وذلك بفتح وغلق نقاط التلامس، ويصنع من التنجستن أو سبيكة البلاتنيوم والأرديوم وتثبت على صينية الموزع وتقوم بتقطيع تيار الدائرة الابتدائية لإطلاق الطاقة الكهرومغناطيسية من الملف الابتدائي واستنتاج الجهد العالي من الملف الثانوي، ويتكون البلاتين من قطعتين إحداهما متحركة عن طريق كامة عمود الموزع والأخرى ثابتة ومتصلة مع الأرضي عن طريق جسم الموزع.

أهمية تنظيم توقيت الإشعال :

يجب ان تحدث شرارة الاشعال عند **نقطة معينة من شوط المكبس** (مثلا عند 15 درجة قبل ن م.ع) من اجل حرق الخليط, حيث في السرعات العالية يجب التبكير عن **الدرجة المحددة مسبقا** ويقوم بهذه المهمة **المنظم** الذي يعمل بالقوة الطاردة المركزية, وفي السرعات البطيئة يجب التاخير عن **الدرجة المحددة مسبقا**, ويقوم بهذه المهمة **المنظم** الذي يعمل **بتخلخل الضغط**.

أولاً : منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي :

يوجد منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي داخل موزع الإشعال بأسفل لوحة قاطع التلامس، و يكون مثبتاً على عمود الموزع نفسه والشكل رقم (5) يبين الأجزاء المكونة له



الشكل (5) يبين منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي المستخدم في المركبات.

1/ عند زيادة السرعة :

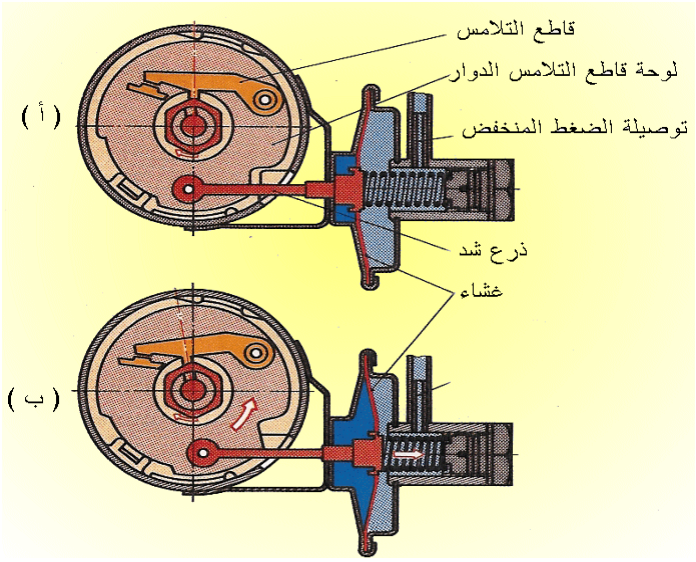
نتيجة زيادة سرعة المحرك تقوم القوة الطاردة المركزية المؤثرة على الأوزان " الكتل " بالانفراج نحو الخارج كما في الوضع (أ) وبالتالي بتدوير التابع والحدبة باتجاه دوران عمود موزع الإشعال فيحصل تقديم " تبكير " للشرارة الكهربائية.

2/ عند نقصان السرعة :

نتيجة انخفاض سرعة المحرك تنكمش الأوزان إلى الداخل كما في الوضع (ب) وتقوم بتدوير التابع والحدبة بعكس اتجاه دوران عمود موزع الإشعال فيحصل تأخير لشرارة الإشعال إلى أن تصل إلى موعدها. وعند ما يصل المحرك إلى السرعات البطيئة والـلاحمل لا تعمل الكتل النابذة بهذه السرعات وبالتالي لا يحدث أي تقديم أو تأخير في الشرارة وفي هذه الحالة يقوم المنظم الذي يعمل بالضغط المنخفض " التخلخل " بدوره .

ثانياً : منظم التخلل :

يركب خارج موزع الإشعال ويثبت عليه ويتكون من غشاء مرن يفصل بين غرفتين,الغرفة اليمنى متصلة بأنبوب السحب للمحرك بواسطة خرطوم وفيها يسود الضغط المنخفض والغرفة اليسرى متصلة بالجو الخارجي ويتصل بالغشاء المرن قضيب الشد والطرف الثاني لقضيب الشد يتصل بلوح قاطع التلامس الدوار. ويقوم النابض بإرجاع الغشاء المرن إلى وضعه الأول عند نقصان الضغط المنخفض " التخلخل " كما في الشكل رقم (6)



1/ عند السرعة البطيئة :

عندما يكون صمام الخانق مغلقا, يزداد **تخلخل الضغط في غرفة الاحتراق** (سرعة جريان الخليط تكون بطيئة, **غرفة الاحتراق تحتاج الى زمن اكبر حتى تمتلئ**). فبزيادة التخلخل ينجذب الغشاء ويشد مع قضيب الشد **مدورةً** لوحة قاطع التلامس بعكس دوران الحدبة فيحدث تأخير في موعد الشرارة **عن الدرجة المحددة مسبقا, كما في الشكل (ب).**

2/ عند السرعة العالية:

ينقص التخلخل في غرفة التخلخل بالمنظم ويقوم النابض بدفع الغشاء نحو اليسار وتدور لوحة قاطع التلامس الدوار بنفس اتجاه دوران الكامه كما في الوضع (أ) ويتوقف عمل منظم التخلل. وعندما يصل المحرك إلى السرعات العالية يعمل المنظم الطردي.

شمعة الإشعال

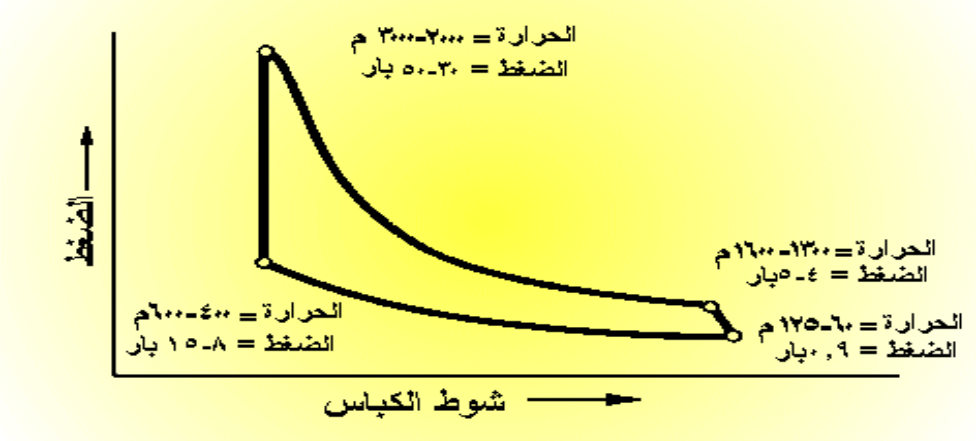
وظيفة شمعة الإشعال هي توصيل تيار الإشعال ذي الجهد العالي إلى غرفة الاحتراق في أسطوانات المحرك بطريقة معزولة وتحويلها إلى شرارة تقفز بين الإلكترودين الموجب والسالب محدثة إشعال خليط الوقود والهواء.

الشكل رقم (7) يبين درجات الحرارة والضغط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال لذلك يجب أن تتوفر في شمعة الإشعال الشروط التالية :

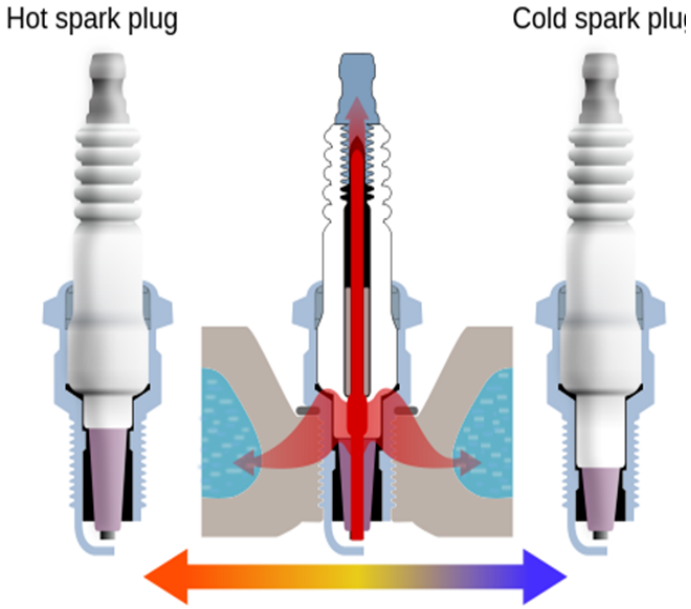
1/ تحمل الإجهادات الحرارة الواقعة عليها .

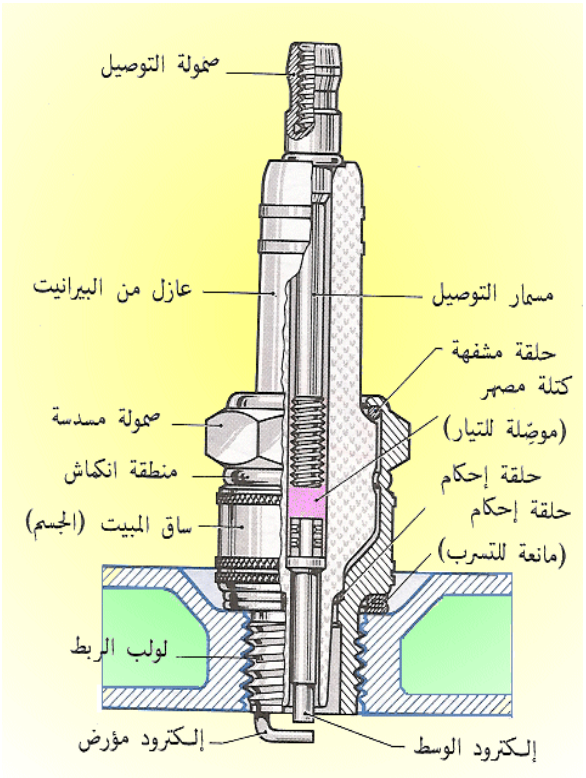
2/ مقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية ضد الضغط والصدمات.

3/ ذات موصلية حرارية جيدة مع عزل كهربائي عال .



الشكل (7) يبين درجات الحرارة والضغوط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال





مقاومة التوالي الموازنة

تعمل عند بدء الإدارة والمحرك بارد بإمداد تيار عال إلى ملف الإشعال لأن مقاومتها تكون منخفضة بسبب لانخفاض درجة حرارتها بعد فترة ترتفع درجة حرارتها مما يؤدي إلى ارتفاع مقاومتها لمرور التيار فيقل التيار إلى ملف الإشعال لحمايته من ارتفاع درجة حرارته واحتراقه أو حدوث قصر بالملفات ، وتبلغ قيمتها نحو 1.2 إلى 1.8 أوم .

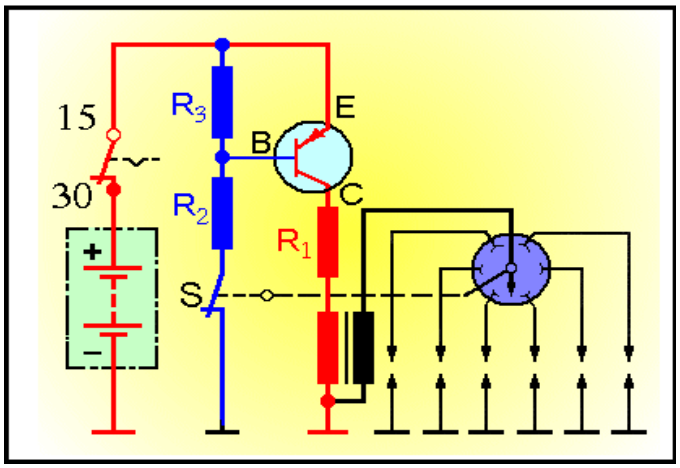
الفصل الثاني
نظام الإشعال الإلكتروني

نتيجة لعدم مقدرة قاطع التلامس " البلاتين " على تلبية ما تتطلبه المحركات الحديثة سريعة الدوران. لذا فقد حلت أشباه الموصلات الإلكترونية محل قاطع التلامس الميكانيكي في نظام الإشعال الحديث. و لأشباه الموصلات الإلكترونية عدة ميزات نذكر منها :

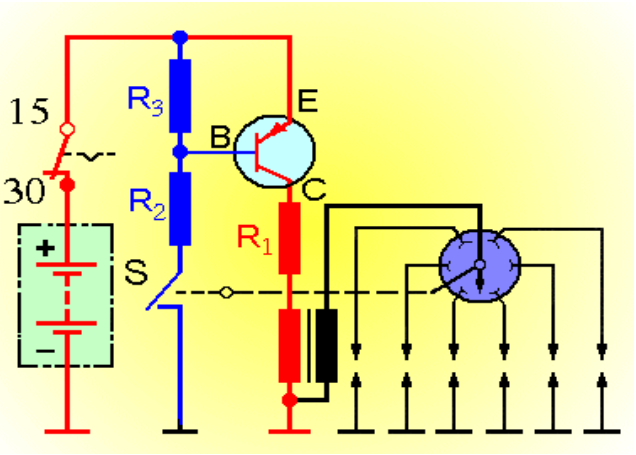
1/ جهد إشعال عال و شرارة قوية حتى عند أقصى سرعة دوران للمحرك.
2/ عمر أطول، حيث لا يوجد أجزاء ميكانيكية.
3/ لا يحتاج إلى صيانة نظراً لاستخدام مفاتيح إلكترونية.
4/ أعطال أقل.

أولاً : نظام الإشعال الإلكتروني بقاطع التلامس

يوضح الشكل رقم (8) دائرة إشعال بالترانزيستور تحتوي على ترانزيستور موصل بالتوازي مع مقاومة R_3 ومفتاح توصيل وبطارية و بالتوالي مع مقاومة R_1 وملف الإشعال قاطع التلامس (البلاتين) وغطاء الموزع وشمعات الإشعال.



الشكل (8) دائرة إشعال بالترانزيستور القاطع " البلاتين " موصلاً



الشكل (9) دائرة إشعال بالترانزيستور القاطع " البلاتين " مفصول .

كيفية التشغيل:

1- يمر تيار من البطارية عبر مفتاح التوصيل فيصل إلى الباعث E فالقاعدة B فالمقاومة R2 ويجد قاطع التلامس مغلقاً فيكمل دائرته إلى الأرضي بذلك يتحقق شرط تشغيل الترانزيستور (تيار القاعدة B صغير نظراً للمقاومة R2) تقل المقاومة بين الباعث E والمجمع C فيمر التيار الرئيس بذلك عبر الباعث E والقاعدة B إلى المجمع C فالملف الابتدائي لملف الإشعال فالأرضي و بذلك ينشأ مجال مغناطيسي في ملف الإشعال كما في شكل رقم (8) .

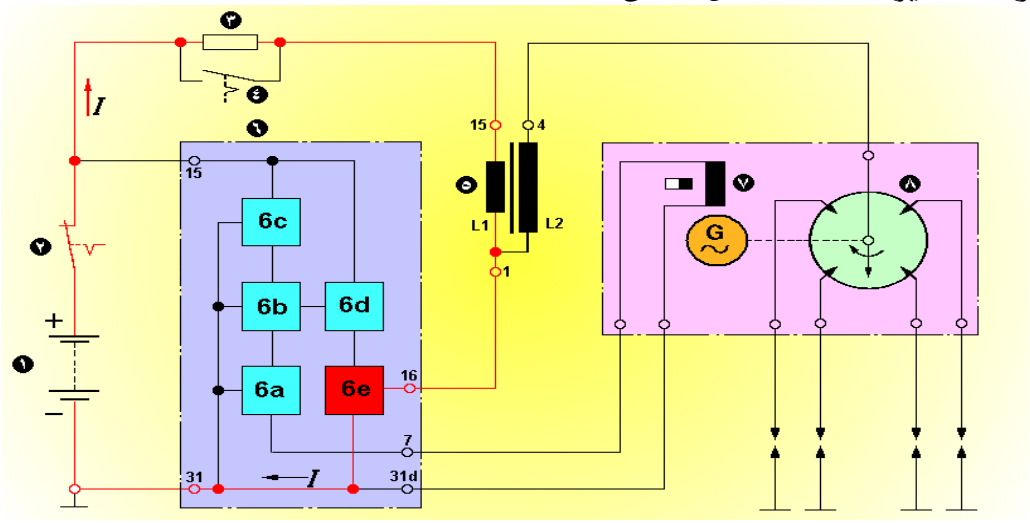
2- عندما يفتح قاطع التلامس S فإن تيار القاعدة B ينقطع ويصبح تيار الترانزيستور تيار قصر وبذلك تزداد المقاومة بين الباعث E والمجمع C (يبطل عمل الترانزيستور) وبذلك ينقطع مرور التيار إلى الملف الابتدائي في ملف الإشعال وبذلك يتلاشى المجال المغناطيسي داخل ملف الإشعال وينتج تيار ثانوي في الملف الثانوي (تحدث شرارة) كما في شكل رقم (9) .

ونظراً لقلة (ضعف) التيار المار في القاعدة B والمقاومة R2 وقاطع التلامس (البلاتين) تيار التحكم في تشغيل الترانزيستور فإنه لا تحدث شرارة عند نقاط التلامس (البلاتين) من ثم تمنع احتراقها (لذع أو تنقير قاطع التلامس)

ثانياً: الإشعال الإلكتروني الكامل ذو مولد النبضة الحثي

أجزاء النظام:

يوضح شكل رقم (10) تخطيطا لمكونات هذا النظام ويتضح لنا أنه تم الاستغناء عن قاطع التلامس ونجد أيضا أن مولد النبضة يعمل بوسيلة مغناطيسية وهذه النبضة تكون مترددة , وهذه تحتاج إلى تجهيزة إلكترونية خاصة لإعادة تشكيل النبضة لتناسب متطلبات الدائرة وهذا ما يوضحه الشكل التالى:



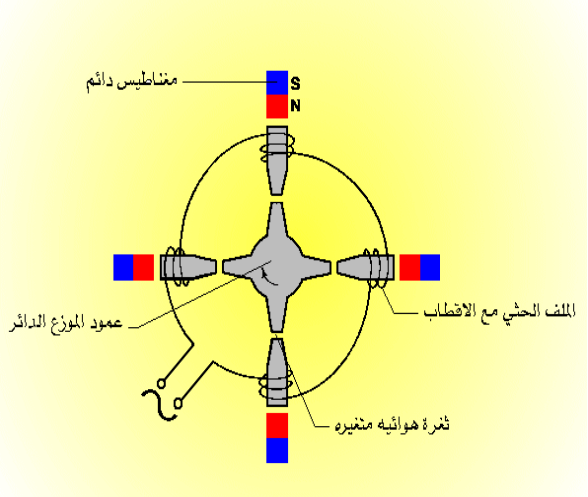
1- البطارية	2- مفتاح الإشعال
3- مقاومات الموازنة	4- مفتاح زيادة الجهد عند بدء الإدارة
5- ملف الإشعال	6- وحدة التحكم الإلكتروني
7- مولد النبضة الحثي	8- موزع الإشعال
6a- دائرة تشكيل النبضة	6b - التحكم في زاوية القفل
6c - مثبت الجهد	6d - مرحلة التحفيز (القيادة)

6e - مكبر دارلنجتون (مرحلة الخرج) L1 - ملف ابتدائي L2- ملف ثانوي.

شكل (10) يبين أجزاء نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضة الحثي

أجزاء مولد النبضة :

يتكون من التروس الداخلية وتكون عدد أسنانها مساوية لعدد أسطوانات المحرك ويدور مع عمود الموزع وتصنع من معدن مغناطيسي (مغناطيس دائم) وهي ثابتة ولا تدور أما الملف الحثي فيتكون من طرفين (أطراف الملف) كما في الشكل (11)

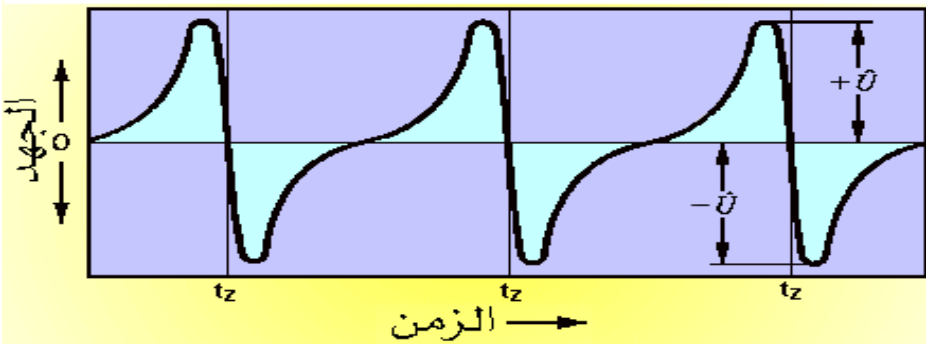


شكل (11)
يبين أجزاء مولد النبضة

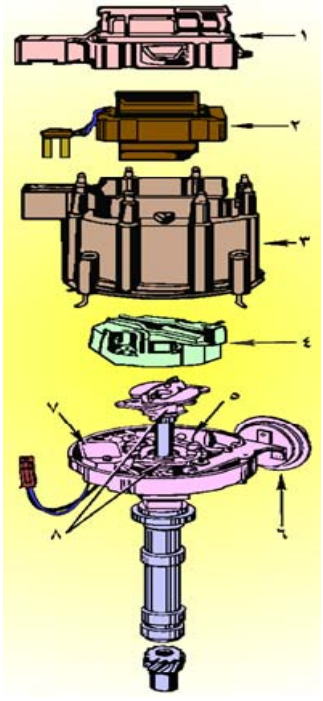
عند تقريب قضيب من الحديد من مغناطيس فيلاحظ قوة جذب تجذب القضيب من المغناطيس وكلما قرب القضيب إلى المغناطيس فإن قوة الجذب تشتد في حين أن الجذب يتلاشي شيئا فشيئا إذا بعد القضيب وطريقة عمل المولد تتمثل في تقريب و إبعاد الترس الدائر

عن الترس الثابت بمعنى أنه عند دوران عمود الموزع فإن أسنان التروس قد تتوافق على وضعين إما أن تكون أحد أسنان الترس الدائر بين أسنان الترس الثابت وعندها يضعف قوة الجذب ويضعف المجال المغناطيسي بين الترسين فيقوى على استنتاج تيار بالملف وعند دوران الترس الدائر فإن الأسنان تتقابل مع بعضها على امتداد واحد وعندها تحدث قوة جذب بين أسنان الترسين دالة على وجود مجال مغناطيسي بين الترسين الذي يقطع الملف ويحدث نبضة من خلال طرفيه وهذه النبضة تعمل على قطع الدائرة الابتدائية من خلال وحدة التحكم

ونظرية عمل مولد النبضة الحثي تعتمد على دوران عجلة الإطلاق فتتغير الثغرة الهوائية زيادة ونقصاناً بانتظام وبتردد حسب السرعة (سرعة دوران عجلة الإطلاق) مما يؤدي إلى تغير في قيمة الفيض المغناطيسي (يتناسب عكسيا مع الثغرة الهوائية) وينتج عن ذلك تولد تيار في الملف الحثي بنفس التتابع والتردد مع الثغرة الهوائية ، وحيث يكون تياراً متغير الاتجاه كما في شكل



ويتكون نظام الإشعال الإلكتروني الحثي من الأجزاء التالية :



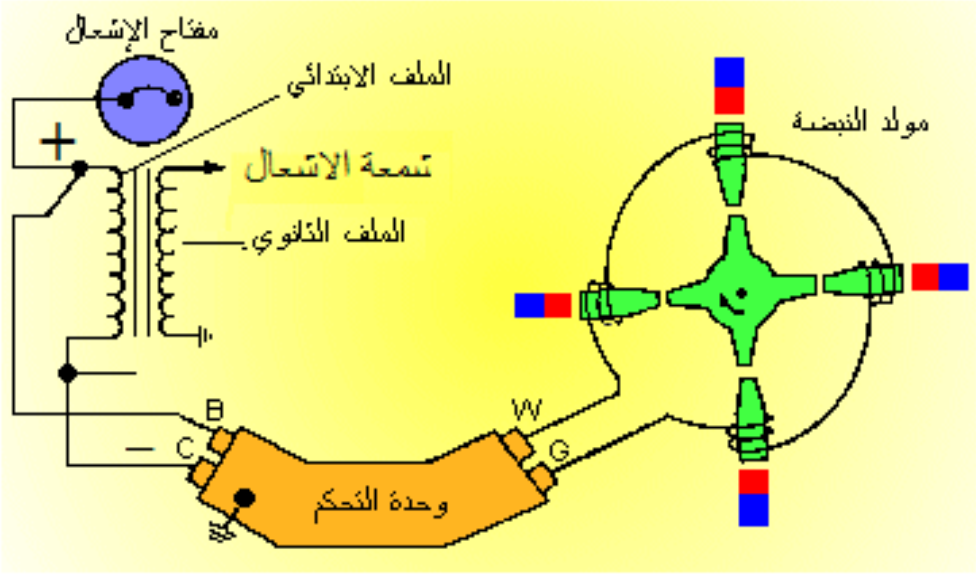
1- غطاء ملف الإشعال
2- ملف الإشعال
3- غطاء الموزع
4- دوار التوزيع (الشاكوش)
5- المكثف
6- وحدة الخلخلة
7- وحدة التحكم الإلكترونية
8- مولد النبضة الحثي

ملف الإشعال :

هو نفسه الذي سبق التعرف عليه في نظام الإشعال التقليدي ذي ملفين ابتدائي وثانوي الا أن مقاومة الملف الابتدائي تكون أقل والغرض من ذلك هو الحصول على شرارة قوية حيث يتعذر ذلك في الاشتعال التقليدي بسبب التأثير السلبي على نقطتي قاطع التلامس وهذه إحدى فوائد الإشعال الإلكتروني ونظرا لشدة التيار المار في ملف الإشعال الإلكتروني فإنه يحاط برقائق من الحديد المطاوع المعزولة لتلافي حدوث تيارات غير مرغوب فيها والتي بدورها تكون معاكسة للتيار الأصلي عاملة على إضعافه .

وحدة التحكم:

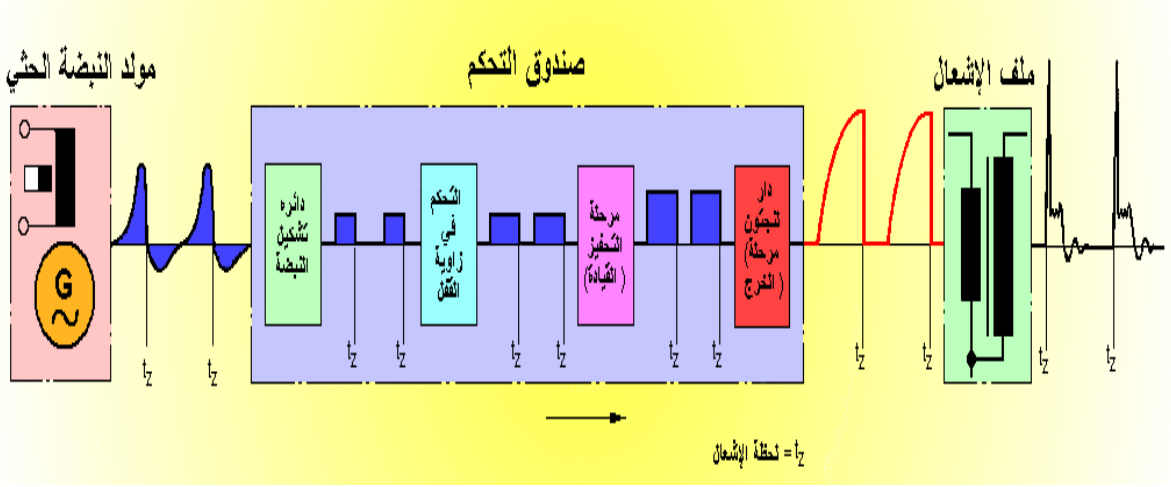
جهاز صغير موضح بالشكل رقم (14) ويقوم مقام قاطع الاتصال في الإشعال التقليدي ووظيفته توصيل الدائرة الابتدائية وعند إيقافه بالإشارة من المولد الحثي يقوم بعملية قطع الدائرة الابتدائية أما مكونات الوحدة الداخلية الموضحة بالشكل رقم (15) فهي مجموعة من الترانزستورات والموحدات والمقاومات والمكثفات تمثل جميعها (ECU) الذي له أربع نقاط والنقطة الخامسة تمثل قاعدة الوحدة تصل بالسالب أما هذه الأربع نقاط كما هو موضح بالشكل رقم (14) W و G تمثل أطراف المولد أما الطرف C فيرمز إلى نقطة اتصال الملف الابتدائي بوحدة التحكم والطرف B يرمز إلى تيار التغذية لتغذية الوحدة الإلكترونية ويوصل بالقطب الموجب للبطارية)



الشكل (14) يبين اتصال ملف الإشعال مع وحدة التحكم ومولد النبضة

طريقة عمل نظام مولد النبضة الحثي:

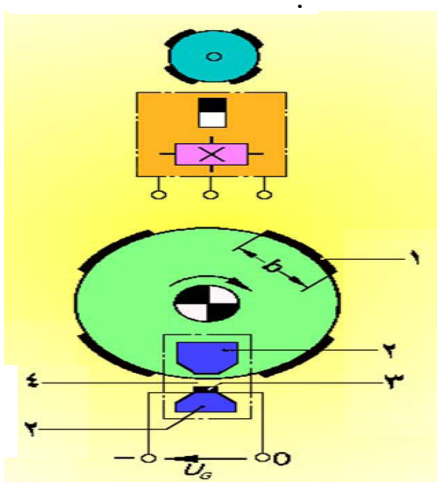
الشكل (14) يوضح عمل النظام الذي يتكون من مفتاح الاشعال وملف الاشعال وكذلك المولد الحثي والوحدة الالكترونية مع نقاط التوصيل. عند فتح مفتاح الاشعال يسري تيار **خلال الدائرة الابتدائية الى الطرف الموجب** (+). عند بدء دوران المحرك سوف يدور العظو الدوار لمولد النبضة الحثي وهنا سوف تحدث نبضة في ملف مولد النبظة **(اشارة)** وترسل هذه الاشارة الى وحدة التحكم, **وحدة** التحكم سوف تقوم بمعالجة هذة الاشارة ومن ثم تقوم **بقطع** التيار **المار الى الملف الابتدائي للطرف الارضي** (-) **بالاعتماد على دوران عظو مولد النبظة الحثي**. عند قطع التيار في الملف الابتدائي سوف تتولد قوة دافعة كهربائية ذات جهد عالي جدا في الملف الثانوي وهنا سوف تحدث الشرارة في شمعة **الاشعال**.



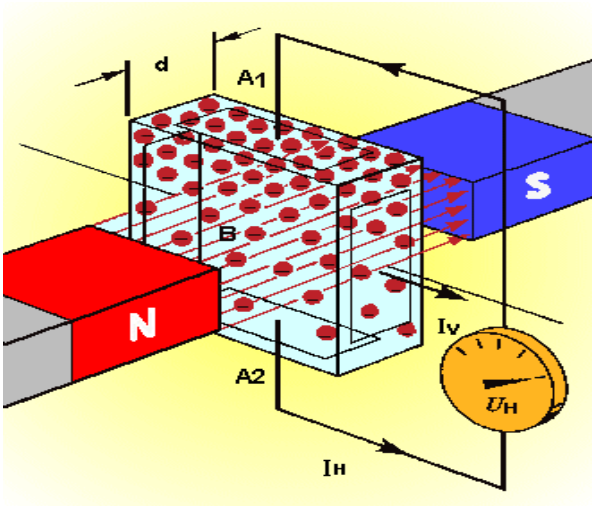
الشكل رقم (15)

ثالثاً: الإشعال الإلكتروني الكامل (نظام مولد هول) Transistorised Coil Ignition with Hall Effect

عند تعرض شريحة شبه موصلة (ترانزستور) لتيار كهربائي (I_V) و يسلط مجال مغناطيسي (B) بشكل متعامد على خط مرور التيار (Iv) فإنه سيولد فرق جهد كهربائي (U_H) على المستوى المتعامد لمستوى التيار و المجال المغناطيسي والشكل رقم (17) يوضح ذلك ، و هذا ما يسمى بتأثير هول (Hall Effect) نسبة للعالم الأمريكي الذي اكتشف هذه الظاهرة عام 1879م.
واستعملت هذه الفكرة كبديل لقاطع التلامس إذ أنه لكي ينتج فرق جهد كهربائي (U_H) فلا بد من وجود تيار(Iv) و مجال مغناطيسي (B) فلو حجبنا المجال المغناطيسي ثم أعدناه مرة أخرى بشكل دوري لحصلنا على نبضات تتزامن مع الإشعال و هذا ما يقوم به مولد هول المتكامل

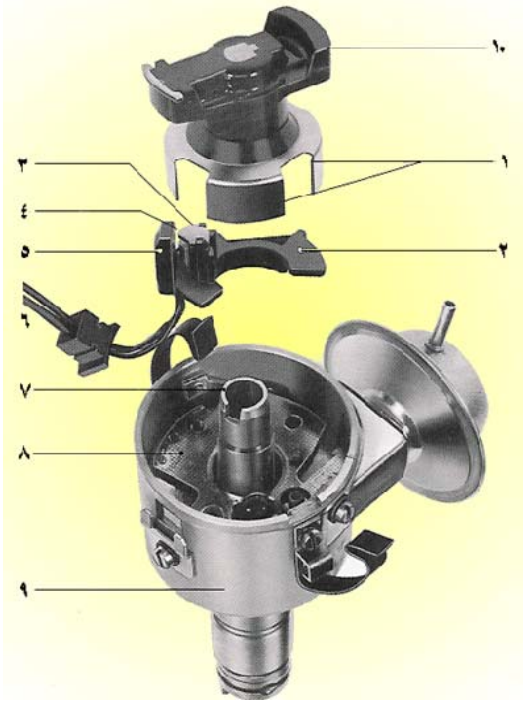


الشكل (16)



الشكل (17)
يبين نموذجاً تخطيطياً لنظرية مولد هول

تصميم مولد هول :
يوضع مولد هول داخل موزع الإشعال مع مجموعة من العناصر المكملة للنظام وتعتبر دائرة هول المتكاملة هي الجزء الحساس داخل هذه المجموعة وتصنع هذه الدائرة على مساحة تقدر بالمليمتر المربع (mm^2) وتغلف بالبلاستيك مع عنصر موصل للحماية ضد الرطوبة والغبار والأعطال الميكانيكية ويصنع العنصر الموصل وعجلة القدح من مادة المغناطيس الطري .
ويكون لمولد هول ثلاثة أطراف توصل مع صندوق التحكم (ECU) كما هو موضح بالشكل رقم (16).

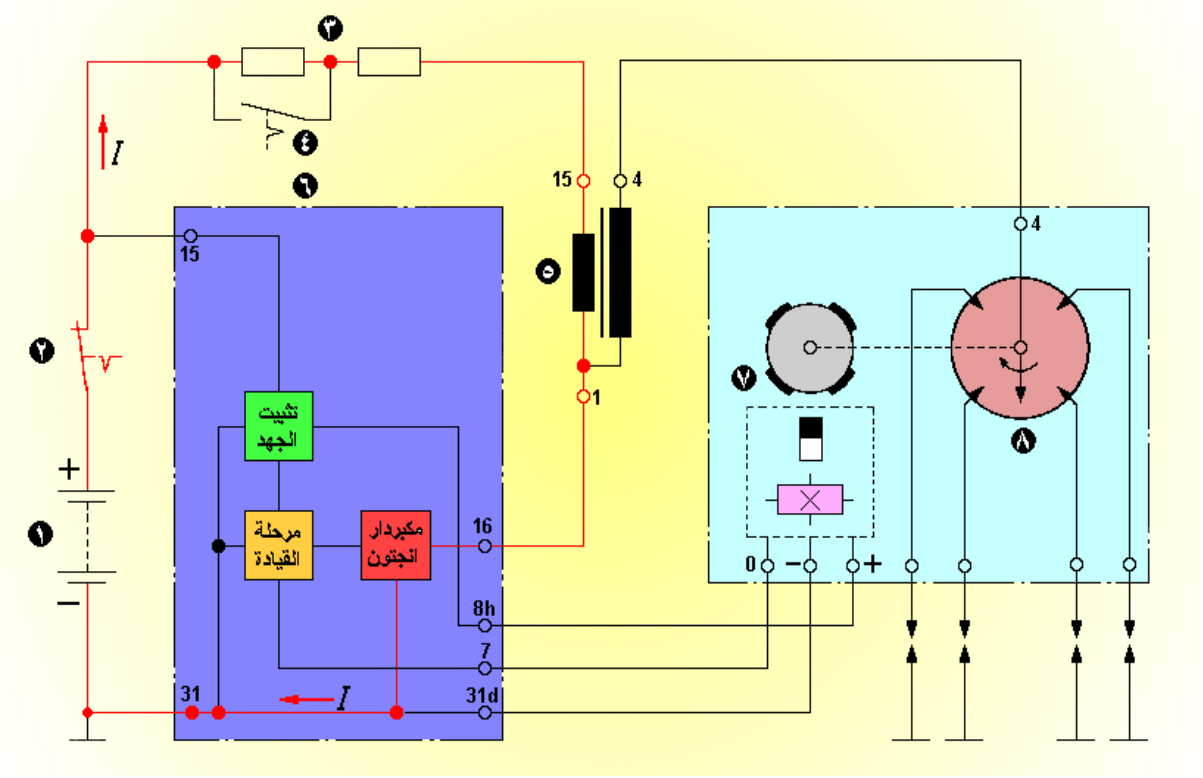


الشكل (18)
يبين موزع إشعال بمولد هول

1- ريش التقطيع
2- مفتاح ريش الإشعال
3- عنصر موصل
4- الثغرة الهوائية
5- طبقة سيراميك مع طبقة هول المتكاملة
6- طرف توصيل ذو ثلاث نقاط
7- عمود موزع الإشعال
8- الطبق الحامل
9- جسم موزع الإشعال.
10- دوار موزع الإشعال

طريقة عمل نظام مولد هول :

يحتوي **النظام على** دائرة الكترونية (**مجول**) لغرض تكبير الاشارة او التيار القادم من حساس هول من ثم توصيل دائرة الملف الابتدائي (لان الاشارة التي يولدها نظام هول هي اشارة صغيرة لايمكن ان تشغل الدائرة الابتدائية للملف). **كما في الشكل** (19). **عندما تقطع** الريشة الثغرة الهوائية (**او بالعكس**, عندما تغادر الريشة الثغرة الهوائية) فان دائرة هول تعطي اشارة الى وحدة التحكم وهنا وحدة التحكم ترسل او تغلق دائرة الملف الابتدائي ويسري فيه التيار (بناء المجال المغناطيسي) **فعند** مغادرة الريشة الثغرة الهوائية تنقطع الاشارة من مولد هول فتقوم وحدة التحكم بقطع التيار في الملف الابتدائي وفي هذه اللحظة تتولد فولتية محتثة عالية بين طرفي الملف الثاني (**حدوث الشرارة** الكهربائية في شمعة القدح).

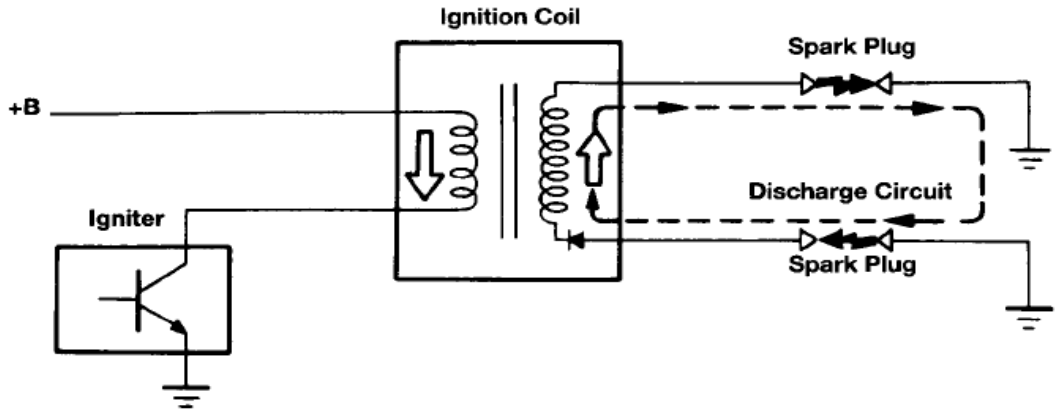


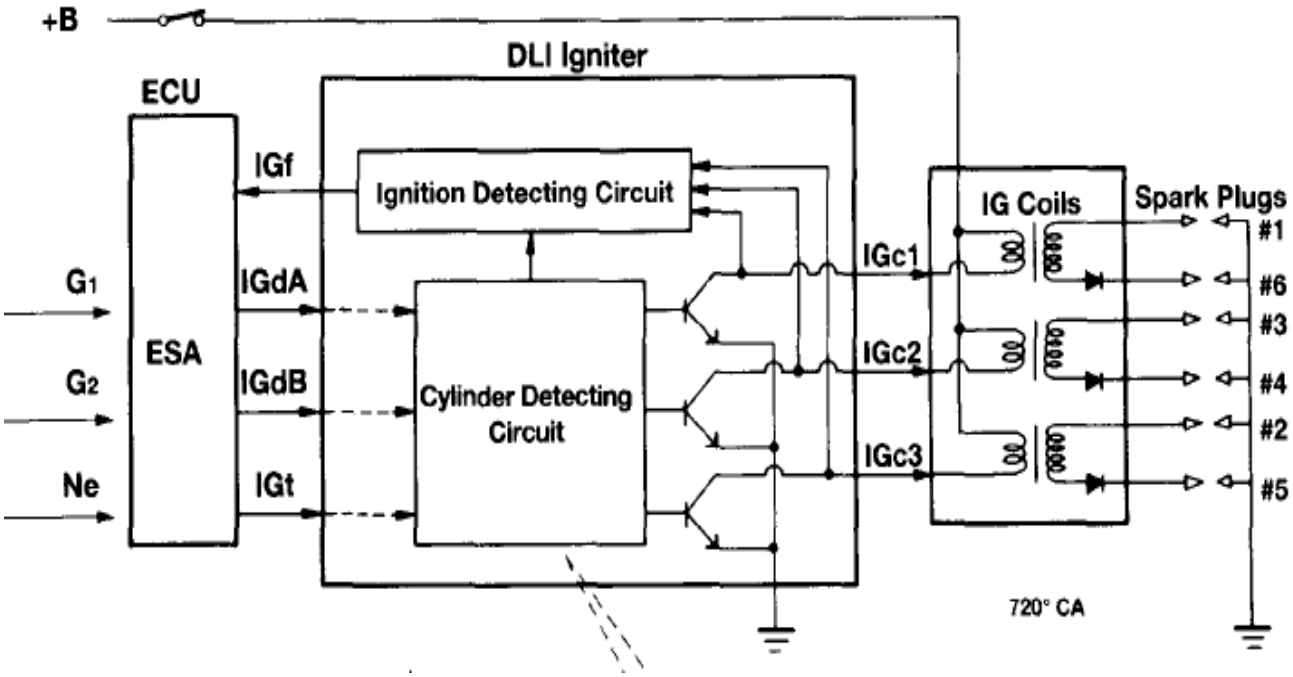
1- بطارية	2- مفتاح الإشعال
3- مقاومة كبح	4- مفتاح زيادة الجهد عند بدء الإدارة
5- ملف الإشعال	6- وحدة التحكم
7- مولد هول	8- موزع الإشعال

الشكل (19) يبين المخطط الكامل لنظام الإشعال الإلكتروني لنظام هول

رابعاً : نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع

يعتبر نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع من أحدث دوائر الإشعال الإلكترونية ومن أهم مزايا هذا النظام التخلص من الموزع , حيث إن الموزع كان يمثل عبئاً ميكانيكياً كبيراً مما كان يؤدي إلى التقليل من كفاءة دائرة الإشعال. والشكل رقم (22) يوضح مخططاً لدائرة إشعال إلكترونية بدون موزع لمحرك ذي أربع أسطوانات .





طريقة عمل النظام

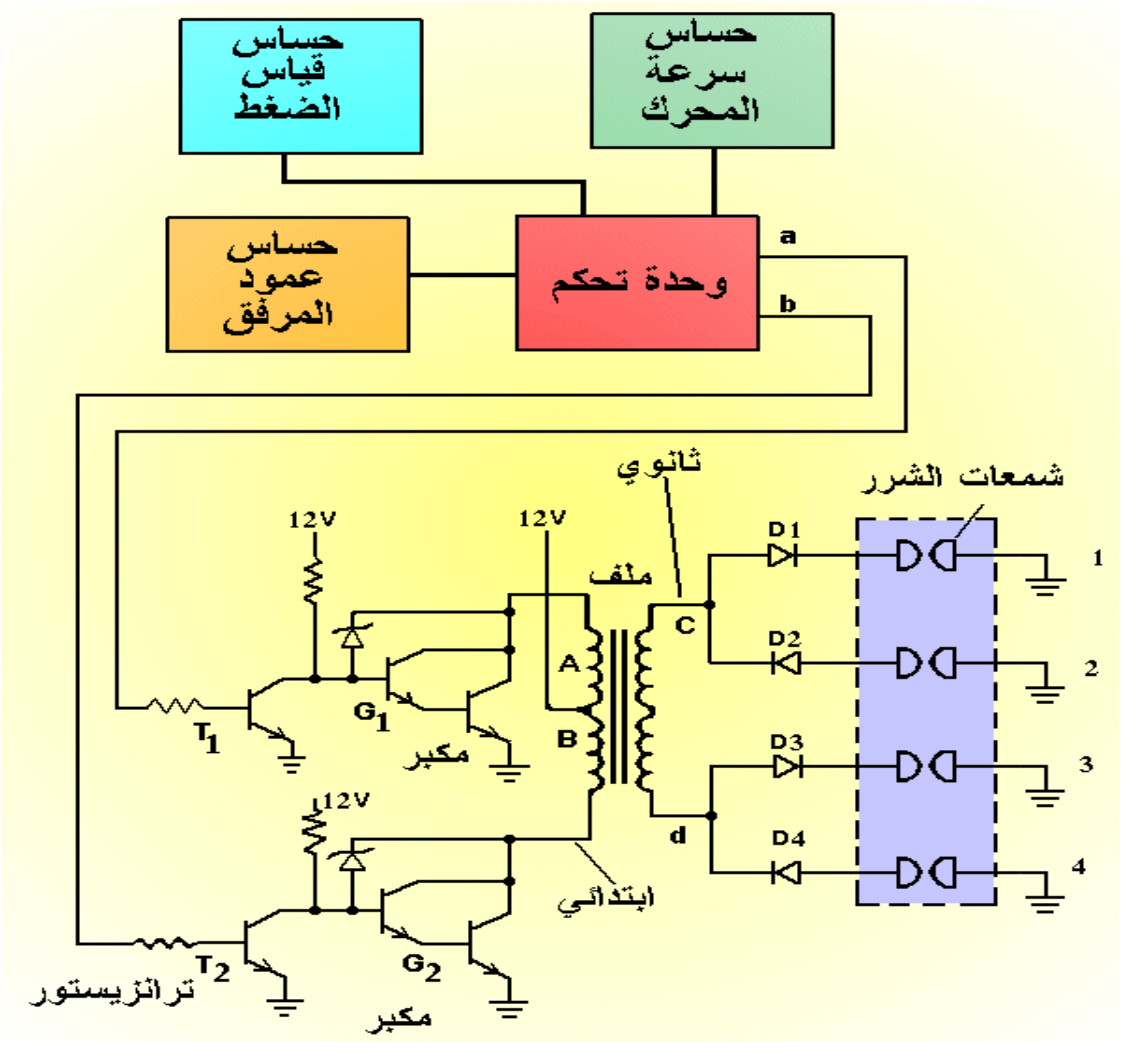
في هذا النظام تحدث الشرارة في شمعتي إشعال متزامنتين معاً,مثلاً حالة ما إذا كان هناك نهاية شوط الضغط في الأسطوانة الأولى يكون نهاية شوط عادم في الأسطوانة الرابعة وبالتالي تحدث الشرارة في شمعة الأسطوانة الأولى بينما تمر في شمعة الأسطوانة الرابعة بدون مقاومات تذكر لإكمال الدائرة فقط.

فإذا كان توقيت الإشعال للأسطوانة الأولى تحدث نبضة من وحدة التحكم تمر عبر الموصل (a) إلى قاعدة الترانزستور (T1) فيفتح مما يؤدي إلى مرور تيار البطارية إلى الأرضي ويغلق مكبر دار لنجتون (G1) مما يؤدي إلى قطع التيار عن الجزء (A) من الملف الابتدائي فينهار المجال المغناطيسي مولداً جهداً في الملف الثانوي تكون قطبيته موجبة عند الطرف (C) فيمر الجهد الثانوي من شمعة الأسطوانة الأولى ثم يكمل دائرته عبر شمعة إشعال الأسطوانة الرابعة . وبنفس الطريقة عند حدوث نبضة على الموصل (B) من الملف الابتدائي بينما يمر في الجزء (A) فيتولد جهد عال في الملف الثانوي يكون موجباً عند الطرف (d) فيمر التيار عبر شمعة الإشعال للأسطوانة الثالثة إلى شمعة الإشعال الثانية إلى الطرف (C) ويحدد ويتحكم في مرور التيار الدايودات (D1-D2-D3-D4) .

وعلى ذلك فإن الموصل (a) تحدث فيه النبضة إذا كان توقيت الإشعال للأسطوانة الأولى أو الرابعة.

بينما يعمل الموصل (b) في حالة ما إذا كان الإشعال للأسطوانتين الثانية والثالثة حسب ترتيب الإشعال في المحرك.

وتتوالى النبضات بين (a-b) مرتين في كل لفتين من لفات عمود المرفق .



الشكل(22)

خامساً : نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع ذو ملف لكل أسطوانة

يعتمد هذا النظام على وجود ملف إشعال لكل أسطوانة من أسطوانات المحرك تعمل على توليد التيار ذي الجهد العالي لعملية الاشتعال لخليط الهواء والوقود في كل أسطوانة في توقيت الصحيح والمناسب لظروف التشغيل المختلفة.

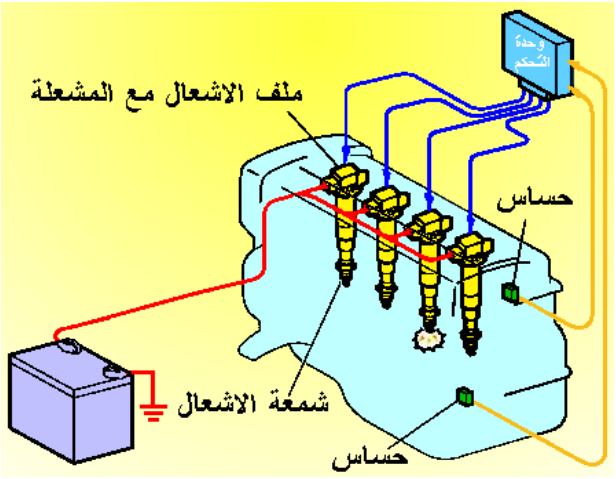
ويوجد نوعين هما :

1/ نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع ذي ملف لكل أسطوانة بدون سلك.

2/ نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع ذي ملف لكل أسطوانة مع وجود سلك.

الشكل(23)

يبين ملف الإشعال المفرد لكل أسطوانة مع وجود سلك



الشكل(24)
يبين نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع ذي ملف لكل أسطوانة بدون سلك

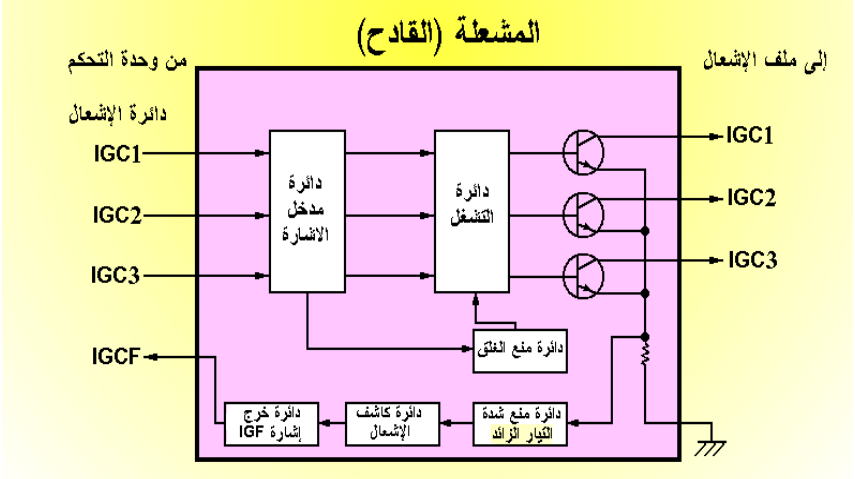
ويتكون نظام الإشعال الإلكتروني بدون موزع ذي ملف لكل أسطوانة من العناصر الأساسية التالية :

1 - بطارية
2 - مفتاح الإشعال
3 - مشعلة (قادح)
4 - ملف الإشعال
5 - وحدة التحكم الإلكترونية
6 - الحساسات
7 - شمعة الإشعال
8 - المكثف (متسعة) (Condenser)

مشعلة (قادح)

العمل المبدئي للقادح التحكم في توصيل أو فصل(on/off) التيار المار في الملف الابتدائي بناء على إشارة توقيت الإشعال المرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية.
ويركب القادح في منظومات الإشعال المختلفة بطريقتين هما :

1/ منفصل حيث يركب بين وحدة التحكم الإلكترونية وملفات الإشعال
2/ مع ملف الإشعال حيث يتم دمج القادح مع ملفات الإشعال الابتدائية والثانوية.



الشكل (25)
يبين مخطط المشعله (القادح)

ملف الإشعال

يستخدم ملف الإشعال المفردة في نظام الإشعال ذي التحكم الإلكتروني كبديل للملفات الإشعال التقليدية . وذلك للحصول على كفاءه عالية للجهد واستجابه وتوقيت جيد لشرارة الإشعال. حيث يركب ملف لكل أسطوانة على حدة ومباشر مع شمعة الإشعال (في بعض الأنظمة يدمج معه القادح).

و يعمل ملف الإشعال إلى رفع جهد البطارية من (12 فولت) إلى جهد عالٍ (أكثر من 45 كيلو فولت) الضروري للإشعال. ويختلف مقدار الجهد العالي الذي يولده الملف تبعا لعدد وحجم لفات الملف . ويتكون ملف الإشعال من ما يلي:

1/ الطرف الخارجي للفولتيه المنخفضة (مقبس) (- , +)
2/ قلب حديد رقائقي (مكون من شرائح رقائقية معدنية)
3/ الملف الابتدائي
4/ الملف الثانوي
5/ مقبس شمعة الإشعال

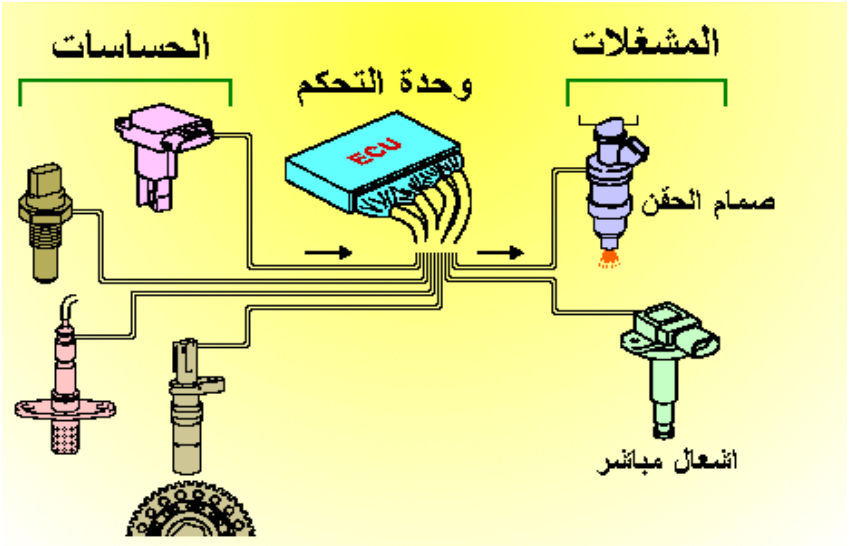
وحدة التحكم الإلكترونية

تعمل وحدة التحكم الإلكترونية على التحكم في جميع وظائف نظام الإشعال مع القادح وتصحيح توقيت الإشعال حيث تعمل وحدة التحكم على مراقبة الأوضاع التشغيلية للمحرك والمركبة من خلال المعلومات (الإشارات) المرسلة بواسطة الحساسات المتعددة وتتلخص المهام التي تقوم بها وحدة التحكم الإلكترونية في النقاط التالية :

1- استقبال البيانات المرسلة من الحساسات المتعددة والمفاتيح
2- تهيئة وتحليل البيانات المرسلة من الحساسات والمفاتيح
3- مقارنة البيانات الداخلة مع المعلومات المخزنة في ذاكرة وحدة التحكم
4- تحديد الوضع التشغيلي المطلوب للمحرك
5 - إرسال القرارات المحددة على شكل أوامر تشغيلية إلى المشغلات

الحساسات

هناك مجموعة من الحساسات التي تستخدمها وحدة التحكم الإلكترونية من أجل تشغيل كل من نظام الإشعال والوقود بالشكل الصحيح حسب ظروف التشغيل المختلفة .



الشكل(26) يبين كلا من المشغلات والحساسات ووحدة التحكم الإكترونية

ومن هذه الحساسات ما يلي :

1/ حساس سرعة المركبة

تستخدم الإشارة المرسلة من حساس سرعة المركبة في تحديد توقيت الإشعال الأمثل عند فترة تسخين المحرك وذلك لتحسين استجابة المحرك خلال التسارع و تقليل استهلاك الوقود خلال عملية التناقص.

2/ حساس وضع عمود المرفق

من خلال الإشارة المرسلة من حساس وضع عمود المرفق وحدة التحكم الإلكترونية تعمل على ضبط عدد لفات المحرك في السرعة البطيئة و توقيت الإشعال .

3/ حساس وضع عمود الكامات

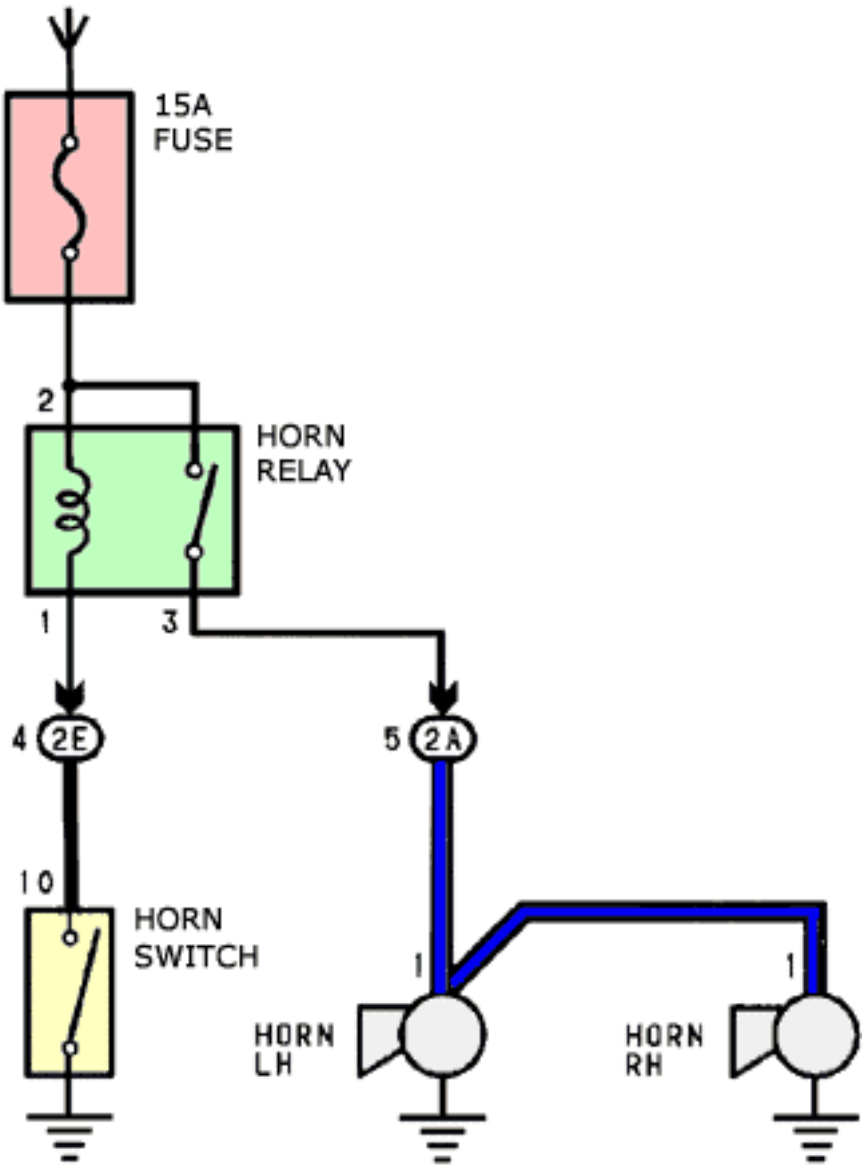
من خلال الإشارة المرسلة من حساس وضع عمود الكامات يتم تحديد ترتيب الإشعال للمحرك . لمعرفة الأسطوانة التي في شوط الضغط و كذلك تحديد توقيت الإشعال المناسب و تحديد بدء دوران المحرك.

المكثف (متسعة) (Condenser): يستخدم مكثف للتسريع في هدم المجال المغناطيسي وعدم تلف اجزاء نظام الاشعال كذلك ويوضع اما داخال وحدة التحكم او خارجها, يربط احد اطرافه بالتوازي معطرف الملف الابتدائي والطرف الثاني مع البدن.

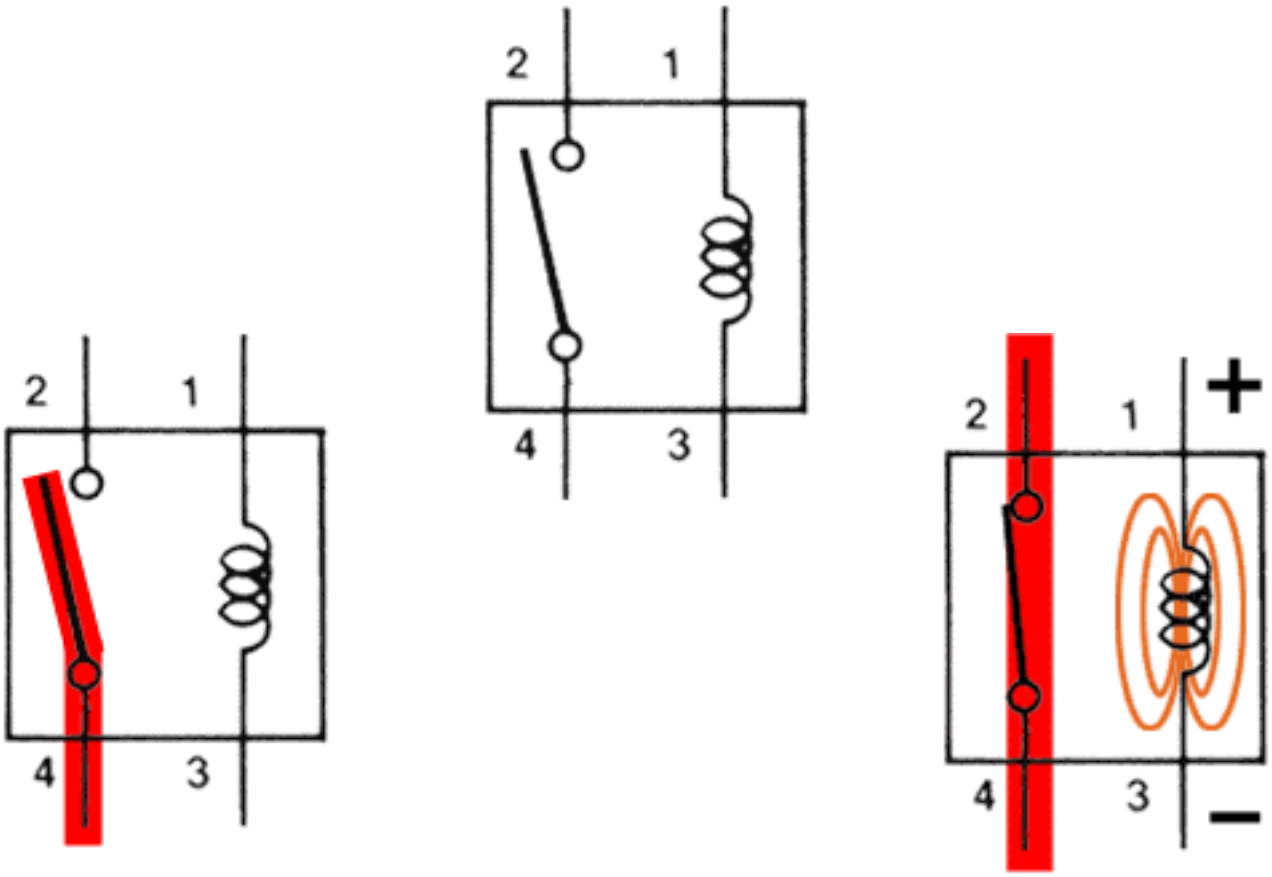
ويؤدي اي عيب في المكثف بتلف شمعات القدح او ضعف في الشرارة او انعدام الشرارة.

UNDERSTANDING RELAYS

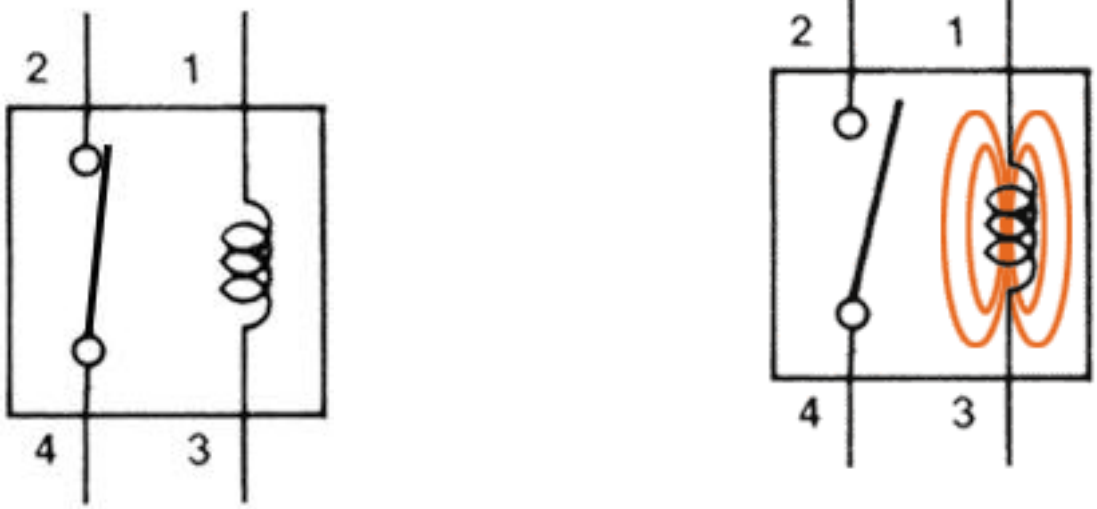
For use with color printers to make color transpariencies



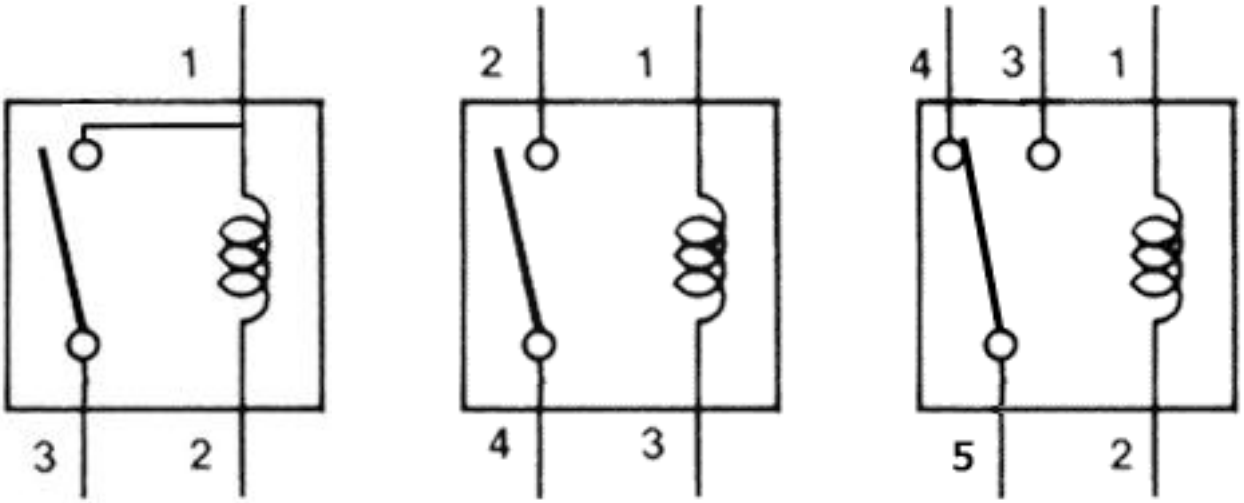
Normally Open Relay (NO)



Normally Closed Relay (NC)

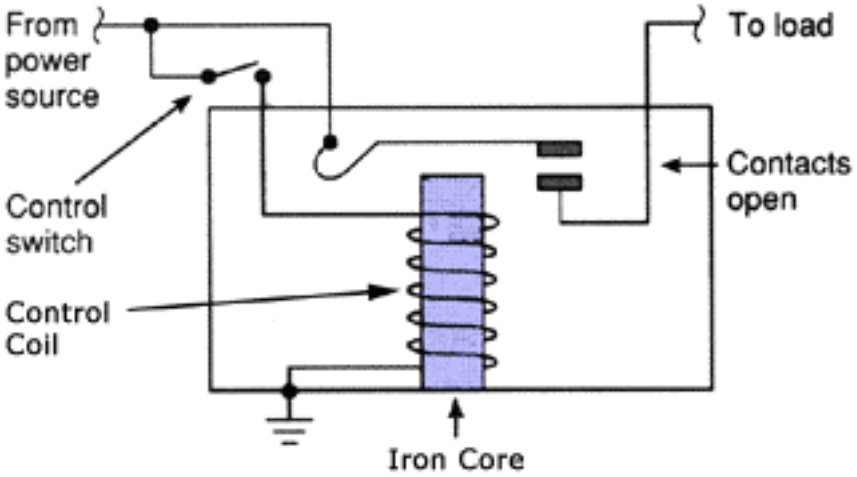


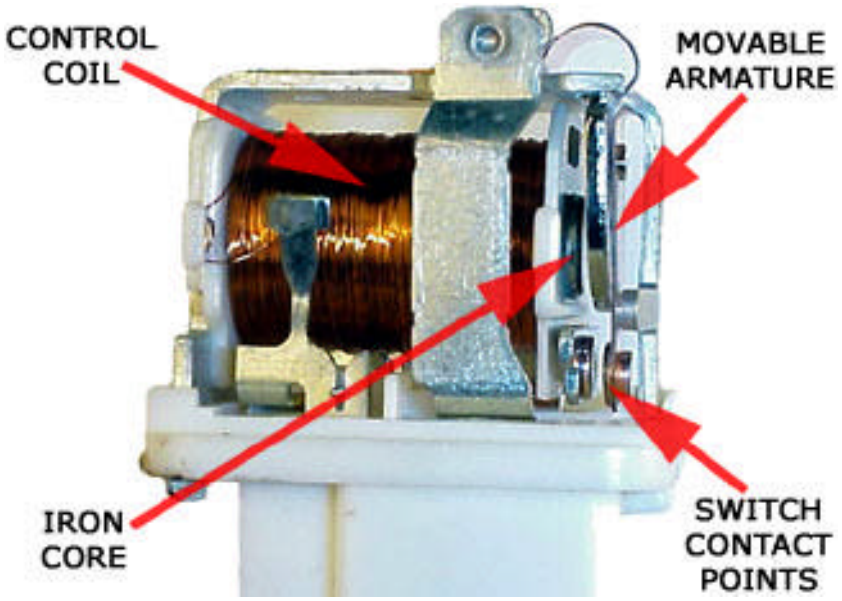
Relay Variations



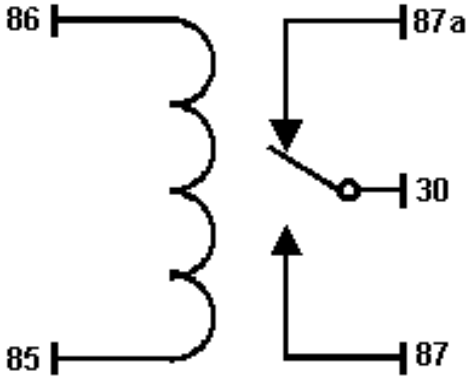
3 - PIN 4 - PIN 5 - PIN

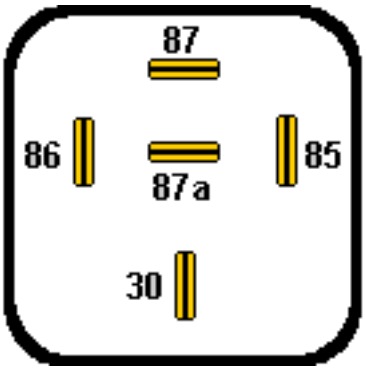
Relay Construction



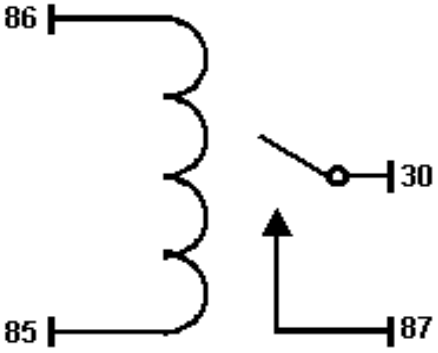


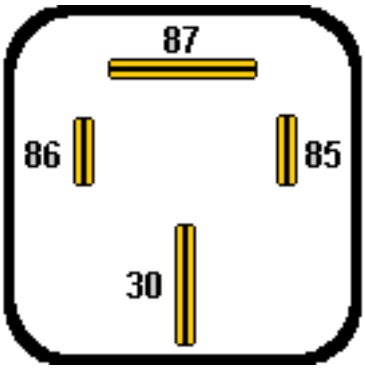
MINI ISO Relay





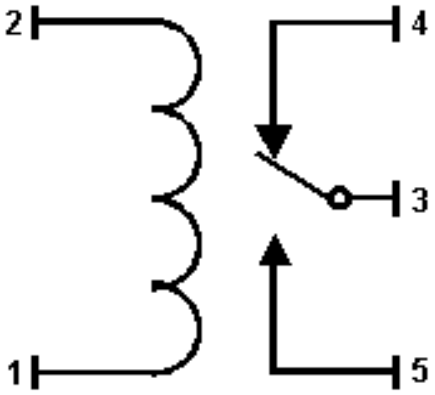
5 - PIN

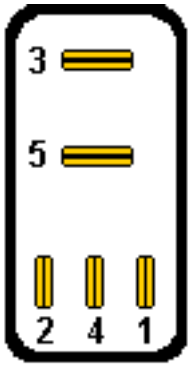




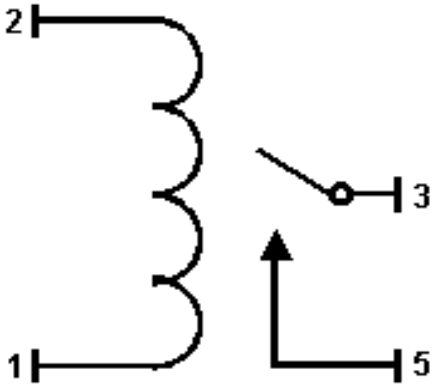
4 - PIN

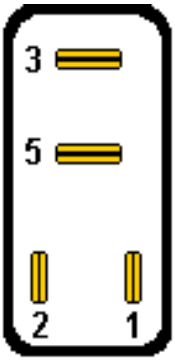
MICRO ISO Relay





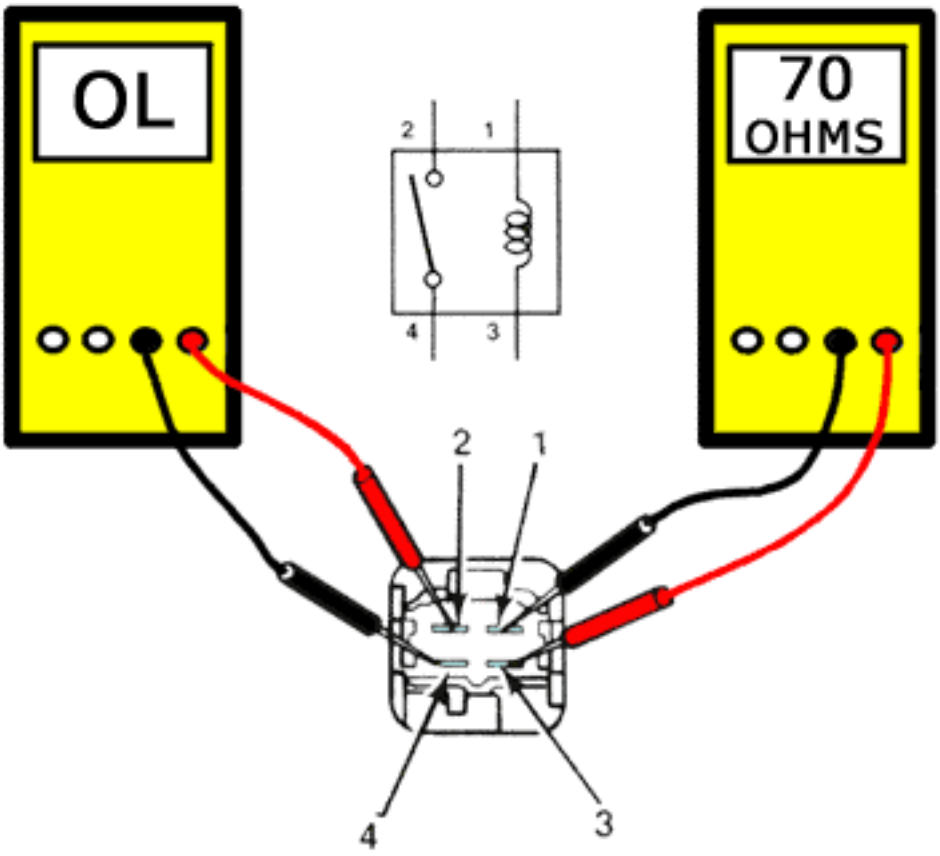
5 - PIN



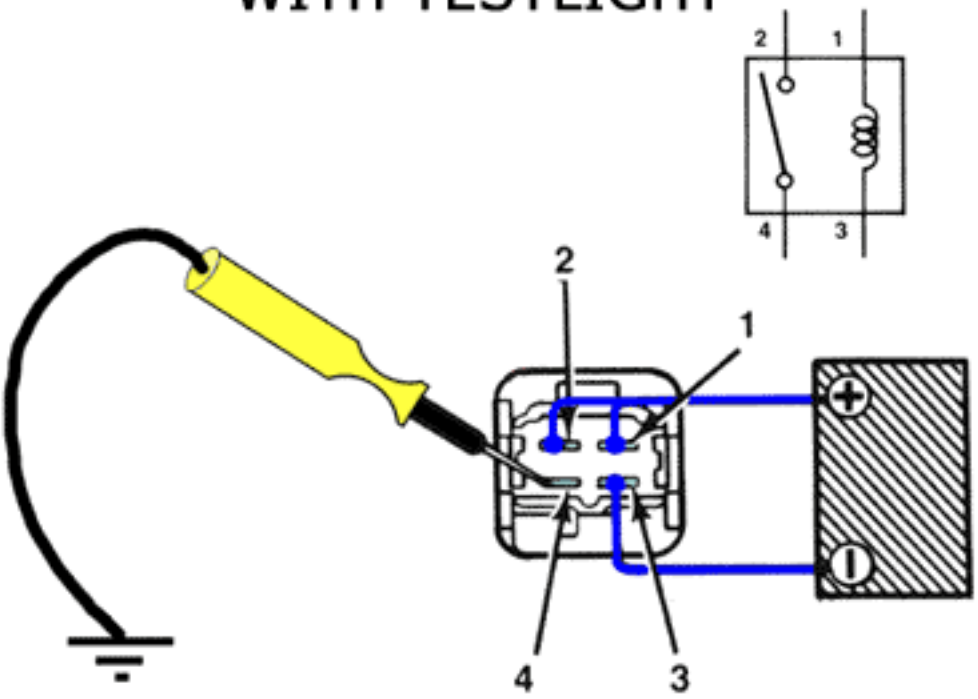


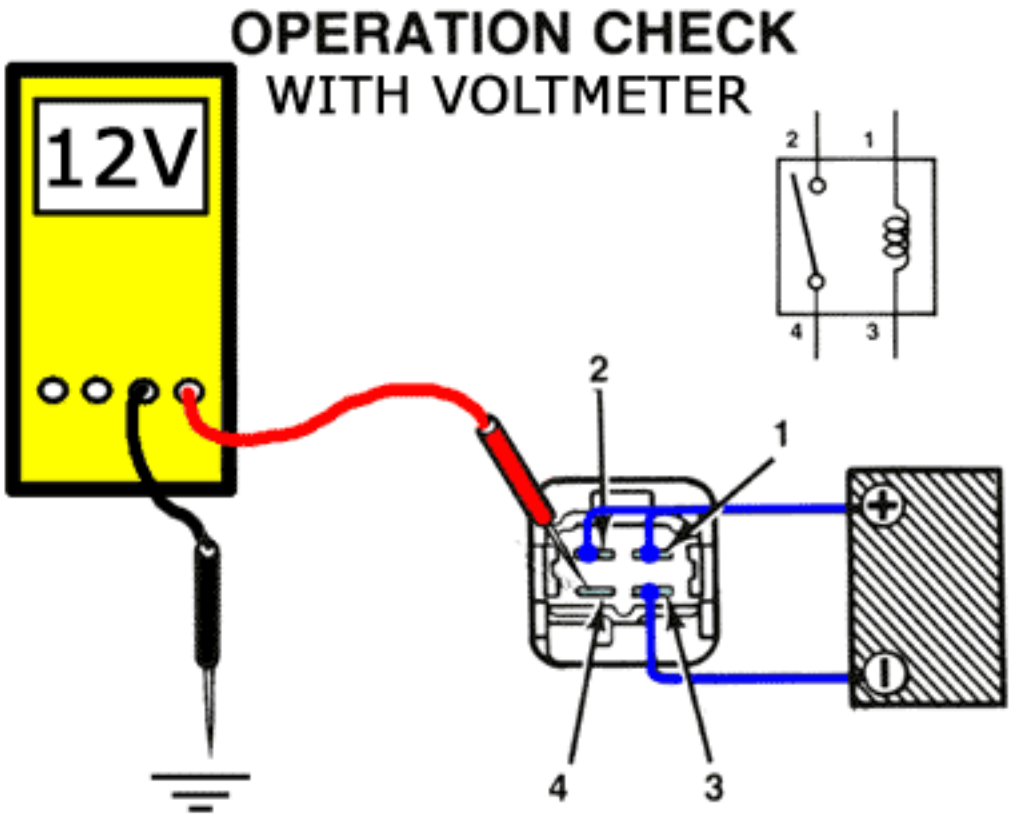
4 - PIN

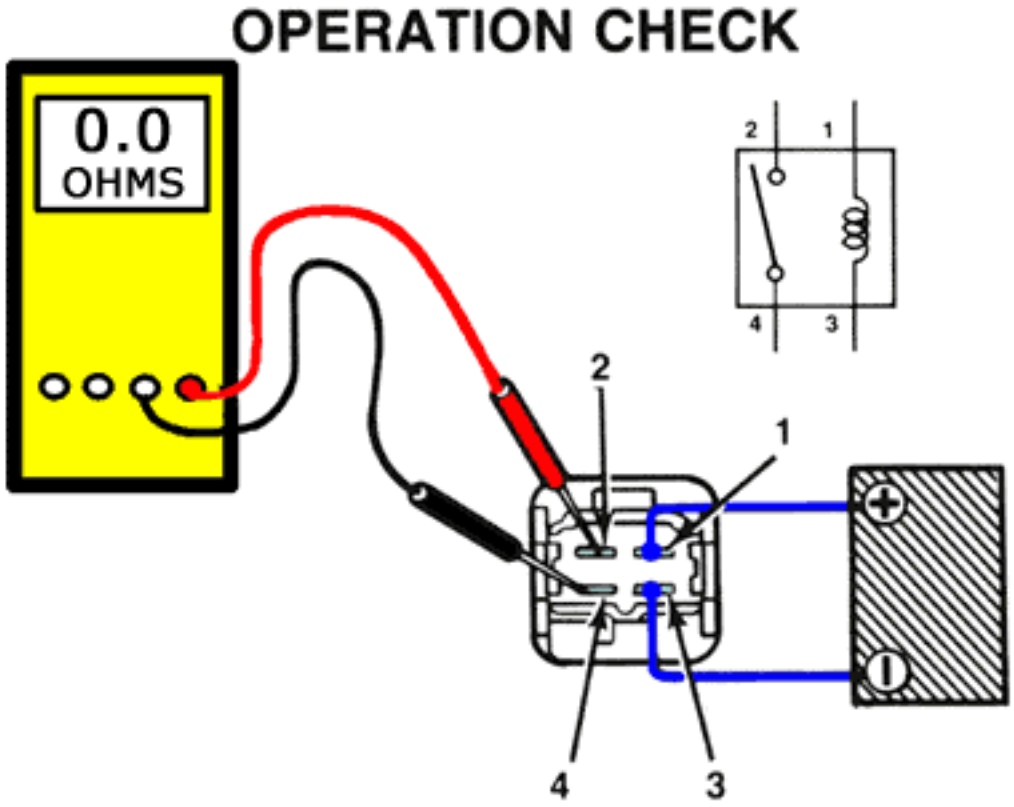
RELAY CONTINUITY CHECK



OPERATION CHECK
WITH TESTLIGHT




OPERATION CHECK
WITH VOLTMETER
12V
2
1
4
3
2
1
4
3


OPERATION CHECK
0.0
OHMS
2
1
4
3
2
1
4
3

منظومات الوقود (Fuel Systems)

خلط الوقود بالهواء:

إن خلط الوقود بالهواء من أهم خطوات عملية الاحتراق، حيث يعتمد الاحتراق بشكل كبير على درجة مزج الوقود بالهواء، ومن أجل مزج الوقود بالهواء يتم تحويل الوقود إلى بخار أو جزيئات صغيرة جداً (رذاذ) وذلك لتسهيل تبخرها وبالتالي مزجها بالهواء. لقد أثبتت التجارب والدراسات العلمية أن **أفضل** نسبة خلط للوقود بالهواء هي نسبة **14.7:1** أي أن يتم **خلط 14.7 غرام من الهواء مع 1غرام وقود** من أجل الحصول على **احتراق كامل** وينتج عن هذا الاحتراق ماء وثاني أوكسيد الكاربون ونتروجين، أما إذا اختلفت هذه النسبة فان الاحتراق لا يكون مكتملاً مما يضعف القدرة الناتجة عنه ويؤدي إلى خروج غازات منبعثة سامة وضارة بالبيئة، مثل غاز أول أوكسيد الكاربون وغاز أول أوكسيد النيتروجين ومركبات الهيدروكربون مثل غاز الميثان والإيثان. **ويؤثر سوء خلط الوقود على:**

1. القدرة والعزم للمحرك. 2. توفير الوقود. 3. الغازات المنبعثة.

هنالك ثلاثة حالات لتحديد نوعية المزيج:

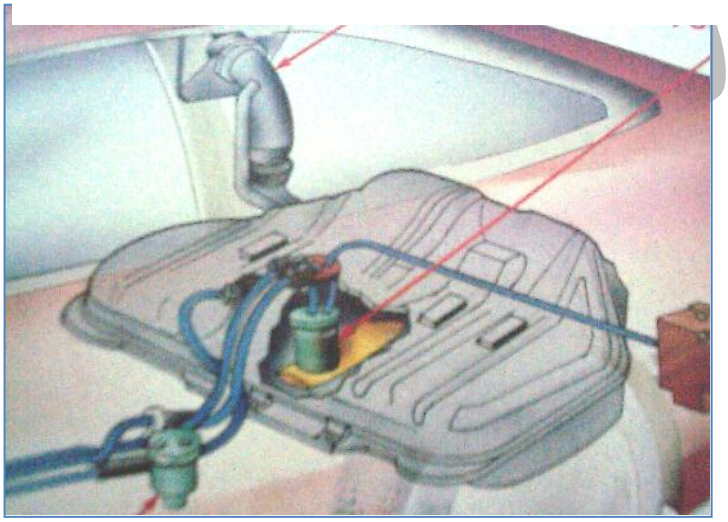
1. المزيج المتوازن (Stoichiometric Mixture) أو الخليط المثالي وهذا المزيج الذي يتم الخلط فيه بنسبة 14.7:1.
2. المزيج الضعيف أو **الفقير (Lean Mixture)** وهو المزيج الذي تكون فيه نسبة الوقود أقل من النسبة المتوازنة، أي أن نسبة الهواء أعلى من نسبة الهواء المثالية.
3. المزيج **الغني (Rich Mixture)** وهو المزيج الذي تكون فيه نسبة الوقود أعلى من النسبة المتوازنة أي أن نسبة الهواء أقل من النسبة المتوازنة.

من أجل الحصول على أفضل قدرة وأكبر عزم ممكن من عملية الاحتراق مع أقل غازات عادمة غير ضارة بالبيئة يجب توفر الشروط التالية:

1. سحب كمية الهواء المناسبة.
2. تزويد كمية الوقود اللازمة.
3. خلط الوقود بالهواء بطريقة جيدة.
4. الحصول على شرارة قوية وبمدة مناسبة في الوقت المناسب.
5. التحكم في الغازات المنبعثة وتحويل الغازات الضارة إلى غازات غير ضارة.

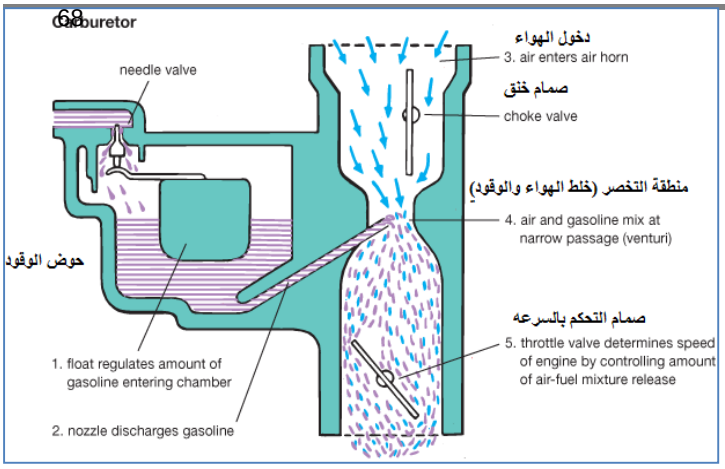
مكونات نظام الوقود ذو المكربن:

1- خزان الوقود. 2- مضخة الوقود. 3- فلاتر الوقود. 4- أنابيب توصيل الوقود. 5- المكربن.



خزان الوقود Fuel Tank

يعد خزان الوقود من أهم أجزاء دائرة الوقود، اذ يقوم بتخزين كمية منه تكفي لقطع مسافة (400 - 700) كيلومتر وتتناسب هذه الكمية مع سعة المحرك وحجمه، يركب الخزان غالباً **بعيداً عن المحرك** وذلك لتلافي حدوث حريق، **يصنع** هذا الخزان من مادة خفيفة الوزن مثل البلاستيك المقوى أو من الألمنيوم او من الحديد المبطن بطبقة مقاومة للصدأ. يحتوي الخزان من الداخل على عوارض **معدنية مفتوحة من الأسفل لمنع حركة الوقود أثناء المسير (الخضخضة)** والتي تسبب ارتفاع درجة حرارة الوقود وبالتالي تبخره مما يعيق عمل مضخة الوقود. **وتمنع العوارض أيضا الوقود** من التجمع في مكان واحد أثناء المسير على المنحنيات. يتصل بخزان الوقود أنبوبة معدنية كبيرة القطر نسبياً لأغراض تعبئة الوقود وفي نفس الوقت التخلص من بخار البنزين المتكون داخل الخزان عن طريق خط التهوية الذي يركب على أنبوبة التعبئة ويتم من خلال هذا الخط معادلة الضغط داخل الخزان مع الضغط الجوي خارج الخزان ويركب على الخزان خط لسحب الوقود الذي يركب علية **مصفاة مركبه داخل الخزان وذلك لتنقية البنزين من الشوائب الكبيرة** وهنالك أيضا خط الوقود الراجع، بعض انواع خزانات الوقود تحتوي على فتحة في أسفله لتفريغ الوقود عند الحاجة إلى تفريغه.



#. المكربن او المازج (Carburetor):

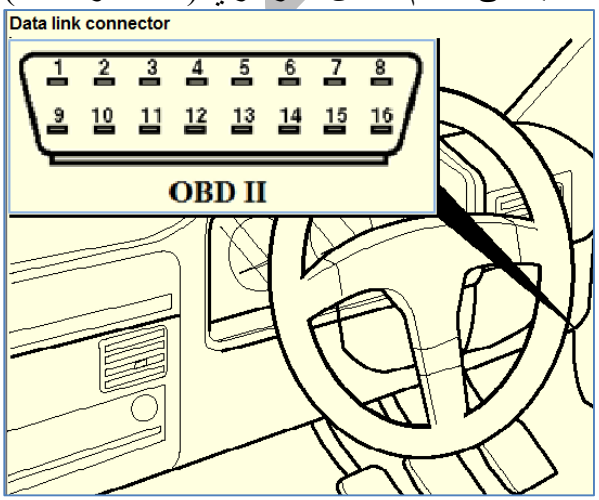
المكربن عبارة عن جهاز يقوم باستخدام مبدأ الخلخلة أو خفض الضغط نتيجة لاختلاف سرعة الهواء، مما يؤدي إلى سحب الوقود بسبب اختلاف الضغط بين طرفي أنبوب توصيل الوقود، حيث يتم دفع الوقود من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط المنخفض في مجرى الهواء.
يبين الرسم التوضيحي جهاز المكربن الذي يتكون بشكل رئيسي من خانق أو تضييق (**Venture**) يعمل على تسريع ذرات الهواء أثناء مرورها خلاله وبالتالي خفض ضغط الهواء في هذه المنطقة وحصول خلخلة. إن حصول الخلخلة في التضييق يؤدي إلى سحب الوقود بواسطة أنبوب تكون بدايته في مجرى الهواء ونهايته في وعاء الوقود الذي يكون تحت تأثير الضغط الجوي العادي، ونظراً لأن الضغط في مجرى الهواء أقل من الضغط في وعاء الوقود فإن الوقود ينسحب حسب نظرية فرق الضغط إلى مجرى الهواء، حيث يتم تجزئته بعملية تسمى (**Atomization**) إلى رذاذ دقيق و يتم مزجه بالهواء وتحويله إلى بخار وقود، وبالتالي الحصول على مزيج من الوقود والهواء. ويتم دخوله إلى حجرة الاحتراق باستمرار عبر صمامات دخول الهواء.
لأكثر من 70 عام جرى استخدام المكربن في السيارات وبعد العام 1960 بدأ الاتجاه إلى استخدام نظام الحقن الاليكتروني ويأتي ذلك تلبية للقوانين التي تحد من تلوث الهواء بالذات في المدن الكبيرة، وكذلك عيوب استخدام المكربن.

عيوب المكربن التي أدت إلي إزاحته والبدء في استخدام نظام حقن الوقود:

1. نسبة خلط الوقود للهواء لا يمكن السيطرة عليها بدقة
2. لا يخدم المكربن بشكل جيد على سرعات السيارة المختلفة.
3. بواسطة استعمال المكربن لا يتم توزيع الوقود بشكل جيد على جميع اسطوانات المحرك.
4. صعوبة تشغيل السيارة في الجو البارد.
5. صعوبة تزويد المحرك بالوقود عند الانطلاق المفاجئ.

تأريخ تطوير نظام الحقن الإلكتروني:

لقد كان السيد روبرت بوش (Robert Bosch) في ألمانيا أول من طور نظام الحقن الإلكتروني عام 1912 في محركات البنزين. ولقد استغرق العالم مدة 20 سنة من أجل تطوير نظام حقن إلكتروني. وقد تم استخدام نظام الحقن الإلكتروني بشكل فعال في محركات الطائرات. وقد تم تطوير الحقن الإلكتروني في محركات السيارات عام 1952. وكان استخدام نظام الحقن الإلكتروني لأول مرة في سيارات السباق في أمريكا عام 1957.
في أوائل السبعينات وبسبب ظروف ارتفاع أسعار الوقود والحاجة إلى التحكم في التلوث قامت الحكومات بإصدار تشريعات تطلب من مصانع السيارات العمل على التحكم بتوفير الوقود وخفض نسبة الغازات المنبعثة. بدأت شركات صناعة السيارات بتطوير أنظمة خلط وإشعال الوقود من أجل تحقيق هذه المتطلبات وقد ظهر نظام الفحص على الطريق **ويسمى** ((On Border Diagnostic (**OBD**). نظام التحكم الإلكتروني في حقن الوقود (**EFI**) تم تطويره بشكل فعال في بداية عام 1980 حيث استخدم بخاخ واحد أو اثنين في ما يسمى نظام الحقن المركزي (**CFI** أو **TBI**) (**T**hrottle **B**ody **I**njector / **C**entral **F**uel **I**njection)، ثم تم تطويره إلى نظام (**MPI**) (Multi Point Fuel Injector) ونظام (**SFI**) (Electronic Fuel Sequential Injection). بعد ظهور نظام الفحص (**OBD**) تم تطويره الى (**OBD I**) وكان مكان وشكل القابس (**الفيشة**) في هذا النظام للفحص غير محدد اي كل شركة سيارات تختار مكان وشكل لوجود القابس.



في عام 2000 قررت شركات السيارات على توحيد شكل ومكان قابس الفحص وقد ظهر نظام فحص جديد يسمى (**OBD II**) كما في الشكل، وهي توصيلة تحتوي على ستة عشر خط، ويكون مكانها تحت عجلة القيادة قرب قدمي السائق.

نظام الحقن الإلكتروني:

إن الفرق الرئيسي بين نظام المكربن ونظام الحقن الإلكتروني هو في عملية سحب كمية الوقود وتزويد الكمية المطلوبة. حيث تتم معايرة كمية الوقود وتزويده إلى مجاري سحب الهواء بواسطة بخاخ أو أكثر ويتم تركيب هذا البخاخ\البخاخات في مجاري الهواء أو في نهاية المجاري قرب صمامات دخول الهواء. أما في المكربن فتتم معايرة كمية الوقود عن طريق فتحة الوقود في أنبوب سحب الوقود بواسطة اختلاف الضغط بين مجرى الهواء ووعاء الوقود حسب سرعة وكمية الهواء الداخلة إلى المحرك.

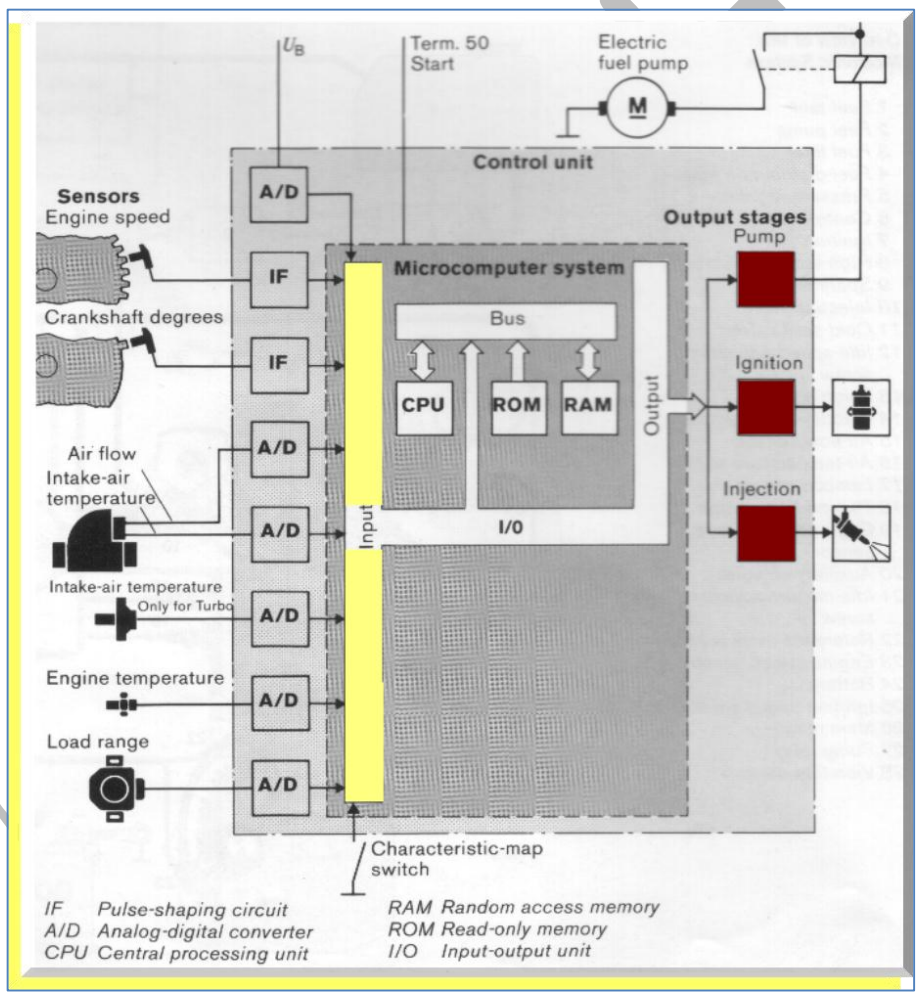
يعتمد نظام الحقن الإلكتروني على قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك بوحدة (كغم/ ث) بناءً على رغبة السائق بواسطة دواسة الوقود. حيث يتم قياس حرارة الهواء الداخل وسرعة الهواء وضغطه داخل مجاري الهواء وبالتالي حساب كتلة الهواء الداخلة في وحدة الزمن، وبعد حساب كتلة الهواء تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بحساب كمية الوقود اللازمة لحصول احتراق كامل حسب نسبة الخلط النوعية المثالية وهي (**14.7 هواء الى 1 وقود**) ويتم تقديم وتأخير الشرارة لتتناسب مع سرعة دورة المحرك لتعطي الاحتراق المناسب.

يتم التحكم في كمية الوقود عن طريق التحكم بجرعة الوقود بواسطة زيادة أو تقليل مدة فتح البخاخ إلكترونياً.

إن وجود أنظمة إلكترونية متطورة مكنت من تطوير أنظمة فعالة قادرة على:

1. التحكم بكمية الوقود بشكل دقيق حسب كتلة الهواء التي يتم قياسها بدقة أيضاً.
2. إمكانية معرفة نوعية الاحتراق، **عن طريق إشارة راجعة** عن نسبة الأوكسجين في العادم.
3. التحكم في سرعة دوران المحرك أثناء وقوف السيارة وسرعة الاستجابة للمتغيرات التي تمر بها السيارة مثل الضغط والحمل والحرارة وغيرها.

الشكل التالي يمثل مخطط توضيحي لنظام الحقن الإلكتروني الأساسي.

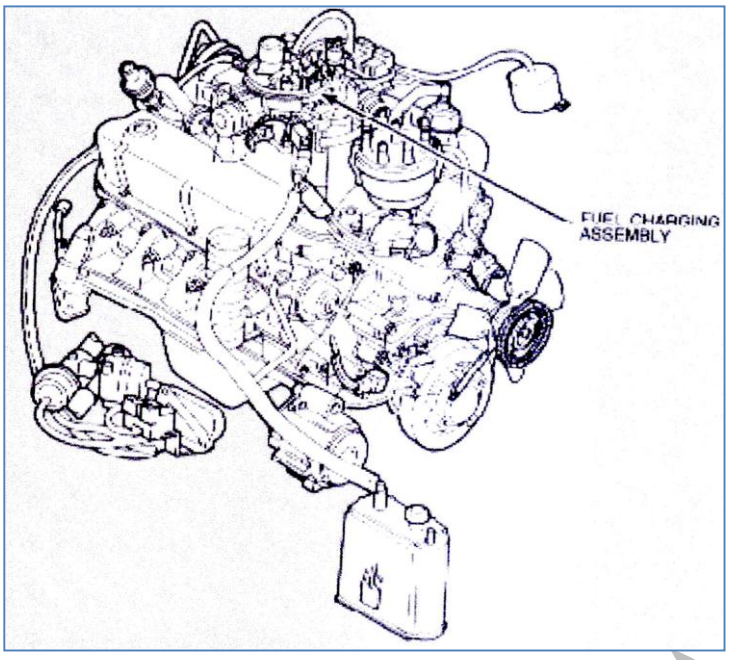


كما يوضح الشكل اعلاه ان نظام الحقن الإلكتروني يتكون من مضخة للوقود موجودة إما بداخل خزان الوقود أو خارجه، تقوم برفع وتزويد الوقود على ضغط عالي، ويتم ضخ الوقود من خلال فلتر للوقود إلى بخاخات الوقود. يتم التحكم بعمل المضخة وبمدة فتح وإغلاق البخاخات بواسطة نظام التحكم الإلكتروني، كما يتم **التحكم بضغط الوقود** بواسطة منظم ضغط الوقود (Fuel Pressure Regulator) للمحافظة على الضغط المناسب باستمرار أثناء عمل السيارة.

أنواع أنظمة الحقن الإلكتروني:

لقد مر نظام الحقن الإلكتروني في مراحل تطور إبتداءاً من نظام الحقن المركزي ثم الحقن المتعدد وانتهاءاً في نظام الحقن المتتالي. فيما يلي نبذة موجزة عن كل نوع من هذه الأنواع:

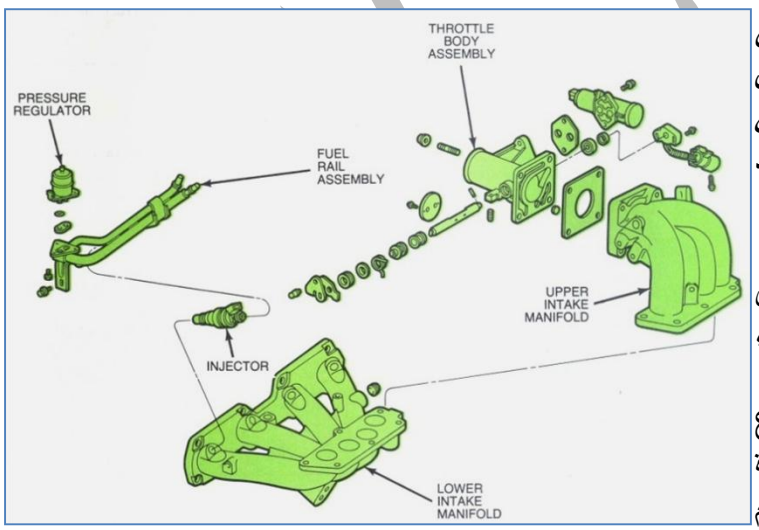
1- نظام الحقن المركزي (Throttle Body Injector / Central Fuel Injection) أوTBI / CFI:



يعتمد هذا النظام على وجود بخاخ أو اثنين في جسم الخانق، حيث يتم بخ الوقود قبل فتحة الخانق في مجرى الهواء الرئيسي، ليتم اختلاطه بالهواء الداخل للمحرك. ويقوم نظام التحكم الإلكتروني بالتحكم في مدة فتح البخاخ الذي يزود كمية الوقود المطلوبة لجميع اسطوانات المحرك.

نظام الحقن المركزي هو نظام حقن من نقطة واحدة ذو نبضات تُغير مدة فتح وإغلاق البخاخ. **ويستخدم نظام الحقن المركزي نظام وقود ذو ضغط منخفض في حالة وجود بخاخ واحد أو نظام ذو ضغط مرتفع في حالة وجود بخاخين.** إن عملية دخول الهواء في نظام الحقن المركزي تشبه إلى حد كبير نظام المكربن، حيث يدخل الهواء نتيجة لزيادة فتحة الخانق بسبب اختلاف ضغط الهواء، وبوجود تضييق في مجرى الهواء مباشرة قبل البخاخ، تزداد سرعة الهواء لتحسين عملية خلط الوقود الذي يتم تزويده بواسطة البخاخ. يختلف نظام الحقن ذو الضغط المنخفض عن الضغط المرتفع في طريقة دخول الهواء.

2. نظام الحقن المتعدد (Electronic Fuel Injection / Multi Point Fuel Injector) :EFI / MPI



يتم تزويد الوقود في نهاية مجاري السحب مباشرة بالقرب من صمامات دخول الهواء، حيث يكون هنالك بخاخ واحد لكل اسطوانة تقوم جميع البخاخات بتزويد الوقود في وقت واحد في مجاري السحب، ويتم التحكم بمدة فتح البخاخات في آن واحد لجميع البخاخات.

يستخدم هذا النظام مجس تدفق الهواء (MAF Sensor)أو مجس الضغط (MAP Sensor) ومجس حرارة الهواء (IAT Sensor) لتحديد كمية الهواء وبالتالي تحديد مدة فتح البخاخات.

يتم سحب الهواء خلال مجاري هواء خاصة توزع الهواء على اسطوانات المحرك وتساعد على زيادة سرعة دخول الهواء إلى الاسطوانات، ويمتاز تصميم هذه المجاري بأن لها تصميم خاص يساعد على:

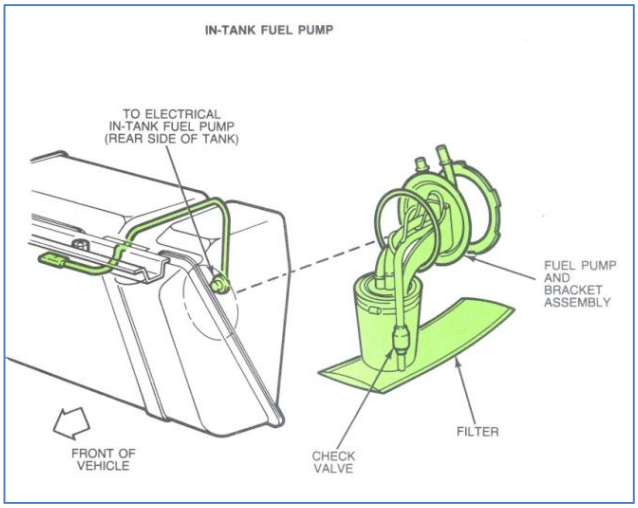
1. **توزيع الهواء على جميع الاسطوانات بشكلٍ متساوٍ.**
2. **تخفيض صوت الإزعاج الناتج عن دخول الهواء.**
3. **تنظيم ضغط الهواء في المجاري.**

كما يوجد نظام دخول هواء جانبي في هذا النظام يسمح بإدخال الهواء متجاوزاً فتحة الخانق عند الحاجة إلى ذلك حسب ظروف عمل المحرك، مثل دوران المحرك أثناء وقوف السيارة فيما فتحة الخانق مغلقة.

3. نظام الحقن المتتالي Sequential Fuel Injection (SFI):

يشبه هذا النظام نظام الحقن المتعدد في التركيب وعدد البخاخات، لكن يختلف عنه في توقيت تزويد مجاري السحب بالوقود؛ فهو يستخدم بخاخ لكل أسطوانة لكن تزويد الوقود يكون في أوقات متزامنة مع شوط السحب في كل أسطوانة. أي أن نظام الحقن المتتالي هو نظام حقن متعدد ولكن مستقل في كل بخاخ.

يتم التحكم بدخول الهواء في نظام حقن الوقود عن طريق التحكم بفتحة الخانق بواسطة دواسة الوقود التي يسيطر عليها السائق مباشرة او بصورة غير مباشرة.



نظام تزويد الوقود:

يتم تزويد الوقود إلى البخاخات بواسطة مضخة الوقود الكهربائية، ويمكن أن يكون هناك مضختان وذلك حسب نوع السيارة أو الآلية. هناك ثلاثة أنظمة وقود أساسية تستخدم في أنظمة حقن الوقود:

1. **نظام يستخدم مضخة ذات ضغط عالي داخل خزان الوقود.**
2. **نظام يستخدم مضخة ذات ضغط منخفض داخل خزان الوقود.**
3. **نظام يستخدم مضخة ذات ضغط منخفض داخل خزان الوقود وأخرى ذات ضغط عالي خارج خزان الوقود.**

❖ مضخة الوقود ذات الضغط العالي داخل اخزان الوقود:

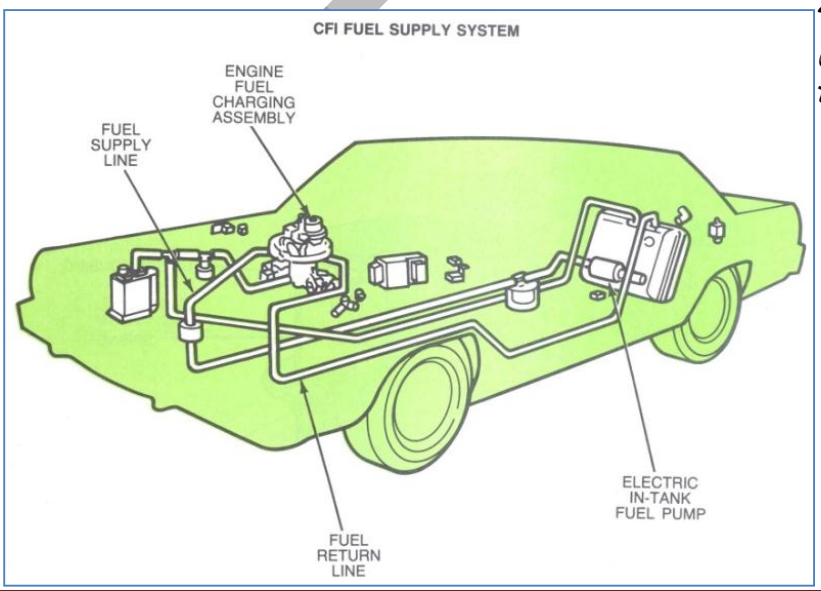
تستخدم مضخة ذات ضغط عالي في تجويف خاص داخل خزان الوقود، ويقوم هذا التجويف بتأمين وجود الوقود باستمرار للمضخة في جميع ظروف عمل السيارة سواء عند سيرها على أرض مائلة أو منحدرة وخصوصاً عند انخفاض مستوى الوقود. تقوم هذه المضخة بتزويد الوقود على ضغط عالي حيث يبلغ اكثر من **(3bar or 40 psi)** في خط التوزيع للبخاخات. **يوجد بداخل المضخة صمام أمان لحالات الضغط الزائد حيث يتم إرجاع الوقود إلى الخزان.**

إن لوجود المضخة داخل خزان الوقود عدة فوائد منها:

1. **المقدرة على إعطاء أعلى ضغط ممكن بسبب عدم وجود خط سحب حيث أن خط السحب يعتبر سلبي؛** إذ أنه يخلق ضغط سالب في الوقود في حال وجود خط السحب في المضخة بمستوى أعلى أو مساوٍ لسطح السائل.
2. وجود المضخة داخل خزان الوقود يعمل **على تبريد المضخة باستمرار** خاصة وإنها تعمل بسرعة عالية وضغط عالي.
3. **ضمان توفر الوقود للمضخة تحت أقسى ظروف القيادة الصعبة.**

❖ مضخة الوقود ذات الضغط المنخفض داخل خزان الوقود:

تعمل هذه المضخة بنفس مبدأ عمل المضخة ذات الضغط العالي ولكن ضغط الوقود يكون منخفضاً أي حوالي (15 psi) وهي كذلك مزودة بصمام حماية من الضغط العالي.

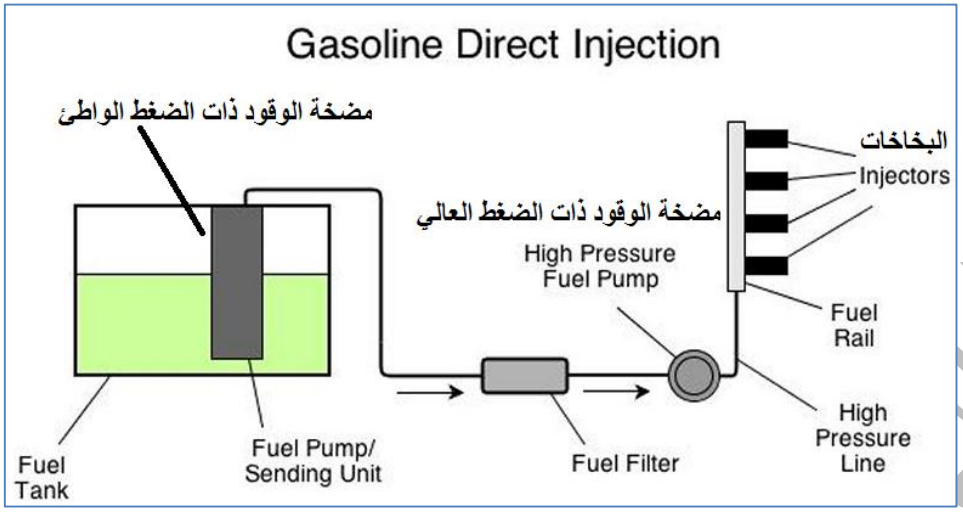


❖ **نظام المضخة داخل الخزان وأخرى خارج الخزان (Gasoline Direct Injection GDI Engine):**

في هذا النظام توجد مضخة ذات ضغط منخفض (3 bar) داخل خزان الوقود وأخرى ذات ضغط عالي (40-200 bar) خارج خزان الوقود مثبتة على هيكل المحرك، حيث تقوم المضخة داخل الخزان بضخ الوقود إلى المضخة الخارجية والتي تقوم برفع ضغط الوقود الواصل إلى البخاخات. تزوَد دائرة المضخة الداخلية بمقاومة لخفض الجهد حيث يبلغ الجهد الواصل إلى هذه المضخة حوالي **11 فولت** بينما تزوَد المضخة الخارجية **وتكون ميكانيكية** ذات الضغط العالي بنظام صمام أمان للحماية من ارتفاع الضغط إلى أعلى من **138 bar**.

في بعض الأنظمة يوجد وعاء يتوسط بين مضخة الضغط المنخفض والمضخة الخارجية حيث تقوم المضخة الداخلية بتزويد الوقود إلى الوعاء الاحتياطي، وتقوم مضخة الضغط العالي الخارجية بسحب الوقود من هذا الوعاء إلى البخاخات.

يعمل الوعاء الاحتياطي على ضمان وجود الوقود للمضخة ذات الضغط العالي باستمرار تحت ظروف القيادة الصعبة.



خطوط الوقود:

هناك نوعان من خطوط الوقود: أحدهما لتزويد الوقود إلى البخاخات (خط التغذية) والآخر لإعادة الوقود إلى الخزان (خط الراجع). وقبل دخول الوقود إلى مجاري الوقود لتزويد البخاخات به، **فإن مصفاة موجودة قبل خط البخاخات (خط التوزيع) تقوم بتنقية وتصفية الوقود.**

تحتفظ خطوط تزويد الوقود ومجاري الوقود (خط التغذية) على ضغط عالي في حين يكون ضغط الوقود في خطوط إرجاع الوقود (خط الراجع) منخفضاً حيث أنه يقوم بتفريغ الوقود باستمرار داخل خزان الوقود.

منظم ضغط الوقود:

يستخدم منظم ضغط الوقود للتحكم في ضغط الوقود الواصل إلى لبخاخات، من أجل ضمان بخ الوقود بشكل جيد بحيث يؤدي إلى تحويل الوقود إلى رذاذ مما يساعد على جودة خلط الوقود بالهواء. وهنالك نوعان من منظمات الضغط، النوع الأول يستخدم في نظام الحقن المركزي والآخر في نظام الحقن المتعدد، **ويكون الضغط تقريبا في خط التوزيع للبخاخات (المسطرة او خط التوزيع) 3.8 الى 2.5 بار حسب نوع السيارة ونظام الحقن المستخدم.**

- **منظم ضغط الوقود لنظام الحقن المتعدد:**

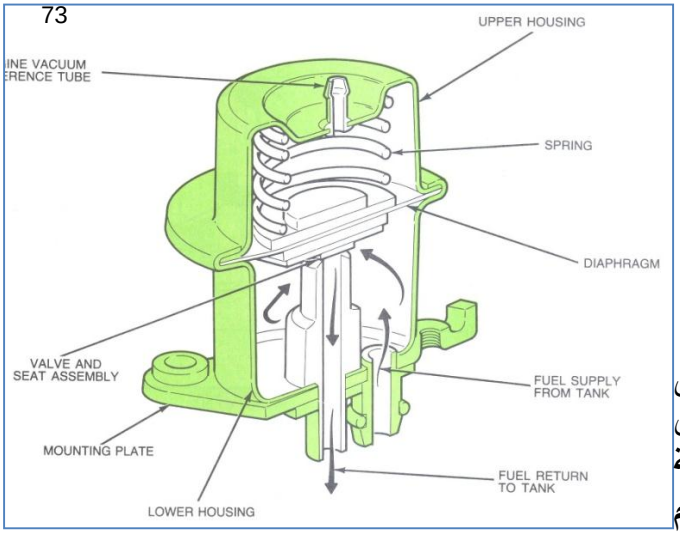
منظم الوقود في نظام الحقن المتعدد يشبه إلى حد كبير منظم الضغط في نظام الحقن المركزي إلا أنه يساعد في عمله عامل تحكم بواسطة الخلخلة من المحرك. **تقوم الخلخلة** (Vacuum) في المحرك بالمساعدة على تخفيف ضغط النابض، حيث يكون (Vacuum) أعلى ما يمكن أثناء وقوف السيارة. أثناء إغلاق الخانق عند تباطؤ السيارة يعمل ضغط (Vacuum) على سحب الغشاء ليعمل ضد النابض وبالتالي يعمل على فتح خط رجوع الوقود بشكل أكبر مما يؤدي إلى خفض الضغط.

وعند بدء فتح الخانق تقل الخلخلة (Vacuum) تدريجياً وبذلك يزيد ضغط النابض فيتم إغلاق خط الرجوع ويرتفع ضغط الوقود وبذلك فإن هذا المنظم يتحكم بضغط الوقود بالتوافق مع دورة المحرك من أجل ضمان وجود ضغط مناسب ثابت على مختلف سرعات المحرك.

تشخيص ضغط الوقود:

إن انخفاض ضغط الوقود في النظام يعتبر من الأسباب الرئيسية لعدم بدء عمل المحرك أو انخفاض قدرته، لذا يجب التأكد من أن ضغط الوقود ضمن المقياس السليم وذلك بقياس ضغطه باستخدام ساعة قياس الضغط.

73



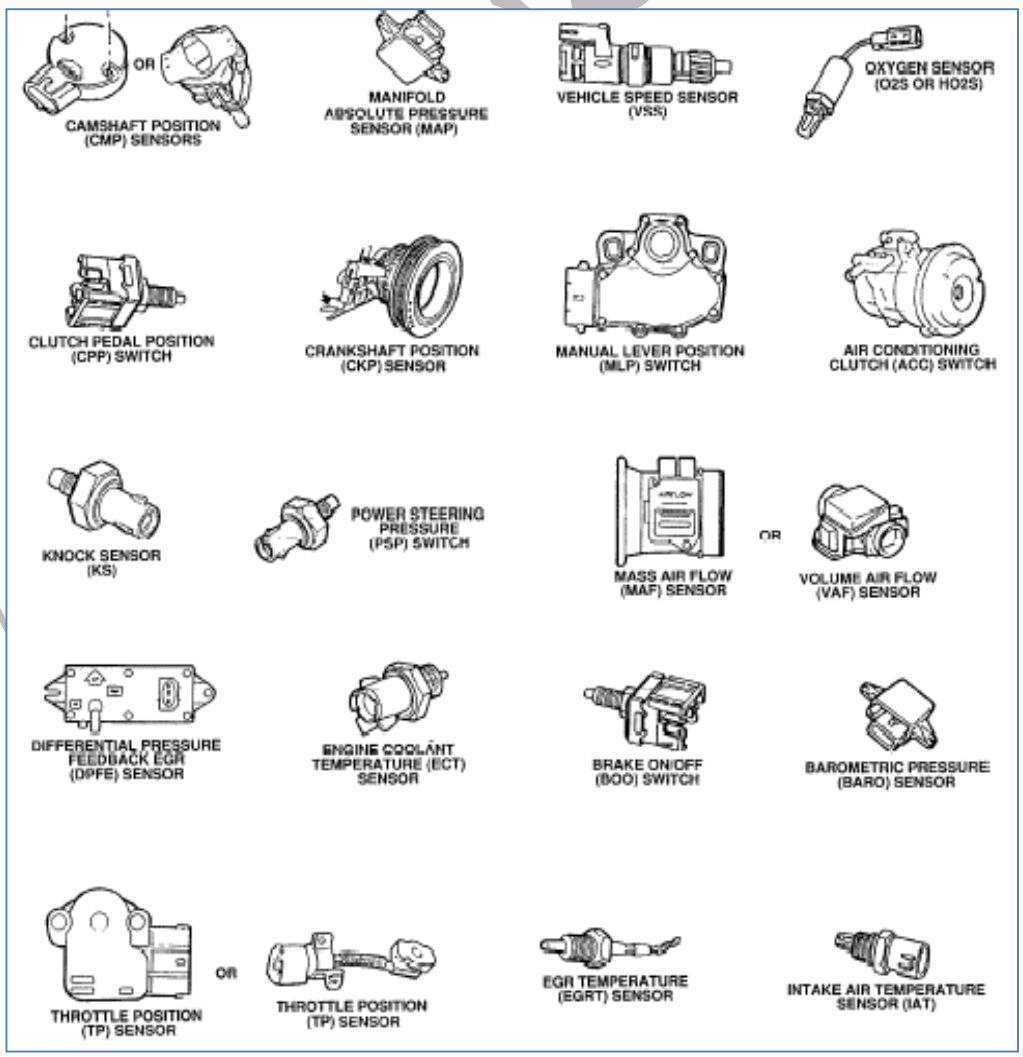
أسباب انخفاض ضغط الوقود:

1. ضعف مضخة الوقود.
2. وجود تهريب في خطوط الوقود.
3. عطل في منظم ضغط الوقود.
4. انسداد في فلتر الوقود.
5. تلف او شرخ انبوب التخلخل (Vacuum).

لمعرفة سبب انخفاض ضغط الوقود يجب البدء أولاً بفحص خطوط الوقود للتأكد من عدم وجود تهريب فيها، ومن ثم تبديل فلتر الوقود، **وبعد ذلك يتم تشغيل المحرك وإيقافه ومراقبة الضغط لمدة 2 الى 5 دقيقة، فمن المفروض أن يحتفظ النظام بضغطه لهذه المدة على الأقل**، فإذا لوحظ أن الضغط ينخفض بسرعة فإن ذلك ناتجٌ عن عطل داخل منظم ضغط الوقود، عندها يجب تبديل المنظم ثم قياس ضغط المضخة مرة أخرى، فإذا ارتفع الضغط إلى الحد المطلوب فإن المضخة سليمة وبخلاف ذلك فإنه يجب استبدال المضخة.

ملاحظة: يجب التأكد دائماً من أن المصفاة البلاستيكية الموجودة أسفل مضخة الوقود سليمة ولا يوجد فيها ثقوب كبيرة تسمح بمرور الشوائب التي قد تضر بالمضخة. كذلك يجب التأكد أن أسفل الخزان لم يتعرض لإصابة تؤدي إلى الضغط على المضخة.

حساسات المحرك Engine Sensors: حتى يتمكن الكمبيوتر من حساب كمية الوقود اللازمة بدقة وحساب مدة فتح البخاخ فإنه يستقبل معلومات باستمرار عن ظروف عمل المحرك من عدد من الحساسات والمفاتيح:



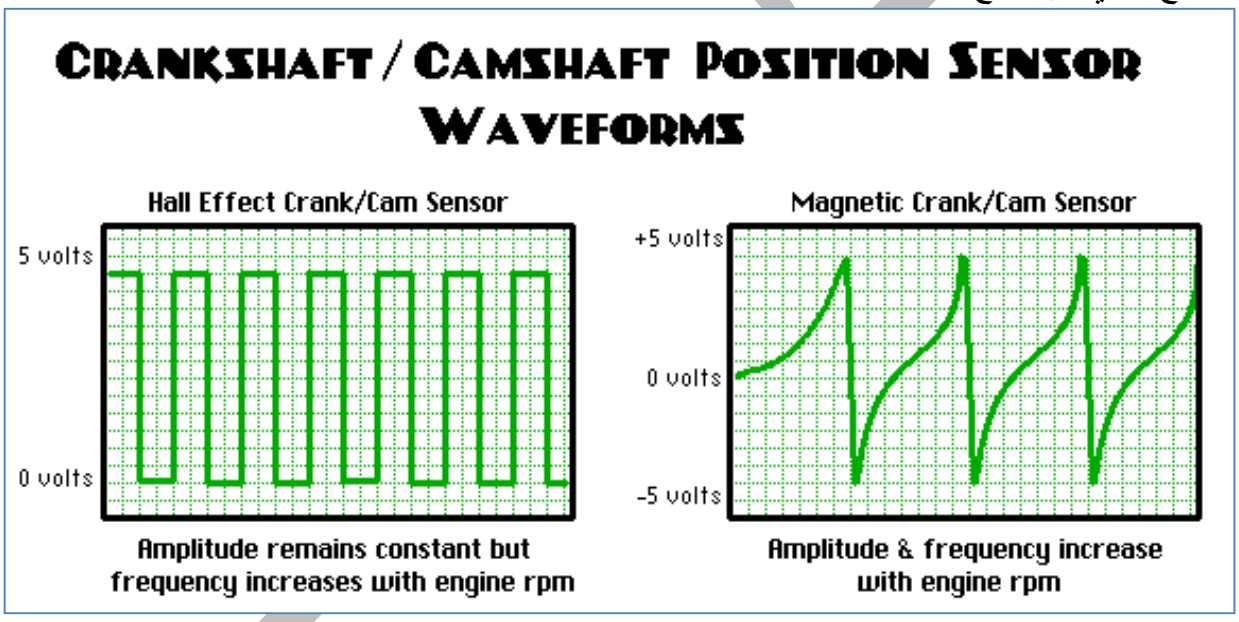
حساسات سرعة وموقع الاعمدة (Speed/Position Sensor):

مثل

- حساس سرعة المركبة (Vehicle speed sensor)
- حساس سرعة العجلة (Wheel Speed sensor)
- حساس عمود المرفق (Crankshaft Sensor)
- حساس عمود الحدبات (Camshaft Sensor)

اما ان يكون حساس السرعة من الانواع التي تولد فرق جهد (VOLTAGE GENERATOR) او الأنواع التي تأخذ فرق جهد (REFERANCE VOLTAGE).

يعتبر حساس عمود المرفق من الحساسات الأساسية في أداء المحرك حيث **يقوم** بقياس عدد دورات المحرك، **وتحديد** موقع عمود المرفق بالنسبة لتوقيت الشرارة. **ويقوم** كذلك بإعطاء الإشارة الأولية لبدأ إطلاق الشرارة **وتشغيل** البخاخ، **يعتمد** المحرك على الإشارة الصادرة من هذا الحساس ليتعرف على بدأ تشغيل المحرك.
يقع هذا الحساس إما في مقدمة المحرك مقابل بكرة عمود المرفق الأمامية أو في مؤخرة عمود المرفق مع ترس **اضافي غير ترس الحذافة** (الفلايويل) وهو عبارة عن حساس منتج لنبضات على شكل إشارة جهد خطي متردد ,AC Analog حيث يتكون من ملف لاقط للمجال المغناطيسي وقلب مغناطيسي.
إن تعطل هذا الحساس سوف لا يرسل إشارة بدأ التشغيل إلى المحرك وبالتالي فلن يكون بالإمكان إصدار الشرارة أو تشغيل البخاخ ولا يمكن تشغيل المحرك.
أما إذا حصل تشوه في الإشارة نتيجة لوجود تشوه او اوساخ في الزعانف التي تقطع المجال المغناطيسي للحساس أو لوجود عطل في ملف الحساس، فإن الإشارة ستكون غير سليمة وبالتالي يحصل عدم انتظام في عمل المحرك ويحصل عطل متقطع يؤدي إلى تقطع الشرارة والوقود.



يمكن فحص هذا الحساس

4. بواسطة جهاز فحص الأعطال الخاص بنظام التحكم الإلكتروني عن طريق استخراج رموز الأعطال بواسطة جهاز الفحص.
5. وكذلك عن طريق مراقبة طبيعة عمل هذا الحساس بوسطة الاوسلوسكوب او جهاز قراءة الفولتية والمقاومة (فولتميتر).
6. او يتم وصل جهاز فحص الفولت المتردد ويتم تدوير المحرك ومراقبة إشارة الجهد المتولد من هذا الجهاز، حيث يجب إنتاج شرارة جهد خطي متردد تزداد بزيادة دورة المحرك ومقدارها (mv).
7. كذلك يمكن الفحص بواسطة مصباح الفحص الخاص (LED)، ولاكن بهذه الطريقة لا يمكن تحديد شكل او حجم الاشارة المنتجة منقبل الحساس.

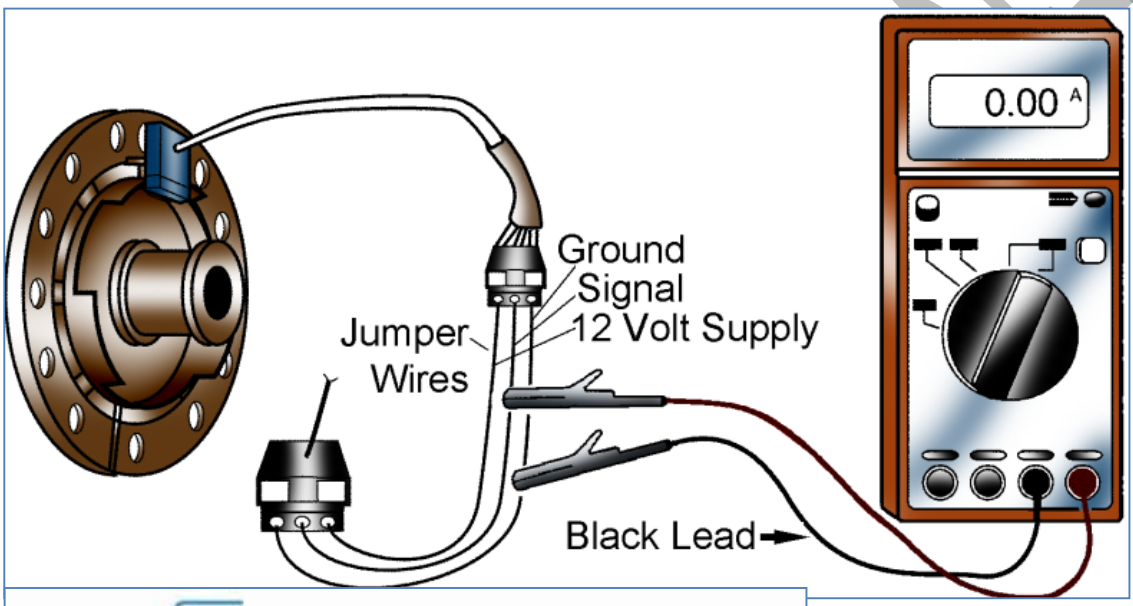
من أجل تحديد موقع مكبس رقم واحد أو تحديد زاوية عمود المرفق فإنه عادة يتم تصنيع العجلة المقابلة للحساس بحيث يتم إزالة أحد أسنان هذه العجلة أو يكون شكل هذا السن مختلف لتدل عن طريق اختلاف الإشارة على موقع زاوية عمود المرفق، وهنى يسمى حساس سرعة وموقع العمود.

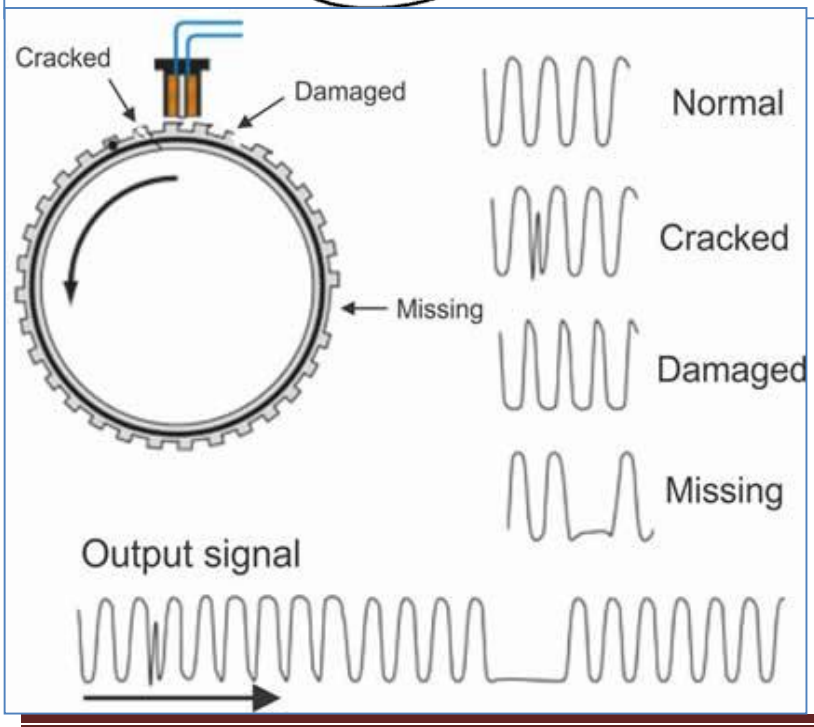
حساس عمود الحدبات: يقوم بقياس دورة عمود الحدبات، ويرتبط **عادة** بعملية الإشعال، حيث يقوم بإعطاء كمبيوتر المحرك معلومات عن عدد دورات عمود الحدبات وعن موقع عمود الحدبات بالنسبة للمكبس الاول او الاخير من أجل توقيت وضبط توقيت الشرارة.

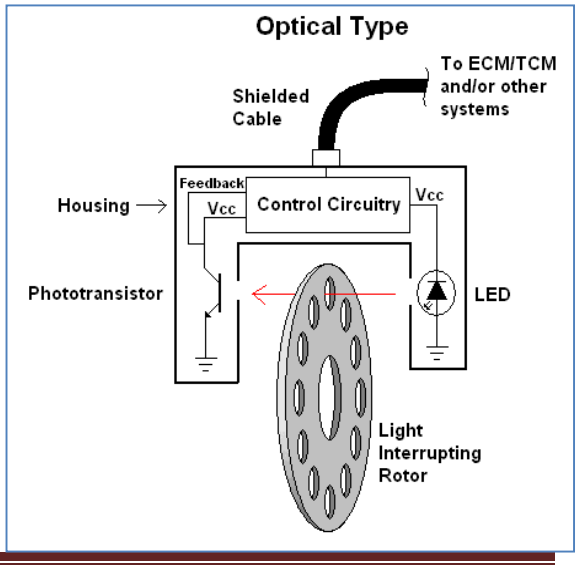
إذا تعطل حساس عمود المرفق يستعيض بدلا عنه بإشارة حساس عمود الحدبات والعكس بالعكس إذا كان كلاهما مستخدما في النظام. اما إذا كان فقط مستخدما حساس عمود المرفق فقط وتعطل الحساس فان المحرك لا يعمل ابدا.

إذا كان نوع الحساس يأخذ فرق جهد فهو اما من نوع هول او حساس ضوئي، ويكون عادة من 3 خطوط، خط ارضي (-) وخط تجهيز (12 او 5 فولت) وخط اشارة.

طريقة الفحص:







حساسات درجة الحرارة:

تقوم مثل هذه الحساسات بقياس درجة حرارة الهواء او الماء وهي:

- **حساس حرارة الهواء الداخل (Intake Air Temperature Sensor (IAT), Air Charge Temperature).**
- **حساس حرارة سائل التبريد (Engine Coolant Temperature Sensor ECT).**
- **حساس حرارة غاز العادم الراجع (Exhaust Gas Recirculation Temperature Sensor (EGRT))**

- **حساس حرارة الهواء الداخل (IAT):**

يستخدم هذا الحساس من اجل قياس درجة حرارة الهواء الداخل لتحديد كثافة الهواء الداخل إلى المحرك. وهي عبارة عن مقاومة حرارية تتغير فيها المقاومة مع تغير درجة الحرارة حيث **تقل المقاومة بزيادة الحرارة (بعض الانواع تزداد المقاومة بزيادة درجة الحرارة)**، ويقوم الكمبيوتر بإرسال إشارة جهد مرجعية إلى هذا الحساس حيث يقوم بمراقبة الفولت الراجع فيها، يزداد الجهد أو يقل حسب مقاومة هذا الحساس وبالتالي يقيس درجة الحرارة.

موقع الحساس يكون في مجاري سحب الهواء بين منقية الهواء وقرص الخانق اذا كان منفرداً

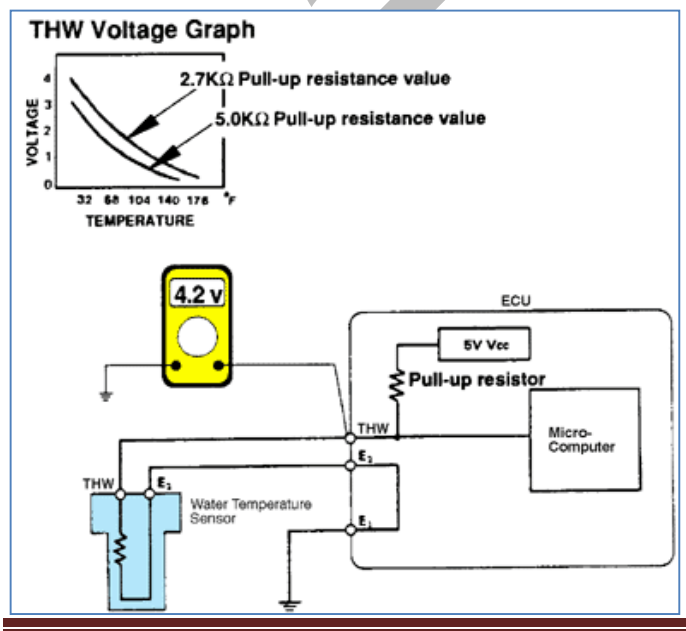
- **هنالك نوعان من حساسات قياس حرارة الهواء:**

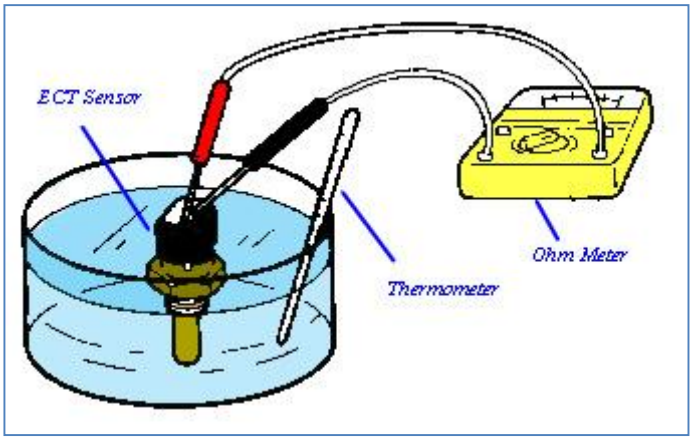
- النوع **الأول** عبارة عن مقاومة حرارية مستقلة تركب عادة على علبة فلتر الهواء او في مجاري سحب الهواء قبل القرص الخانق، ويكون لها نهايتان للكهرباء نهاية موجبة ونهاية سالبة كلاهما موصول بالكمبيوتر.
- **أما النوع الآخر فهو عبارة عن جزء من حساس (Vane Air Flow (VAF)) او مقياس كتلة تدفق الهواء (Mass Air Flow (MAF)) او (MAP) الذي يقوم بقياس سرعة الهواء وتدفق الهواء والحرارة بنفس الوقت او كتلة الهواء والحرارة بنفس الوقت.**

- **حساس حرارة سائل التبريد (ECT):**

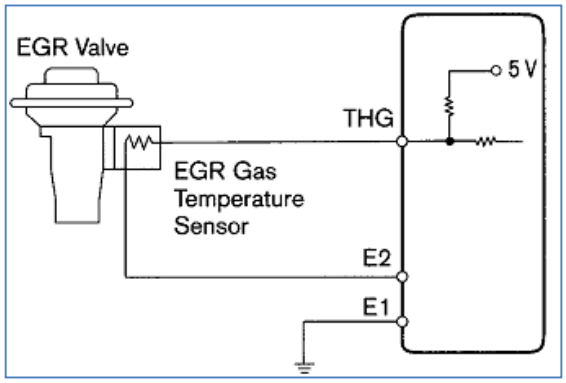
هذا الحساس عبارة عن مقاومة متغيرة حرارية مثل مقاومة حرارة الهواء يقوم بتزويد الكمبيوتر بمعلومات على شكل إشارة جهد متغيرة خطية عن درجة حرارة سائل التبريد ويقوم الكمبيوتر **باستخدام هذه المعلومة** عن حرارة سائل التبريد من أجل تعديل حساب كتلة الهواء وبالتالي مدة فتح البخاخ، **كذلك لتشغيل أو إيقاف** مروحة التبريد، أو اتخاذ الاستراتيجية المناسبة أثناء حالات الطوارئ بسبب ارتفاع حرارة المحرك المفاجئة. **موقعه** عادةً في بداية خروج الماء من المحرك (مجمع المنظم الحراري).

يتم فحص هذا الحساس وحساس حرارة الهواء بواسطة وصله على جهاز مقياس المقاومة ومن ثم مراقبة تغيير المقاومة حسب تغيير درجة الحرارة، ومقارنة ذلك بجداول خاصة لكل سيارة توضح قيمة المقاومة على مختلف درجات الحرارة.





حساس حرارة غاز العادم الراجع (EGR Temperature Sensor):



يقع هذا الحساس في مجرى غاز العادم الراجع الى الاسطوانات. عند عمل صمام غاز الراجع سوف يمر غاز في المجرى وبهذا تتغير درجة حرارة الحساس ليعلم الكمبيوتر بان الصمام يعمل.

حساسات جريان الهواء (Air Flow Meter Sensors) :

هذا النوع من الحساسات هو من الحساسات المهمة تسمى حساسات الحمل، يقيس حجم او كتلة تدفق الهواء الداخل الى المحرك ويرسل اشارة الى الكمبيوتر المحرك. **الكمبيوتر يحتاج ان يعلم بكمية الهواء** الداخل الى المحرك **والغرض** من ذلك، ليعطي اشارة الى البخاخات وزاوية تقديم وتأخير الشرارة وكذلك متى يتم تغير السرعة من قبل صندوق التروس إذا كانت السيارة في حالة حركة.

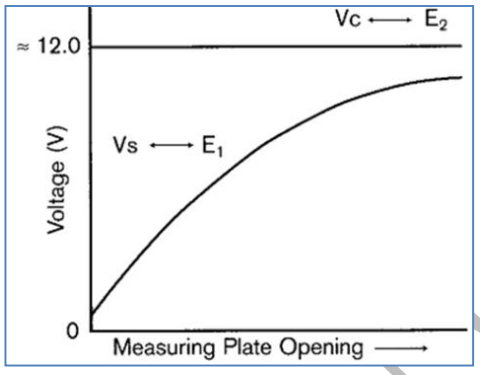
يركب هذا الحساس على مدخل الهواء بعد فلتر الهواء وقبل قرص الخانق ويجب على الهواء الداخل إلى المحرك أن يمر من خلال هذا الحساس. هذا الحساس او الجهاز على الاغلب يقسم الى:

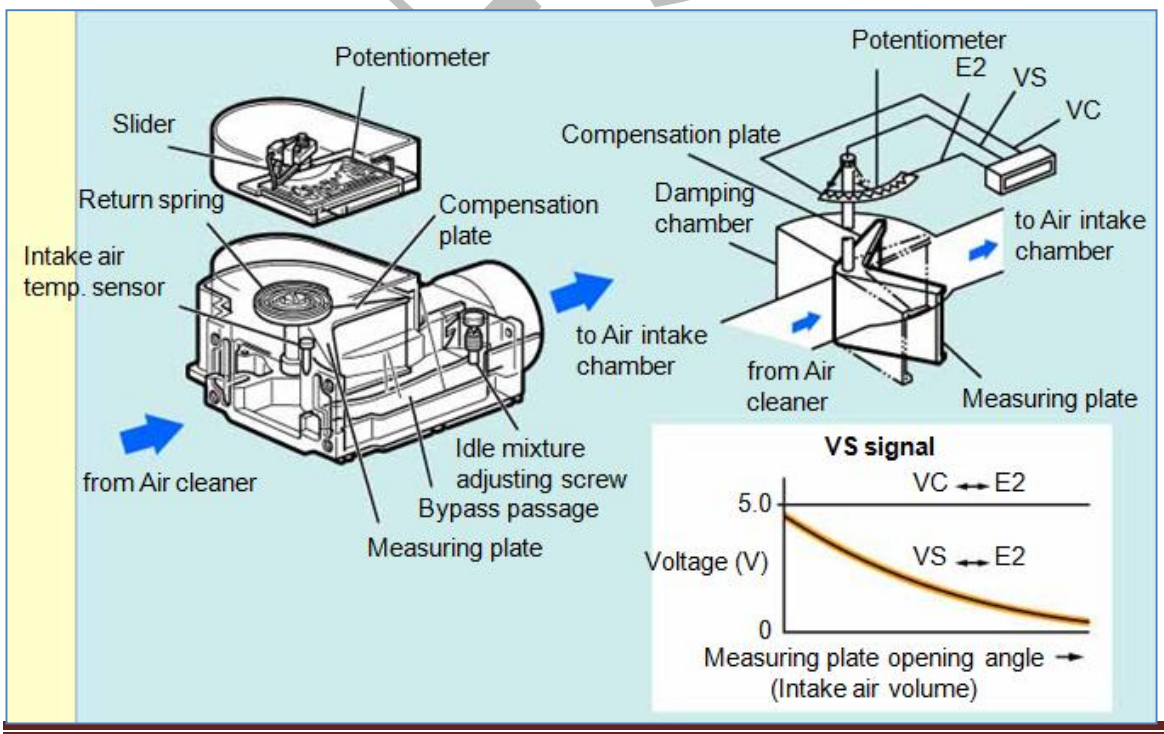
- **حساس قياس تدفق الهواء (Vane Air Flow):**
- **حساس كتلة تدفق الهواء نوع الضوئي او دوامة هواء كارمن (Karman Vortex Air Flow Meter Type)**
- **حساس كتلة تدفق الهواء نوع ذو السلك الساخن (Mass Air Flow Meter Hot Wire Type)**

حساس قياس تدفق الهواء (Vane Air Flow):

عبارة عن جهاز يحتوي على زعنفة موصولة مع مقاومة متغيرة ميكانيكية (**Potentiometer**) حيث تتحرك الزعنفة حسب سرعة تدفق الهواء خلال الجهاز وبالتالي يتم إرسال إشارة جهد خطية متغيرة إلى الكمبيوتر ليقوم بحساب حجم تدفق الهواء الداخل. يحتاج الكمبيوتر إلى معلومات عن كمية الهواء وحرارة الهواء ليقوم بحساب كثافة الهواء **وبالتالي يتم حساب كتلة الهواء الداخل ويكون مقياس الحرارة جزء من هذا الجهاز اي (يحتوي هذا الجهاز على حساس درجة حرارة الهواء).**

طريقة العمل والفحص:





حساسات جريان الهواء (Air Flow Meter Sensors) :

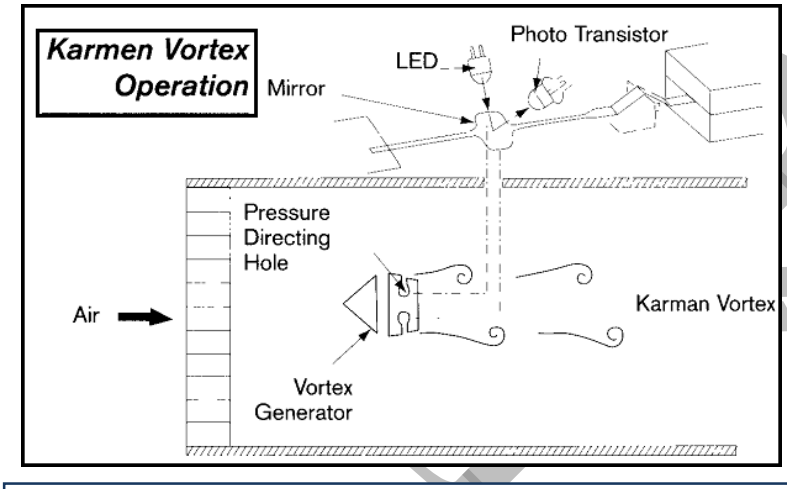
مقياس كتلة تدفق الهواء من النوع الضوئي او دوامة هواء كارمن (Karman Vortex Air Flow Meter)

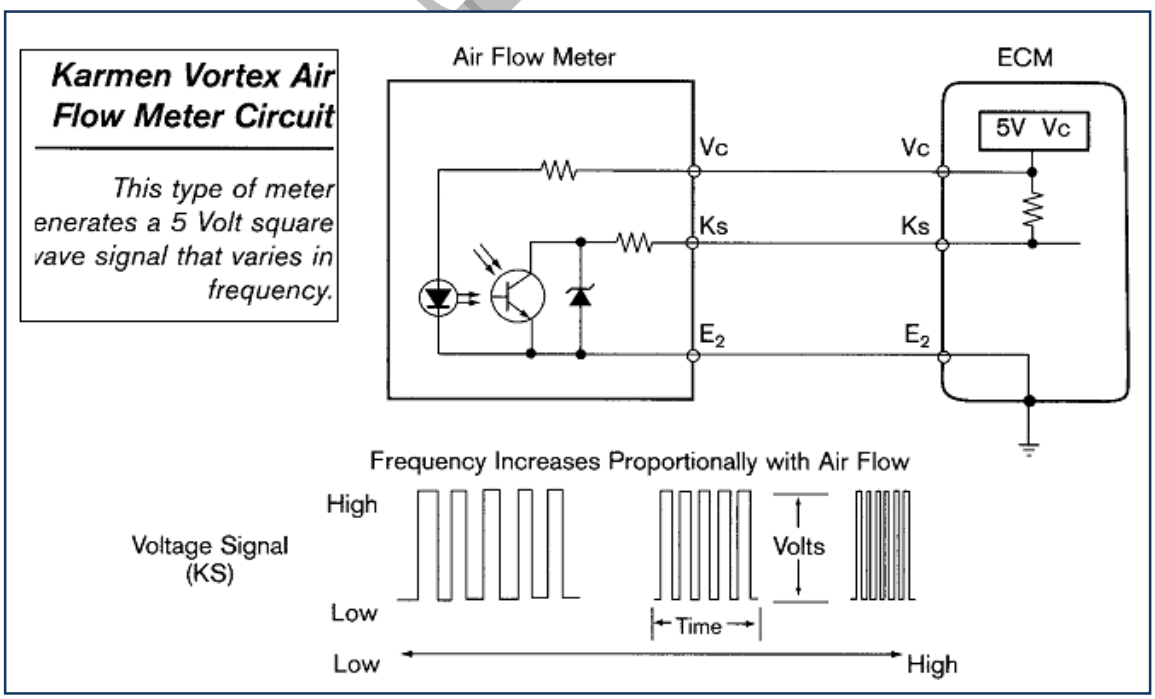
هذا النوع من الحساسات يشبه حساس قياس تدفق الهواء (Vane Air Flow) من حيث تجهيز الاشارة **ويعتبر من حساسات الحمل**. وهو يتكون من الاجزاء التالية:

- مولد دوامة Vortex Generator
- مرأة معدنية Metal Foil
- دايود وترانسيستور ضوئي (Photo Coupler (LED And Photo Transistor

طريقة العمل: الهواء الداخل يؤثر على المراة ليحركها حيث ان المراة تعكس الضوء المسلط عليها من الدايود الضوئي (LED) لترسله الى الترانسيستور الضوئي (Transistor Photo)، عند تحرك المراة سوف لن ترسل الضوء الى التراسيستور كما في الشكل. ان الترانسيتور هو جزء من دائرة الحساس وعند استلامه للضوء سوف يعطي اشارة (اي يقوم بفتح وغلق الدائرة الكهربائية للحساس). تكون اشارة الحساس اشارة مربعة اما 0 فولت او 5 فولت، وبهذا يستلم كمبيوتر المحرك تردد تزداد سرعة وتقل بالتناسب طرديا مع كمية وقيمة الهواء الداخل.

طريقة الفحص:





حساسات جريان الهواء (Air Flow Meter Sensors) :

مقياس كتلة تدفق الهواء نوع ذو السلك الساخن (Mass Air Flow Meter Hot Wire Type):

وهو حساس مهم جداً ودقيق يقوم بقياس كتلة الهواء الداخل إلى المحرك **ويعتبر من حساسات الحمل**، ويمتاز بسرعة استجابة عالية جداً لقراءة تدفق الهواء ولا يتأثر باختلاف ضغط الهواء الناتج عن دفعات سحب الهواء، ولا يحتوي على أجزاء ميكانيكية متحركة، ولا يبدي مقاومة عالية لدخول الهواء.

يتكون هذا الحساس من مجرى للهواء على شكل اختناق (**venturi**) ومجرى جانبي يتم سحب الهواء فيه، **ليمر على مقاومتين حراريتين. الأولى** لقياس تدفق الهواء وهو عبارة عن سلك ساخن يحتفظ بحرارة تقريبا 200 درجة مئوية.

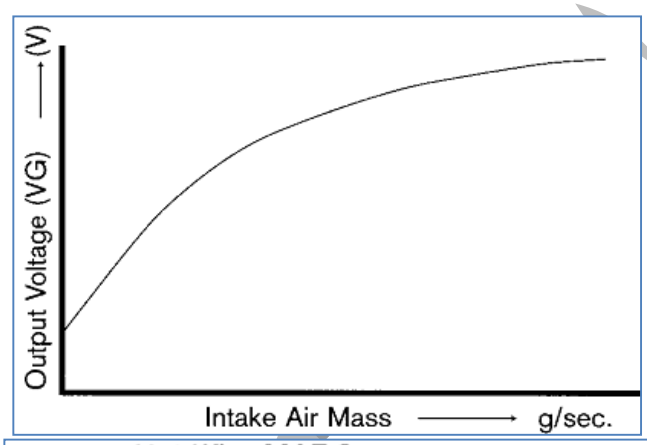
اما المقاومة الثانية، فهي خاصة لقياس درجة حرارة الهواء الداخل ليتم حساب كثافة الهواء.

طريقة عمل الحساس: يقوم الكمبيوتر بالمحافظة على حرارة السلك الساخن أعلى بـ 200 درجة مئوية عن المقاومة الحرارية وذلك عن طريق تغيير التيار المار في السلك وبمراقبة الجهد اللازم لهذا التغيير (اي ان الهواء الداخل سوف يحاول ان يبرد المقاومة الحرارية والكمبيوتر يعوض هذا التبريد بزيادة التيار المار وبنفس الوقت حساب هذا التيار **كـ كمية** هواء داخلة). يقوم الكمبيوتر بحساب ضغط وسرعة الهواء، ويوجد مقياس حرارة آخر. **لذلك فإن هذا الجهاز يقوم بحساب كتلة الهواء مباشرة بواسطة لوحة كمبيوتر خاصة به تعتبر جزء منه واعطاء إشارة جهد خطي متغير تدل على كتلة تدفق الهواء.**

يتم فحص المقاومة الثانية حسب دليل الشركة المصنعة ويكون الفحص كفحص مقاومة.

يتم فحص هذا الجهاز بواسطة جهاز فحص ومراقبة الأعطال الخاص وبالرجوع إلى دليل الشركة الصانعة.

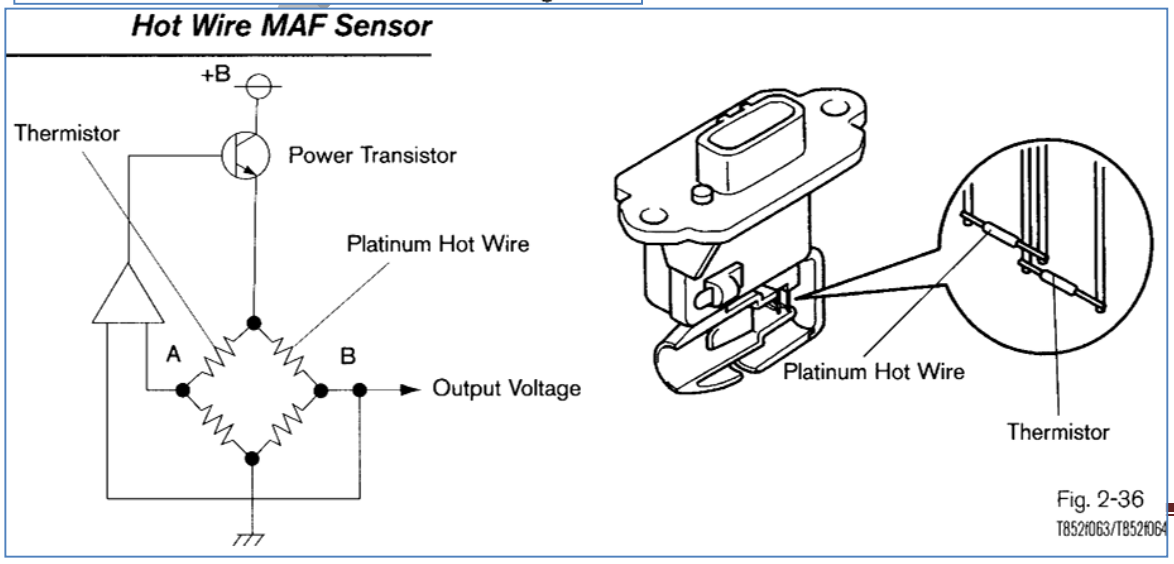
إن هذا الجهاز مهم جداً لحساب كتلة الهواء وكمبيوتر المحرك يعتمد على قراءات هذا الحساس لحساب كتلة الوقود اللازمة (مدة فتح البخاخ). لذا فإن أي عطل في هذا الجهاز يؤثر بشكل مباشر على قدرة السيارة وخاصة عند بدء تحريك السيارة، وكذلك على توفير الوقود.



ويعتبر هذا الجهاز مع حساس الأوكسجين من الحساسات المهمة لتوفير الوقود.

في بعض الحالات لا يستطيع الكمبيوتر تخزين رمز العطل لهذا الحساس عند حصول تغيير في درجة الذبذبة التي يقرأها الجهاز لذلك يجب الدخول في طور قراءة اشارة الجهاز ومقارنتها بالقراءة الصحيحة بجهاز آخر في سيارة تعمل بشكل جيد في نفس المنطقة لأن هذه الاشارة تتأثر مباشرة بالضغط الجوي في منطقة عمل السيارة.

طريقة الفحص:



حساسات قياس ضغط هواء (Absolute Pressure Sensors):

حساسات الضغط تستخدم لقياس الضغط داخل مجاري السحب، الضغط الجوي، ضغط بخار الوقود. وبالتالي موقع الحساس يختلف حسب استخدامه، والضغوط التي يقيسها تختلف حسب موقع الحساس، ولاكن مبدا عملها متشابه.

هنالك عدة أنواع من حساس قياس ضغط الهواء ومنها:

1. حساس قياس الضغط المطلق داخل مجاري سحب الهواء ((Manifold Absolute Pressure (MAP)، ويعتبر من حساسات الحمل
2. حساس قياس الضغط الجوي ((Barometric Absolute Pressure (BAP)
3. حساس قياس الضغط المطلق والضغط الجوي MAP/ BAP . **ويعتبر من حساسات الحمل**
4. حساس قياس ضغط تبخير الوقود دخال خزان الوقود (Vapor Pressure Sensor In The Fuel Tank)

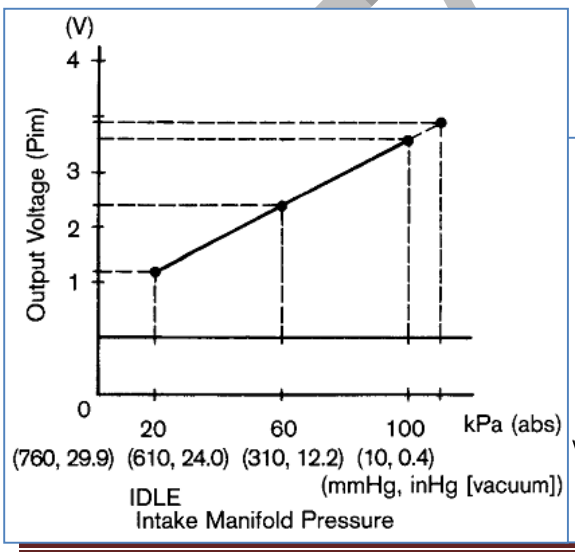
1. حساس قياس الضغط المطلق داخل مجاري سحب الهواء ((Manifold Absolute Pressure (MAP):

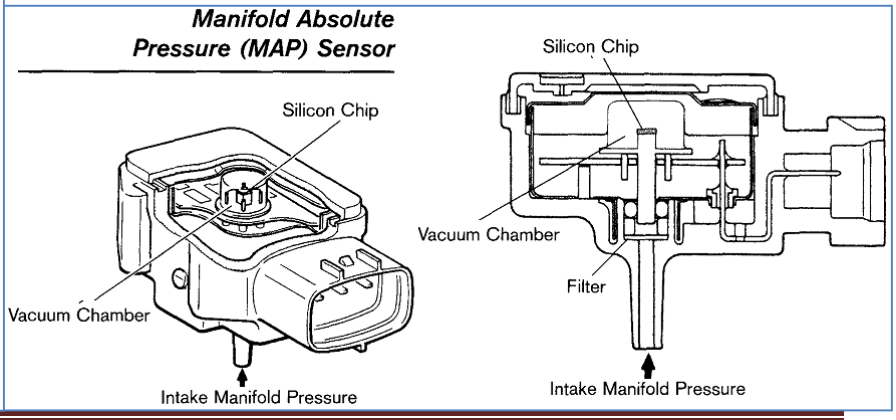
يمكن ان سيتخدم احد حساسات الحمل في المحرك ومنها (MAP) تختلف كمية الأوكسجين في الجو باختلاف الضغط الجوي، فإن اختلاف الضغط يؤثر مباشرة على كثافة الأوكسجين بشكل مباشر، لذلك يجب قياس ضغط الهواء داخل مجرى الهواء الداخل للمحرك باستمرار من أجل تحديد كثافة الهواء وبالتالي كثافة الأوكسجين الذي يلزم لحرق الوقود. يكون هذا الحساس مفتوح على مجرى الهواء، وهو بذلك يقوم بقياس الضغط المطلق داخل **مجاري سحب الهواء** بشكل مباشر. **يقوم** حساس **MAP** بقياس تغيرات الضغط داخل مجمع السحب (Manifold Intake) الناتجة عن (الأحمال المتغيرة داخل مجمع السحب اي سرعة المحرك المتغيرة) ويرسل هذه التغيرات فى صورة فولت متغير إلى كمبيوتر المحرك (ECM) وفي بعض الحالات يرسل اشارة على شكل (Hz).

تركيبة الحساس: حساس الـ(**MAP**) يحتوي على عجينة من السليكون ذات مقاومة متغيرة موضوعة داخل غرفة من قسمين يكون احد اقسامها ذات ضغط مثالي والقسم الاخر مفتوح الى مجمع السحب. عند تشوه العجينة نتيجة التغير في الضغط تتغير مقاومتها.

ملاحظة: الحساس له علاقة مباشرة بحمل المحرك، ويعتبر من حساسات الحمل.

طريقة العمل والفحص:





حساسات قياس ضغط هواء (Absolute Pressure Sensors):

2. حساس قياس الضغط الجوي ((Barometric Absolute Pressure (BAP):

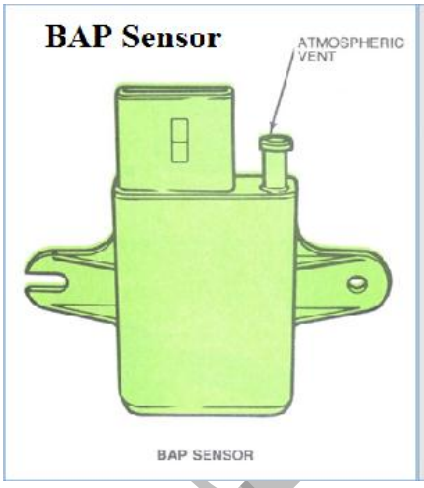
يقوم هذا الحساس بقياس ضغط الهواء الخارجي حيث أن هذا الحساس يكون مفتوح بشكل مباشر على الهواء الخارجي ويستخدم هذا الحساس قياس الضغط الجوي الخارجي ويسمى عادتا حساس قياس المرتفعات (High Altitude Compensator Sensor(HAC)) ويستخدم بالتعاون مع حساس **IAT** وحساس **VAF** ليقوم بحساب كثافة الهواء. ان كثافة الاوكسجين تختلف باختلاف الضغط الجوي واختلاف الطقس (عند المرتفعات في الجبال والمنخفضات كالوديان). **هذا الحساس عمله يشبة عمل حساس (MAP) ماعدا انه يقييس الضغط الجوي. موقع الحساس اما داخل مقصورة الركاب او داخل كمبيوتر المحرك وفي بعض الحلات يوضع في غرفة المحرك.**

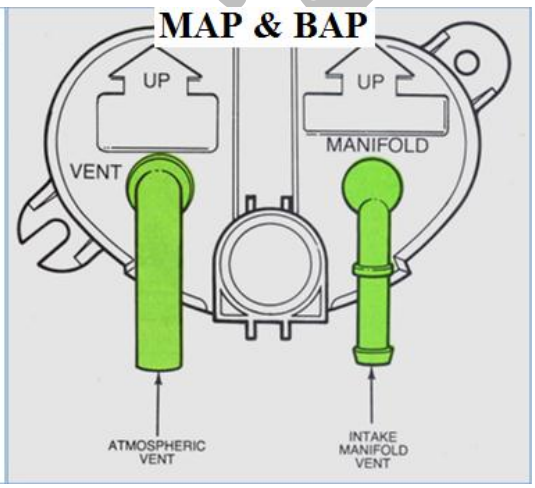
3. حساس قياس الضغط المطلق والضغط الجوي MAP/ BAP

يقوم هذا الجهاز بقياس الضغط داخل مجاري سحب الهواء والضغط الجوي الخارجي معا. وهو عبارة عن حساسين في نفس الوقت حساس يقيس الضغط الجوي الخارجي وحساس آخر لقياس الضغط المطلق داخل مجاري السحب. ويتكون هذا الجهاز من غشاء مطاطي موصول مع مكثف إلكتروني حيث تتغير سعة المكثف حسب انحراف الغشاء المطاطي نتيجة للضغط المؤثر عليه، وتقوم دائرة كهربائية بتحويل هذه السعة إلى تردد خاصة تدل على قيم الضغط. وهو يعتبر من حساسات الحمل.

موقع الحساس: عادة يركب الى بدن المركبة ويوصل بأنبوب مطاطي الى مجمع مجاري السحب.

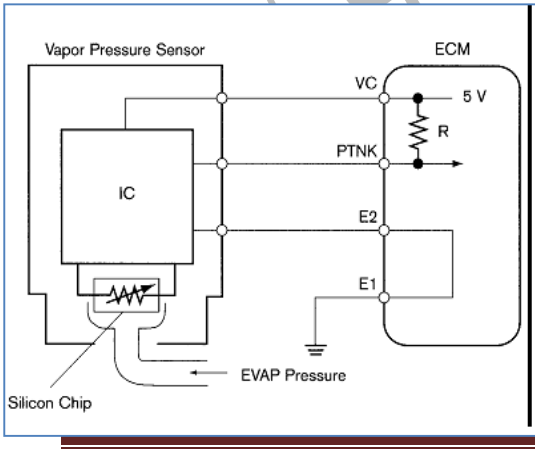
طريقة عمله تكون مشابه الى عمل حساس (MAP) الى انه يرسل شفرة الى كمبيوتر المركبة او تردد (Hz).

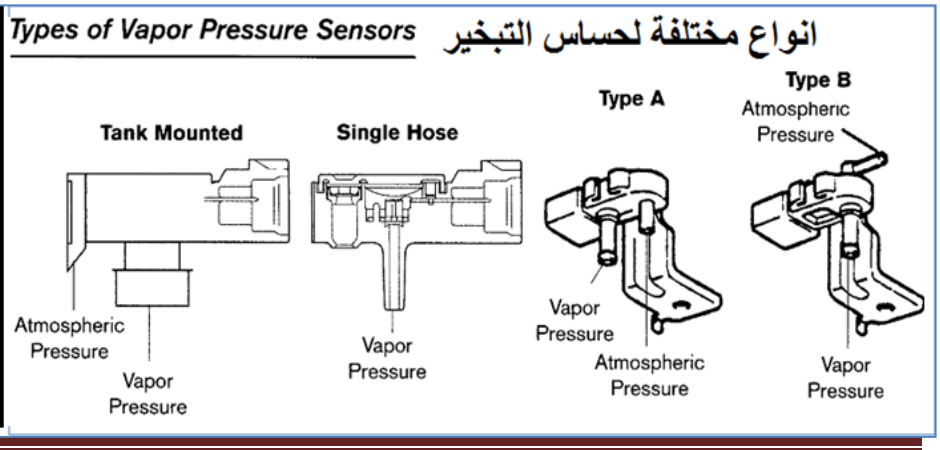




4. حساس قياس ضغط تبخيرالوقود دخال خزان الوقود (Vapor Pressure Sensor In The Fuel Tank)

حساس بخار الوقود (**VPS**) يقيس ضغط بخار الوقود في منظومة التبخير. هذا الحساس يمكن ان يكون في خزان الوقود او قرب منظومة التبخير او في مكان مسيطر عليه. تركيبة الحساس تشبه تركيبة وعمل الـ(**MAP**) الى ان طرفه المتحسس موصل الى ضغط بخار الوقود. كلما زاد ضغط الوقود زادة اشارة الخرج اي (الفولتية ترتفع بارتفاع الضغط). هذا الحساس جدا دقيق حيث ان يرسل اشارة باقل تغير للضغط (1psi = 51.7mmHg).





حساسات الموقع (Position Sensors)

في عدة تطبيقات، يحتاج كمبيوتر المحرك (**ECM**) ليعلم بموقع بعض الاجزاء الميكانيكية للمحرك. مثل حساس موقع قرص الخانق (**TPS**) يستخدم لمعرفة موقع قرص الخانق. حساس دواسة القدم للوقود (**APP**) يستخدم لمعرفة موقع الدواسة. حساس صمام تدوير غازات العادم (**EGR**) يستخدم لمعرفة موقع صمام (**EGR**).

حساس موقع قرص الخانق ((Throttle Position Sensor (TPS)):

إن قرص الخانق الذي يوجد في بداية مجمع سحب الهواء، يقوم قرص الخانق بالتحكم في كمية الهواء الداخل إلى المحرك وبالتالي يقرر كمبيوتير المحرك (**ECM**) كمية الوقود التي يتم تزويدها للمحرك بواسطة البخاخات (مدة فتح البخاخ). **دواسة الوقود موصولة بشكل مباشر او غير مباشر مع عمود قرص الخانق لذلك فإن مقدار فتح زاوية الخانق تكون استجابة لرغبة السائق في زيادة سرعة محرك السيارة**. لذلك من أجل قراءة رغبة السائق في زيادة السرعة فإن حساس مقياس زاوية الخانق الـ(**TPS**) يركب مباشرة على عمود الخانق وبذلك يأخذ قراءة مقدار الضغط على دواسة الوقود وزاوية فتح الخانق وتحويله إلى إشارة خطية مباشرة إلى الـ(**ECM**).

يتكون حساس الـ(**TPS**) **عادة** من مقاومة متغيرة ميكانيكية تتغير حسب دوران عمود الخانق لتدل على زاوية الخانق مباشرة. يستخدم الـ(**ECM**) الإشارة الخطية العائدة من الـ(**TPS**) في حساب حجم الهواء الداخل إلى المحرك وبالتالي يقوم الـ(**ECM**) بتعديل كتلة الهواء ليقرر **مدة فتح البخاخ**.

يقوم الـ(**TPS**) **بالتعويض عن حساس (MAF) في حال تعطله أو عدم وجوده ضمن تصميم السيارة لحساب كتلة الهواء بالتعاون مع مقياس الضغط MAP ومقياس الحرارة IAT.**

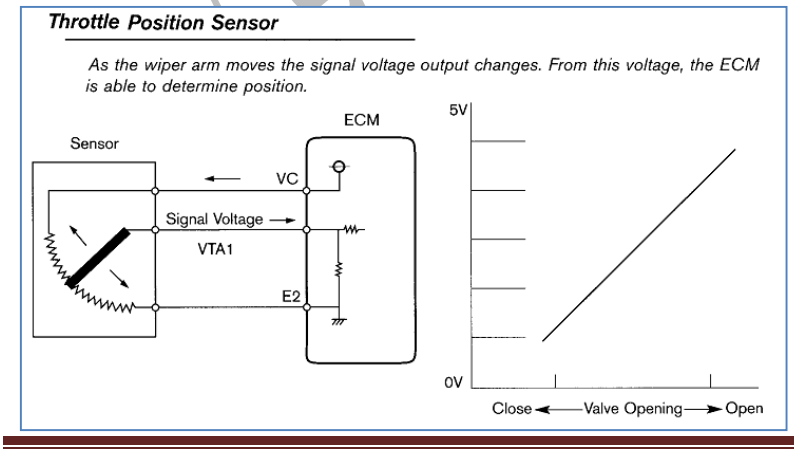
كمبيوتر المحرك ECM يستخدم اشارة الـ TPS ليسيطر على:

1. حالة المحرك: عند السرعة الحرة او فتحة كاملة لقرص الخانق (WOT).
2. تصحيح نسبة خلط الهواء-الوقود.
3. يوقف عمل منظومة التكيف (التبريد) ومنظومة السطرة على الانبعاثات عند الفتحة الكاملة لقرص الخانق (WOT).
4. لتصحيح زيادة القدرة.
5. للسيطرة على قطع الوقود.
6. ارسال اشارة الحساس الى كمبيوتر صندوق التروس الاوتماتيكي ذو التحكم الكهربائي.

طريقة العمل: الحساس التقليدي يحتاج الى **ثلاثة اسلاك**. 5 فولت وهي الفولتية المجهزة من الـECM للحساس، خط الارضي E2 للحساس وخط الاشارة VTA. عند السرعة الحرة الاشارة الصادرة من الحساس تتراوح من **(0.4- 7.0 فولت)** عند استلام الـECM مثل هكذا فولتيه فانه يعلم ان **قرص الخانق مغلق**. عندما يكون **قرص الخانق مفتوح كاملا** فنا الحساس يرسل اشارة الى الـECM مقدارها تقريبا **(3.5- 4.7 فولت) حسب نوع السيارة، عادة يستخدم هذا الحساس مع السيارات ذات صندوق التروس الاعتيادي.**

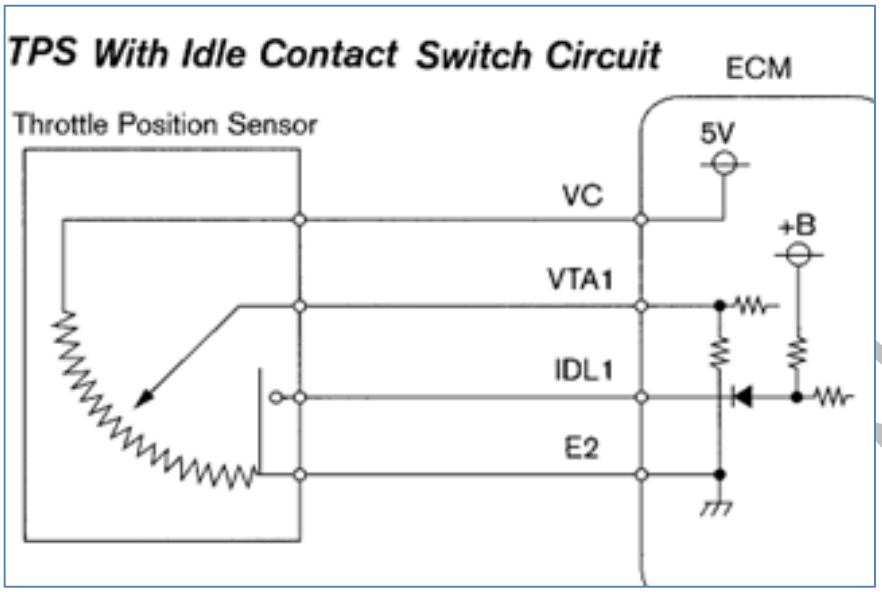
هنالك عدة انواع من حساس (TPS):

1. **حساس قرص الخانق ذو المقـــاومة المتغيرة فـقط.**
2. **حساس قرص الخانق ذو المقاومة المتغيرة والمفتاح.**
3. **حساس قرص الخان ذو المقاومتين المتغيرتين.**
4. **حساس قرص الخانق ذو المفتـــاحين فـقط.**



❖ حساس قرص الخانق ذو المقاومة المتغيرة والمفتاح:

في بعض تصاميم الـ**TPS** يحتوي على مفتاح صمام الخانق عند الغلق (يسمى مفتاح السرعة الحرة **IDL**). هذا المفتاح ينغلق عندما يكون صمام الخانق مغلق. في هذه النقطة، الـECM تصله اشارة **0** فولت ويكون خط السرعة الحرة الـIDL **0** فولت. عندما يكون صمام الخانق مفتوح، المفتاح يصبح في حالت فتح **والـECM** يقراء (+ فولت) في دائرة الـIDL. **في الغالب يستخدم هذا الحساس مع السيارات ذات صندوق تروس اوتماتيكي ذات تحكم كهربائي.**

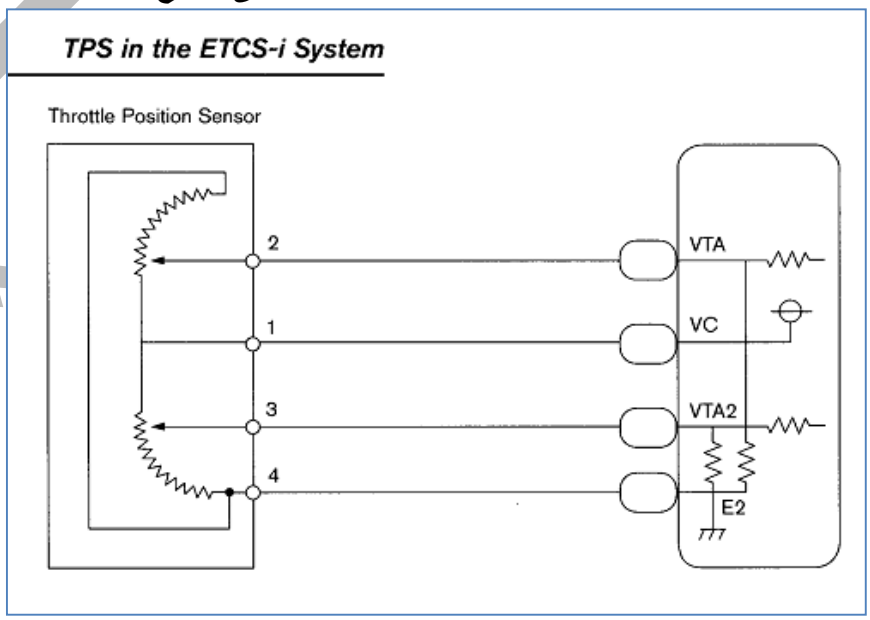


- حساسات الموقع (Position Sensors)
- حساس موقع قرص الخانق (Throttle Position Sensor (TPS)):

❖ حساس قرص الخانق ذو المقاومتين المتغيرتين:

يستخدم هذا الحساس مع نظام (**Electronic Throttle Control System- Intelligent**). الحساس الثاني (المقاومة الثانية) تعمل نفس عمل المقاومة الاولى، ولاكن تبدا بفولتية للخرج اعلى ونسبة التغير في الفولتية بين الاول والثاني تختلف. **يستخدم الـECM** كلا الاشارتين ليكتشف الموقع الحقيقي لقرص الخانق وبدقة عالية. يستخدم حساسين في هذا النظام من اجل اكتشاف اي خلل في عمل قرص الخانق. وذلك لان قرص الخانق يعمل كهربائيا وليس ميكانيكيا، **ياتي هذا الحساس مدمج مع قرص الخانق الكهربائي ويكون اما بـ 6 خطوط او 8 خطوط، ويسمى جهاز قرص الخانق الكهربائي (جويتر) (Electronic Throttle Control System).**

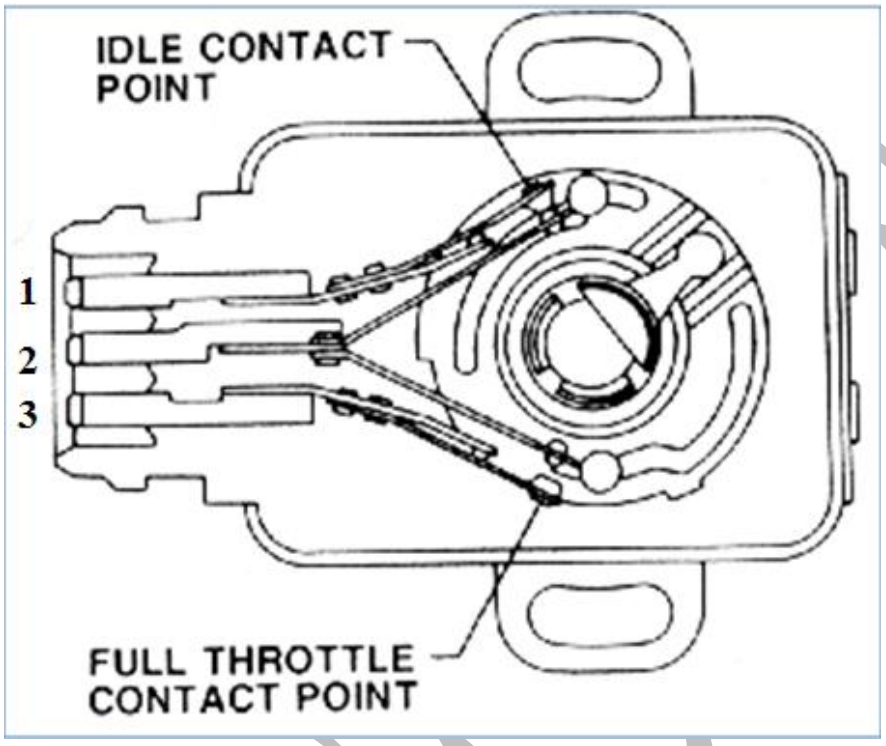
ملاحظة: اذا اكتشف الـECM اي مشكلة في النظام يبدا الـECM بوضع الطوارء، اي يقوم بتشغيل قرص الخانق بزاوية مقدارها 16 درجة فقط تقريبا بمعنا اخر سير المركبة على وضع السرعة البطيئة فقط تقريبا من (10- 15) كم/س.



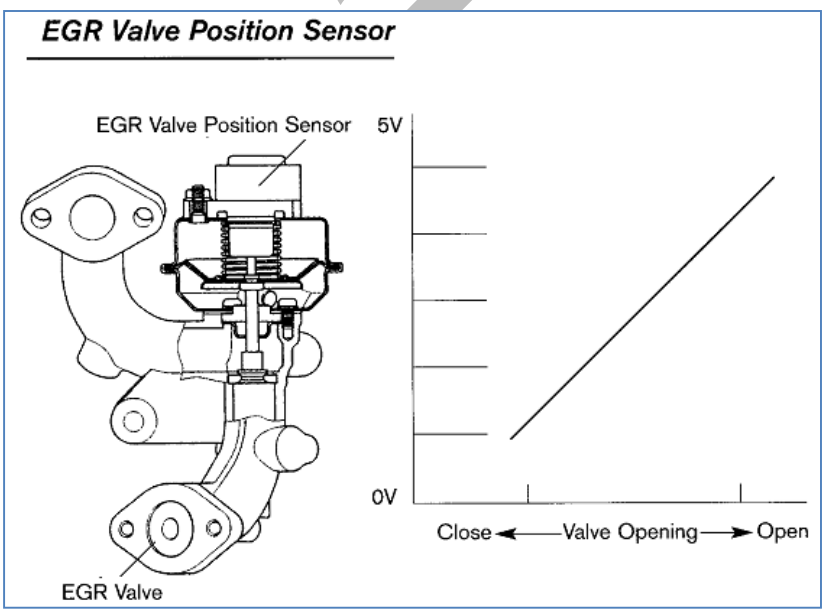
❖ حساس قرص الخانق ذو المفتاحين فقط.

هذا النوع من حساس الـTPS يحتوي على مفتاحين فقط مفتاح السرعة الحرة الـ(**IDL**) ومفتاح القرص مفتوح كاملا الـ(**WOT**) **اي يتحسس بنقطتين فقط** وهو على الاغلب يحتوي على ثلاثة خطوط (**خط** الـ(**IDL**)، **خط** الفولتية الداخلة، **وخط** الـ(**WOT**)). **يستخدم هذا الحساس عادة مع حساس قياس تدفق الهواء (VaneAir Flow) في السيارات ذات صندوق تروس اوتوماتيكي ذات تحكم ميكانيكي.**

طريقة فحص الحساس: يمكن استخدام جهاز الاوميتر لفحص الحساس وذلك بوضع احد اطراف الجهاز على الخط 2 والطرف الاخر على الخط 1 ويكون صمام الخانق مغلق تماما فيعطينا الجهاز قراءة قليلة جدا 1 اوم او 0، ثم نضع اطراف جهاز القياس على الخط 2 و الخط 3 ويكون صمام الخانق مفتوح تماما فيعطينا الجهاز قراءة قليلة جدا 1 اوم او 0. كذلك الفحص بواسطة اجهزة فحص الاعطال المتخصصة.

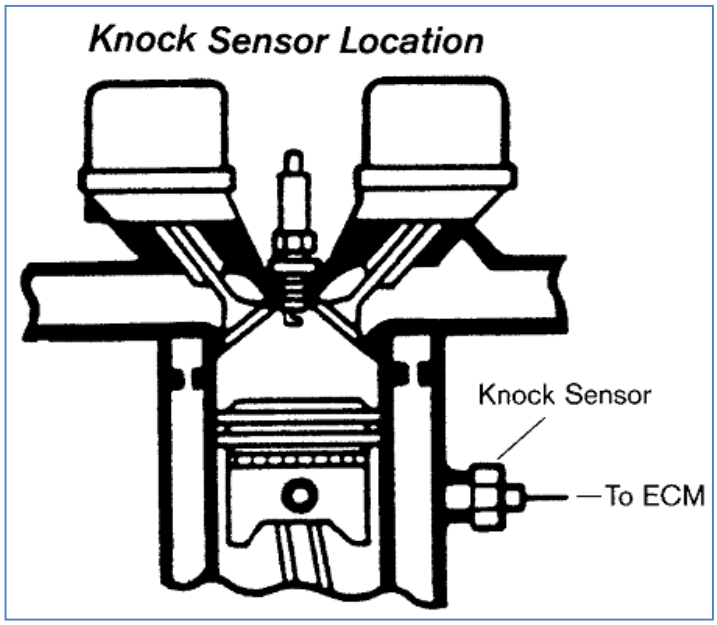


حساس غاز العادم الراجع (Exhaust Gas Oxygen Sensor (EGR) / Flow Rate Sensor):



يحتاج الكمبيوتر لمعرفة كمية الغاز الراجع إلى غرفة الاحتراق من أجل تعديل نسبة الخليط، لذلك يتم استخدام مقياس لتدفق غاز العادم الراجع بواسطة حساس يدعى مقياس موقع صمام الغاز Exhaust Valve Position (EVP)، وهو عبارة عن مقاومة متغيرة يعطي إشارة جهد متغيرة (فولتية متغيرة) حسب موقع صمام الغاز وبالتالي يقوم الـ**ECM** بحساب حجم الغاز الراجع إلى غرفة الاحتراق ليقوم بتعديل كمية الوقود حسب كمية الهواء الحقيقية داخل غرفة الاحتراق.

حساس الطرق (Knock Sensor)



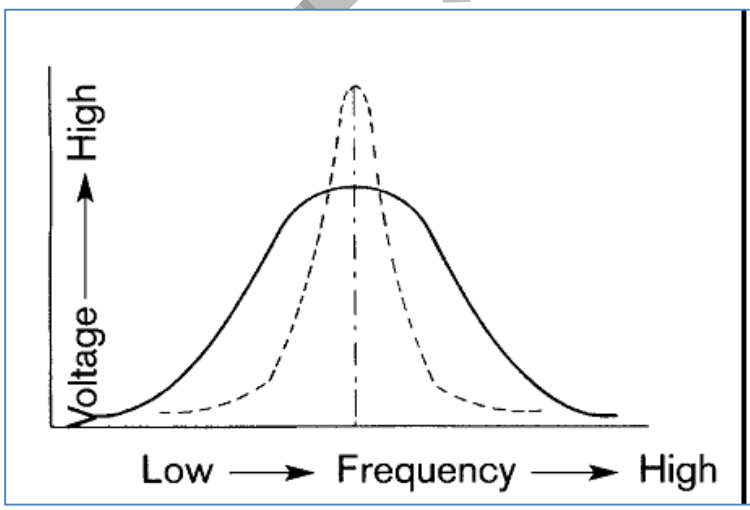
وظيفة حساس الطرق: يقوم حساس الطرق بقياس ارتجاجات المحرك من عملية احتراق الوقود ويرسلها إلى **الـECM**، ويقوم **الـECM** بتعديل توقيت الإحتراق للمحرك. تحدث ارتجاجات المحرك تحت تردد معين.

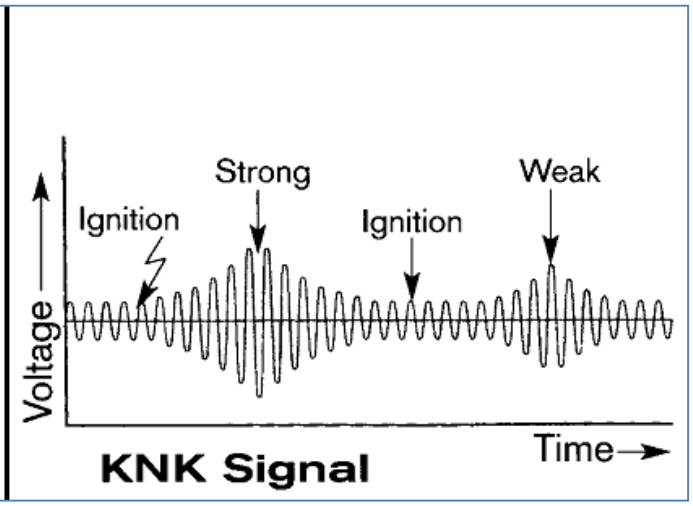
يكون موقع حساس الطرق على جسم المحرك في المنتصف أو على رأس المحرك قرب رئس الاسطوانات لقياس تردد هذه الارتجاجات. عندما يحدث الإحتراق داخل المحرك فإنه يحدث ضغطا على جدار الاسطوانة مما ينتج عنه ما نسميه بالطرق او الصفع (كما تطرق الباب). **وهذا يحدث نتيجة** استخدام **وقود** ذو عدد أوكتان منخفض أو **ارتفاع درجة** حرارة المحرك أو **خطأ في توقيت** الصمامات أو من الممكن أن يكون السبب من **ترسبات الكربون** على رأس السلندر مما يرفع الضغط داخله او تلف شمعات القدح. وعندها يرسل حساس الطرق إشارة إلى الكمبيوتر لغرض تحسين توقيت الشرارة سواء في محركات الـ(VVT) (توقيت الصمامات المتغير) أو في محركات الحقن الالكتروني بصورة عامة.

يكون داخل الحساس شريحة كهروضغطي (piezoelectric). هذه الشريحة piezoelectric تولد فرق جهد (فولتية) عند الضغط عليها او الاهتزاز، فعندما يحدث الطرق سوف تولد فرق جهد قليل جدا (mv) وترسله الى **الـ(ECM)** على شكل تردد كما في الشكل.

عادة يكون الحساس ذو سلكين **واذا وجد بثلاثة خطوط** فان الخط الثالث هو خط حماية الاشارة، لان الحساس يولد فرق جهد قليل جدا ولضمان الاشارة من التشويه يحاط بخط ثالث.

طريقة فحص الحساس: لفحص الحساس يستخدم اجهزة الفحص الخاصة بفحص الاعطال، وذلك بمراقبة قراءة الحساس والطرق بمطرقة معدنية خفيفة بجنب الحساس بضربات خفيفة فاذا استشعر الحساس بتلك الضربات الخفيفة فانه يعمل، الطريقة الاخرى لفحص الحساس نقوم بوصل جهاز الفولتميتر مع قابس الحساس وكذلك نقوم بالطرق بمطرقة معدنية خفيفة بجنب الحساس بضربات خفيفة فاذا ولد فرق جهد قليل جدا فان الحساس يعمل وهنالك طرق اخرى للفحص مثل جهاز الاوسلوسكوب.





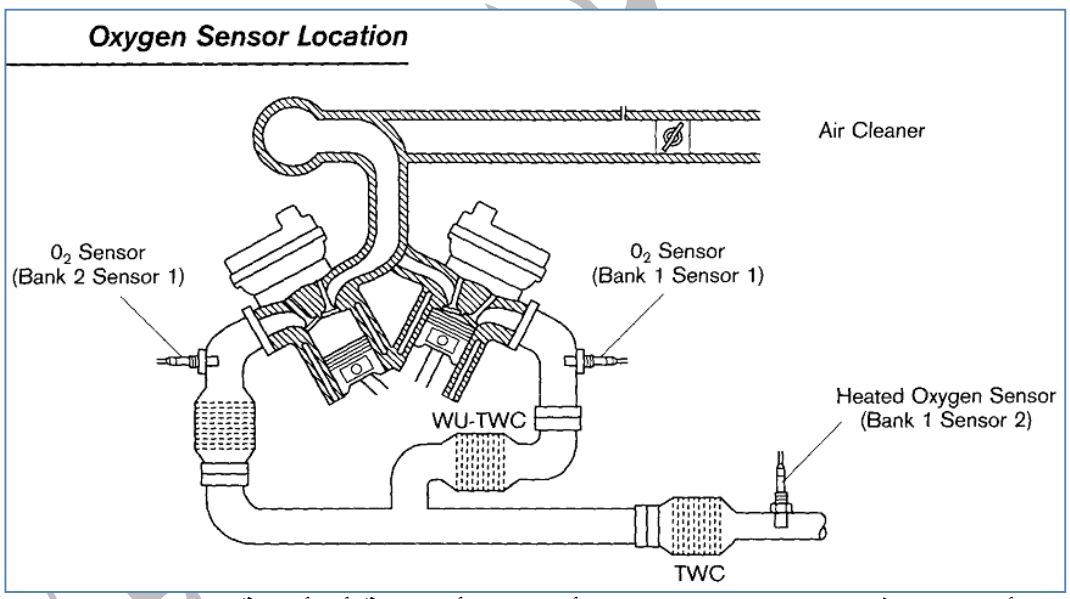
حساس قياس نسبة الاوكسجين في غازات العادم

(Heated Exhaust Gas Oxygen Sensor (HEGO) / Exhaust Gas Oxygen Sensor (O2))

إن هذا الحساس يعتبر من الحساسات المهمة لإعطاء معلومات راجعة إلى الكمبيوتر لتدل على طبيعة الاحتراق الناتج عن إشعال الخليط. بعض الشركات تسمي هذا الحساس **(Lambda sensor)** ويرمز له بالرمز اللاتيني **(λ)**. يقوم الكمبيوتر بحساب كتلة الهواء وبالتالي فتح البخاخ لمدة معينة لتزويد المحرك بكمية الوقود اللازمة. ومن ثم إعطاء الشرارة المناسبة في الوقت المناسبة والمدة المناسبة. ونتيجة لذلك يتم حرق الخليط ويقوم الكمبيوتر بإجراء هذه الحسابات لتكون تقريبا **النسبة المعيارية 1وقود الى14.7 هواء**. ولكن بسبب تداخل عدة عوامل منها عوامل ميكانيكية ومنها عوامل خارجية وعوامل ناتجة عن عدم دقة القياس في الأجهزة فإن النسبة لا تكون دقيقة مما يؤدي إلى اختلاف النسبة عن النسبة المعيارية وبالتالي لا يتم حرق الوقود بشكل كامل. لذلك فإن **الكمبيوتر بحاجة إلى جهاز لقياس نسبة انحراف الخليط عن النسبة المعيارية أي معرفة فيما إذا كان الخليط فقير أو غني**. إذ لم يكن هنالك معلومة عن طبيعة الاحتراق فإن المحرك يعمل تحت ظروف ما يسمى بالدائرة المفتوحة OPEN-LOOP ولكن عند بدء وصول معلومات عن طبيعة الاحتراق فإن المحرك يدخل فيما يسمى بالدائرة المغلقة.CLOSED-LOOP.

إن حساس مقياس الأوكسجين هو الحساس الوحيد الذي يقوم بإعطاء معلومات عن طبيعة الاحتراق حيث يقوم بقياس نسبة الأوكسجين داخل غاز العادم وبالتالي يعطي معلومات للكمبيوتر عن نسبة الاحتراق فإذا كانت نسبة الأوكسجين مرتفعة فهذا يدل على أن نسبة الهواء أكبر من النسبة المعيارية أي أن الخليط فقير (ضعيف Lean Mixture) أما إذا كانت نسبة الأوكسجين منخفضة فهذا يدل على أن نسبة الهواء أقل من النسبة المعيارية أي أن الخليط غني Rich.

يركب هذا الحساس على نظام الأكزوزت (العادم) إما مباشرة على نهاية مجمع العادم أو على انبوب العادم حسب تصميم السيارة. ويتكون عادة من جزء لقياس الأوكسجين بالإضافة إلى مقاومة (هيتر) تقوم بتسخين معدن مقياس الأوكسجين. لأن هذا الحساس لا يعمل **إلا على درجات حرارة عالية حوالي 350 درجة مئوية.**

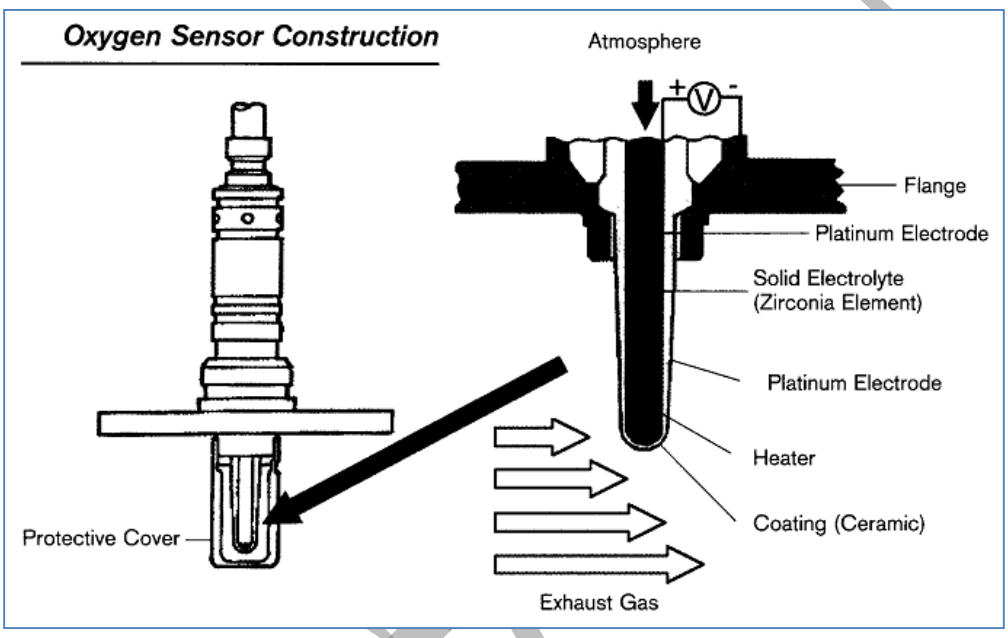


لذلك فإنه يمكن أن يكون ذو سلك كهربائي واحد أو اثنان أو ثلاثة أو أربعة.

- **إذا كان ذو سلك واحد:** فان هذا سلك الإشارة الراجعة إلى الكمبيوتر ويكون جسم الحساس هو الخط الأرضي **(لا يحتوي على هيتر)**. يكون موقع الحساس **في** نهاية مجمع العادم.
- **أما إذا كان ذو سلكين:** فان أحد الخطوط للأرضي والآخر للإشارة الراجعة **وفي هذا النوعين لا يوجد تسخين للمعدن (لا يحتوي على هيتر).** يكون موقع الحساس **في** نهاية مجمع العادم.
- **إذا كان الحساس ذو ثلاثة أسلاك**: فإن هنالك سلك للإشارة الراجعة وآخر كهرباء بقيمة 12 فولت لجهاز التسخين (الهيتر) أما السلك الثالث فهو أرضي مشترك. يكون موقع الحساس **بعد** نهاية مجمع العادم.
- **أما إذا احتوى الحساس على أربعة اسلاك:** فإن اثنان لجهاز التسخين (الهيتر) واثنان لحساس قياس الأوكسجين. يكون موقع الحساس **بعد** نهاية مجمع العادم.

تستخدم مقاومة التسخين: من اجل رفع درجة حرارة الحساس الى 350 درجة مئوية لتعجيل عمل الحساس حتى يبدأ بالعمل في أسرع وقت بعد تشغيل المحرك، وعادة يبقى جهاز التسخين يعمل لمدة دقائق بعد اشتغال المحرك ثم يقوم الكمبيوتر بإيقاف جهاز التسخين.

يتكون حساس الأوكسجين من عنصر الزركونيوم Zirconium يتم طلائه بطبقة من البلاتين، تتفاعل هذه المادة مع الأوكسجين لتنتج أيونات من الأوكسجين، يتعرض الجزء الداخلي من هذا العنصر إلى الهواء الجوي الخارجي أي إلى نسبة الأوكسجين الطبيعية في الهواء، بينما يتعرض الجزء الخارجي من صفيحة المعدن إلى غاز العادم. **غاز العادم يمر على الحساس، تماس غاز العادم مع الحساس والاختلاف في تركيز الاوكسجين على اقطاب الحساس سوف يولد فرق جهد، هذا فرق الجهد المتولد يتراوح من 0 فولت الى 1 فولت وهي اشارة مترددة ترسل الى كمبيوتر المحرك الـ(ECM)، الفولتية الخارجة من الحساس تقيس نسبة الاوكسجين في غاز العادم هذه العملية تحدث عند درجة حرارة أكثر من 350 درجة مئوية.**



وظيفته: يقوم بقياس وحساب نسبة الاوكسجين في نواتج الاحتراق وبالتالي يقوم الكمبيوتر بالاعتماد عليها في عملية تعديل نسبة (الهواء/الوقود) اللازمة في الخليط وحسب الظروف التشغيلية للمحرك.

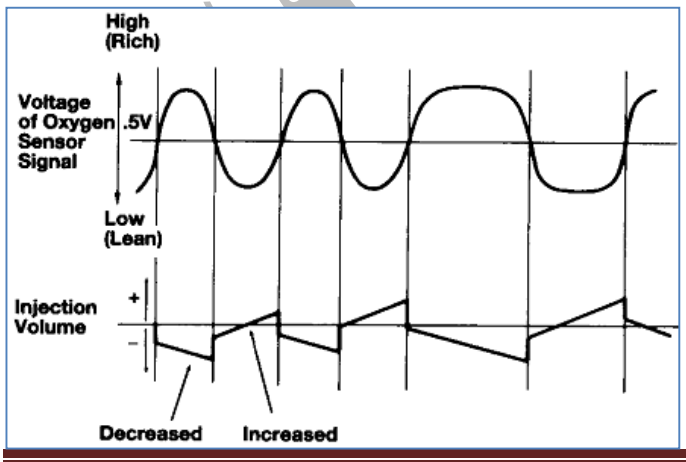
- إذا كان **فرق الجهد مرتفع** فهذا يدل على أن **الخليط غني , Rich** .
- أما إذا كان **فرق الجهد منخفض** فهذا يدل على أن **الخليط فقيرLean .**

طريقة القياس والحساب تتم على حالتين وهما:

1- **اما** حساب كمية الاوكسجين لأجل البحث عن حالة (**فقر الخليط**).

فقر الخليط تعني: ان نسبة الهواء في نواتج الاحتراق أكثر من الوقود.

2- **او** حساب كمية الوقود الغير محترق او المحترق جزئيا لأجل البحث عن حالة (**غنى الخليط**). غنى الخليط تعني: ان نسبة الوقود في نواتج الاحتراق اكثر من الهواء.



إذا كان الخليط فقير Lean ينتج الحساس إشارة فولت أقل من 0.45 volts أما إذا كان الخليط Rich ينتج الحساس إشارة جهد أكبر من volts0.45 . ويقوم الكمبيوتر بناء على الإشارة الصادرة إليه من هذا الحساس بزيادة كمية الوقود عن طريق زيادة مدة فتح البخاخ أو تنقيصها،

وبذلك تبقى القراءة تتراوح بين Rich و Lean اي اقل من 0.45 وأكثر من 0.45 والى فـ الحساس عاطل.

هناك تصنيفان من حساس الأوكسجين حسب موقع هذا الحساس:

1. حساس في بداية نظام العادم وقبل نظام المحافظة على البيئة (Catalytic Converter). يقوم بقياس نسبة الأوكسجين في غاز العادم الخارج من المحرك مباشرة لمعرفة فيما إذا كان الخليط غني أو فقير.
2. حساس في أسفل نظام العادم **ويقع بعد جهاز المحافظة على البيئة** Catalytic Converter (ويقوم بإعادة قياس نسبة الأوكسجين في العادم للتأكد من أن جهاز المحافظة على البيئة يعمل بشكل جيد وأن الحساس العلوي يعمل بشكل جيد أيضا.

لفحص حساس الأوكسجين: يستخدم جهاز فحص الأعطال لمراقبة الجهد الناتج عن هذا الحساس حيث يجب ان تكون قراءة الحساس بين 0.1-0.9 V **ويجب** ان يتغير الخليط من Rich إلى Lean باستمرار. ويمكن استخدام جهاز الفولتميتر مباشرة لقياس الفولتية الناتج عن الحساس.

كذلك فحص مقاومة الهيتر.

ملاحظة: تكون مقاومة الهيتر مقاومة قليلة وتتراوح بين 3 -10 اوم حسب نوع السيارة وحسب الشركة المصنعة.

نظام الحلقة المفتوحة OPEN LOOP SYSTEM:

في لحظة تشغيل المركبة فقط؛ إذ يتم تجاهل الإشارة القادمة من حساس الأوكسجين وذلك لحاجة المركبة في تلك اللحظة إلى كمية وقودٍ زيادةً عن الحد المقرر الذي تحدده وحدة التحكم الإلكترونية؛ فتصبح دائرة النظام كحلقةٍ مفتوحة.

نظام الحلقة المغلقة CLOSED LOOP SYSTEM:

بعد دوران محرك المركبة وبفترة تتراوح **اقصاها** 3 دقائق لا يتم تجاهل أي إشارة قادمة إلى وحدة التحكم الإلكترونية من الحساسات؛ فتصبح دائرة النظام كحلقةٍ مغلقة.

ملاحظة: اذا كان الحساس عاطل فان احد اعطاله هو ان يبقى كمبيوتر المحرك في نظام الحلقة المفتوحة OPEN LOOP SYSTEM.

منفذات الاوامر (ACTUATOR)

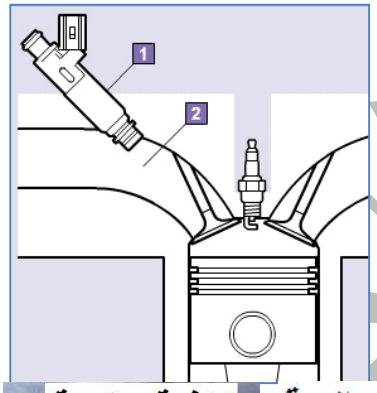
إن الوظيفة الرئيسية لنظام التحكم الإلكتروني هي:

1. التحكم بكمية الوقود الداخل إلى المحرك.
2. التحكم في توزيع الشرارة الى شمعات القدح.
3. في بعض الانظمة التحكم بـ تقديم وتأخير شرارة القدح.
4. كذلك التحكم في كمية الهواء الداخل في حالة إغلاق فتحة الخانق (السرعة الحرة).
5. كذلك المساهمة بالسيطرة على درجة حرارة المحرك من خلال مروحة التبريد.
6. التحكم بزاوية قرص الخانق ذو النوع الكهربائي.
7. **التحكم بالأحمال الاضافية في حالات الطوارئ.**

وكل هذه الإجراءات والاجزاء تحتاج الى سيطرة من كمبيوتر محرك المركبة الـECM فتسمى هذه الاجزاء التي تؤدي هذه المهام بالمشغلات ومن اغلب هذه **المشغلات هي**:

1. **بخاخات الوقود (Fuel Injector).**
2. **ترانزستور القدرة (Power Transistor)، اي مشغلات ملفات الاشعال (المشعلة او القداحة).**
3. **مصباح بيان الاعطال (Check Engine Lamp).**
4. **مرحلة (كتف) مروحة التبريد (Coolant Fan Relay).**
5. **التحكم بالسرعة البطيء او الحرة (Ideal Speed Control).**
6. **مرحلة (كتف) تشغيل مضخة الوقود (Fuel Pump Relay).**
7. **صمام غاز العادم الراجع.**
8. **قرص الخانق الكهربائي (Electronic Throttle Control System- Intelligent).**

1. بخاخات الوقود (Fuel Injector):

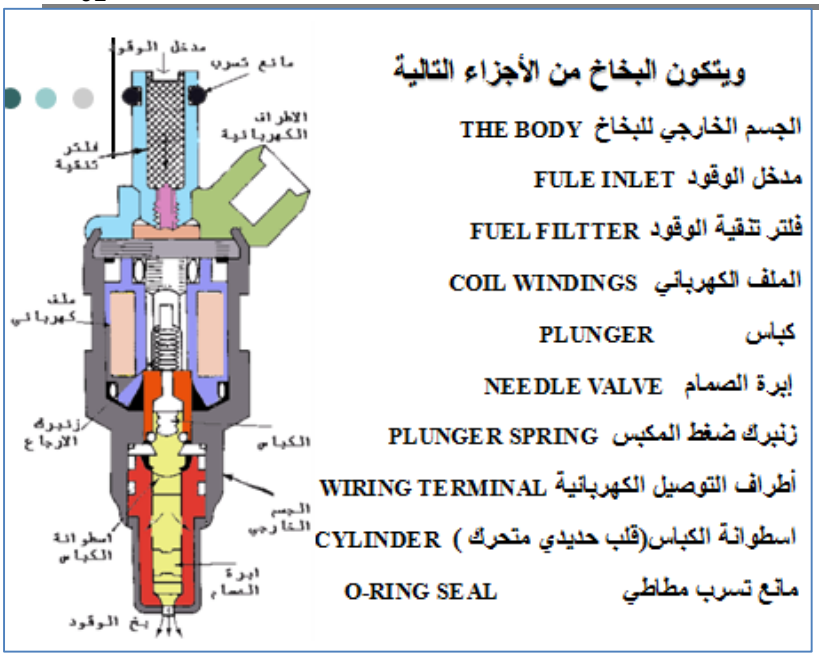


البخاخ هو الجزء الذي من خلاله يتم حقن الوقود والذي **يتحكم** في جودة خلط الوقود بالهواء. البخاخ هو الجزء الأكثر أهمية في نظام حقن الوقود يتلقى أوامره من وحدة التحكم الإلكتروني (الكمبيوتر) وذلك بوساطة إشارة (12فولت) قادمة من وحدة التحكم الإلكتروني. وهو عبارة عن صمام كهربائي (**Solenoid**) يقع في مجاري الهواء الداخلة إلى المحرك، حيث يقوم عادة ببخ الوقود مباشرة عند فتحة دخول الهواء في أسفل (**قبل**) صمام دخول الهواء او في بعض الانظمة يحقن الوقود مباشرتا في غرفة الاحتراق كما في نظام (**GDI**).

يتم التحكم في كمية الوقود المحقون بواسطة البخاخ عن طريق التحكم في مدة فتح البخاخ.

حيث يستقبل البخاخ إشارة جهد خطي متقطع تقوم بتشغيله وإيقافه وذلك بتشغيله عدة مرات في الثانية حسب مدة التشغيل ليتم تزويد الكمية المطلوبة من الوقود. الاشارة تزداد **فترتها الزمنية أو تقل** حسب أوامر وحدة التحكم. في اغلب الاحيان يكون مدة فتح البخاخ في السرعة البطيء تقريبا (2-3 millisecond **ms**). **يتم السيطرة على تشغيل وإيقاف البخاخ\البخاخات مباشرة بواسطة ترانزستور خاص داخل الكمبيوتر عن طريق إيصال دائرة طرف الأرضي لدائرة البخاخ. انواع البخاخات المستخدمة:**

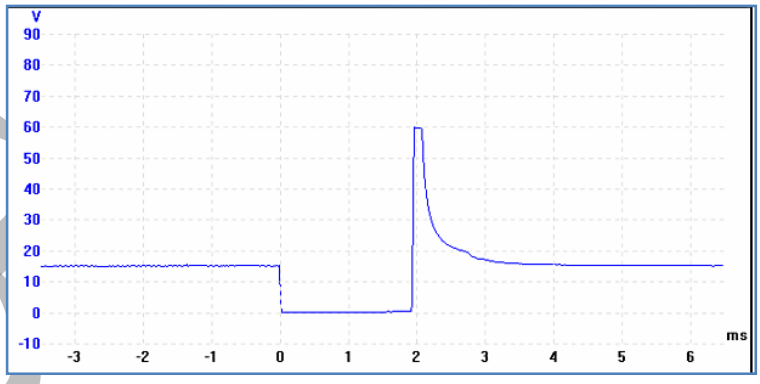
- بخاخات التغذية العلوية TOP FEED INJECTOR
- بخاخات التغذية الجانبية SIDE FEED INJECTOR

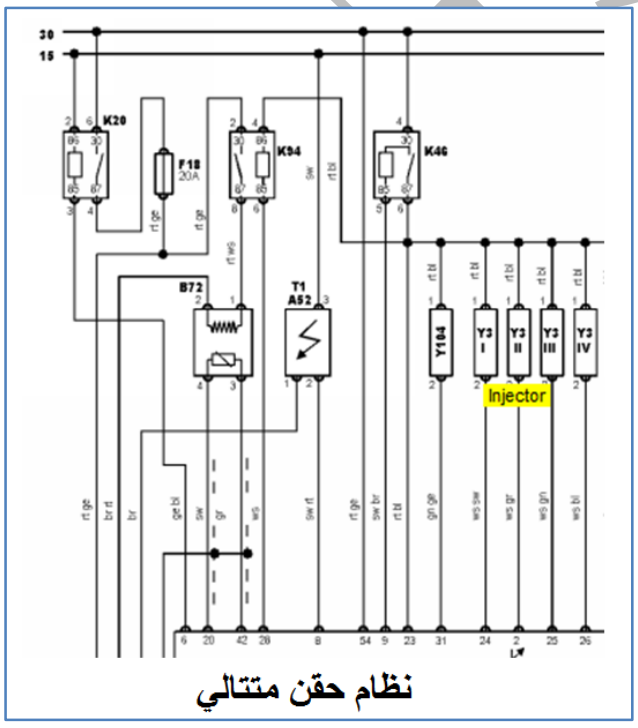


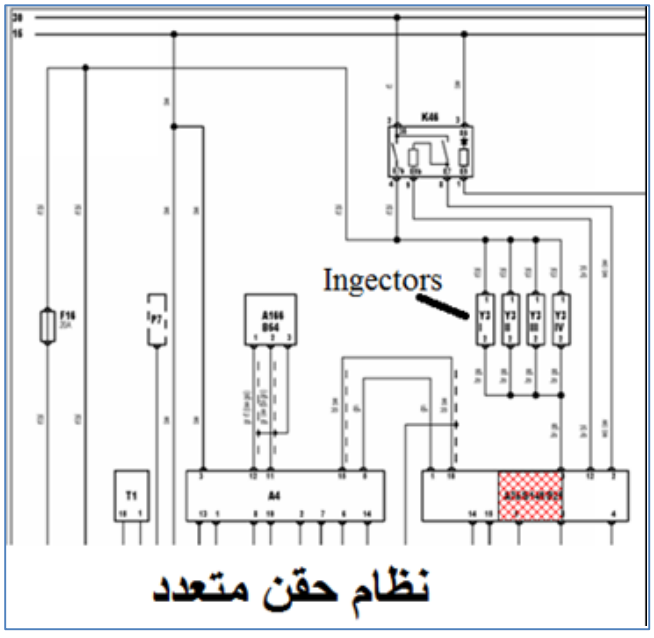
إن موقع البخاخ في مجاري الوقود وبالقرب من صمامات الدخول يساعد في خلط الوقود بالهواء ويضمن دخول الكمية المطلوبة من الوقود إلى الاسطوانة. ولأن الوقود يكون على درجة ضغط عالية فإن الوقود يخرج من البخاخ على شكل رذاذ أي ذرات دقيقة يسهل تبخرها وخلطها بالهواء.

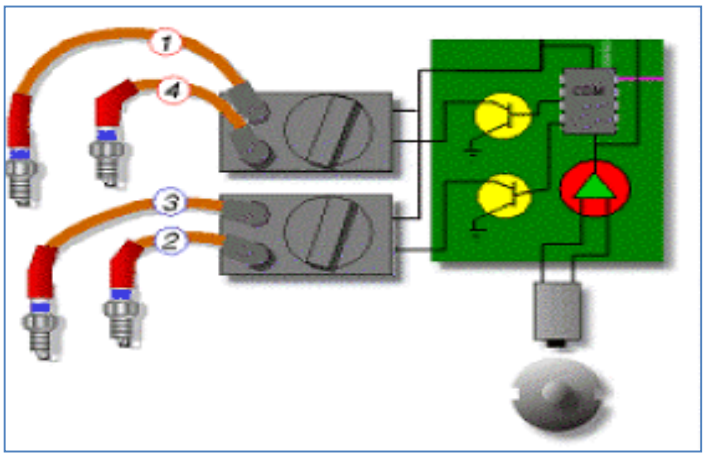
يتم فحص البخاخ اذا كان نظام الحقن متسلسل بواسطة أجهزة فحص الأعطال عن طريق إيقاف تشغيل البخاخ بالتناوب ومراقبة دورة المحرك للتأكد من فعالية البخاخ **أو بواسطة قياس مقاومته**، وكذلك ببعض الأجهزة الخاصة بقياس تدفق الوقود من البخاخ. هناك أجهزة خاصة وطرق خاصة بفحص البخاخ تعتمد على الشركة الصانعة.

إن بخاخ الوقود المستخدم في نظام الحقن المركزي يختلف عن بخاخ الوقود المستخدم في نظام الحقن المتعدد، لذا يجب عدم استبدال هذه البخاخات ويجب اختيار البخاخ الخاص بكل سيارة، حيث تعتمد بعض الشركات الصانعة على ألوان مختلفة لتدل على البخاخ المناسب لكل محرك.



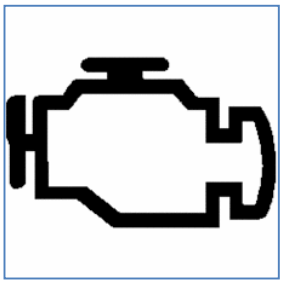






2. ترانزستور القدرة (Power Transistor):

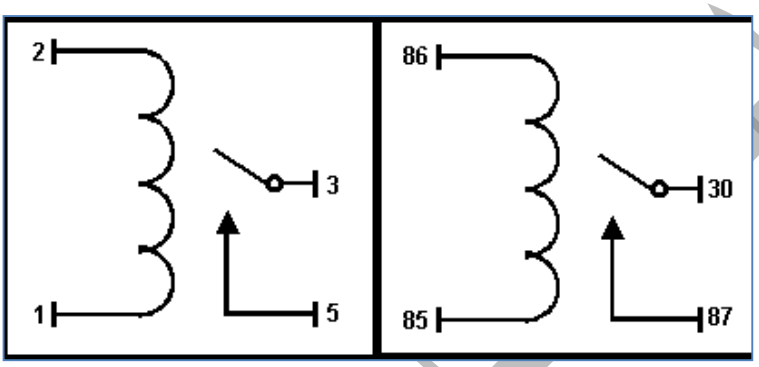
يعمل الكمبيوتر على تطبيق جهد مناسب على **قاعدة** الترانزستور الخاص بدائرة **ملف\ملفات** الاشعال (القداحة) وذلك لفتح الطريق بين الباعث والمجمع حيث يتم تكملة دائرة ملف الاشعال عن طريق الباعث والمجمع ويتم التحكم بعملية التقطيع بواسطة الجهد المطبق على قاعدة الترانزستور والمزود اصلا من الكمبيوتر.



3. مصباح بيان الاعطال (Check Engine Light):

عند وضع مفتاح تشغيل المركبة الرئيسي على وضعية التشغيل **قبل ادارة** محرك المركبة **يجب ان يضئ** هذا المصباح **وبعد تشغيل** المحرك **يجب** ان **يطفئ**، هذا يدل على ان النظام ليس به أي عطل اما في حالة اضاءة هذا المصباح اثناء دوران المحرك فأن هذا يشير لوجود عطل في نظام الحقن ويجب اجراء الفحوصات اللازمة له. يركب هذا المصباح في لوحة الساعات الامامية امام السائق ويرسم عليه شكل محرك ميكانيكي او عبارة (**Check Engine**) او (**Serves Engine Soon**).

4. مرحلة (كتف) مروحة التبريد (Coolant Fan Relay):



يقوم الكمبيوتر بتزويد **أطراف الملف (85 - 86)** الخاص بمراوح التبريد بالإشارة الكهربائية وذلك حسب الظروف التشغيلية للمحرك وحسب ارتفاع درجة حرارة المحرك فينشأ مجال مغناطيسي في الملف يكون قادرا على التغلب على قوة نابض الارجاع للمرحلة فيوصل **نقطة 30** المتصلة مباشرة مع البطارية مع **نقطة 87** المتصلة مباشرة مع مروحة/مراوح التبريد.

5. التحكم بالسرعة البطيء او الحرة (Ideal Speed Control):

نظام السيطرة على السرعة الحرة للمحرك (**IAC**) يستخدم من أجل ضمان اشتغال المحرك مع **إغلاق** صمام الخانق في **حالة المحرك بارد وبعد تسخين المحرك مع الاحمال الاضافية في حالة السرعة الحرة**. فقد تم تصميم جهاز خاص يقوم بتحرير (**تمرير**) الهواء بواسطة **ممر جانبي يتجاوز صمام الخانق** وليوفر كمية هواء مناسبة **ليضمن استمرارية دوران المحرك بالرغم من إغلاق صمام الخانق**، إن هذا الجهاز يدعى بجهاز التحكم في الهواء أثناء السرعة الحرة للمحرك (Idle Air Control Speed (**IAC**)) **ويكون مسيطر عليه من قبل كمبيوتر المحرك الـECM .**

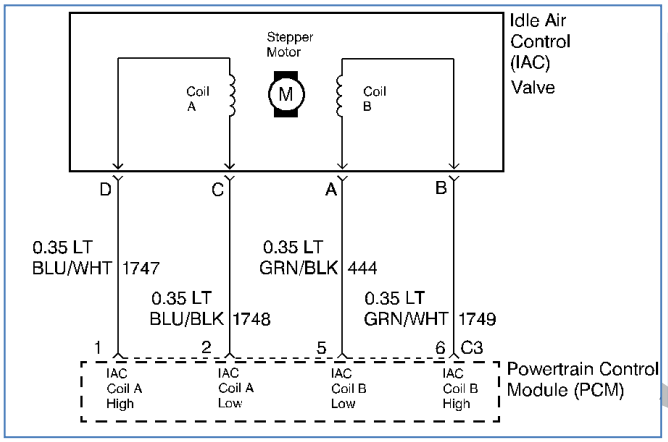
هذا الجهاز يستخدم لتزويد المحرك بكمية من الهواء من الممر الجانبي لصمام الخانق ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في درجة فتح هذا الصمام ليزيد أو يخفض كمية الهواء الداخل وبالتالي يقوم بالتحكم في مدة فتح البخاخ. **ومن استعمالاته** أيضاً في رفع دورة المحرك عند تشغيل بعض الأجهزة في السيارة مثل **تشغيل المكيف** أو **تشغيل الأضوية العالية او عند ادارة عجلة القيادة** أو **حالات رفع القدم المفاجئ** عن دواسة الوقود لمنع توقف المحرك المفاجئ او اي احمال اضافية.

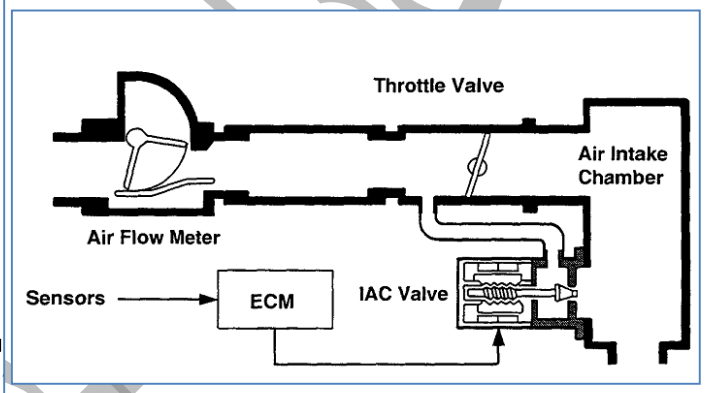
هنالك انواع مختلفة من نظام الـ(IAC)

1. صمام ذو محرك الخطوة (Step-Motor).
2. صمام سيطرة كهربائي دوار (Duty- Control Rotary Solenoid).
3. الصمام التخلخلي نوع مفتاح تشغيل\ايقاف (On/Off Vacuum Switching Valve VSV)

1. صمام ذو محرك الخطوة (Step-Motor):

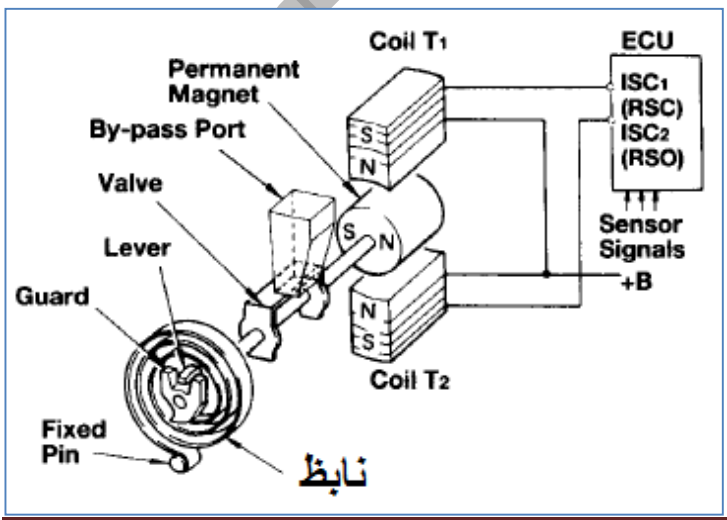
في هذا النظام يستخدم للسيطرة على الهواء المار من خلال الممر الجانبي. وهو **يستخدم** محرك كهربائي مع مفات اما **اربعة او اثنان**، عضو دوار مغناطيسي، صمام وقاعدة الصمام، اي **ان الصمام يتحرك بنظام الخطوة كلما جهزة بكهرباء لمدة اطول وباشارة متقطعة**. الـECM يسيطر على الملفات فيجهزها بأشارة حسب الحمل او ظرف المحرك. كل ملف يحرك الصمام خطوة الى الامام والملف الاخر الى الخلف. الـECM يرسل اشاراة حسب الحمل ليتحرك الصمام عدة خطوات تبعا للحمل، اذا اراد ان يفتح الصمام فتحة كاملة يرسل له كهرباء متقطعة لمدة اطول. **اذا تم فصل الكهرباء عن الـIAC فان سوف يبقى على الوضع الذي كان عليه**.



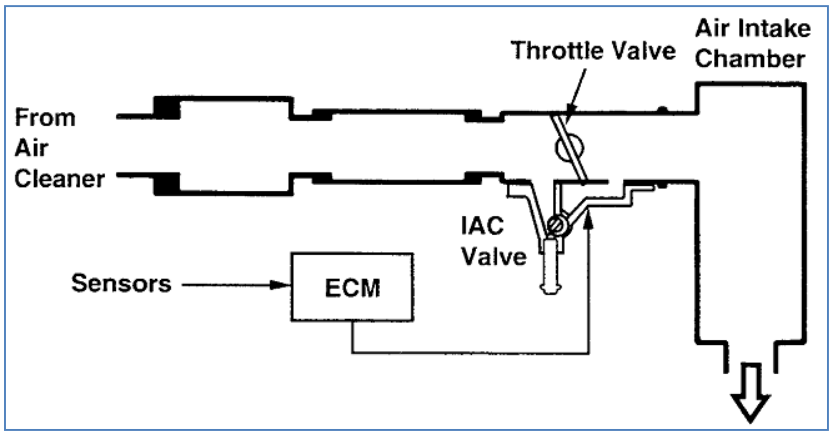


1. صمام سيطرة كهربائي دوار (Duty- Control Rotary Solenoid):

هذا النظام يستخدم صمام دوار والذي يغلق او يفتح المجرى الجانبي للهواء بالاعتماد على اشارة الـECM ليسيطر على السرعة الحرة للمحرك. **الـIAC** يتكون من ملفان، مغناطيس طبيعي، صمام، مجرى جانبي ونابض. **الـECM يسيطر** على موقع صمام الـIAC بواسطة **اشارة كهربائية دائمة** على كلا الملفان فان يرسل 50% للملف الاول و50% للملف الثاني فاذا قلت او زادة نسبة الكهرباء في احد الملفان فان الصمام يتحرك اما ليقلل الفتحة الجانبية او يزيدها. **إذا تم فصل الاشارة او عدم اشتغال الـIAC فان الصمام سوف يتخذ الوضع الطبيعي له حسب النابض والسرعة الحرة للمحرك تصبح ما بين 1000 الى 1200 دورة بالدقيقة عند درجة حرارة التشغيل**.

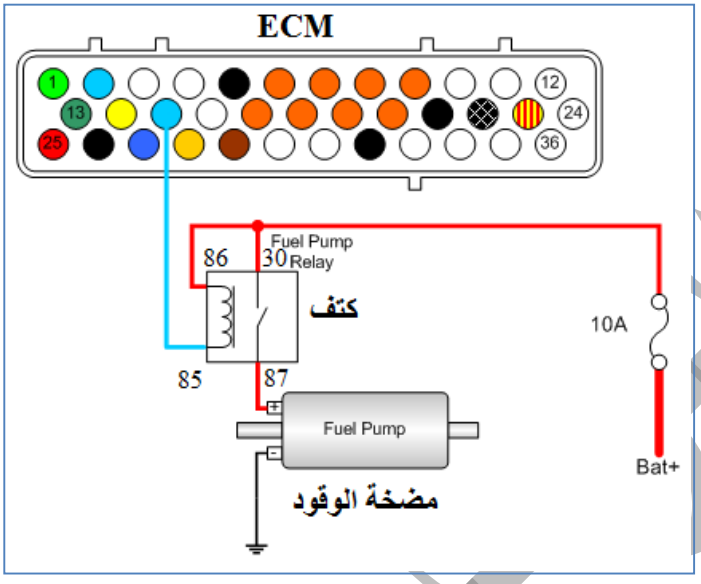


2. الصمام التخلخلي نوع مفتاح تشغيل\ايقاف (On/Off Vacuum Switching Valve VSV):



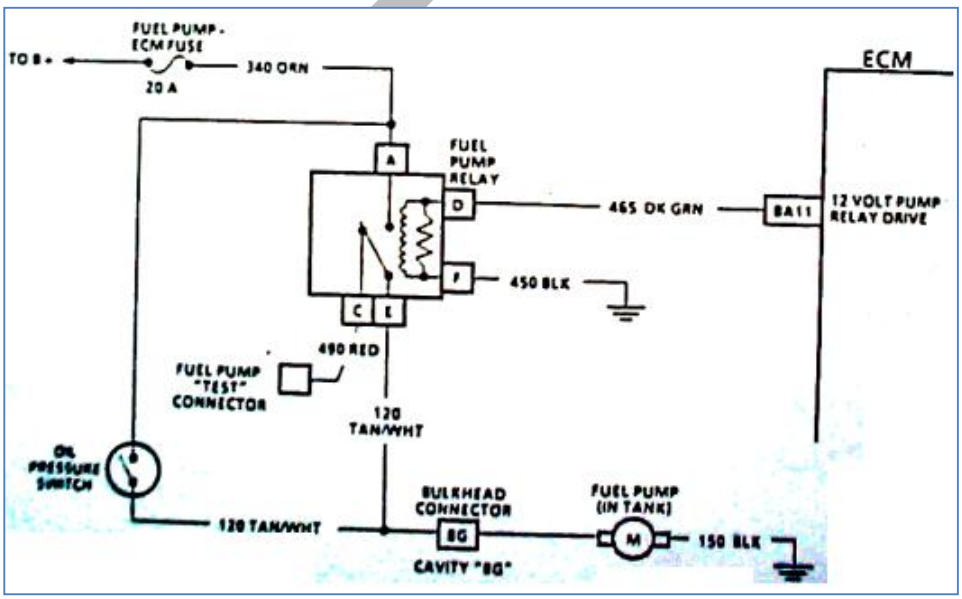
هذا النوع من الـIAC يكون مغلق طبيعيا بواسطة مفتاح صمام التخلخل (VSV) ليسيطر على مجرى الهواء الجانبي. هذا النوع مسيطر عليه من الـECM او يأخذ اشارة مباشرة من دائرة الاضوية الليلية او مسخن الزجاج الخلفي. **الـIAC** يسطر على الـVSV بواسطة ارسال تيار كهربائي الى ملف الصمام عند الظروف المطلوبة. **المحرك الذي يستخدم مثل هذا النظام يجب ان يستخدم صمام هواء ميكانيكي ليسيطر على سرعة المحرك اثناء التشغيل البارد.**

مرحلة (كتف) تشغيل مضخة الوقود (Fuel Pump Relay):



يتحكم كمبيوتر المحرك بتشغيل مرحلة مضخة الوقود عن **طريق تجهيز خط (85) للمرحلة**، وذلك بإيصال الدائرة مع الارضي (بارد) كما موضح بالرسم.

في بعض الانواع يستخدم دائرة حماية للمحرك عن طريق حساس ضغط زيت المحرك.

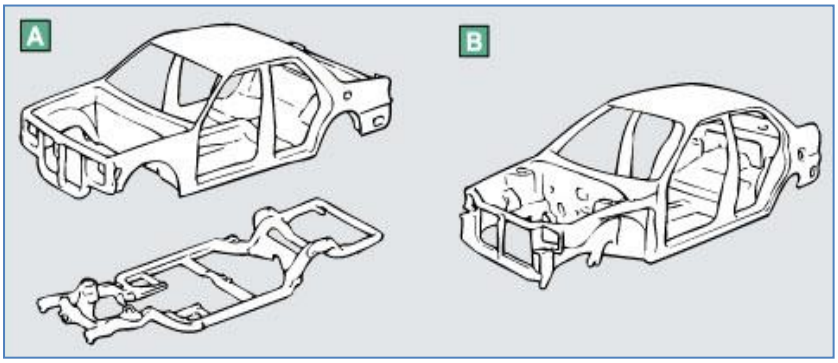


تستخدم هذه الدائرة لحماية مضخة البنزين بحيث تعمل المضخة لمدة ثانيتين عن طريق ريلية المضخة المتصل مع الكمبيوتر ثم يفصل عن العمل وتكتمل دائرة المضخة عن طريق مفتاح ضغط الزيت (حساس) باستمرار، اما في حالة انخفاض ضغط الزيت فلا تعمل المضخة سوى ثانيتين فقط.

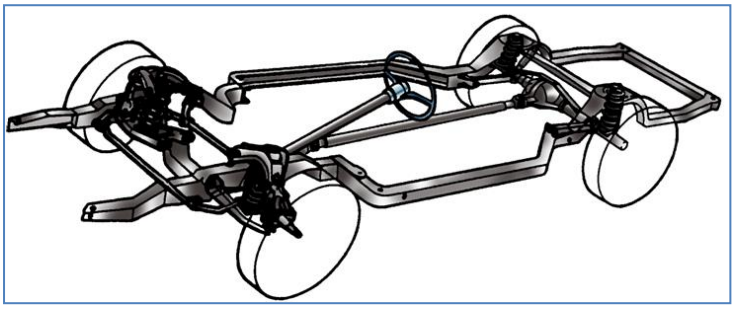
مكونات السيارة الاساسية:

1. الهيكل (بدن المركبة)

هنالك نوعان من الهياكل. الاول هيكل المركبة مع الاطار المعدني (Frame type body), والنوع الثاني الهيكل الاحادي (Monocoque body) كما في شكل 1



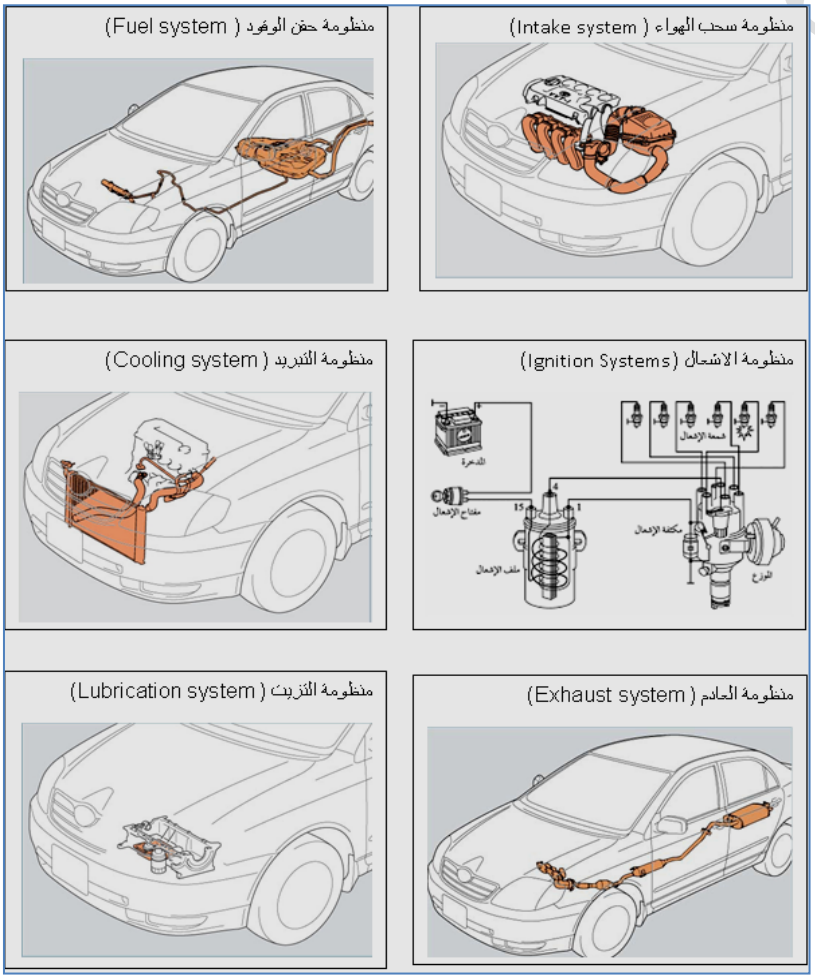
2. المحرك
3. مجموعة نقل الحركة
4. منظومة التعليق
5. منظومة الكابح (المؤقف)
6. منظومة التوجيه



شكل 2: يوضح منظومة التوجيه + منظومة التعليق

المحرك:

المحرك عبارة عن ألة ميكانيكية تتحول بها الطاقة الحرارية (التي نحصل عليها من خلال حرق الوقود) الى طاقة ميكانيكية (طاقة حركية). وتسمى المحركات الحرارية.



بعبارة اخرى, في المحركات الحرارية يتم تحويل الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود (بعد حرق خليط الهواء والوقود في المحرك) لنحصل على طاقة حرارية، ثم يتم تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية (ميكانيكية). **ويقاس معدل إنتاج الشغل في وحدة إنتاجية العمل من المحركات بالقدرة الحصانية أو الواط.** لتشغيل المحرك، يتم تجهيزه بمنظومات مختلفة تناسب عمل المحرك. كما في الشكل 3

شكل 3: منظومات المحرك